CHALMERS

Hantering av svart- och gråvatten

En studie om kunskapsnivån hos berörda aktörer

Examensarbete inom sjöingenjörsprogrammet

MATTIAS NORDBERG
KARL STEN

INSTITUTIONEN FÖR MEKANIK OCH MARITIMA VETENSKAPER

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2024

Hantering av svart- och gråvatten

En studie om kunskapsnivån hos berörda aktörer

Examensarbete inom sjöingenjörsprogrammet

MATTIAS NORDBERG
KARL STEN

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper
Avdelningen för maritima studier
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2024

Hantering av svart- och gråvatten
En studie om kunskapsnivån hos berörda aktörer

MATTIAS NORDBERG
KARL STEN

© MATTIAS NORDBERG, 2024
© KARL STEN, 2024

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper
Chalmers tekniska högskola
SE-412 96 Göteborg
Sverige
Telefon: + 46 (0)31-772 1000

Omslag:
Marinflocs ASTS 60 lyfts ombord på Sovereign 2012 i Marseille.
Bilden har tillhandahållits av Marinfloc. Återgiven med tillstånd.

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper
Chalmers tekniska högskola
Göteborg, Sverige 2024

FÖRORD

Detta examensarbete är skrivet av två studenter som läser sjöingenjörsprogrammet på Chalmers tekniska högskola. Programmet omfattar 180 poäng och examensarbetet omfattar 15 poäng.

Vi vill tillägna ett stort tack till Marinfloc i allmänhet samt Peter Lanzén och Benny Carlson i synnerhet, som har varit till stor hjälp i att både ge oss idén om detta ämne samt försett oss med en bra grund att utgå ifrån. I höstas höll de en föreläsning för oss om länsvattenseparering, vilket var mycket intressant. Vi beslöt oss då att fråga om de hade något examensarbete de ville ha skrivet åt dem. De förklarade för oss att de hade tankar om vad vi kunde skriva om, och vi fick komma på besök på deras anläggning på Orust där vi gick igenom och kom fram till vad denna rapport skulle handla om.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare Jan Skoog som varit väldigt behjälplig under hela skrivprocessen och hjälpt oss på vägen. Vi vill även tacka de personerna som ställt upp på intervjuer samt de som tagit tid och svara på den enkät som skickades ut. Utan dessa personer hade vi inte kunnat skriva om detta ämne.

Hantering av svart- och gråvatten
En studie om kunskapsnivån hos berörda aktörer

MATTIAS NORDBERG
KARL STEN

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper
Chalmers tekniska högskola

SAMMANDRAG

Enligt utredningar som gjorts på fartyg har det framgått att utsläppen från dess renade svart- och gråvatten, alltså fartygets avloppsvatten, inte har varit tillräckligt rena. Det visade sig att trots att många fartyg använde typgodkända system som borde rena tillräckligt bra för att klara reglerna fungerade inte systemen som de borde på grund av okunskap och bristande handhavande. Denna rapport utreder kunskapsnivån hos examinerade samt studerande sjöingenjörer. Denna utredning gjordes via en surveyundersökning. Intervjuer gjordes med maskinister samt med personer som arbetar på företag som utvecklar system som renar svart- och gråvattnet. Dessa intervjuades för att reda ut vad man som maskinist behöver kunna för att systemen skall fungera på ett korrekt sätt. De svarade även på vad som skulle behövas i en utbildning om dessa typer av system. Det som framkom efter undersökningen och intervjuerna var att det finns en kunskapslucka när det kommer till svart- och gråvatten och att det i sin tur leder till ökade utsläpp av skadliga ämnen. I undersökningen uppmanades maskinister och studenter att utvärdera sig själva i vad de tyckte att de kunde samt tyckte om ämnet. Därefter fick de ett kunskapstest. Detta visade att det fanns ett intresse samt ett behov av en utbildning. I intervjuerna framgick det tydligt vad en maskinist bör ha för kunskap samt vad för konsekvenser som bristande kunskap kan leda till. Implementering av hantering av svart- och gråvatten i läroplanen för sjöingenjörer kan leda till mindre utsläpp av skadliga ämnen samt en säkrare arbetsplats ombord.

Nyckelord: gråvatten, IMO, MARPOL, regler, sewage treatment system, svartvatten, utbildning, övergödning

The handling of black- and grey water
A study about the level of knowledge among the relevant stakeholders

MATTIAS NORDBERG
KARL STEN

Department of Mechanics and Maritime Sciences
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

According to investigations conducted on ships, it was stated that the pollution of the purified black- and grey water (the ships sewage water), was not clean enough. It was shown that although many ships had approved systems that should clean the sewage well enough to pass the limits regulated, the systems did not work as they should due to lack of knowledge and inadequate handling. This report investigates the level of knowledge of examined and aspiring marine engineers. This investigation was conducted through a survey study. Interviews were conducted on second engineers and with people who are working in the business that is developing sewage treatment systems (the systems purifying the sewage). They were interviewed to explain what an engineer working on a ship needs to know to make sure their systems are working properly. They also answered questions about what needs to be included in an education about these types of systems. Findings from the survey and the interviews was that there is a knowledge gap concerning black- and grey water, which could result in increased emission of harmful substances. In the survey, marine engineers and students were asked to evaluate themselves in what they thought they knew about the topic. Thereafter they did a test of knowledge. Results indicated a clear interest and need for an education in this area. The interviews highlighted the essential knowledge areas for marine engineers and the potential risks from lack of knowledge. Implementing training in black- and grey water management within the curriculum for marine engineers could lead to reduced emissions of harmful substances and a safe working environment aboard ships. This report is written in Swedish.

Keywords: black water, education, eutrophication, grey water, IMO, MARPOL, rules, sewage treatment system

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Inledning 1
1.1 Bakgrund 1
1.2 Syfte 2
1.3 Frågeställning 2
1.4 Avgränsningar 2
2. Teori 3
2.1 Grundläggande om svart- och gråvatten 3
2.1.1 Testmetoder ombord 4
2.2 Regelverk 6
2.2.1 IMO och MARPOL 6
2.2.2 STCW 7
2.3 Reningsprocessen 8
2.4 Konsekvenser 9
2.4.1 Övergödning 9
2.4.2 Patogener 10
2.4.3 Svavelväte 11
2.5 Problematiken idag 11
3. Metod 12
3.1 Litteratursökning 12
3.1.1 Regelverk 12
3.2 Surveyundersökning 12
3.3 Intervjuer 12
3.3.1 Urval 13
3.4 Analys av data 13
3.5 Etik 13
4. Resultat 14
4.1 Vad har examinerade och blivande sjöingenjörer för uppfattning om sin kunskap om svart- och gråvatten när de examineras från sin högskola? 14
4.1.1 Del 1 av surveyundersökning 14
4.1.2 Del 2 av surveyundersökning 16
4.1.3 Del 3 av surveyundersökning 19
4.2 Intervjuer 23
4.2.1 Vad behöver maskinbefäl ha för kompetens om svart- och gråvatten för att uppfylla kraven om lagstiftning? 23
4.2.2 Vad hade en utbildning inom svart- och gråvatten behövt innehålla för att personal ska få den kunskap som krävs för att nå dessa krav? 24

5. Diskussion 27
5.1 Vad har examinerade och blivande sjöingenjörer för uppfattning om sin kunskap om svart- och gråvatten när de examineras från sin högskola? 27
5.2 Vad behöver maskinbefäl ha för kompetens om svart- och gråvatten för att uppfylla kraven om lagstiftning? 28
5.3 Vad hade en utbildning inom svart- och gråvatten behövt innehålla för att personal ska få den kunskap som krävs för att nå dessa krav? 29
5.4 Metoddiskussion 30
6. Slutsatser 32
6.1 Rekommendationer till fortsatt arbete 32
Källförteckning 33
Bilagor ..... 1(35)
Bilaga 1 - Surveyundersökning ..... 1(35)
Bilaga 2 - Frågor som använts i intervjuer ..... 4(38)

FIGURFÖRTECKNING

Figur 1 Metod för testning av turbiditet 5
Figur 2 Exempel på Marinflocs system för rening av SGV 9
Figur 3 Respondenternas examensår. 15
Figur 4 Universitet vid vilket respondenterna studerat. 15
Figur 5 Respondenternas nuvarande sysselsättning. 16
Figur 6 Respondenternas uppfattning om sin kunskap gällande hantering av SGV. 17
Figur 7 Respondenternas uppfattning om sin kunskap gällande regler angående SGV. 17
Figur 8 Examinerade respondenters uppfattning om sin kunskapsnivå vid examen. 18
Figur 9 Respondenternas svar på var deras kunskap om SGV kommer från. 18
Figur 10 Respondenternas inställning till en utbildning om SGV. 19
Figur 11 Respondenternas svar på vad MARPOL säger om gråvatten. 19
Figur 12 Respondenternas svar på vad MARPOL säger om svartvatten. 20
Figur 13 Respondenternas svar på vilka begrepp som har med SGV att göra. 21
Figur 14 Respondenternas svar på om ett fartyg i internationell trafik måste ha en anläggning ombord för att rena SGV. 22
Figur 15 Respondenternas svar på vad det blir för konsekvenser vid felaktigt utpumpande av svartvatten. 22

TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1 Normala värden på obehandlat SGV samt utsläppskrav från IMO. 3
Tabell 2 Respondenter för intervjuer 13

FÖRKORTNINGAR OCH BEGREPP

ASTS	Advanced sewage treatment system
BOD	Biochemical oxygen demand
COD	Chemical oxygen demand
GT	Gross tonnage
IMO	International Maritime Organization
MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships
SGV	Svart- och gråvatten
STCW	Standards of Training and Certification and Watchkeeping
STS	Sewage treatment system
TCB	Thermotolerant coliform bacteria
TSS	Total suspended solids

1. INLEDNING

Sjöfartsindustrins snabba utveckling tillsammans med den moderna marina tekniken har lett till ökade utsläpp av svart- och gråvatten i haven. Svartvatten som är avfallsvatten från toaletter, och gråvatten som är avfallsvatten från exempelvis diskning och duschning, innehåller föroreningar som kan vara skadliga för den marina miljön och människors hälsa. Till följd av detta har påfrestningarna på människans hälsa och på den marinbiologiska miljön ökat (Zhu m.fl., 2016).

Hur fartyg går till väga för att göra sig av med svart- och gråvatten kan delas in i två sätt; icke-utsläpp och utsläpp (Chen m.fl., 2022). Det förstnämnda syftar till metoden att lagra avfallet ombord i en tank och vid ankomst till hamn pumpa i land detta och på så sätt göra utsläppet av svart- och gråvatten i havet lika med noll. Detta tillvägagångssätt är enkelt att ha i drift; det krävs bara en tank som är rymlig nog. Det andra sättet är att använda ett ”Sewage Treatment System” (STS) för att filtrera och rena avfallet och sedermera pumpa detta överbord (Chen m.fl., 2022).

Vidare skriver Chen m.fl. (2022) att avloppsvatten från fartyg innehåller högre halter av salinitet, Chemical Oxygen Demand (COD), ammoniak, fosfat och Total Suspended Solids (TSS) än kommunalt avloppsvatten. Till följd av detta bidrar utsläppet av fartygs svart- och gråvatten (SGV) till föroreningar och skador på miljön. På grund av att detta vatten även innehåller stora mängder näring, och framför allt kväve, bidrar dessa utsläpp även till övergödning.

I syfte att minimera dessa farliga utsläpp och reglera vad och hur mycket som släpps ut från fartyg finns det riktlinjer från ”International Maritime Organisation” (IMO) och ”International Convention for the Prevention of Pollution from Ships” (MARPOL) (MARPOL, 2005). Ett steg på vägen är att ha ett tidigare nämnt STS ombord.

Det har uppmärksammats att det finns en bristande kunskap samt utbildning om svart- och gråvatten i sjöfartsindustrin. The Netherlands Shipping Inspectorate beställde 2012 en studie av Hatenboer-Water för att inspektera fartyg samt ta prover på avloppsvattnet som genomgått rening i svart- och gråvattenseparatorer (Gombrii och Eriksson, 2017). Rapporten påvisade att av 32 fartyg hade inga godkända värden och somliga hade värden motsvarande obehandlat svartvatten eller högre.

För att säkerställa att den ombordanställda personalen har rätt utbildning och även ge direktiv om hur utbildning ska ske finns en internationell konvention vilken anammades av IMO 1978; Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW). I denna finns det idag inga direktiv eller krav på just utbildning om hur svart- och gråvatten från fartyg ska hanteras via ett STS.

1.1 Bakgrund

Marinfloc, som denna studie görs i samarbete med, är ett företag som arbetar med tillverkning av anläggningar för separering av både länsvatten och svart- och gråvatten. Deras mål är att förse fartyg med anläggningar samt utbildning om dessa, för att förhindra utsläpp av skadliga ämnen i havet. Just nu anser de att deras, men även flera av deras konkurrenters anläggningar är bra nog att möta de utsläppskrav som finns. Efter observationer som gjorts har man emellertid sett att kunskapen brister hos berörda aktörer, vilket gör att skada kan ske, både i havet och ombord (P. Lanzén, personlig kommunikation, 24 januari 2024).

1.2 Syfte

Denna rapport syftar till att undersöka kunskapsnivån hos maskinister och sjöingenjörsstudenter avseende hanteringen av svart- och gråvatten ombord på fartyg. Arbetet omfattar, utöver undersökningen, en utredning om vilken kunskap denna grupp bör ha samt hur en utbildning för att nå dessa kunskapsmål skulle kunna vara utformad.

1.3 Frågeställning

- Vad har examinerade och blivande sjöingenjörer för uppfattning om sin kunskap om svart- och gråvatten när de examineras från sin högskola?

- Vad behöver maskinbefäl ha för kompetens om svart- och gråvatten för att uppfylla kraven om lagstiftning?

- Vad hade en utbildning inom svart- och gråvatten behövt innehålla för att personal ska få den kunskap som krävs för att nå dessa krav?

1.4 Avgränsningar

Denna rapport avhandlar inte hantering av länsvatten vilket kan behandlas på ett liknande sätt ombord. Undersökningen kommer att begränsas till svenska fartyg samt svenska maskinister.

2. TEORI

I teoridelen listas användbar information för att läsaren bättre ska förstå rapportens syfte och resultat. Delkapitlen beskriver grundläggande teori om svart- och gråvatten, de gällande regelverken och lagkraven, reningsprocessen i ett STS samt möjliga konsekvenser och påföljder vid utsläpp av obehandlat svart- och gråvatten.

2.1 Grundläggande om svart- och gråvatten

Med svartvatten menas avlopp från toaletter och urinoarer, medicinska utrymmen, utrymmen med levande djur eller annat avloppsvatten som blandas med något av de nämnda (MARPOL, 2005). Detta betyder att oavsett hur liten del svartvatten som blandas med gråvatten kommer vätskan att klassas som svartvatten. Gråvatten är avlopp från disk, skeppskökets vaskar, duschar, tvättmaskiner, bad/pooler och handfat (IMO, 2012).

Svart- och gråvatten (SGV) skrivs ofta ihop i marina sammanhang då man använder samma system för att rena dessa. Det finns inga regler som säger hur gråvatten ska hanteras men eftersom man behöver späda ut svartvattnet för att kunna rena det, används gråvatten till detta. När man renar SGV separerar man bort det rena vattnet från alla biologiska och kemiska produkter och målet är att få helt rent vatten att pumpa överbord och att få ett högt koncentrat av slamprodukter, ”sludge”, att förvara i en tank.

De värdena som man mäter i SGV baseras på vad som är skadligt för miljön. Marinfloc (2023) har gjort mätningar för att få ett uppmätt normalvärde för obehandlat SGV och dessa visas i tabell 1.

Tabell 1 *Normala värden på obehandlat SGV samt utsläppskrav från IMO.*

Utsläpp	***Normalt värde, obehandlat***	***Krav från IMO****
Total Suspended Solids, TSS	800 – 2000 mg/l	35 mg/l
Biochemical Oxygen Demand, BOD	300 - 600 mg/l	25 mg/l
Chemical Oxygen Demand, COD	700 – 1200 mg/l	125 mg/l
Thermotolerant Coliform Bacteria	$>10^7$/100 ml	100/100 ml
pH	6 – 8	6 – 8,5
Nitrogen (Kväve)	70 – 150 mg/l	20 mg/l eller red. 70%
Phosphorus (Fosfor)	10 mg/l	1 mg/l eller red. 80%

*MEPC.227(64) (IMO, 2012)

Gombrii och Eriksson (2017) definierar de olika begreppen i Tabell 1.

- Total Suspended Solids (TSS) är den torra vikten av partiklarna som går att filtrera bort från vattnet. Detta innefattar även de organiska partiklarna som visar sig när det testas för BOD.

