

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Merenkulun koulutusohjelma / merenkulkualan insinöörin suuntautumisvaihtoehto

Jouni Pukki

LAIVOJEN VEDENALAISET TARKASTUKSET JA KORJAUKSET

Opinnäytetyö 2013

## TIIVISTELMÄ

### KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Merenkulun koulutusohjelma / merenkulkualan insinöörin suuntautumisvaihtoehto

JOUNI PUKKI	Laivojen vedenalaiset tarkastukset ja korjaukset
Insinööri	50 sivua + 3 liitesivua
Työn ohjaaja	Lehtori Ari Helle
Toimeksiantaja	Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
Maaliskuu 2013	
Avainsanat	laivat, turvallisuus, taloudellisuus, käytettävyys, ympäristöystävällisyys

Opinnäytetyön tarkoituksena on selventää laivojen päälliköille, konepäälliköille ja varustamoiden teknisille tarkastajille sukeltajan näkökannalta töitä, joita tehdään aluksen ollessa laiturissa tai ankkurissa ja joita voidaan suorittaa ilman telakointeja.

Insinöörityön tarkoituksena on edistää laivahenkilöstön valmiuksia ja tietämystä siitä mitä kaikkia töitä voidaan suorittaa turvallisesti ilman, että alus joutuu ns. *off hire* tilanteeseen ja että seisokit olisivat mahdollisimman lyhyitä ja että laivalla työskentelevä henkilöstö osaisi varautua ko. töihin.

Työ jakautuu kahteen osioon, joista ensimmäisessä käydään läpi vedessä tapahtuvaa rungon tarkastusta luokituslaitosten sääntöjen mukaisesti (In-Water Survey) aina tilauksesta raportointiin asti ja toisessa osassa tutustutaan muihin korjaus- ja huoltotöihin, joita voidaan suorittaa aluksen ollessa vedessä.

Tutkimustyö perustuu luokituslaitosten sääntöihin sekä ohjeistukseen ja siinä on myös käytetty apuna laivahenkilökunnan haastatteluja sekä omia kokemuksia. Myös muita alalla toimivia on haastateltu parhaan tuloksen saamiseksi.

Työ on lisännyt alalla työskentelevien tietoutta mitä pitää ottaa huomioon tilattaessa sukellustarkastusta laivalle ja miten se tehdään turvallisesti ja taloudellisesti.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Maritime Technology

PUKKI, JOUNI

Ship`s In-water Surveys and Maintenance and Repair  
Work

Bachelor`s Thesis

50 pages + 3 pages of appendices

Supervisor

Ari Helle, Senior Lecturer

Commissioned by

Kymenlaakso University of Applied Sciences

March 2013

Keywords

ship, safety, maintenance, economical, environment

The aim of this thesis was to examine ship`s underwater survey and maintenance operation. The thesis explains the co-operation between the deck officer, engineer and shipping company marine superintendent in deciding what kind of repair and maintenance work can be done and when it is necessary without vessel will going to “off-hire” situation.

The first part examined the methods of the underwater class surveys and safety co-operation between the ship`s crew and a commercial diving company. It also examined when and why diving operation should be done for safety reasons.

The second part examined almost all the operations which can be done underwater and when the operations have to be done due to economical reasons in the vessel`s present rotation.

The thesis was based on interviews with many maritime authorities and also author`s own professional diving experience. It was also based on the classification societies rules and regulations.

The thesis will increase interaction between the ship`s crew and diving team and improve economical and safety aspects.

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1	JOHDANTO	8
2	LAIVATARKASTUKSET	9
2.1	Taustaa	9
2.2	Syyt tarkastukseen	9
2.3	Vauriokartoitus	10
2.4	Koneistovika	10
2.5	Aikahyöty	11
3	TARKASTUKSEN TILAUS	11
3.1	Alkutiedot	11
3.2	Tulo laivalle	12
3.3	Alkuneuvottelu	12
3.4	Luokituslaitoksen vaatimukset	13
4	TARKASTUS	13
4.1	Tarkastuksen kohteet	14
	Yleensä tarkastaja haluaa nähdä potkurin lapoineen, ja säätäsiipisen potkurin ollessa kyseessä tulee myös lavan pulttien tiukkuus sekä varmistushitsaukset tarkastaa. Sukeltaja tarkastaa lapojen suoruuden silmämääräisesti ja hän voi käyttää apuna mittatankoja tarpeen vaatiessa, ja samanaikaisesti koko operaation aikana sukeltajalla on puhelinyhteys pinnalle. Myös reaaliaikainen videokamerakuva välittyy pinnalla olevaan monitoriin, jotta luokka voi seurata tarkastuksen etenemistä ja antaa tarvittaessa ohjeita sukeltajalle. Alla olevassa kuvassa luokituslaitoksen tarkastaja antaa ohjeita sukeltajalle ennen tarkastusta.	14
4.2	IW-luokitus	17
4.3	Vauriokartoitus	19
4.4	ROV-tarkastukset	20
4.5	Vaadittavat pätevyudet	20
4.6	Raportointi	21
5	KORJAUS- JA HUOLTOTYÖT	22
5.1	Energiatehokkuus	24

5.1.1	IMOn vaatimukset	26
5.2	Rungon puhtaus	26
5.2.1	Merikasvillisuutta lisäävät tekijät	27
5.2.2	Rungon puhdistus	28
5.3	Muut työt	31
5.3.1	Potkurin kiillotus	31
5.3.2	Sinkkianodien puhdistus ja vaihto	36
5.3.3	Sähköisten katodien vaihdot	37
5.3.4	Laitaventtiilien vaihdot	37
5.3.5	Antureiden vaihdot	37
5.3.6	Ohjailupotkureiden huoltotyöt	38
5.3.7	Potkureiden lapojen hionnat ja leikkaukset	38
5.3.8	Taipuneiden lapojen oikaisut	40
5.3.9	Potkurin ja peräsinakseleiden välysmittaukset	42
5.3.10	Pohjakaivojen tiivistykset	42
5.3.11	Vannasputken tiivisteiden vaihdot (stern tube)	42
5.3.12	Hitsaus ja polttoleikkaus	44
5.3.13	Muut erikoistyöt	47
6	YHTEENVETO	48
	LÄHTEET	49
	LIITTEET	
	Liite 1. Safety check list	
	Liite 2. Propeller survey report	
	Liite 3. Kuva robottikamerasta	

## KÄYTETTYJÄ TERMEJÄ

AGENTTI	Laivan asioita hoitava laivameklari
EEDI	Energy Efficiency Desing Index; laivan energiatehokkuusluokka
EX	Explosion protection; laite on kipinäsuojattu ja hyväksytty käytettäväksi räjähdevaarallisissa tiloissa, kuten öljyterminaaleissa
FOULING	Laivan runkoon kiinnittynyt eliö- ja leväkasvusto
IMO	International Maritime Organization; Kansainvälinen merenkulkujärjestö
IWS	”In-Water Survey” tarkoittaa luokituslaitoksen hyväksymää sukellustarkastusta laivan rungon ja koneiston niistä osista, jotka sijaitsevat veden alla. Tarkastuksessa on tarkoin määritelty tarkastettavat kohteet aluksessa.
LUOKKA	Kansainvälinen hyväksytty luokituslaitos, esim. Lloyds Register, Germanischer Lloyd, Det Norske Veritas, Bureau Veritas
NOR	Notice of Readiness; ilmoitus, jonka laivan päällikkö antaa aluksen saapuessa sataman kaupalliselle rajalle ja sen ollessa valmiina koneiston ja lastitilojen puolesta vastaanottamaan tai purkamaan lastia rahtaussopimuksen mukaisesti (charter party).
OFF HIRE	Termi, joka kertoo aluksen olevan pois sen vuokraajan käytöstä teknisen tai muun syyn takia, jolloin aluksen omistava varustamo ei saa korvausta tästä ajasta.
ON HIRE	Termi, joka kertoo aluksen olevan rahtaajan eli sen lastitilan vuokranneen käytössä.
PMS	Planned Maintenance System; tietokoneohjelma jossa ilmoitetaan huoltovälit eri koneiston osille, yhtenä valmistajana esim. AMOS

ROTAATIO	Laivan aikataulu satamieeen
ROV	Remote Operate Vechile; vedenalainen robottikamera
RUBERT SCALE	Vertailutaulukko, jota käytetään potkurin lavan pinnan kunnan arvioimiseksi, kuinka karhea lavan pinta on.
SECA	Sulphur Emission Control Area; erityisalueet, joissa laivojen polttoaineessa olevan rikin määrää on rajoitettu
SOLAS	Safety of Life at Sea; Kansainvälinen sopimus aluksen kunnan ja miehistön turvaamiseksi.
SUKELLUSRYHMÄ	Käsittää sukeltajan lisäksi merkinantajan ja varasukeltajan/avustajan
TRAFI	Liikenteen turvallisuusvirasto, entinen merenkulkulaitos
UMBIKAALI	Letkusto, johon on liitetty sukeltajan ilmaletku, puhelin- ja valokaapelit, videokamerakaapeli sekä mahdollisesti letku, joka mittaa hydrostaattisesti sukeltajan syvyyden.
VTS	Vessel traffic service; keskus, joka hoitaa laivaliikenneilmoituksia

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön suunnittelu sai alkunsa tehtyäni kahdeksantoista vuoden ajan sukellustarkastuksia erityyppisiin laivoihin. Huomasin silloin hyvin erilaisia käytäntöjä laivahenkilökunnan osalta turvallisuudessa ja tietoisuudessa, mihin sukeltajat kykenevät veden alla.

Työ antaa laivojen päälliköille ja konepäälliköille, jotka ovat vastuussa omalta osaltaan aluksen turvallisesta ja taloudellisesta käytöstä, perustiedot sukeltajan näkökannalta, miten ja milloin tarvittavat tarkastus sekä huoltotyöt olisi paras suorittaa turvallisesti ja taloudellisesti niin, ettei laivan rotaatio tai käyttö häiriintyisi näiden töiden vuoksi. Myös varustamoiden teknisten sekä operatiivisten tarkastajien olisi hyvä tietää, mitä he voivat vaatia tehtäväksi aluksen ollessa vedessä ja mitkä työt tulee suorittaa telakalla.

Tietoa työn tekemiseen olen hankkinut luokituslaitosten määräyksistä ja ohjeistuksista sääntökirjoineen sekä haastatteleamalla laivojen päälliköitä ja varustamoiden teknisiä tarkastajia. Myös satamien liikenteestä vastuussa olevia tahoja on kuultu ja VTS-keskusten henkilökunnan kanssa on keskusteltu heidän tarvitsemistaan ilmoituksista sukellustyön osalta.

Vedenalaisten korjausten osiossa tarkastellaan kaikkia mahdollisia töitä, joita voidaan suorittaa laivan normaalissa liikenteessä sen ollessa satamassa, lastaamassa tai ankkurissa redillä.

Korjaustöiden osalta olen haastatellut laivakorjausalan yritysten henkilökuntaa ja käyttänyt omia kokemuksiani hyväksi työn loppuun saattamiseksi.



## 2 LAIVATARKASTUKSET

### 2.1 Taustaa

Sukeltamalla tehtävistä laivan rungon tarkastuksista ei ole aiemmin tehty vastaavaanlaista tutkimusta, joten tämä opinnäytetyö on omiaan täydentämään aukkoa tiedoissa. Tässä opinnäytetyössä käsitellään lähinnä kansainvälisessä liikenteessä olevien laivojen sääntöjä sekä toimintatapaa tarkastuksissa, jotka kuuluvat kansainvälisten luokituslaitoksen määräysten alaisuuteen. Erittelemättä jätetään kotimaanliikenteessä olevat pienehköt alukset, jotka ovat alle 500 BRT. Niihin sovelletaan hieman kevyempiä määräyksiä Liikenneviraston, Trafín, ohjeistuksen mukaan (rungonkatsastusohjeet).

Laivanrunгон sukellustarkastukseen voi olla useita syitä, joista yleisempiä ovat kansainvälisten luokituslaitosten hyväksymät tarkastukset (IWS), joilla saadaan jatkoaikaa laivalle ilman, että se joudutaan telakoimaan tarkastusta varten. Luokitusväli laivoilla on viisi vuotta, ja aluksen runko tulee sen aikana tarkastaa kahdesti, jolloin ns. väli-tarkastus voidaan suorittaa sukeltamalla, ja silloin se suoritetaan 2 - 3 vuotta pää-tarkastuksen päivämäärästä lukien, mutta viimeistään kolmen vuoden päästä. Tämä väli-tarkastus korvaa kuivatelakoinnin ja tuo kaupallista hyötyä varustamolle, kun laiva voidaan pitää koko ajan *on hire - statuksessa* eikä kalliita telakointeja tarvitse suorittaa eikä aluksen rotaatio kärsi tarkastuksesta.

Luokka nimeää hakemuksesta tarkastukseen hyväksytyt sukeltajat tai sukellusyri-tykset, ja siihen on omat proseduurinsa ja sääntönsä, mitä kaikkea vaaditaan kalustolta ja sukeltajan koulutukselta sekä kokemukselta. Matkustajalaivojen osalta tarkastusväli on aina yksi vuosi, joka tulee SOLAS-määräysten mukaan, jos ei *IW-luokka* merkintää ole (GL-sääntökirja).

### 2.2 Syyt tarkastukseen

Rahtaaja tai omistajan vaihdos ei ole syy tarkastukselle luokituslaitoksen määräysten mukaan, ellei uusi ostaja vaadi sitä. Jos alus on alle 20 vuotta vanha ja luokituslaitos vaihtuu, silloin riittää luokan suorittama vuosikatsastus, jossa tarkastetaan osa tankeista, aluksen dokumentit ja sen yleinen kunto eikä sukellustarkastusta vaadita tällöin (LR-sääntökirja ja Niskala, 2012).

SOLAS-sopimus määrää, että aluksen tulee olla jonkin luokituslaitoksen luokassa. Lippuvaltio eli Suomessa Trafi hyväksyy luokan toimimaan tarkastusviranomaisena. Trafi on 1.6.2012 alkaen sopinut seitsemän luokituslaitoksen kanssa, että ne voivat suorittaa tiettyjä katsastuksia suomalaisille laivoille.

Telakoinnin lähestyessä varustamo yleensä haluaa tietää aluksensa senhetkisen kunnon, jotta voidaan varautua telakanaikaisiin töihin ja hankkia riittävä sekä tarpeellinen materiaali valmiiksi, kuten tilata esim. riittävä määrä sinkkianodeja, pohjamaalia sekä tiedostaa propulsiolaitteiston kunto.

