

A hulladékpapírok körvízterhelő hatása a Dunapack Rt. Csepeli Csomagolópapírgyárában*

Jankelovics Péter

Szakdolgozatom célja

Szakdolgozatom elkészítéséhez célul tűztem ki magamnak a hulladékpapírok körvízterhelő hatásának felmérését. Négy fajta hulladékpapír körvízterhelő hatását vizsgáltam három vízhőmérsékleten, egyenként nyolc módszer alkalmazásával. A munkámat a Dunapack Rt. Csepeli Csomagolópapírgyárában és a Papíripari Kutatóintézetben végeztem. Hálám és tiszteletem jeléül közölni kívánom a Cég bemutatását, különös tekintettel a csepeli telephelyre.

Dunapack Rt. bemutatása

A Prinzhorn – csoporthoz tartozó Hamburger Ag., valamint Mosburger Ag. 100%-os tulajdonába tartozó Dunapack Rt. az ország piacvezető papír- és csomagolóanyag-gyártó vállalata. A Prinzhorn – csoport tagjaként az osztrák Hamburger és Mosburger vállalatcsoport forgalmának 40%-át adja.

A Dunapack Rt. két divíziója három telephelyen folytat termelést. Az 1. Sz. divízió a Csomagolópapírgyár Csepelen és Dunaújvárosban, a 2. Sz. divízió a Hullámtermékgyár Csepelen, Dunaújvárosban és Nyíregyházán van jelen.

A csepeli telephelyen széleskörű infrastruktúra és integrált számítógépes hálózat teszi a termelést és a kereskedelmet biztonságossá. Ezek közé tartozik a saját erőmű, szennyvíztisztító, gyűjtő és elvezető csatornák.

1996-ban megkezdődött a már működő MSZ EN ISO 9002 szabványnak megfelelő minőségügyi rendszer mellett a környezetvédelmi irányítási rendszer kiépítése. A fejlesztő munka eredményeképpen 1997-ben a gyár az ISO 14001 szabványnak megfelelő környezetközpontú irányítási rendszerét az ETA osztrák céggel auditáltatta. 2000-ben az Rt. integrált minőségügyi és környezetvédelmi irányítási rendszert vezetett be és tart fenn.

A csepeli Csomagolópapírgyárban két papírgép üzemel. A két berendezést számos segéd-

berendezés szolgálja ki és a vízrendszerük is egymásba kapcsolódik. A gépeken folyamatosan csökkenő primer és egyre növekvő behordású szekunder rostokból állítanak elő papírt. A hulladékpapírok felhasználása gazdaságossá és környezetbaráttá teszi a papírgyártást.

4-es számú papírgép

- A síkszítás papírgépet a Voith (származási ország: Ausztria) cég gyártotta.
- Üzembe helyezésének éve: 1959
- Jellemző termékek: Zsákgyártás céljára készülő a 60-105 g/m²-es Dunasack elnevezésű mikrokreppelt (clupackolt) nátronpapír. Egyéb csomagolási célokra készülő az 50-125 g/m²-es nem mikrokreppelt Duna kraft elnevezésű nátronpapír. Hullámlemez-középréteg papíra 105-127 g/m²-es Wellenstoff, valamint a Testliner4 100-150 g/m²-es vékonyabb csomagolópapír.

6-os számú papírgép

- A síkszítás, két felfutószekrényes papírgépet a Tampella (származási ország: Finnország) cég gyártotta.
- Üzembe helyezésének éve: 1966
- Jellemző termékek: Hullámlemez-fedőréteg papírok: Testliner2: 125-200 g/m²-es és Duplex: 125-200 g/m²-es. Hullámlemez-középréteg papírok: Dunafluting 112-150 g/m²-es, Wellenstoff: 110-200 g/m²-es, és Srenc: 120-200 g/m²-es.

Vizsgált anyagok és módszerek

Az alábbi hulladékok körvízterhelő hatását vizsgáltam:

- *Vegyes hulladék:* Hazai forrásból származik. Régi könyveket, iratot, újságot és szórólapot tartalmaz.

