

A papír másik oldala

oktatási segédlet II.rész.

Összeállították: az Ökológiai Stúdió Alapítvány munkatársai

Információ: dr.Kalas György

okologiaistudio@gmail.com



A projektet támogatta:

a FM Zöld Forrás PTKF/1131/2015

Bevezető

A papírgyártás történetét a *„Papír másik oldala”* c. összeállításunk I. részében mutattuk be. Érthetővé vált, hogy a papír története tulajdonképpen az emberi civilizáció története - akkor is, ha az ember az előtt is le tudta jegyezni gondolatait, mielőbb technikailag képessé vált papír előállítására. Összeállításunk természetesen elsősorban a kínaiak által „kitalált” merített papírra és annak technikai kiteljesedésére (a papírmalmok fejlődésére, a papírgyárak megjelenésére) összpontosított.

Mint azt az I. részben jeleztük, az oktatási segédlet következő II. részben elsősorban a modern papírgyártás technológiáját, a **papírgyártás ökológiai terhelését** tárgyaljuk ki. Ez utóbbihoz kapcsolódóan - értékrendünknek megfelelően - kiemelten tárgyaljuk a **papírfelhasználás csökkentési lehetőségeit**, a papírhulladék **különgyűjtés** és az **újrapapír használat** lehetőségeit, fontosságát. Szólunk majd a papír osztályozásáról, fajtáiról, méreteiről és rövid utazást tehetünk a **vízjelek világában** is.

A segédlet utolsó része a papírtéma gyakorlati iskolai feldolgozásához nyújt némi segítséget. Ennek keretében kiemelten tárgyaljuk az **iskolai papírmerítést**. Mindezt annak érdekében, hogy a papírtörténeti ismeretekkel felvértezett gyerekek maguk próbálhassák ki a kínai papírmerítés majd kétezer éves technikáját. Tapasztalataink szerint már az óvodás korúak is szívesen vesznek részt papírmerítő foglalkozásokon: a saját papír készítése, ajándékozása nagy élményt jelent számukra – a gyönyörű termékek pedig a pedagógusok legendás kreativitását igazolják vissza.

Miként az I. részben, annak folytatásában is igyekeztünk közérthetően, lényegre törően fogalmazni és az egyes témakifejtéseket hozzárendelt diákkal szemléltetni. A két anyag együtt alkalmazva alkalmas lehet arra, hogy aki a papír témát fel akarja dolgozni, az – a korosztályhoz és a rendelkezésre álló időhöz igazodó- saját előadói anyagot állíthasson össze. További kiegészítő segédanyagok és linkgyűjtemény alapítványunk honlapjának (www.okostudiogyor.hu) *„A Papír másik oldala”* illetve *„Az újragondolt papír”* c. könyvtáraiban található.

Győr, 2016. április

Ökológiai Stúdió Alapítvány
9028 Győr, Vándor u.9.

A papírgyártás technológiája ma (előzmények)

A korábbi időutazásunk a barlangrajzoknál indult és a mai modern papírgyártó gépsorok megjelenésével fejeződött be.

A mai modern gyártósori papírgyártás kialakulását két fő szakaszra oszthatjuk. **Az első szakaszban** (1800-1860) lényegében a korábbi kézzel végzett munkaműveletek gépesítése történt meg. Ami nem csak a rongyok előkészítésének műveletét, de a különféle töltőanyagok őrlését, adagolását és a merítési folyamat gépre vitelét jelentette.

A második szakaszt (1840-1880) már a rongy nyersanyag kiváltása jelzi. A facsiszolat előállításának, valamint cellulózkészítés folyamatának gépesítése lehetővé tette a nyersanyagok soha nem látott mennyiségben történő előkészítését.

A gépi technika kialakult - 1950-ig lényegében a papírgyártó gépsorok növekedése, tökéletesítése jelzi. Az elektromos áram (meghajtás) segítségével a papírgyártó gépsorok szélessége 30 cm-ről több mint 8 méterre nőtt, hossza akár több száz méterre is. Elképzelhetetlen mértékűre nő a gyártási sebesség is és megjelennek az egyes papírfajtákhoz szükséges speciális gépek.

1950 után a gépek automatikus vezérlésének kora - ami nem csupán nagyobb biztonságot, de nagyobb termelékenységet is lehetővé tett (még szélesebb, még gyorsabb gépek).

A papírgyártás technológiája ma (1.-7. sz. diák)

A mai papírgyártás alapanyagai alapvetően növényi eredetűek. Alapanyagként elsődlegesen a különböző fafélék szolgálnak, egyéb növényi anyagok közül a nád, len, a kender és a gyapot. Rongyból ma már elsősorban csak nagy igénybevételnek kitett, jó minőségű papírt gyártanak (pl. rongyból készülnek a papírpénzek).

Mivel a papír legfontosabb alkotója a cellulóz – ezért a papírgyártás elsődleges célja, hogy a növényi rostokban lévő cellulóz mellől az egyéb kísérő anyagokat eltávolítsák.

A fából készülő papír gyártásának első művelete **a nyersanyag előkészítése**. A kivágott és földarabolt fát az erdőgazdaságokból a papírgyár területére szállítják és ott tárolják. Innen indul a technológia. Az előkészítés műveletei között szerepel **a fa áztatása és a géppel történő kéregtelenítés** (erre azért van szükség, mert a kéreg anyaga barnára színezi a papírt). Ezután hatalmas facsiszoló és aprító gépeken **aprítják föl** a rönköket. A következő műveletben a fölaprított faforgácsot **vízzel pépesítik**, majd kémiai oldásra viszik az elegyet, ahol finom szálakra választják szét a fa rostjait (a rostokat egy lignin nevű kötőanyag tartja együtt nagyobb rostokat alkotva az elemi szálakból).

A **cellulózzá főzés** művelete során nátrium szulfidot adnak az elegyhez adalékanyagként.

A vegyi oldás után átmoszák a finom szálakra bontott rostokból álló pépet, majd újabb őrlés következik. Ez az őrlés már az apró rostszálak falát bontja meg, szálásítja (fibrálja). Ez a művelet megnöveli a kapott rostok felszínét és segíti összetapadásukat. A rostok hosszúsága ez után az őrlés után 0,05--0,3 mm. Főszabály: minél hosszabbak és minél erősebbek a kinyert rostok, annál jobb minőségű papír állítható belőle elő.

A másodsor is megőrölt pép a merítő-vagy szűrőszitán készülő papír alapanyaga. Attól függően, hogy milyen papírt akarnak gyártani a cellulózpéphez **facsiszolatot, illetve feláztatott hulladékpapírt keverhetnek**. A szitára adagolás előtt különböző adalékanyagokat is adnak hozzá (pl. a papír átlátszatlanságát fokozó töltőanyagokat, klórt a papír fehéritéséhez, enyvet a víztaszítótság eléréséhez vagy szerves alkoholfajtákat a nedvességállóság

biztosítására). A megfelelő arányban összekevert pépet ezután a gépkádba szivattyúzzák, ahol vízzel felhígítják.

A papírgépnek három fő része van: **a szitaszakasz, a présszakasz és a szárítoszakasz.**

A papírgép legfontosabb része a **szitaszakasz**, ahol a híg pépből kialakul maga a papírlap. Ma már nagyon sokféle változata van (síkszita, hengersizita, ezek különféle többszörös kombinációi, ikerszita és egyéb lapképzési megoldások stb). A szitaszakasz elején a papírlap a felfutószekrényen keresztül jut a szitára, vékony beömlőnyílásokon át. A szita 200-1000 m/perc sebességgel halad előre, miközben keresztirányban ide-oda mozog, percenként legalább 150-szer. A rázás hatására a rostok összekuszálódnak, a víz a szitalukakon elfolyik, és **a szitán összeáll és kialakul a nedves papírlap**. A víz eltávolítását a szita alatt forgó kis átmérőjű, szabadon futó hengerek (amelyek forgásukkal enyhe vákuumot is létrehozhatnak) valamint a szita alatt elhelyezett vákuumkamrák szívóhatása is elősegíti. A szitaszakasz végén a papírlap a szitaprésen halad keresztül, amelynek alsó, rézzel bevont hengere a szitát hajtja, felső hengerén pedig vastag nemez van.

