



# Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije



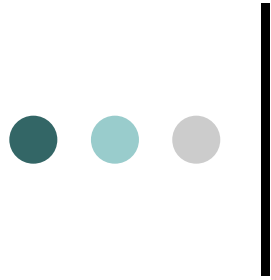
preddiplomski studiji:

*Kemijsko inženjerstvo i Primijenjena kemija*

Kolegij:

**Tenzidi**

Izv. 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

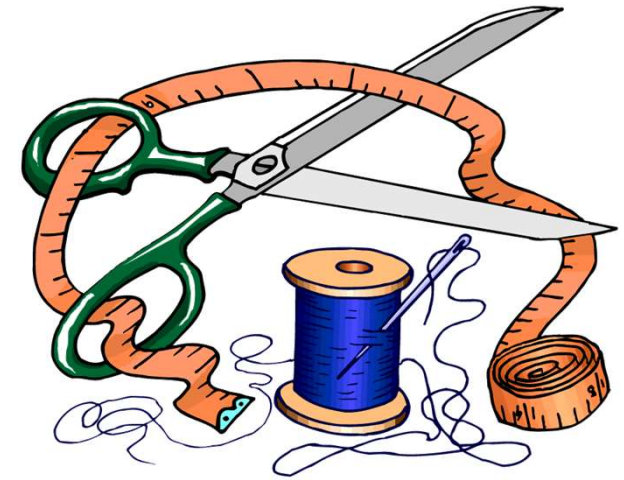


*Tenzidi imaju važnu ulogu u mnogim praktičnim primjenama i u sastavu su mnogih proizvoda.*

*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:

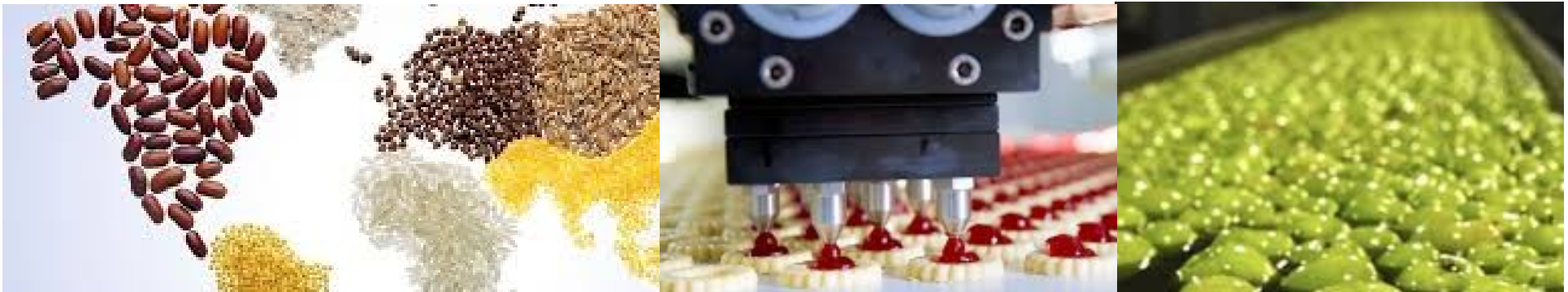
- **ispiranje / čišćenje** vlakana (prirodna i sintetska) - u cilju uklanjanja prirodnih i antropogenih nečistoća
- **podmazivanje vlakana** – nakon ispiranja nedostaje masnoća u vlaknima; imaju ulogu kao podmazivači i omekšivači
- **bojenje i finiširanje** – služe kao moćilska sredstva te dodatak bojilima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





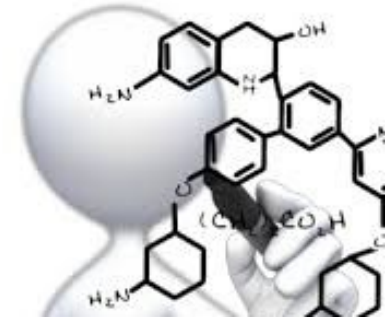
# Uloga tenzida u:

