

# Otpadne vode u brodarskoj industriji

---

**Kolarec, Jurica**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:376414>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-06**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

**Odjel sigurnosti i zaštite**

**Zaštita na radu**

**Jurica Kolarec**

**OTPADNE VODE U BRODARSKOJ INDUSTRIJI**

**DIPLOMSKI RAD**

**Karlovac, 2017.**

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and protection department

Study of safety and protection

Jurica Kolarec

**WASTE WATER IN THE SHIPPING INDUSTRY**

**FINAL PAPER**

Karlovac, 2017.

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

**Odjel sigurnosti i zaštite**

Specijalistički studij

sigurnosti i zaštite

**OTPADNE VODE U BRODARSKOJ INDUSTRIJI**

**DIPLOMSKI RAD**

**Student:**

**Jurica Kolarec**

**Mentor:**

**Dr. sc. Igor Peternel ,pred.**

**Karlovac, 2017.**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Specijalistički studij: Sigurnost i zaštita

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, 2017

### **OTPADNE VODE U BRODARSKOJ INDUSTRIJI**

Student: Jurica Kolarec

Matični broj: 0420415019

Naslov: OTPADNE VODE U BRODARSKOJ INDUSTRIJI

Opis zadatka:

1. Uvod
2. Općenito o otpadnim vodama
3. Otpadne vode u brodarskoj industriji
4. Zakonska regulativa
5. Zaključak
6. Literatura
7. Popis slika

Zadatak zadan:  
06/2017

Rok predaje rada:  
09 / 2017

Predviđeni datum obrane:  
09 / 2017

Mentor:  
Dr. sc. Igor Peternel ,pred.

Predsjednik ispitnog povjerenstva:  
Dr. sc. Nikola Trbojević, prof.v.š.

## Sažetak:

U ovom završnom radu opisane su otpadne vode u brodarskoj industriji. Ovaj rad obrađuje ekološke sustave koji postoje na velikim putničkim brodovima. U današnje vrijeme zastupljen je problem onečišćenja i pod utjecajem je MARPOL konvencija – brodari primjenjuju najnovije tehnologije za obradu ekološki rizičnih tvari na brodu. Proizvođači takve opreme stalno poboljšavaju i nadograđuju postojeće sustave s ciljem smanjenja onečišćenja s brodova i postizanja vrlo strogih propisa koje postavljaju MARPOL konvencije i nacionalni propisi pojedinih država. U radu su obrađeni načini i sustavi postupanja s otpadnim vodama na brodu, s talozima broskog goriva, mazivima i otpacima hrane. Na kraju rada opisan je i sustav spaljivanja otpada s kojim se zatvara ciklus uklanjanja broda kao ekološkog zagađivača na moru.

Ključne riječi: brodarska industrija, otpadne vode, pročišćivanje voda, zakonska regulativa

## Summary:

This paper describes the environmental systems on board a large passenger ships. Today, environmental problems are increasingly important and ship owners must apply the latest environmental technologies developed in compliance with MARPOL Convention requirements.

Manufacturers of the ship's environmental equipment constantly develop new technologies and upgrade the existing ones to achieve a very high standard of environmental protection set by MARPOL Convention and by national regulations from certain countries.

In this paper few ship's environmental systems have been described including ship's wastewater treatment system, sludge treatment system, food waste treatment system and finally ship's incinerator system which makes the large passenger ship an environmentally friendly vessel.

Keywords: shipping industry, sewage, water purification, legal regulation



# Sadržaj

1	UVOD .....	1
2	OPĆENITO O OTPADNIM VODAMA .....	2
2.1	Kućanske otpadne vode .....	3
2.2	Industrijske otpadne vode .....	4
2.3	Oborinske otpadne vode .....	5
3	OTPADNE VODE U BRODARSKOJ INDUSTRIJI .....	6
3.1	Modul za predobradu otpadne vode .....	7
3.2	Biološki tretman .....	7
3.2.1	Modul za flokulaciju .....	9
3.2.2	Modul za flotaciju .....	10
3.2.3	Proces završnog filtriranja.....	11
3.3	Uv modul .....	12
3.3.1	TSS modul.....	12
3.4	Obrada taloga.....	13
3.4.1	Odvlaživanje taloga.....	13
3.4.2	Sušenje taloga.....	14
3.5	Sustav za tretiranje otpadne hrane .....	16
3.6	Sustav za spaljivanje otpada .....	18
4	ZAKONSKA REGULATIVA .....	22
4.1	Međunarodni propisi o sprječavanju onečišćenja mora fekalnim otpadnim vodama s brodova.....	22
4.2	Problematika onečišćenja fekalnim vodama s brodova.....	25
5	ZAKLJUČAK .....	28
6	LITERATURA.....	29
7	POPIS SLIKA .....	30



# 1 UVOD

U današnje vrijeme problematika onečišćenja i zagađenja od strane putničkih brodova sve je više izražena što rezultira sve strožim međunarodnim propisima kojima je cilj spriječiti zagađenje i onečišćenje s brodova. MARPOL konvencija sa svojim priložima sveobuhvatni međunarodni pravni dokument koji propisuje visoke standarde u ekološkoj zaštiti mora i morskog okoliša. Putnički brod je posebno u žarištu razmatranja jer se na njemu nalazi veliki broj putnika i članova posade, a tomu je posljedica velika dnevna proizvodnja svih vrsta otpada. To se pogotovo odnosi na količinu otpadne hrane, količinu otpadnih voda i na proces spaljivanja otpada. Pravilno postupanje s otpadom bitno je zbog činjenice da putnički brodovi pretežno plove u posebno zaštićenim područjima svjetskih mora kao što su Sredozemno more, Aljaska, Baltičko more i slično. Jedan od vrlo bitnih ekoloških sustava na putničkom brodu je sustav otpadnih (sanitarnih) voda.

Brodograđevna industrija i proizvođači brodske opreme razvijaju sustave i uređaje koji osiguravaju tretman svih vrsta otpada na putničkom brodu i postiže se cilj da putnički brod bude potpuno usklađen s propisima MARPOL konvencije. Morska voda može biti onečišćena patogenima, hranjivim tvarima, kemikalijama, deterdžentima, pesticidima i teškim metalima iz fekalne otpadne vode. Broj teretnih brodova, putničkih brodova za kružna putovanja, jahti i brodica je u porastu svake godine. U fekalne vode s plovila ubrajaju se vode s komercijalnih plovila i plovila za razonodu. Većina komercijalnih brodova ima sustav za obradu fekalnih voda koji je dizajniran za uklanjanje onečišćavajućih tvari iz otpadne vode prije ispuštanja obrađene fekalne vode u more. Veliki broj međunarodnih i nacionalnih propisa je donesen s ciljem sprječavanja onečišćenja mora. Pored međunarodnih propisa, za sprječavanje onečišćenja mora s plovila, dosta pomorskih država donijelo je svoje nacionalne propise koji su strožiji od međunarodnih propisa.

## 2 OPĆENITO O OTPADNIM VODAMA

Otpadne vode su sve potencijalno onečišćene tehnološke, kućanske, oborinske i druge vode. Nastaju uporabom vode iz brojnih vodoopskrbnih sustava za određene namjene, pri čemu dolazi do promjena njenih prvotnih značajki: fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških. One također sudjeluju u hidrološkom ciklusu, odnosno,

Voda uzeta za opskrbu stanovništva, izgradnjom vodoopskrbnog sustava, nakon uporabe kanalizacijskim sustavom odvodi se na pročišćavanje i vraća u prirodni okoliš. U otpadne vode svrstavaju se:

- kućanske otpadne vode- otpadne vode nastale uporabom sanitarnih trošila vode u kućanstvu, hotelima, uredima, kinima i u objektima industrijskih pogona koji također imaju izgrađene sanitarne čvorove za radnike
- industrijske otpadne vode- nastale su upotrebom vode u procesu rada i proizvodnje, u industrijskim i drugim proizvodnim pogonima, te rashladne vode onečišćene temperaturom
- oborinske otpadne vode- nastale od oborina koje se više ili manje onečišćuju u doticaju s nižim slojevima atmosfere, površinama tla, krovovima i slično.[1]

Ove tri grupe otpadnih voda uobičajeni su sastav komunalnih otpadnih voda, a njima se mogu priključiti i otpadne vode od pranja javnih prometnih površina i eventualno procjedne vode s odlagališta neopasnog otpada. Na žalost se i danas još otpadne vode često ispuštaju bez pročišćavanja u prirodne recipijente kao što je prikazano u slici 1.[1]



Slika 1. Prikaz neadekvatnih objekata za odvodnju otpadnih voda

## 2.1 Kućanske otpadne vode

Podrazumijevaju se sve otpadne vode koje nastaju zbog kućanskih aktivnosti, za zadovoljavanje životnih funkcija, sanitarnih potreba te čišćenja prometnica. Kada govorimo o podjeli kućanskih otpadnih voda, razlikujemo:

- sive vode- predstavljaju otpadne vode iz kupaonica, tuševa, praonica i bazena; ne sadržavaju mnogo krutih tvari i postoji mogućnost prenamjene te ako postoji razdjelni sustav odvodnje kućanskih otpadnih voda, mogu se koristiti za zalijevanje vrtova. Sive se vode mogu pročišćavati, no to nije baš u širokoj primjeni zbog problema koji nastaju u tijeku pročišćavanja što poskupljuje i otežava proces
- crne vode- otpadne vode iz kuhinja i sanitarnih čvorova

Temperatura kućanskih otpadnih voda povišena je u usporedbi s vodom iz vodoopskrbnog sustava zbog uporabe tople vode u kuhinjama i kupaonicama te u kanalizacijskom sustavu zbog procesa biorazgradnje. Gradske vode neugodna su izgleda, boje i mirisa, što uzrokuje dodatno onečišćenje prijemnika u estetskom smislu.[1]

