



A textilhulladék gyűjtés hazánkban, jelenlegi és további hasznosítási lehetőségek

összeállította:
Kutasi Csaba

2026 február

Tartalom

- 1. A különböző textilhulladék fajták keletkezési források szerint, hazai intézkedések és jogi szabályozások az uniós körforgásos gazdaság megvalósítási terv szerint**
- 2. A különböző textilhulladék fajták megjelenési forma, nyersanyagösszetétel, felületképzés, kikészítés szerint**
- 3. A textilhulladék hasznosításának lehetőségei**
- 4. A textilhulladék mechanikai hasznosítására példák**
- 5. Az új előállítású poliészter műanyag és szálanyag gyártási folyamata (emlékeztető)**
- 6. A textilhulladék kémiai lebontása „újr textil” céljára (pl. poliészter esetén)**
- 7. A PET palackokból készülhet bármilyen új textiltermék?**
- 8. Néhány fenntarthatósági szabályozásra példa**

1.

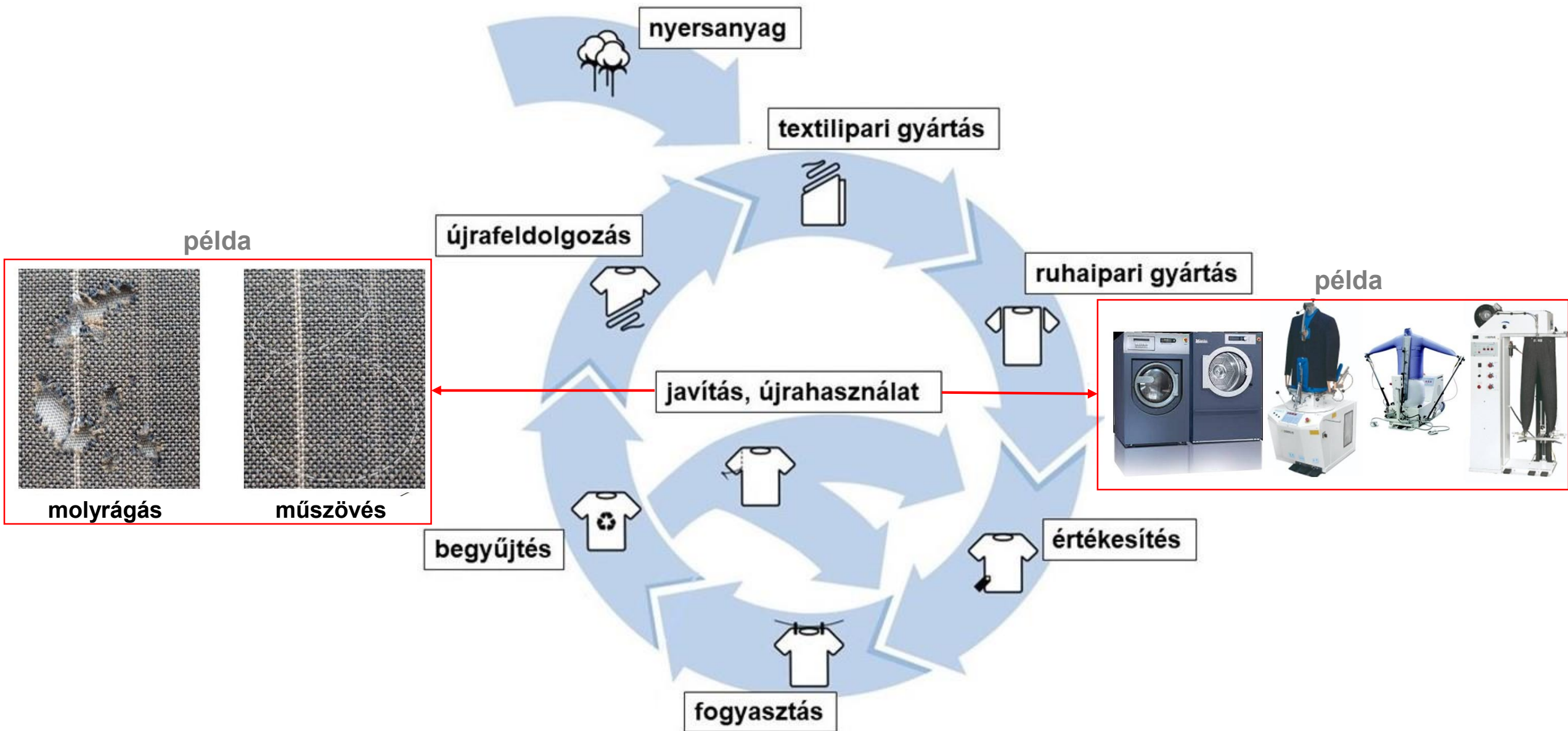
**A különböző textilhulladék fajták keletkezési források szerint,
hazai intézkedések és jogi szabályozások
az uniós körforgásos gazdaság megvalósítási terv szerint**

A lakossági textilhulladék alakulása

- a 2050-ig tartó uniós körforgásos gazdaság megvalósítási tervének része a **textilhulladék csökkentése**, ill. a **textiltermékek élettartamának és újrahasznosításának növelése**
- közismert, hogy az EU-ban 2025 januárjáig a kidobásra kerülő **textiltermékek** [ruházatok (divat, sport, munkaruhák stb.), **lakástextíliák** (ágyneműhuzatok, lepedők, takarók, matracok, konyhai- és étkezési textíliák, fürdőszobai textíliák, függönyök, szőnyegek stb.), **egyéb cikkek** (kalapok, lábbelik, ruházatkiegészítők) **külön települési gyűjtését meg kellett oldani**
- egyúttal az **európai hulladékból energiát előállító technológiai szektort** tömörítő **ESWET** (European Suppliers of Waste-to-Energy Technology) főtitkára ugyanakkor **aggodalmát fejezte ki**, miután az **Európai Parlament környezetvédelmi bizottsága hatástanulmány nélkül** fogadta el az újabb **külön gyűjtésre** vonatkozó **javaslatot**; okok: **drága a megvalósítás**, valamint **növekvő energia- és erőforráshasználathoz** vezet, ezért **meggondolatlan** a **költségek** és a **környezeti hatás becslése nélkül** bevezetni a javaslatot
- az EU-ban az elmúlt időszakokban évente kb. **8,3 millió tonna textília talált gazdára**, eszerint **egy átlagos uniós polgár 19 kg textilárut** (ruházat, lakástextília, lábbeli) vásárol
- az EU tagállamai kb. **6,94 millió tonna textilhulladékot** termeltek, ami **személyenként 16 kg-ot** jelent
- ebből összesen kb. **1,95 millió tonnát gyűjtöttek szelektíven újrafelhasználás és újrahasznosítás céljából**, **fejenként mintegy 4,4 kg-ot**
- **hazánkban** egy fő évente átlagosan **8-10 kg textíliát dob ki**, ami **alacsonyabb az európai átlagnál**
- a **fogyasztóknál** keletkező **textilhulladékok szétszórtnak, vegyesen** (többféle szálasanyagból különböző szerkezetű és sokféle színű textilanyag; más anyagú kellékek jelenléte stb.) keletkeznek, ami az **újrahasznosítási lehetőséget nehezíti**



A körforgásos textil-ruhaipari modell



A textilhulladék fő forrásai

- **lakossági fogyasztás:** a háztartásokban keletkező felesleges **ruházati-, lakástextíliák, lábbelik, textiljátékok** stb. képezik a textilhulladék zömét; a fogyasztók által kidobásra szánt textiltermékek egy ideig halmozódnak, majd **idővel egyszerre kikerülnének** a **szemétbe** vagy a **lomtalanított anyagok** közé; a **fast fashion** kultúra miatt gyakran előfordul, hogy a megvásárolt **ruhákat nagyon rövid ideig hordják**, utána **gyorsan megszabadulnak** tőlük (a pazarló fogyasztás jelentősen növeli a lakossági hulladékáramot)
 - **kereskedelem és szolgáltatások:** részben a **termék értékesítőknél** (boltok, üzleti láncok) képződik **textilhulladék**, pl. **eladatlan** vagy **hibás árukészlet** formájában (szezonváltáskor gyakran selejtezik a megmaradt ruházati termékeket); a **használt ruha kereskedelemben** (turkálókban) a már **eladhatatlan darabok hulladékba** kerülnek; másrészt a **szolgáltatási szektorban** pl. szállodák, vendéglátóhelyek, ill. egészségügyi intézmények (kórházak), **idősoththonok** időnként **lecserélik** a **textíliákat** (ágyneműt, törölközőt, köntöst, wellness textíliákat, személyzeti ruházatot), a **kiszolgált darabok hulladékká** válnak, ha nem kerülnek másodlagos felhasználókhoz
 - **gyártási források (ipar):** a **textilipari és ruházati cégek termelése** során keletkező **hulladékok**, pl. **fonalmaradványok, anyagmaradék, szabászati hulladék, selejtes termék** keletkezése a vállalkozásoknál (méteráru előállítók, varró üzemek, szőnyeggyártók; egyéb iparágak is generálhatnak textilhulladékot), pl. **gépkocsiipar** (autókárpitok, belső szőnyegek, szigetelő nemezek maradványai), **bútoripar** (kárpitanyagok), **mezőgazdaság** (hálók, zsákok), **út- és vasútépítés** (geotextíliák), **egyéb műszaki rendeltetésű** textilanyagok
- Megjegyzés:** az **ipari textilhulladékok** általában **könnyebben elkülöníthetők és újrahasznosíthatók**, mivel **nagy mennyiségben**, és **egy fajta anyagból** állnak (szemben a vegyes lakossági textilhulladékkal)

A kiterjesztett gyártói felelősségi rendszer (EPR)

(EPR → Extended Producers Responsibility – EPR)

- 2025 januárjától az EU előírásainak megfelelően kötelezővé vált a **textilhulladék elkülönített gyűjtése Magyarországon is**, a **hazai hulladékgazdálkodást a MOHU (MOL Hulladékgazdálkodási Zrt.) végzi**
- a kihelyezett **konténerekbe tiszta állapotú ruhákat, lakástextíliákat** (függöny, ágynemű), **cipőket, kiegészítőket** (pl. öv, táska) várnak
- a rendszert az **EPR (kiterjesztett gyártói felelősség) díjakból tartják fenn**, amit a **textiltermékek gyártóinak és első forgalomba hozóinak** kell **megfizetniük**
- a **kiterjesztett gyártói felelősségi díj jelenleg a 28/2025. (IX. 22.) EM rendelet szerint egy egységre vetített mértéke kollektív teljesítés esetén**
 - **7. textil csomagolás:** a gyártó által fizetendő kiterjesztett gyártói felelősségi díj **148 Ft/kg***
 - **25. textiltermékek:** a gyártó által fizetendő kiterjesztett gyártói felelősségi díj **164 Ft/kg***

* várhatóan változik
- a **termékárami kormányrendeletek** (pl. textiltermékek) **szabályozzák a VTSZ (vámtarifaszám) KN-kód (Kombinált Nómenklatúra) szerinti besorolásokat**



**1.melléklet a 80/2023. (III. 14.) Korm. rendelethez
A körforgásos termékek és azonosító kódszámaik**

a kiterjesztett gyártói felelősségi rendszer (EPR), vámtarifaszámokkal meghatározott textiltermékek

1.10. textiltermékek:

- 4203 ruházati árucikkek és ruházati tartozékok természetes vagy mesterséges bőrből,
- 4205 más árucikk természetes vagy mesterséges bőrből,
- 4304 műszőrme és ebből készült áru,
- 57. Árucsoport: szőnyegek és más textil padlóborítók – az 5703 21 vagy 5703 31 vámtarifaszám és HR alszám alá tartozó műfű kivételével,
- 61. Árucsoport: kötött vagy hurkolt ruházati cikkek, kellékek és tartozékok,
- 62. Árucsoport: ruházati cikkek, kellékek és tartozékok, a kötöttek vagy hurkoltak kivételével
- 6301 takaró és útitakaró,
- 6302 vámtarifaszám: ágynemű, asztalnemű, testápolási és konyhai textília,
- 6303 vámtarifaszám: függöny (beleértve a drapériát is) és belső vászonroló, ágyfüggöny,
- 6304 vámtarifaszám: más lakástextília, a 9404* vámtarifaszám alá tartozók kivételével,
- 64. Árucsoport: lábbeli, lábszárvédő és hasonló áru (kivéve: lábbelirész)

*a rendelet szerint nem számítanak EPR díjas textilterméknek:

- különböző matracok,
- hálózsák,
- paplan, dunna, vánkos (különböző töltetekkel)
- ágybetét

A lakossági textilhulladék gyűjtése a MOHU szervezésében

- az állami **koncessziót megelőzően** nagyjából **1500 db textilgyűjtő** konténer volt elérhető hazánkban, a **MOHU (MOL Hulladékgazdálkodási Zrt.)** időközben megduplázta ezek számát; a **következő pár évben 6000 db-ra emelik** a konténerállományt
- az új fejlesztésű hazai gyártású, **feltörésbiztos konténerekbe kb. 250 kg textil, ruházati és lábbeli termék/hulladék** helyezhető el, a **MOHU alvállalkozója, a Textrade Kft.** a gyűjtési adatok alapján ütemezi a **bedobott textilhulladék elszállítását**
- a konténerbe szánt **ruhákat, textíliákat nem szükséges előzetesen kimosni**, ugyanakkor a **szennyezett** (olajjal, festékkel, egyéb anyaggal) darabok **ne kerüljenek a gyűjtőkbe**, mert **szennyezhetik** a konténerben lévő **többi hulladékot**, továbbá ezeket már **nem lehet újrahasznosítani**
- a feldolgozás **első lépése a nem odavaló anyagok - pl. műanyag-, fémhulladékok - eltávolítása**
- a bedobott cikkeket **kézzel válogatják**, majd az **állapotuktól függően - a textilhulladékok minősége alapján - osztályozzák**, ennek megfelelően **újrafelhasználják**, más módon **hasznosítják**, ill. végső soron **hőtermelésre** használják
- a **válogatás után a begyűjtött textilhulladékból** mindössze kb. **1 % kerül lerakóba**, a fennmaradó hozzávetőlegesen **99 % anyagában vagy energetikailag hasznosul**



A MOHU textilhulladék gyűjtő konténerei



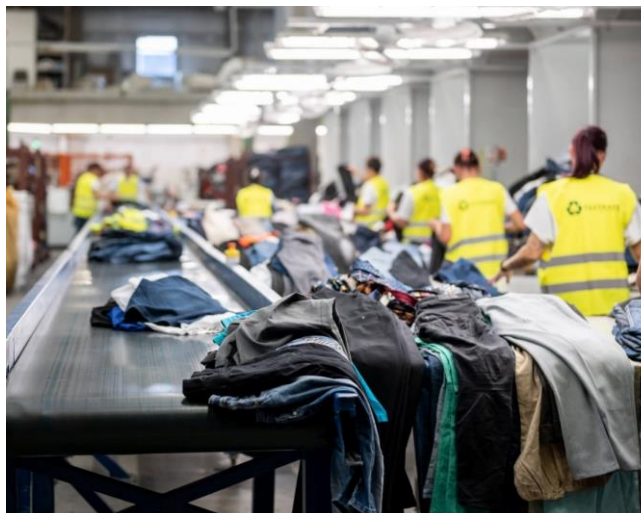
új fejlesztésű **hazai gyártású, feltörésbiztos konténerek kb. 250 kg textilhulladék befogadó képességgel**

2.