A szitaszakaszt elhagyva a nedves papír cca. 15-20% szárazanyag-tartalmú és megfelelő szilárdsággal bíró folytonos szalag formálódik belőle. A víz szállító szerepe a szitaszakasz végén megszűnik, **a présszakaszban** a szállító szerepet a hengesor veszi át. A nedves papírpályából a maradék vizet már csak kevésbé kíméletes módon: préseléssel és szárítással lehet eltávolítani. Ennek érdekében a présszakaszon a papírszalag **hengerpárok között halad át** és így további jelentős mennyiségű vizet veszít. A nemezek megvédik a nedves lapot roncsolódástól, szakadástól, és magukba szívják a papírból kiperéselt víz nagy részét. A nedves nemezeket a szitához hasonlóan végtelenítik, tehát a felszívott vizet a nemezből is ki kell préselni menet közben, hogy újra és újra alkalmas legyen a víz felvételére. A hagyományos préshengerpár alsó és felső hengerekből áll (az alsó gumibevonatú, míg a felső gránit- vagy sztonitbevonattal bír). A nedves sajtolást követően a papír még mindig 60-70% vizet tartalmaz, amit szárítással kell eltávolítani.

A szárítoszakaszon a papírt gőzzel fűtött feszítőhengerek palástja mentén vezetik a nedvesség elpárologtatása érdekében. A hengesor végén a kész papírlemez felületére - esetleg csak egyik oldalára - felületvédő vagy felületformáló anyagot is fölvisznek (pl. egyik oldal fényezése, festése stb.). A szárítoszakasz végén a papírt rövid szakaszon pihentetik, hűtik, átvezetik a papírgép simítóhengerei között, majd a megszáradt papírt feltekerceslik.

Végezetül a 4-10 méter széles tekercseket a tekercsvágókon a kívánt méretű kisebb tekercsekké **felvágják**.

A mai papírgyárakra már **a komputer-vezérelte gépek** elterjedése a jellemző. A beépített szabályozó-ellenőrző rendszerek segítségével egyre inkább tetszőleges tulajdonságú, garantált minőségű papírtermékek kerülnek feldolgozásra. Ezekkel, valamint a cellulózgyártás tökéletesítésével és egyéb járulékos környezetvédelmi beruházásokkal mára nagyban sikerült javítani a papírgyártás ökológiai mérlegét is.

Megjegyzés: *Egy papírlap alapvetően – fajtájától függően – 60 –tól 95%-ig biomasszából nyert rostanyagokból van. A papírgyártásban azonban az elért minőséghez igazodóan jelentős mennyiségű (kb. 2000 fajta) töltő- illetve segédanyagot is felhasználnak. Ezek a különféle (természetben bányászott) töltőanyagok és pigmentek akár a papír 35%-át is kitehetik -ehhez jönnek még (2-4 %-nyi mennyiségben) az úgynevezett segédanyagok. A szerves és szervetlen kemikáliák alkalmazásának célja a gyártott papír fizikai és kémiai tulajdonságainak javítása, felhasználásuk azonban nem kis környezeti terhelést jelent..*

A papírgyártás ökológiai mérlege (8. – 16.sz. diák)

A világeves papírfogyasztása folyamatosan nő - ma megközelítőleg évi 390 millió tonna. Az egy főre jutó papírfelhasználás természetesen országonként változó, és a listát – nem véletlenül – az USA és a Nyugat-Európai országok vezetik (a **8.sz. dia** szerint az előbbi felhasználása 335 kg/fő/év). Magyarország éves papír és karton felhasználása 910 000 tonna volt, vagyis az egy főre jutó éves papírfogyasztás 91 kg-ra tehető – vagyis ha úgy vesszük még az Európai Unió átlaghoz is messze vagyunk. Ez azonban nem azt jelenti, hogy nálunk alacsony a papírfelhasználás, hanem azt, hogy EU-s szinten még mindenhol túl magas.

Egy kilogramm hagyományos (cellulóz alapú) papír gyártásához 2,1- 3,2 kg oxigént adó fa, 350-700 liter víz, mintegy 8 kilowattóra energia és rengeteg vegyi anyag szükséges. A papírgyártás tehát jelentős környezeti terheléssel jár - a nagy kérdés mindig az, hogy a papírgyártás-fogyasztás világméretű növekedésével járó környezeti terhelést sikerül-e kompenzálni a gyártási technológiák (szintén folyamatos) fejlesztésével?

A tapasztalatok szerint sajnos nem.

A papírgyártás környezeti hatásai (erdőirtások)

A FAO becslése szerint a Földön évente 17 millió hektár (egy Görögország nagyságnyi) erdőt vágnak ki - **az összes fakitermelés 20 %-a a papírgyárakat táplálja**. Az ipari jellegű felhasználásból (építőipar, cellulóz és. papírgyártás illetve energiatermelés) tehát a papírgyártásra ugyan „még csak” a teljes kitermelés egyötöde jut, de ez az arány – a papírfelhasználásnak köszönhetően- folyamatosan nő.

A felhasznált fa elsődlegesen ugyan az e célból telepített erdőkből származik, de a papírgyártásnál felhasznált fa 16 %-át még ma is az esőerdőkben (forrás: World Watch Institut). A Föld eredeti őserdeinek 80%-a roncsolt, a maradék őserdők 40%-a veszélyeztetett. Az erdő, mint élőhely megszűnése súlyos csapás a biodiverzitásra: az élőhelyek megszűnésével az eredeti természetes tápláléklánc megbomlik, a fajok száma csökken (az ismert állat- és növényfajok kétharmada erdőkben él).

Az államilag engedélyezett/megtűrt esőerdő irtások mellett sajnos egyre nagyobb mértéket ölt az **illegális erdőirtások/fakereskedelem** aránya (ez Oroszországban 25%-ra, Indonéziában kb. 80%-ra tehető). Míg a természetes erdőket még ma is elsősorban Kanadában és az Oroszország sarkvidéki területein irtják, a faültetvények telepítése főleg a déli területek felé tolódik el (Brazília, Indonézia, Chile). Ezeken a területeken ugyanis az éghajlat kedvezőbb a fák gyorsabb növekedéséhez.

Itt különös jelentőséget kap az a tény, hogy az erdők sok helyen az ottani lakosság fő megélhetési forrását, életterét jelentik. Eltűnésük, kisajátításuk (pl. Brazíliában, Indonéziában) tehát egyet jelent **az adott közösség felbomlásával, pusztulásával**. A nemzetközi környezetvédő szervezetek (WWF, Greenpeace) évtizedek óta a helyi lakossággal együtt harcolnak a bennszülött közösségek és életterük megmentéséért. Sajnos kevés sikerrel.

Az ökoszisztémák pusztítása mellett további súlyos következményeket jelent:

- hogy megváltozik a terület felszín fény- és hővisszaverő képessége (elsivatagodás, felgyorsuló talajerózió)
- a szaporodó földcsuszamlások,
- csökken a terület párologtató képessége, megváltozik a vízforgalom,
- az árvizek,

- a klímaváltozás.

Ami a klímaváltozást illeti:

Az évszázadokig érintetlen erdőállomány kivágása, illetve az talajban tárolt és tarvágásokkal kiszabaduló CO₂ növeli a klímaváltozás hatásait. Becslések szerint a Föld növekvő CO₂ kibocsátásának **18-25%-a az erdők kiirtására vezethető vissza** - ráadásul egy tonna cellulózpapír gyártása 700-900 kg CO₂-t juttat a légkörbe.

Bár a kitermelés túlnyomó része (kb. 85 %-a) a mesterséges "papírerdőből" származik - sem az újraterelítés, sem a terület mezőgazdasági "hasznosítása" nem tudja helyettesíteni a kiirtott erdő ökológiai hasznát, pótolni annak egyedi élővilágát. Sőt, az ipari célból telepített, intenzív művelésű cellulóz/fa ültetvények szaporodása újabb ökológiai és társadalmi problémákkal jár. Így:

- a mezőgazdasági területek kivonása, munkanélküliség
- az őshonos növény- és állatfajok eltűnése
- az őshonos lakosság kényszer áttelepítése
- a kemikáliák okozta egészségügyi problémák
- talaj- és talajvízszennyezés
- növekvő vízfelhasználás

Megjegyzés:

Egy tonna papír előállításához átlagban 2,1 tonna (kb. 5 köbméter) fát igényel és a fafeldolgozó üzemek, papírgyárak leginkább nem az erdő szélén vannak. A papírgyártás CO₂ illetve energiamérlegét értelemszerűen tovább rontja az alapanyagok illetve késztermékek szállításával járó felhasználások, kibocsátások. Lásd: a levegőszennyezésnél..