## 2.2 Industrijske otpadne vode

Različiti tehnološki procesi u industrijama uvjetuju i različite sastave otpadnih voda i prema tome, imamo dvije osnovne grupe:

- biološki razgradive - one koje se mogu miješati s gradskim otpadnim vodama, odnosno odvoditi zajedničkom kanalizacijom (npr. iz nekih prehrambenih industrija).
- biološki nerazgradive - one koje se moraju podvrći prethodnom postupku pročišćavanja prije miješanja s gradskom otpadnom vodom (npr. iz kemijske, metalne industrije).[1]

Često se još spominju onečišćene vode i uvjetno čiste pri čemu se u uvjetno čiste vode ubrajaju one vode koje uporabom nisu pretrpjele značajne promjene fizikalnih i kemijskih svojstava te se mogu bez predobrade ispustiti u kanalizaciju ili prijemnik. Većina industrija upotrebljava znatne količine vode kao rashladne vode, pri čemu temperatura vode raste, velik dio vode ispari, a posljedica je povećanje koncentracija soli u otpadnoj vodi i toplinsko onečišćenje vode. Svaka industrija čini specifičan problem po temeljnim sastojcima u otpadnoj vodi, a pojedine industrijske otpadne vode mogu sadržavati sastojke koji su otrovni ili teško razgradivi te interferiraju sa živim svijetom okoliša. To su teški metali, kiseline, lužine, nafta i naftni derivati, masti i mineralna ulja, radioaktivni izotopi, sintetski kemijski spojevi, dakle sastojci koje ne sadržavaju prirodne vode. Prije nego što se takve vode priključe na gradsku kanalizacijsku mrežu potrebno ih je prethodno pročistiti iz nekoliko razloga:

- kako bi se uklonile toksične i postojeće tvari koje se gomilaju u živom organizmu i sprečavaju biološku razgradnju
- kako bi se iz otpadnih voda izdvojile eksplozivne, korozivne i zapaljive tvari koje oštećuju kanalizacijske objekte i cijevi
- kako bi se uklonili inhibitori koji onemogućavaju rad uređaja za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda[1]

Kada je u otpadnoj vodi veća količina dušika, pretpostavlja se da je to zbog utjecaja industrije. pH-vrijednost gradskih otpadnih voda kreće se oko 7-7,5 dok je pH-vrijednost industrijskih

otpadnih voda uglavnom veća ili manja od toga. Također se u industrijskoj otpadnoj vodi pojavljuju teški metali, visok salinitet i njegove nagle oscilacije te je povišena temperatura.[1]

### 2.3 Oborinske otpadne vode

Smatraju se uvjetno čistim vodama, jer one na svom putu ispiru atmosferu i otapaju ili prema površini zemlje prenose sve sastojke koji se na određenom području ispuštaju u atmosferu ili pak pod utjecajem vjetrova dolaze iz drugih, znatno udaljenijih krajeva. Primjer za to su kisele kiše, koje ugrožavaju šume, građevine i slično, te crvene ili žute kiše koje nastaju kao posljedica ispiranja pustinjske prašine koja dopire čak od Afrike. U skupinu oborinskih otpadnih voda možemo svrstati i vode koje nastaju topljenjem snijega. Posebno su onečišćeni oni dotoci koji se javljaju pri naglu zatopljenju, i to u fazama završnog topljenja snijega, kad sva nečistoća prikupljena tijekom razdoblja niskih temperatura dopijeva u kanalizaciju.[1]

### 3 OTPADNE VODE U BRODARSKOJ INDUSTRIJI

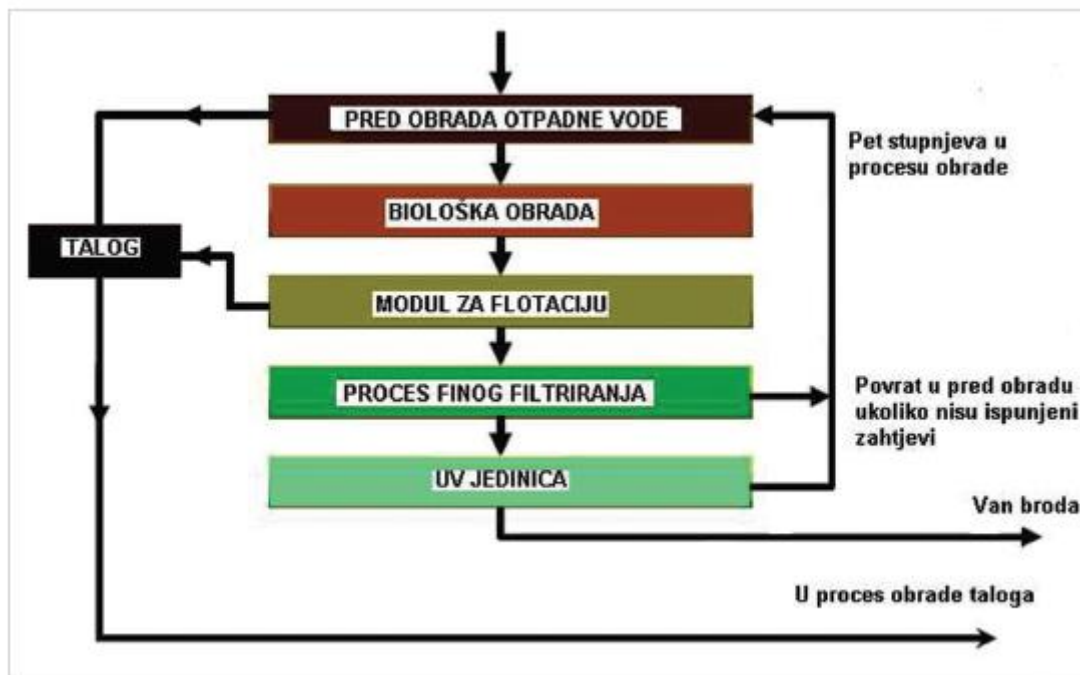
Na putničkim brodovima, a pogotovo na velikim putničkim brodovima, stvara se velika količina otpadne vode zbog izrazito velikog broja ljudi koji se nalaze na brodu. Na brodovima za krstarenje najnovijih generacija nalazi se nekoliko tisuća putnika i članova posade koji stvaraju na tisuće litara otpadne sanitarne vode dnevno. Otpadna voda sastoji se od sivih i crnih voda. Crne otpadne vode po definiciji su vode iz WC-a i brodske bolnice, dok sive otpadne vode nastaju u umivaonicima, tuševima, kuhinjskim slivnicima, itd. Otpadna voda ne smije se ispuštati u more nego se prethodno treba pročititi. Najmoderniji i najučinkovitiji sustav pročišćavanja otpadnih voda koji se ugrađuje na putničke brodove sastoji se od procesa koji sadrži pet faza:

- faza predobrade otpadne vode
- faza biološkog tretmana mikro-organizmima
- flokulacija i flotacija
- faza završnog filtriranja
- završna obrada s ultraljubičastim zrakama

Ovakvim procesom dobiva se potpuno pročišćena otpadna voda koja udovoljava svim propisima i može biti ispuštena izvan broda. Shema jednog takvog sustava prikazana je na slici 3.[2]



Slika 2. Pročišćavanje otpadne vode



Slika 3. Sustav obrade otpadne vode

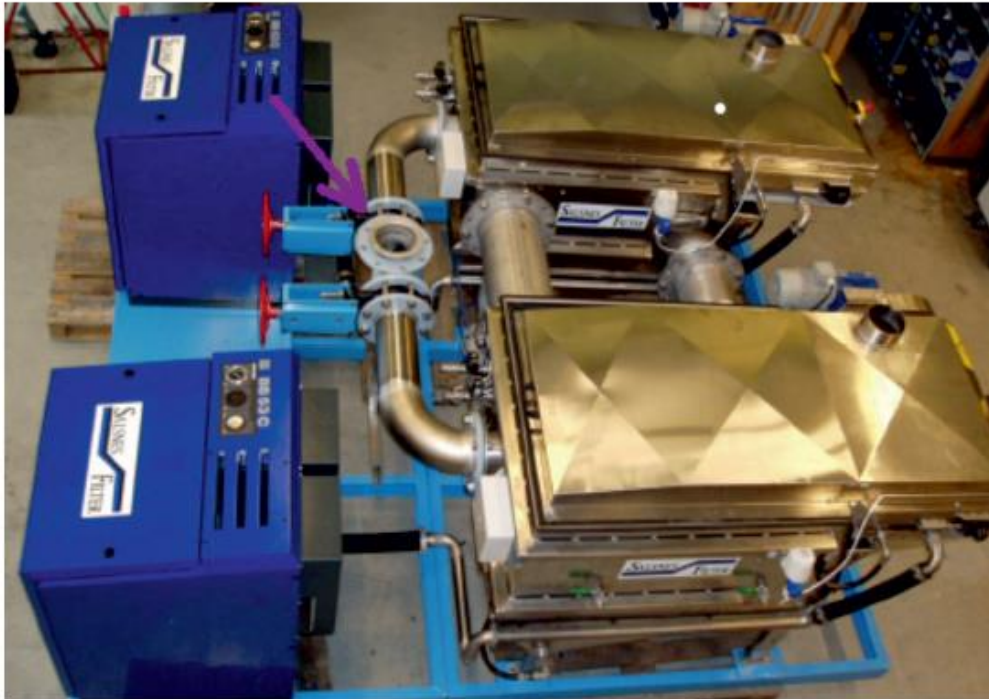
### 3.1 Modul za predobradu otpadne vode

