



Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije



preddiplomski studiji:

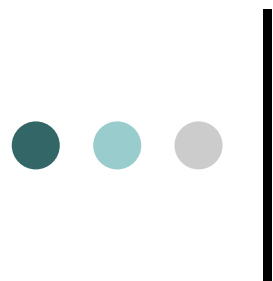


*Kemijsko inženjerstvo i Primijenjena
kemija*

Kolegij:

Tenzidi

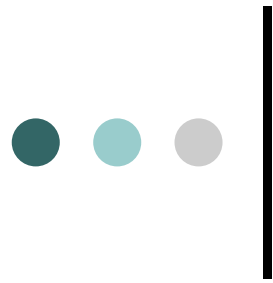
prof. dr. sc. Hrvoje Kušić



Cilj kolegija:

Stjecanje znanja o tenzidima ili površinski aktivnim tvarima;

- o specifičnostima kemijske strukture molekula tenzida
- o svojstvima tenzida i površinskim pojavama bitnim za njihovu primjenu kao močila, stabilizatora emulzija i pjena, te u detergentima.
- o kemijskim karakteristikama, postupcima proizvodnje i područjima primjene različitih skupina tenzida (anionskih, kationskih, neionskih i amfolitskih
- o detergentima; o procesu pranja, o sastojcima detergenata i njihovoj funkciji, o formulacijama detergenata za različite namjene



Tenzidi (*engl. surfactants*)

- najstariji tenzid je *SAPUN*, poznat više od 2000 god.
- moderna industrija tenzida bitno se razvija od 2. sv. rata koristeći razvoj petrokemijske industrije zbog izvora sirovina
- velika je važnost tenzida u modernom svakodnevnom životu; široko je područje njihove primjene



Tenzidi imaju važnu ulogu u mnogim praktičnim primjenama i u sastavu su mnogih proizvoda.

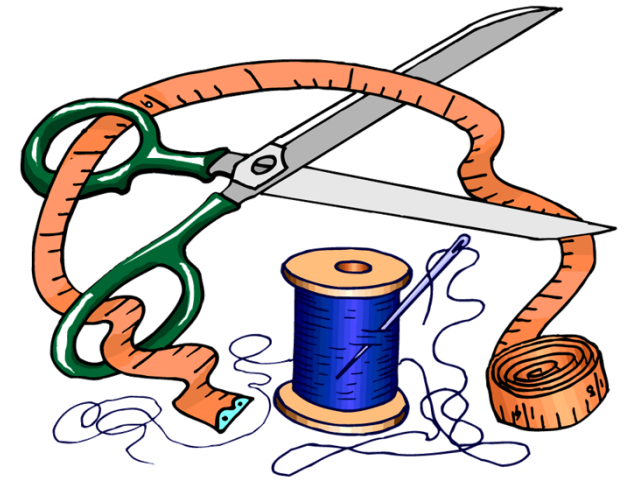
Koriste se u:

- ☐ detergentima za pranje i čišćenje u kućanstvu i industriji,
- ☐ tekstilnoj industriji kao omekšivači tkanina i močila,
- ☐ prehrambenoj industriji,
- ☐ naftnoj industriji,
- ☐ proizvodnji premaznih sredstava,
- ☐ industriji agrokemikalija,
- ☐ industriji papira,
- ☐ kao aditivi za cement,
- ☐ kod fluidizacije ugljena i flotacije ruda,
- ☐ kod površinske obrade metala,
- ☐ u emulzijskoj polimerizaciji,
- ☐ u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji.

Uloga tenzida u: tekstilnoj industriji

Koriste se u tri glavna procesa:

- **ispiranje / čišćenje** vlakana (prirodna i sintetska) - u cilju uklanjanja prirodnih i antropogenih nečistoća
- **podmazivanje vlakana** – nakon ispiranja nedostaje masnoća u vlaknima; imaju ulogu kao podmazivači i omekšivači
- **bojenje i finiširanje** – služe kao moćilska sredstva te dodatak bojilima
- **najčešće korišteni** – etoksilati, etoksilati masnih alkohola, kiseline i amina



Uloga tenzida u: prehrambenoj industriji

Koriste se kroz mnoga stoljeća:

- **prirodni (npr. *lecitin*)** - dodatak za majonezu, salatne dresinge, u desertima
- **Sintetski (npr. esteri sorbata i sukroze, te njihovi etoksilati)** - emulzije za hranu
 - Uloga – stvaranje i stabiliziranje struktura u hrani
 - Mliječni proizvodi, majoneza, dresinzi – emulzije
 - Mnoge vrste hrane su koloidni sustavi (agregacija u „gelove”)





Uloga tenzida u: naftnoj industriji



Koriste se mnogim fazama:

- **Kopanje/bušenje, frakuriranje, zakiseljavanje, demulzifikacija, inhibitori korozije, prijevoz, čišćenje/pranje, naplavljivanje vodom, kemikalijama, pjenom, i/ili parom, te zaštita okoliša**





Uloga tenzida u: proizvodnji premaznih sredstava



Premazi: 4 osnovne komponente (pigmenti, binderi, otapala, aditivi)

Uloga:

Pozitivna

- pogađa široku paletu fizikalnih svojstava u premaznim sredstvima uključujući i inicijalnu agregaciju i formiranje filma, stabiliziranje disperzije...

