



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Niklas Nurmi

Konttinostrin käyttöasteen parantaminen

Tekniikan ja innovaatiojohtami-
sen akateeminen yksikkö
Kandidaatintutkielma
Automaatio ja tietotekniikka

Vaasa 2025

VAASAN YLIOPISTO**Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö**

Tekijä:	Niklas Nurmi		
Tutkielman nimi:	Konttinosurin käyttöasteen parantaminen		
Tutkinto:	Tekniikan kandidaatti		
Oppiaine:	Automaatio ja tietotekniikka		
Työn ohjaaja:	Jouni Lampinen		
Valmistumisvuosi:	2025	Sivumäärä:	36

TIIVISTELMÄ:

Tässä kandidaatintyössä on tarkoituksena etsiä kehittämissuhteita konttinosurin käyttöasteen parantamiseen Euroports Finlandin satamatoiminnoissa. Työn tutkimusmenetelmänä oli tapaus tutkimus ja tarkoituksena oli tunnistaa konttinosurin tyypillisimpiä vikoja ja tuotantoseisokkien syitä sekä esittää kehityssuhteita kunnossapidon ja seurannan tueksi. Tutkielman aineisto perustui yrityksen käytössä olevan raportointijärjestelmän dataan. Aineistosta analysoitiin vikaraporttien tietoja vikojen tyypeistä ja kestosta. Lisäksi työssä hyödynnettiin aiempia tutkimuksia ja kirjallisuutta, joiden avulla rakennettiin teoreettinen viitekehys käyttöasteesta, ennakoivasta kunnossapidosta ja reaaliaikaisesta seurannasta ja etsittiin vastauksia tutkimuskysymyksiin. Työn tavoitteena oli löytää konkreettisia toimenpiteitä nosturin toimintavarmuuden ja käytettävyyden parantamiseksi sekä seisokkien vähentämiseksi. Tuloksissa ja johtopäätöksissä todettiin, että datan laadun parantaminen ja sen käsittelyn automatisoiminen auttaisi ennakoivan kunnossapidon kautta lisäämään käyttöastetta. Lisäksi teknologian, automaation ja tekoälyn hyödyntämisen lisääminen konttisataman toimintoihin parantaisi tehokkuutta.

AVAINSANAT: konttinosuri, käyttöaste, kunnossapito

Sisällys

1	Johdanto	5
1.1	Tutkielman taustaa	6
1.2	Tutkimuskysymykset	7
1.3	Tutkimussuunnitelma	7
1.4	Tapaustutkimus ja aineiston analyysi	9
2	Datan kerääminen	11
2.1	Data	11
2.2	uReporting raportointijärjestelmä	12
3	Käyttöaste, vikatyypit ja kunnossapito	14
3.1	Laitteen käyttöaste	14
3.2	Bromma STR40	15
3.3	Yleisimmät viat	16
3.4	Ennakoiva kunnossapito ja kunnossapito-ohjelma	19
4	uReporting-raportointijärjestelmän vikailmoitukset	25
4.1	Raportointijärjestelmän vikailmoitukset	25
4.2	Korjausehdotukset yleisimpiin vikatyyppeihin	26
4.3	Vikatilojen aiheuttamat seisokkiajat	27
5	Kehitysehdotukset käyttöasteen parantamiseksi	29
5.1	Ennakoiva huolto-ohjelma	29
5.2	Teknologian hyödyntäminen käyttöasteen parantamisessa	30
6	Johtopäätökset	32
	Lähteet	34

Taulukot

Taulukko 1. Tutkimuksen eteneminen	8
Taulukko 2. Bromma STR40 hydrauliset viat (Bromma standard manual, 2019).	17
Taulukko 3. Bromma STR40 hydrauliset viat (Bromma standard manual, 2019).	18
Taulukko 4 Bromman jaksottaiset huoltotoimenpiteet (Bromma standard manual, 2019).	20
Taulukko 5. uReportingin vikailmoitukset luokittain.	25
Taulukko 6. Korjausehdotuksia yleisimpiin vikoihin. (Global Rigging & Transport, 2023; Bromma standard manual, 2019).	26
Taulukko 7 uReportingin-raportointijärjestelmään tallentuneet seisokkiajat	28

Kuvat

Kuva 1. Konttiliikenne Suomessa satamittain (Satamaoperaattorit Oy, 2025).	6
Kuva 2. uReportingin moduulit (Invertion, n.d.).	13
Kuva 3. Bromma STR40 osat (Bromma standard manual, 2019).	16

Lyhenteet

ISO-kontti	Kansainvälisen standardin mukainen rahtikontti
SWL	<i>(Safe Working Load)</i> , turvallinen sallittu kuormitus
STS-nosturi	<i>(Ship-to-Shore)</i> , laituri-nosturi, joka siirtää kontteja aluksen ja sataman välillä
MMBF	<i>(Mean Movements Between Failures)</i> , keskimääräinen käsittelyliik- keiden määrä vikojen välillä
MTTR	<i>(Mean Time to Repair)</i> , keskimääräinen vian korjausaika

1 Johdanto

Suurin osa Suomen ulkomaankaupan tavaroista kulkee meriteitse ja vientikuljetuksissa se tarkoittaa yli 90 % osuutta. Kontti on yli 50 vuotta käytössä ollut kuljetusyksikkö, jonka avulla tavaroita voidaan kuljettaa ja siirtää kuljetusvälineestä toiseen ilman toistuvaa lastinkäsittelyä (Logistiikan maailma, 2025). Satamaoperaattorit ry (2022) on laatinut Yleiset satamaoperointiehdot ja niissä määritellään satamaoperaattorien velvollisuudet ja vastuut lastien käsittelyssä. Satamaoperaattorin vastuu tavarasta alkaa tavarantoimituksesta ja päättyy kun tavara on luovutettu eteenpäin joko vastaanottajalle tai vastaanottajan valtuuttamalle toimijalle. Muiden vastuiden lisäksi satamaoperaattori vastaa tavarantoimituksen viivästymisestä ja velvollinen suorittamaan vahingonkorvausta enintään toimeksiannosta maksettavan vastikkeen määrän.

Satamien tehokas toiminta on keskeinen osa nykyaikaista logistiikkaketjua, jossa tavaravirtojen sujuvuus perustuu pitkälti luotettavaan materiaalinkäsittelylaitteisiin. Konttinosturit ovat olennainen osa satamien toiminnallista infrastruktuuria, ja niiden käyttövarmuus vaikuttaa suoraan operatiiviseen tehokkuuteen, toimitusaikoihin ja kustannustason. Mikäli nosturin käytettävyydessä ilmenee puutteita, se voi aiheuttaa merkittäviä tuotannollisia viiveitä, lisäkustannuksia sekä heikentää terminaalien suorituskykyä (Logistiikan maailma, n.d.).

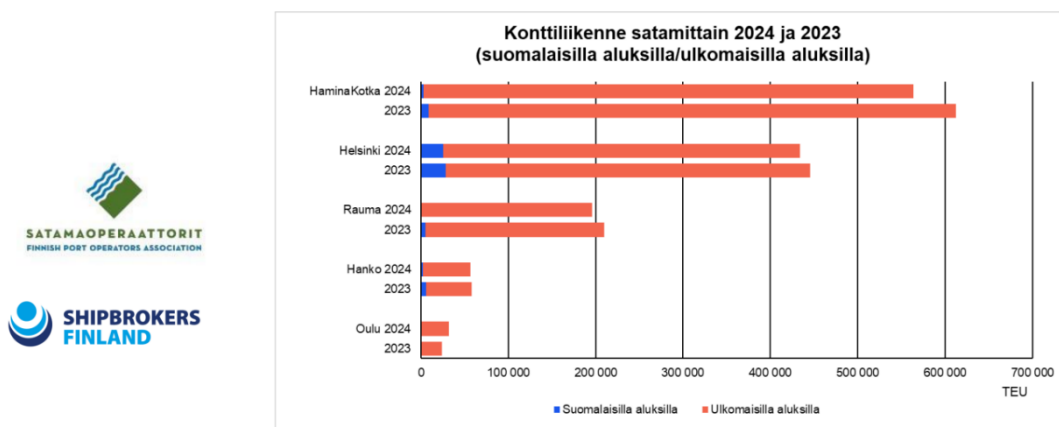
Euroports Finlandin operatiivisessa toiminnassa konttinosturi on keskeinen osa kontinkäsittelyä. Laitteen tekninen rakenne ja toimintaperiaatteet ovat tehokkaita, mutta käytännössä sen käyttöasteeseen vaikuttavat toistuvat viat tietyissä komponenteissa. Näiden vikojen aiheuttamat seisokit heikentävät nosturin käyttöastetta ja heijastuvat koko terminaalien tehokkuuteen ja aiheuttavat näin viivästyksien kautta lisäkustannuksia.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on analysoida organisaation raportointijärjestelmän avulla konttinosturiin kiinnitettävän levittimen eli Bromma STR40 yleisempiä vikatyyppisiä ja teoriaperustan ja ohjekirjojen avulla löytää niiden ennaltaehkäisy- ja korjauskeinoja.

