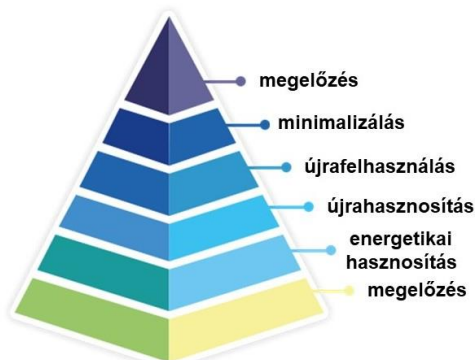


A gyártási hulladék megelőzési és csökkentési lehetőségei egy pamutipari nyomó-kikészítő üzemben*

Kutasi Csaba

A textilhulladékok között a termelésnél keletkező kelmerések csak egy kategóriát képviselnek. Ebben az ismertetőben a textilipar (mint iparcsoport) egyik iparágában helyet foglaló, pamutipari nyomó-kikészítő szakterület gyártási hulladékainak keletkezési helyeivel, továbbá a megelőző és csökkentési lehetőségekkel, ill. az anyagköltségek alakulásával foglalkozunk.

A textilhulladékok területén is fő szempont a megelőzés ill. a minimalizálás, a mégis keletkezőknél a lehetőség szerinti újrafelhasználás, vagy a más terméként megjelenő hasznosítás. Ezek hiányában az energetikai hasznosításra (hulladékégetés), végső esetben a lerakásra (deponálás, döntően a természetes, egyéb lebomló szálanyagok esetében javasolt) kerül sor (az ún. hulladékpiramis a kezelési megoldásokat mutatja be) (1., 2. ábra).



a hulladékkezelési megoldások prioritás szerinti ábrázolása

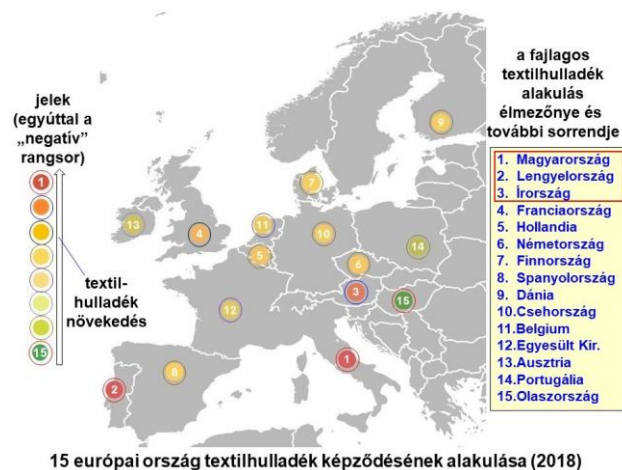
A hatlépcsős hulladékpiramis

1. ábra



A textilhulladékok fajtái eredet szerint

2. ábra



15 európai ország textilhulladék képződésének alakulása (2018)

3. ábra

Bevezetésként egy kapcsolatos korábbi európai felmérés eredményeit érdemes feleleveníteni (3. ábra).

Tizenöt európai ország 2018. évi textilhulladék képződését vizsgálták az alábbi adatok feldolgozásával:

- összes textilhulladék (ezer t),
- textilhulladék/fő (kg),
- újrahasznosított textilhulladék/fő (kg),
- újrafelhasználható textilhulladék személyenként (kg),
- elégetett textilhulladék/fő (kg),
- egy személyre jutó, hulladéklerakóba kerülő hulladék (kg).

Az adatok komplex értékelésével rangsort alakítottak ki, eszerint a legkedvezőbb mutatót (pontosítást) Magyarország érte el (évi 23,19 ezer tonna képződött, közel 2,4 kg egy főre vonatkoztatva, 0,2 kg/fő újrahasznosított, 0,2 kg/fő újra-felhasznált, 0,6 kg/fő elégetésre került, 1,4 kg/fő hulladéklerakóba került textilhulladék képződéssel).

A végső sorrend alakulása (a legkedvezőbbtől a legtöbb hulladékképződést mutatóig):

1. Magyarország,
2. Lengyelország,
3. Írország,
4. Franciaország,
5. Hollandia,
6. Németország,
7. Finnország,
8. Spanyolország,
9. Dánia,
10. Csehország,
11. Belgium,
12. Egyesült Királyság,
13. Ausztria,
14. Portugália,
15. Olaszország.

A sereghajtó Olaszország lett (évi 465,925 ezer tonna képződött, 7,7 kg egy főre vonatkoztatva, 0,8 kg/fő

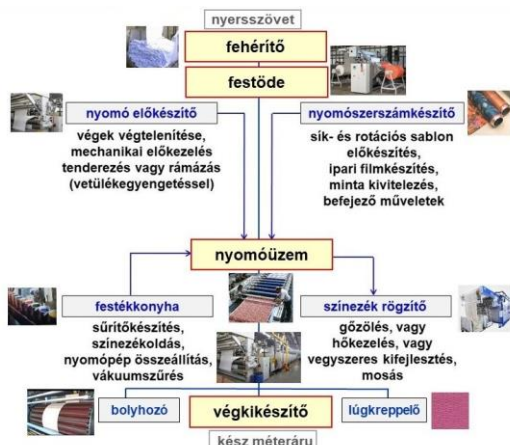
* Az ENTeR projekt online textil-hulladékgazdálkodási konferencián és tréningen, 2020. május 28-án elhangzott prezentáció írásos változata.

újrahasznosított, 0,6 kg/fő újra-felhasznált, 1,9 kg/fő el-
égetésre került, 4,4 kg/fő hulladéklerakóba került textil-
hulladékkal).

A ragsor kialakulására hatással volt több tényező is,
beleértve pl. az adott állam gazdaságának jellemzőit, tex-
til- és ruhaipari mutatóit, a hulladékkezelés gyakorlatát,
a fogyasztási szokásokat stb.

A kikészítőüzem tevékenysége, főbb költségei

A pamutipari nyomó-kikészítőüzem közismerten
pamut- és pamut típusú (pl. poliészter, viszkóz, poliakril-
nitril stb., főként vágottszál) szálanyagokból és keveré-
kükből készült nyerskelmék kikészítését végzi. Ebbe
döntően a különböző szövött termékek tartoznak, ame-
lyeket optikai fehéren kikészítve, uni-színezetten, textil-
nyomással mintázva állítanak elő, valamint akár a boly-
hozott, vagy lügreppnyomással fodrosított változatban
gyártanak. A végkikészítések között a könnyű kezelhető-
séget (pl. gyűrődésselálló képesség) biztosító eljárások
mellett néhány különleges technológiát (szennyztisztító,
égéskésleltetett, antimikrobiális stb.) is végrehajthatanak
(4. ábra).



