Recikliranje otpadnih sapuna iz hotela

Panović, Lea

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Chemistry and Technology / Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:167:117788

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of chemistry and technology - University of Split

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU
KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

RECIKLIRANJE OTPADNIH SAPUNA IZ HOTELA

ZAVRŠNI RAD

LEA PANOVIĆ
Matični broj: 1424

Split, veljača 2018.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
STRUČNI STUDIJ KEMIJSKE TEHNOLOGIJE
Smjer: KEMIJSKA TEHNOLOGIJA I MATERIJALI

RECIKLIRANJE OTPADNIH SAPUNA IZ HOTELA

ZAVRŠNI RAD

LEA PANOVIĆ
Matični broj: 1424

Split, veljača 2018.

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY
PROFESSIONAL STUDY OF CHEMICAL TEHNOLOGY
Orientation: CHEMICAL TEHNOLOGY AND MATERIALS

RECYCLING OF WASTE SOAPS FROM THE HOTEL

BACHELOR THESIS

LEA PANOVIĆ
Parent number: 1424

Split, Februray 2018

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

ZAVRŠNI RAD

Sveučilište u Splitu
Kemijsko-tehnološki fakultet u Splitu
Stručni studij kemijske tehnologije, smjer: Kemijska tehnologija i materijali

Znanstveno područje: Tehničke znanosti
Znanstveno polje: Kemijsko inžinjerstvo
Tema rada je prihvaćena na 4. sjednici Fakultetskog vijeća Kemijsko-tehološkog fakulteta

Mentor: Prof. dr. sc. Branka Andričić
Pomoć pri izradi: doc. dr. sc. Sanja Perinović Jozić

RECIKLIRANJE OTPADNIH SAPUNA IZ HOTELA
Lea Panović, matični broj: 1424

Sažetak: (do 1800 znakova uključujući razmake)

Sapuni su kemijski spojevi, produkti neutralizacije masnih kiselina alkalijama. Upotreba sapuna kao sredstva za pranje, emulgiranje i geliranje je posljedica detergentnih svojstava sapuna (površinska napetost, pjenjenje, ubrzanje kvašenja površine i emulgiranja) te nastanka gel-struktura. Detergenti, čiji je dobar predstavnik sapun, su skupina površinski aktivnih tvari, koje zbog toga mogu obavljati funkciju čišćenja. U današnje vrijeme, u različitim smještajnim turističkim objektima postoje veće količine upotrijebljenih, a neiskorištenih sapuna. Kao i za ostali otpad, nastoji se pronaći održivi način oporabe. Proizvodnja sapuna regulirana je i strogo kontrolirana zakonima i pravilnicima te je vrlo teško uspostaviti ekonomičan postupak njegovog recikliranja. Zadatak ovog završnog rada bio je recikliranje otpadnog sapuna iz hotela uz dodatak vode, bojila i mirisa, u svrhu dobivanja proizvoda prihvatljivih svojstava. Kombinacijom tri otpadna sapuna dobiven je reciklirani sapun koji se može upotrijebiti.

Ključne riječi: sapun, proizvodnja sapuna, recikliranje sapuna

Rad sadrži:

Jezik izvornika: hrvatski

Sastav povjerenstva za obranu:

1. Izv. prof. dr. sc. Ani Radonić - predsjednica
2. Dr. sc. Miće Jakić, znanstveni suradnik - član
3. Prof. dr. sc. Branka Andričić - mentor

Datum obrane: ()

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Kemijsko-tehnološkog fakulteta u Splitu, Ruđera Boškovića 35.

BASIC DOCUMENTATION CARD

BACHELOR THESIS

University of Split
Faculty of Chemistry and Tehnology in Split
Professional study of Chemical tehnology, orientation: Chemical tehnology and materials

Scientific area: Technical Sciences
Scientific field: Chemical Engineering
Thesis subject was approved by Faculty Council of Faculty of Chemistry and Tehnology, session No. 4

Supervisor: Ph. D. Branka Andričić, Full Professor
Technical assistance: Ph. D. Sanja Perinović Jozić, Assistant professor

RECYCLING WASTE SOAP FROM THE HOTEL
Lea Panović, parent number: 1424

Abstract: (max 1800 characterswithspaces)

Soaps are chemical compounds, fatty acid neutralization products. The use of soap as a washing, emulsifying and gelling agent is a consequence of detergent properties of soap (surface tension, foaming, surface dampening and emulsification) and the formation of a gel structure. Detergents, which a typical represent at ives are soaps, are a group of surfactants, which can be used for cleaning purposes. Today, there are large quantities of used and unused soaps in different tourist accommodation facilities. Like other waste, it tries to find a viable way of recovery. The production of soap is regulated and strictly controlled by laws and regulations, and it is very difficult to establish an economical procedure for its recycling. The task of this final work was to recycle waste soaps from the hotel with the addition of water, dyes and odors, in order to obtain products of acceptable properties. Combining of three waste soaps, a recycled soap, which can be used, is obtained.

Key words: soap, production of soap, recycling of soap

Thesis contains:

Original in: Croatian

Defence committee:

1. Ph. D. Ani Radonić, Associate professor – chair person
2. Ph. D. Miće Jakić – member
3. Ph. D. Branka Andričić, Full professor – supervisor

Defence date: ()

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposed in Library of Faculty of Chemistry and Tehnology in Split, Ruđera Boškovića 35.

Završni rad izrađen je u Zavodu za organsku tehnologiju Kemijsko-tehnološkog fakulteta u Splitu, u razdoblju od veljače 2016. do srpnja 2016. godine.

Zahvaljujem se doc.dr.sc. Sanji Perinović Jozić na stručnoj pomoći, razumijevanju i strpljenju tijekom izrade ovog završnog rada. Također se zahvaljujem svojoj mentorici prof. dr. sc. Branki Andričić na trudu uloženom pri finaliziranju ovog Završnog rada.

Ujedno zahvaljujem osoblju Zavoda za organsku tehnologiju na ukazanoj pomoći.

Veliko hvala mojoj obitelji i prijateljima koji su vjerovali u mene i bili mi velika potpora tijekom studija.

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Zadatak ovog završnog rada je reciklirati otpadni sapun iz hotela uz dodatak vode, bojila i mirisa, u svrhu dobivanja proizvoda prihvatljivih svojstava.

SAŽETAK

Sapuni su kemijski spojevi, produkti neutralizacije masnih kiselina alkalijama. Upotreba sapuna kao sredstva za pranje, emulgiranje i geliranje je posljedica detergentnih svojstava sapuna (površinska napetost, pjenjenje, ubrzanje kvašenja površine i emulgiranja) te nastanka gel-struktura. Detergenti, čiji je dobar predstavnik sapun, su skupina površinski aktivnih tvari, koje zbog toga mogu obavljati funkciju čišćenja. U današnje vrijeme, u različitim smještajnim turističkim objektima postoje veće količine upotrijebljenih, a neiskorištenih sapuna. Kao i za ostali otpad, nastoji se pronaći održivi način oporabe. Proizvodnja sapuna regulirana je i strogo kontrolirana zakonima i pravilnicima te je vrlo teško uspostaviti ekonomičan postupak njegovog recikliranja. Zadatak ovog završnog rada bio je recikliranje otpadnog sapuna iz hotela uz dodatak vode, bojila i mirisa, u svrhu dobivanja proizvoda prihvatljivih svojstava. Kombinacijom tri otpadna sapuna dobiven je reciklirani sapun koji se može upotrijebiti.

Ključne riječi: sapun, proizvodnja sapuna, recikliranje sapuna

SUMMARY

Soaps are chemical compounds, fatty acid neutralization products. The use of soap as a washing, emulsifying and gelling agent is a consequence of detergent properties of soap (surface tension, foaming, surface dampening and emulsification) and the formation of a gel structure. Detergents, which a typical represent at ives are soaps, are a group of surfactants, which can be used for cleaning purposes. Today, there are large quantities of used and unused soaps in different tourist accommodation facilities. Like other waste, it tries to find a viable way of recovery. The production of soap is regulated and strictly controlled by laws and regulations, and it is very difficult to establish an economical procedure for its recycling. The task of this final work was to recycle waste soaps from the hotel with the addition of water, dyes and odors, in order to obtain products of acceptable properties. Combining of three waste soaps, a recycled soap, which can be used, is obtained.