### 2.3 Vauriokartoitus

Aluksen saadessa pohjakosketuksen tai sen joutuessa karille luokka määrää suoritettavaksi tarkastussukelluksen koko pohjan alueelta, jolloin sukeltaja käy läpi laivan vedenalaisen osan kokonaan, tai jos alus on jäänyt kiinni pohjastaan, ennen sen irrotusta sukeltajan on tarkastettava näkyvät vahingot ja vesialue aluksen ympäriltä turvallisen irrotuksen varmistamiseksi. Aluksen oma henkilökunta luonnollisesti tällöin peilaa painolastitankit ja luotaa aluksen ulkosivuilta veden syvyyden.

Vauriokartoituksen jälkeen luokan tarkastaja määrää alukselle tarvittavat korjaustyöt, jotka suoritetaan paikan päällä tai lähimmässä satamassa, johon alus tarvittaessa hinataan. Korjaustyön jälkeen tehty korjaus videokuvataan ja luokka antaa alukselle yleensä luvan jatkaa liikennöintiä määrätyn ajan, ellei kyseessä ole niin suuri vaurio, että alus jodutaan telakoimaan välittömästi.

### 2.4 Koneistovika

Alukseen koneistoon voi tulla myös yllättävä vika, jolloin tulee poissulkea ja tarkastaa, että vedenalaiset osat ovat kunnossa eli pohjakaivot, potkurit, peräsimet, akselit, vannasputki, keulapotkuri ja vakaajat.

Näissä edellämämainituissa osissa voi olla esim. köyttä tms. sinne kuulumatonta, mikä estää niiden normaalin käytön, tai löystyneitä liitoksia, jolloin on mahdollista, että hydraulioöljyä pääsee purkautumaan vesistöön.

## 2.5 Aikahyöty

Sukellustarkastus tehdään myös ajan säästämiseksi ja se voidaan suorittaa satamassa aluksen purkaessa tai lastatessa, jos satamajärjestys ei kiellä sitä (Koskinen ja Pasanen 2012). Muutamassa Suomen satamassa (Porvoo, Naantali) luokituslaitoksen IWS-tarkastus on kielletty, ja se pitää ko. tilanteissa suorittaa aluksen ollessa ankkurissa sataman edustalla. Vain muutamat pienet tarkastukset tulevat kyseeseen näissä satamissa ja vain silloin, kun on syytä epäillä aluksen merikelpoisuutta (Hyvönen, 2012).

## 3 TARKASTUKSEN TILAUS

### 3.1 Alkutiedot

Kun aluksen agentti, varustamon edustaja tai laivan päällikkö tilaa sukellustarkastuksen, on selvitettävä aluksi ennen laivalle menoa seuraavia asioita:

- laivan päämitat syväystietoineen
- satama, jossa työ tehdään ja laiturin rakenne ja veden syvyys paikalla
- tehdäänkö työ veneestä vai laiturilta käsin
- missä luokassa alus on
- kuka hoitaa kulkuluvat satamaan
- kuka on vastuullinen työn tilaaja, laskutusta ja raportointia varten
- 
- suoritetaanko alueella vedenalaisia räjäytyksiä
- laivan ETA satamaan (arvioitu saapumisaika)
- onko EX-luokiteltu laituri-alue (mahdollinen kipinäointi)

### 3.2 Tulo laivalle

Sukellusryhmän saapuessa laivalle sen tulee ilmoittautua kansivahdille ja täyttää ISPS-kaavake henkilötietojen tarkastamista varten, mikä tapahtuu kuvallista henkilökorttia esittämällä. Tämän jälkeen sukellusryhmän vastaava viedään neuvotteluun aluksen päällikön ja konepäällikön kanssa ja mahdollisesti siihen osallistuu varustamosta tullut superintendentti sekä luokituslaitoksen tarkastaja.

### 3.3 Alkuneuvottelu

Neuvonpidon päätarkoituksena on tehdä selväksi molemmille osapuolille, mitä sukellusryhmä tekee vedessä, ja sopia tarkastettavat kohteet luokan tarkastajan ohjeistuksen mukaisesti ja selvittää turvallisuuteen liittyvät näkökohdat ja myös täyttää ”**safety check list**” (liite 1), jossa on kohta kohdalta käyty läpi, että työ voidaan suorittaa turvallisesti ja että koko aluksen miehistö tietää, mitä tehdään missäkin vaiheessa ja antaa tarvittaessa apua sukellusryhmälle.

Tarkastuslomakkeen avulla varmistetaan, että kaikki asiat, jotka saattavat aiheuttaa vaaraa sukeltajalle, poissuljetaan. Tämänlaisia tarkistettavia asioita on varmistaa, etteivät potkurit pyöri, peräsin ei pääse liikkumaan, keulapotkuri on pois päältä, mistä aluksen pohjakaivoista otetaan jäähdytysvesi apukoneille, jos alus lastaa, niin kummalle puolelle laivaa se purkaa painolastivettä. Nämä varmistetaan ottamalla sulakkeet pois kytkimiltä ja laitetaan varoituskyltit niiden päälle ”*älä käynnistä, sukeltaja vedessä*” tai varmistetaan vastaavin toimenpitein asia (esim. paaksi pääkoneessa päälle). Molempiin messeihin asetetaan ilmoitustaululle laput myös sukeltajista.

Ilmoitetaan sataman liikenteestä vastaaville ja VTS-keskukseen, että sukeltajat ovat menossa veteen ja samalla saadaan tulevien sekä lähtevien laivojen osalta liikennetiedot, jolloin osataan varautua niiden liikkeeseen, ettei sukeltaja ole samaan aikaan vedessä, kun toinen laiva ajaa ohi tarkastuskohteesta ja aiheuttaa vaarallisia virtauksia. VTS-keskus voi myös tarvittaessa pyytää muita aluksia hiljentämään nopeuttaan ko. kohdassa (Uski, 2012). Varmistetaan myös, ettei alueella suoriteta vedenalaisia räjäytyksiä.

Aluksen mastoon vedetään kansainvälinen viestilippu A, joka merkitsee, että *sukeltaja on vedessä*, ja näin osaltaan varoittaa muita vesilläliikkuja meneillään olevasta opeeraatiosta.

Laivalta voidaan saada mukaan vhf/uhf-radiopuhelin, jolla laivahenkilökunta ja sukeltajat voivat kommunikoida keskenään esim. jos on tarvetta ”paaksata” konetta tai tehdä jotain muuta, mikä voi aiheuttaa vaaran sukeltajalle. Ankkurit tulee pitää myös lukittuina eikä niitä saa laskea kesken tarkastuksen.

Jos alukseen on asennettu sähköinen katodisuojausjärjestelmä, on se syytä ottaa pois tarkastuksen ajaksi, ja talviaikana pitää suunnitella, miten saadaan turvallisesti tehtyä avanto sukeltajaa varten vai käytetäänkö esim. tukialuksena hinaajaa, joka voi rikkoa jäätä sukeltajaa varten potkurivirrallaan. Kun kaikki tarvittavat tiedot on hankittu ja selvitetty, voidaan ”*safety check list*” allekirjoittaa. Sen allekirjoittavat aluksen puolesta päällikkö tai konepäällikkö ja sukellusryhmän puolesta sen johtaja, *supervisor*, jotka hyväksyvät allekirjoituksellaan listan mukaiset turvatoimet ja sitoutuvat toimimaan sen mukaisesti.

Päälliköltä pyydetään tässä vaiheessa myös laivan piirustukset ”**general arrangement**”, eli laivan päämittapiirustus kaarimittoinen ja tarvittaessa tankkikaaviot, joiden perusteella merkinantaja osaa neuvoa sukeltajan oikeaan paikkaan laivan pohjan alla liikuttaessa.

### 3.4 Luokituslaitoksen vaatimukset

Kun aluksen puolesta on valmista aloittaa sukellustarkastus, ryhmä siirtyy laiturille tai sukellustukialukseen, jossa luokan tarkastaja kertoo, mitä hän haluaa nähdä tai mitä mittauksia sukeltajan tulee tehdä vedessä. Merkinantaja tai sukellusavustaja kirjaa kaikki sukeltajan ilmoittamat havainnot ja ne myös kuvataan ja talletetaan digitaalisesti.

## 4 TARKASTUS

Sukellusryhmän toimiessa tukialuksesta käsin laivan henkilökunta on laskenut kiinnitysköydet, joilla tukialus saadaan kiinnitettyä ja liikuteltua tarkastuksen siirtyessä laivan eri osiin.

#### 4.1 Tarkastuksen kohteet

Yleensä tarkastaja haluaa nähdä potkurin lapoineen, ja säätösiipisen potkurin ollessa kyseessä tulee myös lavan pulttien tiukkuus sekä varmistushitsaukset tarkastaa. Sukeltaja tarkastaa lapojen suoruuden silmämääräisesti ja hän voi käyttää apuna mittatankojen tarpeen vaatiessa, ja samanaikaisesti koko operaation aikana sukeltajalla on puhe-lyhyteys pinnalle. Myös reaaliaikainen videokamerakuva välittyy pinnalla olevaan monitoriin, jotta luokka voi seurata tarkastuksen etenemistä ja antaa tarvittaessa ohjeita sukeltajalle. Alla olevassa kuvassa luokituslaitoksen tarkastaja antaa ohjeita sukeltajalle ennen tarkastusta.



Kuva 1. Luokan tarkastaja antamassa ohjeita sukeltajalle. (Rannikon sukelluspalvelu)

Muita tarkastettavia kohteita on peräsin, josta mitataan sen akselivälitys jos se on mahdollista, tähän soveltuvilla erikoismittatikuilla. Mittaus suoritetaan sekä aluksen pituus, että leveysuunnassa, ja yleensä suurin sallittu välyys on 4 mm.(luokan suositus)

Peräsimessä ja rungossa olevat sinkkianodit eivät kuulu luokan vaatimiin tarkastuskohteisiin, mutta aluksen kunnon vuoksi ne on syytä tarkastaa ja tarvittaessa vaihtaa (Hujanen 2012). Jos alus on varustettu ns. *flap-peräsimellä* tulee tarkastaa, sen mekaniikan kunto, ja jos epäillä siinä olevan vikaa, voidaan sitä liikuttaa niin, että sukeltaja

taja näkee peräsimen liikkeen, mutta on itse turvallisen matkan päässä siitä. Tällöin tulee varmistautua siitä, ettei sukeltajan umbikaaliletkusto voi jäädä liikkuvan peräsimen ja aluksen rungon väliin. Tähän vaikuttaa paljon veden kirkkaus satamassa, ja vaikka valaistus veden alla olisikin riittävä, se ei itsessään paranna näkyvyyttä, jos vedessä on paljon partikkeleita, kuten jokisuistoihin tehdyissä satamissa yleensä on. Luokitustulos määrää, että hyväksytty ”**In-Water Survey**” voidaan tehdä, jos näkyvyys vedessä on **yli 1,5 metriä** (LR-sääntökirja).

Aluksen *vannasputki* (stern tube), eli mistä potkuriakseli menee sisään runkoon, tulee tarkastaa, ettei öljyvuotoja esiinny, ja tällöin voidaan olettaa tiivisteiden olevan eheät (simplex). Usein siinä on asennettu akselisuoja, joka estää narujen joutumisen tiivisteiden väliin ja se on myös useasti varustettu köysileikkureilla, joiden tehtävänä on katkaista naru tai köysi, joka on takertunut potkuriin kiinni, ja nämä silloin ovat myös tarkastuslistalla. Eniten vahinkoa aiheuttavat yleensä kalastajien verkoissa olevat selkäsiimat, jotka helpoimmin tunkeutuvat tiivisteiden väliin ja rikkovat ne ja aiheuttavat useimmiten telakoinnin tarpeen, ja siksi on tärkeää suojata tämä alue huolellisesti. Joihinkin laivoihin on siksi lisätty keulaan juuri ennen tasapohjaa myös terävä leikkuri, jonka tarkoituksena on katkaista esimerkiksi kalastajan verkko, ettei se pääse ajautumaan pohjan alle ja sitä kautta potkuriakseliin aiheuttamaan tuhoa.

Jos akselivällyksen mittaaminen on mahdollista, se tulee mitata siihen tarkoitetuilla erikoistyökaluilla, ja aluksille, jotka on rakennettu ns. **IW-luokkaan**, on olemassa mitausta varten omat mittauspisteet, jotka on suojattu pultilla tai vastaavalla kierresuojalla, jonka sukeltaja poistaa veden alla ja asentaa siihen mittalaitteen, jolloin saadaan selville mittalukema jota verrataan aiempiin mittaustuloksiin. Mittauksen jälkeen sukeltaja asettaa suojapultin takaisin paikalleen. Mittapisteen sijaitsevat yleensä akselin ylä- ja alapuolilla. Simplex- tiivisteiden väliin johdetaan usein myös paineilmaa liisäämään tiivistävää painetta systeemissä.

Koneiden jäähditysveden imukaivot kuuluvat myös tarkastettaviin kohteisiin, ja siksi on tärkeää katsoa laivan piirustuksista, missä ne sijaitsevat, jotta merkinantaja osaa ohjata sukeltajan niiden luokse. Tämä korostuu vielä entisestään, jos näkyvyys vedessä on huono. Sukeltajan turvallisuuden vuoksi on syytä selvittää myös, mistä pohjakaivoista kulloinkin otetaan jäähditysvettä, ettei imu kaivoissa aiheuttaisi vaaraa sukeltajalle, mutta yleensä siitä ei ole haittaa normaalioloissa.

Pohjakaivojen edessä olevien suojaritilöiden tulee olla hyvin kiinni ja niissä aluksissa, jotka on rakennettu IW-luokkaan, tulee olla avattavat luukut, jotka mahdollistavat niiden sisäpuolisen tarkastuksen (GL/100A5-luokitus), eli laivat, jotka on rakennettu sukellustarkastuskelpoisiksi.

Laivan sivuttaista keinumista rauhoittavat pallekölit kuuluvat myös tarkastettaviin kohteisiin, ja usein jäät ovat saaneet niiden alku- tai loppupäättä taipumaan tai huo-noimmassa tapauksessa jopa repeytymään irti rungosta. Myös rungosta ulospäin kääntyvät automaattisesti liikkuvat vakaajat tarkastetaan.

