

# Testing av behandlingsteknologier for ballastvann

Av Tor Gunnar Jantsch

Tor Gunnar Jantsch er ansatt som forsker ved Norsk institutt for vannforskning NIVA

*Innlegg på seminar i Vannforeningen 25. september 2007*

## Sammendrag

Den internasjonale skipsfartsorganisasjonen IMO har fastsatt regelverk for behandling av ballastvann i skip. Regelverket legger opp til at alle skip som slipper ut ballastvann, skal installere renseteknologi for vannet, og at all slik renseteknologi skal sertifiseres. Dette har medført en betydelig aktivitet i forbindelse med utvikling og utprøving av ulike behandlingsteknologier. For å oppnå godkjenning må behandlingsteknologiene testes i henhold til retningslinjer som spesifiserer krav til anlegg og metoder. Denne artikkelen oppsummerer de krav som stilles ved landbasert testing og ombordtesting av teknologier for behandling av ballastvann.

## Bakgrunn

Transport av fremmede invaderende arter til nye områder med ballastvann er utpekt som en av de tre største truslene mot miljøet i havet. Som en

respons til ballastvannsproblematikken fastsatte FNs Internasjonale sjøfartsorganisasjon i 2004 en konvensjon for ballastvannsbehandling (IMOs International Convention for the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments, IMO, februar, 2004). Konvensjonen vil tre i kraft når minst 30 land, som inkluderer minst 35 % av verdens tonnasje, har ratifisert konvensjonen. Konvensjonen krever at alle skip må installere behandlingsteknologi (Ballast Water Management Systems, BWMS) for sitt ballastvann i henhold til etablerte tidsfrister. Dette kravet, som åpner et nytt og stort marked for vannbehandlingsteknologier, har medført en rivende utvikling av BWMS fra en rekke leverandører. For å sikre en tilfredsstillende kvalitet på behandlingsteknologiene har IMO utarbeidet retningslinjer for testing og godkjenning av teknologiene. Teknologiene skal tilfredsstillende visse krav når det gjelder:

- Helse
- Sikkerhet
- Operasjon og vedlikehold
- Miljøhensyn
- Effekt overfor ulike målorganismer

NIVA har siden 2003 vært involvert i uttesting av ulike BWMS med hensyn til biologisk effekter overfor ulike målorganismer og effekter på det eksterne miljø.

## Krav til tester

IMO krever i sine retningslinjer at BWMS testes i landbaserte testfasiliteter, i tillegg til under vanlige ballasteringsprosedyrer om bord på skip.

### Landbasert testing

IMOs guidelines for landbasert testing stiller en rekke krav til BWMS som

testes, testanlegget og metodene som brukes ved gjennomføring av testene. BWMS og anlegget må kunne håndtere en flow på minst 200 m<sup>3</sup>/t. Minimum 200 m<sup>3</sup> behandlet vann og kontrollvann må lagres over en periode på minst 5 dager. I en testsyklus pumpes både behandlet vann og kontrollvann, slik at man kan sammenligne effekten av behandlingsteknologien i forhold til effekten av pumping og gjennomstrømming i rør.

Det stilles store krav til innholdet av organismer i vannet som brukes til å utfordre behandlingsteknologien, tabell 1. For å tilfredsstille kravene høstes det organismer som naturlig forekommer i sjøvann, samt at det dyrkes organismer som tilsettes inntaksvannet.

Organismegruppe	Inntaksvann
≥50 μm i minimum dimensjon	Foretrukket 10 <sup>6</sup> m <sup>-3</sup> , minst ≥10 <sup>5</sup> m <sup>-3</sup> Min. 5 arter fra 3 forskjellige phyla
≥10-50 μm i minimum dimensjon	10 <sup>4</sup> ml <sup>-1</sup> , ≥10 <sup>3</sup> ml <sup>-1</sup> Min. 5 arter fra 3 forskjellige phyla
Heterotrofe bakterier	≥10 <sup>4</sup> CFU ml <sup>-1</sup>

Tabell 1. Krav til innhold av levedyktige organismer i inntaksvannet som brukes i landbasert testing for å utfordre teknologiene.

Det skal utføres minst 10 testsykluser. I de landbaserte testene består hver syklus av en ballasterings- og debalasteringsoperasjon, samt en lagringsperiode på minst 5 døgn. Testvann og kontrollvann skal prøvetas umiddel-

bart etter behandling og etter 5 døgn. 5 av testene gjøres ved et valgt salinitetsområde, som spesifisert i tabell 2, og 5 i et av de andre salinitetsområdene.

	Salinitet	DOC, lost organisk karbon	POC, partikulært organisk karbon	TSS, suspendert tørrstoff
Testvann 1	>32 PSU	>1 mg/l	>1 mg/l	>1 mg/l
Testvann 2	3-32 PSU	>5 mg/l	>5 mg/l	>50 mg/l
Testvann 3	≤ 3 PSU	>5 mg/l	>5 mg/l	>50 mg/l

Tabell 2. Kjemisk vannkvalitet i inntaksvann før behandling.