Key words: soap, production of soap, recycling of soap

SADRŽAJ

UVOD 1
1. OPĆI DIO 2
1.1 Sapuni kao površinski aktivne tvari 2
1.1.1.Podjela površinski aktivnih tvari 3
1.2. Osnovne sirovine za proizvodnju sapuna 5
1.2.1. Masti i ulja 5
1.2.2. Lužine 6
1.2.3. Dodaci sapunima 6
1.3. Proizvodnja sapuna 7
1.4. Vrste sapuna 8
1.5. Otpad i gospodarenje otpadom 9
1.5.1. Podjela otpada 10
1.5.2. Gospodarenje otpadom 11
1.5.3. Red prvenstva gospodarenja otpadom 12
1.5.4. Oporaba otpada 12
1.5.5. Kraj lanca oporabe 13
1.5.6. Oporaba sapuna 13
2. EKSPERIMENTALNI DIO 15
2.1. Materijal i pribor 15
2.2. Priprema sapuna 16
2.3. Otapanje sapuna na vodenoj kupelji 17
2.4. Dodavanje bojila i mirisa 18
2.5. Oblikovanje recikliranog sapuna 19
3. REZULTATI I RASPRAVA 20
4. ZAKLJUČAK 22
5. LITERATURA 23

UVOD

UVOD

Sapuni su kemijski spojevi, produkti neutralizacije masnih kiselina alkalijama. Dakle, to su soli masnih kiselina. Upotreba sapuna kao sredstva za pranje, emulgiranje i geliranje je posljedica detergentnih svojstava sapuna (površinska napetost, pjenjenje, ubrzanje kvašenja površine i emulgiranja) te nastanka gel-struktura. Ulogu sapuna od 1940.-ih sve više preuzimaju sintetski detergenti. Unatoč tome, sapuni se još uvijek primjenjuju u svakodnevnom životu, za osobnu higijenu i pranje rublja te u brojnim industrijskim procesima.[1] U tekstilnoj industriji su nezamjenjivi, jer služe za pranje i omekšavanje prirodnih vlakana. Također, bitni su u preradi kože, proizvodnji polimernih materijala, kozmetičkoj industriji za emulgiranje, proizvodnji sredstava za podmazivanje itd.[2]

Detergenti, čiji je karakterističan predstavnik sapun, su skupina površinski aktivnih tvari, koje zbog toga mogu obavljati funkciju čišćenja. Molekule detergenata se sastoje od ugljikovodičnog lanca (R) sa 10 – 18 ugljikovih atoma sa određenom krajnjom hidrofilnom skupinom. U sintetskim detergentima je hidrofilna skupina najčešće sulfonatna, $-SO_3X$, gdje je X obično atom natrija, Na. Međutim, sapunima se smatraju detergenti u kojima je hidrofilna skupina karboksilna, -COOX. Tek tada se radi o solima masnih kiselina, RCOOX.

Što se tiče samog naziva, korijen riječi sapun dolazi iz keltske riječi *saipo*, (oko 600. g. prije nove ere). Za prvi spomen sapuna u knjigama je odgovoran Plinije Stariji, koji je 77. godine u 18. knjizi *Naturalis historia* opisao postupak dobivanja sapuna iz vrelog kozjeg loja i drvnog pepela. Tu je spomenuta i njegova primjena u njezi tijela i liječenju kožnih bolesti. Do ranog srednjeg vijeka skoro i nema zapisa o sapunima. Tada je razvijeno središte proizvodnje sapuna u Marseillesu, a proizvodnja se proširila i u Bristol i London, odakle se širila u ostale razvijene europske gradove. Od tada pa sve do današnjeg doba, marseilleski sapun je ostao jako cijenjen. Proizvodi se još uvijek uglavnom od maslinova ulja, a njegov je proces proizvodnje u srednjem vijeku bio strogo čuvana tajna.[1]

Sapuni se kao sredstva za pranje u većini slučajeva upotrebljavaju dok se ne potroše. Međutim, u hotelima, hostelima i sl. objektima se upotrijebljeni, a nepotrošeni sapun mora zamijeniti. Stoga se pojavljuje određena količina otpadnog sapuna, koji se baca u smeće. U ovom radu je, u cilju racionalnijeg gospodarenja otpadom, istraživana mogućnost recikliranja otpadnog sapuna iz hotela.

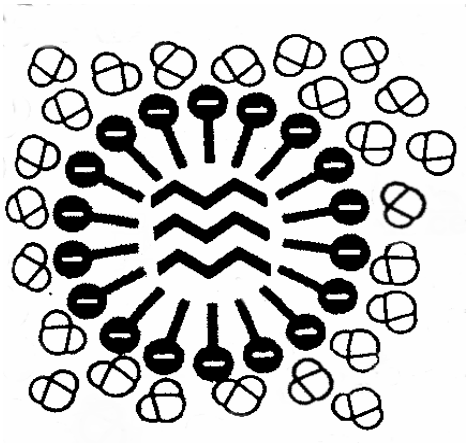
1. OPĆI DIO

1. OPĆI DIO

1.1 Sapuni kao površinski aktivne tvari

Površinski aktivne tvari (tenzidi) pripadaju skupini organskih spojeva koji otapanjem u vodi i u malim količinama znatno smanjuju silu napetost površine na graničnim površinama dviju faza.[2]

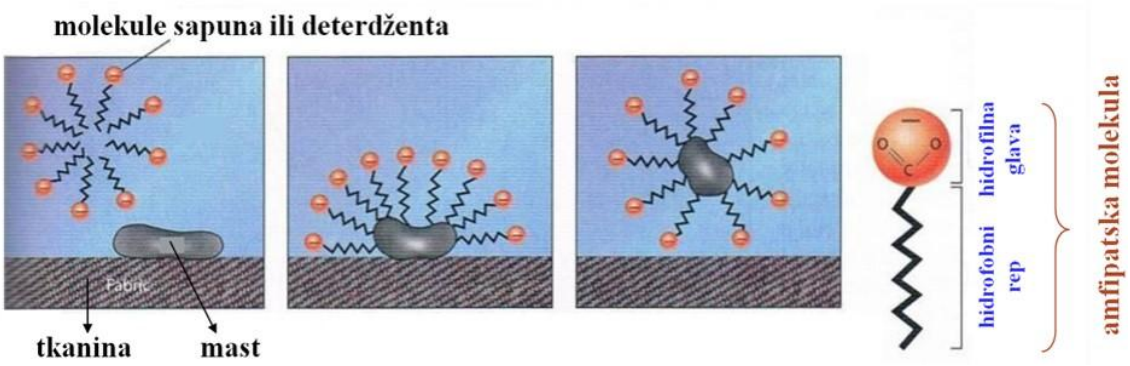
Površinski aktivno djelovanje sapuna (i drugih detergenata) daje im sposobnost pranja. To je posljedica hidrofilno-lipofilnog karaktera same molekule sapuna. Naime, za razliku od karboksilne skupine koja je hidrofilnog karaktera (afinitet prema vodi), ugljikovodični lanac iz molekule sapuna ima izrazito lipofilni (hidrofobni) karakter (afinitet prema spojevima netopljivim u vodi). Tako dolazi do pojave da krajevi iste molekule imaju afinitet za spojeve različite prirode, pa se oni koncentriraju na granicama različitih faza (vodene i uljne). Molekule se orijentiraju da hidrofobni dio bude usmjeren u uljnu fazu, a hidrofilni dio u vodu, slika 1. Iz toga slijedi činjenica da sapuni čak i u malim količinama u otopini jako smanjuju napetost površine smanjujući sile na granicama faza, slika 2. U graničnom sloju tekućina-zrak je film slab pa lako puca pod mehaničkim djelovanjem, pa nastaje pjena. Na granici tekuće i čvrste faze tekući film je oslabljen i kvašenje čvrste površine je bolje (npr. tkanine ili kože) i nečistoća se lakše odvaja od podloge. Hidrofobni dio molekule omogućava emulgiranje masne nečistoće, dok ju hidrofilni dio zadržava dispergiranu u otopini, pa se nečistoće ne talože ponovno na očišćenu površinu.[1]



Slika 1. Molekule površinski aktivnih tvari okružene molekulama vode. Linije u sredini predstavljaju masnoću i ulje.[2]

Sapunska sposobnost pranja raste do određenog maksimuma, a nakon određene granice ostaje nepromijenjena povećanjem koncentracije. Ta pojava je posljedica agregacije dugolančanih ionskih čestica i stvaranja koloidnih micela. Tada nema povećanja količine iona u otopini, a sposobnost pranja se ne povećava.

