

1/2005

*Belastet vann – spredning av arter
med ballastvann*

**Espen Lund
for Norges Naturvernforbund**

ISBN 82-7478-245-3

ISSN 0807-0946

**Norges Naturvernforbund
Postboks 342 Sentrum
0101 Oslo
www.naturvern.no**

Sammendrag

Når et frakteskip pumper vann om bord for å justere vekten sin, inneholder dette ballastvannet levende organismer. Hvis ballastvannet slippes ut igjen i andre områder enn der det ble tatt inn, kan fremmede arter spres til disse områdene. Eksempler fra steder hvor fremmede arter har etablert seg, viser betydelige biologiske og økonomiske konsekvenser av slik spredning. Fremmede muslinger, ribbemaneter, krepsdyr og mange andre livsformer gjør stor skade i sine nye leveområder.

Noen land har innført nasjonale regler for behandling av ballastvann. Dette betyr at dersom et skip skal slippe ut ballastvann innenfor landets grenser, må det først utføre prosedyrer som reduserer sannsynligheten for utslipp av fremmede arter. Norge har ingen slike regler. En internasjonal konvensjon skal innføres i perioden 2009–2016. Denne innebærer at ballastvann i alle skip skal renses før det slippes ut.

Den internasjonale konvensjonen forutsetter en teknologi som ikke finnes ennå. Mye forskning og utvikling gjenstår før man har effektive systemer for rensing av ballastvann i alle gamle og nye skip. Men for produsenter som klarer å levere slike systemer, vil det antakelige åpne seg et verdifullt marked.

Innledning

Menneskets spredning av arter til nye områder har fått store biologiske og økonomiske konsekvenser^{1,2}. I forbindelse med aktiviteter som landbruk, transport og turisme, har mange typer organismer blitt flyttet rundt omkring i verden, bevisst og ubevisst. Organismer som er lette å holde kontroll på, har skapt få problemer, mens andre organismer, som ikke lar seg kontrollere, har ført til problemer mange steder. Utsetting av kaniner i Australia er et kjent eksempel på en introduksjon av en ny art, hvor den nye arten skaper betydelige økologiske forandringer og påfører landet store økonomiske kostnader³.

Spredning av *akvatiske* (vannlevende) arter har også hatt negative konsekvenser. I Svartehavet har en fremmed ribbemanet endret næringskjedene og redusert økonomisk viktige fiskebestander kraftig⁴. I Nord-Amerika har en fremmed musling etablert seg i enorme mengder, og amerikanske myndigheter har store utgifter til fjerning av denne muslingen fra vannrør, vannfiltre, kjøleanlegg og lignende⁵.

Etablering av fremmede arter påvirker biologiske systemer på forskjellige måter, og konsekvenser av slike etableringer er ofte vanskelig å forutsi. Endringer kan skje over lang tid og de kan derfor også være vanskelig å avdekke. En ny art kan endre eksisterende næringskjeder og skape store forandringer i populasjoner av andre arter som inngår i disse kjedene. Nye arter kan fortrenge og utkonkurrere lokale arter på ulike måter. Introduksjon av fremmede arter kan derfor føre til utryddelse av andre arter^{1,6}.

Naturlig spredning av akvatiske arter begrenses av økologiske faktorer som temperatur og saltholdighet. Dersom organismene blir transportert, slik at de kan passere slike barrierer og således introduseres til nye, gunstige, områder, kan imidlertid en etablering skje langt utenfor artens naturlige spredningsområde. Skipsfart er en betydelig årsak til slik spredning av marine og ferskvannslevende arter. En ubevisst spredning skjer ved at organismer fester seg til skipsskrogene eller ved at de transporteres i skipenes *ballastvann*.

Ballastvann

Et skip er konstruert slik at det har størst sjødyktighet når det har en bestemt vekt om bord. Når et frakteskip losses, må vekten av lasten derfor erstattes med ballast, og de fleste skip pumper da vann om bord. Vannet pumpes inn i spesielle ballasttanker eller i frakttankene. Dette vannet slippes ut igjen når skipet ankommer den havnen hvor det skal ha ny last. For hver varetransport, fraktes det dermed ofte et betydelig volum med vann til den aktuelle utskipningshavnen⁷. Mengden ballastvann i et skip kan også justeres underveis, ettersom skipets drivstofftanker tømmes eller værforhold og vanntemperatur endres.

Beregninger viser at det antakelig transporteres 3–4 milliarder tonn ballastvann i verden hvert år⁸. Over 46 000 frakteskip transporterer årlig 5.4 milliarder tonn varer (år 2000), hvor 60 % består av råolje, kull, jernmalm, oljeprodukter og korn. Land som eksporterer varer i disse kategoriene, mottar sannsynligvis mye ballastvann. Skipsfart foregår mellom ulike marine, brakk- og ferskvannsområder, så ballastvann kan derfor ha lav saltholdighet. Et skips ballastvannskapasitet er normalt 30–40 % av antall dødvekttonn, og antall dødvekttonn kan variere fra 3000 (passasjerskip) til over 500 000 (oljetankere)^{7,9}.

Beregninger viser at Norges mottak av ballastvann kan være 40–50 millioner tonn i året (2002). Eksport av oljeprodukter, gass og malm gjør at havner som Mongstad, Sture, Karmsund og Narvik antakelig mottar mest ballastvann^{10,11}. I olje- og energidepartementets utredning av en eventuell petroleumsvirksomhet i området Lofoten–Barentshavet estimeres et utslipp av 4–30 millioner tonn ballastvann i dette området, avhengig av aktivitetsnivå (basis, middels eller høyt). Ved høyt aktivitetsnivå anslås antall skipsanløp per år til 700 (i år 2020)¹⁰.

Spredning av organismer med ballastvann

En rekke akvatiske organismer kan spres med ballastvann. Inntak av ballastvann medfører inntak av planktoniske (passivt flytende) organismer, både fullstendig planktoniske organismer og organismer hvor kun deler av livssyklusen er planktonisk. Larver, egg, frø, sporer, cyster, mikroalger, virus, bakterier og andre encellede organismer, i tillegg til voksne individer av en mengde arter, kan passere filtrene når vannet pumpes inn i båten⁷.

Dersom vanninntaket inkluderer bunnsedimenter, havner også planter, makroalger og mange andre bunnlevende organismer i ballasttankene¹². Sedimentene legger seg i ballasttankene og organismene kan fortsette å leve der under reisen. Når ballasttanken åpnes for fjerning av sedimenter, kan organismene spres til utslippsstedet.

Antakelig transporteres tusenvis av arter verden rundt med ballastvann. Hvis ballastvannet inneholder levende organismer når det slippes ut av båten, kan akvatiske arter på denne måten spres til nye områder⁷.

Raskere båter, og dermed kortere varighet på reiser, har antagelig økt sannsynligheten for at organismer i ballastvann overlever reisene. Videre kan antall anløp av skip med ballastvann til en havn ha større betydning for spredningen av fremmede arter til havnen enn total mengde ballastvann mottatt, fordi hyppige anløp kan øke sannsynligheten for at utslipp av en fremmed organisme skjer på et tidspunkt som er gunstig for etablering¹².

For at en organisme skal etableres på et nytt sted, kreves det at den har egenskaper som gjør at den tas med i ballastvannet, overlever i ballastvannet under reisen og overlever og reproducerer på utslippstedet. Det kan være vanskelig å forutsi hvilke egenskaper som behøves i hvert enkelt tilfelle, og dermed også vanskelig å forutsi hvilke arter som kan etablere seg og gjøre skade på et gitt sted, men noen generelle trekk finnes antakelig^{1, 13}. De fleste organismer som slippes ut på et sted langt unna der de vanligvis lever, vil oppleve så store miljøforandringer at de dør. Noen få organismer, derimot, som ikke har så strenge krav til omgivelsene, kan overleve og reproducere under varierende forhold. Dersom en akvatisk art tolererer relativt stor variasjon i viktige miljøvariabler som temperatur, saltholdighet, lys og næringstilgang, øker dette sannsynligheten for både overføring til nye steder (overlevelse i ballastvannet) og etablering på disse stedene. Hvis arten også reproducerer raskt, har få predatorer og er i stand til å konkurrere med lokale arter, kan den invadere sitt nye område¹⁴.

Det kan dessuten være egenskaper ved et område som gjør det spesielt utsatt for etablering av fremmede arter¹. Det antas at områder som relativt nylig har vært utsatt for naturlig forstyrrelse (f.eks. istid), og derfor er i et tidlig utviklingsstadium (tidlig suksesjonstrinn), ofte blir invadert av fremmede arter. Menneskelig aktivitet (forurensning, jordbruk, infrastruktur osv.) bidrar også til økt sannsynlighet for invasjon, fordi dette virker som en forstyrrelse i området. Det blir hevdet, at dersom de biologiske systemene i et område består av mange arter, er dette området ikke særlig mottakelig for flere arter¹⁵. De nåværende artene utnytter alle tilgjengelige nisjer og er godt tilpasset disse, slik at fremmede arter ikke finner ledige nisjer og møter sterk konkurranse dersom de prøver å konkurrere med lokale arter. Videre tenker man seg at i biologiske systemer som består av få arter, vil fremmede arter lettere kunne etablere seg. Studier fra De store sjøene i Nord-Amerika, derimot, støtter ikke denne hypotesen. I dette området etableres det stadig flere fremmede arter, på tross av at antall arter da øker. Det spekuleres derfor i om fremmede arter kan virke gunstig på hverandre, at én fremmed art kan legge forholdene til rette for en annen fremmed art, for eksempel ved å fjerne predatorer^{16, 17}.

