

# Sustav gospodarenja otpadom na putničkim brodovima

---

**Marvučić, Nikoleta**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:230717>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-29**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
GEOLOŠKI ODSJEK

NIKOLETA MARVUČIĆ

SUSTAV GOSPODARENJA OTPADOM NA PUTNIČKIM  
BRODOVIMA

Diplomski rad

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
GEOLOŠKI ODSJEK

NIKOLETA MARVUČIĆ

SUSTAV GOSPODARENJA OTPADOM NA PUTNIČKIM  
BRODOVIMA

Diplomski rad  
predložen Geološkom odsjeku  
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta  
Sveučilišta u Zagrebu  
radi stjecanja akademskog stupnja  
magistra struke znanosti o okolišu  
znanstveno polje biologija, grana znanosti o okolišu

Zagreb, 2017.

Ovaj je diplomski rad izrađen u Mineraloško-petrografskom zavodu, pod vodstvom prof. dr. sc. Esada Prohića, u sklopu Diplomskog studija znanosti o okolišu na Prirodoslovno - matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

## **Zahvala**

*Zahvaljujem se mentoru prof. dr. sc. Esadu Prohić na iskazanom povjerenju, vodstvu, znanstvenim i stručnim savjetima, te pomoći pri izradi ovog diplomskog rada.*

*Posebno se zahvaljujem svojoj obitelji na strpljenju, moralnoj podršci i povjerenju koje su mi ukazali tijekom cijelog školovanja.*

*Najveće hvala mome bratu Nikoli.*

# Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Literaturni pregled.....	3
3. <i>Royal Caribbean International</i> – politika tvrtke, zakoni, regulacija.....	5
3.1. MARPOL konvencija .....	10
4. Procesuiranje krutog spaljivog otpada na brodu <i>Adventure of the Seas</i> .....	13
5. Medicinski otpad .....	30
5.1. Plan gospodarenja medicinskim otpadom na putničkom brodu <i>Adventure of the Seas</i> tvrtke <i>Royal Caribbean International</i> .....	31
5.2. Zahtjevi za propisno upravljanje medicinskim otpadom .....	31
5.3. Sakupljanje i pakiranje otpada .....	32
5.4. Smjernice kojih se treba pridržavati pri rukovanju medicinskim otpadom .....	33
5.5. Odstranjivanje lijekova .....	35
5.6. Medicinski otpad - izljevi. ....	36
5.7. Rukovanje kućnim otpadom.....	37
5.8. Rukovanje posteljinom u brodskoj bolnici.....	37
5.9. Posude za oštre predmete.....	38
5.10. Program o rukovođenju medicinskim otpadom i vođenje evidencije....	40
6. Sustav pročišćavanja otpadne vode na brodu <i>Adventure of the Seas</i> .....	41
6.1. Balastne vode .....	61
7. Materijali i metode .....	63
8. Rezultati i rasprava .....	75
9. Zaključak.....	85

Literatura.....	87
Životopis .....	89

## POPIS KRATICA I SIMBOLA

<b>AWP</b>	<i>Advanced Wastewater Purification System</i> napredni sustav pročišćavanja otpadnih voda
<b>BOD</b>	<i>Biochemical Oxygen Demand</i> biološka potrošnja kisika
<b>CO<sub>2</sub></b>	ugljik (IV) oksid
<b>COD</b>	<i>Chemical Oxygen Demand</i> kemijska potrošnja kisika
<b>DAF</b>	<i>Dissolved Air Flotation</i> uređaj za flotaciju
<b>DPA</b>	<i>Designated Person Ashore</i> odgovorna osoba na kopnu
<b>IMCO</b>	<i>Intergovernmental Maritime Consultative Organization</i> Međuvladina pomorska savjetodavna organizacija
<b>IMO</b>	<i>International Maritime Organization</i> Međunarodna pomorska organizacija



<b>LED</b>	Light Emitting Diode dioda koja emitira svjetlo
<b>NM</b>	<i>Nautical Mile</i> nautička milja
<b>MARPOL</b>	<i>International Convention for the Prevention of Pollution fom Ships</i> Međunarodna konvencija o sprječavanju onečišćenja s brodova
<b>MPAs</b>	<i>Marine Protected Areas</i> morska zaštićena područja
<b>SQM</b>	<i>Safety and Quality Management</i> sustav za upravljanje sigurnošću i kvalitetom
<b>TSS</b>	<i>Total Suspended Solids</i> ukupna suspendirana tvar
<b>USVI</b>	<i>United States Virgin Islands</i> Američki Djevičanski otoci

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Diplomski rad

## SUSTAV GOSPODARENJA OTPADOM NA PUTNIČKIM BRODOVIMA

NIKOLETA MARVUČIĆ

Rad je izrađen: Horvatovac 102a, 10000 Zagreb, Hrvatska

*Sažetak: Putnički brodovi za krstarenja postaju sve popularniji oblik turističke usluge i sve češći odabir za odmor. Neminovno je da isti ti brodovi imaju veliki utjecaj na okoliš. U ovom diplomskom radu predstavljeni su načini postupanja s otpadom koji se generira na samom brodu. Točnije, naglasak je stavljen na postupke koji se odnose na kruti spaljivi otpad, medicinski otpad, te na postupke tretiranja otpadne vode. Kao smjernice uzeti su podaci s putničkog broda Adventure of the Seas, tvrtke Royal Caribbean International. Kako bi se spriječile posljedice i negativni utjecaj na okoliš, od primarnog značaja je postaviti jasne zakone i regulacije kao temelj za uspostavljanje jedinstvenog sustava gospodarenja otpadom. Ističući ekspanziju pomorskih krstarenja, a svjesni utjecaja na okoliš, veoma je važno uskladiti djelovanje industrije krstarenja s mjerama održivog razvoja.*

Ključne riječi: *brodovi, konvencija, krstarenje, more, onečišćenje, otpad, štetne tvari*

Rad sadrži: (89 stranica, 51 slika, 9 tablica, 15 literaturnih navoda)

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je pohranjen u: Središnjoj geološkoj knjižnici

Mentor: prof. dr. sc. Esad Prohić

Ocjenjivači: : prof. dr. sc. Esad Prohić, izv. prof. dr. sc. Danijel Orešić, izv. prof. dr. Petar Kružić, izv. prof. dr. sc. Alan Moro

Rad prihvaćen: 21. 12. 2017. godine

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geology

Graduated Engineer Thesis

### WASTE MANAGEMENT SYSTEM ON CRUISE SHIPS

NIKOLETA MARVUČIĆ

Thesis completed in: Horvatovac 102a, 10000 Zagreb, Hrvatska

*Abstract: Cruise ships become every day more and more popular shape of touristic service and a frequent choice for vacation. It is inevitable that these ships have a huge impact on the environment. In this Graduated Engineer Thesis ways of treating the waste generated on the ships are presented. More precisely, emphasis is brought to the solid burning waste, medical waste, as well as procedures of treating the waste water. As guidelines, data from the cruise ship Adventure of the Seas, Royal Caribbean International Company, were used. In order to prevent consequences and negative impact on the environment, it is crucial to establish precise laws and regulations as a foundation for establishing of a unique system for treating the waste. Emphasizing the expansion of the maritime cruising, and aware of the impact on the environment, it is important to harmonize actions of the industry with the measures of sustainable development.*

Keywords: *convention, cruise, harmful substances, pollution, sea, ships, waste*

Thesis contains: (89 pages, 51 figures, 9 tables, 15 references)

Original in: croatian

Thesis deposited in: Central geological library

Supervisor: prof. dr. sc. Esad Prohić

Reviewers: prof. dr. sc. Esad Prohić, izv. prof. dr. sc. Danijel Orešić, izv. prof. dr. Petar Kružić, izv. prof. dr. sc. Alan Moro

Thesis accepted: 21. 12. 2017. godine

## 1. Uvod

Tales iz Mileta, jedan od sedam mudraca stare Grčke, filozof, astronom i matematičar rekao je:

„Voda je osnovni princip i počelo svega što postoji, iz koje je sve nastalo i u koju se sve vraća. Ona je beskonačna, vječna materija koja se kreće, zgušnjava i razrijeđuje i tako nastaju sve pojave. Gdje nema vode, tu nema života. To je prva potreba čovjeka, koju on mora trajno osigurati, prije nego počne da gradi svoje stanište“.

(<https://anastankovic46.wordpress.com/voda-u-prirodi-i-njen-znacaj/>)

Dakle, voda je izvor života. Sva živa bića, uključujući i čovjeka, asolutno su ovisna o vodi direktno ili indirektno, tj. iz vode crpe i usvajaju uvjete za svoje postojanje. Voda prekriva 70,8 % Zemljine površine, od čega se u morima i oceanima nalazi 93 - 97 %. Svjetsko more je pokretač mnogih fizičkih i bioloških događanja, izvor je energije, hrane, mineralnih sirovina i najveći je opskrbljivač kisikom, te su njegov značaj i uloga za čovječanstvo neprocjenjivi.

U prilog svega navedenog, veći dio ovog rada posvećen je upravo načinima tretiranja raznog otpada koji se stvara na putničkim brodovima, s ciljem zaštite morskog okoliša u cijelini, odnosno očuvanja ispravnosti vode na planeti Zemlji. Također, poseban akcent je stavljen na kontroli, spriječavanju i ograničavanju zagađenja mora otpadom koji potječe s brodova i predstavlja veliki problem današnjice.

Na početku rada bit će riječi o tvrtki *Royal Caribbean International*, njejoj politici i zakonima kojima se vodi kada je u pitanju sustav gospodarenja otpadom na brodovima koji su u njezinom vlasništvu. U ovom segmentu neizostavna je MARPOL konvencija kao polazna točka u određivanju djelovanja tvrtke na polju zaštite okoliša i provođenju mjera regulacije utemeljenih na zakonima definiranim konvencijom.

U drugom dijelu rada bit će opisani postupci obrade krutog spaljivog otpada, koji je ujedno i jedini otpad koji se u potpunosti zbrinjava na samom brodu.

Zatim, u okviru slijedeće cjeline, bit će predstavljeni načini pravilnog i sigurnog prikupljanja i odvajanja medicinskog otpada, kao i načini skladištenja i spremanja istog za daljnje procesiranje na kopnu.

Napredni sustav pročišćavanja otpadnih voda (eng. *Advanced Wastewater Purification System - AWP*) kao i postizanje strogo određenih normi kakvoće vode u cilju njene ponovne uporabe ili ispušavanja u more, pa i sami rezultati, bit će analizirani na kraju.

## 2. Literaturni pregled

Glavna područja na kojima se danas, u svijetu, odvija krusing turizam su Sjeverna i Centralna Amerika, zatim slijedi Europa, Azija - Pacifik te ostali dijelovi svijeta. Imajući to u vidu, logično je zaključiti da su i istraživanja o sustavu gospodarenja otpadom na putničkim brodovima za krstarenje i utjecaju istih na okoliš, usmjerena na prostor Sjedinjenih Američkih Država. Kod nas se o ovoj problematici istraživalo veoma malo, iako Dubrovnik predstavlja sve aktualniju destinaciju za ovu vrstu brodova i privlači turiste iz svih dijelova svijeta.

U svom znanstvenom članku, *Direct pollution cost assessment of cruising tourism in Croatian Adriatic* (2010), Hrvoje Carić ističe kako putnički brodovi za krstarenje predstavljaju problem koji nije vidljiv iz više razloga, te da negativni učinci dolaze na naplatu kroz tzv. negativne eksternalije, odnosno opterećenja okoliša koja se ne iskazuju kao troškovi proizvodnje. On je naveo primjer da spomenuti brodovi kapaciteta tri tisuće gostiju proizvedu dnevno: 10,5 - 12 t krutog otpada, 1203 kg ugljik (IV) oksida po jednom kilometru plovidbe, velike količine otpadnih voda različitih kategorija, te čak 390 - 480 kg opasnog otpada. Vodeći se tim spoznajama Carić je izračunao da izravni troškovi onečišćenja za hrvatski dio Jadrana sedmerostruko premašuju financijske koristi za hrvatsko gospodarstvo, ne računajući u to posredne štete. Dakle, ukoliko uzmemo iznos od 52,8 milijuna eura kao jednogodišnji prihod od krusing turizma izvodi se zaključak da troškovi opterećenja okoliša iznose čak 390 milijuna eura. On također ukazuje na to da je onečišćenje okoliša višedimenzionalan problem koga uzrokuje zajednički nemar vlasti i kruzerskih tvrtki, te ističe da se ti troškovi dugoročno odražavaju na ekosustave koji predstavljaju osnov egzistencije domaćeg stanovništva. Carić (2010) navodi i podatke prema kojima su američke vlasti nakon pokretanja tužbi protiv kruzerskih tvrtki za ilegalno onečišćenje, u razdoblju od 1996. godine do 2006. godine, prikupile zahtjeve u iznosu od 100 milijuna dolara.

Suočena s prigovorima i kritikama, industrija krstarenja pokušala je pokazati predanost prema okolišu. Na primjer, tvrtka *Celebrity Cruises* koja je dio grupe *Royal Caribbean*

*Cruises Ltd.* dobrovoljno je uplatila 30 000 dolara više nego što je morala za incident *Mercury*. Također, planira potrošiti više od 50 milijuna dolara na napredne sustave pročišćavanja otpadnih voda za devet brodova u čijem je vlasništvu. Neizbježna je činjenica da izazvane štete imaju trajne posljedice i da je prirodi potrebno mnogo vremena, u nekim slučajevima čak i stoljeće, da se povrati prvobitno stanje, a to se novcem ne može nadoknaditi.

Neminovno je i da pritisak na okoliš postaje sve intenzivniji i da je nužno staviti interese koji se odnose na okoliš ispred vlastitih koristi lokalnih vlasti i industrije krstarenja. I ukoliko je moguće, sprovoditi neovisna istraživanja u ovom polju, bez bilo koje vrste utjecaja od strane vladajućih tijela.

### 3. *Royal Caribbean International* - politika tvrtke, zakoni, regulacija

Rukovodeći sustav tvrtke *Royal Caribbean International* predstavlja kombinaciju pravila i alata koji se koriste kako bi se dostigli ciljevi, dok se istovremeno pridržavaju kontrolnih i dobrovoljnih standarda.

Elementi upravljačkog sustava su:

- postavljanje vodeće politike,
- organizacija osoblja,
- planiranje i postavljanje standarda,
- mjerenje učinka,
- učenje iz iskustva i
- kontinuirano napredovanje.

Obavezna pravila su:

- Međunarodni zakon o sigurnosti (ISM);
- Međunarodni zakon o jedinicama brodova i luka (ISPS);
- Međunarodni zakoni (MARPOL, STCW, ILO, SOLAS);
- Zakoni Bahama i Malte;
- Zahtjevi koje postavljaju luke (USPH, HACCP, AQIS).

Dobrovoljni standardi su:

- ISO 14001 zaštita okoliša i
- ISO 9001 za kvalitet.

Sustav za upravljanje sigurnošću i kvalitetom (eng. *Safety and Quality Management - SQM*) omogućava da tvrtka:

- primijeni tri sveobuhvatna pravila (za sigurnost, kvalitet i životni okoliš),
- definira zahtjeve za osoblje i zahtjeve tvrtke,



- raspolaže pisanim pravilima uz pomoć kojih se osiguravaju standardi učinkovitosti tvrtke, procedure rada, instrukcije i vođenje evidencije.

Sve gore navedeno je formirano u cilju uspostavljanja sigurnih, standardiziranih i konstantnih operacija koje štite osoblje, goste i okoliš. Izazovi s kojima se susreće tvrtka su brodovi koji posjećuju sve strane svijeta, članovi posade iz raznih zemalja, komunikacija između brodova i odgovorne osobe na kopnu, promjene u regulacijama i standardima, očekivanja gostiju.

Pravilnik o sigurnosti i privatnosti jamči da se tvrtka obvezuje da ponudi siguran ambijent kako za goste tako i za osoblje. Osoblje se pridržava sigurnosnih standarda u svakom trenutku.

Prema pravilniku o kvalitetu, tvrtka je obvezna da pruži gostima kvalitet viši od njihova očekivanja, ohrabruje osoblje da dostigne ciljeve kvaliteta i teži kontinuiranom napredovanju.

Pravilnikom o zaštiti okoliša jamči se da tvrtka cijeni životni okoliš i teži da sve prirodne izvore koristi efikasno i odgovorno s naročitim naglaskom na emisiju plinova, odnosno smanjenju zagađenja na minimum, ponovnom korištenju sirovina i recikliranju. Promovira vođenje računa o morskome ekosustavu i utječe na to da i gosti teže istom cilju.

Tendencije upravljačkog sustava tvrtke su:

- da svi budu uključeni;
- definiranje pravila tvrtke (što za rezultat ima stvoriti sigurnost na radu, efikasan rad i pun poštovanja, što dalje doprinosi konstantnom učinku kao i usklađenosti u radu i težnji da se isti poboljša);
- kako reagirati u hitnim slučajevima;
- kako spriječiti nesreće i zagađenja.

Stvari koje svatko treba znati su:

- pravila tvrtke,
- ciljevi tvrtke,

- odgovornu osobu na kopnu,
- nadzornika za zaštitu okoliša,
- opis poslova,
- svoje uloge u hitnim slučajevima.

Politika sigurnosti, koju vodi tvrtka, za prioritet ima da stvori osjećaj sigurnosti i pouzdanosti za sve goste i osoblje, i kao takva je od primarnog značaja. Shodno tome, treba težiti izbjegavanju povreda, bolesti i oštećenja imovine. I na kraju promovirati sigurnost putem raznih sustava.

Politika kvaliteta polazi od slijedećih stanovišta:

- kaži što radiš i radi što si kazao;
- fokus je na klijenta;
- evidencija mora biti ažurirana;
- provjeri i mjeri svoj napredak;
- predloži načine za napredak.

Politika zaštite okoliša, koju zagovara tvrtka, dovodi do održivih, pozitivnih promjena u ovom sektoru i vodi se slijedećom praksom:

- pratiti načela tvrtke (radi iznad i preko očekivanog, primijenjuj prevenciju zagađenja, smanji, ponovno koristi, recikliraj i kontinuirano napreduj);
- ekonomično koristiti energiju;
- doprinositi fondu za očuvanje oceana.

Tvrtka teži da kontinuirano poboljšava učinak. A da bi se to postiglo, neophodno je da se postave ciljevi. Sam cilj treba biti mjerljiv i treba stremiti njegovom stalnom poboljšavanju. Kako bi se postignuće određenog cilja izmjerilo, potrebno je sagledati raspoloživa sredstva za njegovo postizanje. Sredstvo je specifični korak ili taktički plan identificiran kao bitan za postizanje postavljenog cilja. Ciljevi i sredstva se sagledavaju i provjeravaju na godišnjem nivou, ažuriraju, te se novonastale izmjene postavljaju na stranici upravljanja sistemima navigacije.