Negativna

- može dovesti do veće podložnosti premaza ispiranju (vodom)

Emulzifikacija

- lateks premazi su emulzije polimera u vodi; nestabilni – dodatak tenzida stabilizira polimerne čestice i prevenira demulzifikaciju



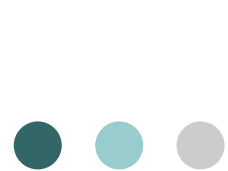


Uloga tenzida u: Industriji agrokemikalija

unapređuju učinkovitost primjene pesticida

- topivost pesticida u vodi je godinama bila velika boljka njihove primjene
- dodatak tzv. adjuvanata (tj. dodatnih kemikalija), točnije **tenzida** (sva 4 tipa) pospješuje emulzifikaciju, disperziranje, moćilna svojstva
- Lakša absorpcija aktivnih tvari pesticida unutar „voskastih” površina insekata, gljivica, biljaka...





Uloga tenzida u: Industriji papira



Koriste se mnogim fazama:

- S obzirom na tip tenzida, isti se može dodati u pulpu ili papir zauzimajući uloga kao što su: ubrzavanje procesa „kuhanja”, deinkinga, pranja, omekšavanja, dispergiranja, učinka emulzifikacije





Uloga tenzida u: Industriji cementa



- Prilikom izrade posebnog cementa manje mase koji se koriste za visoke zgrade, off-shore upotrebu i/ili viseće mostove velike duljine – **cement niske gustoće**
- To se može postići na dva načina – ***upotrebom poroznih punila*** ili ***formiranjem zračnih šupljina***
- U potonjem slučaju se postiže upotrebom tenzida - stabiliziraju mjehuriće zraka unutar formulacije cementa te mu smanjuju gustoću
- najčešće se koriste lignosulfonati i naftalen sulfonat formaldehidi





Uloga tenzida u: ekspolataciji ugljena i rudače



Flotacija – proces separacije hidrofobnih od hidrofilnih materijala; koristi se i kod eksploatacije rude i mineralala

- opisan kao jedan od najvažnijih procesa u rudarstvu u 20. stoljeću
 - Pjeneća flotacija unaprijedlia oporavak vrijednih minerala (koji sadrže bakar i olovo)
- **fluidizacija** ugljena u ugljenokopima – sprejanje sa vodenom otopinom tenzida da se sakupi ugljena prašina





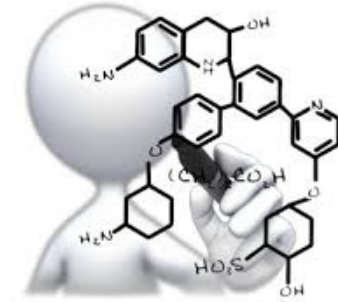
Uloga tenzida u:

metalnoj i metaloprerađivačkoj industriji

- Koriste se kod površinske obrade metala – ulje-voda emulzije za obradu metalnih površina (bušenje, mljevenje, rezanje...)
- Emulzija smanjuje napetost površine na granici između metala koji se obrađuje te alata kojim se obrađuje
- Ulje smanjuje trenje između površina dok voda otpušta nastalu toplinu



Uloga tenzida u: industriji polimera



- glavne komponente u **emulzijskoj polimerizaciji** – uključuje vodenu otopinu monomera i tenzida
- vodotopivi polimeri (PVA ili HE-celuloza) se također koriste kao emulgatori/stabilizatori
- ovaj tip procesa se koristi za proizvodnju nekoliko važnih tipova
 - ako se koriste kasnije kao krutine; izolacija iz vodene disperzije nakon polimerizacije
 - u ostalim slučajevima je sama disperzija konačan produkt (latex); koriste se kao adhezivi i premazi





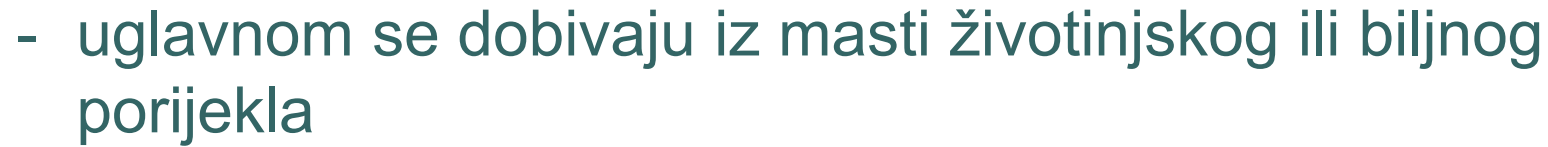
Uloga tenzida u:

farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji

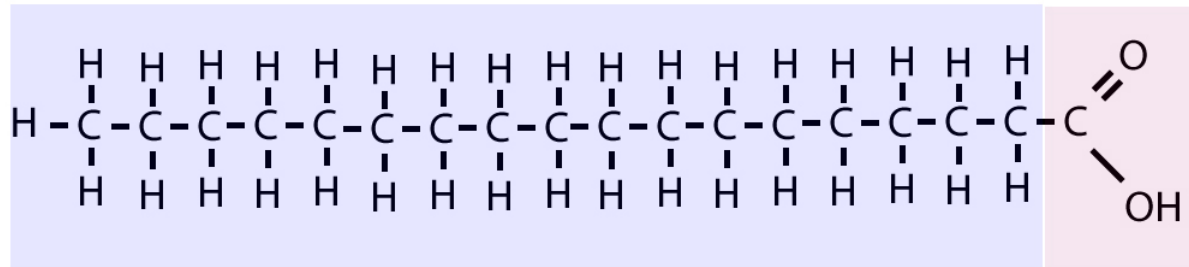


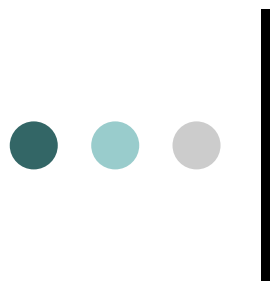
- Jedni od glavnih konstituanata polu-krutih formulacija u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji; najčešće emulzije ulje-u-vodi ili voda-u-ulju
- **u farmaceutskoj industriji** – za ubrzavanje brzine otapanja (moćilski učinak utječe na povećanje specifične površine) – uključeni u tablete i pastile
- **u kozmetičkoj industriji** – u funkciji uklanjanja ulja, masti, nečistoća...
 - uobičajeni sastojci raznih preparata za pranje (šamponi, pjene), krema i voda za čišćenje lica i tijela





- kratko-lančani (glicerol)



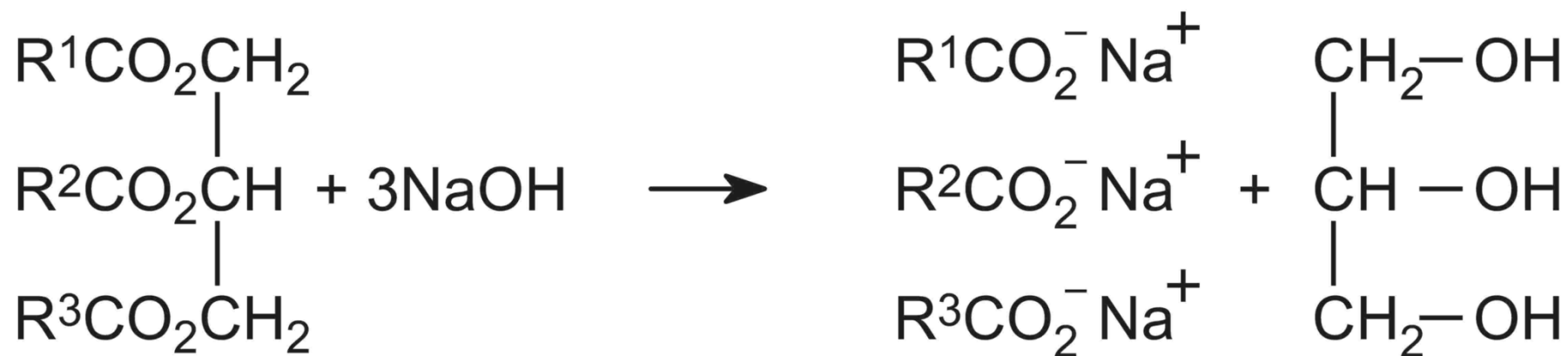


Sapuni



- Proizvodnja:

