



**TURUN  
YLIOPISTO**

Matemaattis-luonnontieteellinen  
tiedekunta

# **Maanpuolustukselliset karttatasot digitaalisissa merikartoissa**

AML-tuotantoprosessin soveltuvuus Merivoimien käyttöön

Evelina Kuurne

Maantiede

Pro gradu -tutkielma

Laajuus: 30 op

15.05.2024

Turku

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu

Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Pro gradu -tutkielma

**Pääaine:** Maantiede

**Tekijä:** Evelina Kuurne

**Otsikko:** Maanpuolustukselliset karttatason digitaalisissa merikartoissa – AML-tuotantoprosessin soveltuvuus Merivoimien käyttöön

**Ohjaaja(t):** Harri Tolvanen, Sari Penttinen

**Sivumäärä:** 53 sivua + liitteet 15 sivua

**Päivämäärä:** 15.05.2024

---

Merikarttoja on käytetty navigoinnissa jo vuosisatojen ajan, ja ne ovatkin elintärkeitä turvallisuudelle merenkäynnille. Ne sisältävät tietoa meri- ja rannikkoalueista pisteinä, viivoina, polygoneina ja kuvioina. Merikarttojen sisältämän tiedon lisäksi on kuitenkin usein tarvetta lisätiedolle, etenkin sotilasmerenkulussa. Tämä on mahdollista lisäämällä ECDIS-järjestelmässä olevan elektronisen merikartan päälle AML-tasoa. Additional Military Layer on NATO:n paikkatietoformaatti, jonka avulla voidaan parantaa tilannekohtaista tietoisuutta. S-57- ja S-100-muodossa olevia AML-tasoa voidaan tuottaa Esri:n ArcGIS Pro:n Maritime-lisäosalla. Tämän tutkielman tavoitteena on selvittää, miten kyseinen lisäosa soveltuu Merivoimien AML-tuotantoon. Saman aikaisesti selvitetään, millä tavalla AML:n tuottamisprosessi ja siitä syntyvän tuotteen laatu on.

Aineistona tutkielmassa käytetään soveltuvuustestauksissa syntynyttä tilastollista aineistoa koskien lisäosan ja sen työkalujen käytettävyyden ja toiminnallisuuden arviointia. Lisäksi testauksessa syntynyttä, lisäosalla luotua tasoa ja Traficomilta saatua AML-tasoa käytetään lopputuotteen laadun tarkasteluun. Näiden aineistojen avulla on mahdollista testata lisäosaa Merivoimilta saatujen soveltuvuuskriteerien perusteella. Menetelminä tutkielmassa käytetään tilastollisia menetelmiä ja sisällönanalyysiä lomakkeiden vastauksien arviointiin. Lopputuotteen ominaisuustietoja vertaillaan Traficomilta saatuun verrokkitasoon.

AML:n tuottamisprosessi oli nelivaiheinen sisältäen kattavuusalueen, tuotemäärityksen, näiden kahden välisen suhteen ja uusien kohteiden luomisen. Kohteiden luominen onnistui manuaalisesti. Tuotantoprosessi oli hieman haastava, mutta testajat onnistuivat luomaan itse uudet kohteet, joiden laatu oli identtinen verrattuna verrokkitasoon. Lisäosalla tuotetun tuotteen testaus ECDIS-järjestelmällä suoritetaan Merivoimien puolesta myöhemmin.

ArcGIS Pro:n Maritime-lisäosa sopii kohtalaisesti Merivoimien AML-tuotantoon. Kohteita on mahdollista luoda manuaalisesti koordinaattien avulla, mikä ei ole mielekäästä, jos aineisto on laaja. Tutkielmassa ei tutkittu tarkemmin muiden tiedostomuotojen muuttamista AML-muotoon, mutta sen avulla voisi olla mahdollista parantaa AML:n tuottamisen prosessia. Tällöin valmiiden tasojen päivittäminen olisi mahdollista.

---

**Avainsanat:** AML, ohjelmiston soveltuvuus, elektroniset merikartat

Master's thesis

**Subject:** Geography

**Author:** Evelina Kuurne

**Title:** National defense map layers for digital nautical charts – AML production suitability for the Finnish Navy

**Supervisors:** Harri Tolvanen, Sari Penttinen

**Number of pages:** 68 pages

**Date:** 15.05.2024

---

Nautical charts have been used in navigation for centuries, and they are vital for safe maritime operations. They contain information about maritime and coastal areas in points, lines, polygons, and symbols. In addition to the data provided by nautical charts, there is often a need for additional information, especially in military navigation. This can be achieved by overlaying Additional Military Layers (AML) on top of electronic nautical charts in an ECDIS system. The Additional Military Layer is a NATO's geospatial data format that enhances situational awareness. AML layers in S-57 and S-100 formats can be produced using Esri's ArcGIS Pro Maritime extension.

The purpose of this study is to investigate how this extension is suitable for the production of AML for the Finnish Navy. Simultaneously, the study aims to determine the process of AML production and the quality of the resulting product. The study utilizes statistical data generated from suitability tests regarding the usability and functionality of the extension and its tools. Additionally, AML layers created with the extension and obtained from Traficom are used to evaluate the quality of the final product. These datasets enable the testing of the extension according to the suitability criteria provided by the Finnish Navy. The study employs statistical methods and content analysis of survey responses as research methodologies. The final AML product is compared to a benchmark layer obtained from Traficom.

The AML production process consists of three stages: coverage area creation, product specification, and feature creation. The creation of new features was successful manually. Although the process was somewhat challenging, the testers managed to create new features themselves, with the quality being identical compared to the benchmark layer. Testing of the product produced with the extension on the ECDIS system is conducted by the Finnish Navy later on.

The ArcGIS Pro Maritime extension is moderately suitable for the AML production of the Finnish Navy. It is possible to create features manually using coordinates, but this may not be practical for extensive datasets. The study did not delve into the conversion of other file formats into AML format, but it could potentially improve the AML production process. This would enable the updating of existing layers.

---

**Key words:** AML, software suitability, electronic nautical charts

# Sisällysluettelo

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Teoreettinen viitekehys</b>	<b>9</b>
<b>2.1</b>	<b>Hydrografiset standardit</b>	<b>9</b>
2.1.1	IHO S-57	9
2.1.2	IHO S-100	10
2.1.3	ISO-standardit	11
<b>2.2</b>	<b>Merikartat ja merikarttajärjestelmät</b>	<b>11</b>
<b>2.3</b>	<b>Additional Military Layer</b>	<b>14</b>
<b>2.4</b>	<b>ArcGIS Pro Maritime</b>	<b>17</b>
<b>2.5</b>	<b>Soveltuvuus</b>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>Aineistot ja menetelmät</b>	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Aineistot</b>	<b>22</b>
3.1.1	Aineiston tuottaminen	22
3.1.2	Aineiston kuvailu	24
<b>3.2</b>	<b>Analyysimenetelmät</b>	<b>25</b>
3.2.1	Soveltuvuusarviointi	25
3.2.2	Tilastolliset menetelmät	26
3.2.3	Sisällönanalyysi	26
3.2.4	Ominaisuustietojen vertailu ja ECDIS-järjestelmän yhteensopivuus	27
<b>4</b>	<b>Tulokset</b>	<b>28</b>
<b>4.1</b>	<b>Tutkijan suorittama soveltuvuusarviointi</b>	<b>28</b>
4.1.1	Lisäosan soveltuvuus	28
4.1.2	Työkalujen soveltuvuus	29
<b>4.2</b>	<b>Testiryhmän soveltuvuusarviointi</b>	<b>32</b>
4.2.1	S-57-työkalut	32
4.2.2	S-100-työkalut	35
4.2.3	Uuden kohteen luominen	38
4.2.4	Käyttökokemus	41
<b>4.3</b>	<b>Lopputuotteen laatu</b>	<b>41</b>
<b>5</b>	<b>Keskustelu</b>	<b>42</b>
<b>5.1</b>	<b>AML:n tuottamisen prosessi Maritime-lisäosalla</b>	<b>42</b>

<b>5.2 Maritime-lisäosalla luodun AML-tuotteen laatu</b>	<b>44</b>
<b>5.3 Maritime-lisäosan soveltuvuus Merivoimien käyttöön</b>	<b>44</b>
<b>Kiitokset</b>	<b>48</b>
<b>Lähteet</b>	<b>49</b>
<b>Liitteet</b>	<b>54</b>
<b>Liite 1. Tutkijan soveltuvuusarvioinnin arviointilomake</b>	<b>54</b>
<b>Liite 2. Testiryhmän soveltuvuusarvioinnin testauslomake</b>	<b>55</b>
<b>Liite 3. Testiryhmän testitehtävät</b>	<b>57</b>
<b>Liite 4. Testiryhmän testauksen tulokset</b>	<b>68</b>



# 1 Johdanto

Merikartat ovat topografisia ja hydrografisia tietoja sisältäviä, navigointiin käytettäviä karttoja (Krogars & Olkkonen 2002: 21). Perinteisesti merikartat ovat olleet paperisina, jolloin niissä esitettävä tieto on ollut rajallista. Elektroniset merikartat ovat paikkatietoaineistopaketteja, joiden avulla voidaan esittää sama informaatio helpommin päivitettävässä ja zoomattavassa muodossa sekä tuoda lisäsisältöä perinteisiin paperisiin karttoihin (Contarinis ym. 2022). Niiden avulla voidaan hyödyntää dynaamisempaa sekä tarkempaa ja laajempaa dataa verrattuna edeltäjiinsä.

Siviilialukset hyödyntävät elektronisten merikarttojen tarkastelussa ECDIS-karttajärjestelmää, jota sota-aluksilla kutsutaan WECDIS-järjestelmäksi (Alexander ym. 2001). Molemmat järjestelmät pohjautuvat kansainvälisen hydrografisen merikartoitusjärjestön (engl. International Hydrographic Organization, IHO) digitaalisen hydrografisen aineiston siirtostandardiin S-57, joka tulee vuosikymmenen vaihteeseen mennessä muuttumaan S-100-standardiksi (NATO... 2022). S-57 säätelee digitaalisen hydrografisen datan siirtämistä (Alexander ym. 2005) kun taas S-100 tukee suurempaa joukkoa digitaalisia hydrografisia lähteitä, tuotteita ja asiakkaita (Alexander ym. 2023).

AML (engl. Additional Military Layer) on NATOn digitaalinen paikkatiedonsiirtoformaatti (NATO... 2022). Se on standardisoitua, digitaalisessa muodossa olevaa merellistä paikkatietoa, jonka avulla voidaan parantaa elektronisten merikarttojen tilannekohtaista tietoisuutta. Tämä tapahtuu tuomalla AML-taso ECDIS-järjestelmään elektronisen merikartan päälle. Tätä lisättyä tietoa ei kuitenkaan ole tarkoitettu navigointiin. Myös AML:n tuottamista, muotoa ja sisältöä säätelee joukko standardeja, joihin kuuluvat muun muassa IHO:n S-57 ja S-100-standardit.

AML tuottaminen onnistuu Esri ArcGIS Pro -paikkatieto-ohjelmiston Maritime-lisäosalla. Lisäosa sisältää joukon työkaluja ja prosesseja, joiden avulla voidaan tuottaa AML-muotoisia paikkatietotuotteita. S-57- ja S-100-standardeihin perustuvilla työkaluilla voidaan myös muokata, siirtää ja konvertoida aineistoa.

Ohjelmiston soveltuvuudella tarkoitetaan ohjelmistotuotteen riittävyyttä, kun se kattaa käyttäjien tarpeet ja toteutuksen oikeudellisuuden (Beaver ym. 2005). Soveltuvuus määrittelee, miten ohjelmisto sopii johonkin tiettyyn käyttötarkoitukseen. Tämä on ohjelmisto- ja tarvekohtaista sekä usein myös monimutkaista. Erilaisia arviointikriteerejä hyödyntäen voidaan

arvioida soveltuvuutta (Beydoun ym. 2012). Nämä kriteerit muodostetaan arvioitavan ohjelmiston ja käyttötarkoituksen mukaan.

Tämä tutkielma hyödyntää käytettävyydestauksen ja toiminnallisen testauksen piirteitä soveltuvuusarviointiin, jolla selvitetään, onko Esrin ArcGIS Pro:n Maritime-lisäosa soveltuva ohjelmisto AML:n tuottamiseen Merivoimien tarpeisiin erillisympäristössä. Erillisympäristöllä tarkoitetaan tässä viitekehityksessä täysin muusta ympäristöstä erillään olevaa kokonaisuutta tilassa, jossa ei ole pääsyä internetiin. Tavoitteeseen pyritään vastaamaan seuraavien tutkimuskysymysten avulla:

1. Millainen AML:n tuottamisen prosessi on ArcGIS Pro:n Maritime-lisäosalla?
2. Mikä on ArcGIS Pro:n Maritime-lisäosalla tuotetun AML-tuotteen laatu?
3. Miten ArcGIS Pro:n Maritime-lisäosa soveltuu AML:n tuottamiseen Merivoimissa?



## 2 Teoreettinen viitekehys

### 2.1 Hydrografiset standardit

#### 2.1.1 IHO S-57

Merellistä aineistoa, formaatteja ja järjestelmiä määrittelevät hydrografiset standardit. Kansainvälinen merikartoitusjärjestö IHO (engl. International Hydrographic Organization) pyrkii standardeillaan varmistamaan turvallisen navigoinnin. Sen standardit S-57 ja S-100 luovat pohjan merikarttojen, merikarttajärjestelmien ja AML:n ominaisuuksille.

S-57 määrittelee digitaalisen hydrografisen aineiston siirtämistä (Alexander ym. 2005; International Hydrographic Bureau 2000). Sen tarkoituksena on määritellä elektronisten merikarttojen luomista ECDIS-järjestelmiin varmistuen, että ne sisältävät turvalliseen navigointiin tarvittavan tiedon. Standardi on suunniteltu sallimaan hydrografisen aineiston siirtämisen mallintamalla todellisuutta (International Hydrographic Bureau 2000). Se hyödyntää kansainvälistä ISO/IEC 8211 standardia aineiston tiivistämiseen (International Hydrographic Bureau 2000). Kyseinen standardi tarjoaa tiedostopohjaisen mekanismin aineiston siirtämiseen sekä kuvauksen siitä, miten tieto on järjestetty.

Standardi S-57 on jaettu kolmeen osaan ja kahteen liitteeseen (International Hydrographic Bureau 2000). Sen ensimmäinen osa koostuu yleisestä esittelystä sekä listasta standardissa käytetyistä lähteistä ja käsitteistä. Toisessa osassa kuvaillaan teoreettista tietomallia, johon standardi perustuu. Kolmas osa määrittelee aineiston rakenteen ja formaatin, joita käytetään aineistomallin toteuttamiseen. Tässä osassa määritellään myös säännöt, joilla aineisto koodataan vaadittavaan muotoon. Liitteistä löytyvät kohdeluettelo virallisella aineistoskeemalla sekä tuotemääritelmä.

S-57 rajaa elektronisten merikarttojen sisällön, topologisen rakenteen ja formaatin (Palikaris & Mavraeidopoulos 2020). Se tarjoaa yksityiskohtaisen ja tiukan määritelmän karttojen tuotannolle. Standardi ei määrittele symboleita tai esittelysääntöjä, joten se hyödyntää IHO:n standardia S-52 tähän. S-52 sisältää symbolit, väriskeemat ja esillepanosäännöt elektronisille merikartoille. Koska S-57 omaa joitakin rajoituksia, on niitä korjaamaan kehitetty S-100 standardi (Palikaris & Mavraeidopoulos 2020).

### 2.1.2 IHO S-100

S-100 on luotu tukemaan suurta valikoimaa digitaalisia hydrografisia asiakkaita, tuotteita ja lähteitä (Alexander ym. 2023). Sen on kehittänyt IHO:n kehitystyöryhmä TSMAD (engl. Transfer Standards Maintenance and Applications Development) yhteistyössä hydrografisten virastojen ja toimialan sekä akateemisen maailman kanssa (International Hydrographic Organization 2022a). Tässä prosessissa pyritään antamaan IHO:n ulkopuolisille sidosryhmille mahdollisuus suoraan osallistumiseen. Tämän toivotaan lisäävän hydrografisen aineiston käytön maksimointia.

Standardi rakentuu ISO 19100 standardisarjoista johdetuista osista (International Hydrographic Organization 2022b). Metatietojen avulla käyttäjät voivat ymmärtää aineistolähteiden rajoituksia ja oletuksia (International Hydrographic Organization 2022b). Kohdeluettelo taas kuvailee itse tuotteen sisällön. Sen perustasoinen luokittelu perustuu kohteen ja information laatuun. Koordinaattijärjestelmällä määritellään käsitteellinen skeema spatiaalisen viittaamisen koordinaattien avulla. Tuotemääritelmä kuvaa aineiston kaikki kohteet ja attribuutit sekä suhteet (International Hydrographic Organization 2022b).

S-100 toimii pohjana useammalle tuotemääritelmälle (International Hydrographic Organization 2022b). Erityisesti S-101 ENC eli elektroniset merikartat ovat tärkeitä tämän tutkimuksen viitekehyksessä. Tämän lisäksi määritelmät koskevat muun muassa syvyysmittausta (S-102), pinnanalaista navigointia (S-103), vedenpinnan korkeutta (S-104) ja pintavirtauksia (S-111). NATO:n merellisen paikkatiedon työryhmä (engl. Geospatial Maritime Working Group, GMWG) kehittää S-500-sarjaa (S-501–525) AML:n tuotantoon (International Hydrographic Organization 2022b). Tämän tuotemäärittelysarjan avulla mahdollistetaan seuravan sukupolven AML-tuotteiden luominen (NATO... 2022).

Vuosikymmenen vaihteeseen mennessä S-100 tulee korvaamaan sitä edeltäneen S-57:n. Tämä johtuu siitä, että S-57 ei ole laajalti sopiva paikkatietoverkoissa, eikä sen ylläpito ole joustavaa (International Hydrographic Organization 2022b). IHO valvoo tätä standardien välistä siirtymää tarkasti, jotta nykyiset S-57:n käyttäjät eivät joudu kärsimään haitallisista vaikutuksista. Kaikkia hydrografisen aineiston käyttäjiä suositellaan ottamaan S-100 käyttöön uusien tuotteiden ja sovellusten pohjalle (International Hydrographic Organization 2022b). Standardin käyttöönotolla on monia hyötyjä (Alexander ym. 2023). Sillä pyritään varmistamaan yhteensopivuus paikkatietoalan valtavirran sekä ohjelmistojen soveltamisen ja

kehittämisen kanssa. Käyttöönotto edistää laajempaa S-100 perusteisen hydrografisen aineiston ja lähteiden hyödyntämistä.

### 2.1.3 ISO-standardit

Myös kansainvälisellä standardisoimisjärjestöllä (ISO) on hydrografista aineistoa sääteleviä standardeja. ISO/IEC 8211 tarjoaa tiedostopohjaisen mekanismin tietojen siirtämiseen tietokonejärjestelmien välillä (International Hydrographic Bureau 2000). Sen ylläpito kuuluu IHO:n ylläpitöryhmälle (engl. Transfer Standard Maintenance Working Group). Jos standardiin halutaan muokkauksia ulkopuolisilta tahoilta, tulee hydrografisten virastojen olla yhteydessä IHO:on ja muiden käyttäjien taas kansalliseen virastoon.

ISO 19100-sarja ohjeistaa käsitemallien laatimista, tietojen luokittelua sekä laadun ja metatietojen hallintaa (Maa- ja metsätalousministeriö 2006). Se ei kuitenkaan ota kantaa itse tietokantojen sisältöön. Sarja sisältää standardeja liittyen muun muassa terminologiaan, skeemaan, tulkintaan ja laatuun (Kresse & Danko 2012).

## 2.2 Merikartat ja merikarttajärjestelmät

Merikarttoja on käytetty navigointiin jo vuosisatoja (Acomi 2020), ensimmäinen merikartta Suomen rannikolta on 1500-luvun lopulta (Strang 2009). Merikartat ovat elintärkeitä turvalliselle navigoinnille (Skopelti ym. 2021), etenkin Itämerellä, koska sen fysiikka on niin monimuotoista (Myrberg ym. 2006). Itämeren pohjan geomorfologia vaihtelee syvänteiden, matalikkojen ja painanteiden välillä. Lisäksi sen keskisyvyys on matala eivätkä pohjanmuodot tai -kohteet ole selvästi nähtävillä.

Merikartat sisältävät sekä topografisia että hydrografisia tietoja. Topografisia tietoja ovat maata koskevat tiedot, kuten majakat, muut kiinteät merimerkit ja rantaviiva (Krogars & Olkkonen 2002: 24; Strang 2009). Hydrografisia tietoja ovat taas vettä koskevat tiedot, kuten ankkuripaikat, veden syvyys ja merenpohjan laatu. Karttojen kohteet kuvataan pisteinä, viivoina, kirjaimina, numeroina sekä polygoneina ja erilaisina kuvioina (Krogars & Olkkonen 2002: 152-153; Strang 2009). Esimerkiksi luodot esitetään pisteinä, rajat viivoina tai polygoneina, syvyysarvot numeroina, hiekka kirjaimena ja ankkuripaikat symbolilla.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom julkaisee Suomen merikartat, jotka voidaan jakaa viiteen eri ryhmään käyttötarkoituksien perusteella (Traficom s.a.). Yleiskartat (mittakaavaltaan 1:250 000 tai 1:100 000) ovat tarkoitettu avomeripurjehdukseen ja reittisuunnitteluun.

