

Ilkka Mattila

MUSEOALUS KEIHÄSSALMEN MÄÄRÄAIKAISTELAKOINTI

Merenkulkualan koulutusohjelma

Insinööri

2019

MUSEOALUS KEIHÄSSALMEN MÄÄRÄAIKAISTELAKOINTI

Mattila, Ilkka
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Merenkulkualan koulutusohjelma, insinööri
Joulukuu 2019
Sivumäärä: 33
Liitteitä: 0

Asiasanat: telakointi, museolaivat, pintakäsittely, korroosio

Tässä opinnäytetyössä tavoitteena oli tuottaa museoidun miinalaiva Keihässalmen telakoinnista kattava dokumentaatio työn toimeksiantajalle sekä suorittaa laaja tutustuminen aluksen telakointiprojektiin itsessään. Työssä tarkasteltiin museoaluksen telakointia sen tosiasiallisessa aikajärjestyksessä vierailien telakalla eri työvaiheiden aikana ja osallistuen työskentelyyn opiskelun ohella.

Työssä paneuduttiin myös aluskohtaisiin ominaisuuksiin jotka koskevat erityisesti museoitua alusta ja jätettiin pois luokitusta ja aktiivimerenkulkua koskevat vaatimukset ja määräykset. Tarkastelun kohteena olevan aluksen telakointi ja huoltoperiodi on myös huomattavasti aktiivikäytön aluksien vastaavia pidempi, jolloin työn laatuun ja laajuuteen on keskitettävä enemmän huomiota. Suoritettu telakkajakso on osa Keihässalmen kunnossapitoa ja perustuu suunnitelmaan käytöstä poistetun aluksen elinkaaren pidentämisestä määräämättömäksi ajaksi, kuitenkin ilman miehitystä ja käyttöä.

MUSEUM SHIP KEIHÄSSALMI'S INTERVAL DRY-DOCKING

Mattila, Ilkka
Satakunta University of Applied Sciences
Degree Programme in maritime engineering
December 2019
Number of pages: 33
Appendices: 0

Keywords: docking, museum ships, surface treatment, corrosion

The aim of this thesis was to produce comprehensive documentation of the docking of the museum minelayer Keihässalmi to the client and conduct extensive research of processing of ship's docking project. The work reviewed the docking of a museum ship in its actual chronological order by visiting the shipyard during the various moments of work, and participating in support work while studying part-time.

The work also focused on vessel-specific properties, particularly for the museum vessel, and leave out the requirements and regulations for classification and active navigation use. The docking and maintenance period of this museum vessel is also significantly longer than that of active use vessels, which means that more attention must be focus to the quality and scope of work. The completed docking period is part of the maintenance of Keihässalmi and is based on a plan to extend the lifetime of the decommissioned vessel for an indefinite period, but without manning and using.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	TUTKIMUS JA PROJEKTIN KULKU.....	6
2.1	Toimeksiantaja ja telakka	6
2.2	Alus, miinalaiva Keihässalmi	6
2.3	Lähestymistapa	8
2.4	Projektin kulku.....	8
2.5	Projektin erityispiirteet.....	9
2.6	Telakoinnin esivalmistelut	9
3	TELAKOINTI.....	11
3.1	Pukitus telakka-altaaseen ja suojaukset	11
3.2	Suihkupuhdistus	13
3.2.1	Suihkupuhdistuksen määritelmät	13
3.2.2	Keihässalmen kuonapuhallus	15
3.3	Telakkatyöt	17
3.3.1	Runkolevyjen paksuusmittaus	17
3.3.2	Metallityöt	18
3.3.3	Asbestityöt	18
3.4	Pintakäsittely	20
3.4.1	Maalit	20
3.4.2	Maalausolosuhteet	21
3.5	Anodit	22
3.6	Tankit	24
4	KORROOSIO.....	25
4.1	Syöpyminen eli korroosio	25
4.1.1	Kemiallinen korroosio	25
4.1.2	Sähkökemiallinen korroosio.....	25
4.2	Sähkökemiallinen korroosionesto	27
4.2.1	Katodinen suojaus	27
4.2.2	Anodinen suojaus	28
4.3	Miinalaiva Keihässalmen korroosio	29
5	PÄÄTÖS	31
	LÄHTEET.....	32

1 JOHDANTO

Laivojen elinkaaret ovat suhteellisen pitkiä ja liikennöinti tarkkaan säädeltyä. Koko aluksen olemassaoloa rytmittävät telakoinnit joissa sekä huolletaan ja korjataan aluksen runkoa että teknisiä laitteita ja pintoja. Telakointivälit puolestaan määrittyvät useimmiten luokituslaitosten ja muiden merenkulun viranomaisten vaatimuksesta. Tässä opinnäytetyössä ei kuitenkaan perehdytä viranomaisten tai luokituslaitosten säädöksiin, sillä kyseinen alus on museoitu eikä sitä enää käytetä liikenteeseen.

Tämän opinnäytteen tavoitteena on kuvailla lukijalle laivan kuivatelakointi projektikonaisuutena sekä kiinnittää huomiota vanhan aluksen säilymisen eteen tehtävään työhön. Työn keskiössä on merikeskus Forum Marinumin hallinnassa oleva miinalaiva Keihässalmi. Alus on rakennettu vuonna 1957 Helsingissä ja se on museoitu vuonna 1994. Aluksen iän sekä museoesine statuksen huomioon ottaen työssä keskitytään myös aluksen laadukkaaseen pintakäsittelyyn ja korroosionsuojaukseen.

Varsinainen telakointi tapahtui 8.4.-30.4.2019 Luonnonmaalla, Turun korjaustelakalla. Koska alus on ollut museoituna jo vuodesta 1994, pääosa sen tekniikasta ei enää ole käyttökuntoista ja muun muassa aluksen laitaventtiilit on sokeoitu jo edellisessä telakoinnissa vuotoriskien vähentämiseksi. Keihässalmen hinauksen telakalle suoritti Merivoimat merikeskus Forum Marinumin tukipyynnön johdosta.

2 TUTKIMUS JA PROJEKTIN KULKU

2.1 Toimeksiantaja ja telakka

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii merikeskus Forum Marinum -säätiö, jossa olen työskennellyt osa-aikaisesti koko opiskelujeni ajan sekä nyt opinnäytetyöprojektin aikana. Merikeskus Forum Marinum, jäljempänä Forum Marinum, on merenkulun valtakunnallinen erikoismuseo sekä merivoimien museo. Merikeskuksen toimintaa hallinnoi vuonna 1998 perustettu Forum Marinum -säätiö, joka on onnistunut luomaan Turkuun monipuolisen tapahtumakeskuksen merelliselle kulttuuritoiminnalle. Forum Marinumin kokoelmiin kuuluu kaiken kaikkiaan yli 100 erilaista venettä ja laivaa, joista suurimmat makaavat Aurajoessa Turussa. Suurempien museoalusten määräaikaistelakoinnit ovat merkittävä osa laivojen ylläpitoa kustannuksineen sekä työmäärineen. Lisäksi Forum Marinumin hallinnassa on yhdeksän kotimaanliikenteeseen katsastettua ja kulkukannalla ylläpidettävää museoalusta, jotka tulee telakoida käytöstä poistettuja museoaluksia useammin, viranomaisen määrittämin välein. Näin ollen Forum Marinumilla on alusten tallentamisen lisäksi tarve dokumentoida alusten käyttökulttuuria, sekä huoltoon liittyviä teknisiä toimenpiteitä huollon ja kunnossapidon tueksi. (Holmborg henkilökohtainen tiedonanto 28.11.2018)