SAPONIFIKACIJA

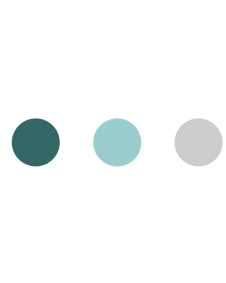


Masti i/ili ulja & baze

↑
Hidroliza
estera

Na-soli
karboksilnih
kiselina

glicerol



Detergenti

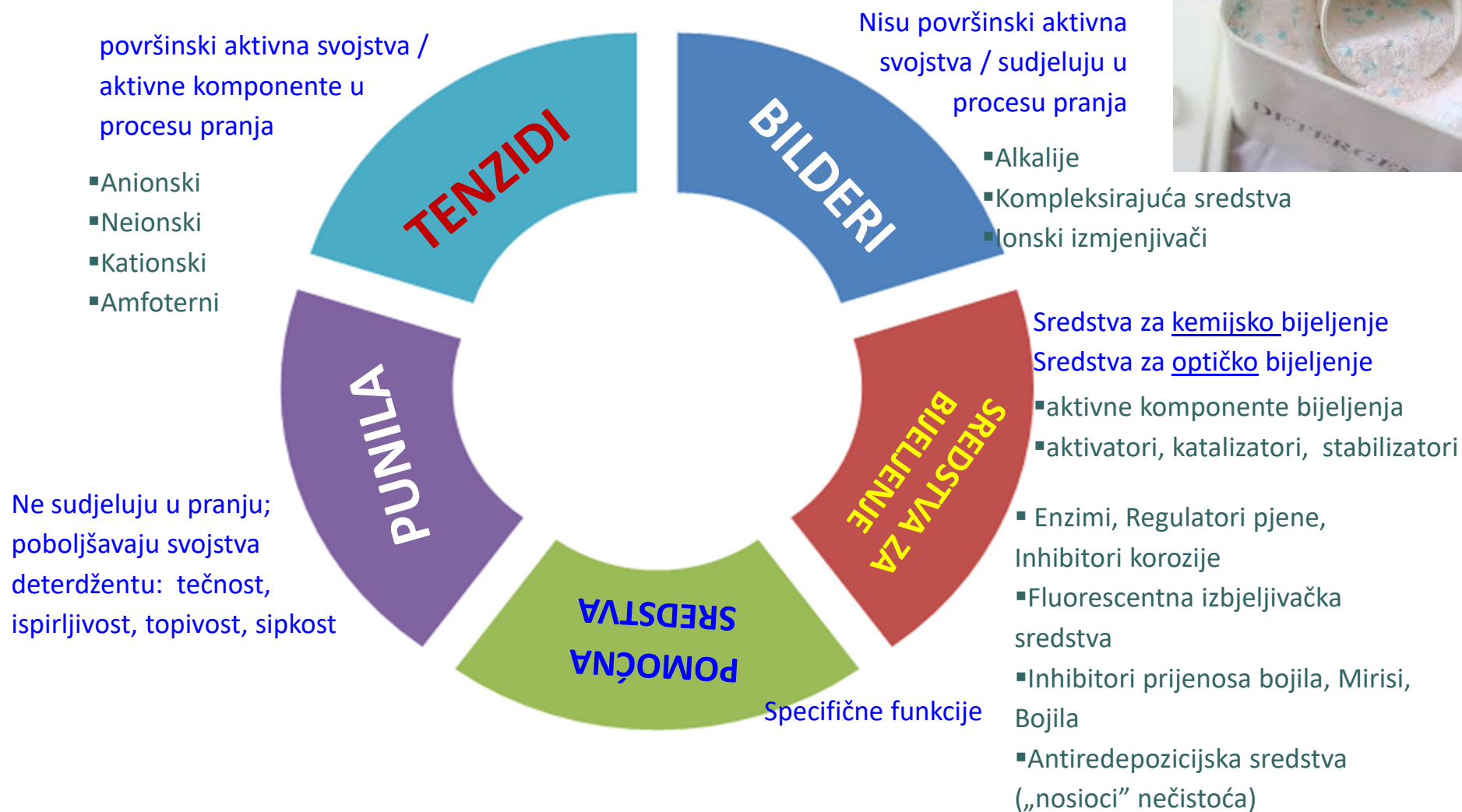


Detergere, lat. =obrisati, skidati

- imaju funkciju pranja i čišćenja
- složene mješavine mnogo supstanci od kojih svaka ima određenu funkciju
- u formulaciji deterdženata **različiti dodaci** sudjeluju u znatno većem postotku od **tenzida** (i više od 80 %)
- različite su formulacije deterdženata ovisno o namjeni

Detergenti

Komponente deterdženata i njihova funkcija





-Tenzidi se klasificiraju u četiri skupine, ovisno o ionskom naboju prisutnom na površinski aktivnom dijelu molekule (dio s ugljikovodičnim lancem; *eng. chain-carrying portion*) nakon disocijacije u vodenoj otopini.

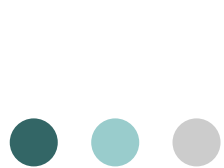
-Neionski tenzidi ne disociraju u vodenoj otopini (*fenomen adsorpcije se tumači hidrofobnim interakcijama*)

ANIONIJSKI TENZIDI

NEIONIJSKI TENZIDI

KATIONSKI TENZIDI

AMFOTERNI TENZIDI



- pri odabiru tenzida za određenu namjenu potrebno je pored **primjenskih** svojstava razmotriti i relevantnu **legislativu** koja ograničava korištenje nekih produkata
- pri tome je važna **biodegradacija** ili **mineralizacija** tenzida

- 1) European Detergents Regulation
- 2) Dangerous Substances and Preparations Directives
- 3) Biocidal Products Directive
- 4) REACH (Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals)



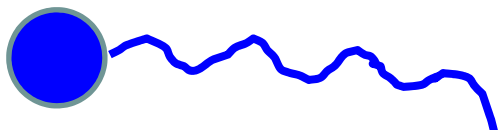
Tenzidi ili površinski aktivne tvari su organski spojevi koji u molekuli sadrže barem jednu **lioofilnu** i jednu **liofobnu** grupu.

Općenito

Liofilna grupa (“solvent- loving” group)

Liofobna grupa (“solvent- fearing” group)