Postojanje elektrolita u vodi jako utječe na uspješnost pranja sapunima. Kako tvrda voda sadrži više određenih mineralnih kationa, sapuni otopljeni u tvrdoj vodi stvaraju netopljive kalcijeve i magnezijeve sapune. Potrošnja sapuna se time povećava, teže ih je ukloniti s podloge i smanjuje se njihova djelotvornost. Među ostalim, ova pojava mijenja svojstva podloge, pa tkanine postaju krute, gube sjaj i poprimaju sivkasti ton. To se donekle riješava dodacima za mekšanje vode i zaštitnim koloidima za suspendiranje nečistoća (npr. natrijeva sol karboksimetilceluloze).[1]



Slika 2. Smanjivanje granične napetosti površine u sapunskoj otopini[3]

1.1.1.Podjela površinski aktivnih tvari

Površinski aktivne tvari se općenito dijele po kemijskoj strukturi, fizikalnim svojstvima (topljivosti u vodi ili otapalima) ili po upotrebi. Prema električnom naboju hidrofilnog dijela molekule podjela se vrši na:

- anionaktivne
- kationaktivne
- neionogene
- neutralne
- amfoterne

Sapun pripada skupini površinski anioaktivnih tvari.

Površinski anionaktivne tvari sadrže negativno nabijenu aktivnu grupu (u vodenoj otopini disociraju na kation i R^-anion, koji je dulji dio molekule s površinskom napetošću). Najbrojnija su skupina površinski aktivnih tvari. Najbitniji su alkilarilsulfonati $RC_6H_5SO_3H$ (natrij-dodecilbenzensulfonat), alkilsulfati $ROSO_3H$ (sulfati masnih alkohola: natrijev-laurilsulfonat), alkilsulfonati RSO_3H, sulfati masnih kiselina, sulfatirana ulja, npr. ricinusovo ulje. Iznimno su važni u proizvodnji sredstava za pranje.[4]

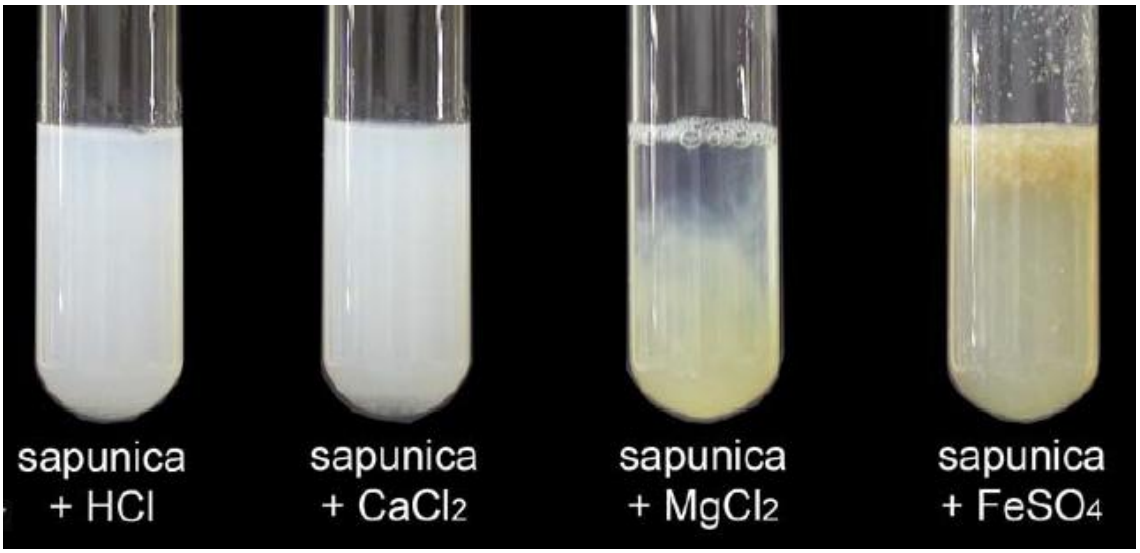
Površinski kationaktivne tvari imaju pozitivno nabijen, dulji, aktivni dio molekule, i u vodenoj otopini se adsorbiraju na negativno nabijene npr. čestice tekstila. Članovi ove skupine su manji dio površinski aktivnih tvari: kvarterne amonijeve soli, alkilaminske i alkilpiridinske soli. Korisni su u izradi pomoćnih sredstava za kožu i tekstil.[4]

Neionogene površinski aktivne tvari ne ioniziraju u vodenoj otopini. Zato im topljivost u vodi ovisi o skupinama u molekuli koje imaju jak afinitet prema vodi. To su alkilpoliglikol-eteri, esteri i eteri polialkohola, alkilarilpoliglikol-esteri masnih alkohola i masnih kiselina, itd.[4]

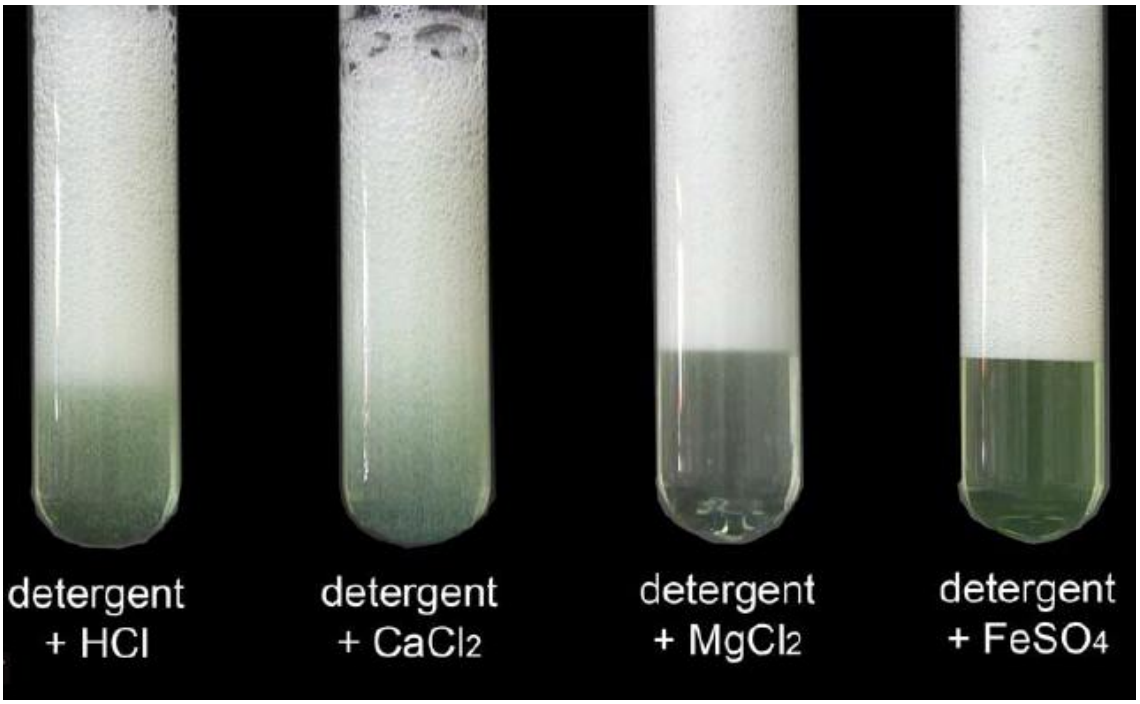
Neutralnim površinski aktivnim tvarima pripadaju spojevi s kojima vodena otopina reagira neutralno. Dobivaju se neutralizacijom stehiomerijskih količina anionaktivnih i kationaktivnih tvari. Nisu jako važni u proizvodnji sredstava za pranje. Koriste se za pomoćna sredstva za tekstil.[4]

Amfoterne površinski aktivne tvari ioniziraju u vodenim otopinama na kation i anion, ovisno o pH vrijednosti sustava. U kiseloj otopini djeluju kationaktivno, a u alkalnoj anionaktivno. Aminokarboksilne kiseline ($^+H3NRCOO^-$) su predstavnici skupine.

