



TEKNISK RAPPORT

SJØFARTSDIREKTORATET

VURDERING AV UTSKIFTNING AV BALLASTVANN I HAVNER

RAPPORT NR. 2008-1341

REVISJON NR. 01

DET NORSKE VERITAS

TEKNISK RAPPORT

Dato for første utgivelse: 14.10.2008	Prosjekt nr.: 31100485
Godkjent av: Terje Sverud	Organisasjonsenhet: MONNO311
Oppdragsgiver: Sjøfartsdirektoratet	Oppdragsgiver ref.: Lars Christian Espenes

Sammendrag:


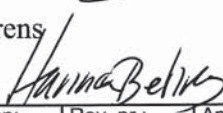
Denne studien gir en oversikt over potensielle teknologier for behandling av ballastvann samt en overordnet vurdering av muligheter, utfordringer og nytte ved bruk av stasjonære landfaste eller mobile renseanlegg i en havn.

Det finnes flere tilgjengelige og godkjente renseteknologier som oppfyller alle krav gitt i IMO Ballastvannskonvensjon. Imidlertid er det mange utfordringer som må løses når man skal knytte et stasjonært landfast eller mobilt renseanlegg opp mot et spesifikt skip som frekventerer havnen. Skipene har bl.a. forskjellig utforming, varierende ballastvolumer, krav til behandlingstider, flere og lite tilgjengelige utslippspunkter.

Rent teknisk er det ikke noe problem å modulere et behandlingsanlegg slik at det kan håndtere varierende kapasitetsbehov. Den største utfordringen ligger i interaksjonen mellom det eksterne renseanlegget og skipet. Det er per i dag ikke noen standardiserte tilkoplingspunkter som et slikt renseanlegg kan kobles opp mot, samt at et skips ballasthåndteringssystem normalt ikke er designet for å kunne håndtere ytterligere ytre påvirkninger (eks. trykkoppbygging).

Denne rapporten konkluderer med at implementering av eksterne renseanlegg for behandling av ballastvann vil være krevende. Det vil medføre flere nye utfordringer som må løses før det er mulig å knytte skipet opp mot det eksterne behandlingsanlegget.

Skip i internasjonal fart vil uansett måtte ha en behandlingsteknologi installert ombord for å imøtekomme kravene i Ballastvannkonvensjonen samt kunne operere i internasjonale farvann.

Rapport nr.: 2008-1341	Emnegruppe:	
Rapporttittel: Vurdering av ballastvann i havner		
Utført av: Sofia Fürstenberg, Harald Bergsbak, Alvar Mjelde, Serge Schwalenstöcker 		
Verifisert av: Hanna Lee Behrens 		
Dato for denne revisjon: 14.10.2008	Rev. nr.: 01	Antall sider: 18

Indekseringstermer

Ballastvann, ballastteknologi, Ballast water management

Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdrags-giver eller ansvarlig organisasjonsenhet, dvs. fri distribusjon innen DNV etter 3 år

Strengt konfidensiell

Fri distribusjon

<i>Innholdsfortegnelse</i>		<i>Side</i>
1	SAMMENDRAG	1
2	INNLEDNING	1
3	OMFANG	2
4	RENSETEKNOLOGI OG UTVIKLINGSSTATUS	3
4.1	Tilgjengelig renseteknologi og utviklingsstatus	3
4.2	Overordnede krav som må stilles til rensteknologi	4
4.2.1	Kapasitetsvariasjoner	5
4.2.2	Mellomlagring av ballastvann	5
4.2.3	Håndtering av filtrat	6
5	MOBILE OG STASJONÆRE RENSEANLEGG	7
5.1	Muligheter og begrensninger	7
5.1.1	Beliggenhet og utforming av havn	7
5.1.2	Skipstrafikk	7
5.1.3	Mellomlagring	8
5.1.4	Antall anlegg	8
5.1.5	Pumpekapasitet	8
5.1.6	Arealbehov	8
5.1.7	Bruk av kjemikalier	9
6	INTERAKSJON SKIP/RENSEANLEGG	10
6.1	Fartøyskategorier og havner	10
6.1.1	Relevante fartøyskategorier	10
6.1.2	Kjennetegn for noen havner	11
6.2	Forskjellige utslippspunkter på et skip og muligheter for tilkobling	13
6.3	Alternative metoder for tilkoping mellom renseanlegg og skip	13
6.4	Tekniske krav til interaksjon mellom skip og renseteknologi	16
7	OVERORDNET NYTTEVURDERING	17
8	REFERANSER	19

1 SAMMENDRAG

Denne studien gir en oversikt over potensielle teknologier for behandling av ballastvann samt en overordnet vurdering av muligheter, utfordringer og nytte ved bruk av stasjonære landfaste eller mobile renseanlegg i en havn.

Det finnes flere tilgjengelige og godkjente renseteknologier som oppfyller alle krav gitt i IMO Ballastvannskonvensjon. Imidlertid er det mange utfordringer som må løses når man skal knytte et stasjonært landfast eller mobilt renseanlegg opp mot et spesifikt skip som frekventerer havnen. Skipene har bl.a. forskjellig utforming, varierende ballastvolumer, krav til behandlingstider, flere og lite tilgjengelige utslippspunkter.

Rent teknisk er det ikke noe problem å modulere et behandlingsanlegg slik at det kan håndtere varierende kapasitetsbehov. Den største utfordringen ligger i interaksjonen mellom det eksterne renseanlegget og skipet. Det er per i dag ikke noen standardiserte tilkoplingspunkter som et slikt renseanlegg kan kobles opp mot, samt at et skips ballasthåndteringssystem normalt ikke er designet for å kunne håndtere ytterligere ytre påvirkninger (eks. trykkoppbygging).