1.1 Tutkielman taustaa

Tutkimus toteutetaan tilaustyönä Euroports Rauma Oy:lle, joka on Suomen kolmanneksi vilkkain satama konttiliikenteellä mitattuna (Kuva 1). Euroports Finland on osa kansainvälistä maailmanlaajuisesti toimivaa konsernia, jolla on Suomessa viisi itsenäistä yksikköä ja tytäryhtiö. Yritys toimii Suomessa kahdeksassa satamassa ja tarjoaa kaikkia sata-
maoperoinnissa tarvittavia palveluita.

Konttiliikenne satamittain, suomalaiset/ulkomaiset alukset 2023 ja 2024



Kuva 1. Konttiliikenne Suomessa satamittain (Satamaoperaattorit Oy, 2025).

Tutkimuksen tarkoitus on selvittää, kuinka konttinosturin käyttöastetta voidaan parantaa ennaltaehkäisemällä ja lyhentämällä vikatilojen aiheuttamia seisokkeja. Tutkimuksen tavoitteena on analysoida uReporting-raportointijärjestelmän datan avulla yleisempiä konttinosturiin kiinnitettävän levittimen vikatyyppejä ja teoriaperustan ja ohjekirjojen avulla löytää niiden ennaltaehkäisy- ja korjauskeinoja. Tutkielman aineisto koostuu Europortsin oman järjestelmän tuottamasta datasta ja sen analyysistä, mikä mahdollistaa realististen ja toimintaympäristöön soveltuvien kehitysehdotusten esittämisen. Dataa kerätessä huomioidaan vikojen esiintymistiheys, toistuvuus, vaikutusaika ja korjaustoi-

mien tehokkuus. Tavoitteena on tuottaa käytännönläheistä tietoa, jota voidaan hyödyntää kunnossapidon kehittämisessä ja konttinosturin käytettävyyden parantamisessa. Lisäksi työssä tarkastellaan, kuinka ennakoivan kunnossapidon ja reaaliaikaisen kunnonvalvonnan menetelmiä voitaisiin soveltaa nimenomaan STR40-levittimen kaltaisiin laitteisiin.

1.2 Tutkimuskysymykset

Työn tavoitteena on vastata seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Millaisia tyypillisiä vikoja konttinosturin levittimessä esiintyy?
2. Miten olemassa olevan raportointijärjestelmän dataa voidaan hyödyntää vikojen analysoinnissa ja ennaltaehkäisyssä?

1.3 Tutkimussuunnitelma

Tutkimussuunnitelman tarkoitus on ohjata tutkimustyön tekijää etenemään suunnitelmallisesti ja siinä kuvataan tutkielman kulku aloituksesta työn luovuttamiseen tarkastukseen. Tässä työssä tutkimusmenetelmänä on Hirsjärven ja muiden (2014, s. 134–135) teoksen mukaan tapaustutkimus, koska kandidaatintutkielmassa tutkitaan yksittäisen yrityksen ilmiötä ja yritetään ymmärtää sitä mahdollisimman kattavasti. Dataa kerätään raportointijärjestelmästä ja induktiivisella sisällönanalyysillä tunnistetaan yleisimpiä vikatyyppejä. Mahdollisesti niitä voidaan myös teemoitella ja kvantifioida, jos samoja vikatyyppejä esiintyy paljon. Näiden perusteella pyritään löytämään kehitysehdotuksia, joiden avulla vikoja voitaisiin vähentää ennakoiden. Tutkimuksen kulku ja tiedonhaku esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Tutkimuksen eteneminen

Tutkimusvaihe	Toiminto	Ennen siirtymistä seuraavaan vaiheeseen
Toimeksianto työn tilaajalta	Suunnittelutapaaminen työn tilaajan kanssa	Aiheeseen perehtyminen
Tutustuminen toimintaympäristöön, konttinosturiin ja Bromma STR40 levittimeen	Konttinosturin ja Bromma STR40 levittimen toimintaan tutustuminen ja kuljettajan haastattelu	Työn aiheen täsmennys ja rajaus
Toinen tapaaminen työn tilaajan kanssa	Keskustelu aikataulusta, toimintavavoista ja tavoitteista	Sopimus kandidaatintyön toteutuksesta
uReporting perehdytys	Raportointijärjestelmän toimintaan perehtyminen	Oikeuksien saaminen raportointijärjestelmään
Tiedonhaku	Tieteellisten artikkelien haku Vaasan yliopiston Tritonian tietokannoista hakusanoilla "container crane AND fault detection", rajaus 2010-2025 ja koko teksti saatavilla, Google scholarilla tehtiin haku "container crane" ja rajaus 2021-2025.	Artikkelien otsikoiden soveltuvuuden perusteella luettiin tiivistelmät ja tutkimuksen teoriataustaan sopivia artikkeleita löytyi 7. Googlen hausta valittiin 3 artikkelia.
Artikkeleiden ja toimeksiannon perusteella määriteltiin keskeiset käsitteet,	Tutkielman johdannon ja teoreettisen perustan kirjoittaminen.	Työn ohjaajan tapaaminen.

tutkimusongelmat ja tavoitteet.		
Datan kerääminen.	Vikailmoitusten siirto uReportingista Exceeliin	Aineiston luokittelu.
Aineiston analyysi.	Luokitellun aineiston kvantifiointi.	Korjausehdotuksien yhdistäminen vikailmoituksiin.
Tulosten kerääminen.	Esitys tuloksista toimeksiantajalle.	Tuloksien raportointi ja johtopäätökset.

1.4 Tapaustutkimus ja aineiston analyysi

Vilka (2015) toteaa, että laadullisessa tutkimuksessa aineiston laadulla on enemmän merkitystä kuin määrällä. Aineiston tarkoitus on tukea ilmiön tai tapauksen ymmärtämisessä. Yleisesti ajatellaan, että tapaustutkimuksen tuloksia ei voi eikä ole tarpeenkaan yleistää tutkittavaa organisaatiota laajemmalle, mutta Laine ja muut (2007) kertovat, että tuloksia voidaan kuitenkin tietyillä reunaehdoilla käyttää muidenkin vastaavien tapausten kuvaamiseen. Tämän tutkimuksen tuloksia pystyy todennäköisesti yleistämään muiden satamaoperaattoreiden käyttöön, jos heillä on käytössä samankaltainen konttinosuri ja levitin.

Tapaustutkimuksen aineistonhankintaan käytetään usein aineistotriangulaatiota, joka tarkoittaa useita erilaisia aineistonhankintamenetelmiä samassa tutkimuksessa (Laine ja muut, 2007). Tässä tutkimuksessa käytiin havainnoimassa nosturin toimintoja kaksi kertaa, mutta siitä ei kerätty aineistoa, vaan tutkimuksen tekijä perehtyi nosturin toimintaan, jotta olisi helpompi toteuttaa toimeksianto. Analysoitava aineisto on saatu uReporting-raportointijärjestelmästä, joka on ollut käytössä organisaatiossa pari vuotta, joten aineistoa ei ole vielä kertynyt kovinkaan paljoa.