Odgovorna osoba na kopnu (eng. *Designated Person Ashore* - DPA) je ključna karika koja povezuje tvrtku i ljude na brodu na najvišoj razini rukovodstva. Bilo koji član osoblja na brodu koji je zabrinut za neki aspekt sigurnosti ili za okoliš prvo se treba obratiti rukovodećim menadžerima na brodu. Ukoliko se problem ne riješi, onda se treba obratiti ovlaštenoj osobi na kopnu. Glavni rukovodilac je direktor koji preuzima odgovornost za sustav upravljanja okolišem i sistemom kvalitetnog upravljanja. Dužan je da osigura procese potrebne da se standardi implementiraju i održavaju u skladu s pravilima i regulativama.

Aspekti specifičnih poslova koje treba revidirati:

- licence, certifikati, održavanje nadzora;
- treniranje, upoznavanje, verifikacija;
- primopredajni zapisnici;
- sastanci o sigurnosti;
- inspekcije kapetana, sigurnosti, korektivnih mjera;
- praksa o sigurnom radu, radnim dozvolama, analizama rizika;
- upravljanje kemikalijama;
- inventar, kritična oprema/rezervni dijelovi;
- registar održavanja;
- komunikacija - komadni most/strojarnica;
- standardi zlatnog sidra, ispunjavanje i preko očekivanog;
- vrijeme, prisustvo.

Neke od metoda uz pomoć kojih tvrtka nastoji unaprijediti sustav upravljanja su: praćenje usklađenosti rada uključujući i reviziju, kontrola istraga o nezgodama, povredama ili nezgodama koje su se umalo dogodile, dobrovoljno rađeni izvještaji o neusklađenosti u radu, implementacija korektivnih mjera, dostavljanje sugestija o napredovanju i na kraju za kriterij uzeti najbolje primjere iz prakse.

Jedan od najbitnijih faktora u svemu nabrojanom je revizija. Njome se procijenjuje efikasnost i ukazuje se na propuste i probleme. Revizija uključuje inspekciju, nadzor, pregled izvještaja i reviziju rada (interno - svaki brod i predstavnici iz uprave tvrtke, jednom godišnje; eksterno - predstavnici iz uprave tvrtke jednom godišnje i svaki brod svake dvije i pol godine). Rezultati revizije služe kako bi se uvidio trud vrijedan pažnje, a objektivno sagledale situacije u kojima je potrebno poduzimanje daljnjih koraka, te neusklađenost s važećim pravilima i standardima.

Kao dio napora za kontinuirani napredak sprovode se istrage da bi se: odredio neposredni uzrok, dale preporuke kako bi se izbjeglo moguće ponavljanje istog, identificiraju trendovi. Razlikujemo korektivne i preventivne mjere. Korektivne mjere imaju namjenu u eliminiranju postojećeg problema, smanjenju rizika od potencijalnog problema i prevenciji ponavljanja istog. S druge strane preventivne mjere služe za eliminiranje uzroka, smanjenje potencijala za nastanak problema i prevenciju ponavljanja istog. Dakle, izvodi se zaključak da se poboljšanje sustava upravljanja ogleda kroz:

- interne, eksterne revizije;
- dobrovoljne izvještaje o lošoj suradnji;
- izvještaje o suradnji;
- izvještaje o nezgodama;
- izvještaje upravnog odbora;
- godišnje izvještaje kapetana;
- sugestije osoblja;
- komentare gostiju;
- rejting, ocjene gostiju;
- proračun indeksa sigurnosti gosta.

### 3.1. MARPOL konvencija

Međunarodna pomorska organizacija (*International Maritime Organization – IMO*) osnovana je 1958. godine prvo pod nazivom Međunarodna pomorska savjetodavna organizacija (*Intergovernmental Maritime Consultative Organization - IMCO*), dok današnje ime dobiva 1982. godine. Uloga organizacije je isključivo savjetodavna, a za ciljeve ima pružiti sigurnost ljudi na moru i zaštitu morskog okoliša od onečišćenja. Pod okriljem ove organizacije donesena je jedna od najvažnijih konvencija o zaštiti mora, MARPOL konvencija. Ova konvencija predstavlja najtemeljiti i najpotpuniji međunarodni dokument o sprječavanju zagađenja i onečišćenja mora i morskog okoliša prouzročenog namjernim ili slučajnim ispuštanjem ulja i drugih štetnih tvari s brodova. Sastoji se od dva Protokola i šest Priloga (Milošević Pujo i Radovan 2005).

Protokoli su:

- Protokol I – Odredbe o izvještavanju o nezgodama i štetnim tvarima;
- Protokol II – Arbitraža.

Prilozi su:

- Prilog I – Pravila o sprječavanju onečišćenja naftom;
- Prilog II – Pravila za kontrolu onečišćenja tekućim tvarima koje se prenose tankerima;
- Prilog III – Pravila o sprječavanju onečišćenja štetnim tvarima u pakiranom obliku;
- Prilog IV – Pravila o sprječavanju onečišćenja fekalijama s brodova;
- Prilog V – Pravila o sprječavanju onečišćenja otpacima s brodova;
- Prilog VI – Pravila o sprječavanju onečišćenja s brodova posredno zrakom, emisijom sumporova i dušikova oksida.

Prema MARPOL konvenciji, pored brodskih knjiga, vode se i knjiga ulja, knjiga smeća kao i plan za rukovanje smećem i brodski plan pri pojavi onečišćenja.

Tvrtka *Royal Caribbean International* posjeduje generalni dokument s uputstvima o tome kako treba voditi evidenciju u registru za odstranjivanje otpada. Dakle, nije nužno voditi evidenciju za svako odstranjivanje otpada u priobalnim postrojenjima, a ako je to slučaj, otpad treba biti praćen opisima kao što su: suho smeće, reciklirano, opasni otpad, bezopasni otpad itd. Ista pozicija treba da bude upotrebljena tijekom pristupa raznim operacijama poput paljenja medicinskog otpada, iako se operacije ne odvijaju u isto vrijeme. Količina spaljenog otpada mora biti zabilježena svakog puta kada se proces zaustavlja, te nije nužno bilježenje podataka svakih 24 sata. Raznovrstan reciklirani istovar može biti unesen u isto vrijeme i kada je u pitanju kategorija otpada A (za plastiku) i C (za drugi raznovrstan otpad) kao i D (za ulje za kuhanje). U slučaju istovara mogu se koristiti dvije različite kategorije otpada odnosno istovari u kategoriji A i C. Tri različite kategorije mogu se koristiti u kombinaciji za spaljivanje i to na brodovima na kojima se pali plastika, ostaci hrane kao i drugi materijali koji spadaju u kategoriju komunalnog otpada (u ovom slučaju mogu da se koriste kategorije A, B i C). Potrebno je koristiti kategoriju C za reciklirani materijal i za opasni otpad (isključujući ulje za kuhanje i plastiku koji spadaju u posebnu kategoriju) i označiti sa F svaku kategoriju opasnog otpada, posebnog i materijala poput boje, baterija i slično, koji treba iskrcati na kopno gdje će se dalje zbrinjavati. Nije potrebno bilježiti otpuštanje plina iz aluminijskih kontejnera i uništavanje sijalica u knjizi smeća. Kada se dostavljaju otpadne vode, talozi/krutine - potrebno ih je voditi pod kategorijom F.

Cjelokupna evidencija mora biti potpisana od strane odgovornog lica odmah po zaključenju procesa. Ne smiju se ostavljati prazni redovi između bilješki, te svaki slobodni red treba precrtati prije nego kapetan potpiše dostavljeni dokument. Ukoliko dođe do nekih greški onda one trebaju biti precrtane i pored se dopisuju ispravljani podaci, uključujući datum i potpis onoga koji ispravlja, a kapetan je dužan potpisati stranu nakon ispravke. Evidencija koja se unosi s zakašnjenjem, također treba biti zabilježena s datumom.

Otpuštanje bilo kakvog otpada u more je strogo zabranjeno osim ako je drugačije predviđeno. MARPOL konvencija i domaći zakon zabranjuju otpuštanje bilo kog oblika otpada s brodova u more. Kršenje ovih prohtjeva za posljedicu ima plaćanje kazne. Sav otpad mora se držati na brodu i mora biti raspoređen u odgovarajuće kontejnere.

Samo slijedeće grupe otpada se mogu otpuštati, i to isključivo pod određenim uvjetima:

- Izdrobljeni ili izmrvljeni ostaci hrane (koji mogu proći kroz rešetku otvora ne većih od 25 mm) mogu se otpuštati i to na, ne manje od 3 NM od kopna;
- Drugi ostaci hrane mogu se otpuštati na, ne manje od 12 NM od kopna;
- Ostaci tereta razvrstani kao bezopasni za morski ekosustav, mogu se otpuštati na, ne manje od 12 NM od kopna;
- Sredstva za čišćenje ili aditivi u sektoru za držanje tereta, na palubi ili otpadne vode sa spoljašnjih površina mogu se otpuštati u more, samo ako nisu opasne za morski ekosustav;
- S izuzećem otpuštanja sredstava za čišćenje u otpadne vode, brod treba da bude na svojoj relaciji i što je izvodljivije dalje od najbližeg kopna.

Otpuštanje bilo kog otpada mora biti evidentirano u registru za otpad. Kršenje pravila vodi ka jasno definiranim sankcijama.

## 4. Procesuiranje krutog spaljivog otpada na brodu *Adventure of the Seas*

U okiru ovog poglavlja bit će opisani postupci obrade otpada spaljivanjem u cilju zbrinjavanja što veće količine na samom brodu, sukladno kapacitetima broda. Prednost, tretmana otpada spaljivanjem, je velika redukcija obujma ostatka obrade, čak preko 90 %. Otpad kao što su: plastika, karton, drvene palete, manji električni kućanski aparati, komunalni, industrijski, medicinski otpad, prvo se usitnjava unutar drobilice (eng. *Shredder*) što je prikazano slikom 4.1. Ispod drobilice je smješten veliki kontejner (eng. *Silo*) koji predstavlja skladište usitnjenog otpada koji čeka na spaljivanje i to se vidi na slici 4.2. Zatim slijede dvije kapije kojima se regulira količina otpada koja ide prvo u primarnu spalionicu, gdje otpad podliježe termičkoj obradi što je prikazano slikom 4.3. Kapije predstavljaju i štit koji prostorno razdvaja kontejner od spalionice i time se onemogućava nastanak havarije uslijed visokih temperatura (907 °C primarna spalionica, 630 °C sekundarna spalionica). Dakle, to funkcionira na način da nema otvaranja druge kapije koja vodi ka primarnoj spalionici, dok prva kapija nije zatvorena. Iz primarne spalionice izdvaja se pepeo dok se čestice dima dopaljuju u sekundarnoj spalionici iz koje se na kraju ispušta dim (slike 4.4., 4.5. i 4.6.). Pepeo iz primarne spalionice se sakuplja u vreće uz pomoć uređaja za isisavanje pepela koji radi na principu vakuuma (slika 4.7.). Vreće s pepelom se na kraju iskrcajavu s broda i dalje zbrinjavanje se odvija na kopnu kao što je prikazano na slici 4.8. Veoma važno je napomenuti da se opisani proces spaljivanja obavlja na više od 12 NM od obale.





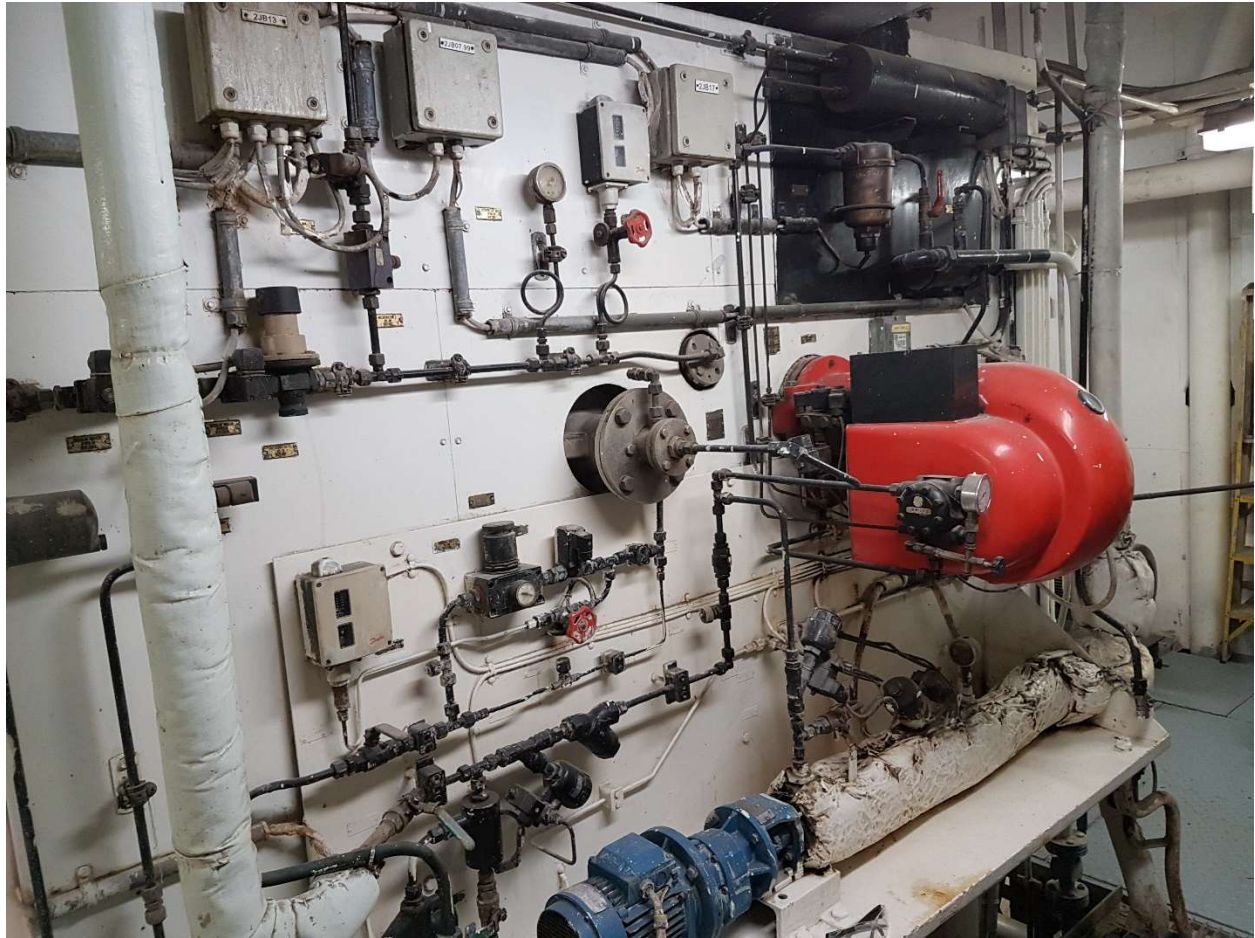
Slika 4.1. Drobilica za usitnjavanje otpada; fotografija: Nikola Marvučić



Slika 4.2. Kontejner za prihvat usitjenog otpada; fotografija: Nikola Marvučić



Slika 4.3. Kontrolne kapije; fotografija: Nikola Marvučić



Slika 4.4. Primarna spalionica; fotografija: Nikola Marvučić



Slika 4.5. Sekundarna spalionica; fotografija: Nikola Marvučić



Slika 4.6. Izdvojeni pepeo unutar primarne spalionice; fotografija: Nikola Marvučić



Slika 4.7. Uređaj za sakupljanje pepela; fotografija: Nikola Marvučić



Slika 4.8. Pepeo pakiran u vrećama, spreman za iskrcaj; fotografija: Nikola Marvučić

Slikama koje slijede prikazani su načini postupanja s otpadom koji se ne spaljuje na brodu, kao i uređaji koji se koriste u svrhu smanjenje volumena spomenutog otpada. Takav otpad se izdvaja, sortira, pakira i na kraju iskrcava, te se na kopnu dalje zbrinjava.

Kada je u pitanju željezo, ono se sakuplja posebno, odlaže u bačve i u takvom se obliku iskrcava i prodaje. To je prikazano slikama 4.9. i 4.10.





Slika 4.9. Sakupljeno staro željezo; fotografija: Nikola Marvučić



Slika 4.10. Bačve s željezom spremne za iskrcavanje; fotografija: Nikola Marvučić

Fluorescentne žarulje sakupljaju se zasebno te se u uređaju za drobljenje pretvaraju u prah, koji se potom iskrcava i označen je kao opasani otpad jer sadrži živine pare (slika 4.11.). LED žarulje se odlažu u metalnim bačvama kao što je prikazano na slici 4.12. Iskrcaavaju se na kopno i recikliraju.



Slika 4.11. Fluorescentne žarulje (lijevo), uređaj za njihovo usitnjavanje u prah (desno);  
fotografija: Nikola Marvučić



Slika 4.12. LED žarulje za reciklažu; fotografija: Nikola Marvučić

Prilikom odlaganja stakla vrši se separacija na: smeđe, zeleno i prozirno. Drobi se i pakira u vreće i čeka na iskrnavanje s broda i dalje podliježe recikliranju na kopnu. To je prikazano slikama 4.13. i 4.14.



Slika 4.13. Bačve za separaciju stakla; fotografija: Nikola Marvučić

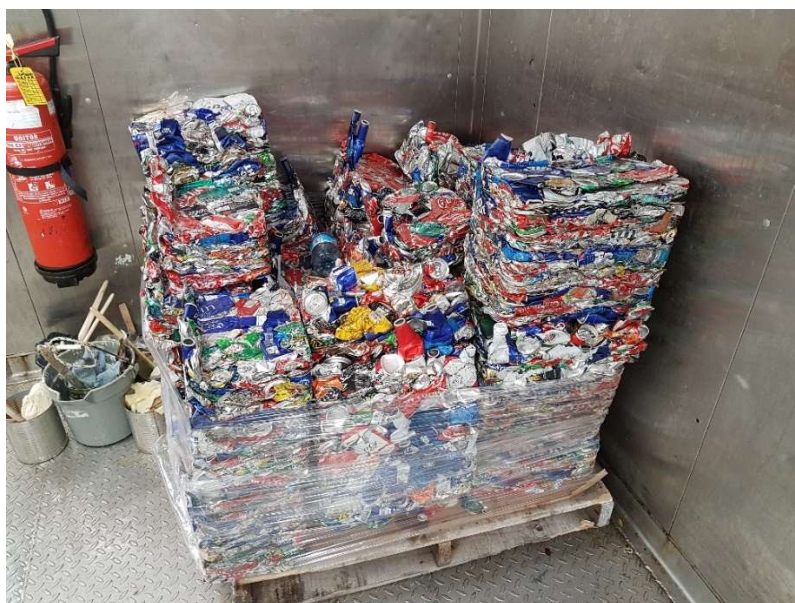


Slika 4.14. Uređaji za drobljenje stakla; fotografija: Nikola Marvučić

Slike 4.15. i 4.16. prikazuju uređaj za prešanje limenki, te stanje u kakvom se iskrcavaju s broda. Također treba napomenuti da se odvojeno odlažu.



Slika 4.15. Uređaj za prešanje limenki; fotografija: Nikola Marvučić



Slika 4.16. Isprešane limenke spremne za iskrcavanje i recikliranje na kopnu;  
fotografija: Nikola Marvučić

Karton koji se iskrcava prvo se preša kako bi se smanjio volumen i stvorilo više prostora za samo skladištenje, s obzirom na to da brod raspolaže s ograničenim kapacitetima (slike 4.17. i 4.18.).