Museoitujen alusten määräaikaistelakoinnit on pääasiassa tehty joko omalle pihalle nostettuna omana työnä, tai siirtämällä alus Naantaliin, Turun Korjaustelakalle telakoitavaksi. Forum Marinumin omana työnä tehtävät telakoinnit toki rajoittuvat pienempiin aluksiin. Turun Korjaustelakka vuonna 1989 perustettu ympärivuoden toimiva alusten korjauksiin keskittynyt telakka joka toimii osana BLRT -konsernia. Telakka toimii Naantalin Luonnonmaalla. (Turun korjaustelakan www-sivut 2019.)

2.2 Alus, miinalaiva Keihässalmi

Telakoitava alus edustaa toisen maailmansodan jälkeen rakennettua puolustusvoimien aluskantaa. Aluksen suunnittelu perustui Ruotsinsalmi-luokasta saatuihin

kokemuksiin ja Keihässalmesta tehtiin hieman esikuvaansa suurempi, nopeampi ja vahvempi. (Auvinen, Laurell & Säteri 1980, 114-115)

Keihässalmi on tyypiltään miinanlaskija ja miinanraivaaja mutta se palveli myös koululaivana sekä useiden asejärjestelmien kokeilualustana. Keihässalmen asejärjestelmää päivitettiin 1975 ja alus peruskorjattiin vuosina 1980-1981, jolloin siihen lisättiin painolastia ja miinakannen etuosat katettiin. Näin aluksen merikelpoisuutta saatiin parannettua. Taulukosta 1 näemme aluksen teknisiä tietoja peruskorjauksen jälkeen. (Forum Marinumin www-sivut 2019.)

Kuva 1. Miinalaiva Keihässalmi museoituna. (Forum Marinumin www-sivut 2019)



Taulukko 1. Miinalaiva Keihässalmen teknisiä tietoja (Forum Marinumin www-sivut 2019.)

Rakennusvuosi	1957
Pituus	56 m
Leveys	7,7 m
Syväys	2,2 m
Uppouma	360 t
Koneisto	2 x 1065 hv Wärtsilä 814TK
Nopeus	15 s
Miehistö	60 henkilöä: 3 upseeria, 12 toimiupseeria ja 45 varusmiestä

2.3 Lähestymistapa

Työn lähestymistapana oli lähinnä tapaustutkimus, jossa perehdyin keväällä 2019 suoritettuun miinalaiva Keihässalmen telakointiin prosessina ja aluksen elinkaaren osana. Tarkoitukseni oli tuottaa yksityiskohtaista tietoa nykyajassa tapahtuvasta prosessista sen realistisessa ympäristössä. Tapaustutkimuksessa kyse on perehtymisestä tapaukseen, kuinka se tapahtuu ja kuinka se on mahdollista, sekä pyrkimys laajaan selvitykseen suppeasta aiheesta. Tapaustutkimuksella voidaan hakea vastausta kysymyksiin ”miten?” ja ”miksi?”. Tyypillistä tapaustutkimukselle on monenlaisten tutkimusmenetelmien käyttö. Tämän opinnäytetyön menetelmänä käytin pääasiassa laadullista tutkimusta joka usein liitetäänkin tapaustutkimukseen. Aineiston keruu tapahtui pääosin luonnollisissa tilanteissa havainnoiden, kirjallisia aineistoja analysoiden, sekä muutamia henkilöhaastatteluja toteuttaen.

(Ojasalo, Moilanen & Ritalahti 2014, 52-53)

Tavoitteenani oli tuottaa dokumentaatio telakointiprojektista ja selvittää korroosionsuojauksen menetelmiä sekä korroosiota ilmiönä. Tutkimusmateriaaliin sisällytän kuvallista dokumentaatiota sekä vertailua aluksen aikaisempiin telakointeihin. Esittelen suoritettujen telakointien toimintatapoja, perehdyn työn laadulliseen määrittelyyn sekä työn valvontaan.

2.4 Projektin kulku

Seuratessani telakointiprojektia alusta loppuun, sain hyvän käsityksen siitä kokonaisuudesta, mitä aluksen huoltotelakointi kokonaisuudessaan on. Telakointiprojekti alkaa luonnollisesti tarpeen toteamisella sekä tarjouspyynnöllä ja/tai kilpailutuksella. Ennen tarjouspyyntöä on kuitenkin karkeasti määriteltävä telakkatöiden laajuus ja määriteltävä telakalta tilattavan työn laatu. Itse telakkajakso on aluksella työskentelevälle henkilökunnalle intensiivinen, koska telakalla työtä tehdään monesti useassa vuorossa, eivätkä huoltotelakointiajat nykyään ole kovin pitkiä. Suurin syy tähän on lähes poikkeuksetta kustannustekijä.

2.5 Projektin erityispiirteet

Koska alus on nykyisin museoitu ja suunnitellun elinkaarensa jo ylittänyt, sen huolenpidon painotusalueet poikkeavat uudemmissa aktiivikäytön aluksista. Museoesineen, niin pienemmän yksittäisen esineen kuin laivankin, halutaan säilyvän mahdollisimman pitkään, jollei jopa ikuisesti. Museoalus poikkeaa ominaisuuksiltaan huomattavasti pienistä museoesineistä. Siinä missä esineistöä voidaan säilyttää valaistukseltaan, lämpötilaltaan ja kosteudeltaan hallituissa oloissa, ei vedessä kelluvan laivan olosuhteisiin juurikaan voida vaikuttaa.

Koska tämän projektin kohteena oleva museoalus Keihässalmi säilytetään kelluvana Turun Aurajoessa, on sen huollossa kuitenkin otettava huomioon vastaavat kunnossapidolliset haasteet, kuin aktiivikäytössä olevien alusten. Museon hartioille jäävä työ yksittäisen aluksen museoinnin yhteydessä on sovittava yhteen museoammatillinen esinekonservointi laivanrakennusteknisen osaamisen kanssa, milloin tuloksena tulisi olla yhteisymmärrys aluksen säilytyksen ja kunnossapidon kompromisseista. (Tikka 2011)

Keihässalmen kohdalla museointipäätös ja siitä seuraava museotelakointi on suoritettu 1990 -luvulla. Näin ollen Keihässalmen ylläpidossa on yhteisymmärrys museaalisen arvon säilyttämisen ja kunnossapidollisen teknisen ammattitaidon välillä syntynyt jo aikaa sitten.