* Elhangzott a *Fiatal Diplomások Fórumán* (2003. okt. 7.)

- **Nátron hulladék:** Cseh, német és osztrák importból jön be.
- **Vásárolt hullámhulladék:** Hazai forrásból származó hullámtermékek és dobozok.
- **Saját hullámhulladék:** Helyi keletkezésű hullámtermékek és dobozok.

A felsorolt hulladékfajtákat használják fel zságyártásra és hullámalappapír gyártására.

A hulladékokból 5-5 kg reprezentatív mintát vettem és az alábbi paraméterek szerint végeztem el a kísérleteket:

- Szuszpenzió sűrűsége: 3%
- Rostosítási idő: 20 perc
- Hőmérséklet: 15, 30, 45 C
- Alkalmazott folyadék: csapvíz

A rostosítást félüzemi (laboratóriumi) hidropulperben végeztük, amelynek térfogata 0,2 m³. A laboratóriumban működtetett hidropulper csak a méretében tér el a folyamatos anyagelőkészítő rendszerekbe csatlakoztattól. Azok térfogata akár a 80-100 m³-t is elérheti. A laboratóriumi rostosítás szabványszáma: MSZ ISO EN 5263: 2000.

A rostosításhoz azért alkalmaztunk csapvizet, mert a gyárban használt – hulladékrostosításhoz adagolt körvíz tulajdonságai elnyomják a különböző hulladékok szennyező hatása közti különbséget.

Rostosított hulladékot 60-as finomságú szítára futtattuk fel. A szita pontosan ugyanolyan, mint amelyet a papírgépeken használnak. A szita finomságát az 1 cm-re eső vetületek (keresztirányú) száma fejezi ki. Ebből következően, a 60-as szita 1 cm hosszúságán 60 vetülekszál van. A rostanyagot a szitán átszűrtük és az átfolyt szűrletből a következő vizsgálatokat végeztük el (ld. **1. táblázat**).

Vizsgálati módszer	Szabványszám
Biológiai oxigénigény (BOI ₅)	MSZ EN 1899-2: 2000
Kémiai oxigénigény (KOI)	MSZ ISO 6060: 1991
Összes szárazanyag-tartalom (TDC)	MSZ 260-3:1973
Összes lebegőanyag-tartalom (TSS)	MSZ 260-3:1973
Összes oldottanyag-tartalom (TDS)	MSZ 260-3:1973
Szervesanyag-tartalom	MSZ 260-3:1973
Szerveetlenanyag-tartalom	MSZ 260-3:1973
Keményítő-tartalom	TAPPI 419

1. táblázat. Vízvizsgálatok

A szitán átfolyt szűrlet megfelel a körvíznek. Ezt a vizet a szita I. kádban (a szitaszakasz alatt van elhelyezve) gyűjtik össze és közvetlenül alkalmazzák a pép végső hígítására a felfutó szekrény előtt. Így jön létre a papírgépi körvízrendszer.

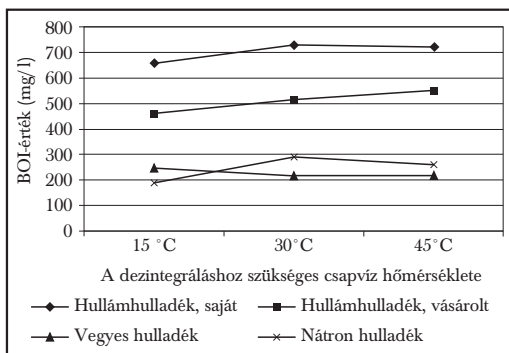
A felsorolt nyolc vizsgálattal lehet meghatározni a hulladékpapírok körvízterhelő hatását. Ezekből az adatokból állapítható meg, hogy a hulladékpapírok mennyi szennyező anyagot visznek be a körvízbe.