Denne rapporten konkluderer med at implementering av eksterne renseanlegg for behandling av ballastvann vil være krevende. Det vil medføre flere nye utfordringer som må løses før det er mulig å knytte skipet opp mot det eksterne behandlingsanlegget.

Skip i internasjonal fart vil uansett måtte ha en behandlingsteknologi installert ombord for å imøtekomme kravene i Ballastvannkonvensjonen samt kunne operere i internasjonale farvann.

2 INNLEDNING

Introduksjon av fremmede organismer til områder hvor de ikke hører hjemme sees på som en av skipsfartens største miljøutfordringer. Internasjonale krav om rensing av ballastvann vil bli introdusert gjennom ratifiseringen av IMO's konvensjon på ballastvannhåndtering, *International Convention for the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments, 2004 /1/* (heretter angitt som Ballastvannkonvensjonen). Det vil imidlertid gå flere år før krav om rensing av ballastvann fra all internasjonal trafikk vil tre i kraft.

DNV Maritime Solutions har derfor blitt bedt av Sjøfartsdirektoratet om å gjennomføre en overordnet realisme-vurdering av mulighetene for å levere urensset ballastvann i norske havner og deretter få dette rensset før det slippes ut til sjø.

3 OMFANG

Denne rapporten vil omfatte følgende elementer:

- Kort beskrivelse av renseteknologier og utviklingsstatus
- Overordnet vurdering av mobile og stasjonære renseanlegg
- Teknisk vurdering av interaksjon skip/reanseanlegg

For mer informasjon refereres det til DNV-tilbud nr 2008-743, *Vurdering av utskiftning av ballastvann i havner*.

Det forutsettes at de teknologier som vil anvendes, tilfredsstillende de krav som ligger i Ballastvannkonvensjonen.

Denne rapporten behandler ikke de utfordringer som ligger på landsiden eller det eksterne renseanlegget. Disse utfordringene anses som små i forhold til interaksjon mellom skip og eksternt renseanlegg samt logistikk.

4 RENSETEKNOLOGI OG UTVIKLINGSSTATUS

Det finnes flere forskjellige teknologier for rensing av ballastvann fra skip, som er på vei ut i markedet. Teknologiene benytter seg av forskjellige behandlingsprinsipper for å sikre at utslippet tilfredsstillende kravene i Ballastvannkonvensjonen. Behandlingen kan bli foretatt under opptak, ved utpumping eller ved både opptak og utslipp av ballastvannet. Normalt vil en teknologi bestå av flere behandlingsledd, eksempelvis:

- filtrering (fjerner organismer)
- ved å påføre organismenes cellestrukturer en skade (eks. kavitasjon)
- ved tilføring eller dannelse av aktive stoffer (eks. oksidanter)
- ved å fjerne oksygen fra ballastvannet
- ved flokkulering (tilsetning av substanser som aggregerer partikler og organismer og derved forenkler filtrering)

4.1 Tilgjengelig renseteknologi og utviklingsstatus

Tabell 1 viser en oversikt over de renseteknologier som har fått, eller er i prosessen med å få, typegodkjenning. Oversikten viser produsent navn, godkjenningsstatus pr. august 2008, kapasitet (kan for de fleste leverandørene moduleres for å øke kapasiteten) og arealbehov om bord i et fartøy "foot print".

Tabell 1 Renseteknologi og utviklingsstatus pr august 2008

Teknologi	Godkjenningsstatus (1)	Kapasitet [m³/h]	Foot print [m²]
PureBallast, AlfaWall	Basic, Final, Type approval	200 – 2 500	3 - 10
SEDNA, Hamann	Basic, Final, Type approval	250 – 2 000	4 - 9
ClearBallast! RWO	Basic approval	200 – 2 000	3 - 24
	Final approval application for MEPC58		
NEI Treatment System	Type approval	500	5,25
OceanSaver	Basic approval	200 per modul	5 - 10
	Final approval		
Optimarin	Basic approval	-	-
NK-O3 Blue Ballast System	Basic approval	200 – 2 000	22 - 40
	Final approval application for MEPC58		
Electro-Clean, Techcross	Basic approval	200 – 2 000	1,6 - 4
	Final approval application for MEPC58		
Special Pipe, Mitsui Engineering	Basic approval	300 – 2 000	>13
GloEn-Patrol, Panasia Co	Basic approval	-	-
Resource Ballast Technology	Basic approval	-	-
Clear Ballast, Hitachi	Basic approval	200 – 2 000	20 - 100
Greenship Ltd	Basic approval application for MEPC58	-	4 -20
Echochlor	Basic approval application for MEPC58	300 – 2 000	>10
TG Ballastcleaner	Basic approval application for MEPC58	-	-

1 Definisjoner:

- a. Basic approval – Har gjennomført godkjente landbaserte pilottester som viser renseeffektivitet og gir en oversikt over toksisitet, økologi og sikkerhet
- b. Final approval – Har gjennomført godkjente fullskala landbaserte og ombordtester, som verifiserer renseeffektivitet og at teknologien ikke medfører noen risiko for skip, mannskap og miljø
- c. Type approval – Endelig godkjent teknologi med operasjonsmanual, teknisk manual og styringssystem

Det er i tillegg flere teknologier som er i en utviklingsfase, men som ennå ikke har fått noen form for godkjenningsstatus. Hvor langt de har kommet i prosessen er ikke presentert i denne studien.