Vízfelhasználás és szennyezés:

Bár a papírgyártáshoz szükséges víz mennyiség folyamatosan csökken - a papír gyártása még mindig a **leginkább vízigényes ipari tevékenység** . Magyarul: 1 tonna papírtermék előállításához bármely más iparágnál több vizet használ fel (legtöbb víz a fehérített irodai papír előállításához kell).

3 évtizeddel ezelőtt a fajlagos vízfelhasználás (l/kg) még több száz liter volt, ma már ez az érték a modern papírgyárakban átlagosan a tizedére csökkent (20-70 l/kg). A vízfelhasználás csökkenésével együtt logikusan csökkent a kibocsátott szennyvíz mennyisége és szennyezőanyag tartalma is – hiszen a gyártási vizek megnövelt visszaforgatása a termeléssel integrált szennyvízkezeléssel együtt valósul meg.

A papírgyártásnál felhasznált fából és az adagolt vegyi anyagból **szerves és szervesetlen szennyezőanyagok** óhatatlanul a természetes vizekbe kerülnek. Az élő vízbe juttatott szennyező anyagok mennyisége a technológiák tökéletesítésével (és a tisztított szennyvíz technológiában való újrafelhasználásával) ugyan folyamatosan csökken, de a maradék is elégséges ahhoz, hogy károsan befolyásolja a befogadó élő víz minőségét. A szennyvíz jogszabályban előírt PH értékével általában nincs ugyan baj, de ennek teljesítéséhez a szennyvízhez savat vagy lúgot kell adagolni..

Ami az egyéb szennyezőanyagokat illeti: a kibocsátott szennyvíz minőségét alapvetően meghatározza, hogy a cellulóz ill. papír gyártásánál, nemesítésnél **majdnem kétezer féle vegyi anyagot** (töltő-, enyvező-, színező-, mázázó- stb. anyagot) használnak fel.

Ezek közül a cellulóz fehéritéséhez használt **klórvegyületek** jelenléte jelenti a legnagyobb veszélyt (erre vezetnek vissza a cellulózzgyárak szennyvizében megjelenő dioxinokat illetve furánokat is). A klórbázisú fehérités egyébként egyre inkább visszaszorulóban van, a fejlődés a fehéritő üzemek további bezárása, továbbá az ECF (elemi klór-mentes) vagy a TCF (teljesen klórmentes) cellulóz fehéritési technológia irányába halad. A fő szabály azonban továbbra is az: minél fehérebb, vagy minél fényesebb és színebb a papír, előállításuk annál nagyobb környezetterhelést okozhat.

Az egyéb szerves szennyezőanyagok közül elsősorban a nitrogén és a foszfor jelenthet problémát, de gyakran mérnek határérték feletti terhelést nehézfémekből is.

Másik probléma, hogy a fa előkészítésénél (mosás, hántolás, aprítás) jelentős mennyiségű **szerves szennyező anyagot** juthat az élő vízbe. Ezek a különböző oldott szerves illetve lebegő anyagok, továbbá olyan molekulák, mint például a lignin, aminek lebontása nehézséget okoz a mikroorganizmusok számára. **Következménye a kémiai oxigén tartalom (KOI) csökkenésével** mérhető. Az oldott oxigén koncentrációjának csökkenése elsötétíti a vizet, veszélyeztet a vízben élő, illetve a víz közelében élő állatokat, növényeket – súlyos esetben tömeges halpusztulást okozhat.

A kibocsátott szennyvíz szerves anyag tartalma hatékonyabb ülepítési technológiákkal csökkenthető.

Energiafelhasználás

A papíripar ma a fosszilis erőforrások **ötödik legnagyobb felhasználója**: egy kilogramm papír készítéséhez 8-11 kWh energia szükséges. A papírgyártás a világ energiafelhasználásának 4 százalékáért felelős – márpedig az energia is a természeti erőforrások felhasználásából jön.

A felhasznált hőenergia jelentős részét a technológiai folyamatok során melegítésre és a jelentős mennyiségű víz elpárologtatására használják fel, valamint kisebb része kémiai reakciók gyorsítására, vagy ellenőrzésére is fordítódik. Az elektromos energia legnagyobb hányada szivattyúzásra és a papírgép működtetéséhez használandó fel. Egy esettanulmány szerint egy tonna légszárított cellulóz előállításához 10-14 GJ hőenergia és 600-800 kWh elektromos energia szükséges. Szivattyúzásra fordítódik az elektromos energiafelhasználás fele, a cellulóz szárítására pedig közel negyede. A szárítás során szükséges hőenergia 25 %-ot tesz ki.

Levegőszennyezés

A papírgyártás folyamán a levegőszennyezés számtalan helyről származhat, mint például apríték tárolás, feltáró berendezések, cellulózzrost mosás, fehéritőüzem, fehéritő vegyszer gyártó részleg, vegyszervisszanyerés, bepárló részleg, kéregégető kemence, regeneráló kazán, fehérlúg készítő üzem, szénégető kamra, tárolótartályok, cellulózzrost szárítás stb.. Az egyik legnagyobb probléma a kibocsátások során, hogy a kijutott anyagok **nagy mennyiségben tartalmaznak kéntartalmú vegyületeket**. Ezek közé tartozik többek között a kén-dioxid, metil-merkaptán, dimetil-szulfid és a kén-hidrogén, de nátrium-szulfát és nátrium-karbonát is kikerülhet a környező levegőbe. Ezek az anyagok többek között **a környezet elsavasodását, szmog kialakulását**, egészségügyi bántalmakat okozhatnak. A kazánokból, mészégetőkből nitrogén-oxidok kerülnek ki a környezetbe por és hamu kíséretében, míg a fehéritő vegyszerek előállítása és a fehérités során különböző klórvegyületek. A lezártan, szabadban tárolt aprítékalmokból illó szerves vegyületek járulhatnak hozzá a levegőszennyezéshez és akár a fotokémiai szmog kialakulásához.

Megjegyzés:

A papírt ökológiai mérlegét nagyban befolyásolják a szállítási távolságok, a szállítással okozott légszennyezések is (az alapanyag szállítása a cellulóz ill. papírgyárakba – illetve a késztermékek kereskedelmi forgalomba juttatása).

Ezzel kapcsolatban megjegyzendő, hogy a privatizáció után külföldi kézre került magyar papírgyárak bezártak, a hazai grafikai papír gyártása megszűnt (a maradék 2-3 gyár elsősorban csomagolóanyagot és speciális papírokat állít elő). Ezzel a közvetlen (papírgyári) környezeti terhelés csökkent ugyan - a "magyar" papír ökológiai mérlegét viszont lerontja, hogy az alapanyagot most több száz kilométeres távolságról, általában közúton szállítják a feldolgozási helyekre

Hulladék (14. sz. ábra)

Itt különbséget kell tenni a papírgyártás során keletkező (elsődlegesen folyékony ill. iszapszerű) hulladékok - illetőleg a papírfelhasználás miatt keletkező papír-maradványok problémája között.

A gyártásközi hulladékként keletkező fakérget, háncsot, apró rostokat tartalmazó papíriszapot általában ülepitik, majd préselés után deponálják. Mivel tüzelőértéke a barnaszénével egyezik, több helyen égetéssel hasznosítják – ami viszont újabb légszennyezési problémákat jelenthet. Különösen igaz ez az újrapapír gyártására, ahol a gyártási iszap (rejekt) azokat a szennyező anyagokat is tartalmazza, amelyet a pépesítést végző pulper nem tud feloldani (kapcsok, zsákok, műanyag fólia, ragasztószalagok stb.)

