

# Műszaki intézkedések és törekvések a fenntartható textiltisztítás érdekében

Kutasi Csaba

**A fenntarthatóság olyan fejlődési eljárást jelent, ami a jelenlegi szükségleteket anélkül elégíti ki, hogy közben csökkenne az elkövetkező generációk igénykielégítési képessége. Fenn kell tartani a természetes struktúrák, források mindazon képességét, ami a természet és a társadalom alapját képezi, továbbá úgy kell elkerülni a környezet elhasználódását, hogy közben sem a gazdasági fejlődés, sem a társadalmi egyenlőség és igazságosság ne szenvedjen csorbát.**

A textiltisztítás a különböző kész textiltermékek (lakossági ruházat, lakástextiliák; egészségügy és egyéb közületek textiliái stb.) szennyeződésmentesítésével és újbóli rendeltetésre alkalmassá tételével foglalkozik. A kapcsolatos műveletek részben a háztartásokban is végrehajthatók, ugyanakkor nagy mennyiségű igény esetén ez a tevékenység az ipari mosodák és vegytisztítást végző vállalkozások tevékenységi körébe tartozik. Leegyszerűsítve textiltisztítás eredményeként a szennyes termékek tisztán, esztétikus kivitelben ill. káros mikroorganizmu-



**Textiltermékek szennyező forrásaira példák**

1. ábra

soktól mentesen állnak a felhasználók rendelkezésére. A mosási folyamatokat jelentős mennyiségű víz-, energia- és vegyi anyagfelhasználás jellemzi, továbbá főként az ipari víztelenítési-száritási-kalanderezési(vasalási) műveletek szintén energiaigényesek. A mosással nem tisztítható termékek kezelését zárt rendszerben - egyébként ártalmas - szervesoldószerekkel végzik a tisztítószalonokban, amelynek káros és professzionálisan ártalmatlanítandó mellékterméke veszélyes hulladék (1. ábra).

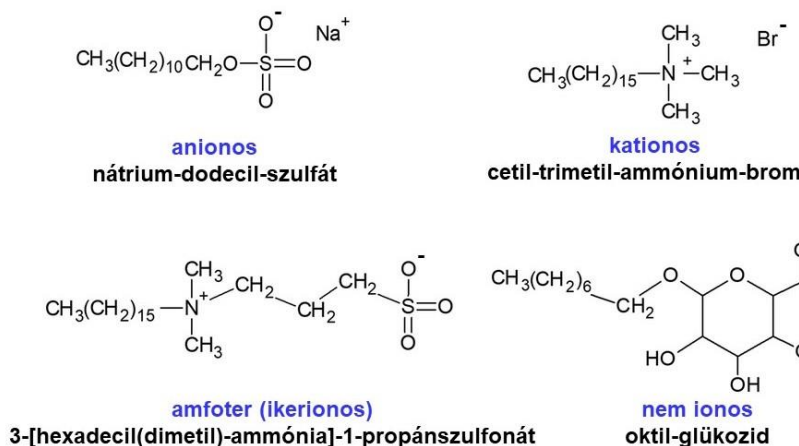
## A nagyüzemi és háztartási mosás környezeti hatásai

A szállodák és egyéb vendéglátóhelyek, az egészségügy, az idősotthonok és további közületek (intézmény, szerv,

hatóság, testület), ill. részben a lakosság textiltermékeinek tisztítását nagyüzemi ipari mosodák végzik. A környezetkímélést elősegítő „zöldítés” a textiltisztító szakma területén egyre jobban előtérbe kerül, olyan technológiák (vegyszeranyag, technika) prioritása fontos, amelyekkel a környezetet terhelő tényezők jelentősen csökkennek.