Et geografisk område kan også ha egenskaper som gjør at det befinner seg mange mulige invasjonarter der, og at dette område derfor kan karakteriseres som et donorområdet for fremmede arter. Dette kan være områder som over lang tid har gjennomgått store endringer. De inneholder derfor arter som er tilpasset disse endringene og som tåler variasjon i viktige økologiske faktorer¹⁴.

Ingen vet hvor mange fremmede akvatiske organismer som er etablert på nye steder. Grunnet lav aktivitet på dette forskningsområdet, samt mangelfull artskunnskap, er slike

antall ofte underestimert. Dermed er den økologiske betydningen av fremmede organismer antakelig også underestimert¹⁸. En analyse av *registrerte* fremmede marine arter i Nord-Amerika viser at antall etableringer per tid har økt eksponensielt siste 200 år. Flest registreringer er gjort av krepsdyr og bløtdyr. Organismegrupper som inneholder små arter har få registreringer, sannsynligvis fordi disse er vanskelige å oppdage¹⁹. Registreringene fra Nord-Amerika viser dessuten at flest arter er spredt med skipstrafikk og at antall arter som spres med skipstrafikk også øker eksponensielt.

Nesten alle organismegrupper som har planktoniske stadier er funnet i ballastvann. I ballasttankene til 159 skip som hadde seilt fra Japan til USA ble det funnet 367 arter, hovedsakelig diatomeer (kiselalger), krepsdyr, flerbørstemark, flatormer, nesledyr, snegler og muslinger, men også pigghuder, kappedyr, mosdyr, pilormer, grønnalger, dinoflagellater og en rekke andre grupper av dyr, planter og alger²⁰. Hoppekreps og diatomeer var tilstede i henholdsvis 99 og 93 % av skipene i undersøkelsen. I et skip som seilte tur-retur St. Petersburg–Lisboa ble det funnet 62 arter planteplankton og 27 arter dyreplankton²¹. Innen planteplanktonet, ble sju arter ansett som potensielt giftige. I et studie på New Zealand, hvor 161 ballasttanker på 50 skip ble undersøkt, ble det funnet levende plante- og dyreplankton i 80 % av tankene²². Planteplanktonet var dominert av diatomeer, heterotrofe flagellater og dinoflagellater, mens dyreplanktonet var dominert av krepsdyr, muslinger, snegler og børstemark. Fordi studier av ballasttanker ofte er basert på planktonprøver, blir det sjelden funnet fisk. Men i studier som forsøker å finne fisk, derimot, er det påvist 31 fiskearter i ballastvann. Dette viser at ballastvann også er en spredningsmekanisme for fisk, og kanskje også for andre ikke-planktoniske dyr²³.

Arter som kan være spredt med ballastvann

Ribbemaneter

En ribbemanet, *Mnemiopsis leidyi*, med opprinnelig utbredelse ved østkysten av Nord- og Sør-Amerika, ble rundt 1980 overført til Svartehavet, sannsynligvis med ballastvann^{4, 24}. Den formerte seg raskt, og i 1988 fantes den over hele Svartehavet, ofte i veldig stort antall. Ribbemaneten spiste dyreplankton, fiskelarver og fiskeegg. Den forstyrret dermed næringskjedene, slik at flere fiskebestander (som også spiste dyreplankton) nesten forsvant. Bestanden av ansjos ble kraftig redusert og dette medførte betydelige økonomiske problemer for alle som var tilknyttet fiskeindustrien i området, spesielt tyrkiske fiskerier.

Sent på 1990-tallet ble enda en fremmed ribbemanet, *Beroe ovata*, innført til Svartehavet. Den kan også ha kommet med ballastvann. Det viste seg at den nye ribbemaneten spiste den forrige, og at dette faktisk fungerte som en biologisk bekjempelse av *M. leidyi*. Dessuten var *B. ovata* helt avhengig av *M. leidyi* som næringskilde, så den avtok selv i antall ettersom *M. leidyi* ble borte. Situasjonen i Svartehavet er nå bedret, og fiskebestandene øker²⁵.

M. leidyi har spredt seg videre til Azovhavet, Egeerhavet, Marmarahavet og Middelhavet. I 1999 ble den registrert i Kaspiahavet, antakeligvis fraktet dit med ballastvann i skip som reiser i kanal fra Svartehavet²⁶. Dersom utviklingen blir den samme i Kaspiahavet som i Svartehavet, kan det få katastrofale følger for fiskerier i Aserbajdsjan, Iran, Kasakhstan, Russland og Turkmenistan. Det vurderes om man skal bruke *B. ovata* som biologisk bekjempelse for å redde fiskebestandene i innsjøen, blant andre de viktige størene^{27, 28}.

Muslinger

Hos mange muslinger består livssyklus av fastsittende voksne individer og flere planktoniske larvestadier. Dette gjør at alle stadier kan fraktes med skip, enten festet til skrog eller som plankton i ballastvann.

I 1988 ble sebramusling (*Dreissena polymorpha*) registrert som ny art i De store sjøene i USA og Canada. Muslingen er opprinnelig eurasiske og den ble antagelig overført til Nord-

Amerika med ballastvann. Den har nå spredt seg til alle De store sjøene, til elvene Mississippi og Hudson, mange sideelver og mange stater^{5, 29}.

Sebramuslingene i Nord-Amerika formerer seg med stor suksess, og de er lite begrenset av predatorer eller parasitter. Muslingene fester seg til alle harde overflater, hvor de ofte opptrer i enorme antall. Sebramusling skaper store problemer i alle typer vannrør, vannfiltre og vanninntak i renselanlegg, kraftstasjoner, industri og atomkraftanlegg (kjølevann), hvor de vokser i tykke lag og dermed reduserer gjennomstrømningen. Ved et kraftanlegg i Michigan ble det observert en tetthet av sebramusling på 700 000 per m². Amerikanske myndigheter har brukt flere milliarder dollar på fjerning av sebramusling fra slike innretninger.

Avdekking av biologiske konsekvenser tar tid, men det viser seg at sebramusling også fester seg i store antall til andre muslingarter. Dette reduserer de andre artenes overlevelse og reproduksjon, og nedgangen i disse populasjonene er så markant at mange endemiske muslingarter sannsynligvis vil bli utryddet³⁰. Sebramusling skaffer seg mat ved å filtrere vann, og deres tilstedeværelse gir dermed økt filtrering og en reduksjon i mengden plankton. Dette fører videre til endrede lysforhold i vannet³¹, og slike forandringer, i kombinasjon med utryddelser, vil over tid medføre betydelige økologiske endringer i dette området.

En kinesisk musling, *Limnoperna fortunei*, er spredt til Sør-Amerika, sannsynligvis som larver i ballastvann^{32, 33, 34}. Muslingen lever i ferskvann og brakkvann. På samme måte som sebramusling, vokser den i tette populasjoner på hardt underlag og skaper problemer for alle installasjoner som bygger på gjennomstrømning av vann. I Japan har man i perioder stengt renselanlegg og kraftstasjoner på grunn av denne muslingen³⁵.

I Sør-Amerika spres *L. fortunei* raskt, blant annet ved at den fester seg til skrog på elvebåter. Muslingen ble først oppdaget i Rio de la Plata i Argentina/Uruguay i 1991. Senere har den blitt spredt nordover i elvene Uruguay og Paraná, og videre i elven Paraguay til landene Paraguay og Brasil. Første funn i Brasil var i 1998/1999, i elven Jacui i havnebyen Porto Alegre³⁶.

L. fortunei har forårsaket driftsstans ved Yacyreta kraftstasjon i Argentina/Paraguay, og i 2001 ble den oppdaget ved den kolossale Itaipú kraftstasjon i Brasil/Paraguay, som dekker en betydelig andel av både Paraguays og Brasils behov for elektrisk kraft.

Biologiske konsekvenser av denne nyetableringen ligner konsekvensene av sebramusling i Nord-Amerika. *L. fortunei* vokser på andre muslingarter, og disse taper konkurransen med den fremmede arten. I Rio de la Plata er også tre sneglearter nesten borte siden 1991. *L. fortunei* vokser dessuten på vannplanter, og hindrer deres vekst. Hvis spredningen av denne muslingen fortsetter nordover, til Amazonas, kan de biologiske konsekvensene bli enorme.

Perna viridis er en grønnaktig musling med opprinnelig utbredelse i brakkvann og marine områder fra Persiabukta til Sør-Kina-havet. Den er i løpet av 1990-tallet spredt til Trinidad, Venezuela og USA (Florida i 1999 og Georgia i 2003)^{37, 38}.

Spredningene kan skyldes skipsfart (ballastvann/skrog) eller bevisste utsettinger. *P. viridis* er meget hurtigvoksende og den danner tette populasjoner. I Øst-Asia dyrkes den i akvakulturer.