Ami a papírfelhasználás során képződő hulladékok problémáját illeti, a **15. sz. ábrán** jól látható, hogy a papírfelhasználás mennyiségével együtt **folyamatosan nő a képződő (kezelendő) hulladékok mennyisége is**. Ennek oka összetett. az elektronikus kommunikáció elterjedésével jószolt háztartási ill. irodai papírcsökkenés nem jött be, nőtt az internetes kereskedési forgalom és az egyszer használatos, eldobó csomagolások aránya. Ami az iskolákat illeti: ott is csak ígéret maradt a tartós, többször használható könyvek, munkafüzetek bevezetése.

Egy kis szakmai háttér (15. és 16.sz. diák)

A mértéktelen papírfelhasználás és az azt kiszolgáló papírgyártás súlyos környezetvédelmi problémák okozója, melyekért mi, papírhasználók mindannyian felelősek vagyunk. Mint azt jeleztük, az emberek papírfogyasztása folyamatosan nő - az elektronikus kommunikáció elterjedésével jószolt visszaesés sem mutatkozott tartósnak. Mivel a papírgyártási technika tökéletesítése sem tudja kompenzálni a papírfogyasztás növekedésével járó környezeti terhelést – **célunk csak a papírfelhasználás csökkentése lehet.**

2013. január 1-jével hatályba lépett a hulladékról szóló 2012. évi CLXXXV. törvény (Ht), előírásainak megfelelően – a hosszú távú hulladékgazdálkodási stratégia megalapozása érdekében került elfogadásra az Országos Hulladékgazdálkodási Terv (a továbbiakban: OHT). Az OHT – és az ennek szerves részét képező Országos Megelőzési Program (OMP) - a 2014-2020 évi időszakra, az elfogadott hulladékhierarchiához igazodóan **elsősorban a hulladékképződés megelőzésére és csökkentésére** fogalmaz meg komplex intézkedéseket.

A **15.sz. dia** a papírfelhasználási hulladék folyamatos növekedését, a **16. sz. dia** a papírfelhasználás szektoronkénti megoszlását mutatja be.

Ez az oktatási segédlet elsődlegesen a primér papír gyártásával kapcsolatos ökológiai problémák tudatosítására, a papírfelhasználás csökkentésére és – ezzel összefüggésben- az újrapapír termékek elterjesztésére koncentrál. Célja a jogszabályokban megjelölt hulladék hirearchiának (a hulladék megelőzés prioritásának - és az újrahasznosítás fontosságának) széleskörű tudatosítása. A jövő generáció szakmai felkészítése a hulladékgazdálkodási alapelvek gyakorlatba történő átültetésére, alkalmazására.

Bár a lakossági papírfelhasználás az össz-papírfelhasználásnak csak egy szelete – az oktatóanyag tehát értelemszerűen nem az iparra, hanem az egyének szemléletformálására irányul. Ilyen szempontból van jelentősége a **17. sz. diának**, amely a papírhulladékok háztartási hulladékban lévő papírhulladékok arányát mutatja (tömeg, illetve térfogat % arányokban).

Iskolai háttér:

A papír az oktatási intézmények általánosan használt alapanyaga, az iskolások „munkaeszköze” – az iskola pedig ha úgy vesszük, egy papírhulladék-termelő nagyüzem.. Felmérésünk szerint ma egy felső tagozatos diák évente kb. 11 kg papírt (füzetet, könyvet) „fogyaszt el” és ez egy minden tanulót érintő statisztikai adat. A papír-újrapapír téma tehát a gyerekeknél **közvetlen érintettséget biztosít**, aminek nagy előnye, hogy

- egyike a legsokoldalúbban feldolgozható környezeti témáknak
- gyakorlatközpontúan oktatható és számos „akciózási” lehetőséget kínál,
- segíti a rendszerben való gondolkodást: az ökológiai és társadalmi összefüggések megértését, az ép környezet iránti felelősségtudat kialakítását.

Mint tudjuk, takarékossgal, szelektív gyűjtéssel, újrapapír termékek használatával mindannyian hozzájárulhatunk a fák megmentéséhez, a környezeti terhelés csökkentéséhez, a klíma védelméhez.

A papír-témával való behatóbb foglalkozás **értelemszerűen kihat az iskola működésének zöldítésére**: tehát a „reformbüfék” elterjedésére, az intézményi papírtakarékosságra és lendületet adhat a folyamatos szelektív hulladékgyűjtés bevezetéséhez. Alappal várható el ugyanis, hogy ebben az állami és önkormányzati szervek, a környezeti nevelést felvállaló oktatási intézményeik egyaránt példát mutassanak.

Az ehhez alapul szolgáló, hulladékokkal való környezeti oktatási-nevelési feladatokat , elvárásokat az Nemzeti Környezetvédelmi Program III., illetve az új Nemzeti Alap Tanterv is tartalmazza /110/2012 (VI.4.) Kormányrendelet/.

Megjegyzés: *Nem vitás, hogy a fenntarthatósági szempontból a témához (feladathoz) szorosan kapcsolódik a reklám-fogyasztás-hulladék összefüggéseinek és a „fenntartható fogyasztás” fontosságának tudatosítása, a (környezet)tudatos fogyasztói réteg kialakulásának segítése. A NAT I. fejezet 1.1.pontja pontosan nevesíti a fenntarthatósággal-környezettudatossággal kapcsolatos alapvető nevelési célokat.*

A megelőzés fontossága (18. és 19.sz. diák)

A papírgyártás- és papírhasználat ökológiai mérlegének ismeretében nyilvánvaló, hogy a szelektív gyűjtés nem csodaszer és nem teszi jóvá az értelmetlenül elpocsékolt papírt. Azzal, hogy a meglévő hulladékot ide-oda rakosgatjuk, **a szelektív gyűjtés egy dekával nem csökkenti a papírfelhasználást és a képződő hulladék mennyiségét**. A hulladék tehát nem

lesz kevesebb, azt jelenti „csupán”, hogy a hulladék nem a lerakókon enyészik el. – hanem gyűjtőkonténerbe juttatásával esélyt teremtünk annak hasznosítására.

Hogy új terméket állítsanak belőle elő fa kivágása nélkül - kisebb környezeti terheléssel. A gyűjtőrendszerek működtetése, a hulladékok szállítása, gyári előkészítése-feldolgozása azonban újabb környezeti terheléssel jár. Tehát nem jelent igazi megoldást.

A környezeti terhelések **ismeretében legfontosabb a papírfogyasztás csökkentése, a takarékoság.** Ez a megelőzés érvényesítése, ami tudatos fogyasztói magatartást, átgondolt papírhasználatot feltételez és azt, hogy a papírt valóban értéknek tekintsék. A fogyasztói szokások átgondolása, a változtatás kényelmetlen ugyan, viszont esélyt ad a jobb környezetre és arra, hogy megismerkedjünk a papír másik oldalával is. Azt, amit a környezettel fizettetünk meg. Ennek megismertetését a felelősen gondolkodó országok az iskolai környezeti nevelőmunka szerves részének tekintik.

A környezettudatos fogyasztó tehát a pazarló papírhasználat csökkentését, a takarékoságot tartja a legfontosabb feladatának.

A megelőzés érvényesítéséhez az ... sz. dia az alábbi tanácsokat adja (részletesebben):

- A papírlapnak két oldala van. Hasznosítsa a hátoldalát is, és használja fel a félig betelt füzetek üres lapjait!
- Az elektronikus dokumentumokból csak azt nyomtassa ki, amire valóban szüksége van – és itt se felejtse el, hogy a papírlapnak két oldala van!
- Védekezzen a kérértlen reklámküldemények (szemétposta) ellen! A tudatos vásárló csak azt veszi meg amire valóban szüksége van és mérlegeli vásárlásának társadalmi, környezeti következményeit is.
- Járjon többet könyvtárba! A még jó állapotban lévő könyveit próbálja meg valakinek továbbadni!
- Látogassa a használt könyvpiacot, ahol el tudja cserélni a megunt könyveit, színes újságait!
- Olcsóbb, ha közösen fizetnek elő valamelyik újságra (aztán körbeadják).
- Kerülje a felesleges csomagolásokat (zacskókat, dobozokat) és a mihaszna papírtermékeket (zenélő képeslap, kísérő kártya)!
- Az eldobó csomagolások (pl. a többrétegű italos dobozok) helyett- ha lehet - válassza az újrahasználható, környezetbarát csomagolást.
- A kiürült papírdobozokat, régi posztereket, naptárakat, képeket használja vagy hasznosítsa újra.

