


Tekniikan Waiheita
ISSN 2490-0443
Tekniikan Historian Seura ry.
38. vuosikerta:3-4
2020
<https://journal.fi/tekniikanwaiheita>

Ruotsinsalmen aaveet – 1700-luvun merisodan virtuaalisen mallintamisen ja immersiiivisen esittämisen haasteet

Aaro Sahari

aaro.sahari@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-5099-8249>

To cite this article: Aaro Sahari, "Ruotsinsalmen aaveet: 1700-luvun merisodan virtuaalisen mallintamisen ja immersiiivisen esittämisen haasteet" Tekniikan Waiheita 38, no. 3-4 (2020): 48-68. <https://dx.doi.org/10.33355/tw.100576>

To link to this article: <https://dx.doi.org/10.33355/tw.100576>

Ruotsinsalmen aaveet – 1700-luvun merisodan virtuaalisen mallintamisen ja immerstiivisen esittämisen haasteet

Aaro Sahari¹

Virtuaalitekniologialla voidaan rakentaa museoon kokemus kadonneesta fyysisestä menneisyydestä ja antaa nykyihmisille mahdollisuus aistia kadonnutta historiaa ja kulttuuriperintöä. Teknologia tehostaa historiallisen kulttuuriperinnön ja siitä lähteiden varassa tehtyjen tulkintojen saavutettavuutta. Virtuaali-historia eroaa kirjallisesta historiasta ja perinteisistä museotuotannoista erityisesti siinä, että virtuaalitekniologialla toteutettu menneisyyden uudelleentulkinta vaatii tutkijoiden ja virtuaalitekniologian ammattilaisten saumatonta yhteistyötä. Merikeskus Vellamossa Kotkassa avautui kesällä 2020 näyttely Kohtalona Ruotsinsalmi, joka avaa Kustaan sodan (1788–1790) kulkua merellä ja seurauksia rannikolla sekä esittää Ruotsinsalmen toisen meritaistelun monimedialaisesti. Yksi näistä on pelitekniologialla toteutettu Savua aalloilla -elämys, jossa sodan päättäneen Ruotsinsalmen toinen meritaistelu tuodaan museokävijän nähtäville virtuaalisesti. Elämystä varten tehtiin merkittävä määrä historiantutkimusta, jotta saaristolaivastojen alukset ja miehistöt voitiin rakentaa digitaalisesti uudelleen tulkittuina. Tässä katsauksessa esittelen Ruotsin ja Venäjän Itämerellä 1700-luvun lopussa toimineiden saaristolaivastojen alusten digitaalista mallintamista, siihen liittyviä tiedollisia ongelmia ja sitä käsittelevää virtuaalitekniologian tutkimusta.

Johdanto

Kesällä 1790 Suomenlahdella kaikui tykkien jyly. Ruotsin ja Venäjän välinen sota jatkui kolmatta vuotta. Maarintama oli jämähtänyt Kaakkois-Suomen metsiin kun taas avomerilaivastot kävivät liikkuvia taisteluja Koivistolta eteläiselle Itämerelle ja takaisin. Sota ratkesi näiden rajalla Viipurin ja Loviisan välisellä rannikkoalueella saaristolaivastojen välisissä taisteluissa. Kesäkuussa kuningas Kustaa III ja Ruotsin molemmat laivastot jäivät mottiin Viipurinlahdelle. Tappio saaristossa saattoi johtaa rintaman romahtamiseen ja valtakunnan itäisen osan, Suomen, valtaamiseen kolmatta kertaa 1700-luvun aikana. Kustaa III:n asema oli vaakalaudalla. Heinäkuun alussa ruotsalaiset murtautuivat Viipurinlahden saarrosta. Avomerilaivasto purjehti merelle ja kohti Helsinkiä. Kuningas ja saaristolaivasto vetäytyivät Kymijoen suulle Ruotsinsalmeen odottamaan venäläisiä.²

Ruotsalaisten aloittama sota oli paljastanut Pietarin kaupungin puolustuksen puutteet. Suomenlahti mahdollisti liikkuvan sodan meren ja maan rajalla. Syvällä uivat avomerilaivastot eivät kyenneet estämään liikettä Suomen rannikolla. Sodan alkaessa Venäjän saaristolaivasto nojasi Välimereltä tuttuihin kaleereihin ja suurta miehistöä vaativaan lähitaisteluun tykistön sijaan. Ruotsi sitä vastoin oli kehittänyt maa- ja merivoimien yhteistoimintaa valtakunnan resurssit huomioiden hattujen sodasta lähtien. Sveaborg Helsingin edustalla toimi uuden saaristolaivaston tukikohtana ja rannikon lukkona. Laivastoasema ja linnoitus mahdollistivat sekä Ruotsin valtakunnan itäisen rannikon puolustamisen että hyökkäyssodan tukemisen.

¹ Kirjoittaja on laivanrakennusteollisuuden kehityksestä väitellyt historioitsija ja *Tekniikan Waiheita* -lehden toimitusneuvoston jäsen.

² Lappalainen 2011 128–155.

Ruotsinsalmen meritaistelut, etenkin toinen 9.7.1790 taisteltu, ovat nousseet vuosisatojen mittaan useasti sotahistorian tutkimuksen kohteeksi Ruotsissa ja Venäjällä.³ Suomessa Ruotsinsalmesta tuli merisotilaallinen symboli viimeistään itsenäistymisen ja laivaston perustamisen myötä. 1700-luvun historian kautta suomalaiset merisotilaat rakensivat perinteitä uuden laivaston tueksi.⁴

Itämeren kohtalo oli heinäkuussa 1790 vaakalaudalla. Kustaa III:n opportunistinen sodankäynti oli johtanut Ruotsin laivastot umpikujaan Viipurinlahdelle. Vaikka ruotsalaiset onnistuivat murtautumaan venäläissaarrosta, oli heinäkuun yhdeksäntenä edessä uusi suuri meritaistelu Kymijoen suussa nykyisen Kotkan edustalla. Kuten Jussi T. Lappalainen on teoksessaan *Kuninkaan viimeinen kortti* oivallisesti todennut, oli kuninkaan valta-asema uhattuna. Samalla häämötti horisontissa taas tappio Venäjää vastaan. Ruotsin saaristolaivaston voitto Venäjän vastaavasta avasi väylän kompromissirauhaan.⁵ Ruotsin uudistettu saaristosodankäynnin malli muutti myös merisotaa Venäjällä 1800-luvun taitteessa. Ruotsalaismalliset tykkiveneet syrjäyttivät kaleerit, ja merilinnoitukset tykistöasemineen vakiintuivat osaksi Suomenlahden maisemaa.

Aiheesta on tehty museonäyttely aiemmin 1990-luvulla, mutta Kotkassa on vuosikymmeniä elätetty toivoa kaupungin myyttisen esihistorian suurnäyttelystä. Merikeskus Vellamon avaaminen vuonna 2008 ja Suomen merimuseon siirtäminen Helsingin Hylkysaaresta tänne vahvisti intoa entisestään. Väylä takaisin Ruotsinsalmeen avautui hitaasti. Minäkin ehdin olla käynnistämässä näyttelyhanketta Kymenlaakson museon merihistorian tutkijana vuosina 2012–2013 ennen väitöskirjahankkeen aloittamista. Ruotsinsalmen historia on osa Kymijoen suun ja Kotkan historiaa. Merikeskus Vellamossa Kotkassa 2020 avattu näyttely *Kohtalona Ruotsinsalmi* esittelee Kymijoen suiston merkitystä Ruotsille, Venäjälle ja Suomelle.⁶ Suurten meritaisteluiden ja Ruotsinsalmen merilinnoituksen rakentamisen tarina tarjoaa paikallisen näkökulman Itämeren muuttuvien valtasuhteiden historiaan. Kotkan edustalla merenpohjassa yhä viipyvät alusten hylät taas mahdollistavat merenkulun esineellisen kulttuuriperinnön monitieteisen käsittelyn.⁷ *Historia eläväksi digitaalisella tarinankerronnalla* -hanke on osa tätä kokonaisuutta. Jane ja Aatos Erkon säätiön rahoittama virtuaalielämyshanke täydentää näyttely- ja tutkimushankekokonaisuutta meritaisteluiden sekä Ruotsin ja Venäjän saaristolaivastojen osalta. Elämyshankkeella on ollut kaksi tavoitetta: 1. tuottaa elämys Ruotsinsalmen toisesta meritaistelusta näyttelyyn, sekä 2. julkaista elämystä varten toteutetut saaristolaivastojen alusten digitaaliset 3D-mallit avoimen kulttuurin lisenssillä kaikkien saataville.

Yksikään Ruotsinsalmen toiseen meritaisteluun osallistuneista aluksista ei ole selvinnyt kokonaisuudessaan nykypäivään. Ruotsalaisissa ja Venäläisissä museoissa on säilynyt osia aluksista sekä suuri joukko pienoismalleja. Ruotsissa on myös säilynyt huomattava kokoelma teknillisiä piirustuksia saaristolaivaston suunnittelijoilta, erityisesti F. H. Chapmanilta.⁸ Kolmas

³ Paaskoski 2018.

⁴ ”Ruotsinsalmen meritaistelu...” 1926; Mattila 1968 21-32; Sahari 2018 133-134.

⁵ Lappalainen 2011 passim.; Johnsson 2010 passim..

⁶ *Kohtalona Ruotsinsalmi* -näyttelyn verkkosivut.

⁷ Sisarhanke *Kadonnut Ruotsinsalmi* on laajentanut ymmärrystä taisteluiden hyljistä. Lisätietoja löytyy hankkeen verkkosivuilta.

⁸ Chapman-samlingens förteckningar, Sjöhistoriska Museet, Tukholma. Museon kokoelmissa myös paljon pienoismalleja 1700-luvulta. Ruotsalaisia aineistoja on jonkin verran digitoitu, katso <https://digitaltmuseum.se/>.

tärkeä lähde ovat Suomenlahden syvyyskiin uponneet alukset. Suurimmat kertymät löytyvät Ruotsinsalmen alueelta ja Viipurinlahdelta. Esineistöä on nostettu vuosikymmenien mittaan useista aluksista ja talletettu museoiden kokoelmiin, mutta valtaosa hylyistä on yhä tarkemmin tutkimatta.⁹ Vaikka aineistoa on, ei tarkan 3D-mallin tekeminen näistä aluksista ole mutkatonta. Pohjoisella Itämerellä oli 1700-luvun aikana käynnissä laivateknologinen ja so-tilaallinen paradigmanmuutos, minkä takia juuri näiden alusten mallintaminen voi laajentaa keskustelua paitsi teknologian historian esittämisestä virtuaalitodellisuudessa myös laivanrakennuksen varhaisen tieteellisteknologisen kehityksen vaiheista.

Tässä katsauksessa esittelen *Historia eläväksi digitaalisella tarinankerronnalla* –hanketta ja siinä tehtyjä virtuaalisia laivamalleja. Käyn läpi mallinnukseen käytettyä lähdeaineistoa ja arvioin virtuaalisen teknologian käyttöön liittyviä tiedollisia ongelmia. Elämyksen sisällön suunnittelu ja näyttelyyn rakennetun esityksen teknologia lomittuivat saumattomasti toisiinsa, minkä takia käsittelen alla elämystuotantoa ensin kokonaisuutena ja sitten käyn alusten mallintamista yksityiskohtaisemmin läpi.