Sanitarna otpadna voda prvo dolazi do modula za predobradu. Svrha ovoga modula je mehaničko pročišćavanje i filtriranje tako da se odstranjuju krupnije čestice i tvrde masnoće. Odstranjuju se krupnije čestice kao što su papirići, opušci, komadići plastike itd. Glavni razlog predobrade otpadne vode je da se spriječi mehaničko oštećenje opreme u sljedećim jedinicama obradnog procesa i da se izbjegne začepljenje i blokada u cijevnim sustavima. Proces predobrade temelji se na grubim filter mrežicama koje neprestano rotiraju. Otpadna voda dolazi na mrežicu na kojoj ostaju krupne čestice i tvrde masnoće, a prolazi samo tekući dio otpadne vode. Čestice prikupljene na mrežici skidaju se strugačem i automatski vode do spremnika za talog.[2]

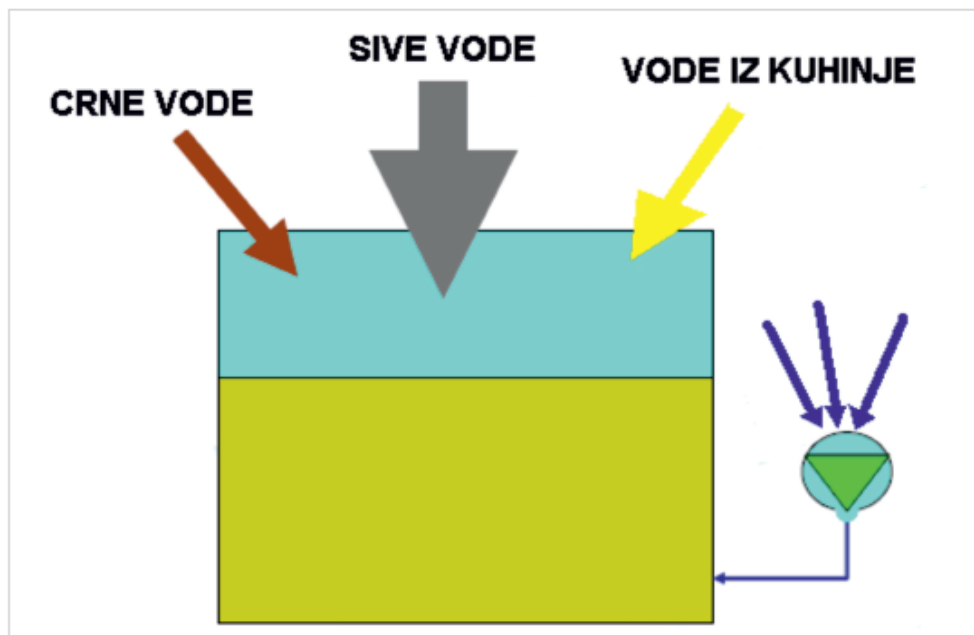
### 3.2 Biološki tretman

Nakon modula za predobradu, otpadna voda ulazi u spremnik za miješanje gdje se obavlja biološka razgradnja organske tvari. U spremniku za miješanje nalaze se mikroorganizmi koji razgrađuju organsku tvar uz pomoć kisika. Uz pomoć kompresora upuhuje se neprestano zrak u spremnik kako bi se osiguralo dostatno kisika za mikroorganizme izazvalo vrtloženje

otpadne vode u spremniku koje onemogućuje taloženje organskih tvari na dnu spremnika. U spremniku za miješanje razgradi se velika većina organske tvari koju sadrže otpadne vode.[2]



Slika 4. Modul za predobradu

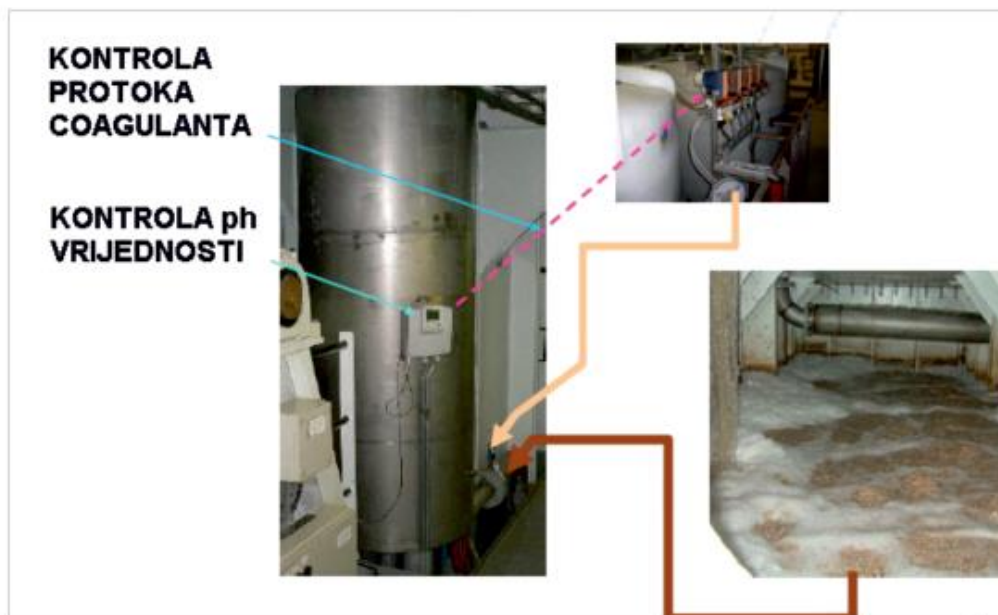


Slika 5. Spremnik za miješanje otpadne vode



### 3.2.1 Modul za flokulaciju

Iz spremnika za miješanje otpadna voda ide u modul za flokulaciju. Flokulacija je proces u kojemu se dodaje kemikalija (npr. Coagulant – željezni klorid ili aluminijski sulfat) za povezivanje i zgrušavanje sitnijih čestica organske tvari i masnoća u veće čestice koje će se u procesu flotacije ukloniti iz otpadne vode. Također u ovome modulu kontrolira se i vrijednost pH otpadne vode te se po potrebi dodavaju kemikalije za povećanje pH vrijednosti otpadne vode. pH vrijednost mora biti između 6 i 9, tj. blago lužnata da bi se otpadna voda mogla ispustiti izvan broda nakon pročišćavanja. Problematika niske vrijednosti pH izražena je kod sive otpadne vode iz brodske kuhinje koja, zbog prokuhavanja, ima nisku pH vrijednost te se stvara potreba za podizanjem pH vrijednosti. Na spremniku za flotaciju postavljen je uređaj za kontrolu pH vrijednosti koji je povezan s pumpama koje doziraju kemikalije. Uređaj očitava vrijednosti i šalje signal na pumpe koje automatski doziraju ispravnu količinu.[3]

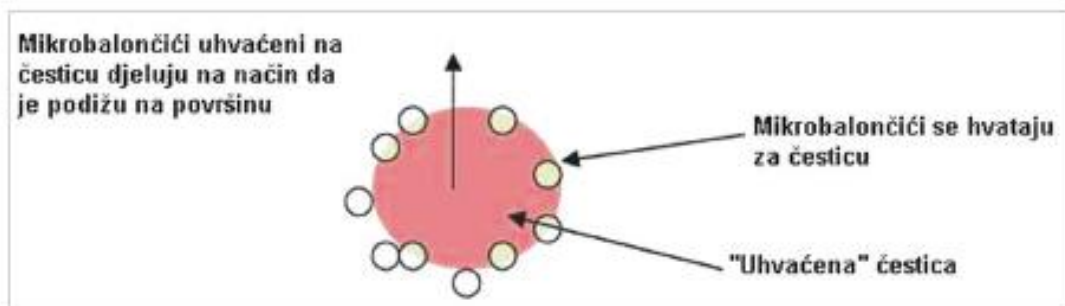


Slika 6. Modul za flokulaciju

### 3.2.2 Modul za flotaciju

Otpadna voda dalje ide u modul za flotaciju. Flotacija je čisto fizikalni tretman za uklanjanje krutih čestica i masti. Odavde se dio vode odvodi u uređaj koji se zove zračni bubanj i u njemu se upuhuje u vodu zrak pod tlakom od četiri do šest bara tj. stvara se vodena disperzija. Nakon što je voda zasićena mjehurićima zraka ponovno dolazi do redukcijskog ventila na ulazu u modul za flotaciju gdje se tlak naglo smanjuje što rezultira stvaranjem mikrobalončića zraka koji su se uhvatili za prethodno zgusnute čestice organske tvari i masnoće u flokulacijskoj komori. Budući da su čestice okružene ovim mikrobalončićima one isplutavaju na površinu komore za flotaciju i mogu se ukloniti s površine kao talog.

Brzina brisača u flotacijskom modulu je također bitna. Ako brisač ide prebrzo, sa zgrušanim nečistoćama pokupit će dosta vode, a to će stvarati problem prilikom izgaranja u spalionici otpada, gdje se transportira talog iz flotacijskog modula. A ako brisač ide presporo pokupljeni sadržaj će biti gust i to će stvarati problem za rad vijčanih pumpa koje transportiraju talog do spalionice.[3]



Slika 7. Čestice u modulu za flotaciju

Vrlo važan element u modulu za flotaciju je brisač taloga. Na lijevoj strani slike 8. vidi se brisač koji kruži i odnosi zgrušane nečistoće koje su isplivale na površinu.[3]



Slika 8. Brisač taloga

Brzina brisača u flotacijskom modulu je također bitna. Ako brisač ide prebrzo, sa zgrušanim nečistoćama pokupit će dosta vode, a to će stvarati problem prilikom izgaranja u spalionici otpada, gdje se transportira talog iz flotacijskog modula. A ako brisač ide presporo pokupljeni sadržaj će biti gust i to će stvarati problem za rad vijčanih pumpa koje transportiraju talog do spalionice.[3]

### 3.2.3 Proces završnog filtriranja

Nakon modula za flotaciju, otpadna voda ide u proces za završno, odnosno fino filtriranje. U procesu finog filtriranja iz vode se uklanjaju zaostale čestice uz pomoć filtera u obliku bubnja finoće mrežice od 40 do 60  $\mu\text{m}$ . Čestice i masnoće koje ostanu na ovom filteru automatski se uklanjaju uz pomoć uređaja koji je postavljen unutar bubnja i djeluje na način da struže po mrežici filtera. U svrhu poboljšanja cijelog procesa, s vanjske strane filtera postavljena je mlaznica koja neprestano polijeva mrežicu filtera čistom vodom.