Iskolai papírgyűjtés (21.sz. dia)

Az iskolai papírgyűjtések szerepe a magyar iskolákban **mind környezeti, mind pedig pedagógiai szempontból** kiemelkedően fontos. (tekintsünk el az iskolai hulladékmennyiség csökkenésével, illetve a papír értékesítésével elérhető anyagi haszontól).

Az iskolai papírgyűjtések **környezeti haszna** nyilvánvaló és nem csak azért, mert az így összegyűjtött hulladék újrafeldolgozásra kerül. Az akciók papírgyűjtés vagy a néhol már ma is állandóan iskolai szelektív gyűjtés tudatosítja a gyerekekkel, hogy a hulladékpapír (másodnyersanyag) érték. Azt, hogy az iskolában összegyűlt hulladék a lerakó helyett a feldolgozó gyárba kerül – tudják. Ehhez információként elmondható, hogy a hulladékpapír gyártása a cellulózpapírhoz képest jóval kevesebb környezetszennyezéssel jár (nincs fehérítés,

a gyártáshoz feleannyi energiára, tizedannyi friss vízre van szükség, és huszadannyi szennyvízterhelést okoz).

Az újrapapír termékek megismertetése, megszerettetése, használatuk elterjesztése **környezetpedagógiailag is fontos**, hiszen így kaphatna igazi értelmet az iskolai papírgyűjtés (a gyermekek az általuk behordott hulladékot mint hasznos terméket láthatnák viszont).

A téma és az iskolák ezen „kettős szerepe” különös jelentőséget kapott a rendszerváltás után. Nagyrészt nekik köszönhető, hogy az akciós iskolai papírgyűjtés az úttörőmozgalom megszűnése, a MÉH privatizációja után is fennmaradt. A korábban úttörő mozgalomhoz kötött akciókat a régiók iskolái „lendületből „továbbvitték” - akkor is, amikor a hulladékpapír ára mélyponton volt. Nagyrészt nekik köszönhető, hogy az akciós iskolai papírgyűjtés az úttörőmozgalom megszűnése, a MÉH privatizációja után is fennmaradt.

Környezetvédelmi szempontból legalább ilyen fontos lenne, hogy végre az iskolai füzetek, könyvek kínálatában **is általánossá váljanak az újrapapírból készült termékek**. Egyrészt az iskolák rászolgáltak erre, hiszen évtizedek óta ők jeleskednek a papírhulladékok begyűjtésében. Másrészt példamutatás nélkül nehéz a gyerekekkel hihetően megértetni a probléma lényegét

A papírhulladék feldolgozása (22. és 23. sz. diák)

Az újrahasznosított papír ugyan egységes nyersanyagnak tűnik, de mivel az alapanyagot számtalan különböző forrásból szerzik be, az újrapapírt számos eltérő fajtájú papírból és kartonból állítják elő.

Az összegyűjtött papírhulladék **előzetes válogatásra** kerül, amelynek célja a szennyező, illetve idegen anyagok eltávolítása. Legjobb minőségű újrapapír természetesen az egynemű, szennyezetlen alapanyagból gyártható (ezért értékesek különösen pl. a nyomdai hulladékok, nyesedékek).

A hulladékpapír gyári feldolgozásának technikája egyébként csak kevésben tér el a primér papír gyártásának módszerétől. A válogatott, osztályozott **papírhulladékok pépesítése** egy hatalmas papírkeverő tartályban, az ún. pulperben történik – amelyik lényegében egy hatalmas függőleges tengelyű turmixnak tekinthető. Az állandó vízadagolás és keverés mellett a masszából itt kiemelésre kerülnek a még bennmaradt egyéb szennyező anyagok is (kapcsok, zsákok, műanyag fólia, ragasztószalagok stb.)

Az elérendő minőséghez igazodóan szükség szerint a pépbe primér rostanyagok is adagolásra kerülnek, valamint vegyi eljárással a nyomdafesték is eltávolításra kerülhet (denking).

A papír hulladéka „élete során” így többször (akár ötször, tízszer is) is a pulperba kerülhet, a feldolgozáskor azonban a rostsálak értelemszerűen rövidülnek. A papírt tehát nem lehet a végtelenségig újrafeldolgozni: az újra-pépesítés során a rostok minősége egyre inkább romlik, még végül - elméletileg - a rostszerkezet teljesen összeomlik.

A rostok újbóli felhasználásának számát a reciklált rostok minősége és a végtermék célja határozza meg. Ezért van az, hogy - a szilárdság és egyéb tulajdonságok fenntartásának érdekében- elsődleges rostokat adnak a péphez, és az újrafeldolgozás során eltávolítják a roncsolt rostokat.

Megjegyzés:

Kétségtelen előny, hogy az újrapapír alapanyaga a papírhulladék, gyártásához tehát nem

kellett fát kivágni. A 24.sz. dia jelzi az egyéb környezeti előnyöket is: tehát hogy az újrapapír előállítás - szállítási távolságtól, technológiától függően - 60-75%-os víz-, és több mint 60%-os energia-megtakarítással jár, miközben 16 %-kal csökken a CO2 kibocsátás is.

Újrapapír termékek (25. sz. dia)

A papírhulladékok nagy, Magyarországon majdnem kizárólagos felhasználója a csomagolóanyag ipar, amely a hagyományos termékein kívül ma már változatot termékpalettával rendelkezik (pl. újrapapír bútorok). Mint azt a dia is jelzi: ma már nemcsak egészségügyi, de a grafikai újra papír-termékek **is széles választékban kaphatók, gyakorlatilag a hagyományos (cellulóz) papírral azonos minőségben.**

A tapasztalat szerint a modern nyomtatók, fénymásoló gépek gond nélkül használhatók újrapapír írólapokkal. Ehhez képest a szomorú magyar valóságot jelzi, hogy az éves szinten 150- 200 ezer tonnányi külföldről behozott irodai papírmennyiségből nálunk csupán 4-5 % az újrahasznosított papír aránya.

A környezet és a környezetvédők számára a legfájóbb az újrapapír (vagy recycling) termékek hiánya a magyar iskolákban, holott ennek mind környezeti, mind pedagógiai szempontból kiemelkedően fontos szerepe lenne. Ennek oka az, hogy a magyar papírgyárak (amíg voltak) nem kapták meg az iskoláktól azt a segítséget, amely szükséges lett volna a választékban megjelent újrapapír termékek piacának fenntartásához. **A kereslet hiányára hivatkozással** aztán a hazai feldolgozók mára sajnos megszüntették e termékek (füzetek, jegyzettömbök) gyártását – a kereskedelemben beszerezhető termékek pedig jóval drágábbak sajnos a hagyományos (fehér) papír termékeknél.

Kétségtelen, hogy a papírhulladék gyűjtése, szállítása, feldolgozása is környezeti terhelést okoz - a papírhulladék feldolgozásával azonban kíméljük a környezetünket, védjük az erdőket. Egy tonna újrapapírral 17 idős fát lehet megmenteni. Ne feledjük: egy idős fa egy év alatt közel 200 kg-nyi oxigént termel - többet, mint amennyit egy ember egy év alatt felhasznál! **(26.sz. dia)**

Környezetvédelmi jelzések, logók (27.sz. dia)

Az újrapapír termékekből a hazai intézményekben, iskolákban leggyakrabban **a grafikai papír termékekre** jelentkezik igény. A nyomdánál ezeket a nyomópapírokat a megrendelő kívánságára beszerezik - a nyomtatáshoz, fénymásoláshoz használt irodai írólapokat pedig a jelentősebb papírforgalmazó cégek általában választékon tartják.