Aluksen pohjan maalipinnasta arvioidaan prosentteina, kuinka paljon sitä on jäljellä ja sen kunto. Jos ruostetta on näkyvissä, niin se myös raportoidaan. Maalipintaa suojelevat sinkkianodit ja niiden kunto arvioidaan myös prosentteina. Koko operaation aikana tapahtumat tallentuvat kameran välityksellä kovalevyille ja lisäksi voidaan ottaa valokuvia erityisistä kohteista mittoineen, esimerkiksi mahdollisista painaumista (Indents). Suurimmat sallitut painaumien syvyydet ovat yleisesti kaariväli / 12, (Mattson, 2012), josta tulokset ilmoitetaan senttimetreinä. Esim. kaarivälin ollessa 60 cm suurin sallittu painauma, jonka luokka hyväksyy, on 5 cm syvä. Kaikilla luokilla ei ole tällaista mittaria, vaan tilanne arvioidaan tapauskohtaisesti. Esimerkiksi Germanischer Lloydilla virallisena painumarajana on levyn paksuus x 1,5 (Liukkonen, 2013). Jos on syytä epäillä rungon paksuutta tietyissä kohdissa pohjaa, voidaan sitä mitata ainetta rikkomattomalla menetelmällä, ultraäänimittarilla (NDT) . Mittari ilmoittaa aineen vahvuuden poistaen mitta-arvosta maalipinnan paksuuden. Ennen hitsauskorjausta tämä on hyvä varmistaa, jos se on mahdollista.

Jos laivaan on asennettu thrustereita eli keulan tai perän ohjailupotkureita, tulee ne myös tarkastaa. Jos tunnelin edessä on suojaristikko, riittää yleensä visuaalinen tarkastus, jollei epäillä vauriota koneikossa eikä suojaa poisteta.

Jos tunnelin edessä ei ole suojaa, pääsee sukeltaja menemään sisään tunneliin ja tutkimaan lapojen kuntoa sekä potkurin navan lukituksia. Laakereiden eheys voidaan kokeilla pyörittämällä potkuria käsin, jolloin se pyörii vaivattomasti, jos laakerit ovat ehjät.

Tunnelin seinämä tarkastetaan huolellisesti kavitaatiosyöpymän havaitsemiseksi, ja joihinkin aluksiin onkin asennettu ympyränmuotoinen teräslevy tunnelin seinämälle



suojaamaan itse tunnelia. Mahdolliset kaikuluotainten anturit ja lokianturit tarkastetaan. Laivan keulabulbi tarkastetaan myös mahdollisten törmäysjälkien selvittämiseksi.

Kun alus on kokonaisuudessaan tarkastettu läpi, siirtyvät sukeltaja, pinta-avustaja ja luokan tarkastaja laivaan loppuraportointia varten, johon myös aluksen päällikkö osallistuu. Loppukokouksessa käydään läpi sukeltajan havainnot ja luokan tarkastajan kommentit mahdollisine korjausmääräyksineen, ja luokka yleensä tässä vaiheessa kirjoittaa paikan päällä raportin tarkastuksesta. Sukeltajat voivat myös laatia oman raporttinsa (liite 2) silloin ja luovuttaa kuvatun materiaalin laivalle tai lähettää sen myöhemmin sähköisesti tai agentin välityksellä. Jos raportti lähetetään myöhemmin agentin tai muun tahon välityksellä tai sähköpostitse, on tärkeää varmistaa oikea vastaanottaja, jotta raportti menee työn tilaajalle eikä kenellekään muulle (Näsi 2012).

Pinta-avustajan tehtäviin kuuluu tarkastuksen aikana toimia sukeltajan ja laivan välisenä linkkinä ja näin vastata sukeltajan turvallisuudesta ja säätää tarvittaessa sukeltajan kypärävalon voimakkuutta sopivaksi ja neuvoa häntä kaaripiirrustuksen mukaan ja kirjata havainnot paperille myöhäisempää dokumentointia varten.

Muuta huomioitavaa, jota tulee pitää silmällä, on konttialusten tapauksessa varmistua satamanostureiden liikkeistä, ettei umbikaaliletkusto jäisi kraanojen pyörien väliin, joten on hyvä selvittää satamatyöntekijöiden kesken, mihin ruumaan he kulloinkin las-  
taavat . Talviaikana on seurattava myös jäiden liikkeitä, etteivät liikkuvat jäälautat tu-  
ki sukeltajan avantoa missään vaiheessa.

Sukeltajan ja merkinantajan on hyvä tietää potkurin eri kavitaatiolajeista, jotta he osaavat erottaa ne (levy-, kärkipyörre-, kuplakavitaatio) ja informoida niistä. Sama tietämys tulee olla puhuttaessa ja raportoitaessa potkurin eri osista, johtoreuna, jättöreuna, painepuoli, imupuoli, ja muista laivan osista englannin kielellä, jotta raportointi on selkeää ja perustuu faktoihin. Erityyppiset propulsiolajit tulee myös tuntea ja tietää niiden erityispiirteet, jotta sukeltaja tunnistaa tarkastuskohtien erityispiirteet.

## 4.2 IW-luokitus

Alukset, jotka on rakennettu ns. IW-luokkaan (GL), on varustettu niin, että ne voidaan tarkastaa sukeltamalla ja tehdä kaikki vaadittavat mittaukset vedessä, kuten peräsimen

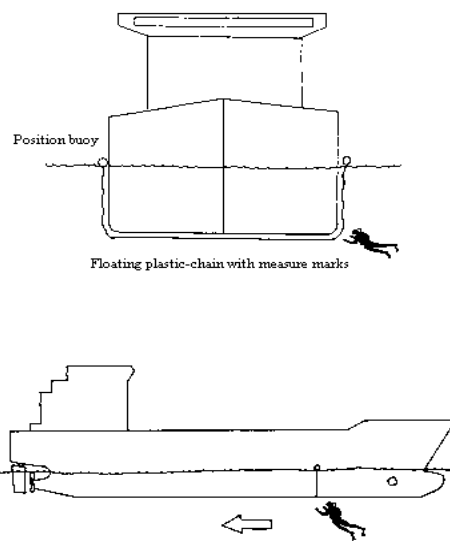
ja potkurinvällysmittaukset. Näitä mittauksia varten laivassa on oma *ohjekirjansa* ja tarvittavat mittalaitteet, joita voidaan käyttää vedessä, ja oma proseduuri niiden käyttöön.

Peräsinakselin välyksen mittausta varten peräsिमessä on valmiiksi hitsatut lenkit, joihin voidaan kiinnittää nostokoukku, ja sitä vedätetään molempiin suuntiin sivusuunnassa tietyllä voimalla, joka on ilmoitettu IW-ohjekirjassa, ja tällöin vetotaljaan tulee kiinnittää vetovoimaa osoittava mittari väliin. Kun on saavutettu määrätty vetokuorma aluksen sivusuunnassa, sukeltaja mittaa välyksen erikoismitalla ja ilmoittaa sen merkinantajalle. Laivassa tulee olla myös mittalaite potkurinvällyksen mittausta varten, joka on määrätty ohjekirjassa (mittari), jolloin sukeltaja kiinnittää laitteen määrättyihin mittapisteisiin potkuriakseliin mittojen saamiseksi. Myös aluksen pohjakaivojen tulee olla avattavaa mallia ja muttereilla kiinnitetyt. Aluksen pohjassa tulee olla myös selvästi merkityt sen eri osastot ja tankkien numeroinnit. Näiden tulee olla hitsatut sekä hyvin maalatut, jotta sukeltaja tietää kyseiset pisteet pohjan alla.

GL myöntää myös ”*Extendent Dry Docking*” kevennyksen, joka soveltuu vain kuivalastilaivoille, konttialuksille ja *multi purpose* -aluksille. Alukselle kelpuutetaan tällöin kaksi ensimmäistä tarkastusta sukeltamalla ja kuivatelakointi vaaditaan vasta 7,5 vuoden kuluttua. Myös kaksi seuraavaa tarkastusta voidaan tehdä sukeltaen ja telakointi vaaditaan vasta 15 vuoden jälkeen ja tämän jälkeen normaalisti 5 vuoden välein.

### 4.3 Vauriokartoitus

Suorittaessaan vauriokartoitusta sukeltaja voi käyttää avukseen apunarua (kuva 2) tai seurata liikkumistaan hitsausnaamojen avulla laivan tasapohjalla, jolloin pinta-avustajan rooli korostuu hänen ohjatesaan sukeltajaa esimerkiksi leveän tankkerin pohjan alla. Tällöin sukeltaja seuraa, mistäpäin umbikaali tulee, ja sen mukaan hän osaa liikkua pintamiehen ohjeiden mukaan oikeaan suuntaan. Narua käytettäessä sukeltaja siirtää ohjausnarua vain veden näkyvyyden verran eteenpäin, jolloin koko pohja saadaan näin tarkasti tutkittua.



#### Diving procedure for In-Water survey

Diver searches and locates a possible damage using from one side to another transversely under keel strained plastic-chain which is equipped with measure marks. Diver moves the chain forward/aft with suitable intervals during searching. He measures and write down position of damages as transverse distance from keel or water line and longitudinal distance from loading mark (Plimsoll mark) amidship.

Kuva 2. Sukeltajan liikkuminen pohjan alla (Rannikon sukelluspalvelu)

Kuvassa 2 on havainnollistettu sukeltajan liikkumista laivan pohjan alla (flat bottom). Ohjausnarussa voi olla asennettuna magneetteja ja kellukkeita sen paikallaan pysymisen varmistamiseksi ja pinta-avustajaa varten, jotta hän pystyy havaitsemaan, missä kohtaa sukeltaja kulloinkin liikkuu. Pelkkien sukeltajan uloshengityskuplien perusteel-

la on vaikeaa havainnoida tarkkaa sukeltajan paikkaa varsinkin laivan perä- ja keulaosissa, missä runko kaartuu vinoittain.

#### 4.4 ROV-tarkastukset

ROV:lla, eli *sukellusrobotilla* (liite 3) tehtävät tarkastukset tulevat kyseeseen varsinkin satamissa, joissa on lastauksen ja purkauksen aikana sukelluskielto. Robottitarkastuksen käyttö korostuu silloin, kun esimerkiksi jäättilanne talvella on hankala ja sukeltajan käyttö aiheuttaa vaaraa tai on hankalaa muutoin. Robotti vaatii vain pienen avannon, josta se voidaan laskea veteen, ja jäiden liikkumisesta aiheutuva vaara, joka kohdistuisi sukeltajaan saadaan näin poissuljettua.

Satamissa, joissa sukellus on kielletty, tarkastukset voidaan tehdä vain joko ankkurissa oltaessa, mikä taas ei ole kannattavaa taloudellisesti ellei alus ole odottamassa muutenkin laituriin pääsyä, tai sitten laiturissa oltaessa, jolloin voidaan tehdä sukellusrobotilla esimerkiksi potkurin tarkastuksia tai tarkastaa pohja tulevaa pohjanpuhdistusta varten.. Tämänkaltainen robottitarkastus mahdollistaa myös pääsyn sellaisiin mahdollisiin kohteisiin, joihin sukeltaja ei välttämättä pääsisi ilman suojaristikoiden poistoa (potkuritunnelit tai pohjakaivot).

#### 4.5 Vaadittavat pätevyudet

Sukellustöitä on aiemmin tehty ns. oppipoka-kisälli-mestariperiaatteella, ja tällöin alustietämys ei ole ollut paras mahdollinen. Sukellustöitä laivoissa ovat tehneet ammattisukeltajat oman työnsä ohessa sekä myös palokuntien tai laivaston sukeltajat ovat tehneet näitä töitä epävirallisesti, kun muita sukeltajia ole ollut saatavilla. Joskus on käytetty harrastelijasukeltajiakin, mutta on ymmärrettävää, että raportointi ei ole silloin ollut aina vaadittavalla tasolla.

Vuonna 1996 EDTC (European Diving Technology Committee) määräsi sukellustyön luvalliseksi, ja silloin alkoi uudentyypinen sukeltajien koulutus Suomessa. Suomessa työministeriö asetti omat pätevyytensä (674/1996) ja sukeltaja, jonka ministeriön työsuojeluosasto hyväksyi saattoi jatkaa luvanvaraista työtä, mutta vain Suomen alueveksillä, kun taas sukeltajat, jotka ovat suorittaneet EDTC:n hyväksymät pätevyyskirjat, voivat tehdä sukellustöitä myös ulkomailla. Nykyisin koulutusta antaa Suomessa Länsi-Uudenmaan aikuisopisto Luksia, joka kouluttaa alalle tarkastussukeltajia, joilla su-

kellussyvyys on 30 m ja ammattisukeltajilla 50 m (Seppänen, 2013). Sukellustöissä, joissa on tarpeellista mennä tästä syvemmälle, esim. öljynporauslauttojen jalkojen tarkastukset tms., sukeltajan tulee suorittaa ns. saturaatiosukeltajakurssi, jossa käytetään eri kaasuseoksia hengityskaasuna ja sukelluskelloja kulkuun työkohteen ja aluksella sijaitsevan painekammion välillä. Tällöin sukelluspuvutkin eroavat yleisesti Suomessa käytetyistä kuivapuvuista. Ne ovat ns. lämpövesipukuja, joissa lämmin vesi ohjataan pinnalta sukeltajan pukuun ja sukeltaja itse säätelee veden virtaamaa puvussa. Nämä edellä mainitut sukellustavat ovat kalliita eivätkä ole yleisiä Suomessa johtuen suhteellisen matalista sukellussyvyyksistä. Suomessa riittää laivatarkastuksia varten *tarkastussukeltajan tutkinto*, mutta työn tekemiseen vaaditaan aina *ammattisukeltajan tutkinto*, ellei kyseessä ole hätäkorjaukset.

Luokka antaa oman hyväksymisensä sukeltajille ja hyväksyy vain heidän suorittamansa tarkastukset. Luokka vaatii peruskoulutukseksi edellä mainitut tutkinnot. Sukellustyön tilaajan tulee varmistautua siitä, että sukeltajilla on vaadittavat pätevyudet ennen työn suoritusta.

#### 4.6 Raportointi

Sukeltajan raportti tarkastustyöstä sisältää laivan tiedot, paikan jossa tarkastus on tehty, päivämäärän, sukeltajan nimen, näkyvyyden veden alla, kaikki tarvittavat havainnot, jotka sukeltaja on tehnyt tarkastuksen aikana. Mahdolliset poikkeamat tulee määrittää mahdollisemman tarkasti, missä kohtaa aluksen pohjaa ne sijaitsevat, jotta niitä voidaan seurata seuraavan tarkastuksen yhteydessä ja huomataan, onko kyseessä vanhat jo raportoidut jäljet pohjassa vai onko kyseessä uudet painautumat tai naarmut. Pintaruoste vedenalaisosiin tulee nopeasti jo muutaman päivän sisällä, ja tämä on tärkeää tiedostaa raportointivaiheessa.

Raportti lähetetään luokituslaitokselle pdf-muodossa ja varustamoon konetarkastajille ja muille tahoille, jotka ovat oikeutettuja siihen (liite 2).