- Biochemical Oxygen Demand (BOD) mäter mängden syre som behövs för att bryta ner det organiska materialet i ett vattenprov. Organismerna som finns i vätskan använder syret för att brytas ner och det är användningen av syre som mäts för att uppskatta hur mycket biologiska organismer det finns i provet.

- Chemical Oxygen Demand (COD) är mängden organiska föreningar i vattnet vilket man kan få fram genom att mäta mängden syre som används för att dessa föreningar ska kemiskt oxidera.

- Thermotolerant Coliform Bacteria (TCB) är en grupp bakterier som producerar laktos på 48 timmar vid 44.5 ^{o}C. Dessa har tidigare även kallats för ”fecal coliforms”.

- pH är en numerisk skala för att mäta alkaniteten, hur sur eller basisk en vätska är.

- Fosfor är ett av de ämnen som har störst påverkan på övergödning.

- Kväve är även det ett ämne som har stor påverkan på övergödningen. Den visar sig ofta i former som ammoniak, nitrit och nitrat. Dessa kan omvandlas till kvävgas genom nitrifikation samt denitrifikation.

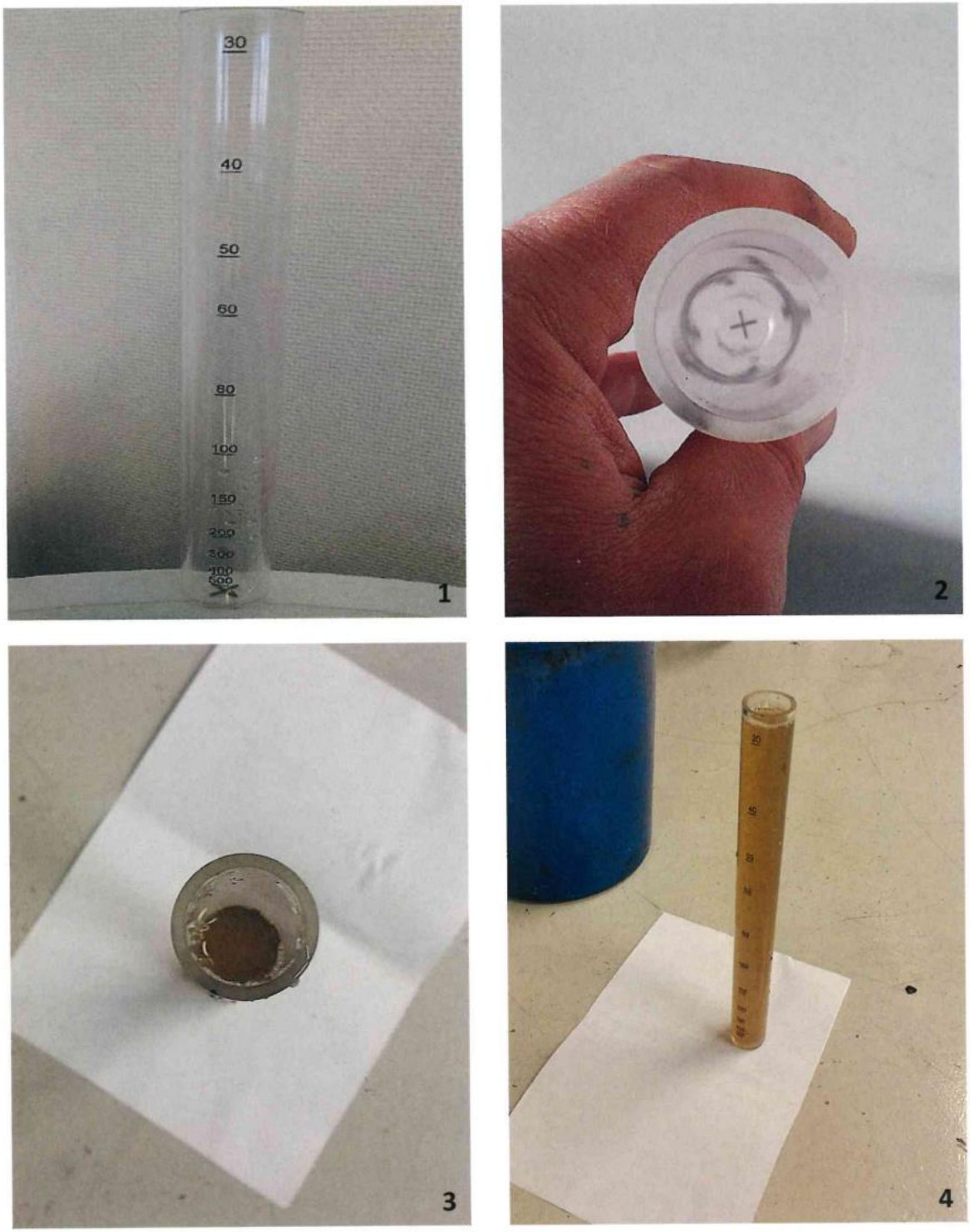
(Gombrii och Eriksson, 2017)

2.1.1 Testmetoder ombord

Genom att utföra tester på det renade SGV man har ombord kan man undvika dyra utgifter i form av böter, eller dyra onödiga investeringar. Det är ett vanligt misstag att ersätta ett STS med ett nytt i stället för att ta itu med andra problem, så som en hög koncentration biologiska ämnen eller att inte ha en korrekt tank för sludge (Gombrii och Eriksson, 2017). Genom god kontroll över hur bra ens anläggning fungerar och med god kunskap om processen kan man ställa in dosering av tillsatser och reglering av temperaturer för att få en så bra rening som möjligt. Detta kan i sin tur leda till att man kan undvika att köpa en ny reningsanläggning när det inte renar tillräckligt bra, utan att man i stället ändrar parametrarna för att nå bättre resultat. För att göra det behöver man göra tester för att se kvalitén på det som gått igenom reningsprocessen.

Testerna för SGV är generellt inte lika snabba som för tester av mängd olja i vatten (Gombrii och Eriksson, 2017). Testerna för mängd olja i vatten beskrivs i MARPOL Annex 1 – Prevention of Pollution of Oil. Gombrii och Eriksson (2017) skriver att till skillnad från till exempel Annex 1, där de flesta oljehaltsmätarna ger ett korrekt svar direkt om halten olja i provet, måste SGV skickas till ett laboratorium. Ska man göra ett test för BOD tar det fem dygn till exempel. Detta gör det svårt att kontinuerligt ha koll på hur bra renat vattnet är efter processen. Det man har sett är att det finns en korrelation mellan hur rent vattnet är och dess turbiditet. Turbiditet är något som är lätt att mäta utan avancerade instrument. Det lättaste sättet att mäta detta är genom ett genomskinligt plaströr, se figur 1. I botten av plaströret är ett svart X. Genom att fylla det testade och godkända röret tills det svarta X:et inte längre syns, kan man på sidan avläsa vätskans turbiditet. Ju mer man kan fylla röret innan X:et försvinner, desto lägre turbiditet har vätskan (Gombrii och Eriksson, 2017).

Figur 1 *Metod för testning av turbiditet*



Figur 1 visar ett mätrör för turbiditet. Figuren är tagen från Broschyren *Black & Grey Water* från Marinfloc. Återgiven med tillstånd.

Ytterligare ett test som kan göras ombord för att få en bild av kvalitén på det renade vattnet är ett COD-test (P. Lanzén, personlig kommunikation, 24 januari 2024). Det test som Marinfloc erbjuder går till på sådant vis att 10ml vattenprov mixas tillsammans med en påse natriumsulfat,

vilken agerar som reaktant, i en provbehållare. Denna skall sedan skakas i 5 sekunder för att sedan låtas vila i 15 minuter. Färgen som visar sig efter dessa 15 minuter läses sedan av mot förpackningen där lila=0–60 mg/l, svart=60–120 mg/l och grön=120–180 mg/l. Lanzén (2024) förklarar vidare att man som handhavare av STS har möjlighet att göra detta test för att få en uppfattning av inte bara mängden COD i det renade vattnet, utan även mängden BOD då detta ”ingår” i mängden COD (P. Lanzén, personlig kommunikation, 24 januari 2024).

2.2 Regelverk

Hur utsläpp av svart- och gråvatten från fartyg tillåts genomföras regleras av IMO och mer specifikt MARPOL. Nedan följer en beskrivning av vad som sägs i MARPOL gällande dessa utsläpp samt vilka krav STCW ställer på utbildning inom ämnet.

2.2.1 IMO och MARPOL

MARPOL är en konvention som administreras av FN-organet IMO och antogs av detta 1973 (IMO, 2024). Denna konvention består av olika annex som syftar till att reglera utsläpp från fartyg med varierande typer av miljöpåverkan. Internationella regler för utsläpp av svart- och gråvatten fastställs i MARPOL 73/78 Annex IV, vilket började gälla den 27 september 2003. I nuläget har 151 medlemsstater i IMO antagit MARPOL Annex IV.

Annex IV gäller för fartyg i internationell trafik som:

- Är på 400 Gross tonnage (GT) och över
  eller,
- Fartyg med mindre än 400 GT som är certifierade för fler än 15 personer ombord.

(IMO, 2004)

Varje fartyg som reglerna i Annex IV tillämpas på måste ha en av följande anläggningar ombord (IMO, 2004):

- Ett typgodkänt STS
  eller,
- Ett system som desinficerar och finfördelar svartvatten
  eller,
- En tank för uppsamling och lagring av svartvatten.

Därefter har ett fartyg tillåtelse att släppa ut sitt SGV till havs under förutsättning att:

- Det svartvatten som släpps ut från fartyget är finfördelat och desinficerat med en för detta ändamål typgodkänd anläggning och samtidigt befinner sig mer än 3 nautiska mil från närmsta land
  eller,
- Fartyget använder tidigare nämnda typgodkända STS
  eller,
- Fartyget befinner sig mer än 12 nautiska mil från närmsta land, utsläppet sker med måttligt flöde och fartyget gör minst 4 knops fart genom vattnet.

(IMO, 2004)

Den 1 januari 2013 definierades det första särskilt skyddade området enligt Annex IV, ett så kallat ”special area”, av IMO; Östersjön (IMO, 2011). Dessa tilläggsregler, som endast är applicerbara på passagerarfartyg med fler än 12 passagerare, kräver att fartygets SGV ska köras genom ett STS innan det får släppas ut. Finns det inget STS ombord så måste fartygets SGV pumpas i land.

Typgodkännande av ett fartygs STS sker oftast i land. Detta för att ge det så bra och verkliga förutsättningar som möjligt och för att säkerställa att anläggningen klarar utsläppskraven och de belastningar den förväntas ha när den sätts i bruk (IMO, 2012). Detta typgodkännande pågår minst 10 dagar där inflödets värde på TSS inte får understiga 500 mg/l och med en faktiskt organisk- och mekanisk belastning som anläggningen avser bli typgodkänd för. Proverna tas kontinuerligt och enligt schema, och inte mindre än 40 gånger under de 10 dagarna. Av dessa prover är det medelvärdet på det behandlade vattnet som måste understiga utsläppskraven.

Beroende på när ett STS installerats gäller olika beslut från IMO:

- För STS installerad den 1 januari 2016 eller senare gäller MEPC.227(64)
- För STS installerad mellan den 1 januari 2010 och den 1 januari 2016 gäller MEPC.159(55)
- För STS installerad innan den 1 januari 2010 gäller MEPC.2(VI)

(IMO, 2012)

Tabell 1 i avsnitt 2.1 visar vad som gäller enligt MEPC.227(64). Det är också det beslut som ställer högst krav på ett STS:s förmåga att rena ett fartygs SGV. Jämfört med MEPC.159(55) har kraven på kväve och fosfor tillkommit, och jämfört med MEPC.2(VI) har ytterligare krav tillkommit på klorin, pH, COD och TCB. Även kraven på TSS och BOD har ökat, med en ändring från 50 mg/l till 35mg/l för TSS och från 50 mg/l till 25 mg/l för COD (IMO, 1976) (IMO, 2006).

2.2.2 STCW

1978 etablerades de första riktlinjerna och kraven på hur utbildning, certifiering och vaktgående för sjömän ska genomföras på en internationell nivå i form av den första STCW-konventionen (IMO, n.d.-a). Detta innebär att sjöfarare tillhörande medlemsstater i IMO behöver möta, eller överstiga, dessa krav. Tidigare var detta reglerat av individuella styrelser och ofta utan referenser till hur det fungerade i andra länder. Trots att sjöfartsindustrin är en internationell bransch blev följden av detta en varierad nivå på utbildningsnivå och standarder.

Den senaste upplagan av STCW-koden gavs ut 2010, började gälla den 1 januari 2012 och går under namnet ”Manilla Amendments” (IMO, 2010). Denna består av två delar, A och B. Del A är obligatorisk och del B innehåller vägledning om hur berörda parter kan gå till väga för att tillämpa konventionen. Båda delarna är indelade i åtta kapitel och hanteringen av SGV förekommer på tre ställen;

- Kapitel 5, del A: “Standards regarding Special Training Requirements for Personnel on Certain Types of Ships”. Detta är endast applicerbart på besättning som arbetar ombord på båtar som verkar i polar miljö. Kravet som ställs är att en plan skall finnas för hur ökade volymer av vatten ombord skall hanteras på grund av de skärpta utsläppskraven i polara miljöer samt att personalen ombord skall vara införstådd i vad en special area är.

- Kapitel 8, del A: “Standards regarding Watchkeeping.” Detta säger att den avlösande maskinisten som påbörjar sin vakt skall bli varskodd av ansvarig maskinist om statusen och nivån i tankarna med vatten, däribland SGV, samt hur detta får användas och/eller bortskaffas.

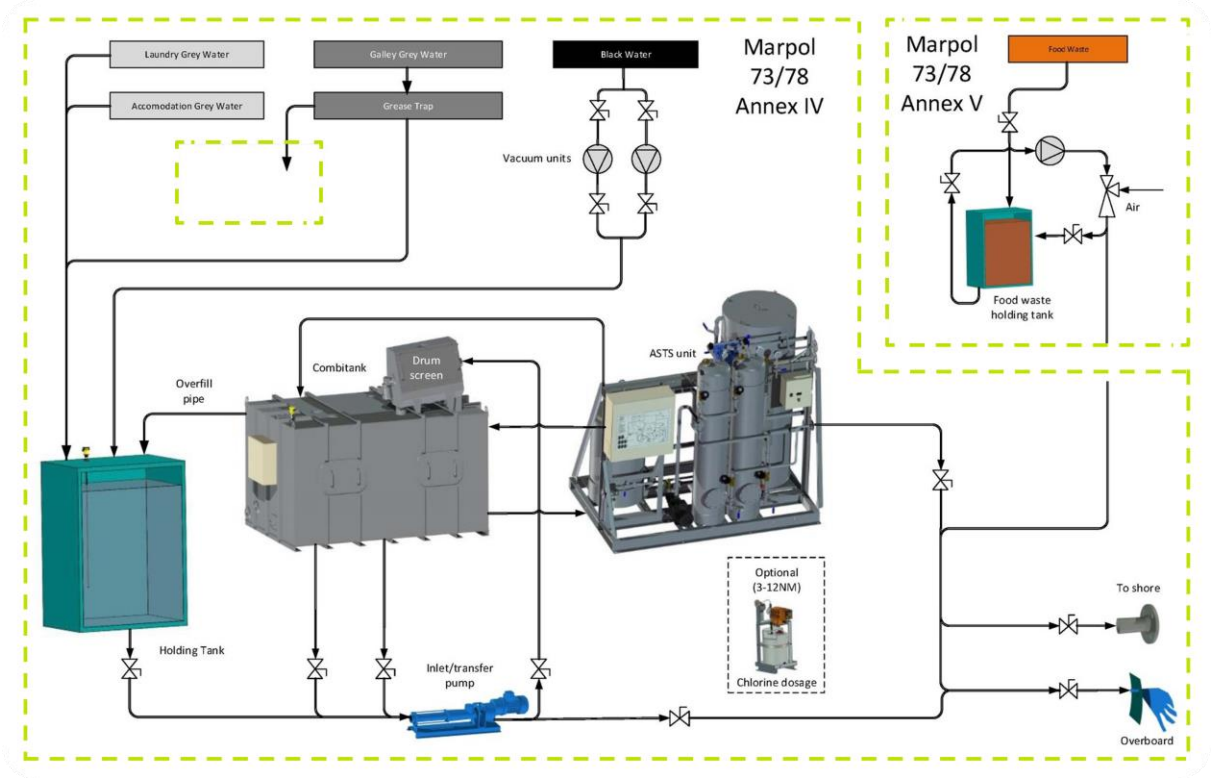
- Kapitel 5, del B: “Guidance regarding Special Training Requirements for Personnel on Certain Types of Ships”. Här belyses det att det är viktigt att ha kunskap om det som nämns i kapitel 5 del A, det vill säga lagring av ökade volymer vatten i polar miljö.

