

# Detergenti

---

**Lukavski, Teodora**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Chemical Engineering and Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:149:892841>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-18**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Chemical Engineering and Technology University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE  
SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ

Teodora Lukavski

**ZAVRŠNI RAD**

Zagreb, srpanj 2015.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE  
SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ

**Teodora Lukavski**

**DETERGENTI**

**ZAVRŠNI RAD**

Voditelj rada: Prof. dr. sc. Sanja Papić

Članovi ispitnog povjerenstva:

Prof. dr. sc. Sanja Papić

Dr. sc. Zvonimir Katančić, znanstveni suradnik

Doc. dr. sc. Domagoj Vrsaljko

Zagreb, srpanj 2015.

Ovaj rad je izrađen na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije, Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za polimerno inženjerstvo i organsku kemijsku tehnologiju, akademske godine 2014./2015.

## **SAŽETAK**

U ovom radu opisane su sve komponente koje čine formulaciju suvremenih deterdženata za pranje tekstila i objašnjene su njihove uloge. Također je dan pregled vrsta deterdženata, za spomenutu namjenu, koje su na tržištu. Deterdženti za kućansku i institucionalnu upotrebu su kompleksne formulacije koje sadrže više od 25 različitih sastojaka. Oni mogu biti podijeljeni u sljedeće grupe: tenzidi, bilderi, sredstva za bijeljenje i pomoćna sredstva ili aditivi. Deterdženti za pranje rublja koji se trenutno nalaze na tržištu u različitim dijelovima svijeta jesu deterdženti za univerzalno pranje, specijalni deterdženti te pomoćna sredstva za pranje.

**Ključne riječi:** sastojci deterdženata, vrste deterdženata za tekstil

## **SUMMARY**

In this work, all of the components that make up the formulation of modern detergents for washing textiles are described and their roles are explained. An overview of types of detergents currently on the market for mentioned purpose is also given. Detergents for household and institutional use are complex formulations containing up to more than 25 different ingredients. These can be categorized into the following major groups: surfactants, builders, bleaching agents and auxiliary agents or additives. Laundry products currently on the market in various parts of the world can be classified into the following groups: heavy-duty detergents, specialty detergents and laundry aids.

**Key words:** detergent ingredients, groups of laundry detergents

# Sadržaj

SAŽETAK.....	4
SUMMARY .....	5
1. UVOD .....	9
2. SASTOJCI DETERDŽENATA .....	10
2.1. Tenzidi .....	10
2.1.1. Anionski tenzidi .....	13
2.1.1.1. Sapuni .....	13
2.1.1.2. Alkilbenzolsulfonati (LAS i TPS) .....	14
2.1.1.3. Sekundarni alkansulfonati (SAS).....	15
2.1.1.4. $\alpha$ -olefinsulfonati (AOS) .....	15
2.1.1.5. $\alpha$ -sulfo esteri masnih kiselina (MES) .....	16
2.1.1.6. Alkil sulfati (AS).....	16
2.1.1.7. Alkil eter sulfati (AES) .....	17
2.1.2. Neionski tenzidi .....	18
2.1.2.1. Alkohol etoksilati (AE) .....	18
2.1.2.2. Alkil fenol etoksilati (APE) .....	20
2.1.2.3. Alkanol amidi masnih kiselina (FAA) .....	20
2.1.2.4. Alkil amin oksidi.....	21
2.1.2.5. N-metilglukamidi (NMG) .....	21
2.1.2.6. Alkil poliglikozidi (APG).....	22
2.1.3. Kationski tenzidi .....	22
2.1.3.1. Dialkildimetilamonij kloridi .....	23
2.1.3.2. Imidazolne soli.....	24
2.1.3.3. Alkildimetilbenzilamonij kloridi.....	24
2.1.3.4. Esterkvati (EQ).....	24
2.1.4. Amfoterni tenzidi.....	25
2.2. Bilderi .....	26
2.2.1. Alkalije .....	26
2.2.2. Kompleksirajuća sredstva.....	27
2.2.3. Ionski izmjenjivači.....	27
2.3. Sredstva za bijeljenje.....	28
2.3.1. Kemijska bjelila.....	29
2.3.2. Optička bjelila.....	29

2.3.3. Aktivne komponente bijeljenja .....	29
2.3.3.1. Peroksidi .....	29
2.3.3.2. Hipokloriti .....	30
2.3.4. Aktivatori bijeljenja .....	31
2.3.5. Katalizatori bijeljenja .....	31
2.3.6. Stabilizatori bijeljenja .....	32
2.4. Ostali sastojci detergenata .....	32
2.4.1. Enzimi .....	32
2.4.2. Antiredepozicijska sredstva ili nosioci nečistoća.....	33
2.4.3. Regulatori pjene .....	34
2.4.4. Inhibitori korozije .....	34
2.4.5. Fluorescentna izbjeljivačka sredstva .....	35
2.4.6. Inhibitori prijenosa bojila .....	35
2.4.7. Mirisi.....	36
2.4.8. Bojila .....	36
2.5. Punila .....	36
3. VRSTE DETERDŽENATA ZA PRANJE RUBLJA U KUĆANSTVU .....	37
3.1. Univerzalni deterdženti .....	37
3.1.1. Konvencionalni praškasti univerzalni deterdženti .....	37
3.1.2. Kompaktni i superkompaktni univerzalni deterdženti .....	38
3.1.3. Ekstrudirani univerzalni deterdženti .....	38
3.1.4. Univerzalni deterdženti u obliku tableta.....	38
3.1.5. Color univerzalni deterdženti .....	39
3.1.6. Tekući univerzalni deterdženti .....	40
3.2. Specijalni deterdženti .....	40
3.2.1. Praškasti specijalni deterdženti.....	40
3.2.2. Tekući specijalni deterdženti .....	41
3.3. Pomoćna sredstva za pranje rublja .....	41
3.3.1. Pomoćna sredstva prije pranja.....	42
3.3.1.1. Sredstva za uklanjanje nečistoća i mrlja.....	42
3.3.1.2. Omekšivači vode.....	42
3.3.2. Pojačivači .....	42
3.3.2.1. Sredstva za bijeljenje.....	43
3.3.2.2. Pojačala pranja .....	43



3.3.3. Pomoćna sredstva nakon pranja .....	43
3.3.3.1. Omekšivači .....	43
3.3.3.2. Učvršćivači .....	44
3.3.3.3. Pomoćna sredstva za sušenje.....	44
3.3.4. Ostala pomoćna sredstva .....	45
3.3.4.1. Osvježivači za primjenu u sušilicama.....	45
3.3.4.2. Uklanjivači mirisa za primjenu u pranju .....	45
4. ZAKLJUČAK.....	46
5. LITERATURA.....	47
6. ŽIVOTOPIS.....	48

## 1. UVOD

Naziv deterdžent dolazi od latinske riječi *detergere*, što znači očistiti, a taj se naziv upotrebljavao ispočetka za površinski aktivne tvari, a povremeno se uobičajio i za razna sredstva za pranje. Danas se taj izraz koristi isključivo kada se misli na sredstva za pranje, a za površinski aktivne tvari prihvaćen je naziv tenzidi, prema latinskom *tendere*, što znači napinjati, a misli se na tvari koje snizuju površinsku napetost tekućine (vode). U engleskom jeziku za površinski aktivnu tvar postoji naziv *surfactant* (od *surface*, što znači površina). Deterdženti najčešće dolaze u obliku praška (prašak za pranje) ili u obliku tekućine. Deterdženti su sastavljeni od velikog broja različitih komponenata. Taj broj sastojaka u deterdžentima se u novije vrijeme i povećava. Glavni sastojci nekog deterdženta su: tenzidi, bilderi, sredstva za kemijsko bijeljenje, aktivatori sredstava za kemijsko bijeljenje, stabilizatori bijeljenja, optička bjelila, nosioci prljavština, enzimi, inhibitori korozije, antimikrobna sredstva, regulatori pjene, omekšivači, mirisi, punila i bojila.<sup>1</sup> Najšire se primjenjuju anionski tenzidi (alkilbenzensulfonati, alkansulfonati, alkilsulfati, alkiletersulfati). Molekule tenzida, koje se sastoje od hidrofilnog i hidrofobnog dijela, nakupljaju se pri pranju na granici faza koje se ne miješaju npr. vode i masnoće. Pritom se hidrofilni dio molekule orijentira prema vodenoj fazi, a hidrofobni prema nevodenoj, npr. prema masnoći, što smanjuje napetost površine i omogućuje odvajanje nečistoće od podloge. Osim tenzida, deterdžent sadrži i sredstva za mekšanje vode i za bijeljenje, enzime za uklanjanje nečistoća od bjelančevina i drugih bioloških tvari, mirise, sredstva za zaštitu od korozije, sredstva za osvježavanje boje itd. Za pranje u *kućanstvima* i *praonicama* troši se najviše deterdženata, pa je na tržištu njihov izbor po asortimanu i tvorničkim markama vrlo velik. Proizvode se kao prašci ili otopine, rjeđe kao suspenzije, gel ili tablete. Praškasti deterdženti najviše se rabe za tkanine od pamuka ili miješanih vlakana, dok su tekući deterdženti prikladni za tkanine od kemijskih i miješanih vlakana. U širem se značenju pod deterdžentom podrazumijevaju i sredstva za čišćenje metala i lakiranih metalnih (automobilskih) ili drvenih površina, za pranje i čišćenje ambalaže u prehrambenoj industriji, za pranje posuđa, čišćenje sagova, šamponi za pranje kose itd. Zbog velikih količina deterdženata koji se nakon upotrebe ispuštaju u kanalizaciju, njihovu se djelovanju na okoliš danas poklanja velika pozornost. U mnogim je zemljama dopuštena proizvodnja samo onih deterdženata koji sadrže biorazgradive tenzide.<sup>2</sup>

## 2. SASTOJCI DETERDŽENATA

Deterdženti za kućanstvo i uporabu u ustanovama su kompleksne formulacije koje mogu sadržavati više od 25 različitih sastojaka. Oni mogu biti podijeljeni u sljedeće veće grupe:

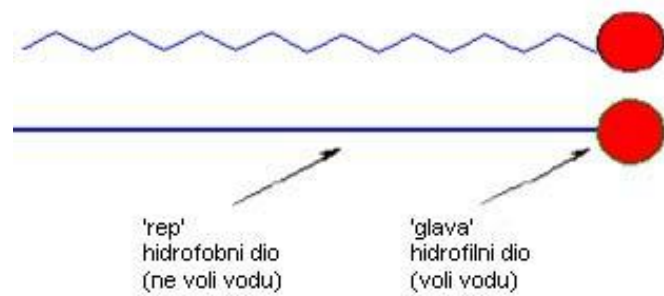
- 1) Tenzidi
- 2) Bilderi
- 3) Sredstva za bijeljenje
- 4) Pomoćna sredstva (aditivi, dodaci)

Svaka zasebna komponenta deterdženta ima svoja vrlo specifična svojstva u procesu pranja. Do neke mjere oni djeluju međusobno sinergistički. Pored gore spomenutih sastojaka, neki dodaci su važni zbog zahtjeva u proizvodnji, a neki se dodaju da poboljšaju izgled proizvoda.<sup>3</sup>

