Joonas Karttunen

SÄHKÖISTEN TRUKKIEN LATAUSLAITTEISTON SUUNNITTELU JA INFRA

Sähkö- ja Automaatiotekniikan koulutusohjelma

2019

samk
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

SÄHKÖISTEN TRUKKIEN LATAUSLAITTEISTON SUUNNITTELU JA INFRA

Karttunen Joonas
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Maaliskuu 2021
Sivumäärä: 30
Liitteitä:

Asiasanat: Trukki, Lataus, Akku

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää ja suunnitella latauslaitteisto ja asema sähkötoimisille nostotrukeille. Työ tehdään Euroports Rauma Oy;lle.

Tässä työssä keskityttiin Euroports Rauma Oy;n kahteen satamahalliin jossa säilötään paperirullia. Tämä Opinnäytetyö keskittyy 3,5tn, 5tn- ja 16tn- sähköisten nostotrukkien latauslaitteistoon ja akunvaihtoprosessin suunnitteluun.

Tämä työ oli osa kokonaisprojektia ja toteutettiin osana kahden muun opinnäytetyön kanssa, jotka keskittyivät itse dieseltrukkien korvaamiseen sähkötoimisilla ja sen kannattavuuteen käytännössä. Aiheessa mietittiin ratkaisuja myös investoinnin näkökulmasta ja vertailtiin hyötyjä leasingsopimuksen ja -omistuksen välillä.
Aiheesta tehdään kolme työtä sen laajuuden vuoksi.

INFRA AND DESIGN OF CHARGINGSYSTEM FOR ELECTRICAL FORKLIFTS

Karttunen Joonas
Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences
Degree Programme in Electric and Automation Engineering
March 2021
Number of pages: 30
Appendices:

Keywords: Forklift, Charging, Battery

The purpose of this thesis is to find out and design the charging equipment and position for electric forklifts. The work is done for Euroports Rauma Oy.

This work focused on Euroports Rauma Oy's two harbor halls where paper rolls are stored. This thesis focuses on 3.5t, 5tn and 16tn electric forklifts
charging equipment and battery replacement process planning.

This work was part of an overall project and was carried out as part of two other theses, which focused on replacing
profitability in practice. The topic also looked at solutions from an investment perspective and compared the benefits between the Leasing Agreement and the ownership.
Because of its scope, three works are being done on this topic.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO 5
2 EUROPORTS OY JA SATAMARI-HANKE 6
2.1 Satamari-hanke 7
3 TAVOITTEET 7
3.1 Lähtötilanne 7
3.2 Tavoite 8
4 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN 9
4.1 Nykyinen kuorma 11
4.2 Tuleva kuorma 12
4.3 Sähköliittymä ja sen vaatimukset 13
4.3.1 Nykyinen sähköliittymä 13
4.3.2 Sähköliittymän vaatimukset 15
4.3.3 Älykäs lataus…. 16
4.4 Latauskalusto ja prosessi 18
4.4.1 Latauskalusto…. 18
4.4.2 Akunvaihto 20
4.4.3 Järjestelmän käyttöönotto 20
4.4.4 Järjestelmän huolto ja ylläpito 22
4.5 Järjestelmän tekniset vaatimukset 23
4.5.1 Suojauksien vaatimukset 23
4.5.2 Mekaaniset vaatimukset 24
5 RATKAISUT 25
6 YHTEENVETO 28
LÄHTEET 29
LIITTEET

1 JOHDANTO

Tämän tutkielman tarkoituksena on tehdä Euroports Rauma Oy;lle selvitys, jossa käsitellään kahdessa Rauman satamassa sijaitsevassa varastointihallissa toimiviin sähkötoimisiin nostotrukkeihin nostokyvyltään 3,5tn, 5-tn ja 16-tn.