Proces finog filtriranja također može uključivati i dodatni kemijski tretman otpadne vode. Dodatni kemijski tretman uključuje dodavanje klora kao dezinfekcijskog sredstva, ali s upotrebom UV modula u procesu obrade otpadne vode dodatno dodavanje klora se može izbjeći. U procesu finog filtriranja također se automatski mjeri zamućenost vode. Ako nije postignuta zadana razina čistoće tretmanom, otpadna voda vraća se natrag u proces.[4]

### 3.3 Uv modul

Na kraju procesa pročišćena voda dolazi do UV lampi. Ovo je jedinica za dezinfekciju vode s ciljem da se uklone zaostale bakterije i virusi. Postoje tri jedinice koje rade u seriji. Učinkovitost uklanjanja zaostalih bakterija i virusa je 99,9%. Ovaj način pročišćavanja ekološki je prihvatljiv jer nema dodatnog dodavanja kemikalija kao npr. klora i nema opasnosti od dodatnog zagađenja vode. Također ne mijenja se sastav vode. UV lampe imaju malu potrošnju energije i jednostavne su za održavanje.[4]

#### 3.3.1 TSS modul

Prije samog ispuštanja pročišćene otpadne vode izvan broda, voda prolazi kroz TSS (Total suspended solids) modul. TSS modul mjeri broj nečistoća u vodi koje su izražene kao TSS indeks. Nečistoće su organske i anorganske materije koje umanjuju kvalitetu vode upijajući svjetlost. Samim time voda postaje toplija i smanjuje se sposobnost vode da zadrži količinu kisika neophodnu za život u njoj. Da bi se voda mogla ispustiti izvan broda TSS indeks mora biti manji od 30 mg/l. Ako je TSS veći od 30 mg/l voda se ponovno vraća u proces pročišćavanja.[4]



Slika 9. TSS modul

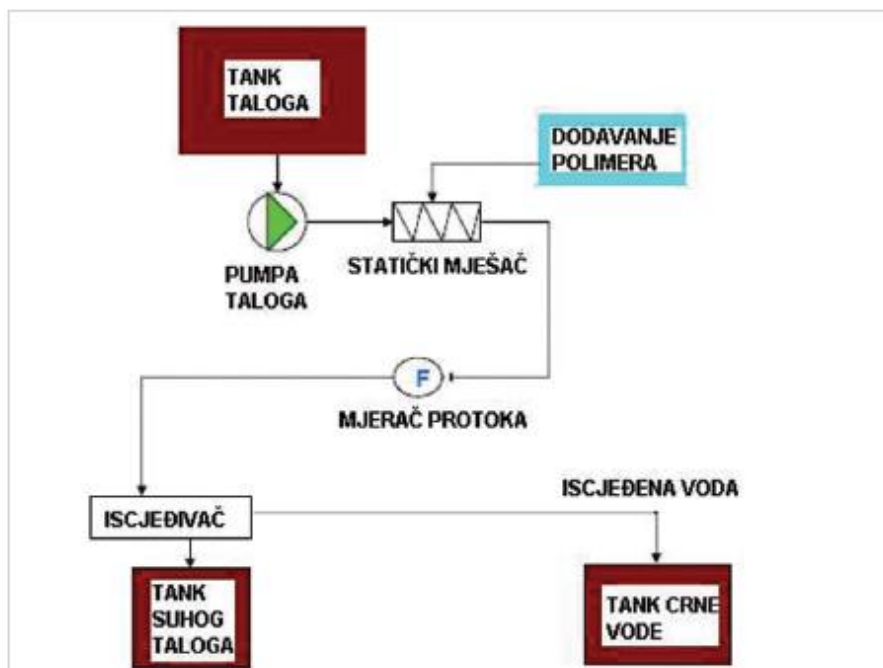
### 3.4 Obrada taloga

Talog na brodu nastaje prvenstveno kao posljedica pročišćavanja brodskog goriva i maziva u brodskim separatorima. Talog nastaje i kao ostatni dio prilikom procesa obrade brodskih otpadnih voda. Da bi se talog mogao spaliti u spalionici otpada potrebno ga je pravilno obraditi. Pod pojmom obrade taloga misli se na izdvajanje vode iz taloga da bi se omogućilo njegovo lakše izgaranje. Talog se obrađuje u dvije osnovne faze:

- odvlaživanje i
- sušenje taloga. [5]

#### 3.4.1 Odvlaživanje taloga

Talog se iz spremnika taloga uz pomoć pumpi prebacuje do iscjeđivača taloga. Na putu od spremnika do iscjeđivača talog polazi kroz statički mješać gdje se dodaje kemikalija u obliku polimera koja dovodi do stvrdnjavanja krutih čestica i do odvajanja krutih čestica od vode. Nakon iscjeđivača izdvojeni talog ide u spremnik za suhi talog a iscijeđena (odvojena) voda u spremnik za prikupljanje crne otpadne vode. [5]



Slika 10. Sustav za odvlaživanje taloga

U stanici za dodavanje polimera nalazi se već spomenuta kemikalija u obliku polimera koja se automatski dozira u talog, a pumpa ga dobavlja iz spremnika taloga prema iscjeđivaču. U statičkom mješaču dolazi do miješanja taloga i te kemikalije. Iscjeđivač (dekanter), koji radi na principu odvajanja krutih čestica od tekućih uz pomoć centrifugalne sile, koristi se za odvlaživanje taloga. Tri čaše na slici 11. prikazuju kako izgleda talog koji ulazi u iscjeđivač i kako izlazi iz iscjeđivača iscijeđena voda i odvlaženi talog. [5]