4.2 Overordnede krav som må stilles til rensteknologi

Det er i denne studien antatt at tilgjengelig rensteknologi vil kunne brukes for et landfast eller mobilt anlegg kun om den er typegodkjent og oppfyller Ballastvannkonvensjonens krav.

Utover de krav som stilles i Ballastvannkonvensjonen, må det i tillegg stilles noen overordnede krav til et landfast eller mobilt system. Et landbasert eller mobilt renseanlegg vil ikke være spesialtilpasset et spesifikt fartøy, men skal kunne behandle ballastvann fra alle typer fartøyer samt mengder ballastvann som ankommer havnen. Teknologiene må derfor også kunne håndtere:

- Kapasitetsvariasjoner, dvs. både store og små fartøyer samt deres krav til pumpekapasitet
- Mellomlagring av behandlet vann før utslipp til sjø hvis rensteknologi krever dette
- Filtrerte sedimenter fra behandlingsprosessen

I det etterfølgende er det gitt en overordnet vurdering av de ovennevnte punkter:

4.2.1 Kapasitetsvariasjoner

Et behandlingsanlegg skal kunne håndtere ballastvann fra skip hvor det er forskjellige krav til behandlingsskapasitet. Eksempelvis har Mongstad terminal mer enn 2 000 årlige anløp for utskipning av råolje og produkter hvor størrelsene på skipene varierer mellom 1 000 DWT og 400 000 DWT. Kravet til behandlingsskapasitet vil for disse fartøyene være svært forskjellige og variere typisk mellom 200 og 8 000 m³/h. Et skip har også ofte krav til laste- og lossetid, og håndteringen av ballastvannet må derfor ikke påvirke denne tidsbegrensningen negativt. Anlegget eller anleggene må uansett tilfredsstillende terminalens behov for samtidig mottak av ballastvann, med forskjellige strømningskapasiteter og hyppighet i anløp.

Rent teknisk er det ikke noe problem å modulere et behandlingsanlegg slik at det kan håndtere varierende kapasitetsbehov. Moduleringen bør sikre at renseanleggets kapasitet kan justeres etter behov.

4.2.2 Mellomlagring av ballastvann

Ballastvannkonvensjonen stiller krav til at det rensede ballastvannet er uten noen aktive substanser 5 døgn etter behandling. Stort sett anvender samtlige teknologier angitt i Tabell 1 noen form for aktiv substans. Med aktiv substans, menes en *substans eller organisme, inkluderende virus eller sopp, som har en generisk eller spesifikk virkning på eller mot skadelige akvatiske organismer og patogener**. Det vil si, at utslipp av ballastvann fra en godkjent renseteknologi skal etter høyst 5 døgn ikke ha noen negativ påvirkning på havmiljøet. Det kan samtidig bety, at det vil kunne være behov for en oppholdstank for å lagre rensede vann opp til 5 døgn, før det rensede vannet vil kunne bli sluppet ut, dersom teknologien krever det.

Enhver teknologi vil ha en gitt behandlingstid, avhengig av rensemetodikk som er brukt. Det kan variere fra nanosekunder opptil kanskje noen timer. Hvis teknologien bruker aktive substanser, vil enkelte løsninger trenge en viss oppholdstid i tank for å virke fullt ut. Etter gitt behandlingstid, vil det videre kunne være behov for ytterligere lagringstid, grunnet eventuelle residuale komponenter som trenger nedbrytnings- eller inaktiveringstid. Det er derfor relevant å vurdere hvilken faktisk behandlingstid teknologien har, for å avgjøre om det er behov for mellomlagring.

Blant de behandlingsteknologier som har nådd lengst i godkjenningssprosessen, har ingen angitt minimum behandlingstid før vannet kan slippes ut. Både for mobile og landfaste anlegg vil det være av stor betydning å ikke ha noe krav til mellomlagring. Et krav om mellomlagring vil medføre store ekstra kostnader i form av dedikerte lagertanker på land eventuelt lagertanker om bord i de mobile renseanleggene.

Dimensjonering av mellomlagringstankanlegget vil måtte gjøres ut fra terminalens lastekapasitet (derav behov for mottak av ballastvann) samt hvor lang tid vannet må oppholde seg i tank før det eventuelt kan slippes ut til sjø.

* Ref. IMO 2005, *Resolution MEPC.126(53), Procedure for approval of ballast water management systems that make use of active substances (G9)*

4.2.3 Håndtering av filtrat

Samtlige renseanlegg vist i Tabell 1 bruker en form for filtrering av vannet for å fjerne sedimenter og organismer. Filtratet vil inneholde partikler, biologiske substanser og organismer, i forskjellige livsstadier med forskjellige geografisk opprinnelse.

Om bord i et fartøy, vil filtratet bli sluppet tilbake i den samme omgivelsen som den kom i fra, da dette normalt skjer suksessivt under opptak (og rensing) av ballastvannet. For et mobilt eller landfast mottaksanlegg, må imidlertid filtratet behandles hvis det skal slippes ut til sjø. Det er viktig å merke seg at noen livsstadier er veldig robuste, cyster i sedimenter vil for eksempel overleve nedfrysing, hvilket gjør at en behandlingsmetode for filtratet må kvalitetssikres og eventuelt godkjennes.

5 MOBILE OG STASJONÆRE RENSEANLEGG

Ved vurdering av fordeler og begrensninger med et mobilt eller landfast anlegg, er det mange aspekter som det må tas hensyn til. Når det for en havn vil være mest gunstig å benytte et mobilt anlegg, kan det i en annen havn være det motsatte. Det må derfor gjøres en grundig evaluering for hver enkelt havn for å konkludere hva som er mest gunstig. De viktigste aspektene er belyst i det følgende.