### 2.1. Tenzidi

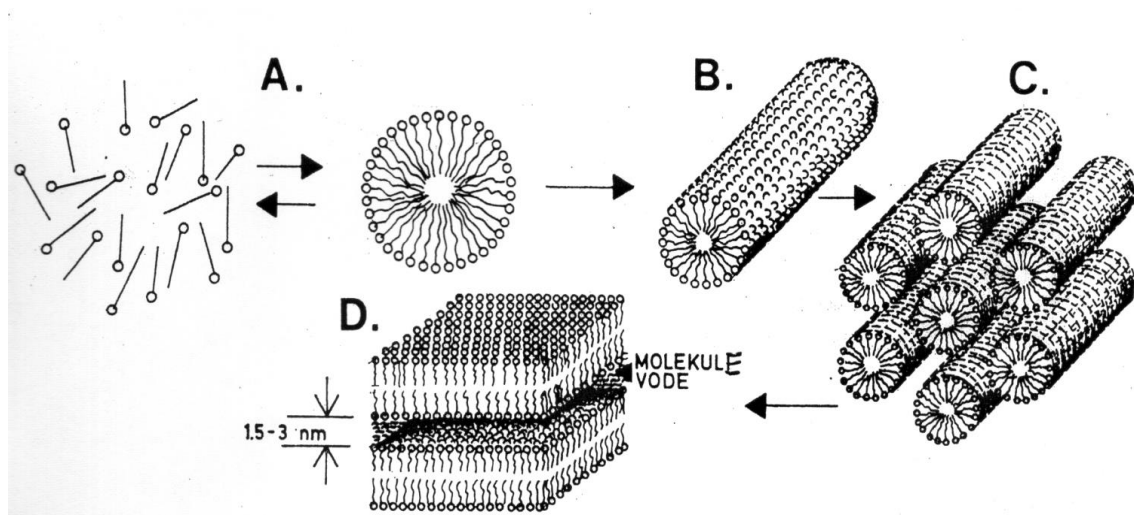
Tenzidi predstavljaju najvažniju grupu sastojaka deterdženata i prisutni su u svim tipovima deterdženata. Općenito, tenzidi su u vodi topljive, površinski aktivne tvari, koje se sastoje od hidrofobnog dijela (općenito dugi alkilni lanac) vezanog na hidrofilne ili funkcionalne skupine koje poboljšavaju topljivost. Osnovna osobina površinski aktivnih tvari je sposobnost da apsorbiraju na graničnoj površini vodenih otopina. Tenzidi su spojevi koji se u otapalu raspoređuju tako da je njihova koncentracija na graničnoj površini veća od koncentracije u unutrašnjosti otapala te zbog toga dolazi do promjene površinske napetosti sustava. Tvari koje smanjuju površinsku napetost vode prema zraku također smanjuju i površinsku napetost vode u odnosu na druge tvari kao što su masnoće, različite nečistoće, tekstilne površine. Na taj način se voda dovodi u stanje da puno brže i lakše moći druge tvari, a vodonetopive da emulgira. Tenzidi su grupirani u jednu od četiri skupine, ovisno o naboju koji je prisutan u lancu koji nosi dio molekule nakon disocijacije u vodenoj otopini:

- 1) Anionski tenzidi
- 2) Neionski tenzidi
- 3) Kationski tenzidi
- 4) Amfoterni tenzidi



*Slika 1.* Shematski prikaz molekule tenzida

Molekule tenzida mogu se nalaziti u vodi pojedinačno ili udružene u grupe različitih oblika (sl. 2.). Udružene molekule tenzida nazivamo micelle. Micelle imaju kuglast ili cilindričan oblik. Pojedinačne molekule su uglavnom prisutne u jako razrijeđenim otopinama tenzida dok se porastom koncentracije tenzida stvaraju micelle. Treba naglasiti da su u procesu pranja pojedinačne molekule aktivnije od tromih micela. Međutim, i udružene molekule imaju pozitivno djelovanje jer opkoljuju nečistoće koje su pojedinačne molekule otrgnule od podloge i sprečavaju njihovo ponovno taloženje na podlogu (redepozicija).



Slika 2. Različiti idealizirani oblici agregacionih struktura molekula tenzida (micela) u vodenim otopinama: A) Dinamička ravnoteža micela-monomeri, B) Cilindrična micela, C) Heksagonalno pakirane cilindrične micle, D) Lamelarna micela

Općenito, adsorpcija i djelovanje deterdženata povećavaju se s povećanjem duljine lanca. Na primjer, ionski tenzidi koji nose n-alkilne skupine pokazuju linearni odnos između broja atoma ugljika u molekuli tenzida i logaritma količine tenzida adsorbiranih na aktivnom ugljenu ili kaolinskoj glini. Struktura hidrofobnog dijela također ima značajan utjecaj na svojstva tenzida. Tenzidi s malo grananja u svojim alkilnim lancima općenito pokazuju dobar učinak čišćenja, ali relativno loše karakteristike močenja, dok su s druge strane vrlo razgranati tenzidi dobra močila, ali imaju nezadovoljavajuća svojstva kao deterdženti. Za spojeve koji sadrže jednak broj ugljikovih atoma u svojim hidrofobnim lancima, svojstvo močenja se značajno povećava kako se hidrofilne skupine premještaju u središte lanca ili s povećanjem grananja. Istovremeno dolazi do smanjenja adsorpcije i učinka deterdženta. Promjene u odnosu na adsorpciju, močenje i učinak deterdženta koje rezultiraju iz različitih stupnjeva grananja daleko su značajniji za ionske tenzide nego za neionske tenzide. U slučaju anionskih tenzida, smanjenje učinka deterdženta uzrokovano povećanim grananjem se može nadoknaditi do neke mjere, ako se povećava sveukupni broj ugljikovih atoma. Pranje tekstila u kućanstvu obično zahtjeva izrazito svojstvo močenja. Ako se pojave problemi, oni se obično mogu prevladati povećanjem duljine vremena pranja ili količine korištenog deterdženta. Najvažnija je učinkovitost 'rolling-up' procesa. Broj i tipovi tenzida prikladni za deterdžente za pranje rublja u porastu je posljednjih 50 godina. Glavni kriterij za ocjenjivanje prikladnosti tenzida, osim učinka, su toksikološke i ekološke karakteristike. Kationski i neionski tenzidi

počeli su dobivati sve važniju ulogu zajedno sa anionskim tipovima. Unatoč velikom izboru mogućnosti, samo je nekoliko tenzida našlo svoju upotrebu na tržištu što je dijelom rezultat ekonomskih čimbenika. Anionski tenzidi su najčešći sastojci u deterdžentima namijenjenim za pranje rublja, posuđa, te općenito čišćenje. Neionski tenzidi, kao što su alkohol etoksilati stekli su veliku važnost tijekom posljednjih desetljeća. Kationski tenzidi se većinom upotrebljavaju kao omekšivači zbog nespojivosti s anionskim tenzidima i njihovom slabom učinku pranja. Amfoternim tenzidima još uvijek nedostaje značajno mjesto na tržištu.<sup>3</sup>

### **2.1.1. Anionski tenzidi**

Većina deterdženata sadrži veće količine anionskih tenzida od neionskih tenzida. Anionski tenzidi koji su u širokoj upotrebi i/ili imaju povoljna svojstva su slijedeći: sapuni, alkilbenzensulfonati (LAS i TPS), sekundarni alkansulfonati (SAS),  $\alpha$ -olefinsulfonati (AOS),  $\alpha$ -sulfo esteri masnih kiselina (MES), alkil sulfati (AS), alkil eter sulfati (AES).<sup>3</sup> Za pranje tekstila najviše se upotrebljavaju ravnolančani alkilbenzensulfonati.

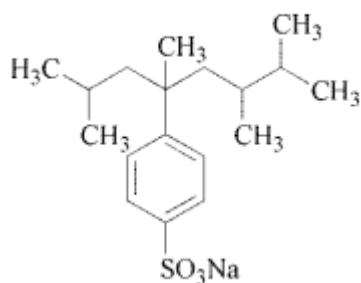
#### **2.1.1.1. Sapuni**

Sapun više nema toliku važnost u mnogim dijelovima svijeta kakvu je imao prije masovne proizvodnje sintetskih tenzida. Iako su sapunski prašci za pranje nekad sadržavali čak 40% sapuna kao jedine tenzide, deterdženti u prahu su od 1950-ih godina bili formulirani s mješavinom daleko učinkovitijih tenzida u znatno manjem udjelu. Daljnji razlog za opadanje korištenja sapuna u deterdžentima za pranje rublja je njegova osjetljivost na tvrdoću vode što se očituje kroz inaktivaciju sapuna zbog reakcije s kalcijem i magnezijem i formiranja taloga sapuna koji se akumulira na tkanine i dijelove perilice. Takva akumulacija smanjuje asorpciju tkanina i njihovu propusnost zraka, te s vremenom uzrokuje diskoloraciju rublja i neugodan miris. Primarna funkcija sapuna trenutno je regulacija pjene u deterdžentima za pranje rublja. Ipak, sapun ostaje „najveći tenzid po volumenu“ koji se koristi u svijetu.<sup>3</sup>

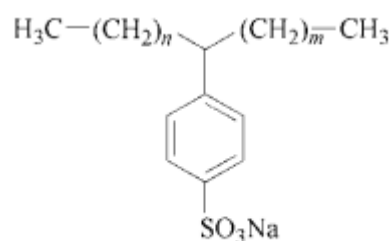
### 2.1.1.2. Alkilbenzolsulfonati (LAS i TPS)

Najvažniji predstavnici alkilbenzensulfonata, koji se koriste kao anionski tenzidi u deterdžentima za pranje su tetra propilenbenzen sulfonat (TPS) i linearni alkilbenzolsulfonat (LAS). U 1950-ima TPS je naveliko zamijenio sapun kao aktivnu komponentu u deterdžentima za rublje u Europi, SAD-u i Japanu. Međutim, kasnije je pronađeno da je razgranati bočni lanac prisutan u TPS-u uzrok slabe biodegradacije. Zbog toga su razvijeni ravnolančani homolozi (LAS) koji su dobro biološki razgradivi.

TPS:



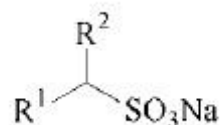
LAS:



Slika 3. Alkilbenzensulfonati TPS i LAS ( $n+m=7-10$ )

Od tog vremena, povoljne ekonomske okolnosti i dobra svojstva deterdžentnosti omogućile su ravnolančanim ili linearnim alkilbenzensulfonatima (LAS) da prednjače među tenzidima u deterdžentima za pranje rublja u Europi, Americi i Aziji. Unatoč tome, ostaje par zemalja u kojima se u deterdžentima još uvijek radije upotrebljava TPS. Osim njihovog vrlo dobrog svojstva deterdžentnosti, LAS imaju zanimljiva svojstva pjenjenja, koja su od velike važnosti za uporabu u deterdžentima. Njihova moć pjenjenja je velika i pjena koja se proizvodi je lako stabilizirana stabilizatorima pjene. Također, LAS može biti lako kontroliran regulatorima pjene i to je značajna karakteristika s obzirom na deterdžente za europsko tržište, gdje su česti tipovi perilica s horizontalnom osi bubnja. Kao rezultat njihove velike topljivosti, LAS su također često korišteni u formulacijama za tekuće deterdžente. Međutim, LAS su osjetljivi na tvrdoću vode, s povećanjem tvrdoće vode, smanjuje im se učinkovitost.<sup>3</sup>

### 2.1.1.3. Sekundarni alkansulfonati (SAS)



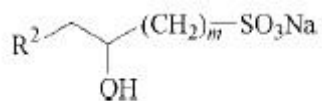
Slika 4. Sekundarni alkansulfonat ( $\text{R}^1 + \text{R}^2 = \text{C}_{11-17}$ )

Natrijevi alkansulfonati (SAS) poznati su na tržištu kao tenzidi od 1940-ih godina. Njihova šira proizvodnja započela je krajem 1960-ih. Karakterizira ih visoka topljivost, svojstva brzog močenja, kemijska stabilnost prema lužinama, kiselinama i jakim oksidacijskim sredstvima, uključujući klor. Natrijevi alkansulfonati su spojevi koji blisko nalikuju LAS svojstvima topljivosti, solubilizacije, močenja i deterdžentnosti. Stoga, SAS uglavnom mogu zamijeniti LAS u većini formulacija. Alkansulfonati su potpuno neosjetljivi na hidrolizu, čak i kod ekstremnih pH vrijednosti. To je rezultat prisutnosti stabilne veze ugljik-sumpor. Osjetljivost na tvrdoću vode i karakteristike pjenjenja kod SAS uvelike nalikuju na one kod LAS.<sup>3</sup>

### 2.1.1.4. $\alpha$ -olefinsulfonati (AOS)



Slika 5. Alkansulfonat ( $\text{R}_1 = \text{C}_8 - \text{C}_{12}$ )



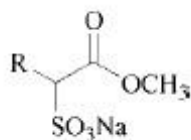
Slika 6. Hidroksialkansulfonat ( $\text{R}_1^2 = \text{C}_7 - \text{C}_{13}$ )