2.6 Telakoinnin esivalmistelut

Telakoinnin esivalmisteluun kuuluu luonnollisesti telakoinnin suunnittelu, joka useimmiten merkitsee telakkatyölistan ja telakointisuunnitelman koostamista. Tavasta tai suunnitelman nimestä huolimatta olennaista on listata tehtävät työt ja töihin vaadittavat aika sekä mahdolliset tarvikkeet ja varaosat. Myös kustannukset on tärkeää arvioida etukäteen, että pystytään arvioimaan ja priorisoimaan tehtäviä töitä.

Miinalaiva Keihässalmen tapauksessa telakoinnin yhteydessä tehtävät työt määriteltiin karkeasti niin, että telakalla tehdään työt joita ei ole järkevästi mahdollista suorittaa aluksen ollessa kiinnitettynä Aurajoessa. Miinalaiva Keihässalmen telakointisuunnitelma on jaoteltu osa-alueisiin joita ovat muun muassa aluksen rungon työt, sähkötyöt, koneiston työt, apulaitteiston työt sekä muut työt. Lisäksi työsuunnittelussa arvioidaan työvaiheiden toteuttamisjärjestystä turhien päällekkäisyyksien ehkäisemiseksi.

Kuva 2. Museoidut tykkivene Karjala ja ulompana miinalaiva Keihässalmi Aurajoessa. (Ilkka Mattila 2019)



3 TELAKOINTI

3.1 Pukitus telakka-altaaseen ja suojaukset

Keihässalmi siirrettiin telakan laiturista altaaseen hinaajan avustuksella 8.4.2019. Pukitus oli tehty telakalla edellisen viikon aikana aiemmin toimitetun telakointipiirustuksen mukaisesti. Telakka-allas tyhjennettiin saman päivän aikana ja iltapäivällä Keihässalmi lepäsi pukkien varassa. Pukitus tarkistettiin silmämääräisesti vedenpinnan ollessa vielä aluksen köliin asti. Koska suuri osa aluksen teknisistä järjestelmistä mukaan lukien paloputkisto ovat poistettu käytöstä, alukselle toimitettiin paineistettu vesilinja telakan vedensyötöstä, sekä kaksi 50 metrin paloletkua keulakannelle. Lisäksi alukselle tuotiin 2 kpl jauhesammuttimia, sekä niin kutsuttu sammutuskranaatti.

Aluksella suoritettiin telakalle saapuessa ja ennen altaan tyhjennystä myös huomattava määrä suojaustöitä. Muun muassa aluksen valaisimia, nimikyltit, valonheittimet ja aseistuksen osia irrotettiin telakoinnin ajaksi ja kunnostettiin erillisenä työnä Forum Marinummin toimesta. Lisäksi aluksen miinakannen syvyyspommien pudotinlaitteistot ja -telineet sekä tarvikelaatikot keulakannelta siirrettiin pois alukselta kunnostuksen ajaksi. Muun muassa aluksen ankkuripeli ja puurakenteiset ovet suojattiin ulkopuolelta pesulta, puhdistukselta sekä maalaukselta. Aluksella on myös huomattava määrä pronssista tai messingistä valmistettuja herkästi vaurioituvia valoventtiilin kehyksiä, kansivaloja, heloja sekä tekstikylttejä, joiden irrottaminen ei tullut kyseeseen, joten niiden suojaus oli suoritettava huolellisesti aiheettoman lisätyön ehkäisemiseksi.

Kuva 3. Suojaustöitä ennen telakointia.(Ilkka Mattila 2019)



Altaan ollessa tyhjä aluksen pukitus tarkastettiin telakka-altaan pohjalla. Tarkastuksessa selvisi, että pukitus ei tue alusta keskilaivan keskilinjan kohdalla. Aluksen kölilinja ei aiempien telakointien kokemuksiin perustuen ole horisontaalisesti täysin suora, joten perän ja keulan pukitus kannatteli aluksen kölilinjaa. Sivutuet kuitenkin kannattelivat alusta keskilaivan kohdalta, joten pukitus hyväksyttiin. Aluksen rungon vesipesu 500 bar paineella alkoi pukituksen hyväksynnän jälkeen.

Kuva 4. Keskilaivan pukitus. (Pekka Mattila, Forum Marinum 2019)



3.2 Suihkupuhdistus

Suihkupuhdistuksella, jota jäljempänä kutsun myös puhallukseksi, tarkoitetaan mekaanista puhdistusmenetelmää, jolla voidaan poistaa metallinpinnasta valssihilse ja ruoste. Se perustuu raemateriaalin suihkutukseen puhdistettavalle pinnalle paineilmaa, painevettä tai sinkopyörää käyttäen. Suihkupuhdistuksesta usein käytettävä nimitys on puhallus tai hiekkapuhallus, vaikka työhön ei varsinaisesti hiekkaa käytettäisikään. (Teknos Oy 2013, 18)

3.2.1 Suihkupuhdistuksen määritelmät

Suihkupuhdistuksen määrittely perustuu ISO -standardiin. Mekaanisia ruosteenpoistomenetelmiä käsittelee ISO 8504, lisäksi SFS-ISO 8501-1 -standardissa määritellään puhdistuksen esikäsittelyasteet kuvaamalla puhdistettua pintaa sanallisesti ja kuvallisesti. Suihkupuhdistus merkitään kirjaimilla ”Sa”, ja puhdistuksen eri asteet ovat Sa 1, Sa 2, Sa 2 ½, Sa 3 ja SaS. (Tikkurila Oy 2019)

Taulukko 2. Suihkupuhdistuksen esikäsittelyasteet SFS-ISO 8501-1 -standardin mukaan. (Tikkurila Oy 2019)

Sa 1	<p>Kevyt suihkupuhdistus</p> <p>Paljain silmin tarkasteltaessa ei pinnalla saa olla näkyvää öljyä, rasvaa, likaa eikä heikosti kiinni olevaa valssihilsettä, ruostetta, maalia tai vieraita aineita.</p>
Sa 2	<p>Huolellinen suihkupuhdistus</p> <p>Paljain silmin tarkasteltaessa ei pinnalla saa olla näkyvää öljyä, rasvaa tai likaa ja vain vähän valssihilsettä, ruostetta, maalia tai vieraita aineita. Pinnalle jäävien epäpuhtauksien tulee olla hyvin kiinni alustassa.</p>
Sa 2 ½	<p>Hyvin huolellinen suihkupuhdistus</p> <p>Paljain silmin tarkasteltaessa ei pinnalla saa olla näkyvää öljyä, rasvaa tai likaa eikä valssihilsettä, ruostetta, maalia tai vieraita aineita. Pinnalle jäävät epäpuhtaudet näkyvät korkeintaan heikkoina värjäytyminä, laikkumaisina tai juovamaisina varjostumina.</p>
Sa 3	<p>Suihkupuhdistus metallinpuhtaaksi</p> <p>Paljain silmin tarkasteltaessa ei pinnalla saa olla näkyvää öljyä, rasvaa tai likaa eikä valssihilsettä, ruostetta, maalia tai vieraita aineita. Pinnalla on oltava yhtenäinen metallin väri.</p>
Sa S	<p>Pyyhkäisysuihkupuhdistus</p> <p>Pyyhkäisysuihkupuhdistusta käytetään sinkittyjen ja alumiinipintojen puhdistukseen, vanhojen ehjien maalipintojen karhennukseen sekä irtoilevan maalin poistoon korjausmaalauksissa. Valmiin pinnan tulee olla tasaisen himmeä ja karhea, mutta pinnoitteen ehjä.</p>