Raportin tietojen perusteella varustamo päättää tulevista korjauksista sekä hankinnoista ja mahdollisesta aikaisemmasta telakoinnista, ja siksi on tärkeää, että raportti perustuu vain faktoihin eikä oletuksiin eikä siinä ole mitään ylimääräistä. Valokuvia tai videokuva on hyvä liittää raporttiin rungon tilanteen selkiyttämiseksi.

## 5 KORJAUS- JA HUOLTOTYÖT

Varustamoilla ja laivoilla on yleisesti käytössä erilaisia laivan rungon ja koneiston seurantaohjelmia (PMS tai vastaavia), joilla seurataan kuluvien osien vaihtovälejä ja tarkastuksia. Vedenalaisissa osissa tämä seuranta ei ole niin selkeää kuin muissa aluksen osissa, joten on hyvä myös näille osille rakentaa tarkastusaikataulunsa, jotta voidaan varmistautua laivan ja sen lastinkuljetuskapasiteetin riittävydestä ja varmuudesta niin hyvin kuin mahdollista. Viime aikoina kun laivojen kuljetuskoneistojen polttoaineet ovat kallistuneet jopa kolminkertaiseksi, näihin asioihin on alettu kiinnittää enemmän huomiota.

Aikaisemmin aikarahdatuissa laivoissa (time charter) aluksen rahtaaaja eli sen lastitilojen vuokraaja vuokrasi sen tietyksi aikaväliksi käyttöönsä ja maksoi siitä vuokran lisäksi myös polttoaineet (bunkkerin) ja voiteluaineet rahtaus sopimuksen mukaisesti. Rahtaus sopimuksessa on määritelty tietty nopeus, jota laivan tulee ylläpitää merimatkoillaan. Kesäaikoina, kun aluksen runkoon kasvaa erilaista merikasvustoa (fouling), se hidastaa aluksen nopeutta, jolloin pitääkseen rahtausnopeutensa yllä on laiva joutunut lisäämään konetehoaan, jolloin polttoaineen kulutus on noussut jyrkästi.

Laivan omistavalla varustamolla ei ole ollut intressejä maksaa ylimääräistä rungon puhdistuksesta, kun laivan polttoaineen on maksanut sopimuksen mukaan sen rahtaaaja. Rungon puhtaana pitäminen vaikuttaa kuitenkin myös laivan koneistossa ja rungossa moniin muihinkin tekijöihin niiden käyttöikä pidentäen, kuten aluksen tärinöihin, pakokaasujen lämpöihin jne. Näiden kuluvien osien kunnossapitotyöt ja varaosien hankinta taas kuluu varustamon tehtäviin ja maksettavaksi.

Nyt polttoaineen kallistuttua ovat rahtaaajat ja varustamot havainnet, että hyöty rungon puhtaana pitämisestä koituu heidän molempien hyväksi ja näin laskee heidän kustannuksiaan alusoperoinnissa ja varustamot sekä rahtaaajat ovat päässeet sopimukseen, joissa jaetaan pohjanpesusta aiheutuneet kulut yleensä puoliksi.

Muita vedessä tehtäviä töitä, joita laivoissa voidaan tehdä sen rotaation salliessa, ovat edellä mainitun pohjan puhdistuksen lisäksi seuraavat:

- potkurin kiillotus
- sinkkianodien puhdistus ja vaihto
- sähköisten katodien vaihdot
- laitaventtiilien vaihdot ja huollot
- nopeuslokin ja kaikuluotainten antureiden vaihdot
- ohjailupotkureiden huoltotyöt
- potkureiden hionnat ja leikkaukset
- taipuneiden lapojen oikaisut ja vaihdot
- potkurin ja peräsinakseliin välismittaukset
- pohjakaivojen tiivistys venttiilin vaihtamiseksi
- ”stern tuben” tiivistämistyöt tiivisteiden vaihtamiseksi
- hitsaus ja polttoleikkaustyöt
- muut erikoistyöt.

Ulkomailla on vaihdettu jopa aluksen pallelohkojakin (Hydrex), mutta Suomessa näin suuriin operaatioihin ei ole ollut järkevää lähteä, koska kuivatelakat sijaitsevat suhteellisen lähellä ja työn onnistuminen hyvin on telakalla varmempaa kuin Suomen kylmissä ja sameissa vesissä.

## 5.1 Energiatehokkuus

Polttoaineen huiman hinnannousun vuoksi on alettu kiinnittää enemmän huomiota aluksen energiatehokkuuteen, ja sitä varten laivoissa on omat ohjelmansa. Yksi tärkeimmistä asioista on huolehtia siitä, että aluksen vedenalainen runko pysyy puhtaana eikä aiheuta lisää ylimääräistä vastusta.

Kansainväliset IMO:n sopimukset tulevat voimaan 1.1.2015 alkaen, jolloin esimerkiksi rikin osuus sallituissa polttoaineissa laskee 0,5 %:sta 0,1 %:iin, mikä osaltaan nostaa polttoaineen hintoja.

Laivan kulkiessa vedessä siihen vaikuttaa useita tekijöitä, jotka jarruttavat sen kulkua veden halki. Kitkavastus on yksi tekijä, johon vaikuttaa aluksen vedenalaisen osan muoto. Täyteläisillä aluksilla, kuten tankkerit, joiden täyteläisyyskerroin on lähellä yhtä, kitkavastus on suurempi kuin esimerkiksi konttilaivoilla tai muilla nopeammilla ja sirommilla aluksilla. Kitkavastus riippuu Frouden väittämän mukaan rungon märkäpinta-alasta sekä Reynoldsin luvusta eli

$$\text{Re} = \frac{VL}{\nu} \quad \text{missä}$$

V on aluksen nopeus

L on aluksen pituus

$\nu$  on veden kinemaattinen viskositeetti

Vastuskomponenttien suhteellisia osuuksia vertaamalla voidaan havaita, että nopeilla aluksilla aaltovastus on suurempi kuin hitaammilla, täyteläisen pohjan muodon omaavilla aluksilla, kuten tankkerit, joilla suurin osa kulkuvastuksesta muodostuu kitkavastuksesta. Aluksen nopeutta pienennettäessä pienenee samalla aaltovastus ja rungonmuoto huomioiden ja Frouden luku silloin myös pienenee (Energiatehokkuuskäsikirja, Neste Oil).

Muita tekijöitä, jotka jarruttavat laivan kulkua vedessä, ovat erilaiset pinnankarheet, kuten huono maalipinta, epätasaiset hitsausaummat, pohjan epätasaisuudet, ruoste ja **merellinen eliökasvusto**, joka on tarttunut aluksen pohjaan (*fouling*). Tämän vuoksi



on tärkeää energiatehokkuuden vuoksi pitää runko niin hyvässä kunnossa kuin mahdollista. Mahdollisuuksia siihen ovat kuivatelakointien aikana huolellinen hiekkapuhallus ja maalaus pohjalle, jolloin keskiarvopinnankarheus saataisiin lähelle 125:tä mikrometriä. Maalinvalmistajat (Normaali Oy 2012) arvioivat pinnankarheuden kasvavan 20-40 mikrometriä vuodessa. Aluksen ollessa vedessä on sukeltamalla tai robotilla tehtävä pohjan puhdistus ainoa keino pitää vedenalainen osa rungosta puhtaana.

Polttoaineen kulutukseen vaikuttaa oleellisesti moni muukin asia, kuten onko autopilotin asetukset optimoitu niin, että peräsin ei jarruta aluksen nopeutta turhaan avomerioloissa (riittävän suuri radius) ja se, että käytetään sopivaa määrää koneita tuottamaan riittävä koneteho. Luonnollisesti asiaan vaikuttaa myös aluksen trimmi, sääolosuhteet ja ajetaanko täydessä lastissa vai painolastissa.

Myös aktiivinen tiivis yhteydenpito laivan ja varustamon rahtausosaston välillä on erittäin tärkeää, jotta matkat osataan suunnitella etukäteen niin hyvin kuin mahdollista. Kokonaistaloudellisesti ajatellen kaupallisen operaattorin tulee olla yhteydessä päivittäin laivalle ja optimoida matkat niin, että alus ajaisi merimatkat ekonominopeudella, joka on laivakohtainen nopeus, jolla alus kuluttaa polttoainetta vähiten suhteessa kuljettuun matkaan. Tarkoituksena olisi, että laiva on aina liikkeellä merellä tai sitten laiturissa lastaamassa tai purkamassa lastiaan. Turhia ankkurointeja tai laiturissa odottelua tulee välttää niin paljon kuin se on vain mahdollista, koska aluksen seisoessa paikallaan sen pohjaan pääsevät kiinnittymään erilaiset merieliöt ja leväkasvusto helpommin kuin sen liikkeessä ollessa ja laivan apukoneet kuluttavat polttoainetta kuitenkin jatkuvasti.

Laivan tulee antaa aina ennen satamaan tuloaan NOR (notice of readiness), jolla se ilmoittaa olevansa kaikin puolin valmis lastaamaan, ja tämän antamisen jälkeen alkavat ns. makuupäivät (lay days) juosta. Tämän vuoksi alus kiirehtii ilmoituksen antamisessa ja ylläpitää rahtaus sopimuksessa sovittua nopeutta antaakseen ilmoituksen ajoissa sataman kaupallisella rajalla, joka voi olla luotsipaikka tai ankkuripaikka satamasta riippuen. Laituripaikan ollessa varattuna tai lastin puuttuessa alus on turhaan kiirehtinyt antaakseen ilmoituksen (NOR) ajoissa ja joutuu ankkuriin odottamaan laiturin vapautumista tai lastin valmistumista. Tämän epäkohdan korjaamiseksi tulisikin rahtaus sopimukseen lisätä klausuuli, joka mahdollistaisi muunkin kuin rahtaus sopimuksessa

(charter party) ilmoitetun matkanopeuden ylläpidon merimatkan aikana varsinkin, jos tiedetään laiturin ollessa varattu tai muuten lastauksen aloituksen viivästyvän.

Näillä edellä mainituilla toimenpiteillä alus ja sen varustamo sekä rahtaja säästäisivät paljon polttoainekuluissa, mutta tämän mahdollistaminen vaatisi lisää tutkimusta ja uudenlaisia sopimuksia, joihin tässä työssäni en ota kantaa vaan käsittelen nyt voimassa olevia keinoja polttoainetalouden parantamiseksi ja jätän yllä olevan mielipiteeni muiden tutkittavaksi.

### 5.1.1 IMO:n vaatimukset

IMO ottaa vuonna 2013 käyttöön uudisrakennuksissa EEDI:n (Energy Efficiency Design Index) eli laivan energiatehokkuusluokan, joka kertoo esimerkiksi aluksen uudelle rahtajalle tai ostajalle sen energiatehokkuuden, ja näin vapaina olevien laivojen vertailu on helpompaa. Laivat on jaettu luokkiin A - G, joista A on paras ja G huonoin, eli luokka kuvaa aluksen operatiivisen käytön aikaista energian kulutusta. EEDI kertoo aluksen nimellisen CO<sub>2</sub>-päästömäärän suhteessa kuljetustyöhön yksikössä (g /tonni) (Energiatehokkuus käsikirja, Neste Oil).

$$EEDI = \frac{CO_2 \text{ emission}}{\text{transportwork}}$$

Suosituksena IMO on julkaissut SEEMP:n (Guidelines for Ship Energy Efficient Plan), jossa ohjeistetaan laivaa, miten sen tulisi laatia suunnitelma, jotta alus pysyisi sille asetetussa ”Charter party targetissa”. Poikkeuksena ovat jääluokitettut ja muuttamat muut erilaisella koneistolla varustetut alukset, jotka saavat kevennyksiä säännöistää (Energiatehokkuuskäsikirja, Neste Oil).

### 5.2 Rungon puhtaus

Laivan vedenalaisen rungon puhtaana pitäminen on yksi tärkeimmistä asioista alusoperoinnissa. Laivan päällikön ja varustamon operaattoreiden on hyvä tietää, koska puhdistus on ajankohtainen ja missä rotaation vaiheessa se on hyvä tehdä.

Tästä syystä aluksen päällikön on hyvä tehdä laivallaan nopeuskokeita säännöllisin väliajoin selvittääkseen, koska runko tulee puhdistaa. Tällöin tulee muistaa, että koe tehdään samanlaisissa olosuhteissa ja samalla kuormituksella kun aiemminkin, ja jos nopeus on alentunut edellisestä nopeuskokeen tuloksesta, on syytä epäillä pohjaan kasvanutta kasvustoa sen syyksi ja tarkastaa tilanne sukeltajan avulla tai robottikameralla. Tarkastuksen tai nopeuskokeen jälkeen suunnitellaan puhdistukselle sopiva ajankohta, jotta aluksen rotaatio ei kärsisi.

### 5.2.1 Merikasvillisuutta lisäävät tekijät

Ympäristölle haitallisia tinayhdisteitä (TBT) käytettiin foulingin estämiseksi vielä vuoteen 2008 asti ja tämän jälkeen on siirrytty muihin kevyempiin antifouling pinnoitteisiin. Uusia maali- ja pinnoitemateriaaleja kehitetään koko ajan ja aluksi niissäkin oli kuparia, joka myöskin oli haitallista vesieliöstölle, minkä jälkeen on käytetty ”Self-Polishing Copolymers” –pinnoitteita, joiden huonona puolena on niiden lyhytikäisyys, ja suoritetuissa pohjan pesuissa niistä saattaa irrota jonkin verran pinnoitetta, ja siksi on tärkeää valita sopiva puhdistusmuoto eri kasvustoille ja leville. Pinnoitetta voidaan levittää runkoon erivärisinä kerroksina, jotta havaitaan koska viimeinen kerros on kulumassa pois, ja varata siten kuivatelakointi sopivaan aikaan. SPC-pinnoitteiden lisäksi on antifouling-suojana käytetty silikonipohjaisia valmisteita, mutta niillä on ollut ja taipumus osittain irrota pohjanpesussa. Surface Treated Composite (STC) suojausta käytetään myös uudisrakennuksissa tai aluksissa, joissa koko vanha maalipinta poistetaan kuivatelakoinnissa ja maalataan uudestaan STC:llä. Käsittely antaa kovan vinyylisterihartsipohjaisen pinnan, joka luo kasvustolle vaikeasti tarttuvan ja pienikiteisen pinnan (Energiatehokkuuskäsikirja, Neste Oil).