Tutkielmassa keskitytään sähkönjakeluun, sen hinnoitteluun, varastohallien tämän hetkisiin sähköliittymiin, niiden mahdollisiin muutos/parannus vaihtoehtoihin, trukkien akustoihin ja niiden lataus sekä vaihtoprosessiin.
Tutkielmaan sisältyy myös investointipäätöksiä, vertaillaan itse trukkien, latauskaluston sekä huoltotoimien näkökulmasta, leasingsopimuksien sekä omistushankinnan välillä.

Tutkielma koskee Euroports Rauma Oy;n varastointihalleja 18 ja 20, joissa varastoidaan ja käsitellään paperirullia. Tämän tutkielman päämäärä on kartoittaa ja suunnitella kahden eri nostokyvyn omaavien trukkien latausprosessi, sekä siihen perustuva yleinen infra ja sen laskenta.

Tämä tutkielma on osa projektia missä keskitytään jo toimivien diesel trukkien korvaamiseen sähköisillä ja sen kannattavuuteen ilmaston ja hiilijalanjäljen näkökulmasta. Nostokyvyltään 3,5tn ja 5tn trukkien tutkielman toteuttaa Satakunnan Ammattikorkeakoulun opiskelija Henna Puromäki. Nostokyvyltään 16tn trukkeihin perehtyvän tutkielman toteuttaa Satakunnan Ammattikorkeakoulun opiskelija Emma Selin.

2 EUROPORTS OY JA SATAMARI-HANKE

Euroports on logistiikka ja varastointipalveluihin keskittynyt konserni. Euroports on maailmanlaajuinen satamaoperaattori ja yksi Euroopan suurimmista. Europortsin kautta kulkee vuodessa noin 46 miljoonaa tonnia tavaraa. Konsernilla on 25 satama-terminaalia joista, 22 sijaitsee Euroopassa ja 3 Kiinassa. Europortsin Suomen satamat sijaitsevat Raumalla ja Pietarsaaressa. Pietarsaaren satama on erikoistunut sellun ja sahatavaran vientiin. Satama työllistää 40 henkilöä. (Euroports www-sivut 2019.)

Euroports Rauma Oy (toimii tilaajana tälle työlle) on suomen suurin paperivientisa-tama, sekä Länsi-Suomen suurin konttisatama. Rauman sataman vienti ja tuonti on noin 6 miljoonaa tonnia vuodessa ympäri maailmaa, esimerkiksi Pohjois-Afrikkaan, Amerikan itärannikolle, Manner-Eurooppaan ja Englantiin. (Euroports www-sivut 2019.)

Keskeisimmät vientituotteet ovat muun muassa kemiallisen ja mekaanisen metsäteol-lisuuden tuotteet, kontit, projektikuljetukset ja bulkkitavara. Euroports työllistää lähes 600 ammattilaista, joista noin 550 työskentelee Rauman satama alueella. (Euroports www-sivut 2019.)



Kuva 1 Euroports Rauma Oy:n alue (Logistiikan maailma 2021)

2.1 Satamari-hanke

Euroports Rauma Oy on pilottikohteena mukana satamari projektissa.
Projektin keskeisiä tavoitteita on muun muassa selvittää merisektorin nykytilanne Satakunnan alueella koskien energiatehokkuutta, sekä valmistautumista uusiin säädöksiin, energiatehokkuuden parantamista meriklusterissa käytönnön toimilla ja alueen kilpailukyvyn parantamista vastaamaan kiristyviä ympäristösäädöksiä esimerkiksi uusien cleantech- ratkaisujen avulla. (Smart Urban Business www-sivut 2019)
Tämä selvitystyö on osa satamari projektia.

3 TAVOITTEET

3.1 Lähtötilanne

Lähtökohtana on varastointihallien 18 ja 20 toimivat dieselkäyttöiset nostotrukit ja niiden korvaaminen 3,5tn-5tn ja 16tn nostokyvyiltään olevilla sähkökäyttöisillä nostotrukeilla. Tämän osan projektia ovat hoitaneet Satakunnan Ammattikorkeakoulun opiskelijat: Henna Puromäki ja Emma Selin. Tämä kyseinen tutkielma keskittyy näiden korvaavien sähköisten trukkien latauspisteiden ja niihin tarvittavan infran laskemiseen ja suunnitteluun. Hallien valaistus koostuu toistaiseksi isosta määrästä hehkulamppuja, muuntajan liittymän päässä on 250A varokkeet (Rauman Energia asiakaspalvelu 5.2.2021), syöttö liittymään tulee Rauman energian muuntamosta 150 metrin päästä. Lopuksi arvioidaan latauslaitteistolle tarvittava tila.