Kuva 5. Esimerkki suihkupuhdistuksen tasosta Sa 2 ½, puhdistettu alue Keihässalmen pohjassa keulassa. (Pekka Mattila, Forum Marinum 2019)



3.2.2 Keihässalmen kuonapuhallus

Miinalaiva Keihässalmen telakoinnissa aluksen runko vedenalaisilta osiltaan pestiin aluksi vedellä 500 baarin paineella, jonka jälkeen määriteltiin suihkupuhdistustyön laajuus ja laatu. Keihässalmen suihkupuhdistustyö määriteltiin seuraavasti: kauttaaltaan sviippaus eli pyyhkäisysuihkupuhdistus raskaasti ja selvät pintakäsittelyn vauriokohdat Sa 2 1/2:lla, joka tarkoittaa hyvin huolellista suihkupuhdistuksen tasoa. Turun korjaustelakalla suihkupuhdistukseen käytettiin kuonaa, joka on metallituotannon sekä voimalaitosten sivutuotteena syntyvää suihkupuhdistukseen sopivaa materiaalia. Koko aluksen käsittelyn jälkeen voitiin todeta aluksen pintojen olevan hyvässä kunnossa. Ainoastaan 5-10 % aluksen kokonaispinta-alasta jouduttiin puhdistamaan Sa 2 ½ -tasoon asti. (Tikkurila Oy, 7, 16; Ojavalli henkilökohtainen tiedonanto 24.4.2019)

Telakassa suoritettu suihkupuhdistus oli laajuudeltaan iso työ, alus puhdistettiin kölin alta maston toppiin asti. Keihässalmen edellisissä telakoinneissa vuosina 1999 ja 2009 ei alusta ollut puhallettu samalla laajuudella ja näin ollen oli ajankohtaista puhdistaa alus kokonaan kaikkia kansirakenteitaan myöten. Kansirakenteisiin ulottuvalla puhallustyöllä saatiin paremmin selville aluksen kansirakenteiden kunto maalipinnan alla olevien vaurioiden osalta.

Kuva 6. Korroosiovaurio kansirakenteessa suihkupuhdistuksen jälkeen. (Ilkka Mattila 2019)



3.3 Telakkatyöt

3.3.1 Runkolevyjen paksuusmittaus

Keihässalmen vedenalaisen rungon tarkastukseen käytettiin ultraääni - paksuusmittaria. Sen avulla on mahdollista mitata teräslevyn paksuus vain levyn toiselta pinnalta, joka tässä tapauksessa oli ulkopuolinen aluksen pohja. Keihässalmeen on aiemmissa telakoinneissa vaihdettu osa pohjan levyistä, jonka seurauksena pohjalevyjen paksuudessa ja silmämääräisesti havaittavassa kunnossa on merkittäviä eroja. Työ suoritettiin merikeskus Forum Marinumin omana työnä ja mittalaitteet olivat malliltaan Karl Deutsch Echometer 1073 ja Sauter TD 225-0.1US.

Kuva 7. Aiemmassa telakoinnissa uusitun ja alkuperäisen pohjalevyn silmin havaittava ero syöpyneisyydessä pintakäsittelyn jälkeen. (Ilkka Mattila 2019)



3.3.2 Metallityöt

Opinnäytetyöprojektin kohteena olleen telakoinnin aikana Keihässalmeen ei jouduttu vaihtamaan yhtään pohjalevyä syöpymien vuoksi. Aluksen kansirakenteissa sen sijaan oli useita korroosiovaurioita, joita korjattiin tapauskohtaisin menetelmin. Koska alusta ei enää merenkulkukatsasteta, on aluksen hoidossa ja ylläpidossa painotettu museoasiakkaiden turvallisuuden ylläpitoa ja kehittämistä, sekä ennen muuta aluksen säilymistä museointiajankohtaa vastaavassa kunnossa. Osittain edellä mainituista syistä johtuen aluksen kaikkia korroosiovaurioita ei korjata kokonaisvaltaisesti vaihtamalla teräslevyä vaan otetaan huomioon vauriopaikka, sen ympäristö ja korjaustyön vaativuus ja työkustannukset sekä -turvallisuus.

Nyt suoritettuna telakointijakson aikana aluksen miinakannelta löytyi muun muassa syöpyneitä reikiä aluksen konehuoneeseen, mitkä oli luonnollisesti korjattavaa metallityötä. Miinakannen syöpymät korjattiin hitsaamalla Forum Marinumina omaa työtä. Lisäksi kansirakenteista ja varustuksen telineistä korjaushitsattiin telakan aikana noin kolmekymmentä syöpymää, sauman repeytymää tai muuta metallin vauriota.

Aluksen ohjaamon seinässä, valmistajatelakan messinkikyltin alla, oli havaittavissa merkittävää levyn yleissyöpymää, joka oli pinta-alaltaan kuitenkin vain noin 0,1 m². Syöpymä oli ohentanut levyä arviolta kolmesta neljään millimetriä, minkä johdosta ei levyn vaihtamiselle nähty pakottavaa tarvetta. Sa 2 ½ -tasoon puhdistuksen jälkeen syöpymä tasoitettiin nestemäisellä metallilla, joka on kemiallinen tuote pieniin metallikorjauksiin. Vastaavaa menetelmää käytettiin Keihässalmella niissä tapauksissa, jolloin levyn vaihtaminen kokonaan olisi aiheuttanut kohtuuttoman työmäärän esimerkiksi eristysten vuoksi. (Würth Oy www-sivut 2019)

3.3.3 Asbestityöt

Keihässalmen rakentamisajankohtana 1950 -luvun lopulla asbestin runsas käyttö eristeenä ja rakennusmateriaalina oli vasta alussa. Koska materiaali oli edukasta ja sillä oli hyvät tekniset ominaisuudet, sitä käytettiin laivoillakin paloeristeenä. Asbesti

suojasi kipinöiltä, kuumalta, kylmältä ja kemikaaleilta. Rakenteeltaan käytetty asbesti saattoi olla levyä, massaa tai kangasta. (Työterveyslaitoksen www-sivut 2019)

Miinalaiva Keihässalmella kansirakenteiden tilat on eristetty asbestimassalla joka on verhoiltu osastosta riippuen säkkikankaalla tai krysotiili- eli asbestisementtikuitulevyllä. Koska koko aluksen saattaminen asbestivapaaksi ei ole tarkoituksenmukaista eikä aluksella työskennellä vakinaisesti, on eristeet suojattu kapselointi-periaatteella. Sen tarkoituksena on aluksen eristeiden sulkeminen suojaavien pintojen alle käyttäen liimamassoja ja maaleja pintakäsittelyssä. Työtä oli aluksella suorittamassa asbestipurkutyöhön pätevä henkilö yksityisestä yrityksestä, jolta myös asbestikartoitus alukselle oli tilattu. Koska asbestityön tiedettiin rajoittavan samanaikaisesti tapahtuvaa muuta aluksella työskentelyä, ajoitettiin asbestityö ajanjaksolle ennen telakointia. Eristeiden kapselointityön jälkeen tehtäväksi jäi sisustusmaalaukset aluksen alkuperäisten sävyjen mukaan.