Rannikkokarttoja (1:50 000) käytetään saaristo- ja rannikonavigointiin merialueilla. Näitä vastaavia sisävesikarttoja (1:40 000) on saatavilla joiltakin järviltä. Satamakartoilla (1:10 000–1:25 000) voidaan helpottaa liikkumista satamissa ja muissa ahtaissa paikoissa. Merikarttasarjat rannikoilta (1:50 000) ovat käytössä ensisijaisesti veneilykäytössä, kun taas sisävesillä (1:10 000-1:40 000) ne ovat tarkoitettu kaikille vesilläliikkuville. Elektroniset merikartat ovat luokiteltu niin ikään käyttötarkoituksensa mukaisesti viiteen käyttötasoon.

Elektroninen merikartta (engl. electronic navigational chart, ENC) on erikoistunut paikkatietoaineistopaketti, jonka julkaisijana toimii hallitus tai hydrografinen virasto (Contarinis ym. 2022; Palikaris & Mavraeidopoulos 2020). Karttojen tulee olla yhdenmukaisia IHO:n standardien, vaatimusten ja symboliikan kanssa. Ne tuovat lisähyötyä paperisten perinteisten karttojen lisäksi, koska ne voivat sisältää tietoa myös muista lähteistä (Contarinis ym. 2022; Blindheim ym. 2022). Yksi tärkeimmistä eduista on mahdollisuus automaattisille hälytyksille, jotka varoittavat, kun alus lähestyy vaarallisia kohteita. Elektronisten merikarttojen päivittäminen tapahtuu verkon, esimerkiksi internetin tai satelliitin, välityksellä tai siirtovälineellä, esimerkiksi CD-ROMilla tai levykkeellä (Merivoimien esikunta 2010: 124).

Kartoilla esitetty navigointia auttava tieto voidaan jakaa kahteen kategoriaan: staattiseen (muuttumattomaan) ja dynaamiseen (ajassa muuttuvaan) tietoon (Contarinis ym. 2022; Mišković ym. 2023). Staattista tietoa ovat muun muassa maa- ja merimerkit, jotka indikoivat vaaraa tai reittiä. Dynaamista tietoa taas ovat alusta lähellä liikkuvat objektit. Dynaamiset tiedot voivat olla joko pohjoiseen suuntautuvia tai aluksen kurssin mukaan suuntautuvia, mutta paperisten karttojen staattiset tiedot ovat aina pohjoiseen suuntautuneita (Contarinis 2022). Elektroniset merikartat sisältävät yleisesti sekä staattisia että dynaamisia tietoja. ECDIS-järjestelmä näyttää aluksen kurssin ruudun yläreunassa.

Elektroniset merikartat perustuvat IHO:n standardiin S-57 (Mišković ym. 2023). Standardin avulla eri virastot tuottavat yhtenäisiä karttoja. ENC-karttoja on luotu eri käyttötarkoituksiin, kuten sota-aluksille ja syvyysmittaukseen (engl. bathymetry ENC, bENC). Myös IHO:n S-100:an perustuvia karttoja on kehitteillä erilaisiin tarkoituksiin. Tulevaisuudessa kaikki uudet elektroniset merikartat luodaan S-100-standardiin perustuen.

ENC ei siis ole vain digitaalinen versio paperikartasta, vaan se esittelee uuden navigointikulttuurin ominaisuuksilla, jotka eroavat suuresti aiemmasta paperikarttojen aikakaudesta (Contarinis 2022; Mišković ym. 2023). Elektronisista merikartoista on tullut, merikarttajärjestelmiin ladattuna, laillinen vaihtoehto paperisille kartoille. Tarve yhä

täsmällisemmälle tiedolle on lähettänyt liikkeelle uuden sukupolven hydrografisten kartografisten tuotteiden tuotannon. Myös näiden tuotteiden tuotantoa, sisältöä ja ulkoasua säätelevät IHO:n hydrografiset standardit (Contarinis ym. 2022; Mišković ym. 2023).

Merikarttajärjestelmiä on kahdenlaisia, joista kehittyneempi on elektroninen karttanäyttö- ja tietojärjestelmä ECDIS (engl. Electronic Chart Display and Information System) (Wan ym. 2007; Svilicic ym. 2019). Muita järjestelmiä voidaan kutsua yleisesti elektronisiksi karttajärjestelmiksi (engl. Electronic Chart System, ECS) (Weinrit 2001; Wan ym. 2007). Keskeisimmät erot näiden kahden järjestelmän välillä koskevat kartta-aineiston formaattia ja sisältöä, esillepanoa, navigointitoimintoja sekä yhteyttä ulkoisiin sensoreihin (Weinrit 2018).

Järjestelmä voidaan lukea ECDIS-järjestelmäksi, jos se sopii kansainvälisen merenkulkujärjestö IMO:n menetelmästandardiin, joka määrittelee komponentit, ominaisuudet ja toiminnallisuuden järjestelmille, joiden ensisijainen tarkoitus on edistää turvallista navigointia (Wan ym. 2007; Lam ym. 2007). Menetelmästandardi pohjautuu IHO:n hydrografisiin standardeihin (Palikaris & Mavraeidopoulos 2020).

YK:n kansainvälistä meriturvallisuutta käsittelevä SOLAS-sopimus (engl. International Convention for Safety of Life at Sea) määrittelee, että jokaisella aluksella tulee olla ajanmukainen merikartta (Wan ym. 2007; Palikaris & Mavraeidopoulos 2020). Aiemmin tällä tarkoitettiin paperista karttaa, mutta IMO:n menetelmästandardin myötä elektroniset merikartat korvasivat ne (Mišković ym. 2023). Käyttöön vaaditaan ECDIS-järjestelmä, mutta päätöksessä ei kuitenkaan spesifioida tietyn toimittajan järjestelmää. Suomessa yksi johtavista merenkulkuelektroniikan toimittajista on Furuno Finland Oy, joka muun muassa toimittaa ja asentaa navigointi- ja kommunikointijärjestelmiä.

Merikarttajärjestelmiä, jotka ovat käytössä sota-aluksilla, kutsutaan WECDIS-järjestelmiksi (engl. Warship ECDIS). Kyseiset järjestelmät eroavat siviilimerenkulun ECDIS-järjestelmistä lisätoiminnallisuuksilla, joilla voidaan yhdistää sodankäyntiä ja navigointia (Weinrit 2018). Sota-alusten muut erilliset järjestelmät, kuten taistelujohto- ja asejärjestelmät, tukevat näitä lisätoiminnallisuuksia (Kasum ym. 2013). Yhdistämällä WECDIS-järjestelmien tiedot muuhun merelliseen turvallisuustietoon, voidaan lisätä turvallista navigointia.

ECS-järjestelmillä voidaan esittää kaupallisten toimijoiden, hydrografisten virastojen tai käyttäjien tuottamia rasteri- ja vektoriaineistoja (Weinrit 2018; Müller-Plath ym. 2019). Esimerkkinä tällaisesta järjestelmästä voidaan käyttää Raymarinen Axiom-näyttöjä, joilla

voidaan esittää esimerkiksi C-MAP-karttoja. Nämä järjestelmät eivät ole kuitenkaan yhteensopivia ECDIS-järjestelmien vaatimien standardien kanssa. Tästä syystä niitä ei voida pitää laillisena vastineena paperisille kartoille, vaan näitä kahta tulisi käyttää yhdessä toistensa kanssa. ECS-järjestelmiä ja niiden tietoaaineistoja säätelee kuitenkin standardi ISO 19379, joka spesifioi tietoaaineistojen vaatimukset, etenkin liittyen turvalliseen navigointiin, sekä ohjaa niiden tuottamista ja testaamista (Weinrit 2018). Standardi luotiin, jotta ECS-järjestelmien karttanäkymää voitaisiin pitää yhtä luotettavana kuin virallisia paperikarttoja ja vastaavia elektronisia merikarttoja.

### **2.3 Additional Military Layer**

NATOn digitaalinen paikkatiedonsiirtoformaatti AML (engl. Additional Military Layer) on digitaalisessa muodossa standardisoitua merellistä paikkatietoa (NATO... 2022). Sen avulla voidaan parantaa tilannekohtaista tietoisuutta esimerkiksi sota-aluksilla. NATOn STANAG 7170 määrittelee AML:n olevan yhtenäinen paikkatietotuotteiden skaala (NATO... 2022). Se on suunniteltu tyydyttämään kaikkia NATOn ei-navigointiin liittyviä merellisiä puolustustarpeita ja on yhteensopiva laajan järjestelmäskaalan kanssa (DMGIC 2011). Tähän skaalaan lukeutuvat esimerkiksi WECDIS- ja TDA (engl. Tactical Decision Aids) -järjestelmät.

Verrattuna paperikarttoihin ja elektronisiin merikarttoihin, AML:n käyttö tuo mukanaan huomattavia lisäetuja. Sen avulla voidaan julkaista jokainen ominaisuus vain kerran, eikä ole tarvetta uusiin julkaisuihin jokaisen eri tuotteen kanssa, kuten paperikarttojen kanssa joudutaan toimimaan (DMGIC 2011). AML tuo käyttäjille mahdollisuuden tarkastella suurempaa määrää informaatiota ilman, että kaikkea täytyy esittää ruudulla samanaikaisesti. Lisäksi paperikarttoihin verrattuna tuotteiden ja niiden ominaisuuksien päivittäminen on helppoa ja nopeaa.

Tarkasteltaessa S-57-muotoisia elektronisia merikarttoja ja AML-tuotteita, voidaan niiden väliltä tunnistaa muutamia eroavaisuuksia (NATO... 2018). AML käyttää laajennettua kohdeluetteloa, joka määrittelee kohteita ja attribuutteja. Sen eri versioita on yleisesti käytössä samanaikaisesti, joten on tarpeellista, että useammat kohdeluettelot ovat tuettuja. AML:n esittelykirjasto (engl. presentation library) on laajempi kuin merikartoissa käytetyn S-52:n vastaava, jotta tuotteen esittämiseksi voidaan luoda joukko sääntöjä. Suurin ero on se, että AML voi sisältää paljon mitä vain tietoa, jonka avulla voidaan laajentaa elektronisten merikarttojen sisältämiä mahdollisia rajattuja tietoja.

AML:n vektorimuotoisia tietoaaineistoja määrittelee IHO:n standardi S-57. Kuvatussa vektoriaineistoa, kohteet esitetään pisteinä, viivoina tai alueina niin, että jokainen kohde on määritelty kohdetyypin, attribuuttien ja sijainnin perusteella (NATO... 2022). Käyttäjien on mahdollista käsitellä dataa erilaisilla tavoilla, kuten valitsemalla ja tarkastelemalla kohdeluokkien alajoukkoja tai valikoimalla kohteita attribuuttien avulla. Näin on mahdollista välttää epäjärjestys ja korostaa käyttäjälle tärkeitä kohteita. Kohteiden ominaisuustiedot voivat sisältää myös linkkejä täydentäviin lähteisiin, joiden avulla voidaan lisätä saatavilla olevaa informaatiota.

Hilatietaa säätelevät GRIB- ja NetCDF-formaatit (NATO... 2022). GRIB (engl. General Representation of fields In Binary) on yleisimmin meteorologiassa käytetty WMO:n standardisoima dataformaatti (Trojáková ym. 2019: 223). NetCDF:lla (engl. Network Common Data Form) tarkoitetaan joukkoa ohjelmistokirjastoja, jotka tukevat taulukkopohjaista tieteellistä tietoa (Rew ym. 1996: 3). Hilatietaa voidaan esittää ympäristön piirteiden spatiaalista, ja joskus ajallista, vaihtelua (NATO... 2022). Esitystapoja on useita, kuten hiloista johdetut samanarvonkäyrät. Hilatuotteet voivat kuvata muun muassa pitkän ajan kuluessa kerättyjä havaintoja ympäristöparametreista.

AML:n versiot 1.0 ja 2.1 (2005) jaottelevat vektoriaineiston kuuteen määritelmään: syvyyskäyrät (engl. Contour Line Bathymetry, CLB), ympäristö, merenpohja ja ranta (engl. Environment, Seabed and Beach, ESB), suuret pohjakohteet (engl. Large Bottom Objects, LBO), merenkulkusäätiöt ja -tilat (engl. Maritime Foundation and Facilities, MFF), reitit, alueet ja rajoitukset (engl. Routes, Areas and Limits, RAL) sekä pienet pohjakohteet (engl. Small Bottom Objects, SBO) (NATO... 2022). Näiden avulla voidaan esittää lisätietoa esimerkiksi merenpohjan kivistä tai hyllyistä.

CLB sisältää pisteluotauksia, syvyysalueita sekä enemmän syvyyskäyriä kuin merikartat (NATO... 2022). ESB on taas suunniteltu tarjoamaan tietoa ranta-alueista ja merenpohjasta (DMGIC 2011). Tämä miinasodankäynnissä käytettävä tuote sisältää muun muassa miinantorjunta-alueet, merenpohjan sedimenttitasoja, rinnekaltevuuden ja kasvillisuuden. LBO kuvaa merenpohjassa kaikki yli viiden metrin halkaisijan kohteet, kuten hylt ja isot kivet, kun taas SBO kuvaa alle viiden metrin halkaisijan kohteet, kuten miinat ja miinan kaltaiset kohteet (NATO... 2022). MFF tarjoaa merikarttojen lisäksi taustatietoa, kuten rantaviivan, kansalliset maarajat ja suuret kaupungit sekä magneettisen informaation. Se sisältää myös taktisia tietoja, kuten öljy-, kaasu- ja mineraalituotannon sekä kaapelit ja putket. RAL sisältää suunnitteluun ja

operationaalisiin tarkoituksiin hyödyllistä tietoa, kuten ruoppaus- ja armeijan harjoitusalueet (DMGIC 2011).

Osa AML:n vektorituotteista (LBO, SBO ja RAL) sisältävät ainoastaan pistemäistä tietoa, joten niitä voidaan pitää skaalaamattomina (NATO... 2022). Muut vektorituotteet ovat siis skaalattuja ja niitä voidaan käyttää eri mittakaavoissa eri tarkoituksiin. Näiden yhdeksän mittakaavaa vaihtelevat 1:100 000 000 (tai pienemmän) ja 1:600 (tai suuremman) välillä. Myös hilatiedoilla on yhdeksän mittakaavaa, jotka vaihtelevat 20° (tai karkeamman) ja 1" (tai hienomman) välillä. Hilojen koot esitetään asteina (°), minuutteina (') ja sekunteina (").

AML 1.0 ja 2.1 esittelevät lisäksi ilmakehällisen ja meteorologisen klimatologian (engl. Atmospheric and Meteorological Climatology, AMC) ja vesipatsaan (engl. Intergrated Water Column, IWC) hilatiedon tuotemääritelmänä (NATO... 2022). AMC kuvailee meteorologisia ja klimatologisia olosuhteita operatiiviseen suunnitteluun. Se kuvaa muun muassa tuulen nopeuden, suunnan ja toistumistiheyden sekä kastepisteen. IWC tarjoaa merellistä klimatologista aineistoa kuvailemaan vesipatsaan todennäköisiä olosuhteita (NATO... 2022). Aineistoon kuuluvat esimerkiksi lämpötila ja suolapitoisuus sekä merivirtojen jakautuminen.

AML 3.0 (2008) on yhdistänyt vektoriaineistojen kuusi määritelmää yhteen tuotemääritelmään ja samalla laajentanut AML:n aineistosisältöä (NATO... 2022). Uuteen versioon on lisätty täydentäviä maa-, jää- ja ilmaominaisuuksia. 3.0 sisältää myös standardiin S-57 tehdyt uusimmat muutokset, lisäominaisuuksia merienhoitoalueille sekä yleiset määritteet SCAMIN (engl. Scale Minimun) ja SCAMAX (engl. Scale Maximum) (NATO... 2022). Lisäksi se esittelee paikkatietoaineistojen ja yleisten sodankäyntiskenaarioiden perusteella tunnistettuja alatasoja. Uusia alatasoja on yhteensä 18 ja ne liittyvät muun muassa alueellisiin merirajoihin (engl. Territorial Sea Boundaries, TSB), väyliin (engl. Q-Route, QRT), sedimentteihin (engl. Sediments, SED) ja miinasodankäynnin taktiikkaan (engl. Mine Tactical Data, MTD). Osa niistä voidaan liittää aikaisempien versioiden määritelmiin, kuten pohjakohteisiin ja syvyyskäyriin (NATO... 2022).

AML:n sisältöä määrittelee sarja tuotemääritelmiä (NATO... 2018). Näiden määritelmien avainasemassa olevat vaatimukset ja yksityiskohdat määritellään pääasiakirjoissa. Jokainen tuotemääritelmä sisältää toimeenpanoliitteitä, joilla kuvaillaan aineistosisällön tiivistämistä tiedostoksi. Kohde- ja attribuuttikatalogit listaavat kaikki kohteet ja attribuutit, joita voidaan käyttää kyseessä olevissa tuotteissa (NATO... 2018). AML:n ulkoasua täsmentää kuvausmääritelmä (NATO... 2022). Mitään julkaistua ja virallista määritelmää ulkoasuun ei



ollut ennen vuotta 2016. Tällöin GMWG julkaisi ensimmäisen kuvausmääritelmän, joka on kohdennettu pääasiassa WECDIS-järjestelmiin (NATO... 2018). Se sisältää määritelmät käytettävistä symboleista ja säännöistä vektorimuotoisille AML-tuotteille.

Metatiedon käsittely on mahdollista kahdella tasolla: tietoaineiston tai kohteen tasolla (NATO... 2022). Kun käsitellään metatietoja tietoaineiston tasolla, tarkastellaan yleistä tuotetta kuvaavaa tietoa, kuten luokittelua tai tuotetyyppejä. Kohteiden metatietoja, kuten tietojen kattavuutta, käsiteltäessä tarkastellaan taas koodattua aineistoa joko metakohteina tai attribuutteina. AML:n aineiston lähteiden laatukriteerit voivat erota suurestikin toisistaan. On tärkeää, että käyttäjä osaa hyödyntää metatietoja, jotta tuotteen alkuperä ja mahdolliset rajoitteet sen käytössä ovat tiedossa (NATO... 2022a).

Ison-Britannian hydrografinen virasto UKHO tarjoaa verkkosivustollaan testiaineistoa AML-tuotteiden kehittämiseen ja testaamiseen (NATO... 2018). Testiaineiston tarkoituksena on tarjota edustava kattaus AML-tietomallista, joten jokaisesta kohdetyypistä löytyy ainakin yksi esimerkki. Vaikka osa NATOn jäsen- ja kumppanimaista on vielä AML:n kehitysvaiheessa, on useilla niistä valmiudet tuottaa omia tuotteita (NATO... 2022). Jäsenmaiden tuotteet luodaan kansallisilta vesiltä maiden omiin tarkoituksiin sekä NATOn harjoituksiin käytettäväksi. Tällä hetkellä kehitysprosessin tavoitteena on luoda uuden sukupolven AML-tuotemääritelmiä, jotka refleктоivat laajempia, nykyisten määritelmien kehitystä ja rajoituksia (NATO... 2022).

## **2.4 ArcGIS Pro Maritime**

Esrin (engl. Environmental Systems Research Institute) ArcGIS Pro on paikkatieto-ohjelmisto. Siihen on saatavilla Maritime-ohjelmistolisäosa, jolla voidaan luoda ja hallita merellistä aineistoa, joka on yhteensopivaa S-57 ja S-100 standardien kanssa (Maritime with ArcGIS Pro 2023: 15). Lisättyinä ArcGIS Pro -ohjelmistoon, sen avulla voidaan luoda merenkuluttietokantoja, muokata ja visualisoida aineistoa sekä luoda, tuoda ja viedä S-57 ja S-100 tuotteita.

Maritime-lisäosa koostuu työkaluista, joilla voidaan käsitellä S-57-, S-100- ja VPF- (engl. Vector Product Format) aineistoja sekä syvyysaineistoa. Nämä työkalut voidaan jakaa kolmeen sarjaan: S-57 käsittelytyökalut, S-57 validointityökalut sekä S-100 työkalut (Maritime with ArcGIS Pro 2023: 37). S-57 käsittelytyökalujen avulla voidaan tuoda, luoda ja viedä S-57-tuotteita tietokantojen välillä. Validointityökaluilla voidaan varmistaa aineiston määrämuotoisuus (Maritime with ArcGIS Pro 2023: 152). S-100 työkalusarja koostuu

työkaluista, joilla voidaan käsitellä S-100-tuotteita (Esri 2023). Niiden avulla on mahdollista muuntaa S-57-soluja S-101-soluiksi sekä tuoda ja viedä niitä tietokantojen ja tiedostojen välillä. Työkalusarjojen lisäksi lisäosaan kuuluu kaksi työkalua, joilla voidaan luoda syvyys- ja maa-alueita.

Lisäosan tuotantoympäristö perustuu merenkulkualan tietojärjestelmäksi (engl. Nautical Information System, NIS) kutsuttuun tietokantaan (Maritime with ArcGIS Pro 2023: 16). NIS-tietokantaa käytetään S-57- ja S-100-aineiston luomiseen, käsittelyyn ja säilyttämiseen. Tietokanta on skaalautuva ja se tukee tuhansien tuotteiden tuotantoa.

Hydrografista tietoa voidaan siirtää, muokata ja tuottaa tietomallien avulla (Maritime with ArcGIS Pro 2023: 17). Tietomalleja on kolmenlaisia: S-57, S-101 ja VPF. S-57-tietomalli sisältää elektroniset merikartat, AML:n, sisävesien navigointikartat (IENC) sekä sisävesien navigointikartat syvyysmittauksilla (BIENC). S-101-tietomalli koostuu elektronisista merikartoista ja VPF-tietomalli taas digitaalisista merikartoista (DNC). S-57- ja S-100-tietomallit sisältävät merellisen ominaisuustietokannan, kohdeluokat, taulukot ja yhteydet (engl. relationship) (Maritime with ArcGIS Pro 2023: 19). Ominaisuustietokanta sisältää kaikki kohteet ryhmiteltynä teemoittain alalajeihin eri kohdeluokkien sisällä (Maritime with ArcGIS Pro 2023: 20). Vakio-ominaisuusmallipohjat on luotu automaattisesti, mutta niiden muokkaaminen ja tallentaminen on myös mahdollista.