5.1 Muligheter og begrensninger

I de store petroleums- og tørrbulkhavnene er det normalt anløp av relativt store fartøyer (opp mot 100 000 m³ ballastvann), og et behandlingsanlegg må derfor kunne håndtere store ballastvolumer og kanskje fra flere store fartøyer samtidig. Dette gjør at kravet til installert kapasitet blir høyt, samtidig som at anlegget også skal kunne betjene små fartøyer som kan frekventere havnen.

En annen havn kan ha mange anløp av mindre og forskjellige fartøystyper, hvilket gjør at behandlingsanleggene må kunne håndtere svært varierende ballastvannsvolumer, fra forskjellige fartøystyper og gjerne samtidig.

Dette vil derfor for en spesifikk havn måtte stilles særskilte krav til de mobile eller landfaste anlegg.

5.1.1 Beliggenhet og utforming av havn

Et aspekt er den faktiske utformingen havnen har:

- Størrelse på havnebassenget
- Mobilitet i havneområdet
- Bevegelsesmønster i havn og havnebasseng
- Tilgjengeligheten på kaianlegg

Et eksempel på dette kan være Mongstad, hvor havnen er forholdsvis lite fragmentert og lett tilgjengelig med anløp av både store og små tankfartøyer. En slik havn kan være mer egnet for et stasjonært landfast anlegg. Et annet eksempel er Bergen havn med et mer fragmentert havneområde som sannsynligvis passer bedre for en mobil løsning.

En vurdering av tilkomstmuligheter i den spesifikke havnen må også gjøres. Lastehåndtering og trafikk i havnen og på kaien kan i noen tilfelle gjøre eventuell tilkobling vanskelig.

5.1.2 Skipstrafikk

I tillegg til beliggenhet og utforming av havn, er det viktig å analysere den faktiske skipstrafikken i hver havn for å få en formening om størrelses- og typefordeling på skip og hyppighet i anløp. Dette vil videre gi innspill til behovet for å etablere ett eller flere anlegg med forskjellige mottakskapasiteter, eller om det bør være flere anlegg med lik kapasitet. Utover

vurdering av faktisk trafikk, må det gjøres en evaluering av forventet forandring i trafikken grunnet forandringer i markedet.

5.1.3 Mellomlagring

Et landfast anlegg vil trenge et dedikert areal med plass for eventuell mellomlagring, eventuelt inaktivering av aktive substanser og håndtering av sedimenter. Samtidig vil et landfast anlegg kunne dimensjoneres ut fra terminalens samlede behov for samtidig mottak av ballastvann.

Mobile renseanlegg vil ha en noe større utfordring fordi det må kunne mellomlagre det behandlede vannet hvis dette ikke kan slippes direkte til sjø. De mobile renseanleggene må ha kapasitet nok til å dekke skip av varierende størrelser hvilket sannsynligvis gjør at hvert anlegg må bygges med stor fleksibilitet. Som tidligere nevnt vil det også være mulig å gjøre de mobile anleggene mer spesifikt rettet mot skipstype og strømningskapasiteter.

5.1.4 Antall anlegg

Det er lite sannsynlig at ett og samme mobile renseanlegg vil være i stand til å betjene flere fartøyer samtidig. Dette gjør at det vil være behov for flere mobile renseanlegg i en havn, avhengig av havnens størrelse og trafikkbilde. Det bør da gjøres en havnespesifikk vurdering på antall mobile anlegg, og hvilken kapasitetsvariasjon det vil være behov for. Her vil det også være nødvendig å se på avstander og tilgjengelighet, og hva som er mest gunstig av forskjellige alternativer til mobile anlegg: lekter, mindre skip eller container som transporteres på land eller lekter.

5.1.5 Pumpekapasitet

Et landfast anlegg har sannsynligvis flere tilkoblingspunkter, hvor det i noen tilfeller kan være behov for rør arrangementer på flere kilometer (for eksempel Mongstad havn med kaianlegg på ca 4 km). Det vil, i denne type tilfelle, bety at en pumpe ved hvert koblingspunkt må ha pumpekapasitet til å pumpe vann av maks strømningskapasitet til det landfaste anlegget. Et mobilt anlegg vil eventuelt klare seg med en litt mindre pumpe, da leveringsavstanden er betydelig kortere. For å være mer fleksibel, vil det eventuelt være gunstig for et mobilt anlegg å ha forskjellige pumpestørrelser tilknyttet hvert anlegg.

5.1.6 Arealbehov

Et behandlingsanlegg vil ha følgende arealbehov avhengig av trafikkbildet i havnen:

- Totalt areal for det nødvendige antall moduler samt for eventuell demontering ved reparasjoner
- Eventuell mellomlagringstank for kontrollert utslipp i sjø
- Anlegg for behandling av sedimenter
- Rørarrangement på land og i sjø

5.1.7 Bruk av kjemikalier

En renseteknologi som benytter seg av aktive substanser, kan produsere disse på forskjellige måter:

- Ved tilsetning av kjemikalier som, gjennom å løse seg i vannet eller gjennom reaksjon med for eksempel ioner i vannet, dreper eller passiviserer organismene
- Ved å lage aktive substanser *in situ* – gjennom for eksempel elektrolyse eller UV-bestråling av ballastvannet vil aktive substanser dannes, avhengig av vannkjemien i ballastvannet.

Hvis teknologien benytter seg av kjemikalier som må tilsettes, og ikke kan lages samtidig med behandlingsprosessen, medfører dette at det landfaste eller mobile anlegget må ha logistikk og infrastruktur for tilførsel av kjemikalier, og at dette kan utføres på en sikker måte.