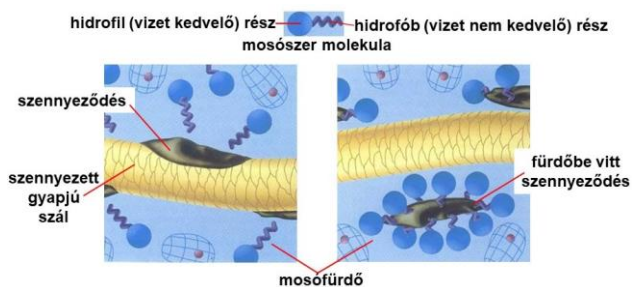
A mosófürdő meghatározó mennyiségű oldószere a víz, amely a lelőhely geológiai jellemzőitől függően számos oldott vegyületet, többek között különböző, a tisztítási folyamatot zavaró kalcium- és magnéziumsókat tartalmaznak. A nagyüzemi mosodák lágyított vizet használnak, amit általában ioncserélő elven (a keménységet okozó oldott sók kedvezőtlen hatását úgy szüntetik meg, hogy a problémát okozó kalcium- és magnéziumionokat nátriumionokra cserélik) működő berendezéseikkel a helyszínen állítanak elő. A háztartásokban csak keményvíz áll rendelkezésre, ezért a mosószerekben előforduló - csapadékképződéssel járó - vizlágyítók közül a magas foszfát tartalmú (pl. trinátrium-foszfát, „triso”) változatok károsak. A mosófürdők közcsatornába eresztésével a foszfátok az édesvízi „algavirágzást” idézik elő, többek között bomlásuk csökkenti vízi élőlények számára fontos oxigént.

A fő hatóanyagot képező *felületaktív segédanyagok* jellegzetessége, hogy molekuláik egy hidrofíli (vizet kedvelő) fej, és egy víztaszító ún. hidrofób (vizet nem kedvelő, a szilárd fázishoz orientálódó) farkrészéből épülnek fel (2. ábra). A hidrofób vegyületrész lehet egyenes vagy elágazó lánccs szénhidrogén, a hidrofíli rész ionos vagy nem ionos. Általában a különböző fázisok határán vannak jelen, ahol a kétféle közeghez kapcsolódnak. Habképző, diszpergáló és emulgeáló képességük biztosítja a szennyeletávolítást, miután a határfelületen irányítottan kötődő segédanyag hidrofób részével a szilárd anyag felé, hidrofíli részével a folyadék fázis felé irányul. A levegő nem hidrofíli, így a mosószerek is különböző mértékben habzószerek is. A kapcsolatos felületaktív segédanyagot többféle elnevezéssel illetik, így került szóba az amfipatikus (mindkettőhöz vonzó), ill. amfifil (két anyagot



**Példák különböző felületaktív anyagokra**

2. ábra



A mosószer szenneltávolító képességének mechanizmusa

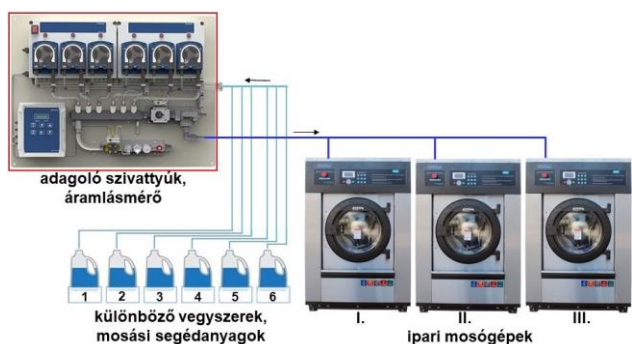
3. ábra

kedvelő) jelző. A tenzid kifejezést 1960-ban Götte javasolta (a latin tenzió kifejezésből levezetve, azaz a feszültség szóra való utalás a határfelületi feszültség csökkentését jelzi), végül ez meghatározás vált gyakoribbá. A felületaktív anyag detergens néven is ismert, a latin eredetű kifejezés leegyszerűsítve a szintetikus előállítású tisztítószer elnevezésnek felel meg. Anionos (vízben negatív töltésű), kationos (vízben pozitív töltésű), amfoter (íkerionos; mind anionos, mind kationos tulajdonságú) és nemionos (tartós töltéssel nem rendelkező) változatok ismertek (3. ábra).

Kiemelendő, hogy a nemionos alkil-fenol-polietoxilátok lebomlása alkil-fenolok (különösen nonilfenolok) képződésével jár, amelyek szennyvízbe kerülése az endokrin rendszert károsítja. A mosószerek és adalékanyagai minden vízi élővilágra káros hatásúak lehetnek. Valamennyi mosószer elpusztítja a halak külső nyálkahártyáját (amely a mikroorganizmusok ellen véd), ill. kopoltyújukban is elváltozást okoznak, továbbá elpusztítják az ikrákat. Miután a mosószerek csökkentik a víz felületi feszültségét, emiatt az élővízbe került a peszticidek (pl. kártevők elleni növényvédőszer), fenolok, sokkal könnyebben bekerülnek a halak tápcsatornájába.