Slika 4.17. Uređaj za prešanje kartona; fotografija: Nikola Marvučić



Slika 4.18. Karton i plastika spremni za iskrcavanje; fotografija: Nikola Marvučić

Kao najvažniji učinci, pravilnog odlaganja i obrade električnog i elektroničkog otpada (EE otpad), izdvajaju se: prevencija zdravlja ljudi i redukcija štetnih plinova koji proizvode efekat staklenika. EE otpad se odvaja i odlaže zasebno na brodu (slika 4.19.), a zatim se iskrcava i dalje procesuiru na kopno. Važno je istaći da ova vrsta otpada predstavlja „rudnik zlata“, odnosno njegovim recikliranjem iz određenih dijelova mogu se izdvojiti jako vrijedni elementi poput: zlata, platine i srebra.



Slika 4.19. Izdvojen EE otpad; fotografija: Nikola Marvučić



## 5. Medicinski otpad

Medicinski otpad predstavlja heterogenu mješavinu komunalnog, infektivnog, patološkog i laboratorijskog otpada, organskog materijala, ambalaže, lijekova i drugog kemijskog otpada. Prema Pravilniku o gospodarenju otpadom (»Narodne novine«, broj 50/2015) medicinski otpad je:

„Otpad nastao prilikom pružanja njege, zaštite i očuvanja zdravlja ljudi i /ili životinja; otpad nastao u istraživačkim djelatnostima kao i otpad nastao prilikom pružanja različitih usluga kod kojih dolazi u kontakt s krvlju i/ili izlučevinama ljudi i/ili životinja, uključujući i spremnike za prihvrat zaraznog otpada“.

Medicinski otpad prema agregatnom stanju može biti: čvrsti, tekući i plinoviti, a prema njegovim osnovnim svojstvima: opasni i neopasni.

Prema načinu gospodarenja opasni medicinski otpad se dijeli na: zarazni, farmaceutski, amalgamski otpad iz stomatološke zaštite, kemijski, citotoksični i citostatski otpad, oštri predmeti i ostali opasni otpad koji ima jedno ili više opasnih svojstava. Spomenuta opasna svojstva su: eksplozivnost, reaktivnost, zapaljivost, nadražljivost, štetnost, toksičnost, infektivnost, svojstvo oksidiranja, kancerogenost, mutagenost, teratogenost, korozivnost, ekotoksičnost, svojstvo nagrivanja i svojstvo otpuštanja otrovnih plinova kemijskom ili biološkom reakcijom, kao i tvari iz kojih nakon odlaganja može nastati druga materija koja sadrži jedno ili više gore navedenih karakteristika. Predstavlja opasnost kako po zdravlje ljudi tako i za okoliš i zahtijeva posebni tretman i obradu.

Neopasni medicinski otpad je otpad koji nema karakteristike opasnog otpada i sličan je komunalnom.

## **5.1. Plan gospodarenja medicinskim otpadom na putničkom brodu *Adventure of the Seas* tvrtke *Royal Caribbean International***

Svaki medicinski objekt na brodu mora posjedovati plan zbrinjavanja otpadom, koji u svakom trenutku mora biti dostupan za reviziju od strane regulatornih tijela i drugih revizijskih timova.

Plan uključuje:

- program osposobljavanja osoblja za sigurno rukovanje medicinskim otpadom;
- postupke odvajanja, označavanja, pakiranja, skladištenja i tretiranja medicinskog otpada;
- postupke dekontaminacije uslijed izlivanja medicinskog otpada;
- plan djelovanja u slučaju izvanrednih događaja.

Planovi moraju biti ažurirani kada se regulative, pravilnici tvrtke ili procedure promijene. Kapetan broda ima najveću odgovornost kada je u pitanju primjena plana upravljanja medicinskim otpadom, uz podršku inspektora za zaštitu okoliša, kao i nadređenog osoblja iz istog sektora. Cjelokupnu odgovornost za nadgledanje ovih procedura ima inspektor iz sektora za zaštitu okoliša. Lokalna inspekcija za zaštitu okoliša može u bilo koje doba pristati na brod, dok se isti nalazi u luci ili nadomak luke, kako bi izvršili nadzor operacija i operativnih procedura koje potvrđuju da se upravljanje medicinskim otpadom obavlja u skladu s propisima, nacrtima i regulativama.

## **5.2. Zahtjevi za propisno upravljanje medicinskim otpadom**

Osoblje koje upravlja medicinskim otpadom mora nositi osobnu zaštitnu opremu poput: medicinske maske, pregače i rukavica. Predodređeni prostor za medicinski otpad nalazi se u obilježenom odjeljku u okviru medicinskog sektora (bolnice) na brodu. Osoblje za

zadatak ima osigurati dovoljno prostornog kapaciteta gdje će se navedeni otpad odlagati. Inspektor periodično nadzire prostor za odlaganje otpada, kako bi utvrdio da je usklađen s regulativama plana.

### 5.3. Sakupljanje i pakiranje otpada

Sav medicinski otpad, uključujući i onaj koji proizvedu gosti, sakuplja se i pakira u odgovarajućim materijalima, na način predviđen od strane sektora za transport. Otpad je obilježen i spakiran u pažljivo zatvorene crvene vreće, umotan dodatnim zaštitnim slojem kako ne bi došlo do curenja. Vreće ostaju zatvorene sve dok ne budu adekvatno odstranjene, kao što se vidi na slici 5.3.1.



Slika 5.3.1. Spakirani medicinski otpad; fotografija: Nikola Marvučić

## 5.4. Smjernice kojih se treba pridržavati pri rukovanju medicinskim otpadom

Tjelesne tekućine i dijelovi tijela moraju biti smješteni u crvene vreće i umotani dodatnim zaštitnim slojem kako bi se izbjeglo curenje.

Oštri predmeti, poput igli i oštrica skalpela, moraju biti odloženi u posude za jednokratno korištenje oštrih predmeta. Posude u kojima su odloženi upotrebljeni oštri predmeti, moraju biti umotane u crvene vreće i smještene u zatvorene kutije, obilježene međunarodnim simbolom za biološku opasnost što je i prikazano na slici 5.4.1. Posude u kojima se odstranjuju oštri predmeti, moraju biti hermetički zatvorene kada se napune. Sve vanjske kutije moraju biti od tvrdog materijala, otporne na curenje i mehanička oštećenja. Posude u kojima se odstranjuju oštri predmeti, smatraju se punim kada: visina otpada dostiže predviđenu mjeru za maksimum ili je posuda puna bez prezasićenja a mjera za maksimum nije označena.



Slika 5.4.1. Kutije unutar kojih se nalaze posude s upotrebljenim oštrim predmetima;  
fotografija: Nikola Marvučić

Prije uništavanja medicinskog otpada spaljivanjem na brodu (bris štapići, gaze, papir i plastika), isti mora biti smješten u crvene vreće i zaštićen dodatnim slojem kako bi se izbjeglo curenje.

Otpad koji se ne uništava spaljivanjem, također se zatvara u crvene vreće, dodatno pakira ako sadrži oštre predmete i šalje na kopno s oznakom za biološku opasnost (slika 5.4.2.). Oštećene vreće i one koje su procurile, stavljaju se u veća pakiranja bez uništavanja originalnog pakiranja.



Slika 5.4.2. Oznaka za biološku opasnost; preuzeto s <http://www.propisi.hr/print.php?id=8834>

Neuporabljiv koncentrat za dijalizu nije toksičan tako da nije obuhvaćen zakonom o odlaganju otpada. Prozirna tekućina se nalazi u vrećama, iz kojih se nastavljaju cijevi i potom igle (nalik infuziji). Koncentrat prolazi kroz tijelo i koristi se kod osoba koje imaju oštećenu funkciju organa. Koncentrat za dijalizu je na bazi slane vode i sadrži elektrolite. Korišteni koncentrat dijalize predstavlja biološku opasnost jer sadrži patogene krvi osobe koja ju je primala i koji se prenose iz tijela u praznu vreću koja je nalik nekorištenoj vreći koncentrata dijalize. Gosti obično obavijeste osoblje ako namjeravaju da donesu

koncentrat dijalize na brod. I u tom slučaju osoblje broda ima obvezu gostu priložiti crvenu vreću i posudu za odlaganje oštih predmeta. Osoba zadužena za održavanje kabine će opremiti gosta s potrebnim priborom na način kako je to određeno standardiziranim procedurama broda. Ako osoba odgovorna za održavanje kabine uoči opremu za dijalizu, mora osigurati gostu crvenu vreću i posudu za oštre predmete i uputiti zahtjev gostu da ubuduće obavijesti odgovorne ukoliko im je ista potrebna. Nakon što je gost napustio brod i osoblje broda pronađe korišten koncentrat dijalize i otpad, odmah mora sve odložiti u predviđenu opremu za to, a potom i odnijeti u brodsku bolnicu. Osoblje ne smije otvarati, trgati ili bacati otpad u kabini.

## **5.5. Odstranjivanje lijekova**

Svaki farmaceutski proizvod, u tekućem ili čvrstom stanju, koji je pri isteku roka, treba biti spaljen. Medicinski otpad predviđen za spaljivanje mora biti odnesen u prostoriju za otpad, spaljen dok je brod na otvorenom moru i osiguran u odgovarajućem pakiranju. Boce, tube, kutije, aluminijske kutije pod tlakom, tekući proizvodi, pakiranja kreme, pudera, masti i aluminijskih kontejnera pod tlakom, moraju biti u potpunosti ispražnjeni u upijajući materijal. Upijajući materijal mora biti odložen u predviđene crvene vreće, označene i poslone osobi koja spaljuje otpad. Ispražnjene ambalaže se tretiraju poput suhog otpada i trebaju biti sortirane prema tipu (metal, staklo, plastika, papir itd.). Kutije pilula i tableta moraju biti u potpunosti ispražnjene i smještene u crvenim vrećama, koje potom moraju biti zatvorene, obilježene i poslone osobi koja spaljuje otpad. Proizvodi poput kapsula koje sadrže prah ili gel ne smiju biti pražnjene.

Spaljivanje otpada obavlja samo obučeno osoblje i u određenim slučajevima proces mora biti pod nadzorom.

## 5.6. Medicinski otpad - izljevi

Izljev se može desiti u bilo koje vrijeme. Kako bi se spriječili, medicinsko osoblje mora biti detaljno upoznato s prirodom stanja svih proizvoda (tekućina, prah, pasta, krema, itd.) i vrsti otpada kojoj pripadaju. Cjelokupno osoblje odgovorno za odstranjivanje otpada mora nositi opremu za zaštitu na poslu (kapa, maska, pregača, rukavice i zaštita za obuću). Medicinska oprema za izljeve mora biti dostupna u brodskoj bolnici, čije je osoblje i odgovorno za snadbijevanje istom.

Ova oprema mora sadržavati makar:

- medicinske rukavice;
- malu vreću pudera za solidifikaciju;
- lopaticu za smeće;
- maramice za dezinfekciju;
- vreću za otpatke.

U slučaju izljeva prvi korak je sanirati izvor izljeva. Osoblje mora koristiti gore navedenu zaštitnu opremu u slučaju izljeva medicinskog otpada, kako bi isti počistili i dezinficirali prostor odgovarajućim sredstvima. Osoblje mora biti sposobno da koristi predviđenu opremu u slučaju izljeva medicinskog otpada kao i opremu za dekontaminaciju prostora nakon izljeva. Cijeli proces mora biti obavljen pod nadzorom glavnog nadređenog za održavanje i čišćenje prostora kao i inspektora za zaštitu okoliša, odnosno oficira za zaštitu okoliša na brodu. Odlaganje izljeva koji potječe od medicinskog otpada sastoji se od crvene vreće koja treba biti zatvorena, obilježena i smještena u predviđeno privremeno skladište, dok odgovarajuće odlaganje ne bude organizirano.

## 5.7. Rukovanje kućnim otpadom

Otpad mora biti razvrstan i uklonjen u skladu s procedurama i pravilima broda. Otpad mora biti razvrstan na mjestu sakupljanja prije nego što se odnose u prostoriju za otpad. Sve vreće moraju biti potpuno zatvorene i označene nazivom i brojem i jedino u takvom stanju se smiju unositi u prostoriju za otpad. Medicinski i kemijski otpad ne smiju se nikako miješati s običnim otpadom. Ako postoji bilo kakva sumnja da je kućni otpad kontaminiran ili pomiješan s medicinskim otpadom, kompletni otpad mora biti tretiran kao opasni otpad.

Komprimirani plin kao npr. cilindri kisika za jednokratnu uporabu koji se koriste kao prenosivi aparati za pripomoć pri disanju kao i metalni kontejneri pod tlakom, moraju biti ispražnjeni i oslobođeni zraka (ako je oprema za to dostupna) dok je brod na otvorenom moru. Potom mogu biti tretirani poput običnog metala za recikliranje. Ako ih nije moguće osloboditi tlaka, kontejneri moraju biti predani odobrenom preuzimaču kao opasni otpad. Inspektor, odnosno oficir za zaštitu okoliša, mora biti kontaktiran za dodatne informacije.

## 5.8. Rukovanje posteljinom u brodskoj bolnici

Posteljina, poput plahti za krevet, jastučnica, ručnika i odjeće pacijenata ili ona nastala uporabom iz određenih medicinskih razloga, mora biti tretirana na slijedeći način:

- isprljana posteljina mora biti sakupljena u predviđene žute vreće, zatvorene i upućene u praonicu broda;
- ova posteljina će biti oprana odvojeno od ostale odjeće;
- komadi posteljine koji su jako isprljani (krv, urin, fekalije ili ljudske tekućine) mogu biti spaljeni;



Doktor ili medicinska sestra će odlučiti o tome, da li takvi komadi posteljine/odjeće mogu ponovno biti korišteni (nakon adekvatnog procesa pranja) ili ih treba odstraniti poput opasnog otpada.

## **5.9. Posude za oštre predmete**

Brodsko-bolnica mora osigurati kutije za odstranjivanje igli, šprica i oštih predmeta, po zahtjevu. Ljudi koji rade na održavanju broda će skrenuti pažnju da sve posude za odstranjivanje otpada koje je uzelo osoblje, moraju biti obilježene njihovim vlastitim brojem. Oni će vratiti korištene posude unutar bolnice, na kraju putovanja, kako bi otpad bio prikladno odstranjen. Medicinska sestra obavezno popunjava formular o distribuciji posuda i kontejnera za otpad prilikom njihovog prosljeđivanja osoblju za održavanje (slika 5.9.1.).



## **5.10. Program o rukovođenju medicinskim otpadom i vođenje dokumentacije**

Načelnik odjeljenja brodske bolnice (glavni doktor) je odgovoran da organizira tim koji će nazočiti programu za nove djelatnike. Tijekom programa novozaposleni će biti u mogućnosti da nauče kako pravilno rukovati medicinskim otpadom, te o univerzalnim konceptima predostrožnosti.

Podučavanje o rukovanju medicinskim otpadom je integralni dio novog programa za obuku novih djelatnika. Očekuje se da takva vrsta programa uputi na slijedeće važnosti:

- generalnu svijest o politici raspoređivanja otpada;
- rukovanje medicinskim otpadom i odakle on dolazi;
- korištenje osobne opreme za zaštitu kako bi se spriječile infekcije prilikom rukovanja medicinskim otpadom;
- pravilnog rukovanja i odstranjivanja oštih predmeta kao i podsjetnik da gosti često nepravilno bacaju medicinski otpad u komunalni otpad.

Na kraju programa o pravilnom rukovanju medicinskim otpadom, predavač će načelniku brodske bolnice priložiti formular o prisutnosti.

## 6. Sustav pročišćavanja otpadne vode na brodu *Adventure of the Seas*

Tretman otpadne vode započinje odmah nakon njene uporabe i tu svrhu se podvrgava fizikalnim, kemijskim i biološkim procesima obrade prije nego što se vrati u okoliš. Na početku ovog poglavlja nužno je definirati dvije glavne kategorije otpadnih voda koje nastaju na samom brodu i to su: siva i crna voda. Siva voda je „bilo koja ne-industrijska otpadna voda koja izlazi iz sudopera, perilica posuđa, tuševa, kada i strojeva za pranje rublja. Ne uključuje otpadne vode iz WC-a, koje se klasificiraju kao crne vode“ (<https://www.azuvoda.hr/recikliranje-vode/recikliranje-sive-vode/>). Na brodu *Adventure of the Seas* primijenjuje se napredni sustav za pročišćavanje otpadnih voda. AWP se koristi za tretman sive vode, crne vode, kuhinjske i vode za pranje, kao i mulja. Mulj koji se generira kao sporedni produkt tretmana pročišćavanja otpadne vode, čuva se u spremniku za biološki ostatak sve do iskrcavanja na kopno, koje se odvija prema jasno određenim pravilima. Ispumpavanje pročišćenje vode u more dozvoljeno je tek na 12 NM od obale.

Sustav otpadnih voda se zasniva na:

- mehaničkoj separaciji čestica,
- biološkoj degradaciji organskih tvari,
- kemijskom tretmanu polimernim koagulantima,
- dezinfekciji UV zračenjem.

Putnički brodovi za krstarenje, tvrtke *Royal Caribbean International* koji se nalaze u vodama Aljaske, moraju pratiti regulative za ispumpavanje otpadnih voda u more koje su definirane u okviru Alaska Murkowski zakona. Ti standardi su predstavljeni u tablici 6.1. koja slijedi.

Tablica 6.1. Regulatorna Aljaske (Alaska Murkowski zakon) za kontinuirano ispumpavanje tretirane vode u more s osvrtom na član XIV

TSS	< od 30 mg/l
BOD <sub>5</sub>	< od 30 mg/l
Fekalne forme	< od 100 ml
Ukupan klor	< 10 mg/l
pH	6-9

Dakle, prema Alasca Murkowski zakonu:

- BOD<sub>5</sub> ne smije prelaziti 30 mg/l u prosjeku od 30 dana,
- TSS ne smije prelaziti 30 mg/l u prosjeku od 30 dana,
- ostatak klora ne smije prelaziti 10 mg/l,
- pH mora biti između 6-9 i
- geometrički presjek svih uzoraka izlazne vode, tijekom 30 dana, ne smije prelaziti 100 ml fekalnih formi.