6 INTERAKSJON SKIP/RENSEANLEGG

Dette kapitlet tar for seg interaksjon mellom renseanlegg for ballastvann og skipet, og inneholder en overordnet vurdering og redegjørelse av:

- Fartøyskategorier og havner
- Forskjellige utslippspunkter på skip og muligheten for modifikasjoner
- Alternative metoder for tilkobling mellom renseanlegg og skip
- Tekniske krav til interaksjon/grensesnitt

6.1 Fartøyskategorier og havner

Norge har en langstrakt kyst med mange havner av varierende størrelse. Skipstype og størrelse som trafikkerer området varierer generelt mye og er lite homogent. Noen få havner har en mer homogen skipstype og størrelse, slik som Mongstad, Kårstø, Hustad og Narvik for eksempel. Dette er også havner som desidert størst eksportvolum og dermed høyt importvolum av ballastvann

I denne studien fokuseres det på vareeksport fra Norge på skip som kommer fra en annen nasjon/kyst. Det er disse skipene som bringer med seg ballastvann der det er behov for rensing.

Datagrunnlaget for dette kapitlet og underkapitler er basert på følgende rapporter:

- DNV 2002 *Oppfølging og utredning av tiltak overfor introduksjon av uønskede marine organismer i ballastvann og sedimenter til norske farvann /2/*
- DNV 2005 *Nasjonal oppfølging av IMOs ballastvannskonvensjon /3/*
- DNV 2007 *Utredning av områder for utskiftning av ballastvann /4/*

6.1.1 Relevante fartøyskategorier

I Tabell 2 er data for de mest aktuelle skipstypene og størrelser i norske farvann listet opp.

Tabell 2 Typiske ballasteringsdata for spesifikke skipstyper (Ref. DNV 2002)

Type skip	Mengde ballastvann [1000*m ³]	Ballastvann Pumperater ⁽¹⁾ [m ³ /h]	Normalt utnyttet tankkapasitet [%]	Anslått tid for ballastering [timer]
Oil Tanker - VLCC	90– 130	4 000 – 10 000	100	30 – 50
Oil Tanker - Suez-max	55– 70	3 000 – 7 500	100	10 – 15
LNG tanker	20 – 55	3 000 – 8 000	100	6 - 15
Ro-Ro	10 – 15	1.500 – 3.000	30 – 60	10 – 15
Container - 1700 TEU	4 – 6	500 – 1500	20 – 70	5 - 30
Container - 3000 TEU	10– 13	1.000 - 2.500	20 – 70	8 – 25
Container - 7000 TEU	20– 30	2.000 – 4.000	20 – 70	10 – 30
Bulk - Handy size	15– 20	1.000 – 2.000	100	18 – 40
Bulk - Panamax	25– 35	1.500 – 3.000	100	16 – 45
Bulk - Cape size	50– 70	2.000 – 5.000	100	25 – 35
Cruise/Passasjer skip	2 – 4	200 – 400	Note (2)	5 - 40

1 Samlet nominal kapasitet (normal kapasitetsutnyttelse) for alle pumper. Angir ikke maksimum pumpekapasitet.

2 For cruise/passasjer skip er ballastmengden som brukes relativt konstant, hvilket betyr at utskifting av ballastvann i havn vil være mindre relevant.

6.1.2 Kjennetegn for noen havner

Tabell 3 gir et overordnet bilde av de mest relevante mottakshavner for ballastvann .

Tabell 3 Godsvolum og anslått ballastvannsmengde i norske havner pr år

Havnedistrikt	Godsmengde totalt over kai[tonn](1)	Anslått ballastmengde [tonn](2)	Havn/terminal (1)	Type gods (1)
Bergen og Omland Havnevesen	67 864 250	20 359 275	Mongstad, Sture, Bergen	Råolje og produkter (tankskip)
Narvik Havn KF	16 074 186	4 82 256	LKAB	Jernmalm (bulkskip)
Karmsund Interkommunale Havnevesen IKS	14 083 114	4 224 934	Kårstø LPG	LPG, kondensat (tankskip)
Tønsberg Havnevesen	11 491 717	3 447 515	Slagentangen	Petroleumsprodukter (tankskip)
Grenland Havn IKS	10 155 855	3 046 757	Rafnes, Hydro	Petrokjemi og tørrbulk (tankskip og bulkskip)
Oslo Havn KF	6 410 089	1 923 027	-	-
Kristiansund og Nordmøre Havn IKS	5 910 207	1 773 062	Tjeldbergodden, Hustad kalk og marmor	Petroleumsprodukter, steinstøv (tankskip, bulkskip)
Stavanger Interkommunale Havn IKS	5 349 738	1 604 921	-	-
Mo i Rana Havn KF	3 428 091	1 028 427	-	-
Drammenregionens Interkommunale Havnevesen	2 940 765	882 230	Drammen	(bilimport)

1 Kilde SSB 2006 - Havnestatistikk. Lastet og losset godsmengde, etter havnedistrikt og lastetype.

2 Sterkt forenklet kan man si at mengde ballastvann utgjør 30 % av godsvolum. Dette er et grovt overslag og mest korrekt for tank og bulkskip.

Krav til operasjon og utrusting for havnene er svært ulike og basert på skipstype og godstype.