Kuva 8. Asbestieristeiden vauriokohtien kapselointi liimamassalla. (Pekka Mattila, Forum Marinum 2019)



3.4 Pintakäsittely

Keihässalmen rungon pintakäsittelyssä tavoiteltiin luonnollisesti mahdollisimman hyvää ja suojaavaa pintaa teräsrungon päälle. Maalin tehtävänä aluksessa on suojata terästä korroosiolta, vedenalaisissa osissa myös kasvustolta sekä antaa alukselle haluttu ulkonäkö. Käytettävien maalien valinta perustui laajasti käytössä oleviin laiva- ja teollisuusmaaleihin jotka soveltuvat myös museoaluksen pintakäsittelyyn.

Aluksen vedenalainen runko oli ikäisekseen hyvässä kunnossa, joka kertoi myös kymmenen vuoden takaisen pintakäsittelyn onnistumisesta. Vesipesun ja suihkupuhdistuksen jälkeen maalausta suoritettiin eri osille alusta hieman eri tavoin. Runгон vedenalaiselle osalle maalaustyön vaatimukset ovat luonnollisesti korkeammat, kuin muille aluksen pinnoille.

3.4.1 Maalit

Vedenalaisen rungon osalta teräspinnalle asti puhallettu pinta paikkamaalattiin Hempadur multistrength GF35870 paksukalvoepoksipohjamaalilla. Vesirajan yläpuolisiin osiin puolestaan käytettiin vauriokohtien paikkamaalaukseen Intershield 300 -alumiini pigmentoitua epoksimaalia, jonka jälkeen pohjamaalina Hempadur Quattro 17634 yleispohjamaalia. Tartuntamaalina koko aluksessa käytettiin kaksikomponenttista Hempadur 47182 -epoksimaalia. (Oy Hempel Ab:n [www-sivut](http://www.hempel.com) 2019)

Pintamaaleina Keihässalmella käytettiin kansirakenteissa ja rungon vesirajan yläpuolisissa osissa yksikomponenttista Hempatex Hi Build akryylimaalia ja vedenalaisissa osissa Hempel's Antifouling Globic 9000 78950 – kiinnittymisenestomaalia. (Oy Hempel Ab [www-sivut](http://www.hempel.com) 2019)

Käytetyt maalit ovat kaikki pääasiallisesti teollisuus- tai laivakäyttöön tarkoitettuja pinnoitteita ja useimmat kaksikomponenttisia. Kaikki maalit ovat tarkoitettuja ainoastaan ammattikäyttöön ja ovat pääasiassa Hempelin tuotteita. Maalin toimittajaan on Forum Marinumissa päädytty pitkän tuotetukitoiminnan johdosta. Oy Hempel Ab

on maailman johtava pinnoitteita valmistava yritys jonka ydinalueita ovat rakennusmaalit, teollisuuspinnoitteet, laivamaalit, konttimaalit ja venemaalit. (Oy Hempel Ab www-sivut 2019)

Kuva 9. Eri maalipintoja näkyvässä maalaustyön yhteydessä. Keltainen pinta on tartuntamaali Hempadur 47182. Mustat paikkamaalaukset ovat Hempadur Multistrength GF35879. (Pekka Mattila, Forum Marinum 2019)



3.4.2 Maalausolosuhteet

Keihässalmen telakoinnin aikana pintakäsittelyn olosuhteita valvottiin Forum Marinumin toimesta. Mittalaitteena käytettiin Elcometer 319/2 lämpötila/kosteusmittaria joka mittaa ilman suhteellista kosteutta, ilman lämpötilaa, pinnan lämpötilaa, kastepistettä sekä pinnan ja kastepisteen lämpötilaeroa. Ideaalisissa maalausolosuhteissa käsiteltävän pinnan lämpötilan on oltava yli kolme astetta kastepisteen yläpuolella, milloin kosteuden kondensoituminen pinnalle ei aiheuta maalin tartutaa ongelmia.

Tarkkaan määritellyillä maalausolosuhteilla ja maalauslupa käytännöllä voidaan varmistua pintakäsittelyn onnistumisesta halutulla tavalla ja pinnoitteen valmistajan ehtojen täyttymisestä. Koska laivoja useimmiten telakoidaan ulkona, on syytä ottaa huomioon esimerkiksi ilmankosteuden vaikutukset pinnoitteen kiinnittymiseen

puhdistettuun pintaa. Museoaluksen telakoinnissa maalausolosuhteiden määrittely ja valvonta telakalla on paremmin mahdollista, sillä telakointijakson ajankohtaan ei välttämättä vaikuta aluksen liikenne eikä aikataulupaineita ole samalla tavalla kuin säännöllisesti kulussa olevalla aluksella. Aikataulutus on kuitenkin huomioitava yhdessä telakan kanssa.

Keihässalmen telakoinnin ajankohta oli keväällä, jolloin ulkolämpötilan ja ilmankosteuden keskiarvo oli jo riittävällä tasolla laadukkaaseen maalaustyöhön. Telakoinnin aikana huomionarvoista oli maalausolosuhteiden arviointi aamulla työpäivän alkaessa, sillä aamuyön ilmankosteus jätti aluksen pinnat kosteiksi aamun ensimmäisiksi työtunneiksi. Valvonnan tuloksena pintakäsittelyä suoritettiin vain lämmön ja auringon valon kuivattamaan pintaan, hyviksi todetuissa olosuhteissa.

Kuva 10. Lämpötilan ja kosteuden mittari Elcometer 319/2. (Pekka Mattila, Forum Marinum 2019)



3.5 Anodit

Keihässalmen vedenalaisen rungon korroosionsuojausmenetelmät ovat pinnoitus ja passiivinen katodisuojaus. Koska Keihässalmi ei ole enää kulussa, on aluksen rungon anodisuojausta voitu muuttaa. Rungon sinkkianodien määrää on lisätty ja niiden paikkoja on muutettu suuremman kattavuusalueen saavuttamiseksi. Telakoinnissa aluksen runkoon hitsattiin 45 kappaletta 3,5 kilogramman anodeja, jotka ovat

laadultaan merivedelle tarkoitettuja ja yli 99,998% sinkkiä sisältäviä. Uhrautuvan anodin suojaus on sen massaansa perustuvaa ja Keihässalmessa sinkkien määrää lisättiin entisestä, mutta toisaalta yksittäisen anodin kokoa pienennettiin. Toimenpiteellä pyrittiin anodien peittoalueen kasvattamiseen. Sinkkianodien sijoittelu aluksen pohjaan perustuu anodin aiheuttaman suojaavan sähkökentän ominaisuuksiin, kokemukseräiseen tietoon ja lentävän lauseeseen, jonka mukaan sinkkianodi ei ”näe kulman taakse”. Toisin sanoen sijoittelulla pyrittiin varmistamaan sinkkien sijoittelu siten, että yksi anodi suojaa tasaisen alueen anodin ympärillä ja pohjan muodon johdosta syntyviin katveisiin sijoitettiin seuraava anodi. (Haavisto henkilökohtainen tiedonanto 13.11.2019)

