

Painolastivesien käsittelytekniikat puntarissa - IMO päättää asiasta helmikuussa 2004

*Jorma Rytönen VTT Tuotteet ja tuotanto
P.O.Box 1705, FIN-02044VTT, Espoo, Finland
e-mail: jorma.rytkonen@vtt.fi*

Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO (International Maritime Organisation) päättää helmikuun diplomaattikonferenssissaan uusista painolastivesien vaihtoa ja laivalla tapahtuvaa puhdistusta koskevista määräyksistä. Painolastivesien mukana kulkevien uusien tulokaslajien aiheuttamat ekologiset haitat ja uhat ovat olleet pääasiallisin syy uusiin määräyksiin. Useiden vuosien aikana on myös kehitetty ja testattu erilaisia järjestelmiä ja menetelmiä laivoilla tapahtuvan käsittelyn mahdollistamiseksi. Tässä esitelmässä kerrotaan lyhyesti viimeaikaisesta kehityksestä ja testauksesta erityisesti EU:n rahoittaman "MARTOB" tutkimusprojektin näkökulmasta.

Meriliikenteen vilkastuminen on voimakas tulokaslajien leviämisen lisääjä

Meriliikenteen voimakasta kehitystä pidetään yleisesti tärkeimpänä uusien tulokaslajien leviämisen lisääjänä. Tutkittuna ilmiönä tulokaslajien leviäminen on kuitenkin verrattain uusi, sillä toistakymmentä vuotta sitten ei juurikaan tiedetty kuinka monta lajia oli esimerkiksi kulkeutunut Eurooppaan laivojen mukana. Viime vuosikymmenen aikana on useiden tutkimusten ja selvitysten avulla kyetty hahmottamaan uusien lajien kiihtyvän leviämisen uhka, ja todettu leviämisen lisääntyneen merkittävästi viimeisten viidenkymmenen vuoden aikana (Gollasch & Leppäkoski, 1999). Euroopan mittakaavassa uusia tulokaslajeja on tullut kaikille merkittävälle merialueille, lisääntyneet sekä lajien että lukumäärien puolesta aiheuttaen samalla muutoksia merien alkuperäisiin ekosysteemeihin.

Tällä hetkellä maailman meriä kyntävät alukset kuljettavat mukanaan yli 10 miljardia tonnia painolastivettä vuodessa. Tästä suuri osa pumpataan eri satamissa mereen ja mahdollisuus painolastivesien mukana leviävien organismien, levien, bakteerien ja eläinplanktonin levittämiseen on suuri. Pelkästään Itämeren altaassa arvioidaan tulokaslajeja kulkeutuneen 1900-luvulla yli sata lajia ! Englannin vesialueella arvioidaan, että noin 55 % kaikista uusista lajeista ovat tulleet alueelle laivojen mukana. Mustan Meren ja Azovin-meren alueella on raportoitu jo puolisen sataa uutta tulokaslajia (Leppäkoski, 2004). Tunnetuin tulokaslaji maailman mitassa lienee kuitenkin Vaeltajasimpukan kotiutuminen Yhdysvaltain Suurille Järville, ja sen aiheuttamat muutokset ja hankaluudet uudessa ekosysteemissä: Simpukka on levittäytynyt räjähdysmäisesti ja nopeasti järviolueella, ja köyhdyttänyt laajojakin vesialtaita syödessään ravinnon vedestä muiden eliöiden ja kalojen "nenän edestä". Monin paikoin on simpukoiden vedensuodatuskyvystä johtuen veden sameus kyllä kadonnut, mutta ravinteita muille eliöille ei juuri ole jäänyt. Simpukat myös tarttuvat ja kerrostuvat rantakiviin ja rakenteisiin

tukkien voimalaitosten ja vedenottamoiden välppärakenteita. Yksistään Vaeltajasimpukan aiheuttamien haittojen korjaamiseen on Suurten Järvien alueella käytetty jo miljardeja dollareita, eikä lisälaskujen maksamisessaloppua näy.