- Et eksempel på dette er Melkøya som anløpes av et oversiktlig utvalg av skipstyper (LNG skip, kondensatskip og LPG-skip), med stor variasjon i størrelse < 5 000 til ca. 160 000 dødvekttonn med en ballastvannskapasitet som da varierer fra ca 1 500 – 50 000 tonn.
- Gass skip er underlagt et strengt sikkerhetsregime og dette kan vanskeliggjøre en eventuell godkjenningsprosess for et mobilt renseanlegg (skip/lekter).
- Oslo havn vil oppleve et mye mer variert og uforutsigbart bilde av hvilke skip og ballastmengder som ankommer havnen. Oslo vil også måtte kunne håndtere de samme størrelser som Melkøya, men da også i tillegg enda mindre størrelser enn 5 000 dødvekttonn, og dermed ballastvannskapasiteter fra tilnærmet 0 til 50 000 tonn.

For ytterligere underlag vises det til DNV rapport 2007 *Utredning av områder for utskifting av ballastvann*.

6.2 Forskjellige utslippspunkter på et skip og muligheter for tilkobling

For de fleste fartøystyper er ballastpumper og mesteparten av komponentene til dette systemet plassert i maskinrommet.

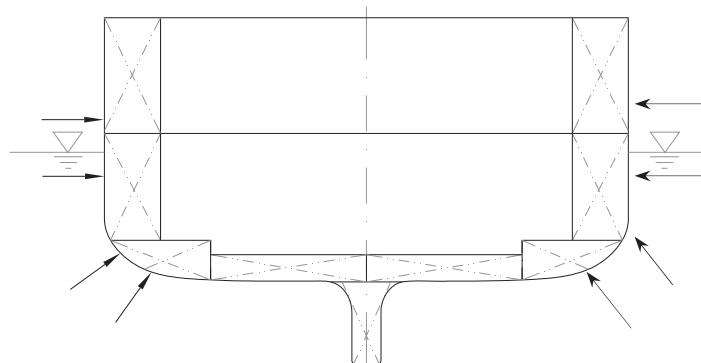
I noen tilfeller er det egne pumperom eller neddykkede ballastpumper plassert direkte i ballast tanker (en på hver side av skipet).

Det finnes i dag ingen standard for hvor inntak og utslippspunkt for ballastvann skal plasseres eller hvordan disse skal utformes. Normalt er disse plassert under vannlinjen i den aktre del av skipet, et på hver side av skipet. I noen tilfeller er det flere på hver side av skipet (som vist i Figur 1).

Inntak og utslippspunkt for ballastvann kan være et slett utløp (rør) i skipets skrog eller en sjøkiste som fungerer både som innløp og utløp for ballastvannet.

Bulk og tankskip kan ha utløp for deler av ballastvannet over vannlinjen, men disse tankene dekker kun deler av skipets total ballastvannskapasitet.

Tankskip har krav til å kunne pumpe ballastvannet til et mottakspunkt; dette kan være et annet skip eller et landanlegg. Denne tilknytningen er ikke dimensjonert for normal ballastering, og brukes i nødtilfelle og ved oljeforurensning i ballastvannet.



Figur 1 Sjematisk fremstilling av mulige inntak og utslippspunkt for ballastvann

Figur 1 viser tverrsnittet for en fartøystype med et forholdsvis geometrisk enkelt akterskip. Akterskipets krumning varierer sterkt med fartøystype og om det er en eller to propeller og om det er dyser rundt propellen(e). De store variasjonene og utforming av et skips akterdel gjør det til en stor utfordring å komme til de ulike punktene for ballastvannsutslipp.

Flater med mye kurvatur og obstruksjoner på skipet gjør det vanskelig å finne en god løsning for en universell ekstern tilkoblingsmekanisme som fanger opp alle varianter av utslippspunkt for ballastvann.

Prosedyrer eller rutiner må sikre at urensset ballastvann ikke pumpes ut gjennom et annet utslippspunkt enn det man har koblet seg til. En slik prosedyresjekk er noe som ikke taler til fordel for en tilkobling på et av eksisterende utslippspunkter for ballastvann.

6.3 Alternative metoder for tilkoping mellom renseanlegg og skip

Det er en rekke muligheter for hvordan en kan koble et renseanlegg til skipets ballastvannssystem. Overordnet er det likevel to alternativer som skiller seg ut:

Alternativ 1: Systemet er designet slik at det ikke kreves modifikasjon av skipets ballastvannssystem for tilkobling til renseanlegget

Alternativ 2: Systemet er designet slik at modifikasjon av skipets ballastvannssystem er påkrevet for tilkobling til renseanlegget

Begge valgene har klare fordeler og ulemper, disse beskrives på et overordnet nivå nedenfor.

Alternativ 1: Ingen modifikasjon av skipets ballastvannssystem

Fordeler

- Krever ingen ombygging/tilpassning av skipet for å bruke systemet
- Kan brukes på alle skip

Ulemper

- Krever utvikling av ny og svært fleksibel teknologi for tilkobling
- Det vil være risiko for lekkasje mellom renseanlegg og skip da koblingen mellom disse vil kunne svikte, grunnet kompliserende faktorer som skrogets utforming og plassering av tilkoblingspunkt
- Svært utilgjengelig utslippspunkt vil gjøre dette til en kompleks tilkoblingsoperasjon og stille store kra til fleksibiliteten av anlegget

Dette alternativet legger alle utfordringer på det lokale landfaste eller mobile renseanlegget. Skipet vil da ikke ha behov for modifikasjon for å benytte det eksterne renseanlegget.