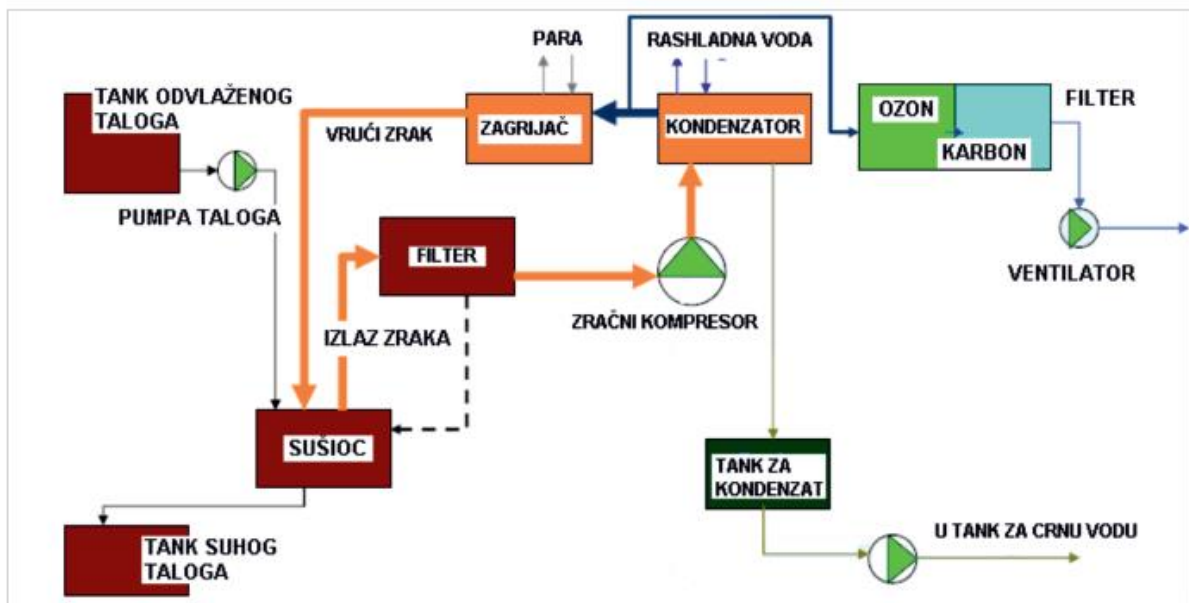


Slika 11. Rezultat procesa u iscjeđivaču

### 3.4.2 Sušenje taloga

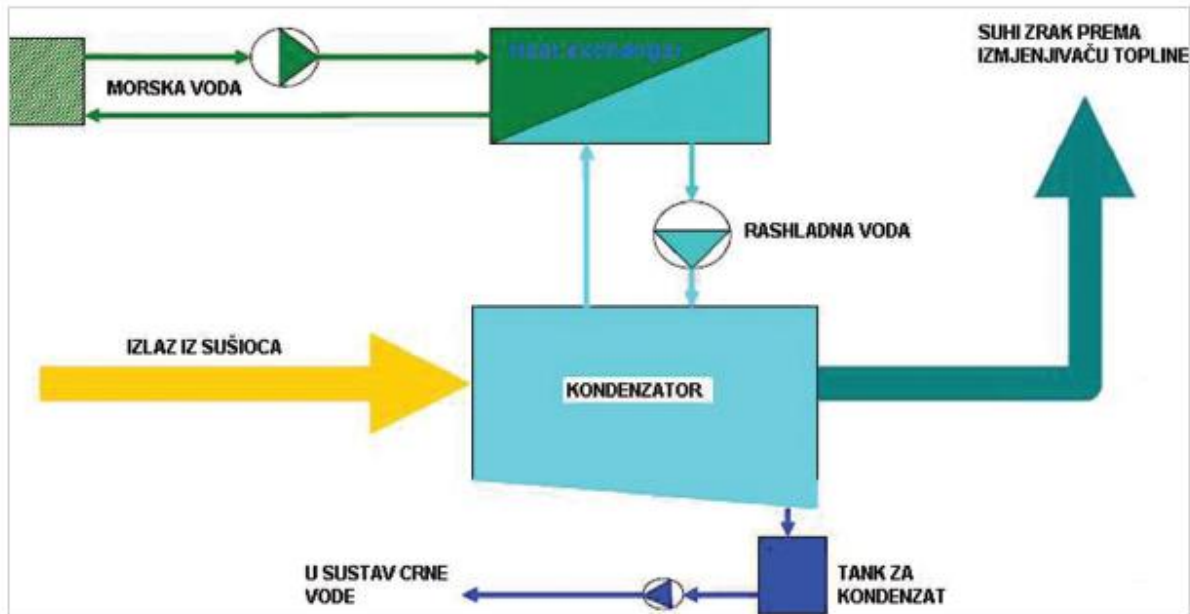
Talog se nakon tretmana u iscjeđivaču prebacuje u spremnik za odvlaženi talog. Na slici 12. vide se lopatice koje se neprestano vrte i drže talog u homogenom stanju. Iz spremnika za odvlaženi talog, talog se uz pomoć pumpi prebacuje u postrojenje za sušenje taloga. Talog se u sušari suši uz pomoć parnih grijača. Proces sušenja je zatvoreni krug zbog neugodnih mirisa. Talog koji je u sušari suši se uz pomoć vrućeg zraka iz zagrijača koji je grijan uz pomoć pare. Zrak koji grije talog prilikom napuštanja sušitelja zasićen je vlagom i prvo prolazi kroz filter te se uz pomoć kompresora potiskuje u kondenzator. Vлага se iz vrućeg zasićenog zraka u kondenzatoru kondenzira, a ostatak zraka ponovno ide u zagrijač. Dio zraka koji se ispušta u atmosferu prolazi kroz filter za uklanjanje neugodnih mirisa. Nakon što je obavljen postupak sušenja, talog se prebacuje u spremnik za suhi talog iz kojeg se dozira i

ubacuje u brodsku spalionicu otpada. Kondenzat od vlage iz vrućeg zraka prikuplja se u spremnik za kondenzat i potom se uz pomoć pumpi prebacuje u sustav za prikupljanje crne vode. Kao rashladno sredstvo u kondenzatoru koristi se rashladna slatka voda koja cirkulira i koja je u izmjenjivaču topline hlađena morskom vodom. Nakon procesa kondenzacije suhi zrak ide prema grijaču gdje se ponovno zagrijava uz pomoć pare, a dio suhog zraka izdvaja se i ispušta u atmosferu. Kako talog ima poprilično neprijatan miris, takav neugodan miris imaju i njegove pare koje nastaju prilikom sušenja. Da bi ove pare mogle biti ispuštene kako je to prethodno opisano potrebno je ukloniti ove neugodne mirise. Uklanjanje istih rješava se uz pomoć posebno izvedenih filtera koji sadrže ozon i karbon. Ovaj filter sastoji se od dva dijela gdje prvi dio sadrži ozon, a drugi karbon. Ozon služi da bi se uklonili neugodni mirisi, a karbonom se koristi da bi mu osigurao duži vijek. Dva dijela filtara spojena su uz pomoć cijevi na kojoj postoji odvod za sakupljeni kondenzat. [6]



Slika 12. Sustav za sušenje taloga





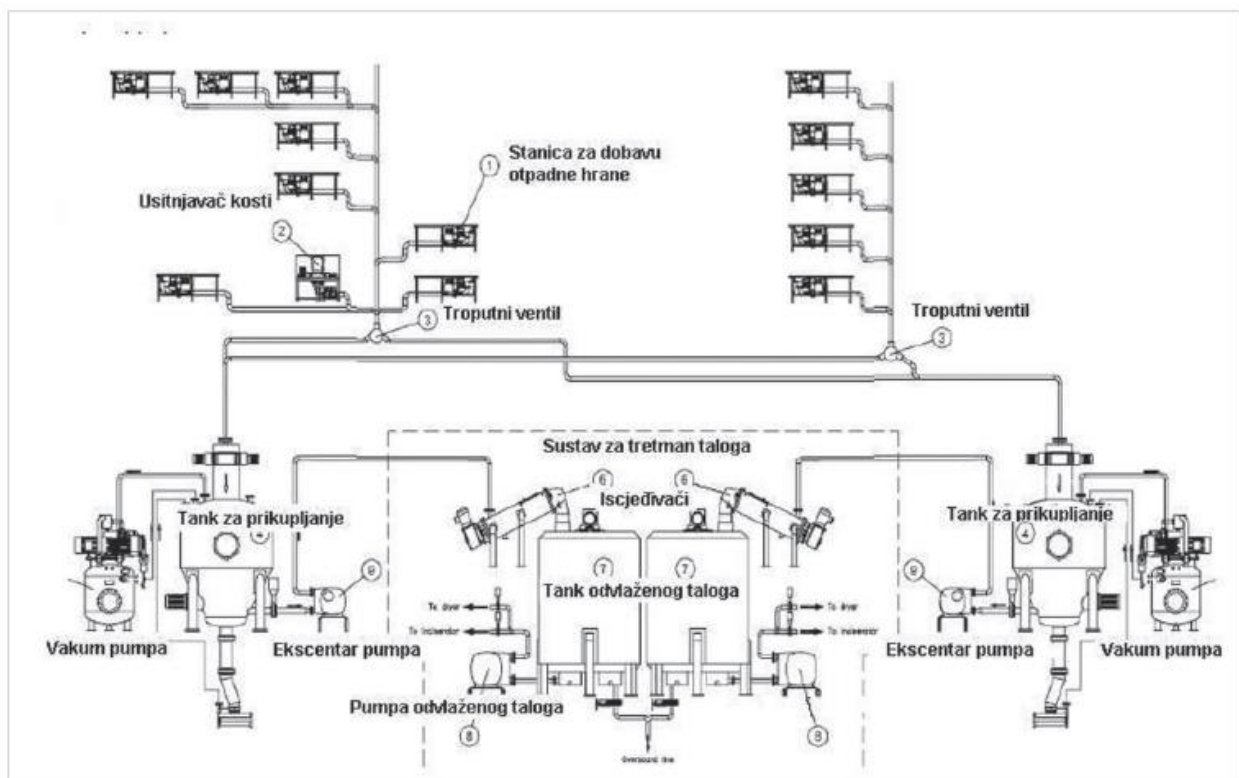
Slika 13. Kondenzator

### 3.5 Sustav za tretiranje otpadne hrane

Kao što se stvara velika količina otpadne vode na velikim putničkim brodovima tako se stvaraju i velike količine otpadne hrane. I s otpadnom hranom se treba pravilno postupati da bi na kraju procesa mogla biti uklonjena s broda, ne kršeći u atmosferu prolazi kroz filter za uklanjanje neugodnih mirisa Nakon što je obavljen postupak sušenja, talog se prebacuje u spremnik za suhi talog iz kojeg se dozira i ubacuje u brodsku spalionicu otpada. Kondenzat od vlage iz vrućeg zraka prikuplja se u spremnik za kondenzat i potom se uz pomoć pumpi prebacuje u sustav za prikupljanje crne vode. Kao rashladno sredstvo u kondenzatoru koristi se rashladna slatka voda koja cirkulira i koja je u izmjenjivaču topline hlađena morskom vodom. Nakon procesa kondenzacije suhi zrak ide prema grijaču gdje se ponovno zagrijava uz pomoć pare, a dio suhog zraka izdvaja se i ispušta u atmosferu. Kako talog ima poprilično neprijatan miris, takav neugodan miris imaju i njegove pare koje nastaju prilikom sušenja. Da bi ove pare mogle biti ispuštene kako je to prethodno opisano potrebno je ukloniti ove neugodne mirise. Uklanjanje istih rješava se uz pomoć posebno izvedenih filtera koji sadrže ozon i karbon. Ovaj filter sastoji se od dva dijela gdje prvi dio sadrži pritom nikakve propise MARPOL-a. Na obje strane slike 13. pri vrhu shematski su prikazani brodski katovi. Sa svih katova otpadna hrana se prikuplja u stanici za dobavu otpadne hrane, gdje se prethodno treba