A biológiailag lebomló felületaktív anyagok hidrofíl (vizet kedvelő) része aminosavakból, peptidokból, poliszacharidokból vagy poliolkokból (cukoralkoholokból) áll, a hidrofób molekuláris rész zsírsavakból épül fel. Jellegzetes képviselőjük pl. a foszfátidilkolin (lecitin) alapú biológiai felületaktívanyag.

A mosófürdők – az áztató- és főmosószer mellett – számos vegyületet, vegyi segédanyagot tartalmaznak [lúgosító, enzim (bioaktív, pl. fehérjeszennyeződés bontójaként), komplexképző, szürkülésgátló, oxidatív fehérítő (nátrium-hipoklorit, hidrogén-peroxid, peracetsav), védőkolloid (mosófürdő szennyvívíkészségét növeli)], a mosást követő öblítés, semlegesítés során is kemikáliákat [szervessav (pl. ecet-, hangyasav), fogást-javító (lágylító), merevítő igény szerint), öblítő, illatosító] alkalmaznak.



Vegyianyagok automatikus befecskendezése

4. ábra

## A szükséges főbb műszaki intézkedések

A mosófürdő folyékony vagy oldott vegyi segédanyagának pontos adagolását speciális, elektronikus vezérlésű automata szivattyúkkal (folyadékviszoritás elvű, perisztaltikus vagy membrános) célszerű végrehajtani, a mosási programnak megfelelő időintervallumban történő befecskendezéssel. Így az automatikus adagolás során a rendszer szinkronizálja a tisztító- és egyéb vegyi anyagok előírt mennyiségeinek fürdőbe juttatását a mosási folyamat során. Az adagolók a mosási technológiától (pl. normál-, erősen szennyezett fehér; normál-, erősen szennyezett színes; konyhai fehér; fehér- és színes frottír stb.) függően precíz térfogatméréssel (áramlásmérő) továbbítják a szükséges mennyiségű folyékony vegyi anyagokat a mosógépbe. Ilyen technikával kizárt az esetleges vegyi anyag keveredés, az optimális felhasználással anyagmegtakarítás is elérhető és jelentősen mérsékelhető a környezetszennyezés mértéke (4. ábra).

Hangsúlyossá vált vízfelhasználás csökkentése, pl. 7 liter víz/1 kg száraz tömegű textiláru arány 1,5-2,5 l/kg-ra leszorítható, víz-visszaforgatással és egyéb megoldásokkal.

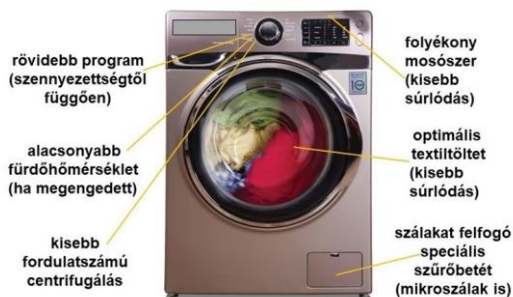
A gőzfelhasználás csökkentése főleg a technológiai célú gépek és berendezések fűtésénél a közvetlen gáz- ill. elektromos energiára való áttéréssel érhető el.

A szükséges melegvíz rendelkezésre állását a forró szennyvíz hőcserélőn való átvezetésével támogatják.

Fontos a már említett, biológiailag lebomló mosószerek, valamint az ilyen tulajdonságú segédanyagok használata.

Mind a nagyüzemi-, mind a háztartási mosás során mikroműanyag-szennyezést okoz a közcatornába távozó fürdőben bennmaradó szintetikusszál-töredékek nagy száma. A konfekcionált termékek (ruházat, lakástextil stb.) mosása során jelentős mennyiségű száldarabka kerül a mosófürdőbe, centrifugált vízbe (pl. 6 kg-os háztartási töltet esetén 700 ezer szál válik le, gondoljunk egy pl. 120 kg-os ipari mosógépre). Ezt a szálak fonalsodratból való kiszabadulása, használati- és mosásmechanikai töredezése, természetes elhasználódásból eredő kihalása stb. idézi elő. Szálas-mikroműanyagot (beleértve a mikro- és akár a nanoszálakat is) főként a poliészter (a legnagyobb mennyiségben termelt mesterséges, szintetikus szálanyag), ill. a különböző alifás poliamidok alkotják (pl. a Nylon, Perlon).