P. viridis lager problemer bl.a. ved å blokkere kjølevannssystemer i kraftanlegg og ved å øke rustdannelse. Den vokser også på navigasjonsbøyer, slik at disse synker, og den vokser på båter, slik at disse må renses.

Biologiske konsekvenser av spredningene er foreløpig uklare, men i Florida ser *P. viridis* ut til å ha en negativ effekt på populasjoner av østers³⁹.

Krepsdyr

To arter av vannlopper (små krepsdyr) som lever i fersk- og brakkvannsområder ved Svartehavet, Kaspiahavet, Azovhavet og Aralsjøen er spredt til både Østersjøen og De store sjøene i Nord-Amerika.

Cercopagis pengoi ble registrert i Østersjøen for første gang i 1992 og i De store sjøene i 1998^{40, 41}. En lignende art, *Bythotrephes longimanus (cederstroemi)*, ble registrert i De store

sjøene på 1980-tallet⁴². Spredningene har antakelig skjedd via ballastvann: først til Østersjøen, deretter til De store sjøene.

Begge artene er planktoniske rovdyr, det vil si at de spiser annet dyreplankton (bl.a. *Daphnia*), og de biologiske konsekvensene av disse etableringene er uklare. Hvis deres predasjon reduserer antall små dyreplankton, vil dette ha betydning for andre organismer som også spiser disse, bl.a. fisk. Det vil også påvirke planteplanktonet, som det mindre dyreplanktonet spiser. Dersom fisk begynner å spise *C. pengoi* og *B. longimanus*, kan dette påvirke fiskebestandene.

I deres opprinnelige utbredelsesområde, begrenses disse vannloppene av predasjon fra fisk, og det er usikkert hvorfor dette ikke skjer i de nye områdene, men både *C. pengoi* og *B. longimanus* har en lang hale som kan gjøre dem til et bytte som er vanskelig å spise.

Disse vannloppene er spesielle fordi de er relativt store, ca. 1 cm (inkludert den lange halen), og når de forekommer i store mengder skaper dette problemer for de som driver fiske. Fiskegarn og tråler blir fulle av hvit gelé og fiskesnører blir vanskelige å sveive inn på grunn av de små krepsdyrene som fester seg i tykke klaser. For yrkesfiskere betyr dette store økonomiske tap⁴³.

Kinesisk ullhåndkrabbe (*Eriocheir sinensis*) lever opprinnelig i elver og brakkvannsområder i Øst-Asia, men ble overført til Tyskland ca. 1900. Den har senere spredt seg i elver og kanaler i Europa⁴⁴. Ullhåndkrabber vandrer mellom saltvann og ferskvann. De voksne krabbene gyter i brakkvann, de planktoniske larvene lever i havet, og de unge individene vandrer i elver til de skal gyte. Det fantes ingen lignende krabber i det nye området, og ullhåndkrabben kunne formere seg med stor suksess og uten konkurranse. Den er også spredt til USA og har i løpet av 1990-tallet utbredt seg raskt i San Francisco-området. Spredning til/innen Europa og USA kan ha skjedd ved bevisst utsetting (for å spise krabbene) eller ved ballastvann⁴⁵.

De introduserte ullhåndkrabbene skaper problemer for fiskeindustrien ved at de fester seg i fiskegarn og ved at de spiser fisk og åte. Ullhåndkrabber graver også hull i elvebredder, og noen steder graver de så mye at det fører til erosjon. I Tyskland har store antall ullhåndkrabber på vandring i elvene vært en plage, og deres evne til å gå på land førte til at krabber plutselig befant seg på veier og i hager. Ullhåndkrabber kan dessuten være bærer av orientalsk lungeikte, en parasitt som spres til mennesker ved spising av dårlig kokt krabbe.

Kinesisk ullhåndkrabbe ble først påvist i Norge i 1976⁴⁶. Den har foreløpig gjort liten skade. Ullhåndkrabber finnes også i Sverige, men på grunn av lav saltholdighet i Østersjøen, formerer de seg dårlig der. Stadige funn av denne krabben i Sverige antyder derfor at den ofte spres dit. Hvis den spres med ballastvann, viser dette at skipstrafikken stadig frakter levende krabber til Sverige⁴⁷.

Snøkrabbe (*Chiono(e)cetes opilio*) har naturlig utbredelse ved Alaska, Canada og Grønland, men siden 1996 har snøkrabbe blitt fanget flere ganger øst i Barentshavet, og spredningen dit kan ha skjedd med ballastvann. I 2003 ble snøkrabbe fanget nord for Båtsfjord i Finnmark^{48, 49}.

Sjøstjerner

En sjøstjerne, *Asterias amurensis*, med opprinnelig utbredelse i nordlige områder av Stillehavet, har etablert seg i Australia. Den ble oppdaget i Tasmania på 1980-tallet, og har senere spredt seg til nabostaten Victoria. Man vet ikke hvordan *A. amurensis* kom til Australia, men den har et planktonisk larvestadium og slike larver kan ha blitt fraktet til australske havner i ballastvann⁵⁰.

A. amurensis i Australia opptrer i store antall, den har mange typer byttedyr og den er en stor trussel for australske muslingoppdrettere. Foreløpig har tiltak mot denne sjøstjernen begrenset seg til fysisk fjerning av dyr. I et havneområde (Sullivans Cove), ble det på to dager plukket 15 612 sjøstjerner, og den totale populasjonen av *A. amurensis* i Australia ble anslått til 120 millioner dyr i 2002^{51, 52}.

Fisk

Hork (*Gymnocephalus cernuus*) er en liten (ofte <20 cm), abborlignende brakke- og ferskvannsfisk med opprinnelig utbredelse i Europa og Asia⁵³. I 1986 ble hork registrert for første gang i deler av De store sjøene i Nord-Amerika, og den ble antagelig spredt dit med ballastvann. Videre spredning innen De store sjøene kan også ha skjedd med ballastvann^{54, 55, 56}.

Hork kjønnsmodnes tidlig (1–3 år) og legger mange egg. Den kan derfor ha en rask populasjonsvekst i gunstige områder. Hork spiser forskjellige typer bunndyr i innsjøer og rolige elver, og i store antall kan den være en sterk konkurrent til andre arter som spiser det samme^{57, 58}. I De store sjøene er det observert nedgang i bestander av andre, viktige fiskearter i områder hvor hork er etablert, f.eks. yellow perch (*Perca flavescens*), men det er foreløpig uklart om hork er årsak til dette⁵⁹.

Biologisk bekjempelse, ved utsetting av gjedde og annen rovfisk, ble prøvd i De store sjøene, men antall hork fortsatte likevel å øke, og i 1999 ble bestanden estimert til seks millioner individer. Store pigger på kroppen og et ekstremt velutviklet sidelinjeorgan (oppdager bevegelser i vannet) gjør hork til et vanskelig bytte for eventuelle predatorer, og kanskje trenger de lang tid til å lære seg å spise denne fisken.

Det forskes på metoder for kjemisk bekjempelse av hork, hvor selektive giftstoffer (dreper kun hork) og horkens egne luktstoffer (tiltreknings- og frastøtningssignaler) er aktuelle forskningsobjekter.

Nord-amerikanske myndigheter har forsøkt å hindre ytterligere spredning av hork ved å informere folk om problemet, slik at de ikke transporterer hork, bruker hork som agn eller på annen måte bidrar til å spre denne fisken til flere områder. I Michigan, Wisconsin, Minnesota og Ontario er det forbudt å være i besittelse av hork, død eller levende⁶⁰.

En kutlingfisk, *Neogobius melanostomus*, med naturlig utbredelse i Svartehavet og Kaspiahavet⁶¹, er spredt til både Østersjøen og De store sjøene i Nord-Amerika. Spredningene har antakelig skjedd med ballastvann på slutten av 1980-tallet^{62, 63, 64}.

N. melanostomus blir sjelden mer enn 25 cm lang, den er bunnlevende, aggressiv og den spiser forskjellige bunndyr, hovedsakelig krepsdyr og bløtdyr, men også fiskeegg og yngel⁶⁵. I likhet med hork, har denne kutlingfisken et velutviklet sidelinjeorgan og egenskaper for høy populasjonsvekst. Den tolererer også stor variasjon i temperatur, saltholdighet og oksygenkonsentrasjon.

N. melanostomus kan sannsynligvis konkurrere med lokale arter, og i De store sjøene har man observert en rask reduksjon i populasjoner av andre fiskearter etter etableringen av den fremmede kutlingen^{66, 67}.

N. melanostomus er spredt til alle De store sjøene, og faren for spredning til elva Mississippi er stor. For å hindre ytterligere spredning, har man forsøkt med elektriske barrierer i elver, og i flere stater er det forbudt å være i besittelse av *N. melanostomus*⁶⁸. Det forskes også på giftstoffer for kjemisk bekjempelse av den introduserte fisken⁶².

Flerbørstemark

En amerikansk flerbørstemark (*Marenzelleria viridis*) har etablert seg i Østersjøen⁶⁹. Den ble først funnet i tyske områder i 1985, og den har siden spredt seg til store deler av Østersjøen. Innføringen til Europa har trolig skjedd med ballastvann fra den nordamerikanske østkysten. Videre spredning i Østersjøen har skjedd raskt, nordover til Rigabukta, Finskebukta og Bottenvika^{70, 71}. Det første svenske funnet ble gjort i Blekinge i 1990, og i 2002 ble eksemplarer funnet langs den svenske vestkysten^{72, 73}.