## 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





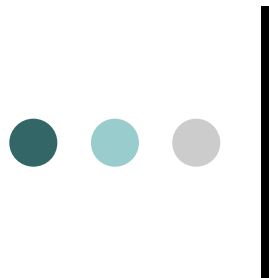
# Uloga tenzida u:

## 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



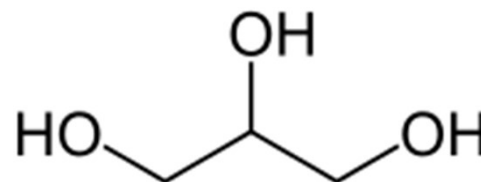


# Sapuni

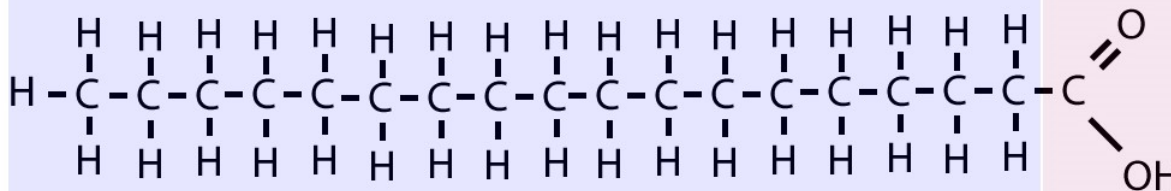


- uglavnom se dobivaju iz masti životinjskog ili biljnog porijekla
  - Alkoholni esteri

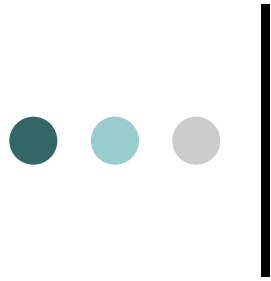
- kratko-lančani (glicerol)



- dugolančane karboksilne kiseline (masne kiseline sa 7-21 C atoma)





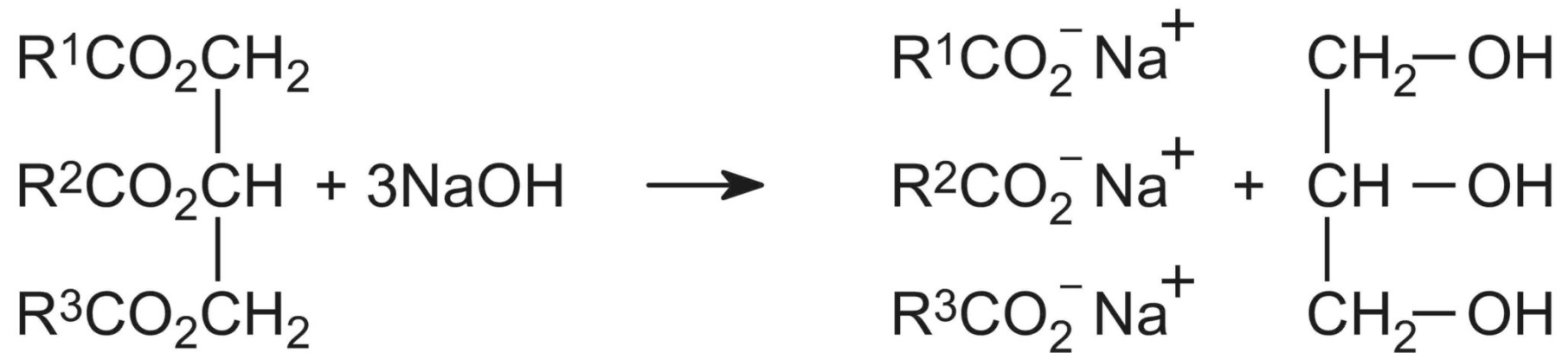


# Sapuni



- 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



površinski aktivna svojstva /  
aktivne komponente u  
procesu pranja

- Anionski
- Neionski
- Kationski
- Amfoterni

Ne sudjeluju u pranju;  
poboljšavaju svojstva  
deterdžentu: tečnost,  
ispirljivost, topivost, sipkost