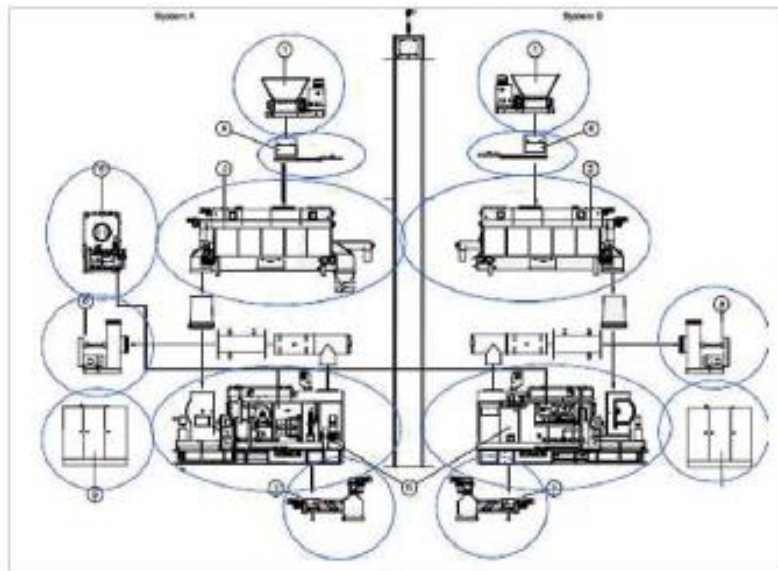
razvrstati. Sve kosti iz otpadne hrane moraju biti posebno izdvojene, jer kosti kao takve ne bi mogle ući u sustav, zapinjale bi u cjevovodima. Zato se moraju usitnjavati. Usitnjavanje kostiju obavlja se uz pomoć posebnog uređaja tzv. usitnjivača kostiju. Nakon razvrstavanja i ubacivanja u uređaje za dobavu otpadne hrane, otpadna hrana dolazi do trosmjernog ventila. Uz pomoć trosmjernog ventila odabire se jedna od linija kojima ide otpadna hrana, ovisno o količini. Sva otpadna hrana iz stanice za prikupljanje putuje cjevovodima u spremnik za prikupljanje, a stiže na način da je povlači vakuum koji stvara vakuum pumpa, a koja se nalazi uz spremnik za prikupljanje. Iz spremnika za prikupljanje, otpadna hrana dalje se prebacuje do iscjeđivača (dekantera). Prebacivanje se obavlja uz pomoć pumpe s ekscentrom. Pumpom s ekscentrom se koristi jer je smjesa otpadne hrane jako gusta pa se ne bi mogla prebacivati drugim pumpama, npr. vijčanim pumpama, koje se inače koriste. Iscjeđivači (dekanteri) dio su sustava za tretman otpada hrane i služe da se ukloni vlaga iz otpada hrane tj. da se otpad hrane potpuno osuši. Nakon tretmana u iscjeđivačima osušeni otpad hrane prebacuje se u spremnike odvlaženog taloga hrane odakle se uz pomoć pumpe odvlaženog taloga prebacuje dalje do brodske spalionice ili do dodatnog tretmana sušenja u sušionici ako je otpad još previše vlažan. [7]



Slika 14. Postrojenje za tretiranje otpadne hrane

### 3.6 Sustav za spaljivanje otpada

Za spaljivanje otpada na brodu služi brodska spalionica (incenerator). Namjena spalionice je spaljivanje otpada, ušteda prostora potrebnog za skladištenje otpada i ušteda financijskih troškova koji bi bili potrebni za predaju otpada na kopnu. [8]

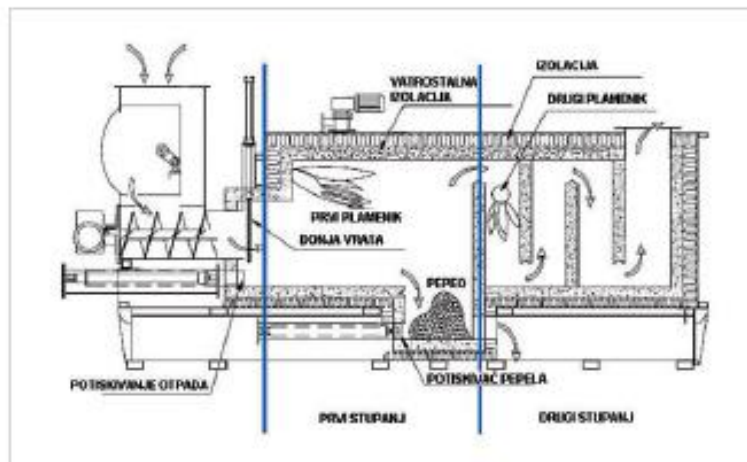


Slika 15. Sustav brodske spalionice

Na vrhu slike 15. brojem 1 označen je usitnjivač otpada. Usitnjeni otpad prolazi kroz posebna vrata označena s brojem 4 i dolazi u spremnik za usitnjeni otpad, označen s brojem 2. S brojem 6 označen je spremnik taloga, a brojem 5 spaljivač otpada. Talog i usitnjeni otpad pristižu u spaljivač, ali na način da se automatski dozira količina jednog i drugog otpada koji treba izgorjeti. Ispod spaljivača nalazi se traka za uklanjanje pepela koja je označena brojem 7. Brojem 8 označeni su ventilatori koji uklanjaju plinove nastale izgaranjem u spaljivaču, a brojem 9 kontrolni kabinet iz kojih se uz pomoć računala nadgleda cijeli proces. [8]

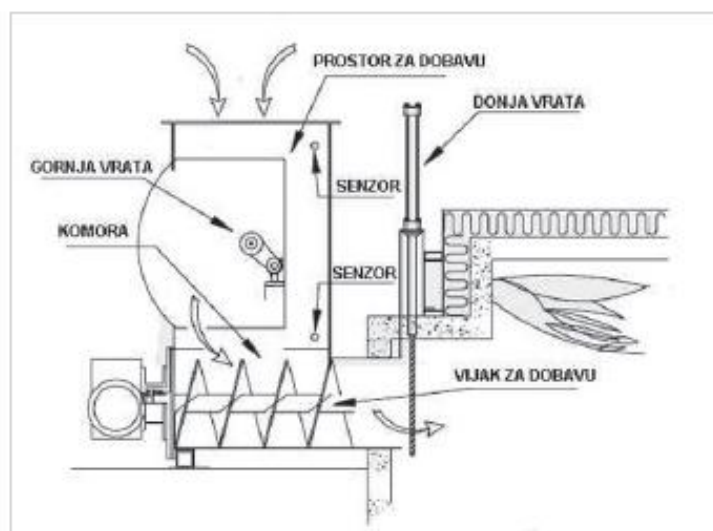
Rad brodske spalionice otpada temelji se na izgaranju otpada u dva stupnja tj. u dvije međusobno povezane komore. U prvoj komori dolazi do grubog izgaranja otpada i pretvaranja u pepeo, dok dim prelazi u drugu komoru koja je spiralno izvedena. U drugoj komori dolazi do potpunog izgaranja neizgorenih čestica koje se nalaze u dimu. Spiralna izvedba druge komore omogućava duži put dima do napuštanja spalionice i samim time omogućava bolje izgaranje i pročišćavanje dima prije ispuštanja u atmosferu. Prije ulaska u prvu komoru spalionice otpad dolazi do potiskivača otpada koji je tempiran da dozira ravnomjerne količine

otpada u spalionicu i da spriječi da dođe do nagomilavanja otpada u prvoj komori. Nagomilavanje otpada dovelo bi do nepotpunog izgaranja i mogućnosti požara ispred donjih vrata spalionice. Isto kao i s dobavom otpada stvara se problem i s nagomilavanjem pepela. Ovaj problem također je riješen tempiranim potiskivačem pepela koji konstatno uklanja proizvedeni pepeo u spalionici. [8]



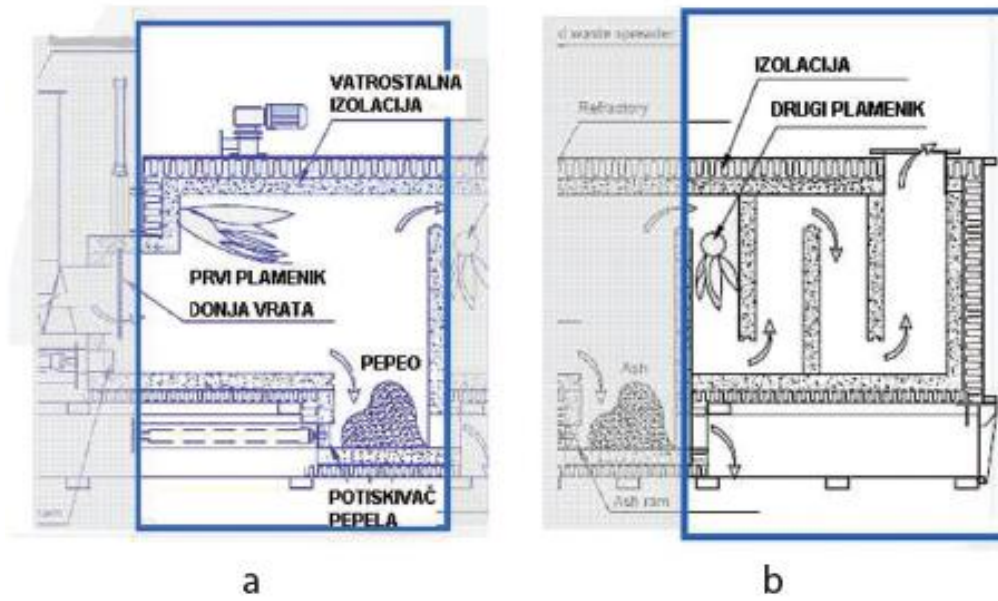
Slika 16. Spalionica otpada

Za vrijeme dobave otpada u spaljivač donja vrata su otvorena, a gornja moraju biti zatvorena zbog mogućnosti zapaljenja otpada koji se nalazi između dvaju vrata. Zapaljenje otpada između dvaju vrata moglo bi dovesti do požara u strojarnici ako bi se plamen proširio izvan spaljivača. Da se izbjegne ovakva situacija postoji senzor koji onemogućava otvaranje donjih vrata ukoliko gornja nisu zatvorena. Kada otpad uđe u prostor za dobavu i prođe kroz gornja vrata, ona se zatvaraju i nakon što to senzor registrira otvaraju se donja vrata. Dobava u prvu komoru izvedena je uz pomoć vijka za dobavu. Kada prođe kroz gornja vrata otpad pada na vijak i tako popunjava spirale na vijku. Rotiranjem vijka otpad prelazi iz jedne spirale vijka u drugu sve dok ne napusti vijak i uđe u prvu komoru spaljivača otpada. [8]