Suomessa olevia levälajeja, jotka tarttuvat laivan runkoon, ovat viherlevä eli ns. ahdinparta sekä yksivuotinen rihmalevä ja ruskolevä (Aalto-Partanen, 2013). Monivuotinen merirokko alkaa tarttua pohjaan jo keväällä ja tunkeutuu helposti myös aluksen pohjakaivojen ritilöihin ja pahimmassa tapauksessa tukkii jäähdytysveden virtauksen koneikoille. Meriveden suolapitoisuuden kohoaminen lisää joidenkin levä lajien kasvua.

Auringon valo ja ravinteet vedessä, kuten fosfori ja typpi, lisäävät leväkasvustoa, ja meriveden lämmitessä kesällä kiihtyy samalla leväkasvuston kasvu. Muutamat levälajit tarvitsevat noin kahdeksan asteen veden lämpötilan kasvaakseen, ja jos alus operoi

trooppisilla vesillä, fouling-ongelma on suurempi kuin arktisissa vesissä operoivilla aluksilla. Aluksen maatessa paikallaan joko ankkurissa tai satamassa eliöiden kiinnittyminen on helpompaa kuin laivan ollessa liikkeellä, ja myös ”*sewage-laitaventiilin*” sijainti aluksessa lisää kasvustoa sillä puolella, missä se sijaitsee.

Aluksen ollessa satamassa aina sama puoli kiinni laiturissa saa uloin sivu enemmän auringonvaloa, ja se lisää silloin kasvustoa sille puolelle runkoa, jolloin on hyvä vaihdella jos mahdollista kiinni pidettävää puolta laiturissa. Muutoin toinen puoli aluksesta rehevöityy kasvillisuudesta, ja se lisää kitkaa sille puolelle ja samalla alus kääntyy kasvillisuuden suuntaan. Tästä johtuen autopilotilla ajettaessa, jotta alus kulkisi suoraan, se joutuu korjaamaan kääntymistä aurinkoa saaneen sivun puolelle ja kääntämään peräsinä vastakkaiselle puolelle ja peräsinkulma voi olla jopa 15 astetta.

Jos aluksen matkat kestävät muutamia päiviä tai jopa useita viikkoja, on selvää, että polttoaineen kulutus nousee tästä syystä vielä suuremmaksi kuin ainoastaan leväkasvuston johdosta, kun sivuttain oleva peräsin jarruttaa aluksen kulkua koko ajan.

### 5.2.2 Rungon puhdistus

Rungon puhdistus vedessä tapahtuu käyttämällä ammattisukeltajia, jotka puhdistavat aluksen pohjan siihen suunnitellulla hydraulilla tai vesipaineen avulla toimivalla harjakoneella, jossa on yksi tai useampia pyöriviä polypropyleeniharjaksia.

Yleensä käytetään kahta pyörivää harjaa, jotka pyöriessään aiheuttavat imuefektin aluksen runkoon ja sukeltaja vain ohjaa pesuria vedessä (kuva 3). Ulkomailla on käytössä myös puhdistukseen soveltuvia ”pesurobotteja”, jotka pesevät koko vedenalaisen osan rungosta ja käyttävät esimerkiksi magneettipyöriä tai potkurin virtausta pysyäkseen kiinni aluksen pohjassa



Kuva 3. Rungon puhdistusta ammattisukeltajan ohjaamalla harjakoneella (Armadehull-verkkosivut)

Suomessa auringon valo on vähäisempää lyhyehkön kesän vuoksi, ja yleensä riittää kun harjataan vain pallekölien yläpuoleinen osa rungosta, koska pallekölien alle ei juuri valoa tule ja kasvusto on siellä vähäisempää ja sen vaikutus on pienempi kuin lähellä vesilinjaa (Vaittinen, 2013).

Kun harjaus suoritetaan, on se helpompaa aluksen ollessa ankkurissa, jolloin sukeltajat pääsevät helposti liikkumaan aluksen ympäri tukialuksellaan. Aluksen syväys on myös saatava niin suureksi, että leväkasvusto on kokonaan veden alla, jotta se saadaan kokonaisuudessaan harjattua pois rungosta. Silikonipohjaisten antifouling-aineiden kanssa tulee harjauksessa käyttää kevyempiä harjaksia, jottei irrotettaisi samalla suojaavaa antifouling-kerrosta. Kuparipohjaisten pinnoitteiden irtiharjaus on sääntörikkomus, ja siksi on vältettävä liian kovia harjaksia ko. pohjalle.

Levien kiinnittymiseen vaikuttaa paljon myös aluksen pohjamaalin kunto ja onko runko ruosteinen. Ruosteiseen epätasaiseen pintaan levät tarttuvat huomattavasti helpommin kuin sileään ehjään maalipintaan ja niiden poistaminen on hankalampaa epätasaisesta pinnasta. Tämän vuoksi laivan vedenalaista runkoa tulisi puhdistaa säännöllisesti, jottei leväkasvusto ja muu eliöstö pääsisi tarttumaan siihen tiukasti kiinni. Sopivana puhdistusvälinä voi kesäaikana pitää yhtä kuukautta, jolloin kasvusto ei ole vielä ehtinyt tarttua tiukasti runkoon vaan lähtee harjaamalla helposti pois. Talven jälkeen jos aluksella on ajettu jäiden keskellä, ovat jäät irrottaneet suurimman osan leväkasvustosta, ja ensimmäinen pesukerta on silloin hyvä sijoittaa touko-kesäkuun aikoihin, jolloin aluksella huomataan ensimmäiset merkit kiinnittyneestä kasvustosta polttoaineen kulutuksen kasvun ja nopeuden hidastumisen myötä (Rannikon sukelluspalvelu).

Seuraavat pesukerrat tulee määrittää päällikön pitämien nopeuskokeiden perusteella, ja siihen vaikuttaa ymmärrettävästi, pitääkö aluksen ylläpitää aina samaa nopeutta ja onko sillä aikataulut kuten matkustajalaivoilla ja säännöllisen liikenteen aluksilla on. Riippuu pitkälti varustamon teknisen osaston päämääristä, mihin laivan kunnossapidossa panostetaan, mutta jos runkoa puhdistetaan vain kaksi kertaa vuodessa, olisivat hyvät ajankohdat pesulle kesäkuussa levien kevätukinnon jälkeen ja toinen kerta syyskuussa, kun veden lämpötila alkaa jo laskea ja samalla levien kasvaminen hidastuu (Aalto-Partanen, 2013). Levien kasvu jatkuu kyllä vielä myöhään syksylläkin, ja ei ole tavatonta, että pohjaa harjataan vielä loka-marraskuun vaihteessakin. Yksi pesukerta vie aikaa aluksesta riippuen muutamasta tunnista aina reiluun 10 tuntiin riippuen pohjamaalin kunnosta ja kasvuston määrästä.

Pohjan puhdistukseen panostettu rahamäärä tulee takaisin polttoainesäästön muodossa jo muutamassa päivässä ja siitä eteenpäin tuottaa varustamolle isoja säästöjä ja samalla päästöt ilmakehään myös pienenevät ja tärinät aluksessa vähenevät.

Yhdysvaltojen laivaston alaisuudessa toimiva ONR (Office of Naval Research) on tutkinut uudentyyppisten pohjapinnoitteiden soveltuvuutta alustensa pohjiin niiden polttoaineen kulutuksen pienentämiseksi ja niiden häive-efektin lisäämiseksi (sukellusveneet), ja se on rahoittanut Floridan yliopiston tutkimusta, jossa alusten pohjiin on tehty *hain suomuja* mukaileva pintakuviointi, jonka on havaittu torjuvan mikro-organismien kiinnittymistä runkoon. Toinen tutkimus on Washingtonin yliopiston te-

kemä, jossa pohjapinnoite sisältää *kahtaisioneja* (dipolaarinen ioni), jossa on sekä positiivinen että negatiivinen ioni, jotka estävät eliökerrostumien muodostumista laivojen pohjiin (ONR-verkkosivut).

Käytännössä olen huomannut yllä olevan asian pestessäni laivojen pohjia niissä aluksissa, joissa on sähköinen rungon katodisuojausjärjestelmä. Niiden anodien ja katodien ympäryks on vapaa levistä noin 2-3 metrin alueelta ja osaltaan järjestelmä kyllä vaikuttaa levien kiinnittymiseen.

Rungonpesu harjaamalla on myös ympäristöystävällinen levien ja merirokkojen torjuntakeino, jolla voidaan vaikuttaa, etteivät eliöt siirtyisi laivojen mukana herkille merialueille, kuten merirokalle, Itämeren tulokaslajille kävi 1840 luvulla sen rantautuessa meidän vesiimme (Tvärminnen eläintieteellinen asema).

Merirokkokerrostumat voivat lisätä virtausvastusta jopa 60 % ja polttoaineen kulutusta jopa 40 %, joten pohjan puhtaus on huomattava säästökeino varustamotaloudelle (ONR-verkkosivut).

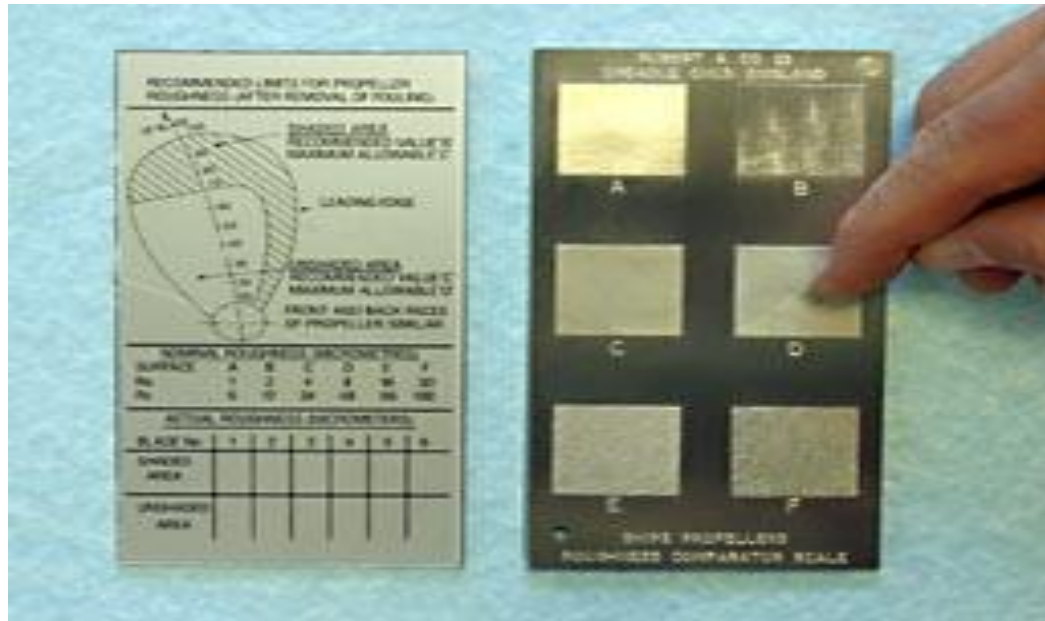
Ennen rungon harjausta tulee selvittää, onko kyseisessä satamassa rungon pesuun liittyviä rajoituksia (ympäristövaikutukset), mutta yleensä se on sallittua lähialueellamme ja esimerkiksi robottipesurin käyttö on sallittu jopa joissain öljyterminaaleissa Ruotsissa (Kettunen, 2013). Suomen öljyterminaaleissa pesut ovat kiellettyjä EX-varoetäisyyden (30 m) vuoksi ja pesut suoritetaan tankkialuksilla ankkurissa oltaessa (Collin, 2013). Pesun kieltää ISGOTT:ssa tietyt kohdat (21/22,7.1/22,7.11), joissa määrätään, että aluksen tulee olla valmis liikkumaan omilla koneillaan, ja kaikkien korjaustöiden suorittaminen on siten kielletty, ellei toisin sovita satamaterminaalikesken.

## 5.3 Muut työt

### 5.3.1 Potkurin kiillotus

Aiemmin on keskitytty lähinnä tarkastelemaan aluksen runkoa ja sen tasaisuuden vaikutusta kitkaan ja foulingin poistoon siitä. Nyt lähimenneisyydessä on kuitenkin kiinnitetty enemmän huomiota myös laivan potkurin kuntoon, joka vaikuttaa paljolti myös sen antamaan työntövoimaan. Potkurin lapojen ollessa ruosteiset tai epätasaiset on

pinnankarheus silloin eri luokkaa kuin uudessa kiillotetussa potkurissa. Myös potkuriin takertunut kasvusto lisää kitkaa siinä virtausta huonontaan ja hyötysuhdetta alentaen. Verrattaessa rungon pinta-alaa potkurin pinta-alaan havaitaan potkurin pinta-alalla olevan suhteessa enemmän vaikutusta kuin rungon alalla. Potkurin pinnankarheuden mittaamiseen on tehty erilaisia mittausten menetelmiä, joista yksi yksinkertainen mittaustapa on kuvassa oleva ”Ship Propeller Roughness Gauge” (Rubert & CO:n verkkosivut).