**A különböző textilhulladék fajták megjelenési forma, nyersanyagösszetétel,
felületképzés, kikészítés szerint**

A textilhulladék válogatása, hasznosítása

- a **textilhulladék** - beleértve minden lábbeli terméket is - **szervezett begyűjtésével** a **kidobott ruházati- és lakástextil**, ill. cipőtermékek közvetlen a **válogatóba** kerülnek
- a **textilhulladék szelektálás** alapvetően a **textíliák állapotától** függ
- a **jó minőségű ruházati-** és egyéb textiltermékek a **megfelelő kezelés** (mosás, nedves tisztítás, vegytisztítás, esetleg ózonkabinos fertőtlenítés és szagtalanítás) után a **rendeltetésüknek megfelelően** viselésre, **használatra alkalmassá** válik (életciklusuk kitolódva meghosszabbodik)
- az ezt követően **fennmaradó hulladék** sorsát **hasznosíthatósága** dönti el, lehet belőlük egyéb célú **textilgyártási alapanyag** [pl. **másodlagos nyersanyagként** felaprózás (tépés, vágás) után]
- az arra alkalmas textilhulladékokból **géptisztító rongy** lesz
- a **nem újrahasználató** textilhulladék maradványok **energetikai felhasználást** nyernek, nagy fajhőjük alapján az **égetéssel nyert hőmennyiség** hatékonyan felhasználható
- a **bőr lábbelik** (felsőrész és talp) esetében talán az újrahasznosítást kutatva, ún. **rostműbőr** alapanyagként is kipróbálják



Az esetlegesen tisztítást nem igénylő cikkek kezelése újrahasználat előtt

ózonkabin

- az **ózon** (O_3) más kifejezéssel trioxigén gáz, molekulájában lévő **extra oxigénatom kevésbé stabil** mint a kétatomosnál (O_2 - dioxid),
- az ózon **lebontással elpusztítja** a **kellemetlen szagot** okozó **baktériumokat**
- az ózon hatékonyan **sterilizál**



gőzmosógép

- a generátor termelte **gőz molekulák kisebbek** a **víznél** és **hőtartalmuk nagyobb** (rövidebb kezelési idő elég)
- a **dobba befűjt gőz** a textíliát igény szerint csak **50-60 °C-ra melegíti** fel
- a speciális **gőzüzemes** („Steam Refresh”) **10-20 perces** program **szagtalanít**, a **gyűrődéseket mérsékli**



A begyűjtött textilhulladékok sorsa válogatás után (1)

- **újra viselhető ruhák (hasznátruha):** a jó állapotú, **jobb minőségű hordható ruha**, ill. **alkalmas lakástextília** a **hazai turkálókba** vagy **adományboltokba** kerül eladásra, ill. **külföldre exportálják** őket (gyakran fejlődő országokba vagy Kelet-Európába, Afrikába); becslések szerint a **szelektíven gyűjtött ruhák kb. 50–60%-a újrahasználató** eredeti funkciójában, **élettartama meghosszabbodik** és **nem kell helyette újat** gyártani; a **rászorulókhöz** eljuttatott jó állapotú ruhák **takarékossági** és **szociális célt** is szolgálnak



- **ipari törölkendő és tisztítórongy:** a textilhulladékban megjelenő azon termékek közül, amelyek **nem alkalmasak további használatra** (pl. kopottak, foltosak, divatjamúltak vagy anyaguk sérült), ill. **jó nedvszívó képességűek** (pl. pólók, ágyneműk, frottír törölközők stb.) **ipari tisztítórongyként** hasznosíthatók; a feldarabolt tiszta **textileket bálázzák**, majd **ipari üzemeknek, autószervezeteknek** adják el (olaj, gépek törlése); **éves szinten Magyarországon több ezer tonna géptisztító rongy** lesz textilhulladékból



- **szigetelő- és töltőanyagok:** azokat a vegyes és **gyenge minőségű textilek** amelyek **ruhaként** való **újrahasználatra** vagy **rongyként nem** hasznosíthatók **mechanikai úton feldolgozzák** (pl. ledarálják, szálalanyaggá bontják); az így nyert **szálalanyaghalmazt szigetelőanyagként** vagy **tömőanyagként** alkalmazzák (pl. hang- és hőszigetelő panelek, filcek, épületek szigetelésére, gépek zajcsillapítására); számos **bútoripari termékben** (kanapé, belső kárpit) van ilyen **újrahasznosított textilréteg**; a **darált textilanyag töltet** céljára alkalmas (pl. boxzsákokban, hangszigetelő függönyökben, házszigetelő paplanok stb.)



A begyűjtött textilhulladékok sorsa válogatás után (2)

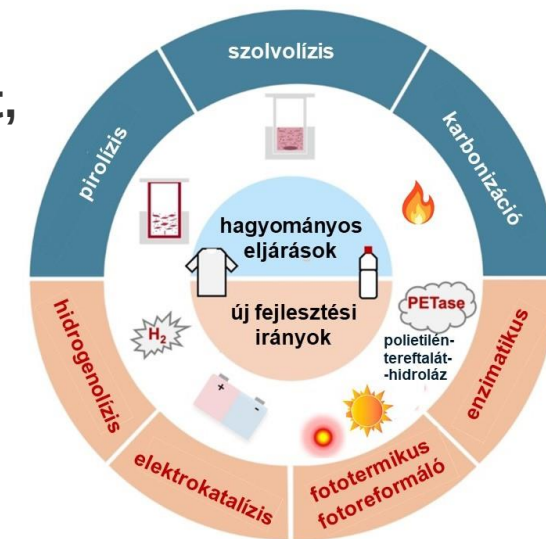
- **takarók, törőrongyok, egyéb újrapiplanok:** a használhatatlan textilekből durvább szövésű termékeket készülhetnek, pl. újrahasznosított takarók vagy pokrócok ipari vagy állattartási célra, ill. ilyen pokrócokkal csomagolnak törékeny árut védve a szállításnál



- **energetikai hasznosítás (égetés):** vannak textilhulladékok, amelyek sem termékként, sem anyagukban nem hasznosíthatók (pl. nagyon rossz állapotú vegyes anyagú termékek, vagy szennyezett textilek); ezeket a kommunális hulladékégetőben, vagy ipari kemencékben, a textil darálékot cementgyárakban égetik el (tüzelőanyag-kiegészítő)



- **újrahasznosítás (textil-úratextil):** a kidobott textiltermékekből új árukat lehetne gyártani, mint visszabontott alapanyagok felhasználásával (globálisan is a textilnek csak alig 1%-ából lesz új termék); probléma a sokféle szálanyag jelenléte (pl. pamut, poliészter, elasztán stb. keverék) ezért nehéz visszabontani őket tiszta alapanyaggá; kémiai újrahasznosítási kísérletek folynak, pl. a szintetikus anyagok alappolimerré bontásával); egyelőre marad az említett downcycling (visszaminősített hasznosítás)



A textilhulladék főbb válogatott frakciói



textilhulladék
begyűjtés

műanyag, fém eltávolítás

válogatás kézzel

termékként
újrahasznosítható

?

tisztítás



fertőtlenítés



O₃

„újr textil”
hasznosítás

kémiaailag
visszabontott
alapanyagokból

! (globálisan 1 %-ból
lesz új késztermék)



másodlagos textil
nyersanyag

tépés, vágás

darálás

pl. tűzőtnemez
előállítás



géptisztító
rongy

kiszerezés

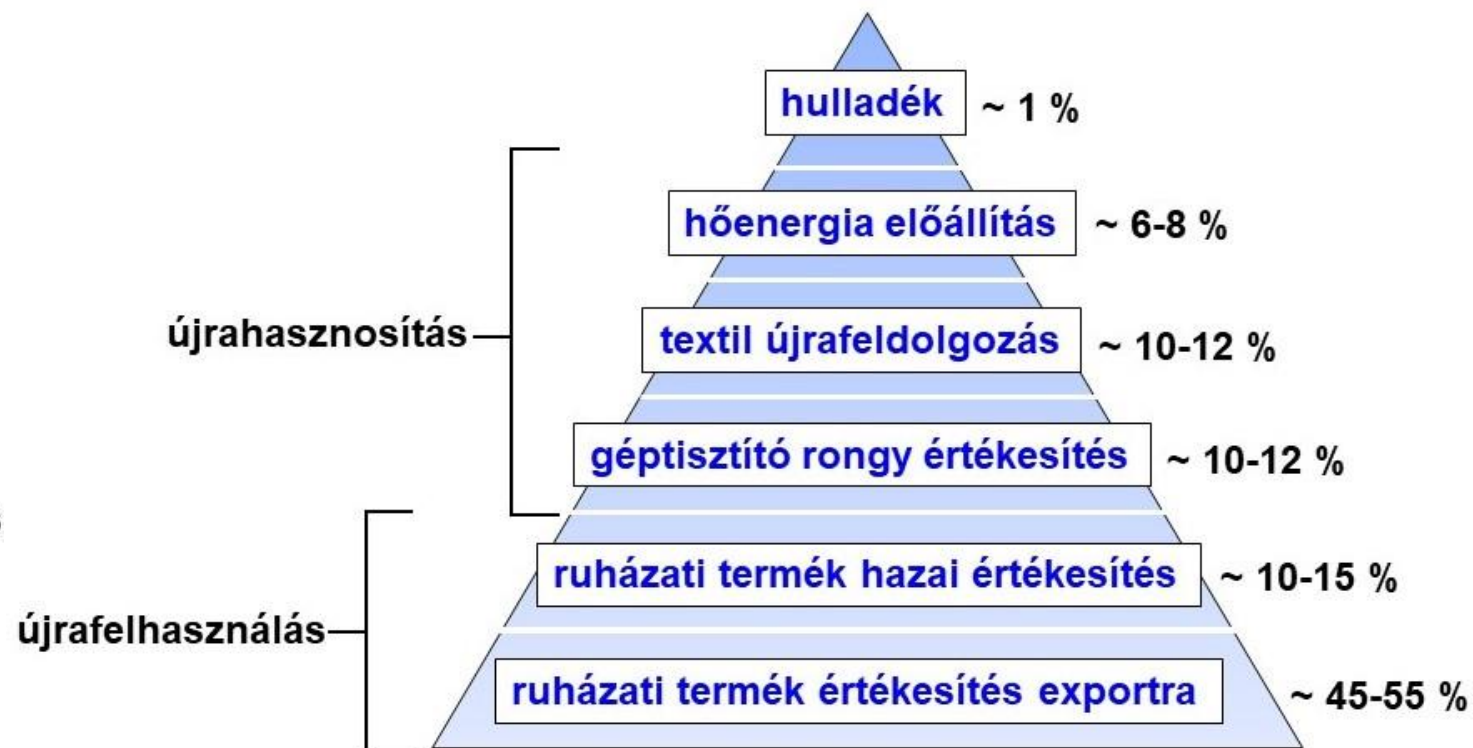


hőenergia
nyerés

égetés



Használt ruházat hazai hasznosítása



kül*- és belföldi használt ruházat hazai hasznosítása

*a nagy kapacitású hazai textilhulladék feldolgozók számára nincs elegendő mennyiségű magyar hulladékanyag, ezért termelésükhöz importot is igénybe vesznek

Európai Parlament és a Tanács 1007/2011/EU rendelete szerinti szálanyagok (1)

Természetes eredetű szálanyagok

- a **növényi** eredetű szálanyagok csoporton belül **közismert** a
 - **pamut** (magszál), → 
 - **háncsrostok** közül a **len**, **valódi kender** (a Cannabis sativa szárából), **juta**, **rami**,
 - **levél** (szerkezeti) **rostok** közül a **manila-kender** (Musa textilis), **szizál** (Agave sisalana növény),
 - **gyümölcsrostként** a **kókusz** (Cocos nucifera diójából származó) rost → 

- a **növényi** eredetű szálanyagok közé tartoznak még
 - **kapok** (Ceiba pentandra terméséből származó) magszál, → 
 - **seprűzanót** (Cytisus scoparius, ill. Spartium Junceum ágából nyert) rost, → 
 - **henequen**, mexikói szizál (Agave Fourcroydes növényből származó) rost
 - **indiai kender** (Cotilaria juncea) rost,
 - **agávé** (Agave Cantala) rost,
 - **alfafű** (Stipa tenacissima) levélrost → 

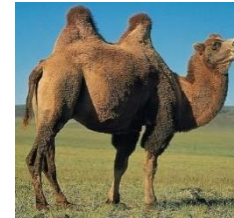
Európai Parlament és a Tanács 1007/2011/EU rendelete szerinti szálasanyagok (2)

Természetes eredetű szálasanyagok

- az **állati** természetes szálak:
 - **gyapjú, bárány**



- **alpaka, láma, kasmír, teve**



- **moher, angóra, vikunya, jak, guanakó, kasgóra, hód, vidra**



az elnevezés után a „gyapjú” vagy „szőr” szó feltüntetésével vagy anélkül

- **állati szőr** vagy **lőszőr**, az állatfajta megadásával vagy anélkül (pl. marhaszőr, házi kecskeszőr, lőszőr)
- a **selyem** kifejezés kizárólag a „**selyemfonal-kibocsátó rovar gubójából nyert**” nyersanyag esetén (pl. tenyésztett hernyóselyem, vadselymek) alkalmazható (**végtelen mesterséges szálak elnevezésénél tilos használni**)



Európai Parlament és a Tanács 1007/2011/EU rendelete szerinti szálasanyagok (3)

Természetes-alapú mesterséges szálak

- **viszkóz** tüntetendő fel a klasszikus eljárással (átmeneti xantogenálás) készített regenerált-cellulóz szálaknál
- az **acetát*** elnevezés a cellulóz-diacetátnál (legalább 74 % és maximum 92 % alatti acetilezés esetén), **triacetát** a legalább 92 %-os észteresítési fokú cellulóz-triacetátnál használandó
- **rézoxid-szál** (kupro) elnevezéssel szerepeltetendő a rézoxid-ammóniákos oldáson alapuló regenerált cellulóz szálasanyag
- **modál** kifejezés vonatkozik a nagy szakítóerejű- ill. nedves modulusú regenerált cellulóz szálakra (pl. a **polinózikus** szálakként is ismert módosított viszkóz)
- **lyocell** elnevezéssel jelölendő az oldással és szerves-oldószeres szálképzéssel-, melléktermék képződés nélküli módszerrel előállított regenerált-cellulózszál
- **alginát** elnevezés illeti a az alginsav fémsóiból előállított szálasanyagokat
- **fehérjeszál** megnevezés alkalmazandó a természetes fehérjékből készített regenerált és stabilizált szálak esetében



* megjegyzés: **nem regenerált, hanem cellulózalapú mesterségeszál**

Európai Parlament és a Tanács 1007/2011/EU rendelete

Szintetikus eredetű vegyiszálak (1)

(polimerek)

- **akril** megnevezés a legalább 85 %-ban poli-akrilnitrilt tartalmazó-, **modakril** az 50-85 %-os poli-akrilnitril alapanyagú szálakra vonatkozik,
- **elasztán** tüntetendő fel a legalább 85 %-ban poliuretánt tartalmazó - eredeti hosszának legalább 3-szorosára megnyúló-, tehermentesítés után eredeti hosszára visszaalakuló “gumi-rugalmas” - szálak esetén (pl. a **Lycra**, **Dorlastan**, stb. mint **márkanévek** nem szerepeltethetők),
- **elasztodién** elnevezés alkalmazandó az olyan elasztikus szálak esetében, amelyek természetes- vagy szintetikus poli-izoprénből épülnek fel, tengelyirányú húzóerőre háromszoros mértékű rugalmas nyúlással reagálnak (tehermentesítés után azonnal visszaalakul a kiindulási hossz),
- **poliamid** vagy **nejlon** kifejezés alkalmazandó a legalább 85 %-ban alifás (nyílt szénláncú)-, vagy ciklo (gyűrűs)-alifás részhez kapcsolódó amid-kötésekből álló láncmolekulákból képzett szálanyagok esetében,
- **poliészter** alkalmazandó, ha a lineáris láncmolekulák legalább 85 %-ban diol és tereftálsav észterei,
- **polilaktid** legalább 85 %-ban természetes cukrokból származó tejsavészter a momomer (135 °C olvadásponttal)
- **vinilszálként** szerepeltetendő a különböző acetilezettségű polivinilalkoholból felépülő szálanyag; **trivinil** elnevezéssel illetendők a három különböző vinilmonomerből felépülő olyan szálak, amelyeknél egyik összetevő sem haladja meg az 50 %-os tömeghatárt

Európai Parlament és a Tanács 1007/2011/EU rendelete

Szintetikus eredetű vegyiszálak (2)

(polimerek)

- **fluorszál** megnevezés használandó a nyíltláncú fluor-karbon monomerekből felépülő textil-nyersanyagok esetén,
- **poliuretán** - a lineáris láncmolekula ismétlődő funkcionális uretáncsoportokat tartalmaz
- **polietilén** - alifás szénhidrogénekből (nem helyettesített) telített lineáris makromolekulákból álló szál
- **polipropilén** - telített alifás szénhidrogénekből felépülő, minden második szénatomjához kötődő izotaktikus metilcsoportot tartalmazó makromolekulák
- **poliklorid** - 50 %-ban vinilkloridot vagy vinilidén-kloridot tartalmazó monomerekből felépülő láncmolekulák alkotják
- **melamin** - 85 %-ban keresztkötéseket tartalmazó, melamin-származékokból felépülő makromolekulák alkotják
- **poliimid** - ismétlődő imid-egységeket tartalmazó, lineáris láncmolekulákból épül fel
- **polikarbamid** - lineáris makromolekulákból felépülő szál, amelynek láncja ismétlődően karbamidilén (NH-CO-NH) funkciós csoportot tartalmaz

Európai Parlament és a Tanács rendelete

Szintetikus eredetű vegyiszálak (3)

[polimerek (kivételek az üvegszál)]

- **elaszto-multiészter** - két vagy többféle, lineáris makromolekula (amelyek egyike sem haladja meg a 85 %-ot) kölcsönhatása által létrehozott szál, amelyben az észtercsoport a meghatározó (legalább 85 %), eredeti hosszának másfélszeresére kinyújtva, majd elengedve, rövid idő alatt visszanyeri eredeti hosszát
- **elasztolefin** - legalább 95 %-ban részben keresztkötéseket tartalmazó makromolekulákból álló, etilénből és legalább egy másik olefinből képzett szál, amely eredeti hosszának másfélszeresére kinyújtva, majd elengedve rövid idő alatt visszanyeri eredeti hosszát
- **aramid** – (aromás poliamid) a gyűrűs részhez döntően (85 %-ban) kapcsolódó amid- és részben imid-kötésű vegyülete részekből felépülő nagymolekulájú-anyagok, amelyekben az imidkötések száma nem haladja meg az amidkötéseket

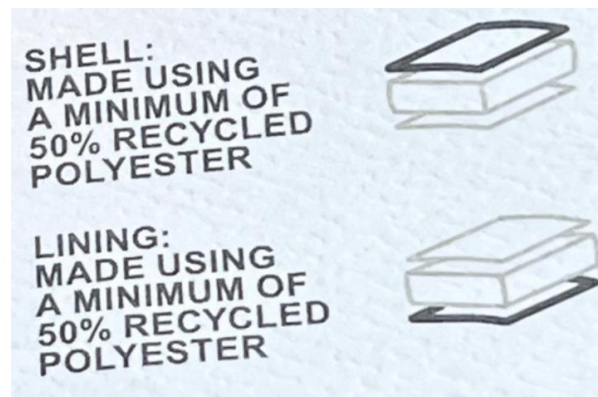
-
- **üvegszál*** - üvegből képzett szervetlen mesterséges szál

**megjegyzés: nem nagymolekulás anyag, döntően szilícium-dioxidból áll, típustól függően különböző mértékben tartalmaz alumínium-, kalcium-, magnézium-, bór-, nátrium-, kálium-oxidokat is*

- **egyéb fel nem sorolt szálak elnevezése** annak az anyagnak megfelelően, amelyből a szálak összetevődnek, pl. **fém** (fémes, fémezett) stb.