Denne marine børstemarken lever nedgravd i sedimentene, den tåler lav oksygenkonsentrasjon og den kan være en sterk konkurrent til andre arter i den relativt artsfattige Østersjøen^{74, 75, 76}. Fordi den graver seg så dypt ned, er den vanskelig å få tak i for fisk, og kombinert med at andre byttedyr for fisk blir utkonkurrert, kan dette påvirke

fiskebestandene i området⁷⁷. Av alle fremmede arter i Østersjøen, antas *M. viridis* å være blant de som har størst økologisk betydning⁶⁹.

Makroalger

En fremmed tare, *Undaria pinnatifida*, har etablert seg i Australia og New Zealand. Den fantes opprinnelig i områder rundt Japan, og man vet ikke hvordan den har spredt seg. *U. pinnatifida* har en livssyklus som inneholder flere mikroskopiske stadier som produseres i store antall (bl.a. sporer og gametofytter), og spredning via ballastvann er derfor sannsynlig.

U. pinnatifida blir flere meter lang og den danner tette populasjoner på hardt underlag. Biologiske konsekvenser av disse invasjonene er foreløpig lite beskrevet, men fortrenkning av lokale alger er sannsynlig. Dette vil ha negativ effekt på arter som er avhengig av disse algene. Økonomiske konsekvenser begrenser seg foreløpig til fjerning av alger fra fiskeutstyr, akvakulturer, båter og annet^{78, 79}.

En rødalge (*Heterosiphonia japonica*) er spredt fra nordlige områder av Stillehavet til Europa, antakelig i forbindelse med import av østers. Den ble først oppdaget i Nederland i 1994, senere i Spania og Frankrike. I 1996, ble den oppdaget i Norge, med første funn sør for Bergen⁸⁰.

En undersøkelse i 2000–2001 viser at algen nå er spredt til store deler av den norske vestlandskysten, fra Mandal til Smøla. En flekkvis fordeling, med mange funn i nærheten av havneområder, antyder at algen spres med skipstrafikk. *H. japonica* kan formere seg vegetativt (ukjønnet) ved at fragmenter av algen løsner og spirer på nye steder. Slike fragmenter kan overleve 20 dager uten lys, og de kan dermed overleve i et skips ballastvann.

På 31 % av stedene som ble undersøkt på vestlandet, utgjorde den fremmede rødalgen mer enn 10 % av biomassen i det innsamlede algematerialet. Det betyr at *H. japonica* både spres raskt og etablerer store populasjoner. De økologiske konsekvensene av dette er ukjente. Et forskningsprosjekt som pågår ved Havforskningsinstituttet, hvor man undersøker virkningen av den nye algen på de opprinnelige algesamfunnene, vil kanskje kunne avgjøre om dette er en skadelig, fremmed organisme.

Mikroalger

Dinoflagellater er planktoniske, encellede alger, hvorav noen arter er giftige. Muslinger som filtrerer vann og får i seg giftige dinoflagellater tar ofte ikke skade av det, men dersom mennesker spiser disse muslingene kan det oppstå alvorlige forgiftninger. Under kraftige oppblomstringer kan giftige alger også drepe store mengder fisk og andre dyr (inkludert muslinger). Mange dinoflagellater danner cyster (hvilestadier) som kan ligge flere år i sedimenter på bunnen før de utvikler seg til frittlevende alger igjen⁸¹.

I det sørlige Australia er det registrert fire arter av giftige dinoflagellater som antagelig er innført med ballastvann⁸². Disse algene har forårsaket skade i oppdrettsanlegg for muslinger, hvor giftige muslinger gir store økonomiske tap for eierne.

Et studie av ballasttanker i 80 lasteskip i australske havner, viste at 6 % av dem inneholdt levedyktige cyster av giftige dinoflagellater⁸³. Ved tilsvarende undersøkelse av sedimenter i ballasttanker i engelske og waliske havner, ble det funnet levedyktig cyster av 48 arter, og flere av disse var giftige og fremmede arter⁸⁴.

Siden 1998, har flere våroppblomstringer av mikroalger i slektene *Chattonella* og *Heterosigma* drept store mengder fisk i norske oppdrettsanlegg. Fisken kan ikke svømme vekk fra merdene når algene kommer, og de dør når algene fester seg på gjellene^{10, 85, 86}. Det er uvisst hvorfor disse algene nå er etablert i norske områder. De er tidligere registrert i Japan og USA, og de er eksempler på organismer som kan fraktes i ballastvann og som kan gjøre stor skade på utslippsstedet⁸⁷.

Bakterier og virus

Til tross for at spredning av bakterier og virus kan utgjøre en betydelig menneskelig helsefare, i tillegg til å forårsake biologiske og økonomiske konsekvenser, finnes det få studier på spredning av slike mikroorganismer med ballastvann. Foreløpig er det påvist store mengder av både bakterier og virus i ballasttanker, og det antas at mange av disse har egenskaper som gjør at de kan etablere seg på forskjellige steder i verden^{88,89}.

Tiltak mot spredning av arter med ballastvann

Lover

FNs Internasjonale Maritime Organisasjon (IMO) utarbeidet i 1997 frivillige retningslinjer som skulle minimalisere sannsynligheten for spredning av skadelige akvatiske organismer med ballastvann⁹⁰. IMOs retningslinjer:

- Unngå inntak av ballastvann i områder hvor man vet at det finnes skadelige organismer og i grunne områder. Unngå også inntak om natten, når mange bunnlevende organismer kan bevege seg oppover i vannsøylen.
- Ha regelmessig vask av ballasttanker, hvor alle sedimenter fjernes.
- Unngå unødvendig utslipp av ballastvann.
- Innfør prosedyrer for behandling av ballastvann:
 - Skifte ballastvann på det åpne hav, dvs. skifte ut ballastvann fra havneområder med ballastvann fra det åpne hav.
 - Ingen eller minimale utslipp av ballastvann.
 - Leverer ballastvann til behandling i mottak på land der hvor dette finnes.

En internasjonal konvensjon, basert på disse retningslinjene, ble vedtatt av IMO i februar 2004^{91,92}. Konvensjonen trer i kraft 12 måneder etter at den er ratifisert av 30 stater (som må representere 35 % av verdens handelstonnasje). Det tillates at tilsvarende eller strengere regler innføres nasjonalt.

Konvensjonen vil innføre rensing av ballastvann i alle skip i løpet av perioden 2009–16 (avh. av skipets størrelse og byggeår). Fram til disse tidspunktene, skal skipene benytte utskifting av ballastvann i åpent hav som metode for å hindre spredning av arter. Konvensjonen krever også etablering av mottak for sedimenter fra ballasttanker.

I januar 2005, ble Spania og Brasil de første landene som signerte IMOs konvensjon⁷.

Noen land har allerede innført IMOs retningslinjer som frivillige eller obligatoriske retningslinjer, med hovedvekt på utskifting i åpent hav som behandlingsmetode for ballastvannet⁹³:

- På Orknøyene er det obligatorisk innlevering av ballastvann til mottaksanlegg.
- Australia var det første landet som innførte frivillige retningslinjer for behandling av ballastvann (1991). Fra 2001 har Australia hatt obligatoriske regler, hvor myndighetene ikke tillater utslipp av ballastvann innenfor deres territorium. Tillatelse gis kun dersom det er utført korrekt utskifting av ballastvann i åpent hav, dersom et spesielt datasystem har vurdert risikoen ved utslipp som lav, dersom ballastvannet er tatt inn i åpent hav eller i australsk territorium, eller dersom ballastvannet er ferskvann⁹⁴.
- New Zealand har hatt obligatorisk utskifting av ballastvann siden 1998.
- Israel har hatt obligatorisk utskifting av ballastvann siden 1994.
- Chile har hatt regler for obligatorisk utskifting eller kjemisk behandling av ballastvann siden 1995.

- Buenos Aires (Argentina) har siden 1990 hatt obligatorisk kjemisk behandling av ballastvann fra områder med kolera.
- I Vancouver (Canada) er det obligatorisk utskifting av ballastvann for alle skip, mens resten av Canada har innført frivillige retningslinjer for utskifting av ballastvann^{95, 96}.
- USA har hatt obligatoriske utskifting eller annen behandling av ballastvann for skipstrafikk til De store sjøene og Hudsonelva siden 1993–94 og i Washington og California fra 2000–01. I 1996 ble det innført nasjonale frivillige retningslinjer for utskifting av ballastvann, men disse har ikke fungert tilfredstillende, og i 2003 ble det foreslått nasjonale obligatoriske regler for utskifting av ballastvann^{97, 98}.

- Norge har ingen regler for behandling av ballastvann. I stortingsmelding nr. 12 (2001–2002) skrev den norske regjeringen⁹⁹:

”Selv om vi i norske farvann hittil har blitt forskånet for de mest dramatiske konsekvensene av introduserte organismer, fremtrer introduserte arter stadig klarere som en alvorlig trussel også hos oss. Det er derfor et påtrengende behov for å utvikle virkemidler som kan forebygge ytterligere introduksjoner og avbøte skadelige effekter på kort og lang sikt.”

