

Satama- ja terminaalitoimintojen automatisoinnin potentiaali Suomessa

Kemianteollisuus ry
Metsäteollisuus ry
Teknologiateollisuus ry

Projektin tavoitteena oli määrittää Suomen satamien automaatiopotentiaali

Tausta

- Logistiikan kustannukset suhteessa BKT:hen olivat Suomessa vuonna 2022 n. 12,5%, mikä on kansainvälisesti tarkasteltuna korkeaa tasoa*. Suomen teollisuus ja kauppa ovat kustannuskilpailukyvyssä tästä syystä takamatkalla ja kaukana suurista markkinoista ja liikenteen solmupisteistä. Vihreä siirtymä ja päästöjen vähentäminen on pitkien etäisyyksien päässä ja ohuiden tavaravirtojen varassa toimivalle Suomelle erityisen haastavaa.
- Venäjän sota Ukrainassa on murtanut rajusti logistiikan, raaka-aineiden ja tavarareittien kokonaiskuvaa, mikä on entisestään korottanut tarvetta tavaralogistiikan kilpailukyyn (tuottavuus, joustavuus, tehokkuus, resilienssi) kehittämiseksi.
- Suomella on kaikki edellytykset nostaa tavaralogistiikan tuottavuutta, tehokkuutta ja kilpailukykyä: sillä on maailmanluoman osaamista prosessien digitalisaatiosta, terminaaliautomaatiosta sekä konkreettisia ratkaisuja, jotka on kehitetty mm. maailmanluokan satamien tehostamiseen ja automatisointiin.
- Vientiteollisuus pyysi Swecolta ehdotusta työstä, jolla selvitetään satama- ja terminaalitoimintojen automatisoinnin mahdollisuuksia, sen kilpailukykyä lisäävää potentiaalia sekä automatisointiastetta lisääviä toimia.

Tavoitteet ja rajaukset

Määrittää Suomessa toimivien satamien kilpailukyky (tuottavuus ja tehokkuus) ja kehittyminen, tehdä kansainvälinen vertailu ja ymmärtää erot ja mahdollisuudet valittujen verrokkisatamien suhteen.

Koota ja kuvata keskeisimpiä automatisoinnin kohteita maailmanluokan verrokkisatamissa, niissä saatuja tuloksia, onnistumisen edellytyksiä ja osaamisvaatimusten muutoksia.

Tunnistaa mahdollisia automatisoinnin kohteita, hyötypotentiaalia ja tavoiteltavia tuloksia suomalaisissa satamissa ja tavaraterminaaleissa.

Määrittää tiekartta ja priorisoida toimenpiteet, joilla satamien ja terminaalitoimintojen automaatioastetta ja kilpailukykyä voidaan kehittää vuosina 2025-2030.

Kansainväliset vertailusatamat valittiin automaatioasteen ja vertailukelpoisuuden kautta

Tarkastelun tarkoitus

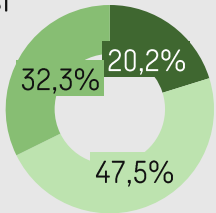
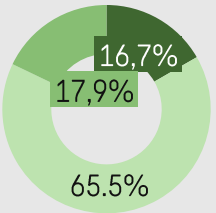
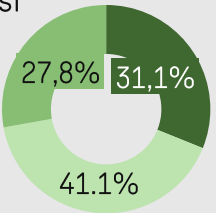
1. Ymmärtää, **mitä automaatoratkaisuja maailmalla on hyödynnetty** suunnilleen Suomen kokoisissa ja kaltaisissa satamissa
2. Analysoida, **millaisia vaikutuksia** eri automaatiotekniikoiden soveltamisessa tällaisissa satamissa on
3. Tunnistaa **eroavaisuuksia ja yhtäläisyyksiä Suomen satamiin**

Valitut kriteerit satamille

1. **Haastateltavien näkemykset** – kaikki valitut satamat ovat saaneet yhden tai useamman maininnan haasteltavilta
2. Tarpeeksi **realistinen kokoluokka** suomen kontekstiin (HaminaKotka käsittelee n. 14 miljoonaa tonnia vuodessa)
3. **Kattavuus kaikissa terminaalityypeissä** – emme valinneet satamia, jotka painottuvat pelkästään kontti tai bulkkitoimintaan.
4. **Tiedon saatavuus** kohteesta alustavan kartoituksen perusteella – tarkastelu perustuu pitkälti julkiseen tietoon
5. Mahdollisuuksien mukaan samantyyppiset **sääolosuhteet** kuin Suomessa (koska esim. lumi hankaloittaa tiettyjä automaatoratkaisuja)