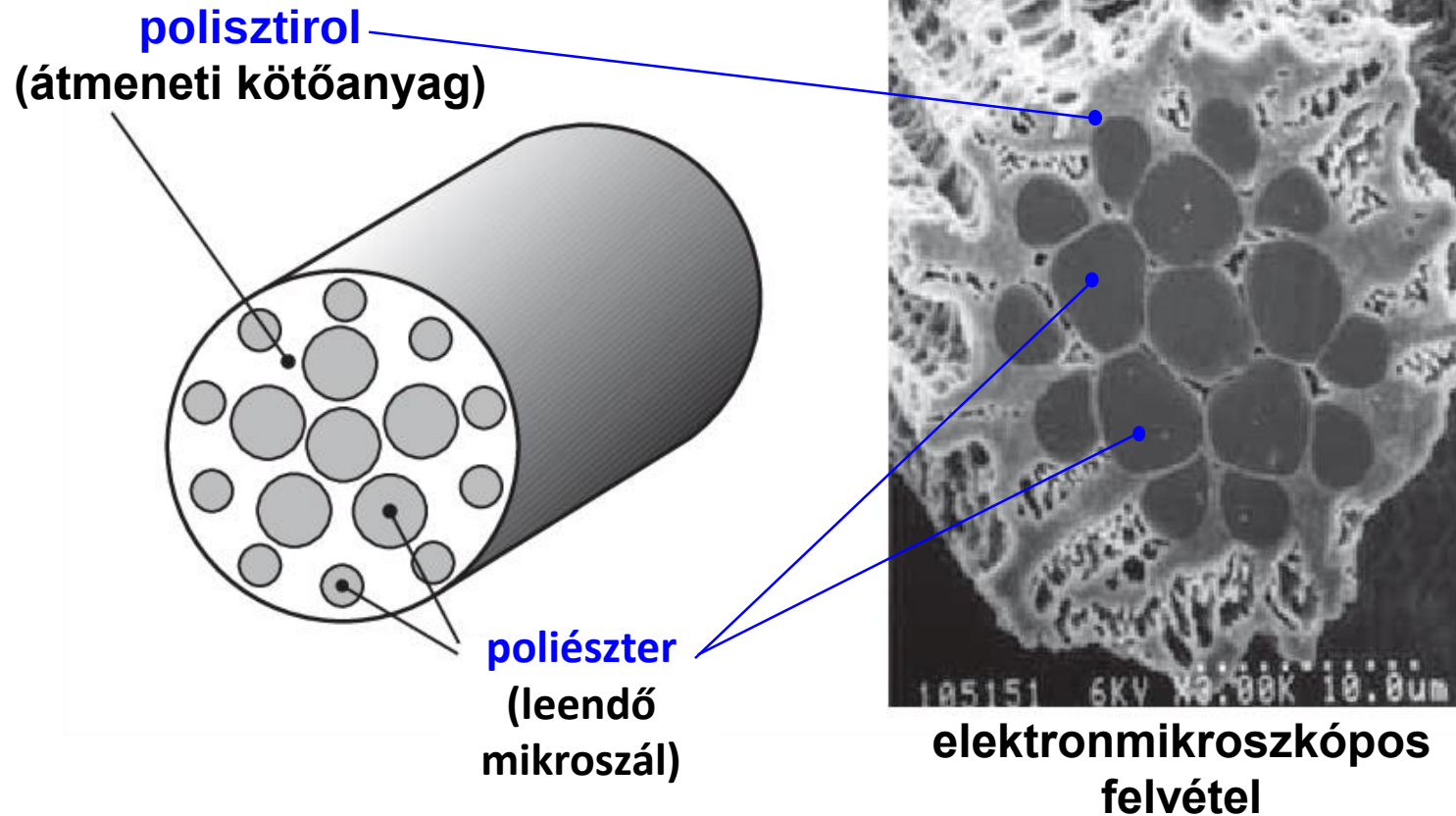
Az újrahasznosított szálak feltüntetése a nyersanyagösszetétel megadásánál

- az újrahasznosított szálakat a címkézés során **egyelőre nem kötelező külön megjelölni** az 1007/2011/EU rendelet értelmében, a **szálösszetételt szóban forgó szál(ak)** megnevezésével az I. mellékletben felsorolt egy vagy **több szálnévvel** kell közölni, pl. „**poliészter**”
- a rendelet szerint **nem kötelező** az „**újrahasznosított**” kifejezés használata, de a **rendelet lehetővé teszi a gyártók számára**, hogy ezt az **információt megadják** - ha kívánják -, feltéve, hogy az **nem félrevezető** vagy **megettévesztő** a fogyasztó számára
- ha a gyártó ilyen **információt** kíván megadni, akkor azt **külön kell feltüntetni**, pl. **újrahasznosított poliészter** [**rPET** (recycled **P**oly**e**thylene **T**erephthalate), azaz újrahasznosított poliészter]



borítókelve:
100 % poliészter, minimum
50 % újrahasznosított poliészter
bélés:
100 % poliészter, minimum
50 % újrahasznosított poliészter

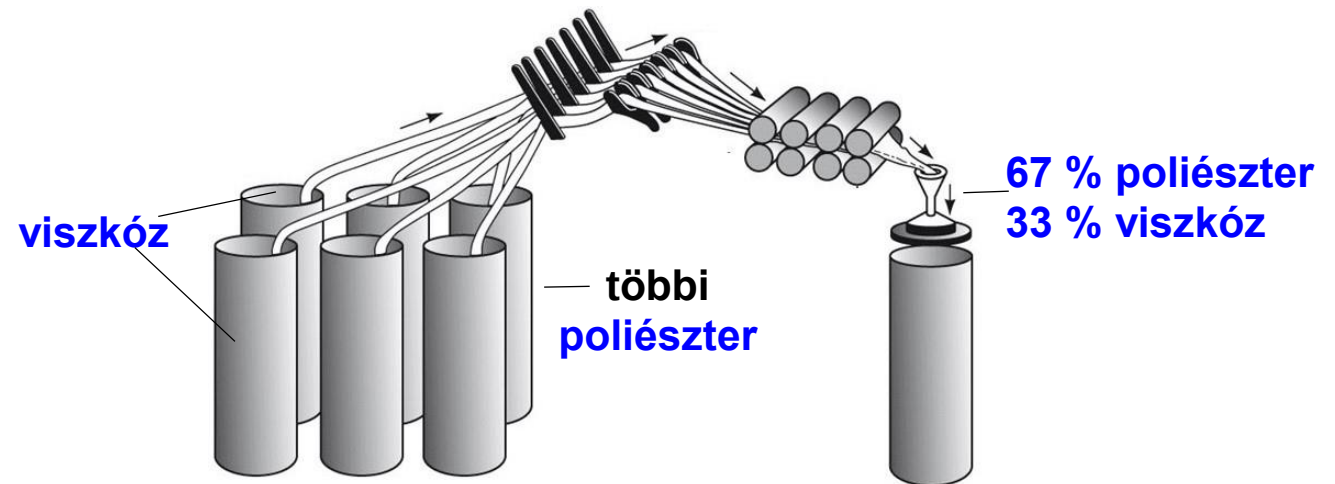
Bikomponens módszerű mikroszál előállítás a „szigetek a tengerben” eljárással



mikroszál: **1 dtex-nél finomabb** mesterséges szál, azaz
10.000 m szál 1 g-nál kisebb tömegű

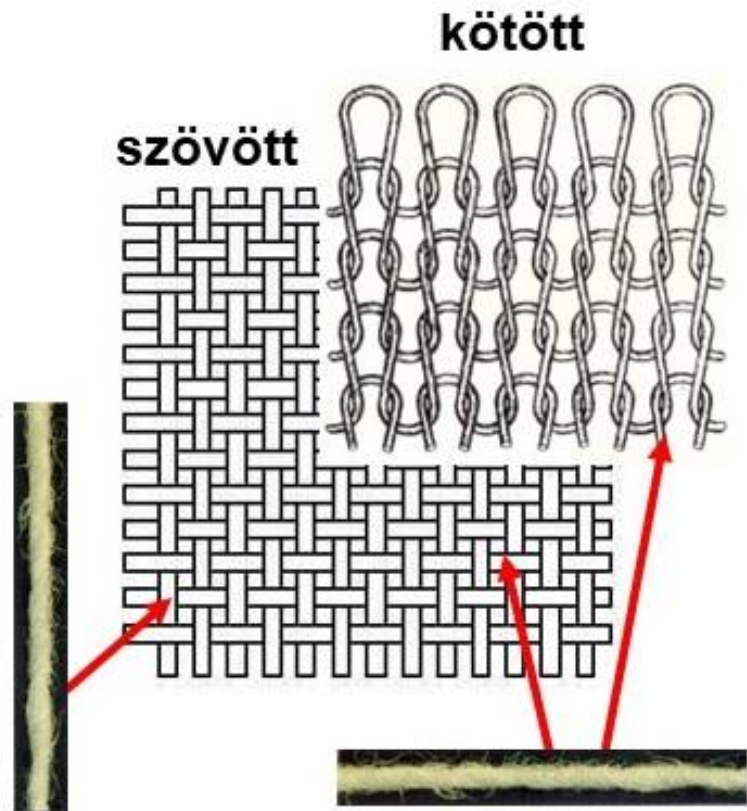
Jellegzetes szálkeverékek (1)

- a **különböző szálanyagok keverék** formájában számos textil- és ruházati termékben jelen vannak ennek célja a **kedvezőbb ruházatfiziológiai** tulajdonságok, **könnyű kezelhetőség** elérése, ill. akár **gazdaságossági** szempont is
- elterjedtek az ún., amelynél a kelmét felépítő **fonalak mindegyike** az adott **eltérő tulajdonságú szálanyagokat** tartalmazza az **előírt arányban**, pl. **65 % poliészter és 35 % pamut**; **50 % poliészter és 50 % pamut**; **67 % poliészter és 33 % viszkóz**; **55 % gyapjú és 45 % viszkóz**; **55 % akril és 45 % gyapjú**; **48 % poliészter, 35 % poliamid; 17 % elasztán**; **40 % lyocell, 28 % modál, 17 % pamut 12 % elasztomultiészter és 3 % elasztán** stb. szerepel a **bevarrt szalagcímken**
- a **textilhulladékok** között **jellemző szálkeverék anyagok** megjelenése



intim szálkeverékek képzés fonodai nyújtásnál

Jellegzetes szálkeverékek (2)



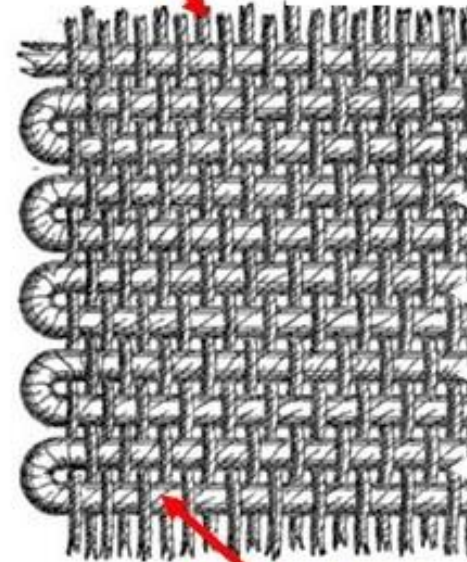
valamennyi fonal pl.
65 % poliészter,
35 % pamut szálat tartalmaz

intim-szálkeverék

100 % pamut

láncfonal

szövetrészlet



100 % len

vetülékfonal

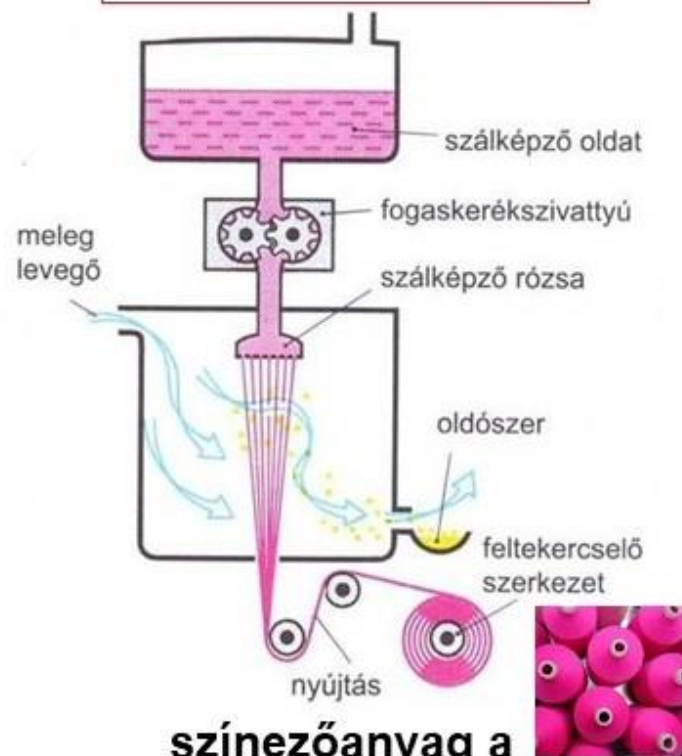
összetétel: **60 % len** és **40 % pamut**

fél-len szövet szerkezete

Színes textil előállítási lehetőségei

szálgyártó-ipar

csak szintetikusszál
esetén



színezőanyag a
szálgyártáskor
kerül a szálképző
„masszába”

**színes
szintetikusszál**

kelmeképzés

textilipar

bármilyen szintelen
természetes és
mesterséges szál,
fonal

laza
szál



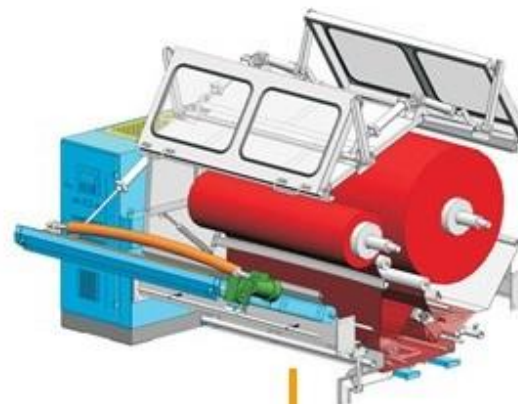
fonal



színes fonal

kelmeképzés

bármilyen szintelen
természetes és
mesterséges szálból
készült fehér kelme



színes kelme

ide tartoznak a színezőberendezések

Különböző készütségi fokú textilanyagok színezése



Különböző módon színezett textíliák

- mind a **ruházati**, mind a **lakástextil** cikkek és **egyéb textíliák** esetében meghatározó a **színes jelleg**
- lehetnek **egyszínűek**, **helyi színezéssel mintázottak** (színnyomás, digitális mintázás), vagy **különböző színű fonalakból szövött** vagy **kötött** textíliák
- amennyiben ezekből **szálrabontott másodlagos nyersanyagot** képeznek, úgy az előállított textílfelületek **külsőképe kevésbé alakítható, kívánt színhatás és homogén megjelenés nem**, vagy esetleg **többletműveletekkel is korlátozott hatás érhető el**