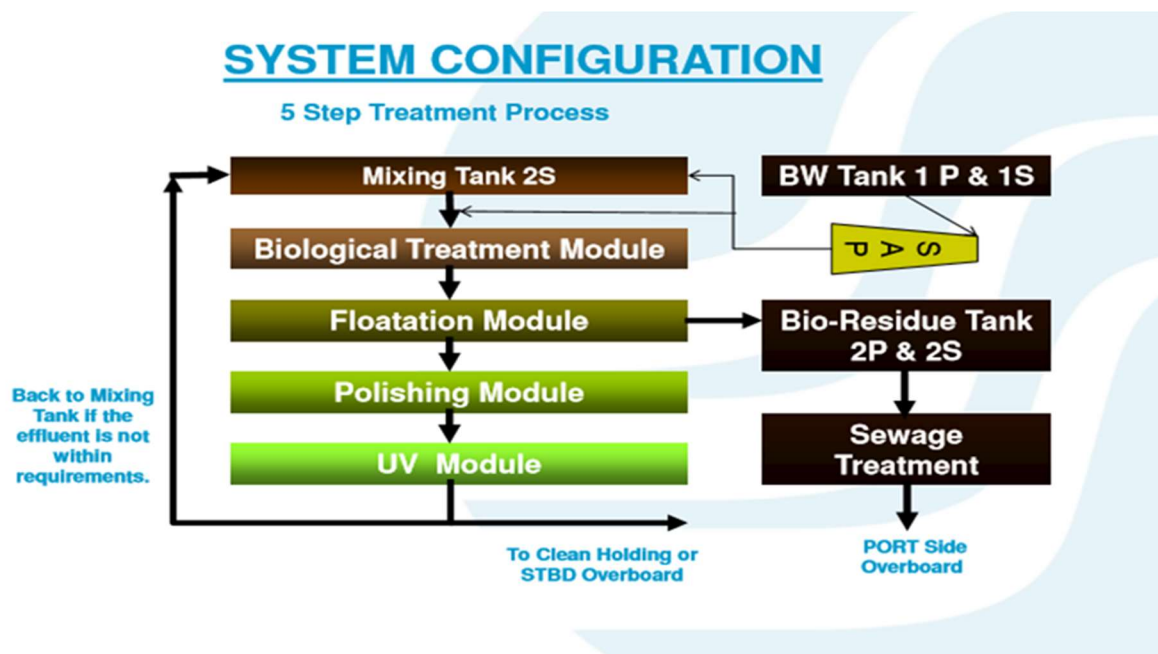
Konstituenti vode mogu biti klasificirani kao: proteini, masti i ulja, urea, deterdženti, pijesak, kemikalije i mikroorganizmi (bakterije i virusi). Ove komponente mogu biti grupisane u 4 glavne kategorije:

- čestice,
- biorazgradive organske tvari,
- nutrijenti i
- mikroorganizmi.

U cilju usaglašavanja s standardima, u okviru AWP sustava, moraju se tretirati sve četiri kategorije.

Neophodne operative jedinice za visokokvalitetan tretman otpadnih voda, prikazane slikom 6.1., su:

- Mehanička jedinica za uklanjanje čestica. To je tipično filterska jedinica;
- Spremnik za miješanje kako bi se izjednačile varijacije prilikom hidrauličnog ubacivanja, te temperatura i kompozicija vode tijekom ulaska;
- Biološka jedinica za uklanjanje biorazgradivih organskih tvari. Ovdje se za razgradnju organskih tvari koriste bakterije, što za rezultat ima konverziju organskih tvari iz vodene faze u plinovitu (CO<sub>2</sub>);
- Kemijske jedinice unutar kojih otopljene komponente reagiraju sa polimernim koagulantom kako bi se generirale čestice koje se mogu naknadno ukloniti;
- Jedinice za dezinfekciju čija je uloga uklanjanje bakterija i virusa. Uz pomoć ultraljubičastih zraka efikasno se uništavaju bakterije i mnogi virusi.



Slika 6.1. Konfiguracija sustava pročišćavanja otpadne vode kroz 5 faza; preuzeto iz interne prezentacije „Scanship AWP – Adventure of the Seas“

Izazovi s kojima se susreću oni koji su odgovorni za postrojenje za tretman otpadnih voda na brodu su:

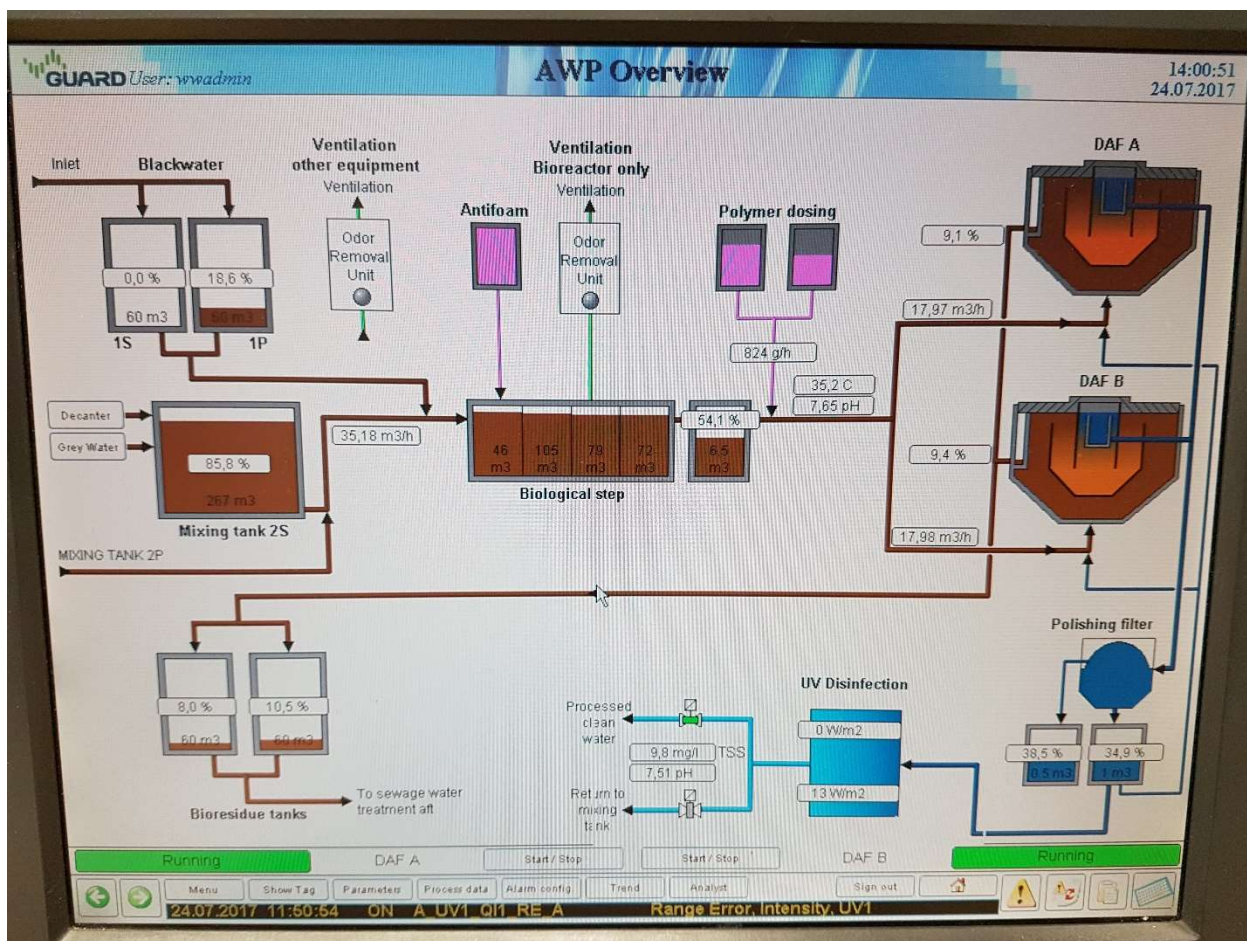
- ogromne varijacije u kompoziciji otpadnih voda tijekom dana,
- velike hidraulične varijacije, sa velikom količinom unosa tijekom ranog jutra, kasne večeri i kasno u noć,
- kretanje broda,
- nedostatak prostora na brodu.
- logistika koja se odnosi na opskrbu rezervnim dijelovima i kemikalijama.

Posebne karakteristike AWP sustava su:

- nepostojanje visokotlačnih filtera koji bi mogli uzrokovati začepljenje. Samim time nema ni potrošenje resursa na njihovo održavanje;
- zasnovanost na provjerenoj kopnenoj tehnologiji iz malih gradova Norveške;
- fleksibilnost tako da može izdržati varijacije u toku i količini ulazne vode;
- relativno jeftine operacije i dugoročne instalacije;
- dokazana uspješnost u instalacijama.

Kada je u pitanju pristup postrojenju za pročišćavanje otpadnih voda, veoma je važno da osoblje koje dolazi u kontakt s istim ima adekvatnu obuku i raspolaže potrebnim znanjem. Operater mora biti profesionalac za hidrauliku, mehaniku, kemikalije, biologiju i elektroniku. Također, veoma je važno napomenuti da svaka operacije zahtijeva posvećen rad i pristup kako za operatera tako i za činovnike koji su uključeni u sam proces.

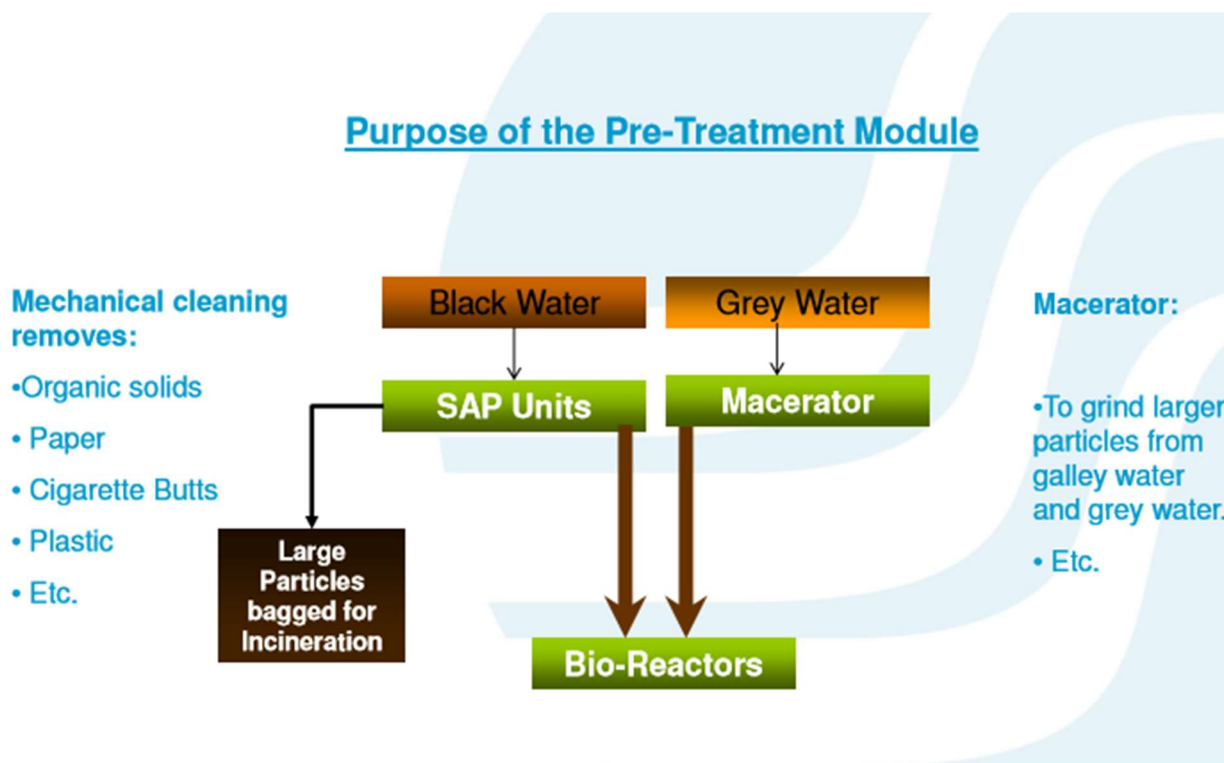
Operativne jedinice su potpuno automatizirane s interaktivnim zaslonima (slika 6.2.) smještenim u strojarnici, sobi za kontrolu postrojenja i u sobi za otpad. Sustav je povezan s RCI kompjuterskom mrežom, preko koje može biti daljinski nadgledan i upravljani. Samo odabrano osoblje ima pristup daljinskoj kontroli i sistemu za nadgledanje.



Slika 6.2. Kontrolni zaslon AWP sustava; fotografija: Nikola Marvučić

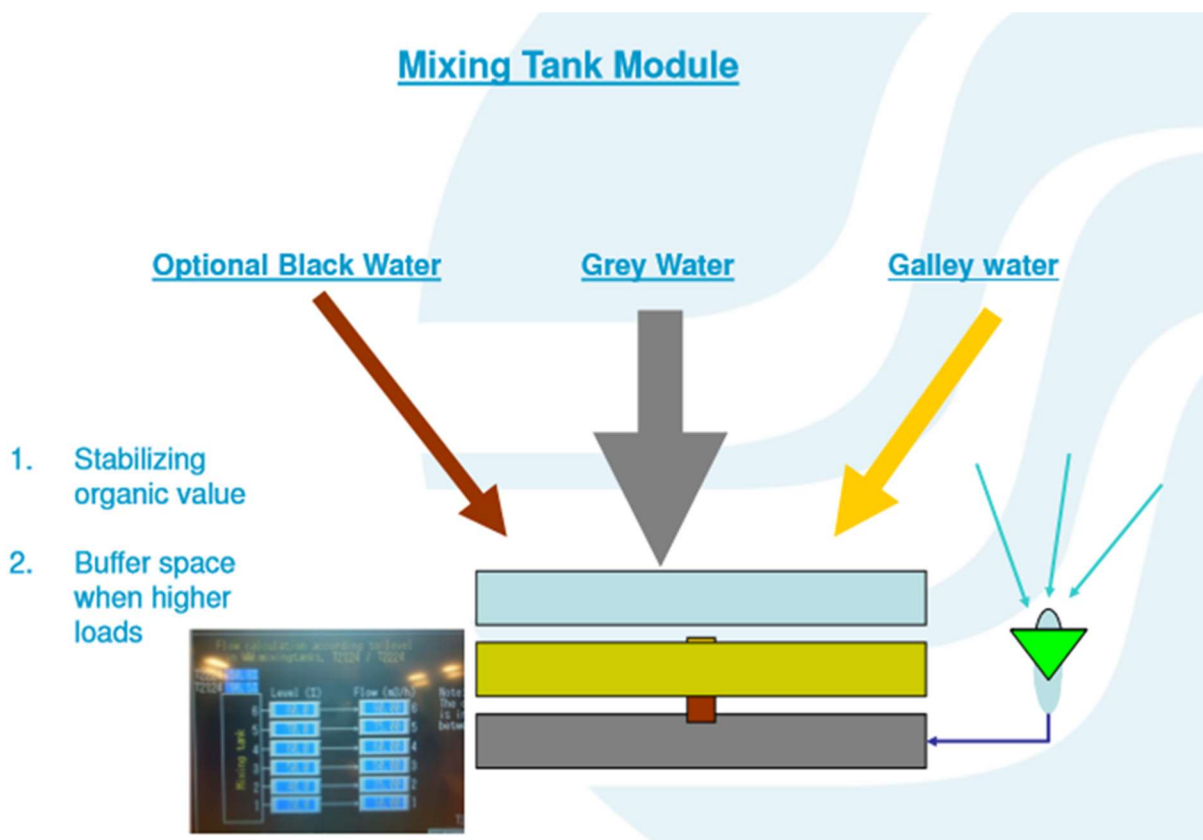


Predtretman otpadne vode obuhvaća mehanički tretman takve vode. Važnost uređaja za mehanički tretman ogleda se u uklanjanju krutih tvari iz otpadne vode koje mogu biti plivajuće ili raspršene. Uređaji za mehanički tretman otpadnih voda koriste se i u svrhu smanjenja organskog opterećenja istih (BPK<sub>5</sub> i KPK). Shema mehaničkog predtretmana prikazana je slikom 6.3.



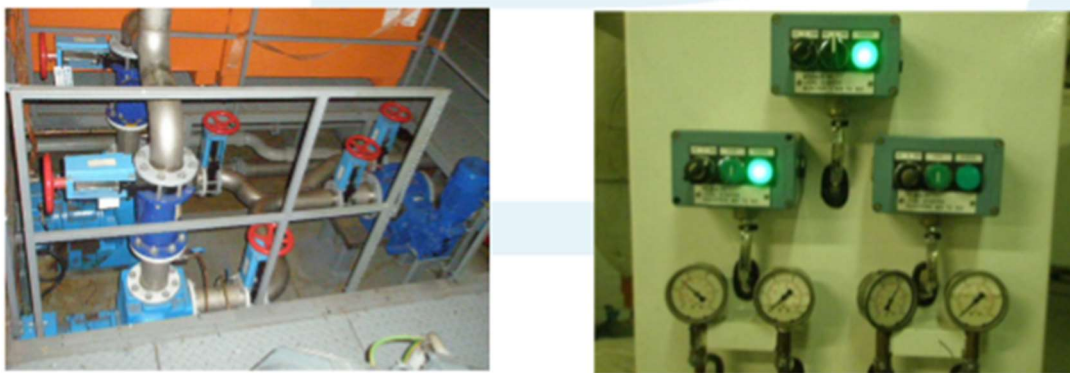
Slika 6.3. Mehanički predtretman otpadne vode na brodu *Adventure of the Seas*; preuzeto iz interne prezentacije „*Scanship AWP – Adventure of the Seas*“

Uloga spremnika za miješanje crne, sive i kuhinjske vode je stabiliziranje organskih vrijednosti, te u slučaju većih opterećenja predstavlja međuspremnik. Modul spremnika za miješanje prikazan je na slici 6.4.



Slika 6.4. Modul spremnika za miješanje crne, sive i kuhinjske vode; preuzeto iz interne prezentacije „Scanship AWP – Adventure of the Seas“

Na brodu, u okviru AWP sustava instalirane su: crpka za sivu vodu i nove crpke za napredno pročišćavanje otpadne vode. Svaka crpna stanica ima još dvije crpke za odvod suvišnog materijala. Prije i poslije svake crpke postavljeni su noževi, nepovratni ventili poslije svake crpke, te ventili za deaeraciju. Na slici 6.5. koja slijedi prikazane su crpna stanica i stanica spremnika za miješanje



Slika 6.5. Crpna stanica i stanica spremnika za miješanje; fotografija: Nikola Marvučić

Postrojenje za bioliški tretman otpadnih voda sastoji se od dva bioreaktora površine 320 m<sup>3</sup>. Bioreaktori imaju četiri mlaznice: tri u funkciji i jednu u stanju mirovanja. Postoje još dvije mlaznice koje su povezane sa distribucijom zraka i pričvršćene su za dno reaktora.