Kuva 2 3,5t, 5t ja 16t trukit varastohallissa

3.2 Tavoite

Tämän hankkeen tavoitteena on pienentää Rauman sataman hiilijalanjälkeä ja ottaa huomioon työkoneiden päästölakeihin liittyvät kiristykset. Tarkoituksena on kartoittaa hallien liittymän nykytilanne ja sen kulutus, sekä liittymältä vaadittavat vaatimukset uuden sähkötrukkien latausaseman tarpeisiin. Tavoitteena on mitoittaa latauspiste ja tarvittavan liittymän koko. Samalla tarkastetaan nykyisen keskuksen virtakestävyys. Tavoitteena suunnitella trukeille latauspiste, joka on riittävän iso ja käytännöllisessä kohdassa. Ratkaisuna mahdollisesti ulkoalueella hallien välissä katos tai pieni talli.

4 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

Tutkimus aloitettiin kartoittamalla ja tarkastelemalla varastohallien 18 ja 20 sähköliittymän nykyinen tilanne ja sen riittävyys. Trukkivalmistajien antamista teknisistä tiedoista trukkien ja laturien suhteen, näiden tietojen perusteella ollaan tehty laskelmia tulevasta varastohallien kokonaiskuormasta laturien ja valaistuksen kannalta, sekä sähköliittymän vaatimuksista ja mahdollisten urakointitöiden kustannuksista.

Tutkimuksessa tarkastellaan varastohallien tämänhetkistä, sekä tulevaa sähkön huipputehoa. Laskenta on toteutettu trukin valmistajien antamilla tiedoilla ja arvoilla. Hallien valaistus koostuu sisä- ja ulkovalaisimista, joita löytyy yhteensä noin 177 kappaletta. Halleissa on myös sähkömoottoreilla toimivat nosto-ovet sekä liukuovet mutta niiden käyttö on kuitenkin ajallisesti hyvin vähäistä.



Kuva 3 Linde E50/600HL (Wihuri Oy Tekninen Kauppa)