uni színezett



tarkánszőtt

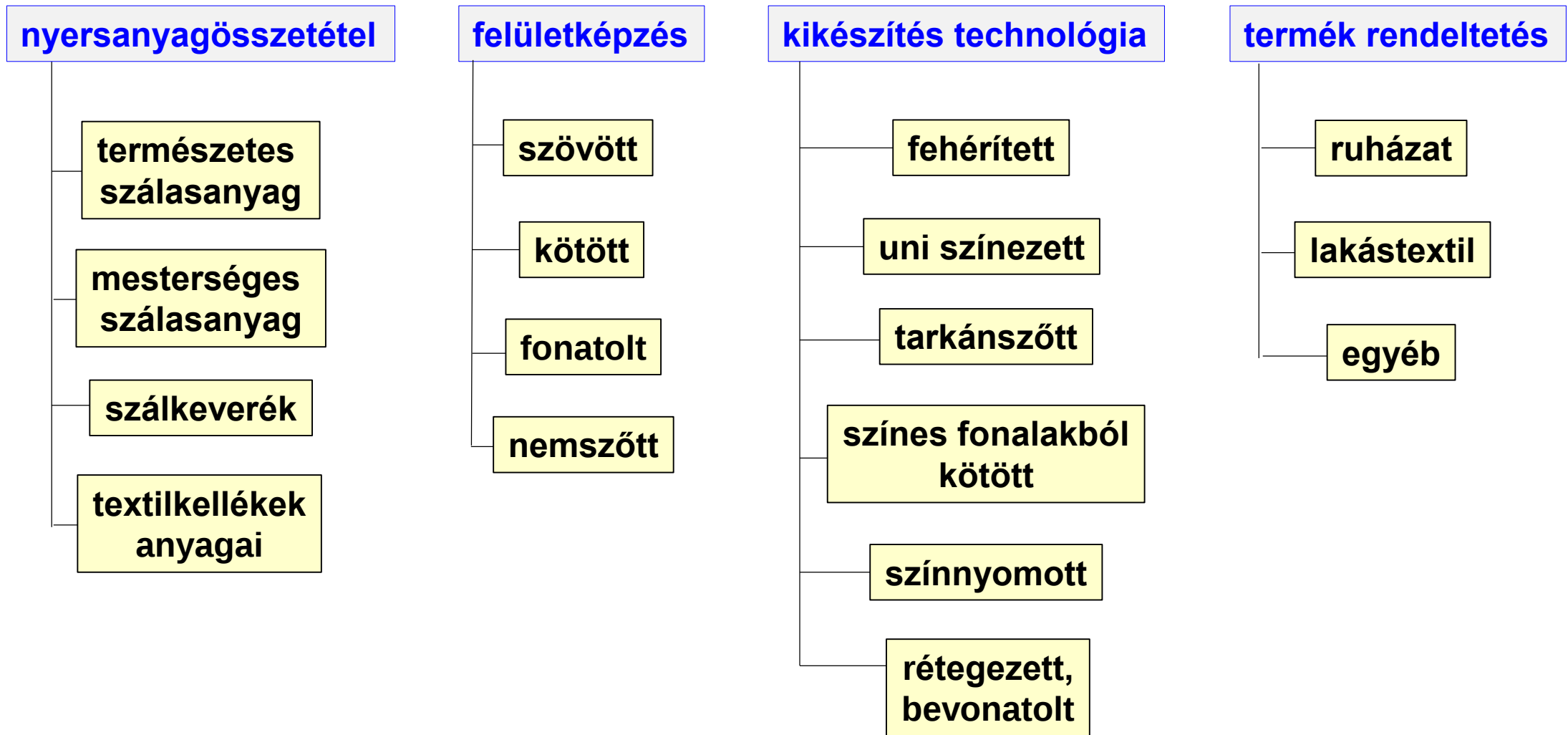


színes fonalakból kötött



színnyomott

A textilhulladékok fajtái textilszakmai szempontok szerint



3. A textilhulladék hasznosításának lehetőségei

A főbb hazai textilhulladék hasznosító vállalkozások

• Textrade Kft. – Székesfehérvár



évi 40 000 tonna* használt ruha begyűjtését, feldolgozását, válogatását (több, mint 400 kategóriába sorolva) végzik a technológia során a ruhák 70–80 %-a ismételten ruhaként hasznosul, 15–20% géprongyként, kárpitos termékként kerül felhasználásra, 5%-a cementgyári erőműbe kerül elégetésre (termikus hasznosítás) és csupán 1%-a hulladéklerakóba

*import használsruha begyűjtéssel is



• Temafor Kft. – Kunszentmiklós



évi 4-5 ezer tonna kapacitással textilhasznosítási technológiával rendelkeznek, tevékenységi körükbe tartozik a másodnyersanyagokból nemszőtt textíliák gyártása, többek között agrotextília, bútorigipari alapanyagok, töltetek, ipari törlőkendők, nemezek készítése



• Tesa Kft. – Mohács



évi 2,5 ezer tonna textilhasznosítási kapacitású vállalkozás, a textiliparban keletkező hulladékokból vágó- és tépőgépekkel állítanak elő többek között ipari vattákat, lovaspályákon használt taposóréteg alapanyagot



A textilhulladék hasznosítása

alapvető környezetvédelmi tevékenység, amely a **hulladék mennyiségének csökkentését** és az **erőforrások fenntartható használatát** célozzák:

- **újrafeldolgozás** (recycling): olyan **ipari folyamat**, amely során a **hulladékot** (pl. textil) **anyagában dolgozzák fel**, hogy **másodlagos nyersanyagot** állítsanak elő belőle, amiből **új termék** készül; pl. **tűzött nemezek** készítése **szigetelőanyagnak**, **aprított textilanyag töltet** céljára stb.



- **újrahasznosítás** (szélesebb értelemben): gyakran **összefoglaló kifejezésként** használják, amely magában foglalja az **anyagok újrahasználatát**, pl. **használt ruha értékesítés** stb.



- **értéknövelő újrahasznosítás** (upcycling) olyan **kreatív folyamat**, amely során a **kiselejtezett anyagokból**, **hulladékanyagokból** az eredetnél **magasabb értékű**, **minőségű** vagy **funkciójú új terméket** hoznak létre; pl. egy **régi farmernadrágból** **új szoknyát** vagy **táskát** készítenek stb.

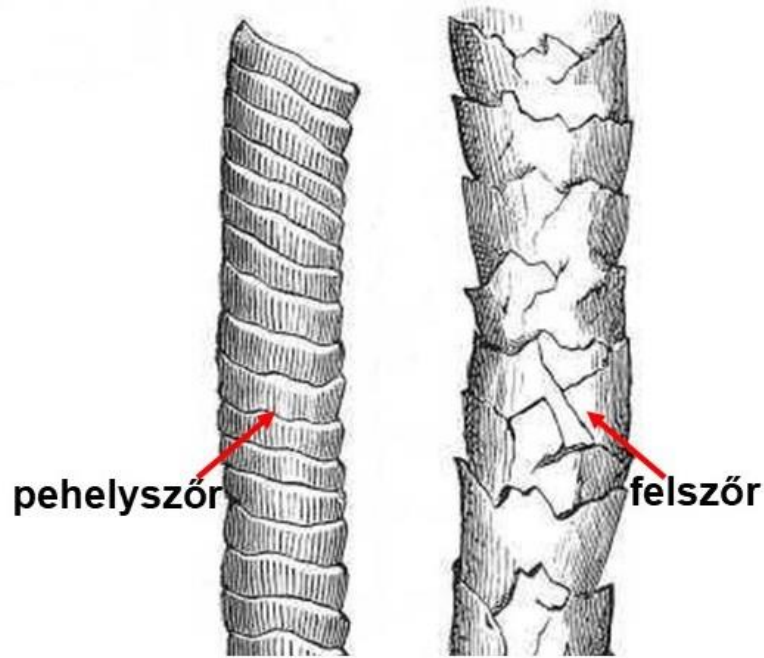


4.

A textilhulladék mechanikai hasznosítására példák

A tépettgyapjú mint másodlagos nyersanyag

- a **gyapjú** annyira értékes nyersanyag, hogy a tiszta gyapjú **szövethulladékok, rongyok feltépésével** jó minőségű **nyersanyag** nyerhető (régóta alkalmazzák)
- a **tépéses szálnerő** művelet előtt a **gyapjúhulladékokat tisztítják**, esetleg **fertőtlenítik**, majd igény szerint **színre válogatják** (a varratokat, szegélyeket külön választják), az ilyen alapanyagot **tépett-, vagy ógyapjú** névvel jelölik, főként **kártolt termékek** előállítására hasznosítják



jellegzetes
gyapjúsálak



vágó-, tépőgép

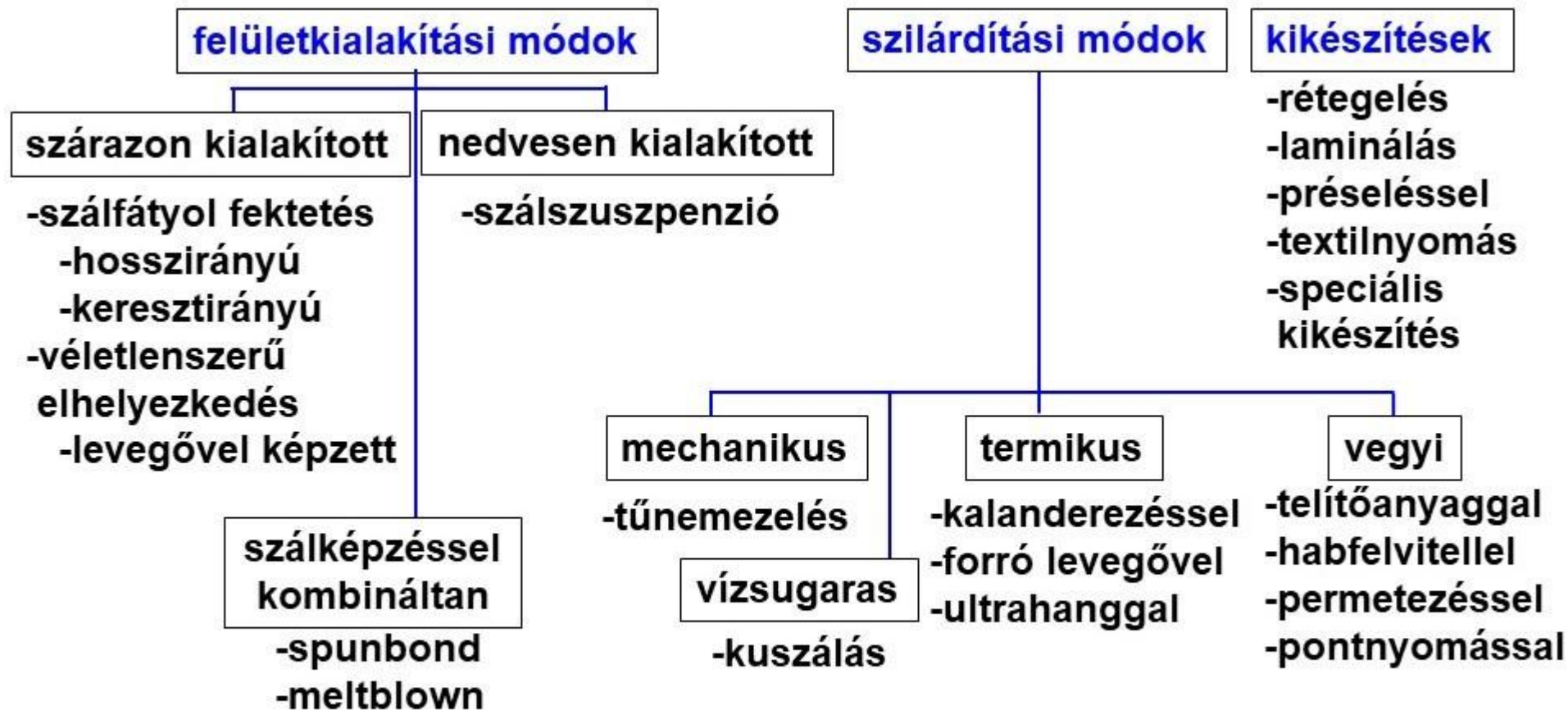


tépett gyapjú

Jellegzetes mechanikai textilhulladék hasznosítás a nemszőttkelme előállítás

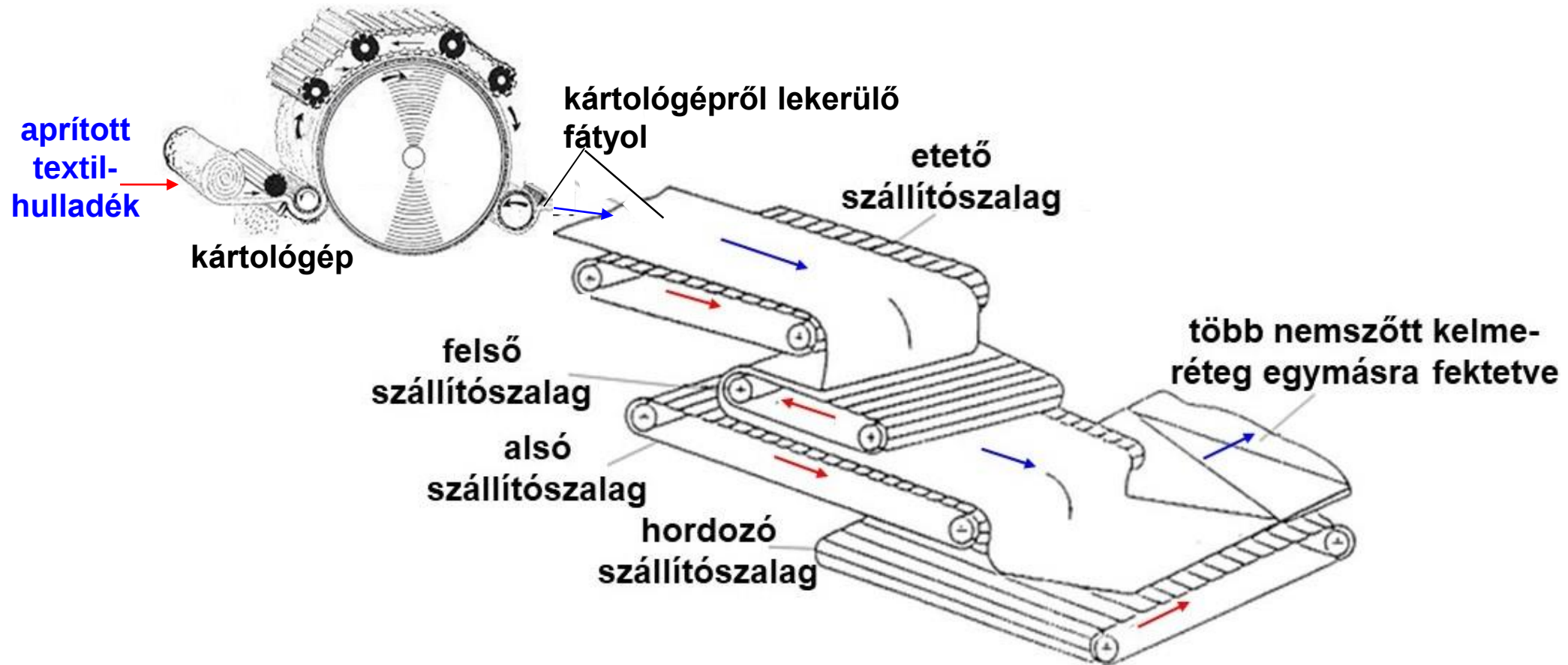
nemszött kelmék fajtái a az EN ISO 9092:1988 szerint

„A nemszött kelme szabályos (irányított) vagy véletlen helyzetű vágott- ill. végtelenszálakból képzett lapszerű termék (textilfelület), amelyben a szálak súrlódásos, kohéziós, valamint adhéziós (esetleg ezek kombinált) jellegű kapcsolata biztosítja a megfelelő szilárdságot”



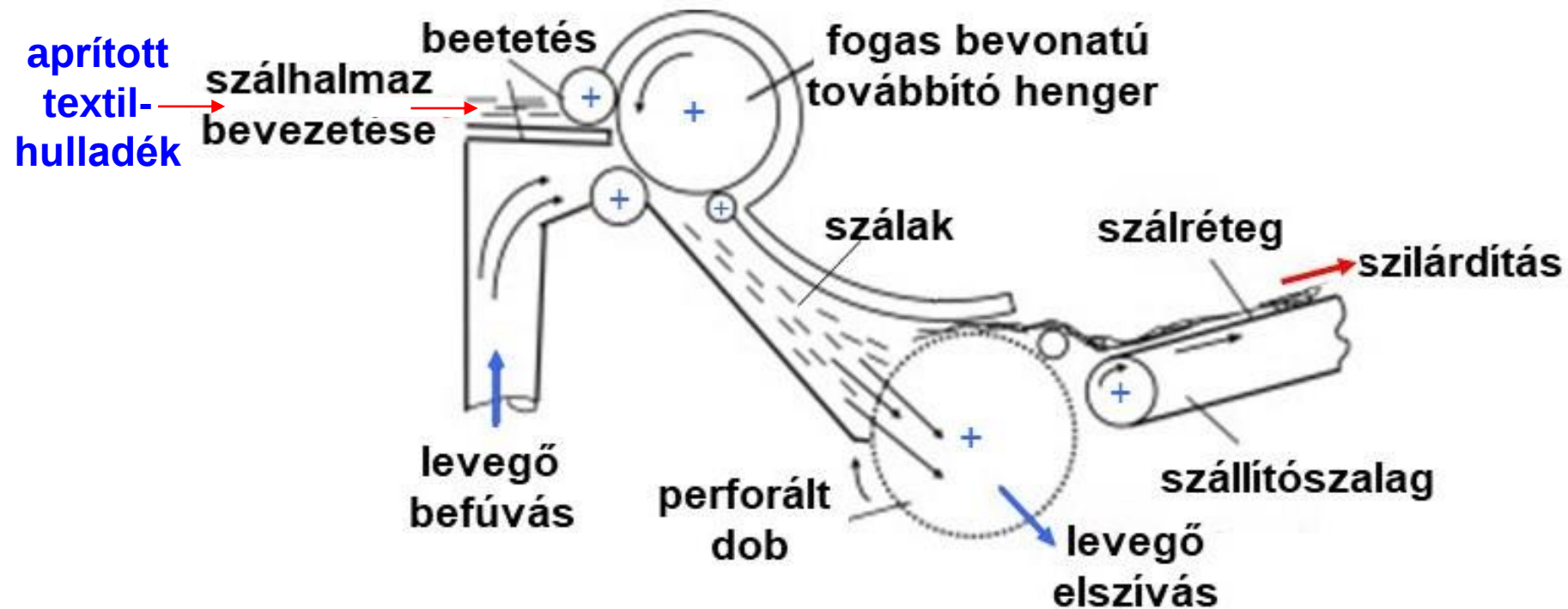
Szálfátyol jellegű lapképzés kártolással