Vuosien 1788–1790 sota ja Ruotsinsalmi

Kustaa III:n sotana tunnettu sota on jäänyt historiankirjoituksessa sitä vuonna 1808 seuranneen Suomen sodan varjoon. Toisin kuin muissa pitkän 1700-luvun sodissa venäläiset eivät miehittäneet Ruotsin valtakunnan itäistä osaa. Saaristolaivastolla oli suurta Pohjan sotaa (1700–1721) ja hattujen sotaa (1741–1743) suurempi merkitys tapahtumien kululle. Ruotsi oli rakentanut Sveaborgin linnoituksen Helsinkiin saaristolaivaston tukikohdaksi ja Suomen puolustuksen tukipisteeksi. Venäjällä suuri linnoitus tulkittiin vihamieliseksi eeleksi. Suunnitelmia Suomenlahden linnoittamisesta oli kuitenkin jalostettu vuosikymmeniä.¹⁰ Molempien maiden pääkaupungit olivat alttiita hyökkäykselle mereltä, ja saaristolaivaston oli tarkoitus tehdä tai estää tämä. Kustaa III:n kunnianhimoinen ja opportunistinen sotasuunnitelma perustui meri- ja maavoimien yhteistoimintaan. Suunnitelmat jäivät toteutumatta, mutta saaristolaivaston osaaminen testattiin moneen kertaan.

Ruotsalainen merisodan taktiikka oli muuttunut 1770-luvulta lähtien samalla kun uutta saaristolaivastoa rakennettiin. Pienemmät matalakulkuiset alukset saattoivat hyödyntää Suomenlahden saaristoa taisteluihin. Avomerilaivaston linjalaivat ja fregatit eivät kyenneet toimimaan rannikon matalissa, karikkoisissa vesissä. Vuosisadan alun saaristolaivaston matalalaitaiset kaleerit eivät taas soveltuneet merenkäyntiin ulapalla. Ruotsin laivaston pääkonstrukööri – yksi modernin laivanrakennustieteen varhaisista kehittäjistä – Fredrik Henrik af Chapman oli suunnitellut saaristolaivastoon uusia kevyitä ja ketteriä aluksia. Nämä soutufregatit, tykkipurret ja -jollat sekä tykki- ja mörssäriparkassit korvasivat vanhat alustyyppit kuten kaleerit. Uudet alukset antoivat Ruotsin saaristolaivastolle tuliedun Ruotsinsalmen taistelun alkuvaiheessa, kun venäläiset lähestyivät sitä etelästä.¹¹

Venäjän saaristolaivastoa uudistettiin vasta sodan alettua. Riilahdessa 1714 voiton ottanut Pietari Suuren kaleerilaivasto oli rakennettu hattujen sotaa varten uudestaan, mutta

⁹ Ruotsinsalmen tutkimuksia koskevat aineistot, Merihistoria, Kymenlaakson museo; Viipurin museon kokoelmat, tutkija Aleksei Melnovin tiedonannot sähköpostitse ja Viipurin linnassa 2019; Материалы для истории русского флота 14 1-280.

¹⁰ Hatakka 2019 43–46; Granqvist 2016 32–54.

¹¹ Harris 1989 passim.

rauhan aikana laivat olivat taas päässeet huonoon kuntoon. Tämä on tyypillistä Venäjän laivastolle. Suuren maan tsaarit ehtivät kiinnittää huomionsa vain yhteen ilmansuuntaan kerrallaan, eivätkä Pietarin seuraajista kaikki olleet innostuneita laivarakennuksesta.¹² 1788–1789 käydyt taistelut paljastivat uudistusten tarpeen, ja mallia venäläiset ottivat viholliselta. Näin Viipurinlahdella kesäkuussa 1790 kohdanneet saaristolaivastot olivat jo pääpiirteittäin toistensa kaltaisia. Ruotsinsalmen toiseen meritaisteluun 9.7.1790 osallistui arviolta lähes 370 erikokoista alusta Ruotsin ja Venäjän saaristolaivastoista.¹³ Ruotsalaiset valitsivat taistelu paikaksi Kymijoen päähaaraan edustan saariston, missä olivat elokuussa 1789 hävinneet Ruotsinsalmen ensimmäisen meritaistelun. Ruotsalaiset joukot tunsivat Ruotsinsalmen alueen kuitenkin hyvin, ja edellisen vuoden taistelusta oli otettu oppia. Kustaa III päätti taistella riskeistä huolimatta.

Venäjän kaleerilaivasto oli seurannut ruotsalaisia Viipurista soutaen sivuvastaiseen tuuleen ja kävi taisteluun kiireellä, liikkeestä ja siinä käsityksessä, että ruotsalaiset olivat helposti lyötävissä. Keisarinna Katariina vaati tuloksia, ja saaristolaivastoa johtanut Karl Heinrich von Nassau-Siegen uskoi voivansa voittaa Kustaa III:n Ruotsinsalmessa. Tämän jälkeen venäläisten tie olisi auki kohti Viaporin sekä Ruotsin valtakunnan sydäntä. Osa Venäjän laivaston aluksista myöhästyi syystä tai toisesta taistelusta ennen ryhmittymistä Haapasaaressa ja Kirkonmaan väliselle merialueelle. Näin saaristolaivastojen keskinäiset voimasuhteet olivat varsin tasaiset tykkiputkien määrässä mitattuna.

Venäläiset lähestyivät Ruotsinsalmea etelästä tuulen yltyessä ja ajautuivat ruotsalaisten taktisesti muodostamaan pussiin Kotkansaaressa edustalle. Taistelu alkoi aamupäivällä alusten päästyä tykinkantamalle noin 700 metrin päähän toisistaan. Tasaväkisen tulitaistelun murtaukseen ruotsalaiset yrittivät iltapäivällä koukkausta itälaidalta Lehmänsaaren kiertäen. Ilmeisesti venäläinen kaleeriosasto pysäytti koukkauksen ajoissa.¹⁴ Mussalon edustalla, länsilaidalla taistelleet venäläiset tulkitusivat oman laivaston vastaiskun perääntymiskäskeyksi, minkä seurauksena hivuttavaan tulitaisteluun pitkään osallistuneista pienemmistä venäläisaluksista merkittävä osa irrottautui taistelusta vastoin laivaston johdon tahtoa. Tämä avasi Ruotsin länsilaidan tykkipursulle tilaa piirittää Venäjän laivaston keskustan uudet, raskaasti aseistetut soutufregatit tuhoisin seurauksin.

Taistelu pauhasi pitkälle iltaan, ja monen aluksen ammusvarastot olivat tyhjentyneet ennen Venäjän tappiota. Keskustassa merenkäynnissä pussiin ajautuneet laivat kestivät pitkään monelta suunnalta tulevaa ruotsalaistulta, mutta ennen pitkää tappioita alkoi tulla. Kello kuuden aikaan iltapäivällä Pietarissa hiljattain valmistunut suuri soutufregatti Svjatoi Nikolai kaatui kyljelleen, upposi dramaattisesti hetkessä ja vei mukanaan meren syvyyksiin lähes koko monisataisen miehistönsä. Muutkin laivat olivat saaneet vakavia vaurioita, ja moni merisotilas oli menettänyt henkensä ennen kuin prinssi Nassau-Siegen antoi perääntymiskäskyn. Useiden venäläislaivojen rikit olivat tuhoutuneet tykkitulesta, eikä taistelusta irrottautunut vastatuuleen noin vain. Ruotsi sai seuraavan päivän aikana vallattua suuren joukon venäläisiä aluksia. Voitto Ruotsinsalmessa tarjosi Kustaa III:lle tilaisuuden kohtuullisiin rauhanehtoihin kurjasti menneestä sodasta huolimatta. Keisarinna Katariina otti rauhan ilmeisen mielellään vastaan, sillä hänen näkökulmastaan koko sota oli ollut vastenmielinen

¹² Sozaev ja Tredrea 2010 34–38, 52–74.

¹³ Vanhemmassa ruotsalaisessa ja suomalaisessa historiankirjoituksessa Venäjän laivaston kokoa on liioiteltu merkittävästi, katso Lappalainen 2011 172–173.

¹⁴ Erik Wihtolin käsikirjoitus, Ruotsinsalmiaineistot / Merihistoria, Kymenlaakson museo, Kotka; Lappalainen 2011 183–184.

ruotsalainen interventio. Sodan katkera muisto ohjasi venäläiset vahvistamaan maan länsirajan linnoituksia. Aatelin vihaama kuningas Kustaa III taas menetti henkensä salamurhassa Tukholmassa.

Soutufregatti Svjatoi Nikolain mastojen huiput pilkottivat aaltojen lomasta vielä vuonna 1792, kun venäläiset aloittivat Ruotsinsalmen linnoituskaupungin ja laivastoaseman rakennustyöt osana kenraali Aleksandr Suvorovin suunnittelemaa suurta linnoitusketjua. Ajan mittaan mereen menetetyt sota-alukset unohtuivat, ja taistelupaikan edustalle 1870-luvulla nousut Kotkan kaupunki pystytettiin raunioiden päälle. Toisen maailmansodan jälkeen Suomi hengitti satamillaan ja Kotkaan johtanutta väylää ruopattiin. Syksyllä 1948 kaupungin sukeltaja Karl Reijasto kohtasi työtehtävissä unohtumattoman näyn.¹⁵ Rungoltaan lähes ehjä fregatti makasi aivan laivaväylän vieressä meren pohjassa. Ruotsinsalmen historian viimeisin vaihe alkoi. Taistelun hylkyjen äärellä sai alkunsa suomalainen meriarkeologia. Linnoituksen ja taistelualueen historia muodostavat näin yhdessä olennaisen näkökulman Itämeren vaikeaan ja sotaisaan merihistoriaan. Ruotsinsalmen toisen meritaistelun esittäminen virtuaalisena elämyksenä tarjoaa avaimen tämän laajemman historian käsittelylle ja museoon tallennetun esineellisen kulttuuriperinnön avaamiselle.

Museo virtuaalisen kulttuuriperinnön rakentajana

Kulttuurihistorialliset museot esittävät menneisyyden aina enemmän tai vähemmän uudelleen tulkittuna rakennelmana. Säilyneissä ja historiallisesti merkittäviksi koetuissa kulttuuriperintökohteissa muistamisen tila on tyypillisesti vähemmän reflektiivinen kuin museokäyttöön rakennetuissa rakennuksissa. Silti myös sellaiset aidolta tuntuvat kohteet kuten keskiaikaiset linnat ja kirkot ovat täynnä uudempia muutoksia, elämyksellistä teknologiaa ja muita kävijän kokemukseen vaikuttavia ratkaisuja. 1930-luvulta lähtien museoalalla on rakennettu pelkistettyjä näyttelytiloja, valkoisia ja mustia laatikoita, joissa museorakennus itsessään on pyritty häivyttämään taka-alalle näyttelyelämyksestä. Menneisyys rakennetaan näyttelyssä uudestaan, minkä takia immersio, eli aistillinen ehdollistuminen johonkin tilaan, kokemukseen tai tekemiseen, on museossa aina läsnä. Mark Wigley on jäsentänyt tätä ilmiötä oivaltavasti:

*The museum makes acceptable a kind of image of immersion that we wouldn't necessarily want anywhere else. It is not a true immersion, but the immersive exhibition is an opportunity to give visitors a sense of being detached enough from the world to reflect upon the world.*¹⁶

Wigley toteaa museonäyttelyiden tasapainottelevan keskustelelevan (discursive) ja elämyksellisen (immersive) kokemuksen välillä. Keskusteleva näyttely käyttää museoesineitä todisteina näyttelyssä kerrotusta tarinasta. Kokoelmaesineet ovat verrattavissa arkistoinaistoihin, muistitietoon tai tallenteisiin historiallisen kertomuksen fyysisinä lähteinä. Elämyksellinen näyttely taas häivyttää kirjallisen tarinankerronnan taustalle ja luo esineillä abstraktin kokemustilan. Esineiden mykkyyttä tuetaan tyypillisesti valoilla ja äänillä, jotka

¹⁵ Reijaston haastattelu, Ruotsinsalmiaineistot / Merihistoria, Kymenlaakson museo, Kotka.

