



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Jukka Laaksonen

Tietojärjestelmän suunnittelu

Tekoälypohjainen merikonttien kuormansuunnittelujärjestelmä

Tekniikan ja innovaatiojohtamisen
akateeminen yksikkö
Pro Gradu tutkielma
Tietojärjestelmätiede

Vaasa 2025

VAASAN YLIOPISTO**Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö**

Tekijä:	Jukka Laaksonen		
Tutkielman nimi:	Tietojärjestelmän suunnitteleminen : Tekoälypohjainen merikonttien kuormansuunnittelujärjestelmä		
Tutkinto:	Kauppätieteiden maisteri		
Oppiaine:	Tietojärjestelmätiede		
Työn ohjaaja:	Timo Mantere		
Valmistumisvuosi:	2025	Sivumäärä:	78

TIIVISTELMÄ:

Laivoissa kuljetettavan rahdin määrä on kasvanut tasaisesti viime vuosikymmeninä samalla, kun rahtia kuljettavat alukset ovat muuttuneet yhä suuremmiksi. Globalisaation takia kaupankäynti niin yritysten kuin yksityisten ihmisten toimesta on laajentunut koskemaan koko maailmaa, kun erilaiset verkkokaupat mahdollistavat tuotteiden tilaamisen kellon ympäri mistä tahansa maasta. Tämä on luonut haasteita logistiikkayhtiöille, jotka ovat tutkimusten mukaan hieman jäljessä digitalisaation muutoksessa muihin toimialoihin verrattuna. Tietotekniikka auttaa ja tehostaa yritysten toimintaa, jos se on toteutettu oikein. Huono suunnittelu aiheuttaa turhia kuluja ja monimutkaistaa asioita.

Tutkimuksen tavoitteena oli suunnittelutieteen avulla kehittää artefakti, tietojärjestelmä, jonka avulla voidaan nopeuttaa merikonttien kuormansuunnittelua ja kuormaamista sekä ennen kaikkea parantaa konttien täyttöastetta. Alkuselvitysten jälkeen tahtotila oli, että suunniteltava järjestelmä käyttäisi toiminnassaan tekoälyä ja koneoppimista, koska näitä elementtejä on käytössä logistiikka-alan tietojärjestelmissä. Taustaselvityksen pohjalta kuormansuunnitteluun tarkoitetuista kokonaisuuksista ei ole löydetty täysin samanlaista olemassa olevaa järjestelmää. Tutkimuskysymys, johon pyritään vastaamaan: Miten järjestelmä pitäisi suunnitella ja mitä siihen vaaditaan?

Tutkimus toteutettiin suunnittelutieteellisenä tutkimuksena, koska se mahdollistaa artefaktin luomisen, jonka avulla ratkaistaan ongelma. Tutkimustuloksena oli artefakti, tietojärjestelmä, joka toimii kuormansuunnittelun ja kuormaustehokkuuden pääkomponenttina. Tutkimuksessa selvitettiin, miten artefakti tulisi ymmärtää ja miten haluttu kokonaisuus tulisi suunnitella ja toteuttaa.

Jatkotutkimusaiheena voisi tutkia, miksi tämän tyyppistä järjestelmää ei ole vielä käytössä. Sen avulla saataisiin selville, tuottaako tällainen järjestelmä haluttua lisäarvoa ja onko se taloudellisesti järkevää. Lisäksi tutkimuksessa tulisi ottaa huomioon, miten huolintayhtiön koko ja maantieteellinen sijainti vaikuttaa järjestelmän tuottaman lisäarvon kannattavuuteen.

AVAINSANAT: Tietojärjestelmä, suunnittelutiede, tekoäly, koneoppiminen, bin packing -ongelma, logistiikka

Sisällys

1	Johdanto	8
1.1	Tutkimuksen tavoite ja tutkimusmenetelmä	10
1.2	Tutkimuksen kohde	12
1.3	Tutkielman rakenne	13
2	Kirjallisuuskatsaus	14
2.1	Tietojärjestelmät	14
2.2	Tekoäly	17
2.3	Tekoälyn osa-alueet ja tasot	19
2.3.1	Heikko tekoäly	21
2.3.2	Vahva tekoäly	22
2.4	Koneoppiminen	23
2.5	Bin packing -ongelma	26
2.6	Lisätty todellisuus (Augmented Reality, AR)	27
3	Tutkimusmenetelmät	32
3.1	Tietojärjestelmätiede	32
3.2	Suunnittelutieteellinen tutkimus	35
3.3	Suunnittelutieteellisen tutkimuksen suuntaviivat	38
3.4	Suunnittelutieteellisen tutkimuksen tutkimusyksiköt	40
3.5	Suunnittelutieteellisen tutkimuksen DSRM–menetelmä	42
4	Artefaktin toteutus	46
4.1	Käyttöympäristö	46
4.2	Suunniteltu artefakti	48
4.2.1	Tietojärjestelmä	48
4.2.2	Tekoäly ja koneoppiminen	49
4.2.3	Bin packing -ongelma	50
4.2.4	Lisätyn todellisuuden lasit (älylasit)	51
4.3	Lähetyksen kulku	52
4.4	Artefaktin arviointi	56

5	Diskussio	58
5.1	Suunnittelumetodologian valinta	59
5.2	Artefaktin toteutus	61
5.3	Kokonaisuuden suunnittelu	62
5.4	Johtopäätökset	62
5.5	Rajoitukset ja jatkotutkimusaiheet	64
	Lähteet	68
	Liitteet	74
	Liite 1. Winter DSR Project checklist	74
	Liite 2. DSR metodologian vertailutaulukon elementtien selitteet	77

Kuviot

Kuvio 1. Digitaalisen muutoksen liikkeellepaneva tekijä merenkulkualalla.	9
Kuvio 2. IS-keskeinen näkymä tietojärjestelmästä.	15
Kuvio 3. Tietojärjestelmän hallintanäkymä.	16
Kuvio 4. Organisaatiosuunnittelu ja tietojärjestelmien suunnittelutoiminta.	17
Kuvio 6. Vuorovaikutusmoduulit Krugerin Videoplacesta, 1969–1975.	29
Kuvio 7. Milgramin todellisuus–virtuaalisuus jatkumo.	30
Kuvio 8. Tietojärjestelmätutkimuksen kehikko.	34
Kuvio 9. Suunnittelutieteellisen tutkimuksen syklit.	40
Kuvio 10. DSMR-prosessimalli.	43
Kuvio 11. Esimerkki ohjatun oppimisen oppimisdatasta.	50
Kuvio 12. Älylasinäkymä lähetys-/kuormaustiedoilla.	53
Kuvio 13. Näkymä seuraavaksi kuormattava kollista.	54
Kuvio 14. Lähetyksen kuormaaminen.	55
Kuvio 15. Älylasien näkymä, jossa näkyy kuormattavan kollin paikka kontissa.	55
Kuvio 16. ADR-metodi. Vaiheet ja periaatteet.	65
Kuvio 17. IT-dominantti BIE.	66
Kuvio 18. Organisaatio dominantti BIE.	66

Taulukot

Taulukko 1. DSR-metodologioiden vertailukehys	36
Taulukko 2. Suunnittelutieteellisen tutkimuksen suuntaviivat	39
Taulukko 3. Merikonttien mitat	47
Taulukko 4. Toteutettu suunnittelutieteellisen tutkimuksen suuntaviivat	56

Lyhenteet

ADR (Action Design Research) = Menetelmä käsitteellistää tutkimusprosessin sisältävän IT-artefaktin rakentamisen, organisaatioon puuttumisen ja sen samanaikaisen arvioinnin erottamattomat ja toisiinsa kietoutuvat toiminnot.

AI (Artificial Intelligence) = Tekoäly

Algoritmi = Yksityiskohtainen kuvaus tai ohje, jonka perusteella ongelmanratkaisu suoritetaan

AR (Augmented Reality) = Lisätty todellisuus

Digital Maturity = Mittaa organisaation kykyä luoda arvoa digitaalisesti sekä keskeinen menestyksen ennustaja yrityksille, jotka käynnistävät digitaalisen muutoksen

DSR (Design Science Research) = Suunnittelutieteellinen tutkimus

DSRM (Design Science Research Methodology) = Suunnittelutieteen tutkimusmetodologia

DSRPM (DSR Process Model) = Suunnittelutieteellisen tutkimuksen prosessimalli

FOMO (Fear Of Missing Out) = Paitsi jäämisen pelko

IS (Information Systems) = Tietojärjestelmä

NP = (nondeterministic polynomial) on laskennan vaativuusteoriassa vaativuusluokka, johon kuuluvat ongelmat voidaan tarkistaa deterministisellä Turingin koneella polynomisessa ajassa, eli "tehokkaasti".

NP-kovat ongelmat = Ongelmat, joihin voidaan polynomiajassa redusoida kaikki NP-ongelmat, mutta NP-kovien ongelmien ei tarvitse itse kuulua NP:hen.

TEU (twenty-foot equivalent) = Konttiliikenteen perusmittayksikkö, 20 jalkainen merikontti (alan standardimitta)

Weltanschauung = Tietty filosofia tai näkemys elämästä; yksilön tai ryhmän maailmankuva.

1 Johdanto

Elämme aikaa, jossa kuluttaminen ja nopeus ovat hyveitä. Määrittelemme monesti itsemme sillä, mitä meillä on ja mitä me mahdollisesti olisimme, jos saisimme jotain lisää. Tämä pääosin siksi, jotta muut ympärillämme näkisivät, miten meillä menee. Yrityksillä on samanlaiset tavat ja tavoitteet – miten meidät huomataan? Yritysten toimintaideana on tietenkin tuottaa tuotteita, joita ostetaan ja sen myötä tuottaa omistajilleen ja työntekijöille tuloja valtion ottaessa omansa välistä.

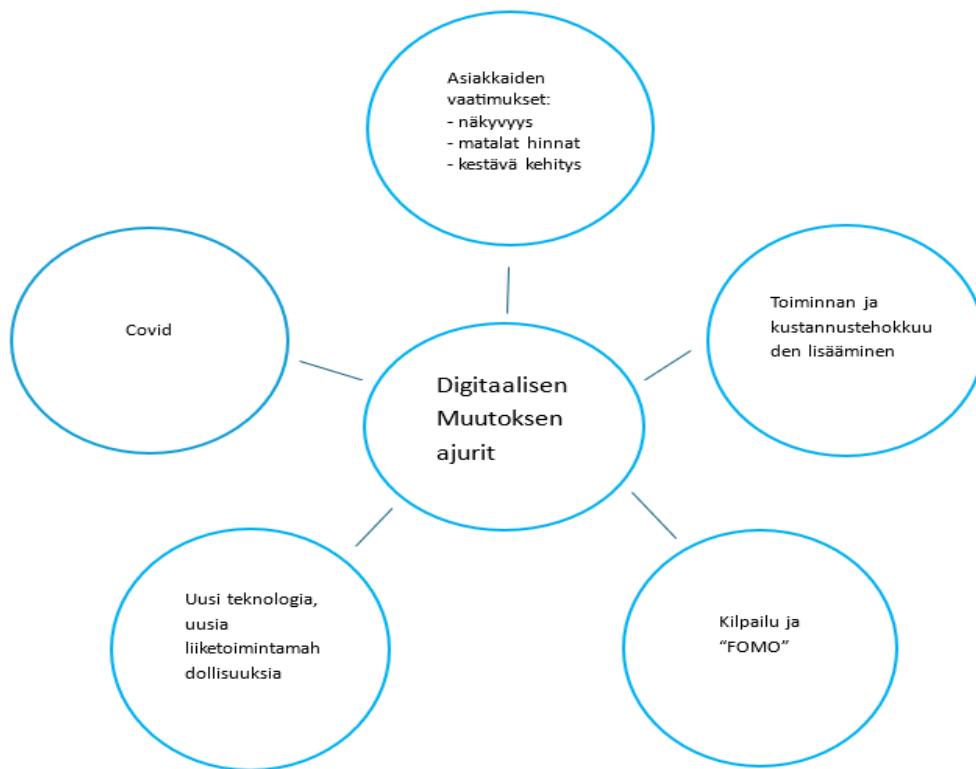
Nykyään hyvin digitalisoituneessa maailmassa halutaan kaiken tapahtuvan ja tehtävän sähköisesti. Ostokset tehdään internetissä, oli kyseessä ruokatarvikkeet tai kodin laitteet. Jopa kodin voi ostaa internetistä. Samalla puhutaan siitä, että kulutamme ja ostimme liikaa. Kaikkeen sähköiseen toimintaan tarvitsemme kuitenkin fyysisiä laitteita. Talon voi suunnitella virtuaalisesti, mutta sen rakentamiseen tarvitsemme fyysisiä rakennustarvikkeita ja työkaluja.

Tavaran toimittamiseen valmistajalta loppukäyttäjälle tarvitaan logistiikkaketju, joka alkaa tuotteen raaka-aineista ja päättyy loppukäyttäjän haltuun. Tässä välissä on monta vaihetta, jossa raaka-aineita, valmistukseen tarvittavia laitteistoja ja lopussa tilattu fyysinen tuote, kuljetetaan paikasta A paikkaan B. Tätä kaikkea kutsutaan rahtiliikenteeksi.

Nykyään noin 80 % maailmalla tapahtuvasta erilaisten tavaroiden ja hyödykkeiden kuljetuksista tapahtuu meriteitse (Statista, 2024a). Viimeisten vuosikymmenten aikana tapahtunut yleinen globaali talouskasvu, on lisännyt huomattavasti rahtikuljetusten määrää niin rekoilla, laivoilla kuin lentokoneillakin. Statistan (2024b) tilastoista voidaan todeta vuosien 1980–2021 välillä merirahtina kuljetettujen hyödykkeiden tonnimäärän kasvu on ollut hyvin voimakasta. Vuonna 1980 merirahdin kokonaismäärä oli 0,1 miljardia tonnia, kun se vuonna 2021 oli jo 1,95 miljardia tonnia (Statista, 2024b). Nykyään suurin osa tuotteiden valmistuksesta tapahtuu Aasiassa ja niitä toimitetaan tilaajille laivoilla ympäri maailmaa. Vastaavasti lentorahdin määrä vuonna 2023 oli 65

miljoonaa tonnia ja se kattaa noin 35 % globaalista kaupasta, vaikka kuljetettu tavaramäärä on noin 1 % kaikesta rahdista (Boeing, 2022, s. 5).

Merilogistiikalla on keskeinen rooli globaalissa kaupassa, mutta digitalisaatiossa alan ei voida sanoa olevan toimialojen kärkipäässä. Raza ja muut (2023) toteavatkin, että alan digitalisaation muutosvaatimukset ovat lähteneet liikkeelle pääasiassa alan yritysten asiakkaiden vaatimuksista (kuvio 1). Ala on kohdannut samoja haasteita kuin muutkin toimialat, mutta alan pirstoutuminen, kalliit manuaaliset prosessit ja epävakaat polttoaineiden hinnat ovat hidastaneet muutosta. Tämän lisäksi varustamoiden asiakkaat vaativat alhaisempia rahtihintoja, toiminnan läpinäkyvyyttä sekä tietenkin ympäristöystävällisempiä kuljetuksia.



Kuvio 1. Digitaalisen muutoksen liikkeellepanevat tekijät merenkulkualalla. (mukaillen Raza ja muut, 2023, s. 6).

Selviytyäkseen nopeasti muuttuvassa ympäristössä ja kilpailussa, varustamoiden olisi osoitettava riittävät resurssit ja kehittää kumppanuuksia sidosryhmien kanssa. Raza ja muiden (2023) tutkimuksen löydökset viittaavat siihen, että alan keskeinen menestystekijä on sidosryhmien, jopa myös kilpailijoiden, kanssa tehtävä digitalisaation mahdollisuuksien tunnistaminen. Tässä ratkaisuna voisi olla yhteisyritysten perustaminen startup-yritysten kanssa tai yhteistyö ajatushautomoiden kanssa, jotka ovat keskittyneet digitaalisten ratkaisujen innovointiin yritysten sisäisten digitaalisten ratkaisujen lisäksi (Raza ja muut, 2023, s. 5–6).

Merilogistiikan digitalisaation teknisistä toteutuksista alan uudistamiseen mainitaan yleensä pilvilaskenta ja IoT-ratkaisut (Internet of Things, esineiden Internet) sekä tekoäly ja koneoppiminen. Näitä käytetään muun muassa satamien ja terminaalien läpi kulkevien tavaroiden käsittelytoiminnassa, kapasiteettiennusteissa, tuotteiden lisämyynnissä (Raza ja muut, 2023, s. 6).

Merilogistiikan alalla niin sanottu digitaalisen kypsyys (Digital Maturity) vaihtelee suuresti eri yritysten välillä sekä myös eri liiketoimintasegmenteissä. Raza ja muut (2023) toteavat, että ”organisaation digitaalisella kypsyydellä on merkittävä rooli kilpailuedun, tehokkuuden ja kannattavuuden saavuttamisessa”. Heidän tutkimuksessaan oli tutkittu back-office toimintoja, RoRo-toimintaa, matkustaja- ja konttiliikennettä sekä tähän pro graduun liittyvää logistiikkaa ja terminaaleja. Tutkimus osoitti, että tärkeimpiä digitaalisia trendejä logistiikka ja terminaali segmentissä ovat tekoäly ja koneoppiminen ja niitä käytetään suunnittelussa, operatiivisessa toiminnassa, kaupallisissa- sekä tukitoiminnoissa.

1.1 Tutkimuksen tavoite ja tutkimusmenetelmä

Tutkimuksen tavoitteena on suunnittelutieteen metodeja käyttäen kehittää artefakti, tietojärjestelmä, jonka avulla pystytään nopeuttamaan ja tehostamaan rahtilaivoissa käytettävien merikonttien (TEU) kuormansuunnittelua, kuormaamista. Kuormansuunnittelun tehostaminen tarkoittaa tässä sitä, että kuormansuunnitteluun

käytetty aika lyhenee ja kontit saadaan kuormattua täydemmiksi eli pyritään minimoimaan hukkatila. Perimmäinen tarkoitus on alentaa yksittäisen kontin kuljetuskustannuksia, joka on noin 15000 \$. Tämän summan rahtia lähettävä yhtiö maksaa riippumatta kontin täyttöasteesta. Konttien täyttöasteen parantamisesta saatavilla säästöillä voidaan joko kasvattaa yrityksen voittoa tai mahdollisesti jyvittää se asiakkaiden pienempiin kuljetusmaksuihin, joka voi antaa kilpailuetua hyvin kilpailluilla markkinoilla.

Tutkimuksessa pyritään vastaamaan tutkimuskysymykseen: Miten tekoälypohjainen kuormansuunnittelujärjestelmä voidaan toteuttaa ja mitä siihen vaaditaan?

Tutkimus toteutetaan suunnittelutieteellisenä tutkimuksena, koska siinä ratkaisuna havaittuun ongelmaan, pyritään luomaan ja arvioimaan IT-artefakti (Hevner ja muut, 2004, s. 77). Tutkimus noudattaa suunnittelutieteellisen tutkimuksen Design Science Research Methodology-prosessimallia (DSRM). Mallin tukena on käytetty Winterin DSR Project-tarkistuslistaa.

Alun perin March & Smith (1995) määrittelevät DSRM artefaktin konstruktioiksi, malleiksi, menetelmiksi tai ilmentymien luomiseksi. Tutkimuksen aihe on tosielämän haaste, jossa huolintayhtiössä on todettu tarve tietojärjestelmälle, jonka avulla pystyttäisiin nopeuttamaan merikonttien kuormansuunnittelua ja kuormausta sekä tehostamaan konttien täyttöastetta. Tutkimuksessa syntyvää artefaktia voisi teoriassa käyttää pienin muutoksin myös muissa huolinta-alan tuotteissa eli rekka- ja raideliikenteessä, mutta etukäteisanalysoinnin perusteella siitä saatava hyöty on marginaalinen. Tämän tyyppistä järjestelmää voisi teoriassa käyttää myös ilmailussa, etenkin rahtilentojen kuormansuunnittelussa, mutta siitä saatavat hyödyt eivät olisi samaa luokkaa, mitä laivaliikenteessä.

1.2 Tutkimuksen kohde

Tutkimuksen kohteena on Suomessa toimivan, kansainvälisen huolintayrityksen logistisen toimintaketjuun liittyvän tietojärjestelmän suunnittelemine. Yritys toimii pääasiassa Aasian suuntautuvan laivarahtiliikenteen huolintayrityksenä. Yrityksen toinen sektori on rekoilla tapahtuva, Euroopan suuriin satamakaupunkeihin suuntautuva liikenne, josta laivat suuntaavat muualle kuin Aasiaan.

Tässä tutkimuksessa suunnitellaan rahdin toimitusketjun ja merikonttien kuormansuunnitteluun liittyvän tietojärjestelmän toteuttaminen. Tutkimuksen pääpaino on järjestelmän suunnittelussa, joka toteutetaan suunnittelutieteellistä tutkimusta käyttäen. Tutkimus on rajattu koskemaan eniten käytettyjä 20- ja 40-jalkaisia merikontteja (TEU 20' DC, 40' HC). Merikonttien koot ilmoitetaan tyypillisesti jalkoina. 20-jalkaisen kontin pituus on 6 metriä ja 40-jalkainen on pituudeltaan 12 metriä. Molempien leveys on 2,4 metriä ja korkeus noin 2,6 metriä. Tarkemmat tiedot löytyvät taulukosta 3. s.47.

Toinen tutkimusta rajaava tekijä on konteissa kuljetettava tavara. Tämä tutkimus keskittyy ainoastaan erikokoisiin kappaletavaroihin eli kontteihin pakattavat lähetykset eivät ole samankokoisia, mutta kuitenkin laatikkotyypisiä. Tämä luo haasteita kuormansuunnitteluun ja on koko ongelman ydin kaikessa logistiikassa, mutta erityisesti juuri tavaroissa, joita kuormataan tietynkokoisiin kuljetusyksiköihin.

Case-yrityksen kannalta tiettyä jatkuvuutta kuormansuunnitteluun tuovat yrityksen vakioasiakkaat ja heidän lähettämänsä tavarat, jotka ovat melko usein samanlaisia eli tietyn mittaiset ja painoiset lähetykset toistuvat ja näiden kuormaustapavaatimukset ovat tiedossa. Jatkotutkimuksissa voisi käsitellä muita kontti-/pallettityyppejä sekä niihin kuormattavia lähetyksiä.

Tutkimus on ajankohtainen ja perusteltu, koska yhä kasvavien merirahtimäärien vuoksi erilaisten tietojärjestelmien merkitys huolintatoiminnan tehostamisessa ja kustannusten

hallinnassa on lisääntynyt merkittävästi. Samaan aikaan muu logistiikka-ala on ottanut huomattavasti suurempia harppauksia teknisessä kehityksessä. Monissa varasto-/kokoonpanojärjestelmissä on jo käytössä tekoälyä ja muita työn hallintaa helpottavia automaattitoimintoja sekä lisätyn todellisuuden (AR) älylaseja.

Tämä tutkimus käsittelee tietojärjestelmän suunnittelua pienen-/keskisuuren huolintayrityksen tarpeiden pohjalta, mutta tausta-ajatuksena on, että järjestelmää voitaisiin käyttää myös suurissa huolintayrityksissä.

1.3 Tutkielman rakenne

Johdannon jälkeen tutkielmassa on kirjallisuuskatsaus, jossa esitellään kaikki tutkimuksen ymmärtämiseen vaadittava teoria. Kirjallisuuskatsauksessa perehdytään yleisellä tasolla lyhyesti suunnitellun artefaktin eri osa-alueisiin. Seuraavassa kappaleessa tarkastellaan tietojärjestelmän määritelmiä yleisellä tasolla, kuten myös tietojärjestelmätiedettä. Tämän jälkeen perehdytään tekoölyyn ja mitä tuon määritelmän alle kuuluu sekä tekoölyn vaikutuksia yritysten ja ihmisten toimintaan. Kirjallisuuskatsauksen toiseksi viimeisessä osassa tutustutaan bin packing -ongelmiin, jotka ovat tärkeässä osassa tekoälypohjaisissa ratkaisuisissa varsinkin logistiikan alalla. Kirjallisuuskatsauksen viimeinen osa käsittelee lisättyä todellisuutta (Augmented Reality, AR), jonka katsotaan olevan yksi tulevaisuuden merkittävimmistä teknologisista toteutuksista.