A pamutipari nyomó-kikészítőüzem gyártási folyamatábrája

4. ábra

Amennyiben egy vezértermék egyszerűsített költsé-
geit elemezzük, megállapítható, hogy az

- az anyagjellegű ráfordítások (textília, színezék, vegyszer, segédanyag) 60 %-os részarányt tesznek ki (ebben meghatározó a nyersszövet),
- a személyi jellegű ráfordítások 28%-ot (bérjellegű 10 %, bérköltség 18 %),
- az egyéb költségek (amelyek többek között nem tartalmazzák az értékcsökkenési leírást,
- a közvetett költségek egy részét) 12 %-ot képviselnek.

Így egyértelmű, hogy textilhulladék mértékének
csökkentése egyúttal a legnagyobb költségcsökkentési
tényező is.

A termelési textilhulladék fogalma, jellemzői

A termelési textilhulladék képződése, fajtái

Egy átlagos (cikkiprofil, jellemző tétel nagyságok, dif-
ferenciált biztonsági tartalék, műszaki adottságok, ex-
port részarány stb. alapján) pamutipari nyomó-kikészí-
tőüzemben jellemző a 92–93%-os minőségi teljesítés
(amit a megrendelőnek a szerződött áron értékesítenek)

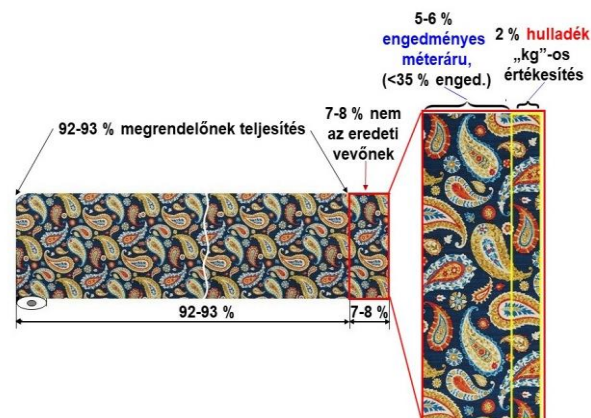
esetén 7–8%-nyi egyéb minőségű, ún. raktártétel kelet-
kezik. Utóbbi 5–6 %-át teszik ki az olyan méterárurészek,
amelyek 10–35 %-os árengedménnyel más vevőknek ér-
tekesíthetők. Ilyen engedményes méteráru lehet:

- termelési többlet (kivéve a ritkábban előforduló védett minta esetén, ami hosszabb ideig zárolt),
- rendeltetésre alkalmatlan külsőképi hibás (meg-
engedett fajlagos hibajel túllépés, kiterjedt hiányosság),
- eltérő hosszúságú (vevőigénynek nem megfelelő),
ill. a mérhető minőségjellemzőknél túrést meghaladó
műszaki paraméter eltérések (szilárdság, méretváltozás
stb.) méterárak.

Az összes termelésből fennmaradó 2 % képezi a hul-
ladékokat, amely több összetevőből képződik:

- 35% ill. ezalatti engedménnyel nem értékesíthető
(durva külsőképi hibás és egyéb selejt méteráru),
- szennyezett, sérült stb. kelmerészek,
- ún. maradék (pl. teljes szélességű 0,6–2,0 fm-ig),
- ún. zsákcsik (minősítésnél kivágott kisebb – 15–
60 cm-ig terjedő – teljes szélességű vágatok) (5. ábra).

Összefoglalva: kikészítőüzemi textilhulladék minden
olyan méteráru képződmény, amely vevőrendelésre alkal-
matlan és méterárúként még jelentős engedménnyel sem
értékesíthető (csak „kg-os” textilanyagként).



A termelés minőségi alakulására példa

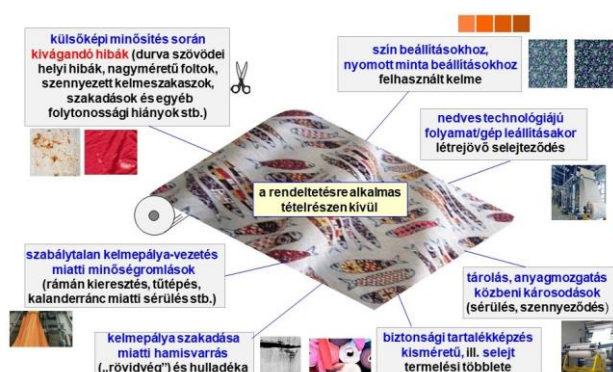
5. ábra

Egy – a mai viszonyokhoz (aránylag kis tételek, kö-
zepes színvonalú és igényes minták stb.) – igazodó
nyomó-kikészítő üzem kb. napi 60 ezer fm-t gyárt, így évi
termelése 15 000 ezer fm. Ennek 2 %-os hulladékképző-
dése összesen 300 ezer fm-t jelent, azaz egy heti terme-
lése válik elenyésző árbevétellel mobilizálható, ún. kg-os
árúvá. Ezért is lényeges a hibalehetőségeket elemezni, az
elkerülési és csökkentési lehetőségeiket részletesen meg-
határozni.

A hulladék keletkezési helyei és okai

Általánosságban – az alaptechnológiától (uni, nyomott)
függetlenül – a bekövetkező minőségromlások összefoglalva:

- A szín- és minta beállításokhoz felhasznált kelme-
mennyiség (konkrét gyártásokhoz a kezelőfürdők, nyomó-
pépek megfelelőségellenőrzése mintavétellel, optimális tech-
nológiai körülmények beállítása műszakilag stb.).
- A nedves technológiájú folyamat/gép kényszerű le-
állításakor létrejövő selejtképződés.
- A kelmepálya szakadása, egyéb folytonossági hiá-
nya miatti hamisvarrás (rövidvég) és hulladéka.
- Szabálytalan kelmepálya-vezetés miatt bekövet-
kező minőségromlások (gyűrődések, durva vetületekelhúzó-
dás miatti mintatorzulás, rámán kieresztés, kalanderlánc
miatti sérülés stb.).



A termelési textilhulladékok keletkezésére példák

6. ábra

- A külsőképi minősítés során kivágandó hibák (durva helyi szövődei hibák, nagyméretű foltok, szennyezett kelmeszakaszok, szakadások és egyéb folytonossági hiányok stb.).
- A tárolás, anyagmozgatás közbeni károsodások (sérülés, szennyeződés).
- A biztonsági tartalék selejteződött és kisméretű termék többlete (6. ábra).