$\alpha$ -olefinsulfonati (AOS) se komercijalno proizvode počevši od  $\alpha$ -olefina. Alkalna hidroliza cikličkog estera hidroksi sulfonske kiseline rezultira u 60-65% slučajeva nastankom alkansulfonata, te u 35-40% slučajeva nastankom hidroksialkansulfonata. Zbog korištenja olefinskih prekursora, te mješavine se obično nazivaju  $\alpha$ -olefinsulfonatima. Za razliku od LAS i SAS, AOS pokazuju relativno malu osjetljivost na tvrdoću vode. Ovisno o duljini



lanca, AOS mogu izazvati probleme pjenjenja u perilicama što se rješava dodatkom regulatora pjene.<sup>3</sup>

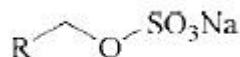
#### 2.1.1.5. $\alpha$ -sulfo esteri masnih kiselina (MES)



Slika 7.  $\alpha$ -sulfo metilni esteri masnih kiselina ( $R=C_{12}-C_{16}$ )

Ova grupa anionskih tenzida također se naziva i metil ester sulfonati (MES). Metil ester sulfonati potiču od različitih sirovina kao što su kokosovo, palmino i sojino ulje, te goveđi loj i svinjska mast. Dobra deterdžentna svojstva se postižu s proizvodima koji imaju duge hidrofobne dijelove npr. derivati palmitinske i stearinske kiseline. Osjetljivost MES na tvrdoću vode je mala s obzirom na LAS i SAS, u većoj mjeri nalik na AOS. Jedno od interesantnih deterdžentnih svojstava  $\alpha$ -sulfo metil estera masnih kiselina je njihova iznimna moć disperzije u odnosu na sapune koji stvaraju taloge. Posebnu pozornost treba obratiti na proizvodnju sredstva za pranje rublja koji se baziraju na MES. Nedovoljna stabilnost pri duljem odležavanju MES je do sada otežala njihovu široku uporabu u deterdžentima; oni se koriste samo u nekoliko japanskih deterdženata.<sup>3</sup>

#### 2.1.1.6. Alkil sulfati (AS)

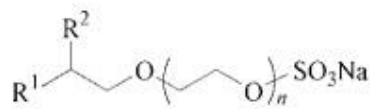


Slika 8. Alkil sulfat ( $R=C_{11}-C_{17}$ )

Alkil sulfati (AS), također poznati i kao alkohol sulfati, istaknuli su se 1930-ih u Njemačkoj i SAD-u kao sastojci deterdženata za osjetljive tkanine te kao tekstilna pomoćna sredstva. Tvrtka Schrauth razvila je metodu dobivanja primarnih masnih alkohola visokotlačnom hidrogenacijom masnih kiselina i njihovih metilnih estera. To je omogućilo veću dostupnost

AS. Alkil sulfati su proizvedeni ili iz prirodnih masnih alkohola dobivenih iz palminog ulja, ulja iz palminih sjemenki ili kokosovog ulja ili iz okso alkohola, tj. iz petrokemijskog podrijetla. Oni se odlikuju poželjnim deterdžentnim svojstvima, te su našli veću primjenu ne samo u specijaliziranim proizvodima, već također i u univerzalnim deterdžentima (eng. heavy-duty detergents). Alkohol sulfati dobiveni iz prirodnih, obnovljivih sirovina igraju sve važniju ulogu kao tenzidi u deterdžentima za pranje rublja od 1980-ih godina. Njihova primjena je u porastu na štetu LAS.<sup>3</sup>

### 2.1.1.7. Alkil eter sulfati (AES)



1.  $R^1 = H, R^2 = C_{10-12}$
2.  $R^1 + R^2 = C_{11-13}$   
 $R^1 = H, C_1, C_2 \dots$   
 $n = 1-2$

Slika 9. Alkil eter sulfati

Alkil eter sulfati (AES), također poznati kao alkohol eter sulfati, dobivaju se etoksilacijom i naknadnim sulfatiranjem alkohola dobivenih iz prirodnih sirovina ili sintetski. Oni pokazuju sljedeće jedinstvene karakteristike u odnosu na alkil sulfate: niska osjetljivost na tvrdoću vode, visoka topljivost, dobra stabilnost skladištenja na niskim temperaturama u tekućim formulacijama. Komercijalni AES sastoje se od alkil eter sulfata i alkil sulfata kao glavnih komponenata. Nesulfatirani alkoholi, alkohol etoksilati, anorganske soli i poli (etilenoksid) sulfati su sadržani kao nusprodukti. Alkohol eter sulfati koji su najmanje osjetljivi na tvrdoću vode, npr. natrijev C<sub>12-14</sub> n-alkil dietilen glikol eter sulfati, zapravo pokazuju poboljšanje deterdžentnih svojstava, npr. na vuni, kako se tvrdoća povećava. To je rezultat djelovanja pozitivno nabijenih elektrolita koje se može pripisati kalcijevim i magnezijevim ionima. U područjima manje tvrdoće vode, dodatkom natrijevog sulfata, postiže se lagano poboljšanje deterdžentnih svojstava. Međutim, deterdžentna svojstva opadaju u prisutnosti natrij trifosfata zbog sekvencijalne kalcijai magnezija. Alkil eter sulfati su spojevi koji veoma intenzivno stvaraju pjenu, te su prikladni za korištenje u deterdžentima visoke pjene. Zbog svojih

specifičnih osobina, alkil eter sulfati su poželjni sastojci deterdženata za osjetljive ili vunene tkanine, pjenušavih kupki, šampona za kosu te deterdženata za ručno pranje posuđa. Optimalna duljina ugljikovog lanca je C<sub>12</sub>-C<sub>14</sub> sa oko 2 mola etilen oksida.<sup>3</sup>

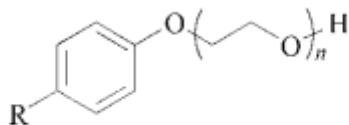
## **2.1.2. Neionski tenzidi**

### ***2.1.2.1. Alkohol etoksilati (AE)***

Neionski tenzidi tipa alkohol etoksilata ne disociraju u vodenim otopinama. Neka od njihovih svojstava mogu se posebno izdvojiti: odsutnost elektrostatskih interakcija, ponašanje u odnosu na elektrolite, mogućnost podešavanja povoljne hidrofilne-lipofilne ravnoteže (HLB vrijednost), anomalije u topljivosti u vodi. Pojava adsorpcije, koja uključuje neionske tenzide, može se objasniti na temelju hidrofobnih interakcija koje mogu biti povezane sa steričkim utjecajima. Elektroliti nemaju direktan utjecaj na adsorpciju sa neionskim tenzidima. Prisutnost polivalentnih kationa ima negativan utjecaj na deterdžentna svojstva neionskih tenzida. Ovi kationi izazivaju redukciju negativnih ζ-potencijala površine vlakana i nečistoća koja dovodi do reduciranog odbijanja i odgovarajućeg slabog uklanjanja nečistoća. Važna prednost alkohol etoksilata je činjenica da odgovarajuća ravnoteža (HLB) može biti lako postignuta između hidrofobnih i hidrofilnih dijelova neionskih tenzida. Na primjer, hidrofilni dio molekule može se postepeno produžiti dodavanjem dijelova molekula etilen oksida. To dovodi do postepenog povećanja hidratacije i odgovarajućih povećanja u topljivosti. S druge strane, sa ionskim tenzidima, prisutnost čak jedne ionske skupine daje snažan doprinos hidrofilnom karakteru da daljnje uvođenje ionskih skupina u potpunosti eliminira mogućnost ravnotežnih odnosa u odnosu na hidrofobne dijelove. Time dolazi do brzog nestajanja tipičnih karakteristika tenzida. Znatno duži alkilni lanac (>C<sub>20</sub>) bio bi potreban da tenzid, koji nosi dvije jake ionske hidrofilne skupine, pokaže svoju aktivnost pranja. Neionski tenzidi, s danim hidrofobnim dijelom, se mogu prilagoditi promjenom stupnja etoksilacije kako bi imali optimalna svojstva za različite podloge s obzirom na adsorpciju i deterdžentna svojstva. Djelovanje pokazuje početno povećanje s povećanjem stupnja etoksilacije, ali i značajno opadanje nakon što se dosegne određeni stupanj. Svojstvo močenja često opada pri vrlo visokim stupnjevima etoksilacije, pri čemu svojstvo močenja tvrdih hidrofobnih površina nastavlja rasti s porastom broja etoksi skupina. Alkohol etoksilati pokazuju anomalije u topljivosti: zagrijavanjem u vodenoj otopini javlja se zamućenje, obično kod relativno

precizirane temperature. Takvo ponašanje uzrokuje separacija otopine alkohol etoksilata u dvije faze, od kojih je udio vode u jednoj fazi veći nego u drugoj. Odgovarajuća karakteristična temperatura za određeni tenzid naziva se točka zamućenja. Točka zamućenja se pomiče na više temperature s porastom broja etoksi skupina. Ako točka zamućenja nije uvelike premašena, tada uglavnom vodene faze i faze tenzida tvore emulziju. Adsorpcija (točnije, deterdžentna svojstva) određenog tenzida opada kada se točka zamućenja premaši u značajnoj mjeri. Glavni razlog takvog ponašanja je smanjena topljivost alkohol etoksilata koji se odvođe iz vodene faze. Međutim, neionski tenzidi, sa točkom zamućenja koja je nešto ispod određene temperature, obično pokazuju bolje djelovanje od onih čija je točka zamućenja veća. Stoga je temperatura pranja bitan faktor kod određivanja optimalnog stupnja etoksilacije. Najbolja deterdžentna svojstva ostvaruju se kod temperature koja je bliska temperaturi točke zamućenja. Točka zamućenja se može uvelike reducirati dodatkom nekoliko grama elektrolita po litri, ovisno o tenzidu. Međutim, sve rečeno primjenjivo je samo na sustave sastavljene od čistih neionskih tenzida. Važno je prepoznati, u slučaju binarnih mješavina neionskih i ionskih tenzida, da čak i mala količina ionskih tenzida može izazvati veći ili manji porast točke zamućenja. Udio neionskih tenzida, u sveukupnoj proizvodnji i upotrebi tenzida, u porastu je još od 1970-ih godina. Na taj porast značajno utječu masni alkoholi, okso alkoholi te sekundarni alkohol etoksilati, od kojih su svi dobiveni reakcijom odgovarajućih alkohola s etilen oksidom. Mijenjanjem duljine ugljikovog lanca i stupnja etoksilacije, ovi neionski tenzidi mogu se izraditi po mjeri s obzirom na temperaturu pranja. Iz tih razloga, povećana upotreba neionskih tenzida djelomično prati trend pranja na nižim temperaturama. Razlozi za povećanu uporabu neionskih tenzida nalaze se u njihovim povoljnim deterdžentnim svojstvima, osobito s obzirom na sintetiku, te pranje pri nižim temperaturama. Povoljna deterdžentna svojstva neionskih tenzida proizlaze uglavnom iz sljedećih faktora: niske kritične micelarne koncentracije (KMK), vrlo dobre performanse deterdženta, odlične antiredepozicijske karakteristike nečistoća sa sintetičkih vlakana. Neionski tenzidi s niskim KMK vrijednostima pokazuju deterdžentna svojstva čak i pri relativno niskim koncentracijama.<sup>3</sup>

### 2.1.2.2. Alkil fenol etoksilati (APE)

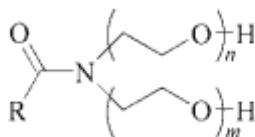


Slika 10. Alkil fenol etoksilat ( $R=C_{8-12}$ ,  $n=5-10$ )

Alkil fenol etoksilati temelje se na p-oktil-, nonil- i dodecifenol poli (etilenglikol) eterima. Postigli su rani uspjeh zbog svojih iznimnih deterdžentnih svojstava, osobito njihovih karakteristika uklanjanja ulja i masti. Međutim, njihovo korištenje se uveliko smanjilo zbog negativnih ekoloških karakteristika, osobito radi njihove loše biorazgradivosti i toksičnosti na ribe pojedinih metabolita koji su rezultat djelomične biorazgradnje.<sup>3</sup>

### 2.1.2.3. Alkanol amidi masnih kiselina (FAA)

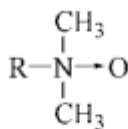
Alkanol amidi masnih kiselina imaju sljedeću strukturu:



Slika 11. Alkanol amid masne kiseline ( $R=C_{11-17}$ ,  $n=1,2$ ,  $m=0,1$ )