Sinkkianodien toimintaa perustuu sähkökemialliseen reaktioon, missä toistensa kanssa kosketuksissa olevista metalleista heikompileatuinen, toisin sanoen epäjalompi metalli uhrautuu jalomman metallin puolesta ja syöpyy ensin. Anodimateriaalina puhdas sinkki soveltuu meriveteen ja alumiini murtoveteen. Alumiini on jännitesarjassa sinkin alapuolella, ja näin ollen herkemmin syöpyvä. Keihässalmen kotipaikan ollessa Aurajoessa, jossa vesi on hyvin vähäsuolaista, aluksen suojaaminen alumiinianodeilla olisi tehokkaampaa. Museolaivan kunnossapitosuunnitelmassa on kuitenkin otettava huomioon myös aluksen historia ja aiemmat menetelmät. Alumiinianodeihin siirtymistä on kuitenkin syytä pohtia myös Keihässalmen kohdalla.

Kuva 11. Uusittuja sinkkianodeja Keihässalmen pohjassa. (Pekka Mattila, Forum Marinum 2019)



3.6 Tankit

Keihässalmen tankkeihin ei tarkistuksia lukuun ottamatta kohdistettu huoltotoimenpiteitä vuoden 2019 telakoinnissa. Aluksessa on makeavesitankit peräpiikissä, polttoaineen sekä voiteluöljyn varastotankit välipohjassa ja polttoaineen päiväsäiliöt miinakannen tasalla. Lisäksi aluksella on painolastina rautamalmia erillisissä säiliöissä. Painolastisäiliöt on tyhjennetty, huollettu ja täytetty uudelleen edellisessä telakoinnissa vuonna 2009.

Kaikki tankit on poistettu käytöstä museoinnin aikana ja makeavesitankit on huollettu muutamia vuosia sitten aluksen ollessa Aurajoessa omalla paikallaan. Aluksen makeavesitankkien ollessa peräpiikissä, niiden täyttöasteen merkitys aluksen pituussuuntaiseen kallistumaan on suuri. Siitä syystä makeavesitankkien huoltotöiden sekä pohja- ja pintamaalauksen jälkeen tankkien pohjalle on valettu noin 2 m³ betonia painoksi. Syöpymisen ehkäisemiseksi makeavesitankkien ilmasta pyrittiin polttamaan happi pois jättämällä kynttilöitä palamaan tankkeja sulkiessa.

Voiteluöljyn ja polttoaineen varastotankeille ei Keihässalmen museoinnin aikana ole tehty tyhjennyksen lisäksi muuta. Keihässalmi on aikanaan museoitu käyttökuntoisena ja sen tankit ja läpiviennit oli kaikki käytössä. Museoinnin johdosta mahdollisia sokeointeja ja tankkien tyhjennyksiä sekä muita toimenpiteitä on tehty suurilta osin vasta 2009 suoritettussa telakoinnissa. Tankeissa on pohjalla vähäisiä määriä öljyä mutta tarkastuksissa ei ongelmakohtia ole toistaiseksi ilmennyt. Tankkien täydellinen pesu ja tyhjennys tulee ajankohtaisesti lähivuosina. Polttoaineen päiväsäiliöiden ulkoseinämässä on havaittu ulkoista syöpymää joka on paloriskin vuoksi paikattu kemiallisella metallilla ilman tulitöitä.

4 KORROOSIO

4.1 Syöpyminen eli korroosio

Korroosio tarkoittaa metallin vahingoittumista kemiallisen tai sähkökemiallisen reaktion seurauksena. Eri metallien ominaisuudet poikkeavat toisistaan, joten niiden korroosioherkkyysskin vaihtelee, jalommat metallit kestävät korroosiota huomattavasti paremmin kuin epäjalot. Metallien luetteloa epäjaloimmasta jaloimpaan kutsutaan metallien sähkökemialliseksi jännitesarjaksi. (Ansaharju, Ilomäki, Katainen, Maaranen & Mäkinen 1989, 156-157)

Korroosioon vaikuttavat myös suuresti ulkoiset tekijät. Kemialliset reaktiot tapahtuvat metallin ollessa yhteydessä ympäristön kanssa. Esimerkiksi raudan ruostumiseksi kutsuttua korroosiota ei ilmene ilman suhteellisen kosteuden ollessa alle 70%, eikä hapettomassa vedessä. (Lappalainen 1987, 79-80)

4.1.1 Kemiallinen korroosio

Kemiallinen korroosio on seurausta niin kutsutuista happosateista. Ilmaston päästöt, esimerkiksi hiilidioksidi ja rikkidioksidi sekä hiilihiukkaset muodostavat ilman kosteuden kanssa happamia liuoksia, jotka ovat syövyttäviä. Lisäksi ulkoilman suhteellinen kosteus on lähes aina niin korkea, että se edesauttaa metallien korroosiota. Merellä korroosiota edistävät meriveden suolat. (Lappalainen 1987, 81)

4.1.2 Sähkökemiallinen korroosio

Sähkökemiallista korroosiota ilmenee erilaisten metallien ollessa kontaktissa sähköä johtavassa nesteessä, esimerkiksi merivedessä. Kun metalleilla on erilaiset elektrodipotentiaalit ja ne joutuvat yhteyteen toistensa kanssa myös elektrolyytin (meriveden) välityksellä, muodostuu sähkökemiallinen pari. Syntyneessä parissa epäjalompi metalli toimii anodina joka syöpyy. Sähkökemiallista potentiaaliero

voidaan mitata virtaa mittaamalla. (Lappalainen 1987, 81; Korroosioyhdistys 2006, 29)

Sähkökemiallista korroosiota esiintyy useissa eri muodoissa. Esiintymismuodot ovat pääosin silmämääräisesti havaittavissa ja ne voidaan jaotella tasaiseen korroosioon, paikalliseen korroosioon, galvaaniseen korroosioon, raerajakorroosio, pintaan kohdistuvan mekaanisen rasituksen aiheuttamaan korroosioon, valikoivaan korroosioon ja jännityskorroosioon. Museoaluksen telakointia käsitellessäni, selvitin työssä olennaisimmat korroosiotyypit, jotka koskettavat miinalaiva Keihässalmea tapauksena. (Lappalainen 1987, 81; Korroosioyhdistys 2006, 100-120)

Tasainen tai yleinen korroosio on metallipinnan yleistä syöpymistä tasaisella nopeudella. Tällöin anodiset ja katodiset alueet vaihtavat paikkaa pinnalla. Korroosionmuoto on yleistä suojaamattomille ja kemikaaleille altistuneille pinnoille, sen havainnointi on usein helppoa silmämääräisesti tai seinämänvahvuusmittauksia suorittaen. Paikallisen korroosion muotoja ovat pistekorroosio ja rakokorroosio. Pistekorroosio esiintyy hyvin pieninä paikallisina koloina tai reikinä. Pistesyöpymiä esiintyy tavallisesti kloridipitoisessa liuoksessa, kuten merivedessä, jolloin riski on suurimmillaan virtausnopeuden ollessa pieni. Rakokorroosiolla tarkoitetaan metallipintojen välissä, ahtaissa ja vähähappisissa oloissa syntyvää paikallista syöpymistä. (Lappalainen 1987, 82-84; Korroosioyhdistys 2006, 100-108)