Nisu površinski aktivna  
svojstva / sudjeluju u  
procesu pranja

- Alkalije
- Kompleksirajuća sredstva
- Ionski izmjenjivači

Sredstva za kemijsko bijeljenje  
Sredstva za optičko bijeljenje

- aktivne komponente bijeljenja
- aktivatori, katalizatori, stabilizatori

- Enzimi, Regulatori pjene, Inhibitori korozije
- Fluorescentna izbjeljivačka sredstva
- Inhibitori prijenosa bojila, Mirisi, Bojila
- Antiredepozicijska sredstva („nosioci” nečistoća)



-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.

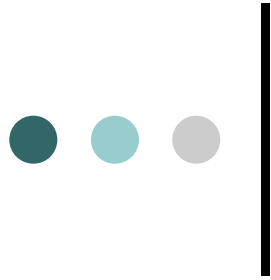
-Neionski tenzidi ne disociraju u vodenoj otopini (*fenomen adsorpcije se tumači hidrofobnim interakcijama*)

**ANIONIJSKI TENZIDI**

**NEIONIJSKI TENZIDI**

**KATIONIJSKI 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)



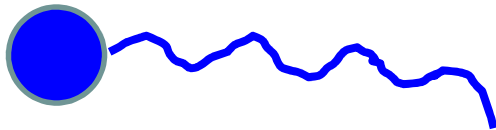
Tenzidi ili površinski aktivne tvari su organski spojevi koji u molekuli sadrže barem jednu **liofilnu** i jednu **liofobnu** grupu.

### ***Općenito***

Liofilna grupa (“solvent- loving” group)

Liofobna grupa (“solvent- fearing” group)