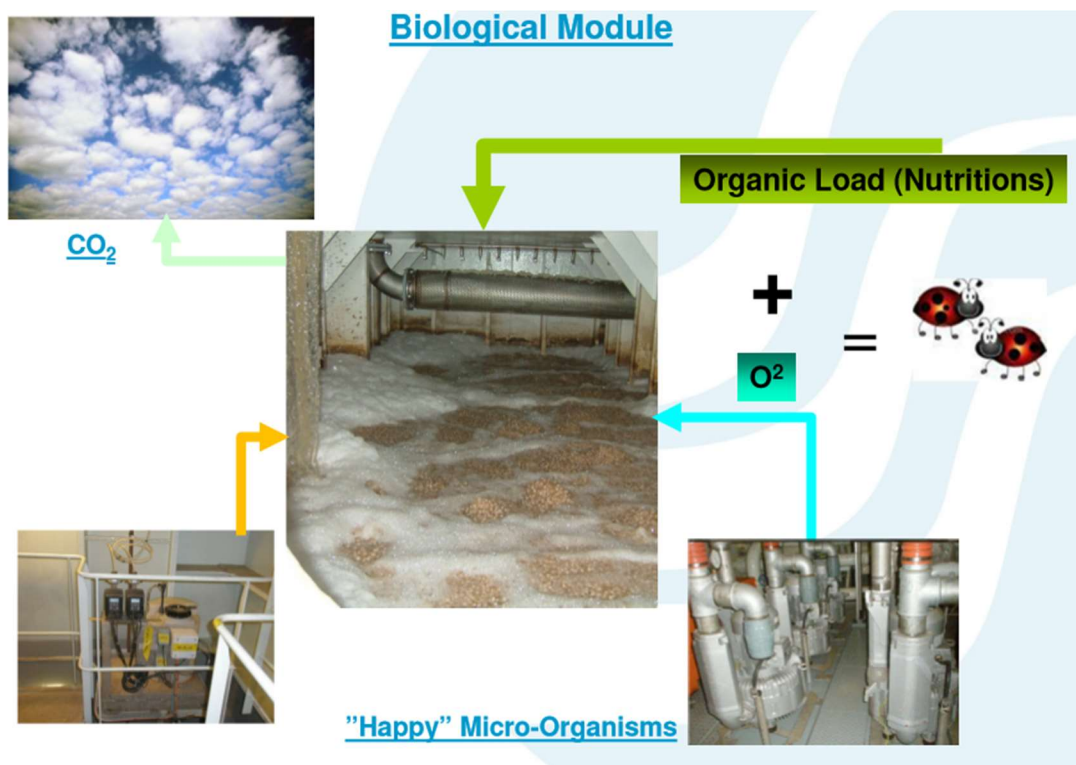
Unutar bioreaktora nalazi se približno 170 m<sup>3</sup> plastičnih filmova/nosača koji pospješuju rast “dobrih” bakterija čija se uloga ogleda u konverziji otopljene organske tvari, jednim dijelom u ugljik (IV) oksid, a ostatak se izdvaja kao biomasa. Plastični filmovi čine prostor za bakterije, koji im pruža bolje uvjete za njihov život i rast unutar bio - spremnika, te mikrobiološku respiraciju, koja se postiže uz pomoć ventilatora koji upuhuju zrak u bio - spremnike (slike 6.6. i 6.7). Ugljik (IV) oksid se uklanja iz vodenog toka u atmosferu putem ispušnog tunela. Opisani proces prikazan je na slici 6.8.



Slika 6.6. Plastični filmovi s bakterijama unutar bio - spremnika; fotografija: Nikola Marvučić

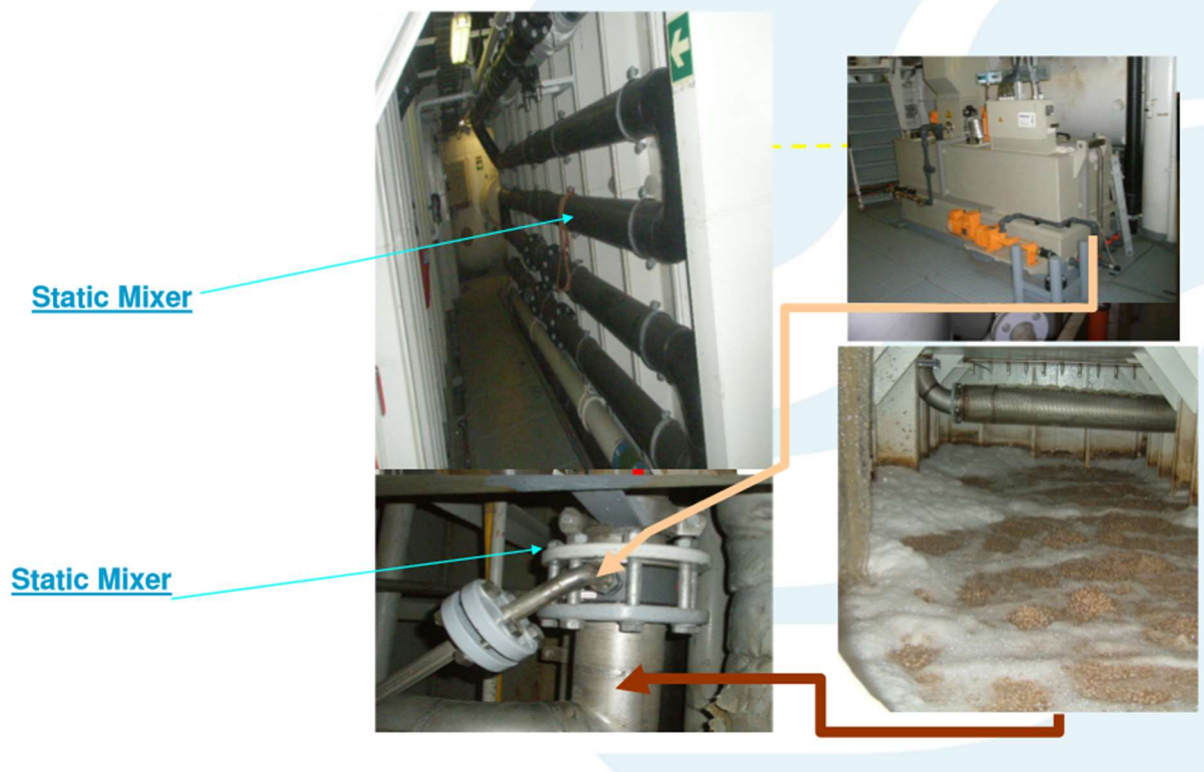


Slika 6.7. Ventilatori za upuhivanje zraka u bio - spremnike; fotografija: Nikola Marvučić



Slika 6.8. Biološki tretman otpadnih voda; preuzeto iz interne prezentacije „*Scanship AWP – Adventure of the Seas*“

Nakon biološkog tretmana slijedi kemijski tretman, koji zahtijeva dodavanje polimernih koagulanata u cilju neutralizacije otpadne vode. U svrhu razumjevanja ovog postupka važno je prethodno definirati procese koagulacije i flokulacije. „Koagulacija je postupak izbijanja naboja koloidnih čestica. Neutralizirane čestice se u tom slučaju više ne odbijaju jedna od druge i ostaju okupljene. Flokulacija je postupak okupljanja destabiliziranih/koaguliranih čestica kako bi se formirale veće nakupine ili flokule“ (<https://hr.wikipedia.org/wiki/Flokulacija>). Uređaj za flokulaciju i sam proces flokulacije koji se primijenjuje na brodu *Adventure of the Seas* prikazan je na slici 6.9.



Slika 6.9. Proces flokulacije; preuzeto iz interne prezentacije „Scanship AWP – *Adventure of the Seas*“

Uklanjanje flokula vrši se pomoću sitnih mjehurića zraka. Mjehurići nastaju dovođenjem vode u uređaj za flotaciju, koji se nalazi pod atmosferskim tlakom. Na brodu postoje dvije jedinice za flotaciju koje su postavljene poslije jedinice za flokulaciju. Ove jedinice se sastoje od 42 m dugih crpki. Tijekom ovog procesa dolazi do ekspanzije otopljenog zraka iz vode u obliku mikro mjehurića. To se postiže uz pomoć dvije jedinice za disperziju: po jedna za svaku liniju kemijskog tretmana. Jedinica za disperziju sastoji se od dvije *Nikuni* crpke i zračnog trapa, te od manometra za praćenje tlaka u uređaju za flotaciju (eng. *Disolved Air Flotation* - DAF). Količina zraka se regulira Rota-metrom, koji je povezan s usisavanjem *Nikuni* crpke za disperziju. Nastali mikro mjehurići zraka vežu se za flokule i zajedno izranjaju na površinu gdje tvore plivajući mulj. Efluent (pročišćena voda) odlazi iz uređaja za flotaciju na ponovni tretman pročišćavanja, ukoliko je kvalitet iste nezadovoljavajući, ili se ispumpava u more i to na 12 NM od obale, što je već i

naznačeno. Izdvojeni mulj odvodi se u spremnik za biološki ostatak i tu se čuva sve do iskrcavanja na kopno gdje podliježe daljnjoj obradi. Od svih operacija koje se provode u sklopu sustava za pročišćavanja otpadnih voda, proces flotacije zahtijeva najveću pažnju operatera. On mora promatrati zrak iz uređaja za disperziju te pratiti kvalitetu mulja i izlazne vode. U cilju povećanja učinkovitosti i kontrole, provodi se uzorkovanje i radi analiza. Rezultati takvih mjerenja ključni su pokazatelj uspješnosti rada uređaja za flotaciju. U tom smislu, potrebno je napomenuti da kvalitet izlazne vode iz uređaja za flotaciju najviše ovisi o doziranju polimernih koagulanata. Kako proces flotacije izgleda u praksi, na primjeru broda *Adventure of the Seas* prikazano je slikom 6.10.



Slika 6.10. Proces flotacije na primjeru broda *Adventure of the Seas*; preuzeto iz interne prezentacije „*Scanship AWP – Adventure of the Seas*“



U nastavku uređaja za flotaciju montirani su filteri za poliranje (slika 6.11.), točnije, ovaj korak nastavlja se na kemijski tretman a prethodi UV tretmanu. Uloga filtera je uklanjanje čestica koje su izbjegle kemijsku obradu. Voda ulazi u sredinu rotirajućeg bubnja s filtrirajućom mrežicom promjera 0,03 mm, prije nego završi u spremnik za tretiranu vodu. Ostatak čestica unutar bubnja sa filterom se automatski sakuplja i odvodi nazad u sustav za sive vode.

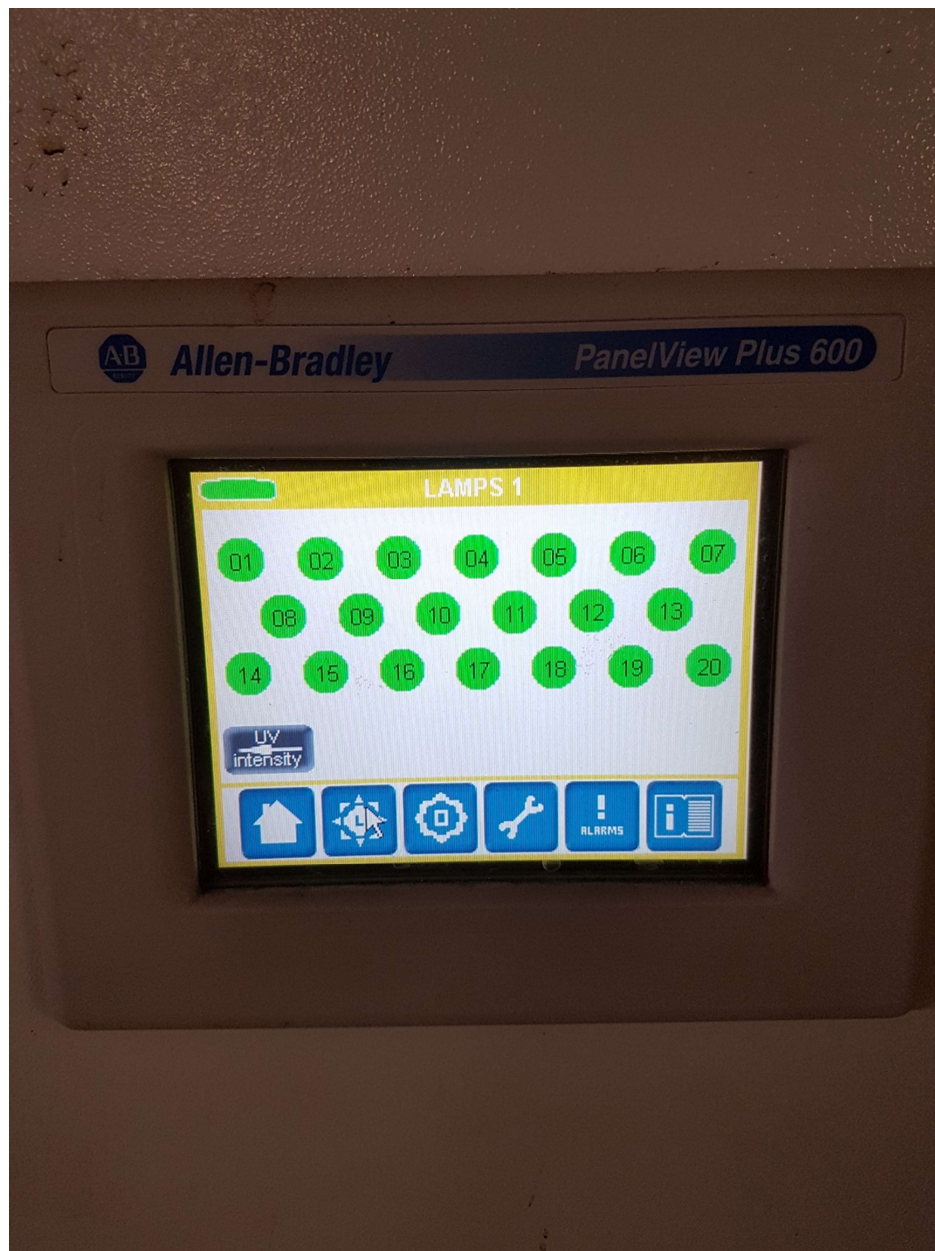


Slika 6.11. Filter za poliranje; fotografija: Nikola Marvučić

Zadnji segment AWP sustava je UV zračenje odnosno dezinfekcija koja se postiže s dvije postojeće UV jedinice na brodu. Svaka jedinica ima dvadeset lampi, koje traju više od 10 000 sati. Ukoliko se dogodi da jedna lampa prestane sa radom, obavijest o tome stiže do operativnog panela gdje se točno vidi koiu lampu treba zamijeniti. U slučaju da jedna od UV jedinica značajno izgubi na efikasnosti zbog zaprljanja lampe, ciklus čišćenja automatski započinje. Po mogućnosti jedinica se pere *Metal Bright* tekućinom, koja se mijenja novom svakog mjeseca. Djelovanjem ultraljubičastih zraka nastaju slobodni radikali, koji omogućavaju visok stupanj razgradnje onečišćujućih tvari u otpadnoj vodi. UV zraci uništavaju preko 99,9 % svih bakterija i virusa, kada je voda oslobođena od boja i čestica. UV model prikazan je na slici 6.12., a kontrolni zaslon UV lampi na slici 6.13.



Slika 6.12. UV model za dezinfekciju vode; fotografija: Nikola Marvučić



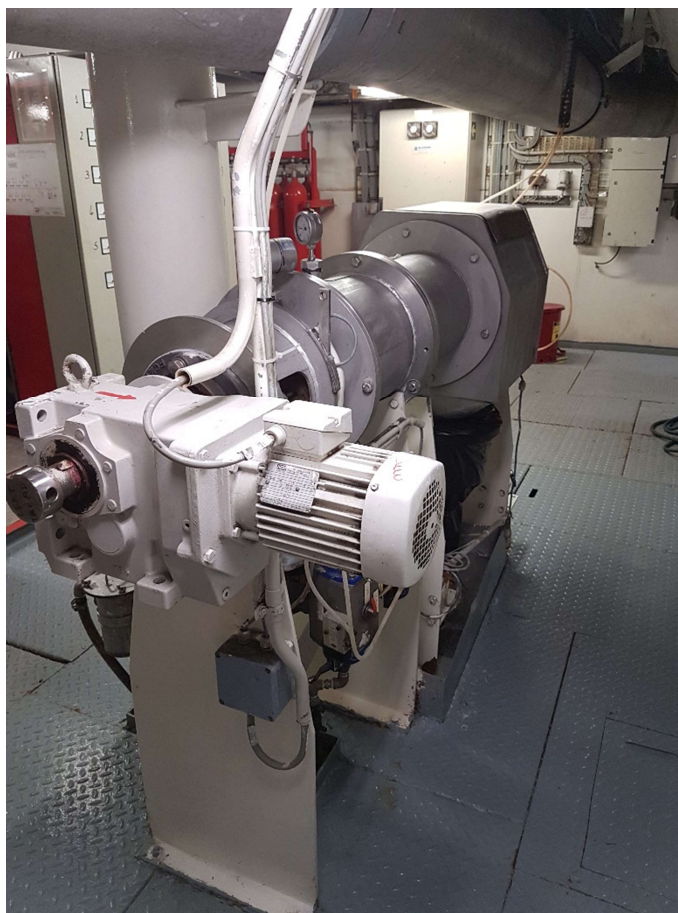
Slika 6.13. Kontrolni zaslon za UV lampe; fotografija: Nikola Marvučić

Kako bi podaci o kvalitetu tretirane otpadne vode bili uvijek na raspolaganju, na brodu je instaliran instrument za mjerenje sadržaja čestica u otpadnoj vodi (slika 6.14.). Mjeri se pH i ukupna suspendirana tvar (eng. *Total Suspended Solids – TSS*). Koncentracija TSS (mg/l) se bilježi stalno, te se ta vrijednost koristi kao polazište pri donošenju odluke o tome, da li će se tretirana voda usmjeriti ka spremniku za sivu vodu i ponovno proći proces pročišćavanja ili pak ispumpati u more.



Slika 6.14. Instrumenti za mjerenje pH i TSS; fotografija: Nikola Marvučić

Uređaj od velike važnosti kada je u pitanju tretiranje nastalog mulja prije odlaganja u spremnik sa biološkim ostatkom je dekanter (slika 6.15.). Njegova je namjena odvodnja vode nakon izvršena taloženja odnosno nakon razdvajanja faza za ispuštanje mulja i otpadne vode (slike 6.16. i 6.17.). Sadržaj suhih, krutih čestica u ulaznom mulju iznosi oko 3 - 4 %. Mulj iz koga je uklonjena voda ima sadržaj krutih čestica od oko 25 %. Izdvojena voda se ispušta u spremnik sa sivom vodom i ulazi u ponovni proces pročišćavanja. I ovom dijelu najvažniju ulogu imaju polimeri. Kako bi se kationski polimer dostavio u mulj potrebno je obaviti serijsko razrjeđivanje sirovog polimera sa tehničkom vodom. Razrjeđivanje sirovog polimera je automatizirano. Sirovi polimer i voda nastavljaju da teku brzinom 3 - 4 l/h miješajući se u mikseru. Polimer dovodi do toga da se mulj i slobodna voda odvajaju. Normalno doziranje sirovog polimera je 20 - 40 ml/m<sup>3</sup>.