- a **szárazon** történő, aránylag **irányított szálhalmaz** formájában megvalósuló felületképzés egyik módszere a **fonodai előkészítőműveletek** során alkalmazott **kártolás**
- ennek során a **kártológép egymással szembenálló bevonatai** segítségével lehet kialakítani a tovább feldolgozásra alkalmas **szálfátylat**
- kialakított **szálrétegből többet helyeznek egymásra** a nemszőtt kelme gyártáshoz



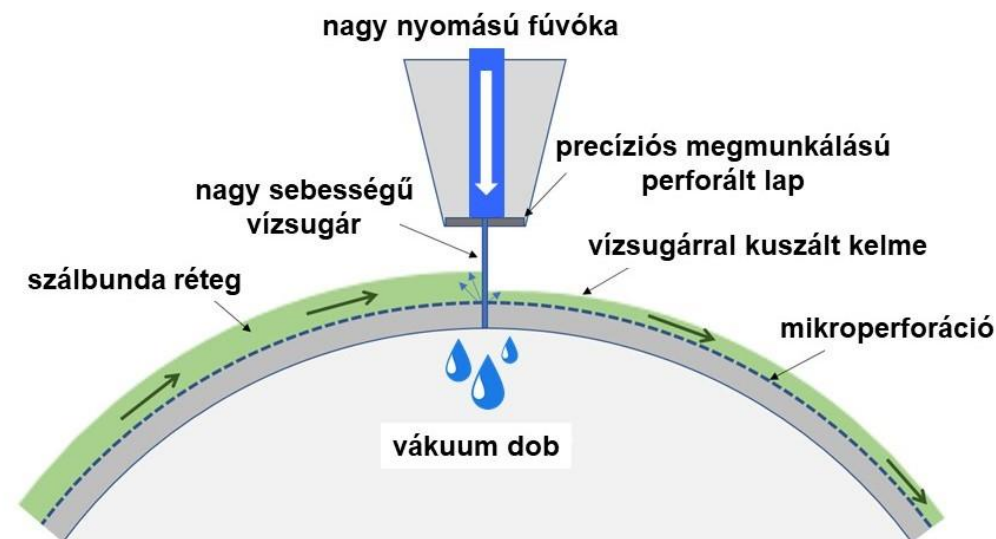
Légárammal képzett szálfátyol/bunda

- a véletlenszerű szálelhelyezkedést eredményező, légáramláson alapuló eljárásnál megszívott perforált dob felületén, vagy hálós szerkezetű hevederen szétterülő szálhalmazból alakul ki a lapszerű réteg



További textilipari mechanikus újrahasznosítási lehetőségek

- a **poliészter hulladékok** (textilgyártási maradványok, ruhaipari szabászati belső hulladékok; életciklus végét követően összegyűjtött ruházati és egyéb textiltermékek) aránylag egyszerűbb hasznosítására nyílik lehetőség a **nemszőtt-kelmék** gyártásánál
- egyik típusuk **szálfátyolból**, vagy **szálbundából** készül; a lapszerű textilyanyagú hulladékot ún. **farkasoló-tépőgépen szálakra szedik** szét, majd a **kártológépeken** közel **párhuzamos helyzetű szálakból álló fátlyat** képeznek; a **fátlyat több rétegben keresztezve** egymásra helyezik, így alakul ki a szálbunda; a leválasztott szálréteg alkotja a bunda alapanyagot
- a készülő textilyfelületen belüli **szálak között kötőanyaggal**, vagy **hőkezeléssel** (olvasztás-szerű lágyítással) érik el a szilárdítást a vegyi módszer esetén
- **mechanikus szilárdítás** másik módszere során **vékony, nagy nyomású vízsugarakat bocsátanak** a textilyrétegre, így a **szálak vastagság irányban kuszálódva tömörítik, szilárdítják** a nemszött-kelmét
- a mechanikus szilárdítás a **szálak közötti súrlódás fokozásával** történik; pl. a **tűnemezeléssel**, a **vastagság irányban tömörítve** a **szálrendszert** (a következő dián)



a vízsugaras kuszálással szilárdított kelme előállítása

Tűnemezelt nemszőttkelme képzés

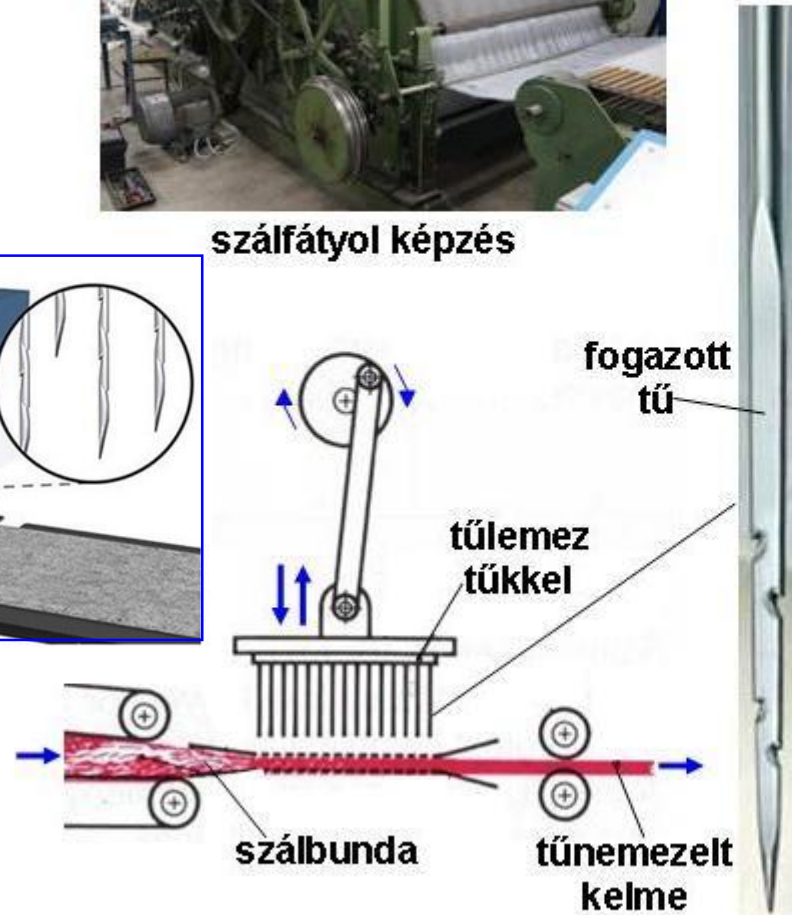
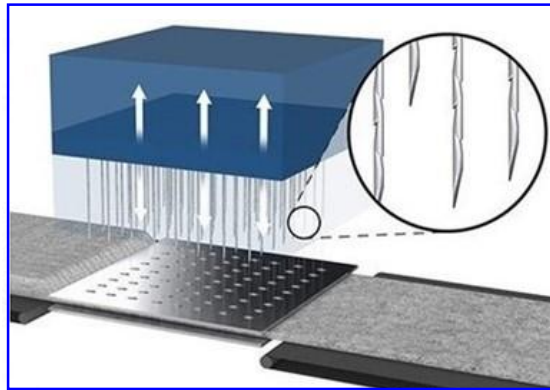
pl. **sima szálfelülettel** rendelkező természetes- és mesterséges **alapanyagok** hasznosítása során



szálfátyol képzés



szálbunda



tűzött nemez

nagyszámú speciális kialakítású **fogazott tűt** szúrnak keresztül a **szálrétegen**, amelyek a **visszahúzásnál** szálakat/pászmákat húznak magukkal

Aprított textilhulladék hasznosítása

- a textiliparban keletkező hulladékokból **vágó-, tépő és darálógépekkel** állítanak elő többek között **ipari vattákat, lovaspályákon** használt **taposóréteg** alapanyagot



- a **100%-ban szintetikus aprított** nemszőtt textíliát és **tépett, vágott szintetikus szál** tartalmú **adalékanyag** kedvező hatást eredményez a **lovaspálya taposó réteg homokjába** keverve; a szálszerkezete következtében nagy **mennyiségű vizet képes megkötni**, sok csapadék esetén **nem képződnek pocsolyák, sárfoltok**, és **eső után** szinte **azonnal használható** a pálya; **száraz időben** az elraktározott víz **megakadályozza a porképződést**

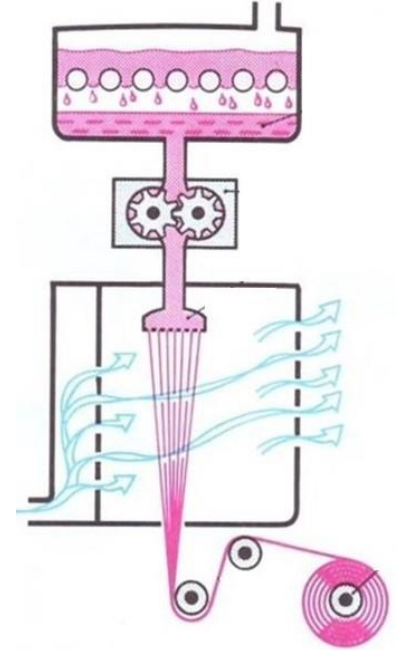


alkalmazás a lovaspálya taposó rétegében

Olvadékból történő újrahasznosítás

- az **anyagból** (PET-palackok, textíliák) megfelelő **előkészítés** és **olvasztás** után **rPET szál** állítanak elő [rPET (recycled Polyethylene Terephthalate), azaz újrahasznosított poliészter]
- az **olvadékból történő újrahasznosítás folyamata**

- **gyűjtés és válogatás**: a használt PET-palackokat vagy textíliákat **összegyűjtik**, **megtisztítják** a szennyeződések eltávolítása érdekében, és **színre válogatják**
- **aprítás**: a tisztított műanyagot **apró pelyhekre** szedik szét
- **olvasztás és extrudálás**: a pelyheket **megolvasztják**, és apró, egyenletes pelletekké vagy **darabokká** alakítják
- **szálképzés**: a darabokat **újra megolvasztják** és a **szálképző-fejek**en keresztül átpréselik, így **új poliészter szálakat** hoznak létre.
- **texturálás**: a szálakat **terjedelmesítik** (hullámosítják) és **fonallá** alakítják



- **főbb jellemzők és korlátok**

- **előny**: a kémiai újrahasznosításhoz viszonyítva az **olvadék újrahasznosítása egyszerűbb**, **bevéltabb** és **költséghatékonyabb** módszer
- **hátrány**:
 - **minőségromlás**: a mechanikus újrahasznosítás **részben lebontja a polimer láncokat**, idővel **csökkenthet a szilárdság**, gyakran **új (eredeti) poliészterrel való keverés** szükséges
 - **szennyeződési kockázatok**: a fizikai folyamat következtében a **szennyeződések**, pl. **színezékek, bevonatok** vagy **adalékanyagok maradhatnak** a szálanyagban

5.

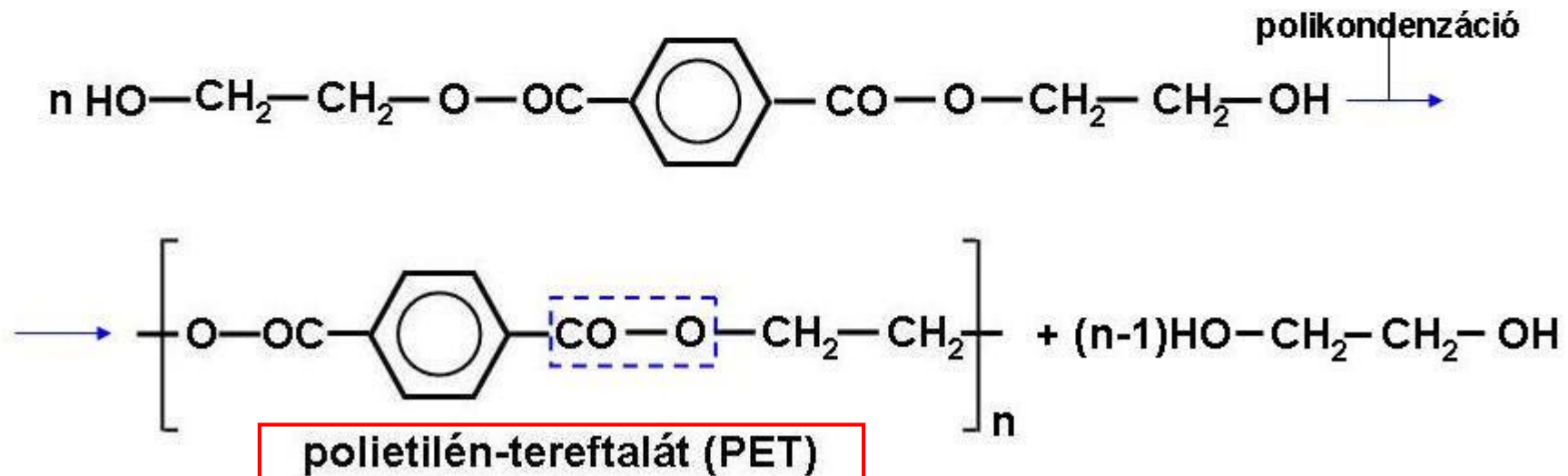
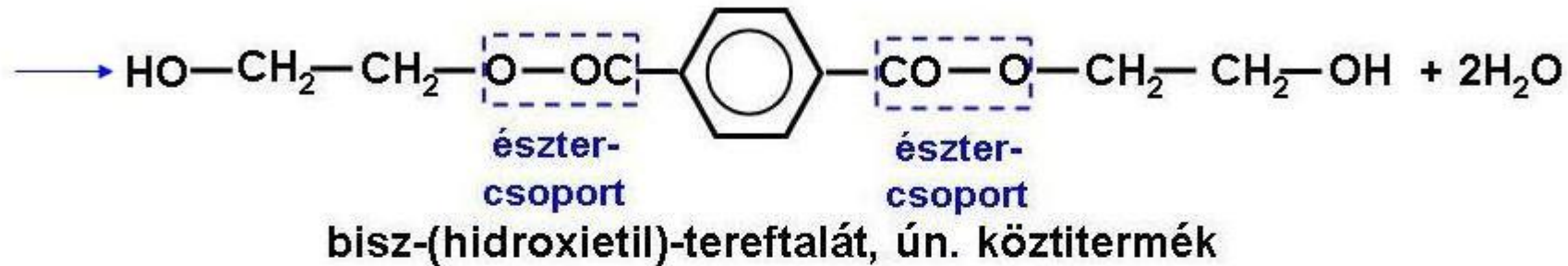
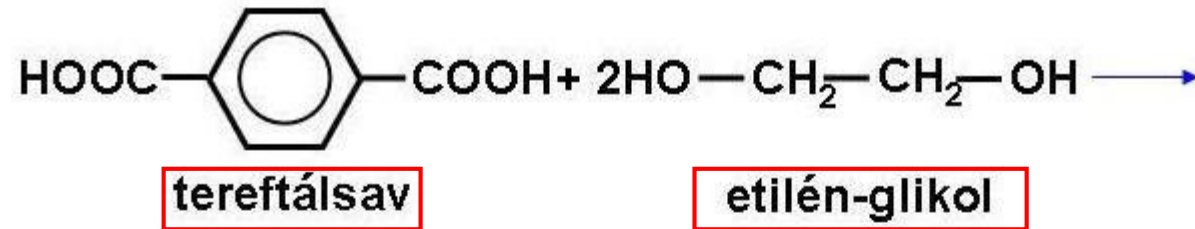
**Az új előállítású poliészter műanyag és szálanyag gyártási folyamata
(emlékeztető)**