Laadullisen tutkimuksen aineistoanalyysin perusmenetelmä on sisällön analyysi, jonka avulla aineistoa jäsennetään. Sisällön analyysiin liittyy kaksi erilaista lähestymistapaa, induktiivinen ja deduktiivinen, joista induktiivinen päättely etenee yksittäisestä yleiseen ja deduktiivinen yleisestä yksittäiseen. Käytännössä induktiivisessa analyysitavassa aineisto määrittelee luokittelut ja deduktiivisessa ne on jo määritelty aiempien teorioiden perusteella. Tutkija Timo Laine on esittänyt sisällön analyysin etenemisen vaiheittain, jossa ensin valitaan, mitä aineistosta etsitään, poimitaan ne asiat erikseen ja sitten luokitellaan, teemoitellaan ja tyypitellään, jonka jälkeen tehdään yhteenveto. Näiden jälkeen voidaan myös kvantifioida aineistoa laskemalla samojen asioiden toistuvuutta (Tuomi & Sarajärvi, 2018). Tässä tutkimuksessa aineisto ensin luokiteltiin eri kategorioihin ja sen jälkeen laskettiin esiintymien määrää.

2 Datan kerääminen

Tässä luvussa määritellään, mitä tarkoittaa data ja kuinka sitä voidaan hyödyntää yrityksen toiminnan tukena ja tehokkuuden raportoinnissa. Lisäksi esitellään järjestelmä, joka on toimeksiantajayrityksen käytössä.

2.1 Data

Data on rakenteista tai rakenteetonta tietoa, jota kerätään, tallennetaan ja käsitellään erilaisten ilmiöiden, prosessien tai tapahtumien kuvaamiseksi. Se voi koostua esimerkiksi numeroista, teksteistä, kuvista, mittaustuloksista tai tapahtumalokeista. Data toimii perustana analytiikalle, päätöksenteolle, tutkimukselle sekä erilaisten järjestelmien kehittämiselle ja optimoinnille. Pelkkä data ei kuitenkaan ole vielä itsessään tietoa, vaan sen jalostaminen analyysin avulla tuottaa ymmärrystä ja tietopohjaa, jota voidaan hyödyntää eri käyttötarkoituksissa. Data voi olla synnyltään esimerkiksi havaintodataa, mittaustulodataa, käyttäjädataa tai liiketoimintaprosesseista syntyvää operatiivista dataa. (Hämäläinen, 2025).

Laadukas ja systemaattisesti kerätty data mahdollistaa ilmiöiden tarkemman mallintamisen, tilastollisen analysoinnin sekä erilaisten ennustemallien rakentamisen. Lisäksi dataa voidaan käyttää toimintaprosessien seurannassa, suorituskyvyn arvioinnissa sekä riskienhallinnan tukena. Hyvälaatuisen datan keskeisiä ominaisuuksia ovat muun muassa tarkkuus, eheys, ajantasaisuus ja yhdenmukaisuus. Nykyaikaisessa tiedolla johtamisessa data on keskeinen raaka-aine, jota jalostamalla syntyy lisäarvoa. Erityisesti digitaalisten järjestelmien kehityksen myötä datan merkitys päätöksenteossa ja toiminnanohjauksessa on jatkuvasti kasvanut (Hämäläinen, 2025).

Tutkimuksessa käytetty data on kerätty uReporting-vikajärjestelmän avulla, jota hyödynnetään konttinosurin ja Bromma STR40:n vikojen seurannassa. Palvelun kautta työntekijät kirjaavat havaittuja vikoja, niiden ajankohdat sekä suoritettut huoltotoimenpiteet. Jokainen merkintä sisältää tiedon vian tyylistä, tapahtuma-ajan

sekö korjaustoimista, joita on tehty vian poistamiseksi. Tällä tavoin data kattaa sekä ensisijaiset, että mahdolliset toistuvat korjaukset samoissa kohteissa.

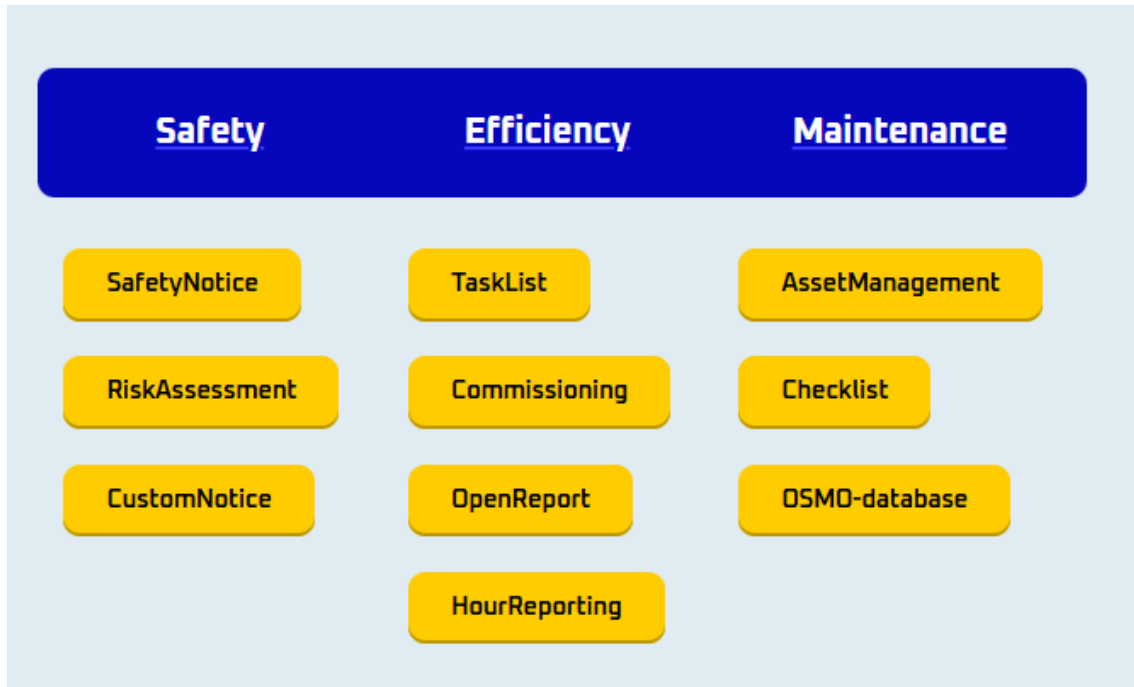
Kerätty data muodostaa kokonaiskuvan koneen vikahistoriasta: esimerkiksi runko-osan (frame) mekaanisia ja sähköisiä vikoja, hydraulikkajärjestelmän ongelmia sekä sensorivikoja. Lisäksi tiedot antavat mahdollisuuden arvioida seisokkien kestoa, huoltotoimien tehokkuutta sekä vikojen toistuvuutta. Datan avulla voidaan tunnistaa kriittisiä vikakohteita, joiden perusteella on mahdollista kehittää ennakoivia huoltokäytäntöjä, parantaa käyttöastetta ja vähentää seisokkikustannuksia.

2.2 uReporting raportointijärjestelmä

Raportointijärjestelmä on kunnossapidon tietojärjestelmä, jonka tehtävänä on havaita, luokitella, paikantaa ja raportoida sähköjärjestelmissä tai teknisissä laitteissa esiintyvät viat. Tällaisen järjestelmän avulla voidaan analysoida vian tyyppi, sijainti ja vaikutukset seurattavan laitteen toimintaan. Raportointijärjestelmä koostuu yleensä useista alajärjestelmistä, kuten ilmoittajasta, ilmoitusajasta, vian kohteesta, korjauksen totuttamisesta, seisokkiajasta ja tiedot korjauksesta. Näiden toimintojen avulla järjestelmä pystyy tuottamaan nopeasti tarkan vikaraportin, joka tukee kunnossapitoa ja suojaa järjestelmää lisävaurioilta. Huoltoraportoinnilla voidaan kuvata tehdyt huoltotoimenpiteet, ajankohdat ja tekijät ja sen perusteella arvioida, tehdäänkö oikeita huoltoja oikeaan aikaan ja oikealla tavalla (Asp ja muut, n.d.).