¹⁶ Wigley 2016. "Museo tekee hyväksyttäväksi sellaisen immersion tulkinnan, jota emme välttämättä haluaisi kokea muualla. Kyseessä ei ole todellinen immersio, vaan immersiiivinen näyttely, joka tarjoaa museokävijälle mahdollisuuden etäännyä maailmasta sitä pohtiakseen." Käännös minun.

auttavat kävijää virittymään näyttelyn tunnelmaan. Pelkistetty musta laatikko sopii elämyksen taustaksi korostaen näytteille asetettujen esineiden fyysisyyttä. Näyttelyiden epätyypillinen arkkitehtuuri, harkittu valaistus ja keinotekoiset äänimaisemat korostavat tilan eroa arkiseen ympäristöön. Yleensä museonäyttelyistä löytyy molempia piirteitä, ja *Kohtalona Ruotsinsalmi* ei ole tähän poikkeus.

Wigleyn esittämää jakoa ei näyttelyä suunniteltaessa välttämättä jäsennetä tietoisesti, vaan valinnat liukumista keskustelevalta ja kokemuksellisen välillä perustuvat näyttelysuunnittelijoiden kokemuksiin, esitettävän ilmiön laatuun sekä tilan ja näyttelybudjetin tosiasiallisiin rajoitteisiin. Näin kävi myös *Kohtalona Ruotsinsalmi* -näyttelyssä. Näyttely on jaettu kolmeen osaan, joissa käsitellään aihetta eri aikoina, eri tavoin ja eri näkökulmista. Meriarkeologisesti tärkeät Ruotsinsalmen hylt kohdataan elämyksellisesti nykyajassa tyyliteltysti meren pinnan alla, kun taas Kustaan sotaa käsittelevä näyttelyosio kertoo sodan tarinan esineitä todisteina käyttäen ja näyttelytekstein avaten. Kävijä kohtaa ensin hylt kuvitellussa merenalaisessa ympäristössä ja saa vasta tämän jälkeen selityksen sille, miten ne meren pohjaan ovat päätyneet.

Virtuaalinen taisteluelämys *Savna aalloilla* keskeyttää sotahistoriallisen keskustelevalta käsittelyn elämyksellisellä kokemuksella, josta tekstuaalinen kerronta on tietoisesti jätetty lähes täysin pois. Elämys ei kuitenkaan nojaa esineisiin tunnelman rakentamisessa vaan luo virtuaalitekniologiaa hyödyntäen aikamatkan Ruotsinsalmen toiseen meritaisteluun. Jos näyttely itsessään etäännyttää kävijän arkitodellisuudesta, on virtuaalielämyksen tarkoitus tarjota toinen elämyksellinen hyppäys näyttelyn todellisuudesta kuviteltuun menneisyyteen. Museo-kävijä voi täten reflektoida näyttelyn asiasisältöjä emotionaalisesti viritetyn kokemuksen kautta.

Digitaalista savua aalloilla

Keskityn seuraavaksi siihen, miten elämyksellisyyttä voi rakentaa virtuaalitekniologialla museoympäristössä ja miten se tehtiin esimerkkihankkeessa. Virtuaalisen esittämisen keinot ovat saavuttamassa teknologisen kypsyyden asteen, joskin tämä niin kutsuttu XR-ala¹⁷ jatkaa muuttumista monin tavoin. Teknologia-alustat, ohjelmistot ja laitteistot ovat olleet varsin lyhytikäisiä ja kaupallisilta vaikutuksiltaan vanhempiin esitysteknologioihin kuten televisioon verrattuna yhteiskunnassa rajallisesti omaksuttuja. Ruotsinsalmihankkeen kannalta olennaisinta oli se, ettei elämyksen toteutukseen ollut käytettävissä mitään yksittäistä itsestään selvää ratkaisua tai standardia. Historian esittämisen tiedolliset ja kokemukselliset kysymykset kietoutuivat saumattomasti tuotannon ja esittämisen teknologisiin kysymyksiin. Hankkeessa varhain tehdyt valinnat vaikuttivat myöhempien ratkaisujen mahdollisuuksien rajoihin, minä teknologisia polkurippuvuuksia tutkineena historioitsijana myös lähtökohtaisesti tiedostin. Suurin yksittäinen valintoja rajaava kohta oli tuotannon hankinnan kilpailuttaminen.

¹⁷ XR, cross reality, on 2010-luvulla vakiintunut epämääräinen yleistermi virtuaalisille teknologioille, joista yleisimpiä ja käsitteellisesti selkeimpiä ovat VR virtual reality (virtuaalitodellisuus) ja AR augmented reality (lisätty todellisuus). En tässä katsauksessa ota kantaa näiden käsitteiden kaikkiin mahdollisiin merkityksiin ja näihin liittyviin ongelmiin. Alan toimijat käyttävät tällä hetkellä Suomessa XR-lyhennettä kattokäsitteenä, katso <https://fivr.fi/about/>.

Historia eläväksi -hanke edustaa 349 000 euron kokonaisbudjetillaan¹⁸ museotalalla Suomessa toistaiseksi harvinaista suurhankintaa. Virtuaalielämyksen toteutus oli kilpailutettava EU-tasoisena julkisena hankintana. Tätä ennakoiden toteutin markkinakartoituksen keväällä 2019 XR-alan toimijoille lähetetyllä kyselyllä. Kartoitus auttoi määrittämään tarjouspyyntöä teknologisesti, tuotannollisesti ja sisältöjen osalta. Samalla se viivästytti varsinaista hankintaa noin kuukaudella. Markkinakartoitus osoitti, että virtuaalisiltöjen toteutus on kilpailtu ala eikä elämyksen suora hankintaa kannata harkita. Samalla tuli selväksi, että lopputulos riippuisi toimittajan ja tilaajan välisestä vuorovaikutuksesta tuotannon luovan prosessin aikana. Tavoitteet, vuorovaikutuksen tavat ja osapuolten vastuut oli kirjattava tarjouspyyntöön riittävällä tarkkuudella, jotta saadut tarjoukset olisivat keskenään vertailukelpoisia ja vastaisivat toivottua tulosta. Tarjousten arviointiperusteet osoittautuivat hyvin vaikeiksi määritellä. Hankinnassa päädyttiin lopulta pyytämään tarjoajilta hankesuunnitelmaa sekä referenssejä, tekemään haastattelut ennalta ilmoitetun kysymysrunгон mukaisesti ja arvioimaan toimittajien aiempaa kokemusta. Nämä laadulliset tekijät määrittivät 70 prosenttia arvioinnin pisteistä. Koska hankinnan arvolle oli ulkoisen rahoituksen takia tiedossa selvä katto, päädyimme noudattamaan niin sanottua ranskalaista urakkaa 220 000 euron (ALV 0 %) kattoarvolla. Hinta vaikutti täten lopulta vain vähän, sillä laadullisesti vahvimmat tarjoukset jäivät kaikki 20 000 euron sisään toisistaan. Tarjousten arviointiin osallistui Suomen kansallismuseon yleisötyöpäällikkö Hanna Forssell. Hänellä oli paitsi kokemusta VR-hankkeista myös riittävä etäisyys tämän hankkeen asiasisällöistä kriittisen etäisyyden varmistamiseksi. Äärimmäisen tiukan hankintakilpailun voitti helsinkiläinen Zoan Oy, jonka kanssa ryhdyimme lokakuussa 2019 käytännössä tekemään elämystä.

Hankkeen lähtökohdat on hyvä selvittää mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, mielellään jo ennen rahoituksen hakemista. Historia eläväksi -hankkeen tavoitteet määriteltiin syksyllä 2018 rahoitusta haattaessa ja ennen kuin hankkeesta vastaava tutkija oli rekrytoitu. Elämyksen tavoitteena oli laajentaa ja vahvistaa näyttelyssä esiteltäviä teemoja sodasta ja sen kokemuksesta. Onnistuessaan se rikastaa näyttelykävijän kokemusta menneisyydestä ja auttaa häntä ymmärtämään paremmin näyttelyssä esillä olevaa esineellistä kulttuuriperintöä. Virtuaalitodellisuushankkeella pyrimme näin haastamaan perinteiset, staattiset tavat esittää historiaa.¹⁹ Tätä tarkemmin hanketta ei ollut määritelty ennen hankkeen käynnistymistä tammikuussa 2019. Minut valittiin vetämään hanketta aiemman peliteknologisen, laivanrakennushistoriallisen sekä Ruotsinsalmea koskevan osaamiseni takia. Olin nimittäin jo osallistunut Ruotsinsalmen historian digitaaliseen uudelleentulkintaan Kymenlaakson museon tutkijana ja pelikehittäjänä.

Osallistuin Ruotsinsalmen meritaisteluiden esittämiseen museoympäristössä *Virtual Naval Battles* -hankkeessa.²⁰ Merkittävin havaintoni tästä hankkeesta oli se, että teknologiavälitteinen pelillinen kokemus jää museoympäristössä helposti suurelta osalta kävijöitä kokeilematta koska heidän ennakkokäsityksensä videopeleistä vaikuttavat museokokemukseen. Kohtalona Ruotsinsalmi -näyttelyä varten tehty kävijäprofiiliselvitys ohjasi uuden elämyksen

¹⁸ Rahoitus hankkeelle tuli Jane ja Aatos Erkon säätiön myöntämällä apurahalla Suomen kansallismuseolle. Rahoitus sisältää hanketutkijan palkan. Hankebudjetti ei sisällä näyttelyrakennusta tai -teknikkaa, jotka hankittiin Suomen kansallismuseon ja Kymenlaakson museon yhteisen näyttelyhankkeen kautta. Virtuaalielämyksen AV-järjestelmä maksoi 50 000 euroa (ALV 0%), mihin on lisättävä fyysiset rakenteet, akustointi ja pystytystyöt.

¹⁹ Aiheesta esim. Sahari 2019.

²⁰ Sahari 2013.

suunnittelua kohti helppoa käytettävyyttä ja virtuaalitekniikan häivyttämistä taka-alalle. Tämä vaikutti keskeisesti esitystekniikan valintaan.