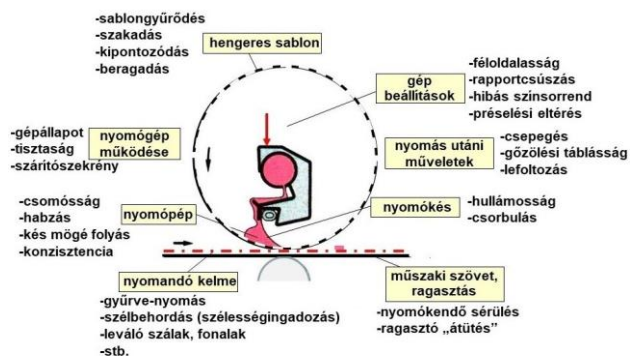
Hibaokok a meghatározó textilnyomáshoz

A pamutipari nyomó-kikészítőüzemekben általában a döntő részarányt a színnyomással (kémiai mintázással) tartózkodó képeket képezik. Főként közvetlen nyomásra reaktív és pigment, maróanyag esetén csáva színezékeket használnak: A kivitelezés nagyrészt rotációs, részben síkfilmműnyomó gépeken történik. A nyomószínezékek rögzítését hőkezeléssel, gőzöléssel, esetenként vegyszeres kezeléssel (pl. kétfázisú csávanyomás) végzik, ezt követően igény szerint mosásra kerül sor.

A textilnyomási eljárások közismerten sokszorosító eljárások (a sablonokon levő mintarészek számtalan lenyomata készül), így fokozottan ügyelni kell az esetleges hiányosságok ismétlődésének („sokszorosításának”) megakadályozására (7. ábra).

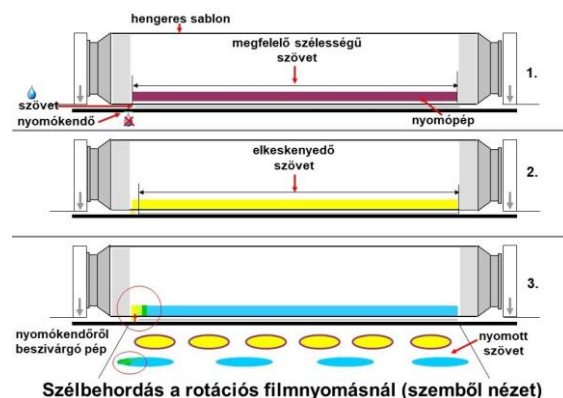
A hibaokokat az eredet szerint célszerű csoportosítani:

- A nyomandó kelme számos kedvezőtlen tulajdonsága vezethet külsőképi hibákhoz. A megfelelő mértékű és egyenletes nedvesedéskéesség hiánya egyenlőtlen mintakialakulást idézhet elő. A vetülékfonalak deformációja főként a geometriai mintaelemek későbbi torzult előfordulásához vezet. A gyűrt feltekercselés miatti ráncosodásoknál kimarad a nyomópépfelvitel, hosszirányú nyomatlan ékszerű alakzatok, csíkok megjelenésével. A tételen belül változó szélesség esetén - az elkeskenyedett pályaszakaszoknál - a nyomópép a vízszintes nyomókendőre kerül, így a soron



Főbb hibalehetőségek a rotációs filmnyomáshoz és a befejező műveleteknél

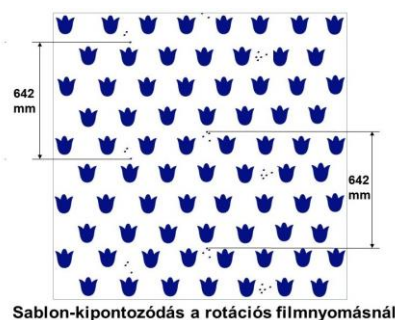
7. ábra



8. ábra

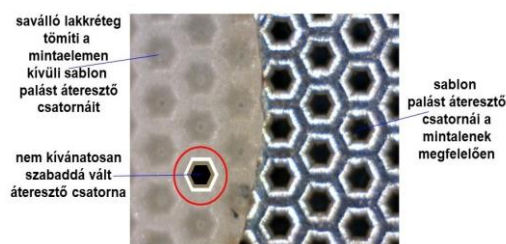
következő sablonba a széleknél beszívárog, elpiszkítja a nyomópépet (ezt szélbehordásnak nevezik). A noppas (be-szött bontatlan szálcsomók a felületen) szövet esetén ezeknek a labilis képződményeknek a felszínére kerül a nyomópép, későbbi elmozdulásával apró nyomatlan részek jelennek meg. A szövetből kiváló szálak, leszakadó fonaldarabok („lógószálak”) a hengeres sablon palástjára rakódnak, eltörik az áteresztő nyílásokat, így fordulatra ismétlődő nyomatlan részek kialakulásához vezetnek (8. ábra).

- A nyomósablon különböző hiányosságai fordulatoként sokszorozódva rontják a kelme külsőképét. A perforált palást gyűrődése/horpadása helyén általában szabálytalan alakú, fordulatra ismétlődő, foltosodás jellegű elváltozás jelenik meg a nyomot felületén belül. A durvább sablonszakadásnál a nem kívánt kelmerészekre is kerül a nyomópép. A kipontozódás jellegű hibát a mintázatlanok nélküli sablonfelületnél leváló lakkréteg okozza, így a szabaddá váló perforációknál pontszerű, nemkívánatos nyomtat jelenik meg. A „beragadást” az áteresztő csatornák eltömődéseinek (szálhalmazok, sűrítő csomó stb. miatt nincs nyomópép-szállítás), bekövetkező nyomatlan részek kialakulása okozza. A mintaelem jellegétől eltérően alkalmazott sablonfinomság (mesh-szám) nyomatkivitelezési problémával (pl. „fűrészfogas” kontúrok) jár. Amennyiben a sablonkészítéssel összefüggő fotó- ill. rapporthiba derül ki, a nyomószerszámot nem szabad használni (meg kell ismételni a sablonkészítést) (9., 10. ábra).



Sablon-kipontozódás a rotációs filmnyomáshoz

9. ábra



A kipontozódás kialakulása a rotációs sablonon

10. ábra



Beragadás a fekete nyomószínné

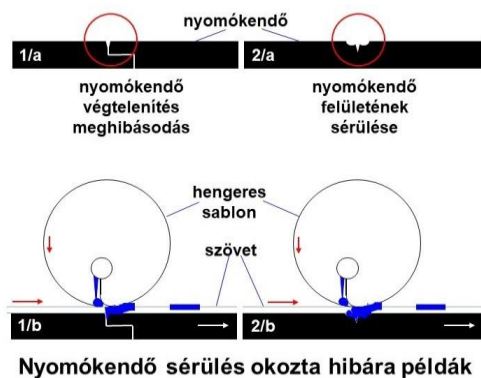
11. ábra

érhetők el. A túlzottan viszkózus pép miatt beragadás jellegű hiba jelenik meg a nyomatképen (a sablon átteresztő csatornáinak dugulása miatt hiányos a nyomópépszállítás). Az ún. „kés mögé folyásos” külsőképi hiba (mintaelemen belül szabálytalan sötétebb részek) nyomópépadagolási rendellenességre vezethető vissza (11. ábra).