### ***Ako je otapalo voda***



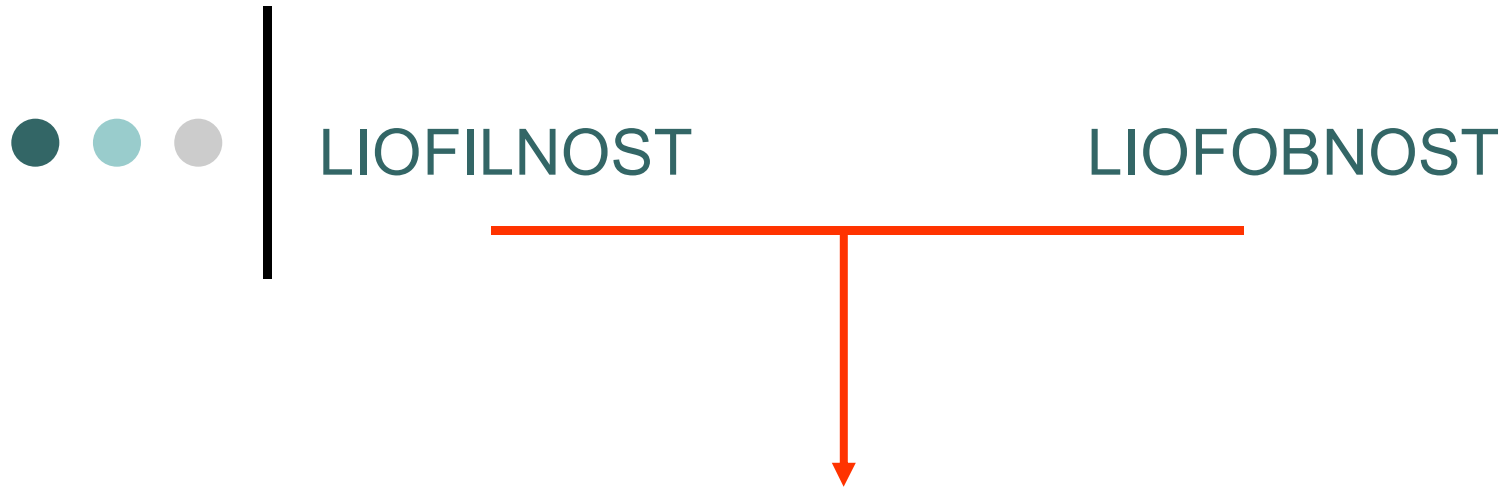
Hidrofilna grupa

Hidrofobna grupa

### ***Pojednostavljeno***

Polarna (ili ionska) grupa

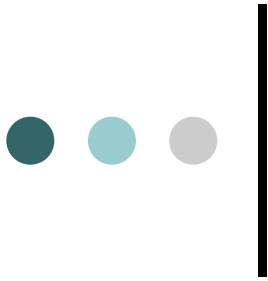
Nepolarna grupa



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

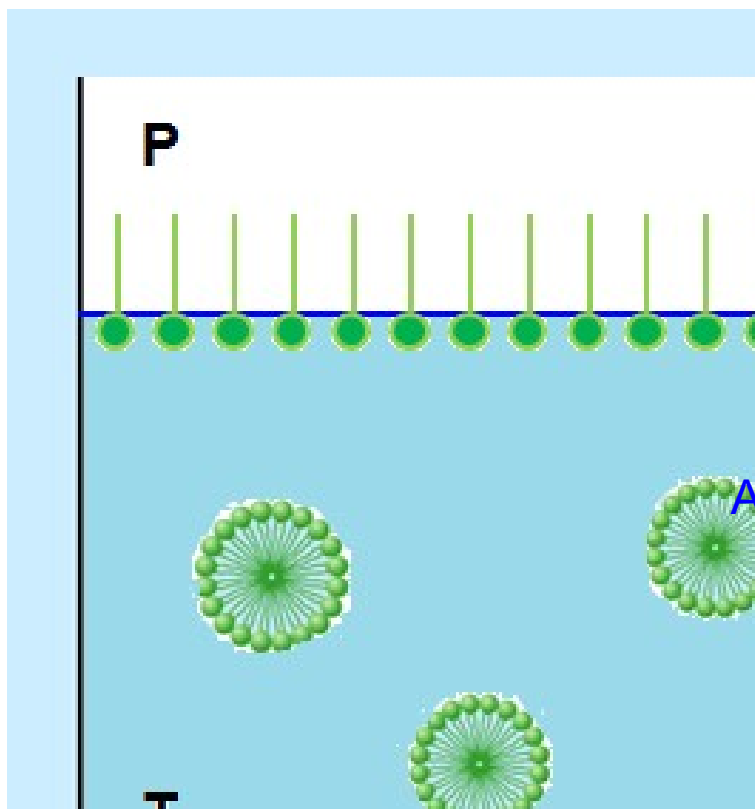
Alternativni put  smanjenju kontakta hidrofobnih grupa  i vode je da se molekule tenzida nakupljaju u masi otopine sa hidrofilnim grupama orijentiranim prema vodenoj fazi