Tietoaineistolle tulee luoda tuotemääritelmä (engl. product definition) sekä sen kattavuutta kuvaava polygoni (engl. product coverage), jotta voidaan luoda täysin uusia S-57-tuotteita (Maritime with ArcGIS Pro 2023: 35). Uuden kohteen oletusarvoiset rakennustyökalut ja attribuuttiarvot määrittelee tuotteeseen sopiva mallipohja. Olemassa olevia kohteita on mahdollista muokata eri tavoin (Maritime with ArcGIS Pro 2023: 106). Muokkauksen ydintyökalut on jaoteltu viiteen ryhmään: ryhmittäminen, uudelleenmuotoilu, luominen, jakaminen ja attribuutit. Näiden työkalujen avulla voidaan esimerkiksi siirtää, yhdistää tai muotoilla olemassa olevia muotoja. Myös kohteiden attribuutteja voidaan tarvittaessa muokata.

Lisäosan työkaluja voidaan käyttää myös aineiston vahvistamiseen (Maritime with ArcGIS Pro 2023: 146). Vahvistamistapoja ovat muun muassa pakollinen ja vapaaehtoinen attribuuttien vahvistaminen, interaktiivinen vahvistaminen sekä automatisoidut vahvistusmenetelmät.

## 2.5 Soveltuvuus

Ohjelmiston soveltuvuus tiettyyn toimintaympäristöön on kontekstikohtaista ja usein myös monimutkaista. Soveltuvuudella tarkoitetaan tietyn ohjelmistotuotteen riittävyttä, kun se kattaa käyttäjien kaikki tarpeet ja toteutuksen oikeellisuuden (Beaver ym. 2005; Beydoun 2013). Soveltuvuus siis määrittelee sen, miten ohjelmisto sopii tiettyyn käyttötarkoitukseen, ja on näin ollen vahvasti linkittynyt ohjelmistotuotteiden laatuun.

Standardi ISO/IEC 25010, joka määrittelee ohjelmiston laadun evaluointia, ryhmittelee soveltuvuuden liittyvän toiminnallisuuteen toiminnallisen soveltuvuuden termin kautta (Panduwiyasa ym. 2021). Toiminnallisuudeksi voidaan määritellä standardi ISO 25062:2011 mukaan yleisesti kaikki se, mitä ohjelmisto tekee ja mikä sen tarkoitus on (Salleh ym. 2017). Ohjelmiston toiminnallisuutena voidaan pitää kaikkea sitä toimintaa, jota ohjelmistosovellus voi käyttäjälleen suorittaa. Se siis määrittelee ohjelmiston kyvyt ja mitä käyttäjä voi saavuttaa sitä käyttäessä.

Toiminnallisella soveltuvuudella (engl. functional suitability) tarkoitetaan sitä, missä määrin ohjelmiston toiminnot suorittavat, tai eivät, perusprosessejaan (Salleh ym. 2017; Rodríguez ym. 2016). Se voidaan jakaa edelleen kolmeen eri tyyppiin: toiminnallinen täydellisyys (engl. functional completeness), toiminnallinen korrektiuus (engl. functional correctness) ja toiminnallinen tarkoituksenmukaisuus (engl. functional appropriateness) (Salleh ym. 2017). Toiminnallinen täydellisyys kertoo sen, kuinka sarja toimintoja kattaa niille määritellyt tehtävät ja käyttäjän tavoitteet. Korrektiudella taas tarkoitetaan sitä, missä määrin järjestelmä antaa oikeat tulokset tarvittavalla tarkkuudella. Tarkoituksenmukaisuus määrittelee sen, missä määrin toiminnot helpottavat tavoitteiden ja tehtävien toteuttamista.

Toiminnallisuutta voidaan määritellä tarkemmin myös tarkkuuden mukaan. Toiminnallisen tarkkuuden (engl. functional accuracy) avulla voidaan arvioida, pystyykö ohjelmisto suorittamaan tarkasti tarvittavat prosessit ja tehtävät sekä toimittamaan odotetut tulokset ilman virheitä (Salleh ym. 2017). Kun big data, pilvipalvelut ja verkkoympäristöt yleistyvät, tulee dataprosessien tarkkuuteen ja suorituskyykyyn liittyvistä asioista yksi ohjelmistotoiminnallisuuden merkittävimmistä kysymyksistä. Näiden lisäksi määrittelyä voidaan tehdä muun muassa yhteentoimivuuden, mukautuvuuden ja turvallisuuden kautta, mutta ne eivät ole oleellisia seikkoja tässä tutkimuksessa.

Toiminnallisuutta voidaan arvioida hyödyntämällä lasilaatikko- tai musta laatikko -menetelmiä (Shi 2010; Kasurinen 2013). Musta laatikko -menetelmän tarkastelee ohjelmiston vastauksia sille annettuihin komentoihin, kun taas lasilaatikkomenetelmä tarkastelee ohjelmiston sisäisiä toimintoja. Ohjelmistoa voidaan testata musta laatikko -menetelmällä antamalla sille syötteitä ja seuraamalla mitä ohjelmisto tekee (Kasurinen 2013). Yleensä nämä syötteet määritellään testitapauksilla, joiden avulla kuvataan laitteen käyttämistä ja ohjelmiston reagointia.

Ohjelmiston soveltuvuuteen nivoutuu tiukasti myös käyttökokemus. Käytettävyyden käsitettä voidaan määritellä useilla tavoilla. Standardi ISO 9244:11 jakaa käytettävyyden kolmeen tavoitteeseen: tuloksellisuus, tehokkuus ja tyydyttävyys (Ovaska ym. 2005; Dillon 2001). Näiden tavoitteiden saavuttamiseen vaikuttavat käyttäjän omat ominaisuudet, tehtävän laatu sekä käytettävä laitteisto ja ympäristö. Kun tarkastellaan käytettävyyttä, on tärkeää tuntea mahdollisesti muuttuvat tavoitteet ja käyttötilanteet hyvin. Nielsenin (1993) käsitys käytettävyydestä jakautuu taas viiteen osatekijään: opittavuus, tehokkuus, muistettavuus, virheettömyys ja miellyttävyys (Sagar & Saha 2017). Näitä tekijöitä voidaan havainnoida eri käytettävyytutkimuksen menetelmillä ja niiden avulla voidaan rakentaa arviointikriteerejä. Viime kädessä käytettävyyden voidaan kiteyttää olevan käyttäjän suhteellinen kokemus käytön onnistumisesta (Ovaska ym. 2005; Sagar & Saha 2017). Tällöin on tärkeä saada tietoa myös käyttäjän kokemuksesta käytettävyysohjelmien lisäksi.

Soveltuvuuden testaamiseksi on olemassa erilaisia mittareita, joiden avulla voidaan arvioida ohjelmiston soveltuvuutta tiettyyn käyttötarkoitukseen (Rodríguez ym. 2016). Mittareita ovat muun muassa luotettavuus, käytettävyys, suorituskyky, turvallisuus, skaalautuvuus, ylläpidettävyys, laajennettavuus ja yhteensopivuus. Jotta soveltuvuutta voidaan tutkia, tulee testausympäristön sisältää laatumalli, arviointiprosessi ja tekninen ympäristö (Rodríguez ym. 2016). Laatumalli määrittelee osa- ja laatuominaisuudet sekä mittarit ohjelmiston soveltuvuudelle. Arviointi prosessilla kuvaillaan toimet ja tehtävät, joilla arviointi tapahtuu. Tekninen ympäristö rakentuu ohjelmistosta, arviointikriteerien käyttämisestä ja tulosten visualisoinnista.

Ohjelmiston soveltuvuutta voidaan arvioida käyttäen erilaisia arviointikriteerejä (Beydoun ym. 2012). Kriteerit muodostetaan arvioitavan ohjelmiston ja käyttäjän tavoitteiden perusteella. Niissä tulee ottaa huomioon kaikki ne vaatimukset, mitä sen soveltuvuuteen kyseiseen kontekstiin vaaditaan (Dillon 2001). Jos halutaan saada mahdollisimman tarkka tulos, ei kriteerien tulisi olla liian laajoja (Beydoun ym. 2012). Lisäksi on tärkeää, että testaus

suoritetaan systemaattisesti ja kattavasti samalla varmistaen, että se täyttää sille asetetut vaatimukset ja toimii odotetusti erilaisissa käyttötilanteissa.

Koska käytettävyys- ja toiminnallinen testaus painottuvat yleensä ohjelmistojen kehitysvaiheisiin, on tässä tutkimuksessa hyödynnetty niistä osa-alueita, joiden avulla valmiin ja olemassa olevan ohjelmiston sopivuutta tiettyyn käyttötarkoitukseen voidaan arvioida. Käytettävyystestauksen ominaisuuksista etenkin käyttöliittymän tarkastelu aidoissa käyttötilanteissa aitojen käyttäjien toimesta palvelee tämän tutkimuksen tarpeita. Toiminnallisen testauksen keskittyminen käyttöliittymässä nähtävillä oleviin toimintoihin sopii tutkimuksen tarkoitukseen hyvin. Näitä ominaisuuksia yhdistämällä on voitu luoda toimeksiantajan toiveita vastaava menetelmä, joka rakentuu molemmista testaustavoista tuttujen kyselylomakkeiden ympärille. Lomakkeilla kartoitetaan sitä, millaisia näkyviä tuloksia käyttöliittymä tarjoaa erilaisten komentojen perusteella. Musta laatikko -menetelmän ja käytettävyyden osatekijöiden avulla luotujen soveltuvuus-kriteerien avulla voidaan selvittää Maritime-lisäosan soveltuvuutta Merivoimien käyttöön.

## 3 Aineistot ja menetelmät

### 3.1 Aineistot

#### 3.1.1 Aineiston tuottaminen

Tutkielmassa käytetään kahdenlaista itsetuotettua aineistoa. Aineistot tuotetaan testaussuunnitelmaa, -lomakkeita ja -tehtäviä seuraten. Testaussuunnitelma määrittelee testauksen tarkoituksen sekä siinä ratkaistavat kysymykset ja tavoitteet sekä testaajien käyttäjäprofiilit. Suunnitelma käsittelee käytettävät menetelmät sekä testitehtävät, testausympäristön ja testauksen tarkkailun. Se kertoo testauksen tulosten keräämisestä sekä niiden raportoinnista.

Tutkijan lisäksi testit suorittaa testiryhmä, johon kuuluvat Merivoimien Meritaistelukeskuksen vakituiset työntekijät (2 kpl) sekä Pansion karttavaraston työntekijät (2 kpl). Kyseiset henkilöt valikoituivat testiryhmän jäseniksi, koska he ovat ohjelmiston lisäosan varsinaisia loppukäyttäjiä. Näin ollen testaajien lukumäärä on pieni, mutta palvelee toimeksiantajan tarpeita parhaiten. Testiympäristönä toimii aina kyseisen testaajan oma työskentely-ympäristö. Testiryhmän testaus tapahtuu itsenäisesti, mutta yhteydessä tutkijaan.

Aineisto kerätään lisäosalle ja sen työkaluille suoritettavista soveltuvuustesteistä testauslomakkeita käyttäen. Tutkija arvioi lisäosan käyttöönottoa ja sen peruskäyttöä sekä työkalujen toiminnallisuutta omalla lomakkeellaan (Liite 1). Soveltuvuuskriteerit käsittelevät lisäosan käyttöönoton oppimista, työkalujen ja prosessien suorittamista, niiden batch-toimintoa, tiedostojen määrää sekä tasojen integroitumista. Niiden avulla arvioidaan lisäosan ja sen työkalujen toiminnallisuuksia ajankäytön ja oppimisprosessin kautta. Arvioinnissa tarkastellaan aineistojen siirrettävyyttä shapefile-muodosta AML-muotoon ja toisinpäin. Lisäksi tarkastellaan työkalujen suorittamiseen vaadittavia tiedostoja ja mahdollisuutta suorittaa ajo useammalle tasolle yhdellä kerralla sekä tasojen integroitumista keskenään. Jokainen osa-alue arvioidaan kriteerien avulla asteikolla vaivaton (3), hieman hankala (2), hankala (1) ja ei onnistunut (0), joista muodostuu yksi tutkimuksessa käytettävä aineisto.

Testiryhmän testauslomake (Liite 2) käsittelee ainoastaan lisäosan työkaluja ja prosesseja. Lomakkeella kysytään testaajien taustaosaamista ja -kokemusta liittyen ArcGIS Pro -ohjelmiston ja itse lisäosan käyttöön. Tutkielmassa käytetyt työkalut (taulukko 1) on jaoteltu testitehtäviin, joihin on luotu erilliset ohjeet (Liite 3). Ohjeita seuraamalla jokainen testaaja

täyttää tehtäväkohtaisesti prosessin aloitus- ja lopetusajan, tehtävän helppouden, joka perustellaan avoimessa vastauksessa sekä muut mahdolliset prosessiin liittyvät kommentit, huomiot ja haasteet. Tehtävän haastavuus on luokiteltu asteikolle vaivaton (3), hieman haastava (2), haastava (1) ja en onnistunut tekemään tehtävää (0). Testitehtävät perustuvat Esriltä saatuihin ohjeisiin. Testitehtävien avulla käydään läpi lisäosan työkalujen lisäksi uuden kohteen luomisprosessi, joka ei ole suoraan sidoksissa mihinkään yksittäiseen työkaluun.

Taulukko 1. Aineiston tuottamiseen käytettävät ArcGIS Pro Maritime-työkalut ja prosessit.

Lähde: ArcGIS Pro Maritime, Esri.

<i>Työkalu/prosessi</i>	<i>Kuvaus</i>
<i>Import S-57 to Geodatabase</i>	Tuo olemassa olevan S-57-tiedostoon merelliseen tietokantaan
<i>Copy S-57 Features</i>	Kopioi kohteita yhdestä tai useammasta tasosta merelliseen tietokantaan
<i>Export Geodatabase to S-57</i>	Vie hydrografista aineistoa merellisestä tietokannasta S-57-tiedostoksi
<i>Create S-57 Exchange Set</i>	Luo tietopakettin, jonka ENC-tiedostoja voidaan tarkastella ECDIS-järjestelmässä
<i>Import S-100 Feature Catalogue</i>	Tuo S-100 ominaisuustietoluettelon sisällön tietokantaan
<i>Convert S-57 to S-101 Cell</i>	Muuntaa S-57-vektoriaineiston S-101-muotoon
<i>Import S-100 Cell</i>	Tuo S-100-muotoista hydrografista tietoa merelliseen tietokantaan, jossa on S-100 ominaisuustietoluettelo
<i>Export S-101 Cell</i>	Vie S-101-muotoisen hydrografisen aineiston S-101-tiedostoksi
<i>ProductCoverage</i>	Luodaan uudelle tuotteelle kattavuusalue
<i>ProductDefinitions</i>	Luodaan uudelle tuotteelle S-57:n vaatimat tuotemäärittelyt
<i>Uusi kohde</i>	Luodaan uusi kohde (pisteinä)

Lopputuotteen laadun arvioimiseen käytetään tuottamisen prosessissa syntyvää S-57-muotoista AML-vektorituotetta. Tuotteen luomisen ensimmäinen vaihe on rakentaa tuotteelle kattavuusalue (engl. ProductCoverage), jonka perusteella nähdään mille alueelle tuotteen kohteet levittäytyvät. Alue luodaan polygonina Create Features -työkalua käyttämällä. Sen jälkeen täytetään tuotemääritelmätaulukko (engl. ProductDefinitions) vaadittavilla tiedoilla. Näitä tietoja ovat koosteasteikko, käyttötarkoitus, toimipaikka, korkeus- ja luotausdatumit sekä Where-lauseke. Sarakkeiden sisältö riippuu luotavasta kohteesta. Tuotemääritelmän ja

kattavuusalueen välille luodaan yhteys (engl. relationship), jotta ne saadaan koskemaan samaan tuotetta.

Kun tämä on tehty, voidaan määritellylle alueelle luoda kohteita, tässä tapauksessa pisteitä, koordinaattien avulla. Merellisestä tietokannasta tulee avata kartalle oikea kohdeluokka, jonka alaluokkaan uusi kohde kuuluu. Oikean luokan ja tason saa selville Esrin S-57 object finder -listan avulla. Poijut kuuluvat AidsToNavigationP-kohdeluokan alle. Kun oikea taso on löytynyt, voidaan Create Features -työkalulla aloittaa uusien kohteiden luominen. Työkalun valikon yläreunassa olevaan hakukenttään kirjoittamalla hakusanaksi ”buoy” (suom. poiju) löytyy ominaisuusmallipohja nimellä BOYCAR\_BuoyCardinal. Mallipohja tulee aktivoida, minkä jälkeen hiiren oikeaa klikkaamalla missä tahansa kartalla voidaan valita Absolute X, Y, Z -työkalu. Aukeavaan valikkoon lisätään halutut koordinaatit, kunhan on varmistettu, että koordinaattien kirjoitusasu on oikea oikeanpuoleisista alavetovalikoista. Tämä toistettiin jokaisen uuden kohteen kohdalla. Tarkempi kuvaus työvaiheista löytyy liitteen 3 sivuilta 63–67.

### 3.1.2 Aineiston kuvailu

Lisäosan työkalujen testaamiseen on saatu Traficomilta valmis AML-taso, joka sisältää julkisia hylkyjä pistetietona. Näiden lisäksi hyödynnetään Ison-Britannian hydrografisen viraston (engl. UK Hydrographic Office, UKHO) verkkosivuilta saatavaa julkista German Bundeswehrein tuottamaa AML-testidataa, joka sisältää pienet pohjakohteet (SBO) pistetietona. UKHO:n testidataa käytetään tutkijan testauksissa, kun testataan työkalujen Batch-ominaisuuden toimivuutta. Sen avulla voidaan ajaa työkalu useammalla aineistolla kerrallaan, joten siihen vaaditaan toinen AML-taso. Tutkijan tekemän soveltuvuustestauksen aikana syntynyt AML-taso sisältää viisi kuvitteellista poijua sattumanvaraisissa sijainneissa. Poijut kuvataan pistetietona.

Soveltuvuustestauksesta syntynyt tilastollinen aineisto esitetään numeerisena. Aineisto sisältää lisäosan sekä sen työkalujen ja prosessien arvosanoja asteikolla 0–3 perustuen niille luotuihin soveltuvuuskkriteereihin (Liite 1). Lisäksi tehtäviin kuluva aika on jaoteltu samalle asteikolle. Avoimien kysymysten vastaukset esitetään tekstinä, joka sisältää perusteluita testitehtävien helppoudesta sekä muita esille tulleita huomioita niistä. Lisäksi aineisto sisältää numeerisen tiedon testiryhmäläisten aiemmasta kokemuksesta.



Tutkimuksessa käytettäviä aineistoja ja niiden analyysimenetelmiä on useampia eri lähteistä ja niitä käytetään eri tutkimuskysymysten vastaamiseen. Taulukko 2 jaottelee aineistot menetelmien ja tutkimuskysymysten perusteella. Lisäosan soveltuvuuden ja AML:n tuottamisen prosessin tutkimiseen käytetään tilastollista aineistoa, kun taas lopputuotteen laatua tarkastellaan paikkatietoaineiston avulla.

Taulukko 2. Aineistot ja menetelmät jaoteltuna tutkimuskysymyksiä perusteella.

Tutkimuskysymys	Aineisto	Menetelmä
Millainen AML:n tuottamisen prosessi on ArcGIS Pro:n Maritime-lisäosalla?	kyselylomakkeiden vastaukset: uuden kohteen luominen	tilastolliset menetelmät, tekstianalyysi
Mikä on ArcGIS Pro:n Maritime-lisäosalla tuotetun AML-tuotteen laatu?	itseluodut kohteet	vertailu (FME), ECDIS-yhteensopivuus
Miten ArcGIS Pro:n Maritime-lisäosa soveltuu AML:n tuottamiseen Merivoimissa?	kyselylomakkeiden vastaukset	tilastolliset menetelmät, tekstianalyysi

## 3.2 Analyysimenetelmät

### 3.2.1 Soveltuvuusarviointi

Tutkimuksessa soveltuvuuden arvioinnissa hyödynnetään piirteitä käytettävyydestä testauksen menetelmien lisäksi toiminnallisen ja ei-toiminnallisen testauksen menetelmistä. Koska edellä mainitut testausmenetelmät keskittyvät perinteisesti ohjelmistokehityksen eri vaiheisiin, on niistä hyödynnetty erilaisia piirteitä, kuten arviointilomakkeita ja testitehtäviä, tämän tutkielman tavoitteiden saavuttamiseksi.

Tutkimuksen aineistojen analysoiminen on monivaiheinen prosessi (kuva 1). Lisäosan soveltuvuuden arviointi aloitetaan numeerisen aineiston frekvenssien tarkastelulla ja ristiintaulukoinnilla. Tämän jälkeen siirrytään avoimiin vastauksiin, jotka analysoidaan sisällönanalyysiä käyttämällä. Kun lomakkeiden tulokset on analysoitu, tarkastellaan itseluodun tuotteen laatua. Tuotteen ominaisuustiedot tutkitaan, minkä lisäksi sen yhteensopivuus ECDIS-järjestelmään testataan Merivoimien toimesta heidän omalla järjestelmällään tutkielman ulkopuolella. Näiden kaikkien vaiheiden tulosten avulla voidaan arvioida lisäosan soveltuvuutta.