Za čišćenje odjeće i većinu drugih namjena, sapun je većinski zamijenjen sintetičkim detergentima (*sindet*) zbog određenih nedostataka sapuna. Naime, u kiselim otopinama sapuni se pretvaraju u masne kiseline. Masne kiseline slabo ioniziraju, zbog čega ne mogu emulgirati ulje i nečistoću, pa je pristuno više masnih kiselina u vodi, koje su odvojene kao masne mrlje. Efikasnost sapuna se smanjuje ako se koristi u tvrdoj vodi. Voda se naziva tvrdom kad su prisutne mineralne soli, najčešće kalcijeve, Ca, magnezijeve, Mg, a ponekad i željezove, Fe, te manganove, Mn, soli, koje sa sapunom stvaraju netopljive spojeve. To vodi do nastanka taloga – skrame sapuna (kora), koja se teško uklanja ispiranjem, zaostaje na tkaninama i stvara tragove, a tkanina postaje kruta[5], slika 3 i 4.



Slika 3. Nastanak netopivih taloga u reakciji sapuna s tvrdom vodom[6]



Slika 4. Reakcija detergenata u tvrdoj vodi (nema taloga)[6]

1.2. Osnovne sirovine za proizvodnju sapuna

1.2.1. Masti i ulja

Za proizvodnju sapuna koriste se masti i ulja životinjskog i biljnog porijetla. Jako malo masnih kiselina je odgovarajuća sirovina za proizvodnju sapuna jer površinska aktivnost i topljivost sapuna ovise o duljini lanca i stupnju zasićenja masnih kiselina.[1]

Od biljnih ulja najčešće se koriste ulja tropskih biljaka (kokosovo, palmino, bambusovo ulje), koja sadrže puno laurinske kiseline (40-50%), a malo nezasićenih masnih kiselina. Sapuni koji se dobivaju iz tih ulja su tvrdi, stabilni prema oksidaciji (ranketljivosti), lako topljivi u vodi i daju obilnu, postojanu pjenu. Od životinjskih masti najčešće se koriste goveđi loj i svinjska mast zbog velikog udjela viših zasićenih masnih kiselina (C16 i C18). Ovakvi sapuni imaju gustu, postojanu pjenu i izrazito površinski aktivno djelovanje, ali su slabije topljivi u vodi. Za postizanje najboljeg odnosa između velike topljivosti i lakog pjenjenja te stabilnosti pjene i dobrog učinka pranja, kod dobivanja sapuna koristi se smjesa masnoća s prikladnim omjerom dugolančanih i kratkolančanih, zasićenih i nezasićenih masnih kiselina. Za proizvodnju sapuna može se upotrijebiti i maslinovo, suncokretovo, pamukovo, sojino ili laneno ulje, ali i svinjska mast i hidrogenirana ulja morskih životinja.[1]

Svaka mast ili ulje sastoji se od točno određene mješavine triglicerida, koji su ustvari esteri viših masnih kiselina i alkohola glicerola. Trigliceridi su spojevi (esteri) koji nastaju od tri molekule masnih kiselina i jedne molekule glicerola (trovalentnog alkohola).

1.2.2. Lužine

Lužine za sapune su se prvotno dobivale iz pepela biljaka. Danas nema potrebe za tim jer je njihova komercijalna proizvodnja relativno jednostavna. Općenito, lužine neutraliziraju masne kiseline, pa su sapuni soli masnih kiselina.

Za osapunjenje masnoća najčešće se upotrebljavaju natrijev hidroksid, NaOH, i natrijev karbonat, Na_2CO_3. Kalijev hidroksid, KOH, služi za dobivanje mekanih kalijevih sapuna. Alkalije za proizvodnju sapuna ne smiju sadržavati teške metale (željezo i bakar) više nego je propisano jer oni smanjuju otpornost sapuna prema oksidaciji.[1]

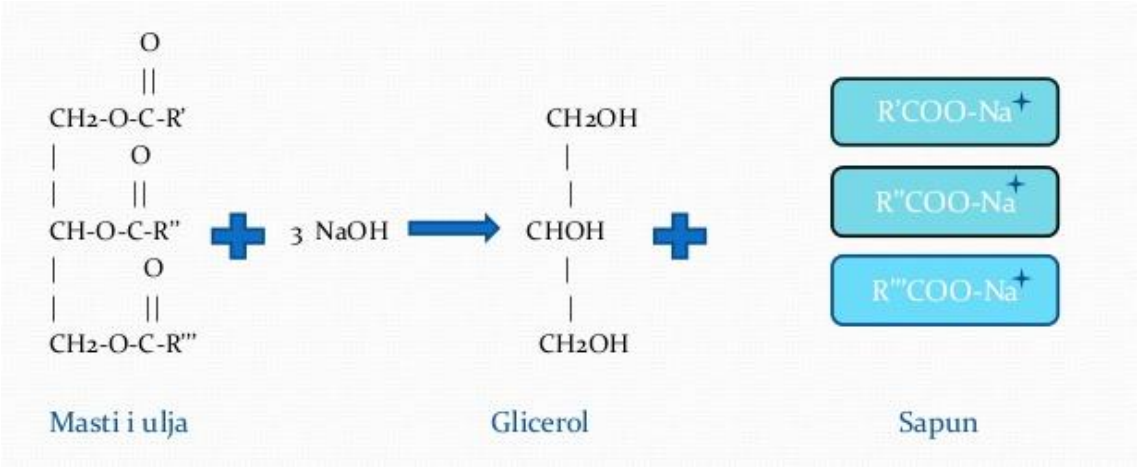
1.2.3. Dodaci sapunima

Među najbitnije dodatke sapunima spadaju antioksidansi, koji sprječavaju oksidaciju masnih kiselina, što se naziva ranketljivost sapuna. To su najčešće titanov dioksid i cinkov oksid. Mogu se koristiti i spojevi koji apsorbiraju ultraljubičasto zračenje, a emitiraju vidljivo plavkasto svjetlo, koje onda prekriva žućkasti ton sapuna.[1]

Toaletni sapuni su kompleksniji jer se koriste u kozmetici, pa sadrže niz dodataka za ljepši izgled. Naravno, svaki dodatak definira i njihovu primjenu. Boje koje im se dodaju moraju biti stabilne u alkalnoj sredini. Dodaju im se i mirisi određenog intenziteta, biljni ekstrakti, sintetske površinski aktivne tvari za poboljšanje pjenjenja, odmašćivaći i sredstva za zaštitu kože (stabilizirane masne kiseline, lanolinski derivati) te sredstva za dezodoriranje (većinom bakteriostatici i baktericidi koji uništavaju uzročnike neugodnih mirisa).[1]

1.3. Proizvodnja sapuna

Sapuni nastaju hidrolizom masnoća, tj. reakcijom estera više masnih kiselina i glicerola, utjecajem alkalija ili vode. Kad na masnoće djeluje lužina (proces saponifikacije) izravno nastaju soli masnih kiselina (sapuni), a oslobađa se glicerol[1], što je prikazano na slici 5.



Slika 5. Reakcija saponifikacije[7]

U ovoj reakciji R je ugljikovodični lanac sa 10 – 18 ugljikovih atoma.[1] Kad se koristi NaOH nastaje natrijev sapun, a kad se koristi KOH nastaje kalijev sapun. Natrijev sapun je „tvrdi sapun“. Kalijevi sapuni su nježniji, pa se nalaze uglavnom u tekućim sapunima i kremama za brijanje.[5]

Kod reakcije s vodom masnoće se najprije razgrađuju vodom (hidroliza), nakon čega slijedi oslobađanje masne kiseline i glicerola.[1] Reakcija je katalizirana enzimima, bazama i kiselinama. Bez katalizatora postupak traje predugo. Također, povišena temperatura ubrzava kemijsku reakciju saponifikacije.[4]

Sapuni se mogu dobiti i neutralizacijom masnih kiselina lužinama. Masti i ulja se hidroliziraju vodenom parom pod visokim tlakom i dobivaju se masne kiseline i

glicerol. Masne kiseline se pročiste destilacijom i neutraliziraju lužinom i dobije se sapun i voda.[8]

1.4. Vrste sapuna

Sapun za pranje ruku i rublja se dobiva iz sapunske jezgre skrućivanjem u kalupu ili djelomičnim sušenjem sapunske jezgre. Ovi sapuni imaju manje masnih kiselina nego toaletni sapuni.[1]