Alkanol amidi masnih kiselina rijetko se primjenjuju u deterdžentima za pranje rublja. Njihova najvažnija značajka je jačanje pjene, odnosno dodavanje željene stabilnosti pjene koja nastaje od deterdženata koji su podložni jačem pjenjenju. Ipak, male količine FAA kao tenzida su sposobne poboljšati svojstva uklanjanja nečistoća klasičnih komponenata deterdženta pri nižim temperaturama pranja.<sup>3</sup>

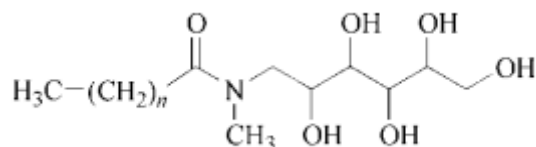
#### 2.1.2.4. Alkil amin oksidi



Slika 12. Alkil amin oksid (R=C<sub>12-16</sub>)

Alkil amin oksidi nastaju oksidacijom tercijarnih amina pomoću vodikovog peroksida. To su spojevi koji pokazuju kationsko ponašanje u kiselim uvjetima (pH<3), ali se ponašaju kao neionski tenzidi u neutralnim ili alkalnim uvjetima. Iz tog ih razloga uvrštavamo u kategoriju neionskih tenzida. Kombinacije alkilbenzensulfonata i specifičnih amin oksida poznate su kao posebno nježne prema koži. Unatoč dobrim deterdžentnim svojstvima, rijetko se koriste u formulacijama deterdženata za pranje rublja. Razlog tome je visoka cijena, niska toplinska stabilnost i visoka stabilnost pjene.<sup>3</sup>

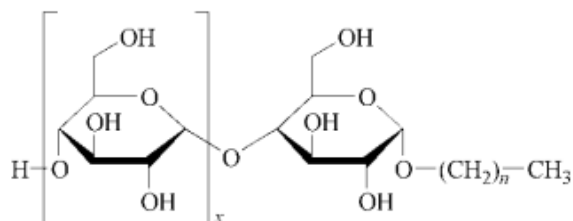
#### 2.1.2.5. N-metilglukamidi (NMG)



Slika 13. N-metilglukamid

N-metilglukamidi su novi tip neionskih tenzida, uvedeni su u deterdžente 1990-ih godina. Njihov hidrofilni karakter potječe od hidroksilnih skupina šećera ili dijelova glukoze škroba. Ovi tenzidi dobivaju se reakcijom šećera sa metilaminom i naknadnim aciliranjem s masnom kiselinom. Sve više se koriste kao kotenzidi u formulacijama praškastih i tekućih deterdženata.<sup>3</sup>

### 2.1.2.6. Alkil poliglikozidi (APG)



Slika 14. Alkil poliglikozid

Alkilpoliglikozidi proizvode se dehidracijom, tj. reakcijom dehidriranja-kondenzacije alkohola s glukozom. Alkilpoliglikozidi imaju izrazite karakteristike pjenjenja, posebno u kombinaciji s anionskim tenzidima. Zbog njihovih dobrih svojstva pjenjenja, APG se pretežno koriste u deterdžentima za pranje posuđa, tekućim deterdžentima, te posebno u deterdžentima za fine tkanine. Izvrsna kompatibilnost s kožom je jedna od najistaknutijih obilježja alkilpoliglikozida. Budući da su potpuno bazirani na prirodnim izvorima, lako i brzo se biološki razgrađuju na ugljikov dioksid i vodu.<sup>3</sup>

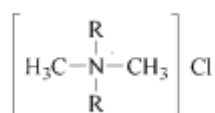
### 2.1.3. Kationski tenzidi

Dugolančani kationski tenzidi kao što su distearildimetil amonijev klorid (DSDMAC) pokazuju izuzetno visoku snagu sorpcije s obzirom na različite površine. Oni se vrlo snažno adsorbiraju na površinu prirodnih vlakana, kao što su pamuk, vuna i lan. Adsorpcija na sintetička vlakna je manje izražena. Ovakvo ponašanje podrazumjeva kompletnu pokrivenost graničnih površina. Istovremeno, kationski tenzidi pokazuju ponašanje suprotno ponašanju anionskih tenzida što se tiče odnosa naboja na krutinama. Budući da su molekule tenzida pozitivnog naboja, njihovom adsorpcijom smanjuje se negativni  $\zeta$ -potencijal krutina prisutnih u vodenoj otopini te se time reducira i međusobno odbijanje, uključujući ono između nečistoća i vlakana. Upotreba veće koncentracije tenzida uzrokuje promjenu naboja; krute čestice postaju pozitivno nabijene, rezultirajući ponovno odbijanjem. Uklanjanje nečistoća može se postići ako su prisutne odgovarajuće količine kationskih tenzida, te ako su njihovi alkilni lanci donekle dulji od lanaca odgovarajućih anionskih tenzida. Ta činjenica ima mali praktični značaj, međutim, budući da naknadno ispiranje i razrjeđivanje uzrokuju promjenu naboja u smjeru negativnih  $\zeta$ -potencijala, veliki dio prethodno uklonjene nečistoće ponovno je

privučen na vlakna. Zbog toga se kationski tenzidi upotrebljavaju samo u svrhu postizanja određenih specijalnih učinaka koji uključuju primjenu u ciklusu ispiranja kao omekšivači tkanina, te kao antistatička sredstva i mikrobicidi. Smjese napravljene od ekvivalentnih količina anionskih tenzida i kationskih tenzida ostaju gotovo neadsorbirane na površinama i na taj način ne pokazuju nikakve učinke pranja. Reakcije između anionskih i kationskih tenzida proizvode neutralne soli sa ekstremno niskom topljivosti u vodi. S obzirom na proces pranja, ove soli se ponašaju kao dodatno opterećenje masnim nečistoćama. S druge strane, dodatak male količine određenog specifičnog kationskog tenzida anionskom tenzidu, ili čak neionskom tenzidu, može poboljšati svojstva deterdžentnosti. Neionski tenzidi su više "tolerantni" na prisutnost kationskih tenzida nego anionski tenzidi. Njihove smjese se ponekad koriste u specijalnim deterdžentima koji djeluju u ciklusu pranja i omekšavanju tkanine. U takvim slučajevima mora se uzeti u obzir da adsorpcija kationskog tenzida može biti uvelike reducirana prisutnošću neionskog tenzida, ovisno o koncentraciji posljednjeg, fenomen koji može imati negativan utjecaj na karakteristike omekšivanja tkanine.<sup>3</sup>

### **2.1.3.1. Dialkildimetilamonij kloridi**

Prvi tenzid razvijen u ovoj skupini bio je distearildimetilamonij klorid (DSDMAC), predstavljen 1949. kao omekšivač tkanine za pamučne pelene, a godinu kasnije kao omekšivač tkanina u ciklusu ispiranja rublja.



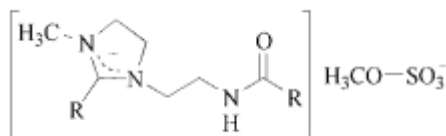
*Slika 15.* Dialkildimetilamonij klorid (R=C<sub>16-18</sub>)

Tek sredinom 1960-ih su ovi tenzidi počeli dobivati veći utjecaj kao dodaci nakon pranja rublja.<sup>3</sup>



### 2.1.3.2. Imidazolne soli

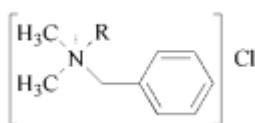
Imidazolne soli, kao što je 1-(alkilamidoetil)-2-alkil-3-metilimidazolin metil sulfat, su dobile mjesto kao omekšivači u ciklusu ispiranja, iako ni približno tako važno kao DSDMAC.<sup>3</sup>



Slika 16. Imidazolna sol (R=C<sub>16-18</sub>)

### 2.1.3.3. Alkildimetilbenzilamonij kloridi

Spojevi ovog tipa pokazuju samo ograničeni karakter omekšavanja tkanina, ali se koriste u dezinfekcijske svrhe zbog njihove aktivnosti prema gram pozitivnim i gram negativnim bakterijama.

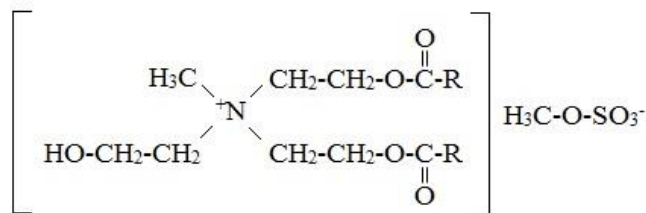


Slika 17. Alkildimetilbenzilamonij klorid (R=C<sub>8-18</sub>)

Zbog visokog adsorpcijskog kapaciteta također se primjenjuju i kao antistatička sredstva u proizvodima koji se koriste nakon pranja.<sup>3</sup>

### 2.1.3.4. Esterkvati (EQ)

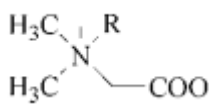
U novoj generaciji omekšivača rublja, koja se pojavila 80-ih i 90-ih godina, DSDMAC je zamijenjen esterkvatima. Za razliku od DSDMAC, esterkvati su lakše biorazgradivi i to svojstvo duguju svojim esterskim vezama, tj. njihovoj točki pucanja. Esterkvati su tenzidi dobiveni esterifikacijom i imaju povoljna ekotoksikološka i toksikološka svojstva. Svi dostupni podaci dokazuju da esterkvati ne predstavljaju opasnost za žive organizme. Esterkvati imaju slična fizikalno-kemijska i kemijska svojstva kao DSDMAC.<sup>3</sup>



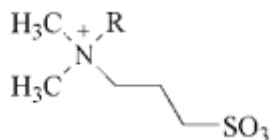
Slika 18. Esterkvat (EQ)

#### 2.1.4. Amfoterni tenzidi

Spojevi tipa alkilbetaina ili alkilsulfobetaina, sadrže i anionske i kationske skupine u istoj molekuli čak i u vodenoj otopini. Unatoč tome što imaju izvrsna deterdžentna svojstva, ovi tenzidi se rijetko nalaze u deterdžentima za rublje, prvenstveno zbog cijene. Najčešće se koriste u deterdžentima za ručno pranje posuđa.<sup>3</sup>



Slika 19. Alkilbetaini (R=C<sub>12-18</sub>)



Slika 20. Alkilsulfobetaini (R=C<sub>12-18</sub>)

Amfoterni tenzidi su u nekim područjima primjene nezamjenjivi zbog izvrsnih svojstava: neiritacijski su prema koži, kompatibilni s anionskim tenzidima, stvaraju obilnu pjenu i stabilni su u alkalnom i kiselom mediju.

## 2.2. Bilderi

Bideri u deterdžentima imaju važnu ulogu tijekom procesa pranja. Njihova uloga je poboljšanje deterdžentnog djelovanja i omekšavanje vode, tj. uklanjanje kalcijevih i magnezijevih iona koji proizlaze iz vode i iz nečistoća. Kategorija bildera se sastoji od nekoliko vrsta materijala: specifični taložni alkalni materijali kao što su natrijev karbonat i natrij silikat; sredstva za tvorbu kompleksa kao što su natrijev trifosfat ili nitriloctena kiselina (NTA); i ionski izmjenjivači kao što su, u vodi topljive polikarboksilne kiseline i zeoliti (npr. zeolit A).