Kuva 1. Aineiston analyysin vaiheet.

Analyyssi aloitetaan tilastollisin menetelmin, joista siirrytään sisällönanalyysiin. Lopputuotteen laatua arvioidaan ominaisuustietoja tarkastelemalla ja ECDIS-järjestelmän yhteensopivuutta testaamalla.

### 3.2.2 Tilastolliset menetelmät

Muuttujien jakaumaa tarkastellaan frekvenssitaulukon avulla, missä jokainen frekvenssi ilmoittaa muuttujien eri luokkien havaintojen lukumäärän (Holopainen & Pulkkinen 2002). Frekvenssitaulukko esittää vastausten määrän jokaisen vaihtoehdon kohdalla niin lukumääränä kuin prosentteina. Suora jakauma eli frekvenssijakauma sisältää yhden muuttujan kaikki arvot (Holopainen & Pulkkinen 2002). Frekvenssien tarkastelu antaa siis yleiskatsauksen vastausten jakautumisesta. Tässä vaiheessa tutkitaan työkalujen ja prosessien saamia arvosanoja niin tutkijan kuin testiryhmän testauksissa hyödyntäen SPSS-ohjelmiston frekvenssien tarkasteluominaisuutta. Näin saadaan yleiskatsaus siitä, miten lisäosan käyttöönotto ja sen toiminnallisuudet sopivat kyseiseen käyttötarkoitukseen.

Muuttujien välistä tarkempaa jakautumista ja niiden välisiä riippuvuuksia voidaan tutkia ristiintaulukoimalla (Holopainen & Pulkkinen 2002). Sen avulla voidaan selvittää, onko selittävän muuttujan eri luokissa eroja selitettävän muuttujan jakaumassa. Jotta vastaukset olisivat vertailtavissa, muutetaan ne prosenttiosuuksiksi. Tutkimuksen seuraavassa vaiheessa SPSS:n ristiintaulukointianalyysin avulla pyritään selvittämään vaikuttaako käyttäjän aiempi kokemus ohjelmiston ja/tai lisäosan parissa sen käyttöön.

### 3.2.3 Sisällönanalyysi

Testauslomakkeiden avoimien kysymysten analysointiin käytetään sisällönanalyysiä. Sisällönanalyysillä voidaan kuvailla ja ymmärtää tekstin sisältöä ja rakennetta tiettyjen teemojen suhteen (Riffe ym. 2019). Sitä voidaan soveltaa erilaisiin aineistoihin, kuten kysely- ja haastatteluvastauksiin.

Tätä analyysimenetelmää hyödyntäen pyritään tunnistamaan testiryhmän henkilöiden kokemuksia ja mielipiteitä yleisesti käyttökokemuksesta etsimällä toistuvia teemoja tai ongelmia vastauksista. Tekstivastausten avulla halutaan saada syvempiä vastauksia

käyttökokemuksen onnistumisesta tai epäonnistumisesta sekä mikä siihen on mahdollisesti vaikuttanut ja näin ollen ohjelmiston soveltuvuudesta.

### 3.2.4 Ominaisuustietojen vertailu ja ECDIS-järjestelmän yhteensopivuus

Lopputuotteen, laatua tutkitaan käyttämällä Safe Softwaren FME (Feature Manipulation Engine) Workbench -ohjelmistoa. Se on visuaalinen työnkulun muokkausohjelmisto, jolla voidaan kehittää tiedonmuunnostyökaluja. Tutkielmassa ohjelmistolla tuotetaan kaksi taulukkoa; Traficomien verrokkitasosta sekä itsetuotetusta tasosta. Ohjelmistoon luotu toiminto lukee tiedoston ominaisuudet ja tuottaa tiedot Exceeliin. Taulukko kertoo minkälaisia ominaisuustietoja, kuten kohteen nimen, tuote sisältää. Näin voidaan vertailla uuden tuotteen ominaisuustietoja olemassa olevan Traficomien tason kanssa. Taulukot luodaan molemmista tasoista. Vertailu tehdään, jotta voidaan varmistaa, että itseluotu tuote sisältää kaikki tarvittavat ominaisuustiedot.

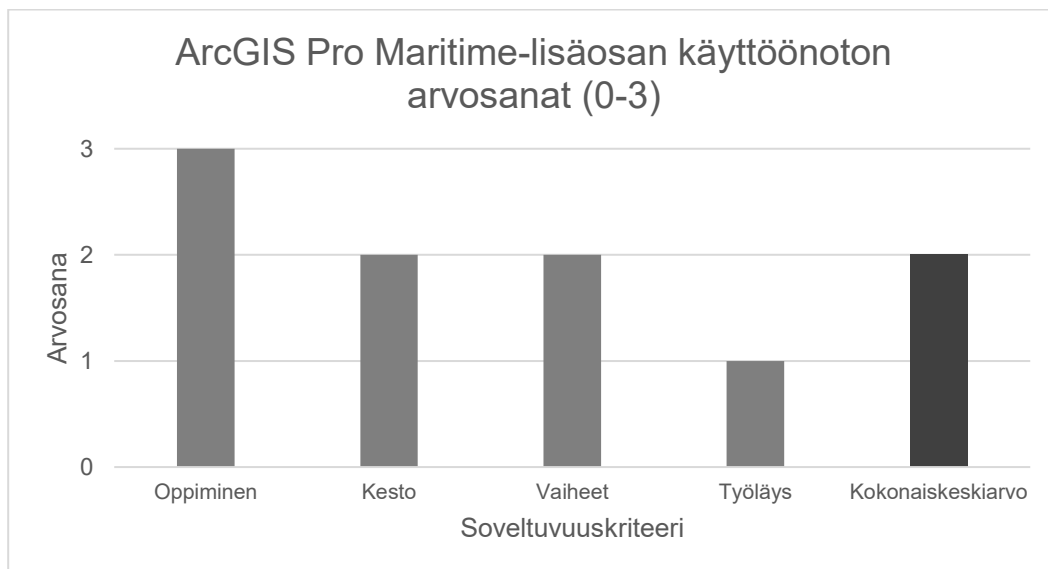
Lopuksi lopputuotteen yhteensopivuus Merivoimien ECDIS-järjestelmän kanssa testataan avaamalla tuote järjestelmässä Merivoimien toimesta. Luotu aineisto viedään S-57-tietopaketti *Create S-57 Exchange Set* -työkalun avulla. Tietopaketin ENC\_ROOT-tiedosto on yhteensopiva järjestelmän kanssa. Testaus tapahtuu tutkielman julkaisun jälkeen, joten sen tulokset eivät ole osa tutkielman kokonaisuutta.

## 4 Tulokset

### 4.1 Tutkijan suorittama soveltuvuusarviointi

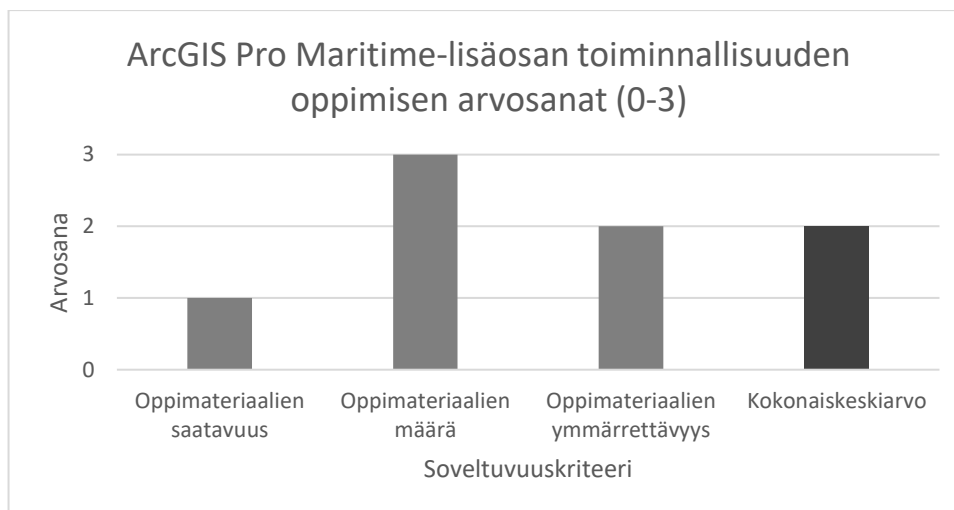
#### 4.1.1 Lisäosan soveltuvuus

Liitteestä 1 löytyvät tarkat kuvaukset tutkijan arvioinnissa käytetyistä muuttujista ja niiden arvoista sekä saaduista arvosanoista. Tutkijan tekemän arvioinnin perusteella Maritime-lisäosan käyttöönottoa voitiin pitää hieman haastavana (keskiarvo 2) (kuva 2). Lisäosan yleisen käytön oppiminen oli vaivatonta (arvosana 3) ja vei aikaa noin päivän verran. Käyttöönotto erillisympäristöön kesti suunnilleen viikon verran eli se oli hieman haastavaa (arvosana 2). Samoin käyttöönoton vaiheiden määrää voitiin pitää hieman haastavana (arvosana 2), koska vaiheita oli kolme kappaletta (lisenssin hankkiminen, lisenssin lataaminen ja tuotetiedostojen lataaminen). Käyttöönoton voitiin pitää haastavana sen työläyden perusteella (arvosana 1), koska vaadittavia erillisiä tuotteita oli vaikea löytää ja huomioitavaa oli paljon.



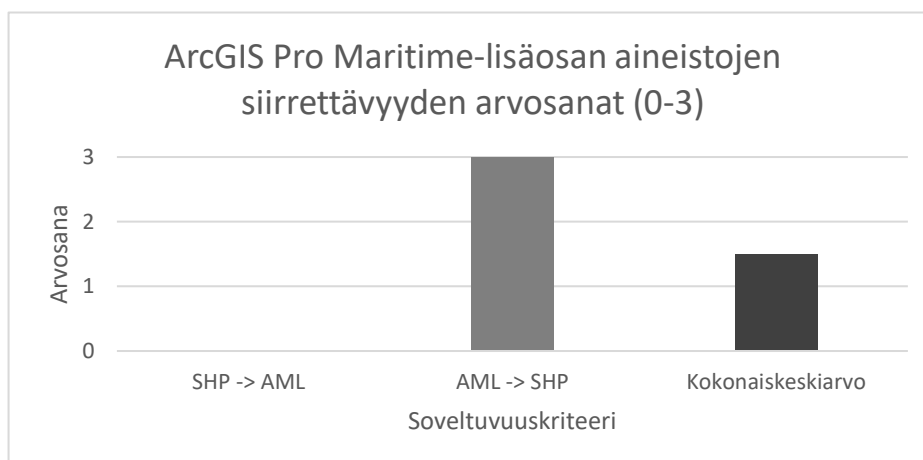
Kuva 2. Lisäosan käyttöönottoon liittyvien soveltuvuuskaiteerien arvosanat asteikolla vaivaton (3), hieman haastava (2), haastava (1) ja ei onnistu (0) perustuen tutkijan suorittamaan arviointiin. Lisäksi käyttöönoton kokonaiskeskiarvo.

Tutkijan tekemän arvioinnin perusteella lisäosan toiminnallisuuden oppiminen oli hieman haastavaa (keskiarvo 2) (kuva 3). Oppimateriaaleja oli vaikea löytää ja kunnolliset ohjeet saatiin vain pyydettäessä, joten niiden saatavuutta voitiin pitää haastavana (arvosana 1). Oppimateriaalien määrä sen sijaan oli riittävä hyvään perehtymiseen, joten määrää voidaan pitää vaivattomana (arvosana 3). Näiden materiaalien ymmärtäminen oli kuitenkin paikoittain hieman haastavaa (arvosana 2).



Kuva 3. Lisäosan toiminnallisuuden oppimiseen liittyvien soveltuvuuskaiteerien arvosanat asteikolla vaivaton (3), hieman haastava (2), haastava (1) ja ei onnistu (0) perustuen tutkijan suorittamaan arviointiin. Lisäksi toiminnallisuuden oppimisen keskiarvo.

Tutkijan tekemän arvioinnin perusteella aineistojen siirrettävyys oli kokonaisuudessaan hieman haastavaa (keskiarvo 1,5) (kuva 4). AML-tiedostojen muuntaminen shapefile-muotoon kävi helposti ja sitä voitiin pitää vaivattomana (arvosana 3). Tiedostojen muuntaminen toisinpäin shapefile-tiedostosta AML-muotoon ei onnistunut tässä tutkielmassa (arvosana 0).



Kuva 4. Lisäosan aineistojen siirrettävyyteen liittyvien soveltuvuuskaiteerien arvosanat asteikolla vaivaton (3), hieman haastava (2), haastava (1) ja ei onnistu (0) perustuen tutkijan suorittamaan arviointiin. Lisäksi aineistojen siirrettävyyden keskiarvo.

#### 4.1.2 Työkalujen soveltuvuus

Liitteestä 1 löytyvät tarkat kuvaukset tutkijan testauksessa käytetyistä muuttujista ja niiden arvoista sekä saaduista arvosanoista. Tutkijan tekemän arvioinnin perusteella S-57-työkalujen oppiminen oli vaivatonta (ka 3) (taulukko 3). Jokaisen työkalun kohdalla aikaa oppimiseen kului alle tunti. Myös S-100-työkalujen oppiminen oli vaivatonta (ka 2,75) paitsi Import S-100

Cell -työkalun kohdalla. Aikaa kului sen oppimiseen 1–2 tuntia, joten se oli hieman haastavaa (arvosana 2). Muiden S-100-työkalujen kohdalla aikaa kului alle tunti. Uuden kohteen luomisen prosessin oppimista voitiin pitää haastavana (ka 1,33). Tuotteen kattavuusalueen (Product Coverage) ja uuden kohteen luomisen oppimiseen kului molempiin 1–2 tuntia. Tuotemääritelmän (Product Definition) oppimiseen kului noin tunti, joten sen oppimista voitiin pitää hieman haastavana (arvosana 2). Lisäosan eri toiminnallisuuksien oppiminen oli kokonaisuudessaan hieman haastavaa (ka 2,45).

Taulukko 3. S-57 ja S-100-työkalupakettien sekä uuden kohteen luomisprosessin oppimisen arvosanat asteikolla vaivaton (3), hieman haastava (2), haastava (1) ja ei onnistu (0) perustuen tutkijan suorittamaan arviointiin.

Työkalujen oppimisen arvosana (0-3)						
S-57 työkalut	Arvosana	S-100 työkalut	Arvosana	Uuden kohteen luominen	Arvosana	Kokonaiskeskiarvo
Import S-57 to Geodatabase	3	Import S-100 Feature Catalogue	3	Product Coverage	1	-
Copy S-57 Features	3	Convert S-57 to S-101 Cell	3	Product Definition	2	-
Export Geodatabase to S-57	3	Import S-100 Cell	2	Uusi kohde	1	-
Create S-57 Exchange Set	3	Export S-101 Cell	3	-	-	-
<b>Keskiarvo</b>	<b>3</b>	<b>Keskiarvo</b>	<b>2,75</b>	<b>Keskiarvo</b>	<b>1,33</b>	<b>2,45</b>

Tutkijan tekemän arvioinnin perusteella työkalujen suorittaminen oli vaivatonta (ka 2,55) (taulukko 4). Jokaisen S-57 ja S-100-työkalun suorittamiseen meni korkeintaan yksi minuutti (ka 3). Uuden kohteen luomisprosessin suorittaminen oli taas haastavaa (ka 1,33). Tuotemääritelmän ja uuden kohteen luomiseen meni kumpaankin yli viisi minuuttia, mikä teki suorittamisesta haastavaa. Tuotteen kattavuusalueen suorittaminen taas vei 2–5 minuuttia, joten se oli hieman haastavaa (arvosana 2).

Taulukko 4. S-57 ja S-100-työkalupakettien sekä uuden kohteen luomisprosessin suorittamisen arvosanat asteikolla vaivaton (3), hieman haastava (2), haastava (1) ja ei onnistu (0) perustuen tutkijan suorittamaan arviointiin.

Työkalujen suorittamisen arvosana (0-3)						
S-57 työkalut	Arvosana	S-100 työkalut	Arvosana	Uuden kohteen luominen	Arvosana	Kokonaiskeskiarvo
Import S-57 to Geodatabase	3	Import S-100 Feature Catalogue	3	Product Coverage	2	-
Copy S-57 Features	3	Convert S-57 to S-101 Cell	3	Product Definition	1	-
Export Geodatabase to S-57	3	Import S-100 Cell	3	Uusi kohde	1	-
Create S-57 Exchange Set	3	Export S-101 Cell	3	-	-	-
<b>Keskiarvo</b>	<b>3</b>	<b>Keskiarvo</b>	<b>3</b>	<b>Keskiarvo</b>	<b>1,33</b>	<b>2,55</b>

Tutkijan tekemän arvioinnin perusteella työkalujen suorittaminen useammalle tasolle Batch-ominaisuuden avulla S-57-työkalujen kohdalla oli hieman haastavana (ka 2,25) (taulukko 5). Myös S-100-työkalujen kohdalla Batch-työkalun toimivuus oli hieman haastavaa (ka 2,33), paitsi Export S-101 Cell -työkalun kohdalla, jonka toimivuus oli haastavaa (arvosana 1). Uuden kohteen luomisprosessin vaiheissa ei ollut Batch-ominaisuutta.

Taulukko 5. S-57 ja S-100-työkalupakettien Batch-ominaisuuden suorittamisen arvosanat asteikolla vaivaton (3), hieman haastava (2), haastava (1) ja ei onnistu (0) perustuen tutkijan suorittamaan arviointiin.

Työkalujen Batch-toiminnon arvosana (0-3)						
S-57 työkalut	Arvosana	S-100 työkalut	Arvosana	Uuden kohteen luominen	Arvosana	Kokonaiskeskiarvo
Import S-57 to Geodatabase	2	Import S-100 Feature Catalogue	-	Product Coverage	-	-
Copy S-57 Features	3	Convert S-57 to S-101 Cell	3	Product Definition	-	-
Export Geodatabase to S-57	1	Import S-100 Cell	3	Uusi kohde	-	-
Create S-57 Exchange Set	3	Export S-101 Cell	1	-	-	-
<b>Keskiarvo</b>	<b>2,25</b>	<b>Keskiarvo</b>	<b>2,33</b>	<b>Keskiarvo</b>	-	<b>2</b>

Tutkijan tekemässä arvioinnissa työkalun suorittamiseen vaadittavien tiedostojen määrä sai S-57-työkalujen kohdalla arvosanakseen 3 (taulukko 6). Jokainen työkalu vaati 1–2 tiedostoa onnistuneeseen suorittamiseen. S-100-työkaluista Import S-100 Feature Catalogue ja Convert S-57 to S-101 Cell -työkalut vaativat 3–5 tiedostoa suorittamiseen, mitä voitiin pitää hieman haastavana (arvosana 2). Loput työkaluista vaativat vain 1–2 tiedostoa, joten niiden suorittaminen oli vaivatonta (arvosana 3). Lisäksi uuden kohteen prosessiin vaadittavien tiedostojen määrä oli vaivatonta (ka 3). Jokaiseen prosessin vaiheeseen tarvittiin vain 1–2 tiedostoa.

Taulukko 6. S-57 ja S-100-työkalupakettien sekä uuden kohteen luomisprosessiin vaadittavien tiedostojen määrän arvosanat asteikolla vaivaton (3), hieman haastava (2), haastava (1) ja ei onnistu (0) perustuen tutkijan suorittamaan arviointiin.

Työkalujen tiedostojen määrän arvosana (0-3)						
S-57 työkalut	Arvosana	S-100 työkalut	Arvosana	Uuden kohteen luominen	Arvosana	Kokonaiskeskiarvo
Import S-57 to Geodatabase	3	Import S-100 Feature Catalogue	2	Product Coverage	3	-
Copy S-57 Features	3	Convert S-57 to S-101 Cell	2	Product Definition	3	-
Export Geodatabase to S-57	3	Import S-100 Cell	3	Uusi kohde	3	-
Create S-57 Exchange Set	3	Export S-101 Cell	3	-	-	-
<b>Keskiarvo</b>	<b>3</b>	<b>Keskiarvo</b>	<b>2,5</b>	<b>Keskiarvo</b>	<b>3</b>	<b>2,8</b>

Tutkijan tekemän arvioinnin perusteella työkalujen suorittamisesta syntyneiden tasojen integroituminen keskenään oli vaivatonta (ka 3) (taulukko 7). Kaikki tasot integroitui hyvin muiden tasojen kanssa. Myös itseluodun uuden kohteen taso integroitui vaivattomasti (ka 3).

Taulukko 7. S-57 ja S-100-työkalupakettien sekä uuden kohteen luomisprosessin uuden tason integroitumisen arvosanat asteikolla vaivaton (3), hieman haastava (2), haastava (1) ja ei onnistu (0) perustuen tutkijan suorittamaan arviointiin.