Slika 17. Dobava otpada u spalionicu

Nakon što je otpad pretvoren u pepeo u prvoj komori, dim prelazi u drugu komoru tj. u drugi stupanj spaljivača. U drugoj komori dolazi do potpunog izgaranja svih neizgorelih čestica koje sadrže dim koji je prešao iz prve komore. Na ovakav način spaljivanja, u prvoj komori spaljivanje otpada, a u drugoj potpuno spaljivanje dima tj. čestica koje sadrži dim, udovoljava se zahtjevima za ispuštanje dima u atmosferu. Spomenuto je već da je nagomilavanje pepela riješeno uz pomoć tempiranog potiskivača. Kako potiskivač potiskuje pepeo, tako on pada na traku za uklanjanje pepela. Pokretanjem trake automatski se pune vreće za pepeo. Na slici 18. prikazana je izvedba s dvije trake za uklanjanje pepela. U kosoj bijeloj cijevi kvadratnog profila smještena je traka za pepeo. Cijev je posebnim mehanizmom spojena za vreću tako da se ona automatski puni pepelom čim se pokrene traka. Traka mora biti smještena unutar zaštitne cijevi jer bi pojava bilo kakvog vjetrova ili propuha raznijela pepeo s trake. Vreće koje se pune pepelom smještene su u posebno oblikovane metalne kutije tako da se nakon punjenja odmah mogu ukrcati na ručni hidraulički podizač tereta i prebaciti u prostoriju za daljnji transport pepela. [8]



Slika 18. a i b. Prvi i drugi stupanj spalionice



Slika 19. Uklanjanje pepela

## 4 ZAKONSKA REGULATIVA

### 4.1 Međunarodni propisi o sprječavanju onečišćenja mora fekalnim otpadnim vodama s brodova

Ispuštanje i zadržavanje fekalne vode (crne vode) s brodova, propisana oprema i svjedodžbe su propisani međunarodnim propisima i nacionalnim propisima pojedinih pomorskih država. Premda nije pravilo, vrlo često ekonomski razvijenije države imaju nacionalne propise koji su učinkovitiji, ili su više ograničavajući s obzirom na ispuštanje fekalnih voda s plovila, kao i veće zahtjeve za čistoćom ili kvalitetom obrađene fekalne vode koja se ima ispustiti u more. Najvažniji međunarodni propis u svezi onečišćenja mora s brodova je Međunarodna konvencija o sprječavanju onečišćenja s brodova 1973/78 (The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973/78-MARPOL 73/78) donesena od Međunarodne pomorske organizacije (IMO). MARPOL konvencija postavila je standarde i pravila koji sprječavaju onečišćenje mora uljima, kemikalijama, štetnim teretima koji se prevoze u bilo kojem obliku pakiranja, fekalnim vodama, otpadom (smećem), i emisijom štetnih plinova s brodova. Konvencija ima za cilj sprječavanje ili smanjuje onečišćenja s brodova, neovisno dali se ono pojavljuje u situacijama nužde ili za vrijeme redovnih brodskih operacija. Bilokako, ispuštanje fekalnih otpadnih voda smatra se redovnim brodskim operacijama. Konvencija se sastoji od nekoliko priloga, a prilog IV sadrži odredbe koje reguliraju sprječavanje i nadzor onečišćenja mora fekalnim otpadnim vodama s brodova.[9]

Prilog IV Konvencije odnosi se na:

- (1) zabranu ili ograničavanje ispuštanja,
- (2) izdavanje svjedodžbi i inspekcije,
- (3) opremu i nadzor ispuštanja,
- (4) kopnenu prihvatnu opremu.

MARPOL Prilog IV se primjenjuje na brodove u međunarodnoj plovidbi koji su od 200 GT i više; ili manji od 200 GT kad imaju svjedodžbu za nošenje više od 12 osoba. (Pod međunarodnom plovidbom podrazumjeva se plovidba od države koja primjenjuje ovu Konvenciju do luke izvan te države i obratno. Izraz osoba podrazumijeva članove posade i putnike). [9]

Prema prilogu IV MARPOL-a, ( i IMO Rezolucije MPC.157(55) Recommendation on Standards for the Rate of Discharge of Untreated Sewage from Ships, usvojene 13. listopada 2006. i MEPC.164(56) usvojene 1. prosinca 2008.) ispuštanje fekalnih voda u more zabranjeno je, osim kad:

- brod ispušta fekalne vode kada nisu usitnjene i dezinficirane na udaljenosti višoj od 12 NM od najbliže obale, osiguravajući da u svakom slučaju fekalne otpadne vode koje su uskladištene u spremniku ili su iz prostora koji sadrži žive životinje, nesmiju se ispuštati odjednom već postupno dok je brod u plovidbi ne manjom brzinom od 4 čv. Pri tome dozvoljen je maksimalni ispuštajući kapacitet 1/200,000 od ukupnog volumena kao što slijedi:

$$DR_{max}=0.00926 \times V \times D \times B \quad (1)$$

Gdje je:  $DR_{max}$  je najveći dopušteni iskrajni kapacitet (m<sup>3</sup>/h); V je brodska prosječna brzina (čvorova) u vremenu; D je gaz broad (m); B je širina broda (m). [9]

- brod ispušta usitnjene i dezinficirane fekalne vode kroz odobreni uređaj na udaljenosti većoj od 3 nautičke milje od najbliže obale;
- brod ispušta fekalne vode kroz odobreni uređaj za obradu fekalnih voda; rezultati efikasnosti sustava obrade su zapisani u brodskoj međunarodnoj svjedodžbi o sprječavanju onečišćenja mora fekalnim vodama (International Sewage Pollution Prevention Certificate) pri čemu ispust ne smije imati nikakvih vidljivih plutajućih čestica niti uzrokovati promjenu boje okolne vode. Ovakvo ispuštanje dozvoljeno je kad je brod na bilo kojoj lokaciji. [9]

Oprema za nadzor ispuštanja na brodu mora imati najmanje jedan od slijedećih sustava fekalnih voda:

- sustav za obradu fekalnih otpadnih voda tipa odobrenog od administracije, uzimajući u obzir standarde i metode testiranja donešene od strane Međunarodne pomorske organizacije.
- sustav za usitnjavanje i dezinfekciju fekalnih otpadnih voda odobren od administracije. Takav sustav treba biti opremljen opremom na zadovoljstvo administracije za privremeno uskladištavanje fekalne vode kada se brod nalazi udaljen bliže od 3 NM od najbliže obale.



- Spremnik za prikupljanje i zadržavanje svih fekalnih voda treba biti kapaciteta na zadovoljstvo administracije i mora biti opremljen uređajem koji vizualno pokazuje sadržaj u tanku. [9]

U slučaju da je brod opremljen sustavom za obradu fekalnih voda, tada se primjenjuju propisani standardi kvalitete ispusta iz uređaja za obradu fekalnih voda prema IMO Rezoluciji MEPC.159(55) Nadopunjene Smjernice za uvođenje standarda za ispušt i test performansi za sustave za obradu fekalnih voda (Revised Guidelines on Implementation of Effluent Standards and Performance Tests for Sewage Treatment Plants), usvojene 13. listopada 2006. a primjenjuju se na uređaje instalirane poslije 1 siječnja 2010. [10]

Međunarodna svjedodžba o sprječavanju onečišćenja fekalnim vodama (International Sewage Pollution Prevention Certificate) biti će izdata brodu od administracije – nacionalnog tijela koje je određeno provoditi MARPOL, (ili osobe ili organizacije autorizirane od strane administracije), i to poslije općeg pregleda broda i opreme u skladu s odredbama iz priloga IV MARPOL konvencije. Svjedodžba sadrži opće podatke o brodu, sustavu fekalnih voda i tipu sustava za obradu fekalnih voda, kao i rezultate testa učinjenog u skladu s navedenim ograničenjima.

Vlada svake države koja je usvojila Konvenciju obvezna je instalirati prihvatne uređaje za fekalne vode u lukama i terminalima. [10]

Postoji nekoliko drugih međunarodnih izvora koji se bave sprječavanjem onečišćenja mora fekalnim vodama s brodova, premda ne razmatraju tematiku u obimu i s preciznošću kao MARPOL:

- Konvencija o pravu mora UN (1982) (The United Nations Convention on Law of the Sea (1982)) Konvencija o pravu mora upućuje države koje se nalaze na ovim morima na suradnju, između ostalog i na usklađivanja ostvarivanja prava i dužnosti u pogledu zaštite i očuvanja morskog okoliša.
- Konvencija o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćenja usvojena u Barceloni 1976 (Barcelonska Konvencija) (The Convention for Protection of the Mediterranean Sea against Pollution 1976) Osnovna obveza država potpisnica Konvencije je poduzimanje svih potrebnih mjera za sprječavanje, smanjenje i suzbijanje onečišćenja te zaštita i



unaprjeđenje morskog okoliša. U sklopu izmjene Mediteranskog sustava 1995. godine usvojena je izmjenjena i dopunjena konvencija pod nazivom Konvencija o sprečavanju onečišćenja morskog okoliša i obalnih područja u Sredozemlju (Convention for Protection of the Marine Environment and the Coastal Region of the Mediterranean). [10]

#### 4.2 Problematika onečišćenja fekalnim vodama s brodova

Ograničenja u primjeni priloga IV MARPOL-a u odnosu na tonažu broda nisu od značaja, poznavajući da fekalne otpadne vode na plovilima proizvode ljudi (posada i putnici), bez obzira na tonažu broda (osim za nekoliko specijaliziranih brodova za prijevoz stoke gdje stoka predstavlja teret koji proizvodi fekalne vode). Proizvodnja fekalnih voda na plovilu izravno i isključivo ovisi o broju osoba na plovilu.