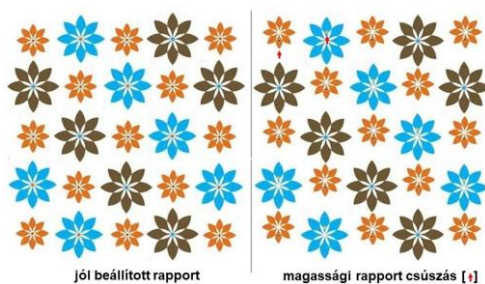
- A nyomókés hullámossága, csorbulása főként hosszirányú mintakivitelezési eltérések formájában jelentkezik.

- A végtelenített nyomókendő („deka”: tízrétegű gumírozott műszaki szövet, amin átmenetileg felragasztva halad a nyomandó szövet) állapota, tisztasága és sérülésmentessége alapvető kritérium. A bevezető részénél ragasztót felhordó berendezés nem megfelelő működése miatti, a nyomókendőre helyileg felkerülő többletréteg miatt foltos lesz nyomat. Hasonló hibát okoz az összezeresztésnél kitöredezó gumiréteg (kb. 22 m-enként ismétlődéssel) felületi sérülése (12. ábra).

- A rotációs filmnyomógép beállításánál bekövetkező eltérések számos hiányosságot idéznek elő. Többek között ilyen lehet a hibás színsorrend, a féloldalas nyomás, a rapportmozgás, az optimálistól eltérő nyomási sebesség (13. ábra).

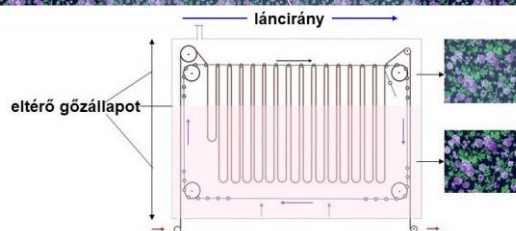
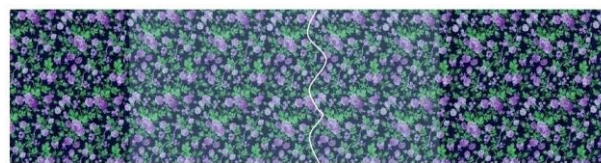


12. ábra



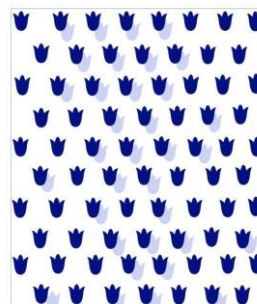
Példa a rapportálási hibára

13. ábra



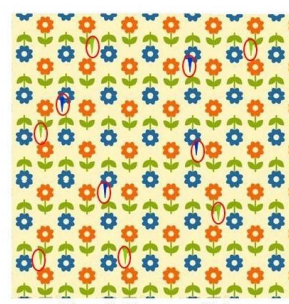
Táblásság bekövetkezése a gőzölésnél

14. ábra



A lefoltozásra példa

15. ábra



Kenődésre példa

16. ábra



A kétfázisú csávanomással készült szövet részlete, amelyet ráncosan telítettek a redukálószerrel a gőzölés előtt

- A nyomógép és a szárítószekrény tisztasága, műszaki állapota alapvetően befolyásolja a termékminőséget. Pl. a kopott fejcsapágyak, a nem megfelelő dekamósó és -vítelenítő, rendellenesen működő ragasztóberendezés, szárítószekrény beeresztő részénél kenődés stb. további hibák forrása lehet.

- A nyomott-száritott szövettel kapcsolatos színezékrögzítő műveletek (hőkezelés, gőzölés, vegyszeres kezelés) és mosás-száritás során bekövetkező hiányosságként tételen belüli színegyenlőtlenség (táblásság), csepegés, lefoltozás, kenődés, levérzés, elégtelen kifejtés stb. fordulhat elő (14., 15., 16., 17. ábra).

Veszélyes textilhulladék

A pamutipari nyomó-kikészítőüzemben rendellenes gyártási körülmények esetén képződhet veszélyes hulladék. Valamilyen műszaki jellegű gépmeghibásodás (emiatt kenőanyag kerülése a textilanyagra), kelmepálya miatti szakadás (az elhárítás ideje alatt adott speciális vegyszerek, segédanyagok koncentrációdnak a kelmén), továbbá tartósabb energiaellátási probléma miatti kényszerű leállítások következtében. Ártalmas textilfelületek alakulhatnak ki a különböző, nagy töménységű nano-készítményekkel (pl. nano-ezüst, nano-titándioxid stb.)

telítődés esetén. Előbbivel az antimikrobiális-, utóbbival az UV-védelmi kikészítések kapcsolatosak.

A veszélyes hulladék szabályos gyűjtését, kezelését, szállítását és ártalmatlanítását több törvény, számos kormány- és miniszteri rendelet szabályozza. Ezek foglalkoznak többek között a munkahelyi gyűjtőhelyek kialakításaival, a gyűjtőedények követelményeivel, ill. a szállításra feljogosítottak körével. A hulladék minősítésére (pl. veszélyességi besorolás) alkalmas vizsgálati módok, a Hulladékmínősítő Bizottság részéről igénybe vehető szakvéleményezés a jogi háttérben szintén hozzáférhető (18. ábra).



18. ábra

Hulladékcsoökkentés számítástechnikai technológiai háttérrel

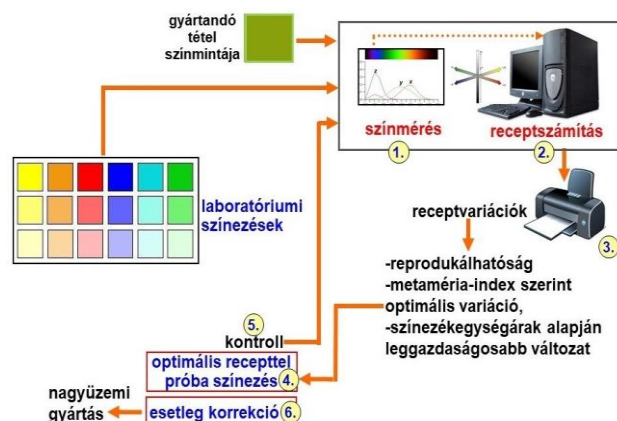
A műszeres receptszámítás lényege és előnye

Mindenekelőtt kiemelendő, hogy a kolorista (színezővegyész) tevékenységét nem nélkülözi ez a módszer, feladatai közé tartozik továbbra is többek között:

- a színezékcsoport meghatározása és a kombinálhatóság érdekében a közel azonos a színezési tulajdonsággal rendelkező színezékegyedek kiválasztása,
- a gyártási- és használati szinttartóssági tulajdonságok maradéktalan figyelembevétele,
- a reprodukálhatóság szem előtt tartása a várható után- és újrendelések megfelelő teljesítésére ügyelve,
- a helyi színezőgéppark adottságok és a technológiailag kapcsolódó berendezések korlátozó tényezőihez való alkalmazkodás,
- a gazdaságossági szempontok figyelembevétele a színezési eljárás kijelölése során, különös tekintettel a tétel nagyságára,
- az egészség- és környezetvédelmi tényezők mérlegelése a színezési- és kikészítési műveletek, ill. a színezett textiltermék viselése, használata alkalmával.