Kutatási eredmények

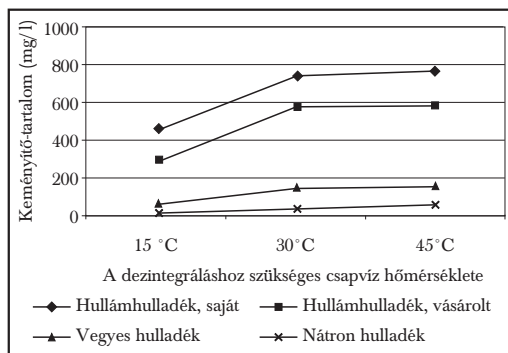
A vizsgálati eredményeket a **2. táblázatban** és az **1.-4. ábrán** mutatom be.

Megnevezés (mg/l)	Körvízhőmérséklet (°C)	Hullámhulladék, saját	Hullámhulladék, vásárolt	Vegyes hulladék	Nátronhulladék
Biológiai oxigénigény (BOI ₅)	15	655	458	247	190
	30	726	514	218	289
	45	719	550	218	261
Kémiai oxigénigény (KOI)	15	1483	1179	624	469
	30	1587	1152	700	652
	45	1622	1174	705	654
Összes szárazanyag (TDC)	15	1888	1322	848	702
	30	1980	1478	1084	774
	45	1985	1480	1084	822
Összes lebegőanyag (TSS)	15	462	277	370	112
	30	471	327	394	165
	45	493	317	399	171
Összes oldott anyag (TDS)	15	1426	1045	478	590
	30	1509	1151	690	609
	45	1492	1163	685	651
Szervesanyag-tartalom	15	1402	1323	598	514
	30	1474	1042	703	577
	45	1316	932	616	591
Szerveetlenanyag-tartalom	15	486	398	250	188
	30	506	436	380	196
	45	400	398	368	231
Keményítő-tartalom	15	480,1	339,9	89,6	12,2
	30	750,1	568,0	172,0	23,0
	45	769,0	576,0	198,8	32,5

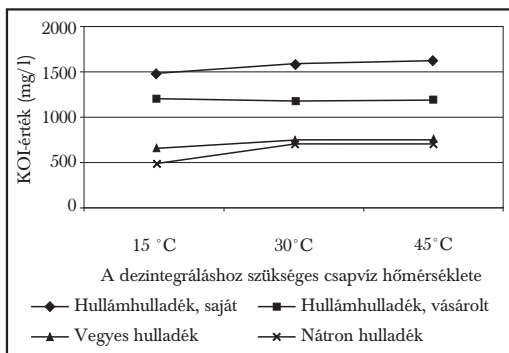
2. táblázat. A különböző hulladékok körvízterhelő hatása a vízhőmérséklet változásával, laboratóriumi körülmények közt



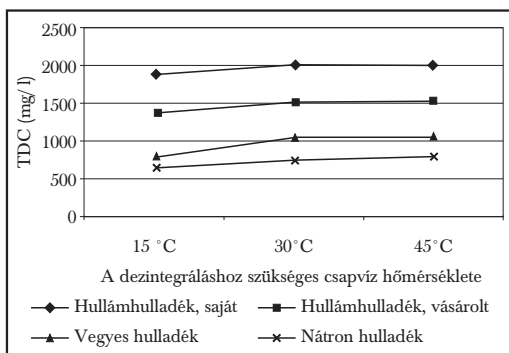
1. ábra. A BOI₅ változása a hőmérséklet függvényében



4. ábra. Keményítő-tartalom változása a hőmérséklet függvényében



2. ábra. A KOI változása a hőmérséklet függvényében



3. ábra. Összes szárazanyag-tartalom változása a hőmérséklet függvényében

Értékelés

A BOI₅, KOI, TDC, TSS, TDS, szerves- és szervesanyag-tartalom mind a négy hulladékpapír esetében a vízhőmérséklet növelésével

30°C-ig növekszik, további hőmérsékletemeléssel nem növeli tovább a szennyező hatást (ld. 3. táblázat, 5.-7. ábra).

A keményítő-tartalom kioldódása a hőmérséklet emelésével nő, 30°C után a kioldódás sebessége csökken (ld. 8. ábra).