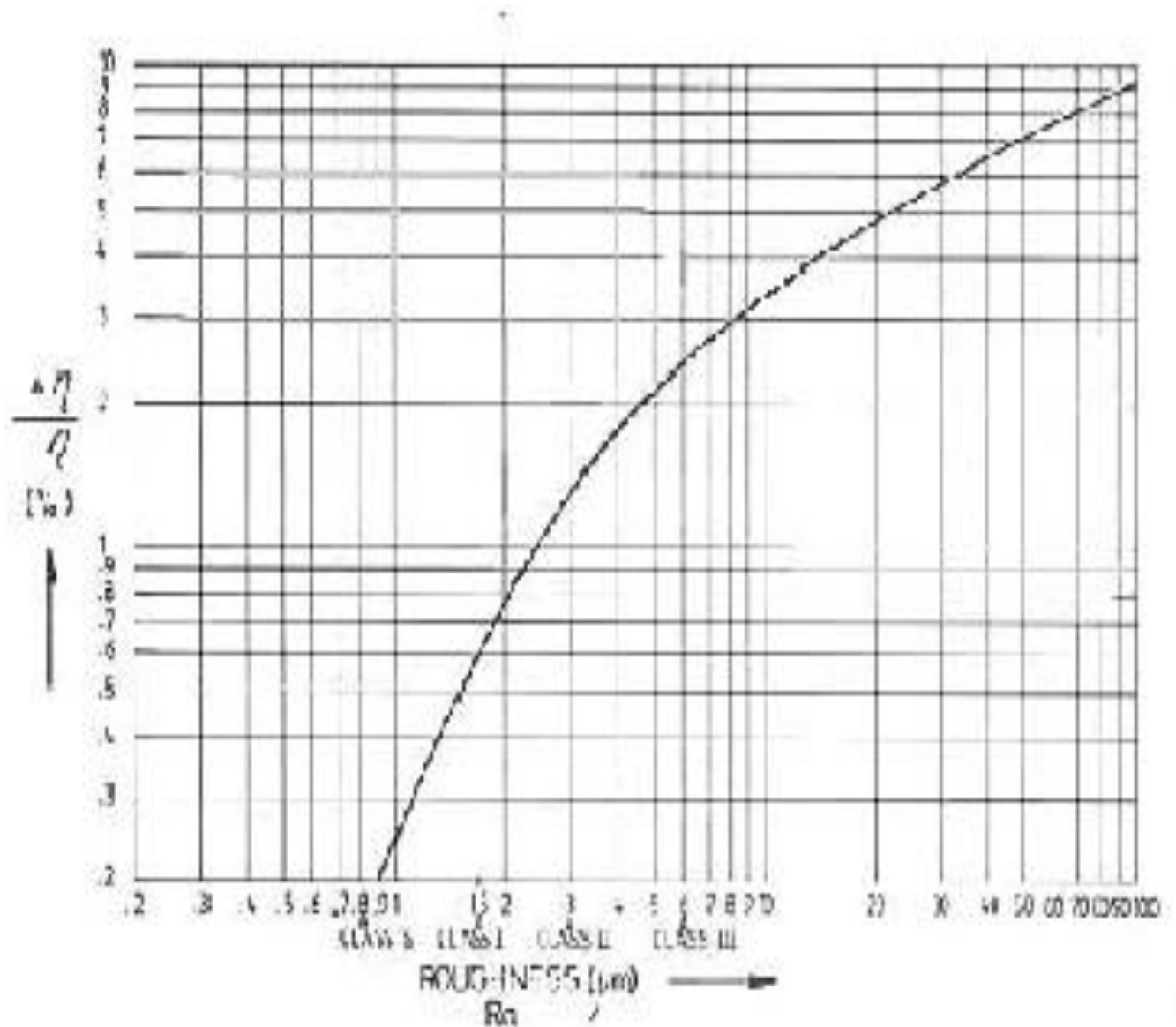


Kuva 4. Potkurin pinnankarheuden vertailupalat (Rubert & CO)

Kuvassa on esitetty kuusi vertailupalaa laivan potkurista, joita verrataan aluksen omaan potkuriin sen ollessa telakalla tai sukeltajan mittaamana sen ollessa vedessä. Kuvassa ylimmät esimerkkipalat A ja B ovat uudesta tai kunnostetusta lavasta ja alemmat esimerkkipalat jo hieman kuluneemmista ja käytössä olleista lavoista. Yleisin mekaanista pinnankarheutta lisäävä tekijä on korroosio, jota esiintyy lavan molemmin puolin niin imu kuin painepuolella. Karheus yleensä lisääntyy lavassa ulkokehälle mentäessä, koska lavan nopeus suhteessa veteen on siellä suurin. Varsinkin säätösiipissä potkureissa kavitaatiosyöpyä on yleistä, jos laivaa ajetaan pienellä lapakulmalla ja suurella pyörimisnopeudella, ja tämän välttämiseksi on hyvä valita kyseiselle nopeudelle pienempi kone antamaan tehoa potkurille, jotta lapakulmaa voidaan kasvattaa kavitaatiosyöpyä ehkäisemiseksi. Kavitaation aiheuttamaa eroosiota esiintyy keskittyneesti lähellä lavan kärkeä ja selässä. Näiden ei-toivottujen ilmiöiden poistamiseksi käytetään potkurin lapojen suojaamiseen sähköistä katodisuojausjärjestelmää ku-



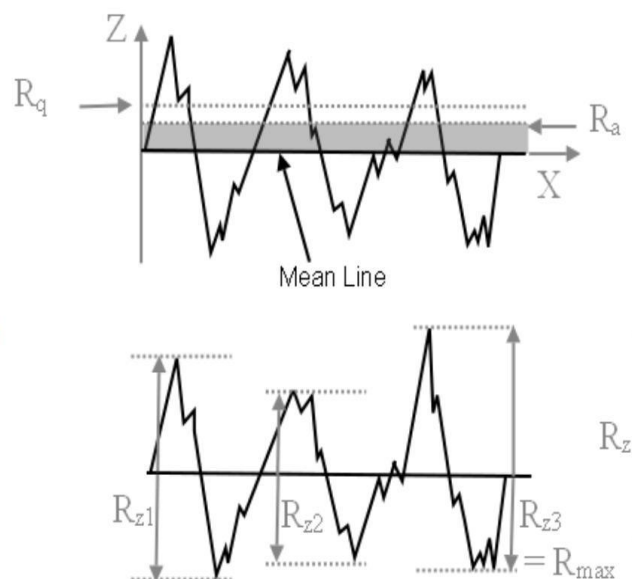
ten rungon suojaussessakin ja korkealuokkaisia materiaaleja potkureissa. Puhdistettaessa potkuria ammattisukeltajan käyttämällä hydraulisella hiomakoneella ja siihen sopivalla kiillotuslaikalla tai kuivatelakoinnin yhteydessä on oltava huolellinen, ettei naarmuteta lapaa ja etenkin sen *johtoreunaa*, joka leikkaa ensiksi veden. Tämä on potkurin hyötysuhteen pitämiseksi korkealla ensiarvoisen tärkeää. Alla olevassa kuvassa on esitetty pinnankarheuden vaikutus potkurin hyötysuhteeseen.



Kuva 5. Potkurin pinnankarheudesta johtuva hyötysuhdehäviö (Rubert & CO)

Alemmassa taulukossa on esitelty potkurin keskimääräistä karheutta ja jälkien syvyyden vaikutusta ja annettu näille laskennalliset arvot ja taulukon ylärivissä on kirjaimin ilmoitettu lavan karheustaso A:n ollessa hyväkuntoisin ja F:n naarmuuntunein.

SURFACE	A	B	C	D	E	F
$R_a$	1	2	4	8	16	30
$R_z$	6	12	24	48	96	180



The **Mean Roughness (Roughness Average  $R_a$ )** is the arithmetic average of the absolute values of the roughness profile ordinates

The **Mean Roughness Depth ( $R_z$ )** is the arithmetic mean value of the single roughness depths of consecutive sampling lengths

Kuva 6. Potkurin pinnankarheudesta johtuva jako eri kuntoluokkiin (Rubert & CO).

Käytännössä kun halutaan tietää potkurin kunto, on aluksen päällikön suorittamien nopeuskokeiden perusteella suoritettava potkurin tarkastus ja sen puhdistus, jolloin vertaamalla näytepaloja potkuriin ennen ja jälkeen puhdistuksen saadaan arvioitua sen kuntoluokka A – F.

Sukeltajalla menee aikaa halkaisijaltaan kuuden metrin potkurin kiillotukseen noin kaksi tuntia, jolloin molemmat puolet potkurista puhdistetaan, ja jos alus on ollut paikallaan pidempiä aikoja lämpöisissä vesissä, voi potkuri olla täynnä merirokkoa, jolloin sen puhdistusaika pitenee.

*Nikkelin ja pronssin seoksesta valmistetuilla potkurinlavoilla* pinnankarheus kasvaa nopeammin kuin *teräslavoilla*, joten ne vaativat useampia puhdistuksia ja kiillotuksia samassa aikajaksossa kuin teräspotkurit pitääkseen saman työntövoiman ilman sen alentumista.

Onnistuneen puhdistuksen ja kiillotuksen jälkeen voi kuntoluokka nousta jopa kaksi asteikkoa esimerkiksi E:stä C:hen, jolloin se parantaa potkurin hyötysuhdetta kuten taulukossa yksi on esitetty.

Taulukko 1. Potkurin pinnankarheuden vaikutus tehoon (Rubert & CO).

Grade	R <sub>a</sub>	R <sub>z</sub>	Loss of Power [%]
A	1	6	0
B	2	12	0,5
C	4	24	1,9
D	8	48	2,9
E	16	96	5
F	30	180	5,8

Aluksen rungon ja potkurin puhdistus sekä kiillotus yhdessä siis vaikuttavat huomattavasti laivan nopeuteen sekä polttoainetalouteen, kuten yllä olevan perusteella voidaan havaita. Kuivatelakointien aikana on tärkeää suojata potkuri hyvin, jotta pohjan hiekkapuhalluksen aikana ja maalattaessa runkoa hiekka ja maaliroiskeet eivät pääse vahingoittamaan sitä. On havaittu, että on kannattavaa pestä jopa pienten yhteysalusten pohjia 3-4 kertaa kesän aikana. Nykyisin kunnan jäätalvet ovat olleet harvinaisia ja jäät tulevat vasta tammikuussa, joten viimeinen pesukerta kannattaa ajoittaa myöhäiseen syksyyn loka-marraskuulle, niin siitä on vielä hyötyä ennen jäiden tuloa ja niiden pesevää vaikutusta kasvillisuudelle.

Vuoden 2015 alusta aluksissa, joissa ei ole kalliita rikkipesureita tai koneistoa, joka käyttäisi maakaasua (LNG) polttoaineena, jää ainoaksi mahdollisuudeksi siirtyä hie-  
man edullisemmasta raskaasta polttoöljystä (HFO) käyttämään kevyttä polttoöljyä (MGO/MDO) erikoisalueilla. Erityisalueita (SECA) ovat Itämeri, Pohjanmeri ja Eng-

lannin kanaali, joissa liikennöitäessä aluksen käyttämä polttoaine saa sisältää rikkiä vain 0,1 % IMO:n Marpol-sääntöjen mukaan. Yhdessä nämä edellä mainitut, pohjan puhdistus ja potkurin kiillotus tuovat operoivalle varustamolle kustannukset puhdistuksesta takaisin muutamassa päivässä, kuten seuraava esimerkkilaskelma osoittaa.

Laivan kulutus keskimäärin 50 t /24h MGO, kun pohja on likainen

7.3.2013 kevyen polttoöljyn (MGO) hinta Rotterdamissa \$ 915 (bunker world)

Pohjan puhdistuksen jälkeen polttoaineen kulutus alenee 10 % ----- > kulutus vain 45 t/vrk

Säästöä 5 t/vrk ----- > eli 5 t x \$ 915 = \$ 4575, muutettuna euroiksi 3488 euroa (kurssi 1,31 USD)

Laiva ajaa säännöllisessä liikenteessä reittiä Suomi – Saksa - Suomi ja merimatkaan menee kaksi päivää/suunta, eli yhden edestakaisen matkan aikana tullut polttoainesäästö on pohjan puhdistuksen jälkeen 4 x 3488 € eli **13952 euroa !!!**

### 5.3.2 Sinkkianodien puhdistus ja vaihto

Laivan vedenalainen osa rungosta on suojattu sinkkianodein, jotka epäjalompana metallina syöpyvät säästäten näin runkoa ruostumasta. Niiden kuntoa on hyvä tarkkailla säännöllisesti, ja aina sukellustarkastuksia tehtäessä niiden tarkastus kuuluu sukeltajan tehtäviin (IWS). Sukellusraporttiin ilmoitetaan prosentteina (%), paljonko sinkkianodia on jäljellä ja onko niitä irronnut jostain. Aluksen ollessa vedessä sukeltaja voi vaihtaa sinkkejä, jolloin hän hitsaa vedessä uuden sinkin kuluneen tai hävinneen sinkin tilalle. Sukeltajat käyttävät sinkkien asennukseen siihen suunniteltua telinettä, joka pysyy rungossa kiinni magneettien avulla hitsauksen helpottamiseksi, ja se poistetaan asennuksen jälkeen. Sinkkien painot ovat 10 - 20 kg. Sinkkien ollessa hyvässä kunnossa riittää niiden puhdistus harjaamalla, jotta saadaan irtonainen kuona tai mahdollinen kasvusto pois niiden päältä toiminnan tehostamiseksi.

Myös usein varustamot tilaavat sukellustarkastuksen hyvissä ajoin ennen telakointeja, jotta saadaan selvitettyä telakalle tilattavien sinkkien määrä ja koko.

### 5.3.3 Sähköisten katodien vaihdot

Aluksissa, joihin on asennettu sähköinen katodisuojausjärjestelmä, on laivan pohjaan asennettu useita katodilevyjä, joihin syötetään jatkuvasti pientä jännitettä ja sähkövirtaa (n. 4-5 A / <10 V). Tällä aikaansaadaan sama vaikutus kuin sinkkianodeillakin, mutta niitä ei tarvitse vaihtaa normaalisti niin usein kuin normaaleja sinkkejä. Välillä tulee kuitenkin tilanteita, jolloin ne eivät toimi kunnolla, ja silloin sukeltaja voi käydä vaihtamassa pohjaan uuden katodin vanhan tilalle. Tällöin tulee ottaa sähköt pois systeemistä ennen vaihtotyötä ja aina muutenkin, kun sukeltaja on vedessä.

### 5.3.4 Laitaventtiilien vaihdot

Laivan vedessä ollessa tulee välillä tilanteita, jolloin laitaventtiileiden vaihdot tulevat kysymykseen niiden vuotaessa. Tällöin sukeltajan tehtävä on mennä tilkitsemään rungon ulkopuolelta kyseessä oleva venttiili asettamalla aukon ympärille vesitiivis suojalaatikko, jossa on kumitiiviste ja magneetit sen paikallaan pysymisen varmistamiseksi. Sukeltaja odottaa laatikon vieressä niin pitkään, kunnes laivaväki on saanut irrotettua venttiiliä konehuoneen puolelta, jolloin hydrostaattinen paine painaa suojalaatikon tiiviisti kiinni aluksen runkoa vasten. Vaihtotyön jälkeen sukeltaja avaa suojalaatikon pohjassa olevan venttiilin, jolloin vesi pääsee laatikon sisään ja laatikko saadaan irrotettua rungosta, kun paine molemmilla puolilla laatikkoa on sama, ja huomataan onko asennus vesitiivis.

### 5.3.5 Antureiden vaihdot

Laivan pohjassa on useita antureita, joita joudutaan vaihtamaan niiden vikaantuessa, ja yleisimpiä ovat kaikuluotainten ja lokiantureiden vaihdot. Työt tulee valmistella hyvin ja tiivistyskohdat tulee puhdistaa ruosteesta ja muista eliöistä tiiviin asennuksen varmistamiseksi. Sukeltajan tulee olla valmiina uuden anturin kanssa, ennen kuin vanhaa anturia aletaan irrottaa laivan sisäpuolelta. Joissain aluksissa anturit ovat pienessä ja ahtaassa syvennyksessä anturin suojelemiseksi, jolloin asennus saattaa olla hankalaa ilman lisätyökaluja.