A spektrofotométeres színmérés segítségével, a megfelelő számítástechnikai háttérrel lehetőség nyílik a műszeres receptszámításra, a kolorizálás gépesítésére. Először az alkalmasnak kiválasztott színezékegyedekből több koncentrációban laboratóriumi színezéseket végeznek, így készülnek az alapadatokat biztosító kalibrációs sorozatok. Ezek spektrofotométeres színmérésével a számítógépes rendszer a készítendő receptek összeállításához meghatározó információkhoz jut. Ezután a kivitelezendő minta mérésével meghatározzák szín számszerűsített jellemzőit, majd a számítógép összeállítja a lehetséges színezékkombinációkat (milyen színezékegyedekből mennyi szükséges) és elvégzi az elméletileg végrehajtott színezések színkülönbség meghatározásait. A kedvező színhűséget garantáló receptekből program szerint kiválasztható az optimális kombináció, így a reprodukál-

hatóság szempontjából előnyös (kevés komponensből összeállított színezékkombináció, a megvilágítási metaméraiindex (a természetes- és mesterséges fényben közel azonos színezettség) figyelembevételével a kedvező variáció, a színezékegységárák alapján leggazdaságosabb változat. A kiválasztott recept/ek alapján újbóli laboratóriumi színezések szükségesek, ismételt mérés és összehasonlítással a szükséges korrekciók, ill. ezek értékelése szintén elvégezhető. A kontrollált recepttel indítható a nagyüzemi színezési technológia. Számtalan esetben előfordul, hogy a színmintául szolgáló vágat felülete eltér a szokványostól (pl. bolyhozott, plüss, ill. bársony jellegű, extra fényes stb.), más felületképzésű, mint a megrendelés anyaga. Ilyen esetben is elvégezhető a mérés, persze a legtökéletesebb feltételek (diffúz fény ráesés, optimális megvilágítási geometria stb.) mellett is többé-kevésbé zavaró az egyedi struktúra. Egyébként törekedni kell arra, hogy közel egyező – lehetőleg azonos struktúrájú – vágat képezze a színetalont, ill. lehetőleg a mérésre kerülő minta a különböző felületkezelések előtti állapotból kerüljön ki (pl. gyártásközi ellenőrzés során, végkikészítés előtt) (19. ábra).



A műszeres receptszámítás elve

19. ábra

Elektronikus támogatás a színezésnél

Az „elsőre megfelelő színezés” gyakorlatának érvényesítése jelentős textilhulladék csökkentést eredményez. A receptnek megfelelő, pontosan összeállított színezőfürdő, a technológiai állapotjelzők (színezőfürdő előírt ütemű felfűtése, színezési hőmérséklet, kezelési idő betartása, segédanyagok-vegyszerek színezési program szerinti adagolása) precíz biztosítása lényeges minőségmegvalósítási kritérium. Az elektronikus háttérbe bekezdülő adatok [színezendő kelme fizikai jellemzői (szélesség, területi sűrűség stb.) mennyisége, készítendő színezőfürdő l-ben, színezési program stb.] alapján az ismételt későbbi színezés (reprodukálás) paraméterei is rendelkezésre állnak.

A színezés minőségét alapvetően befolyásolja, hogy a színezőfürdő az előírt színezékegyedeket, mennyiségüket pontosan tartalmazza. Ennek érdekében a festődei dolgozó vonalkódos azonosítás után végzi a mérést. A rendszerrel kapcsolatban álló digitális mérleg addig nem engedi tovább a méréseket (nem adja meg a következő színezékmennyiséget), ameddig a recept szerinti mennyiség pontos kimérése nem történt meg. Ezzel a támogatással a festődei selejteződés, hulladékképződés csökkenthető, a színhűség az ismételt gyártásoknál biztonságosan realizálható (20. ábra).

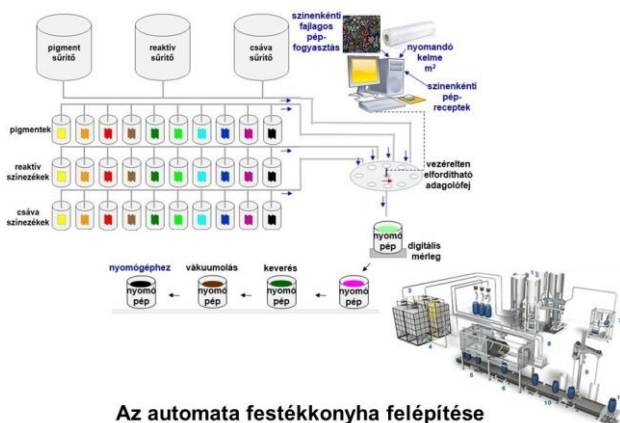


20. ábra

Az automata festékkonyha előnyei

A nyomóiparban műszeres receptszámítás mellett egyéb péptimalizálásokra is lehetőség nyílik. Megfelelő szoftver segítségével további fontos információkat szolgáltat a rendszer, a nyomópépeket automatikusan készítő festékkonyha (emberi beavatkozás nélküli pontos színezék- és segédanyag-mérés; pépösszekeverés) számára, pl.:

- optimális nyomószínreceptek a színmérés és műszeres receptszámítás alapján,
- a nyomandó kelme jellemzői (szélesség, g/m², gyártandó mennyiség stb.) alapján, a nyomószínenkénti pépmennyiség pontos meghatározása a nyomott terület nagysága, ill. az átnyomási igény figyelembevételével,
- az optimális mennyiségű nyomópépkészítéssel kevés visszamaradó pép képződik,
- a maradék-nyomópépek műszeres receptkészítés szerinti hasznosítására, újrafelhasználására is lehetőség nyílik (21. ábra).



21. ábra

Hulladék nélküli mintavéggyártás digitális háttérrel

A kémiai mintázott méterárugyártásnál továbbra is meghatározó a rotációs filmmnyomás, kisebb mértékben a síkfilmnyomás. A konkrét nagyüzemi megrendeléseket általában megelőzi a mintavéggyártás. Eddig ezt is nyomószerszámokkal végezték a filmmnyomógépeken, a beállítások miatt jelentős hulladékképződéssel. A közbelső digitális textilnyomtatás direkt módszerű (közvetlen kelme) eljárásával a mintavéggyártás során jelentősen

mérsékelhetők az anyagköltségek (kelme, nyomószerszám, nyomópép), a textilhulladék megelőzhető.