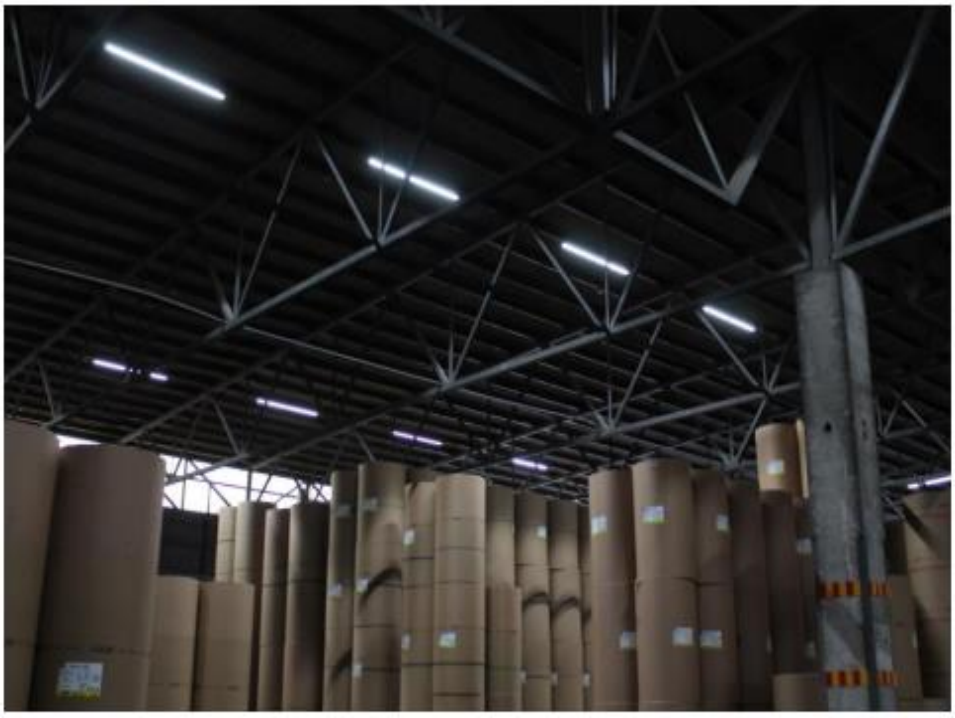


Kuva 4 Kalmarin 9-18 t sähkötukki (Kalmar.fi .2021)

4.1 Nykyinen kuorma

Hallien nykyinen kuorma koostuu pääosin noin 177 kappaleesta suurpainenatriumvalaisimia, joiden kokonaisteho on 36,7 kilowattia. Tämä tieto on otettu hallin nro.17 valaistusta tutkivasta opinnäytetyöstä. (A. Granfors, 2021.)

Hallien nosto ja liukuovea ohjaavat sähkömoottorit avaavat ja sulkevat ovet kerran päivässä, jolloin niiden kulutus on niin pientä ja hetkellistä ettei sitä oteta huomioon tässä tutkielmassa.



Kuva 5 Hallin 17 uusittu LED-valaistus (A.Granfors, 2018)

4.2 Tuleva kuorma

Hallien tulevassa kuormassa tutkitaan sähkön huipputehoa kolmen trukkilaturin sekä valaistuksen pohjalta. Kaikki kolme laturia on tarkoitettu erikokoisiin trukkeihin, laturien tehot ja tiedot on saatu toimittajilta. Valaistuksen tehoa tutkitaan Granforssin opinnäytteen pohjalta (A. Granfors, 2021). Trukkien koot ovat määritelty niiden nostokyvyn mukaan. Trukkien koot ovat 3t, 5t ja 16t. Jokaiselle trukille on erikokoiset laturit.

Tehoiltaan 7500 W, 10000 W ja 26000 W, ja niitä ohjataan 400 V jännitteellä.
Kokonaiskuorma on esitetty taulukossa 1.
Hallien valaistuksen kulutuksessa on otettu huomioon nykyisten valaisimien vaihto LED-valaisimiin, yksittäistehoiltaan 137 W, niiden kokonaistehon ollessa 20,7 kW . Tämä vähentäisi valaistuksen vuosikulutusta huomattavasti. Tämän kaltainen vaihto on suoritettu hallissa nro.17, jonka valaistuksesta on tehty opinnäytetyötutkielma. Siitä selviää laskennallinen vuosikulutus. (A. Granfors, 2021.)

Latausjärjestelmän tehomitoituksessa on huomioitava turvallisuusjärjestelmät, ja muu jakelun vaihtelu. Turvallisuusjärjestelmille on jätettävä omat tehoreservit, siten ettei esimerkiksi savunpoistopuhaltimien käynnistymisvarmuus ole kiinni latausjärjestelmän kuormituksen ohjauksen toiminnasta.

Taulukko 1 yhteenlaskettu kokonaiskuorma

Kokonaiskuorma	
LED-valaistus	20700 W
3t	7500 W
5t	10000 W
16t	26000 W
Yhteensä	64200 W

Hallin kokonaiskuorma on 64,2 kW laskennalliseti taulukon 1 mukaisesti.