Verrokkisatamat ovat Gävle, Porto ja Brisbane

■ Kuivabulkki ■ Yleisrahti ■ Nestebulkki

	Port of Gävle	Port of Porto (Leixões)	Port of Brisbane
Terminaalityyppi	Kontti-, bulkki-, combi-, nestebulkki terminaali	Kontti-, RoRo-, neste-, kuiva- ja yleisbulkki terminaali	Kontti-, RoRo-, neste-, kuiva- ja yleisbulkki ja matkustaja terminaali
Koko	Lastinkäsittelyn määrä ~6m tonnia Kapasiteetti 600 000 TEU / vuosi 	Lastinkäsittelyn määrä ~15m tonnia Kapasiteetti 702 000 TEU / vuosi 	Lastinkäsittelyn määrä ~32m tonnia Kapasiteetti n. 1.6 m TEU / vuosi 
Automaation hyödyntäminen kohteessa	• Automatisoitu paperirullien korkeavarasto, josta paperi lastataan tehokkaasti merikuljetuskontteihin • Automatisoidut siltanosturit ja vaakakuljettimet varmistamaan paperirullien tiheän varastoinnin ja itsenäisen kuljetuksen kontteihin • Kuusi automatisoitua RTG-nosturia (rubber-tyred gantry cranes), joissa jäähdytettyjen konttien varastointimahdollisuudet	• Kolme automatisoitua RTG-nosturia (rubber-tyred gantry cranes) • Integroitu logistiikkajärjestelmä integroi maaliikenteen, kuivasatamat ja logistiikka-alustat. • Simulaatiokeskus meri-, joki- ja maaliikenneoperaatioita varten • Digitaalinen kaksonen vaarallisen lastin riskin valvomiseksi ja hallitsemiseksi	• Automaation edelläkävijä. • Kaikki konttiterminaalit käyttävät automaattisia kontinkäsittelylaitteita. • 22 automaattista pinoamisnosturia (ASC) • 35 automaattista konttilukkia • Kalmar Automated Truck Handling automatisoi maaliikennetoiminnot
Vertailukohde*	Oulun satama: Lastinkäsittelyn määrä < 10m tonnia Kuivabulkki 22,4%, yleisrahti 39,5%, nestebulkki 38%	Kemin satama: Lastinkäsittelyn määrä < 10m tonnia Kuivabulkki 22,5%, yleisrahti 55,3%, nestebulkki 22,1%	HaminaKotkan satama: Lastinkäsittelyn määrä ~15m tonnia Kapasiteetti 1,5 m TEU / vuosi Kuivabulkki 40,9%, yleisrahti 35,6%, nestebulkki 23,3%

*Ensisijaisesti rahtityypin ja toissijaisesti koon mukaisesti

Kotimaiset vertailusatamat valittiin automaatoratkaisujen toteutettavuuden kautta

Tarkastelun tarkoitus

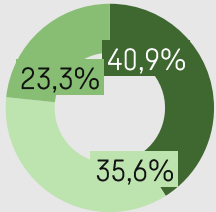
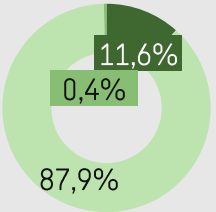
1. Ymmärtää, **mitä automaatoratkaisuja Suomessa on hyödynnetty**
2. Tunnistaa **eroavaisuuksia ja yhtäläisyyksiä kansainvälisiin satamiin**
3. Analysoida, **millaisia vaikutuksia** eri automaatiotekniikoilla voisi Suomen satamissa olla
4. **Tunnistaa haasteet**, joita automaatiotekniikoiden implementointi Suomessa aiheuttaisi ja miten niitä voisi mitigoida