A hivatalos **környezetbarát termékjellel** ellátott papír jelzi, hogy azt a legkisebb károsanyag kibocsátás mellett, legkevesebb erőforrás felhasználással, a környezetvédelmi előírásokat betartva állították elő. Ezek a papírok részben vagy teljesen újrahasznosítottak, fehérítettek, vagy teljesen klórmentesek (legjobb természetesen a 100% újrahasznosított, klórmentes papír). Tehát hatóságilag minősített termékekről van szó, a fogyasztó a csomagoláson feltüntetett jelzésről tudja ezeket beazonosítani.

Hazai papírgyártás híján a magyar környezeti minősítést („Zöld cédrus”) a csomagoláson hiába keressük. A külföldiek közül viszont sokan ismerik a német „**Kék Angyalt**”, illetve skandináv „Északi Hattyút”.

A 27. dián ezek mellett az osztrák és az Európai Unió környezetbarát termékjelét mutatjuk be,

valamint a felelős erdőgazdaság nemzetközileg elismert védjegyét (**FSC**). A jelzés mögött egy kiépített folyamatkövető rendszer van – ami a papír alapanyának származási helyére, illetve feldolgozási módjára utal. A minősítés garantálja, hogy az adott termék olyan erdőgazdaságból származik, ahol a kitermelés és az erdő újratelepítése során figyelembe veszik a biodiverzitást (az élővilág sokféleségét) és az ökológiai egyensúly fenntartását.

Az FSC

- tiltja a természetes erdők és egyéb élőhelyek átalakítását.
- tiltja a különösen veszélyes növényvédőszeres használatát
- tiltja a génmódosított fák telepítését.
- tiszteletben tartja az őslakosok jogait.

A papírok alapanyag (összetétel) szerinti csoportosítás (28.sz. dia):

- **Fa- (azaz facsiszolat) tartalmú papír:** alapanyaga közel 100%-ban facsiszolat. Színe mérsékelten fehér, néhány hónap alatt besárgul, kis szakítószilárdságú. Ebből készül a legtöbb újságpapír, az élelmiszersomagoló karton és számos iskolai -, irodai -, illetve különleges célú nyomdapapír. Alacsonyabb facsiszolat-tartalom esetén (40-60%-a facsiszolat) **félfamentes papírról** beszélünk.
- **Famentes papír:** a fehérített cellulózból készített drágább és hosszabb élettartamú író-nyomópapírokat jelöli. A megnevezés csak a fa(csiszolat)tartalmú papíroktól való megkülönböztetésre szolgál, hiszen legtöbbször a cellulózt is fából nyerik ki. A famentes (valójában lignin-mentes) papír színe vakítóan fehér, nem sárgul, jó minőségű nyomdai-, grafikai-, író- és rajzpapírok készülnek belőle.
- **Újrapapírok:** alapanyaguk a hulladékpapír. A bennük maradt nyomdafestékek miatt általában szürkés színezetű, gyengébb minőségű papírok. Ilyen pl. az egészségügyi papírok, különböző csomagolóanyagok, kartondobozok, hullámpapírok stb..

Megjegyzés:*Az ilyen papírokat külföldön a hagyományos gyártással készült papíroktól való megkülönböztetés érdekében és jobb szó hiányában „recycling” papíroknak nevezik. Az ún. másodlagos rostanyagok hozzáadásával készült papír különböző - országonként eltérő - arányban tartalmazhat másodlagos rostokat. Egyes gyártók termékeiken feltüntetik a tényleges arányt.*

A papírfaják tulajdonságai, osztályozása (29.sz. dia)

A 29.sz. dia a papírok tömeg szerinti csoportosítását mutatja be, ami 1 m² felületű papír tömegét jelzi, grammban kifejezve. Az iskolai termékek alapanyaga általában a szokásos (80 grammos) irodai papír. Vagyis négyzetmétertömege 80 g/m², egy szokásos A4-es lap (1/16 m²) tömege tehát 5 g.

További osztályozási lehetőségek:

- **A papír nedvességtartalma:** különösen a nyomdaiparban fontos ez az érték. A papírmintát lemérik, majd elektromos kemencében kiszárítják, és újra lemérik, a tömegkülönbséget százalékban számítják.
- **A papír vastagsága:** speciális tapintófejes műszerrel mérik 0,01 mm skálabeosztással.

- **A papír szakítószilárdsága:** a papír ellenálló képessége a szakító erővel szemben, amelyet a szakadási hossz megadásával jellemeznek. A **szakadási hossz** az egyenletes szélességű papírcsík hossza, ami a saját súlya alatt már elszakad. Laboratóriumi szakítógépen mérik és ebből az értékből számítják a szakadási hosszt.
- **A papír simasága:** speciális műszerrel mérik a csiszolt üveglaphoz szorított papírlap között átbocsátott levegő áthaladási idejét. Minél simább a papír, annál lassabban jut át a levegő.
- **A papír enyvezettsége:** az írhatóság, nyomtathatóság meghatározására szolgál ez a jellemző. Megmérik annak a legvastagabb tusvonalnak a szélességét, amely még nem fut szét a papíron, vagy megmérik a vízbe mártott papírcsíkon a felfutó nedvességcsíkot.

Környezetvédelmi szempontból jelentős lehet a papírok **fehérítési technológia szerinti csoportosítása**. A cellulózgyártás leginkább környezetszennyező lépcsője ugyanis a klórral, illetve klórgázzal történő fehérítés, melynek során mérgező szerves klórvegyületek keletkeznek. Ha a fehérítést nem hagyományos módon, hanem technológia teljesen klórmentes vagy klórszegény módon végezték, akkor ezt az információt feltüntetik a papírokon:

- **TCF** (total chlor free) = **teljesen klórmentes, vagyis** ezeknél a papíroknál a fehérítés egyik szakaszában sem használnak fel klórvegyületeket. Értelemszerűen sem a gyártás, sem pedig a papír elégetésekor nem keletkeznek szerves-klórvegyületek.
- **ECF** (elemental chlor free) = **elemi klór mentesek** nevezik az olyan technológiával előállított rostokat, amelyek fehérítéséhez felhasznált klórvegyületek nem tartalmaznak elemi klórt csak klór-ionokat. Ez az eljárás a hagyományos fehérítéshez viszonyítva kevésbé szennyezi a környezetet.

Papírméreték (30.sz. dia)

Méret tekintetében kétféle papírt különböztetünk meg:

- a tekercses papírokat és az
- az íves papírokat.

Tekercses papíroknál csak a szélesség van szabványban meghatározva, ami általában megegyezik az íves papírméreték hosszabbik vagy rövidebbik oldalával.

Íves mértetéshez ma a nemzetközi ISO 216 szabvány szerinti papírméreteket használják minden országban (kivéve az Egyesült Államokat, Kanadát)..Az ISO-féle papírméreték mind közös oldalarányon alapulnak: $1 : \sqrt{2}$, vagyis kb. az 1 : 1,4142 arányon. Ennek az arálynak az előnye az, hogy az eredeti ívet akárhánszor is hajtják félbe, az megőrzi oldalainak eredeti arányát. Ez az arány az átméretezést is lehetővé teszi anélkül, hogy a lap tartalma sérülne. Az A4-es lap például a fénymásoló gépen egy gomb megnyomásával A3-asra nagyítható, mialatt az eredeti anyag arányait pontosan megőrzi.

Az ívek jelölése egy nyomtatott nagybetűből (fő méretsorozat jele) és egy számból (az alaplát felezésének a száma) áll. Az „A”-s ívek alaplátét úgy alakították ki, hogy a területe pontosan 1 négyzetméteres legyen, ennek a neve lett az A/0, a papírméreték kiinduló alapja (mérete 841×1189 mm, tehát 1 m²)

Az ezt követő méreteket (A/1, A/2, A/3 stb.) mindig az előző méret felezésével kapjuk.

Az általában nyomdai kiadványokhoz használt B sorozat kiindulási mérete (B0) 1000×1414 mm - a ritka C sorozaté 917×1297 mm (ezt általában borítékok méretezésére használják).

Vízjelek világa (31. – 34.sz. diák)

A **vízjel** (filigran) olyan jel, pontosabban bordázat, amely főleg papírok, postabélyegek és bankjegyek, hamisítás elleni védelmének az egyik fontos eszköze. Már a 13. század óta használják a papíryanagba pép állapotában sajtolással bevitt ábrákat, amelyek helyén a papírt elvékonyítják. Ha a papírlapot világosság felé tartjuk, szabad szemmel láthatóvá válik a vízjel, amely sem a nyomtatást, sem az írást nem zavarja.