”Regjeringen vil:

– så snart som mulig iverksette nasjonale tiltak i tråd med IMOs frivillige retningslinjer og
– så langt dette er kjent – det kommende IMO-regelverk for ballastvann, samtidig som implementering av det kommende IMO-regelverket forberedes”

26. juni 2003 skrev miljøvernminister Børge Brende (Aftenposten)¹⁰⁰:

”Arbeidet med å utvikle nasjonale ballastvannsregler er godt i gang. Forslag til forskrift om kontroll med ballastvann skal sendes til høring høsten 2003 med sikte på å fastsettes tidlig i 2004, umiddelbart etter at ballastvannskonvensjonen er vedtatt.”

Da IMOs konvensjon var vedtatt (februar 2004), sa miljøvernministeren (pressemelding)¹⁰¹:

”Det er nå svært viktig at konvensjonen trer i kraft så raskt som mulig. Jeg vil nå gå inn for at vi fra norsk side bidrar til dette ved en tidlig ratifikasjon av konvensjonen. Vi har også ventet på konvensjonen som det nødvendige fundamentet for nasjonale regler. Uten dette internasjonale rammeverket, ville ensidig regler fra norsk side pga. skipsfartens internasjonale karakter, hatt liten effekt.”

Utskifting av ballastvann

Utskifting av ballastvannet i åpent hav skal hindre spredning av arter mellom havneområder. Det antas at kystnære organismer fra havneområder ikke vil overleve å bli sluppet ut i det åpne hav, med de miljøforandringene dette medfører (f.eks. saltholdighet). Og motsatt, organismer i ballastvann fra det åpne hav vil sannsynligvis ikke overleve i kystområder. Dessuten er det generelt færre arter i åpent hav enn ved kysten. På reiser mellom tempererte soner, hvor skipene krysser ekvator og skifter ballastvann i tropiske farvann, vil effekten forsterkes ved at det utskiftede ballastvannet inneholder tropiske arter, som har liten mulighet til å overleve i tempererte strøk⁷.

Utskiftingen skal skje med 95 % effektivitet og kan utføres sekvensielt eller ved gjennomstrømning⁹¹. Ved sekvensiell utskifting tømmes ballasttankene før de fylles igjen. Ved gjennomstrømning tømmes ikke tankene først, man pumper inn nytt vann i bunn av tankene, og når tankene er fulle, flommer vannet ut gjennom ventiler og luker i toppen. Dette gir en uttynning av det gamle ballastvannet, og man regner med at et inntak som tilsvarer tre ganger volumet av tanken vil gi en 95 % utskifting av ballastvannet.

Ifølge IMOs konvensjon, skal ballastvannet skiftes i åpent hav, det vil si områder med minst 200 nautiske mil til land og med minst 200 meters dyp. Utskiftingen skal skje i henhold til skipets egen plan for håndtering av ballastvann, og loggbøker for utskiftingen skal føres⁹¹.

På grunn av ballastvannets bidrag til skipets stabilitet, er utskifting av ballastvann risikabelt, spesielt ved sekvensiell utskifting. Dårlig vær eller andre omstendigheter kan gjøre det uforsvarlig å skifte ballastvann, og i slike tilfeller skal utskifting ikke utføres.

Dersom det ikke er mulig å utføre utskifting 200 nautiske mil fra land, kan utskiftingen skje i områder med minst 50 nautiske mil til land, og dersom dette ikke er mulig kan det gis tillatelse til utskifting i spesielle områder. Hvis ingen av disse mulighetene foreligger, har skipet rett til å foreta reisen uten utskifting av ballastvann¹⁰². Mange reiseruter for skip er slik at korrekt utskifting av ballastvann ikke kan gjennomføres. På kortvarige reiser vil det kanskje heller ikke være mulig å foreta noen utskifting, og disse vil da kunne bidra til sekundær spredning av fremmede arter innenfor et land eller en region.

Utskifting av ballastvann er i seg selv en tidkrevende handling (opptil flere dager). Dessuten gir utskifting kostnader i form av drivstoff til pumper og slitasje på pumper. Dersom spredning av arter med ballastvann skal forhindres ved utskifting, og denne metoden er økonomisk ugunstig for skipsnæringen, blir det nødvendig med kontroller for å bekrefte at en godkjent utskifting faktisk har blitt utført. Slike kontroller er foreløpig lite utviklet, men det forskes, blant annet, på ulikheter i optiske egenskaper ved vann fra åpent hav og vann fra kyststrøk (pga. organiske partikler som humus og klorofyll). Tettheten av spesielle arter (indikatorarter) i ballastvannet kan også vise om en utskifting har skjedd¹².

I De store sjøene i Nord-Amerika har regler for utskifting av ballastvann ikke forhindre etablert av flere fremmede arter (f.eks. *Cercopagis pengoi*)^{16, 103, 104}. Antall etableringer per år er omtrent det samme som før utskifting av ballastvann ble innført, og en årsak til dette kan være at utskiftingen ikke er fullstendig. Skip på vei til De store sjøene (ferskvann) med ferskvann i ballasttankene, som skifter ballastvann i åpent hav, vil kunne drepe alle organismer ved en utskifting som endrer saltholdigheten tilstrekkelig, men dersom endringen ikke er tilstrekkelig, vil organismer som tåler variasjon i saltholdighet kunne overleve til de slippes ut i ferskvann igjen.

En undersøkelse på New Zealand viser at det ofte er en blanding av kyst-arter og hav-arter i ballastvann som er skiftet ut, og antyder dermed at utskiftingen ikke er en effektiv metode for fjerning av kystnære arter i ballastvannet^{22, 105}. Ved et annet tilfelle er det vist at en utskifting som fjerner 95 % av det gamle ballastvannet, bare fjerner 75 % av planktonet¹². Uansett, i store skip vil selv 5 % av ballastvannet utgjøre en betydelig mengde.

Utskifting fjerner heller ikke alle sedimenter i tankene, og slike sedimenter kan forekomme i tonnevis per skip¹². Bunnlevende organismer i disse sedimentene kan faktisk ha fordel av en utskifting, fordi dette kan gi dem både mat og oksygen.

På New Zealand²² ble det påvist mer planteplankton i ballastvann som var skiftet ut enn i ballastvann som ikke var skiftet ut. Utskiftingen ga påfyll av levende planteplankton, bl.a. giftige dinoflagellater, og selv om disse ikke etablerer seg på utslippstedet, kan de ha kortvarige og skadelige oppblomstringer ved gunstige forhold. Og, ettersom utskifting ikke fjerner alt plankton (bare 95 %), kan en utskifting av vann bidra til at gjenværende plankton fra utskipningshavnen, som antakelig ville ha dødd på en lang reise uten utskifting, holdes i live til båten ankommer ny havn.

Et undersøkelse av levende bakterier og virus i ballasttanker viser at de avtar i antall i løpet av en reise, men at det kan være liten forskjell på mengden (sier ikke noe om arter) av disse mikroorganismene i tanker hvor vannet er skiftet ut og tanker hvor vannet ikke er skiftet ut¹⁰⁶.

På innsiden av ballastvannstanker ligger et organisk lag, en biofilm, som utskifting ikke fjerner. Biofilmen inneholder ulike mikroorganismer, noen av dem er potensielt sykdomsfremkallende hos mennesker, og alt ballastvann som tas inn i tankene kan forurenses med organismer fra denne filmen^{21, 107, 108}.

Rensing av ballastvann

IMOs konvensjon om behandling av ballastvann og sedimenter angir standarder for hvor mange organismer (innenfor flere størrelsesklasser) ballastvannet kan inneholde etter rensing. Teknologi for slik rensing finnes ikke, og det vil kreve mye forskning og utvikling for å fremskaffe denne.

Aktuelle rensemetoder inkluderer bl.a. deoksygenering, UV-stråling, varmebehandling, giftbehandling og filtrering. Problemet er at systemet skal omfatte organismer av alle typer og størrelser, samtidig som behandlingen ikke kan ta for lang tid. Dessuten kan ikke eventuelle kjemikalier være skadelige for mannskap på skipene eller for miljøet på utslippsstedet^{109, 110}.

Digitale informasjonssystemer

Det er utviklet internettbaserte informasjonssystemer for vurdering av faren for etablering av fremmede arter ved utslipp av et gitt ballastvann på et gitt sted. Systemene benytter bl.a. informasjon om registrerte arter i donor- og mottakerhavnene, samt tidspunkt for opptak og utslipp av ballastvannet. Australia bruker et slikt system i sine tiltak mot etablering av fremmede arter i australske farvann⁹⁴. Det Norske Veritas har også utviklet en versjon av et slikt system¹¹¹.

Utvikling av ballastvannsteknologi

Problemet med spredning av arter i ballastvann har antakelig en teknisk løsning (rensing), men denne løsningen krever penger til forskning og utvikling. For de som investerer i denne utviklingen, vil gevinsten være at vellykket teknologi kan selges på et stort, internasjonalt marked.

Manglende standarder og usikkerhet rundt innføringen av et internasjonalt lovverk, har antakelig virket hemmende på investeringer i utvikling hittil¹¹². Dessuten kan manglende kunnskap hos investorer og utviklere om behovet for slik teknologi bidra til lav aktivitet på dette området¹¹³. Det samme kan også gjelde for ulike myndigheter, som kanskje ikke ser at ballastvannsteknologi faktisk kan utgjøre en ny industri¹¹⁴.