Som beskrevet i kapittel 6.2 er det store utfordringer knyttet til en slik løsning. Renseanlegget må være i stand til å koble seg til skipets ballastvannsutløp der hvor dette måtte befinne seg, både på rektangulære (sjøkiste) og sirkulære utløp som ligger slett med skipets skrog. I tillegg vil en slik løsning måtte kunne håndtere tilkobling på flater med mye kurvatur og eventuelle obstruksjoner (f.eks finner, propeller, akslinger etc.),

For dette alternativet er både undertrykk, magnetisk tilkobling og åpen mellomagringstank mellom skip og lekter aktuelle løsninger som i teorien bør kunne tilpasses. Et stort usikkerhetsmoment for tilkobling vil være tettheten og muligheten for å registrere eventuelle lekkasjer.

1. Undertrykk skapes ved at tilkoblingsmekanismen utformes med en fleksibel dobbel gummikappe som er dyp nok til å betjene alle tenkelige tilkoblingspunkter og størrelser på dobbeltkrumme flater. Når tilkoblingsmekanismen er buksert på riktig plass over utslippspunktet suges vann/luft ut fra rommet mellom den fleksible doble gummikappen slik at det skapes et vakuum som er tilstrekkelig for å motstå et eventuelt overtrykk fra pumpingen av ballastvann
2. Magnetisk tilkobling oppnås ved at man har tilstrekkelig med elektromagneter til å oppnå en fast tilkobling som kan motstå et eventuelt overtrykk/støt fra pumpingen av ballastvann. Også her må det være en fleksibel pakning mellom tilkoblingsmekanismen og skipets utslippspunkt.
3. Åpen mellomagringstank er en mulighet ved et mobilt renseanlegg på en lekter eller skip som da kunne ha en utenpåliggende tank eller åpen tank like på innsiden av fartøyet med renseanlegget. Denne mellomagringstanken kan da presses mot skipets utslippspunkt for så

å fange opp ballastvannet som pumpes ut. Denne løsningen har begrensninger med hensyn på dybde til utslippspunkt og planhet mellom tilkoplingspunkter.

Det er lite sannsynlig at løsningene beskrevet i punkt 2 og 3 over vil kunne betjene annet enn utslippspunkt på en tilnærmet plan flate, noe som derved utelukker de utslippspunktene som måtte befinne seg på flater med mye kurvatur.

Siden utslippspunktet som oftest vil befinne seg under vannlinjen vil det i mange tilfeller være behov for en undervannsrobot eller dykkere for å gjennomføre tilkoblingen, noe som er en relativt krevende og kostbar operasjon.

Alternativ 2: Modifikasjon av skipets ballastvannssystem

Fordeler

- Standard og enkel tilkobling mellom skip og renseanlegg
- Forutsigbar håndtering av ekstra mottrykk
- Liten risiko for lekkasje

Ulemper

- Krever ombygging av skipets ballastvannssystem
- Stiller krav til skipseier om ombygging for å kunne bruke dette systemet

Dette alternativet har mye større fleksibilitet da det åpner for markante forenklinger på begge sider av grensesnittet. Følgende løsninger er mest aktuelle:

1. Ny rørledning legges opp på dekk og med et standardisert tilkoblingspunkt på begge sider av skipet (flens/hurtigkobling eller lignende). Det naturlige vil være å legge en rørledning på tvers av skipet like oppunder dekk ved fremre maskinromsskott eller pumperomsskott og knytte denne til ballastvannssystemet fra den posisjonen som er nærmest ballastvannpumper eller et av de eksisterende utslippspunktene. For tankskip med laste/losse manifoil på begge sider ville det være naturlig å legge det nye tilkoblingspunktet i nærheten av disse laste/losse manifoilene. Denne løsningen vil være et naturlig valg for tilkobling til et landfast renseanlegg.
2. Lage nytt utslippspunkt for ballastvann rett over eller under vannlinjen på den loddrette delen av skutesiden. Denne løsningen gjør tilkobling til et flytende mobilt renseanlegg praktisk mulig. Se for øvrig punkt 3 på forrige side.

Begge løsningene krever ny design og godkjenning av disse.

Generelt for dette alternativet kreves det:

- En modifikasjon av ballastvannssystemet, men sammenlignet med det å måtte installere et renseanlegg for ballastvann om bord, er en liten og enkel modifikasjon som kan utføres uten å ha skipet i dokk.

- I noen tilfeller økt pumpekapasitet for å kunne møte ekstra pumpehøyde opp til dekkplan. Pumpeanlegget for det landfaste renseanlegget kan dimensjoneres og utformes for dette formålet.
- At samtlige skip som skal nyttegjøre seg av et landfast renseanlegg har standardisert tilkoblingspunkt installert.
- For denne løsningen er det også viktig at tilkoblingspunkt har hensiktsmessig plassering, uten å være til hinder for andre operasjoner eller systemer.

Dette alternativet (alternativ 2) er vurdert som det mest gjennomførbare og det vil også medføre et risikobilde som er lettere og forholde seg til.

6.4 Tekniske krav til interaksjon mellom skip og renseteknologi

De pumper som er installert for å fylle og tømme skipets ballasttanker er designet for en gitt vannsøyle og med en sikkerhetsmargin og kapasitet for laste/losse hastighet for fraktet gods. De er ikke dimensjonert med tanke på tilknytning til et eksternt renseanlegg for ballastvann og det må derfor være et krav at den valgte løsningen har kapasitet til å pumpe ballastvannet opp til et renseanlegg med en tilstrekkelig volumstrøm. Ekstra pumper eller modifisering av eksisterende pumper vil kunne være nødvendig for å opprettholde en tilstrekkelig volumstrøm for å ikke forsinke skipet i havn. Denne ekstra kapasiteten må angis av respektive havn.