Az új előállítású poliészter képzése

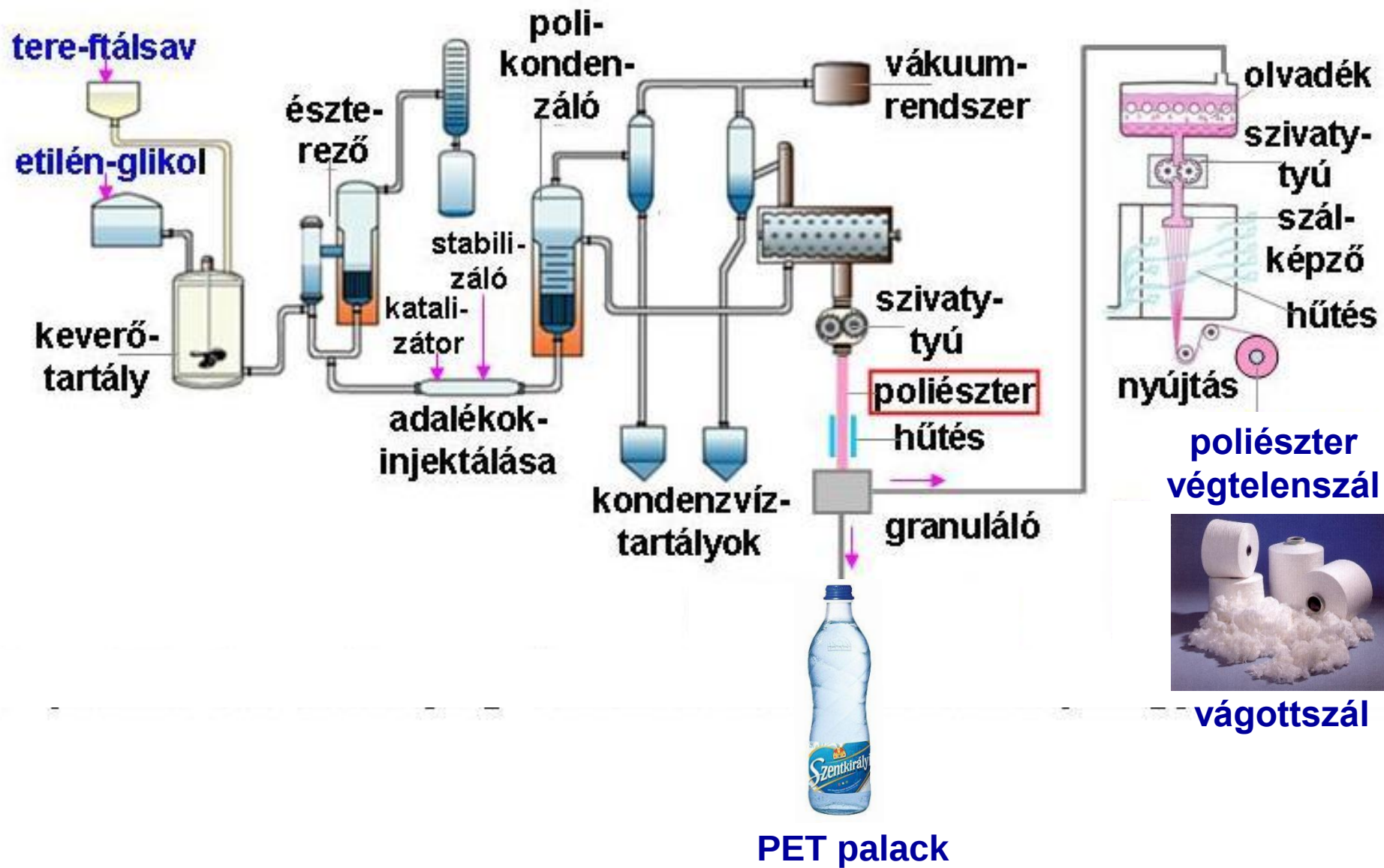
- polietilén-tereftalátot **tereftálsavból**, pontosabban dimetil-észteréből és **dietilén-glikolból** állítják elő
- az alapvegyületekből **kétlépéses polikondenzációval** alakul ki a polimer - először a **tereftálsav-dimetil-észtert katalizátor** jelenlétében etilén-glikollal melegítik; szűrési tisztítás után, vákuumban 280 °C-on játszódik le a **polikondenzációs polimerképző** reakció, **antimon-oxid** (Sb_2O_3) **katalizálásával**
- az így előállított polietilén-tereftalát **ömledéket lehűtik és granulálják**
- a tiszta PET **amorf polimer**, de **képes kristályosodni** gócképzők, ill. hőkezelés hatására; a nagymolekulájú anyag 72 °C-ra melegítve a **ridegből nagyrugalmasságú, kristályos fázisú szemipoláris polimerré** alakul
- ilyen állapotban a **láncmolekulák nyújthatók**, egymás mellé **rendezhetők** egy- vagy két irányban; az **egyirányú orientáció** alapja a **textilipari szálanyag** előállítása, a **két irányba rendezett** polimerből pedig pl. **PET palack**, vagy **film** készülhet 
- a **szálgyártáshoz** a polimert **megolvasztják kb. 260 °C-on**, majd **olvasztótárcsás** berendezéssel történik a szálképzés; a **végtelen** még **vastagabb ágakból álló szálfolymot** végül **100-150 %-ra nyújtják**



A PET típusú poliészter előállításának kémiája

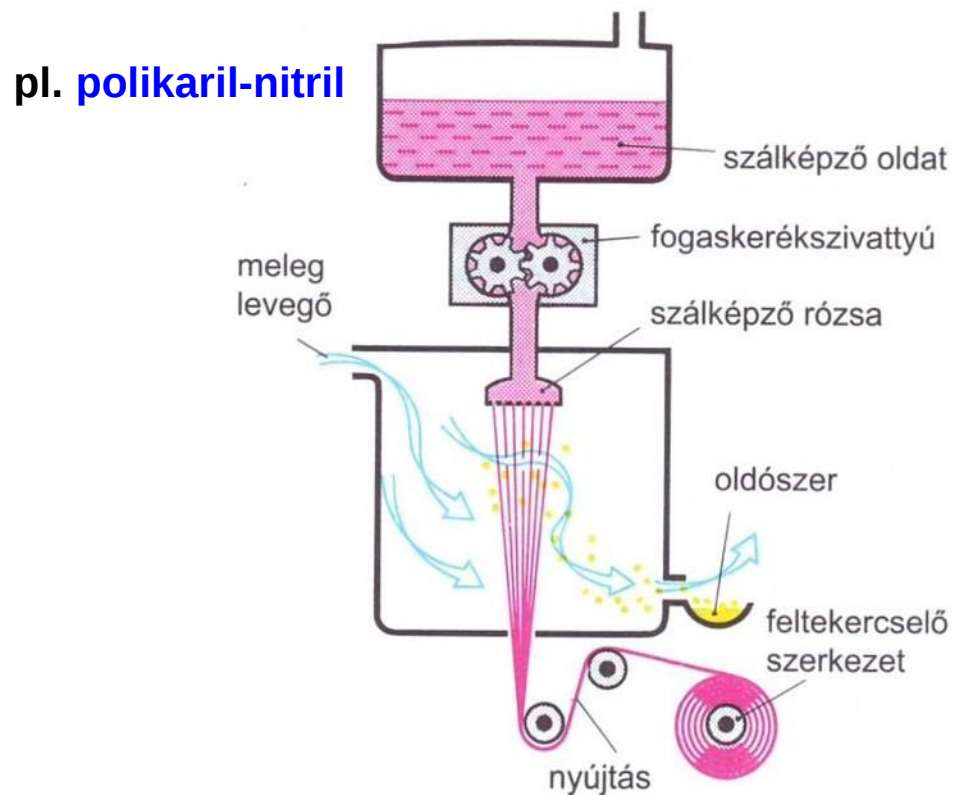


Az új előállítású poliészter műanyag és szál képzése

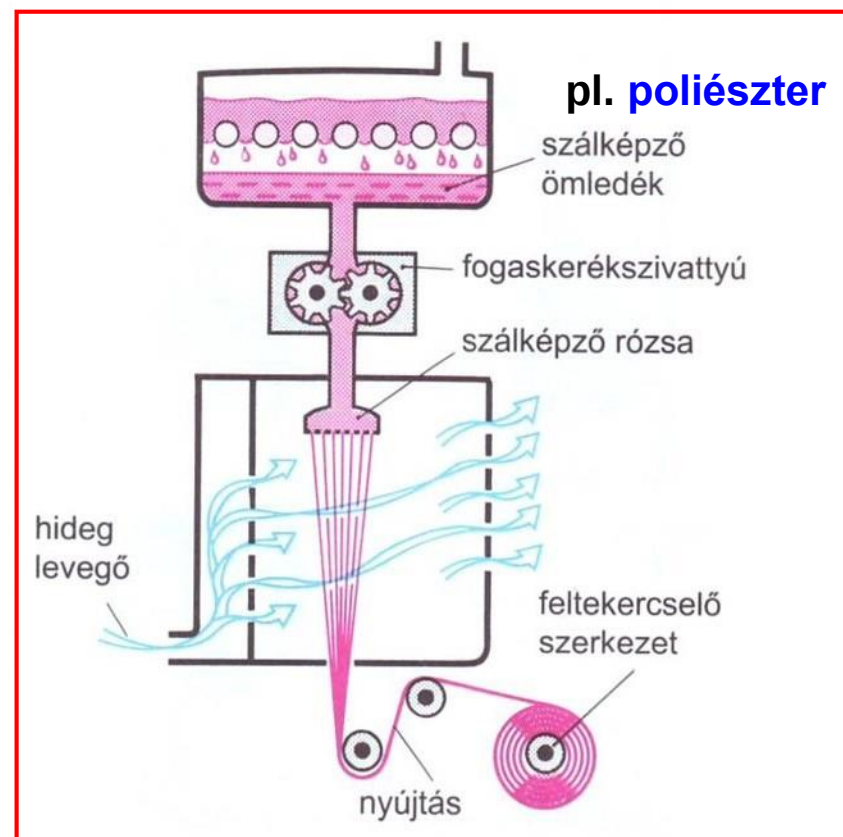


A szintetikus mesterséges szálak előállításának általános elve

- a szintetikus mesterséges szál előállításához mindig valamilyen **nagymolekulájú anyagra** (polimerre) van szükség, amit **szintetizálással** (pl. kőolajból) képeznek
- a **szilárd halmazállapotú** nagymolekulájú anyagból **folyékony szálképző masszát** kell kialakítani, ez történhet **ömlesztéssel** (termoplasztikus anyagból), ill. **oldással** (ha nem olvasható)



szálképzés **oldott polimerből**,
megfelelő oldószerrel folyékony
halmazállapot kialakítás, majd a
képződött **szálak szilárdulása**

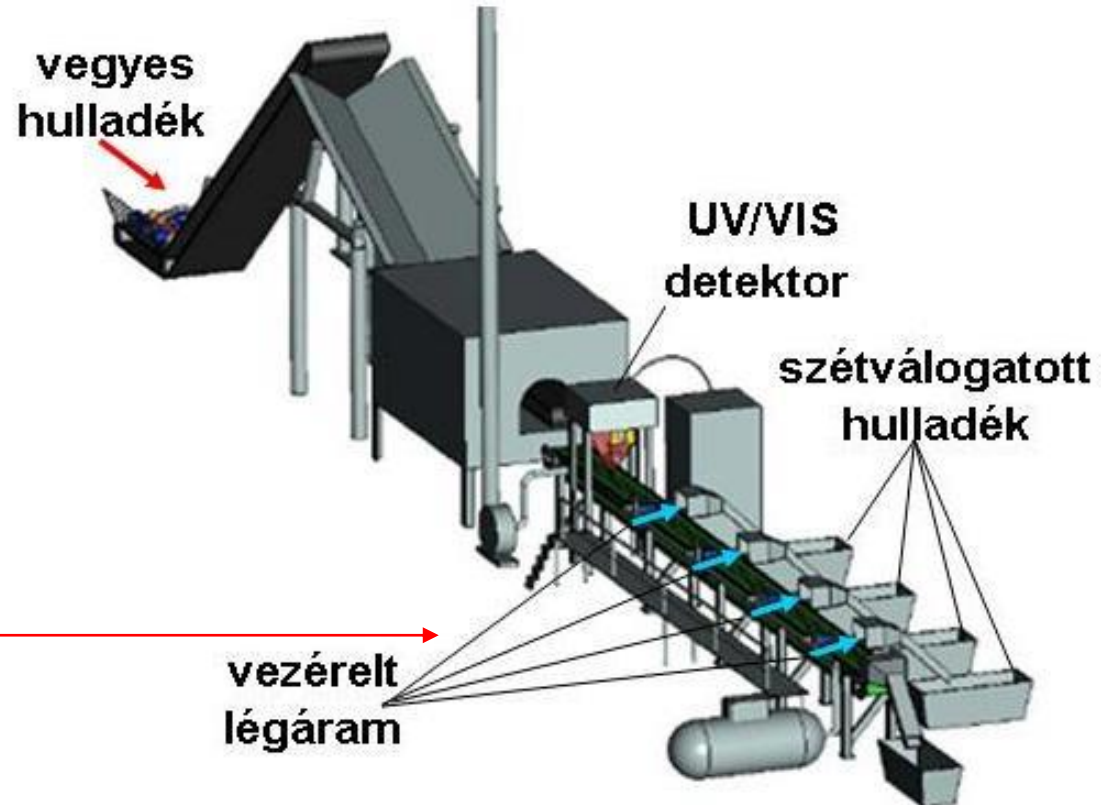
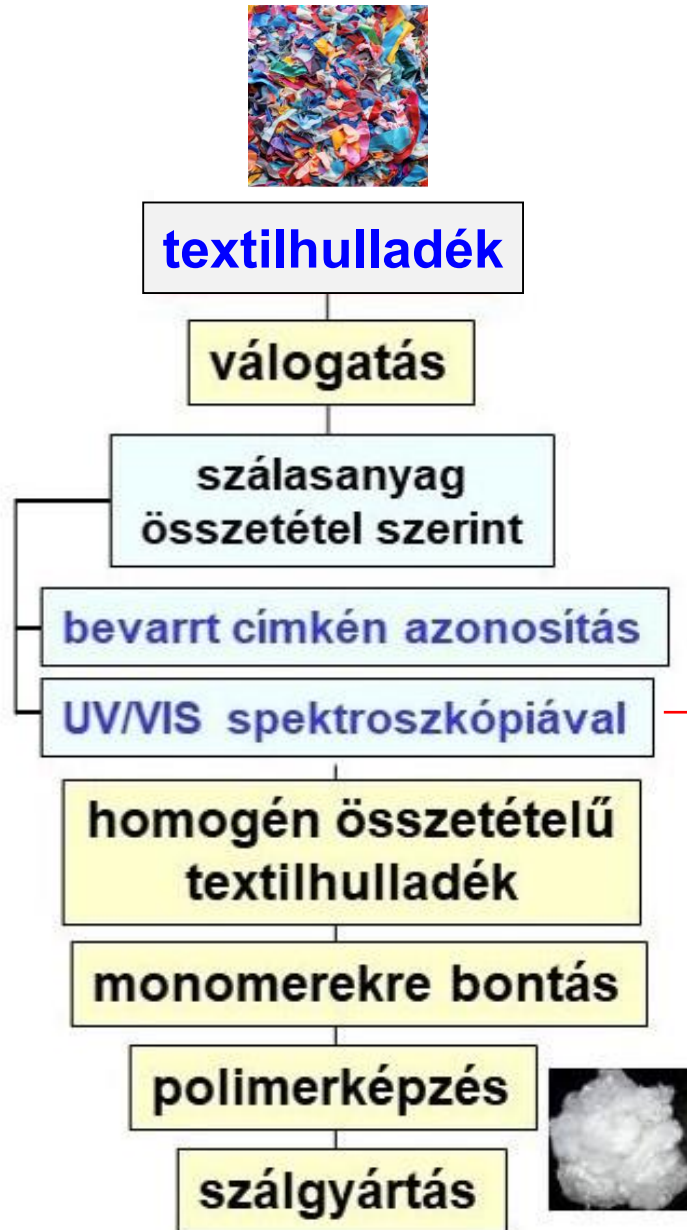


szálképzés **ömlesztett polimerből**,
az **olvasztással** folyékonnyá tett
polimerből képzett szálak
szilárdítása hideg levegővel

6.