Bideri moraju zadovoljiti sljedeće kriterije:

- 1) Omekšavanje vode, tj. eliminacija zemnoalkalijskih iona koji potječu iz vode, tekstila, nečistoća
- 2) Visok učinak uklanjanja nečistoća i mrlja; poboljšanje djelovanja tenzida
- 3) Dispergiranje nečistoća u kupelji za pranje, tj. dobra moć zadržavanja nečistoća u kupelji
- 4) Ne smiju smetati kod reguliranja pjene
- 5) Sprečavanje nastanka taloga u perilici
- 6) Moraju se dobro podnositi s ostalim sastojcima deterdženata; biti kemijski stabilni
- 7) Ne smiju biti štetni za okoliš
- 8) Ne smiju biti toksični
- 9) Moraju biti ekonomski isplativi.<sup>3</sup>

### 2.2.1. Alkalijske

Alkalijske poput potaše (kalijev karbonat) i sode (natrijev karbonat) koristili su se kako bi se poboljšala učinkovitost pranja vodom, još od davnina. Njihovo djelovanje bazira se na činjenici da nečistoće i vlakna postaju negativnije nabijeni kako se pH vrijednost povećava, rezultirajući povećanjem međusobne odbojnosti. Lužina također taloži ione koji pridonose tvrdoći vode. Početkom 20. stoljeća, glavni sastojci (osim sapuna) svih deterdženata bili su

natrijev karbonat i silikati koji su često sačinjavali oko 50% formulacija praškastih deterdženata. Ove sastojke deterdženta djelomično su zamijenili natrij monofosfat i difosfat. Svi ovi bilderi su uklanjali tvrdoću vode taloženjem. Moderni bilderi više ne uklanjaju tvrdoću vode taloženjem već se tvrdoća vode uklanja kompleksiranjem (sekvestracijom) ili ionskom izmjenom.<sup>3</sup>

### **2.2.2. Kompleksirajuća sredstva**

Soda (natrijev karbonat) uzrokuje taloženje kalcijevih i magnezijevih soli iz vode za pranje. To može dovesti do stvaranja kamenca na odjeći kao i na dijelovima perilice za rublje. Nasuprot tome, sekvestranti tvore stabilne, u vodi topljive komplekse sa zemno-alkalijskim ionima, kao i s tragovima teških metala prisutnih u vodi. Često su ti rezultirajući kompleksi kelati. Temperatura i koncentracija kompleksirajuće tvari su općenito odlučujući faktori kod uspješne eliminacije polivalentnih metalnih iona. U kompleksnim spojevima s kalcijem, ekstremno visoke konstante stabilnosti, koje bi rezultirale u vrlo niskim koncentracijama kalcijevih iona, nisu potrebne, tj. nepoželjne su. Važno je da se te soli, prisutne u najvećoj mjeri, kao što je kalcijev karbonat ili druge (s još većom topivosti produkata) spriječe od taloženja tijekom procesa pranja. Manje topive kalcijeve soli obično igraju manju ulogu. Postoji nekoliko spojeva koji čak i u malim stehiometrijskim količinama mogu usporiti, spriječiti ili na neki drugi način omesti taloženje netopivih soli. U nekim slučajevima njihovo djelovanje potiče soli da se istalože u amorfnom obliku i tako snažno smanjuju sklonost prema stvaranju kristala, kao što je kalcit, čiji oštri rubovi mogu oštetiti tkaninu.<sup>3</sup>

### **2.2.3. Ionski izmjenjivači**

Destruktivan učinak polivalentnih metalnih iona može biti reduciran ne samo korištenjem kompleksirajućih sredstava (sekvestranata) male molekulske mase, već i ionskim izmjenjivačima. Ionski izmjenjivači općenito imaju visok kapacitet vezanja za kalcij ali to se obično smanjuje s povećanjem temperature. Eliminacija kalcijevih iona, te u manjoj mjeri i magnezijevih iona, je od velike važnosti za proces pranja, ali kapacitet ionske izmjene za ione teških metala je također važan s ekološkog aspekta. Ionska izmjena ovisi ne samo o veličini iona, već i o koncentraciji, vremenu, temperaturi i pH vrijednosti. Ioni kalcija izmjenjuju se

vrlo brzo. Proces se odvija nešto sporije s magnezijem, iako izmjena postaje brža na višoj temperaturi. Izmjena magnezijevih iona je polaganija, jer je jače hidratiziran, pa teže ulazi u kristalnu rešetku, no na višoj temperaturi se izmjena ubrza jer se hidratna ljuska oko magnezijevih iona, zbog pojačanog pokretanja molekulske mase, razgrađuje.<sup>3</sup>

### 2.3. Sredstva za bijeljenje

Izraz bijeljenje koristi se u širokom smislu za uvođenje bilo koje promjene boje nekog objekta prema svjetlijoj nijansi. U fizikalnom smislu to podrazumijeva povećanje refleksije vidljivog svjetla „na račun apsorpcije“. Do učinaka izbjeljivanja može doći u mehaničkom, fizikalnom i/ili kemijskom smislu, osobito kroz uklanjanje boje i nečistoća koje prijanjaju uz izbjeljivani objekt. U procesu pranja, svi ti procesi odvijaju se usporedno, ali u različitim mjerama. Relativna važnost svakog je utvrđena dijelom prema prirodi nečistoće i prisutne boje. Mehanički/fizikalni mehanizmi su učinkoviti primarno za uklanjanje čestica i masnih nečistoća. Kemijsko bijeljenje zaduženo je za uklanjanje obojenih ne-perivih nečistoća i mrlja koje prijanjaju uz vlakna oksidacijskom ili redukcijskom razgradnjom kromofornih sustava. Samo oksidacijska bjelila se koriste u deterdžentima za pranje rublja u velikom opsegu; mnoge nečistoće koje se redovito nađu na rublju sadrže komponente koje, ako se reduktivno izbjeljuju, postaju bezbojne ali se mogu kasnije vratiti u svoj obojani oblik kao rezultat naknadne atmosfere oksidacije. Međutim, ova generalizacija ne isključuje upotrebu posebnih reduktivnih bjelila (npr.  $\text{NaHSO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ ) za tretiranje specifičnih tipova diskoloracija koje se javljaju u kućanstvima i raznim institucijama. Stupanj učinka izbjeljivanja koji se može postići ovisi o brojnim faktorima, uključujući tip bjelila, njegov oksidacijski potencijal i koncentraciju, temperaturu pranja, tip nečistoće koji se izbjeljuje te prirodu tkanine. Izbjeljive nečistoće koje susrećemo na rublju u kućanstvu i na rublju koje se koristi u raznim institucijama, sastoji se od širokog spektra različitih tvari koje su obično biljnog podrijetla i sadrže primarno polifenolne spojeve. To uključuje antocijaninske boje, koje potječu iz npr. trešnja, borovnica, ribizla te boje od kurkume koje nalazimo u curry-ju i senfu. Boje komercijalnog podrijetla, kao što su one u kozmetici, u sredstvima za bojenje kose i tinti su također važne. Krv je također nečistoća koja se izbjeljuje, ali njeno uklanjanje često izaziva probleme. Dva postupka su stekla veliku važnost u oksidacijskom izbjeljivanju tijekom procesa pranja i ispiranja: izbjeljivanje peroksidom i hipokloritom. Relativni opseg njihove primjene varira, oslanjajući se na navike pranja u različitim globalnim regijama.<sup>3</sup>

### **2.3.1. Kemijska bjelila**

Sredstva za kemijsko bijeljenje su vrlo važni sastojci deterdženata. Prvotna im je svrha da uklanjaju obojene prljavštine koje se ne mogu potpuno ukloniti u pranju djelovanjem tenzida i bildera. To su oksidacijska sredstva koja u postupku pranja razaraju kromofore obojenih spojeva. Od njih su najpoznatiji natrijev hipoklorit, koji bijeli već u hladnoj kupelji, te natrijev perborat iz kojeg se postupno razvija vodikov peroksid. On oksidativno djeluje na višim temperaturama, počinje bijeliti na 60°C, a optimalno bijeljenje mu je tek na 90°C. Primjena hipoklorita u oplemenjivanju tekstila je zbog ekoloških razloga u Europi zabranjena jer aktivni klor stvara s aminokiselinama u otpadnim vodama toksične spojeve. U industrijskim praonicama se ipak primjenjuje zbog nužnosti dezinficiranja rublja.<sup>4</sup>

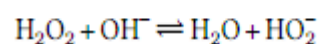
### **2.3.2. Optička bjelila**

Optičko bijeljenje postiže se dodatkom tvari koje apsorbiraju ultraljubičasto zračenje, a istodobno emitiraju vidljivo zračenje u ljubičastom i plavom području. Optička bjelila su vrsta fluorescentnih bojila. Emisijom plavog svjetla povećava se bjelina i sjajnost, a neutralizira žućkasti ton. Kao najvažnija optička bjelila upotrebljavaju se derivati stilbena, benzidina i heterocikličkih spojeva (npr. kumarin, benzimidazol, pirazolin). U proizvodnji tekstila dodaju se u kupelj za bijeljenje, a osim za bijeljenje tekstila služe i za bijeljenje papira, deterdženata, polimernih materijala, lakova, voskova i dr.<sup>2</sup>

### **2.3.3. Aktivne komponente bijeljenja**

#### ***2.3.3.1. Peroksidi***

Dominantna bjelila u Europi i mnogim drugim regijama svijeta pripadaju skupini peroksida. Vodikov peroksid se u alkalnom mediju prevodi u aktivan međuprodukt, anion vodikovog peroksida, prema sljedećoj jednadžbi:



Perhidroksilni anion oksidacijski izbjeljuje nečistoće i mrlje. Uobičajeni izvori vodikovog peroksida su anorganski peroksidi i peroksohidrati. Najčešći izvor je natrij perborat ( $\text{NaBO}_3 \times 4\text{H}_2\text{O}$ ). Koncentracija izbjeljivački aktivnog aniona vodikovog peroksida povećava se s pH vrijednošću i temperaturom. Natrij perborat pokazuje znatno manju učinkovitost izbjeljivanja kod temperatura ispod  $60^\circ\text{C}$ . Čak i kod niskih temperatura, anioni vodikovog peroksida su prisutni u vodi za pranje, ali pokazuju slabiju moć izbjeljivanja. Učinak izbjeljivanja znatno se povećava i porastom koncentracije perborata i s vremenom. 1980-ih godina bilo je mnogo pokušaja poboljšavanja deterdžentnih svojstava korištenjem organskih peroksi kiselina, npr. monoperoksifalne kiseline i soli DPDDA kiseline, kao komponenti bijeljenja. Stoga je moguće održati značajno izbjeljivanje na niskoj temperaturi kao što je  $30^\circ\text{C}$ . Ipak, iz nekoliko razloga (oštećenje boje i isplativost) tehnički i komercijalni proboj ovih peroksi kiselina nije još postignut.<sup>3</sup>

### **2.3.3.2. Hipokloriti**

Hipoklorit se koristi za izbjeljivanje u mnogim globalnim regijama gdje navika pranja rublja hladnom vodom, uzrokuje manju učinkovitost natrij perborata. U lužnatom mediju, hipokloritna bijelila se prevode u hipokloritni anion prema jednačbi:



Vodena otopina natrijeva hipoklorita ( $\text{NaOCl}$ ) se koristi kao izvor aktivnog klora.

Jedna od glavnih prednosti praškastog natrij perborata nad tekućim natrij hipokloritom je činjenica da se natrij hipoklorit mora dodati odvojeno, bilo u procesu pranja ili ispiranja, dok se perborat može ugraditi direktno u prašak za pranje rublja. To rezultira blagim "color-safe" bijeljenjem. Nasuprot tome, pogrešno doziranje natrij hipoklorita može se lako dogoditi i time uzrokovati znatnu oštećenje rublja i boje. Daljnja prednost natrijevog perborata je njegov dugi rok trajanja, dok je otopinama natrij hipoklorita ograničena stabilnost skladištenja. Hipokloritna bijelila mogu se koristiti u ciklusima pranja i ispiranja, neovisno o temperaturi. Oni pružaju učinkovito izbjeljivanje i dezinfekciju i na nižim temperaturama. Međutim, zbog velike reaktivnosti i neobično visokog oksidacijskog potencijala, natrij hipoklorit (za razliku od natrijevog perborata) može uzrokovati probleme sa tekstilnim bojilima i većinom

fluorescentnih izbjeljivača, tj. optičkih bjelila. I bojila i optička bjelila često pokazuju slabu stabilnost u prisutnosti klora.<sup>3</sup>

#### **2.3.4. Aktivatori bijeljenja**

Da bi se postiglo zadovoljavajuće izbjeljivanje natrijevim perboratom i natrijevim perkarbonatom na temperaturama  $\leq 60^{\circ}\text{C}$ , koriste se takozvani aktivatori bijeljenja. To su uglavnom sredstva za aciliranje ugrađena u proizvode za rublje. Ona u kupeljima za pranje u pH području pH 9 do pH 12 u prisutnosti vodikovog peroksida tvore organske perkiseline. Organske perkiseline imaju visoki oksidacijski potencijal, u odnosu na vodikov peroksid, pa pokazuju učinkovita izbjeljivačka svojstva na niskim temperaturama. Zbog niske koncentracije zbog 'in situ' stvaranja, ove peroksi kiseline su mnogo manje agresivne prema tekstilnim bojilima i fluorescentnim izbjeljivačima nego što je to natrij hipoklorit. Među raznim aktivatorima bijeljenja, najpoznatiji su tetraacetilendiamin (TAED) i natrij p-nonanoiloksibenzensulfonat (NOBS). Osim svojih učinkovitosti, što se tiče izbjeljivanja na niskim temperaturama, ovi aktivatori bijeljenja znatno su pridonijeli poboljšanju higijene rublja koje duguju biocidnom učinku perkiselina stvorenim 'in situ'.<sup>3</sup>