Eurosportsille on hankittu raumalaisen Invertion Oy:n kehittämä uReporting-järjestelmä, jonka avulla työntekijät voivat raportoida konttinosturissa ja sen komponenteissa esiintyvistä vikatiloista. UReportingiin tehdään laiterekisteri, jonka avulla jokainen laite yksilöidään. Rekisterin avulla voidaan nähdä vikailmoitukset, määräaikaistarkastukset ja määräaikaishuollot laitekohtaisesti. Järjestelmästä nähdään myös jokaisen laitteen vika- ja huoltohistoria. Kuvassa 1 on esitelty ohjelmiston moduulit. (Invertion, n.d., Kuusisto & Pakula, n.d.). uReporting-palvelun kautta kerätty data tallentuu rakenteiseen muotoon,

mikä mahdollistaa sen systemaattisen analysoinnin ja hyödyntämisen kunnossapidon kehittämisessä.



Kuva 2. uReportingin moduulit (Invertion, n.d.).

3 Käyttöaste, vikatyypit ja kunnossapito

Tässä kappaleessa kerrotaan laitteen käyttöasteen merkityksestä tuotantolaitteen suorituskyvylle ja erilaisista konctinosturien ja sen komponenttien vikatyypeistä sekä kunnossapidon merkityksestä sekä käyttöasteeseen että suorituskykyyn.

3.1 Laitteen käyttöaste

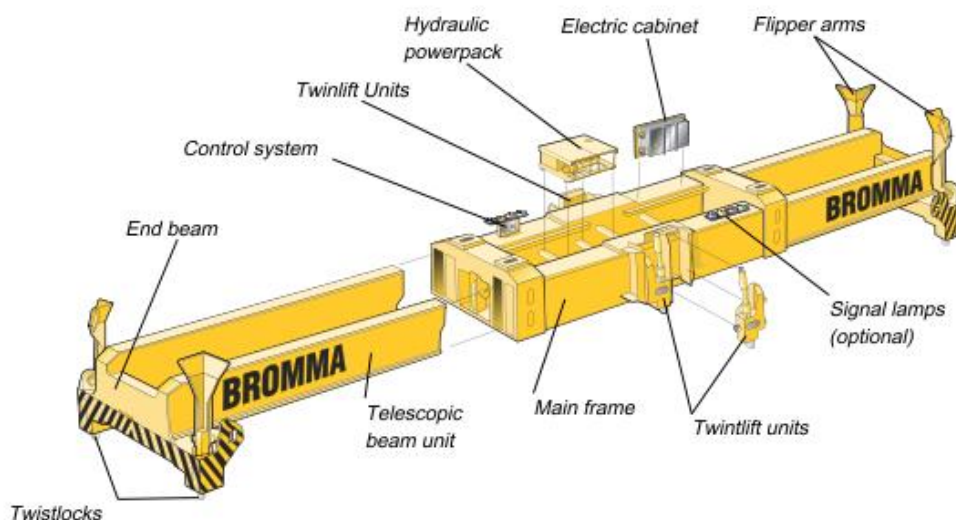
Käyttöaste on yksi tärkeimmistä tuotantolaitteiden suorituskykyä kuvaavista ominaisuuksista, erityisesti teollisuus- ja logistiikkaympäristöissä. Se kertoo, kuinka todennäköisesti järjestelmä tai laite on toimintakunnossa tietyllä hetkellä, ja vaikuttaa suoraan prosessin jatkuvuuteen sekä tehokkuuteen. Käyttöasteen kolme pääkomponenttia ovat luotettavuus, huollettavuus ja huollon saatavuus. Näiden osa-alueiden hallinta mahdollistaa tuotantokatkosten vähentämisen ja prosessien optimoinnin (Vis, 2006). Käyttöasteeseen liittyy olennaisesti käyttövarmuus, joka tarkoittaa laitteen toimivuutta, kun tietyt asiat ovat kunnossa. Käyttövarmuus voidaan jakaa neljään eri tekijään eli toimintavarmuus, kunnossapidettävyyys, palautettavuus ja kunnossapitovarmuus. Toimintavarmuus ja kunnossapidettävyyys liittyy jo laitteen suunnitteluun ja valmistusvaiheeseen. Palautettavuus tarkoittaa laitteen kyvykkyyttä korjata itse itseään ja kunnossapitovarmuus taas laitteiden huoltoja tekevän yrityksen resursseja korjauksiin ja palveluun ylläpitotoiminnoissa (Kortelainen, 2021).

Laitteiden käyttöastetta pyritään parantamaan ennaltaehkäisevin toimenpitein, prosesseja kehittämällä sekä teknologiaa hyödyntämällä. Käyttöaste ei ole pelkästään tekninen mittari, vaan siihen liittyy myös henkilöstön osaaminen, resurssien kohdentaminen ja järjestelmien kokonaisvaltainen hallinta (Saurí ym., 2014). Käyttöasteen mittaamista varten voidaan käyttää erilaisia tunnuslukuja, joiden avulla seurataan toiminnan tehokkuutta tai suorituskykyä eli tässä tapauksessa laitteen käyttöastetta. Näitä ovat esimerkiksi laitteen toteutunut käyttöaika, käyttöajan suhde suunniteltuun käyttöaikaan, vikaantumisväli, korjausaika ja vikaantumisesta tai huollosta johtuva seisokkiaika (Kortelainen & Ahonen, 2021).

Logistiikassa ja satamaoperoinnissa toimitusaika ja –varmuus ovat keskeisiä kilpailuvaltteja, jolloin konttinosturin pitkä seisokkiaika heikentää sekä tulosta että mainetta. Käyttöasteen lisäksi voidaan toimintaa mitata myös tavaran toimitusajalla tai suorituksen määrällä tietyssä ajassa. Tehokkuuden lisäksi on tarpeellista huomioida myös laatu eli toiminnon virheettömyys ja ettei tavaraa vahingoiteta kuljetuksen aikana. Asiakastyytyväisyydellä on myös merkitystä, konttilaivan tulee olla satamassa vain välttämätön aika, jolloin tyhjennyksen ja lastauksen on tapahduttava sovitussa aikataulussa (Logistiikan maailma, n.d.).

3.2 Bromma STR40

Bromma STR40 teleskooppilevittimen käyttötarkoitus on ISO-konttien ja muun kaluston nostaminen käyttäen ISO twistlock-lukkoja. Nostettavan kuorman pitää olla sallitussa painorajassa (SWL) ja sen tulee olla nosturin alla. Bromma STR40 (kuva 2) koostuu keskellä olevasta päärungosta missä on molemmissa päissä teleskooppiset säleet ja ne ovat yhdistetty toisiinsa päätypalkeilla. Teleskooppimekanismi, flipperivarret ja twistlock-lukot toimivat hydraulisesti. Hydrauliikkayksikkö ja sähkökaappi on asennettu runkoon ja runkoon on myös asennettu neljä twinlift-yksikköä, jotka voidaan laskea, jolloin pystytään nostamaan kaksi 20 jalan kokoista konttia (Bromma standard manual, 2019).



Kuva 3. Bromma STR40 osat (Bromma standard manual, 2019).

3.3 Yleisimmät viat

Yleisimmät konttinosturien viat voidaan jakaa viiteen eri vikatyyppiin: sähköiset viat, mekaaniset viat, hydraulikkajärjestelmän ongelmat, käyttäjien virheet ja ympäristötekijät. Sähkö ja mekaaniset viat ovat yleisimpiä ongelmia STS-nostureissa, ja niiden takia aiheutuu seisokkeja satamatoiminnassa. Sähköisiä vikoja ovat esimerkiksi sensorien viat, moottorin viat ja sähköjärjestelmän viat, jotka usein johtuvat konttinosturin aktiivisesta käytöstä, jonka seurauksena komponentit kulumat. Mekaaniset viat johtuvat rakenteellisista ongelmista, vaihdelaatikon vioista ja kaapelien kulumisesta. Hydraulikkajärjestelmässä ongelmat esiintyvät vuotoina ja paineongelmina. Käyttäjien virheet ovat myös yleinen ongelma ja ne johtavat laitteistovaurioihin, tehokkuuden heikkenemiseen ja pahimmillaan onnettomuuksiin. Ympäristötekijöihin lukeutuvat vaikeat sääolosuhteet, kuten esimerkiksi kovat tuulet ja rankkasateet. Nämä aiheuttavat viiveitä ja turvallisuusriskejä STS-nostureihin (Global Rigging & Transport, 2023).