Valitut kriteerit satamille

1. **Potentiaali automaatioinvestoinneille**
 - a) Suurempi koko
 - b) Painotus konttiliikenteeseen
 - c) Mahdollisuus suurempaan liikenteeseen satamassa, jotta automaatiotehokkuudesta voidaan hyötyä
 - d) Mahdollistava infra
 - e) Yhteistyön helppous satamasuunnitelmia- tai investointeja tehdessä toimijoiden kesken
2. **Teollisuuden intressit** – merkitys viennille ja tuonnille
3. **Koko maan kattavuus** – ei siis pelkästään satamia vain Etelä-Suomesta
4. **Terminaalityyppien kattaminen**
5. **Erilaisten satamien kuvaaminen**
6. **Vertailukelpoisuus vertailusatamiin**

Valitut verrokkisatamat Suomesta ovat HaminaKotka, Hanko ja Kokkola

■ Kuivabulkki ■ Yleisrahti ■ Nestebulkki

	Port of HaminaKotka	Port of Hanko	Port of Kokkola
Terminaalityyppi	Kontti-, RoRo-, LoLo-, neste-, kuiva-, bulkki ja matkustaja terminaali	Kontti-, RoRo-, kuiva-, yleisbulkki ja matkustaja terminaali	Kontti-, neste-, kuiva- ja yleisbulkki terminaali
Koko	Lastinkäsittelyn määrä ~15m tonnia Kapasiteetti 1,5 m TEU / vuosi 	Lastinkäsittelyn määrä 4,4m tonnia Kapasiteetti 77 000 TEU / vuosi 	Lastinkäsittelyn määrä 7m tonnia Kapasiteetti 20 000 TEU / vuosi
Automaation hyödyntäminen kohteessa	- Kentän hallinta, portit ja seuranta - Pilotoitu: automaattisia pyöräkuormajia 5G stand alone -verkko, jonka avustamina automaattikoneet toimivat - Pilotoitu: älykameravalvontaa ajoportilla - Pilotoitu: droneilla suoritettavaa aluevalvontaa ja turvavarusteiden käyttöä	- Kentän hallinta, portit ja seuranta - Unitspotter nettipohjainen yhteistyöalusta jakamaan maantiekuljetuksiin ja rahteihin liittyvää tietoa	- Kentän hallinta, portit ja seuranta - Yksityinen LTE-verkko

Automaatiolla on potentiaalia kasvattaa suomalaisten satamien liikevaihtoa ja tehokkuutta

Kansainväliset ja suomalaiset verrokkisatamat vertailtuna

		Brisbane	Gävle	Leixões	Haminakotka	Hanko	Kokkola
Mittarit	Liikevaihto per tavaratonnit	3,90	2,91	3,95	2,94	3,07	2,1
	Satama-kapasiteetti	1,6m TEU / vuosi Lastinkäsittelyn määrä 32m tonnia	600 000 TEU / vuosi Lastinkäsittelyn määrä 6m tonnia	702 000 TEU / vuosi Lastinkäsittelyn määrä 15m tonnia	1,5m TEU /vuosi Lastinkäsittelyn määrä 15m tonnia	77 000 TEU /vuosi Lastinkäsittelyn määrä 4,4m tonnia	20 000 TEU /vuosi Lastinkäsittelyn määrä 7m tonnia
	TEU / lastitonnit, %	5%	10%	5%	10%	2%	0,3%
	FTE per 1000 TEU	0,13	0,83	0,21	0,043*	0,31	0,85
	Liikevoitto per käsitelty tavaratonni	2.96	0,89	0,65	0,33	0,41	-3,26

Kansainväliset verrokkisatamat, joissa automaatiota on implementoitu laajemmin, **vaikuttavat pärjäävän suhteutetun liikevoiton perusteella kaikkia suomalaisia satamia paremmin**. Liikevaihdon osalta ne ovat Kokkolaa lukuun ottamatta linjassa suomalaisten satamien kanssa. Sen sijaan resurssitehokkuudessa voi havaita suurta hajontaa, jonka voidaan päätellä johtuvan esimerkiksi erilaisista rahtityypeistä tai raportointikäytännöistä. **Vertailukelpoisempaa tarkastelua varten tulisi arvioida satamakenttää laajemmin ja rahtityyppikohtaisesti ja pyrkiä keräämään data suoraan raportioijilta oletuksineen.**

*Haminakotkan ilmoittaman henkilöstömäärän periaatteen eroavat hyvin todennäköisesti muiden satamien periaatteista.