Tämän jälkeen tutkielmassa esitellään tutkimuksessa käytettävä tutkimusmenetelmä, joka tässä on suunnittelutieteellinen tutkimus ja miten sitä hyödynnetään tietojärjestelmätieteessä. Lisäksi esitellään tarkemmin DSRM-prosessimalli, joka on eräs suunnittelutieteen tutkimusmetodeista. Tutkimusmenetelmän esittelyn jälkeen käsitellään tutkimusosiota, jossa kuvataan artefaktin kehittämisprosessi ja esitetään tutkimustulokset. Viimeisessä kappaleessa keskustellaan tutkimustuloksista ja analysoidaan tutkimuksen lopputulema. Lisäksi pohditaan jatkotutkimusmahdollisuuksia ja -tarpeita.

2 Kirjallisuuskatsaus

Tutkielman tavoitteena oli luoda tietojärjestelmä, artefakti, jonka avulla huolintayhtiö, sen työntekijät sekä heidän asiakkaansa voisivat nykyaikaistaa ja tehostaa toimintaansa rahtilähetysten ja rahdin käsittelyn osalta. Tässä rahdin käsittely tarkoittaa rahtilähetysten saapumista rahtiterminaaliin, niiden tilapäistä varastointia ennen kuormaamista sekä kuormaussuunnitelman tekemistä ja lopullista kuormaamista merikontteihin. Suunnittelussa keskityttiin artefaktin, tietojärjestelmän, teoreettiseen luomiseen. Samalla pyrittiin perehtymään, miten tekoälyn/koneoppimisen sekä lisätyn todellisuuden älylasien ja/tai kädessä pidettävien lukijoiden avulla pystyttäisiin toteuttamaan työkalu, joka mahdollistaisi merikonttien mahdollisimman hyvän täyttöasteen tavarantoimittajien lähetystiedoista saatavien tietojen avulla. Näitä parametreja ovat muun muassa lähetysten mitat, paino, kuormausvaatimukset esimerkiksi päälle lastattavuus sekä mahdolliset vaaralliset aineet (Dangerous Goods, DGR), joille on aineluokkiensa mukaan tietyt vaatimukset. Tällä hetkellä yhtiö ei kuljeta DGR-tuotteita, joten sitä aihetta ei tutkimuksessa käsitellä sen tarkemmin.

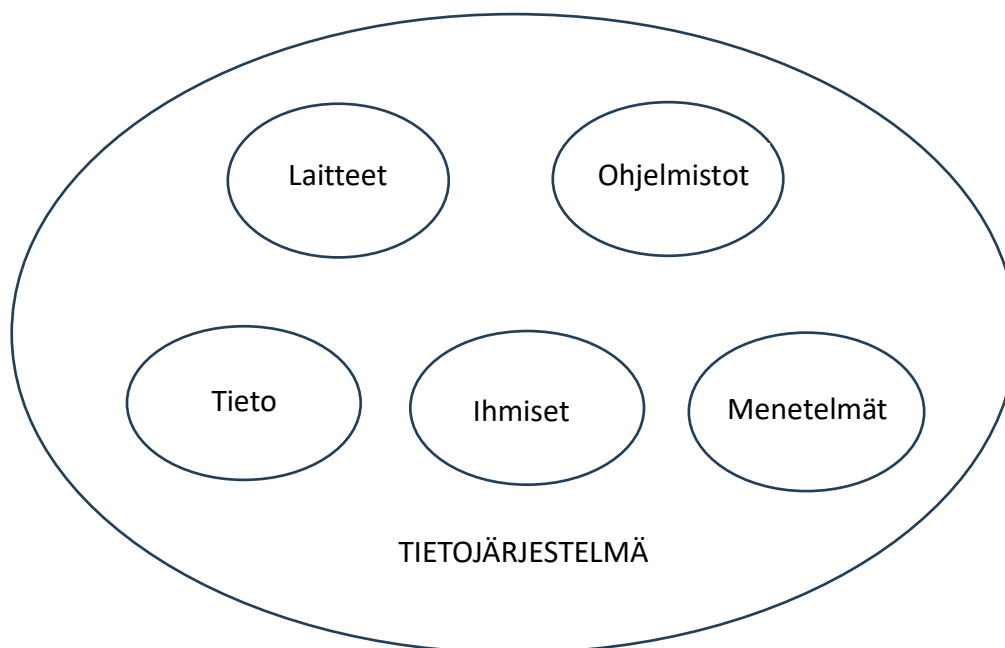
Aihe valikoitui todellisesta työelämälähtöisestä ongelmasta, jossa organisaatio haluaa kehittää toimintaansa ja heidän omissa selvityksissään ei ole löytynyt heidän tarpeisiinsa sopivaa tietojärjestelmää. Yleisellä tasolla alan tietojärjestelmät ovat hyvin samanlaisia, kuten monella muullakin alalla, jossa toimintatavat ovat globaalisti samantyyppisiä.

2.1 Tietojärjestelmät

Tässä luvussa käsitellään tietojärjestelmiä (Information Systems, IS), mikä on tietojärjestelmän määritelmä ja missä niitä käytetään. Tietojärjestelmätiede lähti kehittymään 1960-luvulla tietotekniikan alan suuntauksesta, jossa suunniteltiin organisaatioiden tietojenkäsittelysovelluksia. Nimen perusteella sen voisi ymmärtää olevan tekniikkaan suuntautunut tieteen ala, mutta näin asia ei ole. Pääsääntöisesti tietojärjestelmätieteitä opiskellaan muissa laitoksissa kuin tietojenkäsittelytieteen tai

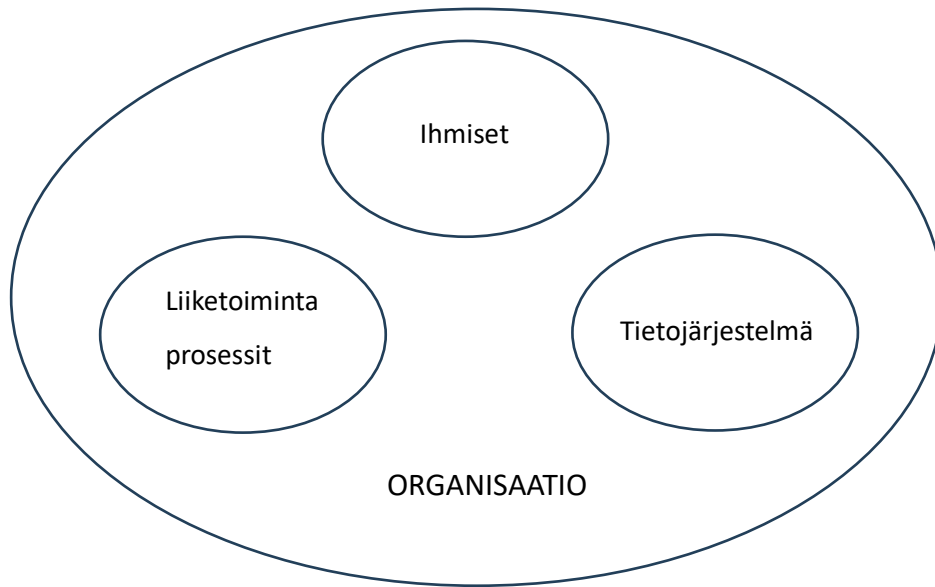
insinööritieteiden laitoksilla. Näistä yleisimpiä ovat kauppakorkeakoulut tai yhteiskuntatieteelliset tiedekunnat.

Tietojärjestelmiä käytetään ja otetaan käyttöön organisaatioiden toiminnan tehostamiseksi. Briggs ja muut (2010, s. 13) toteavat mielenkiintoisesti, että ”tietojärjestelmien tarkoitus on tarjota tietoa ihmisille, joiden on tehtävä valintoja niukkojen resurssien käytöstä”. Organisaation ominaisuudet, sen ihmiset, ja edellä mainittujen kehittymiskyky sekä roolit yhdessä tietojärjestelmän kanssa vaikuttavat siihen, miten organisaation liiketoiminnalle asetetut tavoitteet saavutetaan. Kuvio 2 kuvaa Silverin ja muiden (1995) näkymää tietojärjestelmästä, joka koostuu laitteistoista, ohjelmistoista, tiedosta, ihmisistä ja menetelmistä eli elementeistä, joista organisaatiot koostuvat.



Kuvio 2. IS-keskeinen näkymä tietojärjestelmästä (Silver ja muut, 1995, s. 364).

Vastaavasti kuvio 3 (tietojärjestelmän hallintanäkymä) kuvaa kuvion 2 tavallisena organisaatiokuvauksena tai kuten Silver ja muut (1995) toteavat ”superjärjestelmänä”, joka tässä tarkoittaa organisaatiota eräänlaisena korkean tason tietojärjestelmänä, jossa tietojärjestelmä itse on yksi alijärjestelmä.

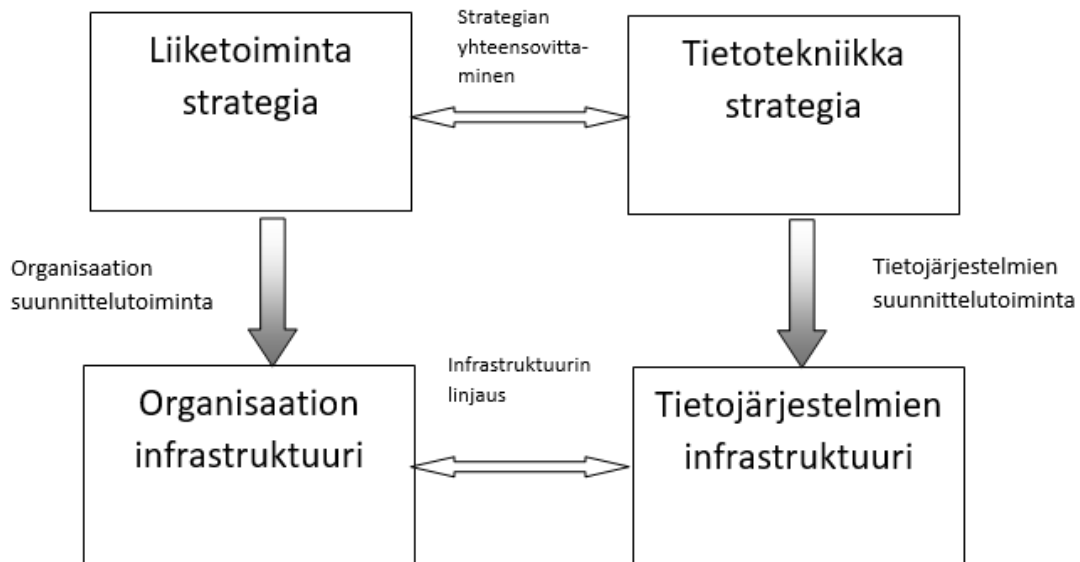


Kuvio 3. Tietojärjestelmän hallintanäkymä (Silver ja muut, 1995, s. 364).

Tietojärjestelmiä hyödynnetään hyvin erilaisissa ympäristöissä, joissa niiden tuottama lisäarvo ei välttämättä ole suorassa suhteessa järjestelmän ominaisuuksiin (Silver ja muut, 1995, s. 369). Tietojärjestelmän suunnittelussa tulee tarkastella asioita usean näkökulman kautta. Pelkkä järjestelmän suunnittelu, ohjelmisto ja laitteet eivät riitä, vaan siinä tulee huomioida organisaatiokontekstin ja suunnitteluominaisuuksien välisiä vuorovaikutuksia (Silver ja muut, 1995, s. 369). Edellä mainitut sisältävät ympäristön organisaation ulkopuolella sekä organisaation strategian, rakenteet ja kulttuurin. Siksi monet tietojärjestelmäprojektit ovatkin sidoksissa organisaation strategiaan. Briggs ja muut (2010, s. 14) lisäksi toteavat, ettei tietojärjestelmien suunnittelussa ja niiden hyödyntämisessä voi pelkästään keskittyä teknisiin kysymyksiin, vaan myös ihmisiin. Tämän takia tietojärjestelmiä ei luokitella teknisiksi kokonaisuuksiksi vaan enemmän sosioteknisiksi kokonaisuuksiksi, koska siellä on aina mukana ihminen (Briggs ja muut, 2010, s. 14).

Strategian onnistunut jalkauttaminen organisaation läpi on haastava tehtävä, jossa suunnittelutoiminnalla on tärkeä rooli. Siinä pitää ottaa huomioon niin organisaatio- kuin

tietojärjestelmäsuunnittelua, jotta molemmat infrastruktuurit saadaan luotua tehokkaiksi. Kuvio 4 havainnollistaa linjaukset liiketoiminta- ja tietotekniikkastrategioiden sekä organisaatio- ja tietojärjestelmäinfrastruktuurien välillä.



Kuvio 4. Organisaatiosuunnittelu ja tietojärjestelmien suunnittelutoiminta (Muokattu Henderson & Venkatraman, 1993, s.8). (Hevner ja muut, 2007, s. 79).

2.2 Tekoäly

Tekoälyn (Artificial Intelligence, AI) ensiaskeleiden katsotaan tapahtuneen 1940-luvulla, jolloin tietojenkäsittelyn tutkijat alkoivat pohtia, olisiko koneita mahdollista opettaa ajattelemaan kuten ihmiset, mutta ensimmäinen tekoälyksi luokiteltava tietokoneohjelma esiteltiin 1950-luvun puolenvälin jälkeen (Ojanperä, 2023, s.24).

Mitä tekoäly sitten tarkoittaa? Tuominen & muut (2019, s.1–2) toteavat, että ”tekoälyllä ei ole tarkkaa yleistä määritelmää, vaan määritelmä riippuu asiayhteydestä”. Yleisesti tekoälystä sanotaan, että ihmismielessä ja tekoälyssä on samaa, koska molemmat suorittavat ongelmanratkaisua, oppimista, päättelyä ja vuorovaikutusta eli älyllisiä tehtäviä (Jain & Aggarwal, 2020, s. 3965; Gardner, 1999, s. 33–34). Toivonen (2023, s. 8) vastaavasti toteaa ”tekoäly on kielikuva, jolla tietokoneohjelman toiminta rinnastetaan

inhimilliseen älykkääseen toimintaan”, mutta lisää ettei tekoälyn ymmärrystä ja päätöksiä voi käsittää samalla tavalla kuin ihmisten vastaavia. Autioniemi (2021, s. 139) toteaa, että haasteena tekoälytutkimuksessa on tekoälyn määrittely eli mitä sillä tarkoitetaan. Käytännössä tekoäly on ohjelmointia, tilastotiedettä ja matematiikkaa eli matriiseja, vektoreita, derivointia ja tilastollisia todennäköisyyksiä (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 27). Kananen & Puolimatkan (2019) mukaan Suomessa käytetään tekoälyyn liittyviä termejä (tekoäly, keinoäly, kone- ja syväoppiminen) epämääräisesti, sillä ei ole olemassa vain yhtä tekoälyteknologiaa, vaan tekoäly muodostuu useista teknologioista, tutkimussuunnista ja menetelmistä.

Tekoäly on vielä toistaiseksi tarkasti rajatun tehtävän suorittava väline, työkalu, jossa tärkeää osaa näyttelevät data, algoritmit ja laskentakapasiteetti. Monesti ajatellaan tekoälyn toimivan kuin ihmisten aivot, mutta tekoäly ei vielä osaa ajatella ihmisten tavoin, vaan käytetty algoritmi on suunniteltu toimimaan tietyllä tavalla tiettyihin herätteisiin. Tässä tekoäly eroaa ihmisaivoista ajattelun ja ilman tietoista ajattelua toimimisen kannalta. Samalla siltä puuttuu luovuus ja empatia, jota taas ihmisillä on, joten myös siksi tekoälyn ja ihmisten vertaaminen on hankalaa (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 38) Toivonen (2023, s. 12) vastaavasti toteaa hyvin mielenkiintoisesti, ”ei kannata saivarrella siitä, missä kulkee (teko)älykkyyden raja, kun yksimielisyyttä ei ole edes siitä, mitä älykkyyden raja on”. Merilehdon (2018) mukaan tutkijat ympäri maailmaa yrittävät kehittää tekoälyä kohti ihmisten kaltaista älykkyyttä, mutta haasteena on tekoälyn itsenäinen oppiminen sekä siirto-oppiminen (transfer learning). Siirto-oppiminen on koneoppimista ja siinä jo tiettyyn tehtävään koulutettu malli hienosäädetään uuteen edelliseen tehtävään liittyvään malliin.

Tekoäly ei kuitenkaan aiheuta kaikissa pelkästään positiivisia ajatuksia, vaan se nähdään myös eräänlaisena uhkana. Tahot, jotka osaavat ja kykenevät kehittämään tekoälyä, ovat pystyneet luomaan yrityksille uusia tapoja kasvattaa tuottojaan ja kasvattaa omistajien varallisuutta. Tämä on herättänyt ajatuksen varallisuuden keskittymisestä harvoille ja hyötykö tekoälystä vain se pieni osa ihmisistä, joilla on varaa sijoittaa etupainotteisesti

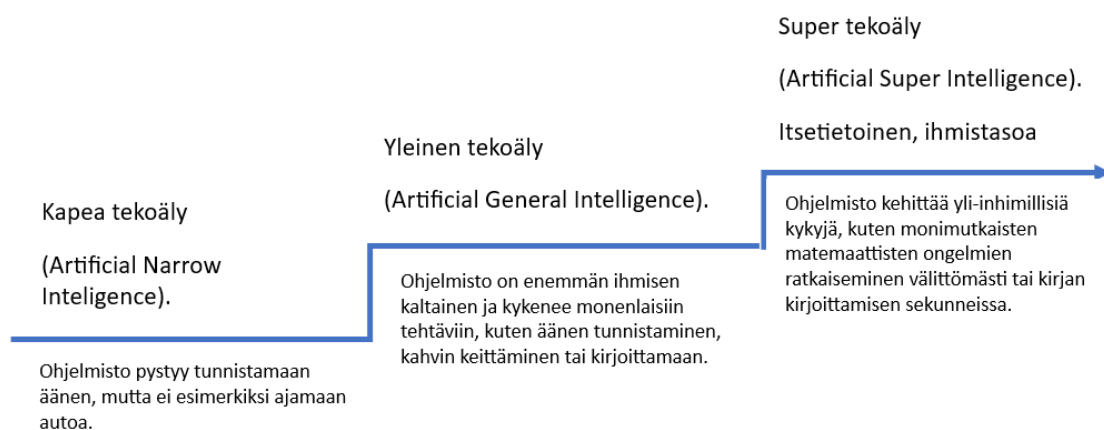
suuria summia alan teollisuuteen. (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 25; Aaltonen, 2019, s.24) On vaikea kiistää, etteikö tekoäly vaikuttaisi jo nyt yhteiskunnan ja yritysten toimintaan ja tekoälysovellusten toiminta yhteiskunnan toimintatapoja (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 216). Yleisesti kuitenkin nähdään, että tekoälyn kehitys tulee hyödyttämään ihmisiä parantuneen arjen muodossa (Aaltonen, 2019, s. 25). Tämän takia tulee ymmärtää, että tekoäly tulee vaikuttamaan yhteiskuntaan hyvin laajalla alueella ja sen myötä tekoälyn etiikasta ja moraalista pitää keskustella laajasti (Hiltunen, 2018, s. 42).

Tekoäly, sen käyttö ja erityisesti tekoälyn vaikutus yritystoimintaan ja työtehtäviin on ollut viime vuosien yksi puhutuimmista aiheista. On sanottu ja sanotaan edelleen, että tekoäly tulee korvaamaan yritysten rutiinitehtävät, mutta esille on noussut myös koulutettujen ”valkokaulustyöntekijöiden” korvaaminen, jopa haastavat asiantuntijatason tehtävät, koska tekoäly mahdollistaa tehtävien suorittamisen paremmin, nopeammin ja halvemmalla (Kananen & Puolitaival, 2019, s.214; Kaplan & Haenlein, 2019, s. 22; Ojanperä, 2023, s.128–129) Kaplan & Haenlein (2019) näkevät tekoälyn vaikuttavan myös yritysten ja niiden asiakkaiden välisiin suhteisiin, kuten myös yhteiskunnan ja muiden yritysten suhteisiin. Vuosisatojen aikana tekniikan kehittyminen ja teolliset vallankumoukset ovat muokanneet yhteiskuntaa radikaalisti, miksi ei siis myös tekoäly ja sen kehittyminen tekisi sitä. Nyt menossa oleva neljäs teollinen vallankumous, Teollisuus 4.0, koskee juuri tekoälyä ja digitaalisuutta: esineiden Internet, robotiikka, big data, älykkäät sensorit ja muut palvelut, joita saadaan käytettyä eri teknologioiden kautta ja luotua arvoa lisääviä uudentyypisiä palveluita.

2.3 Tekoälyn osa-alueet ja tasot

Tekoälyä tarkemmin tutkittaessa, se voidaan periaatteessa jakaa osa-alueisiin ja tasoihin. Näitä osa-alueita ovat koneoppiminen (Machine Learning), syväoppiminen ja neuroverkot (Deep Learning & Neural Networks) ja robotiikka. Tekoälyn tasoista (kuvi 5) on käytössä useampia eri nimityksiä. Niitä ovat heikko- tai kapea tekoäly (Weak Artificial Intelligence/ Narrow Artificial Intelligence), vahva- tai yleinen tekoäly (Strong

Artificial Intelligence/ General Artificial Intelligence) sekä supertekoäly (Artificial Super Intelligence). Tekoälyn tasojen rajat ovat vaikeasti määriteltävissä. Supertekoälyn katsotaan kuuluvan samaan vahvan tekoälyn tasoon, jossa on yleinen tekoäly, vaikka näiden älyn tasoissa on suuri ero. Nivala (2019, s. 23) toteaa ”vahva tekoäly kykenisi toimimaan millä tahansa elämän alueella ja sillä olisi ihmisen kaltainen tietoisuus, tahto tai ainakin ymmärrys siitä, mitä se on tekemässä”. Käytännössä tänä päivänä käytössä oleva tekoäly on heikkoa-/kapeaa tekoälyä (Merilehto, 2018, s. 18; Kananen & Puolitaival, 2019, s. 39).



Kuvio 5. Tekoälyn tasot (Kaplan & Haenlein, 2019).

1950-luvulla Alan Turing oli mukana määrittelemässä tekoälyn käsitettä. Hänen kehittämällään Turingin testillä voidaan todeta tekoälyn äly, jos ihminen vuoropuhelussa tekoälyn kanssa ei pysty erottamaan, onko kanssakeskustelija ihminen vai tekoäly. Ongelmana kuitenkin on älykkyyden käsite ja sen mittaaminen koneilta. (Nivala, 2019, s. 24). Koneilla itsessään ei kuitenkaan ole älyä, vaan kaikki on toistaiseksi siis ihmisen luomaa. Kaplan (2016, s. 34) toteaa, ettei älyä siten, miten ihmiset sen ymmärtävät, tule koskaan olemaankaan. Hänen mukaansa edistysaskeleet johtuvat lähinnä saatavilla olevien työkalujen määrästä ja teknologian kehittymisestä, mikä auttaa laskentatehon ja suurien tietomäärien käsittelyssä.