### 5.3.6 Ohjailupotkureiden huoltotyöt

Laivojen ohjailupotkurit sijaitsevat yleensä tunneleissa laivan keulassa sekä myös perässä ja ne on suojattu yleensä metallisella ristikolla jäiden ja muiden esineiden pääsyn estämiseksi potkuriin. Suojaristikot voivat olla hitsattu kiinni runkoon tai sitten ne on pultattu tai ristikossa on pulteilla kiinni oleva huoltoluukku. Sukeltaja joutuu usein irtottamaan ristikon joko polttoleikkaamalla tai muuten sinne pääsyn mahdollistamiseksi. Yleisin syy on potkuriin joutuneet laivan kiinnitysköydet, jotka sukeltaja poistaa potkurin ympäriltä. Köydet ovat usein tiukassa ja monta kierrosta kiertyneet akselin ympärille, joten sukeltaja voi käyttää niiden leikkaamiseen myös ilma- tai hydraulikäyttöä leikkuria. Kun kaikki köydet on saatu poistettua tunnelista, tarkastetaan, että öljyvuotoja ei ole ja potkuri pyörii herkästi sukeltajan sitä kädellä pyörittäessä. Köyttä on voinut tunkeutua myös akselisuojan sisään, ja on tärkeää saada nämä myös poistettua, etteivät ne pääsisi rikkomaan akselin tiivisteitä. Työn jälkeen sukeltaja videokuvaa potkurin ja kiinnittää suojaristikon uudelleen paikalleen. Kun sukeltaja on päässyt pinnalle, voidaan antaa lupa laivan henkilökunnalle koekäyttää potkuri.

Potkuri kulmavaihteineen voidaan tarvittaessa ja vaihtaa tai poistaa, jolloin tarvitaan enemmän aikaa taljojen kiinnityslenkkien hitsausta varten tai pienemmissä aluksissa vierelle apuvene, jossa on nosturi potkurin nostamiseksi. Kun potkuri napoineen on saatu nostettua tunnelista pois, kiinnittää sukeltaja suojalevyn paikalleen. Tämän tyyppisissä ahtaissa tiloissa korostuu sukeltajan kekseliäisyys ja aputyökalujen käyttö vaihtotyön helpottamiseksi. Myös aluksen rungosta alas laskettavia ”*aqua master*”-tyyppisiä ohjailupotkureita on käytössä hinaajissa ja erikoisaluksissa. Säätösiipisiin potkureihin voidaan vaihtaa myös yksittäisiä lapoja tarvittaessa sukeltajan asentamana.

### 5.3.7 Potkureiden lapojen hionnat ja leikkaukset

Laivan saadessa pohjakosketuksen saattaa potkuriin tulla osumajälkiä tai siihen sotkeutuneet köydet ja vaijerit aiheuttavat naarmuja ja lapojen vääntymistä niiden kärjissä. Myös talvella jäät aiheuttavat potkurivaurioita etenkin ”*ylieittokoneissa*”, joissa pyörimissuuntaa muutettaessa potkuri on hetken aikaa pysähdyksissä, ennen kuin se lähtee pyörimään toiseen suuntaan. Tällöin on vaarana se, että jäämassat pääsevät osumaan paikallaan olevaan potkuriin vauhdin ollessa eteenpäin ja taivuttavat lapaa tällöin taaksepäin. Tämän tyyppiset potkurivauriot ovat yleisiä Itämeren alueella talvi-

sin ja niihin tulee varautua ja välttää potkurin pysäyttämistä kokonaan, vaan antaa sen pyöriä koko ajan pienellä nopeudella ja odottaa, että laiva on pysähdyksissä, jolloin vaurioriski on pienempi.

Lapojen ollessa pahasti vaurioituneet ja niiden ollessa taipuneet ja mahdollisesti revennet voi sukeltaja leikata lapojen päistä vaurioituneet osat pois (crapping). Tällöin tulee huolehtia tarkasti siitä, että lavat ovat tasapainossa leikkauksen jälkeen. Tämän tyyppisissä operaatioissa on luokitustila yleensä mukana ja leikkausrajat mitataan sekä piirretään tarkkaan potkuriin. Yhden lavan ollessa pahasti vaurioitunut, jolloin se täristäisi ja rikkoisi akselitiivisteitä sekä laakereita ajettaessa sillä, tulee myös ehjältä lavasta leikata vastakkaiselta puolelta samankokoinen pala pois kuin vaurioituneesta lavasta. Näin laiva pystyy kulkemaan omilla koneilla esimerkiksi korjaustelakkaan ilman hinaamista ja ilman, että se rikkoisi merimatkan aikana laakereitaan. Tämän tyyppiset leikkaukset vaativat, että sukeltaja asentaa leikkauskiskon potkuriin, johon leikkuri tulee kiinni. Vapaalla kädellä tällaisia leikkauksia ei sukeltaja tee, vain lapojen kärkien epätasaisuuksien poisto ja pyöristys suoritetaan käsin ilman tukikiskoa. Viisilapaisen potkurin ollessa kyseessä tulee kaikista lavoista leikata samankokoinen osa pois lapojen kärjistä. Nikkeli-pronssiseospotkureissa tulee käyttää leikkaukseen erikoislaikkaa, joka ei leikattaessa ”puuroudu”.

Seuraavassa kuvassa on nelilapaisesta potkurista leikatut vaurioituneet kärjet potkurin tasapainottamiseksi.



Kuva 7. Vaurioituneen potkurin katkaistut lavat (Hydrex)

### 5.3.8 Taipuneiden lapojen oikaisut

Jos lapa on taipunut esimerkiksi jäiden vaikutuksesta, ja se on yleensä muuten eheän näköinen, voidaan se taivuttaa takaisin oikeaan asentoon siihen suunnitetuilla ”*henkseleillä*”, jotka asetetaan lavan ympärille ja vedätetään taipunut lapa suoraksi taljojen sekä tunkkien avulla (Aura ja Wasström). Lavat ovat yleensä taipuneet noin 90° kulmaan taaksepäin, joten vetopisteet taljoille saadaan tällöin hyvin rungosta. Lavan ollessa taipunut noin 45 ° oikaiseminen yleensä onnistuu, eikä lavan murtumista esiinny. Vedessä tehtävästä taivutuksesta (pending) käytetään termiä *kylmätaivutus*.



Alla olevassa kuvassa on esitetty yksi mahdollinen taivutusmenetelmä, jossa taivutus-satula on asetettu taipuneen lavan ympärille ja hydrauliset sylinterit pakottavat lavan oikeenemaan.



Kuva 8. Taipuneen lavan oikaisu (Hydrex)

Operaatio voidaan tehdä vedessä, tai jos alus saa siirrettyä pitkittäistä painopistettä keulaan päin esimerkiksi lastia siirtämällä tai polttoainesiirroilla niin, että taipunut lapa saadaan veden pinnan yläpuolelle, voidaan sitä lämmittää taivutuksen helpottamiseksi (lämmin taivutus). Konttilaivoissa lastin siirtäminen on yleensä helppoa kontteja siirtämällä maihin ja jättämällä keulassa sijaitsevat kontit paikoilleen. Jo muutaman asteen taipumat aiheuttavat tärinää laivassa, kun lavat eivät ole balanssissa ja yli 15°:n taipumat rikkovat pitkään ajettaessa jo tiivisteitä. Ennen oikaisua on selvitettävä, mitä materiaalia lavat ovat, jotta niitä osataan lämmittää (kaasuliekillä) oikeaan lämpötilaan noin 150 asteesta ylöspäin, lähemmäs 300:aa astetta ja lapa taivutetaan hieman ”yli”, kun se vetäytyy takaisin, kun veto otetaan pois päältä, jotta lapa saataisiin jäämään oikeaan asentoon (Aura ja Wasström). Jos potkurin pultit ovat venyneet, ne tulee päästää ennen lavan jälleenasennusta materiaalista riippuen noin 280 asteessa. Nikkeli-

pronssiseospotkureita on yleensä helpompi oikaista kuin teräspotkurin lapoja, joissa vaarana niissä on niiden murtuminen.

### 5.3.9 Potkurin ja peräsinakseleiden välysmittaukset

Potkuriakselit on yleisesti suojattu akselisuojalla, jossa voi olla kiinni hitsatut leikkurit siihen sotkeutuneiden narujen katkaisemiseksi. Akselisuojalla varustetun potkurin akselinvälyksiä ei tällöin pystytä yleensä mittaamaan, ellei niitä poisteta ennen mittausta. Laivoissa, jotka on rakennettu IWS-luokkaan, on erilliset mittauspisteet tällöin akselinvälyksen selvittämiseksi, ja silloin akselin sekä ylä- että alapuolella on suojapultti, jonka sukeltaja poistaa ennen mittalaitteen asettamista paikalleen ja mittaa välisarvon, jota verrataan aikaisempaan mittaukseen. Peräsinakseleiden kohdalla mittaaminen onnistuu yleensä helpommin ja sukeltaja pystyy erikoismitalla saamaan välykset mitattua joka suunnasta.

### 5.3.10 Pohjakaivojen tiivistykset

Aluksen elinkaarella tulee vastaan tilanteita, jolloin laivan tasapohjalla tai palteessa sijaitsevat pohjakaivot tulee saada tukittua aluksen ollessa vedessä. Tällöin sukeltajan tehtävänä on viedä kaivojen ympärille riittävän vahva ja tiivis kumi tai muovilevy, joka kiinnitetään esimerkiksi magneeteilla aluksen pohjaan. Levy voi olla itsessään kyllä luovaa materiaalia, joten se tiivistyy jo nosteensakin ansiosta pohjakaivojen ympärille. Tiivistykseen voidaan käyttää myös kumimattoja tai vahvaa muovipressua, jolloin sen pitää ulottua reilusti kaivon suojaristikon ulkopuolelle, ettei hydrostaattinen paine ime sitä kaivoon sisään. Kun tiivistysmateriaali on saatu asennettua paikoilleen, avataan konehuoneesta varovaisesti pohjaventtiiliä, jolloin havaitaan, onko asennus tiivis ennen pohjaventtiilin irrotusta. Ennen operaatiota tulee kaikki työvaiheet olla selvillä ja osat valmiina asennusta varten työn onnistumisen varmistamiseksi.

### 5.3.11 Vannasputken tiivisteiden vaihdot (stern tube)

Tilanteissa, joissa potkuriakselin tiivisteitä vaihdetaan konehuoneen puolelta (Cedervall), voi sukeltaja kietoa vesitiiviin solukumisen maton akselin ympärille, jolla varmistetaan, ettei vesi pääse tunkeutumaan sisään konehuoneeseen. Vaihdettaessa ulompaa tiivistettä vedestä käsin joudutaan asentamaan akselin ympärille vesitiivis ”*habitar*”, joka on isosta muovi-kumiseoksesta tehty vahva pussi, jonka reunat on tiiviisti

kiinnitetty aluksen runkoon ja sisälle on pumpattu ilmaa työtilan saamiseksi (Hydrex). Myös tehokkaita magneetteja voidaan käyttää hyväksi kiinnitykseen ja pussin noste kompensoidaan sen alapuolelle kiinnitetyillä painoilla tai se sidotaan runkoon kiinni riippuen aluksen rakenteesta. Myös kiinteämpiä rakennelmia on käytetty, joissa saadaan luotua samantyyppinen ”sukelluskello” ilmatila korjauskohteen ympärille. Alla olevassa kuvassa on esitetty, miten ”*habitarepussi*” on potkurin akselin ympärillä luoden vesitiiviin työskentely-ympäristön sukeltajalle.



Kuva 9. Habitarepussi potkurin akselin ympärillä (Hydrex)

Alla olevassa kuvassa on esitetty akselitiivisteiden vaihdon valmistelua akselisuojien poisoton jälkeen, ennen vesitiiviin ”habitarepussin” asennusta.



Kuva 10. Akselitiivisteiden vaihto (Hydrex)

### 5.3.12 Hitsaus ja polttoleikkaus

Yleisimpiä hitsaustöitä on laivassa, kun korjataan sen pohjakosketusvaurioita joko hitsaamalla repeytymä umpeen tai asettamalla repeytymäkohdan päälle uusi ”duplinkilevy”, joka hitsataan vaurion päälle. Jos joudutaan poistamaan vaurioitunut osa rungosta ja hitsaamaan uusi levy sen tilalle, käytetään termiä ”insertti”. Jos vauriokohta sijaitsee palteessa, on levyä tarvittaessa taivutettava pinnalla valmiiksi pohjanmuotoa vastaavaksi. Vain ohuita levyjä voidaan veden alla taivuttaa runkoon hitsattujen ruuvipuristimien kanssa paikoilleen, mutta silloin tulee kyseeseen vain 6-8 mm:n paksuiset levyt, joita luokka ei hyväksy kuin hätäkorjaukseksi ja antavat niille vain maksimissaan kahden kuukauden siirtymäajan, minkä jälkeen ne on korjattava. Muita hitsaustöitä ovat duplinkien hitsaus pienten reikien päälle, joita on voinut tulla painolastitankkien imupäiden kohdille kavitaation johdosta tai peilausputkien alle. Yleensä käytetään 12-14 mm paksuisia levyjä, joiden reunat pyöristetään ja ”seevataan”. Myös ”inserttejä” voidaan käyttää ja vaihtaa koko vaurioitunut pala uuteen, jos se on epäta-

sainen ja duplinkilevyä on vaikea hitsata kohteeseen. Luokka ei yleensä hyväksy vedenalaista hitsausta (LR/AWS-D3.6), mutta vettä vasten hitsaukset hyväksytään eli hitsaukset, joissa hitsaaja on rungon sisäpuolella hitsaamassa vaurioitunutta kohtaa, jonka sukeltaja on voinut tilkitä ulkopuolelta esimerkiksi vesitiiviillä laatikolla tai rätein. Vauriokohdan ollessa vaikeasti korjattava voidaan käyttää tapauskohtaisesti esimerkiksi ulkopuolelta tilkkimismateriaalina puukiiloja sekä rättejä, jotta saadaan vuoto pienemmäksi, minkä jälkeen sisäpuolelle hitsataan esimerkiksi ”laatikko” kaarien väliin. Sementtiäkin voidaan käyttää hätäpaikkausaineena, mutta se vaatii aina laatikon tai vastaavan korjauksen sen päälle. Alla olevasta kuvasta näkyy pohjakosketuksen saaneen aluksen rungon repeytymän tilkkiminen puukiiloilla ennen sisäpuolista korjausta hitsaamalla



Kuva 11. Vaurion tilkkiminen puukiiloilla (Rannikon sukelluspalvelu Oy)

Luokka sallii kylläkin vastaavanlaiset hitsauskorjaukset, mutta ne *eivät ole pysyviä* korjauksia, vaan niille luokka antaa tietyn aikarajan, koska ne täytyy vaihtaa kuivatelakassa. Tämä aikaväli on aina kaksi kuukautta väliaikaisissa korjauksissa (GL/condition of class), tai pidempi tapauskohtaisesti pienemmissä korjauksissa (GL/memorandum), tällä statuksella alus voi jatkaa liikennöintiä seuraavaan kuivatelakointiin asti, kun aikarajaa ei ole määritely (Liukkonen, 2013), mutta näin laiva pystyy jatkamaan liikennöintiä edellä mainitun sukeltajan tekemän korjaushitsauksen avulla eikä joudu ”off hire”-tilanteeseen ja kärsi näin taloudellisia menetyksiä. Ennen

repeytymän hitsausta voidaan repeytymän päihin porata reiät jännitysten poistamiseksi (Honkasalo 2012). Reikien poraaminen repeytyneen potkurinlavan päähän on yleistä ja estää repeytymän jatkumisen. Pohjakaivojen eteen voidaan hitsata suojarautoja ja ”flappiperäsimen” mekanismin rikkoutuessa voidaan joutua hitsamaan se kiinteäksi. Peräsimeen hitsataan tällöin molemmille puolille tukirautoja, jotka jäykistävät ”flapperäsinlehden” kiinteäksi osaksi varsinaista peräsintä. Peräsimen ollessa kiinteä korjauksen jälkeen ohjailtavuus ei ole niin hyvä kuin aiemmin ja kiinteänä se vaatisi lisää neliöpinta-alaa toimiakseen ohjailuominaisuuksiltaan samana.