Tulokaslajien voimakas leviäminen ei ole ainoastaan syytä meriliikenteen vilkastumisesta. Leviämistä on lisäksi edesauttanut kuljetusten siirtyminen aikataululiikenteeseen, laivoja käy satamissa useimmin, on perustettu uusia linjoja ja reittejä eri satamiin, uusia terminaaleja on rakennettu (vrt. Suomenlahden tilanne). Lisäksi useissa satamissa on vedenlaatu parantunut keskitetyn vesihuoltojärjestelmän ansiosta, joka osaltaan on mahdollistanut tulokkaiden selviytymisen - aikaisemmin huonolaatuinen vesi on pitänyt huolen, ettei uutta elämää ole alueelle levinnyt. Kalankasvatuksen ja meressä tapahtuvan viljelyn laajentuminen on myös merkinnyt uusien tulokaslajien levittäymistä. Ilmastonmuutos, veden lämpeneminen ja meillä pohjoisessa jääpeitteisen ajan lyhentyminen mahdollistavat uusien herkempien lajien levittäytymisen uusille alueille. Lisäksi merenkulun uudet säännökset esimerkiksi tehokkaiden antifouling-maalien suhteen ovat merkinneet uusia mahdollisuuksia tulokaslajeille.

MARTOB tutkimushanke

Laivalla tapahtuvien painolastivesien puhdistustekniikoiden kehittämiseksi käynnistettiin vuoden 2001 toukokuussa EU:n rahoittama tutkimusprojekti "MARTOB" ,Onboard Treatment of Ballast Water (Technologies Development and Applications) and Application of Low-Sulphur Marine Fuel. Hankkeeseen yhdistettiin heti alusta pitäen myös matalarikkisiä polttoaineita koskeva tutkimusosio, jossa selvitettiin alusten polttoainetta koskevien rikkipitoisuusrajoitusten vaikutuksia merenkulun kentässä. Pääosin tämä kolmivuotinen hanke kuitenkin kohdistui laivalla tapahtuvan painolastiveden puhdistustekniikoiden testaamiseen. Testauksessa päähuomio kohdistettiin varsinaisten eri tekniikoiden tehokkuuden parantamisen lisäksi käsittelytapojen turvallisuuteen, ympäristönäkökohtiin, taloudellisuuteen sekä hyöty-kustannusseikkoihin. Hankkeen käynnistyessä selvitettiin myös eri teknologioiden sen hetkistä tilaa ja etsittiin maailmalla suoritetuista kokeiluista ja kehityshankkeista tietoja puhdistusmenetelmien soveltavuudesta täyden mittakaavan operatiivisiksi laitteiksi. Laitteiden testauksen ohella selvitettiin myös vaatimuksia laitteistojen käytön koulutukseen, huoltotarpeisiin ja etsittiin menetelmiä todentaa eri laitteiden tehokkuutta.

Hanke koostuu useista eri työpaketeista, joista tärkeimpiä ovat edellä selvitetun kirjallisuus-työpakettin lisäksi laboratoriokokeita ja täydenmittakaavan kokeita koskevat työpaketit. VTT:n vastuualueena oli viime vuonna päättynyt laboratoriokoeohjelman koordinointi ja kolmen eri menetelmän kehitystyö. Täydenmittakaavan kokeet suoritettiin vuoden 2003 avovesikauden aikana, ja tutkimushankkeessa on parhaillaan menossa viimeinen työvaihe, jossa koetulosten avulla yritetään arvioida laivasovellusten mitoitusarvoja ja mahdollisuuksia laivamittakaavan laiteasennuksiin. EU:n rahoituksen lisäksi kukin konsortion jäsen hankki rahoitusta kansallisista lähteistä. Suomalaisessa hankkeessa ovat mukana teollisuusjäseninä Fortum Oy, Acomarin Oy, Prominent Oy, sekä Liikenne- ja viestintäministeriö, Merenkululaitos ja Ympäristöministeriö. Åbo Akademi on hankkeessa vastannut testi-indikaattoreina käytettyjen organismien valinnasta, analysoinnista ja kehittänyt näytteenottomenetelmiä.