For både alternativ 1 og 2 beskrevet i kapittel 6.3 vil pumpekapasitet og trykk være viktige parametere når tilkobling og renseanlegg skal designes. Mottrykket tilsvarer forskjellen i vannsøyle mellom nivå i ballasttanker, vannlinje og høyde til renseanlegg, og vil derfor variere ettersom nivået i ballasttanken og skipets dypgang endrer seg.

Teoretisk sugehøyde for en pumpe er 10 meter vannsøyle, mens de fleste ballastpumper har en NPSH (Net Positive Suction Head) tett oppunder 5 meter vannsøyle. Økt sugehøyde betyr dårligere pumpekapasitet og større risiko for kavitasjon (bobler/koking - pitting).

Målsetningen for et eventuelt landfast eller flytende renseanlegg må derfor være at det eksterne renseanlegget ikke skal øke mottrykket. Det optimale vil være om det eksterne renseanlegget kan variere mottrykket slik at skipets ballastpumper til enhver tid opererer i nærheten av maksimal virkningsgrad. Dette vil gi mulighet for justering av pumpekapasitet hvis deballasteringen ikke klarer å synkronisere med lastingen. Mulighet for varierende mottrykk vil sikre en tilfredsstillende driftstilstand for skipets ballastsystem ved utpumping av ballastvann.

Følgende punkter er sentrale for både alternativ 1 og alternativ 2:

- Trykket ved ballastvannsutløpet må ikke overstige det normale mottrykket uten tilkobling av eksternt renseanlegg. Hvis mottrykket øker vil det være fare for at eksisterende ballastvannpumper ikke klarer å tilfredsstillende kravet til laste/losse hastigheter. For utløp som befinner seg under vannlinjen vil mottrykket tilsvare vannsøylen opp til overflaten og vil da oftest strekke seg fra 1 meter til omtrent 12 meter avhengig av skipstype og plassering av utløp
- Eksterne pumper må dimensjoneres slik at de har kapasitet til å pumpe det ønskelige volumintervallet, og det økte trykket, slik at skipets ballastpumper kan levere maksimalt

- Eksterne pumper må plasseres så lavt som praktisk mulig, fortrinnsvis ved vannlinjenivå eller lavere for å minimere sugehøyden og derved forbedre tilgjengelig pumpehøyde til renseanlegget
- Tilkoblingspunktets løsning for tetning for å forhindre ukontrollert utslipp av urensset ballastvann

Det vil for et eksternt renseanlegg for ballastvann være avgjørende at risikoen for at det feiler og at en lekkasje oppstår er minimal. En betydelig risikofaktor for denne type tilkobling er de mange ukjente løsningene og plasseringer av utslippspunkter for ballastvann.

7 OVERORDNET NYTTEVURDERING

Hvis norske havner, i varierende omfang, implementerer muligheten for behandling av skipets ballastvann i havn vil dette kunne medføre følgende potensielle fordeler:

1. Installasjon av et ballastvannhåndteringssystem om bord i et skip er en kostbar og komplisert prosess, som vil kunne kreve omfattende ombygging og plass. Ved å tilby muligheten for håndtering utenfor skipet, kan skipet tilpasses denne løsningen for en mindre kostnad.
2. Løsning vil medføre at skip som kun benytter denne løsningen ikke vil oppfylle Ballastvannkonvensjonens krav om teknologi om bord for å kunne gå til havner utenfor Norge.
3. En reder som av økonomisk grunn ikke klarer å oppfylle ballastvannkonvensjonens krav med et installert og implementert håndteringssystem om bord, kan gjennom å tilpasse skipene for eksterne mottaksanlegg raskere møte disse kravene. Dette er sannsynligvis lite aktuelt da det minimerer anvendelsen for skipet, som da bare kan brukes for anløp i norske havner.
4. Ved å tilby denne muligheten for skip som frekventerer norske havner, vil risikoen for sekundær spredning av uønskede organismer kunne minimeres.

Denne rapporten konkluderer med at implementering av eksterne renseanlegg for ballastvann vil være krevende, og at det er mange utfordringer knyttet til dette mulige tiltaket. Det finnes imidlertid noen parametere som ville kunne forenkle slik implementering:

1. For en havn som for det meste frekventeres av skip med langtidskontrakt mellom denne og én annen spesifikk havn, med skip som går i bestemt rute over lang tid og mellom forskjellige havmiljøer, kan det være rimelig for disse havnene å etablere eksterne anlegg. Det etableres da på en måte en "hot line" mellom disse havnene.
2. For havner i følsomme områder med strenge renhetskrav, er det på noen plasser allerede etablert mottaksanlegg for fjerning av oljerester fra oljeholdig ballastvann. Disse anlegg ville kunne oppgraderes til å kunne håndtere organismer i tillegg. Noe av logistikken vil da allerede være på plass.
3. I havner hvor skipstypen er veldig homogen, og hvor få operatører opererer, ville implementering av eksterne håndteringsanlegg være enklere å gjennomføre.

Skip i internasjonal fart vil måtte ha renseteknologi om bord får å imøtekomme kravene i Ballastvannkonvensjonen. Sannsynligheten for at et skip vil ha begge alternativer installert ansees som svært liten.

8 REFERANSER

- /1/ *International Convention for the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments, (IMO-BWM) 2004*
- /2/ DNV-rapport 2002-1270 "Oppfølging og utredning av tiltak overfor introduksjon av uønskede marine organismer i ballastvann og sedimenter til norske farvann", 2002
- /3/ DNV-rapport 2005-1238 "Nasjonal oppfølging av IMOs ballastvannskonvensjon", 2005
- /4/ DNV-rapport 2007-0324 "Utredning av områder for utskiftning av ballastvann", 2007