Slika 6.15. Dekanter na brodu *Adventure of the Seas*; fotografija: Nikola Marvučić

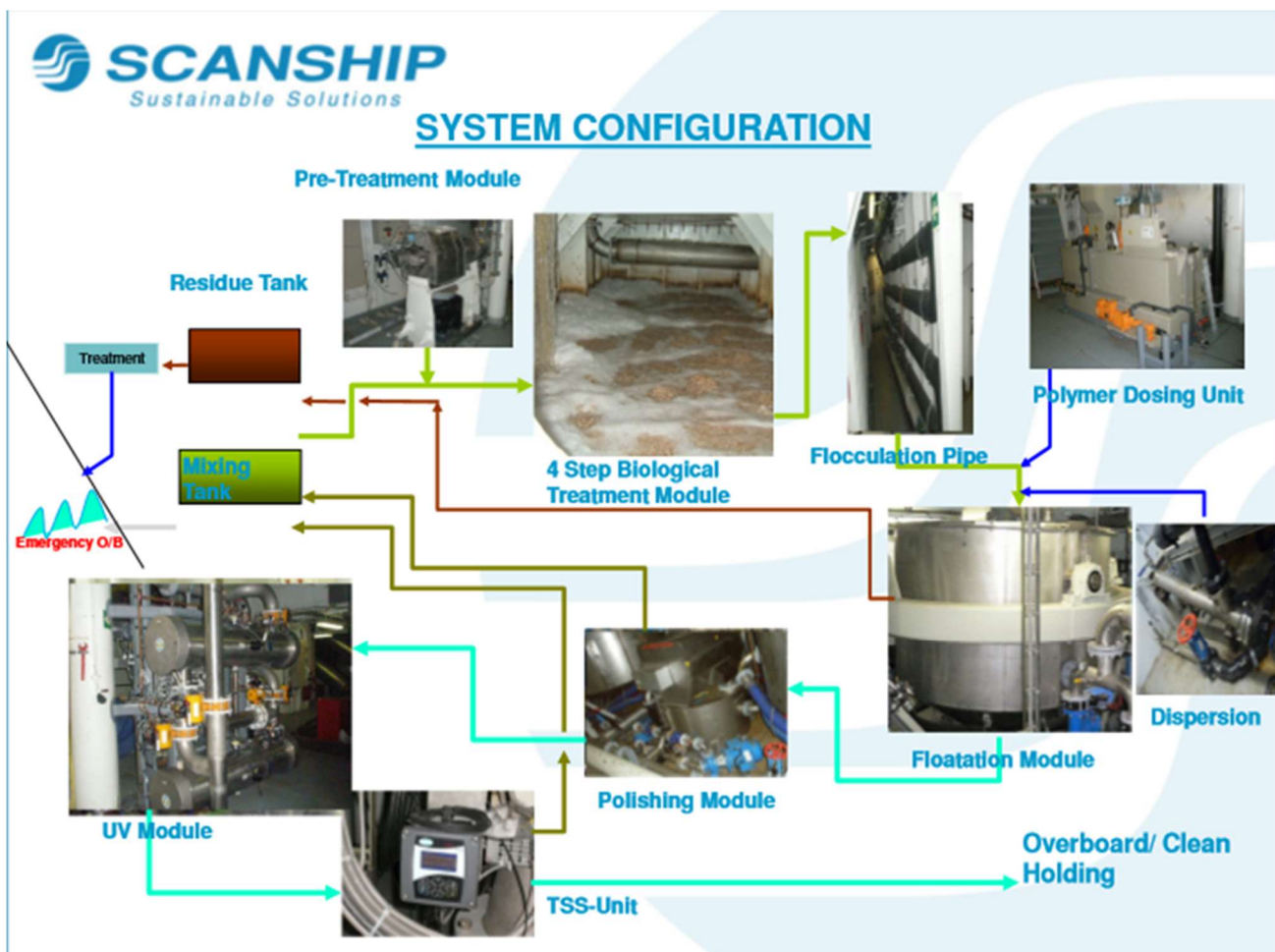


Slika 6.16. Mulj; fotografija: Nikola Marvučić



Slika 6.17. Uklonjena voda iz mulja; fotografija: Nikola Marvučić

Na kraju ovog dijela slijedi shema opisanog AWP sustava prikazana na slici 6.18.



Slika 6.18. Konfiguracija AWP sustava; preuzeto iz interne prezentacije „Scanship AWP – Adventure of the Seas“

## 6.1. Balastne vode

Balast je voda koju brodovi uzimaju radi stabilnosti plovidbe, a može sadržavati različite tekuće i/ili čvrste onečišćujuće tvari te slučajno zahvaćene organizme (alge, ličinke školjkaša, riba, puževa, rakova, bakterije, virusi). Brod se balastira relativno čistom vodom koja se usisava nekoliko metara ispod vodene linije. Također, na samom brodu postoje UV lampe za njihovu dezinfekciju koje su prikazane na slici 6.1.1. Ovisno o rasporedu plovidbe i manevarskim zahtjevima brodovi za krstarenja djelomično ispuštaju balast, što može dovesti do velikih problema. Najveći problem koji se može javiti je unošenje invazivnih vrsta koje se, ukoliko prežive, razmnožavaju velikom brzinom jer u novom okolišu nemaju prirodnih neprijatelja. Kao takve narušavaju prirodnu bioraznolikost i postaju opasnost po ekosustav i zdravlje ljudi. Kako se invazivne vrste, u većini slučajeva, mogu ukloniti samo fizički, negativna strana balastnih vode se odražava i na ekonomiju jer zahtijeva ulaganja u tom sektoru.





Slika 6.1.1. UV lampe za dezinfekciju balastne vode na brodu *Adventure of the Seas*; fotografija: Nikola Marvučić

## 7. Materijali i metode

*Royal Caribbean International* je vodeća tvrtka u svijetu krstarenja, osnovana u Norveškoj 1969. godine. Danas je u američkom vlasništvu sa sjedištem u Miamiu, Florida, SAD. Osnivač je grupe *Royal Caribbean Cruises Ltd.* (1997. godine) koja objedinjuje još pet tvrtki: *Celebrity Cruises*, *TUI Cruises*, *Pullmantur*, *Azamara Club Cruises* i *SkySea*.

*Royal Caribbean International* posjeduje dvadeset pet brodova i kontrolira 21,9 % svjetskog tržišta krstarenja. Za sve brodove ove tvrtke karakteristično je da imaju imena koja se završavaju s „ of the Seas“. I upravo na jednom takvom brodu, *Adventure of the Seas*, odrađen je ovaj diplomski rad.

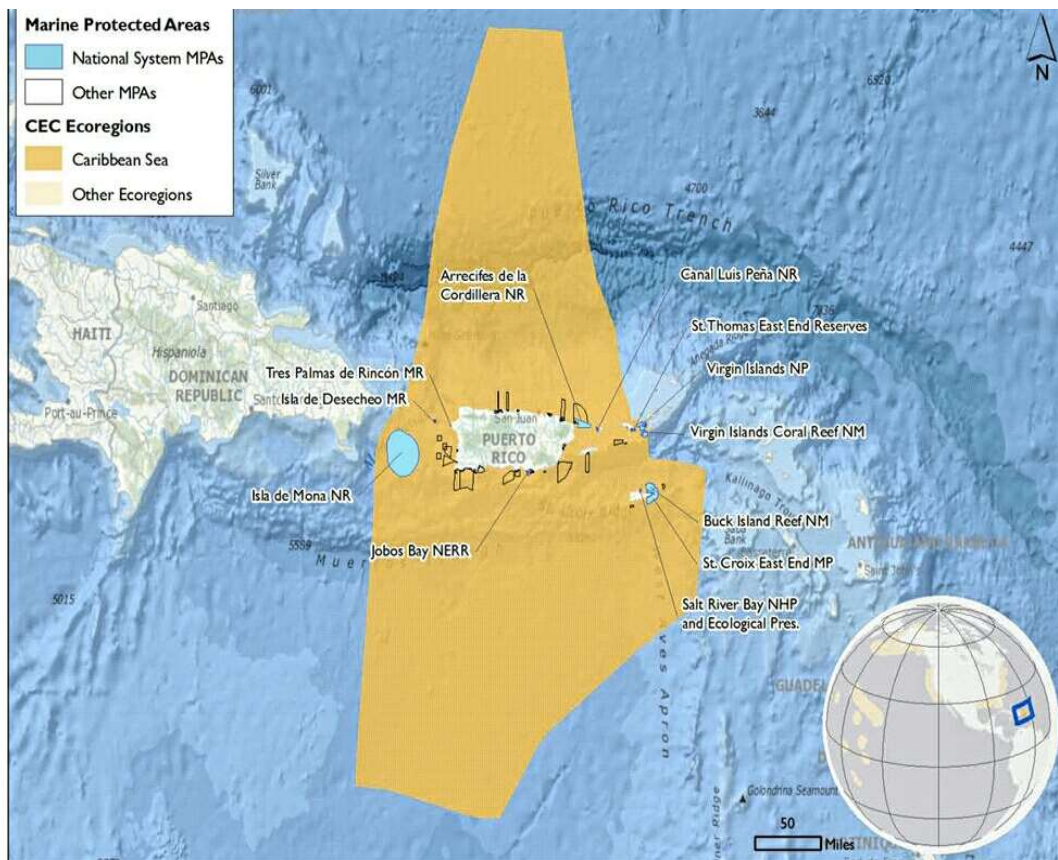
Brod je izgrađen 2001. godine u brodogradilištu Kvaerner Masa-Yards u gradu Turku, Finska. Iako pripada klasi Voyager, zbog nešto manje tonaže nije dobio priznanje najveći na svijetu, kao što to jesu svojedobno ostali brodovi navedene klase. Na prvo putovanje je isplovio 18. studenoga 2001. godine.

Dužina broda iznosi 310,90 m a širina 47,95 m. Kapacitet putnika je 3114 odnosno 3840 pri maksimalnoj popunjenosti, dok posadu čini 1180 ljudi.

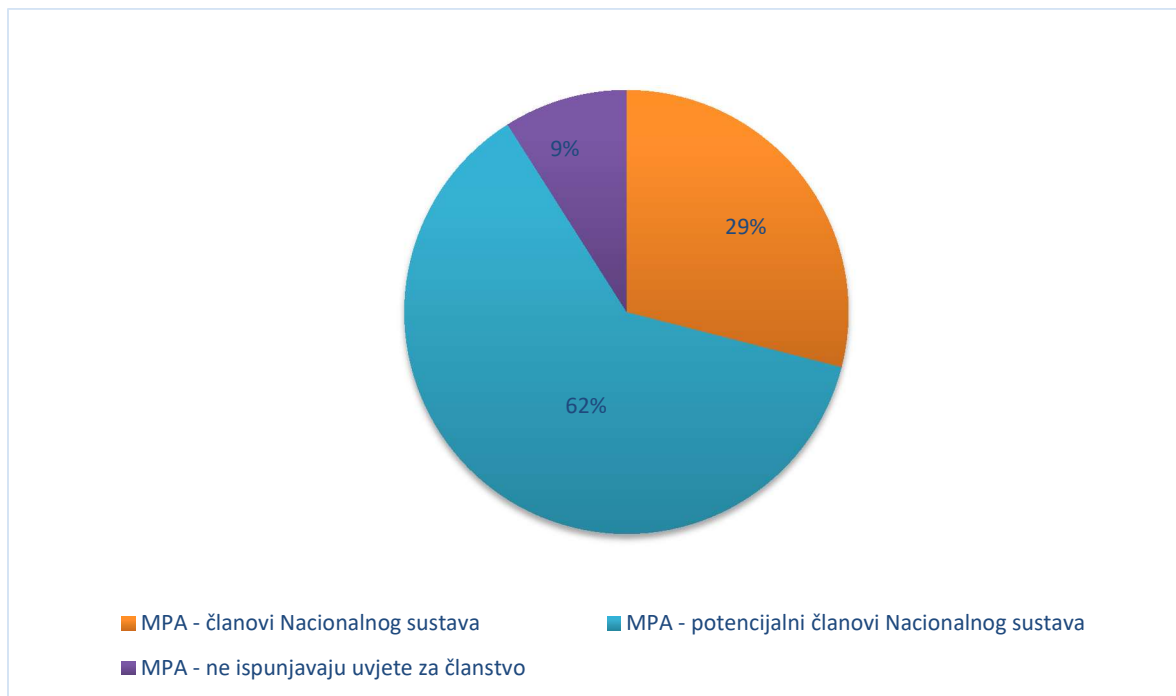
Polazna luka broda *Adventure of the Seas* je San Juan, Puerto Rico odakle isplovljava na sedmodnevna krstarenja. Tijekom tih sedam dana pristaje u: Oranjestad (Aruba); Willemstad (Curacao); Roseau (Domenica); Charlotte Amalie; Saint Croix (United States Virgin Islands (USVI)); Bridgetown (Barbados); Castires (Saint Lucia); Saint John's (Antigua and Barbuda); Philipsburg (Saint Martin).

Također, treba napomenuti da Karipsko more kojem plovi brod, predstavlja ekoregiju koja obuhvaća četrdeset dva zaštićena morska područja (eng. *Marine Protected Areas* - MPAs). Ta područja se vide na slici 7.1. Od spomenutog ukupnog broja, njih dvanaest (29 %) su članovi Nacionalnog sustava, dvadeset šest (62 %) imaju tendenciju da to

postanu ali još uvijek nisu dio sustava, a njih četiri (9 %) ne ispunjava uvjete za članstvo što je i prikazano slikom 7.2.



Slika 7.1. Karipsko more kao ekoregija; preuzeto iz interne prezentacije „NOAAs Caribbean Sea Ecoregion“













Slika 7.2. Postotak zaštićenih morskih područja u Karipskom moru






Tablica 7.1. koja slijedi predstavlja iscrpan prikaz različitih metoda koje se primijenjuju u svrhu zbrinjavanja različitog otpada, tj. njome je predstavljen cjelokupni sustav gospodarenja otpadom na brodu *Adventure of the Seas*.

Tablica 7.1. Metode zbrinjavanja otpada na brodu *Adventure of the Seas*






Otpadni tokovi	Slike	Rukovanje	Primarni metod odlaganja	Sekundarni metod odlaganja	Tercijarni metod odlaganja	Knjiga evidencije prema kategoriji
<b>Limenke aerosola</b>		Osloboditi od tlaka na brodu, a potom sakupljene prazne limenke iskrcati na kopno	Reciklirati	Bezopasni otpad	Nema podataka	C
<b>Karbonski filteri za jedinice aerosola</b>		Iscijediti sve fluide u bubanj s tekućinom aerosola i spaliti na brodu ili na kopnu	Spaliti na brodu	Bezopasni otpad	Nema podataka	F
<b>Tekućina aerosola</b>		Sakupiti u odgovarajućem i označenom metalnom bubnju i iskrcati na kopno	Opasni otpad	Nema podataka	Nema podataka	F
<b>Baterije (olovna kiselina)</b>		Odvojiti, sortirati i iskrcati na kopno	Reciklirati	Opasni/posebni otpad	Nema podataka	F
<b>Baterije(alkalne, litijumske, Ni-Cad, Zinc, Ni-MH)</b>		Odvojiti, sortirati i iskrcati na kopno	Reciklirati	Nema podataka	Nema podataka	F
<b>Biomedicinski otpad (oštrice)</b>		Odložiti u kontejner s oznakom biloške opasnosti i iskrcati na kopno	Bio - opasni otpad	Nema podataka	Nema podataka	F






<b>Biomedicinski otpad (materijali kontaminirani krvlju ili tjelesnim tekućinama)</b>		Sakupiti materijale kontaminirane krvlju ili tjelesnim tekućinama u crvenu vreću – spaliti na brodu	Spaliti na brodu	Iskrcati kao bio-opasni otpad ovlaštenom prodavcu	Nema podataka	F
<b>Kosti (otpad od hrane)</b>		Sakupiti kao USDA otpad i odložiti	Spaliti na brodu	Iskrcati kao USDA / kontaminirani otpad od hrane	Nema podataka	B
<b>Slomljeni porculan</b>		Sakupiti i oprati prije nego što se donese u sobu za otpad i nakon toga iskrcati na kopno	Reciklirati	Iskrcati kao USDA / kontaminirani otpad od hrane	Nema podataka	C
<b>Butanski upaljači</b>		Iskoristiti do pražnjenja fluida i drenirati na suhi upijajući materijal. Upijajući materijal spaliti i ostatke istovariti na kopno	Posebni otpad	Nema podataka	Nema podataka	F
<b>Karton (čisti)</b>		Karton koji se ne smatra otpadom kontaminiranim hranom potrebno je sortirati, balirati i istovariti na kopno	Reciklirati	Spaliti na brodu	Bezopasni otpad	C
<b>Karton (kontaminirani)</b>		Karton koji se smatra otpadom kontaminiranim hranom potrebno je spaliti na brodu ili iskrcati na kopno	Spaliti na brodu	Bezopasni otpad (kontaminiran hranom)	Nema podataka	C






<p><b>Čipovi za kazino</b></p>		<p>Sakuplja ih menadžer kazina dok ne budu spremni za odlaganje. Kada su spremni za odlaganje menadžer kazina mora biti prisutan tijekom uništavanja čipova</p>	<p>Spaliti na brodu</p>	<p>Slomiti i istovariti kao suhi otpad</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>C</p>
<p><b>Pribor za testiranje klora</b></p>		<p>Sakupljati prema instrukcijama danih od strane proizvođača; iskrcati na kopno</p>	<p>Bezopasni otpad</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>F</p>
<p><b>Talog od kafe</b></p>		<p>Sakupljati kao otpad od hrane</p>	<p>Spaliti na brodu</p>	<p>Iskrcati kao otpad od hrane</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>B</p>
<p><b>Bočice za testiranje</b></p>		<p>Tekućine iz bočica se prvotno dreniraju kroz sustav za crne vode. Potom se prazne recikliraju na kopnu ili spaljuju na brodu</p>	<p>Reciklirati</p>	<p>Spaliti na brodu</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>F</p>
<p><b>Građevinski materijali</b></p>		<p>Materijal se tijekom sakupljanja separira za reciklažu</p>	<p>Bezopasni otpad</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>C</p>






<b>Ulje za kuhanje</b>		<p>Sakupljati u posebnim kontejnerima za tu namjenu, te se ponovno koristi kao gorivo ili iskrcava na kopno</p>	<p>Reciklirati u kontejnerskom obliku</p>	<p>Reciklirati u obliku goriva/mulja s prethodnim odobrenjem od strane prodavca</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>D</p>
<b>Otpad od kemijskog čišćenja - PERC kontaminirano (tečno/čvrsto)</b>		<p>Tekućine i čvrsti materijal se sakupljaju u odvojene odgovarajuće, označene, plastične bubnjeve i iskrcavaju se na kopno</p>	<p>Opasni otpad</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>F</p>
<b>Otpad od čišćenja kemikalijama (non-PERC)</b>		<p>Sakupljati i sortirati prema zahtjevima prodavca za reciklažu te iskrcati na kopno</p>	<p>Bezopasni otpad</p>	<p>Zapaljivi opasni otpad</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>F</p>
<b>Elektronika</b>		<p>Sakupljati i sortirati prema zahtjevima prodavca za reciklažu</p>	<p>Reciklirati</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>F</p>
<b>Prskalice za vodu u hitnim slučajevima</b>		<p>Nakon zamjene, sakupljati u predviđene bubnjeve</p>	<p>Opasni otpad</p>	<p>Nema podataka (kontaktirati upravitelja za zaštitu okoliša)</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>F</p>