Tutkimushankkeen käynnistymisen ja laajan kirjallisuusselvityksen suorittamisen jälkeen valittiin joukko erilaisia tekniikoita laboratoriossa suoritettaviin testauksiin. VTT:n osalle tuli rakentaa koelaitteistot yhdessä teollisuuspartnereiden kanssa ultraviolettivaloon (UV) , otsonointiin (O3) ja ultraääneen (UÄ) perustuvien menetelmien tutkimiseksi. Muita laboratoriokoeohjelmaan valittuja laitteita olivat lämpökäsittely (University of Newcastle as the task leader), hapenpoisto painolastivesitankeista aluksen matkan aikana (Sintef Norjasta), kemiallinen hapettaminen (TNO Hollanista sekä eri menetelmien yhdistelmien kokeilut (Benrad Ruotsista ja Berson Hollannista)

Seuraavassa on lyhyesti kuvattu Newcastle'n Yliopistossa kesällä 2002 suoritettut kokeet. Koetuloksista ja koejärjestelyistä löytää lisätietoja projektin kotisivuilta:

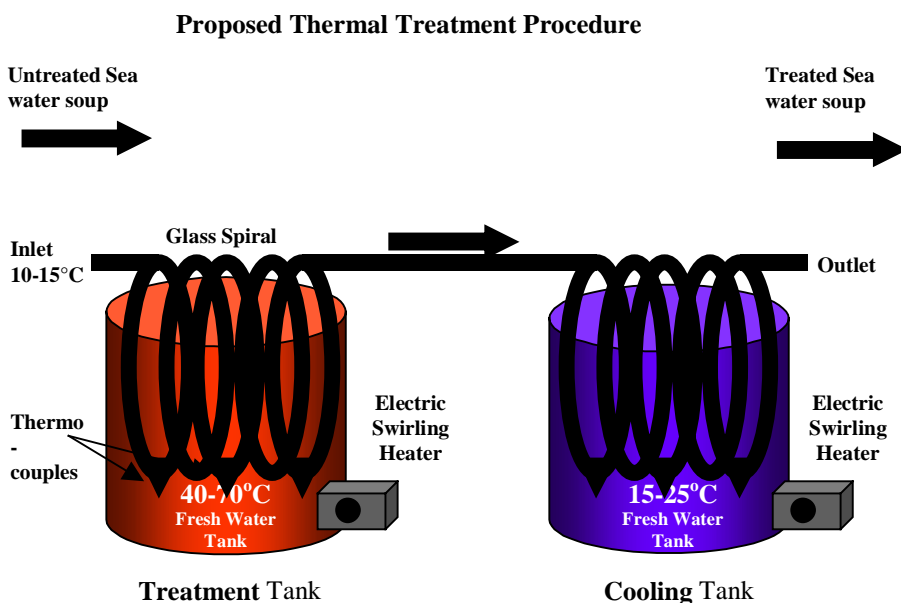
<http://www.marinetech.ncl.ac.uk/research/martob/> .

Laboratoriokokeet Newcastle'ssa kesällä 2002

Laboratoriomittakaavan kokeet suoritettiin kesäkuun 6-14 päivinä Newcastle'n yliopiston laboratoriossa Englannissa. Koevaiheen tavoitteena oli selvittää eri käsittelytekniikoiden tehokkuutta valvotuissa olosuhteissa ja siten, että koetuloksia voitaisiin verrata keskenään. Laboratoriossa haluttiin myös selvittää soveltuvatko tietyt mikro-organismit laitteiden tehokkuuden vertailun perusteiksi ja etsiä näkökulmia laitteiden soveltamiseen ja kehittämiseen myöhemmää täysimittakaavan koevaihetta varten. Koejärjestelyille oli ominaista, että kaikki laitteet testattiin saman proceduurin mukaan. Kokeissa jokaisen laitteen läpi johdettiin varsin pieni määrä de-ionisoitua keinotekoisista merivettä, jossa oli jokaista testiajoa varten tietty määrä terstiorganismeja. Testiorganismeja oli viisi erilaista koostuen sekä eläinplantonista, että kasviplantonista. Kokeissa ei käytetty testiorganismeina bakteereja ja/tai viruksia. Kaikki organismit olivat valtamerten olosuhteiden tyypillisiä edustajia, joista eräiden ominaisuuksia voidaan rinnastaa myös Itämerestä löytyviin vastaaviin lajeihin. Koska Itämeren lajeja ei Englannin kokeissa käytetty suoritettiin VTT esitestaukset laitteille Suomessa käyttäen *Artemia Salina*-vesikirppua ja leviä. Koejärjestelyt ja eri eliöryhmät on esitetty varsin kattavasti mm. lähteessä (Quilez-Badia et al, 2002).