Virtuaalitekniikkalaitteet paitsi eristävät käyttäjän omaan yksilölliseen maailmaansa myös tulevat tämän iholle. Vaikka tällaiset laitteet tulevat lähitulevaisuudessa todennäköisesti lisääntymään, päädyimme valitsemaan laajemmalle museokävijäjoukkoille helpon ratkaisun ja valitsimme perinteisemmän projektioratkaisun vuorovaikutteisuuden ja immersion kustannuksella. Syyt tähän hankkeen alkuvaiheessa tehtyyn päätökseen eivät silti olleet yksinomaaisesti luovia tai käyttäjäkokemuksesta kumpunneita. VR-laitteistojen yleistyessä museot ovat havainneet teknologian yhä hauraaksi ja ylläpitoresurssit riittämättömiksi.²¹ Ellei museolla ole riittäviä henkilöstö- ja laitteistoresursseja elämyksen pitämiseksi toimintakunnossa ja hygieenisenä, saattaa kallis hanke osoittautua hyvin lyhytikäiseksi, vaikka ohjelmistot toimitusvalmiiksi.²²

Varsinaisen VR-tekniikan jättäminen pois elämyksestä ohjasi hanketta elokuvallisempaan suuntaan ja pakotti harkitsemaan kävijäkokemuksen saavutettavuutta ja vaikuttavuutta tarkkaan. Kun kävijän oma toimijuus jäi pois, oli ilmeisenä riskinä elämyksen latistuminen digitaalisesti toteutetuksi pienoiselokuvaksi. Tätä tapaa kokea elämys tukivat osaltaan näyttelyn konseptisuunnitelmat, joissa elämysteatteri noudatti perinteistä elokuvateatterin muotoa istuimiseen ja kaksikulotteiseen projektiointiin. Ympyränmuotoinen 360-asteinen projektiio ei ollut mahdollinen näyttelytilaa halkovien teräspalkkien sijoittelun takia, minkä lisäksi suuri elämysympyrä olisi romuttanut kokonaan jo päätetyn näyttelykokonaisuuden. Puolikaari, 180-astetta, sitä vastoin oli mahdollista rakentaa. Elämystilaa suunniteltaessa lähdin täten tietoisesti purkamaan perinteistä elokuvateatteria, jolloin elämystilasta tuli lopulta muodoltaan pelkistetty ja muotokieleltään abstrakti ovaali. Etäännyttämällä museokävijät tutusta teatteritilasta pyrkimyksenäni oli tarjota heille uusi kokemus ja tuottaa näin vahva muistijälki. Kävijät voivat liikkua tilassa vapaasti, sillä toinen pitkä kaari toimii kokonaisuudessaan projektiopintana.²³ Istumatilaa on vain muutamalle kävijälle kerrallaan. Istuinten valinnassa ja sijoittelussa tehtiin kompromissi saavutettavuuden ja vaikuttavuuden välillä. Avoimen tilaratkaisun tavoitteena oli mahdollistaa elämyksen jaettu, sosiaalinen kokemus muiden kävijöiden kanssa.

Alusten 3D-malleihin kohdistui erityisiä laadullisia tavoitteita, koska hankkeen tavoitteena oli myös avata saaristolaiivastojen alusten 3D-mallit avoimesti kaikkien saataville. Virtuaalielämyksiä museoympäristöihin tuottaessa ei yleensä ole ollut tapana avata tällaisia sisältöjä jatkokäyttöä varten. Myöskään kulttuuriympäristökohteita tai kokoelmaesineitä digitoitaessa 3D-malleiksi ei ensisijaisesti ajatella näiden käyttöä virtuaalisissa tai pelillisissä elämyksissä. Fotogrammetrialla toteutetut 3D-mallit eivät toistaiseksi ole soveltuneet sellaisenaan pelikehitysohjelmistoissa käytettäväksi.²⁴ Kulttuuriperinnön kolmiulotteista digitointityötä ohjaavat käytännöt ovat vasta vakiintumassa, ja Euroopan kulttuuriperintöinstituutioiden yh-

²¹ Keväällä 2019 tein tiedusteluita useilta kollegoilta eri museo-organisaatioissa VR-järjestelmien käytettävyydestä. Katso Whitemyer 2017.

²² Tämä päätös tehtiin lähes vuotta ennen Covid-19 -pandemiaa, joka pakotti museot miettimään näyttelyiden fyysisyyttä uudelleen.

²³ Projektiopinnot mitat: leveys n. 9 metriä säännöllisen ovaalin kaarella, korkeus n. 4 metriä.

²⁴ Fotogrammetriassa mallinnettava esine kuvataan joka puolelta suurella määrällä suurikokoisia digikuvia, jotka yhdistetään laskennallisesti tietokoneohjelmalla kolmiulotteiseksi objektiksi.



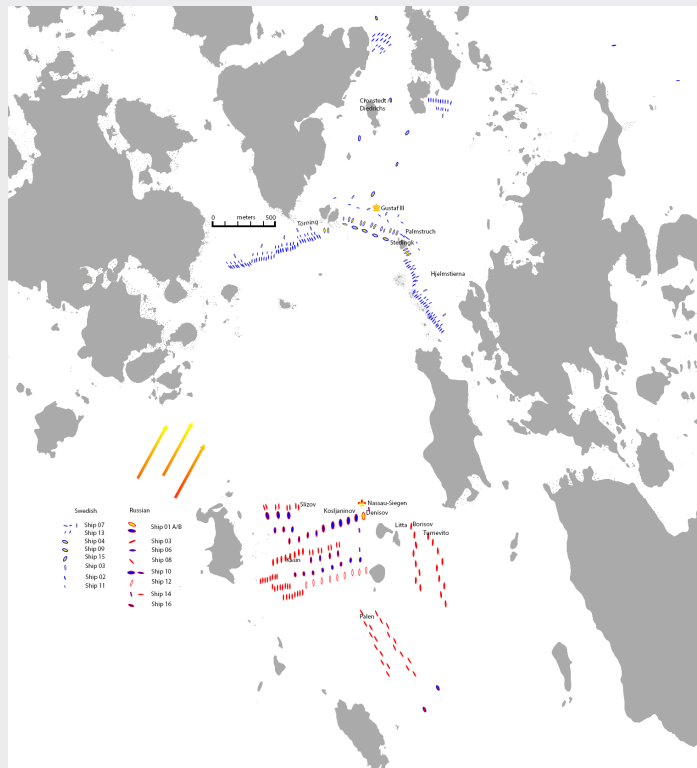
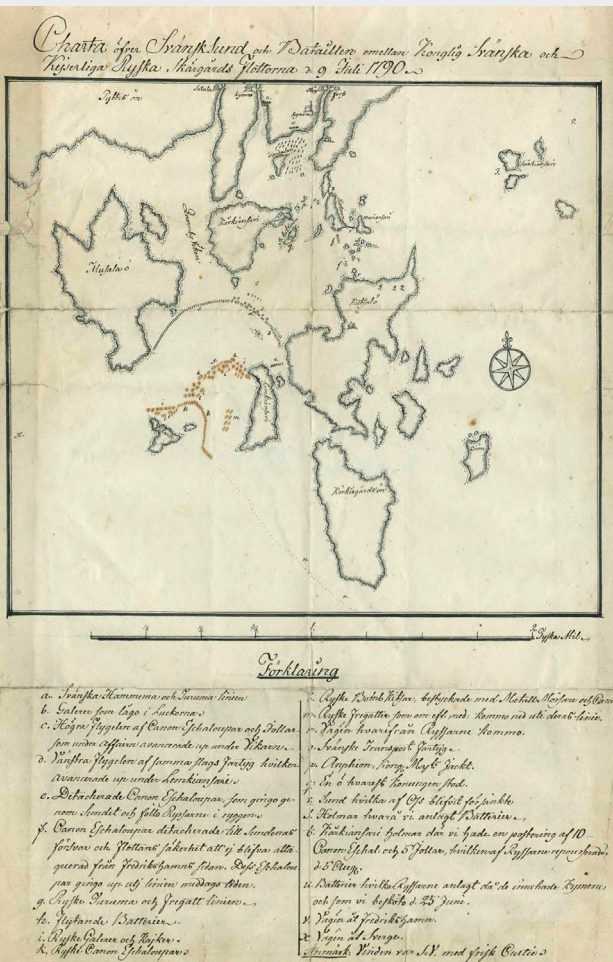
Kuva 1. Savua aalloilla elämyksen esitystila Kohtalona Ruotsinsalmi -näyttelyssä Merikeskus Vellamossa Kotkassa. Lähde: Soile Tirilä, Museovirasto.

teinen ohjeistus valmistui vasta vuoden 2020 alussa hidastaen tämän hankkeen tavoitteiden määrittelyä.²⁵ Jatkokäytön mahdollistaminen edellytti alusten 3D-mallien avaamisen määrittelyä tuotannon kilpailutusvaiheessa. Tällöin kilpailutukseen osallistuvat toimijat osasivat tuntemattomista määrittelyistä huolimatta ennakoida historiallisen edustavuuden, lopputuloksen teknisen laadun ja tekijänoikeuksien siirron vaikutukset tarjouksissaan. Museoviraston oli saatava toimittajalta kaikki sellaiset oikeudet, joiden hallintaa edellytetään avoimen kulttuurin lisenssin myöntämiseen.²⁶

Kilpailutusvaiheessa 3D-mallien julkaisun tekninen toteutus voitiin määrittää yksityiskohtaisesti vasta tuotantovaiheessa yhdessä Zoan Oy:n kanssa. Hankkeen onnistumisen kannalta kriittistä oli se, että toimittajan tekninen johtaja Jonathan Biz Medina oli perehtynyt museoiden toimintaan ja kulttuuriperintöaineistojen mallintamiseen jo aiemmin ja osasi näin ennakoida museon tarpeita. Virtuaalisia kulttuuriperintöhankkeita suunniteltaessa on mielestäni erittäin tärkeää arvioida, mitä soveltuvaa osaamista museolla itsellään jo on ja mitä osaamista on tarkoituksenmukaista kehittää tai ylläpitää omasta takaa. Museovirasto on vuosien ajan kehittänyt esineiden mallintamisen osaamista fotogrammetrialla, mutta pelillisten mallinnustekniikoiden osaamista taas ei ole ollut tarkoituksenmukaista kehittää. Historia eläväksi -hanke toimi täten käytännöllisenä pilottina vektorigrafiikalla tuotettujen historiallisten 3D-mallien tallentamisesta ja jakamisesta virastolle.

²⁵ "3D Content in Europeana" <https://pro.europeana.eu/project/3d-content-in-europeana#recommendation> 7.5.2020

²⁶ "Tietoa lisensseistä" Creative Commons https://creativecommons.org/licenses/?lang=fi_7.5.2020.



Kuva 2. Ruotsalainen aikalaiskartta ja hankkeessa tehty rekonstruktio rinnakkain. Alkuperäiskartoissa etäisyydet vaihtelevat paljon ja osa pienemmistä saarista saattaa puuttua tyystin. Lähde: Krigsarkivet Tukholma & Aaro Sahari.