Työkalujen tasojen integroitumisen arvosana (0-3)						
S-57 työkalut	Arvosana	S-100 työkalut	Arvosana	Uuden kohteen luominen	Arvosana	Kokonais-keskiarvo
Import S-57 to Geodatabase	3	Import S-100 Feature Catalogue	-	Product Coverage	-	-
Copy S-57 Features	3	Convert S-57 to S-101 Cell	3	Product Definition	-	-
Export Geodatabase to S-57	3	Import S-100 Cell	3	Uusi kohde	3	-
Create S-57 Exchange Set	3	Export S-101 Cell	-	-	-	-
<b>Keskiarvo</b>	<b>3</b>	<b>Keskiarvo</b>	<b>3</b>	<b>Keskiarvo</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 4.2 Testiryhmän soveltuvuusarviointi

### 4.2.1 S-57-työkalut

Liitteistä löytyvät tarkat kuvaukset testiryhmän testauksessa käytetyistä muuttujista ja niiden arvoista (Liite 2) sekä saaduista arvosanoista (Liite 4). Ensimmäinen testitehtävä, joka valmisteli S-57-työkalujen käyttöön, oli keskimäärin hieman haastava (keskiarvo 2,25). Puolet vastaajista oli sitä mieltä, että tehtävä oli vaivaton, loput kokivat sen joko hieman haastavana (n = 1, 25 %) tai haastavana (n = 1, 25 %) (taulukko 8). Aikaa tehtävän suorittamiseen kului kaikilta 2–5 minuuttia (n = 2, 50 %) tai yli viisi minuuttia (n = 2, 50 %), eli ajankäyttöä pidettiin hieman haastavana (ka 1,5). Ohjelmiston tai lisäosan aiemmalla käyttökokemuksella ei ollut suurta merkitystä testaajien vastauksiin tehtävän haastavuudesta. Kokemus ei suoraan vaikuttanut myöskään tehtävään käytettyyn aikaan.



Taulukko 8. Ohjelmiston ja lisäosan aiemman kokemuksen vaikutus Aloitus S-57 -testitehtävän suorittamiseen ja siihen käytettyyn aikaan testiryhmän kohdalla. Taulukko kuvaa vastausten lukumääriä.

Aloitus S-57	Ohjelmiston kokemus				Lisäosan kokemus		
	harvemmin kuin kerran kk	1-4 kertaa kk	päivittäin	Yht. (n)	ensimmäinen kerta	muutamia kertoja	Yht. (n)
<b>Tehtävän haastavuus</b>							
vaivaton	1		1	2	1	1	2
hieman haastava	1			1	1		1
haastava		1		1	1		1
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>Tehtävän ajankäyttö</b>							
vaivaton							
hieman haastava	1	1	1	3	1	1	2
haastava	1			1	2		2
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Import S-57 to Geodatabase -työkalun käyttö oli kaikkien mielestä hieman haastavaa (taulukko 9). Aikaa työkalun suorittamiseen kului kaikilla (n = 4) 2–5 min (ka 2). Ohjelmiston tai lisäosan aiemmalla käyttökokemuksella ei ollut suurta merkitystä testaajien vastauksiin työkalun haastavuudesta. Kokemus ei suoraan vaikuttanut myöskään tehtävään käytettyyn aikaan.

Taulukko 9. Ohjelmiston ja lisäosan aiemman kokemuksen vaikutus Import S-57 to Geodatabase -testitehtävän suorittamiseen ja siihen käytettyyn aikaan testiryhmän kohdalla. Taulukko kuvaa vastausten lukumääriä.

Import S-57 to Geodatabase	Ohjelmiston kokemus				Lisäosan kokemus		
	harvemmin kuin kerran kk	1-4 kertaa kk	päivittäin	Yht. (n)	ensimmäinen kerta	muutamia kertoja	Yht. (n)
<b>Tehtävän haastavuus</b>							
vaivaton							
hieman haastava	2	1	1	4	3	1	4
haastava							
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>Tehtävän ajankäyttö</b>							
vaivaton							
hieman haastava	2	1	1	4	3	1	4
haastava							
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Copy S-57 Features -työkalun käyttö oli keskimäärin haastavaa (ka 1,75). Puolet vastaajista (n = 2, 50 %) oli sitä mieltä, että tehtävä oli haastava, loput kokivat sen joko hieman haastavana (n = 1, 25 %) tai vaivattomana (n = 1, 25 %) (taulukko 10). Aikaa työkalun suorittamiseen kului kaikilta 2–5 minuuttia (n = 1, 25 %) tai yli viisi minuuttia (n = 3, 75 %), eli ajankäyttöä pidettiin haastavana (ka 1,25). Ohjelmiston ja lisäosan aiemmalla kokemuksella oli merkitystä testaajien vastauksiin työkalun haastavuudesta. Kokemus vaikutti myös tehtävään käytettyyn aikaan, etenkin lisäosan kohdalla.

Taulukko 10. Ohjelmiston ja lisäosan aiemman kokemuksen vaikutus Copy S-57 Features -testitehtävän suorittamiseen ja siihen käytettyyn aikaan testiryhmän kohdalla. Taulukko kuvaa vastausten lukumääriä.

Copy S-57 Features	Ohjelmiston kokemus				Lisäosan kokemus		
	harvemmin kuin kerran kk	1-4 kertaa kk	päivittäin	Yht. (n)	ensimmäinen kerta	muutamia kertoja	Yht. (n)
<b>Tehtävän haastavuus</b>							
vaivaton			1	1		1	1
hieman haastava		1		1	1		1
haastava	2			2	2		2
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>Tehtävän ajankäyttö</b>							
vaivaton							
hieman haastava			1	1		1	1
haastava	2	1		3	3		3
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>			<b>4</b>

Export Geodatabase to S-57 -työkalun käyttö oli keskimäärin hieman haastavaa (ka 2). Puolet vastaajista (n = 2, 50 %) oli sitä mieltä, että tehtävä oli hieman haastava, loput kokivat sen joko haastavana (25 %) tai vaivattomana (25 %) (taulukko 11). Aikaa työkalun suorittamiseen kului kaikilta 2–5 minuuttia (n = 3, 75 %) tai yli viisi minuuttia (n = 1, 25 %), eli ajankäyttöä pidettiin haastavana (ka 1,25). Ohjelmiston aiemmalla kokemuksella oli merkitystä testaajien vastauksiin työkalun haastavuudesta. Kokemus vaikutti myös tehtävään käytettyyn aikaan.

Taulukko 11. Ohjelmiston ja lisäosan aiemman kokemuksen vaikutus Export Geodatabase to S-57 -testitehtävän suorittamiseen ja siihen käytettyyn aikaan testiryhmän kohdalla. Taulukko kuvaa vastausten lukumääriä.

Export Geodatabase to S-57	Ohjelmiston kokemus				Lisäosan kokemus		
	harvemmin kuin kerran kk	1-4 kertaa kk	päivittäin	Yht. (n)	ensimmäinen kerta	muutamia kertoja	Yht. (n)
<b>Tehtävän haastavuus</b>							
vaivaton			1	1		1	1
hieman haastava	1	1		2	2		2
haastava	1			1	1		1
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>Tehtävän ajankäyttö</b>							
vaivaton							
hieman haastava			1	1		1	1
haastava	2	1		3	3		3
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Create S-57 Exchange Set -työkalun käyttö oli keskimäärin hieman haastavaa (ka 1,75). Puolet vastaajista (n = 2, 50 %) oli sitä mieltä, että tehtävä oli haastava, loput kokivat sen joko hieman haastavana (n = 1, 25 %) tai vaivattomana (n = 1, 25 %) (taulukko 12). Aikaa työkalun suorittamiseen kului kaikilta 2–5 minuuttia (arvosana 2) tai yli viisi minuuttia (arvosana 1), eli ajankäyttöä pidettiin haastavana (ka 1,5). Ohjelmiston ja lisäosan kokemuksella oli merkitystä

testaajien vastauksiin työkalun haastavuudesta. Kokemus vaikutti myös jonkin verran tehtävään käytettyyn aikaan.

Taulukko 12. Ohjelmiston ja lisäosan aiemman kokemuksen vaikutus Create S-57 Exchange Set -testitehtävän suorittamiseen ja siihen käytettyyn aikaan testiryhmän kohdalla. Taulukko kuvaa vastausten lukumääriä.

Create S-57 Exchange Set	Ohjelmiston kokemus				Lisäosan kokemus		
	harvemmin kuin kerran kk	1-4 kertaa kk	päivittäin	Yht. (n)	ensimmäinen kerta	muutamia kertoja	Yht. (n)
<b>Tehtävän haastavuus</b>							
vaivatonta			1	1		1	1
hieman haastava		1		1	1		1
haastava	2			2	2		2
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>Tehtävän ajankäyttö</b>							
vaivatonta							
hieman haastava	1		1	2	1	1	2
haastava	1	1		2	2		2
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

#### 4.2.2 S-100-työkalut

Liitteistä löytyvät tarkat kuvaukset testiryhmän testauksessa käytetyistä muuttujista ja niiden arvoista (Liite 2) sekä saaduista arvosanoista (Liite 4). Kuudes tehtävä, joka valmisteli S-100-työkalujen käyttöä, oli keskimäärin vaivatonta (ka 2,5). Suurin osa vastaajista (n = 3, 75 %) oli sitä mieltä, että tehtävä oli vaivatonta, yksi (25 %) koki sen haastavana (taulukko 13). Aikaa tehtävän suorittamiseen kului kaikilta 2-5 minuuttia (n = 3, 75 %) tai yksi minuutti (n = 1, 25 %), eli ajankäyttöä pidettiin hieman haastavana (ka 2,25). Ohjelmiston tai lisäosan aiemmalla kokemuksella ei ollut suurta merkitystä testaajien vastauksiin tehtävän haastavuudesta. Kokemus ei suoraan vaikuttanut myöskään tehtävään käytettyyn aikaan.

Taulukko 13. Ohjelmiston ja lisäosan aiemman kokemuksen vaikutus Aloitus S-100 -testitehtävän suorittamiseen ja siihen käytettyyn aikaan testiryhmän kohdalla. Taulukko kuvaa vastausten lukumääriä.

Aloitus S-100	Ohjelmiston kokemus				Lisäosan kokemus		
	harvemmin kuin kerran kk	1-4 kertaa kk	päivittäin	Yht. (n)	ensimmäinen kerta	muutamia kertoja	Yht. (n)
<b>Tehtävän haastavuus</b>							
vaivaton	1	1	1	3	2	1	3
hieman haastava							
haastava	1			1	1		1
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>Tehtävän ajankäyttö</b>							
vaivaton		1		1	1		1
hieman haastava	2		1	3	2	1	3
haastava							
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Import S-100 Feature Catalogue -työkalun käyttö oli keskimäärin vaivatonta (ka 2,75). Suurin osa vastaajista (n = 3, 75 %) oli sitä mieltä, että tehtävä oli vaivaton, yksi (25 %) koki sen hieman haastavana (taulukko 14). Aikaa työkalun suorittamiseen kului kaikilta (n = 4) 2–5 minuuttia, eli ajankäyttöä pidettiin hieman haastavana (ka 2). Ohjelmiston kokemuksella oli jonkin verran vaikutusta testaajien vastauksiin työkalun haastavuudesta, mutta lisäosan kokemus ei suoran vaikuttanut niihin. Kokemus ei vaikuttanut työkaluun käytettyyn aikaan.

Taulukko 14. Ohjelmiston ja lisäosan aiemman kokemuksen vaikutus Import S-100 Feature Catalogue -testitehtävän suorittamiseen ja siihen käytettyyn aikaan testiryhmän kohdalla. Taulukko kuvaa vastausten lukumääriä.

Import S-100 Feature Catalogue	Ohjelmiston kokemus				Lisäosan kokemus		
	harvemmin kuin kerran kk	1-4 kertaa kk	päivittäin	Yht. (n)	ensimmäinen kerta	muutamia kertoja	Yht. (n)
<b>Tehtävän haastavuus</b>							
vaivaton	1	1	1	3	2	1	3
hieman haastava	1			1	1		1
haastava							
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>Tehtävän ajankäyttö</b>							
vaivaton							
hieman haastava	2	1	1	4	3	1	4
haastava							
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Convert S-57 to S-101 Cell -työkalun käyttö oli keskimäärin vaivatonta (ka 2,5). Puolet vastaajista (n = 2, 50 %) oli sitä mieltä, että tehtävä oli vaivaton, loput (n = 2, 50 %) kokivat sen hieman haastavana (taulukko 15). Aikaa työkalun suorittamiseen kului kaikilta 2–5 minuuttia (n = 2, 50 %) tai yli viisi minuuttia (n = 2, 50 %), eli ajankäyttöä pidettiin hieman haastavana (ka 1,5). Ohjelmiston ja lisäosan aiemmalla kokemuksella oli jonkin verran

merkitystä testiajien vastauksiin työkalun haastavuudesta. Kokemus vaikutti myös jonkin verran tehtävään käytettyyn aikaan.

Taulukko 15. Ohjelmiston ja lisäosan aiemman kokemuksen vaikutus Convert S-57 to S-101 Cell -testitehtävän suorittamiseen ja siihen käytettyyn aikaan testiryhmän kohdalla. Taulukko kuvaa vastausten lukumääriä.

Convert S-57 to S-101 Cell	Ohjelmiston kokemus				Lisäosan kokemus		
	harvemmin kuin kerran kk	1-4 kertaa kk	päivittäin	Yht. (n)	ensimmäinen kerta	muutamia kertoja	Yht. (n)
<b>Tehtävän haastavuus</b>							
vaivaton	1		1	2	1	1	2
hieman haastava	1	1		2	2		2
haastava							
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>Tehtävän ajankäyttö</b>							
vaivaton							
hieman haastava	1		1	2	1	1	2
haastava	1	1		2	2		2
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Import S-100 Cell -työkalun käyttö oli keskimäärin hieman haastavaa (ka 2,25). Puolet vastaajista (n = 2, 50 %) oli sitä mieltä, että tehtävä oli vaivaton, loput kokivat sen joko hieman haastavana (n = 1, 25 %) tai haastavana (n = 1, 25 %) (taulukko 16). Aikaa työkalun suorittamiseen kului kaikilta 2–5 minuuttia (n = 3, 75 %) tai yli viisi minuuttia (n = 1, 25 %), eli ajankäyttöä pidettiin hieman haastavana (ka 1,75). Ohjelmiston tai lisäosan aiemmalla kokemuksella ei ollut merkitystä testiajien vastauksiin työkalun haastavuudesta. Lisäosan kokemus vaikutti jonkin verran tehtävään käytettyyn aikaan.

Taulukko 16. Ohjelmiston ja lisäosan aiemman kokemuksen vaikutus Import S-100 Cell -testitehtävän suorittamiseen ja siihen käytettyyn aikaan testiryhmän kohdalla. Taulukko kuvaa vastausten lukumääriä.

Import S-100 Cell	Ohjelmiston kokemus				Lisäosan kokemus		
	harvemmin kuin kerran kk	1-4 kertaa kk	päivittäin	Yht. (n)	ensimmäinen kerta	muutamia kertoja	Yht. (n)
<b>Tehtävän haastavuus</b>							
vaivaton	1		1	2	1	1	2
hieman haastava	1			1	1		1
haastava		1		1	1		1
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>Tehtävän ajankäyttö</b>							
vaivaton							
hieman haastava	2		1	3	2	1	3
haastava		1		1	1		1
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Export S-101 Cell -työkalun käyttö oli keskimäärin vaivatonta (ka 2,5). Suurin osa vastaajista (n = 3, 75 %) oli sitä mieltä, että tehtävä oli vaivaton, yksi (25 %) koki sen haastavana (taulukko 17). Aikaa työkalun suorittamiseen kului kaikilta 2–5 minuuttia (n = 2, 50 %) tai yli viisi minuuttia (n = 2, 25 %), eli ajankäyttöä pidettiin hieman haastavana (ka 1,5). Ohjelmiston tai lisäosan aiemmalla kokemuksella ei ollut suurta merkitystä testiajien vastauksiin työkalun haastavuudesta. Kokemus ei myöskään vaikuttanut suuresti tehtävään käytettyyn aikaan.

Taulukko 17. Ohjelmiston ja lisäosan aiemman kokemuksen vaikutus Export S-101 Cell -testitehtävän suorittamiseen ja siihen käytettyyn aikaan testiryhmän kohdalla. Taulukko kuvaa vastausten lukumääriä.

Export S-101 Cell	Ohjelmiston kokemus				Lisäosan kokemus		
	harvemmin kuin kerran kk	1-4 kertaa kk	päivittäin	Yht. (n)	ensimmäinen kerta	muutamia kertoja	Yht. (n)
<b>Tehtävän haastavuus</b>							
vaivaton	2		1	3	2	1	3
hieman haastava							
haastava		1		1	1		1
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>Tehtävän ajankäyttö</b>							
vaivaton							
hieman haastava	1		1	2	1	1	2
haastava	1	1		2	2		2
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

#### 4.2.3 Uuden kohteen luominen

Liitteistä löytyvät tarkat kuvaukset testiryhmän testauksessa käytetyistä muuttujista ja niiden arvoista (Liite 2) sekä saaduista arvosanoista (Liite 4). Uuden kohteen luomisen aloittaminen oli keskimäärin hieman haastavaa (ka 2,25). Suurin osa vastaajista (n = 3, 75 %) oli sitä mieltä, että tehtävä oli hieman haastava, yksi (25 %) koki sen vaivattomaksi (taulukko 18). Aikaa tehtävän suorittamiseen kului kaikilla (n = 4) 2–5 minuuttia, eli ajankäyttöä pidettiin hieman haastavana (ka 2). Ohjelmiston tai lisäosan aiemmalla kokemuksella ei ollut suurta merkitystä testiajien vastauksiin tehtävän haastavuudesta. Kokemus ei myöskään vaikuttanut suuresti tehtävään käytettyyn aikaan.

Taulukko 18. Ohjelmiston ja lisäosan aiemman kokemuksen vaikutus Uuden kohteen luominen -testitehtävän suorittamiseen ja siihen käytettyyn aikaan testiryhmän kohdalla. Taulukko kuvaa vastausten lukumääriä.

Uuden kohteen luominen	Ohjelmiston kokemus				Lisäosan kokemus		
	harvemmin kuin kerran kk	1-4 kertaa kk	päivittäin	Yht. (n)	ensimmäinen kerta	muutamia kertoja	Yht. (n)
<b>Tehtävän haastavuus</b>							
vaivaton	1			1	1		1
hieman haastava	1	1	1	3	2	1	3
haastava							
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>Tehtävän ajankäyttö</b>							
vaivaton							
hieman haastava	2	1	1	4	3	1	4
haastava							
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Product Coverage -polygonin luominen oli keskimäärin hieman haastavaa (ka 2). Puolet (n = 2) oli sitä mieltä, että tehtävä oli hieman haastava, loput kokivat sen vaivattomaksi (n = 1, 25 %) tai haastavaksi (n = 1, 25 %) (taulukko 19). Aikaa tehtävän suorittamiseen kului kaikilta 2–5 minuuttia (n = 1, 25 %) tai yli viisi minuuttia (n = 3, 75 %, eli ajankäyttöä pidettiin haastavana (ka 1,25). Ohjelmiston ja lisäosan aiemmalla kokemuksella oli jonkin verran merkitystä testaajien vastauksiin tehtävän haastavuudesta. Kokemus ei kuitenkaan vaikuttanut suuremmin tehtävään käytettyyn aikaan.

Taulukko 19. Ohjelmiston ja lisäosan aiemman kokemuksen vaikutus Product Coverage -testitehtävän suorittamiseen ja siihen käytettyyn aikaan testiryhmän kohdalla. Taulukko kuvaa vastausten lukumääriä.

Product Coverage	Ohjelmiston kokemus				Lisäosan kokemus		
	harvemmin kuin kerran kk	1-4 kertaa kk	päivittäin	Yht. (n)	ensimmäinen kerta	muutamia kertoja	Yht. (n)
<b>Tehtävän haastavuus</b>							
vaivaton						1	1
hieman haastava	1	1		2	2		2
haastava	1		1	2	1		1
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>Tehtävän ajankäyttö</b>							
vaivaton							
hieman haastava	1			1	1		1
haastava	1	1	1	3	2	1	3
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Product Definitions -taulukon täyttäminen oli keskimäärin hieman haastavaa (ka 1,5). Puolet (n = 2) oli sitä mieltä, että tehtävä oli hieman haastava, loput (n = 2, 50 %) kokivat sen haastavaksi (taulukko 20). Aikaa tehtävän suorittamiseen kului kaikilla (n = 4) yli 5 minuuttia, eli ajankäyttöä pidettiin haastavana (ka 1). Ohjelmiston tai lisäosan kokemuksella ei ollut suurta

merkitystä testaaajien vastauksiin tehtävän haastavuudesta. Kokemus ei vaikuttanut tehtävään käytettyyn aikaan.

Taulukko 20. Ohjelmiston ja lisäosan aiemman kokemuksen vaikutus Product Definitions -testitehtävän suorittamiseen ja siihen käytettyyn aikaan testiryhmän kohdalla. Taulukko kuvaa vastausten lukumääriä.

Product Definitions	Ohjelmiston kokemus				Lisäosan kokemus		
	harvemmin kuin kerran kk	1-4 kertaa kk	päivittäin	Yht. (n)	ensimmäinen kerta	muutamia kertoja	Yht. (n)
<b>Tehtävän haastavuus</b>							
vaivaton							
hieman haastava	1		1	2	1	1	2
haastava	1	1		2	2		2
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>Tehtävän ajankäyttö</b>							
vaivaton							
hieman haastava							
haastava	2	1	1	4	3	1	4
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Uuden kohteen luominen oli keskimäärin vaivatonta (ka 2,5). Puolet (n = 2) oli sitä mieltä, että tehtävä oli vaivaton ja loput (n = 2, 50 %) kokivat sen hieman haastavaksi (taulukko 21). Aikaa tehtävän suorittamiseen kului 2–5 minuuttia (n = 3, 75 %) tai yli viisi minuuttia (n = 1, 25 %), eli ajankäyttöä pidettiin hieman haastavana (ka 1,75). Ohjelmiston aiemmalla kokemuksella oli selvästi merkitystä testaaajien vastauksiin tehtävän haastavuudesta, lisäosan aiempi kokemus ei vaikuttanut yhtä paljon. Kokemus ei liiemmin vaikuttanut tehtävään käytettyyn aikaan.