Toaletni sapuni su najbolje kvalitete jer se koriste za pranje i njegu tijela. Uglavnom su intenzivnih mirisa, ugodne boje i lijepih oblika. Sadrže dodatke za poboljšanje kvalitete ili dodatke za specijalne namjene (lanolinski derivati za dopunsko mašćenje kože, baktericidi u dezodorantnim sapunima). Jako su važni transparentni glicerinski sapuni. Popularni su i sapuni za djecu koji plutaju na vodi.[1]

Sapuni koji se koriste u tvrdoj i morskoj vodi moraju imati dodane sintetske površinski aktivne tvari (tenzide) da dispergiraju netopljive metalne sapune, čime omogućuju površinski aktivno djelovanje. Većinom se sastoje od 60 – 80% sapuna i 10 – 30% tenzida, i nazivaju se polusintetski sapuni.[1]

Meki sapuni su kalijeve soli tekućih masnoća (većinom laneno ulje). Izgled im ovisi o upotrijebljenim masnoćama. Produkt je mekana žutosmeđa, prozirna masa slaba mirisa sa oko 40% vode. Osnova su tekućim sapunima za njegu tijela, a koriste se i u farmaciji kao podloga za ljekovite masti, jer mekšaju kožu i pa je prodor ljekovitih sredstava u kožu olakšan.[1]

Sapuni i kreme za brijanje su većinom smjese kalijevih i natrijevih sapuna, produkti osapunjenja ulja (npr. kokosovo ulje) i stearinske kiseline. Krutost, odnosno fluidnost sapuna ovisi o omjeru kalijevh i natrijevih sapuna. Kremama se obično dodaje slobodna stearinska kiselina u suvišku da nakon zrenja omogući sapunu sedefasti sjaj. Sapuni i kreme za brijanje imaju uvjet lakog i brzog pjenjenja, s tim da stabilna pjena ne smije nadražiti kožu.[1]

Tekstilni sapuni u tekstilnoj industriji peru i oplemenjuju prirodna vlakna. O vrsti vlakana ovisi koristi li se alkalični ili neutralni, tvrdi ili meki sapun. Npr., za pranje sirove vune i svile sapuni moraju biti neutralni, dok za pranje i bojenje pređe i tkanina, koriste se slabo alkalni sapuni.[1]

Metalni sapuni soli su masnih kiselina i zemnoalkalijskih te drugih metala (bakreni, aluminijev, cinkov sapun itd.). Netopljivi su u vodi, zbog čega su odlična sredstva za impregnaciju. Mineralna ulja mogu biti baze za njihove otopine, gdje tvore

viskozne paste, pa se mogu koristiti u proizvodnji sredstava za podmazivanje, za bojila i u industriji polimernih materijala (katalizatori, stabilizatori).

1.5. Otpad i gospodarenje otpadom

Komponente koje se nalaze u otpadu, mogu utjecati na ljude i okoliš na način da završe u vodi, tlu i zraku. O količini i svojstvima otpada te načinu njegova gospodarenja ovisi koliki i kakav će taj utjecaj biti. Gospodarenje otpadom naglašava mjere sprečavanja i smanjenja nastanka otpada. Odlaganje kao zbrinjavanje otpada bi se trebalo, ako je moguće, izbjeći. Kad otpad već nastane, treba odabrati najbolju dostupnu metodu obrade i zbrinjavanja da rizik za ljudsko zdravlje i okoliš bude što manji.[9]

Zakon o održivom gospodarenju otpadom[10] definira otpad na sljedeći način: otpad je svaka tvar ili predmet koju posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti, određena kategorijama otpada koji su propisani u Uredbi o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada (NN 50/05). Te kategorije su:

- Q1 Ostaci iz proizvodnje ili uporabe koji nisu drugačije specificirani
- Q2 Proizvodi koji ne odgovaraju normama
- Q3 Proizvodi kojima je rok za odgovarajuću uporabu istekao
- Q4 Materijali koji su prosuti, odnosno proliveni, izgubljeni ili su pretrpjeli neku drugu nezgodu, uključujući i sve druge materijale, opremu itd., koji su onečišćeni kao posljedica takve nezgode
- Q5 Materijali koji su zagađeni ili onečišćeni planiranim djelovanjem (npr. ostaci nakon postupaka čišćenja, ambalaža, spremnici itd.)
- Q6 Neuporabljivi dijelovi (npr. odbačene baterije i akumulatori, istrošeni katalizatori itd.)
- Q7 Tvari koje više ne zadovoljavaju kakvoćom (npr. onečišćene kiseline, onečišćena otapala, istrošene soli za otvrdnjavanje)
- Q8 Ostaci iz proizvodnih procesa (npr. šljaka, destilacijski talog itd.)
- Q9 Ostaci od procesa uklanjanja onečišćenja (npr. muljevi iz uređaja za pročišćavanje, prašina iz filtra za zrak, istrošeni filtri itd.)
- Q10 Ostaci strojne i završne obrade (npr. tokarske strugotine, proizvodno iverje itd.)
- Q11 Ostaci od vađenja i prerade sirovina (npr. jalovina, talog iz naftnih polja itd.)

- Q12 Onečišćene tvari (npr. ulja onečišćena PCB-om/polikloriranim bifenilom itd.)
- Q13 Materijali, tvari i proizvodi čija je uporaba zakonom zabranjena
- Q14 Proizvodi koje posjednik više neće koristiti (npr. iz poljoprivrede, kućanstava, ureda, trgovačkih djelatnosti ili dućana)
- Q15 Onečišćeni materijali, tvari i proizvodi nastali kao rezultat sanacije tla
- Q16 Svi materijali, tvari ili proizvodi koji nisu navedeni u gornjim kategorijama.

S obzirom da sapuni nisu strogo navedeni kao posebna kategorija otpada, niti se mogu svrstati u jednu od navedenih kategorija, možemo ih svrstati u kategoriju Q16 u kojoj su svrstani svi materijali, tvari ili proizvodi koji nisu navedeni u navedenim kategorijama od Q1 do Q 15.

U određenim slučajevima može biti upitno je li određeni materijal po definiciji otpad, dakle, treba li određeni materijal uopće prijaviti kao otpad ili ne. Od te obavezne prijave mogu se izuzeti ostaci iz proizvodnog procesa koji se ponovo koriste ili recikliraju na mjestu nastanka. U izuzetke pripadaju i ostatci koje proizvođač predaje drugoj osobi koja ih bez prerade koristi u potpunosti u daljnjem proizvodnom ili drugom procesu (kao primarnu sirovinu) jer to ne doprinosi povećanju količina otpada.

Nema propisanog postupka za prepoznavanje razlika između materijala koji nisu glavni cilj proizvodnog procesa od nusproizvoda, ali moraju biti zadovoljeni uvjeti da je daljnje korištenje materijala osigurano, da je moguće korištenje materijala bez obrade (osim uobičajenih postupaka), i da se sporni materijal proizvodi u sastavnom dijelu proizvodnog procesa.[9]

1.5.1. Podjela otpada

Otpad se obzirom na svojstva dijeli na:

- opasni otpad: posjeduje jedno ili više opasnih svojstava
- neopasni otpad: ne posjeduje niti jedno od opasnih svojstava
- inertni otpad: ne podliježe većim fizikalnim, kemijskim ili biološkim promjenama. On fizikalno ili kemijski ne reagira, nije zapaljiv, nije topljiv, nije biorazgradiv. Ne događaju se veće interakcije s drugim tvarima koje bi utjecale na zdravlje ljudi, prirode ili na porast dozvoljenih emisija u okoliš. Zanemariva moraju biti: vodotopivost, udio tih tvari u vodenom ekstraktu i ekotoksičnost

vodenog ekstrakta (eluata) inertnog otpada. Ne smije ugrožavati kakvoću površinskih niti podzemnih voda.[10]

Otpad se prema mjestu nastanka dijeli na:

- komunalni otpad: nastaje u kućanstvu, ne uključuje proizvodni otpad i otpad iz poljoprivrede i šumarstva
- proizvodni otpad: nastaje u proizvodnim procesima u industriji, obrtu i slično, izuzev ostataka iz proizvodnog procesa koji se iskoriste u proizvodnom procesu istog proizvođača.[10]

Na mjestu nastanka otpad se privremeno skladišti u posebnom prostoru u vlastitom poslovnom prostoru do predaje skupljaču, do godinu dana (iznimno do tri godine uz suglasnost Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva). Otpad se može ponovno iskoristiti ili reciklirati u proizvodnom procesu. Za oporabu i zbrinjavanje je potrebno dobiti dozvolu za gospodarenje otpadom sukladno Zakonu o otpadu.