Galvaanista korroosiota esiintyy lähes aina, kun kaksi toisiinsa kosketuksissa olevaa erilaista metallia ovat kosketuksissa myös elektrolyytin välityksellä. Epäjalompi metalleista muodostuu anodiksi ja alkaa syöpyä. Galvaanisten metalliparien korroosioherkkyyttä voidaan arvioida merivedessä määritellyn jännitesarjan avulla. Rakenteissa tulisi välttää sarjassa kaukana toisistaan olevien metallien kosketusta toisiinsa, ne todennäköisimmin muodostavat galvaanisen parin. Galvaanista korroosiota voidaan hyväksikäyttää korroosionestossa katodisessa suojauksessa. (Korroosioyhdistys 2006, 109-110)

Muista korroosionmuodoista muun muassa kavitaatiokorroosio, eli pintaan kohdistuvan rasituksen aiheuttama korroosio sekä raerajakorroosio ovat huomioonotettavia korroosion muotoja laivatekniikassa. Kavitaatiokorroosiota muodostuu liuoksen

liikenopeuden kasvaessa, jolloin se irroittaa metallin pinnalta sitä suojaavan passiivikalvon. Tällöin metallin pinta muodostuu jälleen anodiksi ja alkaa syöpymään. Raerajakorroosio tarkoittaa metallin raerajalla tapahtuvaa herkistymistä ja siitä johtuvaa alueen anodisoitumista ja näin ollen korroosiota. (Lappalainen 1987, 85; Korroosioyhdistys 2006, 110-120)

4.2 Sähkökemiallinen korroosionesto

Korroosiota pyritään ehkäisemään monin tavoin. Materiaalivalinnalla pyritään vähentämään tai poistamaan potentiaalieroja metallien välillä ja pinnoitteilla voidaan eristää rakenteet toisistaan. Potentiaalia voidaan myös muuttaa käyttämällä katodista suojausta. Elektrolyyttiä eli liuosta voidaan joissakin tapauksissa käsitellä ja sen kertymistä rakenteisiin pyritään vähentämään, mikäli mahdollista. (Korroosio käsikirja 2006, 796-799)

Materiaalin ainevahvuutta lisäämällä tai laatua muuttamalla ja metallipinta pinnoittamalla voidaan korroosion sietokykyä kasvattaa. On kuitenkin huomioitavaa, että materiaalin valintaan vaikuttaa aina myös lujuusvaatimukset, valmistusmenetelmät ja rakenteen kokonaistaloudellisuus.

4.2.1 Katodinen suojaus

Katodinen korroosionsuojaus perustuu sähköoppiin, jonka mukaan tietynsuuntainen sähkövirta voidaan kumota vastakkaisuuntaisella virralla. Korroosioreaktion virta pystytään kumoamaan uuden piirin synnyttämällä tasavirralla. Katodinen suojaus voidaan toteuttaa joko passiivi- tai aktiivimenetelmällä, joista aktiivimenetelmä on viimevuosikymmeninä kasvattanut suosiotaan. Aktiivimenetelmällä tarkoitetaan ulkoisen virtalähteen avulla tuotettua suojavirtaa katodina toimivaan rakenteeseen. Se on nykyään laivanrakennuksessakin suosittu menetelmä, koska jännitteet ja virrat ovat järjestelmässä pieniä ja näin ollen kustannukset pysyvät alhaisina. Ulkoisen virtalähteen ansiosta anodien lukumäärä voi olla pienempi ja ne valmistetaan suhteellisen jalosta metallista. Virtalähteenä järjestelmissä käytetään nykyään

pääasiassa automaattisesti ohjattuja tasavirtalähteitä. (Korroosiokäsikirja 2006, 796-798)

Passiivisessa menetelmässä rakennemetallia suojataan uhrautuvien anodien avulla, kuten Keihässalmessa. Käytettävien anodien tavallisimmat materiaalit ovat sinkki, alumiini ja magnesium erilaisina seoksina. Kaikki edellä mainitut kuuluvat metallien sähkökemiallisen jännitesarjan epäjaloimpiin rakennemetalleihin. Meriteollisuudessa anodimateriaalien muutos perinteisestä valinnasta, sinkistä, alumiiniseoksen suuntaan on alkanut muutamia vuosia sitten. Uusien uhrautuvien alumiiniseosten ansioista alumiinianodit eivät passivoidu vähäsuolaisessa murtovedessäkään ja teho on huomattavasti sinkistä valmistettua anodia parempi, vaikka materiaali on kevyempää. Magnesium puolestaan soveltuu pääasiassa makeisiin vesiin ja saattaa aiheuttaa ylisuojausta suolaisessa vedessä, jolloin syöpymisreaktio jatkuu. (Korroosiokäsikirja 2006, 796-798; Haavisto henkilökohtainen tiedonanto 13.11.2019; Virtanen sähköposti 14.11.2019)

Anodien mitoituksessa, materiaalista huolimatta, oleellista on tietää aluksen suojavirran tiheys (i , yksikkö A/m^2), sekä suojattavan alueen pinta-ala (A , yksikkö m^2). Ne yhteen kertomalla saadaan tarvittavan suojavirran tarve (I) = $(i) * (A)$.

Sinkkimäärän tarve (m) puolestaan saadaan kertomalla tarvittava suojavirta anodilaadun kulutusluvulla (kg/Ay) joka kuvastaa kiloa per ampeerivuosi. Näin saadaan kaava $(m) = (I) * (kg/Ay)$. Lopullisissa laskelmissa tulee ottaa myös huomioon anodien hyötysuhde, joka on useimmiten 60-90%. Alumiinianodien tehokkuutta kuvastaa virransyöttökyky (Ah/kg), joka on AlZnIn-alumiinianodeilla noin 2500 Ah/kg ja Zn-anodeilla noin 780 Ah/kg.

(Virtanen sähköposti 14.11.2019; Haavisto henkilökohtainen tiedonanto 13.11.2019)

4.2.2 Anodinen suojaus

Anodinen suojaus perustuu metallin passivointiin korroosiolle alttiissa olosuhteissa. Metallin pintaan pyritään saamaan passivoinnilla eli lievästi syövyttämällä oksidikerros, joka muodostaa metallin pinnalle tiiviin ja suojaavan kalvon.