<p><b>Prazni kanisteri (uključujući i one koji su prethodno sadržavali opasne materijale)</b></p>		<p>Sakupiti, osušiti, usitniti na komade i iskrcati na kopno</p>	<p>Reciklirani otpad</p>	<p>Bezopasni otpad</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>C</p>
<p><b>Otpad od hrane</b></p>		<p>Procesuira se kroz pulvere i putem crpki ispumpava u more ili se suši i spaljuje na brodu ili se iskrca na kopno prema lokalnim regulativama</p>	<p>Putem crpki ispumpati u more ili spaliti na brodu</p>	<p>Bezopasni otpad</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>B</p>
<p><b>Staklo</b></p>		<p>Sakupljati odvojeno, sortirati, usitniti na komade te iskrcati na kopno</p>	<p>Reciklirati</p>	<p>Bezopasni otpad</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>C</p>
<p><b>Halogene žarulje</b></p>		<p>Sakupiti, sortirati i iskrcati na kopno</p>	<p>Bezopasni otpad</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>F</p>
<p><b>LED žarulje</b></p>		<p>Odvojeno sakupljati te iskrcati na kopno</p>	<p>Reciklirati</p>	<p>Bezopasni otpad</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>F</p>

<p><b>Pepeo od spaljivanja</b></p>		<p>Sakupiti i iskrcati na kopno</p>	<p>Bezopasni otpad</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>E</p>
<p><b>Ostaci od filtracije (pijesak i aktivni ugljen)</b></p>		<p>Odvojeno sakupiti u odgovarajuće bubnjeve i iskrcati na kopno</p>	<p>Bezopasni otpad</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>F</p>
<p><b>Staro željezo</b></p>		<p>Sakupljati, separirati, očistiti, usitniti i iskrcati na kopno</p>	<p>Reciklirati</p>	<p>Bezopasni otpad (konsultirati se sa upraviteljem za zaštitu okoliša)</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>C</p>
<p><b>Uljani filteri</b></p>		<p>Sakupljati u odgovarajući bubanj i iskrcati na kopno</p>	<p>Reciklirati</p>	<p>Bezopasni otpad</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>F</p>
<p><b>Materijali za pakiranje</b></p>		<p>Sakupljati u cilju ponovne uporabe, spaliti ili iskrcati na kopno</p>	<p>Ponovna uporaba</p>	<p>Spaliti na brodu</p>	<p>Bezopasni otpad</p>	<p>C</p>

<p><b>Farba i razrjeđivači</b></p>		<p>Sakupljati u označen, odgovarajući bubanj i iskrcati na kopno</p>	<p>Opsni otpad</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>F</p>
<p><b>Drvene palete</b></p>		<p>Sakupiti i složiti</p>	<p>Vratiti prodavcu</p>	<p>Reciklirati</p>	<p>Bezopasni otpad</p>	<p>C</p>
<p><b>Papir</b></p>		<p>Sakupiti i iskrcati na kopno ili spaliti na brodu</p>	<p>Reciklirati</p>	<p>Spaliti na brodu</p>	<p>Bezopasni otpad</p>	<p>C</p>
<p><b>Biber sprej</b></p>		<p>Sakupiti i iskrcati na kopno</p>	<p>Vratiti prodavcu</p>	<p>Donirati</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>C</p>
<p><b>Biljke</b></p>		<p>Sakupljati i spaliti na brodu ili iskrcati na kopno u skladu s lokalnim regulativama</p>	<p>Spaliti</p>	<p>Bezopasni otpad</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>C</p>

<p><b>Plastika</b></p>		<p>Sakupiti, sortirati, spaliti na brodu ili iskrcati na kopno</p>	<p>Reciklirati</p>	<p>Spaliti na brodu</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>A</p>
<p><b>Prijenosni ketridži za filter za vodu</b></p>		<p>Sakupiti za spaljivanje na brodu ili iskrcati na kopno</p>	<p>Spaliti na brodu</p>	<p>Bezopasni otpad</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>C</p>
<p><b>Otpad iz kopiraone (tkanina)</b></p>		<p>Sakupiti za spaljivanje na brodu</p>	<p>Spaliti na brodu</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>F</p>
<p><b>Krpe zaprljane uljem i farbom</b></p>		<p>Sakupiti, osušiti i spaliti na brodu</p>	<p>Spaliti na brodu</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>F</p>
<p><b>Male konzerve s gorivom za grijanje</b></p>		<p>Sakupiti i odstraniti nemetalne materijale i spaliti na brodu. Prazne konzerve iskrcati na kopno</p>	<p>Reciklirati</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>C</p>

<p><b>Sredstva za pjeskarenje</b></p>		<p>Sakupiti u odgovarajuće kontejnere i iskrcati na kopno</p>	<p>Klasifikacija kao bezopasni otpad prema rezultatima testiranja</p>	<p>Opasni otpad prema rezultatima testiranja</p>	<p>Nema podataka</p>	<p>F</p>
---------------------------------------	---	---	---	--	----------------------	----------

## 8. Rezultati i rasprava

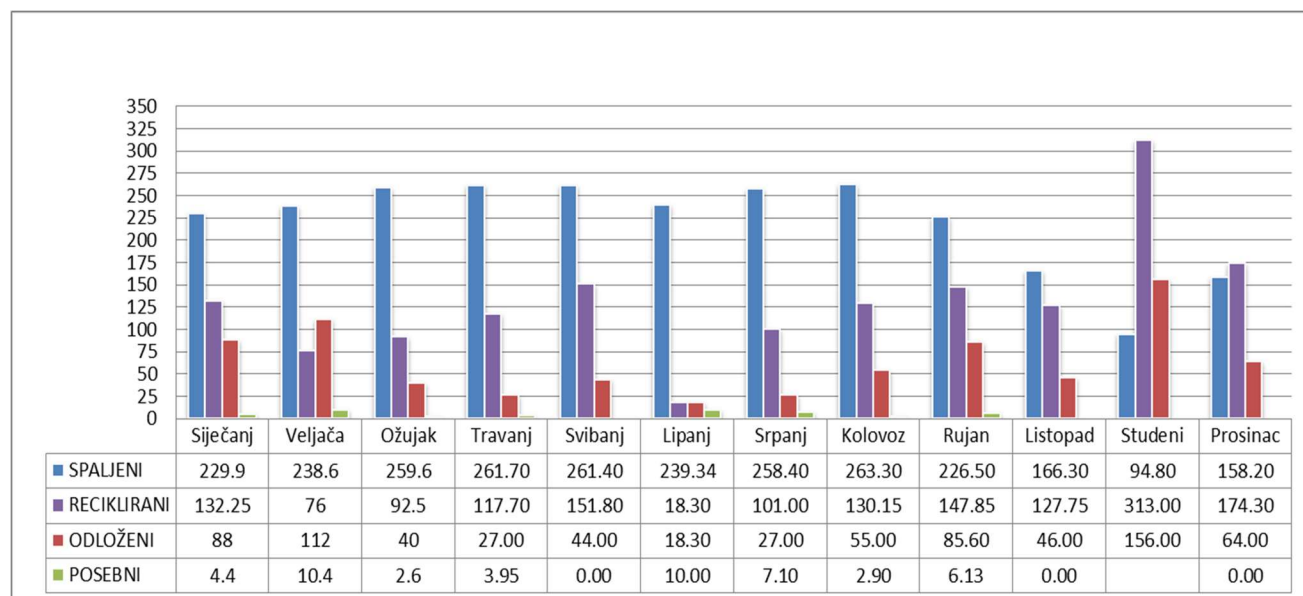
U ovom diplomskom radu obrađeni su podaci dobiveni u periodu od siječnja 2016. godine do srpnja 2017. godine, ustupljeni od strane rukovodstva broda *Adventure of the Seas* tvrtke *Royal Caribbean International*.

Tablica 8.1. koja slijedi sadrži mjesečna mjerenja koja se bilježe u knjizi smeća, i sadrži podatke o količinama otpada koji se: spaljuje, odlaže, zatim o količinama posebnog i recikliranog otpada. Ova tablica predstavlja jednogodišnji prikaz stanja na brodu *Adventure of the Seas* kada je riječ o količinama otpada koji se stvara a potom tretira na različite načine ovisno o njegovim karakteristikama. Njome je obuhvaćen period od siječnja do prosinca 2016. godine (uključujući i siječanj i prosinac).

Tablica 8.1. Količine tretiranog otpada (m<sup>3</sup>) na mjesečnom nivou za 2016. godinu

2016	SPALJENI	RECIKLIRANI	ODLOŽENI	POSEBNI
Siječanj	229,90	132,25	88,00	4,40
Veljača	238,60	76,00	112,00	10,40
Ožujak	259,60	92,50	40,00	2,60
Travanj	261,70	117,70	27,00	3,95
Svibanj	261,40	151,80	44,00	0,00
Lipanj	239,34	18,30	18,30	10,00
Srpanj	258,40	101,00	27,00	7,10
Kolovoz	263,30	130,15	55,00	2,90
Rujan	226,50	147,85	85,60	6,13
Listopad	166,30	127,75	46,00	0,00
Studeni	94,80	313,00	156,00	0,00
Prosinic	158,20	174,30	64,00	0,00

Zatim, u nastavku slijedi slika 8.1. koja predstavlja grafički prikaz podataka (grafikon) predstavljenih u tabeli iznad.

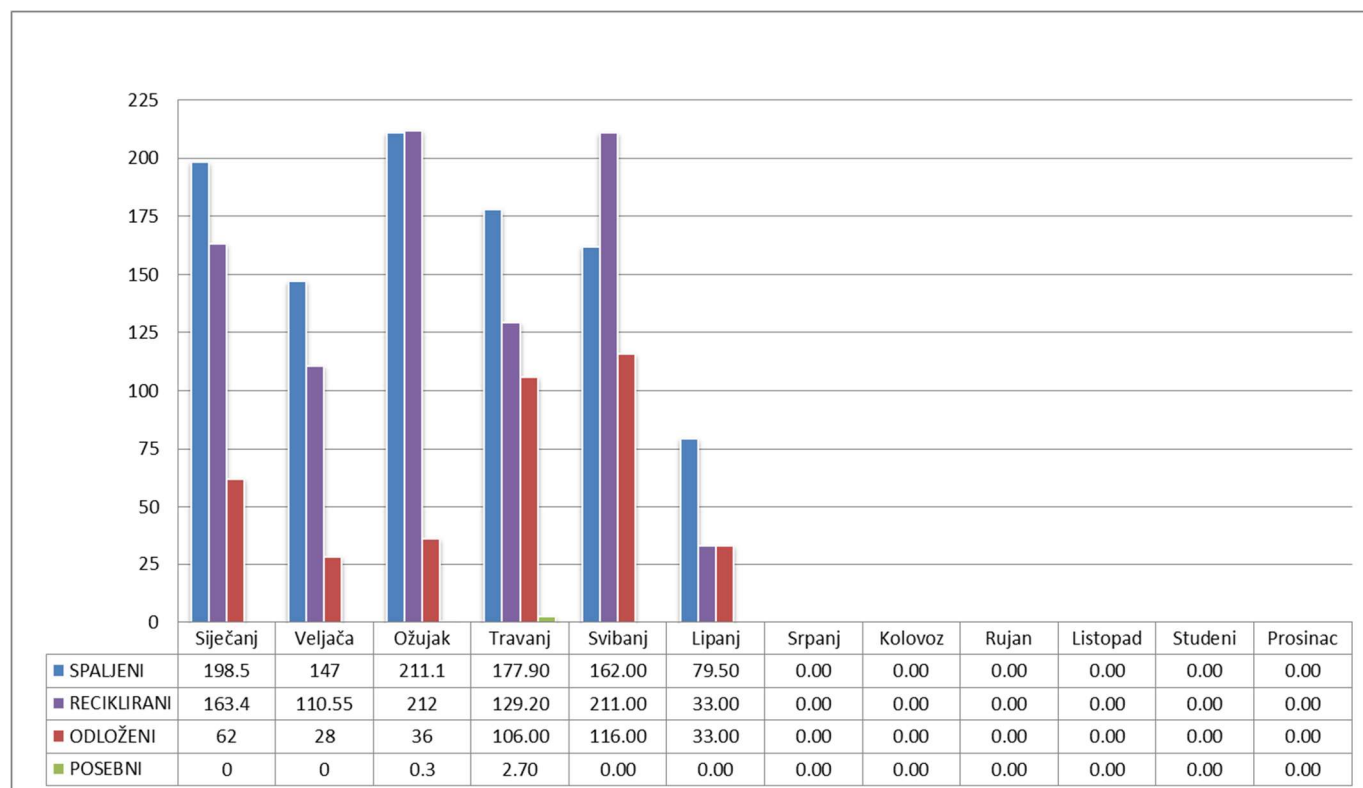


Slika 8.1. Grafički prikaz ukupnih količina otpada tretiranog na različite načine, po mjesecima, za 2016. godinu

Podaci o količinama otpada koji je tretiran na već spomenute načine, a koji su dobiveni u periodu od siječnja do srpnja 2017. godine, prikazani su u tablici 8.2., dok slika 8.2. predstavlja grafikon izrađen na osnovu istih podataka.

Tablica 8.2. Količine tretiranog otpada (m<sup>3</sup>) nastale u periodu od siječnja do srpnja 2017. godine

2017	SPALJENI	RECIKLIRANI	ODLOŽENI	POSEBNI
Siječanj	198,50	163,40	62,00	0,00
Veljača	147,00	110,50	28,00	0,00
Ožujak	211,10	212,00	36,00	0,30
Travanj	177,90	129,20	106,00	2,70
Svibanj	162,00	211,00	116,00	0,00
Lipanj	79,50	33,00	33,00	0,00



Slika 8.2. Grafički prikaz ukupnih količina otpada tretiranog na različite načine za period od siječnja do srpnja 2017. godine

Sastav otpada kruzera je sličan komunalnom otpadu. Dnevna akumulacija takvog otpada procijenjuje se na oko 3 do 4 kg po putniku. Na brodu *Adventure of the Seas*, na godišnjem nivou, prosječna količina otpada koji se:

- spaljuje, iznosi oko 2600 m<sup>3</sup>,
- reciklira, iznosi oko 1600 m<sup>3</sup>,
- odlaže, iznosi 800 m<sup>3</sup>.

Količina posebnog otpada koji se generira tijekom jedne godine u prosjeku iznosi 50 m<sup>3</sup>. Dakle, na osnovu gore predstavljene procjene, da se zaključiti da najveća količina otpada koji se generira na brodu se na njemu i spaljuje.

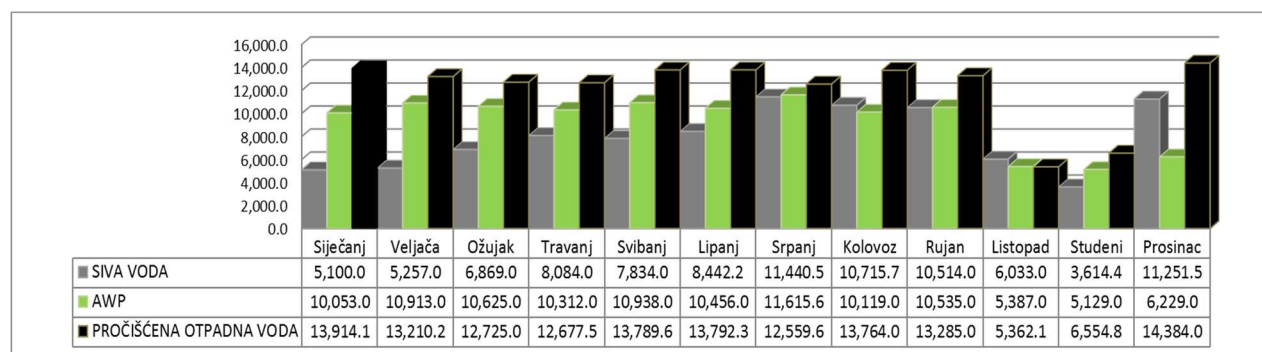


Prema nekoj općenitoj procjeni, svaki putnik na brodu za krstarenje, kapaciteta 3000 putnika, kakvog je i brod *Adventure of the Seas*, proizvede od 20 do 40 litara crne vode (voda koja sadrži fekalije iz WC-a), te otprilike 120 - 340 litara sive vode (tuševi, perilice za rublje, perilice za suđe, pranje i ispiranje brodskih površina, saune, kupke, bazeni itd.). Sadržaj otpadnih, crnih i sivih voda kao što su teški metali, bakterije i patogeni mikroorganizmi se talože na morskom dnu i predstavljaju potencijalnu opasnost kako za morski ekosustav tako i za čovjeka putem lanca ishrane.

Podaci o količinama vode u m<sup>3</sup> koje nastaju, prikupljaju se i obrađuju na brodu, prikazani su u tablici 8.3. i to po mjesecima za cijelu 2016. godinu, odnosno u tablici 8.4. za period od siječnja do srpnja 2017. godine. Tablice su upotpunjene slikama grafikona dobivenih na osnovu tabelarnih podataka (slike 8.3. i 8.4.). Količine pročišćene vode od masti i ulja kao i količine mulja koji nastaje kao sporedni proizvod u procesu pročišćavanja otpadnih voda, prikazane su tablicama 8.5. i 8.6. koje prate slike 8.5. i 8.6..