Miješanje različitih kategorija opasnog otpada, miješanje opasnog otpada s neopasnim ili s bilo kojom drugom tvari je zabranjeno. Izuzetak je kad je to dio procesa oporabe, ako je odobreno i ako se izvodi u skladu sa izdanom dozvolom za gospodarenje otpadom. Iako, ni tada se opasni otpad ne smije miješati s neopasnim otpadom.[9]

1.5.2. Gospodarenje otpadom

Prema Zakonu o održivom gospodarenju otpadom gospodarenje otpadom su djelatnosti sakupljanja, prijevoza, oporabe, zbrinjavanja i druge obrade otpada, uključujući nadzor nad tim postupcima te nadzor i mjere koje se provode na lokacijama nakon zbrinjavanja otpada te radnje koje poduzimaju trgovac otpadom ili posrednik.[8]

Postupci gospodarenja otpadom su redom: sakupljanje otpada, interventno sakupljanje otpada, priprema za ponovnu uporabu, priprema prije oporabe i zbrinjavanja, postupci oporabe i zbrinjavanja, trgovanje otpadom, posredovanje u gospodarenju otpadom, prijevoz otpada, energetska oporaba određenog otpada, sakupljanje otpada u reciklažno dvorište te privremeno skladištenje vlastitog proizvodnog otpada.

Prema zakonu o održivom gospodarenju otpadom priprema za ponovnu uporabu su postupci oporabe kojima se otpad nastao provjerom, čišćenjem ili popravkom iz cijelog ili dijela proizvoda, priprema za ponovnu uporabu bez prethodne obrade.[10]

1.5.3. Red prvenstva gospodarenja otpadom

Red prvenstva gospodarenja otpadom je stvoren u svrhu sprječavanja nastanka otpada, ali i primjene propisa i politike gospodarenja otpadom, na navedene načine redom:

1. sprječavanje nastanka otpada
2. priprema za ponovnu uporabu
3. recikliranje
4. drugi postupci oporabe, npr. energetska oporaba, zbrinjavanje otpada.[10]

Tvar nastala materijalnom oporabom otpada ili proizvod kojem se ukida status otpada ne smije uzrokovati veći rizik od rizika primarne sirovine ili proizvoda iz primarne sirovine.

Izbjegavanje nastanka otpada i smanjivanje količina otpada istaknuto je posebno u Strategiji o gospodarenju otpadom RH i Zakonu o otpadu. Tu su propisani strateški ciljevi u gospodarenju otpadom. Svaka tvrtka mora poduzimati mjere za izbjegavanje i smanjivanje nastanka otpada, smanjenje štetnosti otpada i ostale mjere za smanjenje štetnog utjecaja na okoliš. To se može odnositi na uvođenje ili razvoj čistijih tehnologija, razvoj proizvoda sa manje tvari štetnih za okoliš, itd.[9]

1.5.4. Oporaba otpada

Prema Zakonu o održivom gospodarenju otpadom oporaba otpada je bilo koji postupak sa glavnim rezultatom u vidu uporabe otpada u korisne svrhe, kad otpad zamjenjuje druge materijale koji se koriste za istu svrhu ili otpad koji se priprema da ispuni tu svrhu, u tvornici ili u širem smislu.[10]

Postupci oporabe otpada su određeni Pravilnikom o gospodarenju otpadom:[10]

- R1 korištenje otpada uglavnom kao goriva ili drugog načina dobivanja energije
- R2 obnavljanje/ regeneracija otpadnog otapala
- R3 recikliranje/obnavljanje otpadnih organskih tvari koje se ne koriste kao otapala

- R4 recikliranje/obnavljanje otpadnih metala i spojeva metala
- R5 recikliranje/obnavljanje drugih otpadnih anorganskih materijala
- R6 regeneracija otpadnih kiselina ili lužina
- R7 oporaba otpadnih sastojaka koji se koriste za smanjivanje onečišćenja
- R8 oporaba otpadnih sastojaka iz katalizatora
- R9 ponovna prerada otpadnih ulja ili drugi načini ponovne uporabe otpadnih ulja
- R10 tretiranje tla otpadom u svrhu poljoprivrednog ili ekološkog poboljšanja
- R11 korištenje otpada nastalog bilo kojim postupkom R1 do R10
- R12 mijenjanje otpada radi primjene bilo kojeg od postupaka oporabe R1 do R11
- R13 skladištenje otpada prije bilo kojeg od postupaka oporabe R1 do R12.

S obzirom da se sapun po Zakonu o održivom gospodarenju otpada ne može svrstati u niti jednu od kategoriju otpada, odnosno takva vrsta djelatnosti još uvijek nije provedena u Zakonu te se ni jedan od navedenih postupaka oporabe ne može primijeniti na sapune.

Otpad koji ne podliježe obradi koja mijenja bitna fizikalna ili kemijska svojstva otpada, zadržava ključne brojeve s liste otpada i opise od prvog skupljanja.[9]

1.5.5. Kraj lanca oporabe

Oporaba se sastoji od nekoliko koraka obrade i završava proizvodnjom novog proizvoda. Ponekad je nejasno u kojem dijelu oporabe se postupak oporabe smatra završenim i otpad postaje proizvod, a njegova uporaba prestaje biti definirana Zakonom o otpadu.

Ambalažni otpad na primjer mora proći preradu u proizvodnom procesu da bi se smatrao novim proizvodom. Otpadni metal postaje sekundarnom sirovinom nakon sortiranja, čišćenja, rezanja. Nakon toga svejedno nije recikliran, unatoč tome što materijal zadovoljava tehničke specifikacije i ima novu tržišnu vrijednost.[11]

1.5.6. Oporaba sapuna

Prema Zakonu o održivom gospodarenju otpadom recikliranje je bilo koji postupak oporabe, koji omogućuje preradu otpadnog materijala u proizvode, materijale

ili tvari za drugu svrhu osim uporabe u energetske svrhe, to jest prerade u materijal koji se koristi kao gorivo ili materijal za zatrpavanje.[10]

Proizvodnja sapuna regulirana je i strogo kontrolirana zakonima i pravilnicima te je vrlo teško uspostaviti ekonomičan postupak njegovog recikliranja.[12]

Porazno je da dnevno u svijetu preko 5000 djece umre od posljedica higijenskih bolesti (većinom upala pluća i proljev). Svjetska zdravstvena organizacija naglašava da se oko polovice ovih smrti može spriječiti tako što bi ljudi u zemljama u razvoju dobili pristup higijenskom obrazovanju i sapunu. Nasuprot te situacije je Sjeverna Amerika, gdje ugostiteljska industrija baca oko dva milijuna sapuna dnevno.[13]

Shawn Seipler, direktor organizacije Clean the World, predložio je kako iskoristiti višak sapuna u hotelima. Svi sapuni iz hotelskih soba bi se sakupili te reciklirali i sterilizirali. Nakon toga bi se slali u nerazvijene dijelove svijeta ljudima u lošim životnim uvjetima. Oni bi tako poboljšali higijenu i očuvali si zdravlje, a hoteli bi smanjili količinu otpada. Nekoliko hotela se uključilo u predloženu akciju koja je dala odlične rezultate. S. Seipler je obrazložio svoju kampanju na sljedeći način: ″Velika je razlika pranja sa sapunom, u odnosu na obično pranje. Sapun otklanja i do 65% više bakterija nego pranje vodom″.[14]

Kako se s povećanjem hotelskih kapaciteta i u Splitsko-dalmatinskoj županiji pojavljuje veća količina otpadnih sapuna, hoteli su u suradnji s Mrežom udruga osoba s invaliditetom pokrenuli projekt recikliranja otpadnih sapuna. Da bi se ta ideja provela u djelo sudjelovao je i Kemijsko-tehnološki fakultet koji je proveo istraživanja kako bi reciklaža sapuna bila ekološki prihvatljiva za okoliš.[8,15]

2. EKSPERIMENTALNI DIO

2. EKSPERIMENTALNI DIO

Postupak recikliranja sapuna se sastoji od više faza i to:

- pripreme sirovine (sapuna)
- otapanja sapuna na vodenoj kupelji
- dodavanja bojila i mirisa
- oblikovanje recikliranog sapuna.