Az első, még nagyon egyszerű vízjeleket az észak-olaszországi Fabrianóban készítették 1280 körül. A **legkorábbi fabrianói vízjel**, amelynek keletkezési idejét is ismerjük, 1282-ből származik, és keresztet ábrázol. 1307-től 1313-ig az ottani mesterek a nevüket használták vízjelként, ennek következtében ebből az időből ismerjük a fehér művészet fabrianói képviselőit. Az általuk készített szép és tartós papírok megőrizték az utókor számára *Andruzzo, Bartoli, Cicco, Salvuzo, Ugolino, Zovagni* mesterek nevét.

A vízjelek elsősorban a papírkészítő műhelyek azonosítói voltak, védjegyként csak bizonyos területen belül érvényesülhettek. Egy-egy híres papírmalom vízjelét távolabbi tájakon többen is átvették. A papírmalmok azonban általában mindenütt törekedtek arra, hogy saját vízjelükkel forgalmazzák termékeiket, ezért a papírmalmok számának növekedésével együtt nő a vízjelek száma is.

A vízjel nemcsak a malom vagy a mester “névjegyeként”, hanem egyúttal **forma és minőségjelölként is szolgált**. A kézi merítésű papírvék alakja, mérete és minősége nem volt egységes. Az ismertebb vízjelek nyomán egy-egy területen ezért korona, postakürt, érsek, szőlő vagy más nevű papírokat használtak, mivel a vásárlók a vízjel alapján már eleve így keresték, illetve rendelték megszokott papírjukat. A kereskedők is kedvelték ezt az azonosítási rendszert, amely tulajdonképpen egy adott papírmalomból származó ismert és keresett vízjelű papír esetében a márkázást is jelentette. Így a növekvő forgalom következtében a vízjel egyre fontosabb lett.

Miért látszik a papíron a vízjel? A kérdésre a papírmerítés módja adja meg a választ: a merítőszítán levő híg papírpép elfolyó víztartalmát a merítőlegény rázással készítette gyorsabb távozásra. A fő cél az volt, hogy szítán a rostokat a rázással összekuszálja, és eközben egyenletes vastagságú papírlapot hozzon létre. A szítára erősített, vízjelet formáló fémhuzalból készült ábra a rajzolat helyén azonban némileg gyengítette a papírlapot, hiszen azon a helyen kevesebb volt a rost, vékonyabb lett a papír.

Vízjelek sokszor a napjainkban gyártott papírokon is láthatók, de ezek más típusúak, mint a kézi merítésű papír vízjele.

A vízjelek világa motívumokban, formákban rendkívül gazdag. A kézi merítésű papírok vízjelei művészettörténeti értékűek. Megismerhetjük belőlük a papír vagy szitakészítő mester művészi hajlamait, kifejezőképességét, egyúttal betekinthetünk a történelembe is e kis ablakon keresztül, hiszen a kor használati tárgyai, viselete, városainak jellegzetes épületei, címerai, mesevilágának figurái és a való világ eseményei egyaránt megtalálhatók a vízjeleken

A **31. – 34. sz. diákon** néhány régi magyar vízjelet mutatunk be. Magyarországon 1900-tól tették kötelezővé a papírgyáraknak a védjegyként bejegyzett vízjel használatát.

Tippek gyakorlati foglalkozásokhoz

Papírmerítés (35. – 46.sz diák)

Mint láttuk, a papírgép feltalálásával végleg nagyipari méretűvé vált az egykor roppant idő- és munkaigényes kézműves tevékenység. Napjainkra már csak a különleges minőségű, illetve különleges alkalmakra használt papírokat készítik az ősi módszert. Ilyen különleges alkalom - mindenki nagy öröme- a gyerekekkel történő papírmerítő foglalkozás is.

A papírmerítés lényegében a kínaiak által „kitalált” technika egyszerűsített változata. Iskolai technika órák, vagy iskolán kívüli rendezvények egyik kedvelt foglalkozása, ahol a „pancsolás” **jól kapcsolható össze ökológiai ismeretterjesztéssel**. Segítségével a gyermekek számára is **érthetővé válik a papírgyártás folyamata** (aprítás + pépkészítés + merítés + víztelenítés + szárítás) és az, hogy a papír hulladék alkalmas a fa kiváltására (= nyersanyagkímélet). Megvilágosodhat nekik a papír hulladék szelektív gyűjtésének (= az iskolai papírgyűjtésnek) a fontossága és az újrahasznosítással elérhető környezeti előny. Ugyanakkor gyakorlatias és jó kapcsolódási pontokat nyújt a feldolgozandó témákhoz, jeles napokhoz is (karácsony, húsvét, Anyák Napja stb).

A végtermék újrapapír színe, formája, minősége nagyban függ a felhasznált alap- és segédanyagoktól, továbbá az alkalmazott merítési, víztelenítési illetve szárítási technikától. Legfőbb értéke, hogy a végtermék a gyermek által készített „saját papír”, amely a végtermék minőségétől függetlenül is egyedi módon továbbdolgozható (vágható, színeztető, festhető, díszíthető). Itt most csak a legegyszerűbb merítési folyamatot mutatjuk be a kezdőknek.

Előkészület (kellékek):

Műanyag merítőkád vagy lavór

Víz (lehetőleg langyos)

Hulladékpapír

Botmixer

Sűrű szövésű merítőszita (fakerepen, vagy a nélkül)

Vastag filc, vagy több összehajtott törülköző

Masszív sodrófa

Vasaló (nem muszáj)

Első lépés a papírpép elkészítése. Ehhez a kádat kb-. félig meg kell tölteni kézmeleg, vagy langyos vízzel, ami kedvező feltételeket nyújt a papír feláztatásához. Leggyorsabb eredmény újságpapír „beleaprításával” érhető el, amihez elsősorban a fekete-fehér, vagy színes napilapok a legalkalmasabbak (a fényes műnyomópapírok sokkal nehezebben áznak szét). Az újságlapokat egyenként széttépve, összegyűrve kell a vízbe belenyomkodni, így pár percen belül szétázik és a vízben könnyen tovább tépkedhető. A kellően széttépkedett papír ezután **pépesé turmixolható**. Ha más papírfajtát használunk (pl. régi tojástartókat, vagy írólapot) annak bizony egy éjszaka vagy egy nap szükséges, hogy turmixolható állapotba kerüljön.

A megsűrűsödött pépet merítés előtt langyos vízzel tovább kell hígítani, hogy a kioldott rostok a vízben lebegni tudjanak. Víz-papír arány mennyiségeket nehéz mondani, mert az függ a felhasznált újságlapok vastagságától, tovább, hogy milyen minőségű újrapióra vágyunk. A jó merítéshez felkevert, híg masszára van szükség – a gyakorlatban ez kitapasztalható. Az áztatásba, vízben való tépkedésre a gyermekek természetesen bevonhatók – a turmixolás azonban nem veszélytelen, ezért azt mindenképpen felnőtt végezze.

Az újságpapírból készült újrapió a nyomdafestékek miatt szürkés árnyalatú és gyengébb minőségű lesz. Ha a magát pépet akarjuk **beszínezn**i, akkor ahhoz vagy megfelelő (azonos) színű papírt választunk (pl. rózsaszínű tojástartókat), vagy színes kreppapírt, szalvétát keverünk hozzá, esetleg temperát, akrillfestéket, ételszínezéket. De az igazi környezetvédő növényi főzetet használ (pl. lilahagyma héját, céklalevet, teát, kávét).

A **merítés** lényege természetesen maga a merítés. Ez ad alkalmat arra, hogy a vízben lebegő rostok a vízbe merített, sűrű szövésű szitára ráülepedjenek és lapot képezzenek. Sűrű masszánál ez gyorsan megy, ha már kevés benne az oldott papír, akkor várni kell egy kicsit a szita kiemelésével. Ehhez persze a merítő szitát a vízben vízszintesen kell tartani és egy idő múlva **óvatosan kiemelni**. A pépet merítés előtt nem árt felkeverni, hogy az aljára leült rostok is mozgásba jöjjenek. Ha a vízből a sok merítés miatt a papírost végleg kifogyott, újabb pépet kell keverni.