Hitsauspuikkona vedessä voidaan hätätilanteessa käyttää tavallista hitsauspuikkoa, joka on suojattu esimerkiksi spraymaalilla, metallilakalla tai kastettu sulaan parafiiniin. Sähköteippikin soveltuu eristykseen, jos muuta ei ole saatavilla. Tavalliset hitauskoneetkin toimivat vedenalaisissa hitsaustöissä, mutta virtaa on lisättävä maalla tapahtuviin töihin verrattuna noin 10 % ja vedessä olevat kaapeliliitokset tulee eristää teipillä. Luokitustulos ei vaadi sukeltajalta hitsausluokkaa, vaan luokalle riittää, että sukellusyritys on luokan hyväksymä. Sukeltajan tulee pitää sekä maajohto että puikko itsensä etupuolella eikä jäädä itse sekundääriseen virtapiiriin väliin sähköiskujen välttämiseksi. Siksi veden alla tehtävissä hitsaustöissä käytetään tasavirtakoneita ja pientä jännitettä. Hitsattaessa vaurioituneita painolasti- tai polttoainetankkeja on hyvä pitää ne täytenä, eikä yritetä pumpata niitä tyhjiksi, koska silloin niihin muodostuu imua vedenpaineen muodossa ja hitsaus vaikeutuu hitsausliekin virtauksen ollessa tällöin tankkiin päin.

Vedessä suoritettavia hitsausluokkiakin on olemassa, mutta niitä ei esitellä tässä työssä, kun luokkakaan ei vaadi sukeltajalta niitä. Hitsaus vedessä voidaan tehdä myös ns. kuivana (dry) hitsauksena, jolloin luodaan veden alle ilmatila laatikoin tai käyttämällä edellä esitettyä habitarepussia. Muutoin puhutaan termein märkähitsauksesta (wet welding). Yksi hyödyllinen apu laivalle on hitsata aluksen keulaan ennen kuin keularanka muuttuu tasapohjaksi, köysileikkuri, joka leikkaa kalastajien verkot, jotteivat ne pääse kulkeutumaan akselitiivisteiden väliin aiheuttamaan turhia lisäkorjauksia.

Polttoleikkaustöissä käytetään veden alla yleensä polttopuikkoja, joiden läpi johdetaan happivirtaus. Positiivinen ja negatiivinen napa on kytkettävä päinvastoin kuin pinnan päällisissä polttoleikkaustöissä eli ”maa” on positiivinen (+) ja polttopuikko negatiivinen (-). Polttoleikattavia kohteita ovat laivassa esimerkiksi revenneiden palleköljen

poistot ja muiden poistettavien osien leikkaukset. Alumiinirunkoisten nopeiden HSC-aluksien polttoleikkaustöihin polttopuikko ei sovellu, vaan tällöin on käytettävä perinteistä katkaisulaikkaa.

### 5.3.13 Muut erikoistyöt

Muita erikoistöitä, joissa tarvitaan sukeltajan apua, ovat automaattisesti ohjautuvien stabilisaattorivakainten huoltotyöt, uponneiden alusten nostotyöt ja öljynpoistooperaatiot uponneiden alusten polttoainetankeista. Uponneiden tai karilla olevien alusten nostamista suunniteltaessa tulee niiden vakavuus selvittää ensiksi ja tukkia aluksen painolasti- ja lastitankkien huohotusreiät hitsaamalla niiden päälle levy, johon liitetään ilman syöttöä varten liitin ja venttiili. Kun kaikki mahdolliset reiät on tukittu, voidaan aloittaa ilman pumppaus painolastitankkeihin ja seurata aluksen keventymistä. Tällöin on hyvä, että aluksen molemmilla sivuilla on hinaajat valmiina kiinnitettynä, ja kun alus on tarpeeksi noussut, voidaan se hinata pois matalikon päältä. Pienten alusten ollessa kyseessä voidaan käyttää hyväksi nostosäkkejä, jotka sukeltaja asettelee aluksen molemmille puolille ja kiinnittää yhteen kölin alta kulkevilla vajjereilla. Kun nostosäkit ovat paikallaan, niihin pumpataan ilmaa, ja kun kansitaso on saatu kohoamaan vedenpinnan tasoon asti viedään aluksen sisään tehokkaat uppopumput, joilla vesi saadaan pumpattua pois sisätiloista.

Poistettaessa öljyä uponneista aluksista tulee lastitankkeihin porattaviin reikiin, joihin imuletkut kiinnitetään, johtaa myös höyryä öljyn viskositeetin pienentämiseksi, koska vedenlämpö on kesälläkin syvemällä vain muutaman asteen ja pumppaus vaatii siksi edellä kuvatun toimitavan.

## 6 YHTEENVETO

Vedessä tehtävät tarkastukset ja korjaukset lisääntyvät tulevaisuudessa alusten käytettävyyden ja vedenalaistekniikan kehittymisen seurauksena, ja nykyisin voidaan vedessä suorittaa jo erittäin vaativiakin töitä. Varustamon operatiivisten tarkastajien tehtävänä onkin nyt puntaroida eri vaihtoehtoja korjausten suhteen, tehdäänkö ne vedessä vai kuivatelakassa. Vaativimmat isoimmat työt on hyvä tehdä kuivatelakointien yhteydessä, mutta yllättävien, kesken rotaation tulevien vaurioiden korjaus vedessä sukeltajan tekemänä on mahdollista ja taloudellisesti kannattava vaihtoehto.

Olen painottanut rungon puhdistusosiossa edellä, kuinka paljon se tuo säästöä varustamolle polttoainesäästöinä, ja tämä onkin ehkä nykyisin se yleistyvä toimenpide, johon varustamot panostavat enemmän kuin aikaisemmin. Syyt tähän ovat kallistuneet polttoaineet, tuleva rikkidirektiivi ja tietous pohjan puhdistuksen hyödyistä.

Toivon, että tämä opinnäytetyö lisää hieman enemmän tietoutta laivahenkilökunnan ja varustamoiden tarkastajien keskuudessa ja synnyttää myös keskustelua rahtausosaston ja laivan päälliköiden välillä optimoiden merimatkoja niiden nopeuden suhteen. Myös kun laivalla tiedetään etukäteen sukeltajien tulevan alukselle töihin, osataan ennakoida heidän tarpeensa ja toimia turvallisemmin aluksella.



## LÄHTEET

Aalto-Partanen, Annika. Meribiologi, Puhelinhaastattelu 26.2.2013

Armadahull, www-sivut. Saatavissa [www.armadahull.com](http://www.armadahull.com) 2012

Aura, Toni. Johtaja, Intermarine. Haastattelu 16.10.2012

Collin, Juha. Satama- ja terminaalipäällikkö, Naantalin nestesatama. Puhelinhaastattelu 10.1.2013

Germanischer Lloyd. Sääntökirja, 2012

Honkasalo, Niko. 2012. Vedenalaiset korjaushitsaukset. Opinnäytetyö. Kotka: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

Hujanen, Jukka. Surveyor, Lloyds Register Finland. Puhelinhaastattelu 19.3.2013

Hydrex-verkkosivut. Saatavissa [www.hydrex.be](http://www.hydrex.be) 2012

Hyvönen, Ari. Terminaalipäällikkö, Nesteen Porvoon Satama. Puhelinhaastattelu 10.6.2012

Kettunen, Antti. Super Intendent. Neste Shipping. Puhelinhaastattelu 10.1.2013

Koskinen, Markku. Liikennejohtaja, Hamina-Kotka Satama. Puhelinhaastattelu 12.10.2012

Liukkonen, Seppo. Senior Surveyor, Germanischer Lloyd. Puhelinhaastattelu 16.10.2012 ja 11.1.2013

LR-sääntökirja, Lloyd`s Register, 2012

Mattson, Frej. Oy Maritime inspections Ab (ex DNV-tarkastaja)

Neste Oil. Energiatehokkuuskäsikirja 2013

Niskala, Matti. Johtaja, Lloyd's Register Finland. Haastattelu 28.3.2012

Normaali Oy, Lahti, Telakointimaalauskurssi 2012

Näsi, Matti. Päällikkö M/T Tempera, Neste Shipping. Haastattelu 27.11.2012

Office of Naval Research, USA.verkkosivut. Saatavissa [www.onr.navy.mil](http://www.onr.navy.mil) 2012

Pasanen, Tapani. Operatiivinen päällikkö, Hamina-Kotka Satama. Puhelinhaastattelu 12.10.2012

Rannikon sukelluspalvelu Oy

Rubert & CO, verkkosivut. Saatavissa [www.rubert.co.uk](http://www.rubert.co.uk) 2013

Seppänen, Jarno. Koulutus päällikkö, Luksia. Puhelinhaastattelu 11.1.2013

Trafi, Rungontarkastusohjeet

Tvärminen eläintieteellinen asema, verkkosivut. Saatavissa [www.itamerenportaa-li.fi](http://www.itamerenportaa-li.fi) 2012

Työministeriö, määräykset ja asetukset (647/1996)

Uski, Henrik. VTS-esimies, Helsinki VTS. Puhelinhaastattelu 10.10.2012

Vaittinen, Juhani. Biologi. Puhelinhaastattelu 25.2.2013

Wasström, Jari. Johtaja. Intermarine. Haastattelu 16.10.2012



Rannikon Sukelluspalvelu Oy  
Coastal Diving Service Ltd

## Quality and Safety Management

### Deck Procedures Underwater Survey - Checklist

Ship's name: \_\_\_\_\_

This permit is valid:

From: \_\_\_\_\_ local time      Date: \_\_\_\_\_  
To: \_\_\_\_\_ local time      Date: \_\_\_\_\_

Personnel carrying out \_\_\_\_\_ persons

Responsible person in attendance: \_\_\_\_\_

1. Has permission to conduct an underwater survey been obtained from the proper port authority ?	<input type="checkbox"/>
2. Has the deck officer on duty been instructed to hoist the 'A'-flag, or any other local signals ?	<input type="checkbox"/>
3. Has the arrival alongside of any barge or boat been postponed ? Is a deck watch arranged to warn off the arrival alongside of any unexpected boat or barge ?	<input type="checkbox"/>
4. Have the cargo operations been arranged in such a way that ballasting and/or deballasting will not be required during underwater operations ?	<input type="checkbox"/>
5. Have the following systems been discontinued: - boilers, no blow-down during survey - sewage plant on holding tank - steering gear, main power unit - seawater pumps - ballast system: main switches off, overboard valves in pump-room lashed in closed position - turning gear of main engine	<input type="checkbox"/>
6. Have warning signs been posted in following locations: - both messrooms - cargo control room (near ballast switchboard) - steering gear (power unit switch box) - engine room: control room, emergency manoeuvring stand - near gangway	<input type="checkbox"/>
7. Have following been discussed during pre-underwater operations meeting with the diving company: - vessel's bottom lay-out with inlets/outlets which remain in service - indication on bottom lay-out of inlet of fire pump which might be used in case of emergency - Communication between diving company and vessel: _____	<input type="checkbox"/>

Date: \_\_\_\_\_

Master / Chief Engineer: \_\_\_\_\_

Port: \_\_\_\_\_

Coastal Diving Service Ltd. \_\_\_\_\_



Rannikon Sukelluspalvelu Oy  
Coastal Diving Service Ltd

Date: 22-09-2010  
Ship: M/V SEA VESSEL  
Port: Helsinki, West Harbour  
Duty: In-Water Survey

#### PROPELLER SURVEY REPORT

At the request of Östensjö Rederi AS, the both main propeller of the vessel were surveyed visually and videorecorded, when the vessel was laying in Helsinki, West Harbour, on 22.9.2010 and the following facts were found:

- ✓ Qualified diver inspected the both propeller and he noticed following items.
- ✓ BB-side propeller: first blade seemed to be in good condition.
- ✓ Second blade leading edge have tracks abt. 10 cm length area which was turned appx. 5 mm to astern compare to normal line.
- ✓ Third blade leading edge seemed also damaged and have tracks abt. 25 cm length areas and turned 10 mm to astern and have also one cracks which was abt. 20 mm length (see video).
- ✓ Fourth blade leading edge have also abt. 15 mm length cracks and was turned to astern 5 – 10 mm.
- ✓ All securing bolts are tight and right position.
- ✓ Stern tube with cutters seemed to be in good condition without oil leakage.
- ✓ Rudder seemed to be in good condition and only top of the hatch gasget was become little bit out of right position.
- ✓ All Zink-anodes seemed to be in normal condition and were left abt 70 %.
- ✓ SB-side: SB propeller with stern tube and rudder seemed to be in normal condition.

Ship's draft 5,0m  
Visibility 0,6 m

COASTAL DIVING SERVICE LTD.

Jouni Pukki  
Diver



Kuutamodie 5  
FIN-06150 Porvoo  
FINLAND



tel +358 400 803926  
+358 400 751399



Germanischer Lloyd  
Trade reg. 637.443 VAT  
Y 1008900-2

info@sukelluspalvelu.fi  
www.sukelluspalvelu.fi