2.3.1 Heikko tekoäly

Heikolla tekoälyllä tarkoitetaan järjestelmiä, jotka on suunniteltu ihmisen toimesta toimimaan/tekemään tehtäviä tietyllä rajatulla alueella. Nimi kuvaa hyvin tekoälyn osaamisen tasoa eli se kykenee suorittamaan määrättyjä tehtäviä ilman tietoisuutta tai itsetietoisuutta (Merilehto, 2018, s. 18, 23). Tällaiset järjestelmät ovat tehokkaimmillaan kerrallaan yhden ongelman ratkaisuisissa, mutta eivät kykene itse tekemään päätöksiä, koska niiltä puuttuu yleinen älykkyys (Merilehto, 2018, s.24). Tämä tarkoittaa ajattelukyvyyn puutetta ja ymmärtämättömyyttä hahmottaa kokonaisuuksia, koska toiminta perustuu algoritmeihin, dataan ja luotuihin sääntöihin. Heikko tekoäly on tällä hetkellä käytännössä ainoa käytettävä tekoäly (Merilehto, 2018, s.23; Kananen & Puolitaival, 2019, s. 38). Toivonen (2023, luku 10) toteaa tekoälystä ”Mitä kapeampi ohjelman tarkoitus on, sitä helpompi se on saada toimimaan tarkoituksenmukaisesti Toisaalta: mitä kapeampi tarkoitus, sitä rajoittuneempi ohjelman tarkoituksenmukaisuus”. Tässä pitää vielä ottaa huomioon, että tarkoituksenmukaisuus on subjektiivista, koska se määräytyy käyttäjän kokemuksen mukaan (Toivonen, 2023, luku 10).

Heikko tekoäly voidaan jakaa kahteen eri osa-alueeseen - kapeisiin tekoälyn sovelluksiin ja avustaviin tekoälyn toteutuksiin (Numminen, 2023). Sovellukset toimivat jossain määrin itsenäisesti, esim. Siri, Alexa ja Google Assistant. Vastaavasti avustavat ratkaisut toimivat avustajina suppealla alueella, jossa koneoppimisella käsitellään suuria datamääriä. Heikkoa tekoälyä käytetään myös laajalti liiketoiminnassa ja lääketieteessä. Liiketoiminnassa heikkoa tekoälyä käytetään esimerkiksi asiakaspalveluboteissa, myynnin ennustamisessa sekä erilaisissa data-analyseissä. Lääketieteessä tämänhetkinen päähyöty on diagnosoinnissa ja kuvantamisessa, jossa tekoäly pystyy tunnistamaan kasvaimia tai muita sairauksia. Autojen itsenäinen ajaminen ja autojen erilaiset turva- ja muut järjestelmät pohjautuvat heikkoon tekoälyyn.

2.3.2 Vahva tekoäly

Vahvalla tekoälyllä tarkoitetaan tekoälyä, joka on älykkäämpi kuin ihminen usealla eri alueella ja ennen kaikkea on kykeneväinen soveltamaan oppimista, toteuttamaan rationaalista päättelykykyä sekä mukautumaan uusiin haasteisiin eli suoriutuu samoista älyllisistä toiminnoista kuin ihminen.

Vaikka tekoäly pystyy löytämään datasta malleja ja säännönmukaisuuksia sekä pystyy ennustamaan tulevat tapahtumat datasta, sillä on vaikeuksia tai jopa mahdotonta hahmottaa asiayhteyksiä ja kokonaisuuksia. Tekoälyltä puuttuu ihmisten niin sanottu maalaisjärki, joka tekee ihmisen toiminnasta inhimillisempää ja ehkä loogisempaa. Tekoäly on kuitenkin ihmisten ohjelmoimaa ja opettamaa, vaikka se tekisi millaisia tehtäviä tahansa. (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 40) Lisäksi tekoälyn koko älyllisen kapasiteetin hyödyntämiseen on vielä pitkä matka (Aaltonen & Merilehto, 2019, s. 50).

Kuten edellä on mainittu, tällä hetkellä on käytössä vain heikkoa tekoälyä. Vahvan tekoälyn ymmärtämisessä on kuitenkin päästy eteenpäin. Sen kehittämiseen tarvitaan syy - seuraus -suhteen kuvaamista selvällä tavalla eli tekoälyn tulisi itsenäisesti osata vastata kysymykseen ”miksi?” (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 41). Kananen ja Puolitaival (2019) mukaan tällä hetkellä käytössä olevat tekoälytoteutukset pohjautuvat suureen datamäärään ja pystyvät vastaamaan ”mitä” ja ”miten” kysymyksiin, mutta ei olennaiseen ”miksi”. Jotta edellä mainitut kysymykset saavat vastauksen, koneiden älykkyyden pitäisi yltää ihmisen kaltaisen älykkyyden tasolle ja se vaatisi ratkaisua, miten koneiden itsenäinen oppiminen ja siirto-oppiminen (Transfer Learning) voidaan ratkaista ja toteuttaa (Merilehto, 2018, s. 24). Itsenäinen oppiminen tarkoittaa koneen oppimista ilman ihmisen antamaa apua. Siirto-oppimiseen tarvitaan kyky yleistää, joka on osittain löydettävissä neuroverkoissa, mutta sitä ei olla vielä kokonaan onnistuttu ratkaisemaan, sillä neuroverkot eivät vielä kykene yleistämään tietoa, vaikka osittain pystyvätkin hankkimaan tietoa itsekseen (Merilehto, 2018, s. 24–25).

2.4 Koneoppiminen

Koneoppiminen (Machine Learning, ML) on tekoälyn osa-alue, menetelmä, joka datan kautta opettaa tekoälyä tai tekoäly oppii datasta ja/tai ohjelmiston käyttäjän tekemien toimien pohjalta. Ojanperä (2023, s.25) toteaa osuvasti ” tekoälyn koneoppiminen vaatii paljon toistoja, niin kuin lapsen tai koiranpennun oppimisprosessikin - oppimisprosessissaan tekoäly on jatkuvasti uuden äärellä.” Koneoppimisen ideana on algoritminen käyttäminen, jotka kehittyvät sitä mukaa, kun niitä käytetään datan käsittelyyn (Ojanperä, 2023, s. 28; Merilehto, 2018, s. 28). Tämän ansiosta malli kehittyy ja sitä kautta saadaan parempia lopputuloksia. Tulkitun datan määrä ja laatu vaikuttaa siihen, miten tarkka lopputulos pystytään luomaan (Ojanperä, 2023, s. 28; Merilehto, 2018, s. 27–28). Toisenlaisella määritelmällä koneoppimista kuvataan sovelletun tilaston muotona, joka painottaa monimutkaisten funktioiden tilastollista estimointia ja matalampaa painotusta näiden toimintojen luottamusvälin todentamiseen tietokoneiden avustuksella (Goodfellow ja muut, 2016, s. 97). Koneoppimisen on sanottu olevan merkittävä tekijä teollisuuden uudistamisessa (Younis ja muut, 2020, s. 917).

Goodfellow ja muut (2016, s. 97) toteavat, että koneoppiminen auttaa ihmisiä käsittelemään tehtäviä, jotka olisivat ratkaisemattomia nykyisillä ohjelmistoilla. He jatkavat: ”tieteellisestä ja filosofisesta näkökulmasta koneoppiminen on mielenkiintoista, koska sen ymmärtämisen kehittäminen edellyttää ymmärryksemme kehittämistä älykkyyden perustana olevista periaatteista”. Tekoälymallien koulutuksessa pitää ottaa eri kulttuurit huomioon, koska muuten datasta saadut mallit eivät edusta tarpeeksi laajaa otantaa ja se saattaa aiheuttaa vääristyneitä tuloksia (Ojanperä, 2023, s. 167).

Merilehto (2018) toteaa, että tällä hetkellä tulee vielä keskittyä mahdollisimman selvärajaisiin haasteisiin johtuen koneoppimisen tasosta. Nykyisen tiedon valossa ongelman ollessa tarkkaan määritelty ja ymmärretty, koneoppiminen ja heikko tekoäly toimivat varsin hyvin yhteen. Silti pitää muistaa, ettei tekoäly ymmärrä sanojen merkitystä, vaikka se oppii malleja ja rakenteita (Ojanperä, 2023, s. 40). Nivalan (2019)

mielestä tekoälystä ja koneoppimisesta puhuminen on saanut hieman erikoisia piirteitä. Hän käyttää vertauksena sääennusteita, jotka ovat tietokoneilla mallinnettuja, mutta niistä ei puhuta tekoälynä, vaikka ne ovat samanlaista toimintaa kuin koneoppiminen.

Koneoppiminen jakautuu kolmeen päätyyppiin: ohjattuun oppimiseen, ohjaamattomaan oppimiseen ja vahvistusoppimiseen. Ojanperän (2023) mukaan ohjattu oppiminen (Supervised Learning) on tällä hetkellä koneoppimisen päätyyppi, sillä se ei ole teknisesti niin haastava, mitä kaksi muuta päätyyppiä ovat, ja se on nykyajan teknisillä ratkaisuilla kohtuullisen helppo toteuttaa. Jotta kone oppisi, niin olemassa oleva data jaetaan opetusdataan ja testidataan. Pääosa datasta käytetään opetusdatana ja loput testidatana (Merilehto, 2018, s. 29). Tällöin järjestelmälle kerrotaan, miten dataa tulee käsitellä ja käytettävä data perustuu jonkin kohteen kvantitatiiviseen mittaustulokseen. Lopuksi tutkitaan saatu lopputulos (opetusdatan ennuste) vertaamalla sitä testidataan (Goodfellow ja muut, 2016, s. 97; Merilehto, 2018, s. 29, 42). Toinen tapa opettaa konetta on saada se tunnistamaan erilaisia elementtejä teksteistä ja kuvista (Merilehto, 2018, s. 28).

Ohjatun oppimisen käyttöesimerkkejä ovat (Technopedia, 2024)

1. **Kuvantunnistus ja objektien tunnistaminen:** Esimerkiksi kasvojentunnistus tai liikennemerkkien tunnistus.
2. **Konekäännös:** Tekstien kääntämistä eri kielten välillä, opetusdatana käännöksiä.
3. **Huijausten havaitseminen:** Rahoituslaitoksissa ja tietoturvassa havaitsemaan epätavallista käyttäytymistä.
4. **Lääketieteellinen diagnoosi:** Sairauksien diagnosoinnissa tai kuvantamisessa.
5. **Asiakkaan ennustaminen ja suositusten tekeminen:** Asiakaskäyttäjymisen ennustamista ja tuotesuosituksia.

Ohjaamaton oppiminen (Unsupervised Learning) on teknisesti ohjattua oppimista kehittyneempi versio. Ohjaamattomassa oppimisessä vastausta ei ole annettu valmiiksi, vaan, kone joutuu itse päättämään ja etsimään algoritmin avulla saadusta datasta säännönmukaisuuksia eli malleja (Kananen & Puolitaival, s. 51). Tavoitteena on saada

kone järjestämään data itsenäisesti, ja algoritmin löytämään poikkeamat sekä samalla oppimaan tietojoukon rakenteen hyödyllisiä ominaisuuksia (Goodfellow ja muut, 2016, s. 103). Ohjaamattoman oppimisen tavoitteena on määrittellä arvojen mallit ja objektien rakenteet yhdenmukaisuuksien ja eroavaisuuksien mukaisesti (Ojanperä, 2023, s. 25). Ohjaamaton oppiminen mahdollistaa sen käyttämisen toiminnoissa, josta datasta etsitään poikkeamia, joita ihmiset eivät välttämättä havaitse, esimerkiksi sairauksien hoidoissa ja diagnosoinneissa. (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 53–54; Ojanperä, 2023, s. 25).

Ohjaamattoman oppimisen käyttöesimerkkejä ovat (Technopedia, 2024)

1. **Klusterointi:** Samankaltaisten tietojen tai objektien ryhmittäminen.
2. **Mallien ymmärtäminen:** Piilevien rakenteiden ja datan ominaisuuksien tunnistaminen monimutkaisten järjestelmien luomisessa.
3. **Tietojen esikäsittely:** Tiedon esikäsittely ja jalostus muihin koneoppimismenetelmiin.
4. **Anomalian havaitseminen:** Epätavallisten tai poikkeavien piirteiden havaitseminen datassa.
5. **Suosituksen tekeminen:** Asiakasymmärryksen tai käyttäjämieltymyksen ymmärtäminen.

Koneoppimisen kolmas ja toimintatavaltaan kehittynein malli on vahvistusoppiminen (Reinforcement Learning), joka sisältää vaikutteita peliteoriasta ja kognitiivisesta psykologiasta (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 159). Kyseisessä mallissa kone voi oppia kokeilemalla sekä virheistään (Ojanperä, 2023, s. 25; Nayeri ja muut, 2021, s. 16). Vahvistusoppimisen päätekijöinä on kaksi elementtiä – agentti ja ympäristö (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 152). Agentiksi on määritelty algoritmi, joka toimii positiivisen ja negatiivisen palautteen perusteella. Se kehittää toimintaansa saadun palautteen perusteella ja tavoitteena on löytää mahdollisimman paljon positiivisia pisteitä (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 152). Positiivisten pisteiden löytymisen jälkeen agentti palkitaan pääsyllä uuteen tilaan, jossa valitaan uusi toiminta ja iterointi jatkuu tämän

menettelyn kautta (Imtiaz ja muut, 2024, s. 6). Vahvistusoppimisen ideologia pohjautuu ongelmanratkaisutekniikkaan, jossa algoritmi keskittyy ympäristön tutkimiseen. Erona ohjattuun oppimiseen on, että oikeita data-vastaus-pareja ei tarvita eikä heikkoja ratkaisuja korjata (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 159; Imtiaz ja muut, 2024, s. 6). Imtiaz ja muiden (2024) mukaan ”tavallisessa elämässä vahvistusoppiminen voidaan havaita elävissä olennoissa rangaistuksen tai palkitsemisen kautta, mikä vahvistaa positiivista käyttäytymistä ja tukahduttaa negatiivista käyttäytymistä”.

Koneoppimisen teknologian kehittyessä varsinkin vahvistusoppimisen kehittyminen luo uusia tekoälyn hyödyntämisen mahdollisuuksia todellisiin ongelmiin satunnaisuuden huomioimisella ja koneen optimoinnilla. Tähän mennessä vahvistusoppimisen käyttö on ollut selvästi kahta muuta mallia haastavampaa. Vahvistusoppimisen kehittyminen antaa mahdollisuuden hyödyntää tekoälyä jopa silloin, kun historiadataa ei ole tarpeeksi saatavilla. (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 168) Vahvistusoppimisen käytännön hyödyntämisen haaste on oppimiskierron pituus eli päätöksiä saamisessa voi kestää viikkoja. Vahvistusoppimista on käytetty onnistuneesti itseohjautuvissa autoissa, yritysten dynaamisissa hinnoittelussa sekä erilaisissa päätöskoneissa. (Kananen & Puolitaival, 2019, s. 159). Toivonen (2023) toteaa, että ”vahvistusoppiminen on tasapainoilua yhtäältä tunnettujen toimintatapojen, toisaalta tuntemattomien, mutta mahdollisesti parempien tapojen kokeilemisen välillä”.

2.5 Bin packing -ongelma

Bin packing -ongelma, bin packing problem (BPP), on perinteinen optimointiongelma, jonka tavoitteena on löytää optimaalinen ratkaisu siihen, miten kuljetusyksikkö voidaan pakata mahdollisimman täyteen käyttäen mahdollisimman vähän kuljetusyksiköitä, kuitenkin ylittämättä kuljetusyksikön painorajoja (Bertazzi, Golden & Wang, 2019, s. 63; Fukunaga & Korf, 2007, s. 393). Yleisimmät bin packing -ongelmat ovat 1D, 2D ja 3D ongelmia eli yksiulotteisesta kolmiulotteiseen bin packing -ongelmaan. Perimmäisenä tarkoituksena on hukkatilan minimointi, joka pienentää kustannuksia eli kasvattaa voittomarginaalia ja vähentää negatiivisia ympäristövaikutuksia. Kuljetusyksiköitä voivat

olla esimerkiksi laivoissa tai lentokoneissa käytettävät tavarakontit, rekka-autojen perävaunut ja vastaavat. Bin packing -ongelma-algoritmeja käytetään jopa sellaisissa tilanteissa, jossa järjestelmä ennakoii parasta tavaroiden sijoittelua kuljetuslaatikkoon, vaikka muista laatikkoon tulevista tavaroista ei ole vielä tietoa (Ram, 2023). Ram (2023) mukaan vielä ei ole olemassa sellaista algoritmia, joka pystyisi ratkaisemaan tehokkaasti bin packing -ongelmat. Ensimmäisiä bin packing -ongelmia käsitteleviä tekstejä löytyy 1960-luvulta (Kantorovich L V. *Mathematical methods of organizing and planning production*).

Garey & Johnson määrittivät kirjassaan *Computers and Intractability: A guide to the theory of NP-completeness* (1979) bin packing -ongelman olevan NP-kova ongelma. Tiivistettynä voi sanoa, että NP-kovien ongelmien ratkaisussa valitaan nopeuden ja laadun välillä. Johnson (2007, s. 1) kuvaa määrittelemäänsä NP-ongelmaa kansanomaisesti ”kuin etsisi neulaa heinäkasasta”. Määritelmä tosin on hänen mukaansa harhaan johtava, koska vastaava NP-täydellinen ongelma ”ei koske neulan löytämistä, vaan onko heinäkasassa sellainen”. Coffmanin ja muiden (1984) mukaan edellisen määritelmän takia aiheen tutkimukset painottuvat heurististen ja approksimaatioalgoritmien ja näiden pahimpien tapausten (worst-case) suorituskykyanalyysiin.

2.6 Lisätty todellisuus (Augmented Reality, AR)

Lisätty todellisuus, englanniksi Augmented Reality, (AR) on teknologinen toteutus, jonka avulla fyysinen ympäristö ja digitaaliset toteutukset mahdollistavat keskinäisen vuorovaikutuksen reaaliajassa (Grubert ja muut, 2017, s. 1706). Van Krevelen & Poelman (2010, s. 1) määrittelevät lisätyn todellisuuden olevan teknologia, jonka avulla ”ihminen voi nähdä enemmän kuin muut näkevät, kuulla enemmän kuin muut kuulevat ja ehkä jopa koskettaa, haistaa ja maistaa asioita, joita muut eivät voi”. Toisin sanoen siinä missä virtuaalitodellisuus on toteutettu täysin tietokoneella, lisätty todellisuus monipuolistaa käyttäjän aistihavaintoja lisäämällä tietoa käyttäjän todelliseen ympäristöön eli näiden

erona on juuri todellisuus. Todellisuuden määritelmänä on se, minkä näemme omin silmin ympärillämme (Aaltola & Merilinna, 2019, s. 66).

Lisätty todellisuus ja lisätty virtuaalisuus muodostavat yhdessä sekoittuneen todellisuuden. Lisätty todellisuus sisältää erilaisia teknologioita, joiden avulla voidaan lisätä digitaalisia esineitä fyysiseen maailmaan näytöllisten laitteiden avulla (Eswaran ja muut, 2022; Fraga-Lamas ja muut, 2017; Bimber ja Raskar, 2006).

Tällaisia näyttöjä ovat:

- kädessä pidettävät laitteet (Hand-Held Displays, HHD)
 - esim. tabletit, älypuhelimet
- päähän asetettavat näytöt (Head-Mounted Displays, HMD)
 - esim. älylasit, älykypärät, kontaktilinssit
 - käyttäjä näkee ympärillä olevan ympäristön
- spatiaaliset näytöt
 - käyttävät digitaalisia projektoreita näyttämään graafista tietoa fyysisistä kohteista esim. 3D kaupunki.

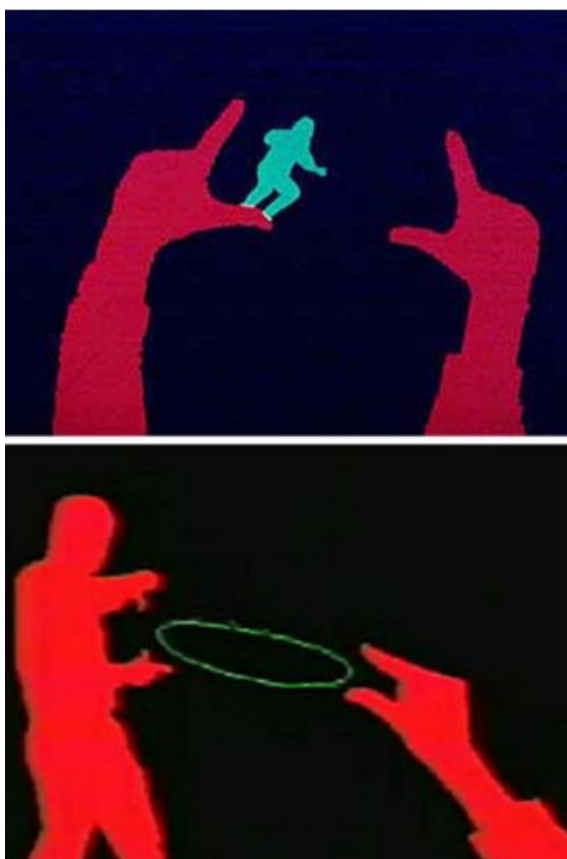
Käytetyt tekniikat mahdollistavat todellisuuden ja virtuaalisten kohteiden synkronisen toiminnan. Lisätyn todellisuuden sovelluksista on olemassa kehittyneempiä ja informatiivisempia laitteita, jotka tukevat puhetta, ääntä ja tuntoaistista (haptista) palautetta (Siriwardhana ja muut, 2021). Tällöin sovellukset tuottavat käyttäjille tietokannoista saaduilla lisätiedoilla tietoa vallitsevasta ympäristöstä (MEC, 2018, s. 29).

Yleensä AR-järjestelmällä on seuraavat kolme ominaisuutta (Azuma ja muut, 2001):

- Yhdistää todellisia ja virtuaalisia objekteja todellisessa ympäristössä
- Toimii interaktiivisesti ja reaaliajassa.
- Rekisteröi (kohdistaa) todelliset ja virtuaaliset objektit toisiinsa

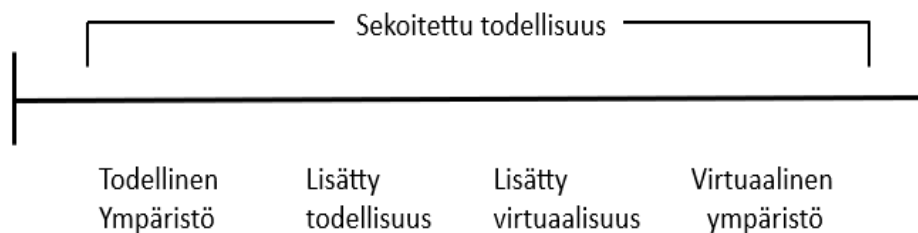
Van Krevelen ja Poelman (2010) ovat vielä lisänneet kolmiulotteisuuden interaktiivisuuteen ja reaaliajassa toimimiseen.

Ensimmäisen lisätyn todellisuuden -järjestelmän katsotaan syntyneen 1950-luvulla Morton Heiligin ajatuksesta, kun hänen mielestään elokuvan pitäisi mahdollistaa kaikkien aistien käytön vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa (Daponte ja muut, 2014, s, 54). Vuonna 1962 hän esitteli Sensorama nimisen simulaattorin, joka tuotti ääniä, värähtelyjä, visualisointeja sekä hajuja. Ivan Sutherland kehitti ensimmäisen päähän asetettavan näytön (HMD) vuonna 1968 (ks. Sutherland, I. "A Head-Mounted Three-Dimensional Display, 1968) (Azuma ja muut, 2001). Seuraava merkittävä kehitysaskel otettiin vuonna 1975, kun Myron Krueger onnistui luomaan vuorovaikutusta käyttäjän ja virtuaalisen objektin välillä (kuvio 6) (Levin, 2006).



Kuvio 6. Vuorovaikutusmoduulit Kruegerin Videoplacesta, 1969–1975 (Levin, 2006, s. 464).

Seuraavan merkittävän määritelmän teki Milgram (1994, s. 2–3), joka on määritellyt reaali-virtuaaliympäristöistä jatkumon, joissa lisätty todellisuus (AR) on osa sekoitetun todellisuuden (MR) yleistä aluetta (kuvio 7).



Kuvio 7. Milgramin todellisuus-virtuaalisuus jatkumo, (muokattu Milgram & Kishino, 1994, s.3). (Azuma ja muut, 2001, s. 34).