Ako je otapalo voda



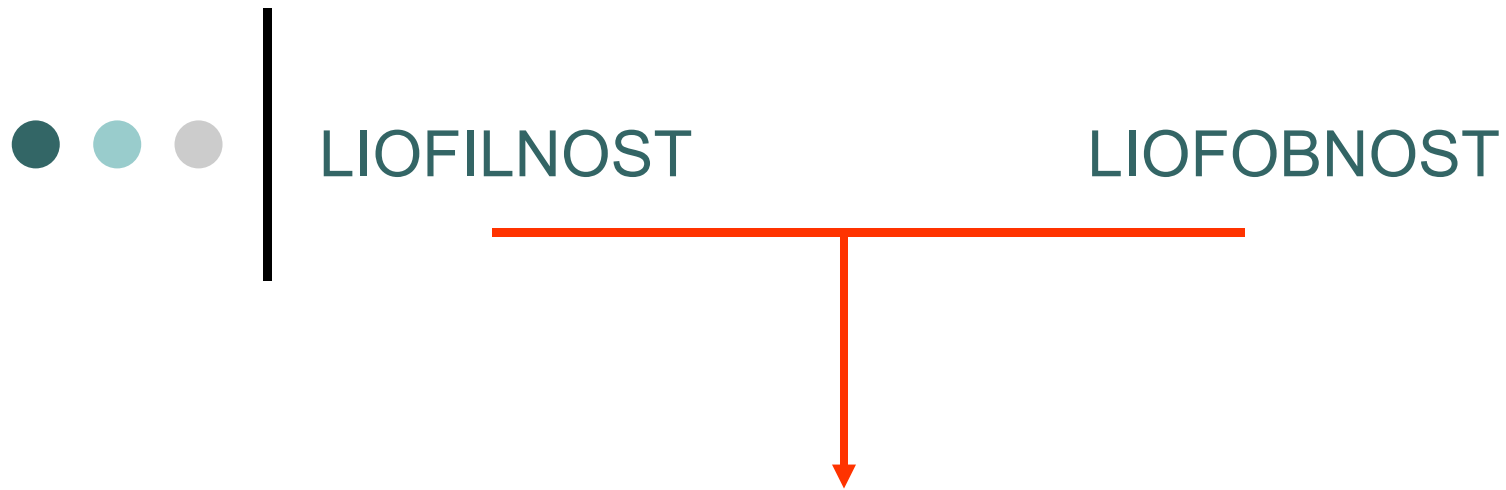
Hidrofilna grupa

Hidrofobna grupa

Pojednostavljeno

Polarna (ili ionska) grupa

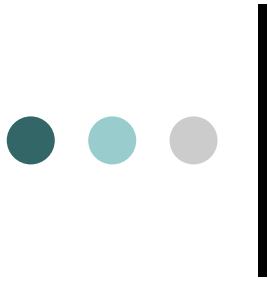
Nepolarna grupa



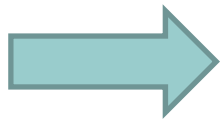
Iz ovih suprotnih sila unutar iste molekule rezultiraju dvije pojave:

ADSORPCIJA

AGREGACIJA



Npr. u vodenom mediju molekule tenzida će migrirati prema graničnoj površini **voda/zrak, T/P**, i orijentirati se tako da, što je moguće više, smanje kontakt između njihovih hidrofobnih grupa i vode:



proces se naziva **ADSORPCIJA**

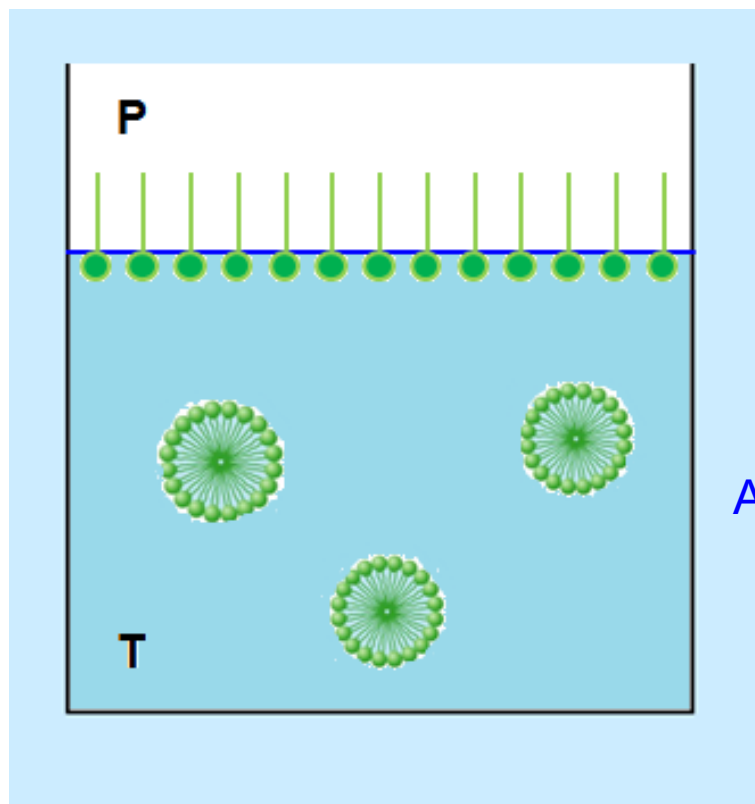
rezultira u promjenama površinskih svojstava

Alternativni put smanjenju kontakta hidrofobnih grupa i vode je da se molekule tenzida nakupljaju u masi otopine sa hidrofilnim grupama orijentiranim prema vodenoj fazi



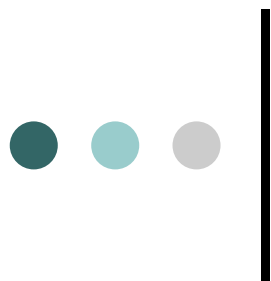
proces se naziva **AGREGACIJA ili MICELIZACIJA**

rezultira promjenama u masi otopine



ADSORPCIJA

AGREGACIJA ili MICELIZACIJA



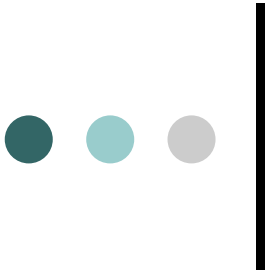
MICELI su nakupine ili agregati molekula tenzida

MICELI se počinju stvarati kod KRITIČNE MICELARNE KONCENTRACIJE (**KMK**)

-u vodenom mediju miceli rezultiraju u hidrofobne domene unutar otopine čime tenzidi mogu **SOLUBILIZIRATI** ili **EMULGIRATI** određenu tvar u otopini



TENZIDI MOGU MIJENJATI SVOJSTVA U OTOPINI (“in the bulk solution”) I NA GRANICI FAZA (“at the interface”)