#### **2.3.5. Katalizatori bijeljenja**

Izvedeni su brojni pokušaji da se u proizvode za pranje rublja s natrijevim perboratom i/ili perkarbonatom uvedu male količine katalizatora koje bi povećale njihovu učinkovitost izbjeljivanja, pogotovo na nižim temperaturama. U većini slučajeva korišteni su ioni teških metala u tragovima. Dodatak iona teških metala može uzrokovati raspad natrijevog perborata, ali ne dovodi do boljeg izbjeljivanja. Zapravo se učinak izbjeljivanja još i smanjuje i može dovesti do ozbiljnog oštećenja vlakana i boje. Fotoizbjeljivanje aluminijem ili cinkovim ftalocijanintetrasulfonom predstavlja još jedan oblik katalizatora bijeljenja. Kod fotoizbjeljivanja, kisik iz atmosfere je katalitički aktiviran ftalocijaninskim spojem, te aktivni kisik koji se generira izbjeljuje mrlje koje oksidiraju. Pogodni uvjeti za nekoliko deterdženata koji sadrže fotoizbjeljivače uključuju sporo sušenje rublja u uvjetima velike vlažnosti i velikog intenziteta svijetla. Zbog toga se fotoizbjeljivački katalizatori koriste u proizvodima za rublje u dijelovima s intenzivnim sunčevim zračenjem.<sup>3</sup>



### **2.3.6. Stabilizatori bijeljenja**

Tragovi iona kao što su bakar, mangan i željezo kataliziraju oslobađanje kisika iz sustava izbjeljivača, tj. kataliziraju nekontrolirano brz raspad vodikovog peroksida. To reducira učinak izbjeljivača te u isto vrijeme uzrokuje oštećenje tkanina i boja. Dodavanjem malih količina fino raspoređenog magnezijevog silikata uvelike smanjuje katalizu kao rezultat apsorpcije iona teških metala. Druga mogućnost uklanjanja tragova iona teških metala je dodatak selektivnih kompleksirajućih sredstava. Natrijev trifosfat ima samo mali učinak kompleksiranja sa ionima teških metala i nije sposoban za izazivanje dovoljne stabilizacije izbjeljivača u njihovoj prisutnosti. S druge strane, kompleksirajuća sredstva kao što su natrij hidroksietandifosfonat (HEDP) ili natrij dietilentriamin pentakis(metilenfosfonat), kao i druge fosfonske kiseline, pokazuju izražen efekt stabilizacije.<sup>3</sup>

## **2.4. Ostali sastojci detergenata**

Tenzidi, bilderi i bjelila su kvantitativno glavne komponente modernih deterdženta. Pomoćna sredstva, ili aditivi, se dodaju u malim količinama. Danas je teško zamisliti deterdžente bez njih. Uvelike su pridonjeli multifunkcionalnosti deterdženata za rublje tijekom posljednjih 30 godina.<sup>3</sup>

### **2.4.1. Enzimi**

Tvrdocorne mrlje proteinskog podrijetla kao što su mlijeko, kakao, krv, žumanjak i trava otporni su na uklanjanje s vlakna upotrebom deterdženata bez enzima, posebice kada se mrlje zasuše. Također je ista situacija s mrljama od čokolade i mrljama na bazi škroba, pogotovo ako se peru na nižim temperaturama. Proteolitički, amilolitički i lipolitički enzimi su obično u stanju ukloniti takve naslage bez većih problema tijekom procesa pranja. Učinkovitost proteolitičkih, amilolitičkih i lipolitičkih enzima temelji se na enzimskoj hidrolizi peptidnih, glikozidnih ili esterskih veza. Kako bi bili pogodni za korištenje u deterdžentima, enzimi moraju pokazivati sljedeća svojstva:

- 1) Optimalno djelovanje kod alkalne pH vrijednosti,
- 2) Učinkovitost pri niskim temperaturama od 20 do 40°C

- 3) Stabilnost pri temperaturama pranja do 60°C
- 4) Stabilnost u prisutnosti drugih sastojaka deterdženta kao što su tenzidi, bilderi, aktivatori bijeljenja; stabilnost tijekom skladištenja i upotrebe
- 5) Dovoljno široku specifičnost da omogućuje degradaciju velike količine proteina, škroba i triglicerida

Aktivnost enzima ovisi o temperaturi i pH vrijednosti kupelji za pranje.<sup>3</sup>

#### **2.4.2. Antiredepozicijska sredstva ili nosioci nečistoća**

Temeljna karakteristika koja se očekuje od deterdženta je da će ukloniti nečistoće sa tekstilnih vlakana tijekom procesa pranja. Uklonjena nečistoća je obično sitno raspršena, a ako se upotrebljava premalo deterdženta ili ako je deterdžent slabiji, može se vratiti natrag na vlakna. Za to se kaže da kupelj za pranje pokazuje „nedovoljnu sposobnost antiredepozicije nečistoća“. Problem postaje uočljiv nakon višestrukog pranja, očituje se kao sivilo rublja. Redepozicija nečistoća može se spriječiti pažljivim odabirom različitih komponenata deterdženta (tenzidi i bilderi). Dodatak posebnih antiredepozicijskih sredstava također pomaže. Takva sredstva se nepovratno adsorbiraju, na način koji sprječava njihovo uklanjanje vodom, na tekstilnim vlaknima i česticama nečistoće. Prijanjanje nečistoće na vlakna time je spriječeno. Taj fenomen se naziva odbijanje nečistoća. Klasična antiredepozicijska sredstva su derivati karboksimetil celuloze (CMC). Analogni derivati karboksimetil škroba (CMS) imaju sličnu ulogu. Te tvari su učinkovite samo na celuloznim vlaknima kao što su pamuk i mješavine pamuka i sintetskih vlakna. Neki tenzidi, kao što su neionski celulozni eteri, mogu se također koristiti za antiredepozicijsku svrhu. Također, za anionske derivate polimera iz tereftalne kiseline i polietilen glikol, dokazalo se da su vrlo učinkoviti repelenti nečistoća, osobito na poliesternim vlaknima i mješavinama poliestera i pamuka. Oni daju hidrofilna svojstva tim vlaknima i time snažno odbijaju uljne i masne nečistoće. Polimeri kobilderi, kao što su natrij polikarboksilati i enzimi celulaze, također su pokazali vrlo dobre učinke antiredepozicije nečistoća s pamučnim vlaknima.<sup>3</sup>

### **2.4.3. Regulatori pjene**

Za sapun deterdžente, koji su veoma popularni u siromašnijim dijelovima svijeta, pjena je razumljivo važna mjera djelotvornosti pranja. Kod deterdženata koji se baziraju na sintetskim tenzidima, sapun je izgubio gotovo svo svoje prijašnje značenje u industrijaliziranim zemljama. Ipak, većina potrošača očekuje da njihov deterdžent proizvodi gustu i voluminoznu pjenu. Taj je razlog većinom psihološki. U te svrhe dodaju se u deterdžente pojačivači pjene koji najčešće spadaju u skupine: amida masnih kiselina, alkanolamida masnih kiselina, betaina, sulfobetaina, amin oksida. Na visokim temperaturama jače pjenjenje može uzrokovati nastajanje previše pjene u strojevima za pranje s bubnjem, što je često praćeno značajnim gubitkom aktivnih sastojaka. Nadalje, velike količine pjene smanjuju mehaničku akciju kojoj je rublje podvrgnuto u mašinama s horizontalnim osima. Višak pjene također može rezultirati slabijim ispiranjem, vrtnjom i cijeđenjem rublja u mašini. S druge strane, premalo pjene se treba izbjegavati jer potrošači imaju mišljenje da je manja količina pjene znak slabijeg učinka pranja. Određena količina pjene može biti korisna za osjetljive tkanine jer na taj način može spriječiti njeno oštećenje. Iz tih razloga, regulatori pjene se često dodaju kako bi minimizirali tendencije pjenjenja deterdženta. Osiguranje efektivne regulacije pjene zahtjeva da taj regulacijski sustav bude točno usklađen s ostalim prisutnim komponentama deterdženta. Regulatori pjene pokazuju širok raspon fizikalno-kemijskih svojstava, ali se njihov mehanizam djelovanja obično opisuje pretpostavkom da oni ili prisilno udaljavaju molekule tenzida od granice faza ili ulaze u granice faze koje su već zauzeli tenzidi i time stvaraju nedostatke, pukotine. Te pukotine slabe mehaničku čvrstoću lamela pjena i uzrokuju njihovo puknuće.<sup>3</sup>

### **2.4.4. Inhibitori korozije**

Strojevi za pranje rublja koji su trenutno na tržištu većinom su sastavljeni od dijelova koji su izrađeni od nehrđajućeg čelika koji je inertan prema alkalnim tekućinama za pranje. Ipak, razni dijelovi perilice su sastavljeni od manje otpornih metala ili slitina. Kako bi se spriječila korozija tih dijelova, moderni deterdženti sadrže inhibitore korozije, najčešće natrijev silikat (ili vodeno staklo). Taj koloidni silikat stvara tanki inertni sloj na metalnim površinama i tako ih štiti od nagrivanja lužine.<sup>3</sup>

#### **2.4.5. Fluorescentna izbjeljivačka sredstva**

Pravilno oprano i izbijeljeno bijelo rublje, čak i kada je čisto, zapravo ima blagi žućkasti odsjaj. Iz tog razloga, sredinom 19. stoljeća, ljudi su počeli tretirati rublje s tračkom plave boje kako bi se boja lagano promijenila i kako bi se postiglo vizualno poboljšanje bjeline. Sredstva za plavljenje (plavila) su još uvijek popularna u nekim dijelovima svijeta. Moderni deterdženti sadrže fluorescentna izbjeljivačka sredstva (FWA), također poznata i kao optička bjelila, kako bi ostvarili istu svrhu. Fluorescentna izbjeljivačka sredstva su organski spojevi koji pretvaraju dio nevidljivog ultraljubičastog svjetla u vidljivu plavu svjetlost većih valnih duljina. Optička bjelila su specijalna vrsta fluorescentnih bojila. Nanesena na bijeli tekstilni materijal, papir i sl. apsorbiraju za ljudsko oko nevidljivo ultraljubičasto svjetlo valnih duljina 300-400 nm i gotovo istodobno emitiraju vidljivo svjetlo valnih duljina 400-500 nm u plavom dijelu spektra. Emisijom plavog svjetla stvara se čisto optičkim učinkom dojam idealne bjeline i briljantnosti. Optička bjelila se u pravilu dodaju u univerzalne deterdžente u količinama od 0,015 do 0,2%. Dodatak prevelikih količina optičkih bjelila u deterdžent može u kasnijim pranjima, zbog akumulacije, uzrokovati smanjivanje stupnja bjeline. U deterdžentima se najviše primjenjuju optička bjelila za celulozna vlakna što je i najvažnije, jer je više od 50% tekstilija koje se peru od celuloznih vlakana. Najčešće su to derivati stilbena koji mogu istovremeno optički bijeliti poliamid, vunu i svilu. U kombinaciji sa stilbenskim derivatima vrlo su povoljni derivati bifenila, koji se dobro vežu na vlakno već na nižim temperaturama. U kombinaciji se mogu dodati i optička bjelila za poliamid (pirazolonski derivati) koja istovremeno imaju efekte na vuni,svili i acetatnim vlaknima, akrilu. Za poliesterska i polipropilenska vlakna, zbog njihove hidrofobnosti i zatvorene strukture, teško je naći odgovarajuća optička bjelila koja bi efektivno prelazila na vlakna na temperaturi pranja. No, srećom su optička bjelila koja se primjenjuju za poliestere u procesu oplemenjivanja tekstila, visokih postojanosti na svjetlo i pranje, pa su djelotvorna na vlaknu i nakon dulje upotrebe.<sup>3</sup>