2.3 Reningsprocessen

Marinfloc (2023) beskriver deras process för rening av SGV. Först filtreras grövre partiklar bort från SGV vilket gör att det som är kvar är mycket renare vilket både är bra för TSS-värdet och minskar risken för igensättning i fortsatta steg av processen. Detta kan göras med olika typer av filter. Ett exempel är en roterande trumma (”drum screen”), se figur 2, där de fasta, tyngre partiklarna fastnar på trummans väggar medan den kvarvarande vätskan rinner av och vidare i processen. Den fasta materian, ”sludgen”, samlas i en kombi-tank för att göras av med på annat vis. Därefter cirkulerar vattnet mellan en trycksatt cirkulationstank och en expansionstank, vilket Marinfloc har byggt ihop till en modul som de kallar Advanced Sewage Treatment System (ASTS), se ASTS unit i figur 2. Cirkulationstankens övre del trycksätts med luft till cirka tre bar för att maximera hur mycket luft som kan lösa sig i vattnet. Luften som har löst sig i cirkulationstanken släpps sedan in i expansionstanken, trycket sjunker och mikroskopiska bubblor bildas som maximerar den biologiska aktiviteten i tanken och startar kemisk oxidering. Bakterierna i detta steg har konverterat ammoniak (NH^4) till kväveoxider (NO^x). Nästa steg i processen är att vattnet fylls över till en anaerob tank, alltså där det finns ett underskott av syre. Där kommer bakterierna som behöver syre att använda sig av det som finns i kväveoxiderna, vilket ger en slutprodukt av kvävgas (N^2) som försvinner ut i atmosfären. Processen kallas denitrifikation. I nästa steg av processen tillsätts ett kemiskt ämne som kallas för flockningsmedel. Medlet tillsätts för att binda föroreningar (flocka), vilket även gör att de flyter upp och kan därmed pumpas till en sludge-tank. Genom denna process får man bort både TSS och COD, men även fosfor. Efter flockprocessen behöver vattnet gå igenom ett sista finfilter innan det är rent nog att pumpas överbord. Som ett sista steg kan man även installera ett UV-filter vilket dödar alla TCB med sitt ljus. Ett exempel på hur detta system kan se ut visas i figur 2 (Marinfloc, 2023).

Det finns även andra sätt än att med UV-ljus behandla det sista steget i processen. Tidigare har man använt klor för att döda mycket av bakterierna, och även ozon kan användas.

Figur 2 *Exempel på Marinflocs system för rening av SGV*



Figur 2 visar ett exempel på en uppbyggnad av Marinflocs STS. Återgiven med tillstånd.

Ett annat sätt att rena SGV kan göras genom att ha en bioreaktor med membranfilter. Wärtsilä (2019) beskriver deras Membrane Bioreactor (MBR) som ett effektivt sätt att rena SGV utan att tillsätta några extra kemikalier. I denna process går det orenade SGV först genom ett steg som de kallar pre-screening där det grova, största partiklarna filtreras bort. Vidare pumpas vätskan till en biologisk tank där det tillsätts luft likt i processen ovan, vilket får partiklar att separeras från vattnet. Slammet som blir pumpas ut till en tank för avfall, medan det renare vattnet pumpas in genom ett väldigt fint membranfilter. Det rena vattnet pressas genom membranfiltret och kan samlas i en tank innan det sedan kan pumpas överbord. De partiklarna som fanns i vattnet innan membranfiltret tas med genom rören som i sin tur leder tillbaka ner till den biologiska tanken för att åter separeras. Wärtsilä skriver att fördelarna med denna typ av separator är att det är den simpel anläggning, samtidigt som det är ett säkert och pålitligt sätt utan att behöva någon tillsatt flockulant eller annat kemiskt medel (Wärtsilä, 2019).

2.4 Konsekvenser

Utsläpp av obehandlat SGV i havet kan vara en hälsorisk (IMO, n.d-b). Det kan leda till syrebrist och göra sig påmint rent visuellt i kustnära områden. Trots att det huvudsakliga utsläppet av SGV sker från land är utsläppen från fartyg en bidragande faktor till den marina föroreningen. På grund av att haven anses kunna bryta ner och hantera dessa utsläpp genom naturlig bakteriekultur reglerar Annex IV i MARPOL utsläpp av obehandlat SGV 12 nautiska mil från närmsta land (IMO, n.d-b).

2.4.1 Övergödning

Murray m.fl. (2019) skriver att det inte finns någon överenskommen definition av vad övergödning är utan snarare en konceptuell förståelse av vad konsekvenserna av näringsberikning är. Utsläpp av näring som har tagit sig till Östersjön genom sediment-pooler,

atmosfären och Nordsjön har lett till att Östersjön har blivit näringsberikad. I de flesta områden i Östersjön har detta i sin tur lett till ökad primärproduktion och algblomning som direkt konsekvens av den ökade koncentrationen av näring (Murray m.fl., 2019).

Processen där koldioxid tillsammans med vatten och näring bildar biomassa och syre kallas för primärproduktion (Bernes, 2005). Området där primärproduktionen är som störst är vid ytan där det finns mest ljusgenomsläpp. Motsatsen till primärproduktion kallas för respiration. Denna process består av att organiskt material och biomassa reagerar med syre och detta skapar näring, koldioxid och vatten. Dessa två processer är centrala för ett fungerande ekosystem men vid ett överskott av näring hamnar dessa processer i obalans. Biomassa produceras i överflöd och det finns mer tillgängligt än vad som naturligt bryts ned eller tas ut ur ekosystemet. Följden av detta blir en ackumulering av biomassa med syrebrist i vattnet. Vid utsläpp av näringsberikande ämnen såsom kväve och fosfor, som återfinns i SGV (United States Environmental Protection Agency, 2008), ökar primärproduktionen.

När växtplankton dör kallas det för algblomning (Havs- och Vattenmyndigheten, 2014). Det är en naturlig process som inträffar under vår och höst men som på senare år, framför allt på högsommaren, har lett till kraftigare algblomningar. Detta är en konsekvens av överskott av näring i form av kväve och fosfor som bland annat kommer från utsläpp av SGV. Dessa alger sjunker till botten när de dör och då börjar en nedbrytningsprocess. När alger och annat organiskt material, däribland obehandlat SGV, ska brytas ned så krävs syre (Bernes, 2005). Näring bildas via respiration som återcirkulerar upp till vattenytan. Detta kombinerat med ytterligare tillförd näring från utsläpp av obehandlat SGV gör att mer nedbrytningsbar biomassa skapas. Processen upprepas och till slut kan inte nedbrytningsprocessen fortsätta till följd av syrebrist vilket leder till att så kallade ”döda bottnar” uppstår. Här är vattnet så syrefattigt att inget akvatiskt liv kan leva.

Spridningen av giftiga alger korrelerar till att marina biotoxiner har hittats i skaldjur. Konsumering av detta kan leda till varierande typer av förgiftning. I och med den ökade spridningen av alger anses detta som ett relevant problem för den mänskliga hälsan (Nicolas m.fl., 2017). I Skåne har man även hittat blågröna alger som vid nedbrytning producerar cyanobakterier. Gifterna från dessa påverkar vattenkvalitén och människor som badat i påverkade områden har visat symtom av mag- och tarmproblem, hud- och ögonirritation och feber (Länsstyrelsen Skåne, 2013).

2.4.2 Patogener

När det rena vattnet har separerats från restprodukten, ”sludgen”, kan det bildas sjukdomsframkallande mikroorganismer i sludgen som är en sorts patogen. Dessa mikroorganismer sprids den fekal-orala vägen, vilket innebär att de patogener som utsöndras via avföringen sprider sig vidare genom förtäring (Machnicka & Grübel, 2023). Möjliga konsekvenser av förtäringen av dessa patogener är mag- och tarmsjuka, luftvägsinfektion och salmonella (WHO, 2021).

Ett av de vanligaste och effektivaste sätten för att rena vattnet från patogener är genom klorering och är effektivt vid låga doser för en mängd olika mikroorganismer. Effektiviteten beror på olika faktorer baserat på vattenkvaliteten så som temperatur, pH, dosering och vilken typ av mikroorganism man hanterar (Petterson och Stenström, 2015).

2.4.3 Svavelväte

Vid lagring av SGV samt dess ”sludge” kan andra risker förekomma. Giftinformation (2021) skriver att svavelväte bildas vid förruttnelse, t ex i gödseltankar/brunnar, kloaksystem och lastrum på fiskebåtar. Detta inkluderar alltså även fartygens tankar där dessa produkter finns. De beskriver svavelväten som en färglös retande gas med lukt av ruttna ägg, som vid inandning av höga halter kan leda till medvetslöshet, andningsstillestånd och hjärtarytmier och medför hög risk för dödsfall. Detta har förekommit ombord, år 1992, då två barn omkom på färjan Celtic Pride. Olyckan skedde då vattenlåset på toaletten var undanträngt så svavelväte från tanken kunde läcka upp ur toaletten (Murdoch, 1992).

2.5 Problematiken idag

Som tidigare beskrivet visar studier på att det utsläppta avloppsvattnet från fartyg, som MARPOL Annex IV reglerar, fortfarande överstiger kraven och att avloppsföroreningar från fartyg fortfarande är vanligt. Gombrii och Eriksson (2017) skriver att Hatenboer-Water presenterade en undersökning år 2012 som gjorts av The Netherlands Shipping Inspectorate. Undersökningen syftade till att mäta värdena på avloppsvattnet från 50 fartygs STS. Dock avbröts testet efter att 32 fartyg hade blivit testade då alla dessa hade värden i avloppsvattnet som översteg det som skrivs i MARPOL Annex IV. Gombrii och Eriksson (2017) skriver vidare att varken 32 eller 50 fartyg är tillräckligt för att representera hela handelsflottan men att rapporten ger en bra bild över problematiken som råder och att det är ett problem som behöver tas hand om (Gombrii och Eriksson, 2017).

I en studie av Beavis m.fl. (2021) för Wärtsilä Water and Waste visade det sig att det fanns en stor lucka mellan regler och verklighet när det kommer till utsläpp av behandlat SGV. I studien undersökte man 127 fartyg och deras STS. Studien visade att av dessa fartyg var det 3% som klarade IMO:s utsläppskrav på ett STS. Den visade även att 95% av fartygen hade utsläpp som kunde jämföras med en tiofaldig koncentration av vanligt hushållsavlopp. Fortsättningsvis skriver de att för att få ett bättre fungerande STS ombord, och på så sätt få bättre värden på utsläppen, så är ett korrekt handhavande centralt. Den vanligaste anledningen till att ett fartyg fått sitt STS taget ur bruk är för att besättningen inte följt manualen och inte haft den korrekta utbildningen (Beavis m.fl., 2021).

3. METOD

Denna rapport bestod av litteratursökning, surveyundersökning och semistrukturerade intervjuer. Litteratursökningen syftade till att samla information från relevanta lagar och regelverk, ge information om STS som anläggning ombord samt informera om de möjliga miljöpåverkningar ett felaktigt handhavande kan leda till. Surveyundersökningen användes för insamling av mer kvantitativa data om de nuvarande och tidigare examinerade studenternas uppfattning om sin kunskap berörande ämnet. Intervjuerna stod som grund för mer kvalitativa data om handhavandet av STS och svårigheter som det medför. Dessa tre metoder kompletterade varandra för att slutligen ge en analys på hur en eventuell kunskapsbrist skulle kunna minskas med hjälp av en utbildning.

3.1 Litteratursökning

Litteratursökningen gjordes med Chalmers library som huvudkälla. Utifrån denna användes databaser som Web of Science, Scopus och Google Scholar. Nyckelord i sökningsprocessen: IMO, MARPOL, STCW, Sewage Treatment, Shipping, Baltic Sea. De källor som använts har granskats enligt CRAAP- metoden, vilken beskrivs enligt University of Chicago Library (2023):

- Currency: Hur förhåller sig informationen till idag? Är den fortfarande relevant?
- Relevance: Är informationen relevant för rapporten?
- Authority: Är författaren av texten pålitlig?
- Accuracy: Finns det en reliabilitet i texten?
- Purpose: I vilket syfte har texten publicerats?

(University of Chicago Library, 2023)

3.1.1 Regelverk

Relevanta regelverk för frågeställningen är IMO, MARPOL och STCW. IMO är ett FN-organ där MARPOL och STCW är underordnade dem. I stort ansvarar MARPOL för miljörelaterade regler och frågor medan STCW ansvarar för utbildningen hos sjögående personal.

3.2 Surveyundersökning

Surveyundersökning används för att nå ut till rätt målgrupp via internet eller speciella grupper via sociala medier, som exempelvis en grupp sjöingenjörer som examinerades 2023. Frågeformulär skickas då ut för de grupper människor som är relevanta för studien, som sedan sammanställs. Denscombe (2017) listar olika sätt att genomföra undersökning: ”Ett tredje alternativ är att genomföra en webbaserad surveyundersökning med frågeformulär. Det är den vanligaste formen av surveyundersökning via internet.” (s. 36).

Surveyundersökningen skickades ut till examinerade och nuvarande sjöingenjörsstudenter. Syftet var att få en bild om kunskapsnivån under och efter studierna om svart- och gråvattenhantering på fartyg. Enkäten skickades ut till studenter från tre högskolor; Chalmers tekniska högskola, Linnéuniversitetet i Kalmar och Högskolan på Åland. Detta för att få en bredare och tydligare bild om huruvida ett val av skola skulle kunna påverka den studerandes kunskapsnivå berörande ämnet.

3.3 Intervjuer

Vid en semistrukturerad intervju så har intervjuaren en färdig lista med ämnen som ska behandlas och frågor som ska besvaras men är beredd att vara flexibel när det gäller ämnenas

ordningsföljd. Det är även viktigt att den intervjuade ges utrymme att låta utveckla sina idéer och svar utförligt (Denscombe, 2017).

Detta arbetets semistrukturerade intervjuer blev öppna samtal med följdfrågor om ämnet från intervjuarnas sida. Dessa gjordes i syfte att få en uppfattning från individer som arbetar med systemen om vad som är viktigt att veta när man handhaver ett sådant system och vad som kan anses vara en rimlig nivå av kunskap att behöva vid en examen. Slutligen, i samma semistrukturerade intervjuer, ställdes öppna frågor om hur en utbildning om STS som system, lagkrav om utsläpp samt utsläppens möjliga miljöpåverkan skulle kunna vara utformad för att minska den kunskapslucka som finns.

3.3.1 Urval

De intervjuade valdes utifrån deras nuvarande sysselsättning och tidigare erfarenhet av arbete med ett eller flera STS. I tabell 2 visas respondenterna i den kronologiska ordning i vilken de intervjuades.

Tabell 2 *Respondenter för intervjuer*

Respondent	**Nuvarande sysselsättning**	**Antal år erfarenhet av arbete med STS**
1	2:e maskinist på fartyg	1
2	2:e maskinist på fartyg	0,5
3	Systemutvecklare på företag inom STS	43
4	Systemutvecklare på företag inom STS	40+
5	Projektingenjör på företag inom STS	20
6	VD på företag inom STS	20

3.4 Analys av data

Braun & Clarke (2006) beskriver hur en tematisk analys genomförs i sex steg i syfte att omvandla rådata till resultat. Dessa steg innefattar;

- Bekantande med datan,
- Generering av initiala koder,
- Sökande efter teman,
- Utvärdering av teman,
- Definition och namngivning av teman och slutligen,
- Sammanställning av data i rapporten.

(Braun & Clarke, 2006)

Efter att intervjuerna genomförts och transkriberats användes denna metod för att göra en tematisk analys på den rådata som intervjuerna gett och slutligen producerades ett resultat. Detta gjordes genom att samla ihop svaren på de olika frågorna från samtliga respondenter, och sedan genom färgkodning dela upp svaren i olika teman. Dessa teman var grunden för strukturen på resultatet som presenterades.

3.5 Etik

Marinfloc AB har medgivit sitt godkännande att bli omnämnda i denna rapport. I syfte att främja ärlighet och transparens från respondenter och intervjuobjekt är samtliga svar i intervjuer och enkäter anonyma. Även anonymisering av fartyg förekommer då syftet inte är att hänga ut specifika fartyg och/eller individer.

4. RESULTAT

I denna del av rapporten redovisas resultaten från surveyundersökningen och de semistrukturerade intervjuerna. Resultatet kommer följande att presenteras uppdelat efter undersökningens tre frågeställningar. Svaren från surveyundersökningen redovisas med diagram och figurer. Resultatet från intervjuerna redovisas med en löpande text.

4.1 Vad har examinerade och blivande sjöingenjörer för uppfattning om sin kunskap om svart- och gråvatten när de examineras från sin högskola?