4.3 Sähköliittymä ja sen vaatimukset

Tutkielmassa tarkastellaan nykyisen sähköliittymän vaatimuksia hallin kokonaiskuorman kannalta ja tuleeko se olemaan riittävä latauslaitteiston tuomalle lisäkuormalle. Kartoituksessa pääkeskuksen riittävyys sekä syöttökaapeli muuntamolta keskukseen. Sähkön jakelusta Europortsin teollisuus alueella vastaa Rauman energia.
Tarkastelussa myös ABB:n älykkään latausjärjestelmän hyödyntäminen tässä kohteessa, kuorman optimoimiseksi järkevämmäksi lataussykleissä.

4.3.1 Nykyinen sähköliittymä

Jakelusta vastaavan Rauman energian antamien tietojen mukaan kohteeseen tulevana syöttökaapelina toimii AXCMK 3x120/41. Kyseessä on 120mm^2 johdinpoikkipinnalla oleva PEX-eristeinen alumiinijohdin kaapeli, jossa on konsentrinen PEN-johdin.
Jännitetaso kaapelilla on 0,6/1,2 kV ja käyttölämpötila 70^{o}C. Kyseistä kaapelia voidaan kuormittaa maahan asennettuna 255 A virralla. Alla olevasta taulukosta selviää kaapeleiden kuormitettavuuksia poikkipinnoittain eri asennustavoilla. Tässä projektissa asennustapana toimii maa-asennus taulukossa (D) sarake. Varastohallien pääkeskukset ovat kooltaan 125 A, joissa 80 A sulakkeet. Joten sulakkeiden koon nostaminen 100A virtaluokkaan on mahdollista.



Kuva 6 AXCMK 3x120/41 Maakaapeli (REKA)

Johtimen poikkipinta mm2	Kaapelien suurin sallittu jatkuva kuormitusvirta (A)			
	Asennustapa			
	A	C	D	E
Kupari				
1,5	14	18,5	26	19
2,5	19	25	35	26
6	31	43	57	45
10	41	60	77	63
16	55	80	100	85
25	72	102	130	107
35	88	126	160	134
50	105	153	190	162
70	133	195	240	208
95	159	236	285	252
120	182	274	325	292
150	208	317	370	338
185	236	361	420	386
240	278	427	480	456
Alumiini				
16	43	62	78	65
25	56	77	100	83
35	69	95	125	102
50	83	117	150	124
70	104	148	185	159
95	125	180	220	194
120	143	209	255	225
150	164	240	280	260
185	187	274	330	297
240	219	323	375	350
300	257	372	430	404

Taulukko 2 Johtimien suurin sallittu jatkuva kuormitusvirta (A) eri asennustavoilla (SF6000-5-52:2017,)

4.3.2 Sähköliittymän vaatimukset

Skenaariossa 1, jossa kaikki kolme laturia olisivat käytössä valaistuksen kanssa samaan aikaan, 64200 Watin kokonaiskuormalla sulakkeen koko pitäisi olla yli 92,6 A . Eli sulakkeen koko pitäisi tällöin nostaa kokoluokkaan 100 A. Sulakkeen määrittäminen laskennallisesti saadaan kaavalla 1. Skenaariossa 2, latureita käytettäisiin esimerkiksi vain kaksi samanaikaisesti, jolloin kuorma vähenisi siten että sitä pystyttäisiin kuormittamaan muutoksia tekemättä nykyiseen sähköliittymään. Tässä voitaisiin halutessa hyödyntää esimerkiksi ABB:n älykästä latausjärjestelmää, joka perustuu ”Master-Slave” kuormanhallintateknologiaan.

Kaava 1

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U_p * cos\varphi}$$

Jossa

P = Kokonaiskuorma teho (W)

U_p = Pääjännite (V)