Sähkövirran avulla oksidikerros saadaan muodostumaan rakenteen metallista itsestään ja suojaavan kerroksen muodostumisen jälkeen anodisen suojauksen virrantarve pienenee merkittävästi. Oksidikerroksen suoja aiheuttaa myös sen, että syötettävä virta ohjautuu suojakerroksen vauriokohtiin, jolloin oksidikerros palautuu vaurion kohdalle. (Korroosiokäsikirja 2006, 798-799)

4.3 Miinalaiva Keihässalmen korrosio

Keihässalmessa esiintyy korroosiota laajoin mitoin. Ikänsä ja useampien muutostöidensä puolesta aluksessa esiintyy useita eri aikakausina valmistettuja teräslevyjä, jotka on hyvin erotettavissa silmämääräisesti. Aluksen elinkaaren aikana uusittujen levyjen pinnassa puolestaan on havaittavissa erityyppistä syöpymää, kuin vanhemmassa teräksessä. Keihässalmen korroosionsuojaus on perustunut tietävästi koko aluksen elinkaaren ajan pintakäsittelyn ja sinkkianodeilla suoritettun passiivisen katodisuojausten yhdistelmään. Yhdistelmä oli Keihässalmessa toiminut hyvin. Pahoja syöpymäalueita ei laivasta löytynyt nyt kymmenenvuoden vesilläolon jälkeenkään, johon myös edesauttaa laivan seisominen paikallaan joessa, jolloin maalipinta pysyy hyväkuntoisena.

Kuva 12. Pistesyöpymiä aluksen vedenalaisessa rungossa. Suihkupuhdistettu Sa 2 1/2. (Pekka Mattila, Forum Marinum 2019)



Aluksen oma paikka on Aurajoessa laituriin kiinnitetyn tykkivene Karjalan kylkeen kiinnitettynä. Teräsaluksen kotisatama vaikuttaa korroosionsuojaukseen välillisesti, sillä samassa liuksessa lähellä sijaitseva rakenne jolla on poikkeava elektrodipotentiaali, aiheuttaa syöpymää ympäristössään. Forum Marinumissa alusten pitkäaikaisen makuuttamisen aiheuttamat korroosio-ongelmat on pyritty neutraloimaan maadoittamalla kyljittäin olevat museoidut sotalaivat yhteen maista tulevan sähköverkon maadoituksen kanssa.

Keihässalmen telakoinnissa havaittiin aluksen pohjan pintakäsittelyn onnistuneen edellisessä telakoinnissa hyvin ja pinnoitteen suojanneen runkoa pahimmalta korroosiolta. Tämänkaltaisissa tapauksissa sinkkianodit voivat passivoitua, jolloin ne synnyttävät pinnalleen kovan valkoisen kerroksen, eivätkä enää toimi suunnitellusti.

5 PÄÄTÖS

Lopputuloksena telakointiprojektista voitiin todeta, että museoaluksen telakointiin tulee suhtautua teknisesti ja nojautuen kulussa olevien laivojen telakoinnissa käytettyihin menetelmiin. Museoaluksen historiallista arvoa ei voida perustaa ainoastaan alkuperäisyyden säilyttämiseen, koska on lähes mahdotonta pysäyttää laivan kuluminen ja muuntuminen ympäristön vaikutuksesta. Teräsvalmisteista vedessä säilytettävää museoalusta kuluttavat ja vaurioittavat tekijät ovat hyvin samankaltaisia, kuin käytössä olevaa alusta kohtaan. Koko aluksen korroosiosuojaukseen kuuluu myös pintakäsittely, joka on yksi avaintekijä teräksen suojauksessa suolaiselta vedeltä, happosateelta ja ilmasta siirtyvästä liasta, pölystä.

Laskennallisesti telakointijakso sekä telakoinnin viimeistelytyöt Aurajoessa vaativat muun muassa 50 rullaa teippiä suojaukseen, noin 5000 työtuntia, 100 uusittua led-polttimoa aluksen entisöityihin valaisimiin sekä 400 litraa maalia.

Aluksen ylläpidon kannalta telakointi on määräävä tekijä myös aluksen säilytykselle ja vakuuttamiselle. Satama-aluetta hallinnoivan tahon sekä vakuutusyhtiön on helpompaa ymmärtää elinkaarensa ylittäneen vanhan aluksen säilyttäminen kelluvana, kun sen kunnossapitoon keskitytään suunnitelmallisesti ja asianmukaisesti. Dokumentointi taas antaa työkalun tulevaan työskentelyyn museoitujen alusten parissa, sekä Forum Marinumissa että muissakin museoissa yhteistyön merkeissä.

LÄHTEET

Ansaharju, T., Ilomäki, O., Katainen, H., Maaranen, K. & Mäkinen, A. 1989. Materiaalitekniikka. Porvoo: WSOY.

Auvinen, V., Laurell, S. & Säteri, K. 1980. Leijonalippu merellä. Lieto; Turku: Etelä-Suomen Kustannus.

Forum Marinumin www-sivut. Viitattu 19.4.2019. <http://www.forum-marinum.fi/fi/>

Haavisto, J. 2019. Myyntijohtaja, osakas, Zinaltec Oy. Haastattelu 13.11.2019. Haastattelijana Ilkka Mattila. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Holmborg, O. 2018. Suunnittelija, Forum Marinum -Säätiö. Tiedonanto 28.11.2018.

Korroosionestomaalauksen käsikirja. 2013. Teknos Oy. Offsetpaino L. Tuovinen Ky. Viitattu 4.11.2019

https://www.teknos.com/globalassets/teknos.fi/teollisuuteen/downloads/fi_korroosionestomaalauksen_kasikirja_2013.pdf

Korroosioyhdistys ry. 2006. Korroosiokäsikirja, Kunnossapidon julkaisusarja, n:o 12. 3. painos. Hamina: Oy Kotkan Kirjapaino Ab.

Lappalainen, H. 1987. Lastiopin kemia: 1. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

Mattila, P. 2019. Huoltomestari, Forum Marinum -Säätiö. Haastattelu 7.11.2019. Haastattelijana Ilkka Mattila. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Metallipintojen teollinen maalaus. n.d. Tikkurila Oy, Industrial Coatings. Tikkurila omatarvepaino. Viitattu 4.11.2019. <https://docplayer.fi/1340945-Metallipintojen-teollinen-maalaus.html>

Ojasalo, K. 2014. Kehittämistyön menetelmät: Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. 3. uud. p. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Ojavalli, H. 2019. Tuotantopäällikkö, maalausosasto. Baltic Premator, Suomen sivuliike. Haastattelu 24.4.2019. Haastattelijana Ilkka Mattila. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Oy Hempel Ab:n www-sivut. Viitattu 4.11.2019. <https://www.hempel.fi/fi-FI>

Tikka, J. 2011. Laivojen museointi ja ylläpidon järjestäminen. Teoksessa Tikka, J., Meronen, A. & Kallberg, U. 2011. (toim.) Forum Marinum VUOSIKIRJA 2011. Raisio: Newprint Oy.

Turun korjaustelakan www-sivut. Viitattu 16.4.2019. <http://www.turkurepairyard.com/en/>

Työterveyslaitoksen www-sivut. Viitattu 7.11.2019. <https://www.ttl.fi/>

Virtanen, E. 2019. Insinöörikommentaja evp. Tiedonanto sähköpostitse. Lähetetty 14.11.2019 klo 19.34. Viitattu 15.11.2019.

Wurth:n www-sivut. Viitattu 6.11.2019.

https://www.wurth.fi/fi/wurth_fi/yritys/wurthoy.php