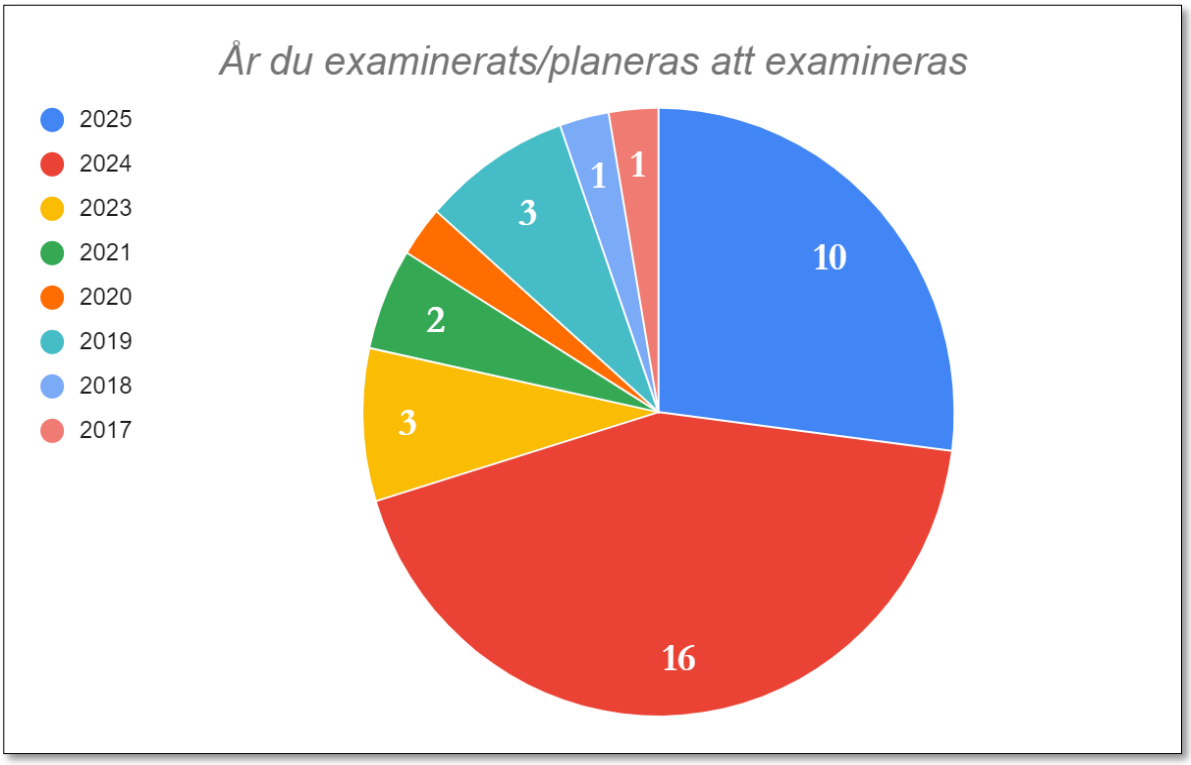
För att svara på vad examinerade och blivande sjöingenjörer har för uppfattning om sin kunskap gällande SGV användes en surveyundersökning. Denna surveyundersökning är indelad i tre delar; den första där den svarande får ge information om sin akademiska bakgrund, den andra där den svarande fick svara på hur hen uppfattar sin kunskap gällande hantering av SGV, men också hur hen ställer sig till en utbildning om SGV. Slutligen, i sista delen, fick den svarande genomgå ett kunskapstest som författarna utformat för att få en bild om var kunskapsnivån låg hos respondenterna. Det tydliggjordes för respondenterna att detta kunskapstest inte var till för att sätta dit någon utan, som sagt, för att få en bättre bild om var kunskapsnivån ligger.

I cirkeldiagrammen visas antal respondenter av siffran som står skriven i respektive tårtbit.

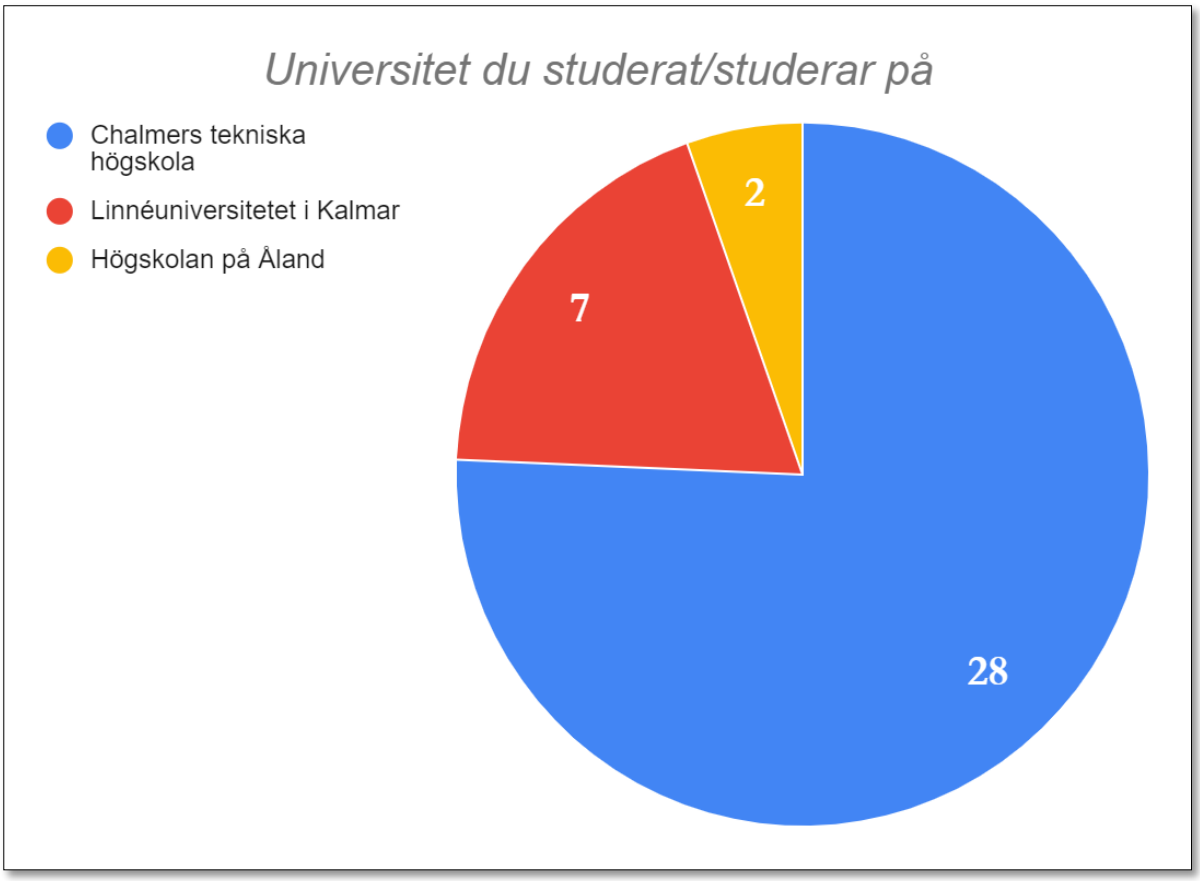
4.1.1 Del 1 av surveyundersökning

Totalt svarade 38 personer på enkäten som skickades ut varav 1 person svarade att hen inte ville ha sina svar inkluderade i rapporten. Svaren i den första delen, som visas i figur 3 till 5, handlar som tidigare nämnt om vilken akademisk bakgrund respondenten har. Figur 3 visar att av de svarande så är majoriteten individer som i nuläget studerar och planerar att ta examen 2024, mer exakt 16. Av respondenterna var det 28 som studerar eller tidigare studerat på Chalmers tekniska högskola, sju svarande som studerar eller tidigare studerat på Linneuniversitet i Kalmar och två på Högskolan på Åland. Detta visas i figur 4. Slutligen visas det i figur 5 att majoriteten av de svarandes nuvarande sysselsättning är studier.

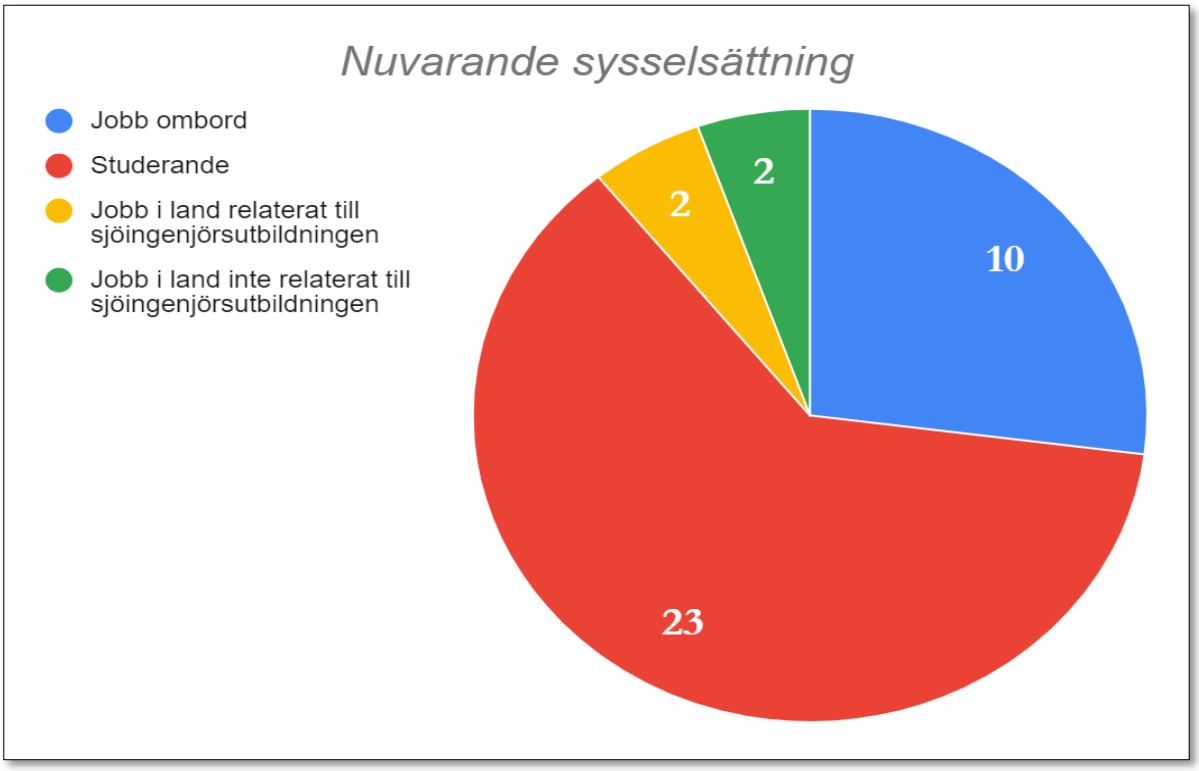
Figur 3 *Respondenternas examensår.*



Figur 4 *Universitet vid vilket respondenterna studerat.*



Figur 5 *Respondenternas nuvarande sysselsättning.*



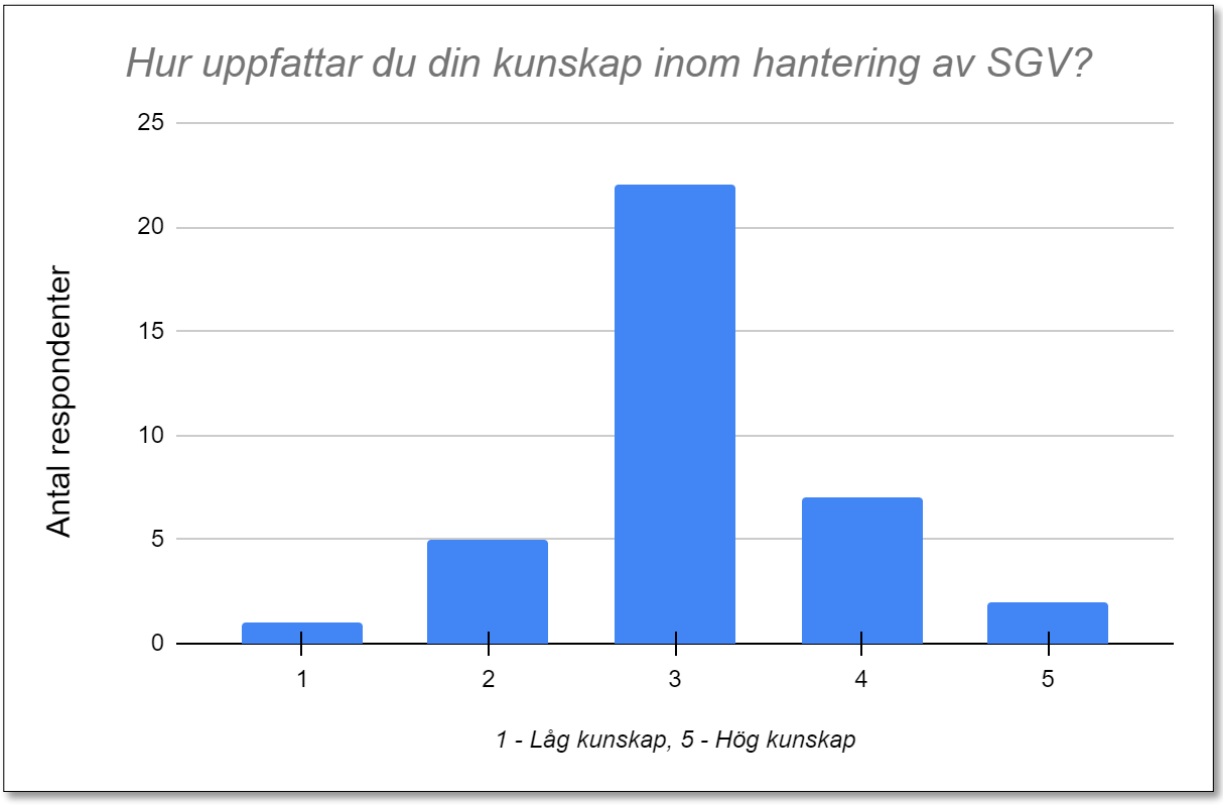
4.1.2 Del 2 av surveyundersökning

Nedan följer svaren som erhölls från den andra delen av surveyundersökningen. Figur 6 visar hur respondenterna uppfattar sin kunskap gällande hantering av SGV och figur 7 hur de uppskattar sin kunskap gällande regler om SGV. De respondenter som tagit examen, och alltså inte studerar i nuläget, fick även svara på frågan om de tyckte att de själva hade tillräckliga kunskaper om SGV vid examen. Dessa svar visas i figur 8. Figur 9 visar var respondenterna anser att deras kunskap gällande hantering av SGV kommer från, det vill säga antingen från skolan, från arbetserfarenhet eller en kombination av de två. Som sista fråga i del 2 ställdes frågan hur respondenterna ställer sig till en utbildning gällande SGV och dessa svar visas i figur 10.

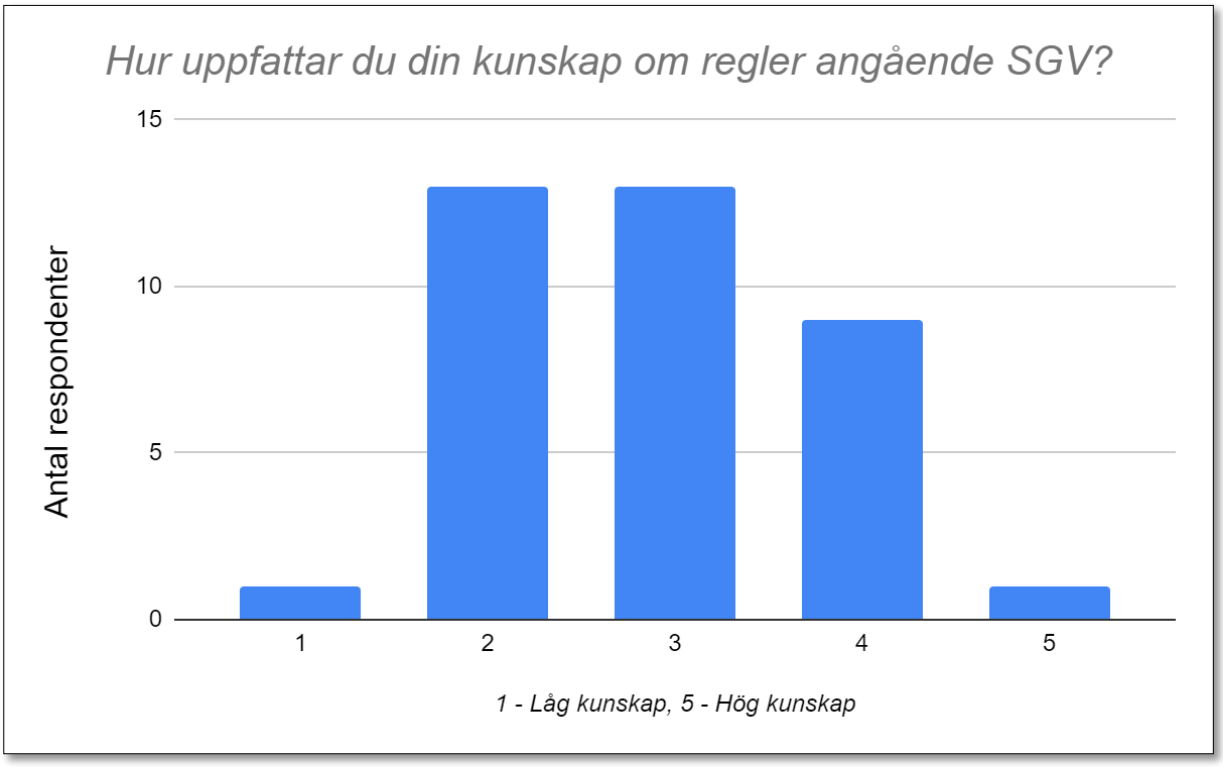
I figur 6 och 7 kunde svaren anges på en skala 1 till 5 där 1 betyder att respondenten ansåg sig ha sämre kunskap och 5 betyder bättre kunskap. Majoriteten av svaren på frågan i figur 6 var en 3:a på skalan, det vill säga medelmåttig kunskap enligt den givna skalan. På frågan i figur 7 var en 2:a och 3:a på skalan de mest förekommande svaren. Svaren i figur 8 gavs även dem på en skala 1 till 5, men där 1 istället betydde nej och 5 betydde ja. Denna fråga riktades även enbart till de respondenter som tagit examen och alltså inte studerar i nuläget. På denna fråga var det mest förekommande svaret en 2:a på den 5-gradiga skalan.