Površinski aktivna svojstva koja pokazuju tenzidi jesu:

- močenje
- penjenje/odpenjivanje
- emulgiranje/deemulgiranje
- disperzija/agregacija krutina
- topivost i solubilizacija (*hidrotropna svojstva*)
- adsorpcija
- micelizacija
- detergentnost(=*kompleksna kombinacija nekoliko predhodnih svojstava*)
- sinergističko međudjelovanje s drugim tenzidima



Ovisno o kemijskom sastavu određenog tenzida neki mogu imati važna dodatna svojstva što uključuje:

- inhibiciju korozije
- substantivnost (afinitet) prema vlaknima i površinama
- biocidna svojstva
- lubrikativna svojstva
- stabilnost u jako kiselom ili alkalnom mediju
- modifikaciju viskoznosti

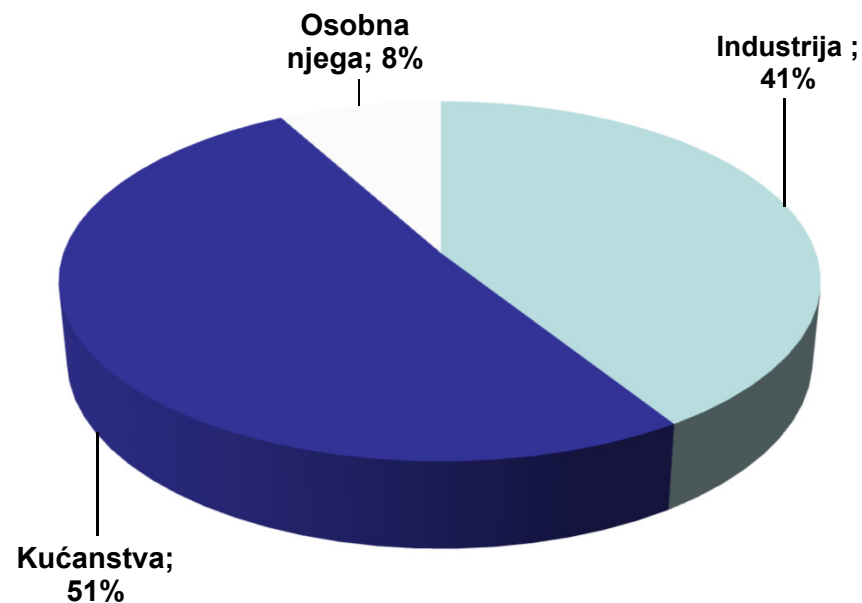


Svjetska proizvodnja tenzida

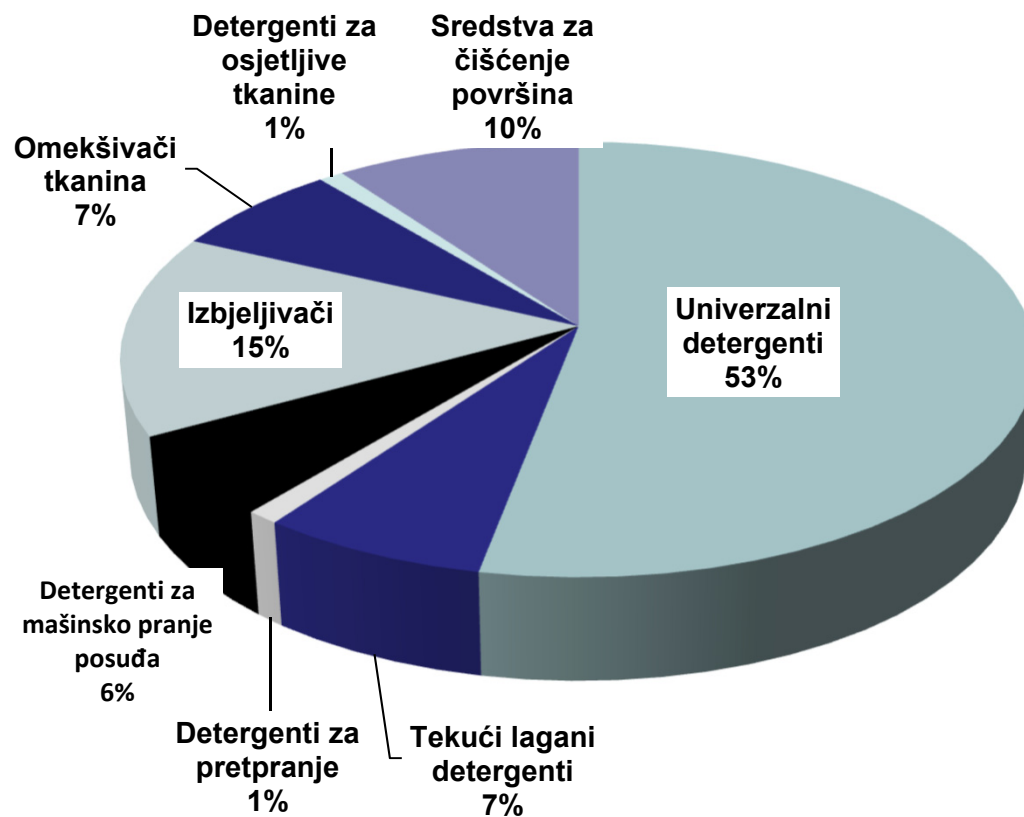
oko 18 miliona tona godišnje

Svjetska potrošnja tenzida po glavnim područjima primjene:
(podaci za 2000. su bili 10.5, dok 2023. god., ukupno 17.6 miliona tona)