Bromma STR40 valmistajan ohjekirjasta on määritelty sille tyypillisiä vikoja ja niiden mahdollisia aiheuttajia. Alla olevasta taulukosta näkee yhteenvedon yleisimmistä vioista

ja niiden mahdollisista syistä Bromma STR40:ssä. Taulukossa 2 on hydraulisia vikoja ja taulukossa 3 sähköjärjestelmän viat.

Taulukko 2. Bromma STR40 hydrauliset viat (Bromma standard manual, 2019).

Vika	Mahdollinen syy
Pumppu meluisa / liian korkea lämpötila	Öljytaso alhainen / suodatin tukossa
	Oikea paineasetus on muu kuin 100 bar. Virtausnopeus on oikea, kun teleskoop-pauksen nopeus 20 ja 40 asennon välillä on 24–26 sekuntia.
	Vuotoa paine-/iskusuojaventtiilien kautta. Suuri öljyvuoto pumpun tyhjennyslinjasta, joka johtuu pumpun liiallisesta kulumisesta.
	Suuri öljyvuoto pumpun tyhjennyslinjasta, joka johtuu pumpun liiallisesta kulumisesta.
Twistlockit eivät toimi	Ei sähkösyöttöä solenoideille tai vialliset solenoidikelat.
	Mekaaninen häiriö.
	Riittämätön hydraulipaine.
	Epätavallinen järjestelmäpaine.
	Kun venttiiliä käytetään manuaalisesti, paine ei pysy käyttöpaineessa.

Taulukko 3. Bromma STR40 hydrauliset viat (Bromma standard manual, 2019).

Vika	Mahdollinen syy
Hydraulipumpun moottori pysähtynyt	Kolmivaiheinen syöttö puuttuu.
	Ylläpitokoskettimet vialliset.
	Syöttö nosturista puuttuu.
Hydraulipumppu käy, mutta pysähtyy toistuvasti ylikuormitussuojan aktivoituessa	Pumpun paine liian korkea tai pumppu viallinen.
	Pumppumoottori viallinen.
	Moottorin syötöstä puuttuu yksi vaihe.
Twistlockit eivät lukitu / aukea	Pumppu pysähtynyt.
	Nosturin levitin on varustettu turvatoiminnolla, joka sallii toiminnan vain, kun kaikki neljä laskeutumiskytkintä ovat aktivoituina
	Tarkista johdot liittimistä solenoidille.
	Ajastin asetettu väärin (jos varustettu ajastimella).
	Tarkista estopiiri.
	Tarkista syöttö B-C-liitospiirissä.
	Tarkista onko vika hydraulinen käyttämällä venttiiliä käsin.
	Korjaa syöttö solenoidille (jos kyllä)
Flipperit eivät toimi	Pumppu pysähtynyt.
	Tarkista onko vika mekaaninen tai hydraulinen käyttämällä venttiiliä käsin.
	Korjaa syöttö solenoidille (jos kyllä).
	Tarkista flipperisignaalit nosturista.

3.4 Ennakoiva kunnossapito ja kunnossapito-ohjelma

Kunnossapito voidaan toteuttaa joko yrityksen omana työnä tai ulkoistettuna tai niiden yhdistelmänä. Yrityksen oman kunnossapitoyksikön etuja ovat henkilöstön osaamisen kehittämisen mahdollisuus ja joustava käytettävyys. Myös johtaminen, seuranta ja tiedonhallinta ovat todennäköisesti selkeämpiä. Toisaalta erillinen yksikkö saattaa vieraantua muiden yksikköjen toiminnasta ja olla jäykkä ja tehoton tapa toteuttaa kunnossapitoa. Kunnossapito hajautettuna pienempiin yksiköihin tarjoaa joustavaa ja nopeaa palvelua, mutta lisää riskiä päällekkäisistä toiminnoista ja on haavoittuvasempi erikoisosaimisen keskittymisen vuoksi. Ulkoistettu kunnossapito on todennäköisesti hitaampaa ja keskeinen osaaminen ei ole enää yrityksen henkilöstöllä, mutta palvelu on todennäköisesti hitaampaa ja kunnossapitohenkilöstö ei tunne koko tuotantoa (Asp ja muut, n.d.; Jo&Kim, 2019). Konttiterminaalilaitteissa kunnossapidon tavoitteena on toteuttaa tehokasta, vaikuttavaa ja laadukasta kunnossapitoa sovituksessa ajassa (Jo&Kim, 2019).

Kunnossapito voidaan nähdä pelkkää huoltoa laajempänä kokonaisuutena, joka pitää sisällään kokonaisvaltaisemman ajattelun laitteen tai työkoneen elinkaaresta. Kunnossapito edellyttää teknologian tuntemista, vikatyyppeiden tietämistä, konetiedon keräämistä ja sen analysointia sekä tulosten hyödyntämistä huoltojen ja tarkastusten ajoittamisessa. Kunnossapidon tavoitteena on käyttövarmuus (Asp ja muut, n.d.). Käyttövarmuuden parantamiseksi on suositeltavaa tehdä riskianalyysi, jossa pyritään tunnistamaan oleelliset riskitekijät ja määritellään ennaltaehkäiset toimenpiteet, jotta riski eli tässä tapauksessa laitteen vika ei toteutuisi. Laitteen toiminnallinen kuvaus auttaa tunnistamaan käyttövarmuutta uhkaavat tekijät ja etsiä niille ratkaisuja (Välisalo, 2021). Turvallisuuden vuoksi konttinostureiden rakenteiden valvontaan on kehitetty erilaisia varoitusjärjestelmiä, joiden avulla voidaan tunnistaa rakenteiden poikkeavia toimintoja ja siten reagoida niihin ennen mahdollisia vaaratilanteita (Liu ja muut, 2024).

Raportointijärjestelmästä kerätyn vikatilaston ja sen antamaa dataa analysoimalla voidaan osoittaa erilaisten vikojen esiintymiä ja niiden tiheyttä ja sen perusteella arvioida

huollon tarvetta ja tehdä ennakoivan kunnossapidon suunnitelma. Laittevalmistaja on todennäköisesti arvioinut laitteen kunnossapitotarpeen ajankohdat ja sitä ennustetta voidaan tarkentaa järjestelmästä kerätyn datan avulla. Datan laadukkuus vaikuttaa sen hyödyntämiseen ja parantavat tuloksien luotettavuutta. Kaiken tiedon muuttaminen automaattiseksi on haastavaa, joten kannattaa tavoitella mahdollisimman hyvää käytännönläheistä tapaa kerätä ja yhdistää tiedot, on hyvä huomata myös ”hiljaisen tiedon” keräämismahdollisuus samassa yhteydessä. Myös laittevalmistaja voi hyödyntää yritysten raportointijärjestelmän keräämiä tietoja vika- ja kunnossapitotilanteista ja päivittää kunnossapitoennusteita sen perusteella (Kortelainen & Ahonen, 2021).

Alla esitetty taulukko kuvaa Bromma STR40 -konttilevittimen jaksottaisia huoltotoimenpiteitä. Huollot perustuvat valmistajan ohjeistukseen (Bromma standard manual, 2019) ja ne on suunniteltu varmistamaan laitteen turvallinen ja häiriötön toiminta sekä ehkäisemään ennakoimattomia vikoja. Huoltovälit perustuvat käyttöaikaan tunteina.

Taulukko 4 Bromman jaksottaiset huoltotoimenpiteet (Bromma standard manual, 2019).

300 h		
1.	Tarkasta levitin näkyvien vaurioiden varalta	
2.	Twistlock: Tarkista mutteri ja kelluva mekanismi ja varmista, että kaikki osat on kiristetty kunnolla. Tarkista, että twistlock-tappi liikkuu helposti ja osoittaa oikean asennon	
500 h		
1.	Tarkasta levitin näkyvien vaurioiden varalta.	