Tapahtumien rekonstruointi virtuaalisesti edellyttää poikkeuksellisen tarkkoja tietoja tai niiden puuttuessa tulkintaa. Verrattuna historiankirjoitukseen tai näyttelyteksteihin virtuaalisen elämyksen rakentaminen vaatii sellaista tietoa, jota ei ole saatavilla. Elämysuunnittelussa oli pakko tehdä hyvin pitkälle meneviä tulkintoja varsin vaillinaisen tiedon varassa. Kaikkia asioita, aluksia ja ihmisiä ei ole mahdollista mallintaa luotettavasti, vaan valinnat oli tehtävä historiantulkintojen uskottavuutta arvioimalla. Tutkimuksellisesti edustava ratkaisu tähän ongelmaan olisi sisällyttää virtuaalielämyshankkeeseen huomattava määrä tutkimusta. Tähän on harvoin varaa, eikä tässäkin hankkeessa varauduttu tekemään riittävästi tutkimusta tapahtumista tai niihin osallistuneista aluksista. Hankkeen onnistuminen perustui tällöin sille, että kokonaisuudesta vastaavana tutkijana kykenen hyödyntämään jo saatavilla olevat tiedolliset resurssit ja luomaan edellytykset uskottavan elämyksen rakentamiselle.

Aiheesta oli julkaistu useita kirjoja, minkä lisäksi käytettävissä oli paljon lähdeaineistoa. Silti tapahtumien rekonstruointi virtuaalimallinnuksessa eroaa historiantutkijan kirjallisesta

rekonstruktioista. Erinomaisessa teoksessaan historioitsija Jussi T. Lappalainen on tehnyt kirjallisen historiallisen tulkinnan tapahtumista.²⁷ Kirjallinen kuvaus voi tukeutua lähteisiin ja silti jättää niihin liittyviä epävarmuuksia käsittelemättä. Lappalainen käytti tulkinnassaan aikalaiskarttoja osoittamaan liikettä taistelussa. Tämä alkuperäislähteisiin tukeutuminen piilottaa virtuaalitulkinnalle kriittisen epävarmuuden historian tutkimukselle ominaisen lähteen autenttisuuden taakse. Aikalaiskartat valehtelevat jo epätarkkuuttaan.²⁸

Elämyksen pohjakartta perustui maanmittauslaitoksen ja GTK:n avoimesti saatavilla olevaan dataan. Nykykartoista oli kuitenkin poistettava 1700-luvun jälkeen tehdyt muutokset maisemaan. Kymijoen suualue oli raja-alueena varsin luonnontilainen ja ensimmäiset suuret rakennushankkeet alueella alkoivat vasta 1790-luvulla kun Ruotsinsalmen linnoitusta rakennettiin. Tältä ajalta ovat myös ensimmäiset luotettavat kartat alueesta. Venäläiskartat olivat muutenkin tärkeitä, sillä 1800-luvun jälkipuoliskolla tehdyt merenmittaukset loivat perustan elämyksen maiseman viimeistelylle. Lisätukea antoivat itsenäisyyden alkuvuosikymmenten yleiskartat, sillä suurin muutos taistelun alueen maisemassa tapahtui vasta 1980-luvulla kun Mussalon syväsatamaa alettiin rakentaa. Kartta-aineiston tulkinnassa hyödynsin mittavaa paikallistuntemustani Kotkan saaristossa. Vanhempani ovat kotoisin Kymistä, ja olen viettänyt huomattavan osan elämästäni Mussalon saarella kuuloetäisyydellä Ruotsinsalmen taisteluista. Elämyksen maisemaa ei silti ole mahdollista rekonstruoida täysin yksityiskohtaisesti ja luotettavasti vaan lopullinen tulkinta on parhaimmillaankin vain uskottavan oloinen ja riittävä immersion kokemuksen tuottamiseen.

Kuten edellä olleesta kuvauksesta voi havaita, on *Savua aalloilla* -elämys tiedollisesti tarkasteltuna historian tutkimukseen perustuva tulkinta, jonka tarkoituksena on enemmän herättää mielenkiintoa Ruotsinsalmen historiaa kohtaan kuin esittää tapahtumista akateemisesti kestävä tutkimuksellinen väite. Virtuaalinen tulkinta vaatii historian tutkijalta vastauksia moniin sellaisiin kysymyksiin, joihin humanistisen koulutuksen saanut historioitsija harvoin joutuu vastaamaan ja jotka jäävät hyvästikin tutkimustekstistä uupumaan. Hankkeen aikana olen etsinyt vastauksia muun muassa sellaisiin kysymyksiin, kuten mistä suunnasta aurinko paistoi laivastojen tullessa näköetäisyydelle toisistaan, minkälainen lokki olisi saattanut lennellä ruotsalaislaivaston mastojen lomassa tai minkälainen sääilmiö synnytti yllättävän kovan tuulen ja aallokon heinäkuun suven keskelle. Oma hermeneuttinen pohdintani ei myöskään kääntynyt sellaisenaan elämykseksi, vaan lopputulos vaati tekemäni tulkinnan viestimistä ohjaajalle, käsikirjoittajalle, mallintajille, efekti suunnittelijoille, säveltäjälle ja muille digitaalisen elämystuotannon ammattilaisille. Tätä historiallisen tiedon välittämisen ja virtualisoinnin vaikeutta käyn lopuksi läpi saaristolaivastojen alusten mallintamisen avulla.

1700-luvun lopun Itämeren saaristolaivastojen kuviteltu uusi digitaalinen elämä

Sotaan 1788–1790 osallistui kymmeniä erityyppisiä aluksia Ruotsin ja Venäjän saaristolaivastoista. Vanhimmat aluksista olivat 1700-luvun puolivälistä ja sodan alkaessa kymmeniä vuosia vanhoja. Rauhan aikana oli tapana telakoida pienemmät sota-alukset ja purkaa suu-

²⁷ Lappalainen 2011 160–197.

²⁸ K0024900_00001, K0024901_00001, K0024902_00001, K0035096_00001, Slaget vid Svenskund den 9 juli 1790, Historiska planscher, Krigsarkivet, Tukholma. Pohjakartta elämystuotantoon, Aaro Sahari 2019.

remmista laivoista rikit. Osa aluksista selvisi vuosien tai jopa vuosikymmenten telakoinnista, mutta esimerkiksi Pietarin kaleeritelakalla sattui 1700-luvulla suuria tulipaloja, joissa moni aluksista menetettiin.²⁹ Ruotsi oli uudistanut armeijan laivastoa 1770-luvulta lähtien, ja aluskanta oli uudempaa kuin Venäjän, jonka doktriini perustui yhä merkittävässä määrin Väli- ja Mustaltamereltä omaksuttuihin kaleereihin. Erot maiden välillä liittyivät logistiikkaan, talouteen ja väestöpohjaan. Tykkipurilla palveli 30–60 ihmistä, kun taas kaleerille tarvittiin jopa satoja soutajia. Toisaalta pieniä aluksia saatettiin rakentaa pitkin Ruotsin valtakunnan pitkää rannikkoa, kun taas Venäjän laivanrakennus keskittyi muutamille suurille varveille. Venäjän laivasto otti silti nopeasti oppia vihollisestaan ja uudet alustyytit korvasivat kaleerit 1790-luvun alkuun mennessä. Ruotsalaiset keskittyivät talvella 1789–1790 ensisijaisesti rakentamaan kevyitä ja halpoja tykkipurssia, kun taas venäläiset keskittivät resursseja suurempiin laivoihin ja tykkiproomuuihin.³⁰ Ruotsinsalmen toiseen meritaisteluun otti näin osaa hyvin moninainen joukko sota-aluksia pihkaa tiheistä tykkipurssista käyttöikänsä päässä oleviin kaleereihin.

Kaikkia alusten yksityiskohtia ei hankkeessa olisi voitu mallintaa, vaikka ne olisivatkin tiedossa. Esineiden mallintaminen on resursseja vaativaa käsityötä, minkä tiedostaen tuotannon kilpailutuksessa asetettiin tavoitteeksi kuudentoista alustyyppin mallintaminen. Keskeisimpien alustyyppien mallintaminen yksityiskohtaisesti riitti elämyksen toteuttamiseen. Osa aluksista ei yhdeksänminuuttisessa elämyksessä koskaan nähdä läheltä, mutta koska kaikkien alusten 3D-mallit oli tarkoitus avata erikseen, oli mallinnuksen vähimmäisvaatimuksena yleinen historiallinen edustavuus.³¹ Kaikista taisteluun osallistuneista noin 320–380:stä aluksista ei ollut lähes mitään tietoa nimeä ja summittaista tyyppiä lukuun ottamatta. Täten alusten 3D-malleja ei voi pitää historiallisesti täysin autenttisina, vaan lähdeaineistojen ja 1700-luvun laivanrakennusta ja merisotaa käsittelevän tutkimuksen pohjalta tehtynä tulkintana.³² Mallien avaaminen tarjoaa mahdollisuuden täydentää ja korjata näitä alusmalleja. Näin yksittäinen 3D-malli rinnastuu historialliseen artikkeliin tässä ajassa syntyneenä, menneisyyttä koskevana lausuntona.

Mallinnustyö alkoi historiallisten lähdeaineistojen keruulla ja analyysillä. Taustatutkimusten tavoitteena oli tunnistaa kunkin alustyyppin virtuaalisen mallintamisen ongelmakohdat: mitä alustyyppistä tiedettiin, mikä jäi tulkinnan varaan? Primäärilähteitä kuten alkuperäisiä 1700-luvun teknisiä piirustuksia tai museokokoelmissa olevia pienoismalleja voitiin käyttää mallinnuksessa suhteellisen helposti. Kirjalliset lähteet taas eivät sellaisenaan soveltuneet käyttöön, sillä hankkeen työskentelykielenä oli englanti ja aineistot olivat lähes tyystin ruotsin- ja venäjänkielisiä. Hanketutkijana jouduin täten kääntämään, tiivistämään ja tulkitsemaan aineistoja. Teknisiin piirustuksiin oli tehtävä paljon tarkennuksia, jotta laivanrakennusta ja merenkulkua tuntemattomat mallintajat osasivat keskittää huomionsa merkityksellisiin tekijöihin. Virtuaalisten kulttuuriperintöhankkeiden yksi merkittävä haaste on löytää yhteinen kieli historian ja digitaalitekniikan ammattilaisten välillä. Onneksi nykyisin on verkossa vapaasti saatavilla paljon historiaa elävöittävää ja tulkitsevaa video- ja kuva-aineistoa, jonka avulla yhteisymmärrystä on mahdollista rakentaa.

Aikakauden puulaivarakennuksen ominaispiirteet huomioon ottaen on selvää, että jokainen alus oli jossain määrin yksilöllinen rakenteeltaan ja muodoiltaan. Tätä hajontaa ei aluksia

²⁹ Sozaev ja Tredrea 2010 34–39.

³⁰ Nikula 1933 108–162, 267–305, 359–367.

³¹ Mallit on avattu museoviraston Sketchfab-palvelussa.

³² Willis 2008; Rönnby et al. 2019 13–14.