Lämpökäsittely

Lämpökäsittelylaitteiston kokeilusta vastasi Newcastle'n yliopisto. Menetelmän perusideana on käyttää esimerkiksi pakokaasukattilan hukkalämpöä vedessä olevien eliöstöjen eliminoimiseen, sekä lämmönvaihtimen avulla tehdä menetelmästä taloudellinen. Käsittelyn perusajatus on nostaa painolastiveden lämpö hetkellisesti alueelle 40 - 70 °C. Newcastle'n kokeissa pyrittiin löytämään optimaalisin käsittelylämpötila ja käsittelyn kesto. Kokeissa laitteisto toimi varsin hyvin, ja käsittelyssä saavutettiin hyviä tuloksia (Vourdachas & Meshabi, 2002). Kuvassa 1 on esitetty käsittelyjärjestelmän kaaviokuva.



Kuva 1. Lämpökäsittelyn periaatekuva.

Biologinen hapenpoisto

Biologinen hapenpoisto perustuu ideaan, jossa painolastivesitankkiin lisätään ravinteita. Ravinnelisäys taas aiheuttaa nopean ja voimakkaan pienorganismien kasvun, joka nopeasti kuluttaa vedessä olevan hapen. Lopputuloksena on anaerobiset olosuhteet, joissa suurin osa organismeista kuolee.

Laboratoriossa muutaman kymmenen litran vetoisiin merivedellä ja testiorganismeilla täytettyihin suljettuihin pulloihin lisättiin norjalaisen Sintef-tutkimuslaitoksen valmistamaa ravinnepreparaattia. Kokeiden aikana seurattiin prosessin etenemistä ja mitattiin liuennun hapen pitoisuutta, pH:ta sekä bakteerimassan määrää ja laatua (aerobiset ja anaerobiset sekä sulfaattipitoisuutta pienentävät bakteerit). Myös lämpötilan muutoksia prosessin aikana seurattiin. Testisäiliöitä täytettiin ja tyhjenneltiin koejakson aikana useasti, ja optimoitiin ravinnelisäyksen määrää ja laatua. Referenssiastioina pidettiin säiliöitä, joihin ei lisätty lisäravinteita.

Biologinen hapenpoisto osoittautui laboratoriokokeissa tehokkaaksi menetelmäksi, jos käsittelyyn varataan muutaman päivän jakso. Menetelmää ei voida soveltaa suoraan esimerkiksi painolastiveden sisään- tai ulospumppauksen aikana, vaan sen sovellus voisi tulla kysymykseen pitemmän matkan käsittelymenetelmänä. Tässä vaiheessa ei kantaa ole otettu ravinnerikkaan painolastiveden vaikutuksiin satama-altaassa. Tämän mahdollisen haittatekijän lisäksi arvioitiin myös hapenpoiston vaikutuksia esimerkiksi korroosiota lisäävänä tekijänä. Lisätietoja kokeesta on esitetty mm. lähteessä (Josefsen & Marjussen, 2002).