A digitális módszerrel textilián kivitelezhető a minta (részben ún. négy színnyomással, részben összeadó – aditív –, részben kivonó – szubtraktív – színkeveréssel), ezt lehet elfogadtatni, ill. néhány métert legyártani pl. modellezéshez, katalógusfotóhoz stb. a leendő megrendelő számára. Az ennek alapján történő nagybani textilnyomás komoly kolorizálási feladatot jelent, miután a színnyomási eljárásoknál kizárólag a kivonó színkeverés érvényesül (22. ábra).



22. ábra

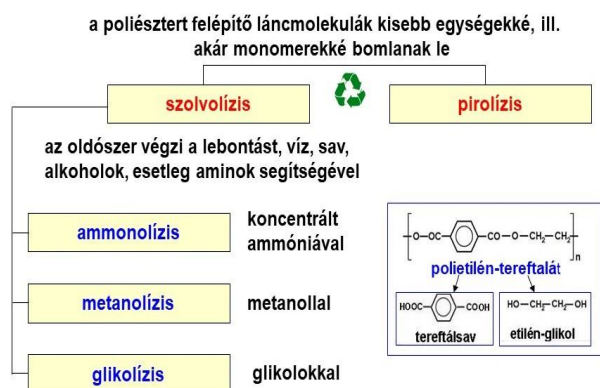
A poliészterhulladék kémiai újrahasznosítása

A tercier feldolgozásnak is nevezett módszernél a polietilén-tereftalátot (PET) felépítő láncmolekulák kisebb egységekké, ill. akár monomerekké bomlanak le, szolvólizissal (az oldószer végzi a lebontást), vagy pirolízissal (a műanyag levegőtől elzárt hevítése) útján.

Az elterjedt, szolvólizissal végzett újrahasznosítás során a polimerláncban levő észter-kötéseket megbontják, ehhez különböző oldószerek (víz, sav, alkoholok, esetleg aminok) alkalmasak. A hidrolízissel lebontás történhet semleges, savas ill. lúgos közegben. Az ammóniolízis (koncentrált ammóniával), a metanolízis (metanollal) szintén alkalmas a láncmolekulák leépítésére, monomerré bontására. A glikolízissel végzett degradáció esetében különböző glikolok (etilén-glikol, dietilén-glikol, propilén-glikol, dipropilén-glikol) használnak, a lebontás katalitikus, oldószeres, szuperkritikus (az etilén-glikol szuperkritikus hőmérséklete és nyomása felett) és mikrohullámú (a sugárzás biztosítja a fűtési energiát) körülmények között végezhető.

Lényeges, hogy a nem teljes lebontásig végzett glikolízissel ún. poliészter-poliolok képződnek, ezek többek között a poliuretán nyelésre, műgyanták, ill. textillágyítók előállítására használhatók. A szálgyártásnál keletkező rossz minőségű termékek, poliészter hulladékok nem használhatók fel újra a szálképzési folyamatban, ezekből is általában poliészter-poliolokat készítenek. A megfelelő minőségű hulladékból célirányosan kialakított depolimerizációs reakcióval a teljes lebontás megvalósítható, a kialakított alapvegyületekből lehet szintetizálni a polietilén-tereftalátot (23. ábra).

A kémiai újrahasznosított poliészter- (polietilén-tereftalát-) szálak mechanikai tulajdonságai egyrésztől kedvezőbbek, a szálanyagot felépítő polimer átlagos molekulatömege nagyobb, fokozottabb a szívóssága (mint a dinamikai igénybevételekkel szembeni ellenállás), ugyanakkor kisebb a rugalmassági modulus (az a



A poliészter (polietilén-tereftalát) kémiai lebontása újrahasznosításhoz

23. ábra

fajlagos húzóerő, amely szükséges lenne a szál hosszának megkétszerezéséhez) értéke.

A kémiai újrahasznosított poliészterszálak esetében néhány tényező azonban még gátolja az új előállítású szálakkal való egyenértékűséget:

- A szálak alapszíne az újrahasznosított változatnál enyhén krém elszíneződésű, így fehér és élénk színezetű termékek gyártása nehézkes.

- A szálak színezésénél eltérések fordulnak elő, az újrahasznosított alapanyag nehezebben színezhető, több színezék, víz és energia szükséges adott színezet eléréséhez.

- A másodlagos feldolgozású poliészterszál nem jelent korlátlan felhasználhatóságot, finom textiliák előállítását még nem teszi lehetővé. Ezért pl. polártermékek, egyen- és munkaruha-alapanyagok, speciális bélések (rugalmas áttört kelmék) céljára alkalmazzák. Gyakori az alapvegyületekből kiinduló poliészterszálak gyártása során a hulladékból kémiai újrahasznosítással visszanyert monomerek bekeverése. Az egyes műszaki textiliákhoz (pl. hálók, kisebb igényű kompoziterősítő vázanyagok stb.) is felhasználható az újrahasznosított szálanyag.

Közismert, hogy a poliészterhulladékok (szál- és kelmegyártási maradványok, ruhaipari szabászati belső hulladékok; életciklus végét követően összegyűjtött ruházati és egyéb textiltermékek) egyszerűbb, mechanikai újrahasznosítására nyílik lehetőség a nemszött kelmék (törőlkendők, szűrőkelmék, geotextiliák, töltőanyagok, egyszer használatos egészségügyi textiliák stb.) gyártásával.



Hulladékcsökkentés a gyártóeszközök karban- és tisztántartásával

24. ábra

Gyártóeszközök, felkésztermék tárolók hatása

Gépek, gyártóeszközök tisztán- és karbantartása

A pamutipari nyomó-kikészítő üzem műhelyeiben készülő termék megmunkálása során számos gépen megy át. A fehérítőben általában perzselő-, szélesfehérítő gépsor és mercerezőgép, ill. szárító működik. A festőben szakaszos és fél folyamatos (esetleg folyamatos) színezőgépeken folyik a termelés. A nyomóüzemben feszítő-keretes légszárítógépen (rámán) előkészített fehérített, ill. színes kelmét nyomnak rotációs-filmmnyomógépen (esetleg síkfilmnyomón), a szárított félkésztermék színezékét gőzölőben rögzítik, esetenként vegyszeres kifejtést végeznek, majd a mosóegységben igény szerint kezelik, szárítják. A lükkreppnyomást egyszínes hengernyomógépen kezdik (csíkokban láncirányú lügpép felvitellel), a pihentetés után kötegmosókádákba kerül a kelme (majd kötegbontás, szárítás). A bolyhozó műhelyben kárttús gépeken történik a száltakaró kialakítása. A végkészítő műhelyen (appretúra) telítőfulárral telepített szárító-hő-rögzítő rámán, szanforizálógépen ill. kalanderen folyik a gyártás.

A gépek, berendezések minőség tartó képességét rendszeres és hatékony tisztítással és ápolással, valamint precíz és folyamatos karbantartással kell biztosítani (24. ábra).