Ratkaisut ovat pitkälti jo olemassa ja kehittyvät jatkuvasti – nyt tarvitaan yhteistyötä investointien vauhdittamiseksi

Teknologioiden implementoinnin hidasteena on monia eri tekijöitä..

- Satamien liikevaihto/volyymi on liian pientä
- Automatisointi vaatii liian isoja investointeja
- Suomen sääolosuhteet
- Sopimusten pituudet
- Standardisoinnin vähyys
- Vähäinen konttiliikenne
- Monitoimijamalli
- Teknologioiden sovellettavuus
- Satamien maa-alueiden rajoitteet
- Asenteet automaatioon

~Tarkempi kuvaus tunnistetuista edellytyksistä työn liitteissä

..jotka voidaan ratkaista eri sidosryhmien välisellä uudella yhteistyöllä

Yritysryhmittymien toimet

- Yhteistoimintaryhmien kokoaminen rahtityyppikohtaisesti (yksikkörahti, trailer, kontti, kuivabulkki, nestebulkki)
- Yhteisten automaatoratkaisujen suunnittelu ja kehittäminen investointikelpoisiksi
- Investointien toteutus ja käyttöönotto

Useamman yrityksen toimet

- Yhteisinvestointien hyödynjakomallien luominen
- Rahtityyppikohtaisen teknisen kehittämisen yhteistyö, kuten satamien erikoistuminen, reittisuunnittelu ja automaatiokohteiden tunnistaminen
- Pienempien automaatoratkaisujen testaus yksittäisissä satamissa

Yksittäisen yrityksen toimet

- Satamatoimintojen yhdenmukaistaminen
- Toistuva automaation hyödyistä viestiminen ja automaatoratkaisuihin tutustuttaminen
- Jatkuvan satamaoperaattorikoulutuksen toteutus uusien taitojen hankkimiseen ja ylläpitoon
- Työelämän jatkuva kehittäminen, parantaen työturvallisuutta, työoloja ja edistäen työurien jatkamista

Lähitulevaisuudessa tärkeintä on yhteistoimintaryhmien kokoaminen ja toimien jalkauttaminen niihin

Tarkempi kuvaus sidosryhmäyhteistyön johtamisesta eri asteilla

Yhteistoimintafoorumeiden perustaminen ja kehitysohjelman johtaminen koordinoitiryhmässä

- **Kehitysohjelman tarkoituksena** on muodostaa ja johtaa kehitysohjelmaa, joka jakautuu a) teemoihin ja toimiin, jotka pyrkivät edistämään muutosta yleisesti, b) rahtityyppikohtaisten kehitysohjemien toiminnan tukemiseen ja seurantaan.
- **Koordinaatioryhmä määrittelee** kehitysohjelman ylätasoon tavoitteet, välitavoitteet, toimintaperiaatteet, kehittämisteemat, sidosryhmät, roolit, organisaation ja hankkii kehitysohjelmalle resurssit.
- **Organisoituminen:** Yritysyhteenliittymien perustama kehitysohjelma ja yrityksistä koostuva koordinaatioryhmä. Koordinaatioryhmän tukena toimii ohjelmaryhmä, joka vastaa kehitysohjelman käytännön toteutuksesta. Toimintaa fasilitoi neutraali asiantuntijataho.

Rahtityyppikohtaiset foorumit (3-6kpl)

- **Foorumeiden tarkoituksena** on pyrkiä yhteistyössä arvioimaan erilaisten ratkaisujen vaikuttavuutta ja toteutettavuutta sekä linjaamaan, millaiset ratkaisut, kannusteet ja etenemismallit toisivat parhaat tulokset suhteessa kehitysohjelman tavoitteisiin.
- Tehdyn työn pohjalta potentiaalisissa automatisointikohteista vastuussa olevat yritykset pystyvät suunnittelemaan ja toteuttamaan automaatioinvestointeja ja jakamaan oppejaan foorumeissa mukana oleville tahoille.
- **Organisoituminen:** Kutsuttavat sidosryhmät foorumeille linjataan koordinaatioryhmässä. Toimintaa fasilitoi neutraali asiantuntijataho.

Satamakohtaiset kehitysprojektit

- **Projektien tarkoituksena** on kehittää yksittäisten satamien automaatiota rahtikohtaisten kehitysohjelmien mukaisesti. Projektit voivat olla pienempiä kehitysohjelmia, kuten sataman porttien automatisointia tai laajempia kuten automaattisen kaluston implementointia.
- **Organisoituminen:** johdossa satamaoperaattorit, satamat ja varustamot, mukana tarvittaessa esim. teollisuustoimijoita ja teknologiaoimittajia.