Taulukko 21. Ohjelmiston ja lisäosan aiemman kokemuksen vaikutus Luo uusi kohde -testitehtävän suorittamiseen ja siihen käytettyyn aikaan testiryhmän kohdalla. Taulukko kuvaa vastausten lukumääriä.

Luo uusi kohde	Ohjelmiston kokemus				Lisäosan kokemus		
	harvemmin kuin kerran kk	1-4 kertaa kk	päivittäin	Yht. (n)	ensimmäinen kerta	muutamia kertoja	Yht. (n)
<b>Tehtävän haastavuus</b>							
vaivaton		1	1	2	1	1	2
hieman haastava	2			2	2		2
haastava							
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>Tehtävän ajankäyttö</b>							
vaivaton							
hieman haastava	2		1	3	2	1	3
haastava		1		1	1		1
ei onnistunut							
<b>Yhteensä (n)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>



#### 4.2.4 Käyttökokemus

Tehtävien avoimista vastauksista nousi esiin neljä teemaa liittyen lisäosan käyttökokemukseen ja itse testitehtäviin: työkalujen toiminnallisuus, toimintojen ja kohteiden sijainti, itse ohjelmisto sekä tehtävien ohjeet. Yleisimmin esiin nousi se, että tehtäviin vaadittavien tiedostojen, tietokantojen ja toimintojen löytäminen tai niiden paikan muistaminen oli hankalaa. Haasteita toi myös se, että osassa tehtävissä tuli ymmärtää käyttää itse aiemmin tehtyä tuotetta. Lisäksi useamman työkalun kohdalla ohjelmisto antoi erinäisiä varoituksia, mikä herätti pohdintaa. Koneen ja ohjelmiston hitaus nousi myös esille vastauksista.

Uuden kohteen luomisen yhteydessä nousi selvästi esiin se, että testaajat eivät ymmärtäneet, mitä olivat tekemässä. Etenkin tuotemääritelmän kohdalla oli paljon epävarmuutta, mikä vaikutti käyttökokemukseen negatiivisesti.

Testitehtäviin liittyvät kommentit koskivat pääosin ohjetta ja sen tarkkuutta, etenkin lisäosaa ensimmäistä kertaa käyttävien kesken. Ohjeisiin olisi toivottu tarkempia työvaiheita, kuten tallennukset toimintojen välissä, sekä toimintojen ja tiedostojen tarkempia sijainteja. Lisäksi kävi ilmi, ettei ohjeita luettu ensimmäisellä kerralla kunnolla.

### 4.3 Lopputuotteen laatu

Itsetuotetun AML-tuotteen ja Traficomien verrokkituotteen ominaisuustietotaulukot avattiin Exceliin ja niiden sisältöjä verrattiin. Molempien tuotteiden ominaisuustietotaulukkojen sisältämät sarakkeet olivat täysin identtiset. Itsetuotettu tuote sisälsi siis kaikki vaadittavat tiedot, joten sen laatua voidaan tässä yhteydessä pitää hyvänä.

Lopputuotteen yhteensopivuutta Merivoimien ECDIS-järjestelmään ei onnistuttu tekemään tämän tutkielman aikataulussa järjestelmäteknisistä syistä. Testaus suoritetaan kuitenkin Merivoimien toimesta myöhemmin, mutta sen tuloksia ei sisällytetä tähän työhön.

## 5 Keskustelu

### 5.1 AML:n tuottamisen prosessi Maritime-lisäosalla

Ensimmäinen tutkimuskysymys oli, millainen AML:n tuottamisen prosessi on Maritime-lisäosalla. Nelivaiheinen prosessi sisältää kattavuusalueen luomisen, tuotemääritelmän täyttämisen, näiden kahden välisen yhteyden luomisen ja uusien kohteiden luomisen. Kokonaisuudessaan suorittaminen oli melko vaivatonta, mutta osa vaiheista oli haastavampia, etenkin testaajille, joille ohjelmiston käyttö ei ollut luontevaa tai tuttua entuudestaan. Tutkijan testauksen kohdalla Esrin luomat ohjeet olivat suuressa osassa, ja kokonaisprosessi vastasi täysin niissä kuvattuja vaiheita. Koska tutkimusprosessin tämän vaiheen aineistonkeruu noudatti ohjelmiston kehittäjän laatimia ohjeita, voidaan sitä pitää luotettavana tapana selvittää AML:n tuotantoprosessin kulkua käytännössä. Tutkijan käyttämät soveltuvuus-kriteerit perustuivat yhdessä toimeksiantajan kanssa sovittuihin määrällisiin arvoihin, kun taas testiryhmän vastaukset vastasivat heidän omaa kokemustansa ohjelmiston käytettävyydestä. Tällä saattaa olla jonkin verran vaikutusta saatuihin tuloksiin siinä tapauksessa, että testaajat ovat kokeneet haastavuuden eri tavoin.

Kattavuusalueen luominen oli yksinkertaista ja melko helppoa tutkijalle ja testaajille, koska siinä luotiin polygoni käyttäen ohjelmiston Create Features -perustoimintoa. Tämä vaihe aiheutti kuitenkin jonkin verran haasteita niillä testaajilla, joille uusien kohteiden luominen ei ollut entuudestaan tuttua. Kyselylomakkeiden käyttämisen yhden ongelman on havaittu olevan taustateorian puutteellisuus tai sen puuttuminen kokonaan (Vanhala 2005; 21), millä oli vaikutusta myös tämän tutkielman tuloksiin. Uuden kohteen luominen on kuitenkin helposti opittavissa sen yksinkertaisuuden ja helpon toistettavuuden vuoksi.

Tuotemääritelmän täyttäminen onnistui vaivattomasti, koska sarakkeisiin täytettävät tiedot olivat tiedossa. Etenkin ensimmäisillä kerroilla tutkijalla ja testaajilla oli kuitenkin haastavaa ymmärtää joka kohdassa, mitä tekee ja minkä takia. Testiryhmän testauksissa tätä olisi voitu helpottaa tarkemmilla ohjeilla ja toimintojen selityksillä, mitä hyödynnettiin tutkijan kohdalla. Koska tutkijan ja testiryhmän lähtökohdat erosivat toisistaan, ei näitä vastauksia verrattu tässä tutkimuksessa keskenään. AML:n tuotantoprosessiin lähteminen vaatii hyvän perehtymisen selkeisiin ohjeisiin, jotka sisältävät myös selitykset jokaisesta työvaiheesta ja toiminnosta. Tuotannosta on haastavaa tehdä tehokasta, jos sen työvaiheita ei ymmärretä. Koska sodankäynnissä merellinen paikkatieto on äärimmäisen tärkeää, muun muassa päätöksenteon

tukemisessa ja tilannekuvan ylläpidossa, (Zakiev ym. 2020) tulisi tiedon tuotantoprosessin olla mahdollisimman vaivatonta. Tällöin informaation päivittäminen ja luominen olisi mahdollisimman ongelmatonta ja nopeaa. Tuotemääritelmää täyttäessä on tärkeää tietää, mitä eri sarakkeisiin tulee laittaa. Suurimmassa osassa pakollisia tietoja on kuitenkin alavetovalikko, josta vaihtoehdot löytyvät, ja ne ovat melko yksiselitteisiä. Tosin henkilölle, jolle aihe tai prosessi ovat tuntemattomia, ne eivät ole välttämättä yhtä helposti tulkittavissa kuin kokeneemmalle käyttäjälle. On siis tärkeää, että AML:n tuotantoprosessista saadaan mahdollisimman tehokasta, jotta tuotteiden hyödyntäminen on mielekästä ja hyödyllistä.

Kattavuusalueen ja tuotemääritelmän välisen suhteen luominen onnistui melko helposti. Testitehtävissä tämä vaihe oli yhdistettynä tuotemääritelmän täyttämiseen. Tässäkin vaiheessa oman tekemisen ymmärtäminen tuotti hieman haasteita, etenkin testiryhmän keskuudessa. Tarkemmat ohjeet ja niihin kunnolla perehtyminen voisivat helpottaa työskentelyä myös tässä. Manuaalisesti yksittäisten kohteiden tuottaminen koordinaattien perusteella onnistui kokonaisuudessaan melko hyvin. Ohjelmiston tuntemattomuus ja sen toimintojen sijainnit vaikeuttivat kuitenkin joidenkin testaajien kohdalla kattavuusalueen ja tuotemääritelmän välisen suhteen luomista jonkin verran. Kokonaan uuden AML-tason tuottaminen voi olla melko työlästä riippuen kohteiden määrästä. Merivoimien tarpeeseen ei ole mielekästä luoda täysin uusia tasoja tällä tavoin. Shapefile-muodossa olevien tiedostojen muuntaminen AML-muotoon vaatii enemmän työtä ja opettelua. Se ei onnistu yhdellä työkalulla, eikä tätä prosessia tutkittu tässä tutkielmassa tarkemmin. Mahdollisten olemassa olevien tasojen päivittäminen onnistuu kuitenkin AML:n tuottamisen prosessin mukaisesti.

Ohjelmiston käytön helppous on tiukasti yhteydessä käytettävyyden ja hyvän käyttökokemuksen (Sagar & Saha 2017) kautta myös soveltuvuuteen. Jos ohjelmisto tai sen prosessi on liian vaikea, ei sen soveltuvuus ole riittävä. Merenkulkualalla paikkatiedon rooli on merkittävä monilla eri osa-alueilla, kuten navigoinnissa ja meriliikenteen hallinnassa. Merellinen paikkatieto kattaa laajan valikoiman tietoa (Yusfan ym. 2021), ja sen käsittelyyn käytettyjen ohjelmistojen käytön tulisikin olla tarpeeksi helppokäyttöisiä, jotta tiedosta saadaan mahdollisimman suuri hyöty (Zakiev ym. 2020). Tutkielman viitekehyksessä etenkin navigointi on tärkeässä roolissa. Jos paikkatiedon tuottamisen prosessi on hankalaa käyttäjille, lisää se virheiden todennäköisyyttä ja näin mahdollisesti vaarantaa esimerkiksi turvallisen navigoinnin.

Koska testiryhmä oli suhteellisen pieni, oli yksittäisillä arvosanoilla tässä tutkimuksessa suurempi merkitys kokonaiskeskiarvoon. Vastaukset eivät kuitenkaan vaihdelleet merkittävästi testaajien välillä, joten tuloksia voidaan pitää luotettavina.

## **5.2 Maritime-lisäosalla luodun AML-tuotteen laatu**

Toinen tutkimuskysymys oli, mikä on lisäosalla tuotetun AML-tuotteen laatu. Maritime-lisäosalla luodun AML-tason laatu oli hyvä verrattuna Traficommin verrokkitasoon, sillä ominaisuustietojen sarakkeet olivat täysin identtiset. Tästä voidaan päätellä, että lisäosalla luodun tuotteen laatu on riittävää Merivoimien käyttöön ominaisuustietojen perusteella. Tulos oli odotettavissa, sillä tuote luotiin Esrin ohjeiden mukaisesti, jolloin oletusarvoisesti tuotteen laadun tulee olla hyvä.

Merellinen paikkatieto voi toimia suuressa roolissa sotilasjohdon strategisessa suunnittelussa, päätöksenteossa ja operaatioiden toteuttamisessa (Corson & Palka 2004; 401). Kun sotilasoperaatiot perustuvat paikkatietoon, on tiedon oltava luotettavaa ja varmistettua alkuperää, jotta vältytään jopa katastrofaalisilta seurauksilta (Yusfan ym. 2021). Tuotteen laatu linkittyy vahvasti luotettavuuteen ja varmistettuihin lähteisiin. Puutteellinen tai huono laatuinen tieto voi johtaa haavoittuvaisuuksiin ja jopa katastrofaalisiin seurauksiin.

AML-tuotteiden hyödyntämisessä on oleellista, että ne avautuvat oikein ja sisältävät oikeat tiedot alusten järjestelmissä. ECDIS-yhteensopivuuden testaamisella voidaan varmistaa lopputuotteen laatu tarkemmin, joten on tärkeää, että testaus suoritetaan, vaikka sitä ei voitukaan tehdä tämän tutkielman puitteissa. Testaamisen onnistuminen olisi parantanut saatujen tulosten varmuutta ja paikkansapitävyyttä entisestään.

## **5.3 Maritime-lisäosan soveltuvuus Merivoimien käyttöön**

Kolmas tutkimuskysymys oli, miten ArcGIS Pro Maritime -lisäosa soveltuu AML:n tuottamiseen Merivoimissa. Soveltuvuutta tarkasteltaessa tulee ottaa myös huomioon testiryhmän koko ja eri arvosanojen merkitys kokonaistulokseen. Etenkin tässä vaiheessa muun muassa Sagar & Sahan (2017) mainitsema ohjelmiston käytön helppouden tärkeys nousi esiin. Käyttäjäystävällisillä paikkatieto-ohjelmistoilla voidaan helpottaa sotilashenkilöstön koulutusta ja työskentelyä (Corson & Palka 2004; 401). Tässä tutkimuksessa tutkijalla on monen vuoden kokemus ArcGIS Pro:n käytöstä, joten lisäosan käytön oppiminen oli helppoa, sillä sen työkalut toimivat samalla periaatteella kuin ohjelmiston muutkin työkalut.

Käyttöönotto sen sijaan oli hieman hitaampaa ja haastavampaa. Koska lisäosa otettiin käyttöön tilassa, jossa ei ole yhteyttä internetiin ja korkeat turvatoimet, oli käyttöön vaadittavien tiedostojen lataaminen haastavampaa. Lisäosa oli ladattu kyseiselle laitteelle ennen tutkielman testauksien aloittamista, ja oli epäselvää, missä esimerkiksi tuotetiedostot sijaitsevat. Myöhemmin kävi ilmi, ettei niitä ollut vielä ladattu laitteelle, sillä oletuksena oli, että lisäosan mukana tulevat kaikki tarvittavat tiedostot. Tiedonpuutteen takia käyttöönotto oli hitaampaa. Jos lisäosa olisi ladattu tämän tutkimuksen alussa itse, olisivat tulokset voineet olla erilaiset.

Oppimateriaaleja lisäosan käyttöön ei löytynyt internetistä avoimesti, mitä voidaan pitää eräänä käytettävyysohjelmana ohjelmiston soveltuvuudessa. Käytettävyysohjelmat ovat kuitenkin melko yleisiä ohjelmistoissa, erityisesti kehitysvaiheissa (Hartson ym. 2003). Lopulta ohjeet saatiin Esri Finlandin kautta Yhdysvalloista, koska Suomessa ei ole tällä hetkellä tämän lisäosan toimintaan perehtyneitä asiantuntijoita. Saadut ohjeet oli tehty ArcGIS Pro -ohjelmiston versiolle 3.0, mutta tutkielmassa käytettiin versiota 2.9. Joitakin kohtia jouduttiin tästä syystä etsimään kauemmin, koska ne olivat erilaisia näiden versioiden välillä. Lisäosan oppiminen ja käyttäminen voi olla todella haastavaa itsenäisesti ilman Esrin apua. Puolustusvoimilla on kuitenkin asiakkuus Esri Finland Oy:n kanssa, joten tässä tapauksessa oppiminen onnistui heidän avullansa. Loppukäyttäjät voivat hyödyntää niin Esrin kuin tutkijan luomia ohjeita lisäosan opettelussa.

Ajankäyttöön vaikutti osin se, että testiryhmän testauksia tehtiin useampana päivänä, jolloin ei muistettu, mitä on tehty ja miten toiminnot toimivat. Ohjeiden huonosti lukeminen vaikutti työvaiheiden suorittamiseen ja on näin voinut lisätä käytettyä aikaa kyseisten testaajien kohdalla. Ohjeiden tarkkuus ja testaajien aiempi kokemus vaikuttavat usein saatuihin tuloksiin (Vanhala 2005; 21), mikä kävi ilmi myös tehtävien ajankäytöstä. Todennäköisesti ajankäyttö vähenee, kun prosessia harjoittelee ja vaiheet jäävät mieleen paremmin. Lisäksi käytössä ollut laite oli joissain kohdissa toiminut hitaasti. Koska testausympäristöllä on suuri merkitys soveltuvuusarvioinnissa (Vavpotic & Vasilecas 2011), tehtiin kyseinen testaus luonnollisessa käyttöympäristössä. Näin saatiin selville myös käytettävien laitteiden kapasiteetti, jotka olivat riittävät Merivoimien tämänhetkisiin tavoitteisiin.

Kun ohjelmiston käyttäminen on nopeaa ja tehokasta, voidaan auttaa sotilashenkilöstöä tekemään nopeita ja informoituja päätöksiä monimutkaisissakin tilanteissa (Swann 1999). Ohjelmiston toiminnot eivät siis saisi viedä liikaa aikaa ja laitteiden tulisi olla tarpeeksi tehokkaita haluttuun käyttötarkoitukseen. Nopea pääsy tarvittaviin toimintoihin ja tietoihin voi

olla elintärkeää, minkä lisäksi se helpottaa henkilöstön työskentelyä (Yusfan ym. 2021). Etenkin prosessien mahdollisella automatisoinnilla ajankäyttöä voidaan parantaa. AML-tuotantoprosessin rakentamista ArcGIS Pro:n ModelBuilder-toiminnolla ei tässä tutkielmassa tutkittu, mutta se on potentiaalinen kohde mahdollisille jatkoselvityksille. Kyseisellä toiminnolla voidaan yhdistää useampi työkalu toimimaan peräjälkeen.

Etenkin lisäosaa ensimmäistä kertaa käyttäneiden kohdalla esiin tullut ohjeiden tarkkuus vaikutti myös tässä vaiheessa tuloksiin. Koska testitehtävissä ei voida kuvailla jokaista tapaa tehdä tehtävää (Koskinen 2005; 191), testitehtävät ja niiden ohjeet pyrittiin rakentamaan siten, etteivät ne olleet liian yksityiskohtaisia, jotta onnistumista voitiin tarkastella paremmin. Jos ohjeet olisivat olleet niin tarkat, että niissä olisi mainittu, missä kohdassa ruutua mikäkin toiminto sijaitsee, olisi se voinut vaikuttaa tehtävien tekemiseen. Soveltuvuusarvioinnissa on tärkeää, että kysymykset eivät johdattele tai kerro liikaa, jotta saadaan mahdollisimman objektiivisia ja rehellisiä vastauksia (Rodríguez ym. 2016). Lähes kuka vain voi onnistua tehtävissä vaivattomasti, jos ohjeet kertovat aivan kaiken.

Lisäosa soveltuu Merivoimien AML:n tuotantoon kohtalaisesti käyttökokemuksen ja käytettävyyden perusteella. Paikkatieto-ohjelmistot tarjoavat parhaimmillaan joustavuutta ja mukautuvuutta erilaisiin käyttötilanteisiin ja tarpeisiin, mikä, etenkin sodankäynnissä, on tärkeää (Swann 1999). Ohjelmistojen käytettävyys on olennainen osa sodankäyntiä sotilasoperaatioiden tehokkuuden, tarkkuuden ja nopeuden kautta (Zakiev ym. 2020), joten on tärkeää, että ohjelmisto soveltuu sille aiottuun käyttötarkoitukseen ja, että käyttökokemus olisi mahdollisimman mieluista käyttäjälle. Useiden kohteiden lisääminen AML-muotoon oli työlästä, sillä kohteet tulee lisätä yksitellen manuaalisesti merelliseen tietokantaan koordinaattien perusteella. Lisäosa voidaan ottaa käyttöön olemassa olevien tasojen päivittämiseen ja mahdollisesti myöhemmin laajemmin, jos tiedostomuotojen muuntamista tarkastellaan lähemmin. Jos muuntaminen onnistuu sujuvasti, olisi valmiiden paikkatietoaineistojen muuntaminen AML-muotoon mahdollista ja näin ollen myös niiden päivittäminen tarpeen vaatiessa. Tämän tutkimuksen perusteella lisäosa sopii jo olemassa olevien valmiiden AML-tuotteiden päivittämiseen. Lopputuotteen laadun perusteella lisäosa soveltuu hyvin Merivoimien käyttöön. ECDIS-yhteensopivuus selviää myöhemmin Merivoimien omissa testeissä.

Kuten aiemmin jo mainittiin, ei merellisen paikkatiedon, tässä tapauksessa AML:n, tuottaminen saisi olla liian työlästä ja aikaa vievää, jotta siitä saataisiin mahdollisimman iso hyöty irti

(Zakiev ym. 2020). Jos tuotantoprosessista saadaan luotua sulava ja eheä kokonaisuus, saadaan AML:sta maksimihyöty irti. Itse ohjelmiston ja lisäosan käytettävyyteen tai käyttökokemukseen on käyttäjän kuitenkin lähes mahdoton vaikuttaa itse. Koska laadun tulisi olla paras mahdollinen, on tärkeää, että ohjelmiston käytettävyys itsessään ei lisää virheiden riskiä.

Tutkijan soveltuvuusarviointia tarkasteltaessa, tulee ottaa huomioon laajempi taustatyö testiryhmään verrattuna. Lisäosaa ja sen toiminnallisuutta oli opeteltu ja tarkasteltu useamman viikon ajan ennen varsinaisten testausten tekemistä, minkä lisäksi käytiin keskustelua ohjelmiston toiminnallisuuksista Esri Finland Oy:n kanssa.

Maritime-lisäosan käyttöä Merivoimien AML-tuotantoon voidaan tässä tutkielmassa tehdyn soveltuvuusarvion perusteella suositella tietyin edellytyksin. Olisi suotavaa, että Esriltä saatu Maritime with ArcGIS Pro -dokumentti käytäisiin läpi huolellisesti. Dokumentti selittää lisäosan toimintoja ja niiden tarkoituksia, minkä avulla toiminnallisuus voidaan ymmärtää paremmin. Koska dokumentti on lähes 300 sivun mittainen, ei sen lukemista ollut järkevää lisätä edeltämään testitehtäviä. Jos lähdetään luomaan täysin uutta tasoa, suositellaan, että sen sisältö olisi tarpeeksi suppea. Tämä mahdollistaisi manuaalisen luomisen kannattavuuden.