UV- ja UÄ- käsittely

UV-valoa on jo vuosikymmenten ajan käytetty elintarvike- ja lääketeollisuudessa raakaveden desinfiointiin. Sillä on myös sovelluksia jätevesien (Vesi- ja viemärlaitosyhdistys, 2003) ja teollisuuden prosessivesien puhdistuksessa. UV-tekniikkaa on myös jo käytössä painolastiveden puhdistuksessa sellaisissa alustyypeissä, joissa painolastiveden vaihtomäärät ovat pieniä (Mackey & Wright, 2003). UV-valo aiheuttaa organismeissa valokemiallisia muutoksia, ja se pilkkoo niiden DNA ketjun sidoksia. UV vaatii yleensä vaatii tuekseen sisään otettavan painolastiveden osalta esipuhdistuksen, jolla poistetaan suuremmat organismit ja kiintoaines vedestä. Usein esisuodatus tapahtuu erilaisilla centrifugeilla so. lingoilla.

Myös UÄ- tekniikkaa on käytetty puhdistukseen ja eri aineiden erotukseen prosessiteollisuudessa jo vuosia. Painolastivesien puhdistuksessa kokeiluja ei juurikaan ole. UÄ-tekniikassa mekaaninen tai sähköinen energia muunnetaan lähettimessä korkeataajuukseksi värähtelyksi. Tämä puolestaan aiheuttaa nesteessä kavitaatiota, joka aiheuttaa organismien solujen äkillisen hajoamisen. Se on erittäin tehokas (kuin myös UV) bakteereiden, planktonin ja erilaisten suurempien organismien eliminoimisessa.

Laboratoriokokeita varten Acomarin Oy valmisti kuvassa 2 esitetyn koelaitteen, jossa oli mahdollista yhdistää sekä UÄ-tekniikka ja UV-tekniikka. UÄ-lähteen ja painekellon laitteeseen valmisti Acomarin Oy. UV-lampun toimitti hollantilainen Berson. Koelaitte oli valmistettu suoraan asennettavaksi esimerkiksi laivaan, jolloin painolastiveden sisäänotto kyettäisiin suoraan johtamaan laitteeseen jatkuvatoimisesti. Newcastlesta koejärjestelyjen rajoituksista johtuen ei kummallakaan laitekongfiguraatiolla tai ajamalla niitä yhdessä saavutettu tyydyttäviä tuloksia: pienet organismit kykenivät pienistä testivirtaamista johtuen jopa uimaan ja piiloutumaan venttiileiden ja putken mutkien tarjoamiin virtauksellisesti kuolleisiin kohtiin, eikä tuloksia pidetty kovinkaan edustavina. VTT:n suorittamat esikokeet ennen yhteiskokeita antoivat erittäin hyvät tehokkuussarvot laitteiden

toiminnasta, jonka vuoksi molempien menetelmien jatkokehittelyä päätettiin suorittaa täysimittakaavatestauksina.



Kuva 2. UÄ-/ UV- koelaitte testauksessa VTT:ssa. Keskellä oleva pystysylinteri on UÄ-lähetin, UV-lamppu on piilossa keskellä sijaitsevan "laatikon takana".

Otsonointi käsittelymenetelmänä

Otsonointi on veden puhdistuksessa on myös varsin tunnettu menetelmä raakaveden puhdistuksessa, jätevesitekniikassa ja elintarviketeollisuudessa. Laboratoriossa käytetyn koelaitteen toimitti Prominent Finland Oy, ja se koostui kuvassa 3 esitetystä laitteesta. Laitteessa sijaitsi sekä otsonaattori, eli otsonia tuottava yksikkö, sekoitusilman kehitin erilliseen vedellä täytettyyn kontaktikammioon ja säätöjärjestelmät näihin sekä virtalähteeseen. Oleellinen osa VTT:n suorittamissa testauksissa oli määrittää eri käsittelymenetelmien tehokkuutta suhteessa tarvittavaan energiaan.

Koska otsoni on varsin epästabiili ja lyhytaikainen kaasu (hajoaa hajoamistuotteiksi muutamassa sekunnissa) tulee otsonointikäsittelyn perustua riittävään kontaktiin sekoituskammioissa otsonin kanssa. Mitoitusarvot ovat tällöin riittävä otsonin määrä / käsiteltävä vesimäärä ja käsittelyaika. Koelaitteessa mahdollinen maksimituotto oli 5g/h otsonia ja maksimi virtaama noin 5 m³/h. Otsonointilaitteisto käsitti myös suodattimet otsonijäämien poistamiseksi mittaustilasta turvallisuussyistä.