Majoriteten av respondenterna svarade att de fått 25% av sin kunskap gällande SGV från skolan och resterande 75% från arbetserfarenhet, men minst ett svar erhölls på varje alternativ i figur 9. Slutligen i del 2 av surveyundersökningen ställdes frågan hur respondenterna ställer sig till en utbildning gällande SGV. Majoriteten av svaren var positiva gentemot sagda utbildning. På den 5-gradiga skalan där 1 var negativt inställd och 5 positivt inställd var 30 av 37 svar på 4 eller högre och detta visas i figur 10.

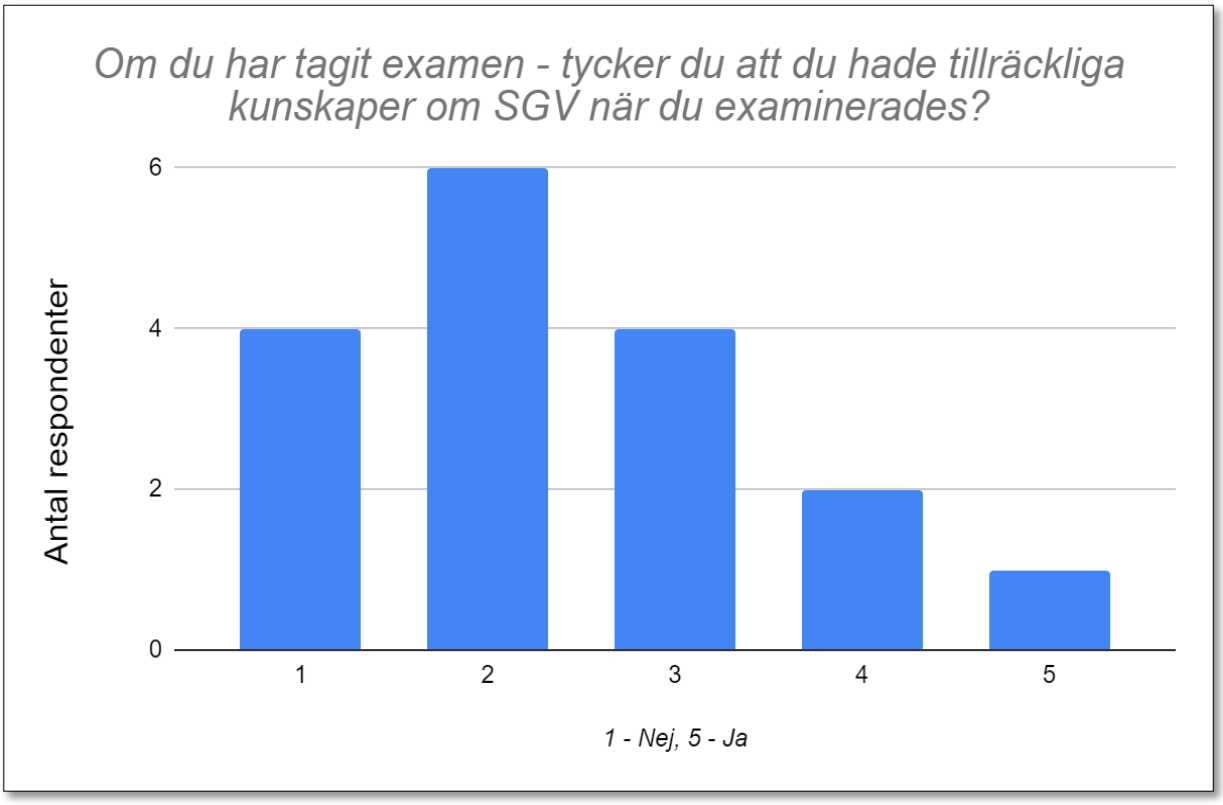
Figur 6 *Respondenternas uppfattning om sin kunskap gällande hantering av SGV.*



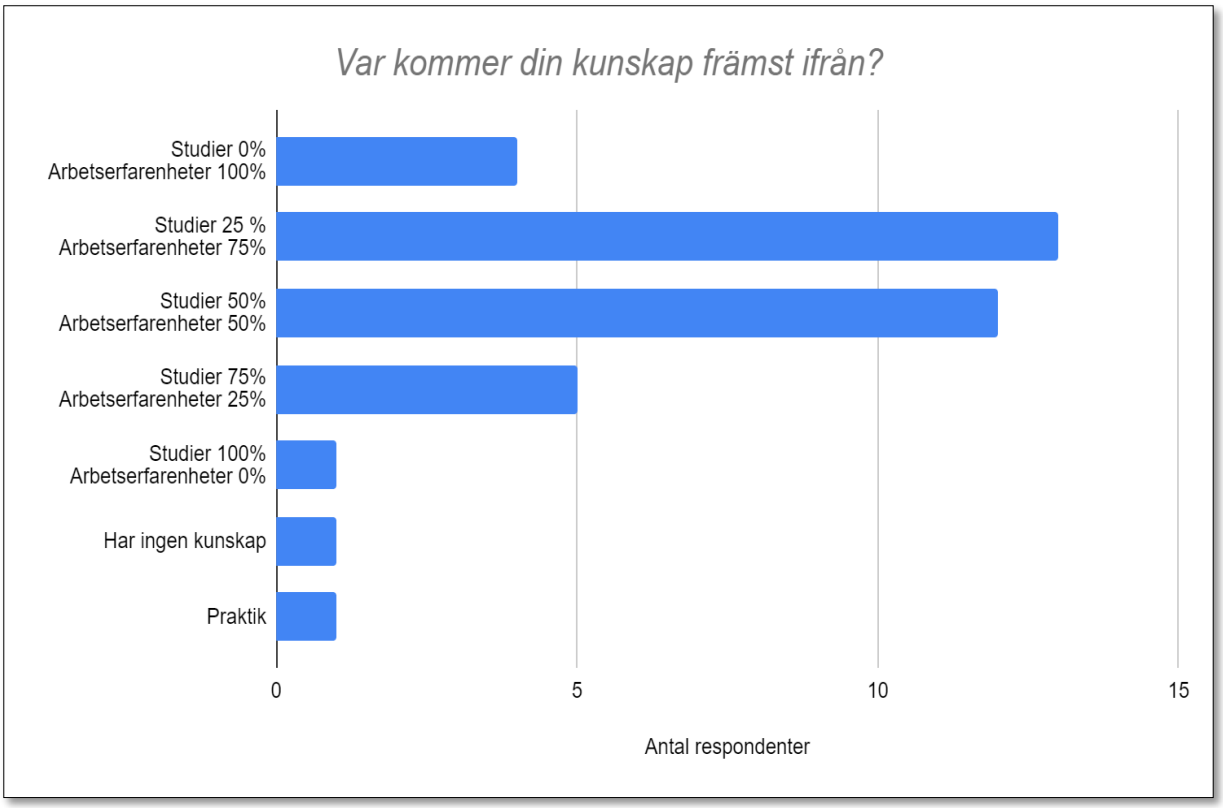
Figur 7 *Respondenternas uppfattning om sin kunskap gällande regler angående SGV.*



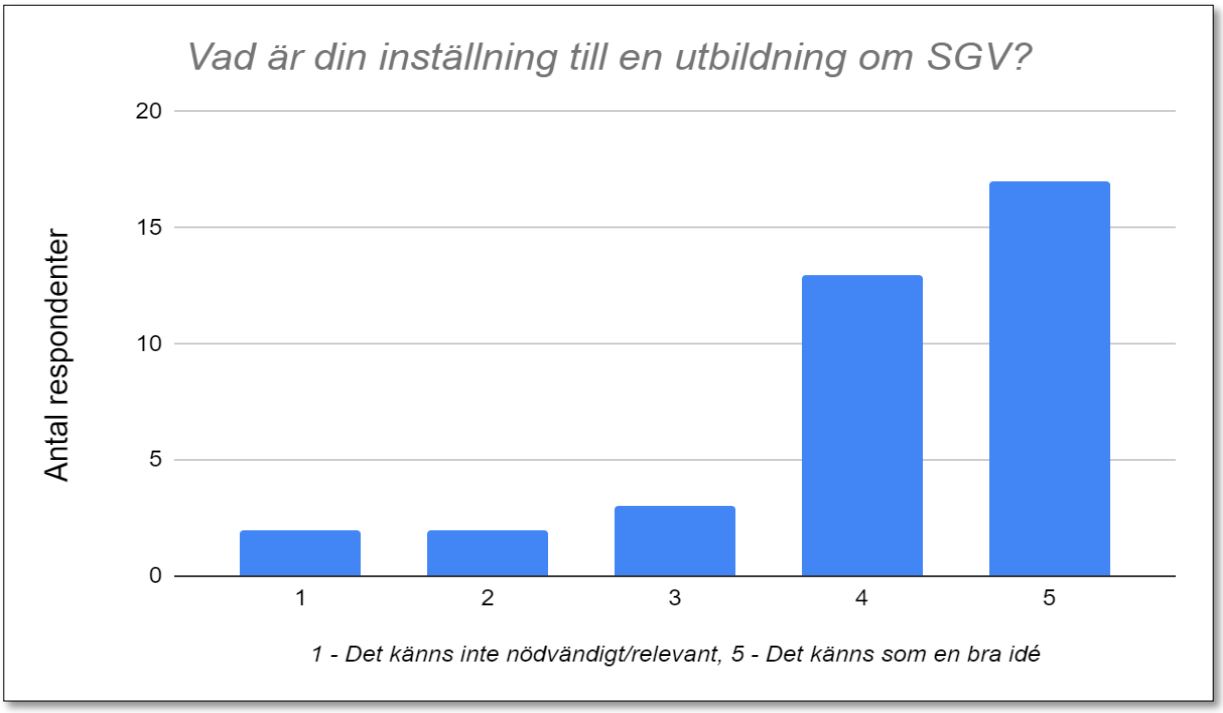
Figur 8 *Examinerade respondenters uppfattning om sin kunskapsnivå vid examen.*



Figur 9 *Respondenternas svar på var deras kunskap om SGV kommer från.*



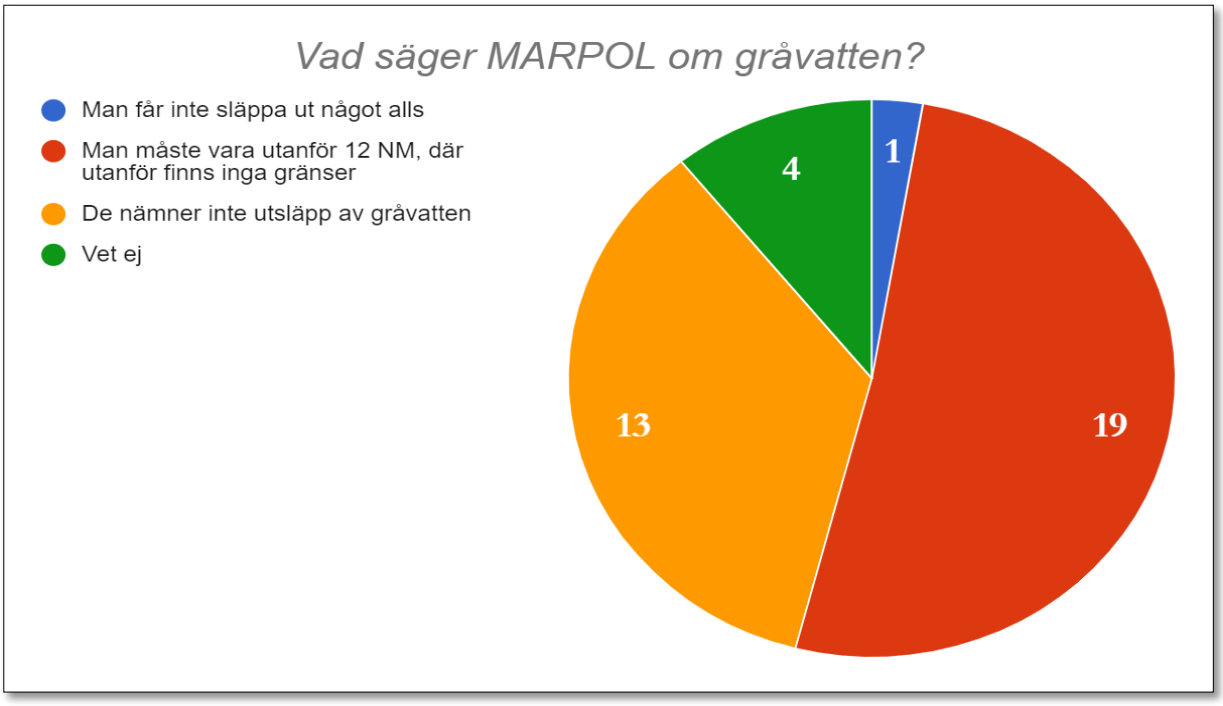
Figur 10 *Respondenternas inställning till en utbildning om SGV.*



4.1.3 Del 3 av surveyundersökning

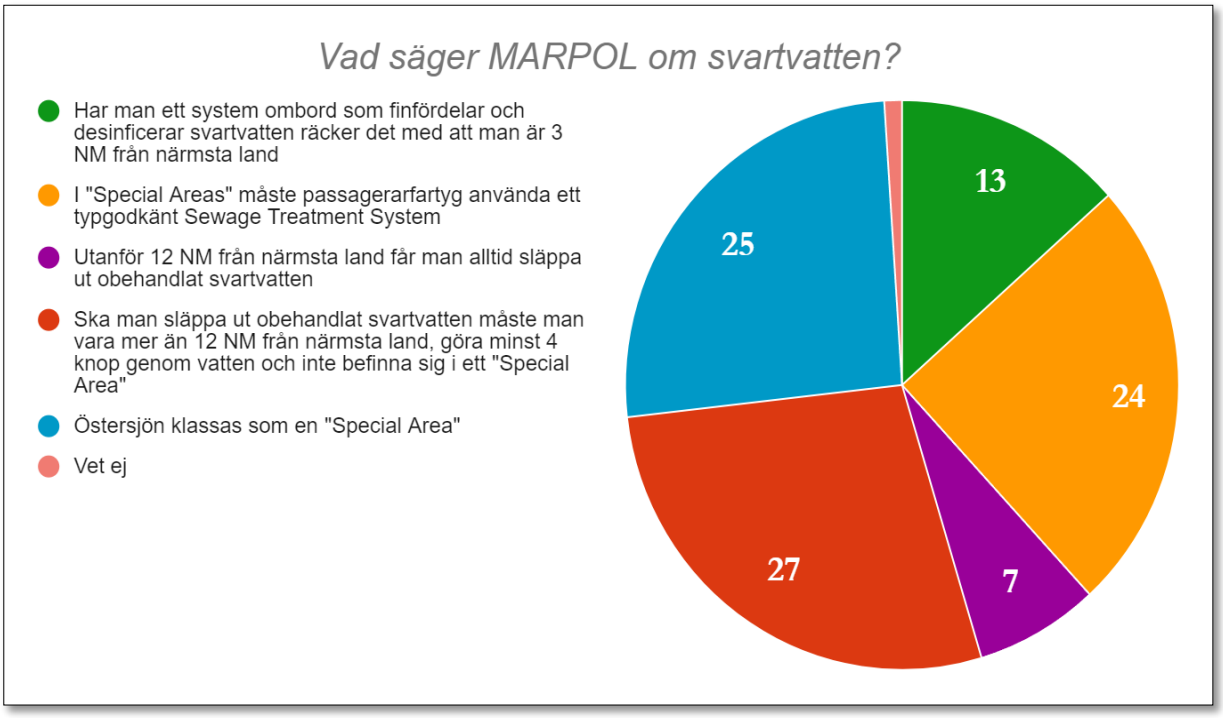
Sista delen av surveyundersökningen bestod av fem frågor som utgjorde det tidigare nämnda kunskapstestet. Svaren på dessa frågor redovisas nedan i figur 11 till 15. Det som skiljer dessa frågor från de som visas i figur 3 till 10 är att det i dessa frågor finns rätt, och fel, svar.