Wikipedia määrittelee sekoitetun todellisuuden (Mixed Reality, MR) seuraavasti. ”Se on termi, jota käytetään kuvaamaan todellisen ympäristön ja tietokoneella luodun ympäristön yhdistämistä. Fyysiset ja virtuaaliset objektit voivat esiintyä rinnakkain sekoitetun todellisuuden ympäristöissä ja olla vuorovaikutuksessa reaaliajassa”. Sekä lisätyssä virtuaalisuudessa, jossa oikeita objekteja lisätään virtuaalitodellisuuteen, että virtuaaliympäristössä ympäröivä ympäristö on virtuaalinen, kun taas lisätyssä todellisuudessa näkyvä ympäristö on todellinen ja esineet virtuaalisia (Azuma ja muut, 2001, s. 34).

Lisätyn todellisuuden -toteutusten tekniset vaatimukset ovat selvästi korkeammat kuin virtuaalitodellisuuden (VR) vastaavat, koska siinä mukaan otetaan todellisuus, mikä vaatii laitteistoilta paljon enemmän. Tämän takia alan kehittyminen on vienyt pidemmän ajan, mitä virtuaalitodellisuutta esittävät laitteistot, koska eri komponenttien tekninen kehitys ei ole mahdollistanut kunnollista AR-järjestelmien toteutusta, vaikka keskeiset komponentit (näytöt, seurantalaitteet, grafiikkatietokoneet ja ohjelmistot) ovat samoja, jotka Ivan Sutherland määritteli jo 1960-luvulla. (van Krevelen & Poelman, 2010, s. 1–2)

Vuonna 2014 suosituimpia lisätyn todellisuuden käyttöalueita olivat (Daponte, 2014):

- Urheilu, pelit ja koulutus (edutainment)
- Kulttuuriperintö
- Lääketiede

- Koulutus ja harjoittelu
- Markkinointi

2025 vastaavat alat ovat (Provenreality.com):

- Pelit ja viihde (esim. Pokemon GO)
- Koulutus ja harjoittelu (lääketiede, sotilaskoulutus)
- Lääketiede (kirurgiset simulaatiot, suonien paikantaminen)
- Vähittäiskauppa ja e-commerce (ostokokemuksen parantaminen virtuaalisilla työkaluilla esim. huonekalujen sijoittaminen kotiin)
- Mainonta ja markkinointi (interaktiiviset markkinointikampanjat)

Kuten edellisistä olevista listoista voi huomata, niin reilussa kymmenessä vuodessa ei ole tapahtunut kovin isoa muutosta suosituimpien käyttöalueiden välillä.

3 Tutkimusmenetelmät

Tutkielmassa käytettiin suunnittelutieteellistä tutkimusmenetelmää, jonka avulla suunniteltiin teoreettinen merihuolinnan artefakti. Tietoperusta ongelman ratkaisuun muodostui alkuhaastattelusta, jossa kirjattiin halutut toiminnot ja yleinen hahmotelma artefaktista. Tämän lisäksi tehtiin kirjallisuuskatsaus, jossa perehdyttiin aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen ja tutkimuksiin. Tietoperustan avulla suunniteltiin ensimmäinen luonnos artefaktista. Siinä kuvattiin artefakti eri toimintoihin ja osiosta riippuen suunnittelu oli syvempää tai hieman pintapuolisempaa. Tämän jälkeen aihio esitettiin yrityksen edustajalle kommentoitavaksi ja kommenttien perusteella parannettiin ja muokattiin eri toimintoja. Artefaktia paranneltiin palautteen perusteella. Valmiin artefaktin arvioinnin pohjana käytettiin Hevnerin ja muiden (2004) luoman suunnittelutieteellisen tutkimuksen ohjeita (taulukko 2). Koska suunniteltu artefakti on teoreettinen, suunnittelutieteellinen toteutus, niin hyödyllisyyden arviointi perustui keskusteluihin ja pohdintaan, miten tämän tyyppinen järjestelmä vaikuttaisi yrityksen toimintaan.

3.1 Tietojärjestelmätiede

Tietojärjestelmätiede on muodostunut eri tieteiden aloista. Siinä on osia insinööritieteistä, käyttäytymistieteistä sekä sosioekonomisista tieteistä. March ja Smith (1995, s. 251) toteavat, että ”tietojärjestelmätieteessä tarvitaan sekä suunnittelu- että luonnontieteitä, jotta tietojärjestelmätutkimus olisi sekä relevantti että tuloksia tuottavaa”. Luonnontieteet pyrkivät selittämään, miten ja miksi asiat ovat ja suunnittelutieteen tavoite on luoda artefakteja, jotta asetetut tavoitteet saavutetaan. Luonnontieteinä tarkoitetaan tässä perinteistä tutkimusta sosiaali- ja käyttäytymistieteissä, biologiassa sekä fysikaalisissa tieteissä (March & Smith, 1995, s. 253). Nämä ovat tieteenaloja, joissa tutkimuksen tarkoituksena on ymmärtää todellisuutta, mutta tietojärjestelmätieteen sisällä ei ole yhtenäistä mielipidettä siitä, mitä luonnontieteillä tarkoitetaan. Järvinen (2007, s. 42), Dresch ja muut (2015, s. 1119) erottavat luonnon- ja sosiaalitieteet toisistaan. Heidän mielestään sosiaalitieteet eivät

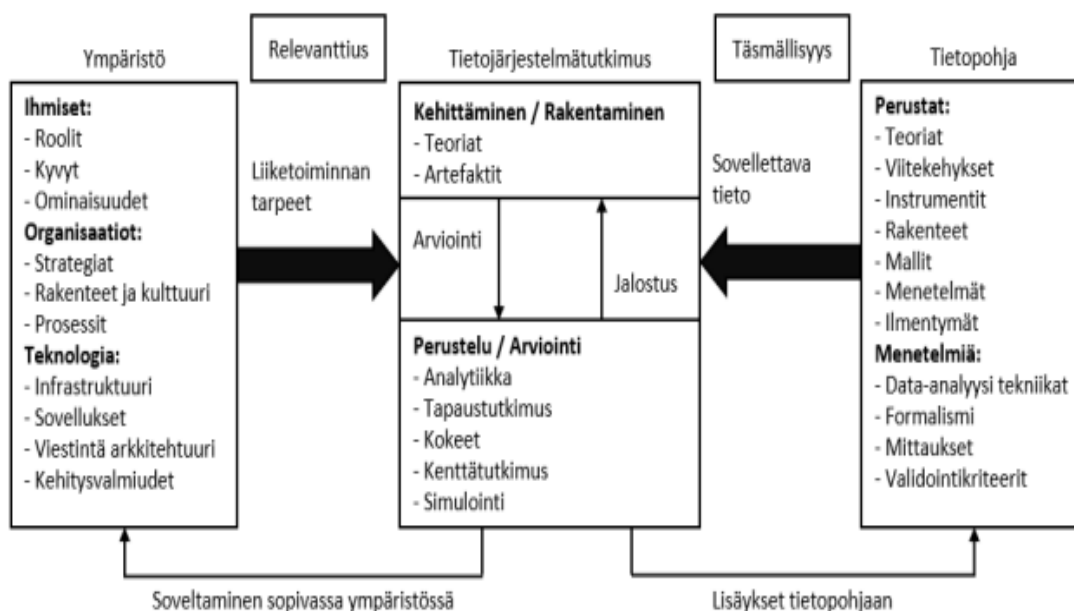
kuulu luonnontieteisiin, mutta yhteisinä piirteinä on, että molemmat tieteenalat yrittävät ymmärtää todellisuutta. Muita suosittuja tieteenaloja tietojärjestelmätutkimuksessa ovat olleet psykologia, taloustiede ja sosiologia (Lim ja muut, 2013, s. 16).

Tietojärjestelmätieteen voi määritellä seuraavasti: se tutkii tietojärjestelmiä, ihmisiä, organisaatioita ja niiden välistä vuorovaikutusta. Toisin sanoen tietojärjestelmätutkimus on ihmisten, organisaatioiden ja teknologian kohtaamispaikassa (Silver ja muut, 1995, s. 361). Tämä monitahoinen, eri asioiden huomioon ottaminen, on osaltaan vaikuttanut tietojärjestelmätutkimuksen merkittävään vaikutukseen ihmisten käytännön työssä ja organisaatioiden toiminnassa.

Tietojärjestelmien periaatteellisena tarkoituksena organisaatioissa on parantaa tehokkuutta ja tuottavuutta. Tietojärjestelmätutkimuksen kehikön taas tulisi perustua suunnittelutieteen ja luonnontieteen vuorovaikutukseen, jolloin saadaan otettua mukaan sekä hyödyllisyys että teoria (March & Smith, 1995, s. 254; Avgerou, 1999, s. 571).

Hevner ja muut (2004, s. 80) kehittivät tietojärjestelmätutkimuksen perusrakenteen viitekehyksen, jonka avulla tietojärjestelmätutkimusta voidaan ymmärtää ja toteuttaa (kuviot 8). Viitekehys on jaettu kolmeen osaan: Ympäristö, Tietojärjestelmätutkimus sekä Tietopohja. Ympäristö käsittää ihmiset, organisaatiot ja teknologiat (olemassa olevat tai suunnitellut), jotka siten määrittelevät tavoitteet, tehtävät, ongelmat ja mahdollisuudet organisaation viitekehyksessä eli tutkimustoiminnan liittäminen organisaation todellisiin tarpeisiin vastaa tutkimuksen relevanssia. (Hevner ja muut, 2004; vom Brocke ja muut, 2020) Tietopohja vastaavasti sisältää perustat ja metodologiat, joiden avulla tutkimus toteutetaan. Perusta sisältää aiempia tutkimuksia, teorioita, viitteitä, konstruktioita ja malleja, joita käytetään tutkimuksen luomisessa (Hevner ja muut, 2004). Tietopohjan metodologiaosa antaa tutkimuksessa käytettävät ohjeet ja mittarit, joista valitaan tutkimukseen sopivimmat menetelmät. Kolmantena kohtana oleva tietojärjestelmätutkimus kokoaa yhteen kaksi edellä kuvattua osiota eli yhdistää

käyttäytymistieteen ja suunnittelutieteen. joiden avulla tutkimus saa organisaation tarpeet sekä tutkimusongelman ja tietopohjasta.



Kuvio 8. Tietojärjestelmätutkimuksen kehikko (mukaillen Hevner ja muut, 2004, s. 80).

Tietojärjestelmätieteen alalla on käsitelty paljon artefaktin määritelmää. Osa on keskustelua siitä, pitäisikö tieteenalan käsitellä vain tietoteknisen artefaktin suunnittelua vai pitäisikö siinä olla jotain muutakin. Hevner ja muut (2004) mukaan IT-arte faktit määritellään konstruktiivina (sanastona ja symboleina), malleina (abstraktioina ja esityksinä), metodeina (algoritmeina ja käytäntöinä) ja toteutuksina (rakennettuina systeemeinä tai prototyyppeinä). Edellisten määritelmien avulla tutkijat ja tietojärjestelmä alan ammattilaiset pystyvät paremmin ymmärtämään ja käsittelemään tietojärjestelmien kehittämiseen liittyviä haasteita organisaation kontekstissa. Vaikka (IT)-artefakti on vakiintunut termi tietojärjestelmätieteen alalla, niin löytyy myös heitä, joiden mielestä määritelmiä pitäisi muuttaa. Alter (2014, s. 48) toteaa, että sanan IT-artefakti käyttö pitäisi lopettaa, koska sen merkitys on muuttunut

niin paljon. Hänen mielestään tulisi käyttää termejä, joilla on selkeä yksiselitteinen merkitys. Artikkelissaan hän ehdottaa kolmea eri menettelytapaa:

1. oma määritelmä sekä empiiriselle että suunnittelututkimukselle
2. tiettyjen ohjeiden noudattaminen
3. työsystemi-käsitteen käyttöönottoa (work system theory eli WST).

Tietojärjestelmätutkimuksen sisällä käydään paljon keskustelua, mihin suuntaan tiedettä pitäisi viedä ja mitä tutkimustapoja tulisi käyttää. Asiat näyttävät selvästi riippuvan siitä, mitä koulukuntaa kyseessä oleva tutkija edustaa. Avgeroun (1999, s. 568) mukaan ”tietojärjestelmien tutkimusten kohde ei sovi helposti perinteisten tieteenalojen luokkiin”. Tämä on vaikuttanut siihen, että tietojärjestelmätiede on kohdannut monesta suunnasta epäilyksiä siitä, miten se voidaan käsittää vakavasti otettavana tieteenalana (Avgerou, 1999, s. 576). Etsiessä ja perehtyessä tämän tutkielman lähdemateriaaleihin, löytyi useita tietojärjestelmätieteen julkaisuja, joissa mainitaan muiden alojen tutkijoiden aliarvostus tietojärjestelmätiedettä kohtaan.

3.2 Suunnittelutieteellinen tutkimus

Hevner ja muiden (2004) mukaan tietojärjestelmätieteen tutkimusta määrittelevät kaksi paradigmaa: käyttäytymistiede (behavioral science) ja suunnittelutieteellinen tutkimus (design science). Käyttäytymistiede tutkii teorian kautta ilmiön kehitystä ja perustelua suhteessa liiketoimintatarpeeseen. Suunnittelutiede tarkastelee luotua IT-artefaktia sen hyödyllisyyden ja käyttökelpoisuuden kautta. Suunnittelutieteellisen tutkimuksen ongelmanratkaisukeskeinen lähestymistapa tukee luonnontieteiden teoreettisempaa lähestymistapaa. Sen avulla pystytään siis luomaan erilaisia innovaatioita, kuten ideoita, käytänteitä ja teknisiä ratkaisuja. Tämän takia suunnittelutieteen voidaan katsoa olevan eräänlainen ongelmanratkaisuprosessi, jossa apuna on ollut ”IS-kentän” läheinen yhteistyö käytännön ammattilaisten kanssa. Hevnerin (2004, s. 81) mukaan teknologinen kehitys on saavutettu tieteen prosessien innovatiivisesta ja luovasta suunnittelusta.

Suunnittelutieteessä on mahdollisuus valita usean eri tutkimusmetodologian välillä (Venable ja muut, 2017, s. 1). Valmisteltaessa suunnittelutieteellistä tutkimusta, tulee tarkkaan miettiä ja selvittää, mitkä ovat tutkimuksen tavoitteet ja mahdollinen lopputulema. Kun nämä ovat selvillä, voidaan keskittyä valitsemaan kyseiseen tutkimukseen parhaiten sopivat metodologia. Taulukko 1 vertailee tunnetuimpia tietojärjestelmätieteen tutkimusmetodologioita ja se antaa hyvän kokonaiskuvan metodologioiden eroista. Taulukon 1 elementtien ja alaelementtien kuvaukset löytyvät liitteestä 2.

Taulukko 1. DSR-metodologioiden vertailukehys (Venable ja muut, 2017, s.7–8, mukaillen Avison & Fitzgerald, 2006).

	SDRM	DSRPM	DSRM	ADR	SDSM	PADR
1. Filosofia						
a. Paradigma	Tiede, objektivisti, positivist	Tiede, objektivisti, positivist	Tiede, objektivisti, positivist	Järjestelmät, subjektivisti, tulkitseva	Järjestelmät, subjektivisti, tulkitseva	Järjestelmät, subjektivisti, tulkitseva
b. Tavoitteet	Uusi artefakti, parannus	Uusi artefakti, parannus	Uusi artefakti, parannus	Uusi artefakti, parannus, asiakaspalvelu ja merkityksellisyys	Uusi artefakti, parannus, tehokkuus	Uusi artefakti, parannus, tehokkuus, yhteisymmärrys ja emansipaatio
c. Domain	Ei tiettyä asiakasta	Ei tiettyä asiakasta	Ei tiettyä asiakasta	Yksittäinen asiakas	Yksi tai useita asiakkaita	Useita/yhteiskunnallisia asiakkaita
d. Kohde	Tietojärjestelmät, IT	Tietojärjestelmät, IT, menetit	Tietojärjestelmät, IT, menetit		Tuote tai prosessit	Tuote, urbaani informatiikka
2. Malli	Määrittelemätön	Määrittelemätön	Määrittelemätön	Määrittelemätön	Määrittelemätön	Määrittelemätön
3. Tekniikat & työkalut	Ei ole	Ei ole	Ei ole	Ei ole	Ei ole	Ei ole
4. Laajuus (DSR aktiviteetit)						
a. Ongelman arviointi	Tutki toimintoja ja vaatimuksia	Tietoisuus ongelmasta	Tunnista ongelma	Ongelman muotoilu	1. Opi tietystä ongelmasta 2. Inspiroi ja luo yleinen	Diagnosointi ja ongelman muotoilu (osallistuva ongelma)

	SDRM	DSRPM	DSRM	ADR	SDSM	PADR
					ongelma ja yleiset vaatimukset	ympäristö, etnografinen tutkimus)
b. Suunnittelu/kehikko	Rakenna käsitteellinen kehys	Ehdotus	Määrittele ratkaisun tavoitteet	Teoriaan juurtunut artefakti	2. Inspiroi ja luo yleinen ongelma ja yleiset vaatimukset	Toimintasuunnittelu (mahdollisuuksien tunnistaminen, osallistava suunnittelu)
c. Suunnittelu/valmistus	Suunnittele, analysoi ja rakenna järjestelmä	Kehitys	Suunnittelu & kehitys	Rakentamisen & asiaan puuttuminen	3. Intuitioi ja esitä yleinen ratkaisu, 5. & 7. Suunnittele ja rakenna erityinen ratkaisu	Toimenpiteet: Suunnittelu (osallistuva suunnittelu, prototyypit ja asennus)
d. Arviointi	Tarkkai- le/arvioi	Arviointi	Arviointi ja laaja mukautus päivittäiseen käyttöön	Asiaan puuttuminen & arviointi	4. Ennakoarviointi (yleinen), 6. Ennakoarviointi (erityinen), 8. Jälkiarviointi	Toimenpiteet: Suunnittelu; Vaikutusten arviointi: (etnografinen tutkimus, osallistuva arviointi)
e. Reflektointi	Kehitä teorioita & malleja, vahvistaa kokemusta	Reflektointi & abstraktio	Viestintä	Reflektointi, oppiminen, formalisointi	Jokainen arviointi sisältää reflektoinnin	Reflektio ja oppiminen: (Osallistuva asiakasoppi- minen, Suunnittelun teoretisointi käyttöliittymään)
5. Tuloste	Artefakti	Artefakti, teoria	Artefakti	Artefakti, suunnittelu-teoria	Artefakti, suunnittelu-teoria	Artefakti, suunnittelu-teoria

Suunnittelutieteessä pitää ottaa myös huomioon käyttäytymistieteet. Hevner ja muut (2004, s.76) toteavat, että muotoilutieteen ja käyttäytymistieteen tutkimuksen välillä pitäisi olla synergistinen suhde, sillä artefaktit, jotka ovat luotu suunnittelutieteellisen tutkimuksen avulla ”eivät ole vapautettu luonnonlaeista tai käyttäytymisteorioista”. Ihmisten ongelmanratkaisutaitoja ja organisaatioiden valmiuksia parantavat IT-artefaktit voivat luoda uusia tai kehittää vanhoja teorioita, joiden avulla voidaan tutkia ihmisten vuorovaikutusta organisaatiokontekstissa (Hevner ja muut, 2004, s. 77). Käyttäytymistieteellä on merkittävä rooli siinä, miten saadaan ymmärrettyä teknologian positiiviset muutokset, mutta myös negatiiviset vaikutukset kyseenalaistamalla teknologioiden todelliset vaikutukset (Sutton ja muut, 2018, s. 17). Sutton ja muut (2021) sanovat, että edistyneisiin teknologioihin liittyvä käyttäytymistutkimus saattaa hyötyä suunnittelutieteen implementoinnissa tutkimusohjelman olennaiseksi osaksi.

Esineiden käytössä, käyttöönotossa ja niiden hyväksymisessä organisatorisilla ja ihmisten keskinäisillä vuorovaikutuksilla on suuri merkitys. Sama koskee käyttäytymistieteen ja suunnittelutieteen synergioiden vahvistamista, sillä sen nähdään parantavan teoreettisia ja metodologisia perusteita, koska ne auttavat tietämyksen kasvattamisessa, joka koskee suunniteltujen artefaktien vaikuttavuutta ja suunnittelun arviointia ja tarkentamista. (Sutton ja muut, 2021, s. 2)

3.3 Suunnittelutieteellisen tutkimuksen suuntaviivat

Hevner ja muut (2004, s. 81) määrittelevät suunnittelutieteen ongelmanratkaisuprosessiksi, jonka peruseriaatteena on, että suunnitteluongelman ratkaisemiseksi kerätään tietoa sekä ymmärrystä artefaktin rakentamisessa ja soveltamisessa. Lisäksi he toteavat, että suunnittelutieteen tutkimuksessa luodut artefaktit ovat ”harvoin täysikasvuisia tietojärjestelmiä, joita käytetään käytännössä”.

Edellisen määritelmän pohjalta Hevner ja muut (2004) suunnittelivat seitsemän kohdan ohjeen. Liitteessä 2 vastataan seitsemän kohdan ohjeen kuvauksiin:

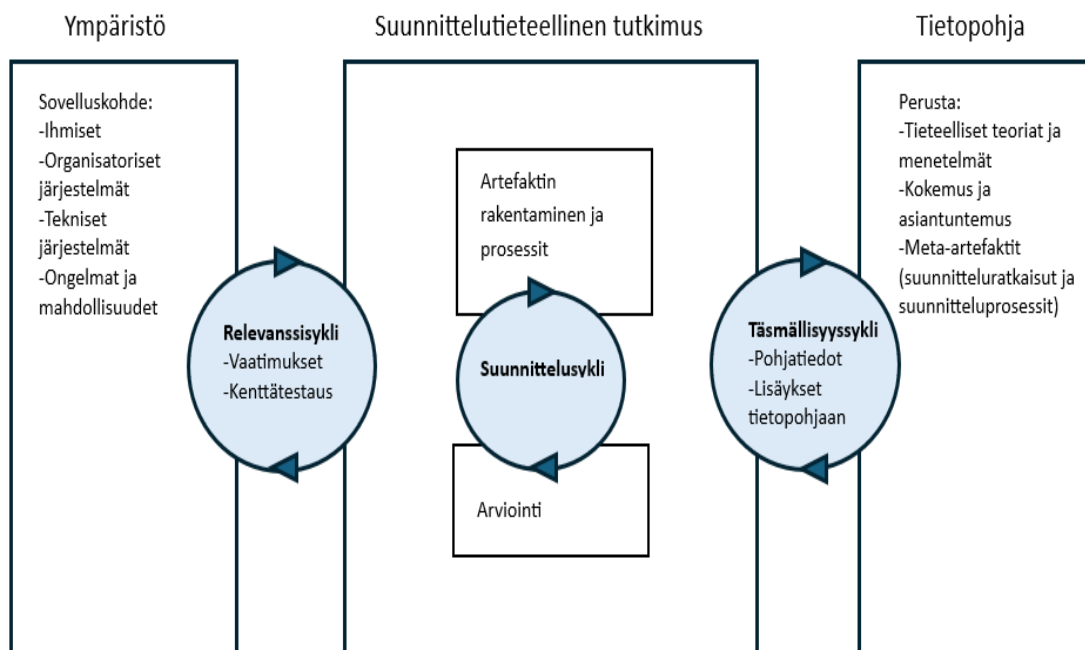
- Ohje 1: muotoilutieteellinen tutkimus edellyttää innovatiivisen, tarkoituksenmukaisen artefaktin luomista
- Ohje 2: tietylle ongelma-alueelle
- Ohje 3: artefaktin perusteellinen arviointi on ratkaisevan tärkeää
- Ohje 4: artefaktin on oltava innovatiivinen, ratkaistava tähän asti ratkaisematon ongelma tai ratkaiseva tunnettu ongelma tehokkaammalla tavalla
- Ohje 5: itse esineen on oltava tarkasti määriteltä, muodollisesti esitetty, johdonmukainen ja sisäisesti johdonmukainen
- Ohje 6: prosessi/artefakti, sisältää tai mahdollistaa hakuprosessin, jossa rakennetaan ongelmatila ja luodaan tai otetaan käyttöön mekanismi tehokkaan ratkaisun löytämiseksi
- Ohje 7: suunnittelutieteellisen tutkimuksen tulokset on viestittävä tehokkaasti

Taulukko 2. Suunnittelutieteellisen tutkimuksen suuntaviivat (mukaillen Hevner ja muut, 2004, s.83).