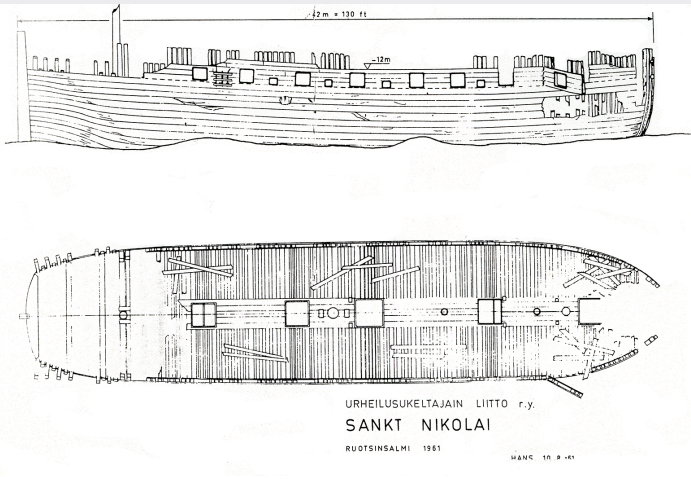
mallinnettaessa voitu ottaa huomioon käytännöllisistä syistä, sillä purjelaivojen mallinnus oli jo lähtökohtaisesti hyvin aikaa vievää ja kallista. Tuuma sinne tai jalka tänne ei myöskään välity elämyksestä, sillä yli kymmenen neliökilometrin alueelle jakaantuneet alukset nähdään harvoin niin läheltä, että tällaisilla yksityiskohdilla olisi merkitystä. Alusten eroja päädyttiin lopulta korostamaan 3D-mallien väritystä ja pintagrafiikkaa muuntelemalla. Tämän lisäksi oli valittava sellainen edustava joukko alustyyppisiä, joilla taistelu voitaisiin esittää historiallisesti edustavasti. Tämän valinnan tein hankkeen alkuvaiheessa ennen tuotannon kilpailuttamista. Valintaperusteet olivat seuraavat:

- A. Alustyyppien merkittävyys 1788–1790 sodassa ja Ruotsinsalmen toisessa meritaistelussa.
- B. Yksittäisen aluksen historiallinen vaikuttavuus näitä tapahtumia koskevissa historiantulkintoissa.
- C. Alusta koskevien lähdeaineistojen laatu.
- D. Tuotettavan mallikokoelman edustavuus kokonaisuutena.

Näin arvottaen valitsin kahdeksan ruotsalaista ja kahdeksan venäläistä alustyyppiä, jotka ovat merkittävyysjärjestyksessä (perusteet suluissa):

1. Venäläinen St. Alexander -luokan saaristofregatit, erityisesti St. Nikolai (A, B, C, D)
2. Ruotsalainen tykkipursi (A, C, D)
3. 22-airoparinen kaleeri, mallina käytettiin molempien maiden palveluksessa olleita aluksia. (A, C, D)
4. Ruotsalainen soutufregatti hämeenmaa Styrbjörn (A, B, D)
5. Kuningas Kustaa III:n huvijahti Amphion (B, C, D)
6. Venäläinen Xebec Minerva (A, B, D)
7. Ruotsalainen kuninkaallinen jahti Amadis (B, C, D)
8. Venäläinen kaik'a, soudettava tykkivene (A, D)
9. Ruotsalainen uudenmaa Ingeborg (B, C, D)
10. Venäläinen tykkiproomu (A, D)
11. Ruotsalainen tykkijolla (A, C, D)
12. Kutteri, purjehdittava yhteysvene (A, C, D)
13. Ruotsalainen mörssärivene (C, D)
14. Venäläinen tykkipursi (A, D)
15. Ruotsalainen turunmaa Norden (B, C, D)
16. Venäläinen tuplasluoppi (D)

1790 purjehduskaudelle Venäjän laivasto oli rakennuttanut kokonaan uuden soutufregattisarjan, jonka ensimmäinen alus oli nimeltään Pyhä Aleksander. 40-metriset fregatit perustuivat ruotsalaisilta edellisestä vuotena vallattuihin saaristofregatteihin. Ruotsinsalmen historian kannalta tärkein näistä laivoista on venäläinen soutufregatti St. Nikolai. Syyt tähän ovat tarinallisia ja tapahtumia koskeviin historiantulkintoihin kietoutuneita. Taistelussa uponneesta fregatista tuli vuoden 1948 jälkeen koko sodan käsittelyä Kotkassa ja suomalaisessa meriarkeologiassa ohjannut alus. 1950-luvulla alkanut sukellustoiminta hyllyllä sai vauhtia sen jälkeen kun Wasa-laiva löydettiin vuonna 1956 ja nostettiin museoitavaksi. Nikolailla



Kuva 3. Soutufregatti St. Nikolain hylkypiirros vuodelta 1961 ja hankkeessa tehty digitaalinen rekonstruktio. Lähde: Kymenlaakson museo & Zoan Oy.



tehtiin hylkytutkimuksia vuosikymmenien mittaan ja Ruotsinsalmen historialle suunniteltiin Kotkaan erillistä museota. 1990-luvulle tultaessa suomalainen vedenalainen arkeologia ja vettyneiden materiaalien konservointi olivat ottaneet tärkeitä askeleita, vaikka museo oli jäänyt rakentamatta. Se valmistui toisessa muodossa 2008, kun Suomen merimuseo siirtyi Helsingin Hylkysaaresta Kotkan Kantasatamaan.

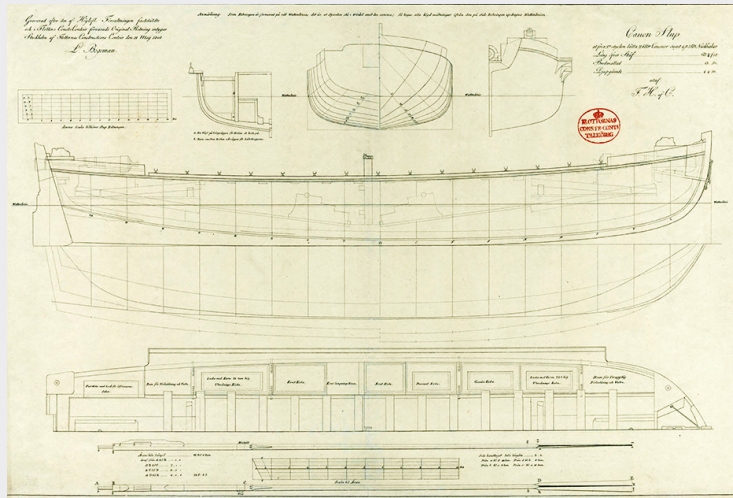
St. Nikolaita koskevaa aineistoa on paljon jäljellä, mutta aivan täydellistä sekään ei ole, sillä hylyn riki oli vuosisatojen mittaan tuhoutunut. Laivan mallinnuksessa tukeuduin venäläisiin julkaistuihin aineistoihin 1790 rakennetuista soutufregateista, joita hylkyaineistoihin vertailemalla oli mahdollista tehdä kohtuullisen edustava tulkinta siitä, millainen laiva oli saattanut olla. Lähtökohdat ja lopputulos näkyvät kuvassa 3. Aluksen mallinnukseen voi tutustua tarkemmin museoviraston Sketchfab-kokoelmassa.³³

Rungon muoto ja pääkannen sijoittelu vastaavat varsin hyvin hyllyltä mitattuja tietoja. Mastojen mitoissa on noudatettu ruotsalaisia ja brittiläisiä 1700-luvun jälkipuoliskon teorioita täysrikatun laivan mitoista.³⁴ Aikalaisten käsitykset parhaasta maston ja raakojen pituudesta erosivat toisistaan, minkä takia mallinnukseen on syytä suhtautua varauksella. Kyseessä on tulkinta, jonka totuudenmukaisuutta ei välttämättä voida koskaan varmistaa. Silti englantilaisten upseerien suuri määrä Venäjän sotalaivastossa antaa osviittaa kulttuurivaikutuksista.³⁵

³³ Russian archipelago frigate St. Nikolai <https://sketchfab.com/3d-models/russian-archipelago-frigate-svjatoi-nikolai-2e0c2c37a55f48bba314c894ca5e5f0b> haettu 31.7.2020.

³⁴ Marquardt 1992. hylkymallinnus tehtiin Kadonnut Ruotsinsalmi -hankkeessa.

³⁵ Anderson 1947.



Kuva 4. Ruotsalaisen tykkipurren replika, sähköisellä apumoottorilla varustettu soutupursi Diana ja hankkeessa mallinnettu tykkipursi. Lähde: Krigsarkivet Tukholma & Aaro Sahari.

St. Nikolain päällikkönä toimi nuori englantilainen meriupseeri Samuel E. Marshall, joka oli kaikesta päätellen saanut oppinsa brittilaivastossa. Upseerin koulutuksen yksi olennainen osa tähän aikaan oli rikin yksityiskohtainen ja kattava tunteminen.

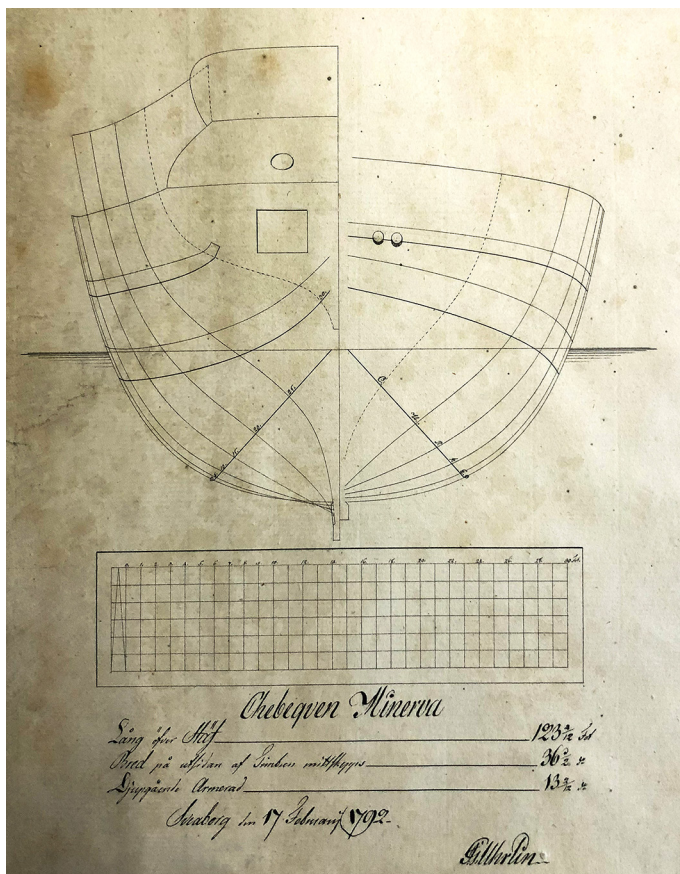
Ruotsinsalmen toisen meritaistelun mahdollisesti tärkeimmät alustyyppit olivat pienikokoiset tykkipurret ja -jollat, joita ruotsalaiset olivat alkaneet valmistaa jo ennen sodan alkua. Chapmanin idea pienistä aluksista oli tuotannollistaloudellinen. Yksi osasto tykkiveneitä vastasi tulivoimaltaan saaristofregattia mutta oli halvempi rakentaa ja ylläpitää. Veneitä voitiin rakentaa pitkin valtion rannikkoa, sillä alustyyppit perustuivat Itämeren maalaisiin purjealustyyppeihin. Veneiden rakennusmateriaalit olivat myös paikallisia, eikä tykkiveneisiin tarvittu tammea tai muita kalliita puuraaka-aineita niiden pienen koon takia.³⁶ Venäjä ryhtyi sodan aikana rakentamaan ruotsalaistyyppisiä tykkipursia, mutta kaluston uudistaminen jatkui pitkälle 1800-luvun alkuun. Tykkipurret korvasivat erityisesti kaleerit, joiden tulivoima ei ollut niitä merkittävästi suurempi. Ruotsinsalmen toisessa meritaistelussa ruotsalaisten venelaivueiden ammattitaito ja johtaminen ylittivät venäläisten vastaavan, minkä seurauksena taistelu ratkaistiin lopulta länsilaidalla Mussalon saaren edustalla, missä venäläisten tykkiveneet perääntyivät ja jättivät keskustan auki. Kevyt ja ketterä venetyppi edellytti myös uutta taistelutaktikkaa. Tätä ruotsalaiset olivat myös ehtineet kehittää kaluston ohella.