proces se naziva **AGREGACIJA ili MICELIZACIJA**

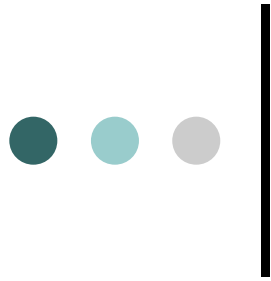
rezultira promjenama u masi otopine





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

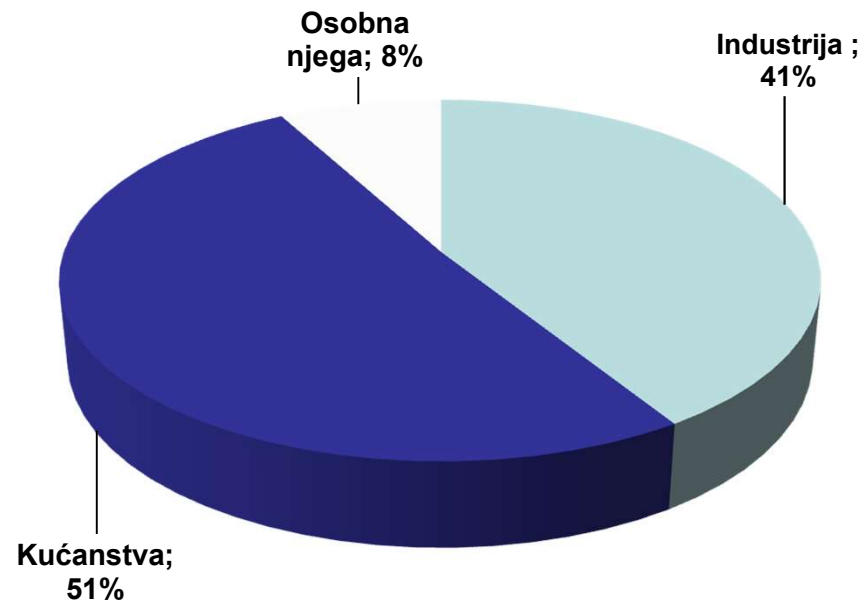


## Svjetska proizvodnja tenzida

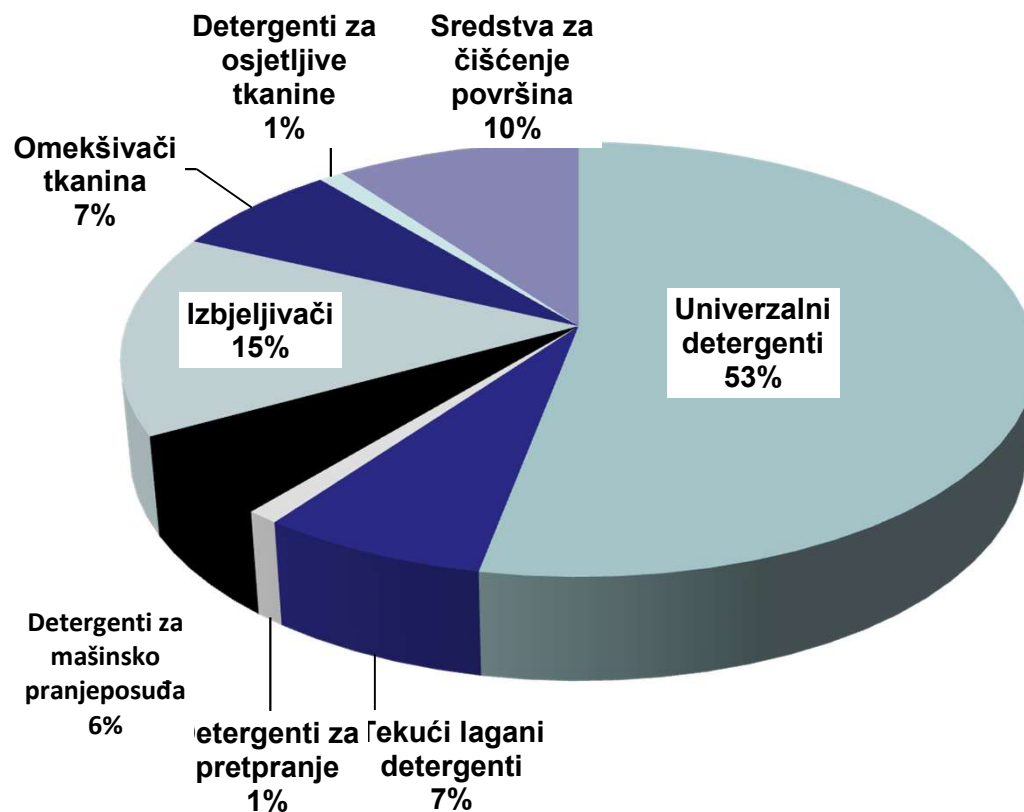
oko 11 miliona tona godišnje

Svjetska potrošnja tenzida po glavnim područjima primjene:  
(podaci za 2000. god., ukupno 10,5 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)