#### **2.4.6. Inhibitori prijenosa bojila**

Često korišteni inhibitori prijenosa bojila su poli(N-vinilpirolidon) i poli(vinilpiridin N-oksidi). Ti inhibitori formiraju stabilne komplekse s molekulama bojila koje se odvajaju od obojenog tekstila i raspršuju u kupelji za pranje. Inhibitori prijenosa bojila spriječavaju

ponovnu adsorpciju ili redepoziciju bojila na druge tekstilije. Kao rezultat, bijela i obojena odjeća izgleda dulje nova čak i nakon više pranja. Ispran i prljav izgled tekstila na taj je način izbjegnuto.<sup>3</sup>

#### **2.4.7. Mirisi**

Mirisi su se počeli dodavati u deterdžente 50-ih godina. Njihova prisutnost je više od hira i pomodnosti. Dakle, osim njihove uloge pružanja ugodnog mirisa deterdžentima, važna funkcija mirisa je da maskiraju određene mirise koji se pojavljuju tijekom procesa pranja. Mirisi u deterdžentu su općenito prisutni samo u vrlo niskim koncentracijama, manje od 1% u praškastim proizvodima. Osim karakteristike mirisa i cijene mirisne komponente, nekoliko je faktora uključeno prilikom izbora. Pažljivo se mora uzeti u obzir formulacija deterdženta, isto kao i svojstva tkanine koja se pere. Kemijska stabilnost u odnosu na druge sastojke deterdženta posebno je važna, kao i ograničena nestabilnost individualnih mirisa. Temperature kojima se deterdžent izlaže tijekom skladištenja moraju se također uzeti u obzir.<sup>3</sup>

#### **2.4.8. Bojila**

Sve do 1950-ih godina deterdženti u prahu bili su više ili manje bijele boje, u skladu s bojom njihovih komponenata. Nakon toga, u proizvodima se često nailazilo na obojene granule skupa s osnovnim bijelim praškom. Jednoliko obojeni deterdženti su se također pojavljivali na tržištu, pa je ideja o uvođenju sredstava za bojanje postajala poprilično česta. Preferirane boje za praškaste i tekuće deterdžente su plava, zelena i ružičasta. Dva su važna kriterija za odabir bojila: 1) dobra stabilnost pri skladištenju s obzirom na druge sastojke deterdženta, svijetlo i temperaturu, 2) da nema značajne tendencije za negativan utjecaj na tekstilna vlakna tijekom absorpcije nakon višestrukog pranja.<sup>3</sup>

### **2.5. Punila**

Uobičajena punila za praškaste deterdžente su anorganske soli, posebno natrijev sulfat. Njihov cilj je dati sljedeća svojstva u deterdžentu: sipkost, dobra svojstva ispiranja, visoku

topljivost, otpornost prema zgrudnjavanju praška čak i u vrlo vlažnim uvjetima, ne prašenje. Kompaktni deterdženti obično ne sadrže punila.<sup>3</sup>

### **3. VRSTE DETERDŽENATA ZA PRANJE RUBLJA U KUĆANSTVU**

Proizvodi za pranje rublja, koji se trenutno nalaze na tržištu diljem svijeta, mogu se podijeliti u slijedeće skupine:

- 1) Univerzalni deterdženti („heavy-duty detergents“)
- 2) Specijalni detergents
- 3) Pomoćna sredstva za pranje rublja.<sup>3</sup>

#### **3.1. Univerzalni deterdženti**

Detergents za univerzalno pranje prilagođeni su za sve vrste rublja i sve temperature pranja. Oni mogu biti u obliku konvencionalnih praškova, ekstrudata, tableta, pločica, tekućina i pasta. Ovisno o kvaliteti, konceptu proizvoda, procesu proizvodnje, lokalnim standardima, lokalnim propisima i dobrovoljnim sporazumima, velike razlike nalaze se od formulacije do formulacije.<sup>3</sup>

##### **3.1.1. Konvencionalni praškasti univerzalni deterdženti**

Između praškastih univerzalnih deterdženata diljem svijeta postoje značajne razlike u sastavu. Zadnjih 30 godina, porast u popularnosti obojanijih tkanina, tkanina lakih za održavanje te trenda uštede energije, rezultirao je velikim padom nekad uobičajenog europskog načina pranja na 95°C i porastom pranja na 30°C-60°C. Proizvođači deterdženata su odgovorili na te promjene pranja na nižim temperaturama povećanjem sadržaja tenzida koji su učinkoviti u pranju na temperaturama 30°C-60°C, kao i dodavanjem različitih enzima, aktivatora bijeljenja, repelenta nečistoća i fosfonata. Deterdženti su postali u sve većoj mjeri višenamjenski tijekom posljednjih desetljeća, posebno oni za upotrebu na nižim temperaturama.<sup>3</sup>

### **3.1.2. Kompaktni i superkompaktni univerzalni deterdženti**

Ova kategorija deterdženata predstavljena je prvi puta 1987. godine u Japanu. Unutar nekoliko godina gotovo su u potpunosti zamijenili konvencionalne praške. Kompaktni deterdženti imaju izrazito veći sadržaj tenzida, aktivnog kisika za izbjeljivanje, aktivatora bijeljenja i enzima od konvencionalnih deterdženta. Najveća prividna gustoća kompaktnih deterdženata je iznad 0.75 kg/L. Prividna gustoća definira se kao omjer mase i volumena (uključujući i pore). Prva generacija kompaktnih deterdženata bila je proizvedena metodom nizvodnog kompaktiranja praška. Deterdženti čija se nasipna gustoća kreće u vrijednostima od 0.8 do 1.0 kg/L nazivaju se superkompaktnim deterdžentima ili drugom generacijom kompaktnih deterdženata. Prevladavajuće metode proizvodnje koje se koriste su mokra granulacija i ekstruzija. Općenito, upotreba (super)kompaktnih deterdženata pridonijela je smanjivanju njihovih priliva u otpadne vode, što svakako pridonosi očuvanju okoliša.<sup>3</sup>

### **3.1.3. Ekstrudirani univerzalni deterdženti**

Ekstrudirani deterdženti inovativni su i nekonvencionalni oblik druge generacije kompaktnih deterdženata. Ekstrudirani deterdženti se prodaju po cijeloj Europi pod registriranim zaštitnim znakom Megaperls® tvrtke Henkel. Takvi deterdženti sadrže kuglaste čestice jednolike veličine dok su uobičajeni deterdžentni prašci i granulirani superkompaktni deterdženti karakterizirani širokom raspodjelom veličine čestica. Gustoća ekstrudirane čestice je 1.4 kg/L. Ekstrudirani deterdženti imaju jednu od najvećih gustoća postignutih u proizvodnji deterdženta. Osim toga što su izuzetan temelj za proizvodnju superkompaktnih proizvoda, ekstrudirani deterdženti imaju dodatne prednosti kao što su potpuna odsutnost čestica prašine, vrlo visoka homogenost, nema segregacije (odvajanja) čestica i imaju izvrsne slobodno-protočne karakteristike. Ekstrudirani deterdženti dozvoljavaju sadržaj anionskog tenzida više od 20% zajedno s vrlo visokim gustoćama.<sup>3</sup>

### **3.1.4. Univerzalni deterdženti u obliku tableta**

Zaposleniji potrošački način života povećao je potražnju proizvoda za pranje rublja koji se ističu praktičnošću i lakoćom uporabe, kao što su npr., deterdženti u obliku tableta. Tablete su prvi put u Europi predstavljene krajem 1997. U širokom području proizvoda za pranje rublja,

tablete su u međuvremenu također pokrile kategorije pojačivača bijeljenja i omekšivača vode u Europi. Karakteristike koje potrošači smatraju važnima su jednostavnost raspršivanja i praktičnost rukovanja, tj. nije ih potrebno dozirati niti dodavati pomoćna sredstva za dispergiranje. Ostale prednosti uključuju precizno doziranje, manje pakiranje (zbog veće koncentracije), bolju prenosivost te precizniji osjećaj o tome za koliko pranja je još preostalo deterdženta u kutiji. Tablete su najkompaktniji oblik ne-tekućih deterdženata. Gustoće su od 1 do 1.3 kg/L. To je prednost u smislu manjeg volumena pakiranja, lakšeg transporta i skladištenja, te to što zauzimaju manje mjesta na policama. Prema tome, deterdženti u tabletama spadaju u superkompaktnu kategoriju deterdženata. Jedan od glavnih zahtjeva za deterdžente u tabletama je njihovo brzo raspadanje. Tablete se moraju raspasti u roku od sekunde ili barem minute nakon što su stupile u kontakt s vodom. Kako bi se omogućila brza razgradnja, deterdženti u tabletama općenito sadrže posebna sredstva za raspadanje (razgradnju). Oni se mogu svrstati u četiri skupine:

- 1) Efervescenti (sredstva koja stvaraju mjehuriće) poput karbonata, hidrogenkarbonata, limunske kiseline
- 2) Sredstva za bubrenje kao što je celuloza, karboksimetil celuloza te umreženi poli(N-vinil pirolidon)
- 3) Tvari koje se brzo otapaju kao što su Na (K) acetat ili Na (K) citrat
- 4) Brzo otapajuće u vodi topljive krute premaze kao što su dikarboksilne kiseline ili kombinacije iste

Uobičajena težina tableta je 35 do 45 g, a raspon promjera od 40 do 45 mm. Preporučeno doziranje u Europi su dvije tablete po ciklusu pranja.<sup>3</sup>

### **3.1.5. Color univerzalni deterdženti**

Color deterdženti razlikuju se od uobičajenih deterdženata u tome što ne sadrže optička i kemijska bjelila, ali sadrže specifične inhibitore prijenosa bojila kao što je poli(N-vinil pirolidon) ili poli(vinilpiridin N-oksidi). Color deterdženti preporučuju se i koriste za pranje obojenog rublja, budući da štite boje i osiguravaju njihovu postojanost.<sup>3</sup>



### **3.1.6. Tekući univerzalni deterdženti**

Tekući deterdženti su prepoznatljivi zbog svojeg uobičajeno visokog udjela tenzida (do oko 50%). Rijetko sadrže bildere kao što su zeoliti ili trifosfati i općenito ne sadrže sredstva za bijeljenje zbog gubitka aktivnog kisika i nekompatibilnosti s enzimima tijekom skladištenja. Najučinkovitiji su za uklanjanje masnih i uljnih nečistoća, posebno na temperaturama pranja ispod 60°C. Osim što imaju visoki udio tenzida, također sadrže i velik udio sapuna sa definiranom duljinom ugljikovodičnog lanca kao komponente za omekšavanje vode, te sadrže i pomoćna sredstva. Ukupni sadržaj aktivnih komponenta za pranje može biti do 60%.<sup>3</sup>

## **3.2. Specijalni deterdženti**

Specijalni, namjenski, deterdženti su proizvodi razvijeni za pranje specifične vrste rublja. Takvi deterdženti se obično koriste u strojevima za pranje rublja, ali i za ručno pranje. Obično zahtijevaju korištenje posebnih programa za pranje, npr. za vunu da se spriječi filcanje ili za osjetljivo rublje da se spriječi gužvanje. Mogu se opisati činjenicom da je njega tkanine visoko rangirana i mnogo je važnija značajka nego kod univerzalnih deterdženata za koje je ključna karakteristika uklanjanje nečistoća i mrlja.<sup>3</sup>

### **3.2.1. Praškasti specijalni deterdženti**

Praškasti specijalni deterdženti dijele se na slijedeće tipove:

- 1) Deterdženti za osjetljivo i obojeno rublje
- 2) Deterdženti za vunu
- 3) Deterdženti za zavjese
- 4) Deterdženti za ručno pranje

Mnogo tih proizvoda pogodno je za strojno ili ručno pranje. Većina njih se stavlja na tržište s prosječnom nasipnom gustoćom od 0.4 do 0.5 kg/L. Nasipna gustoća definira se kao omjer mase i volumena praška nasipanog pod određenim uvjetima, a određuje se mjerenjem visine i mase nasutog sloja.