På grunn av enkelte, nasjonale bestemmelser om behandling av ballastvann, finnes det allerede et begrenset marked for teknologi som rensar ballastvann, men den vedtatte internasjonale konvensjonen⁹¹ vil øke dette markedet betraktelig. Beregninger viser at det kan dreie seg om et behov for ballastvannsteknologi på flere milliarder dollar hvert år¹¹³. Det estimeres en økende omsetning per år ettersom konvensjonen fases inn, fra 1.1 milliarder dollar/år i 2008 til 3.5 milliarder dollar/år i 2013. Både tilpasning av utstyr til eksisterende skip og installering i nye skip vil skape en variert bransje med mange aktører.

Staten California har regler for behandling av ballastvann, og disse reglene gjør at cruisebåter i dette området ønsker å innstallere utstyr for rensing, slik at de unngår å reise langt til havs for å utføre utskifting av ballastvann. Et norsk firma har levert og innstallert ballastvannsteknologi til flere cruiseskip i California¹¹⁵. Dette viser at reguleringer medfører etterspørsel, teknologi og næringsmuligheter. En undersøkelse¹¹³ viser at drivkreftene i markedet for ballastvannsteknologi er:

- nasjonale regler
- internasjonale regler og standarder
- skipseiernes ønske om et alternativ til utskifting av ballastvann

IMOs konvensjon inneholder internasjonale standarder for rensing av ballastvann. Det er derfor avgjørende at konvensjonen innføres, slik at uklarheter rundt standarder fjernes og en global etterspørsel innen ballastvannsteknologi skapes. Dersom investorer og

forskningsmiljøer oppfatter dette behovet raskt, kan teknologien være utviklet når konvensjonens regler om rensing trer i kraft. Usikkerhet om konvensjonens framtid derimot, vil ødelegge mulighetene for investering og utvikling av teknologi. Og dette vil igjen umuliggjøre en ikrafttredelse av konvensjonen, som forutsetter nettopp denne teknologien.

Referanser

1. Williams, J. D. & Meffe, G. K. Nonindigenous species. <<http://biology.usgs.gov/s+t/SNT/noframe/ns112.htm#52817>>
2. Perrings, C., M. Williamson, E. B. Barbier, D. Delfino, S. Dalmazzone, J. Shogren, P. Simmons & A. Watkinson. (2002). Biological invasion risks and the public good: an economic perspective. *Conservation Ecology* 6(1): 1. <<http://www.consecol.org/vol6/iss1/art1/>>
3. NationMaster.com. Encyclopedia: Rabbit invasion in Australia. <<http://www.nationmaster.com/encyclopedia/Rabbit-invasion-in-Australia>>
4. Shiganova, T. A., & Panov, V. E. *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865. Regional Biological Invasions Centre. <<http://www.zin.ru/projects/invasions/gaas/mnelei.htm>>
5. U.S. Geological Survey. Nonindigenous Aquatic Species (NAS) Site. Zebra mussel (*Dreissena polymorpha*). <<http://nas.er.usgs.gov/taxgroup/mollusks/zebramussel/>>
6. Mooney, H. A. & Cleland, E. E. (2001). The evolutionary impact of invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 98 (10), 5446–5451. <<http://www.pnas.org/cgi/content/abstract/98/10/5446>>
7. The GEF/UNDP/IMO Global Ballast Water Management Programme (GloBallast). <<http://globallast.imo.org>>
8. Endresen, Ø., Sjørgård, E., Lee Behrens, H. & Andersen, A. B. (2003). How much ballast? *Ballast Water News* 14. <<http://globallast.imo.org/BallastWaterNews14.pdf>>
9. Lloyd's Register, London. Infosheet no. 30. <<http://www.lr.org/services%5Foverview/shipping%5Finformation/is030modern%5Fship%5Fdefinitions.htm>>
10. Olje- og energidepartementet. Utredning av helårig petroleumsvirksomhet i området Lofoten–Barentshavet. Konsekvenser av utslipp av ballastvann og sedimenter, ULB-studie nr. 16. Det Norske Veritas. Rapport nr. 2002-1405. <<http://odin.dep.no/archiv/oedvedlegg/01/03/Delst004.pdf>>
11. Statistisk sentralbyrå. Havnestatistikk. <<http://www.ssb.no/emner/10/12/60/havn/>>
12. Hay, C. H. & Tanis, D. (1998). Mid ocean ballast water exchange: procedures, effectiveness and verification. Cawthron report no. 468. <<http://www.cawthron.org.nz/Assets/cawbtf3.PDF>>
13. Ricciardi, A. & Rasmussen, J. B. (1998). Predicting the identity and impact of future biological invaders: a priority for aquatic resource management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55, 1759–1765. <<http://www.redpath-staff.mcgill.ca/ricciardi/publications.html>>
14. Reid, D. F., & Orlova, M. I. (2002). Geological and evolutionary underpinnings for the success of Ponto-Caspian species invasions in the Baltic Sea and North American Great Lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59, 1144–1158.
15. Stachowicz, J. J., Whitlatch, R. B. & Osman, R. W. (1999). Species diversity and invasion resistance in a marine ecosystem. *Science* 286, 1577–1579.
16. Ricciardi, A. (2001). Facilitative interactions among aquatic invaders: is an “invasional meltdown” occurring in the Great Lakes? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58, 2513–2525. <<http://www.redpath-staff.mcgill.ca/ricciardi/publications.html>>
17. Ricciardi, A. (2002). Synergistic impacts of multiple invasions. *Eleventh international aquatic nuisance species conference*. <http://www.cqjjournal.com/Hot_Events/Inv-Species/ISConf2-25/isconf2-25.htm#Ricciardi-synergistic>
18. Bax, N., Carlton, J. T., Mathews-Amos, A., Haedrich, R. L., Howarth, F. G., Purcell, J. E., Rieser, A. & Gray, A. (2001). The control of biological invasions in the world's oceans. *Conservation Biology*, 15 (5), 1234–1246.
19. Ruiz, G. M., Fofonoff, P. W., Carlton, J. T., Wonham, M. J. & Hines, A. H. (2000). Invasion of coastal marine communities in North America: Apparent patterns, processes, and biases. *Annual Review of Ecology and Systematics* 31, 481–531. <<http://arjournals.annualreviews.org/toc/ecolsys/31/1/>>
20. Carlton, J. T. & Geller, J. B. (1993). Ecological roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms. *Science* 261, 78–82.
21. Olenin, S., Gollasch, S., Jonušas, S. & Rimkute, I. (2000). En-route investigations of plankton in ballast water on a ship's voyage from the Baltic Sea to the open Atlantic coast of Europe. *International Review of Hydrobiology* 85, 577–596.
22. Hay, C., Handley, S., Dodgshun, T., Taylor, M. & Gibbs, W. (1997). Cawthron's ballast water research programme, final report 1996-97. Cawthron report no. 417. <<http://www.cawthron.org.nz/Assets/ballas.PDF>>
23. Wonham, M. J., Carlton, J. T., Ruiz, G. M. & Smith, L. D. (2000). Fish and ships: relating dispersal frequency to success in biological invasions. *Marine Biology* 136, 1111–1121.
24. The problem. *Ballast Water News* 1. <<http://globallast.imo.org/BallastWaterNews1.pdf>>
25. Kideys, A. E. (2002). Fall and rise of the Black Sea ecosystem. *Science* 297, 1482–1484.
26. Kideys, A. E. & Moghim, M. (2003). Distribution of the alien ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Caspian Sea in August 2001. *Marine Biology* 142, 163–171.