2.	Tarkasta ohjaustapin toiminta painamalla tappi ylöspäin. Anturin tulisi aktivoitua, kun ulostyöntymä (tappi ulkona) on alle 6 mm	
3.	Varmista, että kaikki hydraulisäiliön kiinnikkeet ovat tiukasti kiinni	
4.	Tarkasta hydraulisen öljyn määrä (näyttölasi hydraulisäiliössä)	
5.	Tarkasta hydraulisyliinterit vuotojen varalta	
6.	Varmista, että kaikki liukulevyt ovat paikoillaan. Tarkasta myös, ettei puskuria puutu	
7.	Kiristä kaikki ruuvit kiristysmomenttien mukaisesti (vain ensimmäisessä 500 h huollossa)	
8.	Voitele ja tarkasta eri voitelupisteet	
1000 h		
1.	Suorita edellä mainitut huoltotoimenpiteet	
2.	Tarkasta "floating distance" (liikkumavara). Mit-	

	taa, kun ohjainlohko painetaan ylös – etäisyys saa olla enintään 2 mm	
3.	Tarkista huolellisesti kaikki letkut, letkupidikkeet ja liitännät. Vialliset hydrauliset letkut ja liitännät voivat aiheuttaa henkilövahinkoja, jos nestettä purkautuu korkealla paineella	
4.	Tarkasta, että kaikki sähköliitännät, anturit, kaapelit ja muut sähkökomponentit ovat vahingoittumattomia ja kunnolla kiristettyjä	
5.	Tarkasta sähkökaapin tiivisteet ja kaapeliläpiviennit vaurioiden varalta. Tarkista, onko kosteutta tai kosteuden merkkejä kaapin sisällä	
6.	Tarkista ja kiristä heilurivarsien vaihdelaatikon/toimilaitteen ja heilurivarren kiinnityspultit	
7.	Tarkista laskeutumisantureiden ja ohjaustappien toiminta	
8.	Tarkista suodattimien merkkivalot	

2000 h		
1.	Suorita yllä mainitut huoltoimenpiteet	
2.	Vaihda öljynsuodattimet ja tarkista ilmanvaihdin	
3.	Tarkista hydraulioöljy. Jos kunnosta ei ole varmuutta, analysoi öljy	
4.	<p>a. Tarkasta kaikki osat. Etsi vaurioita, jotka vaativat vaihtoa</p> <p>b. Purka kaikki twistlockit</p> <p>c. Tarkista, ettei twistlock-tapeissa tai niiden kier-teissä ole halkeamia tai muita vikoja. Tarkasta myös ohjainlohkot. Käytä tunkeumanestettä tai magneettihiukkastarkastusta (MPI) halkeamien löytämiseksi</p> <p>d. Vaihda twistlock-tapit, mutterit ja ohjainlohkot, jos halkeamia havaitaan.</p> <p>e. Puhdista ja tarkista kuu-lalevyn ja twistlock-varren liukupinnat kulumien varalta</p> <p>f. Tarkista ohjainlohkon ku-</p>	

	luminen. Vaihda, jos havaitaan halkeamia tai mitta on alle sallitun rajan	
5.	Tarkasta teleskooppiketju. Kiristä, jos sen pystysuuntainen liike ylittää ± 25 mm	
6.	Tarkista liukulevyjen paksuus, vähintään 17 mm	
7.	Tarkista heilurivarren toiminta. Tarkista mahdolliset muodonmuutokset	
8.	Tarkista Twinlift-yksiköiden toiminta	
8000 h		
1.	Suorita edellä mainitut huoltotoimenpiteet.	
2.	Vaihda twistlock-tapit ja pallomaiset aluslevyt	
3.	Analysoi hydraulioöljy. Vaihda tarvittaessa	
4.	Tarkista teleskooppiketjun venymä. Vaihda ketju, jos se on kiristetty ääriasentoon	

4 uReporting-raportointijärjestelmän vikailmoitukset

Tässä luvussa käydään läpi yrityksen raportointijärjestelmään tehdyt vikailmoitukset ja korjaustoimenpiteet sekä huollot. Lisäksi kuvataan raportointijärjestelmän tiedon perusteella konttinosturin seisokkiaikoja.

4.1 Raportointijärjestelmän vikailmoitukset

uReporting-raportointijärjestelmään on kertynyt vikailmoituksia joulukuusta 2022 ja ensimmäinen merkintä Bromma STR40:stä on huhtikuusta 2023. Yhteensä Bromma STR40:n vikailmoituksia oli 69, huoltomerkintöjä 19 ja korjausmerkintöjä 5. Viat luokiteltiin todennäköisyyden perusteella mekaanisiin, sähköisiin ja hydraulisiin vikoihin, tulokset taulukossa 4.

Taulukko 5. uReportingin vikailmoitukset luokittain.

Mekaaniset viat	45	Sähköiset viat	20	Hydrauliset viat	4
Frame jumittunut	18	Anturi ei toimi	10	Öljy	4
Ei levitä / supista	14	Frame sähkötön	10		
Flipperin toiminta	4				
Konttikarat	1				
Lukko ei aukea	1				
Twinit	7				

Huoltotoimenpiteet olivat erilaisia rasvauksia, yksittäisten osien vaihtoja ja säätöjä. Korjauksia taas oli tehty lämmitysjohtojen kytkentä, magneettiventtiilin vaihto ja pumpun johtojen vaihto.

4.2 Korjausehdotukset yleisimpiin vikatyyppeihin

Bromma standard manualin ja muun työhön kerätyn teoretiedon perusteella voidaan yleisimpiin vikoihin ehdottaa mahdollisia korjausehdotuksia (taulukko 5).

Taulukko 6. Korjausehdotuksia yleisimpiin vikoihin. (Global Rigging & Transport, 2023; Bromma standard manual, 2019).

Mekaaniset viat	Sähköiset viat	Hydrauliset viat
Tarkasta säännöllisesti kaikki mekaaniset komponentit, mukaan lukien kaapelit, lyhteet ja hammaspyörät, kulumisen ja vaurioiden varalta.	Tarkista kaapeli, pistoke ja pistorasia.	Tarkista öljytaso
Vaihda kuluneet osat nopeasti ja noudata tiukkaa huoltoaikataulua.	Tarkista nosturin ohjaussignaali.	Vaihda öljysuodatin
Investoimalla korkealaatuisiin, kestäviin nosturikomponentteihin voidaan myös pidentää nosturin käyttöikä ja vähentää mekaanisten vikojen tiheyttä.	Tarkista liitäntä.	Tarkista, että pumppu toimii oikein ”Järjestelmä testiin mukaisesti
	Selvitä missä kohtaa on oikosulku ja korjaa.	Tarkista, että paineenrajoitusventtiilien asetukset ovat oikein ja että pumpun imuputki (sisääntulo) ei ole tukossa.

	Tarkista pumpun toiminta-ohje.	Tarkista pumpun imu irrottamalla poistoputki ja mittaamalla virtaus käyntipaineessa 100 bar. Suurin sallittu virtaus on 1 litra/min. Jos virtaus on suurempi, vaihda pumppu.
	Tarkista, että levitin on oikein laskettu kontin päälle.	
	Tarkista releet ja/tai rajakytkimet, säädä tai vaihda ne tarvittaessa.	
	Vaihda solenoidi (magneettiventtiili).	
	Tarkista pumpun toiminta-ohje (Twistlock).	