Kuva 3. Otsonointilaitteisto.

Kokeissa testattiin koelaitteiston säätöjä. Koetulokset olivat rohkaisevia, joskin Newcastle'n koejärjestelyt pienuudessaan haittasivat tuloksen luotettavuutta. Kokeita ei myöskään kyetty toistamaan riittävässä määrin koetulosten hajonnan määrittämiseksi. Otsonointimenetelmän kokeilua päätettiin jatkua täysimittakaavan kokeissa.

Sähkökemiallinen käsittely

Hollantilainen TNO rakensi laboratorioskokeisiin pienen sähkökemiallisen reaktorin, joka on esitetty kuvassa 4. Kokeissa selvitettiin reaktorin säätöarvoja ja toimintaa eri olosuhteissa. Erityisesti säädettiin laitteiston happitasoa, elektrodeja, sähkövirran voimakkuutta, energian käyttöä jne. Oksidanteina käsittelyssä käytettiin hypokloriittia ja klooria. Näiden kemiallisten aineiden käyttö saattaa aiheuttaa ei-toivottujen kloori-yhdisteiden syntymisen prosessissa (esim. trihalometaanit) jolloin turvallisuussyyt ja ympäristötekijät voivat estää menetelmän laajemman soveltamisen.



Kuva 4. Sähkökemiallinen käsittelylaitteisto.

Tekniikoiden yhdistelyt

Laboratorio-olosuhteissa tutkittiin myös eri käsittelymenetelmien yhdistelmiä (hurdle technologies). Jo UÄ- ja UV-laitteiden sijaitseminen samassa koelaitteessa mahdollisti ko. testaamisen yhdessä: joissakin kokeissa käsiteltiin vesi ensin UÄ-tekniikalla ja heti perään UV-valolla. Joitakin kokeita ajettiin päinvastaisessa järjestyksessä. UV-käsittelyssä suoritettiin myös menetelmän kombinointi peroksidikäsittelyn kanssa. Lisäksi joissakin kokeissa koevesi ajettiin ensin lämpökäsittelyn läpi ja johdettiin sitten biologiseen hapenpoistoon. Koemenetelmien yhdistelyillä todettiin olevan jonkin verran tehokkutta parantava vaikutus, mutta kovin merkittäviä tehokkuuden lisäyksiä ei järjestelyillä kyetty saavuttamaan (<http://www.marinetech.ncl.ac.uk/research/martob/>).

Oksidointi

Yksi laboratoriossa testatuista menetelmistä oli nk. "edistynyt oksidointimenetelmä", Advanced Oxidation Technology (AOT). Itseasiassa kuvassa 5 näkyvä koelaitteisto koostui useasta eri käsittelymenetelmästä: otsonaattorista, kahdesta eri aallonpituusalueen UV -säteilylähteestä ja kahdesta eri katalyytistä. Koelaitteen maksimituotto oli suunniteltu 1, 8 m³/h, joskin tässäkin tapauksessa koejärjestelyt rajoittivat laitteen luotettavaa kokeilua. Laitteen jatkokehittelyä päätettiin jatkaa ja rakentaa suurempi laivamittakaavainen laitteisto.



Kuva 5. Ruotsalainen Benradin koelaitteisto.

Täysimittakaavakokeet kesällä 2003

Vuonna 2002 suoritettujen laboratoriokokeiden jälkeen testattiin joitakin koelaitteita luonnonolosuhteissa. Lämpökäsittelylaitteesta rakennettiin suurempi koelaitteisto, joka asennettiin autonkuljetusalukselle "Don Quijote". Rinnan lämpökäsittelyn kanssa testattiin biologista hapenpoistoa alukselle sijoitetuissa testisammioissa.