Ruotsalainen tykkipursi oli kaikista mallinnettavista aluksista helpoin. Alustyyppistä on tehty Chapmanin piirustusten perusteella replika-alus Diana, jonka kotisatama on Suomenlinnassa. Pääsimme tutustumaan tähän tykkipurteen ja saimme aluksesta paljon kuva- ja videoaineistoa, joka auttoi mallinnustyössä merkittävästi. Pienikokoisen purren yksinkertainen riki oli myös mallintajille suuria purjelaivoja merkittävästi helpompi haaste.

³⁶ Nikula 1933 145–154; Harris 1989.

Kuva 5. Shebekki Minervan piirustus Ruotsin merimuseon Chapman-kokoelmassa. Lähde: Sjöhistoriska Museet Tukholma, kuva originaalista Aaro Sahari.

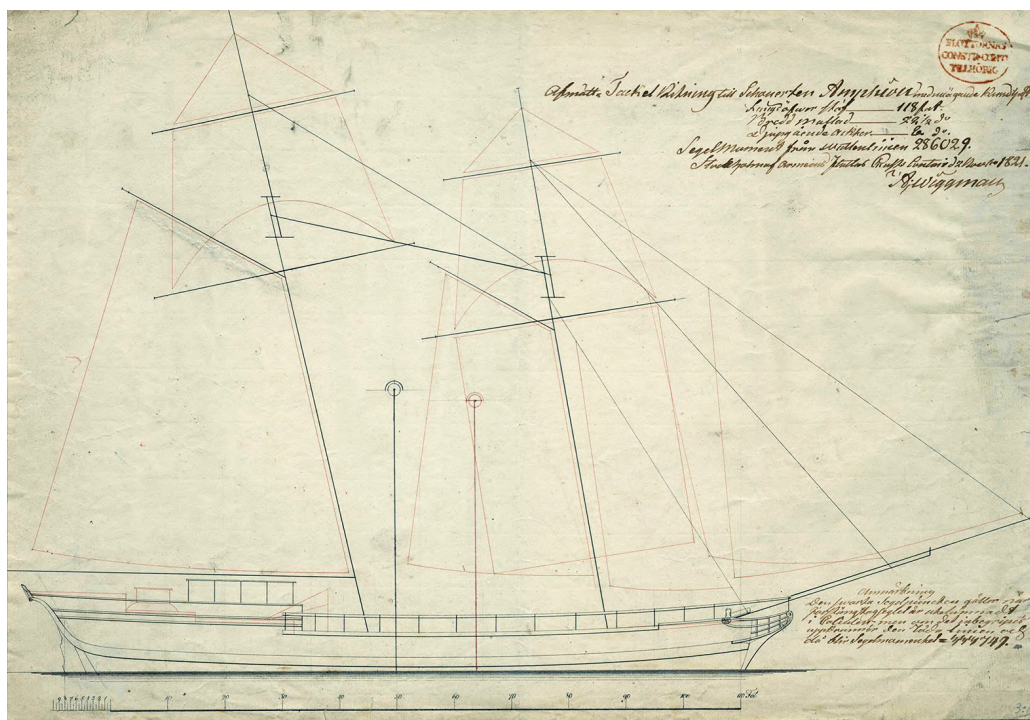
Ruotsinsalmen toiseen meritaisteluun osallistui osasto shebekkejä. Alun perin muodossa xebec tunnettu alustyyppe on Välimeren laina kaleerin tapaan. Läntisellä Välimerellä tällä nimityksellä tarkoitettiin tyyppillisimmin kolmimastoisia latinalaisrikattua laivaa, jonka keulakansi oli fregattia tai Itä-Intian matkaajaa matalampi ja puuppikansi ulottui pitkälle peräpeilin yli. Ruotsinsalmen toiseen meritaisteluun osallistuneet shebekit tuskin olivat näin rikattuja. Ruotsalaisissa taistelukuvauksissa kummitellee suuri joukko fregatteja, joita venäläisistä laivalistoista



ei löydy. Kun ruotsalainen maalari Johan Tietrich Schoultz vielä maalasi nämä shebekit täysrikatuiksi, olen aikalaiskuvausten perusteella päätenyt tulkitsemaan alusten olleen nimenomaisesti laivarikissä – yksi xebec-aluksen mahdollisista olomuodoista. Shebekki Minerva jäi taistelussa ruotsalaisten käsiin, ja siitä tehtiin sodan jälkeen teknisiä piirustuksia, joiden perusteella laivan runko voitiin mallintaa varsin tarkkaan.³⁷

Tutkimuksen puutteen ongelma korostui alusten mallinnustyössä. Käsityönä rakennettujen laivojen ja veneiden mallintamiseen liittyy aina merkittäviä epävarmuustekijöitä. Purjelaivakaudella merkittävin näistä on myös näkyvin: aluksen riki, mastot, köysistöt ja purjeet. Osasta Ruotsinsalmen toiseen meritaisteluun osallistuneista aluksista rikauksesta on säilynyt alkuperäislähteitä. Parhaimmassa tapauksessa yksittäisestä aluksesta on jopa tehty rikaussuunnitelma (kuva 6). Aina tällaista lähdettä ei ole, eivätkä alkuperäislähteet aina ole luotettavia. Vaikka Ruotsissa sota-aluksista tehtiin Chapmanin johdolla pienoismalleja, eivät niiden rikit aina vastaa todellisuutta. Monen saaristofregatin rikiä muutettiin vuosikymmenien mittaan, jolloin telakkamallit tai tekniset piirustukset eivät vastaa sitä alusta, joka Ruotsinsalmeen 1790 purjehti. Toisaalta sodan aikana rakennettiin paljon uusia aluk-

³⁷ Chebequen Minerva, 4C Arméns flotta, Chapman-samlingens förteckningar, Sjöhistoriska Museet, Tukholma; Schoultz 1792 *Slaget vid Svensksund den 9 juli 1790* National Museuminkokoelmassa; Marquardt 1992 148–149; Sozaev ja Tredrea 2010 324.



Kuva 6. Ruotsin kuningas Kustaa III:n huvijahti Amphionin rikaussuunnitelma. Lähde: Krigsarkivet Tukholma.

sia, eivätkä tehdyt muutokset tulleet kiireessä täysin dokumentoiduiksi. Esimerkiksi Ruotsin saaristolaivaston suurimmat sotalaivat kevätkesästä 1790 valmistuneet hämeenmaat Hjalmar, Starkotter ja Styrbjörn on sanottu varustetun 36-paunaisilla tykeillä. Starkotterin päiväkirjat ja muut aikalaislähteet eivät näytä tukevan tätä, vaan ilmeisesti laivalla oli tyypillisemmät 24-paunaiset tykit. Styrbjörnellä sitä vastoin saattoi olla suuremmat tykit, sillä laiva on rakennettu Tukholmassa eikä Västerwikissä kuten sen sisaralukset. Tykit oli ilmeisesti valmistettu eri valimossa.

Erityisesti venäläisaluksia koskeva tieto osoittautui riittämättömäksi ilman kattavia ja aikaa vieviä arkistotutkimuksia. Täydellistä edustavuutta ei voitu saavuttaa mallinnettavien kohteiden luonteen ja niitä koskevan aikalaisaineiston puutteiden takia. Venäjän saaristolaivastoparadigma muuttui nimenomaan tämän sodan aikana kontaktissa Ruotsin uudistetun saaristolaivaston kanssa. Vuosina 1788–1789 käydyissä taisteluissa ruotsalaisia aluksia jäi venäläisten käsiin, mistä uudet soudettavat saaristofregatit ja ketterät tykkiveneet päätyivät malleksiksi Pietarin veistämöille. Jos Venäjän Itämeren puolustus oli aiemmin tukeutunut Pietari Suuren kaudella omaksuttuihin kaleereihin, osallistui kesän 1790 operaatioihin paljon erilaisia ruotsalaistyyppisiä laivoja. Saaristolaivaston suuret soutufregatit vastasivat pääpiirteiltään ruotsalaisia Turunmaa- ja Hämeenmaa-luokan aluksia. Chapmanilaiset vaikutteet olivat yhtä lailla ilmeisiä tykkipursissa ja parkasseissa. Venäjän saaristolaivastoon kuului silti yhä lukuisia kolmimastoisia kaleereita, jotka vaativat moninkertaisen määrän soutajia tykkiä kohden ruotsalaisiin pursiin verrattuna. Osaa venäläisistä aluksista on vaikea jäljittää. On myös syytä

olettaa, ettei tutkimustyö olisi tuottanut täydellistä edustavuutta mallinnustyön tueksi vaan olisi paljastanut ne epävarmuustekijät, jotka hankkeen käynnistyttyä voitiin olemassa olevan kirjallisuuden perusteella ennakoita. Alusten mallintamiseen liittyvät epävarmuudet olivat keskeinen ongelma tässä hankkeessa.

Valinnat olivat vaikeita eikä kaikkea ollut mahdollista saada. Alustyypeistä valittiin ne, joita voitiin pitää elämyksen toteutuksen kannalta olennaisina. Alukset osallistuivat Ruotsinsalmen toiseen meritaisteluun ja olivat merkityksellisiä taistelun virtuaalisen esityksen kannalta. Toinen tekijä oli, että mallinnetut alukset edustivat sotaan osallistuneita saaristolaiivastoja tai Venäjän ja Ruotsin 1700-luvun lopun sotalaivanrakennusta yleisemmin. Alusten kautta voitaisiin tällöin esitellä paitsi merisotaa pohjoisella Itämerellä 1700-luvun lopussa myös meriteknologian kehitystä. Todellisuudessa läheskään kaikkia taisteluun osallistuneita aluksia ei voitu hankkeessa mallintaa, eikä tämä ollut tavoitteenakaan. Yksittäiset saman sarjan (tyypin) alukset erosivat toisistaan monin hienovaraisin tavoin. Tämän tiedostaen malleiksi valittiin tunnettuja taisteluun osallistuneita aluksia, joista oli riittävästi tietoa saatavilla. Muitakin valintoja olisi ollut mahdollista tehdä. Historialliset virtuaaliodellisuushankkeet osoittavat näin selvästi menneisyyden tulkinnan monet tiedolliset epävarmuudet. Jos hankkeen tavoitteena olisi yhden aluksen mahdollisimman tarkka mallintaminen, olisi kaikki tässä hankkeessa olleet resurssit voitu helposti käyttää vain tähän. Mallinnustarkkuus ei koskaan riipu vain lähdeaineistojen laadusta ja tutkimustyön tarkkuudesta vaan yhtälailla virtuaalimenneisyshankkeen tavoitteista ja painotuksista.