2.1. Materijal i pribor

Za provedbu recikliranja sapuna upotrijebljen je sljedeći materijal:

1. otpadni sapun iz hotela, prethodno steriliziran
2. voda
3. eterično ulje lavande (IREKS AROMA d.o.o.)
4. bojilo u prahu (IREKS AROMA d.o.o.)

Potreban laboratorijski pribor:

1. ribež
2. laboratorijska vaga
3. dvije posude za kuhanje
4. električno kuhalo
5. čaša
6. stakleni štapić
7. kapaljka
8. kuhača.

2.2. Priprema sapuna

Prva faza u recikliranju sapuna je usitnjavanje na što manje komadiće. U tu svrhu upotrijebljen je ribež, slika 6. Nakon usitnjavanja različitih sapuna, slijedi vaganje sapuna, koji se potom stavljaju u posudu za kuhanje na daljnju obradu. U ovom radu reciklirana su tri tipa sapuna: bijeli (S1), žuti (S2) i prozirni (S3). Masa sapuna, vode i dodataka prikazana je u tablici 1.



Slika 6. Usitnjavanje (ribanje) sapuna

Tablica 1. Sadržaj komponenata u recikliranim sapunima

Reciklirani sapun	***Masa otpadnog sapuna S1/ g***	***Masa otpadnog sapuna S2/ g***	***Masa otpadnog sapuna S3/ g***	***Volumen vode/ mL***	***Masa bojila/ g***	***Volumen eteričnog ulja/ kapi***
RS1	100	100	100	100 + 50*	0,05	10
RS2	/	200	200	200 + (2x50)*	0,08	15
RS3	100**	200	200	200 + (2x50)*	0,1	15

*voda potrebna za otapanje bojila

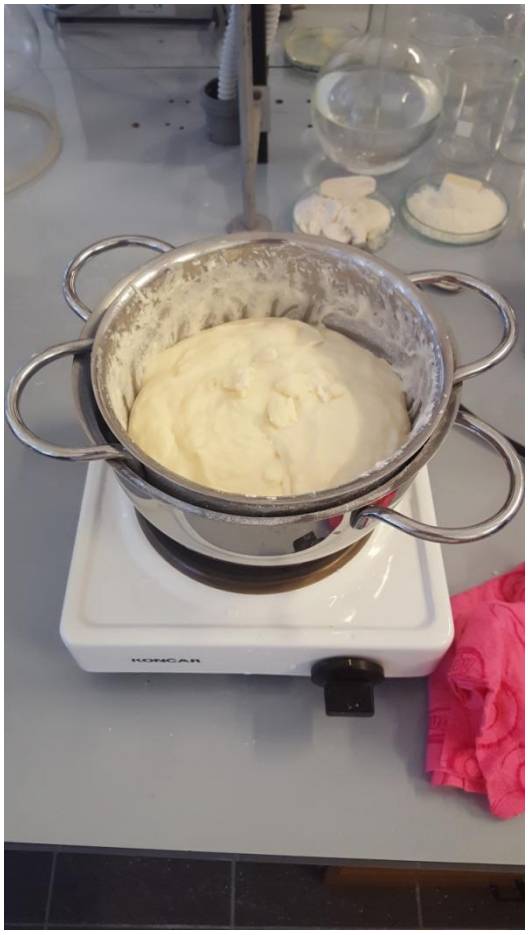
**slabo topljivi sapun dodan na kraju postupka, u smjesu otopljenih sapuna S2 i S3

2.3. Otapanje sapuna na vodenoj kupelji

Posuda za kuhanje u kojoj se nalazi usitnjeni sapun, stavi se u drugu posudu koja je prethodno do pola napunjena vodom, kako bi se omogućilo zagrijavanje u vodenoj kupelji. Tako postavljene posude stave se na električno kuhalo na kojem se vrši zagrijavanje smjese, slika 7. Na samom početku zagrijavanja u posudu gdje se nalazi smjesa usitnjenih sapuna doda se voda, čime počinje postupak otapanja sapuna. Tokom cijelog postupka smjesu je potrebno stalno miješati kuhačom. Smjesu je potrebno održavati na temperaturi 70 – 80 ^{o}C, a sam postupak otapanja traje oko 2 sata. Ako se i nakon 2 sata sapun u potpunosti ne otopi potrebno je produžiti vrijeme zagrijavanja smjese. Postupak je gotov onog trenutka kada smjesa postane gusta kao što je prikazano na slici 8.



Slika 7. Zagrijavanje sapuna na vodenoj kupelji



Slika 8. Otopljeni sapun

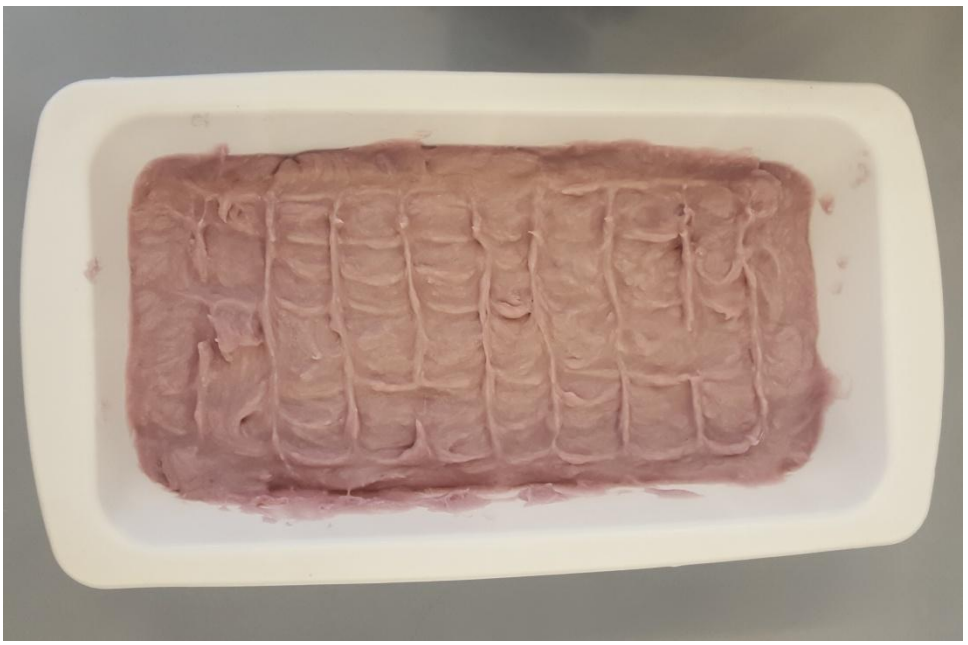
2.4. Dodavanje bojila i mirisa

Nakon što se sapun u potpunosti otopi, slijedi dodavanje bojila i eteričnog ulja za miris. Prvo se dodaje boja na način da se bojilo u obliku praha izvaže u maloj čaši, u koju je potom potrebno dodati vodu kako bi se ono otopilo. Nakon što se bojilo pripremi na prethodno opisani način, u više intervala, u malim volumenima, dodaje se u otopljenu smjesu sapuna. Prilikom dodavanja bojila u otopljenu smjesu sapuna, smjesu je potrebno intenzivno miješati kako bi se bojilo ravnomjerno raspodijelilo.

Nakon što se bojilo ravnomjerno raspodijeli, u smjesu se doda eterično ulje za ljepši miris sapuna. Kako se sapun S3 nije dobro otapao, komadići tog sapuna su dodani smjesi otopljenih sapuna S2 i S3 nakon dodatka bojila i mirisa.

2.5. Oblikovanje recikliranog sapuna

Oblikovanje recikliranog sapuna se vrši uz pomoć većih ili manjih kalupa. Prethodno pripremljena smjesa ulije se u kalupe po želji. Sapun je potrebno ostaviti u kalupu 2 – 3 dana, nakon čega se može iz istih izvaditi i početi koristiti. Ako je sapun u većem kalupu kao na slici 9, tada se nakon vađenja iz kalupa reže na željenu veličinu i oblik.