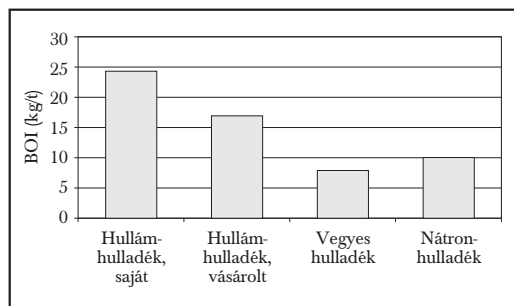
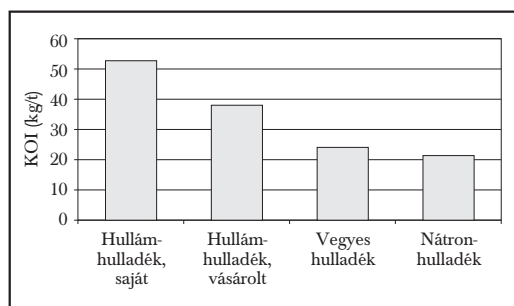
Végkövetkezés és javaslat tétel

A 3. táblázat és a 5. - 8. ábrák alapján megállapítom, hogy az egyes hulladéktípusok vízszennyező hatása növekvő sorrendben az alábbi:

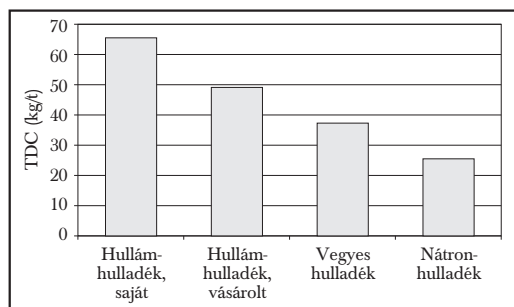
Nátron < Vegyes < Hullám (vásárolt) < Hullám (saját)

Megnevezés (kg/t)	Hullámhulladék, saját	Hullámhulladék, vásárolt	Vegyes hulladék	Nátronhulladék
BOI ₅	24,2	17,1	7,2	9,6
KOI	52,9	38,4	23,3	21,7
TDC	66,0	49,3	36,1	25,8
TSS	15,7	10,9	13,1	5,5
TDS	50,3	38,4	23,0	20,3
Szervesanyag-tartalom	49,3	34,7	23,4	19,2
Szerveetlenanyag-tartalom	16,9	14,5	12,6	6,5
Keményítő-tartalom	25,6	19,2	6,6	1,1

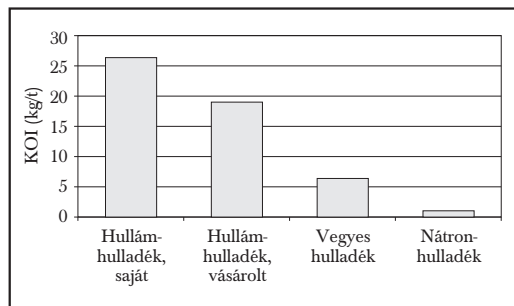
3. táblázat. A szennyező hatás kg/t értékre átszámítva, 30°C hőmérsékleten a fenti eredményeket adja

5. ábra. A BOI_s szennyező hatása (30°C)

6. ábra. A KOI szennyező hatása (30°C)



7. ábra. Összes szárazanyag-tartalom szennyező hatása (30°C)



8. ábra. Keményítő-tartalom (30°C)

A vizsgálatok során kapott eredmények a szakirodalomnak megfelelnek. Az évek során növekszik a különböző hulladékpapírok körviterhelő hatása. A most kapott eredmények nagyobbak, mint az 5-10 évvel ezelőtt mért értékek. A mostani eredmények azért magasabbak, mert egyre többször használják fel a hulladékot és a felhasználás során romlik a rost minősége és növekszik a szennyező hatása. A gyakori felhasználással rövidülnek a rostok és több lesz a törmelék.