4.3 Vikatilojen aiheuttamat seisokkiajat

Suunnitelmalliset seisokit ja suurseisokit voidaan suunnitella ennalta ja siten niiden tuotannolla aiheuttamaa suorituskyvyn laskua ennakoida. Mutta vikatiloista johtuvat seisokkiajat aiheuttavat turhaa toiminnan keskeytystä ja mahdollisesti taloudellista menetystä, joten vikoihin liittyvien seisokkien aika tulisi pitää mahdollisimman lyhyenä (Komonen, 2021). uReporting-raportointijärjestelmästä on mahdollista seurata eri vikojen aiheuttamia seisokkiaikoja, samantyyppisten vikojen yhteisajat on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 7 uReportingin-raportointijärjestelmään tallentuneet seisokkiajat

Aika	Syy
4 tuntia 2 minuuttia	Anturi
15 tuntia 40 minuuttia	Frame
3 tuntia 41 minuuttia	Frame ei levity / supistu
1 tuntia 45 minuuttia	Twinit
3 tuntia 30 minuuttia	Öljyvuoto

5 Kehitysehdotukset käyttöasteen parantamiseksi

5.1 Ennakoiva huolto-ohjelma

Jon ja Kimin (2019) tutkimuksessa nähtiin, että keskimääräinen aika vikojen välillä on lyhentymässä, koska pitkäkestoiset ja raskaat työt kuormittavat konttinosturia ja lisäävät kulumista. Tämän takia koneosien työtunnit ja siten myös niiden huoltotarpeet kasvavat tasaisesti. Konttiterminaalien yleisimmistä suorituskykymittareista merkittävimmät ovat MMBF (Mean Movements Between Failures) ja MTTR (Mean Time to Repair). Uusissa terminaaleissa näitä mittareita seurataan järjestelmällisesti osana kunnossapidon laadunvalvontaa, jonka tavoitteena on parantaa laitteiden käytettävyyttä ja vähentää vikaantumisten määrää. Laitteiden kunnossapitoa tarkastellaan tyypillisesti huoltotiheyden ja kustannusten näkökulmasta. Tässä yhteydessä MMBF ja MTTR toimivat keskeisinä mittareina. MMBF kuvastaa laitteen luotettavuutta eli kuinka monta käsittelyliikettä voidaan suorittaa keskimäärin ennen vikaa. MTTR puolestaan kertoo, kuinka kauan laitteen korjaaminen kestää yksittäisen vian jälkeen.

Ehkäisevän kunnossapidon tavoitteena on parantaa laitteiden luotettavuutta ja vähentää yllättäviä seisokkeja. Liiallinen panostus ennaltaehkäisevään huoltoon voi kuitenkin kasvattaa kustannuksia liikaa, jolloin on tärkeää löytää tasapaino ennaltaehkäisevän ja korjaavan huollon välillä (Asp ja muut, n.d.). MTTR toimii myös perusteena varaosatarpeen arvioinnille, osa vioista voidaan korjata ilman varaosia, mutta useimmiten tarvitaan jokin komponentin vaihto. Siksi teknisen osaston on hyvä ennakoida kriittisten varaosien käyttöikä ja suunnitella huollot sen mukaisesti. Tällä tavalla voidaan maksimoida osien elinkaari ja ylläpitää korkea käyttöaste (Jo&Kim, 2019).

Jon ja Kimin (2019) mukaan yksi tapa tehostaa ennakoivaa huoltoa on seurata MMBF- ja MTTR-mittareita kuukausittain asetettujen tavoitearvojen avulla. Tällöin terminaali voi nopeasti havaita suorituskyvyn heikkenemisen ja kohdistaa huoltotoimia laitteisiin, joilla vikoja esiintyy eniten. MTTR:n avulla voidaan puolestaan tunnistaa, milloin osat tulee vaihtaa ennen kuin ne vaikuttavat aluksen konttien nostoon tai aiheuttavat seisokkeja.

Kun huoltotyöt suunnitellaan oikein ja työntekijät ohjataan oikeisiin kohteisiin oikeaan aikaan, voidaan saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä. Yhtenäiset suorituskykyymittarit, kuten MMBF ja MTTR, ovatkin suositeltavia konttiterminaalien kunnossapidossa, tarjoten objektiivista mitattavaa tietoa laitteiden toiminnan arviointiin.

5.2 Teknologian hyödyntäminen käyttöasteen parantamisessa

Automaatio ja digitalisaatio eivät ole vielä Suomen konttisatamissa merkittävästi hyödynnetty. Lähinnä niitä on hyödynnetty porttitoiminnoissa ja jonkin verran lastinkäsittelylaitteissa (Vilen, 2025). Mutta kuten kaikessa muussakin toiminnassa nykyään, digitalisaatio on jo automatisoinut konttisatamien toimintaa maailmalla. Konttinostureita voidaan esimerkiksi ohjata etänä erillisistä valvontatiloista ja tämä edellyttää syvyyšnäköä, jotta törmäysriskiä saadaan vähennettyä. Etäohjaus lisää nosturityöntekijän turvallisuutta ja yritykselle se tarjoaa kustannussäästöjä, koska työntekijä voi ohjata useampia nostureita kerralla. Tässä on kuitenkin muutamia haasteita, teknologinen kehitys ja automaatio on kallista ja jotta kontteja voi liikuttaa etäohjatusti, tarvitaan syvyyšnäköä. Tässä Sitompulin ja Harjun (2024) tutkimusartikkelissa testattiin erilaisia käyttöliittymiä syvyyšnäön parantamiseksi. Tuloksien mukaan visualisoidut varjot ja viivat lisäsivät paransivat etäohjauksen laatua.

Konttinosturien toimintaa häiritsevät huonot sääolosuhteet ja siihen on kehitetty ratkaisuksi erilaisia heilunnanestojärjestelmiä. Kawai ja muut (2012) kuvaavat kamerajärjestelmät hyötyjä konttinosturin työskentelyn nopeuttamisessa huonon sään aikana. Kameroiden hyöty levittimien mittaamisessa kuitenkin heikkenee huonolla säällä valon vähentyessä. Tutkimuksessa kameroiden toimintaa parannetaan mallintamalla valon heikentymistä ja palauttamalla kuvien laatua palautusalgoritmien avulla. Näin kuvien visuaalinen laatu palautuu ja se parantaa levittimien mittaustarkkuutta huonossakin säässä. Lourakis ja Paterakin (2021) tutkimuksessa esitellään, miten satamatyöntekijöiden turvallisuutta voidaan parantaa levittimen 3D-seurannan avulla. Tämä myös vähensi kuljettajien kognitiivista kuormitusta, koska heidän ei tarvinnut keskittyä niin tarkkaan levittimen sijaintiin.

Awasthi ja muut (2024) kuvaavat syväoppimisen merkitystä konttinostureiden vikojen ennustamisessa, erityisesti datalähtöiseen ja neuroverkkoihin perustuvien menetelmiä on kehitetty lähiaikoina. Virheiden ennustaminen tai välitön havaitseminen auttaa operaattoria lisäämään tuottavuutta ja tehokkuutta. Tämä myös auttaa lyhentämään seisokkien määrää ja kestoja ja siten nostamaan käyttöastetta sekä vähentää huoltokustannuksia. Tutkimuksessa saavutettiin algoritmin kouluttamisella hyvä vikaennustamisen taso.

6 Johtopäätökset

Tutkielman tarkoituksena oli selvittää, miten konttinosturin käyttöastetta voitaisiin parantaa ennaltaehkäisemällä vikatiloja ja samalla lyhentää niistä johtuvia seisokkiaikoja. Tässä tutkimuskohteena oli yrityksessä käyttöönotettu uReporting-raportointijärjestelmä. Tavoitteena oli myös antaa yleisesti kehittämisehdotuksia konttinosturin käyttöasteen parantamiseksi.

Ensimmäisessä tutkimuskysymyksessä vastattiin kysymykseen tyypillisimmistä vioista, joita konttinosturin levittimessä esiintyy. Ne luokiteltiin mekaanisiin, sähköisiin ja hydraulisiin vikoihin aineiston, tutkimusten ja Bromma STR40 ohjekirjan tietojen perusteella. Mekaanisia vikoja oli eniten ja toisaalta niihin löytyi vähiten korjausehdotuksia, mutta niissä korostui erityisesti ennakoiva kunnossapito ja laadukkaiden varaosien käyttö ja osien säännöllinen tarkastelu ja huolto. Sähköisiä vikoja oli toiseksi eniten ja hydraulisia vikoja vähiten. Ohjekirjan korjausehdotukset olivat pääasiassa erilaisia osien ja toimintojen tarkistamisia tai osien vaihtoja.