Javasolt mosási módszerek kivonatosan, amivel csökkenthető a textíliákból távozó szálak mikroműanyagok élővízbe jutása (5. ábra): Célszerű a szintetikus szálanyagokból készült ruhaipari termékek rövidebb programmal történő gépi mosása, és alacsonyabb fordulatszámon végrehajtott centrifugálása. Az optimális mosógéptöltet betartásával kisebb a textiltermékek közötti



Szálak mikroműanyag-szennyezés csökkentése a mosásnál

5. ábra



6. ábra

dörzsölődés, így kevésbé fognak leszakadni a szálak. Az egyedi dobperforáció kíméli a textíliát, véd a szálasodástól. A folyékony mosószer kisebb sűrűdással veszi igénybe a textiltermékeket, továbbá a mosógél vagy a tökéletesen feloldott mosószóda hozzáát kedvezőbb körülményeket biztosít, mint a por alakú mosószer. Az alacsonyabb hőmérsékleten végzett mosás [persze a kezelési jelképsor teknő/kád piktogramjában szereplő számadat (°C) az irányadó], azért előnyös, mert a melegebb vízben több szál szakadhat le. Fontos és elterjesztendő fejlesztés, amely a mosógépből távozó vizet hatékonyan szűrő betétekkel látja el, segítségükkel a szálal-mikroműanyagok a mosás során leválasztásra kerülnek (6. ábra).

## A vegytisztítás hatóanyagainak problémái, alkalmas helyettesítő szerek

A vegytisztítást *száraz tisztításnak* is nevezik, mert a szerves oldószer mellett minimálisan alkalmazott vízhozzátét (kb. 16% a vízzeloldható szennyeződések eltávolításához) ellenére az eljárás végén – a termékben maradt oldószer elpárologtatása után – a dobból kikerülő textiltermék száraz lesz. Jelenleg a fő oldószer a klórozott szénhidrogének közül a perklóretilén (tetraklóretilén, C<sub>2</sub>Cl<sub>4</sub>), amelyet ártalmassága miatt kizárólag zártrendszerű berendezésben szabad alkalmazni. A kezelési jelképsor utolsó piktogramja ez esetben a körkontúrban szereplő „P” jelzés. Lehetőség van még az alkalmas szénhidrogénekkel történő eljárásra is (pl. speciális benzín, egyéb 15–21 °C desztillációs tartományú, 38–70 °C lobbanáspontú, tűzveszélyes), ezt körpiktogramban szereplő

„F” jelzés teszi lehetővé. Az utóbbi tisztítótechnológiát KWL eljárásnak is nevezik (a német Kohlenwasserstoff-Lösemittel elnevezés alapján) (7. ábra).

A textiltisztításhoz *többféle oldószer* szükséges, alkalmazását a moshatóság, vagy a vegytisztíthatóság dönti el. Ismétlésképpen az oldószer egy kémiaiag eltérő (szilárd, folyadék vagy gáz halmazállapotú) anyagot oldat keletkezése közben feloldja. Az oldószer lehet *poláris* (negatív és pozitív töltésű pólusok a molekulában, pl. a víz a mosásnál), *nem poláris* ([apoláris) nincsenek önálló negatív és pozitív töltésű pólusok, pl. perklóretilén a vegytisztítás során]. Általában a poláris oldószerek legjobban a poláris vegyületeket oldják, a nem poláris oldószerek pedig a nem poláris anyagokat („hasonló a hasonlóban oldódik”). Az erősen poláris vegyületek, mint a cukrok vagy az ionos kötésű vegyületek, mint a szervesetlen sók csak poláris oldószerekben (pl. víz) oldódnak. A nem vagy alig poláris vegyületek, mint az olajok vagy viaszok csak nem poláris szerves oldószerekben távolíthatók el a textíliából.

A vegytisztításnál általában mindig jelen van *víz is*, vagy a textília hozza magával, vagy a tisztítás határfokának növelésére (vízzeloldható szennyezők eltávolítása) adagolják a rendszerbe. Pl. a tisztításerősítő olyan segédanyag, amely vízzeloldható és emulgeátorként hat.

A tisztítási folyamat végén a fürdőbe vitt szennyeződések desztillálással, centrifugálással, szűréssel távolíthatók el. A *desztilláció* során az oldószer-víz elegy ún. azeotróp elegy („forralásra nem változik”). A tiszta perklóretilén forráspontja 121,2 °C (nagyon szennyezettnél 125 °C felett). A 16:84 arányú víz/perklóretilén elegy esetén a forráspont 87,1 °C (nagyon szennyezett elegynél 90 °C felett), az elegy együtt desztillál. A 150 °C magasabb forráspontú anyagok a desztillációs maradékban (persár) jelennek meg. Ezután a tisztított oldószert visszavezetik a tartályba, így újra felhasználható további tisztításra. A korszerű vegytisztítógépek számítógép-vezérelt szárításerzékelővel is rendelkeznek, amely automatikusan felügyeli, hogy a perklóretilén minden kimutatható nyomát sikerült-e eltávolítani.