Deterdženti za osjetljivo i obojeno rublje ne sadrže kemijska ili optička bijelila jer bi ona mogla štetno utjecati na osjetljive boje koje se koriste na nekim materijalima. Ovi deterdženti su naročito prikladni za rublje obojeno bojama osjetljivim na oksidaciju ili za pastelno obojane tkanine koje bi, u slučaju korištenja fluorescentnih izbjeljivačkih sredstava, mogle promijeniti boju. Deterdženti za vunu su primarno namijenjeni za uporabu u strojevima za pranje rublja. Vunena tkanina zahtjeva posebnu njegu kako bi se izbjeglo oštećenje osjetljivih vlakana koja čine prirodnu vunu. Ta posebna njega uključuje pranje pri niskim temperaturama, kratko vrijeme pranja, te izbjegavanje intenzivnog mehaničkog djelovanja. Deterdženti koji se jako pjene koriste se za ručno pranje malih količina rublja. Uporaba deterdženata za ručno pranje se smanjila jer sve više kućanstava koristi strojeve za pranje rublja.<sup>3</sup>

### **3.2.2. Tekući specijalni deterdženti**

Tekući specijalni deterdženti su na europskom tržištu već dulje vrijeme. Neki su namijenjeni za ručno pranje, no većina se ipak koristi za strojno pranje rublja (npr. za vunu). Oni ne sadrže anionske tenzide, već obično sadrže mješavinu kationskih i neionskih tenzida. Kationski tenzidi djeluju kao omekšivači tkanina i pomažu da vuna ostane meka i pahuljasta.<sup>3</sup>

### **3.3. Pomoćna sredstva za pranje rublja**

Pomoćna sredstva su proizvedena razvijeni kako bi se zadovoljile različite potrebe često različitih navika pranja, u različitim dijelovima svijeta.

Ovisno o njihovoj upotrebi, pomoćna sredstva mogu se podijeliti u sljedeće kategorije:

- 1) Pomoćna sredstva prije pranja
  - sredstva za uklanjanje nečistoća i mrlja
  - omekšivači vode
- 2) Pojačivači deterdženta („detergent boosters“)
  - sredstva za bijeljenje
  - pojačivači pranja
- 3) Pomoćna sredstva nakon pranja

- omekšivači tkanina
  - učvršćivači (ukrućivači) tkanina
  - pomoćna sredstva za sušilice
- 4) Ostala pomoćna sredstva za pranje
- osvježivači za sušilice
  - uklanjivači neugodnih mirisa u pranju.<sup>3</sup>

### **3.3.1. Pomoćna sredstva prije pranja**

Najvažnija pomoćna sredstva za predpranje su ona za uklanjanje nečistoća i mrlja te omekšivači vode. Posebna sredstva za namakanje, koja su se nekad često koristila, izgubila su svoju važnost na tržištu industrijaliziranih zemalja.<sup>3</sup>

#### ***3.3.1.1. Sredstva za uklanjanje nečistoća i mrlja***

Često sadrže visoke udjele tenzida. Njihovo direktno nanošenje pomaže uklanjanju masnih i/ili izbijeljenih mrlja. Nanose se na zaprljane dijelove prije pranja. Proizvode se u obliku pasta, štapića, aerosola ili u bočicama s raspršivačem. Uglavnom se koriste za tkanine koje se peru pri niskim temperaturama.<sup>3</sup>

#### ***3.3.1.2. Omekšivači vode***

Koriste se u SAD-u i Europi. Europski proizvođači preporučuju korištenje ovih omekšivača u kombinaciji s deterdžentima koji se koriste u vodi srednje ili visoke tvrdoće. Međutim, velika većina univerzalnih deterdženta za pranje rublja sadrži dovoljno bildera da se spriječi nagomilavanje kamenca tijekom više ciklusa pranja čak i u tvrdoj vodi.<sup>3</sup>

### **3.3.2. Pojačivači**

Pojačivači su proizvodi koji se mogu dodati deterdžentima odvojeno kako bi se izvršio specifičan utjecaj na proces pranja i time poboljšala njegova učinkovitost. Glavne vrste pojačivača koja se nude na tržištu su sredstva za bijeljenje i pojačivači pranja.<sup>3</sup>

### **3.3.2.1. Sredstva za bijeljenje**

Dostupna su u obliku praška i u tekućem obliku. Sredstva za bijeljenje u obliku praška obično sadrže natrij perborat ili natrij perkarbonat, dok su tekuća sredstva za bijeljenje razrijeđene otopine natrij hipoklorita ili vodikovog peroksida. Izbjeljivači se obično primjenjuju prema potrebi, zajedno s deterdžentom.<sup>3</sup>

### **3.3.2.2. Pojačala pranja**

Uglavnom sadrže natrijev silikat, natrijev citrat, natrijev borat ili natrijev karbonat, obično u kombinaciji s tenzidima. Enzimi su također često prisutni.<sup>3</sup>

### **3.3.3. Pomoćna sredstva nakon pranja**

Nakon što proces pranja završi i uklone se nečistoće, tkanine se ponekad naknadno tretiraju. Cilj je povećati korisnost rublja vraćanjem tekstilnih karakteristika tkaninama koje su pretrpjele neko oštećenje tijekom procesa pranja. Da bi se postigli željeni efekti, prodaju se proizvodi:

- 1) Omekšivači
- 2) Učvršćivači
- 3) Pomoćna sredstva za sušilice.<sup>3</sup>

#### **3.3.3.1. Omekšivači**

Tekstil opran u stroju za pranje podvrgnut je većem mehaničkom stresu od onog koji je opran ručno. Tijekom naknadnog sušenja na statičnom zraku (kada se rublje suši u zatvorenom prostoru), rublje postaje oštro na dodir. Dodatkom tekućeg omekšivača pri zadnjem ispiranju, tkanine postaju meke na dodir. Glavni aktivni sastojci su obično kationski tenzidi tipa kvaternih amonijevih spojeva. Kada se primjenjuju u odgovarajućim koncentracijama,

kationski tenzidi se adsorbiraju skoro kvantitativno na prirodna vlakna, za razliku od njihova ponašanja sa sintetičkim vlaknima. Kako bi se spriječile neželjene interakcije između anionskih tenzida deterdženta i kationskih tenzida omekšivača, zadnji se uvode u posljednjem ciklusu ispiranja. Prekomjernu upotrebu omekšivača potrebno je izbjegavati, u suprotnom se apsorpcijske karakteristike tekstila smanjuju što pak negativno utječe na funkciju ručnika. Uobičajeni omekšivači, koji u prosjeku sadrže od 4 do 8% aktivne tvari, u mnogim su zemljama djelomično zamijenjeni s omekšivačima koji imaju od 12 do 30% aktivne tvari. Pogodnosti omekšivača su pružanje dobrih antistatičkih svojstava na tkaninama. Oni sprječavaju nakupljanje elektrostatičkog naboja na sintetičkim vlaknima, olakšavaju peglanje tkanina, smanjuju vrijeme sušenja i daju rublju ugodan miris.<sup>3</sup>

### ***3.3.3.2. Učvršćivači***

Učvršćivači se dodaju kod naknadne obrade ako se želi postići krutost i oblik rublja. Uobičajene tvari za ovu namjenu uključuju prirodni škrob koji je dobiven iz riže, kukuruza ili krumpira koji se koristi za dobivanje ekstremne čvrstoće tkanine. Sintetički polimerni učvršćivači su također dobra alternativa. Oni daju skromniji stupanj učvršćivanja nego prirodni škrob, što je u skladu sa suvremenim ukusom. Proizvodi koji sadrže sintetičke učvršćivače su najčešće tekući i lakši za nanošenje od prirodnog škroba. Učvršćivači se isporučuju kao disperzije i sadrže, pored male količine škroba, substance kao što je poli(vinil acetat), koji djelomično hidrolizira do poli(vinil alkohola). Sintetički učvršćivači se nazivaju trajnima jer, za razliku od prirodnog škroba, njihova učinkovitost traje kroz nekoliko ciklusa pranja. Ovo svojstvo također ima negativni aspekt, jer poli(vinil acetat) stvara film na vlaknima, koji može privlačiti nečistoće i bojila.<sup>3</sup>

### ***3.3.3.3. Pomoćna sredstva za sušenje***

Pomoćna sredstva za sušenje, tijekom procesa sušenja, daju rublju mekoću i ugodan miris, a najvažnije je da sprječavaju stvaranje statičkog elektriciteta na tkanini što je posebno važno za sintetiku. Pomoćna sredstva za sušenje se gotovo isključivo koriste kao listovi, koji služe kao nosači. Listovi su izrađeni od netkanog materijala i impregnirani s omekšivačima i temperaturno otpornim mirisnim uljima. Tijekom sušenja se aktivni sastojci iz listova prenose

na rublje pomoću trenja. Materijali listova namijenjeni su za jednokratnu upotrebu i bacaju se po završetku sušenja.<sup>3</sup>

### **3.3.4. Ostala pomoćna sredstva**

#### ***3.3.4.1. Osvježivači za primjenu u sušilicama***

Ovi proizvodi koriste se za suho čišćenje (kemijsko čišćenje) i kod ručnog pranja rublja. Ne zamjenjuju profesionalno kemijsko čišćenje, ali omogućavaju potrošačima da osvježe svoje rublje kod kuće. Imaju dvije glavne karakteristike: osvježavanje i čišćenje mrlja. Osvježavanje se postiže u sušilici korištenjem vlažnog impregniranog listića zajedno s predmetom koji se tretira. Neki sustavi koriste plastičnu vrećicu proizvodeći tako vlažnu mikroklimu u sušilici, dok drugi sustavi rade bez vrećice. U oba slučaja, vodena para uklanja neugodne mirise iz odjeće.<sup>3</sup>

#### ***3.3.4.2. Uklanjivači mirisa za primjenu u pranju***

Uklanjivači mirisa su tekući proizvodi. Njihova formulacija omogućuje uklanjanje neugodnih mirisa iz rublja. Proizvod se raspršuje direktno u perilicu, uz deterdžent, na početku ciklusa pranja. Njihova glavna aktivna komponenta je bazirana na ciklodekstrinima.<sup>3</sup>

## 4. ZAKLJUČAK

Kod odabira deterdženta, sastojci se odabiru tako da im je aktivnost i izdašnost čim veća, a dio neutralnih i balastnih komponenta svodi se na minimum. U kategoriji deterdženta za pranje tekstila, sve se više na tržište probijaju kompaktni i superkompaktni deterdženti. Što se pak deterdženata za kućanstvo tiče, najviše obećavaju alkilpoliglikozidi koji se u kućanstvu koriste za pranje rublja, pranje posuđa i sredstvima za osobnu njegu. Još blagotvornije djelovanje pokazuju kondenzati viših masnih kiselina i bjelančevina. Praškasti deterdženti za pranje rublja koji sadrže neionske tenzide manje su osjetljivi na tvrdoću vode, bolje topljivi i djelotvorni kod nižih temperatura. Na taj se način štedi vrijeme i energija za pranje rublja u procesu pranja. Deterdženti koji sadrže kombinacije više enzima pokazali su velik napredak i pridaje im se sve veća važnost. Značajne inovacije primjećuju se i na području kationskih tenzida za omekšavanje rublja, novih multifunkcionalnih bildera te optimiziranih sustava bijeljenja koji su djelotvorni i u niskim koncentracijama. Kod proizvodnje deterdženata, velika pažnja posvećuje se usklađenju aktivnih tvari deterdženta s ekološkim zahtjevima i propisima.

## 5. LITERATURA

[1] I. Soljačić, L. Čavara, Deterdženti za pranje tekstila, Tekstil 48(10) (1999) 498-504.

[2] <http://www.enciklopedija.hr/>

[3] E. Smulders, Laundry Detergents, Wiley-VCH, Weinheim, 2002.

[4] T. Pušić, Istraživanje sredstava za kemijsko bijeljenje u pranju, 56 (2007) 412-417.



## 6. ŽIVOTOPIS

Teodora Lukavski

Rođena sam 10. listopada 1989. godine u Koprivnici, Republika Hrvatska. Osnovnu školu Antun Nemčić Gostovinski i Srednju školu Koprivnica (2004.-2008.) pohađala sam u Koprivnici. Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije u Zagrebu, studij Ekoinženjerstvo upisala sam 2008. godine. Stručnu praksu odradila sam na Zavodu za javno zdravstvo dr. Andrije Štampara na odjelu za analizu voda. Preddiplomski studij Ekoinženjerstvo završila sam 2015. godine.

Od stranih jezika koristim se engleskim u govoru i pismu. U radu na računalu koristim Microsoft Word, Excel, PowerPoint, te programske pakete Mathematica, Matlab i Scientist.