Az Értékelés részben megállapítottam, hogy a szennyezőanyagok kioldódása 30°C-ig emelkedik. További hőmérséklet-emelés nem növeli a szennyező hatást. Ezért célszerű a körviterhelő hőmérsékletét 20-25°C-on tartani. Ez igen nehéz feladat, mert a körviterhelő csak késő ősszel, télen és kora tavasszal ennyi a hőfoka. Nyáron a körviterhelő hőmérséklete 50-55°C, amelyenél a 30°C-nál tapasztalt hatások érvényesülnek.

Irodalomjegyzék

1. *Barótfi István*: Környezettechnika. Mezőgazdasági Kiadó. 2000
2. *Rab Attila – Károlyiné Szabó Piroska – Polyánszky Éva – Erdélyi József*: Papírhulladék – újrahasznosítás a XXI. Század küszöbén. Papíripar XLIV(1)11(2000)
3. *Debreczeny István – Antalné Csöre Zsuzsa – Károlyiné Szabó Piroska*: Környezetvédelmi eredmények az iparban a fenntartható növekedés aspektusából a Dunapack Rt. példáján. Papíripar XLVI(5)196(2002)
4. *Kóbor Lídia – Pálos György*: Cellulóz- és papírgyártó szakmai ismeret 2. Műszaki Könyvkiadó 1981.
5. *Hernádi Sándor*: Papírgyártás minimális szennyezőanyag kibocsátással. Papíripar 1999/2.
6. *Tóth Szilárd*: Áttérés zárt vízkörre a 100% hulladékpapírból gyártott fedőréteg és primer rostban szegény zsákpapír gyártásánál. BMF – RKK Szakdolgozat 2001.
7. *Vámos György*: Papíripari Kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó 1979.
8. *Gottl Frigyes Róbert*: A Dunapack Csomagolópapírgyár csepeli Gyárában mindkét anyagelőkészítő és 4-es számú papírgép termelési potenciáljának felmérése, valamint a szűk keresztmetszetek meghatározása. BMF – RKK Szakdolgozat 2002.

COD monitoring in a packaging mill*, **

Alex Hernadi, Istvan Lele

Paper Research Institute, Budapest, Hungary

Introduction

In Hungary penalty for COD issued into receiver exceeding the established level has to be paid calculated not by the concentration in mg O₂/l but for the real amount of COD in kg/t product. This regulation came to action since 2002 year and now it is necessary to know the COD generated by raw materials and chemical aids used during paper production as well as the COD in the water system itself.

The aim of our investigation was to define the contribution of each raw materials and chemical aids to the COD in water system in order to help decision of management how to run papermaking to get the less COD in water system and to choose the appropriate instruments for measurement and controlling COD.

Materials methods and results

The investigated mill produces bag paper and base papers for corrugated boards. The raw materials used in the mill are as follows: kraft pulp, OCC, mixed waste and kraft paper waste. Chemical aids utilized during paper making are sizing agents, wet strength resins, anti slimicide, cleaning and washing formulas etc.

In order to establish COD of each chemical aids existing in the process water a solution of chemical aids was prepared and the COD was measured also it was measured the organic compounds occurred in water coming from raw materials (e.i. lignin, hemicellulose, glucose, etc).

The COD of each components mentioned above can be seen in **table 1**.

The data in **table 1**. show that wet strength resin, some retention aids, hemicellulose and starch have the biggest COD loading while sizing agents have less effect on COD in the

Material in the water in concentration 1 g/l	COD in mg O ₂ /l
Lignin	652
Hemicellulose	1050
Glucose	1020
Starch, cationic	1020
Starch, glue	1140
Wet strength resin	
Etadurin	1346
Kenores	1300
Urecoll	1359
Sizing agents	
AKD	244
ASA	382
Rosin size	
Marecoll	836
Dynacoll	915
PVA	1714
Retention aid	
Poly-acrylate	980
Poly-amine	1140
Poly-imine	1052

Table 1. COD loading caused by chemical aids and dissolved materials

water. It has to be mentioned that PVA which is often used during paper converting as coating and gluing agent shows the biggest COD.