Suuntaviiva	Kuvaus
1. Suunnittelu artefaktina	Toteuttamiskelpoinen artefakti (rakennelma, malli, menetelmä, ilmentymä).
2. Ongelman merkityksellisyys	Tavoitteena kehittää teknologialähtöinen ratkaisu johonkin liiketoiminnan ongelmaan.
3. Suunnittelun arviointi	Artefaktin hyödyllisyys, laatu ja tehokkuus tulee osoittaa hyvin toteutetuilla arviointimenetelmillä.
4. Tutkimuspanokset	Tehokas suunnittelutieteellinen tutkimus tarjoaa selkeät ja todennettavissa olevat panokset suunniteltujen artefaktien, suunnittelun perusteiden ja/tai suunnittelumenetelmien aloilla.
5. Tutkimuksen täsmällisyys	Suunnittelutieteellinen tutkimus pohjautuu selkeiden menetelmien soveltamiseen sekä artefaktin rakentamisessa että arvioinnissa.
6. Tutkimuksen suunnitteluprosessi	Vaikuttavan artefaktin löytämiseen on hyödynnettävä keinoja, joilla päästään haluttuun lopputulokseen toimintaympäristö huomioiden.
7. Tutkimuksen viestintä	Tutkimus tulee esittää ymmärrettävästi teknisellä ja hallinnollisella tasolla.

3.4 Suunnittelutieteellisen tutkimuksen tutkimusyyklit

Hevnerin ja muiden (2004, s.80) kehittämä tietojärjestelmätieteen tutkimuksen viitekehys (ks. Kuvio 8) luo siis suuntaviivat alan tutkimuksen tekemiseen, jossa yhdistetään käyttäytymis- ja suunnittelutieteitä. Viitekehysten tueksi Hevner (2007) suunnitteli kolmen eri tutkimusyyklin suunnittelutieteellisen tutkimusmenetelmän (kuvio 9), joka ohjaa tutkimuksen tekemistä. Tutkimusyyklit on nimetty Relevanssisykliksi (Relevance cycle), Täsmällisyysyikliksi (Rigor cycle) ja Suunnittelusykliksi (Design cycle). Relevanssisykli yhdistää tutkimuksen kontekstuaalisen ympäristön suunnittelutieteelliseen osioon. Täsmällisyysykli vastaavasti yhdistää suunnittelutieteelliseen osion toiminnot tietopohjaan, josta saadaan perusta eli teorit, metodit, kokemus ja asiantuntemus. Suunnittelusyklin tehtävänä on toimia iterointivälisenä artefaktin luomisen, tutkimusprosessin sekä arvioinnin eli suunnittelutieteellisen tutkimuksen ydintoimintojen välillä. Hevner (2007, s. 87) toteaa, että ”näiden kolmen syklin tunnistaminen tutkimusprojektissa asettaa ja erottaa muotoilutieteen selvästi muista tutkimusparadigmoista”.



Kuvio 9. Suunnittelutieteellisen tutkimuksen syklit (Hevner, 2007, s. 88).

Suunnittelutieteellinen tutkimus alkaa usein tunnistamalla mahdollisuuksia ja ongelmia todellisessa sovellusympäristössä. Tämä ympäristö muodostuu ihmisten, organisaatiojärjestelmien ja eri teknologisten järjestelmien kokonaisuudesta (ks. kuvio 9 vasen laatikko). Relevanssisykli käynnistää suunnittelutieteen tutkimuksen määrittelemällä vaatimukset ja hyväksymiskriteerit tutkimustulosten lopulliselle arvioinnille, jonka perusteella voidaan tulkita, onko artefaktilla jotain ympäristöä parantavaa vaikutusta ja miten tätä parannusta voidaan mahdollisesti mitata. Suunnittelutieteellisen tutkimuksen lopputuloksena syntyvä artefakti on palautettava todelliseen ympäristöön (kenttätutkimus) tutkimista ja arviointia varten. Kenttätestausten tuloksien ja palautteiden perusteella saadaan selville, tarvitaanko relevanssisyklissä lisäiteraatioita. Kenttätestaus kertoo artefaktin mahdolliset ominaisuuksien tai toiminnallisuuksien puutteet, jotka saattavat rajoittaa artefaktin suunniteltua alkuperäistä käyttötarkoitusta. Mikäli puutteita havaitaan, suoritetaan uusi sykli. Merkityksellisyssyklin iteraatiokierrosten tarkoituksena on kehittää artefaktia, jotta saavutetaan haluttu lopputulos. (Hevner, 2007, s. 88–89)

Täsmällisyssyklin (ks. kuvio 8 oikea laatikko) tarkoitus on tuottaa tutkimusprojektille tietoa aiemmista tutkimuksista ja taustoista, jotta pystytään suunnittelemaan innovatiivisia artefakteja. Tutkijoiden tulee perehtyä tietopohjaan ja teorioihin, koska se vaikuttaa oleellisesti artefaktin luomiseen. Tutkimuksen tarkoituksena on luoda uutta, ei suunnitelmia, jotka pohjautuvat perusprosessien soveltamiseen. Tietopohjan laajentaminen on osa suunnittelutieteen tutkimustuloksia. Tietopohjan kasvaminen koostuu tutkimuksessa kehitettyihin teorioihin, menetelmiin tai suunnittelutuotteisiin ja -prosesseihin, unohtamatta tutkimusprosessin aikana saatuja kokemuksia. Hevner ja muut (2004) toteavat ”muotoilutiede ammentaa laajan tieteellisten teorioiden ja suunnittelumenetelmien tietopohjan, joka tarjoaa perustan tiukalle suunnittelutieteen tutkimukselle”. (Hevner ja muu, 2004, s. 89–90)

Suunnittelusykli (ks. kuvio 8 keskilaatikko) on suunnittelutieteellisen tutkimusprojektin keskipiste. Saadakseen suunnittelun jatkuvasti tarkemmaksi tutkimusprojektin aikana,

tarvitaan artefaktin rakentamiseen, siihen kohdistuvaan arviointiin sekä myöhempään palautteeseen suunnittelusyklin kautta tapahtuvaa iterointia. Hevner (2007) toteaa, että ”on tärkeää ymmärtää suunnittelusyklin riippuvuudet kahdesta muusta syklistä ja samalla arvostaa sen suhteellista riippumattomuutta tutkimuksen varsinaisen toteutuksen aikana”. Kahdesta muusta syklistä saadaan suunnittelutieteellisen tutkimuksen perusta, mutta ns. kova työ tehdään suunnittelusyklissä. Iivari (2007, s. 54) ja Hevner (2007, s. 91) ovat molemmat sitä mieltä, että ennen kenttätestaukseen luovuttamista relevanssisyklin aikana, artefaktit pitää testata perusteellisesti laboratorio-olosuhteissa. Tämä tarkoittaa useita iterointikiertoja niin relevanssisyklissä kuin täsmällisyssyklissä. (Hevner, 2007, s. 90–91)

3.5 Suunnittelutieteellisen tutkimuksen DSRM-menetelmä

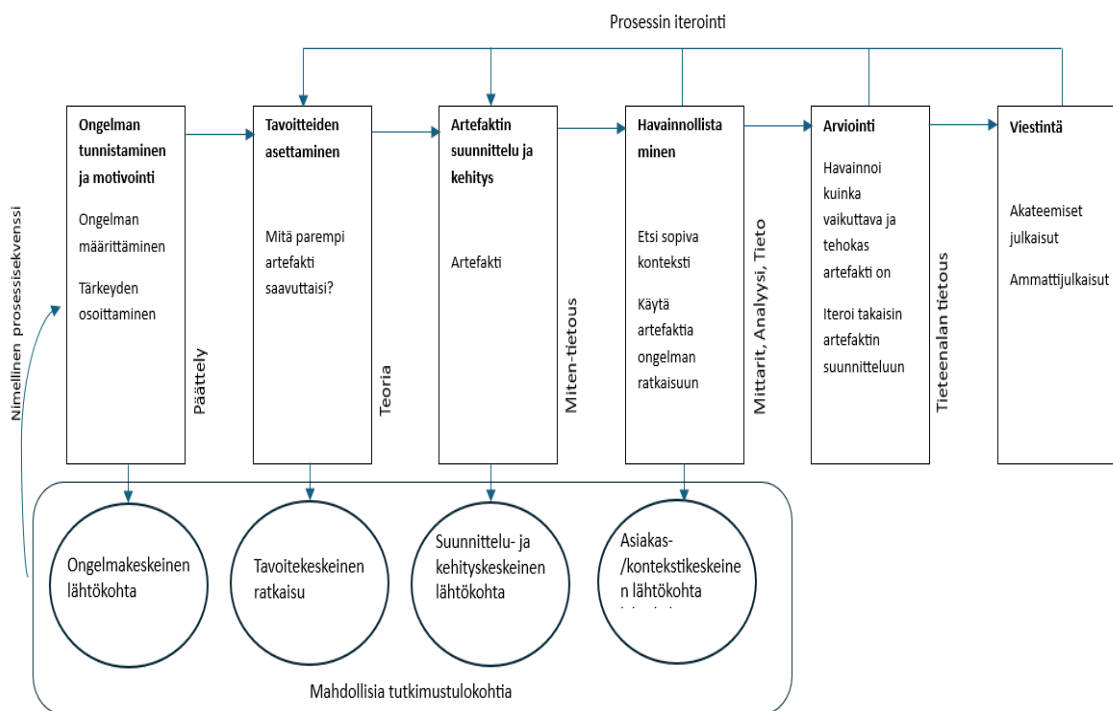
DSRM (design science research method) on Peffersin ja muiden (2007) kehittämä menetelmäoppi, joka sisältää suunnittelutieteellisen tutkimuksen tueksi käytettäviä käytäntöjä, menettelyjä ja periaatteita. Se täyttää lisäksi kolme tavoitetta:

- 1) on yhdenmukainen aikaisemman kirjallisuuden kanssa
- 2) tarjoaa nimellisen prosessimallin suunnittelutieteellisen tutkimuksen tekemiseen
- 3) tarjoaa mentaalisen mallin tietojärjestelmätutkimuksen esittämiseen ja arviointiin

Peffersin ja muiden (2007, s. 46) mukaan suunnittelutieteissä ei ole ollut käytössä yleisesti hyväksyttyä metodologiaa, joka olisi toiminut tutkimusten viitekehystenä. Malliin on yhdistetty aikaisempia alan merkityksellisimpiä tutkimuksia sekä otettu huomioon nykyisiä ajatusmalleja.

Tuunanen ja muut (2023, s. 613) mukaan DSRM:n aloittaminen vaatii tietyt tunnusmerkit. Nämä ovat tutkimusongelman tiedostaminen sekä halu tehdä tutkimusta. Todisteen, päättelyn ja päätelmien perusteella prosessi jatkuu kohti tutkimusongelman ratkaisun tavoitteiden määrittelyä. Tämän prosessin pitäisi pohjautua aiemmasta tiedosta tietyllä tutkimusalalla. Tätä tietoa käytetään sitten suunnittelussa ja artefaktin kehittämisessä, jonka tehokkuus on arvioitu.

Kehitetty suunnittelutieteellisen tutkimusprosessin toteuttamismalli sisältää kuusi eri vaihetta. Nämä ovat 1) ongelman tunnistaminen ja motivaatio 2) ratkaisun tavoitteiden määrittäminen 3) suunnittelu ja kehitys 4) demonstraatio 5) arviointi ja 6) viestintä (ks. kuvio 10).



Kuvio 10. DSMR-prosessimalli (Peffer ja muut, 2007, s. 54).

Ensimmäinen vaihe on ongelman tunnistaminen ja motivaatio. Tässä vaiheessa määritellään tutkimusongelma ja perustellaan ratkaisun arvo. On suositeltavaa pilkkoa tutkimusongelma pienempiin osiin, koska se auttaa määrittelemään artefaktin kehittämistä ja mahdollisesti tarjoaa tehokkaan ratkaisun tutkimusongelmaan. Suunnittelumenetelmien valinnat (rakenna ja arvioi) on perusteltava selkeästi (Gregor ja Hevner, 2013, s. 350). Tutkimussuunnittelun vahvuus ja menetelmän soveltavuus kysymyksiin vastaamiseen on menetelmävalinnan kantava tavoite. Ratkaisun arvon perusteleminen synnyttää kaksi oleellista asiaa. Tutkija motivoituu ja tutkimuksen yleisö hyväksyy tutkimuksen tulokset. Tämän lisäksi perustelun avulla saadaan avuttua

tutkimuksen ratkaisuun perustuvaa päättelyä eli lisäämään ymmärrystä. (Hevner, 2007, s. 54–55)

Toisessa vaiheessa määritellään ratkaisun tavoitteet. Ongelman määrittelystä ja tiedosta voidaan päätellä ratkaisun tavoitteet sekä mikä niistä on toteuttamiskelpoinen ja mahdollinen. Tavoitteet ovat määrällisiä tai laadullisia. Määrällisillä tarkoitetaan nykyistä parempia ratkaisuja ja laadullisilla artefaktin odotusarvoa ratkaista toistaiseksi käsittelemättömiä ongelmia. Ongelman määrittelyn avulla voidaan päätellä tavoitteet. (Peffer ja muut, 2007, s. 55)

Kolmannessa vaiheessa Peffer ja muut (2007) määrittelevät artefaktin suunnittelun ja kehityksen. Hevnerin ja muiden (2004) mukaan artefaktit voivat olla rakenteita, malleja, menetelmiä tai ilmentymiä. Suunnittelutieteen käsitteistössä ei kuitenkaan olla rajoitettu artefaktin määritelmää, sillä se voi olla mikä esine tahansa, jonka suunnitteluun on käytetty tutkimusta. Todellisen artefaktin luominen ja sen toiminnallisuuksien määrittäminen vaatii tietoa aiemmista teorioista, jotka voidaan yhdistää kyseisen artefaktin kehittämiseen.

Havainnollistamisvaiheessa, neljäs kohta, artefaktin tulee osoittaa, että sillä pystytään ratkaisemaan ongelma, jota varten se on kehitetty. Ongelman ratkaisu voidaan osoittaa laitteen testauksella, simuloinneilla, tapaustutkimuksella tai jollain muulla metodilla, jolla voidaan todistaa artefaktin toimiminen. Demonstraatiossa tulee tietopohja olla niin vahva, että voidaan todistaa artefaktin tarpeellisuus ongelman ratkaisemisessa. (Peffer ja muu, 2007, s. 55)

Viidennessä kohdassa käsitellään arviointia. Peffer ja muiden (2007, s. 56) määritelmän mukaan tässä mitataan ja havainnoidaan artefaktin kykyä tukea ongelman ratkaisua ja siinä verrataan demonstraatiossa saatuja tuloksia asetettuihin tavoitteisiin artefaktin käytöstä. Tämä edellyttää asianmukaisten mittareiden ja analyysitekniikoiden osaamista. Peffer ja muut eivät määrittele millaisia työkaluja pitää käyttää, vaan se riippuu

artefaktin ja ongelmapaikan luonteesta ja voi sisältää minkä tahansa asianmukaisen empiirisen todisteen tai loogisen todisteen. Analysoinnin lopuksi päätetään iterointikierroksen jatkosta. Palataanko artefaktin suunnittelu- ja kehitysvaiheeseen vai jatketaanko viestintävaiheeseen, mutta tässä pitää vielä huomioida tutkimuspaikan luonne, onko tällainen iteraatio mahdollista.

Kuudes ja viimeinen vaihe on viestintä. Siinä tuodaan esille ongelman lisäksi sen tärkeys, kuten myös artefaktin osalta hyödyllisyys, uutuus ja suunnittelun tarkkuus. Viestintä kohdistuu tutkijoihin ja muihin tutkimuksen kohderyhmiin. DSRM-prosessia voidaan käyttää tutkimuksissa ja tieteellisissä tutkimusjulkaisuissa. Oleellista on, että prosessia ei tarvitse käyttää kohdasta 1 kohtaan 6, vaan tutkijat voivat itse valita käytettävät kohdat. Tässä kaikessa tulee ottaa huomioon, että oikea ja tarkka viestintä edellyttää alakohtaisen kulttuurin tuntemusta. (Peffer ja muu, 2007, s. 56)

4 Artefaktin toteutus

Tässä luvussa kuvataan artefaktin kehittämis- ja toteutusprosessi sekä lopputulos eli tietojärjestelmä. Artefaktin suunnittelussa käytetään suunnittelutieteellisen tutkimuksen DSRM-prosessimallia ja sen aktiviteetteja 1-7 (taulukko 4.). Tutkimusaiheen määrittelyssä on myös käytetty Robert Winterin DSR Project-tarkistuslistaa (Liite 1), jonka avulla pystytään hahmottamaan ja pilkkomaan tutkimusaihe pienempiin osiin ja vastaamaan erilaisiin tutkimukseen liittyviin kysymyksiin.

Laivoissa kuljetetaan lähes 90 prosenttia maailman tavararahdista. Globalisaatio, off-shoring ja ulkoistaminen ovat vaikuttaneet yritysten liiketoimintaympäristöön (Song & Panayides, 2012, s. 1) erityisesti siksi, koska merirahti on kustannuksiltaan edullisin kuljetustapa Liu, 2024, s. 1). Liiketoimintaympäristön viimeaikainen kehitys on saanut merikuljetukset osaksi globaalia logistiikan toimitusketjua eli merenkulkua ja satamia tulee hallita ja operoida logistiikan ja toimitusketjun näkökulmasta.

Suunnitellun järjestelmäkokonaisuuden pääasiallinen käyttötarkoitus on tehostaa ja nopeuttaa merikonttien kuormansuunnittelua ja kuormaamista. Kirjallisuudessa (ks. Frosten & Rhoden, 2020; Raza ja muut, 2022; Liu, 2024) mainitaan, että digitalisaation muutos vaikuttaa positiivisesti niihin yrityksiin, jotka ovat ajoissa aloittaneet digitaalisen muutoksen. Tämä antaa mahdollisuuden yritystoiminnan kasvattamiseen, koska teknologian avulla terminaalin lähetysten kiertonopeus kasvaa ja siten voitaisiin käsitellä enemmän lähetyksiä sekä digitalisaatio antaa etulyöntiaseman kilpailijoihin nähden.

4.1 Käyttöympäristö

Artefaktin käyttöympäristönä on huolintayritys, jonka päätoimiala on Aasiaan suuntautuva merihuolinta sekä Euroopan maantiekuljetukset. Tämän lisäksi yrityksen asiakkaat ovat yksi käyttäjäryhmä. Asiakasyritykset syöttävät lähetyksensä järjestelmään, jota huolintayritys ylläpitää itse tai määritellyn ylläpitäjän toimesta. Järjestelmä voi käyttää yrityksen omia palvelimia tai se voidaan asentaa ulkopuolisen, pilvipalveluja

tarjoavan yrityksen ylläpitämille virtuaalipalvelimille. Jälkimmäisen vaihtoehdon etuna on helpompi skaalattavuus, mikäli huolintayrityksen toiminnassa tapahtuu muutoksia suuntaan tai toiseen. Sama koskee myös tekoälyn/koneoppimisen tarvitsemaa laskentatehoa. Ulkoisten pilvipalvelujen etuna on myös huolintayrityksen resurssien kohdentaminen heidän ydinliiketoimintaansa. Tässä tapauksessa case-yritys on ulkoistanut palvelimensa ulkopuoliselle palveluntarjoajalle.

Tähän tutkimukseen sisällytetään siis vain kaksi eniten käytettyä merikonttikokoa, 20' ja 40' eli 20- ja 40 jalkaiset (taulukko 3). Tämän tarkoituksena on yksinkertaistaa järjestelmän suunnittelua ja toteutusta. Toinen syy on lähinnä tekninen. Merikonteissa kuljetettavien lähetysten hyvin erilaiset muodot vaikeuttaisivat järjestelmän suunnittelua, koska tekoälyn hyödyntäminen yleisellä tasolla on vielä alkutekijöissään. Toistaiseksi näiden muiden lähetysten valmistelu ja kuormaaminen on nopeampaa ja tehokkaampaa ilman tekoälyä. Lisäksi ulkopuolelle on toistaiseksi jätetty kaikki kuljetusrajoituksia vaativat vaarallisten aineiden lähetykset.

Taulukko 3. Merikonttien mitat

Konttityyppi	20' DC
Pituus, Leveys, Korkeus	6050 mm, 2440 mm, 2590 mm
Sisäpituus, Sisäleveys Sisäkorkeus, Oviaukko k., Oviaukko I.	5890 mm, 2330 mm, 2370 mm, 2280 mm, 2330 mm
Kantavuus, Paino, Pinta-ala, Tilavuus, Eurolavat	20000 kg, 2250 kg, 13,7 m ² , 31,8 m ³ , 11 kpl
Konttityyppi	40' HC
Pituus, Leveys, Korkeus	12200 mm, 2440 mm, 2896 mm
Sisäpituus, Sisäleveys Sisäkorkeus, Oviaukko k., Oviaukko I.	12010 mm, 2330 mm, 2680 mm, 2580 mm, 2330 mm
Kantavuus, Paino, Pinta-ala, Tilavuus, Eurolavat	26000 kg, 4200 kg, 28,1 m ² , 67,7 m ³ , 23 kpl

4.2 Suunniteltu artefakti

Suunniteltu artefakti, tietojärjestelmä, on kokonaisuus, jonka perustana ovat tekoäly ja koneoppiminen. Muita osia ovat terminaaliin sijoitettava lähetyksiä rekisteröivä kamerajärjestelmä, älylasit (vaihtoehtoisesti lukija/skanneri) sekä yrityksen ja asiakkaiden selainpohjaiset käyttöliittymät.

4.2.1 Tietojärjestelmä

Logistiikkatietojärjestelmät ovat tietojärjestelmiä, joiden tarkoituksena on tukea sekä tehostaa logistiikkaprosesseja. Tietojärjestelmillä on erilaisia käyttötarkoituksia käytettävien prosessien mukaan, kuten kuljetukset, varastointi, kuormansuunnittelu ja asiakaspalvelun parantaminen. Logistiikka-ala on suuri toimija globaalissa liiketoiminnassa ja sen prosessit tulevat olemaan yhä merkittävämmässä roolissa. Digitalisaatio on muokannut logistiikkaa ja sen myötä lisännyt uusien tietojärjestelmien tarvetta, unohtamatta neljättä teollista vallankumousta, josta lisää diskussio-osassa. Myös organisaation ja sen toiminnan koolla on vaikutus järjestelmien hyödyllisyyteen. Pienemmissä yrityksissä voidaan helpommin hoitaa asioita perinteisempään tyyliin, kun vastaavasti suuret organisaatiot tarvitsevat ylipäätään toimintansa ylläpitämiseen erilaisia tietojärjestelmiä.

Merihuolinta-alalla on käytössä useiden eri valmistajien rahdinhallinnan tietojärjestelmiä. Järjestelmien toiminnoilla ei juuri ole eroja keskenään, lähinnä valmistajakohtaisia eroja, kuten kaikissa ohjelmistoissa/järjestelmissä. Järjestelmä koostuu kahdesta eri selainpohjaisesta käyttöliittymästä. Käyttäjillä, tässä rahdin lähettäjillä, on oma käyttöliittymäversionsa ja huolintayrityksellä omansa. Tämä siksi, koska molemmat tahot tarvitsevat järjestelmässä eri toimintoja.

Ohjelmisto on suunniteltu palvelukeskeisen arkkitehtuurin avulla, mikä mahdollistaa tietojen tarkastelun WAN-verkon kautta ilman ylimääräisiä etätyöpöytäohjelmistoratkaisuja.

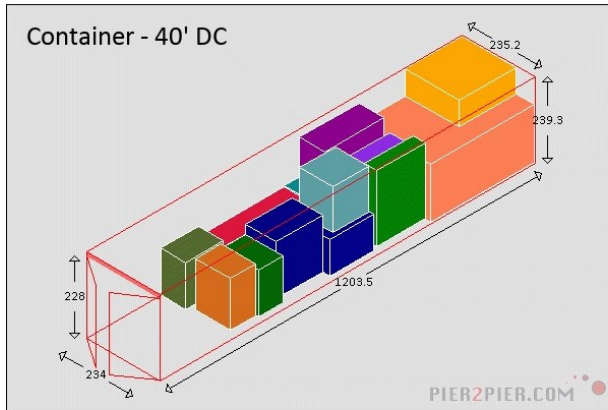
Jokainen järjestelmän pilvili on täysin eristetty muista tileistä. Palvelinohjelmisto toimii Windows Virtual Machines -koneissa, yksi virtuaalikone jokaista tiliä kohden.