Tablica 8.3. Mjesečni prikaz količine voda različitih kategorija (m<sup>3</sup>) i ukupno stanje za 2016. godinu

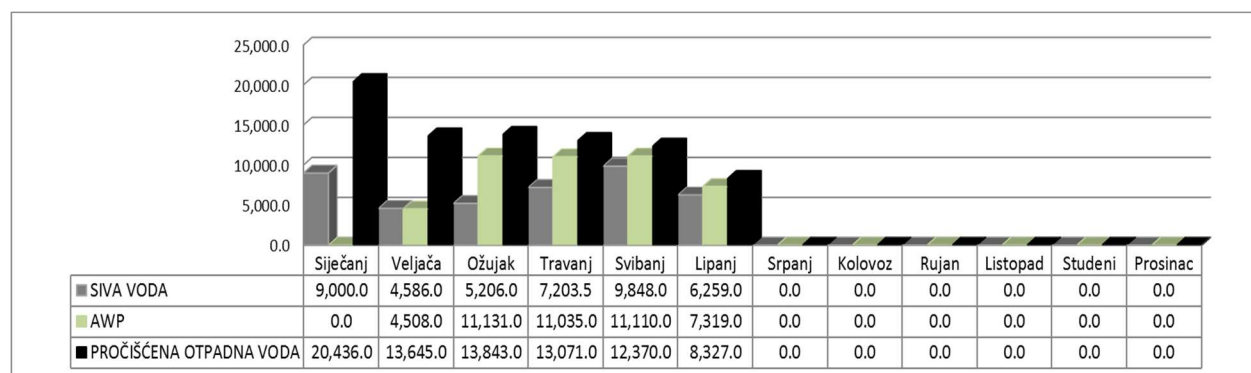
2016	SIVA VODA	AWP	CRNA VODA (PROČIŠĆENA OTPADNA VODA)	UKUPNO
Siječanj	5 100,0	10 053,0	13 914,1	29 067,1
Veljača	5 257,0	10 913,0	13 210,2	29 380,2
Ožujak	6 869,0	10 625,0	12 725,0	30 219,0
Travanj	8 084,0	10 312,0	12 667,5	31 073,5
Svibanj	7 834,0	10 938,0	13 789,6	32 561,6
Lipanj	8 442,2	10 456,0	13 792,3	32 690,5
Srpanj	11 440,5	11 615,6	12 559,6	35 615,7
Kolovoz	10 715,7	10 119,0	13 764,0	34 589,7
Rujan	10 514,0	10 535,0	13 285,0	34 334,0
Listopad	6 033,0	5 387,0	5 362,1	16 782,1
Studeni	3 614,4	5 129,0	6 554,8	15 298,2
Prosinac	11 215,5	14 384,0	14 384,0	31 864,5



Slika 8.3. Grafikon koji prikazuje stanje vode na brodu kroz mjesec za 2016. godinu

Tablica 8.4. Mjesečni prikaz količine voda različitih kategorija (m<sup>3</sup>) i ukupno stanje za period od siječnja do srpnja 2017. godine

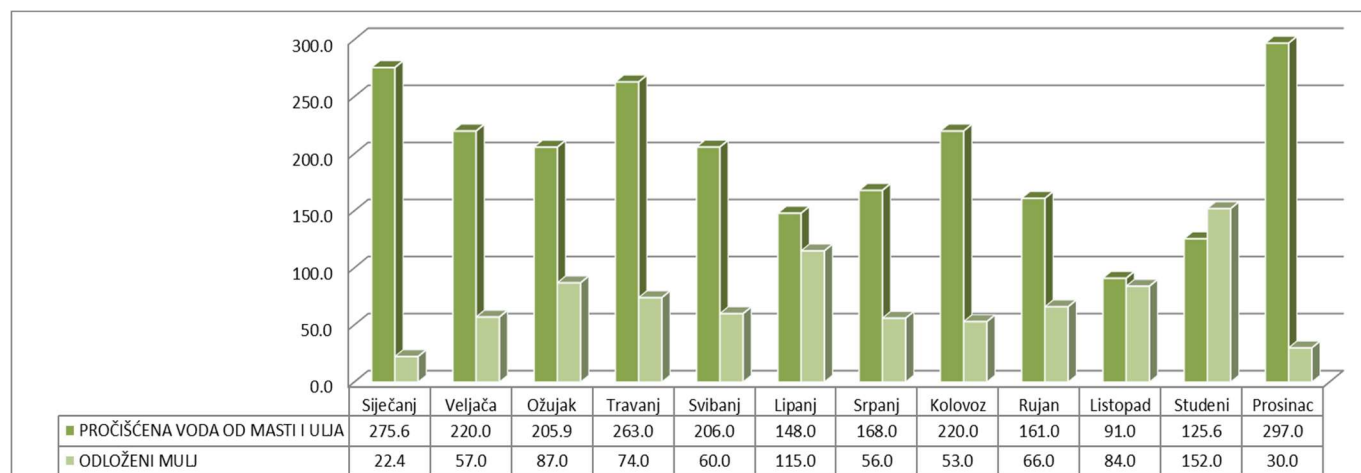
2017	SIVA VODA	AWP	CRNA VODA (PROČIŠĆENA OTPADNA VODA)	UKUPNO
Siječanj	9 000,0	0,0	20 436,0	29 436,0
Veljača	4 586,0	4 508,0	13 645,0	22 739,0
Ožujak	5 206,0	11 131,0	13 843,0	30 180,0
Travanj	7 203,5	11 035,0	13 071,0	31 309,5
Svibanj	9 848,0	11 110,0	12 370,0	33 328,0
Lipanj	6 259,0	7 319,0	8 327,0	21 905,0



Slika 8.4. Grafikon koji prikazuje stanje vode na brodu kroz prvih šest mjeseci 2017. godine

Tablica 8.5. Mjesečni podaci o količinama pročišćene vode od masti i ulja i količini odloženog mulja za 2016. godinu

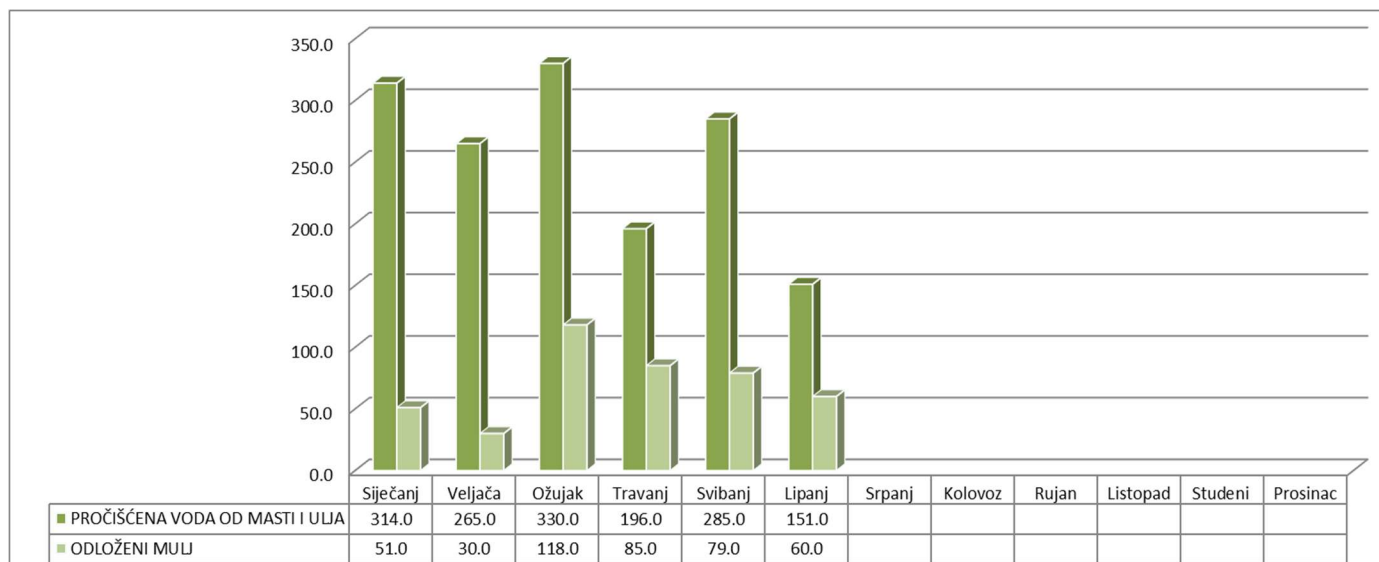
2016	PROČIŠĆENA VODA OD MASTI I ULJA	ODLOŽENI MULJ	UKUPNO
Siječanj	275,6	22,4	298,0
Veljača	220,0	57,0	277,0
Ožujak	205,9	87,0	292,9
Travanj	263,0	74,0	337,0
Svibanj	206,0	60,0	266,0
Lipanj	148,0	115,0	263,0
Srpanj	168,0	56,0	224,0
Kolovoz	220,0	53,0	273,0
Rujan	161,0	66,0	227,0
Listopad	91,0	84,0	175,0
Studeni	125,6	152,0	277,6
Prosinac	297,0	30,0	327,0



Slika 8.5. Grafikon koji prikazuje stanje o količinama pročišćene vode od masti i ulja kao i o količini odloženog mulja kroz mjesece za 2016. godinu

Tablica 8.6. Podaci o količinama pročišćene vode od masti i ulja i količini odloženog mulja za period od siječnja do srpnja 2017. godine

2017	PROČIŠĆENA VODA OD MASTI I ULJA	ODLOŽENI MULJ	UKUPNO
Siječanj	314,0	51,0	365,0
Veljača	265,0	30,0	295,0
Ožujak	330,0	118,0	448,0
Travanj	196,0	85,0	281,0
Svibanj	285,0	79,0	364,0
Lipanj	151,0	60,0	211,0

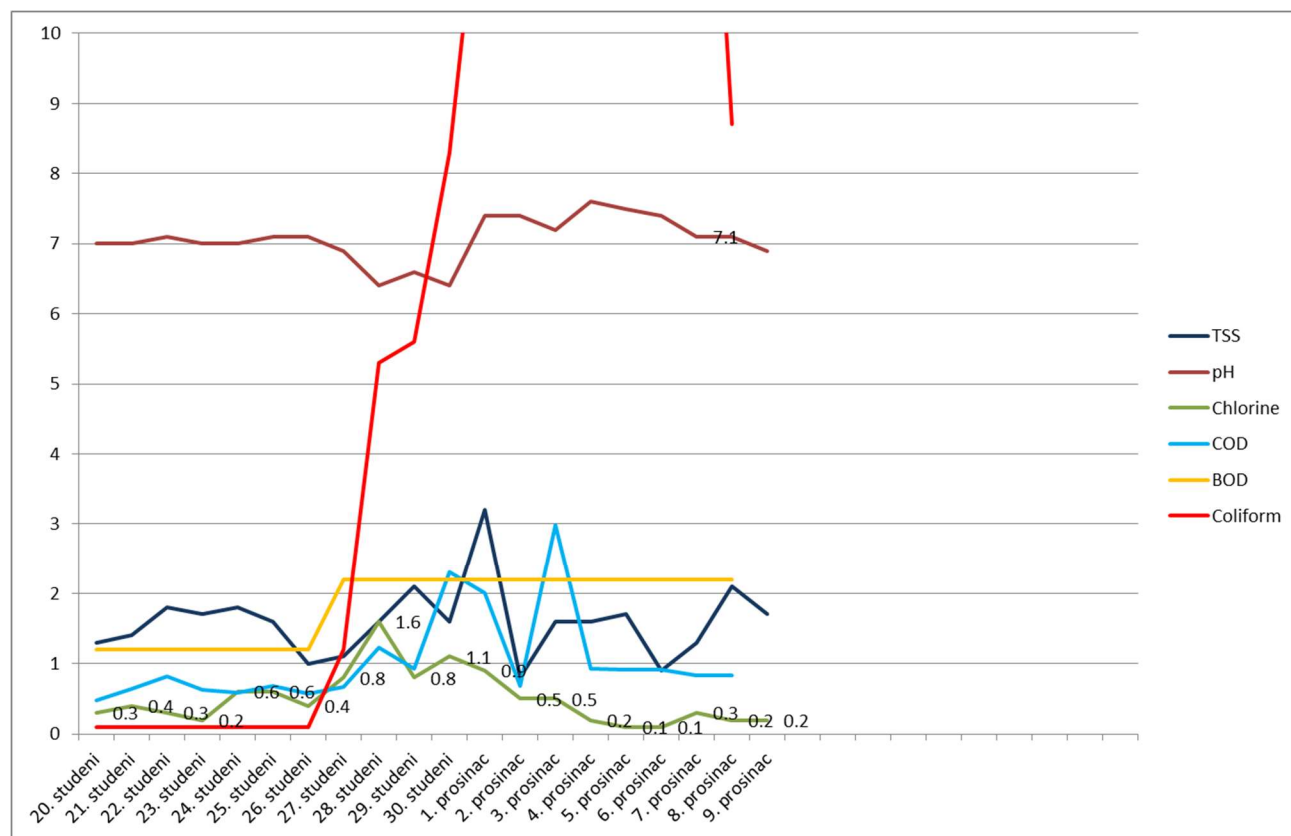


Slika 8.6. Grafikon koji prikazuje stanje o količinama pročišćene vode od masti i ulja kao i o količini odloženog mulja za period od siječnja do srpnja 2017. godine

Podaci o kakvoći vode prikazani su tablicom 8.7. Oni se koriste kao pokazatelji kvalitete pročišćene vode i efikasnosti rada samih uređaja za pročišćavanje. Procjena je urađena na uzorku vode uzetom u periodu od 20. 11. - 10. 12. 2016. godine. Tablica je i vizualno predstavljena slikom 8.7.

Tablica 8.7. Kemijski pokazatelji kvalitete vode

Datum	TSS (mg/l)	pH	Ukupan klor (mg/l)	COD (mg/l)	BOD <sub>5</sub> (mg/l)	Fekalne forme (ml)
20. studeni	1,3	7,0	0,3	0,48	1,2	0,1
21. studeni	1,4	7,0	0,4	0,64	1,2	0,1
22. studeni	1,8	7,1	0,3	0,82	1,2	0,1
23. studeni	1,7	7,0	0,2	0,63	1,2	0,1
24. studeni	1,8	7,0	0,6	0,59	1,2	0,1
25. studeni	1,6	7,1	0,6	0,68	1,2	0,1
26. studeni	1,0	7,1	0,4	0,57	1,2	0,1
27. studeni	1,1	6,9	0,8	0,67	2,2	1,2
28. studeni	1,6	6,4	1,6	1,23	2,2	5,3
29. studeni	2,1	6,6	0,8	0,93	2,2	5,6
30. studeni	1,6	6,4	1,1	2,31	2,2	8,3
1. prosinac	3,2	7,4	0,9	2,00	2,2	12,9
2. prosinac	0,8	7,4	0,5	0,68	2,2	20,0
3. prosinac	1,6	7,2	0,5	2,99	2,2	20,0
4. prosinac	1,6	7,6	0,2	0,93	2,2	20,0
5. prosinac	1,7	7,5	0,1	0,92	2,2	20,0
6. prosinac	0,9	7,4	0,1	0,91	2,2	20,0
7. prosinac	1,3	7,1	0,3	0,84	2,2	17,0
8. prosinac	2,1	7,1	0,2	0,83	2,2	8,7
9. prosinac	1,7	6,9	0,2	/	/	/



Slika 8.7. Dijagram kakvoće vode na uzorku uzetom u periodu od 20. studenoga do 10. prosinca

U poglavlju šest ovog rada, u okviru Alaska Murkowski zakona, u tablici 6.1. već su predstavljene prihvatljive vrijednosti za navedene kemijske pokazatelje, koje moraju ostati u zadanim granicama, kao što je i slučaj za navedeni period, u suprotnom, odstupanja upućuju na problem koji se mora riješiti. Voda se uzorkuje svakog dana, a presjek uzoraka se radi svakih trideset dana.

## 9. Zaključak

Iako se kruzing turizam u svijetu pojavio relativno kasno, točnije sredinom šezdesetih godina prošlog stoljeća, u zadnja dva desetljeća postignuti su impresivni ekonomski rezultati na tom polju i ovaj vid turizma iz godine u godinu pokazuje tendenciju rasta. Razlog tomu su sve prihvatljivije i dostupnije cijene putovanja. Sukladno porastu interesa i potražnje za pomorska krstarenja, srazmjerno se povećavao i broj novoizgrađenih brodova, dok se s druge strane pojavljuju negativni učinci koji se ogledaju kroz onečišćenje morskog okoliša.

Različita su mišljenja o tome u kojoj mjeri putnički brodovi za krstarenja utječu na okoliš. Dva glavna medija koja podliježu onečišćenju su zrak i voda/more. Putnički brodovi zagađuju zrak od ispušnih plinova svojih motora i spaljivanja otpada bez obzira što je to regulirano obvezom da se radi na 12 NM od obale. Također, i otpadne vode s broda su potencijalno opasne kako za ekosustave tako i za čovjeka koji ovisi o tim ekosustavima.

Stoga je u cilju zaštite mora i oceana potrebno uspostaviti stalni monitoring utjecaja putničkih brodova za krstarenje na morski okoliš, a pritom primijeniti koncept održivog razvoja. Održivi razvoj podrazumijeva ravnotežu. S tog stajališta koncepcija održivog razvoja zahtijeva (Črnjar 2002):

- očuvanje prirodnih resursa;
- veću pravednost u raspodjeli resursa i bogatstva;
- uvođenje i primjenu novih tehnologija;
- razlikovanje koncepta rasta i koncepta razvoja;
- odustajanje od aktivnosti koje bi mogle ugroziti interese budućih pokoljenja;
- prihvaćanje održivog razvoja kao filozofskog pristupa i pragmatičnog djelovanja.



Dakle, potrebno je balansirati između ekonomskog prosperiteta i zaštite okoliša. Neophodno je stvoriti uvjete koji omogućavaju provođenje stroge kontrole i primijenjivanje mjera za minimiziranje utjecaja na okoliš.

Upravo zbog neprocjenjivog značaja mora za život ljudi i ostalih živih organizama, zaštita prirode i okoliša mora biti imperativ.

## LITERATURA

Amižić Jelovčić, P. (2008) *Onečišćenje morskog okoliša balastnim vodama s posebnim osvrtom na međunarodnu konvenciju o nadzoru i upravljanju brodskim balastnim vodama i talozima iz 2004. godine. Zbornik radova Pravnog fakulteta u Splitu, 45(4), 797-810, dostupno na <http://hrcak.srce.hr/32398>*

Carić, H. (2010) *Direct pollution cost assessment of cruising tourism in the Croatian Adriatic, Financial theory and practice, 34(2), 161-180, dostupno na: <http://hrcak.srce.hr/53595>*

Črnjar, M. (2002) *Ekonomika i politika zaštite okoliša*, Rijeka: Ekonomski fakultet Sveučilišta i Glosa

Grabovac, I. (1995) *Hrvatsko pomorsko pravo i međunarodne konvencije*, Split: Književni krug

Institut za turizam Zagreb, pomorski fakultet Rijeka (2007) *Studija održivog razvoja kruzing turizma u Hrvatskoj*, Zagreb: Institut za turizam

International Maritime organization (2006) *MARPOL 1973/1978 konvencija*, London

Lušić, Z., Jelić Mrčelić, G., Slišković, M. (2009) *Planiranje zbrinjavanja otpada s brodova u lukama*, III savjetovanje o morskoj tehnologiji in memoriam Zlatku Winkleru: urednik Rožanić, I., Rijeka, 2010. str. 94 – 100, dostupno na: <https://www.bib.irb.hr/473902>

Milošević Pujo, B., Radovan, H. (2005) *Sprječavanje onečišćenja mora po MARPOL-konvenciji, "Naše more" 52(5-6)/2005.*, dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/12538> [pristupljeno 17. studenoga 2017. godine]

Zakon o održivom gospodarenju otpadom (2013), br. 94/2013, odj. Pravilnik o gospodarenju medicinskim otpadom (NN 50/2015), Zagreb: Ministarstvo zaštite okoliša i prirode

## Internet

<https://anastankovic46.wordpress.com/voda-u-prirodi-i-njen-znacaj/>

<https://www.azuvoda.hr/recikliranje-vode/recikliranje-sive-vode/>

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Flokulacija>

<http://www.propisi.hr/print.php?id=8834>

## Interna literatura

Podaci prikupljeni tijekom istraživanja na putničkom brodu *Adventure of the seas*, tvrtke *Royal Caribbean International*

Podaci iz interne baze podataka, ustupljeni od strane tvrtke *Royal Caribbean International*  
- pravilnici, prezentacije, projekti

# ŽIVOTOPIS

## Osobni podaci

Ime	Nikoleta Marvučić
Adresa	Horvaćanska cesta 45, 10 000 Zagreb, Hrvatska
Mobitel	+385976204667
e-mail	nikoletamarvucic@gmail.com
Datum rođenja	17. 06 .1992. godine
Spol	Ž

## Edukacija

2015. – 2017. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno - matematički fakultet - PMF

2012. – 2015. Univerzitet Crne Gore, Metalurško - tehnološki fakultet - MTF  
BApp zaštita životne sredine

## Ostalo

- Engleski jezik - korištenje u govoru i pismu
- Vozačka dozvola B kategorije