The COD of organic substances released from the raw materials during repulping was investigated using procedure described below.

The investigated raw material was put into the standard desintegrator in the amount enough to prepare slurry with consistency 3,5%. The temperature of the slurry was kept at 25°C and the repulping was continued for 25 minutes at revolution 3000 min⁻¹. After that time the slurry was poured onto the wire 100 mesh and allowed to drain. the filtrate was collected and was centrifuged (3000 G, 10 min) and the supernatant was measured for COD. The values of COD

* 3rd EPPIC Workshop-IASI, Romania

** A magyar változat a Papíripar XLVII(6)222(2003) számában jelent meg.

Raw material	COD of repulping water	
	mg O ₂ /l	mg O ₂ /g material
Sulphate cellulose	250	7,1
OCC own	1630	46,5
OCC purchased	1180	33,7
Mixed waste	700	20,0
Kraft waste	650	18,5

Table 2. COD of repulping water in case of different raw material

after repulping of each raw material used in the packaging mill are shown in the **table 2**.

It can be seen that the raw material used in the mill significantly determines the COD of the repulping water. The biggest COD occurred in case of repulping of own OCC, while the smallest COD generated during repulping of sulphate cellulose.

As recently besides COD the TOC is also a measured parameter which can characterise the loading of water by organic compounds some measurements were performed parallel with COD, the results are shown in **table 3**.

The data in table 3 demonstrate that a closed correlation between COD and TOC exists. So by measuring TOC the COD can be calculated using the next equation:

$$COD = k \times TOC, \text{ where } k=2,54.$$

COD, mg O ₂ /l	TOC, mg/l	COD/TOC
3657	1310	2,79
2534	860	2,94
2143	800	2,67
1870	730	2,56
1843	720	2,56
1388	600	2,31
1313	580	2,26
1085	440	2,46
1042	430	2,42
800	310	2,58
647	270	2,39
$\bar{x}=2,54$		

Table 3. Correlation between COD and TOC

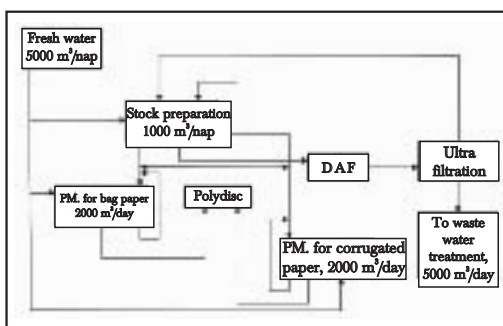


Figure 1. Simplified flow sheet of water system for a packaging paper mill

$$COD=2,54 \times TOC$$

As the time necessary for the measurement of COD is about 2,5 hours and for the measurement of TOC is only few minutes the later is more suitable for routine measurements.

The simplified water system of the mill can be seen on **Figure 1**.

It shows that the mill uses approximately 5000m³/day of fresh water. In the water system 21 places were chosen where samples of water were taken and their COD was measured.

The water sampling was performed at 3 different times, and the measured COD is given in the **Table 4**.

It can be seen from the data of **Table 4**, that values of COD taken at the same places are different which may be a consequence of different raw materials used for paper production.

If we compare data of COD and raw material used for paper production, it is clear that highest COD of water occurs in case of paper production from more OCC and mixed waste rather than in case of bag paper production. It is due to the fact during repulping of OCC and mixed waste more components are released into the water than in case of kraft waste or sulphate cellulose.

Taking the figures from the **Table 2**, concerning the COD release of each raw material and multiplying it by the real amount of the raw material used for the production of the paper during the investigated period the values shown in the **Table 5**. are received.

It can be seen that when more OCC and mixed waste were put in the furnish, the COD release was higher by 28%.