Palvelinpuolen infrastruktuuri koostuu:

- Windows Virtual Machine toimii korkean käytettävyyden klusterissa datakeskuksessa (oma tai kolmannen osapuolen)
- Lyhytaikainen tietojen tallennus korkean käytettävyyden SAN-verkossa.
- SQL-tietokanta.
- Palvelinpuolen oma ohjelmisto, toteutettu Windows-palveluina.
- Pitkäaikainen tietojen tallennus. Tämä on maantieteellisesti redundantissa pilvitallennustilassa.
- Tietojen varmuuskopiointi. Tämä on maantieteellisesti redundantissa pilvitallennustilassa.

4.2.2 Tekoäly ja koneoppiminen

Tekoälyn käyttäminen logistiikassa on lisääntynyt sitä mukaa, kun digitaaliset palvelut ovat kehittyneet. Tekoäly ja koneoppiminen ovat mahdollistaneet varastojen tehokkaamman käytön ja kuljetusten tehostamisen. Suunniteltu järjestelmä käyttää ainakin alussa koneoppimisen ohjattua oppimista, koska se on tällä hetkellä eniten käytetty versio koneoppimisesta ja teknisesti helpoin toteuttaa. Jotta kone saadaan oppimaan, sitä varten pitää olla saatavana testi- ja opetusdataa. Tässä kohtaa case-yrityksen koko on erittäin sopiva laadullisesti hyvän testi- ja opetusdatan tuottamiseen (kuvio 11). Toiminnassa voidaan valvoa yksityiskohtaisesti toteutunutta kuormansuunnittelua ja tehdä tarvittaessa korjauksia, jotka määritetään uudestaan järjestelmään eli tutkitaan opetusdatan ennuste (lopputulos) vertaamalla sitä testidataan. Tämän avulla tekoäly korjaa toimintaansa ja oppii muutoksesta, mikä johtaa jatkuvaan parannukseen sen toiminnassa.



Equipment: Container - 40' DC # 1

Cargo name	Pieces loading	Pieces total
10	1	1
14	1	1
15	1	1
16	1	1
17	1	1
18	1	1
20	1	1
21	1	1
22	1	1
23	1	1
24	1	1
25	1	1
26	1	1

	Used	Used	Free	Maximum
Weight (payload) in KG	28605,00	99.3%	195,00	28800,00
Cubic Meter	33,45	49.4%	34,29	67,74
Floor length centimeter	965,00	80.2%	238,50	1203,50
Floor square meter	19,68	69.5%	8,63	28,31
Pieces	13			

Kuvio 11. Esimerkki ohjatun oppimisen oppimisdatasta (kuva nykyisestä ohjelmistosta).

Koneoppiminen mahdollistaa mallin jatkuvan harjoittamisen datasta. Online-malli säätää painoja jatkuvasti datasta, jota sille syötetään. Online-mallien etu on siinä, että ne pystyvät jatkuvasti kehittymään ja löytämään uusia yhteyksiä uudesta datasta.

4.2.3 Bin packing -ongelma

Bin packing -ongelma on logistiikka-alan pääongelmia/algorithmia, jolla pyritään tehostamaan alan eri prosesseja. Bin packing -ongelmassa pyritään kehittämään erilaisia algoritmeja, joiden avulla pystyttäisiin saamaan haluttu tehokkuus esimerkiksi konttien täyttöasteessa. Logistiikan tarpeisiin on olemassa lukuisia erilaisia algoritmeja, ja ne jakautuvat osin käyttötarkoituksen ja osin alan mukaan.

Case-yrityksen tapauksessa kyseessä on (meri)kontinkuormausongelma (Container Loading Problem, CLP) sekä 3D bin packing problem (3D BPP) eli kolmiulotteinen bin

packing -ongelma. Konttien kuormausta voisi verrata palapeliin, jossa ei ole oikeaa kuviota, mutta kaikki palat sopivat aina jollain tavalla yhteen tai staattiseen Tetrikseen, jossa erimuotoiset palat voidaan laittaa toisen palan päälle tai väliin, mutta huonossa tapauksessa väliin jää tyhjää tilaa. Algoritmilta annetaan konttien sisämitat ja sen tiedon pohjalta tekoäly pystyy laskemaan käytetyn tilan järjestelmään syötettyjen lähetystietojen pohjalta. Lisäksi järjestelmän pitää huomioida, että konttiin kuormattavien lähetysten painosta 60 % pitää olla kontin pinta-alasta 40 % alueella pistekuorma huomioiden.

4.2.4 Lisätyn todellisuuden lasit (älylasit)

Tässä tutkimuksessa vaihtoehtoiset laitteet ovat lisätyn todellisuuden älylasit sekä kädessä pidettävät näytöt/lukijat. Koska älypuhelimet ja tabletit ovat hyvin tavallisia tuotteita, tässä keskitytään tarkemmin älylasien toimintaan lisätyn todellisuuden järjestelmässä.

Älylasien kehitys on vielä kohtuullisen alkuvaiheessa, mutta viimeaikaisten teknologisten harppausten myötä niiden käyttö on lisääntynyt voimakkaasti ja kehitystä ohjaavat eri toimialat, kuten pelit, urheilu ja matkailu (Syderfeldt ja muut, 2017, s, 9119). Teknologian kehittyessä ihmiset haluavat lisäkokemuksia ja uusia palveluinnovaatioita. Siihen tarkoitukseen älylasit sopivat varsin hyvin. Älylasit ovat sisäänrakennetulla tekniikalla varustettuja silmälaseja, jotka on suunniteltu helpottamaan viestintää ja tiedonsaantia sekä kokemaan lisättyä todellisuutta ilman, että tarvitsee katsoa ja käyttää perinteistä näyttöä. Älylaseja käytetään myös yritystoiminnassa helpottamaan työn tekemistä tai antamaan realistisemmän kuvan esimerkiksi arkkitehdin suunnitelmista. Tämän mahdollistaa läpinäkyvät näytöt ja niiden avulla käyttäjä voi olla normaalissa katsekontaktissa ympäristöön, jossa lisätty todellisuus luo virtuaalisia elementtejä näkökenttään.

Logistiikka-ala on yksi ala monista, joka on ottanut älylaseja käyttöön. Logistiikkayritykset sekä autonvalmistajat ovat ottaneet lisätyn todellisuuden älylasit käyttöön omilla

varasto- ja kokoonpanolinjastoillaan. Autotehtaassa työntekijän laseihin tulee tieto seuraavaksi käytettävästä osasta ja mistä sellainen löytyy. Logistiikkayritys vastaavasti käyttää laseja lähetysten tunnistamiseen, paikantamiseen sekä viivakoodien lukemiseen.

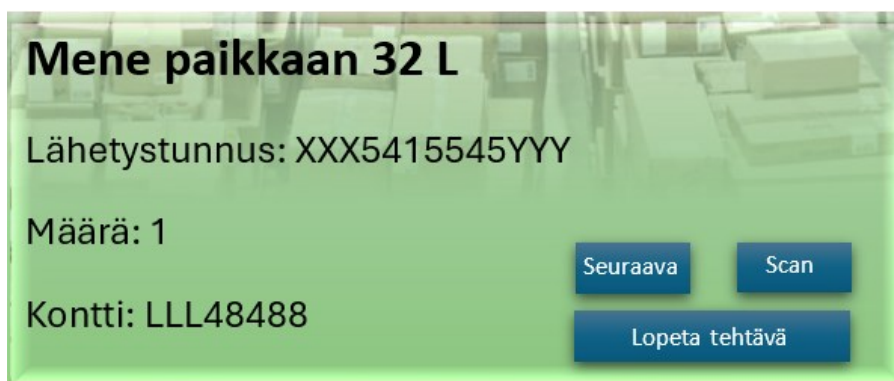
4.3 Lähetyksen kulku

Logistiikkayrityksille on tarjolla erilaisia järjestelmiä, joilla voidaan valvoa ja rekisteröidä yritysten tilojen läpi kulkevia lähetyksiä, tunnetuimpia näistä ovat erityyppiset viivakoodien lukijalaitteet. Viivakoodeja ovat esimerkiksi perinteinen, standardoitu EAN-13 viivakoodi tai sen johdannaiset EAN-2/8/5. Tämän lisäksi toinen paljon käytetty on kaksiulotteinen (2D) QR-koodi. Teknologian ja kamerajärjestelmien kehittymisen myötä erilaiset kamerapohjaiset tavaroiden/lähetysten rekisteröintijärjestelmät ovat yleistyneet aikaisempien käsikäyttöisten lukijoiden rinnalla. Rahdin lähettäjä syöttää lähetystiedot järjestelmään, joka luo tarvittavat lähetysdokumentit. Osoite- ja muiden tietojen lisäksi lähetykselle luodaan yksilöllinen viivakoodi, joka kiinnitetään lähetyksen ulkopinnalle.

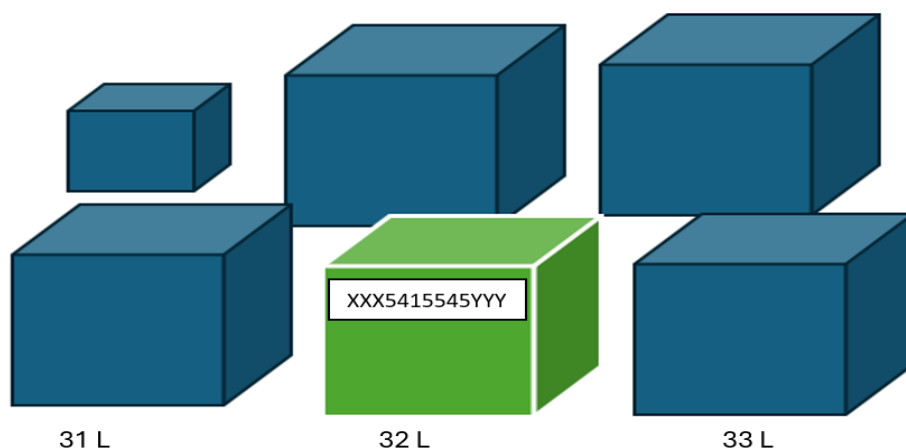
Lähetysten tunnistaminen voidaan tehdä viivakoodeista tai kollin ulkonäön perusteella. Tuotteiden tunnistaminen muodon perusteella vaatii käyttäjiltä kuitenkin tekoälyn opettamista. Tällöin järjestelmälle opetetaan esimerkiksi yleisimmin lähetettävien pakkausten muotoja. Rajoittavana tekijänä on samanlaisten lähetysten määrä tietyltä lähettäjältä, jossa pakkauksen muoto ja mitat ovat samoja painoa lukuun ottamatta. Tällöin tulee olla jonkinlainen varmistus siitä, että luettu pakkaus on juuri se oikea. Helpoimmin se varmistuu viiva-/QR-koodeja lukemalla. Lähetysten tunnistaminen on myös varmistus- ja turvallisuustekijä. Lähetysten tunnistamisella varmistetaan, että lähetys on todella tullut terminaaliin sekä myöhemmin todeta, että se todella on kuormattu konttiin. Koska kaikista lähetyksistä on tieto järjestelmässä, sen avulla voidaan seurata reaaliajassa kuormauksen ja lähetysten käsittelyä sekä yleisesti varmistaa lähetysten tilanteen ja seurannan.

Tämä järjestelmä suunniteltiin siten, että se käyttää markkinoilta saatavaa kameratunnistusjärjestelmää, joka voidaan rajapinnan kautta integroida suunniteltuun tietojärjestelmään. Ei ole mitään perusteltua syytä lähteä itse suunnittelemaan kamerajärjestelmää, koska sellaisen laatu ja ominaisuudet eivät pärjäisi jo nyt markkinoilla oleville toteutuksille. Lähetyksen saapuessa terminaaliin, kamerajärjestelmä tunnistaa lähetyksen ja merkitsee lähetyksen sijaintipaikan terminaalisissa tietojärjestelmään. Terminaaliin asennetaan useita liikkuvia kameroita (Pan, Tilt, Zoom malleja), joiden kuvausalueet kattavat koko terminaalin. Lähettäjä on syöttänyt järjestelmään lähetyksen tiedot (mitat, paino ja muut kuormaukseen vaikuttavat tekijät, kuten päällekuormaussääntö) ja kamerajärjestelmän avulla pituusmitat vielä varmistetaan (pituus, leveys, korkeus). Kamerajärjestelmä pystyy tunnistamaan useita lähetyksiä kerralla, jolloin järjestelmän tekoäly pystyy varmistumaan lähetyksen saapumisesta ja ottamaan ne huomioon kuormauksen suunnittelussa. Automaattinen lähetyksen tunnistus tuo etuja - manuaalinen työ vähenee ja tuottavuus ja luottamus prosessiin kasvavat.

Järjestelmään liitetyt älylasit tuottavat tietoa käyttäjän näkökenttään, tässä terminaalin kuormaajien (kuviot 12, 13). Järjestelmä kertoo kuormaajille älylasien näkymässä, missä seuraavaksi kuormattava kolli on. Kuvio 14 kertoo ja miten päin ja mihin kohtaan lähetyksen pitää kontissa kuormata.

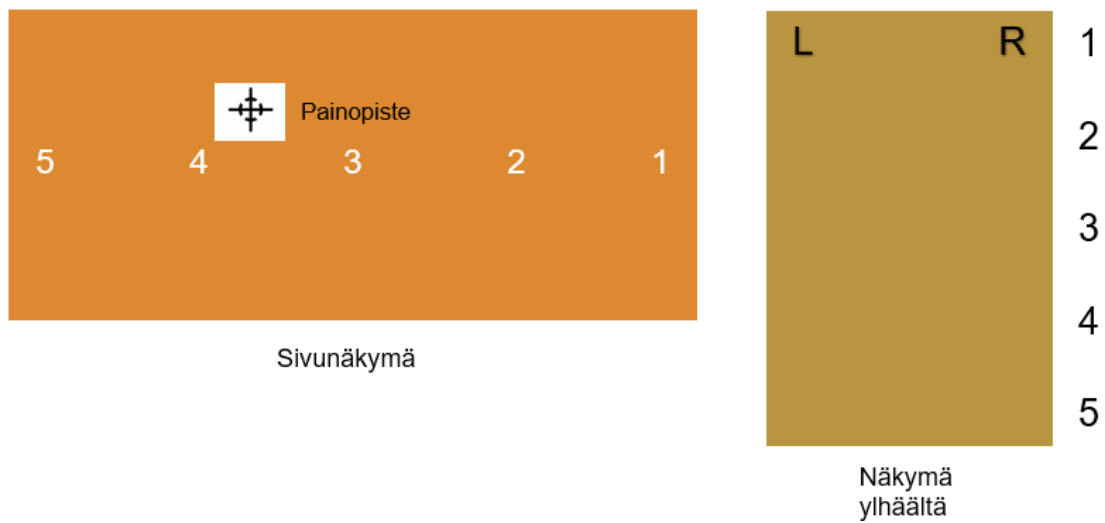


Kuvio 12. Älylasinäkyvä lähetyksen-/kuormaustiedoilla.

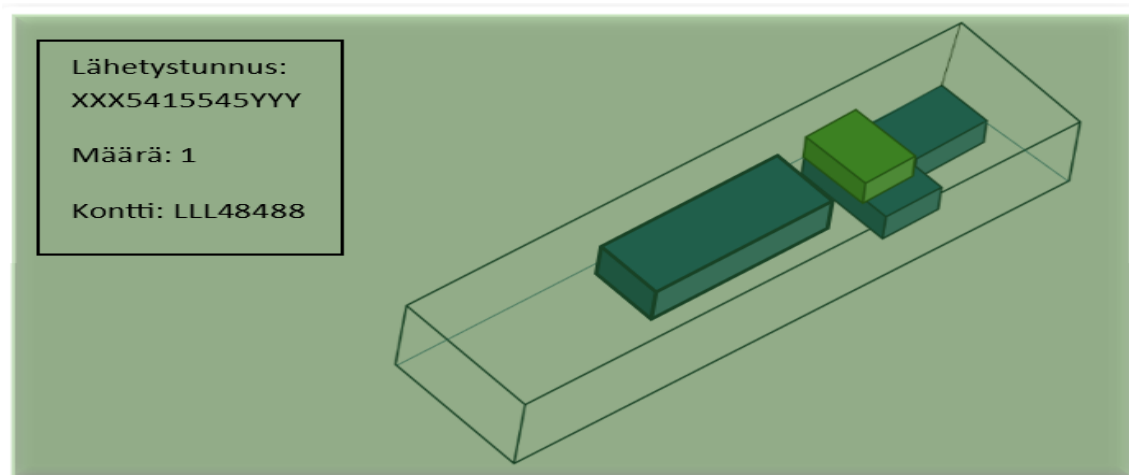


Kuvio 13. Näkymä seuraavaksi kuormattava kollista (vihreä).

Kollien lähetysmerkkien pitää täyttää viralliset standardit ja lähetysten valmistelijoiden sekä kuormaajien tulee tarkistaa pakkauksista nostoa ohjaavat merkinnät, kollien paino ja painopiste. Painopistemerkintä, tähtäinristikko, (kuvio 14) lisätään painaviin ja/tai kookkaisiin kolleihin. Sen tehtävänä on kertoa pakkauksen käsittelijälle yksittäisen lähetyksen painopiste, jotta lähetys voidaan siirtää ja kuormata turvallisesti. Kuvio 14 (havainnekuva) kertoo kuormaajalle, miten päin laatikko laitetaan konttiin. Numero 1 kuvaa kontin takaseinää ja numero 5 oven suuntaa. Lisäksi järjestelmä kertoo mihin kohtaan ja kerrokseen (lattia 1. kerros) tai minkä toisen kollin päälle kuormattava laatikko pitää laittaa. Algoritmi on luotu siten, että se yrittää suunnitella mahdollisimman hyvän täyttöasteen annetut parametrit huomioiden. Parametrien suunnittelussa pitää päättää, miten kontit halutaan täyttää. Onko tarkoitus, että ensimmäisen kontin kuormaus on paras mahdollinen täyttöasteen kannalta eli sinne suunniteltavat lähetykset täyttävät tilan parhaiten ja seuraava kontti täytetään parhaalla mahdollisella tavalla jäljelle jääneistä lähetyksistä ja niin edelleen. Jos laivaan on allokoitu tietty määrä kontteja, niin suunnitellaanko kuormaus tasaisesti konttien välillä vai käytetäänkö edellistä tapaa. Kuvio 15 kuvaa älylasien näkymän konttiin kuormattavan kollin paikan kontissa.



Kuvio 14. Lähetyksen kuormaaminen.



Kuvio 15. Älylasien näkymä, jossa näkyy kuormattavan kollin paikka kontissa.

Koska case-yritys on alallaan keskisuuri yritys, ja tuotteena on tässä tutkimuksessa rajattu tuotesegmentti, niin tekoälyn ja koneoppimisen opettaminen on helpompaa kuin suurissa yrityksissä/terminaaleissa. Kuljetettavaa tavaraa ja kuljetusyksiköitä on vähemmän, niin heikon tekoälyn kapasiteetti pystyy laskemaan ja suunnittelemaan kuormausjärjestystä helpommin. Tarvittaessa voidaan kuitenkin pyytää uusintasuunnittelua, jolloin järjestelmä tarkastelee uusia kuormausvaihtoehtoja.

4.4 Artefaktin arviointi

Koska tämä tutkimus toteutettiin teoreettisena suunnittelutieteellisenä tutkimuksena, niin fyysisen artefaktin sijaan arviointi suoritetaan luodun teoreettisen mallin perusteella. Tutkimus ja tietojärjestelmän suunnittelu noudattivat Hevnerin ja muiden (2004) suunnittelutieteellisen tutkimuksen suuntaviivoja, taulukko 4.

Taulukko 4. Toteutettu suunnittelutieteellisen tutkimuksen suuntaviivat (mukaillen Hevner ja muut, 2004, s.83).

Ohje:	Kuvaus:
1 Artefaktin suunnittelu	Suunniteltava artefakti on tietojärjestelmä (rakennelma, malli, menetelmä, toteutus)
2 Ongelman merkityksellisyys	Tutkimus tehtiin organisaatiossa, jossa on todettu uudenlaisen järjestelmän tarve, ja selvitysten perusteella ei ole löytynyt vastaavanlaista olemassa olevaa järjestelmää. Tarpeen muodostaa nykyinen toimintaprosessi, joka on käytännössä manuaalinen. Kuormansuunnittelu ihmisten tekemänä on hidasta ja lopputulos ei välttämättä ole taloudellisesti paras mahdollinen.
3 Suunnittelun arviointi	Artefakti suunniteltiin käyttäen Peffersin ja muiden (2012) DSRM-menetelmää sekä Winterin DSR-projektin tarkistuslistaa.
4 Tutkimuksen tuoma lisäarvo	Tutkimuksen tuottama lisäarvo on toistaiseksi teoriapohjalla (artefakti), mutta mitään teknologista estettä tällaisen järjestelmän rakentamiseksi ei ole. Lisäarvoa tuottaa lisäksi tulevaisuuden visiot, jossa luotu järjestelmä mahdollistaa yhteiskäytön kontin kuormaamiseen pystyvien robottitrukkien kanssa, jonka taloudellinen vaikutus on merkittävä.

Ohje:	Kuvaus:
5 Tutkimuksen perusteellisuus	Tutkimus on toteutettu suunnittelutieteellisen tutkimuksen rakenteita ja metodologioita noudattaen: Hevner ja muut (2004), Peffers ja muut (2007) sekä Winterin DSR-projektin tarkistuslistaa. Tutkimus raportoidaan yliopiston Pro Gradu - ohjeiston mukaisesti.
6 Suunnittelun tiedonhaku	Tutkimuksessa on perehdytty merilogistiikan järjestelmiin sekä etsitty tietoa mahdollisesti samanlaisista tietojärjestelmistä. Lisäksi tietoa on haettu eri vertaisarvioituista lähteistä, jotka liittyvät tutkimuksen aiheisiin.
7 Tutkimuksen esittäminen	Tutkimus julkaistaan yliopiston julkaisuarkistossa sekä esitellään yrityksen henkilökunnalle.

Koska tutkimus oli täysin teoreettinen ja artefaktin kehittäminen tapahtui parhaan tietämyksen ja suunnittelutieteellisen tutkimuksen periaatteiden mukaan, niin näin ollen järjestelmän teknistä toteutusta, prototyyppiä, ei ollut mahdollista, eikä edes tarkoitus toteuttaa. Tämän takia järjestelmän toimivuus ja sen suunnitellut toiminnot simuloitiin eri keskustelutilaisuuksissa, joissa käsiteltiin järjestelmään toimintoja ja toteutustapoja sekä ideoitiin mahdollisia tulevaisuuden toimintoja. Käyttäjäpalautteen perusteella järjestelmä vastaa sellaista, jolle olisi yrityksen toiminnassa tarvetta.

Tulevaisuuden kehityssuuntaan vaikuttaa suuresti tekoälyn ja koneoppimisen kehittyminen. Nyt alussa järjestelmä käyttää ohjattua oppimista, mutta teknologian joskus mahdollistaessa, vahvistusoppiminen olisi haluttu metodi. Siinä järjestelmä itse tutkii vaihtoehtoja ja löytää halutun ratkaisun. Toinen mahdollinen toiminto olisi rajapinnan luominen laivayhtiön järjestelmiin, joka automaattisesti siirtäisi konttien tiedot tasapainolaskelmia varten.