Figur 11 *Respondenternas svar på vad MARPOL säger om gråvatten.*



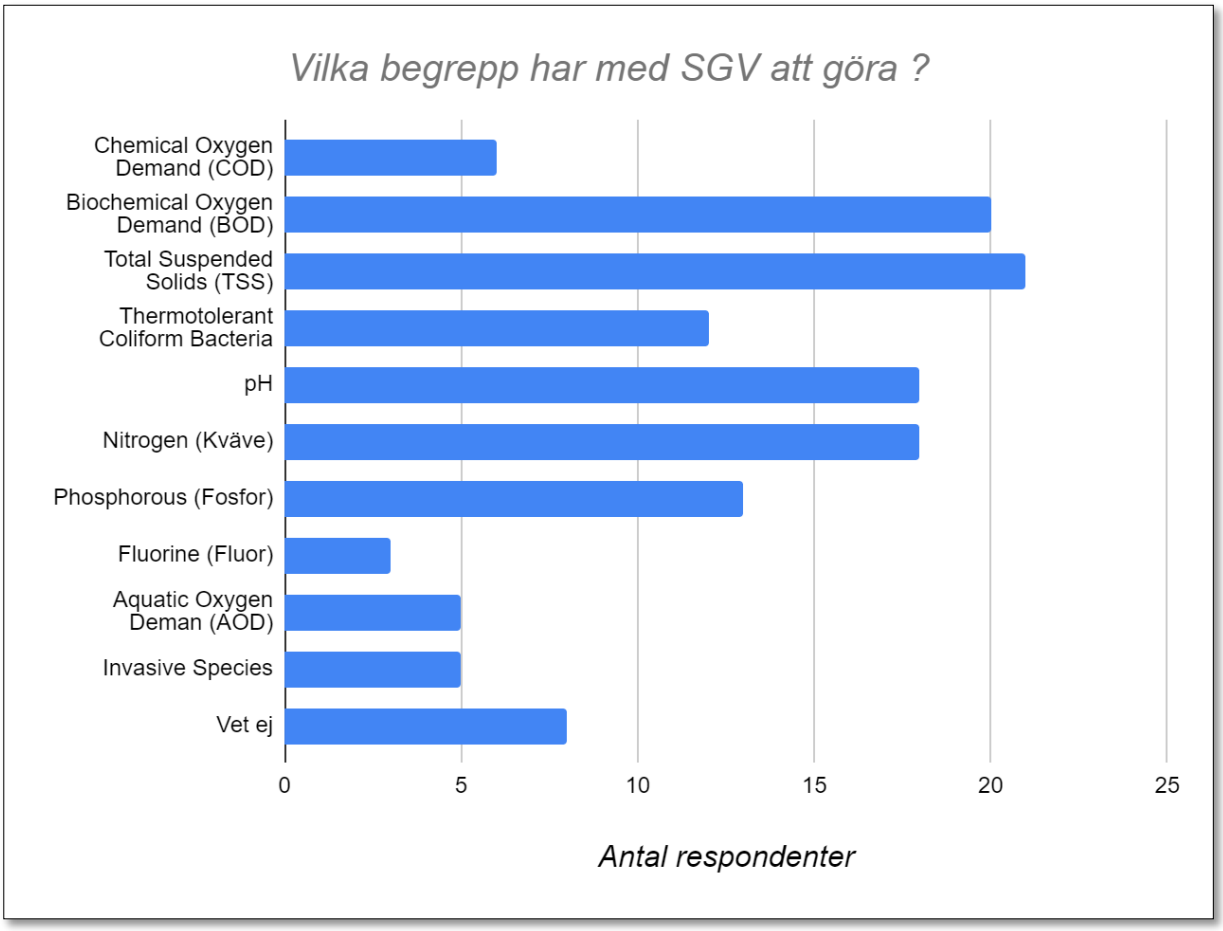
Kommentar: Rätt svar är att MARPOL inte nämner utsläpp av gråvatten.

Figur 12 *Respondenternas svar på vad MARPOL säger om svartvatten.*



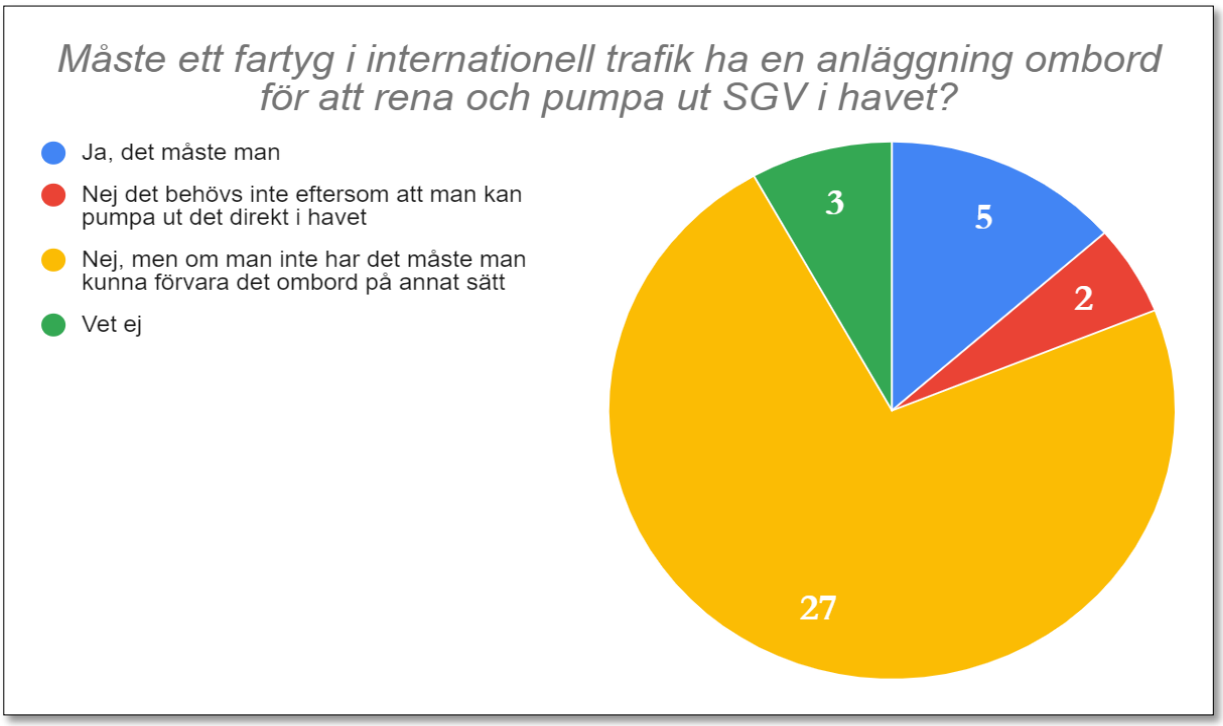
Kommentar: På denna fråga hade respondenterna möjligheten att kryssa i flera alternativ. Felsvaren av påståendena som visas i figur 12 är ”Utanför 12 NM från närmsta land får man alltid släppa ut obehandlat svartvatten” och ”Vet ej”, de andra påståendena stämmer. I surveyundersökningen fanns ytterligare två (2) svarsalternativ på denna fråga som var fel. Dessa inkluderade: ”I ”Special Areas” får man släppa ut obehandlat svartvatten som man vill” och ”Man får aldrig släppa ut någonting”. Dessa alternativ visas inte i figuren då ingen av respondenterna kryssade i någon av dessa.

Figur 13 *Respondenternas svar på vilka begrepp som har med SGV att göra.*



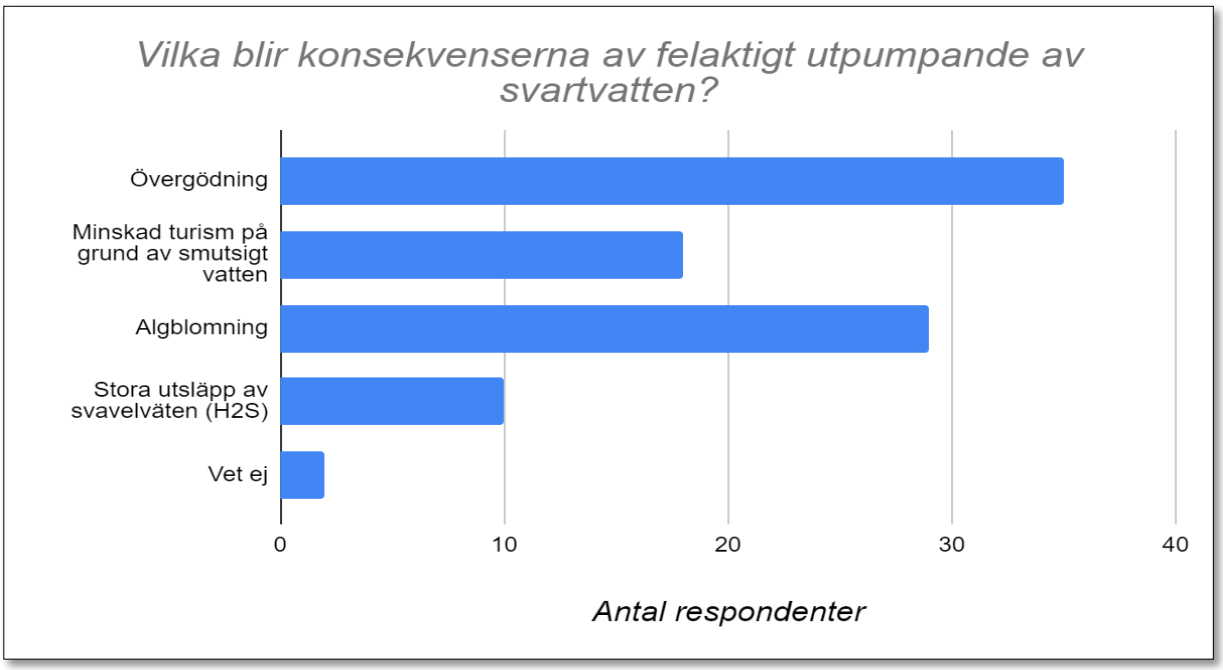
Kommentar: På denna fråga hade respondenterna möjligheten att kryssa i flera alternativ. De svarsalternativ på som var fel på denna fråga var: ”Fluorine (Fluor)”, ”Aquatic Oxygen Demand (AOD)”, ”Invasive species” och ”Vet ej”.

Figur 14 *Respondenternas svar på om ett fartyg i internationell trafik måste ha en anläggning ombord för att rena SGV.*



Kommentar: Rätt svar på frågan som visas i figur 14 är ”Nej, men om man inte har det måste man kunna förvara det ombord på annat sätt”.

Figur 15 *Respondenternas svar på vad det blir för konsekvenser vid felaktigt utpumpande av svartvatten.*



Kommentar: På denna fråga var alla svarsalternativ rätt förutom ”Stora utsläpp av svavelväten (H2S)” och ”Vet ej”.

4.2 Intervjuer

I syfte att få svar på de resterande frågeställningarna *”Vad behöver maskinbefäl ha för kompetens om svart- och gråvatten för att uppfylla kraven om lagstiftning?”* samt *”Vad hade en utbildning inom svart- och gråvatten behövt innehålla för att personal ska få den kunskap som krävs för att nå dessa krav?”* användes semistrukturerade intervjuer. Dessa intervjuer transkriberades och analyserades därefter med en tematisk analys. Denna analys beskrivs noggrannare i *3.4 Analys av data*.

Urvalet av dessa intervjuer visas i *3.3.1 Urval* och mer specifikt i Tabell 2.

4.2.1 Vad behöver maskinbefäl ha för kompetens om svart- och gråvatten för att uppfylla kraven om lagstiftning?

4.2.1.1 Biologisk process och bakteriekultur

Det mest förekommande svaret i intervjuerna om vilken kompetens som behövs hos maskinbefäl var att belysa att det är en faktisk biologisk process som ska hanteras. Denna biologiska process och tillhörande bakteriekultur skall alltid vara igång och levande för att få en optimal rening. Uppfattningen hos personalen ombord gällande dessa system sägs vara att det bara är pumpar, ventiler och sensorer och inget som behöver kollas efter. Enligt de intervjuade är detta tankesätt felaktigt och personalen ska istället vara införstådd med att det är just en biologisk process som måste ses efter. Vidare visas det vara vanligt förekommande att majoriteten av personal ombord som handhaver STS väntar till fartyget de tjänstgör på kommer 12 nautiska mil från närmsta land innan de sätter igång anläggningen. Anläggningen får sedan förbli igång till dess att fartyget kommer innanför 12 nautiska mil från närmsta land och då stängs anläggningen av. Även detta tanke- och tillvägagångssätt är enligt de intervjuade felaktigt då det tar upp till sex veckor för vissa mikroorganismer att bildas.

”… så startar jag den och sen så när jag kommer utanför tolv nautiska mil så stänger jag av den och spolar rent den, för då ska jag inte ha den liksom på 3 veckor va? Den typen utav handhavande är ju helt 100 procent fel.”

Citatet ovan är från en av de intervjuade systemutvecklarna angående det tidigare nämnda tankesättet att systemet kan slås av och på när man åker innan- och utanför tolv nautiska mil från närmsta land. Detta tyder på en kunskapsbrist och kan i långa loppet få stora påföljder.

4.2.1.2 Restprodukten

Vidare visades ett återkommande svar vara att många individer ombord inte hade kunskapen om att det blir en restprodukt, ett sludge, efter att SGV genomgått reningsprocessen och denna vetskap ansågs väsentlig att ha. Denna kunskapsbrist har visat sig finnas redan vid byggandet av fartyg och som resultat av detta har tankar för förvaring av sludge ombord uteblivit. Denna restprodukt regleras heller inte i MARPOL utan det är det renade vattnet som det ställs krav och regler på.

4.2.1.3 Skyddsutrustning och risker

Av de intervjuade så belyste systemutvecklarna riskerna vid hantering av SGV i allmänhet och restprodukten i synnerhet. De betonar att som handhavare av dessa system så skall man vara införstådd med de rådande riskerna och att det trots allt är tarmbakterier man har att göra med.

Fortsättningsvis svarar de att den enkla lösningen är att använda korrekt skyddsutrustning, det vill säga: handskar, skyddsglasögon eller visir och fördelaktigt heltäckande klädsel.

”… men vi ska ändå inte glömma bort att det viktiga att lära sig är att det här är farligt. Alltså att man ska ha skyddsutrustning, att man ska veta om riskerna när man jobbar med detta.”

De berättar vidare att de själva vet hur situationen kan se ut ombord att det slarvas med skyddsutrustning för att arbetet planeras gå fort men att man som handhavare ska vara införstådd med vilka risker man utsätter sig för om skyddsutrustning inte bärs.

4.2.1.4 Handhavande

De två intervjuade maskinisterna instämde i att som maskinist är handhavandet det viktigaste att ha koll på när man ska jobba med systemen ombord. Från vardagligt underhåll och körning av anläggningen till felsökning och vilka handgrepp som funkar om diverse driftfall uppstår och varför just detta handgrepp funkar.

”… det är ju handhavande som är det viktiga när man är maskinist. Det är ju liksom ”hur gör man” om det händer det här, vad gör man då och händer det där då kanske man gör något annat…”

En av systemutvecklarna nämnde också att handhavandet är centralt för en maskinist och fortsätter med att säga att handhavandet inte bara är viktigt utan att det även behövs och kommer fortsätta behövas framöver. Detta på grund av att en automatisering av dessa system inte är möjlig på grund av kostnaden, och även ifall systemet skulle bli automatiskt hade det ändå krävt att någon ombord kollade till anläggningens givare och sensorer.

4.2.1.5 Krav och regler på utsläpp

Samtliga intervjuade belyste vikten av att ha kunskap om rådande regler och utsläppskrav beroende på var fartyget befinner sig. Att veta vad och var man får släppa ut sitt renade vatten och eventuella undantag som råder, till exempel om fartyget skulle befinna sig i ett ”special area”, var något som de intervjuade var överens om var viktigt att ha vetskap om.