VTT suoritti mittavan testausjakson UV-, UÄ- ja otsonointilaitteilla jo loppusyksyllä 2002 Tvärminnen tutkimusasemalla. Tällöin koelaitteet sijoitettiin rantalaiturilla sijaitsevaan varastohalliin, ja kokeet ajettiin ottamalla merivesi suoraan pumpuilla laiturialuetta ympäröivästä lahdesta. Kesällä 2003 näitä testejä jatkettiin, ja kokeissa saatettiin ajaa useita toistoja samoin asetusparametrein koetulosten luottavuuden parantamiseksi.

Luonnon olosuhteissa suoritettavat kokeet onnistuivat varsin hyvin. Lähes kaikki tutkitut käsittelymenetelmät kykenivät eliminoimaan 90 - 95 % kaikista tutkituista eliöryhmistä. Joidenkin eliöryhmien todettiin kuitenkin olevan kestävämpiä, jolloin ko. organismien eliminoimiseen joudutaan alustavasti löydettyjä optimaalisia asetusrakenteita muuttamaan. Koetuloksia luonnonolosuhteissa suoritetuista kokeista on kuvattu laajasti tämän esitelmän kalvoissa. Viralliset koetulokset tullaan piakkoin laittamaan MARTOB projektin kotisivuille.

IMO:n diplomaattikonferenssista

Kansainvälisen merenkulkujärjestön, IMO:n tasolla painolastivesien mukana leviävien organismien eliminointitarpeesta aloitettiin keskustelu jo vuonna 1988. Vuosien mittaan on IMO:ssa perustettu useita työryhmiä pohtimaan painolastiveden vaihtoa ja säännöksiä kehittämistä. Viime vuosien aikana on IMO:n merisuojauskomiteassa (MEPC) suunniteltu uuden säännösten käyttöönottoa. Päätös asiasta on määrä tehdä helmikuun diplomaattikonferenssissa 2004.

Painolastiveden mukana leviävien eliöiden rajoittamiseksi IMO tulee todennäköisesti tarjoamaan kaksitasoista sopimusta: Ensimmäinen taso (Tier 1) sisältää määräyksiä, jotka koskevat kaikkia aluksia. Näitä ovat pakolliset painolastiveden vaihtoa ja painolastivesisäiliöiden sedimenttiä koskevat asiakirjat, vaihtoa koskevan kirjanpidon pito ja vaatimukset, että uusien laivojen tulee olla suunniteltu painolastivesien vaihdon tai niiden laivalla tapahtuvan puhdistamisen kannalta uusien määräysten ja tehokkuusstandardien mukaisesti. Vanhoille laivoille tulee laatia erityiset painolastiveden käsittelysuunnitelmat tietyn siirtymäajan puitteissa. Toinen taso antaa määräyksiä painolastiveden vaihdon suhteen ja mahdollistavat erityisvaatimusten asettamisen tietyille alueille. Viimeksi mainittu mahdollisuus voi olla käyttökelpoinen klausuuli pohdittaessa erityisrajoitusten voimaansaattamista esimerkiksi Itämerelle. Luonnosteksti, johon vielä tulee muutoksia löytyy osoitteesta:

<http://globallast.imo.org/index.asp?page=mepc.htm> . Luonnossopimuksessa toistaiseksi vielä ratkaisemattomia yksityiskohtia ovat mm:

- sellaisen näytteenotto- ja analyysimenetelmän adaptointi aluksille, että luotettava määritys käsittelyn tehokkuudesta saadaan nopeasti, halvalla ja kuormittamatta alusten henkilöstöä,
- tehokkuusstandardien raja-arvot. Pitoisuus-raja-arvot ovat vielä sopimatta, mielipiteitä on useita,
- bakteriologiset määrittelyt ja niiden soveltaminen käytännössä,
- taloudellisten menetysten korvaamiseen liittyvät tekijät,
- säännösten voimaantulo ja soveltaminen uusiin ja vanhoihin aluksiin.

Lopuksi

Martob projekti päättyy tänä vuonna. Parhaillaan konsortiossa tehdään työtä eri koevaiheiden tulosten siirtämiseksi täyteen mittakaavaan. Menetelmien käyttökelpoisuutta analysoidaan suhteessa eri tyyppisten alusten painolastivesijärjestelmiin, merimatkojen kestoihin ja asennusmahdollisuuksiin uusissa ja/tai vanhoissa aluksissa.