A desztillálaló oldószer elegyet gyorsan fel kell fűteni 80 °C-ig (a forráspont közelébe), majd a fűtés csökkentésével kell elérni a *normál elgőzölést* (különben a desztillációs maradék felhabzik, a szennyet stb. tartalmazó iszap a vízváltóba kerül; textília szürkülését okozza). Az oldószer és víz elválasztását a vízelválasztó biztosítja, hatására a kondenzátum (a lehűtött oldószergőzök) egy tartályba kerül, a sűrűségkülönbség alapján kettéválik a víz és az oldószer.

A vegytisztítógépekkel egybeépítve *desztilláló egység* működik, előfordul olyan megoldás is, hogy két gép oldószert tisztítására alkalmas a telepített berendezés. A desztillátót gőzzel vagy villamosárammal fűtik, lehetnek légköri nyomáson működők, vagy vákuumdesztillálók. A desztillátor-forralóüstök álló- vagy fekvőhengeres, ill. síkfalakkal határolt zárt tartályok, amelyek nyomástartó (maximum 0,5 bar nyomás alakul ki oldószertartályban) edényeknek számítanak. A desztillálás hűtővízigénye 1 liter perklóretilén kondenzálása esetén kb. 480 kJ elvonandó hőmennyiséget igényel.

A *perklóretilén* kiváltását több tényező indokolja. Ez a szervesoldószer karcinogén és mutagén hatású, biológiaiag nem bomlik le, gőze a légtérbe kerülve károsítja



7. ábra

az ózonréteget, a visszamaradó persár (a visszanyert oldószer utáni desztillációs maradvány kovaföldben felítatva) veszélyes hulladék. Mint említésre került, a helyettesítésre bevezetett alacsony lobbanáspontú szénhidrogének tűz- és robbanásveszélyesek, a magasabb lobbanáspontúak károsak az egészségre ill. tisztítóhatásuk gyengébb.

Lényeges az ún. *nedves* (vizesbázisú) *tisztítóeljárás* elterjesztése, amelyre a körjelképben megjelenő „W” jelzés jogosít fel. A perklóretilén vegytisztítás kiváltójaként emlithető technológia akár igényes konfekcionált – pl. felsőruházati termékek – kezelésére is részben alkalmas. Ezt a tisztítást speciális gépben végzik (nagyobb dobátmérő és dobtérfogat, alacsonyabb fürdőszint, nagyobb fürdőarány, minimális mechanikai hatás, frekvenciaváltós fordulatszám változtatás, amely a dob forgását mosáskor ill. a centrifugálás során optimalizálja). A nedves tisztításhoz kifejlesztett és biológiailag lebomló mosószereket, speciális adalékokat (szálvédő, bekezelőszer stb.) a textília nyersanyag-összetételének ill. szennyezettségi tényezőjének és mértékének megfelelően, pontosan adagolják (lúgosítószer nélkül). Az enyhe öblítés és víztelenítés után speciális berendezésben kíméletesen szárítják (szabályozott teljesítmény és forgási sebesség ill. irány). A nedves tisztítás végén a felsőruházati termékeket megfelelő formázó műveletekkel teszik újbóli viselésre alkalmassá (8. ábra).

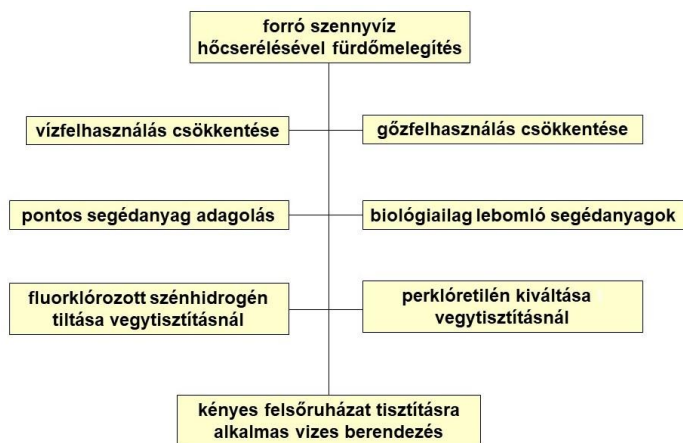
A sűrített fázisú *széndioxid* kiváló tisztító oldószer előnyös környezetkímélési szempontból. Ugyanakkor a széndioxid tisztítószerként való elterjedését két tényező nehezíti. Egyrészt a nagynyomású berendezések jelentős költségigénye, másrészt több szennyezőanyag nehéz oldhatóság. A szuperkritikus széndioxidon alapuló eljárásokhoz szükséges berendezéseknél valamivel olcsóbbak a folyékony széndioxidot környezetet hőmérsékleten (kb. 18–22 °C) és kb. 50 bar nyomás alatt felhasználó technológiák (ennek nyomásnak a kialakításához szükséges eszközök kisebb költségigényűek). A micellás felületaktív anyagok elvileg fokozzák a szennyeltávolító képességet víz- és szerves oldószer nélkül. Az előnyök és hátrányok mérlegelésével ez a textiltisztító technológia egyelőre nem terjedt el.