Aluksia mallinnettiin eri tarkkuuksilla sen perusteella, miltä etäisyydeltä kukin tultaisiin elämyksessä näkemään. Suurin tarkkuus varattiin sellaisille aluksille, joilta tapahtumia seurattaisiin. Valinta perustui osin hankkeen alkuvaiheen suunnitelmiin, osin historian-tutkimukseen sekä osin tuotannon aikana tehtyihin valintoihin. Minkään aluksen mallinnus ei kuitenkaan ollut täydellinen ja koko aluksen kattava. Koska suurinta osaa tiloista ei tultaisi näkemään elämyksessä ja koska hankkeen aika- ja taloudelliset resurssit olivat rajalliset, ei tällaiseen mallinnukseen historiallisen edustavuuden ja täydellisyyden takia ollut mahdollisuutta. Mikäli tavoitteena olisi tuottaa interaktiivinen historiallinen alus, olisi sen kaikkiin osiin kiinnitettävä yhtä paljon huomiota. Tästä syystä huomattava osa historiallisten kulkuneuvojen virtuaalisista mallinnoista perustuu olemassa olevaan esineeseen. Sellainen on helpompi mallintaa.

Kaikki edellä esittelemäni ilmiöt kirjattiin mallien metadatatodokumentteihin. Näin virtuaalisten alusmallien taustalla tehtyjä tulkintoja voidaan arvioida kriittisesti. Tässäkin mielessä lähestyin kutakin 3D-mallia kuten tätä katsausta. Kyseessä on nykypäivässä tehty tulkinta erityisestä menneisyyden objektista. Tulkinta perustuu metadatassa eriteltyihin lähteisiin ja tekijöiden tarkasteltavaa ilmiötä koskeviin historiallisiin käsityksiin. Historiallisten 3D-mallien lähdekritiikki on toistaiseksi ollut varsin rajallista, eikä tällaiselle analyttiselle pohdinnalle ole ollut kanavia. Digitaalinen kulttuuriperintötyö on suurelta osin yhä sidoksissa tieto- ja informaatiotekniikan laskennallisiin toimintamalleihin, joihin laadullinen ihmistieteellinen tarkastelu istuu huonosti. Tässä vaiheessa onkin hyvä kysyä, mitä Historia eläväksi digitaalisella tarinankerronnalla -hanke voi opettaa historian virtualisoinnista?

Virtuaalinen historiatulkinta menneisyyden tulkinnan välineenä

Kadonneen kulttuuriperinnön kuvittaminen uudelleen virtuaalitekniikan avulla ei tapahdu nappia painamalla. Toisin kuin nykypäivään säilyneiden kulttuuriperintökohteiden kuvaaminen ja mallintaminen, ei tällaiseen menneisyyden fyysisten objektien mallintamiseen ole olemassa itsestään selvää toteutustapaa tai työnkulkua. *Historia eläväksi digitaalisella tarinankerronnalla* -projekti oli poikkeuksellisen vaativa hanke kaikille osallisille. Tutkijana jouduin usein nyhtäisemään lähes tyhjästä tietoja ties mistäkin laivanosasta tai asejärjestelmän toiminnasta. Nämä tiedot olivat mallintajille ja elämyksen toteuttajille lähes kiveen kirjoitettuja ”faktoja”, joiden varaan elämystuotanto pystytettiin. Tältä osin Merikeskus Vellamossa Kotkassa nyt esillä oleva elämys perustuu minun tulkintaani menneisyydestä. Toisin kuin tämä katsaus, en kuitenkaan voinut vaikuttaa lopputulokseen suoraan. Leikkaus, efektit, äänet ja 3D-mallit ovat kaikki jonkun muun tekemiä. Tiukka aikataulu pakotti Zoan Oy:n ja Suomen merimuseon elokuvamaiseen tuotantomalliin, jossa jo tehtyjä päätöksiä ei ollut aikaa tai varaa lähteä muuttamaan tietien tahtoen.

Historiallisten alusten virtuaalisten uudelleentulkintojen avaaminen verkossa oli ennalta pelottava asia. Malleihin on jäänyt virheitä, epätarkkuuksia, eivätkä ne lopulta ole varma historiallinen totuus. Ne edustavat edellä kuvaamani prosessin tuloksena syntyneitä tulkintaa tässä ajassa. Mallit ovat kuitenkin kaikkien saatavilla (lopulta myös täysikokoisina tuotantoversioina) ja toivottavasti innostavat laivahistorian harrastajia jatkotutkimuksiin ja virtuaalitodellisuuden käyttöön. Mahdollisuudet ovat rajattomat, kunhan teknologian ottaa ensin haltuun.

Alustavat kävijäkokemukset Kohtalona Ruotsinsalmi -näyttelystä ovat olleet kannustavia. Elämys ei ole historiadokumentti, enkä siitä sellaista suunnitellutkaan. Muu näyttely ja alla oleva kirjallisuusluettelo tarjoavat 1700-luvun saaristolaiivastoista kiinnostuneille väylän historiaan. Savua aalloilla -elämys on nimenomaisesti elämyksellinen. Sen tarkoituksena on aiheuttaa tunteita menemällä ihon alle. Sen, onnistuuko elämys tässä vaativassa tavoitteessa saavuttaa immersio kuvittelusta menneisyydestä, jätän teidän koettavaksenne.

Lähteet ja kirjallisuus

Arkistolähteet

Krigsarkivet, Tukholma

Historiska planscher

Slaget vid Svensksund den 9 juli 1790

Kymenlaakson museo, Kotka

Ruotsinsalmiaineistot / Merihistoria

Sjöhistoriska Museet, Tukholma

Chapman-samlingens förteckningar

4C Arméns flotta

Suomen merimuseo, Kotka

Kohtalona Ruotsinsalmi -näyttelyhanke.

Verkkoaineistot

3D Content in Europeana, <https://pro.europeana.eu/project/3d-content-in-europeana#recommendation> haettu 7.5.2020.

Digitalt Museum, <https://digitaltmuseum.se/> , haettu 13.5.2020.

Finnish Virtual Reality Association, <https://fivr.fi/about/> haettu 27.3.2020.

Kadonnut Ruotsinsalme -hanke <https://www.kansallismuseo.fi/fi/suomenmerimuseo/hankkeet/ruotsinsalmi-1790> ja <https://sketchfab.com/3d-models/st-nikolai-1b22412deb9e4375806274a097c0c4f8> haettu 13.5.2020.

Kohtalona Ruotsinsalmi -näyttely <https://kohtalonaruotsinsalmi.fi/> haettu 14.5.2020.

Материалы для истории русского флота: [В 17-ти т.]. - СПб. : Тип. мор. м-ва, 1865-1904. Ч. 14. Электронная библиотека ГПИБ России. (Venäjän laivaston historiallisia dokumentteja -sarja painettu 1800-luvulla ja digitoitu Venäjän valtion julkiseen historiallisen kirjastoon.) <http://elib.shpl.ru/ru/nodes/1722-ch-14-spb-1893> haettu 13.5.2020.

Museoviraston Sketchfab-palvelu <https://sketchfab.com/Museovirasto> haettu 24.6.2020.

National Museum, Johan Tietrich Schoultzin maalaukset <http://emp-web-84.zetcom.ch/eMP/eMuseumPlus?service=ExternalInterface&module=artist&objectId=7851&viewType=detailView> haettu 6.4.2020.

Tietoa lisensseistä, Creative Commons <https://creativecommons.org/licenses/?lang=fi> haettu 7.5.2020.

Tiedonanto

Melnov, Aleksei, Viipurin museo, 5.2.2019 sekä 6.–7.3.2019.

Kirjallisuus

R. C. Anderson. 1947. "British and American Officers in the Russian Navy." *The Mariner's Mirror*, 33(1): 17–27, <https://doi.org/10.1080/OO253359.1947.10657454>

Granqvist, Juha-Matti. 2016. *Helsingin porvaristo Viaporin rakennuskaudella (1748–1808). Sosiaalihistoriallinen perustutkimus*. Helsinki: Helsingin yliopisto. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-51-2482-1>

Harris, Daniel G. 1989. *F. H. Chapman: The first naval architect and his work*. London: Conway Maritime Press.

Hatakka, Sampsa. 2019. *Pohjoista huoltovarmuutta: kruunun makasiinijärjestelmän toiminta Suomessa Viaporin rakennuskauden aikana 1747–1756*. Helsinki: Helsingin yliopisto. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-51-5703-4>

Lappalainen, Jussi T. 2011. *Kuninkaan viimeinen kortti: Viipurinlahden ja Ruotsinsalmen meritaistelut 1790*. Helsinki: SKS & AtlasArt.

Marquardt, Karl Heinz. 1992. *Eighteenth-century Rigs & Rigging*. London: Conway Maritime Press.

Mattila, Tapani. 1968. "Suomen laivastovoimien vaiheita ennen itsenäisyyden aikaa." *Suomen laivasto 1918–1968*, toim. Oiva Koivisto. Helsinki: Otava.

Nikula, Oscar. 1933. *Svenska Skärgårdsflottan 1756–1791*. Helsingfors: [Oscar Nikula].

Paaskoski, Jyrki. 2018. "Ruotsinsalmen toinen meritaistelu 28.–29.6./9.–10.7.1790 venäläisten lähteiden ja tutkimuskirjallisuuden valossa". Selvitys Kohtalona Ruotsinsalmi -näyttelyhankkeeseen.

"Ruotsinsalmen taistelu 9–10 p. heinäkuuta 1790." *Laivastolehti* 1926 (7).

Rönby, Johan et al. 2019. *On War On Board: Archaeological and Historical Perspectives On Early Modern Maritime Violence and Warfare*. Huddinge: Södertörns högskola.

Sahari, Aaro. 2013. "Meidänkin museoon sellainen härveli: kolme kertomusta merellisistä simulaattoreista näyttelyssä." *Tekniikan Waiheita*, 31 (4): 38–57. <https://journal.fi/tekniikanwaiheita/article/view/64094>

Sahari, Aaro. 2018. Valtio ja suurteollisuuden synty: Laivanrakennusteollisuuden kehittyminen yhteiskunnallisissa teknopoliittisissa järjestelmissä Suomessa 1918–1954. Helsinki: Helsingin yliopisto. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-51-4615-1>

Sahari, Aaro. 2019. "Hävitys, teknologia ja yhteisölliset symbolit Armémuseumissa Tukholmassa." *Tekniikan Waiheita*, 37 (2): 84–89. <https://doi.org/10.33355/tw.84898>

Sozaev, Eduard, ja John Tredrea. 2010. *Russian Warships in the Age of Sail 1696–1860: Design, Construction, Careers and Fates*. Havertown: Seaforth Publishing.

Whitemyer, David. 2017. "Six Tips for Making Virtual Reality a Reality." *AAM Alliance Blog*. <https://www.aam-us.org/2017/11/13/what-we-learned-6-tips-for-making-virtual-reality-a-reality/>

Wigley, Mark. 2016. "Discursive versus Immersive: The Museum is the Massage." *Stedelijk Studies* 4. <https://stedelijkstudies.com/journal/discursive-versus-immersive-museum-massage/>

Willis, Sam. 2008. *Fighting At Sea in the Eighteenth Century: The Art of Sailing Warfare*. Suffolk: Boydell & Brewer.