A **sűrű szövésű szita** (pl. műanyag szúnyogháló, vagy méhészboltban vett fémháló) lehet fakeretre feszítve, de lehet alakra formázott is (pl. gyerekfoglalkozáshoz előre kivágott szív, tök, képeslap, labda stb., szitaformák). A/4-es méretnél nem érdemes nagyobb méretben gondolkodni. A kiemelt szitán ellenőrizhetjük, hogy egyenletesen ráülepedett-e a papírréteg (keretes szitánál ezt vízben való rázogatóással segíthetjük). Kiemelés után kézzel is „**elővizzteleníthetünk**” – ami abból áll, hogy a vizes papírlapra egy másik üres szitaformát nyomunk rá még a kád felett.

Utána következik a két szita között lévő papír **igazi víztelenítése**: két vastag filc vagy vastag törülköző között a sodrófát gurigatva egyszerűen kipréseljük belőle a vizet. Ezután a sziták eltávolíthatók, közülük a papírlap kivehető. Kerettel történő merítésnél a keretet papírlappal lefelé fordítva nyomjuk rá a filcre, majd a keretről óvatosan leválasztjuk (vigyázva, hogy a papírlap a filcen maradjon). Aki ennél finomabb felületet akar, az óvatosan **tovább préselhet**. Ez történhet egyenként (pl. finomabb textiliák között), de úgy is, hogy több réteget egymásra rakunk (minden papírrétegre egy vékonyabb filcréteg követ) és az egészet kéziprés alá tesszük (ha van), vagy deszkalapok között súllyal terhelve préseljük..

A kész papírlapokat egyenként, sima felületen vagy madzagra lógatva szárítjuk. Ez gyorsítható a papírlapok vékony vásznon át, alacsony hőfokon át történő átvasalásával, ami a papír felületét is tovább finomíthatja. De a vasaláshoz ismét felnőtt szükséges.

A megszáradt újrapió lap mint jeleztük anyagában vágható, díszíthető, ragasztható, festhető. Nem folyik szét a festék a papíron, ha a vízbe merítés előtt a pépbe tapétaragasztót keverünk, vagy a kész papírlap felületét zselatinnal kezeljük. Egyedibb papír készítéséhez a gyakorlottabbak a pépbe kevernek bele főtt leveleket, magokat, természetes anyagokat, vagy még a nedves papír felületét „kezelik” ilyenekkel még préselés előtt. A szita felületén alakított és rögzített dróttal egyedi vízzel ellátott papír meríthető.

A sorozat **41. -46. számú diáin** ilyen egyedi papírokat mutatunk be.

Papírtégla készítés (50. – 52. sz. diák)

Előkészület (kellékek):

Műanyag kád vagy lavór

Víz (lehetőleg langyos)

Hulladékpapír

Kézi téglanyomó készülék (megj.: több féle van forgalomban, mi a győri Reflex Környezetvédő Egyesület által gyártottat használjuk).

Első lépés itt is a papírpép elkészítése. Ehhez a kádat kb. félig meg kell tölteni kézmeleg, vagy langyos vízzel, ami kedvező feltéteket nyújt a papír feláztatásához. Leggyorsabb eredmény újságpapír „beáztatásával” érhető el, amihez elsősorban a fekete-fehér, vagy színes napilapok a legalkalmasabbak (a fényes műnyomópapírok sokkal nehezebben áznak szét). Az újságlapokat egyenként széttépve, összegyűrve kell a **vízbe belenyomkodni**, így az kb. 10 percen belül felázik és a vízben könnyen tovább tépkedhető (egy „normál méretű” téglához kb. 60 újságoldal szükséges). A merítéssel ellentétben itt turmixolásra szükségtelen, hiszen a rostjaira aprított pépet egyszerűen átnyomnánk a szűrőn.

A felázott papírpéppel a készüléket (a vizet ököllel kinyomkodva) degeszre tömjük. Ezután a készüléket zárófedelét ráhelyezzük, majd az íves karok segítségével **a masszából a vizet teljesen kipréseljük** (a kifolyó víz miatt ezt nem árt szabadban végezni, vagy a készüléket kádba vagy tálcára tenni).

A papírpép a préseléskor felveszi a készülék téglá formáját és a kész nedves papírtégla (a zárófedele levéve, a készüléket megfordítva) az alsó szűrő segítségével **kinyomható**.

A nedves téglá kb. **egy hét alatt kiszárad** - napon, vagy radiátoron ehhez két-három nap elég. A kész papírtégla könnyű.

A kész téglá könnyű, merev – kiváló hő-és hangszigetelő (van, ahol erre használják). Óvodai, iskolai felhasználását megkönnyíti, hogy könnyen vágható, ragasztható, díszíthető. Az alapanyag massa akrillfestékekkel színezhető, vagy a felülete utólag festhető (pl. temperáéval).

Egyéb iskolai foglalkozások papírral (pl. egy projekthét keretében):

1. Felmérések elvégzése a háztartási ill. iskolai hulladékgazdálkodáshoz *(papírfelhasználás mennyisége, fajtája, területe – keletkező papír hulladék mennyisége, keletkezésének helye, kezelési módja – hulladékcsökkentéssel, szelektív gyűjtéssel kapcsolatos felmérések – újrapiapír termékek használati lehetőségei)*
2. Felmérések elvégzése a háztartásba kéretlenül érkező reklámanyagok (szemétposta) mennyiségével kapcsolatban
3. Látogatás a közeli papírfeldolgozóban (ha van)
4. Látogatás a közeli hulladékudvarban, hulladéklerakón

5. Vízjelek vizsgálata régi papírokon, okmányokon - kiállítás
6. Papírlabor. Különböző papírfajták minőségének, jellemzőinek vizsgálata (szálirány vizsgálat nedvesítéssel, rostvizsgálatok nagyítóval, primérpapír és újrapapír összehasonlító vizsgálata)
7. Papírtörténeti kiállítás rendezése az iskolában (felhasználható ehhez az „**A papír másik oldala**” c. oktatási segédlet I. részének szöveges része, illetve diái)
8. Cserebörze az iskolában, hogy a megunt könyvek ill. játékok új gazdát találjanak
9. Iskolai kiállítás rendezése a hulladékproblémák bemutatására (súlypont: a papír). Alternatívák bemutatása régi papírsomagoló eszközök (pl. dobozok) színes újságok, naptárak, képek újrahasznosítására
10. Iskolai kiállítás rendezése a papírgyártás folyamatáról és környezeti problémáiról (felhasználható ehhez „**A papír másik oldala**” c. oktatási segédlet II. részének szöveges része, illetve diái)
11. Iskolatörténeti kiállítás rendezése a korabeli iskolai élet ill. használati tárgyak bemutatására (segítségül felhasználható a szülők, nagyszülők gyűjteménye, illetve *Karinthy F.: Tanár úr kérem, Móra F.: A kincskereső kisködmön vagy Móricz Zs.: Légy jó mindhalálig könyvei*)
12. Az iskola működtetésével kapcsolatos irodai papírhasználat (nyomtatás, fénymásolás, szórólapozás stb.) „átállítása” újrapapírra
13. Újrapapír termékek (füzetek, noteszek stb.) beszerzése az iskolából választékához (ha működik ilyen)
14. Iskolai papírgyűjtési akciók népszerűsítése, illetve a papírhulladék állandó különgyűjtésének megszervezése az osztályokban, iskolában.

Győr, 2016. április

Felhasznált irodalom:

- Kalmár Péter: A kétezer éves papír*
(Gondolat kiadó, Budapest, 1980.)
- Pelbárt Jenő: Hét évszázad papírtitkai*
(Magyar Papír- és Vízjeltörténeti Társaság, Budapest, 2010)
- Kalás György: Az újragondolt papír*
(Reflex Környezetvédő Egyesület, 2011)
- Wikipédia cikkek (<http://hu.wikipedia.org/wiki>)
- www.tudasbazis.sulinet.hu
- <http://zoldiroda.hu>
- <http://kornyezetbarat.hulladekboltermek.hu>