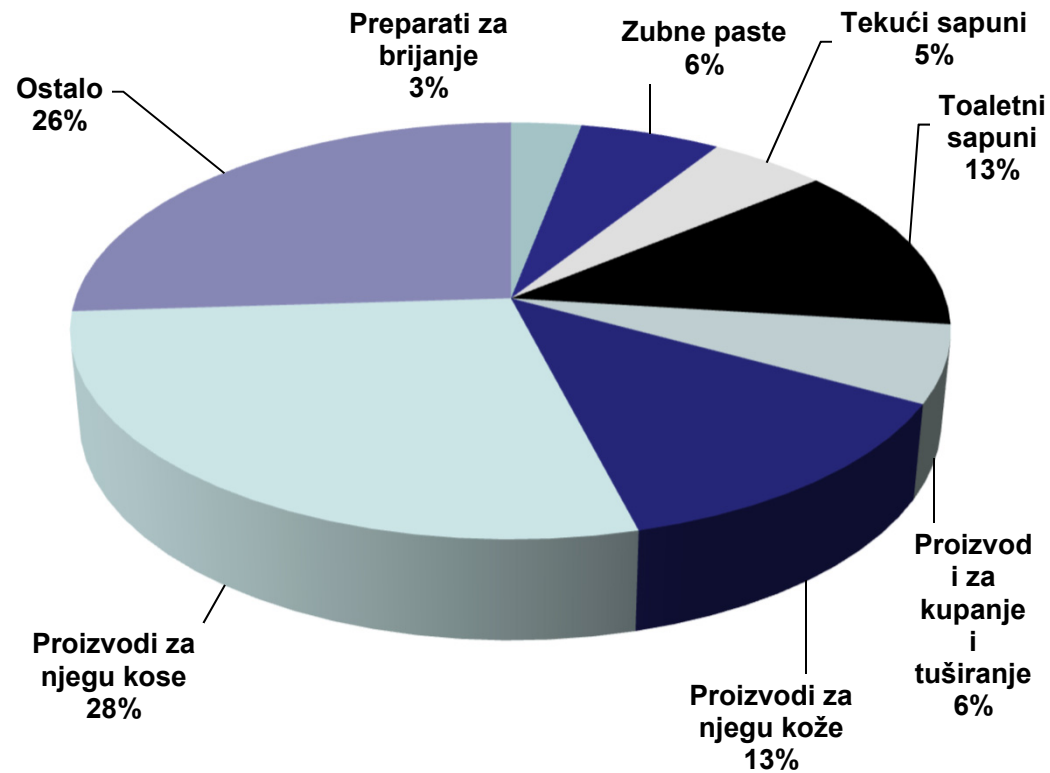
- Industrija 41 %
- Kućanstva 51 %
- Osobna njega 8 %



Potrošnja proizvoda za kućanstvo (koji sadrže tenzide)
(podaci za 2000. god. za SAD, ukupno 2.7 miliona tona)

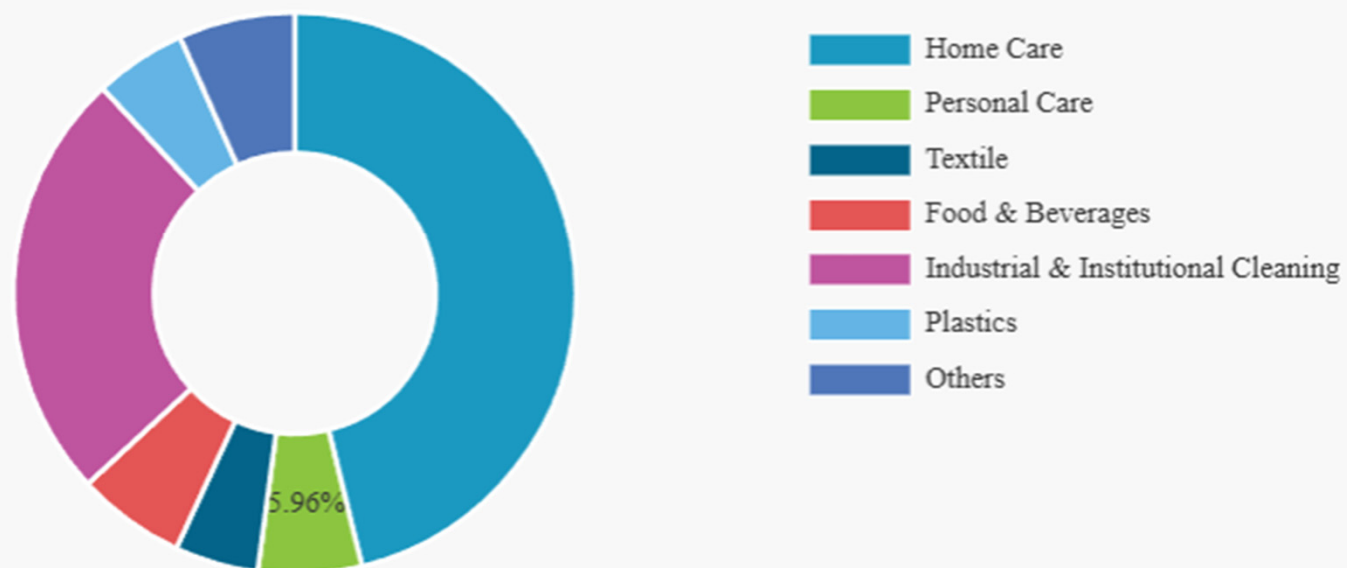


Potrošnja proizvoda za osobnu njegu (koji sadrže tenzide)
(podaci za 2000. god.za SAD, ; ukupno 2,2 miliona tona)