5 Diskussio

Tässä luvussa kerrotaan sekä tutkimuksessa että artefaktin toteutuksessa havaittuja asioita. Tämän suunnittelutieteellisen tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, mitä vaaditaan tekoälyyn ja koneoppimiseen perustuvan merikonttien kuormansuunnittelujärjestelmän suunnittelemiseksi keskisuurelle huolintayritykselle ja miten tällainen järjestelmä voitaisiin toteuttaa vai pystytäänkö siihen vielä nykytekniikalla. Esiselvitysten perusteella ei ole suoraan löytynyt samantyyppistä ratkaisua, jonka käyttötarkoitus olisi rajattu tutkimuksen kohteelle. Tutkimuksen tarkoitus oli luoda ratkaisu tutkimusongelmaan, jonka avulla luotaisiin älykäs järjestelmä, jota voidaan myöhemmin kehittää kohti autonomista kuormausprosessia erilaisten (kuormaus)robottien avulla. Tutkimuksen tuloksena toteutettiin suunnittelutieteellisen tutkimuksen viitekehysten mukaisesti artefakti eli tietojärjestelmä, joka mahdollistaa uuden teknologian, kuten tekoälyn, koneoppimisen ja robotiikan toteutusten käyttämisen tietojärjestelmän perustana.

Yhteiskunnat ja yritykset ovat kehittyneet teknologian kehittymisen myötä. Historiallisesti suurimpia teknologisia hyppäyksiä kutsutaan teollisiksi vallankumouksiksi, joita on ollut muutamia höyrykoneen keksimisestä lähtien. Ensimmäinen sellainen osui 1800-luvun alun tienoille, jolloin teknologian kehittymisen myötä ihmisiä muutti kaupunkiin teollisuuslaitosten palvelukseen. Nykyään sanotaan olevan meneillään viimeisin teollinen vallankumous, josta käytetään nimitystä Teollisuus 4.0. Edellisessä eli kolmannessa teollisessa vallankumouksessa tietotekniikkaa hyödynnettiin lähinnä automatisoinnissa ja tuotannossa. Teollisuus 4.0 taas tarkoittaa fyysisten ja digitaalisten teknologioiden yhdistymistä eli tiedon, toimintojen ja resurssien yhteenliittämistä digitalisuuden avulla. Näitä resursseja ovat esimerkiksi esineiden internet (IoT), tekoäly, koneoppiminen, analytiikka, big data ja robotiikka. Edellä mainittujen komponenttien avulla voidaan luoda täysin uusia liiketoimintamahdollisuuksia, joita vielä ei välttämättä osata edes hahmottaa. Ojanperä (2023, s. 128) toteaa tekoälyn vallankumouksen etenevän huomattavasti nopeammin kuin aikaisemmat teolliset vallankumoukset, koska nyt ei tarvitse rakentaa mitään fyysistä, vaan toimet liittyvät enemmän kehittämiseen ja

testaamiseen. Siksi Teollisuus 4.0 vaikutus globaalisti tulee olemaan selvästi voimakkaampi. Nyt suunnitellun järjestelmän voidaan katsoa olevan osa neljättä teollista vallankumousta.

Tietotekniikan ja tietokoneiden kehitys ovat saavuttaneet sellaisen tason, että järjestelmät voivat nyt oppia ja suorittaa älykkäitä tehtäviä tekoälyn ja koneoppimisen avulla, joita aiemmin vain ihmiset pystyivät suorittamaan. Silti koneilta ainakin toistaiseksi puuttuu ihmismäinen äly ja sen kautta ihmismielinen kyky toteuttaa annettua tehtävää, vaikka tekoälyllä ja roboteilla onkin kyky muuntaa tieto älykkääksi toiminnaksi suunnitellun algoritmin mukaan. Lisäksi ilman asianmukaista tietotekniikkainfrastruktuuria minkä tahansa tekoälyn ja automaation älykkäiden järjestelmien toteuttaminen usein epäonnistuu.

Aiemmin on mainittu, että merenkulku- ja logistiikkateollisuuden digitaalinen muutos on ollut muita aloja hitaampaa. Kokemusten ja tutkimusten perusteella on voitu osoittaa, että tekoäly, koneoppiminen ja automaatio ovat auttaneet alaa muuttamaan tehokkaammaksi niin operatiivisen toiminnan kuin digitalisaation kannalta. Foster & Rhoden (2020) toteavat tutkimuksessaan, että varhaiset omaksujat ovat pystyneet tehostamaan toimitusketjunsä sekä logistiikkatoimintojaan. Tämän lisäksi muut tutkimukset ovat osoittaneet, että logistiikka- ja kuljetusalan organisaatiot, jotka ovat ottaneet tekoälyn käyttöön varhaisessa vaiheessa, ovat hyötyneet vähintään 5 prosentin kannattavuuden kasvusta verrattuna niihin, jotka eivät ottaneet käyttöön tekoälyjärjestelmää (Foster & Rhoden, 2020, s. 58). Kysymys ei siis ole pelkästään teknologiasta, vaan liiketoiminnasta ja sen suorituskyvystä sekä kilpailuetuihin tarttumisesta ja niistä kiinnipitämisestä.

5.1 Suunnittelumetodologian valinta

Tutkimusprosessin alussa selvitettiin saatavilla olevia suunnittelutieteellisiä metodologioita. Suunnittelutieteen alalla on olemassa paljon erilaisia metodologioita. Tämän tutkimuksen metodologian esivalintaan valikoitui niistä tunnetuimmat (Taulukko

1, DSR-metodologiat). Taulukon avulla pystyi helposti vertailemaan eri metodologioita ja niiden ominaispiirteitä, joiden perusteella pystyttiin valitsemaan sopivin malli kyseessä olevaan tutkimukseen. Kaikissa vertailussa mukana olleissa metodologioissa oli yhteneviä tekijöitä, mutta niihin tarkemmin perehtyessä ja peilattaessa niitä tutkimusongelmaan, eroja löytyi. Lopulta tärkeimmät vertailualueet löytyivät taulukon kohdista 4–5, laajuus (DSR aktiviteetit) sekä tuloste. Kohdassa 4. (laajuus) kuvataan viidellä alakohdalla suunnitteluaktiviteetit, joita kyseinen metodologia käyttää. Kohdassa 5. (tuloste) kerrotaan tutkimuksen lopputulos eli mitä/minkä kyseinen tutkimusmetodologia tuottaa.

Tämän tutkimuksen päätarkoituksena ei ollut tuottaa uutta teoriaa vaan artefakti, tietojärjestelmä, jonka avulla organisaatio saa avun tutkimusongelmaan. Taulukkoon perehtymällä karsittiin pois metodologiat, joiden filosofiat ja/tai rakenteet eivät täysin vastanneet sitä mielikuvaa, joka tästä suunnitteluprosessista oli tutkimuksen esisuunnittelussa muodostunut. Jokaisen taulukossa 1 olevan tutkimusmetodologian tavoitteena oli vähintään luoda uusi artefakti tai parannus, joten tämän perusteella kaikki kuusi metodologiaa olisivat olleet sopivia vaihtoehtoja. Koska kuitenkin haluttu lopputulos on määritelty artefaktiksi, niin metodologiavalikoimasta poistettiin DSRPM, ADR, SDSM sekä PADR. Jäljelle jäi kaksi vaihtoehtoa, SDRM sekä DSRM.

SDRM (Systems Development Research Methodology) on Nunamakerin, Chenin ja Purdin vuonna 1990 kehittämä metodologia, joka keskittyy viiden kohdan tutkimusprosessilla hieman syvemmällä tasolla tietojärjestelmän rakenteisiin ja sen osien välisiin suhteisiin. Venable ja muut (2017, s. 2–3) kuvaavat metodologiaa seuraavasti, ”Vaikka SDRM-tutkimusmenetelmä on luonteeltaan lineaarinen, menetelmää seuraavat tutkijat voivat palata aikaisempaan vaiheeseen missä tahansa prosessin vaiheessa” eli tämäkin metodologia sisältää Hevnerin ja muiden (2007) suunnittelutieteen kehikossa kuvattua suunnittelusykliä.

DSRM (Design Science Research Methodology) on siis Peffersin ja muiden (2007) luoma kuuden kohdan tutkimusprosessi (kuvataan tarkemmin luvussa 3.4), jossa myös voidaan palata edellisiin kohtiin (iterointi). Erityisesti kohdista 5. (arviointi) tai 6. (viestintä) kohtiin 2. (määrittele tavoitteet) tai 3. (suunnittelu & kehittäminen) riippuen siitä, mikä on iteraation syy (Venable ja muut, 2017, s. 4).

Vertailun perusteella sopivin tutkimusmetodologia kyseessä olevaan tutkimukseen on Peffersin ja muiden (2007) kehittämä DSRM, koska se keskittyy artefaktien kehittämiseen ja siten sopii hyvin artefaktien suunnitteluun. Se antaa metodologian käyttäjille vapauden muokata suunnitteluprosessia omiin tarpeisiin sopivaksi, eikä metodologia rajoita teorian kautta tutkimuksen tekemistä (Peffers ja muut, 2007; Venable ja muut, 2017). Kuten Venable ja muut (2007, s.10) määrittelevät asian ” jos haluat saavuttaa Y tilanteessa Z, suorita toimenpide X”.

5.2 Artefaktin toteutus

Tutkimuksen tuloksena luotiin uusi tietojärjestelmä suunnittelutieteiden periaatteiden mukaisesti. Tietojärjestelmän suunnittelussa käytettiin kolmea alan tutkimusta ohjaavaa menetelmää sekä näitä tukevaa DSR-tarkistuslistaa. Tutkimuksen suuntaviivat muodostuivat Hevnerin (2007) määrittämien kolmen suunnittelutieteen tutkimussyklin mukaan. Täsmällisyysyikli yhdistää tutkimuksen tietopohjaan, josta saadaan perusta tutkimukselle eli teorian, menetelmien, kokemus, asiantuntijuus ja suunnitteluratkaisut sekä prosessit. Relevanssisyklin tehtävänä on varmistaa tutkimuksen vastaavan sovelluskohteen tarpeita eli mahdollistaa ratkaisun tutkimusongelmaan. Suunnittelusyklin tarkoituksena on koota täsmällisyys- ja relevanssisykliä synnyttämä tieto, jonka avulla muodostetaan lopullinen artefakti suunnittelemalla ja arvioimalla.

Tutkimus tukeutui vahvasti Peffersin ja muiden (2007) kehittämään DSRM-metodologiaan, jonka apuna käytettiin Hevnerin ja muiden (2004) luomaa, seitsemän kohtaa sisältävän suunnittelutieteen soveltamisen periaatetta. DSRM-menetelmäopin avulla tutkimus pystyttiin toteuttamaan tietojärjestelmätieteen alalla vallitsevien

käytänteiden mukaan, antaen kehikon tutkimuksen suorittamiselle ja raportoinnille. Tutkimuksen tukena käytettiin lisäksi Winterin DSR-projekti-tarkistuslistoja (liite 1) (DSR project checklists), joiden avulla pystyttiin lausein kuvaamaan ja avaamaan suunnitteluprosessin eri kohtia. Kysymykset ja niiden alikysymykset, joihin vastattiin, olivat: 1. Mitä olemme tekemässä? 2. Miksi olemme tekemässä? 3. Miten me teemme sen? 4. Mitä tulemme oppimaan?

5.3 Kokonaisuuden suunnittelu

Artefaktin suunnittelu toteutettiin versiona, joka on mahdollisimman automatisoitu ja jos ei vielä, niin tulevaisuudessa teknisesti toteuttamiskelpoinen. Järjestelmän voisi toteuttaa myös hieman halvempaan ja riisuttuna versiona, kuitenkin tinkimättä tekoälystä/koneoppimisesta, joka on ratkaisevin tekijä järjestelmästä saatavan kokonaisyödyn kannalta. Kevyemmässä versiossa terminaalien lähetysten kamerarekisteröintijärjestelmä korvattaisiin manuaalisella työllä eli terminaalien työntekijät rekisteröisivät lähetykset esimerkiksi kädessä pidettävillä lukijoilla. Koska suunniteltu tietojärjestelmä käyttää osittain jo olemassa olevia ratkaisuja esim. kamerajärjestelmää, niin hyvin oleellista olisi selvittää, miten nykyisin käytössä olevaa kuormansuunnittelujärjestelmää pystyttäisiin hyödyntämään tekoälyn osalta. Onko siihen valmistajan toimesta suunnitteilla tekoälyrajapintaa vai pitääkö etsiä vastaavanlainen järjestelmä, missä on tuo mahdollisuus. Tutkimuksen kohteena olevalle yritykselle tehtävä ei olisi ylivoimainen, lähinnä ylimääräistä aikaa vievä. Vastaavasti suurissa terminaaleissa, joissa läpikulkevan tavarantoiminnan määrä on moninkertainen, kevytversion hyöty olisi selvästi vähäisempi.

5.4 Johtopäätökset

Suunnittelutieteen tavoitteena on keksiä uusia esineitä siellä, missä niitä ei ole ja parantaa olemassa olevia esineitä parantaaksesi ryhmää ja yksilöä, ihmisen tuottavuutta ja tehokkuutta. Suunnittelutieteen paradigman ensisijainen peruste on luoda tiukat

perussäännöt tietopanoksen kasvattamiselle IT-artefaktin rakentamisessa ja arvioinnissa. (Hevner ja muut, 2004, s. 76)

Tietojärjestelmän suunnitteleminen ja rakentaminen nollasta ei ole helppo, eikä halpa tehtävä. Tutkimukset osoittavat yli 90 % tietojärjestelmäprojekteista epäonnistuvan. Työterveyslaitoksen ja Aalto-yliopiston (2014) tekemän FlowIT-tutkimuksen mukaan yli 65 prosenttia vastaajista (2400) menettää työaikaan keskimäärin neljä tuntia viikossa tietoteknisten ongelmien takia, rahassa mitattuna 275 miljoonaa euroa vuodessa. CISQ (2021) julkaiseman raportin mukaan Yhdysvalloissa julkinen sektori ja yritykset menettivät noin 2,1 triljoonaa dollaria tietojärjestelmäongelmien vuoksi. Edellä mainitun lisäksi yleisimpiä syitä tietojärjestelmänprojektien epäonnistumiseen ovat:

- Huono projektinhallinta
 - Usein projektipäälliköillä ei ole riittävää kokemusta/koulutusta
- Selkeän projektin määrittelyn puute
 - Projektin alussa sen laajuuden ja tavoitteiden puutteellinen määrittely
- Riittämätön viestintä
 - Viestinnän puute voi johtaa väärinkäsityksiin ja virheisiin
- Resurssien puute
 - Liian vähän aikaa, rahaa, osaavaa henkilökuntaa
- Muutosvastarinta
 - Käyttäjien ja sidosryhmien vastustus

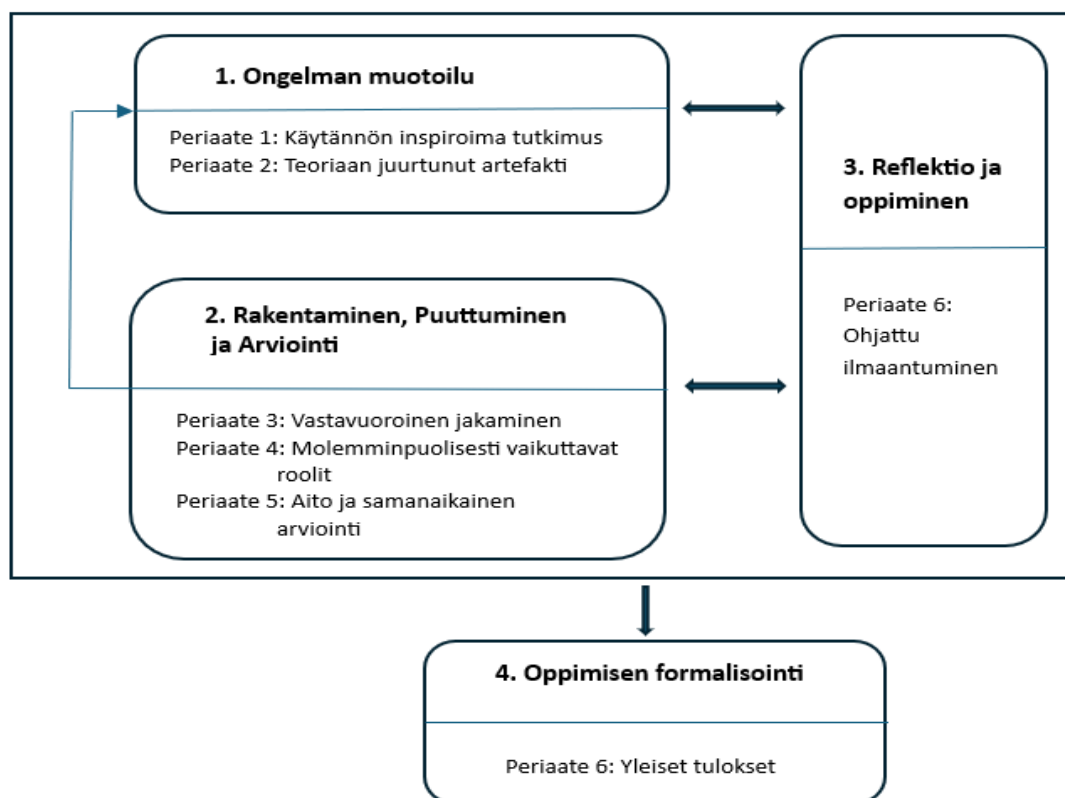
Edelliset asiat mielessä lähdettiin suunnittelemaan uutta. Kuten selvitykset ja tutkimukset ovat osoittaneet, niin logistiikka-ala on digitalisoitunut ja siellä on otettu myös käyttöön tekoälysovelluksia, mutta silti se on keskimääräisesti hieman jäljessä muita toimialoja. Tähän tutkimukseen yritettiin etsiä vastaavanlaisia tietojärjestelmiä, mutta niitä ei löytynyt, kuten eivät case-yrityksen edustajatkaan olleet löytäneet. Oikeastaan kaikki logistiikkaan viittaavat tietojärjestelmät olivat joko erilaisia varastojärjestelmiä tai satamien logistiikanhallintajärjestelmiä. Monessa näistä oli samoja elementtejä kuin nyt suunnitellussa, mutta juuri kuormansuunnitteluosaa vastaava toiminto puuttui. Mikä siihen mahdollisesti on syynä? Yleisesti bin packing -ongelma on todettu kohtuullisen vaikeaksi eli on hyvin haastavaa toteuttaa kunnollista algoritmia erityisesti kontin kuormaus tarpeisiin. Tutkimukseen haastateltiin henkilöä, joka suunnittelee työkseen varastojärjestelmiä. Hänen näkökantansa oli, että tämän tyyppistä järjestelmää ei ole vielä hetkeen mahdollista toteuttaa siinä laajuudessa, mitä

tässä on esitetty. Toinen huomio oli, että onko todettu, ettei panos-tuotossuhde ole tarpeeksi hyvä järjestelmän toteutuskustannuksiin nähden. Kolmantena havaintona nousi esiin kysymys, onko halpatuotanto-/kehitysmaiden suurissa satamissa tällaiselle järjestelmälle edes tarvetta. Työvoiman kustannusrakenne on siellä murto-osan siitä, mitä kehittyneissä maissa. Tämän ansiosta yritykset pystyvät palkkaamaan huomattavasti enemmän kuormaajia ja silti tuotantokustannukset jäävät pienemmiksi kuin kehittyneissä maissa. Lisäksi työntekijöillä on harvoin samoja etuja ja oikeuksia, joihin varsinkin länsimaissa on totuttu. Myös niillä on kustannuseroja kasvattava vaikutus. Näillä olettamuksilla järjestelmä on luultavasti soveliaampi korkean tulotason maihin, joissa ei voida kilpailla työntekijöiden määrällä, vaan teknologia korvaa ylimääräiset työntekijät.

Teknologiset ratkaisut mahdollistavat tehokkuuden parantamisen. Tekoälyn käyttäminen voi auttaa optimoimaan prosesseja ja tehdä kuormansuunnittelusta tehokkaampaa. Resurssien oikeanlainen kohdentaminen yhdessä parantuneiden prosessien kanssa voivat johtaa kustannussäästöihin pitkällä aikavälillä. Kehittyneet teknologiat voivat vaikuttaa myös satamien kilpailukykyyn, kun heidän asiakkaansa vertailevat siellä toimivia logistiikkayrityksiä nopeuden ja tehokkaan palvelun muodossa. Vaikka työvoiman kustannukset ovat alhaisemmat, tekoäly ja koneoppiminen voivat tuoda merkittäviä etuja, jotka voivat tehdä investoinnista kannattavan myös halpatuotanto- ja kehitysmaiden satamissa.

5.5 Rajoitukset ja jatkotutkimusaiheet

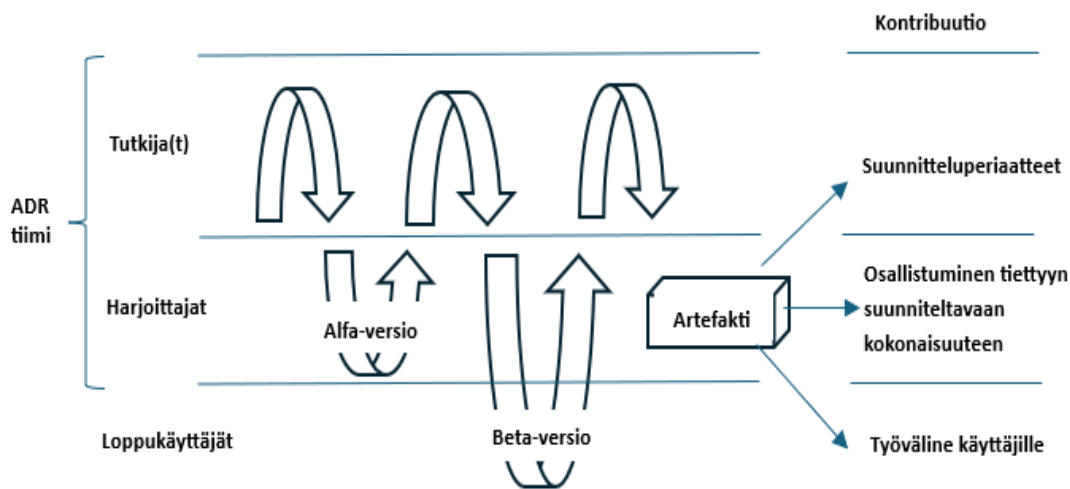
Jatkotutkimusaiheet voisivat koskea järjestelmän toimivuutta joko simuloiden tarkempien teknisten vaatimusten ja teknisten toteutusten pohjalta tai kehitetyn prototyypin kanssa. Toinen vaihtoehto on jatkaa tutkimusta suunnitellun artefaktin pohjalta käyttäen toista tutkimusmetodologiaa. Tässä kohtaa sopiva olisi Sein ja muiden (2011) kehittämä Action Design Research eli ADR. Siinä perehdytään aiheeseen neljän kohdan kautta.



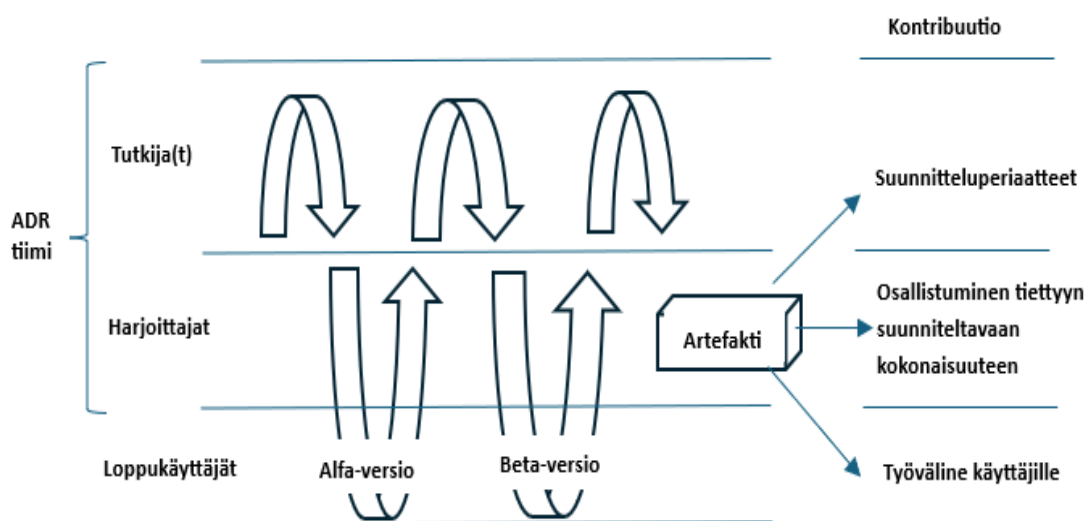
Kuvio 16. ADR-metodi. Vaiheet ja periaatteet (Sein ja muut, 2011, s. 41).