Edellä esitetystä ei ole otettu selkeää kantaa siihen tulisiko painolastivesien käsittely aluksella tehdä joko painolastiveden sisäänoton, merimatkan vai veden ulospumppauksen yhteydessä. Monessa tapauksessa painolastivesipumppujen suuri kapasiteetti ei käytännössä tällä hetkellä vielä mahdollista taloudellisia ja järkevän kokoisia laitteita on-line pumppauksen yhteydessä, vaan käsittelyä tulee voida sallia myös aluksen painolastivesitankeissa. Tämä pätee erityisesti säiliöaluksissa, joissa painolastivesipumppujen kapasiteetti on useita tuhansia tonneja tunnissa.

Martob-projektissa tutkitut menetelmät ovat lähes kaikki tietyin reunaehdoin sovellettavissa laivamittakaavan laitteistoiksi. Matka laivoihin asennettaviin jsuuren kapasiteetin järjestelmiin on vielä pitkä ja kivinen. Joillakin alueilla saattaa kysymykseen tulla myös satamakohtaiset painolastiveden vastaanotto- ja käsittelyasemat. Painolastiveden mukana säilöiöihin kertyvä sedimentti ja siinä elävät pieneliöt ja pohjaorganismit saattavat hyvästä veden puhdistustuloksesta huolimatta aiheuttaa päänvaivaa, ja ko. ongelman ratkaisu edellyttää vielä panostusta T&K-puolella. Globaalisti nähtynä käsittelyteknologia todennäköisesti kehittyy koko ajan siten, että IMO:ssa sovittujen siirtymäaikojen puitteissa kyetään käsittelystä muodostamaan turvallinen ja käyttökelpinen vaihtoehto painolastiveden vaihdolle.

Kirjallisuutta

Josefsen, K. & Marjussen, S. 2002. Biological de-oxygenation of ballast water. ENSUS 2002 Conference. 16-18.12.2002. University of Newcastle, UK

Gollasch, S. & Leppäkoski, E. 1999. Initial Risk Assessment of Alien Species in Nordic Coastal Waters. Nordic Council of Ministers. NORD 1999:8. 244 s.

Leppäkoski, E. 2004. Meriliikenne ja Itämeri - uutta tutkimuksesta. Meriliikenne ja ympäristö-seminaari. 26.-27.01.2004. Helsinki.

Mackey, T. & Wright, D. 2003. A filtration and UV based ballast water treatment technology: Including a review of initial testing and lessons learned aboard three cruise ships and two floating test platforms. A Manuscript, 7 s.

Quilez-Badia, G et al. 2002. A standard means of assessing the effectiveness of ballast water treatment regimes: any one for soup ?.ENSUS 2002 Conference. 16-18.12.2002. University of Newcastle, UK.

Rytkönen, J. & Sassi, J. Testing onboard ballst water treatment facilities in the laboratory scale. ENSUS 2002 Conference. 16-18.12.2002. University of Newcastle, UK. 8 s.

Sassi, J. & Rytkönen J. 2002. The development and testing of ultrasonic and ozone devices for ballast water treatment. ENSUS 2002 Conference. 16-18.12.2002. University of Newcastle, UK. 9 s.

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys, 2003. Talousveden desinfiointi ultraviolettivalolla. 35 s + 7 liit.

Vourdachas, A. & Meshabi, E. 2002. Design and effectiveness of a high temperature thermal treatment for ballast water. ENSUS 2002 Conference. 16-18.12.2002. University of Newcastle, UK.

Martob projektin kotisivu: <http://www.marinetech.ncl.ac.uk/research/martob/>

IMO:n globallast-ohjelman kotisivu: <http://globallast.imo.org/>

Luonnosteksti IMO:n "Ballast Water Management" -säännöksi:
<http://globallast.imo.org/index.asp?page=mepec.htm>