Etter en lagringsperiode på 5 dager, skal både det behandlede vannet og det ubehandlede kontrollvannet møte kravene spesifisert i tabell 3 for at et BWMS skal kunne godkjennes. For de største organismene må behandlingsteknologien redusere antall levedyktige organismer med 99,99 %, mens for organismene i mellomklassegruppen ( $\geq 10\text{-}50 \mu\text{m}$  i mini-

mum dimensjon) må reduksjonen være på 99 %. I tillegg er det krav til konsentrasjonen av enkelte patogene bakterier i det behandlede vannet. I kontrollvannet etter 5 døgns lagring må det være en minimumskonsentrasjon på 100 organismer per  $\text{m}^3$  i  $\geq 50 \mu\text{m}$  gruppen og 100 organismer per ml i  $\geq 10\text{-}50 \mu\text{m}$  gruppen.

Organismegruppe	I behandlet vann etter 5 dagers lagring	I kontrollvann etter 5 dagers lagring
$\geq 50 \mu\text{m}$ i minimum dimensjon	<10 levedyktige organismer per $\text{m}^3$	> 10x <10 levedyktige organismer per $\text{m}^3$
$\geq 10\text{-}50 \mu\text{m}$ i minimum dimensjon	<10 levedyktige organismer per ml	> 10x <10 levedyktige organismer per ml
<i>Escherichia coli</i>	<250 cfu/100ml	-
<i>Vibrio cholerae</i> (serotypes O1 and O139)	<1 cfu/100 ml	-
Intestinale Enterokokker	<100 cfu/100ml	

Tabell 3. Krav til innhold av levedyktige organismer i behandlet vann og kontrollvann.

For å undersøke om det behandlede vannet kan ha uønskede effekter i miljøet ved utslipp, utføres det toksisitetstester på det behandlede

vannet og kontrollvannet. Toksitetstestene skal utføres på organismer på 3 ulike trofiske nivå (alger, dyreplankton og fisk).

Siden 2005 har NIVA utført landbasert testing for en rekke leverandører i henhold til IMOs retningslinjer. Testene er utført ved NIVAs

marine forskningsstasjon på Solbergstrand med Det Norske Veritas som uavhengig godkjenningssinstans.



*Figur 1. Tanker for lagring av inntaksvann, behandlet vann og kontrollvann ved landbasert testing av behandlingsteknologier for ballastvann.*

### Om bord-testing

Testing av BWMS om bord på båter skal foregå i løpet av en normal ballasterings/deballasteringsoperasjon hvor behandlingsteknologien opereres av skipets mannskap. Behandlingsteknologien skal her opereres i 3 sykluser, hvorav tidsrommet mellom

første og tredje syklus må være minst 6 måneder. Som ved landbaserte tester stilles det krav til inntaksvannets biologiske sammensetning, men med mye lavere konsentrasjoner, tabell 4. Kravene til behandlet vann ved deballastering er de samme som for landbasert testing.

Organisme-gruppe	Inntaksvann	Kontrollvann ved deballastering	Behandlet vann ved deballastering
$\geq 50 \mu\text{m}$ i minimum dimensjon	>100 levedyktige organismer per $\text{m}^3$	> 10 levedyktige organismer per $\text{m}^3$	<10 levedyktige organismer per $\text{m}^3$
$\geq 10\text{-}50 \mu\text{m}$ i minimum dimensjon	>100 levedyktige organismer per milliliter	> 10 levedyktige organismer per ml	<10 levedyktige organismer per ml
<i>Escherichia coli</i>			<250 cfu/100 ml
Intestinale Enterokokker			<100 cfu/100 ml
<i>Vibrio cholerae</i> (serotype O1 and O139)			<1 cfu/100 ml

Tabell 4. Biologisk vannkvalitet i inntaksvann og i kontroll og behandlet vann ved deballastering ved om bord-testing.

I forhold til landbaserte tester, stilles det store krav til logistikk og fleksibilitet ved om bord-testing. Oppgavene krever at personalet utfører til dels krevende prøvetakinger og analyser under skipets normale drift. Dette krever tilpasning av teknikker og metoder som for eksempel for filtrering og dyrking av mikrobiologiske prøver, figur 2.



NIVA var den første organisasjonen i verden som gjennomførte godkjente landbaserte tester av behandlingsteknologier for ballastvann i henhold til IMO's retningslinjer. Denne pionérvirksomheten har vært avhengig av instituttets solide kompetanse innen bl.a. algeteknologi, analysemetodikk og renseteknologi, samt omfattende kompetanse- og infrastrukturutvikling. Denne kompetanse- og infrastrukturutviklingen er i ferd med å videreutvikles for å møte økende behov innen ballastvannsområdet.

Figur 2. Oppsett for filtrering av bakteriologiske prøver ombord på M/V Aida.