Place of sampling		Date of sampling		
		2003.02.13.	2003.02.21.	2003.03.05.
1	Outlet of OCC pulper	2143	2797	2534
2	Outlet of Kraft pulper	1870	2611	3657
3	Reject of coarse sorting	1313	2269	1843
4	Chest 07	1085	2520	2124
5	Chest 13	1132	1884	1449
6	Before flotating	1310	2103	1639
7	After flotating	1302	1939	1624
8	After polydisc	1000	1739	1388
9	Chest 11	800	1903	1042
10	White water PM6	1510	2420	1549
11	White water PM4	647	1626	1402
12	Dilution water PM6	1389	2324	1784
13	Mixing chest T30	1049	1946	1235
14	Chest K 111	1897	3853	1798
15	Chest K 116	1964	2488	2011
16	Head box PM4	796	1908	1007
17	Head box PM6 bottom layer	1513	2364	1605
18	Head box PM6 upper layer	1546	2323	1555
19	Discharge of PM4	720	1384	532
20	Discharge of PM6	930	1099	1152
21	Pump P27	2001	1760	2108

Table 4. Places of the sampling and the corresponding COD

	2003. 02. 13.	2003. 02. 21.	2003. 03. 05.
OCC	2929	3959	2880
Mixed	290	1569	432
Kraft waste	1215	194	1182
Sulphate pulp	14	–	–
Total	4448	5722	4494

Table 5. COD released from fibrous material during repulping, in kg

The parameters of waste water going into the water treatment plant and also water quality coming out of the water treatment were checked during February and March 2003.

The COD and TSS of the water before and after the cleaning were measured. The daily discharge of the waste water was also

checked. The monthly average of these parameters were as follows (see table 6.)

If we calculate the every day's COD reduction due to sedimentation and removal of the suspended solids we get a straight line as it is shown on **Figure 2**.

It can be seen that the straight line doesn't go through the origo. It means that some parts of TSS has no oxygen demand which means that those are inorganics, which may be originated from fillers or precipitate from water treatment chemicals.

The organic suspended solids have COD in amount 1245 mg O₂/g which is an average value of COD of substances occurring in waste water.

The COD of the organics dissolved and colloid materials (DCM) remaining in the waste water after the water treatment during two month observation altered between 700-1500 mg O₂/l with average of 1100-1300 mg O₂/l, which means that concentration of the DCM in waste water after the water treatment is about 1,0-1,2 g/l.

	February	March
COD, mg O ₂ /l		
– before cleaning	2040	2482
– after cleaning	1096	1320
TSS, mg/l		
– before cleaning	916	1122
– after cleaning	45	30

Table 6. Monthly average of COD and TSS of waste water before and after water treatment

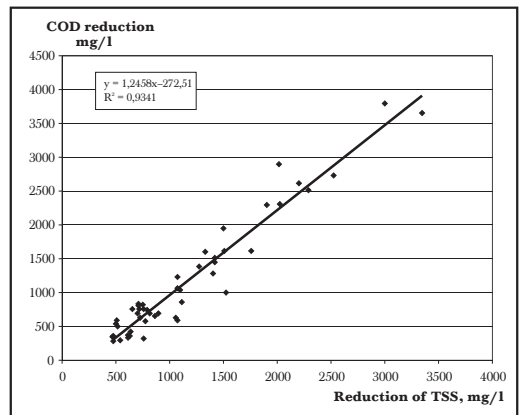


Figure 2. Correlation between COD reduction and the reduction total suspended solids

Name of the instrument	Measurement of	Concentration range	Duration of measurement
Lab TOC	TOC	10-4000 ppm	6 min.
CT 300 and UV pcc	COD	0-20000 mg/l	0,2 min.
CT 200	COD	unlimited	1 min.
IXO-510	COD, BOD, TOC, TSS	100-3500 mg/l	1 min.
Pastel UV analyser	COD	5-500 mg/l 50-5000 mg/l	1 min.
Conventional dichromate metod	COD	0-20000 mg/l	3 hours

Table 7. Instruments for measuring and monitoring of TOC and COD

Selection of the instruments for COD monitoring

After surveying the technical literature several instruments were chosen which are suitable for measuring TOC or COD in the waste water system. They are listed below (table 7.)