Anyagtároló és -mozgató eszközök

A pamutipari kikészítőüzem műhelyeiben a félkészterméket nedvesen (esetenként köteg alakban), vagy szárazon teljes szélességben légerrel hajtogatva, ill. teker-cselve tárolják. A hajtogatott lerakás során az erre a célra kialakított kocsik (ún. ládakocsi) tárolóterébe kerül a kelme, vagy a maghengeres nagytekeresszállító kocsikra („nagybalmi”) sodorják fel. Ezek közül a ládakocsi leromlott állapotba a textilanyag sűrűsödését és egyéb elváltozását okozza (különösen károsítja a kelmét a fenékrészen levő szennyeződések). A kerek nagytekeresszállítók esetleg korrodált maghengere a kezdőrétegeknél szennyeződést előidézve selejtképződéssel jár (25. ábra).

A ládakocsi szállítást általában villás, a nagytekeresszállítókat – csatlakozófejjel kiegészített – gyalogkíséretű targoncával végzik. Lényeges, hogy az anyagmozgató eszközök és kiszolgálásuk ne vezessen szennyezéshez, anyagsérüléshez.



Megfelelő állapotú és tisztaságú félkészterméktároló -mozgató eszközök

25. ábra

Kikészítőüzemi ellenőrzési tevékenységek

A minőségmegvalósítás érdekében komplex ellenőrző rendszert célszerű bevezetni, amelynek részterületei által szolgáltatott információk alapján gyors és összehangolt (helyesbítő, ill. megelőző) intézkedésekkel biztosíthatók az optimális gyártási feltételek.

Idegenáru ellenőrzés:

- A beérkező nyerskelme (főként szövet) véghosszainak kontrollja, valamint szűrőpróbás külsőképi ellenőrzése [a megengedett hibák fajlagos mértéke (pl. 100 m²-re eső hibajelek száma) betartásának kontrollálása, ill. a kivágandó hibák kizárása] a feladat. Továbbá az általános külsőképi vizsgálata, pl. fonalegyenlőtlenség (rövid- és középtávú), nopposság összehasonlítása a határmintával, ill. írezőanyag fajtájának kimutatása. A helyi mintavételi szabályoknak megfelelő mintavágatokon a főbb mérhető minőségjellemzők (szélesség, fonalsűrűség, területi sűrűség, sávszakítóerő) értékeinek egybevetése a műszaki paraméter előírásokkal (a tűrés figyelembevételével).

- A beszállított színezékek, segédanyagok és vegyszerek megfelelőség ellenőrzése laboratóriumi próbákkal (színezés, nyomás, végkikészítés), koncentrációméréssel és egyéb anyagvizsgálatokkal.

Gyártásellenőrzés:

- A gépek, gyártóeszközök minőség-tartóképeségének (műszaki állapot, tisztaság) ellenőrzése, továbbá a különböző félkész- és késztermék tárolók, anyagmozgató eszközök állapotfelmérése.

- Technológiák betartásának vizsgálata (pl. kelme-haladási sebesség, kezelési idő stb.), külön ellenőrizve a különböző fürdők, pépek állapotjelzőit (pH, hőmérséklet, koncentráció és ennek fenntartása). Adott préselőműveknél a kipréselés mértékének és egyenletességének meghatározása, szárítóberendezéseknél a kelme maradéknedvességtartalmának nyomon követése.

Önellenőrzés:

- A gépkezelő részéről a berendezések megfelelőségének (műszaki állapot, kenési körülmények, megbízható működés, tisztaság) vizsgálata a minőségmegvalósítás és -megóvás szempontjából, továbbá a különböző mérőműszerek (hőmérséklet, préslevegőnyomás, elektromos értékek) működésének ellenőrzése. A kezelőfürdők, pépek megfelelőségének figyelése, folyadékszallító szivattyúk teljesítmény- és tömítettség ellenőrzése.

- A nyomógépen dolgozók részéről külön a nyomószerszámok (sík, és rotációs sablon) állapotának külsőképi vizsgálata, szükség szerint a beszerelés előtti javítások (pl. lakkleválás) végre hajtása.

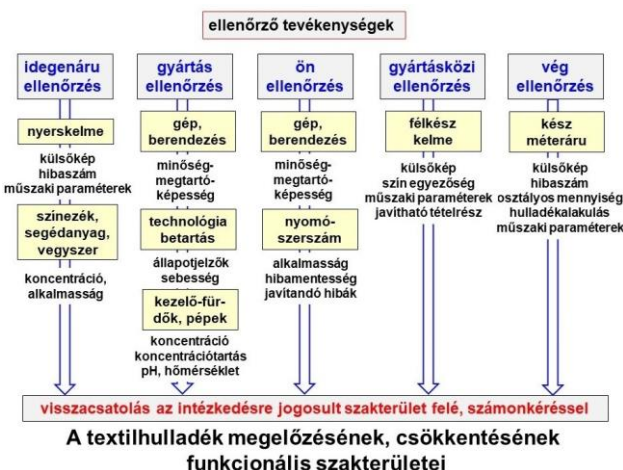
Gyártásközi ellenőrzés:

- Egyrészt a félkész kelmetételek (színezés után, nyomást követően) - lehetőség szerint teljeskörű - külsőképi átnézése, a javítható hibák (színelterés, foltosság, nem megfelelő nedves szintartósság, fehérségromlás stb.) kiküszöbölésére vágatokon próbák végzése, eredményesség esetén megfelelő művelet nagybani végrehajtása.

- Másrészt a tételrészek mennyiségi számbavétele, eltérés jelzése a termelésirányítás felé, igény szerinti komplettírozás.

Végellenőrzés:

- Teljeskörű (ún. „minden darabos”) külsőképi ellenőrzés (beleértve az általános külsőképet és a



26. ábra

vetülékfonalak torzulásmentesség vizsgálatát, minősítés (nem megengedett hibák kivágása, jelölhető helyi hibák mértéke szerinti besorolás) és darabolás (osztás) a vevőigények osztási előírásai betartásával.

- A mintavételi szabályok szerinti vágatok anyagvizsgálata (szélesség, fonalsűrűség, területi sűrűség, sávszakítóerő, esetleg tépőerő, méretváltozás, gyűrődési hajlam, szintartósság mosással, száraz és nedves dörzsöléssel, izzadsággal, fénnyel stb. szemben), a jellemző tényértékek egybevetése a műszaki paraméter előírásokkal (a tűrés figyelembevételével).

- Az észlelt kiterjedten hibás részek esetében próbák eredményessége alapján javításra visszadarálás az illetékes technológiai területnek („retour” áru).

- A külsőképi és anyagvizsgálati eltérések miatt kiesett tételrészek pótlására újra- ill. pótgártási igényének jelzése a termelésirányításnak (26. ábra).