Kedvező perklóretilén-helyettesítő a magas lobbanáspontú *szénhidrogének* és *glikoléterek keverékeinek* alkalmazása, ez alig veszélyes az egészségre és a környezetre, kevésbé kellemetlen szagú. Speciális vegytisztítógép szükséges, amely kis mechanikai behatással (lágy forgás, pl. 2 forgás után irányváltás) működik, ill. több program közül lehet



A perklóretilén kiváltása a vegytisztításnál egyedi oldószerkeverékekkel és speciális berendezéssel

9. ábra



Környezetkímélési lehetőségek a textiltisztításnál

10. ábra

	kézi- vagy gépi mosás 40°C-on		függesztve szárítás centrifugálás nélkül		vasalás 110 °C-on gőzölés nélkül
	kíméletes kézi- vagy gépi mosás 40°C-on		függesztve szárítás centrifugálás után		vasalás 150 °C-on
	nagyon kíméletes kézi- vagy gépi mosás 40°C-on		fekettve szárítás centrifugálás nélkül		vasalás 200 °C-on
	kézi mosás max. 40°C-on		fekettve szárítás centrifugálás után		vegytisztítás perklóretilénnel
	fehérítés bármilyen fehérítőszerrel		fekettve szárítás centrifugálás után		kíméletes vegytisztítás perklóretilénnel
	fehérítés csak klómentes fehérítőszerrel		szárítás árnyékban a megfelelő függesztve, ill. fektette szárítási vonalakkal kiegészítve		vegytisztítás pl. benzinnel
	gépi szárítás kb. 70 °C-on				kíméletes vegytisztítás pl. benzinnel
	gépi szárítás kb. 50 °C-on				professzionális vizes (bio) tisztítás

az adattartalom nélküli alapjelkép átós áthúzása a vonatkozó műveletet tiltja

Az MSZ EN ISO 3758:2012 szerinti textil kezelési jelképek

11. ábra

választani (pl. finom felsőruházat stb.). Az oldószer visszanyerése is egyedi berendezést igényel, mert a szer forráspontja 184 °C (a perklór-etiléné 135–140 °C) (9., 10. ábra).

Befejezésül

A számos textiltisztítási eljárás kapcsán joggal felmerül a kérdés, hogy a környezettudatos fogyasztó milyen választási szabadsággal rendelkezik, amikor szennyezett textiltermékek tisztítását megrendeli a szolgáltató vállalkozásnál. Minden esetben a ruházati- és egyéb áruban megtalálható, bevarrt *szalagcímke piktogramsora* (11. ábra), ill. szöveges kezelési



A nedves tisztítás folyamata

8. ábra

útmutatója az irányadó. Ettől eltérni nem lehet, mert a termékgyártó/forgalmazó csak ennek megfelelő textilgondozás alkalmazásával vállal kellék- ill. termékszavatosságot.

**Felhasznált irodalom**

- Marosi József, dr. Tánzos Ildikó: Textilvegyipari kémiai technológia I., Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1984.
- [https://www.researchgate.net/publication/309172278\\_Environmental\\_Sustainability\\_in\\_the\\_Textile\\_Industry](https://www.researchgate.net/publication/309172278_Environmental_Sustainability_in_the_Textile_Industry)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Dry\\_cleaning](https://en.wikipedia.org/wiki/Dry_cleaning)
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Tenside>
- <https://patents.google.com/patent/US5069755A/en>
- <https://goudlaundry.nl/wp-content/uploads/2017/02/ci-net-solvvetex-v.pdf>