Toisessa tutkimuskysymyksessä vastattiin kysymykseen hankitun raportointijärjestelmän datan hyödyntämisestä vikojen analysoinnissa ja ennaltaehkäisyssä. Jotta dataa voidaan tehokkaasti käyttää hyödyksi toiminnan tukena, sen tulisi olla laadukasta ja systemaattisesti kerättyä. UReporting-raportointijärjestelmän dataa saisi paremmin hyödynnettyä, jos kirjaukset olisivat systeemaattisemmin sovittuja ja ne olisi kirjattu oikean laitteen kohdalle. Tämä haastoi analyysia, koska osa kirjauksista ei kertonut viasta kuvaavasti, vaan oli vaan lyhyt toteamus. Järjestelmästä sai hyvin yhdistettyä vian ja kunnostustoimenpiteen ja seisokkiajan, joten niiden yhdistäminen automatiikalla tai tekoälysovelluksella samaan raporttiin tehostaisi tiedon systemaattista käyttöä.

Konttinosturin käyttöasteen parantamisen keinot tämän tutkielman perusteella ovat teknologian ja automaation lisääminen, raportointijärjestelmän kirjausten laadun parantaminen ja niiden käsittelyn automatisointi tekoälyn avulla helpommin tulkittaviksi, jolloin myös kunnossapitoa tekevä yritys voisi ennakoida huoltotoimenpiteitään

paremmin. Myös erilaisilla suorituskykyä mittaavilla mittareilla voidaan tehostaa toimintaa, kuten konttiterminaaleissa käytössä olevilla suorituskykymittareilla MMBF (Mean Movements Between Failures) ja MTTR (Mean Time to Repair). Uusissa terminaaleissa näitä mittareita seurataan järjestelmällisesti osana kunnossapidon laadunvalvontaa, jonka tavoitteena on parantaa laitteiden käytettävyyttä ja vähentää vikaantumisten määrää.

Lähteet

- Awasthi, A., Krpalkova, L., & Walsh, J. (2024). Deep Learning-Based Boolean, Time Series, Error Detection, and Predictive Analysis in Container Crane Operations. *Algorithms*, 17(8), 333. Noudettu 8.6.2025 osoitteesta <https://doi.org/10.3390/a17080333>
- Asp, R., Tuominen, T. & Hyppönen, H. (n.d.) Kunnossapitojärjestelmän toiminnot. Noudettu 7.6.2025 osoitteesta http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_4-3_kunnossapitojarjestelman_toiminnot.html
- Benkert, J., Maack, R., & Meisen, T. (2023). Chances and challenges: Transformation from a laser-based to a camera-based container crane automation system. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(9), 1718. Noudettu 27.5.2025 osoitteesta <https://doi.org/10.3390/jmse11091718>
- Global Rigging & Transport. (2023). Five common ship-to-shore crane problems and how to fix them. *Global Rigging & Transport*. Noudettu 8.6.2025 osoitteesta <https://www.globalrigging.com/blog/five-common-ship-to-shore-crane-problems-and-how-to-fix-them>
- Fu, Y., Wang, X., Mi, C. & Bian, Z. (2014). A container horizontal positioning method with image sensors for cranes in automated container terminals. *Sensors & Transducers*, 166(3), 190–196. Noudettu 27.4.2025 osoitteesta http://www.sensorsportal.com/HTML/DIGEST/P_1925.htm
- Jo, J.-H., & Kim, S. (2019). Key performance indicator development for ship-to-shore crane performance assessment in container terminal operations. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(12), 1-15. Noudettu 8.6.2025 osoitteesta <https://doi.org/10.3390/jmse7120456>
- Hirsjärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (2020). *Tutki ja kirjoita* (19. painos). Tammi.
- Hämäläinen, A. (2025). Mitä data on? *Data.fi*. Noudettu 7.6.2025 osoitteesta <https://data.fi/mita-data-on/>

- Kawai, H., Kim, Y.-B., & Choi, Y. (2012). Measurement of a container crane spreader under bad weather conditions by image restoration. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 61(1), 35-42. Noudettu 8.6.2025 osoitteesta <https://doi.org/10.1109/TIM.2011.2161830>
- Kuusisto, R. & Pakula, N. Kokonaisvaltaista kunnossapitoraportointia uReportingin avulla. Noudettu 7.6.2025 osoitteesta <https://notra.fi/kokonaisvaltaista-kunnossapitoraportointia-ureportingin-avulla/>
- Komonen, K. (2021). Kunnossapito omaisuuden hallinnan osana. Teoksessa H. Kortelainen, K. Komonen, J. Laitinen, P. Valkokari & J. Hanski (toim.), *Tietämisperusteinen elinjakson hallinta* (s. 96-111). Kunnossapitoyhdistys Promaint ry.
- Kortelainen, H. (2021). Elinjakson hallinta. Teoksessa H. Kortelainen, K. Komonen, J. Laitinen, P. Valkokari & J. Hanski (toim.), *Tietämisperusteinen elinjakson hallinta* (s. 17-22). Kunnossapitoyhdistys Promaint ry.
- Kortelainen, H. & Ahonen, T. (2021). Tietojärjestelmiin tallennetun tiedon hyödyntäminen. Teoksessa H. Kortelainen, K. Komonen, J. Laitinen, P. Valkokari & J. Hanski (toim.), *Tietämisperusteinen elinjakson hallinta* (s. 145-157). Kunnossapitoyhdistys Promaint ry.
- Laine, Ramberg & Jokinen. (2007). Tapaustutkimuksen käytäntö ja teoria. Teoksessa M. Laine, J. Ramberg & P. Jokinen (toim.), *Tapaustutkimuksen taito* (s. 9-38). Gaudamus.
- Liu, J., Zhao, J., Zhao & D Qin, X. (2024). Structural Damage Early Warning Method of Quayside Container Crane Based on Fuzzy Entropy Ratio Variation Deviation. *Sensors* 24, 7575. Noudettu 8.6.2025 osoitteesta <https://doi.org/10.3390/s24237575>
- Logistiikan maailma. (n.d.). Sataman tehokkuus. Noudettu 28.4.2025, osoitteesta <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/satama/sataman-tehokkuus/>
- Lourakis, M., & Pateraki, M. (2021). Markerless Visual Tracking of a Container Crane Spreader. *IEEE/CVF International Conference on Computer Vision Workshops (ICCVW)*.

- Saurí, S., Morales-Fusco, P., Martín, E. & Benítez, P. (2014). Comparing manned and automated horizontal handling equipment at container terminals: Productivity and economic analysis. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2409, 40–48. Noudettu 27.4.2025 osoitteesta <https://doi.org/10.3141/2409-06>
- Sitompul, T. A., & Harju, J. (2024). Evaluating Graphical User Interfaces for Improving Depth Perception with Remote Crane Operators. IEEE 48th Annual Computers, Software, and Applications Conference. Noudettu 8.6.2025 osoitteesta <https://doi.org/10.1109/COMPSAC61105.2024.00092>
- Stojaković, M., Twrdy, E. (2021) Determining the optimal number of yard trucks in smaller container terminals. *European Transport Research Review* 13, 22. <https://doi.org/10.1186/s12544-021-00482-6>
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2018). Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Tammi.
- Vilén, E. (2025). Automaation nykytila ja tulevaisuus Suomen konttisatamissa. Pro gradu -tutkielma. Turku: Turun yliopisto. Ohjaaja: KTT Tomi Solakivi. Noudettu 8.6.2025 osoitteesta https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/180230/Vilen_Elmer_opinnayte.pdf;jsessionid=5E675826B23893D6FFB65B888C8F9C01?sequence=1#:~:text=Konttisataman%20alueella%20suoritettavien%20toimintojen%20ja%20prosessien%20automatisointi,voi%20kuitenkin%20tarjota%20au%2D%20tomatisoinnin%20kanalta%20oleellisen
- Vilkka, H. (2015.) Tutki ja kehitä. PS-kustannus.
- Vis, I.F.A. (2006). A comparative analysis of storage and retrieval equipment at a container terminal. *International Journal of Production Economics*, 103(2), 680–693. Noudettu 27.4.2025 osoitteesta <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.01.002>
- Välisalo, T. (2021). Käyttövarmuuden analysointi tuotekehitysprosessin konseptivaiheessa. Teoksessa H. Kortelainen, K. Komonen, J. Laitinen, P. Valkokari & J. Hanski (toim.), Tietämisperusteinen elinjakson hallinta (s. 187-190). Kunnossapitoyhdistys Promaint ry.