From the above mentioned instruments the CT 300 and the IXO 510 are capable to perform inline continuous measurement which were recommended by us to the mill for monitoring of the COD in the water system.

A rádiófrekvenciás mikrocsipes címkék új távlatokat nyitnak a papírgyártók számára

A legújabb generációs RFID címkék új piacokat nyitnak meg az UPM Kymmene és az Iggesund számára. Ezek rádiófrekvenciás címkék, melyeket a két cég a papírból készült csomagolóanyagaikba integrál. A címkék elég kicsik ahhoz, hogy beépíthetők legyenek a publikációs és biztonsági papírokba, és elég olcsók ahhoz, hogy az eldobható papírcsomagolásokba is integrálhatók legyenek. Ezek a címkék képesek lesznek kiváltani a vonalkódot az ellátási láncban, a mágnescsíkot a hitelkártyákban és jegyekben, és a különféle biztonsági elemeket a bankjegyekben, útlevelkekben és jogosítványokban.

Az intelligens csomagolásoknál is új korszak kezdődhet az RFID címkéknek köszönhetően: a hullámlémezdoboz vészjelzést ad ki, ha túlságosan megnövekszik a raktárban a légnedvesség, a gyógyszeres csomagolás megjegyzi, hogy mikor vették ki az utolsó tablettát, a tejesdoboz sípol, ha túl sokáig tartják a hűtőn kívül.

Az utóbbi hónapokban a UPM Kymmene és a Hitachi olyan termékekkel jelentkezett, amelyek gazdaságosan megvalósíthatóvá teszik az RFID papírok világát.

Az egyik ilyen termék a Rafsec *hullámdoboz címkéje* (CCT). A Rafsec a UPM Kymmene leányvállalata, 1997-ben alapították az RFID adók kifejlesztésére. A Rafsec integrált áramköröket (IC) vesz a mikrocsip gyártóktól, antennákat illesztve az ICKhez adókat alakít ki, és ezeket az adókat nyomásra tapadó címkékre illeszti. Ez utóbbi művelet sikeréhez nagyban hozzájárul az a kasírozási és extrúziós bevonási tapasztalat, amellyel a (szintén Jyväskyläban működő) Raflatac címkegyártó üzemük rendelkezik. A Raflatac 2001-ben Kaliforniában is beindított egy korszerű üzemet.

Az új CCT beépíthető a hullámosított középrétegbe, vagy nyomásra tapadó címkével a hpl dobozra erősíthető. A 25 centes becsült költségnek köszönhetően a CCT elég olcsó ahhoz, hogy az eldobható dobozokba és csomagolásokba beépítsék. A prototípusok 915 MHz-en, az USA-ban használt UHF sávon működnek, de a Rafsec már fejleszti a 868 MHz-es változatot is az európai piacra.

A második példa a Hitachi mikroszkópikus Mü csipje, amely egy alig 0,4 mm-es négyzet, s így beágyazható bankjegyekbe, biztonsági dokumentumokba, könyvekbe, folyóiratokba és jegyekbe. Ezt fogják beépíteni a 2005-ös japán világiállítás belépőjegyébe is.

A Mü csip egy 2,45 GHz-es áramkörből, egy 128 bites ROM-ból és egy antennából áll, ezeket egy 0,4 mm-es szilikon négyzetbe ágyazzák. A csip veszi a rádióhullámokat, és azok energiájával továbbítja a ROM fából az adatokat, amelyeket gyártáskor égettek bele.

A 2001-ben bemutatott eredeti Mü-ben hagyományos külső antenna volt, a 2003-asban már beágyazott, melyet ún. ütköztetéses fémbevonással alakítanak ki. Ennek a fejlesztésnek köszönhetően sikerült 0,4 mm-re csökkenteni a méretet, és így megnyílt az út a papíripari alkalmazások szízei előtt.

Az ehhez hasonló fejlesztésekkel át lehet lépni a költségkorlátokat is, ezáltal a rádiófrekvenciás címkék a hadiiparból kilépve elterjedhetnek a mindennapi életben.

Forrás: Paper Technology, 2003. dec. 3. oldal