Satama-automaatiolla on potentiaalia parantaa toimintaa laaja-alaisesti

Automaation hyödyt kategorioittain



Turvallisuus

- Ihmisten siirto turvallisiin ympäristöihin
- Varastointitarkkuuden parantaminen matkojen, epävakausten ja tulipaloriskien vähentämiseksi
- Vaarallisten konttipinojen riskin minimoiminen telakoilla
- Sataman luotettavuuden ja maineen ylläpitäminen



Vastuullisuus

- Fossiilisista polttoaineista luopuminen asteittain ja energiankulutuksen minimoiminen
- Ilman-, valon- ja äänenlaatujen parantaminen
- Tilatehokkuuden parantaminen tiivistämällä toimintoja



Tuottavuus

- Satamakäyntiajan ja varastointiaikojen lyhentäminen
- Kuorma-autojen odotusaikojen vähentäminen
- 24/7 toiminta
- Telakan inventaario ja tarkkuus
- Varautuminen ruuhkiin



Kustannukset

- Kustannusten vähentäminen TEU:ta kohti (nopeampi varastonkierto)
- Pienemmät työvoimakustannukset
- Virheistä sekä käsittelylaitteiden ja konttien vaurioitumisesta aiheutuvien kustannusten vähentäminen



Työympäristö

- Työvoiman houkuttelu tulevaisuuden työpaikalla
- Monimuotoisuus ja inklusio
- Työtyytyväisyyden, sitoutumisen ja terveyden lisääminen kokoamalla ihmiset yhteen
- Prosessien parantaminen ja koneiden yhteistoiminta



Resilienssi

- Sopeutuminen rahtimäärien ja tilanteiden vaihteluihin
- Häiriöiden vaikutusten lieventäminen
- Penempi riippuvuus laatuvirheistä ja ihmisistä
- Joustavan toiminnan mahdollistaminen
- Jatkuva kehitys data-analytiikkaa ja tekoälyä hyödyntämällä

Työn yhteenveto: vaikuttavimpien automaatoratkaisujen vauhdittaminen vaatii uudenlaista yhteistyötä

Automaation hyötyjen
valjastaminen Suomessa...

....vaatii sidosryhmäyhteistyöhön perustuvaa toimenpideohjelman, jonka pohjalla on käsitys automaation kansainvälisistä kokemuksista sekä ymmärrys Suomen erityispiirteistä



Kansainvälisten
oppien
hyödyntäminen

- Automaatiota hyödynnetään maailmalla laajasti **erityisesti isoissa konttisatamissa**
- Vaikuttavimmat automaatiotekniikat ovat **konttien kuljetuksessa ja pinoamisnostureissa**
- Automaation hyödyntäminen on **hitaampaa pienemmissä, heterogeenisissä satamissa**

Suomen
automaation
nykytilan
ymmärtäminen

- Pidempään käytössä olleet ja vaikutuksiltaan **pienemmät automaatiotekniikat ovat pitkälti jo käytössä Suomessa**
- Näiden lisäksi Suomessa on joitain **pilottikokeiluja**, mutta ei muuten laajaa edistyneempien automaatiotekniikoiden hyödyntämistä
- Eri yrityksillä on **sama näkemys yhteistyön tärkeydestä** ja kehityksen tarpeellisuudesta

Automaatio-
potentiaalin
tunnistaminen

- Automaatiolla on Suomen satamissa **potentiaalia erityisesti pienempinä kokonaisuuksina** implementoituna satamien koon vuoksi
- Esimerkiksi etäohjaus tai ratkaisut yksittäisiin, isoihin tuoteryhmiin voivat olla potentiaalisia
- Isoimpiin konttisatamiin voi olla **myös hyödyllistä tehdä isompia konttiautomaatio-investointeja**