Slika 9. Reciklirani sapun u kalupu

3. REZULTATI I RASPRAVA

3. REZULTATI I RASPRAVA

Zadatak ovoga rada bio je utvrditi optimalan omjer vode i sapuna, a potom i boje i mirisa kako bi se dobio upotrebljivi reciklirani sapun. Postupak priprave svih sapuna jednak je postupku opisanom u eksperimentalnom dijelu.

Nakon preliminarnih pokusa u čaši s malim količinama otpadnog sapuna, provedena je priprava recikliranog sapuna s omjerima komponenata navedenim u tablici 1.

Svaki otpadni sapun ima drugačija svojstva i različito je vrijeme stajanja (skladištenja) prije recikliranja. Stoga je praktično nemoguće predložiti univerzalnu recepturu za pripravu recikliranog sapuna. Naime, u preliminarnim istraživanjima ustanovljeno je da neki sapuni, očigledno vrlo suhi, zahtijevaju veći volumen vode za otapanje. Nakon završetka procesa otapanja dobije se masa kojoj je potrebno više vremena da očvrsne, a dobiveni reciklat sapuna je previše krt. Stoga su u ovom radu prikazani rezultati tri vrste sapuna, pri čemu je za otapanje trebalo dodati oko 33% vode. Tri uzorka otpadnog sapuna koja su reciklirana prethodno su sterilizirana i osušena u pogonu za recikliranje otpadnih sapuna u Solinu. Nakon priprave sapuna RS1 uočeno je da se otpadni sapun S1 ne može otopiti (homogenizirati) u smjesi sa sapunima S2 i S3, slika 10. Također, vidi se da i bojilo nije u potpunosti otopljeno u vodi, slika 11.

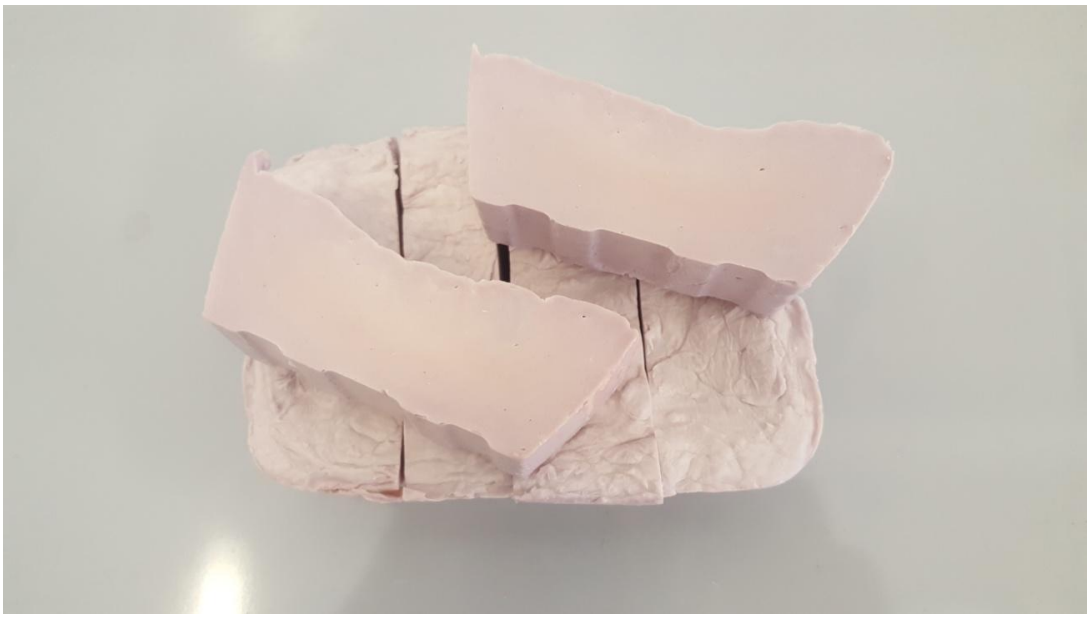


Slika 10. Sapun RS1 s neotopljenim sapunom S1



Slika 11. Sapun s nedovoljno otopljenim bojilom

Stoga je sljedeći reciklat sapuna (RS2) pripravljen bez sapuna S1, a bojilo je najprije otopljeno u 50 mL vode, a zatim je dodano još 50 mL vode. Takav sapun bio je zadovoljavajućeg izgleda, slika 12.



Slika 12. Sapun RS2

Da bi se iskoristio i otpadni sapun S1, može se dodati u smjesu komponenata kao za sapun RS2. Dobiveni reciklirani sapun (RS3) ima specifičan izgled u presjeku (slično mramoru).

4. ZAKLJUČAK

4. ZAKLJUČAK

- ✓ Otpadni sapuni koji su podvrgnuti recikliranju su različitih tipova i stoga različito topljivi u vodi. Otpadni sapun S1 nije se mogao otopiti, dok su se otpadni sapuni S2 i S3 otopili i s vodom stvorili viskoznu, makroskopski homogenu smjesu.
- ✓ Udio vode potreban za otapanje sapuna S2 i S3 bio je 0,33.
- ✓ Učinkovito otapanje bojila potrebno je započeti s polovinom volumena vode za otapanje, a zatim dodati drugu polovinu volumena.
- ✓ Netopljivi otpadni sapun S1 nije potrebno bacati već se može iskoristiti tako da se usitnjen doda u prethodno otopljene sapune čime se dobiva specifičan izgled recikliranog sapuna.
- ✓ Može se zaključiti da je oporaba sapuna relativno jednostavan postupak, koji bi u budućnosti mogao biti sve primjenjiviji. Obzirom da se sapun kao otpad do sada uglavnom zbrinjavao klasičnim mehanizmima zbrinjavanja miješanog otpada, prikazana oporaba pokazuje kako se uz relativno mala ulaganja može dobiti kvalitetan proizvod, a u konačnici i utjecati na smanjenje zagađenja okoliša.

5. LITERATURA

5. LITERATURA

1. *D. Marijanović*, Sapuni, Tehnička enciklopedija, Svezak 11., JLZ Miroslav Krleža, Zagreb, 1988., str. 707-710
2. URL:http://www.chymist.com/Soap%20and%20detergent.pdf, *D. A. Katz,* The science of soaps and detergents (20. 9. 2017.)
3. http://www.sumfak.unizg.hr/download.aspx?file=/Upload/sec_001/ins_001Kemija%20s%20biokemijom/Kemija%20%20predavanja%2020142015/10-Kemija-prirodnih-organskih-spojeva.ppt (27.10.2017.)
4. Tehnološki procesi organske industrije, IV. Ulja i masti i površinski aktivne tvari, Interna skripta za vježbe, Kemijsko-tehnološki fakultet, str. 11-14
5. URL:http://admin.umt.edu.pk/Media/Site/STD/FileManager/OsamaArticle/8.pdf *K.R.Janardhanan,* Soaps and detergents (23. 9.2017.)
6. URL: http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/u40/19%20sapuni.pdf (5.2.2018.)
7. URL: https://pt.slideshare.net/marijajanjic73/ss-56857910?ref (7.12.2017.)
8. *M. Erceg, S. Perinović Jozić,* Sapo reciklirani sapuni, Osposobljavanje za poslove oporabe otpadnih sapuna, Skripta, Split, 2015.
9. URL:http://www.uoz.hr/images/vijesti/docs/Prirucnik_za_vodenje_podataka_o_otpadu_1259668793.pdf, Priručnik za vođenje podataka o otpadu (20.9.2017.)
10. URL:https://www.zakon.hr/z/657/Zakonoodr%C5%BEivomgospodarenju-otpadom, Zakon o održivom gospodarenju otpadom (20.9.2017.)
11. URL:file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/Upute%20za%20odredjivanje%20i%20tehnicki%20opisi%20postupaka%20oporabe%20R%20i%20zbrinjavanja%20D.pdf, Upute za određivanje i tehnički opisi postupaka oporabe (R) i zbrinjavanja (D) (20.9.2017.)
12. URL:https://recyclenation.com/2014/01/recycle-soap/ (25.8.2017.)
13. URL:https://cleantheworld.org/ (25.8.2017.)
14. URL: https://cleantheworld.org/about-us (25.8.2017.)
15. URL:http://www.poslovni.hr/poduzetnik/eu-sufinancira-pogon-za-recikliranje-sapuna-310578 (24.11.2017.)