27. Caspian countries move on marine invader. *Ballast Water News* 5. <<http://globallast.imo.org/BallastWaterNews5.pdf>>
28. Stone, R. (2002). Caspian ecology teeters on the brink. *Science* 295, 430–433.
29. Gulf States Marine Fisheries Commission. Non-native aquatic species in the Gulf of Mexico region. *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771). <http://nis.gsmfc.org/nis_factsheet.php?toc_id=131>
30. Ricciardi, A., Whoriskey, F. G. & Rasmussen, J. B. (1996). Impact of the *Dreissena* invasion on native unionid bivalves in the upper St. Lawrence River. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53, 1434–1444. <<http://www.redpath-staff.mcgill.ca/ricciardi/publications.html>>
31. Orlova, M. I. & Nalepa, T. F. *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771). Regional Biological Invasions Centre. <<http://www.zin.ru/projects/invasions/gaas/drepol.htm>>
32. Ricciardi, A. *Limnoperna fortunei*. Redpath Museum, McGill University, Montreal, Quebec, Canada. <<http://www.redpath-staff.mcgill.ca/ricciardi/limnoperna.html>>
33. Invading mussels threaten Amazon: GloBallast – Brazil take action (2003). *Ballast Water News* 12. <<http://globallast.imo.org/BallastWaterNews12.pdf>>
34. One hundred of the world's worst invasive alien species. *Limnoperna fortunei* (mollusc). *La Fondation TOTAL/ Global Invasive Species Database*. <<http://issg.appfa.auckland.ac.nz/database/species/ecology.asp?si=416&fr=1&sts=sss>>
35. Magara, Y., Matsui, Y., Goto, Y. & Yuasa, A. (2001). Invasion of the non-indigenous nuisance mussel, *Limnoperna fortunei*, into water supply facilities in Japan. *Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA*, 50.3. <<http://www.iwaponline.com/jws/050/jws0500113.htm>>
36. Invading Mollusks Research Group at Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP. Control and prevention of invasive bivalves. *Limnoperna fortunei*, the "golden mussel". <<http://www.way.com.ar/~invasion/English/index.htm>>
37. Gulf States Marine Fisheries Commission. Non-native aquatic species in the Gulf of Mexico region. *Perna viridis* (Linnaeus, 1758). <http://nis.gsmfc.org/nis_factsheet.php?toc_id=150>
38. U.S. Geological Survey. Nonindigenous aquatic species database. *Perna viridis*. <<http://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.asp?speciesID=110>>
39. Baker, P., Fajans, J. & Bergquist, D. Invasive green mussels, *Perna viridis*, on mangroves and oyster reefs in Florida. *Proceedings of the Third International Conference on Marine Bioinvasions*, La Jolla, California, March 16-19, 2003. <<http://sgnis.org/publicat/bakfaja.htm>>
40. Regional Biological Invasions Centre. *Cercopagis pengoi* (Ostroumov, 1891). <<http://www.zin.ru/projects/invasions/gaas/cerpen.htm>>
41. Ojaveer, H. (1997). *Cercopagis pengoi*. In: Baltic Research Network on Ecology of Marine Invasions and Introductions. S. Olenin and D. Daunys (eds.). <<http://www.ku.lt/nemo/mainnemo.htm>>
42. Sikes, B. A. (2002). Spiny water flea (*Bythotrephes longimanus* Leydig 1860). Institute for Biological Invasions, University of Tennessee. <<http://invasions.bio.utk.edu/invaders/flea.html>>
43. Panov, V., Leppakoski, E. & Ojaveer, H. (1999). Introduction of alien species into the Gulf of Finland - an increasing environmental problem. In: Regional Biological Invasions Center. V. Panov, M. Dianov and A. Lobanov (eds.). <<http://www.zin.ru/projects/invasions/gaas/aliens3r.htm>>
44. Gollasch, S. (1997). *Eriocheir sinensis*. In: Baltic Research Network on Ecology of Marine Invasions and Introductions. S. Olenin and D. Daunys (eds.). <<http://www.ku.lt/nemo/mainnemo.htm>>
45. Washington Sea Grant Program. Non-indigenous species facts: chinese mitten crab. <<http://www.wsg.washington.edu/outreach/mas/nis/mittencrab.html>>
46. Oversikt over introduserte marine arter, 24.06.03. Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim. <<http://www.naturforvaltning.no/archive/attachments/01/45/intro053.doc>>
47. Stöhr, S. Ullhandskrabban - invandrare med spännande biologi. Naturhistoriska riksmuseet, Stockholm. <<http://www.nrm.se/ev/dok/ullhand.html.se>>
48. Sundet, J. H. (2003). Snøkrabbe (*Chionoecetes opilio*) – en ny introdusert art i vår fauna. Havforskningsinstituttet, Tromsø. <<http://www.havforsk.no/dokumenter/arsmoteprogram2003.doc>>
49. Johnny Jensen's photographic library. *Chionoecetes opilio*. <http://www.jphoto.dk/animal_archive/chionoecetes_opilio.htm>
50. Marine pest information sheet: Northern Pacific seastar - *Asterias amurensis*. CSIRO Research. <http://crimp.marine.csiro.au/Reports/Infosht4_Ast0700S3.pdf>
51. Galil, B. S. (2002). Between serendipity and futility: control and eradication of aquatic invaders. *Ballast Water News* 11. <<http://globallast.imo.org/BallastWaterNews11.pdf>>
52. Derwent River seastar collection. CSIRO Research. <<http://crimp.marine.csiro.au/cleanup/cleanup.htm>>
53. Kottelat, M. (1997). European freshwater fishes. *Biologia* 52, Suppl. 5:1–271. <<http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.cfm?genusname=Gymnocephalus&speciesname=cernuus>>
54. Newman, R. M. (1999). Ruffe - A problem or just a pest? *Aquatic Nuisance Species Digest* 3(4): 37, 44–46. <<http://sgnis.org/publicat/ansd44.htm>>

55. U.S. Geological Survey. Upper Midwest Environmental Sciences Center. Invasive species: Eurasian ruffe. <http://www.umesc.usgs.gov/invasive_species/eurasian_ruffe.html>
56. Minnesota Sea Grant. Exotic species. Ruffe: a new threat to our fisheries. <<http://www.seagrant.umn.edu/exotics/ruffe.html>>
57. Fullerton, A. H, Lamberti, G. A, Lodge, D. M & Goetz, F. W. (2000). Potential for resource competition between Eurasian ruffe and yellow perch: Growth and RNA responses in laboratory experiments. *Transactions of the American Fisheries Society* 129 (6), 1331–1339.
58. Henson, F. G & Newman, R. M. (2000). Effect of temperature on growth at ration and gastric evacuation rate of ruffe. *Transactions of the American Fisheries Society* 129 (2), 552–560.
59. Bronte, C. R., Evrard, L. M., Brown, W. P., Mayo, K. R. & Edwards, A. J. (1998). Fish community changes in the St. Louis River estuary, Lake Superior, 1989-1996: Is it ruffe or population dynamics? *Journal of Great Lakes Research* 24 (2), 309–318.
60. Non-native species: Ruffe – *Gymnocephalus cernuus*. University of Wisconsin Sea Grant. <<http://www.seagrant.wisc.edu/greatlakesfish/ruffe.html>>
61. Kottelat, M. (1997). European freshwater fishes. *Biologia* 52, Suppl. 5:1–271. <<http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.cfm?genusname=Neogobius&speciesname=melanostomus>>
62. U.S. Geological Survey. Upper Midwest Environmental Sciences Center. Invasive species: Round Goby. <http://www.umesc.usgs.gov/invasive_species/round_goby.html>
63. Skora, K. E. (1997). *Neogobius melanostomus*. In: Baltic Research Network on Ecology of Marine Invasions and Introductions. S. Olenin & D. Daunys (eds.). <<http://www.ku.lt/nemo/mainnemo.htm>>
64. Charlebois, P. M., Marsden, J. E., Goettel, R. G., Wolfe, R. K., Jude, D. J. & Rudnika, S. (1997). The round goby, *Neogobius melanostomus* (Pallas), a review of European and North American literature. Illinois-Indiana Sea Grant Program and Illinois Natural History Survey. INHS Special Publication No. 20. 76 pp. <<http://sgnis.org/publicat/papers/goby.pdf>>
65. Janssen, J. Round goby invasion. Great Lakes Water Institute. <<http://www.uwm.edu/Dept/GLWI/people/jjanssen/goby/>>
66. Lauer, T. E., Allen, P. J. & McComish, T. S. (2004). Changes in mottled sculpin and johnny darter trawl catches after the appearance of round gobies in the Indiana waters of Lake Michigan. *Transactions of the American Fisheries Society* 133, 185–189.
67. Ricciardi, A. Round Goby. Redpath Museum, McGill University, Montreal, Quebec, Canada. <<http://www.redpath-staff.mcgill.ca/ricciardi/goby.html>>
68. U.S. Geological Survey. Great Lakes Science Center. Round goby: An exotic fish in the Great Lakes. <http://www.glsc.usgs.gov/files/factsheets/2000-1_Round_Goby.pdf>
69. Leppäkoski, E., Gollasch, S., Gruszka, P., Ojaveer, H., Olenin, S. & Panov, V. (2002). The Baltic—a sea of invaders. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59, 1175–1188.
70. Cederwall, H., Jermakovs, V. & Lagzdins, G. (1999). Long-term changes in the soft-bottom macrofauna of the Gulf of Riga. *ICES Journal of Marine Science*, 56 Supplement, 41–48.
71. Leonardsson, K. (2001). Mjukbottenfauna. Umeå Marina Forskningscentrum, Umeå universitet. <http://www.umf.umu.se/miljoovervakning/bv_2001/bottenfauna_01.pdf>
72. Helsingborgs kustkontrollprogram, årsrapport 2002, sammanfattning. <http://www.oresundsvand.dk/body_index.html>
73. Tobiasson, S., Nilsson, J., Engkvist, R., Juhlin, B., Wickström, K., Lundgren, F. & Sjölin, A. Hanöbukten Kustvattenmiljö 2002. Med utvärdering av perioden 1990-2002. Blekingekustens Vattenvårdsförbund. <<http://www.hanobukten.org/resultat2002/hanobukten2002.pdf>>
74. Kotta, J., Orav-Kotta, H. & Kotta, I., (2003). Effects of the introduced polychaete (*Marenzelleria viridis*) on the simple ecosystem of the northern Baltic Sea. *Proceedings of the Third International Conference on Marine Bioinvasions*, La Jolla, California. <<http://sgnis.org/publicat/kottkott.htm>>
75. Kotta, J. & Olafsson, E. (2003). Competition for food between the introduced polychaete *Marenzelleria viridis* (Verrill) and the native amphipod *Monoporeia affinis* Lindstrom in the Baltic Sea. *Journal of Sea Research* 50, 27–35.
76. Neideman, R., Wenngren, J. & Olafsson, E. (2003). Competition between the introduced polychaete *Marenzelleria* sp and the native amphipod *Monoporeia affinis* in Baltic soft bottoms. *Marine Ecology Progress Series* 264, 49–55.
77. Sandström, O., Mo, K., Karås, P. & Saulamo, K. Biologiska undersökningar vid Forsmarks kraftverk 1995–2000. Fiskeriverket informerar 2002:3 (1–31). <http://www.fiskeriverket.se/publikationer/finfo/pdf/2002/finfo02_3.pdf>
78. One hundred of the world's worst invasive alien species. *Undaria pinnatifida*. La Fondation TOTAL/ Global Invasive Species Database. <<http://issg.appfa.auckland.ac.nz/database/species/ecology.asp?si=68&fr=1&sts=>>
79. Sinner, J., Forrest, B., Taylor, M., Dodgshun, T., Brown, S. & Gibbs, W. (2000). Options for a national pest management strategy for the asian kelp *Undaria*: technical report. <http://www.cawthron.org.nz/Assets/Undaria_full_report.pdf>