Ensimmäisenä vaiheena on ongelman muodostaminen: käytännön innoittamana tutkimus ja teoriayhdistetty artefakti. Toisena kohtana Rakentaminen, Puuttuminen ja Arviointi, joka muodostuu sanoista, **B**uilding, **I**ntervention ja **E**valuation (BIE). Kolmantena Reflektio ja oppiminen sekä neljäntenä oleva Oppimisen formalisointi.

Tässä kohtaa ei välttämättä kannata aloittaa uutta tutkimusta, vaikka ADR lähestyy aihetta hieman eri kulmasta, vaan jatkaa olemassa olevan toteutuksen/prototyypin testaamista ADR:n kohtien 2–4 kautta. Erityisesti kohdan 2, Rakentaminen, Puuttuminen ja Arviointi pohjalta artefaktia voidaan tutkia joko IT-dominantin BIE (kuvio 17) tai organisaatio dominantin BIE kautta (kuvio 18).



Kuvio 17. IT-dominantti BIE (Sein ja muut, 2011, s. 42).



Kuvio 18. Organisaatio dominantti BIE (Sein ja muut, 2011, s. 42).

Rakentaminen, Puuttuminen ja Arviointi (BIE) vaiheessa iterointiprosessissa muokataan artefaktia organisaation puuttumisella ja arvioinnilla eli artefakti vaikuttaa organisatorisiin käytäntöihin ja ymmärryksen lisääntyminen organisaatiossa vaikuttaa suunnitteluun (Pettersson & Lundberg, 2016, s. 224). BIE-vaiheen ensimmäinen tehtävä on määrittellä tiedon luomisen kohde. Kuvioissa 16 ja 17 on kuvattu kahden eri näkökulman BIE-syklejä, joissa kuvataan ja määritellään osallistujien roolit. Näiden ADR-

ryhmien toimintaideana on vastavuoroperiaatteella tuoda oman osaamisalueensa tietämyksensä ryhmään. Sein ja muiden (2011, s. 43–44) mukaan BIE-sykliden arvioinnin tulee olla spontaania ja vapaata, koska siten varmistetaan toiminnan kehitys.

Lähteet

- Aaltonen, M., Merilehto, A. (2019). *Tekoäly, ihminen ja kone*. Alma Talent. Helsinki
- Autioniemi, J. (2021). Tekoäly ja hallinnon käytännöt: paluu byrokraatiaan. In: Laakkonen, M. (ed.) *Informaatioteknologian filosofia, etiikka ja digitalisoitunut yhteiskunta*, 139–157. SoPhi, 146. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-8804-3>
- Avgerou, C. (2000). Information systems: What sort of science is it? *Omega The international journal of management science*, 28, 567–579. [https://10.1016/S0305-0483\(99\)00072-9](https://10.1016/S0305-0483(99)00072-9)
- Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., MacIntyre, B., (2001). Recent advances in Augmented Reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34–47. <https://10.1109/38.963459>
- Baskerville, R. L., Wood-Harper, A. T. (1998). Diversity in Information Systems Action Research Methods. *European Journal of Information Systems* (7:2), 90–107. <https://10.1057/palgrave.ejis.3000298>
- Bimber, O., Raskar, R. (2006) Modern approaches to augmented reality, *SIGGRAPH 2005*, 2006, 1–86. <https://doi.org/10.1145/1185657.11857>
- Boeing. (2022). World Air Cargo Forecast 2022-2041. Noudettu 5.1.2025 osoitteesta https://www.boeing.com/content/dam/boeing/boeingdotcom/market/assets/downloads/Boeing_World_Air_Cargo_Forecast_2022.pdf
- Briggs, R. O., Nunamaker, J. F., Sprague, R. H. (2010). Special Section: Social aspect of sociotechnical systems. *Journal of Management Information Systems*, Vol 2, No.1, 13–16. <https://10.2753/MIS0742-1222270101>
- Brocke, J. vom, Hevner, A., Maedche, A. (2020). Design Science Research, Cases. Springer International Publishing AG. <https://doi.org/10.1007/97030-468-3-781-4>
- Coffman, E. G., Garey M R, Johnson, D. S. (1984) Approximation algorithms for bin-packing—an updated survey. In: *Proceedings of Algorithm Design for Computer System Design*, 49–106.
- CISQ - Consortium for Information & Software Quality. (2021). The Cost of Poor Software Quality in the US: A 2020 Report. Noudettu 19.10.2023 osoitteesta

<https://www.it-cisq.org/the-cost-of-poor-software-quality-in-the-us-a-2020-report.htm>

- Eswaran, m., Raju Bahubalendruni, M. V. A., (2022). Challenges and opportunities on AR/VR technologies for manufacturing systems in the context of industry 4.0: A state-of-the-art review. *Journal of Manufacturing Systems*, 65, 260–278. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.09.016>
- Foster, M. N., Rhoden, L.N.H. (2020). The integration of automation and artificial intelligence into the logistics sector a Caribbean perspective. *Worldwide Hospitality and Tourism Themes Vol. 12 No. 1*, pp. 56-68. <https://10.1108/WHATT-10-2019-0070>
- Fraga-Lamas, P., Fernández-Caramés, T. M., Blanco-Novoa, Ó., Vilar-Montesinos, M. A., (2017). A Review on industrial augmented reality systems for the industry 4.0 shipyard. 6, 13358-13375. <https://10.1109/ACCESS.2018.2808326>
- Gardner, H. (1999). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century*. New York, NY: Basic Books.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. (2016). *Deep Learning*. An MIT Press book. Noudettu 6.10.2024 osoitteesta <https://www.deeplearningbook.org>
- Gregor, S., Hevner, A.R. (2013). Positioning and presenting design science research for maximum impact. *MIS Quarterly*, Vol. 37 (2). 337–355.
- Grubert, J., Langlotz, T., Zollmann, S., Regenbrecht, H. (2017), Towards Pervasive Augmented Reality: Context-Awareness in Augmented Reality. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 23(6). 1706–1724. <https://10.1109/TVCG.2016.2543720>
- Henderson, J. Venkatraman, N. (1993). Strategic Alignment: Leveraging Information Technology for Transforming Organizations. *IBM Systems Journal*, Vol. 32(1). <https://10.1147/sj.382.0472>
- Hevner, A. R. (2007). A Three Cycle View of Design Science Research. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 19(2), 4, 87–92. <https://aisel.ais-net.org/sjis/vol19/iss2/4>

- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS Quarterly*, 28(1), 75–105. <https://doi.org/10.2307/25148625>
- Hiltunen, E. (2018). Hyvä paha tekoäly. *Työn tuuli*, 1/2018, 37–43. Noudettu 6.9.2024 osoitteesta https://www.henry.fi/media/ajankohtaista/tyontuuli/tyontuuli_012018_20180521_1.pdf#page=37
- Imtiaz, M. B., Qiao, Y., Lee, B. (2024). PolyDexFrame: Deep reinforcement learning-based pick-and-place of objects in clutter, 12(8), 547, 1-25. <https://doi.org/10.3390/machines12080547>
- Jain, P. & Aggarwal, K. (2020). Transforming Marketing with Artificial Intelligence. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 7(7), 3964-3976. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25848.67844>
- Johnson, D. S. (2007). The NP-completeness column: Finding needles in haystacks. *ACM Transaction on algorithms*, Vol. 3(2), 24, 1–21. <http://doi.acm.org/10.1145/1240233.1240247>
- Kaplan, A. & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri in my Hand, who's the Fairest in the Land? On the Interpretations Illustrations and Implications of Artificial Intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15–25.
- Kaplan, J. (2016). Artificial intelligence: think again. *Communications of the ACM*, Vol. 60(1), 36–38. <https://doi.org/10.1145/2950039>
- Levin, G. (2006). Computer vision for artists and designers: pedagogic tools and techniques for novice programmers. *AI & Soc*, 20, 462–482. <https://doi.org/10.1007/s00146-006-0049-2>
- Lim, S., Saldanha, T. J., Malladi, S. & Melville, N. P. (2013). Theories Used in Information Systems Research: Insights from Complex Network Analysis. (M. Rothenberger, Toim.) *Journal of information technology theory and application*, 14(2), 5–46
- March, S., & Smith, G. (1995). Design and natural science research on information technology. *Decision Support Systems*, 15(4). [https://doi.org/10.1016/0167-9236\(94\)00041-2](https://doi.org/10.1016/0167-9236(94)00041-2)

- Milgram, P., Kishino, F., (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information Systems*, E77-D (12). 1321–1329.
- Multi-Access Edge Computing (MEC); Phase 2: Use Cases and Requirements. Noudettu 28.9.2024 osoitteesta https://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/MEC/001_099/002/02.01.01_60/gs_MEC002v020101p.pdf
- Nayeri, Z.M., Ghafarian, T., Javadi, B. (2021). Application placement in fog computing with AI approach: Taxonomy and a state-of-the-art survey. *Journal on Network and Computer Applications*, 185. 1–30. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2021.103078>
- Nivala, A. (2019). Onko tekoälyä olemassa? *Niin & näin*, 3, 19–25. Noudettu 17.10.2024 osoitteesta https://www.researchgate.net/publication/336059738_Onko_tekoaly_olemassa
- Nordin, D. (2024). Ohjaamaton oppiminen. *Techopedia*. Noudettu 7.10.2024 osoitteesta <https://www.techopedia.com/fi/sanasto/ohjaamaton-oppiminen>
- Nordin, D. (2024). Ohjattu oppiminen. *Techopedia*. Noudettu 7.10.2024 osoitteesta <https://www.techopedia.com/fi/sanasto/ohjattu-oppiminen>
- Numminen, L. (2024). Mitä on heikko tai kapea tekoäly? Noudettu 14.10.2024 osoitteesta <https://www.finnishup.com/mita-on-heikko-tai-kapea-tekoaly/>
- Ojanperä, T. (2023). Tekoälyn vallankumous - käsikirja. Alma Talent.
- Orlikowski, W. J. & Iacono, C. S. (2001). Research commentary: Desperately seeking the "IT" in IT research - a call to theorizing the IT artifact. *Information Systems Research*, 12(2), 121–134. <https://10.1287/isre.12.2.121.9700>
- Peffer, K., Rothenberger, M., Tuunanen, T. & Vaezi, R. (2012). Design science research evaluation. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29863-9_29
- Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3), 45–77. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>
- Petersson, A. M. & Lundberg, J. (2016). Applying action design research (ADR) to develop concept generation and selection methods. *Procedia CIRP* 50. Elsevier B.V, 222–227. <https://10.1016/j.procir.2016.05.024>

- Pries-Heje, J. & Baskerville, R. (2008). The design theory nexus. *MIS Quarterly*, 32(4), 731–755. <https://10.2307/25148870>
- Ram, N. (2023). Optimizing E-commerce: Solving the Bin packing -Problem - How to use efficient algorithms to save yourself from a box-apostrophe. *Towards AI*. Noudettu 6.4.2024 osoitteesta <https://pub.towardsai.net/optimizing-e-commerce-solving-the-bin-packing-problem-66d2437a0b1a>
- Raza, Z., Woxenius, J., Vural, C. A., Lind, M. (2023). Digital transformation of maritime logistics: Exploring trends in the liner shipping segment. *Computers in Industry*, 145, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2022.103811>
- Ristimäki, J. (2020). Tekoälyn yleistymisen riskit ja haasteet finanssialalla. Informaatioteknologian tiedekunta, Jyväskylän yliopisto. Noudettu 15.8.2024 osoitteesta <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/72823>
- Salvatore T. March, G. F. (1995). Design and natural science research on information technology. *Decision support systems*, 15, 251–266. [https://10.1016/0167-9236\(94\)00041-2](https://10.1016/0167-9236(94)00041-2)
- Silver, M. S., Markus, M. L., and Beath, C. M. (1995). The Information Technology Interaction Model: A Foundation for the MBA Core Course. *MIS Quarterly*, 19(3), 361–390. <https://10.2307/249600>
- Song, D-W., Panayides, P. (2012). Maritime logistics: Contemporary issues. Emerald Publishing Limited
- Statista. (2024a). Ocean shipping worldwide - statistics & facts. Noudettu osoitteesta 2.2.2025 <https://www.statista.com/topics/1728/ocean-shipping/>
- Statista. (2024b). Container shipping worldwide - statistics & facts. Noudettu osoitteesta 4.2.2025 <https://www.statista.com/topics/1367/container-shipping/>
- Sutton, S.G., Arnold, V., Holt, M. (2018). How much automation is too much? Keeping the human relevant in knowledge work. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 15 (2), 15–25. Doi:10.2308/jeta-52311
- Sutton, S.G., Arnold, V., Collier, P., Leech, S. A. (2021). Leveraging the synergies between design science and behavioral science research methods. *International Journal of*

- Accounting Information Systems*, 43, 1–16.
<https://doi.org/10.1016/j.accinf.2021.100536>
- Syderfeldt, A., Danielsson, O., Gustavsson, P. (2017). Augmented reality smart glasses in the smart factory: Product evaluation guidelines and review of available products. *IEEE Access*, volume 5, 9118–9130
- Toivonen, H. (2023). Mitä tekoäly on? 100 kysymystä ja vastausta. Kustannusosakeyhtiö Teos. Helsinki
- Tuominen, H., Neittaanmäki, P., Niinimäki, E., Pölönen, I., Rautiainen, I., Äyrämö, S., Ruohonen, T., Nyrhinen, R., Ojalainen, A., Vähäkainu, P., Äyrämö, S-M. (2019). Tekoälyn perusteita ja sovelluksia. Informaatioteknologian tiedekunta, Jyväskylän yliopisto. Noudettu 19.8.2024 osoitteesta <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/64975>
- Tuunanen, T., Vartiainen, T., Kainulainen, S., & Ebrahim, M. (2023). Development of an Agile Requirements Risk Prioritization Method: A Design Science Research Study. *Communications of the Association for Information Systems*, 52, 609–637. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.05226>
- Työterveyslaitos. (2014). Huono tietojärjestelmä on aikasyöppö. Noudettu 8.1.2024 osoitteesta <https://news.cision.com/fi/tyoterveyslaitos/r/huono-tietojarjestelma-on-aikasyoppo,c9588418>
- van Krevelen, D.W.F., Poelman, P. (2010). A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *The international journal of virtual reality*, 9(2), 1–20. <https://doi.org/10.20870/IJVR.2010.9.2.2767>
- Venable, J. R., Pries-Heje, J., Baskerville, R. L. (2017) Choosing a design science research methodology. *ACIS 2017 Proceedings*. 112. <https://aisel.aisnet.org/acis2017/112>
- bleYonis, H. Sundarakani, B., Alshairi, M. (2020). Applications of artificial intelligence and machine learning within supply chains: systematic review and future research directions. *Journal of modelling in management*, 17(3), 916–940. <https://doi.org/10.1108/JM2-12-2020-0322>

Liitteet

Liite 1. Winter DSR Project checklist

Checklist 1: WHAT are we doing?

We design... Artefaktin, jonka avulla yritys pystyy tehostamaan toimintaansa. Käytännössä se tarkoittaa tietojärjestelmää, johon kuuluu yrityksen käyttämä tietojärjestelmä sekä yrityksen asiakkaiden käyttämä "client-ohjelmisto". Tietojärjestelmän keskiössä on tekoäly/koneoppiminen, joka käyttää bin packing -ongelmana tunnettua algoritmia saadakseen parhaan mahdollisen merikonttien kuormansuunnittelun. Kuormansuunnittelu perustuu asiakkaiden lähettämistä tavaroiden lähetystiedoista, joissa on huomioitu lähetyksen mitat, mahdolliset kuormausrajoitukset (saako lastata tavaroita päälle, DGR-ohjeet (dangerous goods)). Lähetykset luetaan kamerajärjestelmän toimesta tavarun saapuessa terminaaliin (qr tai vastaavan tyyppinen koodi). Lisäksi kokonaisuuteen liittyy kuormaajan käytössä oleva laite (älylasit tai muu lukija), joka kertoo mikä kolli kuormataan seuraavaksi, mihin kohtaan kontissa sekä missä ko. kolli sijaitsee terminaalissa.

In terms of DSR... Kyseessä on kokonaisuus, jossa huolintayhtiö ja asiakkaat käyttävät samaa järjestelmää. Siihen voi linkittyä useat huolintayhtiön ja varustamon tietojärjestelmät.

It is intended to be used by... Huolintayhtiön operatiivinen yksikkö sekä yhtiön asiakkaat (client).

It addresses the problem of... Miten merikontin kuormaus voitaisiin tehdä nopeammin ja tehokkaammin tekoälyyn/koneoppimiseen pohjautuvan tietojärjestelmän avulla käyttäen jonkinlaista lukulaitetta.

Checklist 2: WHY are we doing it?

The problem's significance is... Kyseisellä järjestelmällä huolintayhtiö pystyy tehostamaan toimintaansa, kun kuormansuunnittelu nopeutuu ja tehostuu, lähetysten etsimiseen ei mene ylimääräistä aikaa, kontin kuormaaminen nopeutuu. Tämä kaikki mahdollistaa tehokkaamman henkilökunnan käytön ja kustannusten pienenemisen.

Lisäksi etuna voidaan nähdä tiedonkulun parantuminen tavarantoimittajan, huolintayhtiön välillä. Myöhemmissä vaiheissa voidaan automaattiseen tiedonkulkuun lisätä varustamot sekä vastaanottaja(t) määräsatamassa. Tämän tietojärjestelmäkokonaisuuden ansiosta saatu tieto on periaatteessa reaaliaikaista ja kerätty tieto on saatavilla tarvittaessa/siirtyy kaikkien sidosryhmien järjestelmiin

The central requirements of the stakeholders are... Järjestelmän käyttäjien tulisi olla sitoutuneita toimimaan tavalla, mikä mahdollistaa järjestelmän tehokkaan käytön eli merkitä kollit tarroilla (viivakoodi/QR tms.), jotka mahdollistavat esimerkiksi automaattisesti kameroilla tapahtuvan etälukemisen, kun kolleja toimitetaan huolintaterminaaliin.

Existing research solutions... Tutkimusaiheen osista on tehty tutkimuksia, mutta ei tämän tyypisestä kokonaisuudesta. Esimerkiksi DHL ja BMW käyttävät varastoissaan ja kokoonpanohihoilla älylaseihin perustuvaa keräämistä/kokoonpanoa.

Existing practise solutions... Tämänhetkisen tiedon perusteella juuri tällaista järjestelmäkokonaisuutta ei ole olemassa.

However, the existing (maybe general) solution components... Kaikki tässä tarvittavat "osat" ovat jo olemassa. Nyt tarkoituksena olisi saada ne toimimaan yhdessä.

Checklist 3: HOW are we doing it?

The fundamental mechanism ("technology") that promises to solve the problem is...

AI ja koneoppimisen hyödyntäminen esimerkiksi bin packing -ongelman (algoritmi) kanssa ja näiden yhdistäminen kamerajärjestelmään sekä älylaseihin/muihin tulostinlaitteisiin.

This "technology" is justified by the insight that... Tekniset/tietotekniset osat ovat jo olemassa ja niitä käytetään yleisesti.

The concrete solution components that are proposed to meet the requirements are...

Tekoälyä ja koneoppimista ymmärtävä tietojärjestelmä, kamerajärjestelmä, älylasit/skannerit.

The solution potential can be demonstrated/exemplified by... Suunnittelutieteen periaatteilla suunniteltu artefakti, johon voidaan yhdistää tapauskuvauksia ja erilaisia laskelmia.

The proposed solution's utility can be evaluated by... Järjestelmän toteutuksen hinta voidaan arvioida samantyyppisten projektien perusteella. Operatiivisessa toiminnassa lähetysten hinnat ovat tiedossa, kuten myös kuormaamiseen ja kuorman suunnitteluun käytetty aika. Näiden perusteella pystytään tekemään tarkkoja laskelmia ja luomaan erilaisia skenaarioita, joiden avulla pystytään tekemään kustannuslaskelmat.

Based on a first evaluation, the solution proposal can be enhanced by... Yleisellä tasolla eri teknisiä toteutuksia voi aina parantaa.

Checklist 4: HOW are we doing it?

Our research will inform future designer by... Miten eri järjestelmien yhdisteltävyyttä/rajapintoja tulisi saada paremmin keskustelemaan toistensa kanssa. Tämä

The most important limitations of our solutions proposal are... Järjestelmän osien yleinen yhteensopivuus.

Future research should... Kehittämään tekoälyn/koneoppimisen hyödyntämistä logistiikassa.

Liite 2. DSR metodologian vertailutaulukon elementtien selitteet

Rakenne	Kuvaus
1. Filosofia	Mikä on "Weltanschauung" tai sen lähestymistapa? Neljä alielementtiä alla (samat alielementit kuin ISD:ssä, mutta joitain mukautettuja kuvan mukaisesti)
a. Paradigma	Tiede vs. järjestelmät, Objektivistit vs. subjektivistit ontologia, Positivistit vs. Tulkintava epistemologia (sama kuin ISD:ssä)
b. Tavoitteet	Mahdollisia DSR-menetelmien tavoitteita/tavoitteita ovat: Kasvaminen relevanssi, tutkimuksen tarkkuuden lisääminen, parantaminen (kenelle – asiakas? muut sidosryhmät? heikommassa asemassa olevat? julkinen? millä tavalla – tehokkuus? Tehokkuus, tehokkuus, eettisyys), vapautuminen/kriittinen näkökulma, sidosryhmien konsensus, "oikean" ongelman ratkaiseminen, esineiden tehokkuus, suhde olemassa olevaan kirjallisuuteen, Käytännön merkitys, Teoreettinen merkitys
c. Domain	Ei erityistä asiakasta, Yksi asiakas, Useita asiakkaita/ryhmä, yhteiskunnallinen asiakas
d. Kohde	Artefaktin tyyppi: IS/IT, CBIS, ISD-menetelmä/työkalu/tekniikka/metodologia, tuote (yleensä, ei vain IS/IT:ssä), prosessi (yleensä, ei vain IS/IT:ssä)
2. Malli	Mitä abstraktio- ja esitysmekanismeja käytetään? (1) sanallinen, (2) analyyttinen tai matemaattinen, (3) ikoninen, kuvallinen tai kaavamainen ja (4) simulointi (sama kuin ISD:ssä)
3. Tekniikat & työkalut	Mitä työkaluja ja tekniikoita menetelmässä käytetään? (Sama kuin ISD:ssä)
4. Laajuus (DSR aktiviteetit)	Mitä DSR-prosessin vaiheita/toimintoja käsitellään? DSR-menetelmissä yhteisiä

	toimintoja ovat: (a) Ongelmanarviointi, (b) Suunnittelu/kehystys, (c) Suunnittelu/tekeminen, (d) Arviointi ja (e) Reflektio.
5. Tuloste	Mitkä ovat suoritteet kussakin vaiheessa ja lopussa? (Sama kuin ISD:ssä)
6. Käytäntö	Kolme alielementtiä alla (samat alielementit kuin ISD:ssä, mutta joitain mukautettuja kuten on esitetty)
a. Tausta	Kaupallinen vai akateeminen? (Sama kuin ISD:ssä)
b. Käyttäjäkunta (Goole lainaukset 15.8.2017)	DSR-metodologian käyttäjien lukumäärä ja tyypit (käytä sitaatteja korvikkeena)
c. Osallistujat	Mitä rooleja osallistuu ja mitä taitoja tarvitaan? Tutkija, asiakas, käyttäjä, Muu sidosryhmä
7. Tuote	Mitä metodologian ostajat saavat rahoilleen? Ohjelmisto? Koulutus? Dokumentaatio? Apupalvelu? Konsultointi? Jne.? (Sama kuin ISD:ssä)