**A textilhulladék kémiai lebontása „újratextil” céljára
(pl. poliészter esetén)**

A PET textilhulladék kémiai lebontása



- az **automatizált azonosító eljárásoknál** a hulladék aprítása utáni szitálás során az elválasztásra módot ad a **sűrűség szerinti osztályozódás a levegőáramban**; komplex **spektrofotometriás elosztási technológiák** is rendelkezésre állnak

A polietilén-tereftalát (PET) típusú poliészter kémiai lebontása

a PET-et felépítő láncmolekulák kisebb egységekké, ill.
akár monomerekké bomlanak le:

szolvolízis

az oldószer végzi a lebontást, víz, sav,
alkoholok, esetleg aminok segítségével

pirolízis

oxigénmentes környezetben,
általában 350–600 °C között
(a polimert kisebb részekre tördeli)

ammonolízis

koncentrált ammóniával

metanolízis

metanollal

hidrolízis

nátronlúggal magas hőmérsékleten
és túlnyomáson

glikolízis

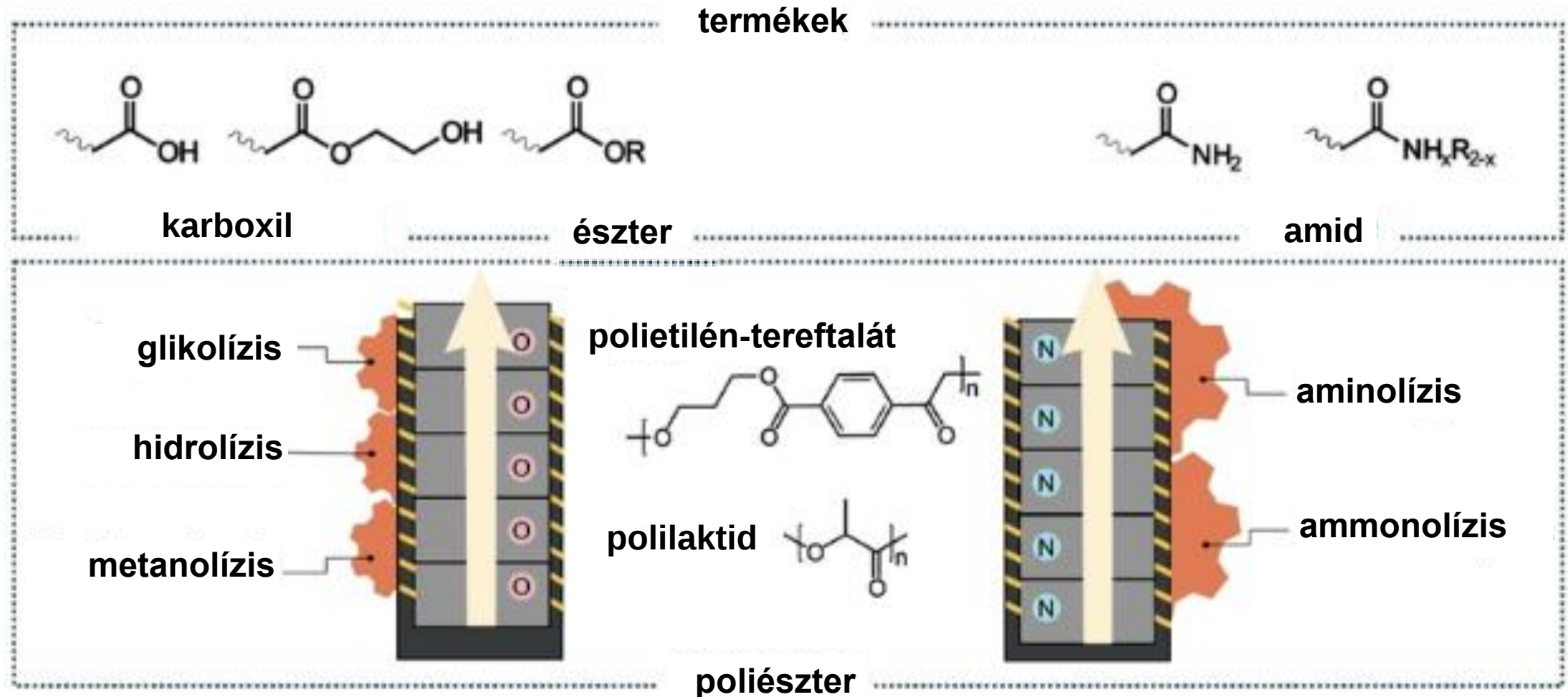
glikolokkal

- a nem teljes lebontásig végzett glikolízissel ún. **poliészter-poliolok** állíthatók elő, ezek többek között a **poliuretán, műgyanták, textil-lágyítók** előállítására használhatók

- a **szálgyártásnál** keletkező **rossz minőségű termékek**, poliészter hulladékok **nem használhatók** fel újra a **szálképzési folyamatban**, ezekből is **poliészter-poliolokat** készítenek



A poliészter kémiai lebontása



- a **poliészter szolvolízise** során a **glikolízis** és a **metanolízis** a poliészter **észterre** alakítását, a hidrolízis a poliészter **karbonsavvá** alakítását biztosítja
- az **aminolízis** és **ammonolízis** olyan **kémiai újrahasznosítási** folyamat, amely **ammónia segítségével depolimerizálja a poliésztert**, így **diamidok** (pl. tereftalamid) és **diolok** képződnek

A poliészter kémiai újrahasznosításával kapcsolatos problémák (1)

- a különböző **visszabontások** során a poliészter **monomerekké depolimerizálják**, majd ezeket a **monomereket tisztítják** és mintegy új poliészterre **polimerizálják**

- **előnyök:**

- **megfelelő minőségű**, elvileg a korszerűbb eljárásokkal az **eredeti poliészterrel egyenértékű rPET-et** állítható elő (többször megismételhető a kémiai újrahasznosítás)
- a **kevert, színezett és szennyezett alapanyagok** is kezelhetők

- **kockázatok:**

- **vegyi anyagokat** használnak, például metanolt és glikolt stb.
- a folyamat **illékony szerves vegyületeket (VOC)** bocsát ki
- **katalizátormaradványokkal** vagy **szennyeződésekkel** kell számolni, ha a tisztítás nem megfelelő

- **kémiai kockázatok kezelése a poliészter újrahasznosításában** (minden szakaszban kezelni kell a kockázatokat)

- **gyakori szennyező anyagok az alapanyagokban:**

- **színezékek és pigmentek**
- **bevonatok és lágyítók**
- **korlátozott anyagok**, mint pl. a **PFAS** (per- és polifluorozott vegyületek), **biszfénolok, nehézfémek és ftalátok** előfordulása
- **oldószerek és VOC-k: metanol, toluol, DMF** (dimetil-formamid), **DMSO** (dimetil-szulfoxid)

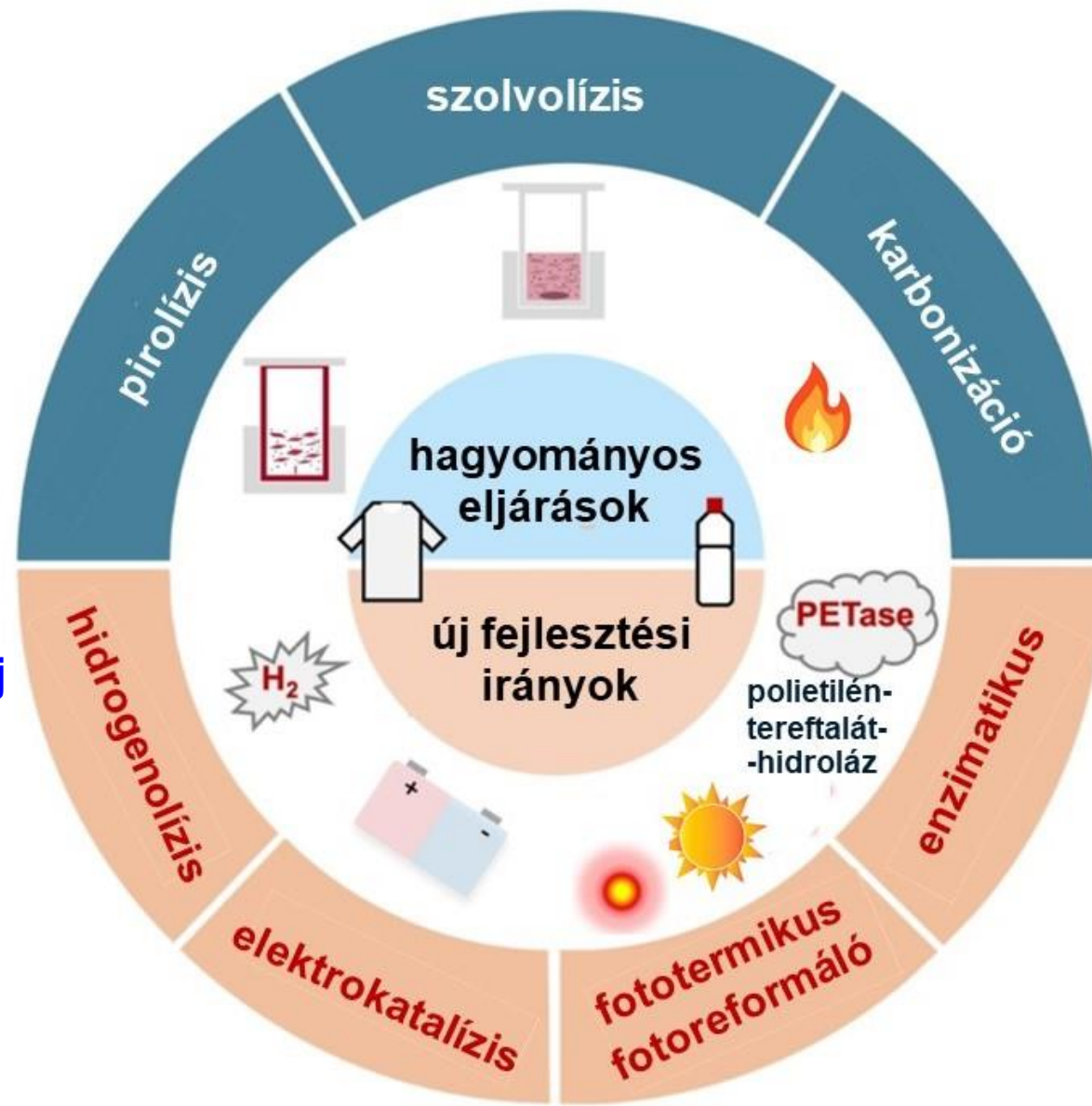
A poliészter kémiai újrahasznosításával kapcsolatos problémák (2)

- mérgező maradványokat tartalmazó szennyvíz keletkezik
- a megfelelő hatékonyságú tisztítási részműveletek, mint a desztilláció, a kristályosítás és a szűrés elengedhetetlenek a veszélyes vegyi anyagok eltávolításához és a biztonságos, eredeti minőségű rPET előállításához
- szigorú ellenőrzések és egyéni védőeszközök nélkül az újrahasznosítás kockázatokat háríthat át a munkavállalókra, ill. a közösségekre és a fogyasztókra



A PET kémiai újrahasznosítása jelenlegi és továbbfejlesztett megoldásokkal

- a poliészter részesedése a globális szálpiacon az 1975-ös kb. 15%-ról mára több mint 54%-ra nőtt és a várakozások szerint 2030-ra eléri a 67%-ot

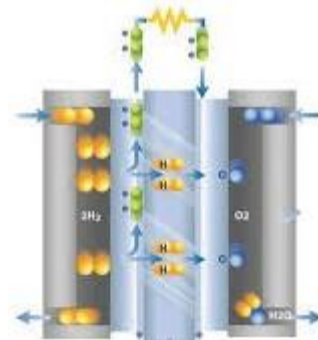


- a fejlesztés alatt álló új kémiai újrahasznosító módszerek a következő dián

- a poliészter karbonizáció a megkötött CO_2 felhasználására fenntartható poliészter előállításához, valamint oldószerek használatára a meglévő poliészter kémiai újrahasznosítására vagy lebontására

A PET jövőbeni kémiai újrahasznosítására törekvések

- a **hidrogenolízis** olyan kémiai reakció, amelyben **hidrogén segítségével**, jellemzően **fémkatalizátor jelenlétében** egyes **kötéseket** (szén-szén vagy szén-heteroatom) **bontanak fel**; az egyszerű **hidrogénezéssel ellentétben** **kötéshasítással** jár, amelynek során az **összetett molekulák** kisebb, értékes **kémiai intermedierekké** alakulnak
- az **elektrokatalízis** olyan speciális **katalitikus folyamat**, amelyben az elektromos áram kémiai reakciót indukál vagy **felgyorsít**
- a **fototermikus** folyamatnál a **fényenergiát** (fotonokat) közvetlenül **hőenergiává** alakítják
- a **fotoreformálás** **napenergiát** és egy **fotokatalizátort** használ fel a **poliészter hulladék egyidejű lebontására**, valamint hozzáadott **értékű vegyi anyagok** és **zöld hidrogén** előállítására alkalmas; a **fotoreformálás** folyamata a **photodegradációval ellentétben** (amely egyszerűen kisebb, gyakran károsabb mikroműanyagokra bontja a műanyagokat) a **polimert hasznos üzemanyaggá** és **vegyi anyagokká** alakítja



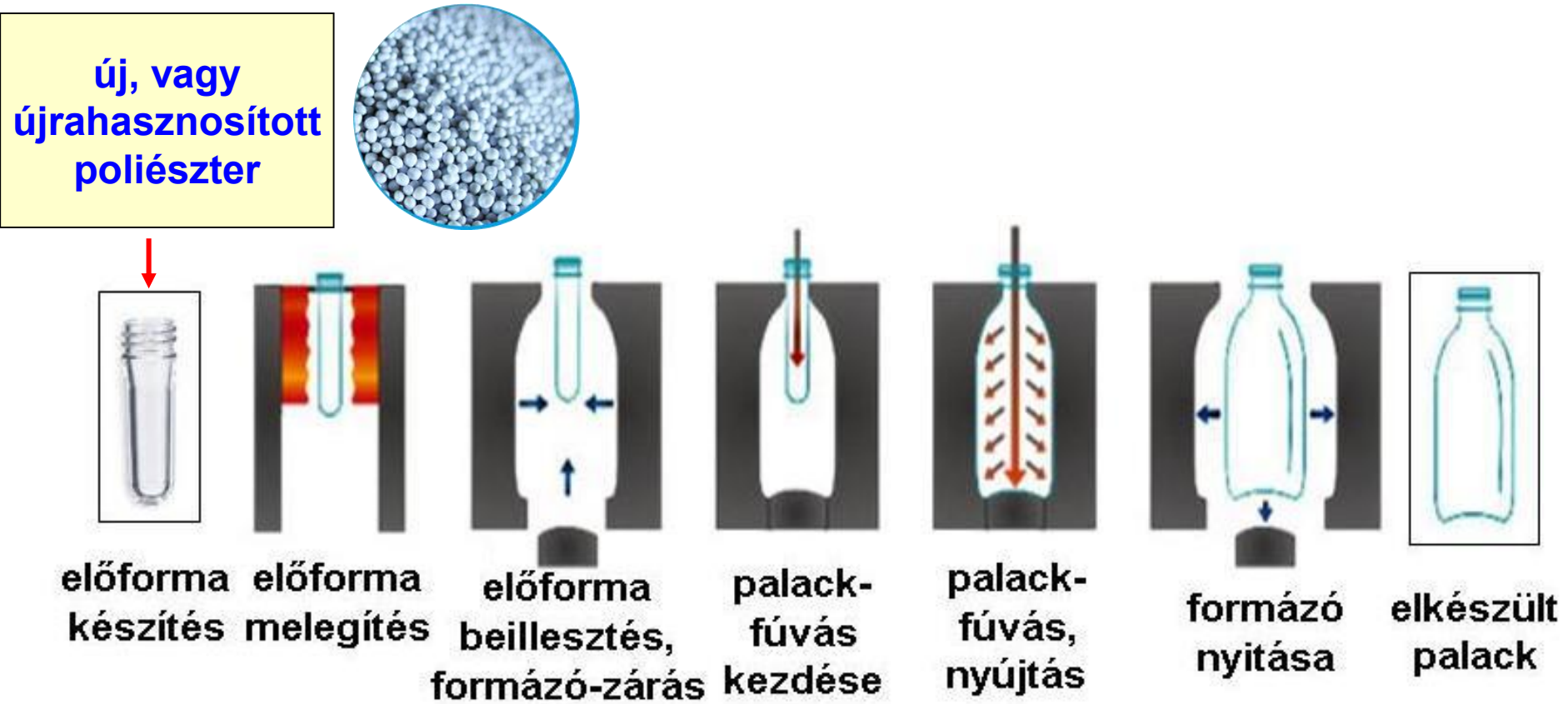
7.

A PET palackokból készülhet bármilyen új textiltermék?