80. Husa, V. Den eksotiske rødalgen *Heterosiphonia japonica* på norskekysten. Havets miljø 2004.
<[http://www.imr.no/_data/page/4637/7.6 Tema_Den_eksotiske_rodalgen_Heterosiphonia_japonica_pa_Norskekysten.pdf](http://www.imr.no/_data/page/4637/7.6_Tema_Den_eksotiske_rodalgen_Heterosiphonia_japonica_pa_Norskekysten.pdf)>
Husa, V, Sjøtun, K, Lein, T. E. (2004). The newly introduced species *Heterosiphonia japonica* Yendo (Dasyaceae, Rhodophyta): geographical distribution and abundance at the Norwegian southwest coast. *Sarsia* 89, 211–217.
<<http://taylorandfrancis.metapress.com/app/home/main.asp?wasp=hpb9jmuvr15vx113xxb0>>
81. Marine mikroalger i farger. Biologisk Institutt, Universitetet i Oslo.
<http://www.uio.no/miljoforum/m_alge/>
82. Marine pest information sheet: Toxic Dinoflagellates. CSIRO Research.
<http://crimp.marine.csiro.au/Reports/Infosht11_Tdfs0201S3.pdf>
83. Hallegraeff, G. M. & Bolch, C. J. (1991). Transport of toxic dinoflagellate cysts via ships ballast water. *Marine Pollution Bulletin* 22, 27–30.
84. Hamer, J. P., Lucas, I. A. N. & McCollin, T. A. (2001). Harmful dinoflagellate resting cysts in ships' ballast tank sediments: potential for introduction into English and Welsh waters. *Phycologia* 40, 246–255.
85. Phytoplankton - All things great and small. Nansen Environmental and Remote Sensing Center.
<http://www.nersc.no/Decide-HAB/Tutorial/sanctuary_4.html>
86. Fiskeridirektoratet. Pressemelding 20.3.2001.
<<http://www.fiskeridir.no/fiskeridir/aktuelt/pressemeldingsarkiv>>
87. Samarbeidsrådet for bevaring av biologisk mangfold (SABIMA): Introduserte arter.
<http://www.sabima.no/BM/introduserte_arter.htm>
88. Ruiz, G. M., Rawlings, T. K., Dobbs, F. C., Drake, L. A., Mullady, T., Huq, A. & Colwell, R. R. (2000). Global spread of microorganisms by ships. *Nature* 408, 49–50.
<http://www.nature.com/cgi-taf/DynaPage.taf?file=/nature/journal/v408/n6808/abs/408049a0_fs.html>
89. Drake, L. A., Choi, K. H., Ruiz, G. M. & Dobbs, F. C. (2001). Global redistribution of bacterioplankton and virioplankton communities. *Biological Invasions* 3, 193–199.
90. The IMO Guidelines, Resolution A.868(20). 1997.
<<http://globallast.imo.org/index.asp?page=resolution.htm&menu=true>>
91. The International Convention for the Control and Management of Ships Ballast Water & Sediments. 2004.
<<http://globallast.imo.org/index.asp?page=mepc.htm&menu=true>>
<http://www.imo.org/Newsroom/mainframe.asp?topic_id=848&doc_id=3475>
92. The International Association of Independent Tanker Owners, INTERTANKO.
<<http://www.intertanko.com/search/artikkel.asp?id=6914>>
93. Ballast water requirements. The International Association of Independent Tanker Owners, INTERTANKO.
<<http://www.intertanko.com/tankerfacts/environmental/ballast/ballastreq.htm>>
94. Australian Government Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, Canberra.
<<http://www.affa.gov.au/index.cfm>>
95. Canadian guidelines implemented. *Ballast Water News* 6.
<<http://globallast.imo.org/BallastWaterNews6.pdf>>
96. Guidelines for the Control of Ballast Water Discharge from Ships in Waters Under Canadian Jurisdiction.
<<http://www.tc.gc.ca/MarineSafety/TP/TP13617/menu.htm#1.0>>
97. The National Aquatic Invasive Species Act 2003.
<<http://www.nemw.org/US%20fact%20sheet.pdf>>
98. US propose mandatory ballast requirements. The International Association of Independent Tanker Owners, INTERTANKO. <<http://www.intertanko.com/search/artikkel.asp?id=6077>>
99. Stortingsmelding nr. 12 (2001-2002). Rent og rikt hav.
<<http://odin.dep.no/md/norsk/publ/stmeld/index-b-n-a.html>>
100. Brende, B. (2003). Fremmede arter - liv på vidvanke. *Aftenposten* 26.6.03.
<<http://odin.dep.no/odinarkiv/norsk/dep/md/2003/taler/022031-210018/dok-bn.html>>
101. Brende, B. (2004). Ny ballastvannavtale for å hindre spredning av fremmede organismer. Pressemelding 12.2.04.
<<http://odin.dep.no/odinarkiv/norsk/dep/md/2004/pressem/022031-070184/dok-bn.html>>
102. IMOs diplomatkonferanse om håndtering av ballastvann fra skip, 9. – 13. februar 2003. Rapport. Sjøfartsdirektoratet.
<http://www.sjofartsdir.no/upload_attachment/Rapport_fra_IMOs_dipl.konf_om_ballastvann.doc>
<http://www.sjofartsdir.no/upload_attachment/36Final_Act_Ballast_Water_Treatment.pdf>
103. International Association for Great Lakes Research (2003). New legislation will help keep invasive species out of Great Lakes. <<http://www.iaglr.org/hot/pr/invasiveleg.php>>
104. Ricciardi, A. *Cercopagis pengoi*. Redpath Museum, McGill University, Montreal, Quebec, Canada.
<<http://www.redpath-staff.mcgill.ca/ricciardi/cercopagis.html>>
105. Galil, B. & Hülsmann, N. (2001). *Ballast Water News* 7.
<<http://globallast.imo.org/BallastWaterNews7.pdf>>

106. Drake, L. A., Ruiz, G. M., Galil, B. S., Mullady, T. L., Friedmann, D. O. & Dobbs, F. C. (2002). Microbial ecology of ballast water during a transoceanic voyage and the effects of open-ocean exchange. *Marine Ecology Progress Series* 23, 13–20.
107. Drake, L. Microbial ecology of ballast water. Old Dominion University. <<http://web.odu.edu/webroot/orgs/sci/colsciences.nsf/pages/ocen-lisa>>
108. Drake, L. A., Baier, R. E., Dobbs, F. C., Doblin, M. A., Forsberg, R. L., Heinemann, s., Johnson, W. J., Koch, M., Meyer, A. E., Rublee, P. A. & Scott, L. K. (2003). Potential Invasion of Microorganisms and Pathogens Via ‘Interior Hull Fouling’: Biofilms Inside Ballast-Water Tanks. *Proceedings of the Third International Conference on Marine Bioinvasions*, La Jolla, California. <<http://sgnis.org/publicat/drakbaie.htm>>
109. Symposium on ballast treatment technology. The International Association of Independent Tanker Owners, INTERTANKO. <<http://www.intertanko.com/search/artikkel.asp?id=6045>>
110. Marine bioinvasions fact sheet: ballast water treatment options. MIT Sea Grant Center for Coastal Resources. <<http://massbay.mit.edu/resources/pdf/ballast-treat.pdf>>
111. EMBLA. Det Norske Veritas, Oslo. <<http://projects.dnv.com/embla/default.htm>>
112. Teknisk Ukeblad (2002). <<http://www.tu.no/nyheter/energi/article11721.ece>>
113. Tjallingii, F. (2001). Global market analysis released. *Ballast Water News* 6. <<http://globallast.imo.org/BallastWaterNews6.pdf>>
<http://www.cqjournal.com/World_Wire_Events/Int_1_Bal_Tech_Fair/int_1_bal_tech_fair.htm>
<<http://www.nemw.org/Haskoningreport.pdf>>
114. Walker, E. T. (2001). World of the entrepreneur v. world of the gov't (federal policy/ ballast water technology). <<http://www.nemw.org/fairwalker.pdf>>
115. OptiMar Ballast Systems. OptiMarin AS. <<http://www.microkill.com>>
<http://www.microkill.com/PR_Princess-1.htm>