Haasteiden
analysointi

- Suurimmat haasteet automaation implementoinnille Suomessa ovat **systeemitason ilmiöissä**
- Yksittäisissä satamissa on jo näkemystä, mitä teknologioita niissä voisi hyödyntää, mutta **esteeksi muodostuu investointien kalleus** ja se, että satamakentässä on monta toimijaa, joten **selkeää vastuunjakoa investointien jalkauttamisesta ei ole helppoa löytää**
- Automaation suurimmat haasteet Suomessa liittyvät erityisesti **investointien kalleuteen** suhteutettuna satamien kokoon, konttirahdin vähäisyyteen sekä monitoimijamalliin

Toimenpiteiden
laadinta

- Koska implementoinnin esteet ovat systeemitason haasteissa, automaation edistämiseen tarvitaan **yhteistyöforumeita**, joiden tarkoituksena on löytää kustannustehokkaimmat ratkaisut satamien automaation kehitykselle
- Muita tarvittavia toimenpiteitä ovat esim. satamien jatkuva kehittäminen ja positiivinen automaatioviestintä työntekijöille
- Muutosta tulee rakentaa **vaiheittain** ja varata isoimmille muutoksille n. 10 vuotta aikaa.

Satama-automaatiolla on Suomessa merkittävä potentiaali, ja kehitystä voidaan vauhdittaa selkein askelein

1 Satamien rooli ja toiminnan tehokkuus ovat erityisen tärkeitä Suomen kilpailukyvyllle

Logistiikan sujuvuus on elinehto Suomen kilpailukyvyn ja taloudellisen elinvoiman kannalta. Suomen maantieteestä johtuen **satamien toiminnan varmistaminen ja tehostaminen** on ratkaisevaa. Merkittävä mahdollistaja satamien toiminnan kehittymisen kannalta on **automaatio**.

2 Automaatio lisää satamien resilienssiä ja tuo myös muita hyötyjä

Tehokkuushyötyjen lisäksi automaatiolla voidaan parantaa sataman toimintaa laaja-alaisesti. Automaatiolla voidaan parantaa satamien toimintakykyä ja **resilienssiä** häiriötilanteissa, parantaa **työturvallisuutta ja työympäristöä sekä** lisätä **toiminnan tehokkuutta**.

3 Automaation laaja-alainen hyödyntäminen on mahdollista myös Suomen olosuhteissa

Vaikka automaatioteknologiat soveltuvat parhaiten suuren mittaluokan satamiin, **kokemukset maailmalta osoittavat, että automaatioteknologiat ovat toimivia, käytännöllisiä ja kannattavia myös pienemmän mittaluokan satamissa**.

4 Suomessa on kansainvälisesti korkeatasoista teknologiaa, jonka soveltaminen on mahdollista yhä useammin myös pienissä satamissa

Suomalaiset teknologiatoimittajat (koneet, laitteet, automaatioratkaisut, ohjelmistot, tietoliikenneverkot) **ovat toimittaneet johtavia automaatioratkaisuja maailman suurimpiin satamiin**. Ratkaisujen digitalisaatiokehitys ja teknologioitten jatkuva kehittäminen laskee jatkuvasti automaatioinvestointien hintoja ja tekevät investoinneista kannattavia yhä pienemmissä rahtivirroissa ja satamissa. Suomi voi myös toimia koekenttänä uusille ratkaisuille.

5 Laajamittaisen satama-automaation suunnittelu ja toteutus onnistuu vain laajalla yhteistyöllä

Automaatioratkaisuja on jo otettu Suomessa käyttöön, mutta pääsääntöisesti vaikutuksiltaan pienemmillä alueilla. Merkittävämmät automaatioinvestoinnit erityisesti konttisatamien ratkaisuiden osalta kuitenkin **puuttuvat toistaiseksi**. Yksi syy tähän on se, että uusi ratkaisu edellyttää muutoksia ja investointeja varsin monen yrityksen toiminnassa (monitoimijamalli). Ei ole ollut selkeää, **mikä osapuoli investoinnit suunnittelisi ja tekisi**, sillä hyödyt jakaantuvat myös muille yrityksille.

6 Automaatiota voidaan Suomessa vauhdittaa selkein askelin

Automaatioinvestointien vauhdittamiselle voidaan luoda onnistumisen edellytykset yhteistyönä. Monitoimijamallin haasteisiin vastaaminen onnistuu **kokoamalla relevantit yritykset ja sidosryhmät** yhteen ja työstämällä yhdessä **ratkaisuja esimerkiksi rahtityypeittäin ja satamakohtaisesti** automaatioinvestointien potentiaalisimpiin kohteisiin.