PET alapanyag források újrahasznosításhoz

- az **újrahasznosított polietilén-tereftalát** alapanyagok többféle forrása ismert; világon a legfőbb alapanyagbázist a **szelektív palackgyűjtés**
- a jelentős mennyiségű forrást képező, **textiliparból származó poliészter**, amely a **kelmeképző** és **kikészítőüzemeknél** keletkező **hulladékvágatokból**, valamint a konfekcionáló vállalkozásoknál keletkező **szabászati hulladékból** képződik
- az összegyűjtött **PET hulladékból** (palack, textília) **mechanikus** és **kémiai eljárással** képezhető újrahasznosuló anyag
- a **mechanikus módszer** egyszerű, miután az **aprított nyers PET-ből, hőkezelés után készítenek újrahasználható műanyagot**; ezzel az **energiakímélő eljárással** (csak az aprítási és hevítési művelet igényel energiát) viszont **nem készíthetők** minden irányú felhasználásra alkalmas **homogén szálanyagok** (főleg az idegen- és szennyezőanyagok előfordulása miatt)
- **kémiai alapú újrahasznosító eljárások** egyike során a hulladék polietilén-tereftalátot **tereftálsav-dimetil-észterre** (DMT – dimetiltereftalát, a tereftálsav és a metanol észtere) és **etilén-glikol** monomerekké alakítják; a PET-ből lebontással tereftálsav-dimetil-észter alakul; az **etilén-glikol izolálása nehezebb**, de megoldható feladat

A PET palack gyártás folyamata



A PET palack hazai újrahasznosítása

- az országban működő újrahasznosító üzemben az összegyűjtött és ismételt feldolgozásnak megfelelő **műanyag palackokat** a **bezúzás után megtisztítják**, majd **fröccsöntéssel regranulátumot** készítenek
- ez a **másodlagos granulátum** a **palackgyártás új alapanyagát** váltja ki, amit nagyrészt **külföldről szereznek be** a magyar palack előállítók
- az újrahasznosított alapanyagból az **előforma** és majd a **palack** már **nálunk készül**, így egyes **ásványvizek**, ill. **szénsavas üdítők** egy része a forgalmazók által előállított, újrahasznosított palackokba kerül



A PET palack mechanikai újrahasznosítása

- az aprítás során **különböző méretű, alakzatú és vastagságú részek** keletkeznek (a **palack falrészéből** 0,5 mm-nél vékonyabb, **lemez jellegű darabkák** képződnek, ezek 65-70 %-ot tesznek ki; a **talp- és nyakrészéből** általában 1 mm-nél vastagabb, **tömörebb részecskéket** nyernek, arányuk 30-35 %-os; **átmenetet képező részecskék** is előfordulnak)
- ha az újrahasznosítási folyamatba a **különböző hulladékrészek vegyesen** kerülnek be, úgy a **visszanyert anyag ingadozó minőségű** lesz (az optimális minőség miatt fontos a megbízható osztályozási technika biztosítása, amely a vastagság és alakzat szerinti elkülönítést lehetővé teszi)
- a **szétválasztás hatékonysága** a **részecskék mozgásától** függ, amit az áramlásnál fellépő, a **hulladék-apritékre ható ellenállás-erők** befolyásolnak
- főleg a **lemez jellegű részecskék áthaladása** kritikus az osztályozótérben, **eltérő helyzetük és különböző légellenállásuk** miatt
- az elválasztási módszerek közül a **pneumatikus fluidizáció**, ill. az ún. **cikcakk-szeperator** került előtérbe; az utóbbival érik el a **részecskék éles-váltású besorolását**, különös tekintettel az **átmeneti darabkák** viselkedésére



PET palack újrahasznosítás Magyarországon



Karcag

1

PET palack válogatás, tisztítás



2

250-280 kg-os bálázás



3

ledarálás



4

regranulátum-képzés

a [Mol Nyrt.](#) 2024 szeptember 2-án vásárolta meg a [karcagi Greenpet Recycle Kft.-t](#) a PET-feldolgozóval együtt

PET palack újrahasznosítás Magyarországon



Karcag

5



regranulátum



6



előforma-készítés

A PET további újrahasznosítása

- a felaprított **szilárd hulladék olvasztását** főleg az egy irányba forgó **kétcsigás extruderekben** végzik, az olvadékban előforduló légnemű anyagok (gázok és gőzök) maradéktalan eltávolítása **többlépcsős folyamat** eredménye (így a szárítás is elkerülhető)
- a polimer-olvadék **szűrésénél** lényeges az **állandó nyomás** fenntartása, csak így oldható meg a hatékony tisztítás; egyidejűleg **több szűrőegység** működik, ezekben a szűrőelemek **rozsdamentes acélhuzalból készült szitaszövetek** nagy aktív felülettel; az adott üzemcsatornában a **szennyeződéssel telített polimerolvadék visszaáramoltatható** - miközben a többi egység végzi a hatékony szűrést -, majd a tiszta szűrővel rendelkező csatorna ismét munkába áll
- az ún. **primer** újrafeldolgozásnál a **tisztított és felaprított PET hulladékot** részben **hozzákeverik** az alapvegyületből **készítendő polimerhez**
- a **szekunder** hasznosításnál a kellően előkészített anyagból **extruderen képeznek újrafelhasználható műanyagot**, ami **granulálás után** alkalmas feldolgozásra
- azonban az **így feldolgozott polietilén-tereftalát minősége** romlik, **molekulatömege** valamelyest **csökken** (a polimert felépítő láncmolekulák részleges szakadása miatt)

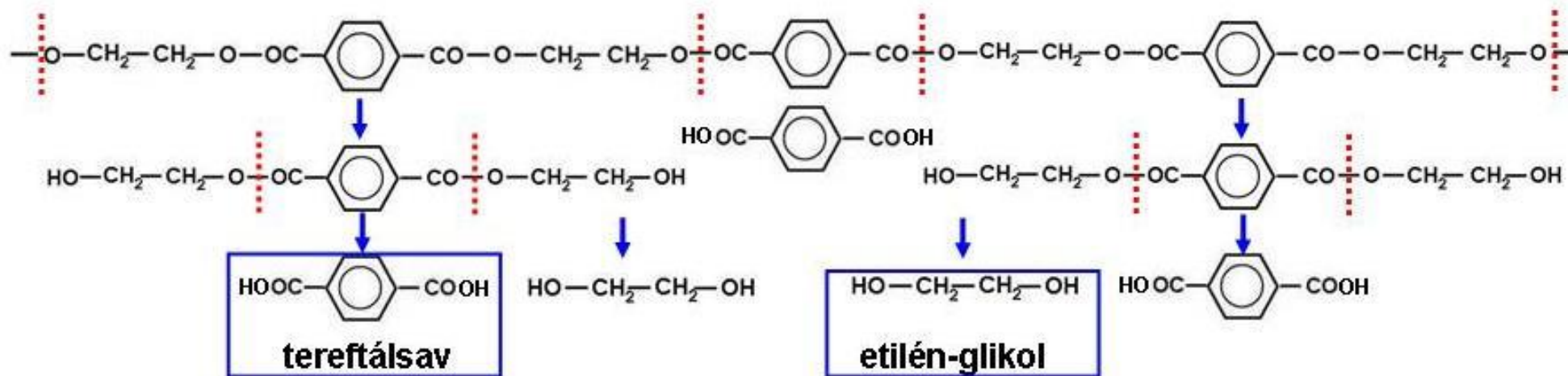
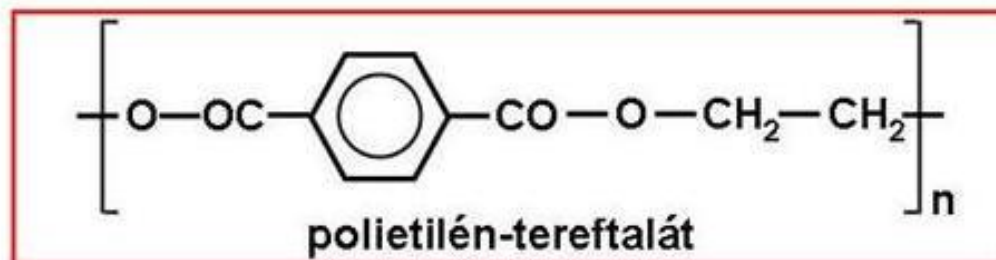
A PET kémiai újrahasznosítása

- a **tercier feldolgozásnak** is nevezett módszernél a PET-et felépítő láncmolekulák **kisebb egységekké**, ill. akár **monomerekké** bomlanak le, **szolvolízissel** (az oldószer végzi a lebontást), vagy **pirolízis** (a műanyag levegőtől elzárt hevítése) útján
- a **PET hulladék újra-feldolgozhatóságát** nagyban befolyásolja annak **szennyezettsége**, a **szennyezőanyagok kémiai** hovatartozása, bomlása; (pl. a polivinil-acetátból **ecetsav**, a polivinil-kloridból **sósav** szabadul fel, a **savas vegyületek** pedig a **láncmolekulák részleges szakadását**, a **molekulatömeg csökkenését** okozzák, **szilárdságcsökkenést** előidézve; pl. a **palackokon** előforduló **nyomtatott fóliák színezőanyaga** szintén zavaró tényező)



- a PET **kémiai újrahasznosítása 42-44. diákon** említett folyamatokkal végezhető

A PET depolimerizációja a kémiai újrahasznosítás során



A palackból kémiaileg újrahasznosított PET és textilipari felhasználása

- kémiaileg újrahasznosított polietilén-tereftalát **mechanikai tulajdonságai** egyrésztől **kedvezőbbek** (az átlagos molekulatömeg nagyobb, fokozottabb a szívósság, dinamikai igénybevételekkel szembeni ellenállás), ugyanakkor **alacsonyabb** a **rugalmassági modulus** (az a fajlagos húzóerő, amely szükséges lenne a szál hosszának megkétszerezéséhez)



- a kémiaileg **újrahasznosított PET szálak** esetében **néhány tényező** még **gátolja** az új előállítású **szálakkal** való egyenértékűséget:
 - a szálak **alapszíne** az újrahasznosított változatnál **enyhén krém** elszíneződésű, így **fehér és élénk** színezetű termékek gyártása **nehézkés**
 - a szálak **színezésénél eltérések** fordulnak elő, az **újrahasznosított alapanyag** **nehezebben színezhető, több színezék, víz és energia** szükséges adott színezet eléréséhez
 - a **másodlagos feldolgozású poliészter szál** nem jelent **korlátlan felhasználhatóságot**, **finom textíliák előállítását** még **nem** teszi lehetővé

A palackból kémiailag újrahasznosított PET-ből textilipari termékek

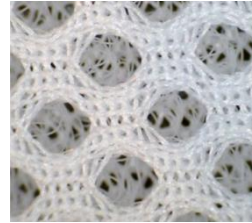
- polár-termékek



- egyen- és munkaruha-alapanyagok



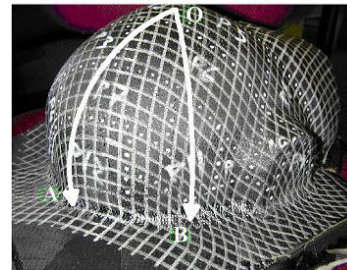
- speciális hálós bélések céljára alkalmazzák



- előfordul az alapvegyületekből kiinduló PET szálak gyártása során, a hulladékból kémiai újrahasznosítással visszanyert monomerek bekeverése



- egyes műszaki textíliákhoz (pl. hálók, kisebb igényű kompozit-erősítő vázanyagok stb.)



A használt PET palack és textília egyéb hasznosítási lehetőségei

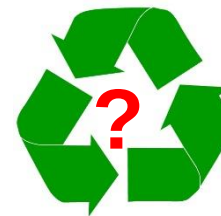
- az **energiagazdálkodással** kapcsolatban kiemelendő, hogy az újrahasznosított polietilén-tereftalátban rejlő, ún. **rezervált energiatartalom hasznosítása** is lényeges forrás



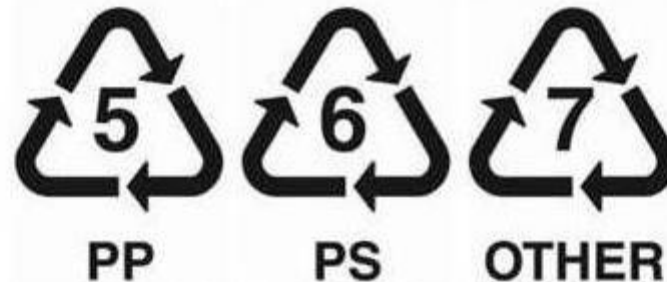
- **egy kilogramm poliészterben** annyi **energia** raktározódik, amely közel **nyolc és fél liter** átlagos oktánszámú **benzin üzemanyag energiatartalmával** egyenértékű



- a polietilén-tereftalát szerkezetű **poliészter textilipari újrahasznosítása** egyelőre **nem terjedt el** olyan mértékben, mint amit a **megnövekedett hulladékmennyiség** lehetővé tenne



Néhány újrahasznosítható műanyag jelölése



1 - PET vagy PETE - polietilén-tereftalát

2 - HDPE - nagy sűrűségű polietilén

3 - PVC - polivinil-klorid

4 - LDPE - kis sűrűségű polietilén

5 - PP - polipropilén

6 - PS - polisztirol

7 - vagy 0 - egyéb újrahasznosítható anyag

a különböző hulladék-anyagok, csomagolóeszközök **újrahasznosíthatóságát** több módon jelölik a világban; leggyakoribb, **Európában egységesen** használt a **három egymásra mutató stilizált nyíl** jellegű embléma, **számmal** a közepén, és/vagy **betűkkel** alatta; ezt a jelölési rendszert **nem terjesztették ki minden anyagtípusra**, pl. a **szálerősítésű kompozitokra sincs** vonatkozó jelzés

8.
Néhány fenntarthatósági szabályozásra példa

Főbb nemzetközi fenntarthatósági önkéntes szabványok

Globális Újrahasznosított Szabvány [Global Recycled Standard (GRS)], ill. **Újrahasznosított Anyagokra Vonatkozó Megjelölési Szabvány** [Recycled Claim Standard (RCS)]

- mindkettő **önkéntes, nemzetközi**, harmadik fél által végzett **tanúsítási program**
- a **GRS** (szigorúbb) és az **RCS** (alapvető) **szabványok garantálják az újrahasznosított anyagok** jelenlétét a termékekben, nyomon követve a **teljes ellátási láncot**
- a GRS ezen felül **környezetvédelmi és társadalmi minimumkövetelményeket** is előír a gyártóknak, bizonyítva a fenntartható előállítást
- a **Textile Exchange (a GRS kifejlesztője)** által kidolgozott program előírja, hogy a termékek **legalább 5% újrahasznosított anyagot** tartalmazzanak
- a **logisztikai/válogatási kód** [Supply Chain Solutions (SCS)] szerint a terméknek **legalább 20% újrahasznosított anyagot** kell tartalmaznia a tanúsításhoz, de a **címkézéshez** (logó használatához) már **50% szükséges**



Az EU fenntartható termékek ökotervezéséről szóló rendelete (ESPR)



- a 2024/1781 rendelet célja az EU-ban forgalmazott termékek tartósságának, javíthatóságának, újrahasznosíthatóságának és környezeti hatásainak javítása; kötelezővé teszik a digitális termékútlevel használatát, amely információt nyújt a termék fenntarthatósági jellemzőiről
- az EU szabályt fogadott el a nem eladott ruházati stb. termékek megsemmisítésének megakadályozására 2026. február 9-én
- új intézkedéseket hoztak a fenntartható termékek ökotervezéséről szóló rendelet [Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR)] keretében az eladatlan ruházati cikkek, ruházati kiegészítők és lábbelik megsemmisítésének megakadályozására
- Európában minden évben az el nem adatott textíliák mintegy 4-9 %-a semmisül meg, ami kb. 5,6 millió tonna CO₂-kibocsátást generál
- a fenntartható termékek ökotervezéséről szóló rendelet előírja a vállalatok számára, hogy információkat hozzanak nyilvánosságra az eladatlan fogyasztási cikkekről, amelyeket hulladékként dobnak ki; ösztönzik a vállalatokat, hogy a készletek kidobása helyett hatékonyabban kezeljék készleteiket, biztosítsák a visszaküldés lehetőségét, és vizsgálják meg, van-e lehetőség a viszonteladásra, az újragyártásra, az adományozásra vagy az újrafelhasználásra
- külön meghatározzák a megsemmisítés megengedett lehetőségét pl. biztonsági okokból vagy a termék károsodása miatt

A vállalati fenntarthatósági jelentéstételi irányelv (CSRD) hazánkban

- Magyarországon a **CSRD*** követelményeit az **ESG** törvény** (2023. évi CVIII. törvény a fenntartható finanszírozás és az egységes vállalati felelősségvállalás ösztönzését szolgáló környezettudatos, társadalmi és szociális szempontokat is figyelembe vevő, vállalati társadalmi felelősségvállalás szabályairól és azzal összefüggő egyéb törvények módosításáról) **ülteti át a hazai jogrendbe**
 - a **2023. augusztusában** elfogadott **hazai ESG törvény módosítása** szerint a közérdeklődésre számot tartó **nagyvállalatok** továbbra is a **jogszabály hatálya** alatt maradnak, de a módosítással jelentősen **szűkül az ESG beszámolóra kötelezett nagyvállalatok köre, csak az 500 fő fölötti alkalmazotti létszámmal és legalább 90 milliárd forint árbevétellel** (a 2025-ös évben: 250+ fő, 20 milliárd Ft mérlegfőösszeg, 40 milliárd Ft árbevétel) rendelkező, meghatározott iparágakban tevékenykedő **nagyvállalatoknak** - összesen mintegy **120 cégnek** - kell **ESG beszámolót** készítenie
 - a **mikro- és kisvállalati szállítókat 2027. június 30-áig nem kell átvilágítani**, és eddig az időpontig a **középvállalkozások sem kötelezhetők az ESG kérdőív kitöltésére**, de **önkéntesen vállalhatják azt**
- *CSRD: C** – corporate: vállalati, **S** – sustainability: fenntarthatósági, **R** – reporting: jelentéstételi, **D** – directive: irányelv
- ** ESG: E** – environmental: környezeti, **S** – social: társadalmi, **G** – governance: vállalatirányítási területek



Források

- 275/2023. (VI. 29.) Korm. Rendelet a textiltermék hulladékával kapcsolatos hulladékgazdálkodási tevékenységek részletes szabályairól
- az energiaügyi miniszter 28/2025. (IX. 22.) EM rendelete a hulladékgazdálkodási intézményi résztevékenység ellátásával összefüggő díjak, a díjalkalmazási feltételek, a díjmegfizetés rendje
- <https://mohu.hu/hu/hvg-a-textil-masodik-elete-hova-dobhatjuk-ki-a-hasznalt-ruhainkat-es-mi-lesz-beloluk>
- <https://mohu.hu/feleslegesse-valt-ruhazati-cikk-es-haztartasi-textilia>
- <https://greendex.hu/textilgyujto-kontener-mohu/>
- https://www.researchgate.net/figure/Solvolysis-of-polyester-involves-processes-such-as-glycolysis-and-methanolysis-to-convert_fig2_385622809
- <https://fabricarchitecturemag.com/2023/11/01/chemical-recycling-may-offer-a-solution-to-textile-waste/>
- Európai Parlament és a Tanács 1007/2011/EU rendelete szerinti szálasanyagok
- Textrade Kft., Temaforg Kft., Tesa Kft. honlap

Köszönöm szíves figyelmüket!

kutasicsa@gmail.com