Jos toivotaan vielä parempaa soveltuvuutta, jatkotutkimusideana voisi olla jonkin toisen järjestelmän, esimerkiksi CARIS-ohjelmiston, testaaminen samoilla soveltuvuuskriteereillä. Samankaltaisen tutkimuksen on tehnyt aiemmin esimerkiksi Pais (1998), mutta nykypäiväisemmät ja kontekstikohtaiset tulokset olisivat hyödyllisiä. Lisäksi shapefile-tiedostojen muuntamista AML-muotoon voitaisiin tutkia testitehtävien ja kriteerien avulla. Näin olemassa olevien aineistojen muuntaminen AML-muotoon ja sitä kautta niiden päivittäminen voisi olla mahdollista. Osalla NATO:n jäsenmaista on valmiudet AML-tuotantoon (NATO... 2022), joten yksi mahdollisuus olisi kartoittaa niissä käytettyjä tuotantotapoja.

Soveltuvuusarvioinnin lisäksi työtä varten tehty teoriaosuus ja lisäosan opettelu olivat hyödyllisiä Merivoimille. Teoriataustaan perehtyminen on tuonut lisää informaatiota sekä lisännyt AML:n ymmärrystä puolustusvoimallisesti. Aiemmin hieman tuntematon AML on nyt selkeämpi ja sen mahdollisuuksia tunnetaan paremmin. Lisäosan opettelu on helpottanut huomattavasti Meritaistelukeskuksen työmäärää liittyen AML:n tuottamisprosessiin, joka ennen tätä työtä oli melko tuntematon.

## Kiitokset

Tutkielma tehtiin toimeksiantona Puolustusvoimien Merisotakoulun kanssa. Haluan kiittää Meritaistelukeskuksen Sari Penttistä työn ohjaamisesta ja tukemisesta sekä Janina Lainetta työprosessin tukemisesta sen eri vaiheissa. Kiitokset karttavaraston Tarjalle ja Minnalle, jotka osallistuivat testaukseen. Lisäksi haluan kiittää Esri Finlandin Ohto Nygreniä, jonka avustuksella lisäosan käyttö ja opettelu mahdollistui.

Kiitokset Turun yliopiston maantieteen ja geologian laitoksen dosentti Harri Tolvasella työn ohjaamisesta ja sen sujuvuudesta sekä kannustamisesta.

Tutkielmaan saatiin 1000 euron suuruinen stipendi Merenkulkualan opetuksen ja tutkimuksen kannatusyhdistykseltä (MOTK), joka mahdollisti täyden keskittymisen työhön kevään 2024 aikana.



## Lähteet

- Acomi, N. (2020) Impact of chart data accuracy on the safety of navigation. *The International Journal of Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* 14(2) 411–415.  
<https://doi.org/10.12716/1001.14.02.19>
- Alexander, L., van Norden, M. F. & Fralick, C. R. (2001) ECDIS Development laboratory and navigation technology demonstration center. *An Ocean Odyssey. Conference Proceedings* 3 1446–1451. doi: 10.1109/OCEANS.2001.968046
- Alexander, L., Brown, M. & Greenslade, B. (2005) Next edition of IHO S-57 (Edition 4): Much more than ENC's. *U.S. Hydrographic Conference* 330.  
<https://scholars.unh.edu/ccom/330>
- Alexander, L., Brown, M., Greenslade, B. & Pharaoh, A. (2023) Development of IHO S-100: The new IHO geospatial standard for hydrographic data. *International Hydrographic Review* 8(1) 55–62. <https://doi.org/10.58440/ihr-29-a18>
- Beaver, J. M., Schiavone, G. A. & Berrios, J. S. (2005) Predicting software functionality using a Bayesian belief network. *Fourth International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA'05)*. <https://doi.org/10.1109/ICMLA.2005.52>
- Beydoun, G., Low, G. & Bogg, P. (2012) Suitability assessment framework of agent-based software architectures. *Information and Software Technology* 55(4) 673–689.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2012.10.007>
- Blindheim, S. & Johansen, T. A. (2021) Electronic navigational charts for visualization, simulation, and autonomous ship control. *IEEE Access* 10 3716–3737.  
<http://dx.doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3139767>
- Contarinis, S., Nakos, B., Tsoulous, L. & Palikaris, A. (2022) Web-based nautical charts automated compilation from open hydrospatial data. *The Journal of Navigation* 75(4) 763–783. doi:10.1017/S0373463322000327
- Corson, M., W. & Palka, E., J. (2004) Geotechnology, the U.S. military, and war. Teoksessa Brunn, S., D., Cutter, S., L. & Harrington, J., W. (toim.) *Geography and Technology*, 401–427. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2353-8\\_18](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2353-8_18)
- Dillon, A. (2001) The evaluation of software usability. Teoksessa Karwowski, W. (toim.) *Encyclopedia of human factors and ergonomics*. Taylor and Francis, Lontoo.
- DMGIC (2011) *AML user guide*. United Kingdom Hydrographic Office, Iso-Britannia.  
<https://www.yumpu.com/en/document/read/27493680/the-new-aml-user-guide-united-kingdom-hydrographic-office> 27.03.2024

- Esri (2023) *An overview of the S-100 toolset*. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/maritime/an-overview-of-the-s-100-toolset.htm> 15.11.2023
- Hartson, H., R., Andre, T., S. & Williges, R., C. (2003) Criteria for evaluating usability evaluation methods. *International Journal of Human-Computer Interaction* 15(1) 145–181. doi:10.1207/S15327590IJHC1304\_03
- Holopainen, M. & Pulkkinen, P. (2002) *Tilastolliset menetelmät*. WSOY, Helsinki.
- International Hydrographic Bureau (2000) *IHO Transfer standard for digital hydrographic data*. International Hydrographic Organization, Monaco. <https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-57/31Main.pdf> 10.10.2023
- International Hydrographic Organization (2022a) *S-100 based Product Specifications*. <https://iho.int/en/s-100-based-product-specifications> 13.2.2024
- International Hydrographic Organization (2022b) *Universal Hydrographic Data Model*. International Hydrographic Organization, Monaco. [https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-100/S100\\_5.0.0\\_Final\\_Clean\\_Web.pdf](https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-100/S100_5.0.0_Final_Clean_Web.pdf) 13.2.2024
- Kasum, J., Pavić, I. & Mišković, J. (2013) Increase of combat effectiveness of warships with the introduction into operation of WECDIS. *NAŠE MORE* 60(3–4) 55–60. <https://hrcak.srce.hr/110002>
- Kasurinen, J. P. (2013) *Ohjelmistotestauksen käsikirja*. 1. p. Docendo, Jyväskylä.
- Koskinen, J. (2005) Käytettävyytestaus. Teoksessa Ovaska, S., Aula, A. & Majaranta, P. (toim.) *Käytettävyyssitutkimuksen menetelmät*, 187–208. Tampereen yliopisto, Tietojenkäsittelytieteen laitos.
- Kresse, W. & Danko, D. M. (2012) *Springer Handbook of Geographic Information*. Springer Berlin Heidelberg, Springer Handbooks 2522–8692.
- Krogars, M. & Olkkonen, P. (2002) *Navigointi: teoria ja käytäntö*. 3. p. Ankkurikustannus, Vaasa.
- Maa- ja metsätalousministeriö (2006) Toiminnan tehostaminen paikkatiedolla. [https://mmm.fi/documents/1410837/1721046/mmm\\_12\\_06net.pdf/1726e65f-eb85-40c0-a38d-1d0f31e8373e](https://mmm.fi/documents/1410837/1721046/mmm_12_06net.pdf/1726e65f-eb85-40c0-a38d-1d0f31e8373e) 20.03.2024
- Maritime with ArcGIS Pro* (2023). Esri.
- Merivoimien esikunta (2010) *Merisotilaan käsikirja*. Edita Prima Oy, Helsinki.
- Mišković, J., Pavić, I., Vidan, P. & Vukša, S. (2023) Overview of the development of nautical charts. *Journal of Maritime Science* 24(2) 43–56. <https://doi.org/10.56080/jms231104>
- Müller-Plath, G., Jung, D. & Müller, M. (2019) Research-Based Design and Usability Guidelines for Electronic Charting Systems (ECS) in Yachting and Boating.

- International Journal of e-Navigation and Maritime Economy* 10 32–48.  
[https://www.researchgate.net/publication/331559553\\_Research-Based\\_Design\\_and\\_Usability\\_Guidelines\\_for\\_Electronic\\_Charting\\_Systems\\_ECS\\_in\\_Yachting\\_and\\_Boating](https://www.researchgate.net/publication/331559553_Research-Based_Design_and_Usability_Guidelines_for_Electronic_Charting_Systems_ECS_in_Yachting_and_Boating) 26.3.2024
- Myrberg, K., Leppäranta, M. & Kuosa, H. (2006) *Itämeren fysiikka, tila ja tulevaisuus*. 1. p. Yliopistopaino Kustannus, Helsinki.
- NATO's Geospatial Maritime Working Group (2018) *AML Implementation guidance document*. Washington DC, Yhdysvallat. <https://assets.admiralty.co.uk/public/202112/AML%20Implementation%20Guidance%20Document.pdf?VersionId=GESXboCsL7j9mlJKI3CZaJwltrojgeP3> 28.9.2023
- NATO's Geospatial Maritime Working Group (2022) *NATO AML Handbook – Additional Military Layers*. Washington DC, Yhdysvallat. [https://assets.admiralty.co.uk/public/2022-06/20220322\\_NATO%20AML%20Handbook%20Edition%205.pdf?VersionId=in9okGHLWSu0hqMdO0ihTINgWggo86hq](https://assets.admiralty.co.uk/public/2022-06/20220322_NATO%20AML%20Handbook%20Edition%205.pdf?VersionId=in9okGHLWSu0hqMdO0ihTINgWggo86hq) 29.9.2023
- Ovaska, S., Aula, A. & Majaranta, P. (2005) Johdatus käytettävyytutkimukseen. Teoksessa Ovaska, S., Aula, A. & Majaranta, P. (toim.) *Käytettävyytutkimuksen menetelmät*, 1–16. Tampereen yliopisto, Tietojenkäsittelytieteen laitos.
- Pais, L., M. (1998) *A case study of the production of an S-57 ENC with CARIS tools*. University of New Brunswick, Department of Geodesy and Geomatics Engineering Technical Report 194.
- Palikaris, A. & Mavraeidopoulos, A. K. (2020) Electronic Navigational Charts: International standards and map projections. *Journal of Marine Science and Engineering* 8(4).  
<https://doi.org/10.3390/jmse8040248>
- Panduwiya, H., Saputra, M., Azzahra, Z. F. & Aniko, A. R. (2021) Accounting and Smart System: Functional Evaluation of ISO/IEC 25010:2011 Quality Model (a Case Study). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/1092/1/012065>
- Rew, R., Davis, G., Emmerson, S. & Davies, H. (1996) *NetCDF User's Guide*. Unidata Program Center. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=6960c157c592561e96bf92aeb4a5437dbec0029a> 20.01.2024
- Riffe, D., Fico, F. & Lacy, S. (2019) *Analyzing media messages: Using quantitative content analysis in research*. 4. p. Routledge, Yhdistynyt kuningaskunta.
- Rodríguez, M., Oviedo, J. R. & Piattini, M. (2016) Evaluation of software product functional suitability: A case study. *Software Quality Professional Magazine* 18(3) 18–29.

- Sagar, K. & Saha, A. (2017) A systematic review of software usability studies. *International Journal of Information Technology* 9(4). <https://doi.org/10.1007/s41870-017-0048-1>
- Salleh, M. A., Bahari, M. & Zakaria, N. H. (2017) An Overview of Software Functionality Service: A Systematic Literature Review. *Procedia Computer Science* 124(2017) 337–344. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2017.12.163>
- Shi, M. (2010) Software functional testing from the perspective of business practice. *Computer and Information Science* 3(4) 49–52. <http://dx.doi.org/10.5539/cis.v3n4p49>
- Siddiqui, S. A. & Siddiqui, T. (2020) Non-functional characteristics and NFT testing of container applications. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 9(7) 858–861. doi: 10.17577/IJERTV9IS070290
- Skopelti, A., Tsoulous, L. & Pe'eri, S. (2021) Depth contours and generalization for harbour and approach nautical charts. *International Journal for Geo-Information* 10(4) 1–29. <https://doi.org/10.3390/ijgi10040197>
- Strang J. (2009) Jan Strangin merikarttatieto. 26.03.2024.  
<<https://www.strang.fi/merikarttatieto/>>
- Svilicic, B., Brčić, D., Žuškin, S. & Kalebić, D. (2019) Raising awareness on cyber security of ECDIS. *The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* 13(1) 231–236. <https://doi.org/10.12716/1001.13.01.24>
- Swann, D. (1999) Military applications of GIS. *International Journal of Geographical Information Systems* 2(2) 889–899. [https://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis\\_book\\_abridged/files/ch63.pdf](https://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/files/ch63.pdf)
- Traficom (s.a.) *Merikartat 2024*. Liikenne- ja viestintävirasto. [https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Merikartat\\_net.pdf](https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Merikartat_net.pdf) 10.01.2024
- Trojáková, A., Mile, M. & Tudor, M. (2019) Observation preprocessing system for RC LACE (OPLACE). *Advances in Science & Research* 16 223–228. <https://doi.org/10.5194/asr-16-223-2019>
- Vavpotic, D. & Vasilecas, O. (2011) An approach for assessment of software development methodologies suitability. *Electronics and Electrical Engineering* 8(114) 107–110. <http://dx.doi.org/10.5755/j01.eee.114.8.707>
- Wan, X., Gan, C. & Huang, C. (2005) An Electric Chart Display and Information System. *Marine Geodesy* 28(2) 175–189. <https://doi.org/10.1080/01490410590953730>
- Weinrit, A. (2001) The electronic chart systems and their classification. *Annual of Navigation* 2001(3) 127–140.

- Weintrit, A. (2018) Clarification, Systematization and General Classification of Electronic Chart Systems and Electronic Navigational Charts Used in Marine Navigation. Part 1 – Electronic Chart Systems. *The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* 12(3) 471–482. <https://doi.org/10.12716/1001.12.04.17>
- Yusfan, M., A., Supriyadi, A., A., Martha, S., Gultom, R., G. & Sakti, S., K. (2021) Geospatial intelligence (GEOINT) as a national defense strategy for information overload in Indonesia. *International Journal of Engineering Technology and Natural Sciences* 3(2) 56–62. <https://doi.org/10.46923/ijets.v3i2.129>
- Zakiev, E., S., Pankov, S., V. & Kalabay, K., B. (2020) Application of geoinformation systems in the armed forces and other military formations in the Republic of Kazakhstan. *Military Technical Courier* 68(2) 356–382. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=661770397009>

## Liitteet

### Liite 1. Tutkijan soveltuvuusarvioinnin arviointilomake

LISÄOSAN ARVIOINTIKRITEERIT						
Kriteeri	Selite	Arvosana	3	2	1	0
<b>Käyttöönotto</b>						
Oppiminen	Lisäosan käytön oppimiseen kuluva aika		päivä	viikko	yli viikko	epäonnistui
Käyttöönotto erillisympäristöön	Käyttöönoton kesto		max päivä	max viikko	yli viikko	epäonnistui
	Käyttöönoton vaiheiden määrä		1 kpl	2-3 kpl	yli 4 kpl	epäonnistui
	Käyttöönoton työläys		tuotteet löytyy helposti, ei huomioitavaa	tuotteet hieman hankala löytää, huomioitavaa, tuotu esille	tuotteet vaikealöytää, huomioitavaa, ei tuotu esille	epäonnistui
<b>Käytettävyys/toiminnallisuus</b>						
Lisäosan tasot	Tasojen aukeamiseen kuluva aika		alle 1 min	1-5 min	yli 5 min	epäonnistui
Lisäosan oppiminen	Oppimateriaalin saatavuus		löytyy helposti/lisäosan mukana	hieman hankala löytää/	hankala löytää/ei mukana/pyydettyäessä	epäonnistui
	Oppimateriaalin määrä		runsaasti, riittää hyvään perehtymiseen	jonkin verran, vaikea perehtyä kaikkeen	niukasti	epäonnistui
	Oppimateriaalin ymmärrettävyys		selkokielellä, ymmärtää ilman aiempaa kokemusta	hieman hankala ymmärtää ilman aiempaa kokemusta	ei ymmärrettävää ilman apua (esim. Esri)	epäonnistui
<b>Aineistojen siirrettävyys</b>						
SHP -> AML	Shp-tiedostojen muuntaminen AML-tiedostoiksi		kyllä, helposti	kyllä, hieman hankalaa/hidasta	kyllä, todella hankalaa, hidasta	epäonnistui
AML -> SHP	AML-tiedostojen muuntaminen shp-tiedostoiksi		kyllä, helposti	kyllä, hieman hankalaa/hidasta	kyllä, todella hankalaa, hidasta	epäonnistui
TYÖKALUJEN ARVIOINTIKRITEERIT						
Kriteeri	Selite	Arvosana	3	2	1	0
<b>Käytettävyys/toiminnallisuus</b>						
Työkalujen oppiminen	Työkalujen käytön oppimiseen kuluva aika		alle tunti	1-2 h	yli 2h	epäonnistui
Työkalujen ajaminen	Työkalujen onnistuneesti ajamiseen kuluva aika		1 min	2-5 min	yli 5 min	epäonnistui
Batch työkalut	Työkalun ajo useammalle tasolle kerralla		kyllä, toimii hyvin	kyllä, hidas/ei toimi kunnolla	x	epäonnistui
Työkalun tiedostot	Ajamisen vaatimien tiedostojen määrä		1-2 kpl	3-5 kpl	yli 5 kpl	epäonnistui
<b>Lopputuotteen laatu</b>						
Integroituminen	Eri tasojen integroituminen keskenään		hyvin	ei täysin	x	epäonnistui

## Liite 2. Testiryhmän soveltuvuusarvioinnin testauslomake

Täytä lomake annettujen ohjeiden mukaisesti.

Lue tehtävien ohjeet tarkasti ja noudata niitä.

Jokaisen tehtävän kohdalla kysytään aloitus- ja lopetusaikaa, tehtävän onnistumista ja sen perusteluita sekä muita kommentteja. Vastaa jokaiseen kohtaan.

Kommentteihin voi kirjata esim. ohjelmiston kaatumiset tai muut tekniset ongelmat, jotka vaikuttavat tehtävien tekemiseen. Jos kommentteja ei ole, viimeisen kohdan voi jättää tyhjäksi.

### Osa 1: Taustatiedot

1 Päivämäärä: \_\_\_\_\_

2 Ohjelmiston osaamisen taso:

Valitse omaa ArcGIS Pro -ohjelmiston käyttöäsi vastaava kuvaus

	(4) Käytän ohjelmistoa päivittäin
	(3) Käytän ohjelmistoa 1–4 kertaa kuukaudessa
	(2) Käytän ohjelmistoa harvemmin kuin kerran kuukaudessa
	(1) Käytän ohjelmistoa nyt ensimmäistä kertaa

3 Lisäosan käyttö:

Valitse omaa Maritime-lisäosan käyttöäsi vastaava kuvaus

	(3) Käytän lisäosaa säännöllisesti
	(2) Olen käyttänyt lisäosaa muutamia kertoja
	(1) Käytän lisäosaa nyt ensimmäistä kertaa

### Osa 2: Testitehtävät

Täytä taulukot tehtävien ohjeissa kerrotuissa väleissä jokaisen tehtävän kohdalla. Kommentteja voi kirjoittaa myös työskentelyn lomassa tarvittaessa.