4.2.1.6 Olika utföranden på anläggningar

Slutligen nämnde två av de intervjuade att man ska ha kännedom om att det finns fler typer av anläggningar än bara en. Vidare svarade de att en generell kunskap om bland annat handhavande och den biologiska processen var mer viktig än att lära sig handha ett specifikt system.

4.2.2 Vad hade en utbildning inom svart- och gråvatten behövt innehålla för att personal ska få den kunskap som krävs för att nå dessa krav?

4.2.2.1 Metod för inlärning

Ett genomgående svar genom intervjuerna belyste vikten av att fysiskt arbeta med dessa typer av anläggningar för att lära sig om dem. Att gå ombord på en båt, få smyga system och känna på hur det fungerar. De två maskinisterna som intervjuades nämnde att det är viktigt att läsa

manualer och smyga systemen för att få en uppfattning av hur allt hänger ihop. De nämnde även att man lär sig mycket av att känna på att manövrera ventiler och kolla på vad som sker i systemen. Den intervjuade projektingenjören nämnde vikten av att lära sig hur man finjusterar flockmängden och har koll på hur mycket flockningsmedel som behövs i systemet.

4.2.2.2 Biologiskt system

En av de intervjuade systemutvecklarna nämnde vikten av att få känna på handhavandet just för att få förståelsen om att systemet inte bara är ”på/av”, utan att bakteriekulturen hela tiden jobbar. Respondenten fortsatte att lyfta att en utbildning behöver lyfta den biologiska processen och vad det innebär. Genom att ha insikten om att det är ett biologiskt system man hanterar kan man undvika problem med vad som släpps ut från dem. Även den intervjuade vd:n sa att det är viktigt att utbilda om att det är en biologisk process, att även om man renar det kemiskt eller med membran så är det ett biologiskt system i tankarna. Man ska ha kunskap om att detta kan påverkas av vad man gör ombord.

”…om du vaskar byssan med klor så och då kommer du knocka den här processen va och insikten om att det tar tid att få igång den då.”

4.2.2.3 Typer av anläggningar och processer

Att utbilda om de olika typerna av anläggningar är viktigt enligt den intervjuade projektingenjören som säger att man inte bara bör lära sig om de vanligaste typerna av anläggningar. Även den ena maskinisten och vd:n nämner vikten av att utbilda i olika typer av anläggningar samt kunskap om systemen i stort. Utbildning om hur systemen fungerar nämns av den ena systemutvecklaren, som påpekar vikten av grovrengöringen i det första steget.

”Att får man ur det så kommer ju processen längre fram att bli väldigt, väldigt mycket enklare och mindre smutsig och sotig och så där.”

Citatet syftar till att få ut så mycket grovt som möjligt i början på reningsprocessen som hen sedan stärker upp med att om man inte sköter detta steg kommer det att bli äckligt, och att man då inte ens vill närma sig denna process vilket gör det ännu viktigare att hålla red rent, prydligt och funktionsdugligt på daglig basis. Det som rensas bort vid denna grovrengöring är en restprodukt. Det är viktigt att veta vad detta är för restprodukt och vad man gör av det säger hen. Den intervjuade vd:n nämner även att man behöver ha koll på detta slam samt att man behöver veta vart man ska förvara det ombord. Det är inte alltid att det finns en tank för detta säger hen.

4.2.2.4 Tester ombord

Majoriteten av de intervjuade som arbetar på företag inom STS pratade om att förstå vikten av, samt hur man gör testerna ombord på fartygen. Genom att göra de två lättaste fälttesterna kommer det hjälpa dig mycket för att veta om anläggningen går bra eller ej säger vd:n. De belyser att man ska veta att de finns, samt att man inte behöver göra de testerna som tar flera dagar att få svar på utan att det räcker med de två testerna som beskrivs i teoridelen av denna rapport.

4.2.2.5 Intresse och inställning

Fem av sex intervjuade personer tog upp aspekten om att det finns ett bristande intresse och inställning till STS ombord på fartygen, eller att det prioriteras lågt. Maskinisten som nämnde

detta menar att det är bra med en utbildning då det är svårt att som en maskinist gå till sin chef och komma med förslag på förändringar, men om detta ämne tas upp mer i utbildningen kommer det på längre sikt kunna bli förändring. De andra som tog upp detta ämne konstaterade att intresset och inställningen är så låg vilket gör att systemet inte prioriteras. En nämner att ointresset kommer från tidsbrist och en annan menar på att inställningsfrågan kommer från kunskapsbrist.

” Men det finns en lite taskig inställning av att det här är bara fiskmat, liksom det är en klassisk kommentar att det bara är fiskmat och om man har den inställningen så bryr man ju sig som inte mycket om att det ska funka heller.”

Det respondenten menar i citatet är att man ombord ibland har en inställning att man inte behöver bry sig så noga om vad man pumpar ut i havet, eftersom fiskarna kan äta upp de partiklar som inte renas av ett dåligt fungerande STS.

4.2.2.6 Regler och säkerhet

Två respondenter nämnde vikten av att utbilda om regler, varav den ena kom med förslaget att ta in en person från Sjöfartsverket som kan berätta om gällande regler.

De bägge systemutvecklarna tog upp säkerhetsaspekten som en viktig utbildningspunkt. Man ska veta om att det kan uppstå svavelväten, och att det är tarmbakterier man hanterar, och att man ska använda skyddsutrustning såsom handskar och visir när man rengör.

5. DISKUSSION

I detta avsnitt diskuteras resultatet och jämförs med teorin. De insamlade svaren från både enkäten och intervjuerna diskuteras i respektive delkapitel. I metoddiskussionen diskuteras valet av metod, urvalet av intervjuobjekt och vad som kunde gjorts annorlunda från författarnas sida.

5.1 Vad har examinerade och blivande sjöingenjörer för uppfattning om sin kunskap om svart- och gråvatten när de examineras från sin högskola?

Frågan om respondenternas uppfattning om sin kunskap gällande hantering av SGV gav varierade svar där majoriteten, 22 av 37, svarade med en trea på den femgradiga skalan. En respondent svarade en etta (1), fem svarade en tvåa (2), sju svarade en fyra (4) och två svarade med en femma (5). Detta tyder på att majoriteten av respondenterna anser sig kunna hantera SGV ombord på ett fartyg på ett mer eller mindre dugligt sätt. Däremot uppstod viss osäkerhet när frågan om regler gällande SGV ställdes. 13 av 37 respondenter, 35 procent, svarade en tvåa (2) på den femgradiga skalan och lika många svarade en trea (3) på samma fråga. En tanke är att respondenterna ser ordet ”regler” och därmed väljer att gardera sig genom att svara lägre på skalan. Kombinationen av att svaren i enkäten är anonyma, och att STCW inte ställer några krav på kunskap om regler (IMO, 2010), kan leda till en viss trygghet hos respondenterna att inte känna sig tvingade att svara högre på skalan.

På frågan i Figur 8, där redan examinerade sjöingenjörer uppmanades till att svara, var det tydligt att kunskapen om SGV vid examen ansågs som bristfällig hos respondenterna själva. Tre av 17 ansåg sig ha tillräcklig kunskap vid examen men majoriteten, tio av 17 respondenter, svarade att de inte hade tillräcklig kunskap det vill säga att de svara en etta (1) eller tvåa (2) på den femgradiga skalan. Om denna kunskapsbrist sedan ledde till konsekvenser för respondenterna i arbetslivet är svårt att säga, men svaren i frågan visar ändå på att de som är färdiga med skolan inte tycker att de kunde tillräckligt mycket om SGV när det var dags för dem att börja jobba.

Vidare i Figur 9 på frågan om var respondenternas kunskap om SGV kommer från var de två mest genomgående svaren ”Studier 25%, Arbetserfarenheter 75%” med 13 svar och ”Studier 50%, Arbetserfarenheter 50%” med 12 svar. Trots att dessa svar visar på att viss kunskap fås via studier så säger det inte om den kunskapen är tillräcklig, och jämförs svaren med de i Figur 8 så är den kunskapen som man väl får oftast inte tillräcklig. Nämnvärt är även att i svaren på denna fråga så fick Arbetserfarenhet en större andel av svaren sett till totalen, vilket också får ses som ett väntat resultat. En anledning till spridningen av svar skulle kunna vara att respondenterna inte fick det förtydligat för sig om fartygsförlagd praktik som genomförts under skoltiden räknades som arbetserfarenhet eller studier.

På sista frågan innan enkätens kunskapstest ställdes frågan om respondenternas inställning till en utbildning om SGV. Av 37 svar var 30 positivt inställda det vill säga att dessa 30 svar var på fyra (4) eller högre. Dessa 30 svar visar på att en majoritet har en god inställning till utbildningen i helhet och även en ambition att vilja lära sig mer om hantering och regler gällande SGV. Eventuellt mest regler, då det fanns en skillnad i svar på frågan i Figur 6 respektive 7.

Kunskapstestet i enkätens tredje och sista del gav varierade resultat. Över lag hade respondenterna bra kunskap om hur SGV får och inte får hanteras ombord med undantag på

första frågan, ”*Vad säger MARPOL om gråvatten?”*. 24 respondenter av 37 valde fel alternativ och visste alltså inte att MARPOL inte nämner utsläpp av gråvatten. Relevansen av dessa felaktiga svar kan diskuteras utifrån flera synvinklar men deras betydelse blir nedtonad om man tar i åtanke att:

- STCW (IMO, 2010) inte ställer några krav på denna kunskap,
  och
- MARPOL inte nämner det tyder på att kunskapen om hanteringen av just gråvatten möjligtvis inte behövs.

Vidare hanteras så gott som alltid svart- och gråvatten tillsammans och även detta bidrar till att hanteringen av gråvatten blir sekundär, och kunskapen om denna likaså.

Ett av kraven som framkommer i STCW är att personalen ombord ska vara införstådd i vad en ”Special Area” är (IMO, 2010). Svaren i Figur 12 visar på att majoriteten av respondenterna vet detta, och även att Östersjön klassas som en ”Special Area”. Möjligheten finns att dessa svar blev som de blev för att benämningen ”Special Area” antyder att hanteringen av SGV ska ske på ett sätt som avviker från normalbilden. I kombination med att majoriteten av respondenterna huserar i ett land som gränsar till Östersjön så kan slutsatsen dras att dessa respondenter är medvetna om de problem med övergödning som råder i just Östersjön och därför blev svaren i Figur 12 som de blev. Detta påstående stärks av att 35 av 37 respondenter svarade att övergödning är en konsekvens av felaktigt utpumpande av svartvatten som visas i Figur 15.

Med undantaget COD så var det de korrekta svaren som fick flest svar på frågan i Figur 13. Däremot fick inget av alternativen lika övervägande stor svarsfrekvens som ”Övergödning” i Figur 15. Detta får ses som väntat i och med att svarsalternativen var fler än på de andra frågorna i kunskapstestet, men också av anledningen att det mest förekommande svaret i intervjuerna handlade just om den biologiska processen. I denna biologiska process spelar dessa ämnen, som var de korrekta svaren i Figur 13, en avgörande roll och att döma av intervjuobjekten är det denna kunskapsbrist som är störst ute på fartygen.

5.2 Vad behöver maskinbefäl ha för kompetens om svart- och gråvatten för att uppfylla kraven om lagstiftning?

Det som framgick som viktigast i intervjuerna var att processen för SGV är biologisk, att det är en levande process som inte kan stannas av och startas hur som helst. Detta framgick främst av de som arbetar med att ta fram dessa system och har många års erfarenhet av systemen. Att de i intervjuerna valde att belysa detta tydligt som det första när frågan ställdes, visar på att det är något som är viktigt men som inte i dagsläget är välkänt för maskinbefäl. Detta är viktigt då fartyg som har anläggningar som är typgodkända, ändå släpper ut ”renat” vatten som inte klarar kraven som presenterades i studien av Hatenboer-Water (se 2.5 Problematiken idag). En stor anledning till att vattnet inte blir tillräckligt rent trots det godkända STS är att de inte sköts och körs på rätt sätt.

De intervjuade hade uppfattningen om att det är vanligt förekommande ombord att maskinbefäl ser STS som ett system där man bara behöver manövrera ventiler utan större omtanke, och ofta även vänta tills de är utanför tolv nautiska mil innan de startar upp och börjar pumpa ut. Detta är ett sådant exempel på okunskap som gör att man kör ut vatten med för höga värden ut i haven, men i tron av att det inte begås regelbrott då man kör det genom sin godkända STS. Det blir som en falsk trygghet för besättningen att tro att en typgodkänd utrustning direkt betyder att utsläppet kommer att vara regelmässigt godkänt, vilket visar sig att fallet inte är.

Restprodukten som blir har en väldigt hög koncentration av de ämnen som beskrivs i rapportens teoridel 2.1. Flera av dessa ämnen, speciellt i höga koncentrationer, är farliga att få på sig eller andas in. Det är därför viktigt att rätt typer av tankar används samt att de som handhaver dessa system behöver vara införstådda med riskerna både vid daglig hantering av STS och då slammet pumpas iland. Eftersom SGV innehåller sådant som redan kan betraktas som äckliga, kan det instinktivt bli att man tar på sig skyddsutrustning vilket är bra. Risken med att tro att det är på grund av att det är ”äckligt” som man ska använda skyddsutrustning är att en person som inte är känslig mot det, struntar i att använda sig av det och därmed utsätter sig för dessa skadliga ämnen (se 2.4.2 Patogener).

För att inte bryta några regler och släppa ut smutsigare vatten än man får är det viktigt att veta vad dessa regler säger. Trots att det var fyra respondenter som inte tog upp vikten av att veta vad reglerna säger betyder inte det att dessa fyra individer inte tycker reglerna är viktiga. Att testa värdena på sitt vatten spelar inte någon roll om man inte vet vad man ska göra med svaren. Eftersom det finns olika så kallade ”special areas” är det viktigt att ha kunskap om dessa. För svenska maskinister är detta viktigt då Östersjön är ett av dessa områden (se 2.1.1 IMO och MARPOL).

5.3 Vad hade en utbildning inom svart- och gråvatten behövt innehålla för att personal ska få den kunskap som krävs för att nå dessa krav?

För att kunna ta in kunskap om olika ämnen krävs olika metoder för utlärning. När det kommer till att lära ut om olika ämnen och hur de bidrar till ett sämre klimat, vilken påverkning på till exempel övergödningen som utsläpp av SGV har, är det fördelaktigt att göra detta i föreläsningssal med utbildningsmaterial med visuella hjälpmedel på tavla där man som student kan anteckna och följa med enkelt. Det samma gäller regler och krav, där är det viktigt att det en person som är mycket väl påläst om ämnet som håller i föreläsningen då det är ett ämne som ofta blir krångligt och svårt att följa med i presentationer. Förslagsvis görs detta av en myndighetsperson som arbetar med regler om just dessa typ av utsläpp. I övrigt hade en utbildning med fördel varit delvis praktisk för att lättare kunna ta in och förstå hur STS fungerar i praktiken. Detta kan i vissa fall göras på eget bevåg på studenters praktik, men det är förutsatt att båtarna använder sina system samt att de har kompetent besättning som kan vägleda och lära. Att under en utbildning få möjlighet att få kolla på och manövrera ett STS hade i många fall kunnat lett till ökad inlärning.

Det som resultatet av intervjuerna visade om vad en utbildning bör innehålla är i stora drag samma som presenterades i kapitlet ovan. Det som trycktes på från respondenterna var att man i en utbildning bör rikta in sig brett, så att oavsett vad för fartyg man jobbar på i framtiden ska grunderna vara sådana att det inte blir ett problem när systemet inte ser ut precis som i utbildningen. Ett exempel är att vissa fartyg har flockningsprocess, andra har membranfilter och det finns även helt biologiska reningssystem. De flesta kommer inte gynnas i framtiden av att bara lära sig om ett av dessa system. Det samma gäller med tester ombord. Alla fartyg har olika rutiner, vissa kanske inte har några tester alls. Genom att vara påläst om på att det finns olika tester och vikten med dem, kan det leda till att man beställer in den simplaste varianten till fartyget för att få någon typ av indikation på hur bra ens reningsverk är.

Som en av respondenterna nämnde, leder okunskap inom ett ämne ofta till ett ointresse av det. I många fall hade en utbildning i SGV kunnat väckta ett intresse, där man går ombord på praktik

eller arbete och sätta sig in i, och förstå vilket typ av system det är samt vilka regler som gäller, för att sedan testa om det renar bra nog för dessa krav. Även regler och säkerhet är något som hade kunnat följas bättre efter en utbildning. Om man inte vet kraven eller riskerna är det svårt att följa dem, samt skydda sig mot dem.

Enligt enkäten som skickades ut fanns det ett intresse av elever samt maskinister att ha en utbildning om SGV i sjöingenjörsprogrammet. Detta kan tyda på att många vill ha koll på dessa typer av system, antingen för att klara kraven eller ett genuint intresse av processen och dess komponenter. Det visade sig också att det som enkätens respondenter hade minst kunskap om var vilka ämnen som finns i SGV, men det var ingen av de intervjuade personerna som antydde att det var av stor vikt att kunna. Det viktiga var att veta hur man utförde testerna och vad gränserna var för respektive test, samt de ämnen som är skadliga för människan som till exempel svavelväte (se 2.4.3 Svavelväte).