Plovila koja ne sudjeluju u međunarodnoj plovidbi izuzeta su od priloga IV MARPOL-a. Takav pristup, u kojem nacionalne uprave reguliraju zaštitu mora od onečišćenja fekalnim vodama s plovila koji viju nacionalnu zastavu i plove isključivo u teritorijalnim vodama, može biti pozitivan ukoliko nacionalna uprava primjenjuje strožije nacionalne propise nego što su to međunarodni propisi (prilog IV MARPOL-a). Ovo se pojavljuje tamo gdje su slabiji standardi nametnuti od strane države, te omogućuje plovilima da iskoriste slabosti državne nadležnosti. [11]

MARPOL Prilog IV ne odnosi se na brodove koji prevoze manje od 12 osoba, brodove koji plove u nacionalnim vodama, jahte koje prevoze manje od 12 osoba. Jahte su plovila na koje se primjenjuje MARPOL prilog IV samo ako imaju više od 12 osoba. Međutim jahte ne podliježu nadzoru Port State Control-a u skladu s Pariškim Memorandumom (Paris Memorandum of Understanding) ili bilo kojim drugim sličnim regionalnim sporazumima koji uspoređuju sukladnost opreme, svjedodžba i postupaka u skladu s konvencijama kao što su SOLAS, MARPOL, STCW 78/95, COLREG, ILO 147, Loadline, Tonnage itd. Jahte na koje se odnosi prilog IV MARPOL-a imaju instaliranu opremu u skladu sa zahtjevima priloga IV MARPOL-a, i ona je potrebna za inicijalni pregled ili periodične preglede od strane administracije države čiju zastavu vije. Međutim, pošto Port State Control ne može vršiti inspekcije tih plovila, upitno je dali je ta oprema u ispravnom i radnom stanju i dali se, kako i u kojoj mjeri koristi. [11]

Plovila (kao što su jedrilice i brodice) su izuzete od primjene MARPOL priloga IV zbog svoje nosivosti (tonaže) i zbog broja osoba koje su ovlaštene prevoziti, premda su neka kraća od 12 metara i kategorije plovidbe tako da mogu ploviti u međunarodnoj plovidbi. Jahte i brodice građene za višednevnu plovidbu opremljene su sa spremnicima za zadržavanje fekalnih voda ograničenog kapaciteta koji se povremeno moraju prazniti. Ovi spremnici najčešće se prazne u more, uglavnom bliže obali nego je to određeno MARPOL-om, pošto se odredbe MARPOL-a ne primjenjuju na ova plovila (prema MARPOL-u za neobrađene fekalne vode je to 12 nm ili dalje od najbliže obale). S druge strane, još uvijek postoji nedostatak kopnenih prihvatnih stanica za fekalne otpadne vode s plovila (brojem ili gustoćom) izgrađenih u marinama, vezovima, operativnim rivama za brodice i jahte. [11]

Ukupan broj osoba na jahtama i brodicama tijekom ljetnih mjeseci, u nekim državama s razvijenim nautičkim turizmom poput Republike Hrvatske, znatno je veći nego ukupan broj osoba na svim trgovačkim brodovima u istom obalnom području. Prema tome rezultat je znatno veće opterećenje i onečišćenje mora fekalnim vodama s plovila na koje se MARPOL prilog IV ne primjenjuje, nego s plovila na koje se MARPOL prilog IV primjenjuje. [11]

Zahtjevi za razinu čistoće za ispuštanja iz uređaja za obradu fekalnih voda odnose se samo na parametre opterećenja kao što su opterećenje fekal koliformnim bakterijama, biokemijska potreba kisika, i pH vrijednost, ali još uvijek nema ograničenja za opterećenja hranjivim tvarima poput fosfora i dušika, koji mogu značajno utjecati na eutrofikaciju u nekim zatvorenim i plitkim morima. Iako se prilog IV MARPOL-a bavi samo fekalnim vodama (crnim vodama), sive vode također imaju štetne utjecaje na more pošto one unose hranjive tvari i to može dovesti do eutrofikacije. [11]

Postoje još neke pomorske regije koje su ranjivije od drugih mora (npr. Baltičko More, Jadransko more, Crno more). MARPOL definira određena morska područja kao specijalna područja (zbog tehničkih razloga koji se odnose na njihova oceanografska i ekološka stanja i njihov pomorski promet) u kojima je potrebno donošenje posebnih obveznih metoda za sprječavanje onečišćenja mora. Prema Konvenciji, ta specijalna područja su s višom razinom zaštite od ostalih morskih područja. Prema prilogu IV MARPOL-a do sada je samo Baltičko more (pravilo 13.2 revidiranog priloga IV MARPOL-a koje je usvojeno resolucijom MEPC.200(62) i koje je stupilo na snagu 1. siječnja 2013). Jadransko more još uvijek nije izloženo fekalnim vodama s plovila do te mjere da to dovodi do eutrofikacije, za razliku od Baltičkog mora. Ipak, fekalne otpadne vode s jahti i brodica u unutarnjim vodama i uvalama hrvatske obale Jadranskog mora, kao odredištu nautičkog i rekreacijskog turizma za vodene

sportove i kupanje, može imati negativan utjecaj na gospodarstvo i zdravlje ljudi.[16] Ta mora zahtijevaju više pozornosti i strožije propise obalnih država da bi se spriječilo onečišćenje (uključujući fekalno), nego što se to osigurava važećim propisima na razini EU i MARPOL priloga IV. [11]

## 5 ZAKLJUČAK

U radu su obrađeni pojedini sustavi za postupanje s različitim vrstama otpada koji se pojavljuju na putničkim brodovima. Također su opisana kvalitetna rješenja za smanjivanje i uklanjanje ekoloških rizika.

Rješenja navedena u radu predstavljaju najmodernije sustave za postupanje s brodskim otpadom i pridonose tome da se veliki putnički brodovi smatraju ekološki čistim brodovima s minimalnim utjecajem na morski okoliš. Uz već postojeće, visoko postignute standarde u načinima postupanja s različitim otpadom na putničkim brodovima, brodograđevna industrija i proizvođači brodske opreme usavršavaju postojeće sustave tretiranja otpada i razvijaju nove u svrhu daljnjih smanjivanja ekoloških rizika putničkih brodova. Nema sumnje da se primjenom međunarodnih propisa koji se odnose na brodove u međunarodnoj plovidbi i paralelnom primjenom nacionalnih propisa koji se odnose na brodove u nacionalnim vodama ali i sva druga manja plovila, zaštitita obalnog mora od onečišćenja fekalnim vodama s plovila mogla donijeti puno bolje rezultate.

Veliki dio onečišćenja morskog okoliša čine brodovi i zato su međunarodni propisi, pogotovo MARPOL konvencija s priložima, usredotočeni na smanjenje ekoloških rizika brodova, pogotovo velikih putničkih brodova. Putnički brodovi su posebno važni u nastojanju da se smanje ekološki rizici jer se na njima nalazi u pravilu više tisuća osoba, bilo da su putnici ili posada, te takvi brodovi često borave u posebno zaštićenim morskim predjelima.

## 6 LITERATURA

- [1] Scan ship AWP training documents, Ship's manual, Liberty of the seas, 2007.
- [2] Incenerator system manuals, Liberty of the seas, 2007.
- [3] Garbage room equipment, Ship's manuals, Liberty of the seas, 2007.
- [4] <http://www-old.pbf.hr/hr/tekuće-kruto>, ožujak 2012.
- [5] Wastewater treatment plant, Ship's manuals, Liberty of the seas, 2007.
- [6] <http://www.aquapur.hr/tehnologije/UV-sterilizatori>, travanj 2010.
- [7] <http://www.ndhealth.gov/TSS>, travanj, 2010.
- [8] Kurtela, Ž.: Osnove brodostrojarstva, Dubrovnik, 2000.
- [9] Antes, T., Szudyga, M., Śliwiski, L., Jaworek A., Krupa A., Balachandran, W. & all, Future needs for ship emission abatement and technical measures, Transport problems, Gliwice, Poland, Vol. 8. No. 3. 2013, pp.101-107
- [10] Kobojević Ž., Komadina P., Kurtela Ž.: Protection of the Seas from Pollution by Vessel's Sewage with Reference to Legal Regulations, Promet-Traffic & Transportation 23 (2011) 5, p. 377-387, Zagreb, 2011.
- [11] OG, MARPOL Convention, published in Croatian, (Official Gazette–International Conventions, No. 1/92, 4/05), 2005.

## 7 POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz neadekvatnih objekata za odvodnju otpadnih voda .....	3
Slika 2. Pročišćavanje otpadne vode .....	6
Slika 3. Sustav obrade otpadne vode.....	7
Slika 4. Modul za predobradu .....	8
Slika 5. Spremnik za miješanje otpadne vode.....	8
Slika 6. Modul za flokulaciju .....	9
Slika 7. Čestice u modulu za flotaciju.....	10
Slika 8. Brisač taloga.....	11
Slika 9. TSS modul.....	12
Slika 10. Sustav za odvlaživanje taloga .....	13
Slika 11. Rezultat procesa u iscjeđivaču .....	14
Slika 12. Sustav za sušenje taloga.....	15
Slika 13. Kondenzator .....	16
Slika 14. Postrojenje za tretiranje otpadne hrane .....	17
Slika 15. Sustav brodske spalionice .....	18
Slika 16. Spalionica otpada .....	19
Slika 17. Dobava otpada u spalionicu .....	20
Slika 18. a i b. Prvi i drugi stupanj spalionice.....	21
Slika 19. Uklanjanje pepela.....	21