Hulladékcsökkentés vertikális vállalkozásoknál

Amennyiben saját fonodával, szövődével is rendelkezik a pamutipari kikészítőüzem, úgy az alapanyag beszerzéstől kezdődve lehetőség nyílik a minőségmegvalósításra, amellyel együtt jár a hulladék megelőzés, csökkentés.

- A szálanyag tekintetében főként a pamutra célszerű kitérni, miután a felhasználásra kerülő pamut típusú mesterséges szálak (viszkóz, lyocell, poliészter, esetleg poliakril-nitril) tiszták és egyenletesek, ill. általában az intim szálkeverékekben fordulnak elő vágottszál formájában. A pamut minőségét az osztályozásnál a szálhosszúság (stapelhossz), a finomság, az érettség, a szennyeződés és a hibatartalom határozza meg alapvetően, továbbá a szilárdság is előtérbe kerül (amelyeket a származási hely döntően befolyásol). A szubjektív minősítési módok (szemrevételezés, szálköteg kézi szakítása, érettség és finomság értékelés tapintással, száltrapadás megállapítása a szálköteg lassú széthúzásával stb.) kiegészítéseként gyors műszeres méréseket is végeznek a minősítő szakemberek.

- A fonaltípust (esetleg kártolt, főként nyújtott, ill. fésült) a rendeltetési cél határozza meg, a fonálmínőség a lineáris egyenlőtlenség abszolút és százalékos mértékével, ill. a vékony-, vastaghelelyek és a szálcsomók (noppok) fajlagos számával jellemezhető. A minősítéshez szükséges összehasonlításhoz az Uster-statisztikák nyújtanak segítséget.



Példák a textilhulladék vertikális csökkentésére

27. ábra

A nyersszövet végösszeit a késztermékigényekhez kell igazítani, ugyanakkor célszerű a kikészítőben szűrőpróbában kivett végek külsőképi ellenőrzése [a megengedett hibák fajlagos mértéke (pl. 100 m²-re eső hibajelek száma), a kivágandó hibák eltávolítása] az egyik minősítési tényező. Másrészt a mérhető minőségjellemzők (szélesség, fonalsűrűség, területi sűrűség, szilárdság) tényértékei mintavételes anyagvizsgálattal állapíthatók meg, ezek egybevetése az egyes műszaki paraméter előírásokkal (a tűrés figyelembevételével) adja a minősítés másik alapját. Továbbá figyelembe kell venni az általános külső kép alakulását, pl. fonalegyenlőtlenség, nopposság előfordulásának összehasonlítása a határmintával, ill. írezőanyag fajtájának ellenőrzése reagenssel (27. ábra).

A vertikális felépítésű textilgyártó vállalkozásnál lehetőség nyílik az esetlegesen eltérő minőségű nyersszövetek külön tartására, vevőigény, rendeltetés, szín- és mintaösszetettségre szerint a szelektív felhasználásra.

A hulladékcsökkentés eredménye

Visszatérve a napi 60 ezer fm-es gyártásra, az évi 15 000 ezer fm-es volumenre, a 2%-os hulladékképződése összesen 300 ezer fm-t jelent, azaz egy heti termelése válik elenyésző árbevételrel mobilizálható, ún. kg-os áruvá. Ezért is lényeges a hibalehetőségeket elemezni, csökkentési és elkerülési lehetőségeiket részletesen meghatározni. A hatékony műszaki fejlesztési és ellenőrzési előírásokkal, ezek folyamatos számonkérésével, helyesbítő- és megelőző intézkedések foganatosításával - fokozatos végrehajtással és ösztönző minőségi bérezéssel - felére csökkenthető a hulladék mennyisége. Így az említett termelés fenntartása mellett, évente 150 ezer fm méteráru anyagköltsége (nyersszövet, színezék, segédanyag stb.) megtakarítható. Ez évente 1,43 €/fm-rel számítva 214 500 €-t (kb. 75 millió Ft) tesz ki (a személyi jellegű ráfordításoknál, egyéb költségeknél további megtakarítás érhető el).

A hulladék értékesítése kg-ban történik, kb. 1,3 €/kg áron. Ez a jellemző cikk (130 g/m², 140 cm szélesség, 1 kg textilanyag 5,5 fm méretű) figyelembevételével mindössze 0,24 €/fm-es megtérülést jelent, tehát elenyésző (a kurrens ár kb. 7 %-a).



Magyarországon kb. 1500 db kihelyezett konténer, Berlinben kb. 5000 db

Használt ruhanemű és cipő gyűjtőkonténer (TEXTRADE Kft.)

28. ábra

A konferencián is elhangzott, hogy a hulladékokról szóló 2012. évi CLXXXV. törvény módosításával kapcsolatos tervezet tartalmazza a textilhulladékok elkülönített gyűjtésére vonatkozó szabályokat. Ennek során kibővítik a szelektív hulladékgyűjtés (a keletkezés helyén történő meghatározott anyagcsoportok akkumulálása) rendszerét, 2025. január 1-jei hatállyal be kell vezetni a textilhulladékok elkülönített gyűjtését. A módosítási tervezet szerint, előtte ki kell dolgozni a hulladéktátrusz megszüntetésére és a gyártó felelősségre vonatkozó kritériumrendszert.

Általánosságban a hulladéktátrusz megszüntetése (amikor a hulladékanyag már nem tekinthető hulladéknak, mert átesett hasznosítási műveleten) akkor következik be, ha az előállított anyagot

- meghatározott célra, rendeltetésszerűen, általános jelleggel használják,
- rendelkezik piaccal, vagy van rá kereslet,
- megfelel a rendeltetésére vonatkozó műszaki követelményeknek és a rá vonatkozó jogszabályi előírásoknak, szabványoknak,
- használatát összességében nem eredményez a környezetre vagy az emberi egészségre káros hatást (28. ábra).

2021-től új Országos Hulladékgazdálkodási Terv (OHT) készül, benne új Országos Megelőzési Programmal (OMP), amelyben a textiliák újrahasználatával és újrahasznosításával kapcsolatban is lesznek útmutatások.

Felhasznált irodalom

- [1] Fashion Waste Index
<https://labfresh.eu/pages/fashion-waste-index?locale=en>
- [2] Jancsó Eszter: A textilalapanyag gyártásának környezetvédelmi szempontjai, OMIKK Környezetvédelmi füzetek, 1997/9
- [3] Kutasi Csaba: Színhűség, színmérés, szintartóság, Magyar Textiltechnika 2014/3
- [4] Kutasi Csaba: A textilnyomásmnál előforduló hibalehetőségek és azonosításuk, Magyar Textiltechnika 2018/1
- [5] Kutasi Csaba: A PET palack és egyéb poliészter hulladékok újrafeldolgozása, újrahasznosítása, Magyar Textiltechnika 2018/1
- [6] Kikészítőüzemi információk, tapasztalatok