5.4 Metoddiskussion

En av fördelarna med att använda en surveyundersökning för insamling av data är att den underlättar processen med insamling av kvantitativa data. Tillvägagångssättet för att få tag på respondenter kan gå till på flera sätt. I denna rapport användes personlig kontakt och personliga uppmaningar att svara på enkäten snarare än ett massutskick. Detta ledde till att de svar som erhölls hade hög validitet då respondenterna mer eller mindre handplockades. Däremot hade det varit av intresse att nå ut till fler respondenter för att öka rapportens reliabilitet med förutsättning att även dessa svar hade varit från respondenter som blivit personligt kontaktade. Detta hade varit lättare att genomföra om mer tid hade funnits.

Ett problem som uppstår vid användandet av en surveyundersökning är risken att frågorna är otydligt ställda från författarnas sida. Trots att respondenterna uppmanades att ta kontakt med författarna vid oklarheter så finns risken att detta inte utnyttjas, och att respondenterna istället väljer ett svar i förbifarten för att komma vidare till nästa fråga.

Ytterligare ett problem som uppstår vid användandet av en surveyundersökning, och framför allt ett kunskapstest, är att respondenterna har möjligheten att söka upp svaren på intranätet. Detta hade kunnat motverkas med ett kunskapstest som hade liknat en salstentamen. Beslutet togs att inkludera kunskapstestet i enkäten med anledning av att minimera risken att få kunskapstestet att framstå som något författarna skulle använda i syfte att sätta dit någon av respondenterna.

Vidare uppstod svårigheter vid skapandet av svarsalternativ till kunskapstestet. Först svårigheten att komma på svar vilka är felaktiga, sen när frågorna och svarsalternativen skrivits färdigt behövdes samtliga svar och alternativ gås igenom. Dels för att tillse svaren och alternativens kvalitet och dels för att fastställa att någon av frågorna inte innehåller en annan frågas svar. Trots svårigheter bedömdes dessa kriterier att uppfyllas innan enkäten skickades ut till respondenterna.

Då semistrukturerade intervjuer erbjuder flexibilitet i frågorna från författarnas sida valdes dessa. Respondenterna fick snarlika frågor men möjligheten att justera fanns under intervjuerna beroende på vilka svar som erhölls. Likt surveyundersökningen så valdes intervjuobjekten noggrant efter deras erfarenhet med STS. Då flera av intervjuobjekten hade över 20 års erfarenhet med dessa system så anses deras validitet hög. Även de två maskinisterna som hade mindre erfarenhet kunde komma med bra input på vilken kunskap som hade kunnat vara bra att ha med sig från skolan. Hade det funnits tid att göra fler intervjuer hade det varit av intresse att

ha intervjuer med fler maskinister. Möjligen med olika års erfarenhet, till exempel en med 10 års erfarenhet, en med 15 och så vidare. Vidare hade fokusgrupper kunnat användas i syfte att ge utrymme för diskussion mellan intervjuobjekten. Detta fick uteslutas på grund av tidsbrist samt svårigheter att anordna sagda fokusgrupp.

6. SLUTSATSER

Kunskapsnivån om svart- och gråvatten och dess hantering varierar hos examinerade och blivande sjöingenjörer. Majoriteten anser sig ha bättre kunskap om hanteringen av SGV än regler gällande SGV. Vid examen anser sig få ha en tillräcklig kunskap med sig från skolan för att handha dessa system, men en tydlig majoritet är positivt inställda till implementerandet av en utbildning för att minska denna kunskapsbrist.

För att kunna bedriva en laglig och säker verksamhet behöver maskinbefäl ha god kunskap inom SGV. Det behövs en förståelse av att ett biologiskt system som detta inte kan slås av och på hur som helst utan konsekvenser. Det behövs en vetskap om den restprodukt som bildas vid processen, hur denna ska förvaras samt hur man ska göra sig av med den. För att alla regler och lagar ska följas behöver maskinisten kunna reglerna som gäller kring utsläpp, både koncentrationer och hur det kan skilja sig på olika ställen som till exempel Special Areas. För att dessa regler ska kunna följas behöves förmågan att handha och manövrera systemet. Detta skall även göras på ett korrekt sätt med skyddsutrustning enligt angivelser som handhavaren bör veta.

I en utbildning om SGV bör följande inkluderas:

- Grundläggande teori om svart- och gråvatten
- Innebörden av ett biologiskt system
- Typer av anläggningar och processer
- Tester ombord
- Regler
- Säkerhet

6.1 Rekommendationer till fortsatt arbete

Generellt hade det varit intressant att få fler svar från redan examinerade sjöingenjörer, och även från individer som inte studerat eller studerar i Sverige. Då majoriteten av svaren på enkäten, 35 av 37, var från individer som studerat eller studerar på en svensk högskola hade det varit av intresse att jämföra i större skala hur kunskapsnivån förhåller sig mellan olika länder. Exempel på länder hade kunnat vara Danmark, Norge och Nederländerna bara för att nämna några.

Det som skulle kunna fortsättas arbeta med efter denna studie är att ta fram en utbildning kopplat till lärandemålen som finns. En utredning, baserat på denna rapport, om att implementera en utbildning inom SGV kan behövas göras på de institut samt skolor där detta skulle kunna vara relevant. Denna rapport riktar sig endast mot maskinister och sjöingenjörsstudenter, men upptäckter från intervjuer visar att även skeppsbyggare kan behöva viss utbildning då detta är ett system som kan, och tidigare har, skadat människor ombord på fartyg om de inte planeras och handhavas på korrekt sätt.

Då befälhavare på fartygen bär det yttersta ansvaret över alla utsläpp som görs bör även de ha grundläggande kunskap om SGV. Många rederier arbetar med att ha miljövänliga fartyg. Ett ytterligare område att undersöka är ifall dessa aktörer bör ha kurser i ämnen såsom SGV.

KÄLLFÖRTECKNING

1976. MEPC.2(IV) London, International Maritime Organization

2004. MEPC.115(51) London, International Maritime Organization

2005. MARPOL Annex IV London, International Maritime Organization

2006. MEPC.159(55) London, International Maritime Organization

2011. MEPC.200(62) London, International Maritime Organization

2012. MEPC.227(64) London, International Maritime Organization

Beavis, M., Chen, W., Jost, O., & White, E. (2021). *Improving existing STPs*. https://www.linkedin.com/pulse/improving-existing-stps-water-waste?trk=public_post

Bernes, C. (2005) Förändringar under ytan. Stockholm: Naturvårdsverket. Monitor 19.

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology, 3*(2), 77-101. https://doi.org/10.1191/1478088706QP063OA

Chen, Q., Wu, W., Guo, Y., Li, J., & Wei, F. (2022). Environmental impact, treatment technology and monitoring system of ship domestic sewage: A review. Science of The Total Environment, 811, 151410. https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2021.151410

Denscombe, M. (2017). *Forskningshandboken: För småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna*. Studentlitteratur.

Giftinformationscentralen. (2021). *Svavelväte*. https://giftinformation.se/lakare/substanser/svavelvate/

Gombrii, M., Eriksson, K., (2017). Black & Grey Water [Broschyr]. Marinfloc.

Havs- och Vattenmyndigheten. (2014) Algblomning. *Havs- och Vattenmyndigheten*. https://www.havochvatten.se (2024-02-15).

International Maritime Organization. (n.d.-a) International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW). International Maritime Organization. https://www.imo.org/en/ourwork/humanelement/pages/stcw-conv-link.aspx

International Maritime Organization. (n.d.-b) Prevention of Pollution by Sewage from Ships. IMO – Sewage. https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Sewage-Default.aspx (2024-02-13)

International Maritime Organization. (2010) International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers Manila 2010 (STCW Manila 2010) International Maritime Organization.

International Maritime Organization. (2024) Status of conventions. Ratifications by state.

https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/StatusOfConventions.aspx (2024-02-08)

Länsstyrelsen Skåne. (2013) Planktonsamhället i nio skånska sjöar. Länsstyrelsen Skåne. www.lansstyrelsen.se/skane. (2024-02-15)

Machnicka, A., & Grübel, K. (2023). The effect of pre-treatment and anaerobic digestion for pathogens reduction in agricultural utilization of sewage sludge. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(5), 13801–13810. https://doi.org/10.1007/S11356-022-23164-9/TABLES/1

Marinfloc. (28 november 2023). Sewage Theory A ASTS IB 231127 nyast [PowerPoint-presentation].

Murdoch, A. (1992). *Passenger warned ferry officer over "noxious gas leak" | The Independent | The Independent*. The Independent. https://www.independent.co.uk/news/uk/passenger-warned-ferry-officer-over-noxious-gas-leak-1541770.html

Murray CJ, Müller-Karulis B, Carstensen J, Conley DJ, Gustafsson BG and Andersen JH (2019) Past, Present and Future Eutrophication Status of the Baltic Sea. Front. Mar. Sci. 6:2. https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00002

Nicolas, J., Hoogenboom, R. L. A. P., Hendriksen, P. J. M., Bodero, M., Bovee, T. F. H., Rietjens, I. M. C. M., & Gerssen, A. (2017). Marine biotoxins and associated outbreaks following seafood consumption: Prevention and surveillance in the 21st century. *Global Food Security*, *15*, 11–21. https://doi.org/10.1016/J.GFS.2017.03.002

Petterson, S. R., & Stenström, T. A. (2015). Quantification of pathogen inactivation efficacy by free chlorine disinfection of drinking water for QMRA. *Journal of Water and Health*, *13*(3), 625–644. https://doi.org/10.2166/WH.2015.193

United States Environmental Protection Agency. (2008) Cruise Ship Discharge Assessment Report. Washington DC: United States Environmental Protection Agency.

University of Chicago Library. (2023, 7 september). *CRAAP Test - Evaluating Resources and Misinformation - Library Guides at UChicago*. https://guides.lib.uchicago.edu/c.php?g=1241077&p=9082343

World Health Organization. (2021) *Guidelines on recreational water quality: Volume 1 Coastal and fresh waters.* World Health Organization, s. 44. Genéve: World Health Organization.

Wärtsilä. (2019). Membrane bioreactor (MBR) technology [Broschyr]. Wärtsilä.

Zhu, L., He, H., & Wang, C. (2016). COD removal efficiency and mechanism of HMBR in high volumetric loading for ship domestic sewage treatment. Water Science and Technology, 74(7), 1509–1517. https://doi.org/10.2166/WST.2016.271

BILAGOR

Bilaga 1 - Surveyundersökning

En undersökning om kunskapsnivån gällande hantering av svart- och gråvatten (SGV).
Vi är två studenter som läser sista terminen på sjöingenjörsprogrammet på Chalmers tekniska högskola. Vi skriver just nu examensarbete om hanteringen av svart- och gråvatten (SGV) ombord på fartyg. Denna enkät syftar till att undersöka kunskapsnivån hos examinerade och nuvarande sjöingenjörsstudenter avseende hanteringen om SGV ombord. Enkäten tar cirka fem minuter att fylla i och är uppdelad i tre (3) delar; den första där du får fylla i din akademiska bakgrund och sysselsättning, i den andra får du svara på frågor om din egen uppfattning om din kunskap gällande SGV-hantering och sista delen består av ett kunskapstest. Detta kunskapstest är INTE i syfte att sätta dit någon, utan snarare för att undersöka vilken kunskapsnivå Ni har. Svara så ärligt du kan. Alla svar är anonyma. Tack på förhand! Har du några frågor om formuläret kan vi nås på karlste@student.chalmers.se eller matnordb@student.chalmers.se

Vi kommer även genomföra intervjuer med personal som jobbar, eller tidigare jobbat, med handhavande av Sewage Treatment System (STS). Är du en person som gjort detta och kan tänka dig vara med på en intervju får du gärna höra av dig till någon av de två mailadresser som står skrivna ovanför. Tack!

Är det okej om vi använder dina svar i rapporten? *
- Ja
- Nej

År du examinerats/planeras att examineras. *
- Tidigare än 2010
- 2011
- 2012
- 2013
- 2014
- 2015
- 2016
- 2017
- 2018
- 2019
- 2020
- 2021
- 2022
- 2023
- 2024
- 2025

Universitet du studerat/studerar på. *
- Chalmers Tekniska högskola
- Linnéuniversitetet i Kalmar
- Högskolan på Åland
- Övrigt

Nuvarande sysselsättning. *
- Jobb ombord
- Studerande
- Jobb på land, relaterat till sjöingenjörsutbildningen
- Jobb på land, EJ relaterat till sjöingenjörsutbildningen

Kunskapsuppfattning
Svara ärligt vad du själv anser att du kan och inte kan.

Hur uppfattar du din kunskap inom hantering av SGV? *
1 - Låg
2
3
4
5 - Hög

Hur uppfattar du din kunskap om regler angående SGV? *
1 – Låg
2
3
4
5 – Hög

Om du har tagit examen – tycker du att du hade tillräckliga kunskaper om SGV när du examinerades?
1 – Nej
2
3
4
5 – Ja

Var kommer din kunskap främst ifrån? *
- Studier 0%, Arbetserfarenheter 100%
- Studier 25%, Arbetserfarenheter 75%
- Studier 50%, Arbetserfarenheter 50%
- Studier 75%, Arbetserfarenheter 25%
- Studier 100%, Arbetserfarenheter 0%
- Övrigt

Vad är din inställning till en utbildning om SGV? *
1 – Det känns inte nödvändigt/relevant
2
3
4
5 – Det känns som en bra idé

Kunskapstest
OBS detta är INTE för att sätta någon på plats utan, som sagt, för att undersöka kunskapsnivån.

Vad säger MARPOL om gråvatten? *

- Man får inte släppa ut något alls
- Man måste vara utanför 12 NM, där utanför finns inga gränser
- De nämner inte utsläpp av gråvatten
- Vet ej

Vad säger MARPOL om svartvatten? Kryssa i de alternativ du tror stämmer. *
- Har man ett system ombord som finfördelar och desinficerar svartvattnet räcker det att man är 3 NM från närmsta land
- Man får aldrig släppa ut någonting
- I ”Special Areas” måste passagerarfartyg använda ett typgodkänt sewage treatment system
- Utanför 12 NM från närmsta land får man alltid släppa ut obehandlat svartvatten
- I special areas får man släppa ut obehandlat svartvatten hur man vill
- Ska man släppa ut obehandlat svartvatten måste man vara 12 NM från närmsta land, göra minst 4 knop genom vattnet och inte befinna sig i en special area
- Östersjön klassas som en ”special area”
- Vet ej

Vilka begrepp har med SGV att göra? *
- Chemical Oxygen Demand (COD)
- Aquatic Oxygen Demand (AOD)
- Biochemical Oxygen Demand (BOD)
- pH
- Thermotolerant Coliform Bacteria
- Invasive Species
- Total Suspended Solids (TSS)
- Fluorine (Fluor)
- Phosphorus (Fosfor)
- Nitrogen (Kväve)
- Vet ej

Måste ett fartyg i internationell trafik ha en anläggning ombord för att rena och pumpa ut SGV i havet? *
- Ja, det måste man
- Nej det behövs inte eftersom att man kan pumpa ut det direkt i havet
- Nej, men om man inte har det måste man kunna förvara det ombord på annat sätt
- Vet ej

Vilka blir konsekvenserna av felaktigt utpumpande av svartvatten? *
- Övergödning
- Stora utsläpp av svavelväten (H2S)
- Algblomning
- Minskad turism på grund av smutsigt vatten
- Vet ej

* - obligatorisk.

Bilaga 2 - Frågor som använts i intervjuer

-Vad är din bakgrund och nuvarande sysselsättning?
- Uppskattningsvis, hur länge har du arbetat med STS?
- Vilka är de utmaningar du möter i det dagliga arbetet med STS?
- Upplever du att du hade tillräckliga kunskaper efter examen för att handhava dessa system?
- Vilka tester gjorde/gör ni ombord?
- Vad är det viktigaste att veta om STS när man examineras från skolan?
- Vad är dina tankar om vilken kunskap man behöver för att kunna hantera ett STS på korrekt sätt?
- Är det viktigt att ha koll på kraven för de olika utsläppsämnena?
- Vilka tester behöver man kunna göra ombord på ett fartyg för att säkerställa att sitt STS fungerar?
- Vad är er inställning till en utbildning om handhavande/utsläpp om dessa system?
- Vad skulle det viktigaste vara att denna utbildning innehåller?
- När ni är ute på fartyg och pratar med kunder, vilka är de största bristerna ni ser?

INSTITUTIONEN FÖR MEKANIK OCH MARITIMA VETENSKAPER
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige
www.chalmers.se

CHALMERS