1 Testitehtävä x

a. Aloitus aika: \_\_\_\_\_

b. Lopetusaika: \_\_\_\_\_

c. Tehtävän tekeminen oli:

	(3) Vaivatonta (tehtävä oli helppo, onnistui ilman ongelmia)
	(2) Hieman haastavaa (ohjeet piti lukea useampaan kertaan, vei odotettua enemmän aikaa)
	(1) Haastavaa (en osannut tehdä tehtävää ilman lisäapua)
	(0) En onnistunut tekemään tehtävää (en osannut tehdä tehtävää edes lisäavun kanssa)

Perustele vastauksesi, jos et vastannut *Vaivatonta*:

d. Muita kommentteja/haasteita/huomioita:



### Liite 3. Testiryhmän testitehtävät

- 1 Lisäosan käyttämiseen tarvitaan erilaisia *Product Files* -tiedostoja, jotka löytyvät C:\Program Files\ArcGIS\Maritime
- 2 Käytettävä Traficom data löytyy *AML\_Evelina*-kansioista *trafi\_HYLYT*-alakansioista
- 3 S-57-tietokannoissa täytyy olla *ENC-skeema*.
- 4 S-100-tietokannoissa täytyy olla *S-100 Feature Catalogue*.
- 5 S-57- ja S-100-tuotteille pitää tehdä omat tietokannat, koska ne tarvitsevat erilaisia dokumentteja
- 6 Työkalut löytyvät *Geoprocessing*-välilehdeltä *Maritime tools* alta tai hakemalla

#### 1 Aloitus S-57

*täytyä lomakkeen kohta 1a*

- 1 Avaa ArcGIS Pro ja tarvittaessa luo uusi projekti
- 2 Luo uusi tietokanta (*geodatabase*), johon tuodaan ENC-skeema
- 3 Import XML Workspace Document

**Target Geodatabase:** Luotu tietokanta

**Import file:** ENC-skeema (löytyy *Product Files* -tiedostoista *Schemas*-kansioista)

Target Geodatabase  
S57.gdb

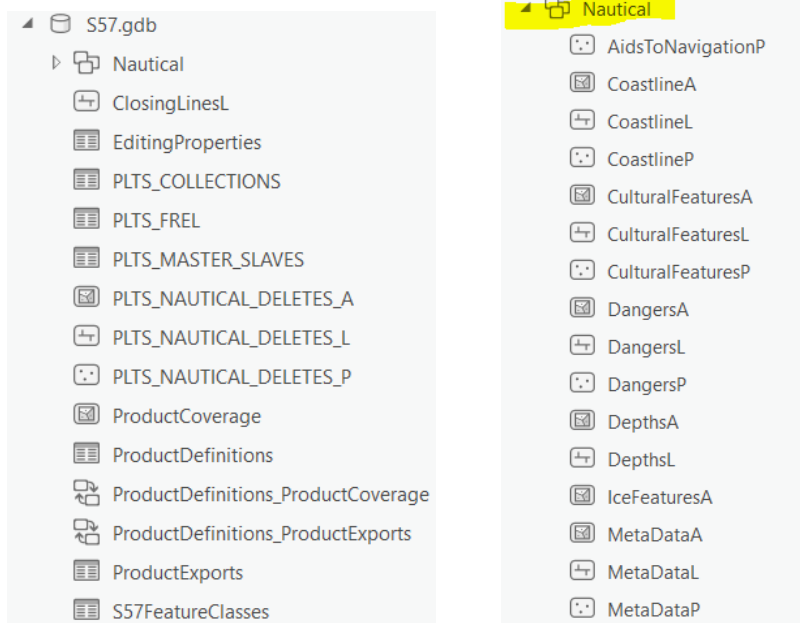
Import File  
as\NAUTICAL\_ENC\_TEMPLATE\_GX\_EXTCLSID.xml

Import Options  
Import data and schema

Configuration Keyword

➔ Run

Nyt tietokanta on valmis käytettäväksi S-57-tuotteiden käsittelyyn ja näyttää tältä:



*täytä lomakkeen kohdat 1b-d*

## 2 Import S-57 To Geodatabase

*täytä lomakkeen kohta 2a*

Työkalulla voidaan tuoda valmiita S-57-tuotteita tietokantaan

**1 Input Base S-57 Cell:** .000-tiedosto (kuvassa Traficomien hylty)

**2 Target Workspace:** Luotu S-57-tietokanta

Input Base S-57 Cell

Update Cells

Target Workspace

Product Configuration File

→ Run

S-57-tiedosto on nyt tuotu tietokantaan

Tiedosto löytyy *Nautical*-datasetin alta, jonkin tason sisältä, esim. hylty tallentuvat *DangersP*-tasoon

*täytä lomakkeen kohdat 2b-d*

## 3 Copy S-57 Features

*täytä lomakkeen kohta 3a*

Työkalulla voidaan kopioida S-57 ominaisuuksia tietokantojen välillä. Luo tätä varten uusi S-57-tietokanta kohdan 1 ohjeiden mukaan.

**1 Input Features:** Kopioitava *Feature Class* (kartalta tai tietokannasta)

## 2 Target Workspace: *Nautical geodatabase* (eri kuin se, mistä kopioidaan)

Input Features

DangersP

Target Workspace

S57\_2.gdb

Compilation Scale

→ Run

S-57 ominaisuudet on nyt kopioitu valittuun tietokantaan

*täytyä lomakkeen kohdat 3b-d*

## 4 Export Geodatabase to S-57

*täytyä lomakkeen kohta 4a*

Työkalulla voidaan viedä merellisestä tietokannasta (*Nautical Geodatabase*) S-57-tuotteita

**1 Source Geodatabase:** tietokanta, mistä tuote halutaan viedä

**2 S-57 Product:** vietävä tuote (kuvassa Traficommin hylyt)

**3 Export Type:** New Dataset (jos tuote on jo aiemmin viety, täytyy tyypin olla joku muista vaihtoehdoista -> jos ei anna valita *New Dataset* valitse jokin toinen)

**4 Output Location:** kansio, johon lopputuote tallennetaan

Source Geodatabase

S57.gdb

S-57 Product

FIIBU800

Export Type

New Dataset

Output Location

Product Configuration File

SCAMIN Configuration File

Clip Features at M\_CSCL

Sample Export

### **HUOM!**

Tarkista, että tietokannan sisällä olevassa *Product Definitions* -taulukossa on *Product Specification* -sarakkeessa oikea määritelmä alavetovalikosta. Työkalu ei ymmärrä esim. 57-määritelmää, joka tulee Traficommin datoina.

**Product Specification**

ENC

ENC

NIS

CHART

Unknown

→ Run

Lopputuote on .000-päätteinen tiedosto valitussa kansiossa.

*täytä lomakkeen kohdat 4b-d*

## 5 Create S-57 Exchange Set

*täytä lomakkeen kohta 5a*

Työkalulla voidaan luoda paketti tiedostoja, joka sisältää yhden *catalogue*-tiedoston ja ainakin yhden S-57-tiedoston.

**1 Input Directories:** kansio/kansiot, jossa on ainakin yksi S-57-tiedosto

**2 Output Directory:** kansio, johon lopputuote tallennetaan

Input Directories

trafi\_HYLYT

Output Directory

Layout Format

VERSION\_LAYOUT

Updates Only

→ Run

Lopputuote tulee ENC\_ROOT kansioon. Kansion (tässä FI) sisältä löytyy .000-tiedosto

- FI
- CATALOG.031
- README.TXT

*täytä lomakkeen kohdat 5b-d*

## 6 Aloitus S-100

*täytä lomakkeen kohta 6a*

**1** Avaa ArcGIS Pro ja tarvittaessa luo uusi projekti

**2** Luo uusi tietokanta, johon tuodaan *S-100 Feature Catalogue*

*täytä lomakkeen kohdat 6b-d*



## 7 Import S-100 Feature Catalogue

### *täytä lomakkeen kohta 7a*

Työkalulla tuodaan S-100 Feature Catalogue tietokantaan, jotta siitä saadaan S-100-tuotteille sopiva merellinen tietokanta

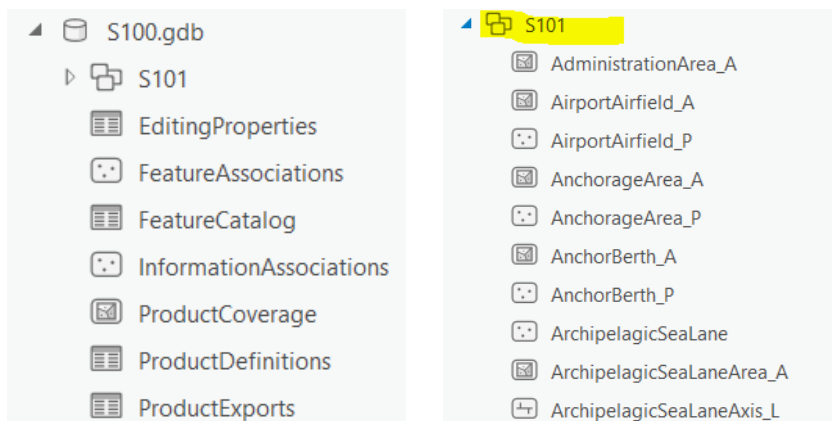
**1 S-100 Feature Catalogue:** löytyy *Product Files* -tiedostoista S-101-kansiosta

**2 Target Workspace:** luotu S-100-tietokanta

S-100 Feature Catalogue	
S:\Maritime\S-101\S-101FC_1.0.1_20210720.xml	
Target Workspace	
S100.gdb	

→ Run

Ajon jälkeen tietokannan pitäisi näyttää tältä:



Nyt tietokanta on valmis S-100-tuotteiden käsittelyyn

### *täytä lomakkeen kohdat 7b-d*

## 8 Convert S-57 to S-101 Cell

### *täytä lomakkeen kohta 8a*

Työkalulla voidaan muokata S-57-tuote S-101-tuotteeksi

**1 S-100 Feature Catalogue:** löytyy *Product Files* -tiedostoista S-101-kansiosta

**2 Configuration File:** ohjelma löytää automaattisesti *Program Files* -kansiosta

**3 Input S-57 (File or Folder):** muokattava S-57-tuote

**4 Output location:** kansio, johon lopputuote tallennetaan

S-100 Feature Catalogue

S:\Maritime\S-101\S-101FC\_1.0.1\_20210720.xml

Configuration File

C:\Program Files\ArcGIS\Pro\Resources\Maritim

Input S-57 (File or Folder) File

Desktop\AML\_Evelina\trafi\_HYLYT\FIIBU800.000

Output Location

→ Run

Lopputuotteena tulee S-100-tiedosto (.000), xml-tiedosto ja log-tiedosto

- 101FI00IBU800.000
- MD\_101FI00IBU800\_000.xml
- S57toS101Converter-20231108.095220-11292-0.0.log

*täytä lomakkeen kohdat 8b-d*

## 9 Import S-100 Cell

*täytä lomakkeen kohta 9a*

Työkalulla tuodaan S-100-tuote tietokantaan

**1 S-100 Feature Catalogue:** löytyy *Product Files* -tiedostoista S-101-kansiosta

**2 S-100 Cell:** S-100-tuote, joka halutaan tuoda tietokantaan

**3 Target Workspace:** tietokanta, johon *Feature Catalogue* tuotiin

S-100 Feature Catalogue

C:\Program Files\ArcGIS\Maritime\S-101\S-101

S-100 Cell

IL\_project\testit\s57 to s101\101FI00IBU800.000

S-100 Update Cells

Target Workspace

S100.gdb

→ Run

S-100-tiedosto on nyt tuotu tietokantaan

Tiedosto löytyy S-101-datasetin alta, jonkin tason sisältä, esim. hyltyt tallentuvat *WreckP*-tasoon

*täytä lomakkeen kohdat 9b-d*

## 10 Export S-101 Cell

*täytä lomakkeen kohta 10a*

Työkalulla voidaan viedä S-101-tuote tietokannasta


**1 S-100 Feature Catalogue:** löytyy *Product Files* -tiedostoista S-101-kansiosta


**2 S-101 Workspace:** tietokanta, jossa S-101-tuote on

**3 S-101 Product:** S-101-tuote, joka halutaan viedä

**4 Export Type:** *New edition* (jos tuote on jo aiemmin viety, täytyy tyypin olla joku muista vaihtoehdoista -> jos ei anna valita *New Dataset* valitse jokin toinen)


**5 Output Location:** kansio, johon lopputuote tallennetaan

S-100 Feature Catalogue  
 

S-101 Workspace  
 

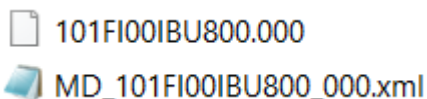
S-101 Product

Export Type

Output Location  
 

→ Run

Lopputuotteena tulee S-101-tuote (.000) ja xml-tiedosto



*täytä lomakkeen kohdat 10b-d*

## 11 Uuden kohteen luominen

*täytä lomakkeen kohta 11a*

Uudelle kohteelle tulee luoda ensin määritelmä (*Product Definition*) ja kattaavuusalue (*Product Coverage*)

**1** Lisää kartalle *Catalogue*-valikosta aiemmin luomastasi S-57-tietokannasta (kohta 1)

*ProductCoverage*- ja *ProductDefinitions*-taulukot

**2** Paina *Ctrl* ja valitse taulukot listalta

**3** Klikkaa hiiren oikealla ja valitse *Add To New* -> *Map*

*täytä lomakkeen kohdat 11b-d*

## 12 Luo Product Coverage

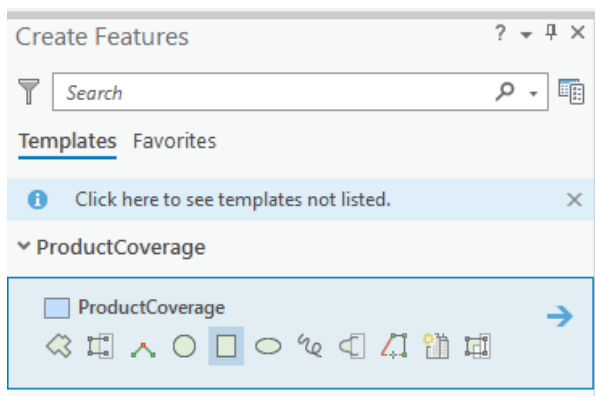
*täytä lomakkeen kohta 12a*

**1** Valitse *Edit*-välilehdeltä *Create Features*

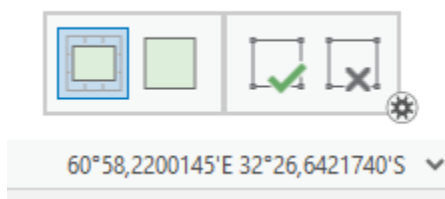
**2** *Create Features*-valikosta valitse *ProductCoverage*

Seuraavaksi luodaan kattavuusalue käyttämällä kulmakoordinaatteja

**3** Valitse *Rectangle*-työkalu



4 Jos tarpeen, klikkaa *Horizontal / Grid Aligned* -kuvaketta ruudun alareunassa ja laita se päälle



5 Klikkaa hiiren oikealla mihin tahansa kartalla ja valitse *Absolute X, Y, Z* -työkalu

6 Varmista, että alavetovalikossa on valittuna *ddm*

7 Lisää seuraavat koordinaatit:

**Longitude:** 060 58.0000

**Latitude:** 32 30.0000

8 Paina *Enter* -> ensimmäinen kulmapiste on luotu kartalle

9 Paina *F6* näppäimistöä -> *Absolute X, Y, Z* -työkalu aukeaa uudestaan

10 Lisää seuraavat koordinaatit:

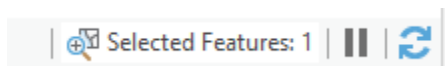
**Longitude:** 060 52.3996

**Latitude:** 32 33.1411

11 Paina *Enter*

Olet nyt luonut kattavuusalueen uudelle kohteelle

12 Ruudun oikeasta alakulmasta, paina *Selected Features* -> näyttö tarkoittaa juuri luotuun polygoniin



13 Kun polygoni on valittuna, klikkaa *Attributes*-painiketta *Maritime*-välilehdeltä ylävalikosta. Attribuuttivalikko aukeaa varoituksen kanssa, koska siihen tulee yhdistää myös tuotemääritelmä. Tässä vaiheessa varoitusta ei tarvitse huomioida, koska määritelmä luodaan myöhemmin.

14 Klikkaa kenttää *Dataset Name* vierestä ja kirjoita: FN4X07EK

15 Paina *Enter*

16 Klikkaa *Apply* valikon alareunasta

Kattavuusalue on nyt valmis.

*täytä lomakkeen kohdat 12b-d*

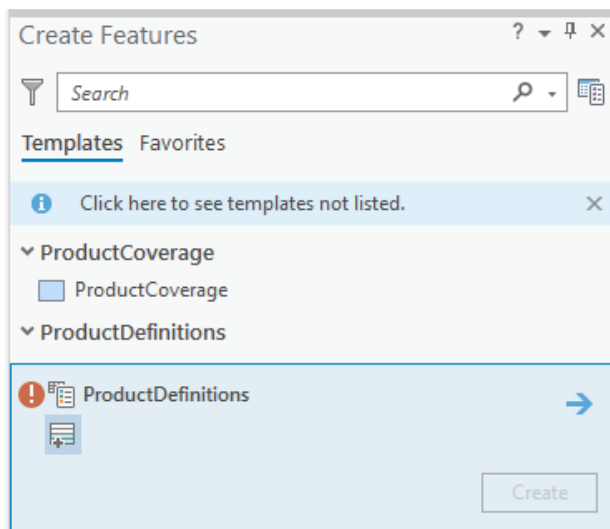


## 13 Luo Product Definition

*täytä lomakkeen kohta 13a*

1 Klikkaa hiiren oikealla *Contents*-valikosta *ProductDefinitions*-taulukkoa ja paina *Open*

2 Aktivoi *CreateFeatures*-valikko (siihen voi vaihtaa *Attributes*-valikon alareunasta) ja valitse *ProductDefinitions*-taulukko



3 Klikkaa sinistä nuolta taulukon nimen vieressä

4 Täytä vaadittavat metatiedot aukeavaan taulukkoon:

- **Compilation Scale:** 22 000
- **Dataset Name:** FN4X07EK
- **INTU (Intended usage):** Valitse *Approach* alavetovalikosta
- **Agency:** Valitse *Finnish Navy* alavetovalikosta
- **Vertical Datum:** Valitse *“Mean high water sprongs”* alavetovalikosta
- **Sounding Datum:** Valitse *“Lowest astronomical tide”* alavetovalikosta
- **Where clause:** koska Compilation Scale on 22 000, muokkaa kysely alla olevan kuvan mukaiseksi

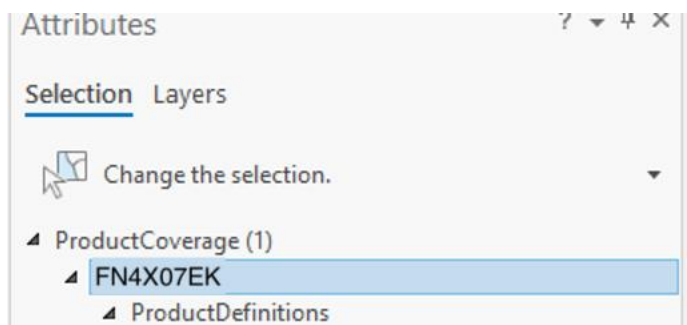
```
((IS_CONFLATE = 1 AND PLTS_COMP_SCALE >= 22000) OR
((IS_CONFLATE = 0 OR IS_CONFLATE IS NULL) AND
(PLTS_COMP_SCALE >= 22000 AND
PLTS_COMP_SCALE < 45000))) AND NIS_PRODUCTS IN
(1, 2)
```

5 Lopuksi paina *Create* valikon alareunasta

*Product Definitions*-taulukko on nyt lisätty uusi rivi

6 Varmista, että molemmat, kattavuusalueen polygoni ja *ProductDefinitions*-taulukon uusi rivi, ovat valittuna

7 Aktivoi *Attributes*-valikko, jossa pitäisi olla kaksi kohtaa näkyvillä



8 Klikkaa hiiren oikealla *ProductDefinitions*-kohtaa *Product Coverage* alla

9 Klikkaa *Add Selected to Relationship*

Kattavuusalueen polygoni (*ProductCoverage*) on nyt yhdistetty tuotemääritelmään (*ProductDefinition*)

10 Tallenna muutokset *Edit*-välilehden *Save*-painikkeesta

Uuden kohteen tuotemääritelmä on nyt valmis.

*täytä lomakkeen kohdat 13b-d*

## 14 Luo uusi kohde

*täytä lomakkeen kohta 14a*

1 Lisää kartalle S-57-tietokannastasi *AidsToNavigationP* kartalle

Uudet kohteet ovat poijuja, jotka kuuluvat *AidsToNavigation*-tason alatyyppeihin

2 Varmista, että *Compilation Scale* on 22 000, *Maritime*-välilehdestä ylävalikosta

3 Avaa *Create Features*-valikko ja kirjoita hakuun ”*buoy*”

4 Klikkaa *BOYCAR\_BuoyCardinal*-mallipohjaa *AidsToNavigationP* alla

5 Kun mallipohja on aktiivinen, klikkaa hiiren oikealla mihin tahansa kartalla ja valitse *Absolute X, Y, Z* -työkalu

6 Lisää seuraavat koordinaatit:

**Longitude:** 60 55.037

**Latitude:** 32 29.473

7 Paina *Enter*

Poiju lisätään koordinaattien määräämään paikkaan

8 Paina ruudun alareunasta *Selected Features* -> kartta kohdentuu luotuun poijuun

9 Siirry *Attributes*-valikkoon

10 Jos tarpeellista, laajenna S-57 *Attributes* -ryhmä

11 Lisää vaadittavat metatiedot:

- **BOYSHP (Buoy shape):** valitse 4. *pillar* alavetovalikosta
- **CATCAM (category of cardinal mark):** valitse 1. *north cardinal mark*
- **COLOUR:** valitse 2. *black*, 6. *yellow*
- **COLPAT (colour pattern):** valitse 1. *horizontal stripes*

12 Klikkaa oikeasta alakulmasta *Apply*

**13** Tallenna muutokset Edit-välilehdestä

Uusi kohde on nyt luotu

*täytä lomakkeen kohdat 14b-d*

#### Liite 4. Testiryhmän testauksen tulokset

	Testaaja 1	Testaaja 2	Testaaja 3	Testaaja 4	Keskiarvo
Ohjelmistokokemus	4	3	2	2	2,75
Lisäosakokemus	2	1	1	1	1,25
Aloitus S-57	3	1	3	2	2,25
Import S-57 to Geodatabase	2	2	2	2	2
Copy S-57 Features	3	2	1	1	1,75
Export Geodatabase to S-57	3	2	1	2	2
Create S-57 Exchange Set	3	2	1	1	1,75
Aloitus S-100	3	3	3	1	2,5
Import S-100 Feature Catalogue	3	3	3	2	2,75
Convert S-57 to S-101 Cell	3	2	3	2	2,5
Import S-100 Cell	3	1	2	3	2,25
Export S-101 Cell	3	1	3	3	2,5
Uuden kohteen luominen	2	2	2	3	2,25
Luo Product Coverage	3	2	1	2	2
Luo Product Definition	2	1	1	2	1,5
Luo uusi kohde	3	3	2	2	2,5