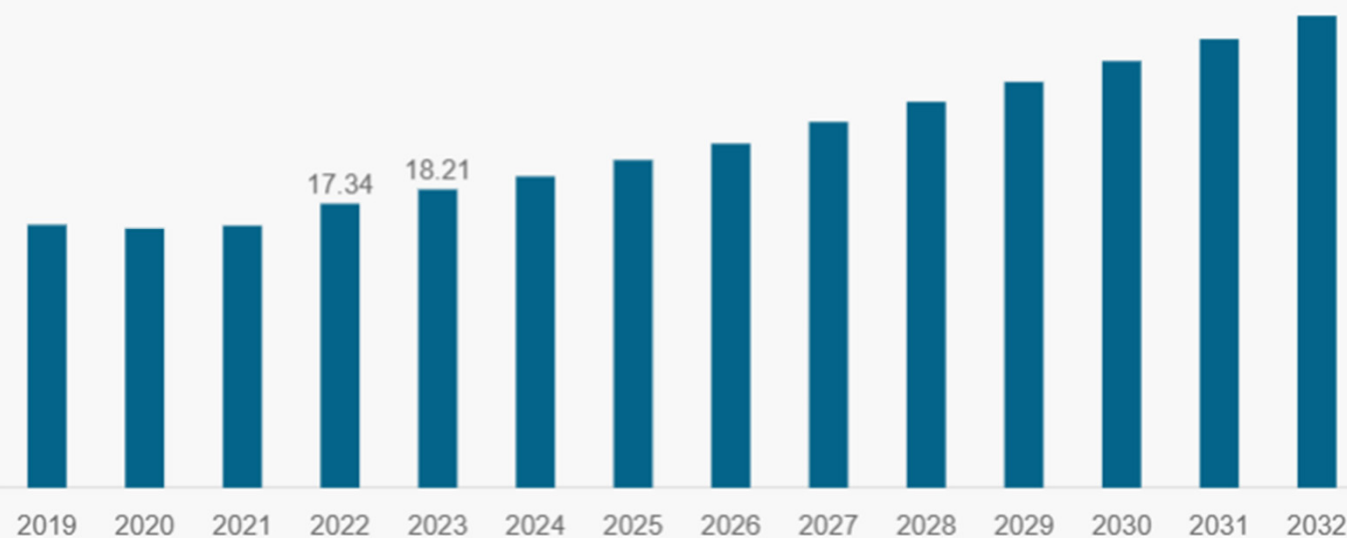




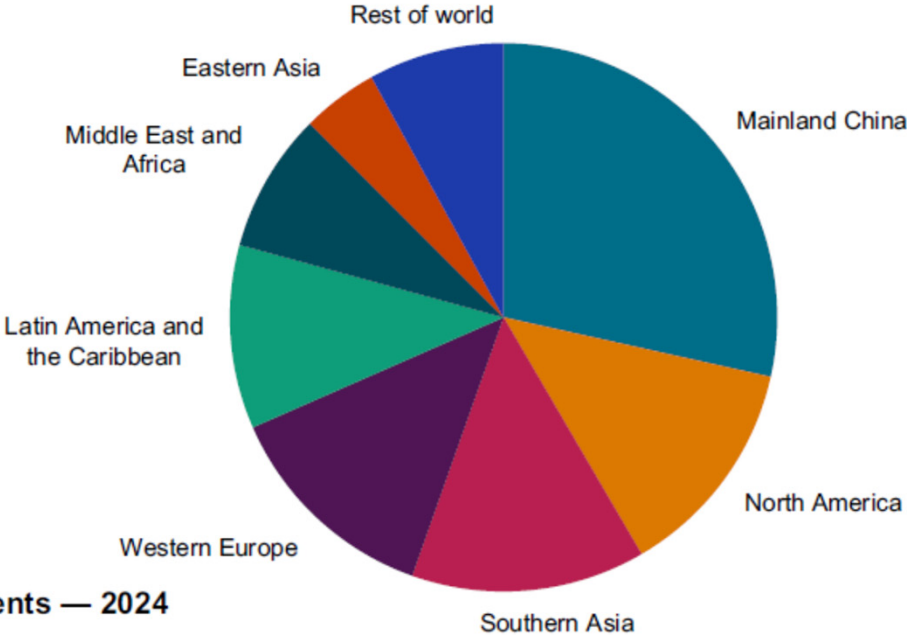
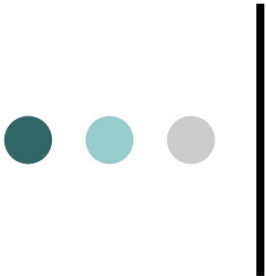
Global Surfactants Market Share, By Application, 2023



Asia Pacific Surfactants Market Size, 2019-2032 (USD Billion)



World consumption of household products containing surfactants — 2024



World consumption of surfactants in household detergents — 2024