I = Nimellisvirta

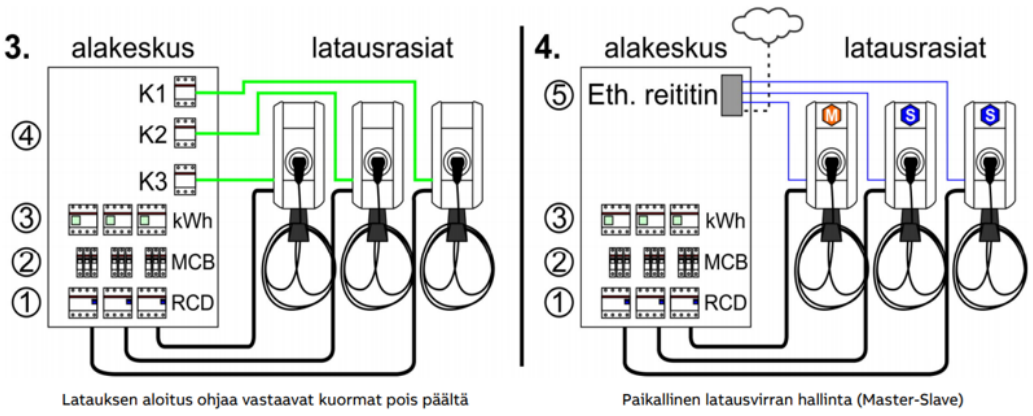
cosφ = jännitteen ja virran vaihekulman cosini

$$I = \frac{64200W}{\sqrt{3} * 400V * cos\varphi} = 92{,}6\ A$$

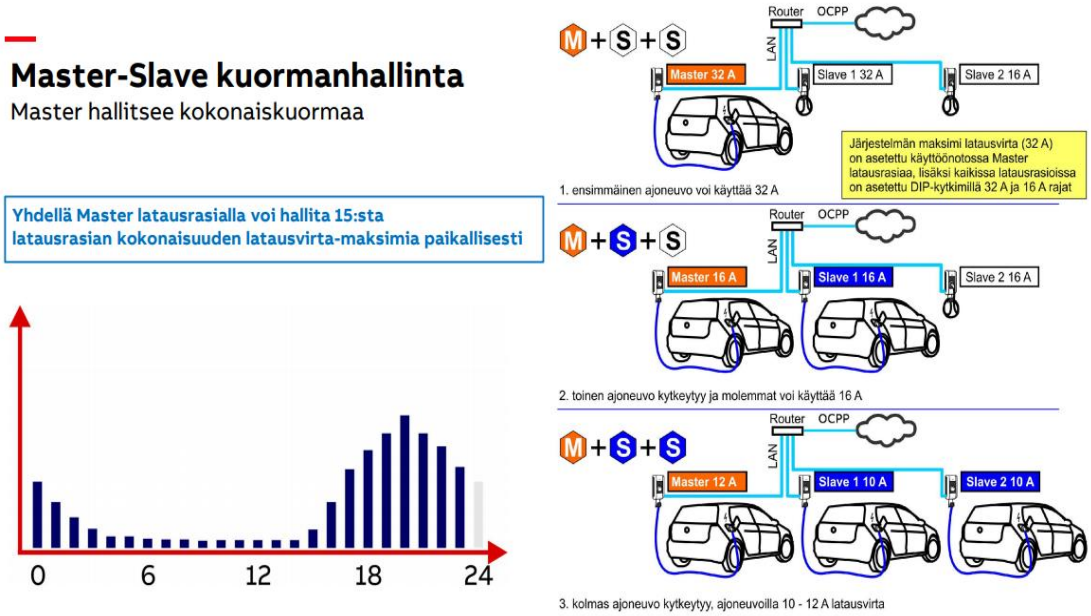
4.3.3 Älykäs lataus

Tutkielmassa on tarkasteltu myös älykästä ”Master-Slave” kuormanhallinta teknologiaa käyttävää ABB:n latausjärjestelmää. Perusperiaate järjestelmässä on se, että kaikkia trukkeja voitaisiin ladata samanaikaisesti, järjestelmän jakaessa kuorman sitä mukaa kuinka monta trukkia ladataan. Tällöin nykyistä sähköliittymää voitaisiin käyttää huoletta. Perusperiaate ABB:n järjestelmässä on, että se jakaa virtakuormaa sen mukaan kuinka paljon trukkeja on latauksessa. (ABB:n Sähköautojen lataus materiaali, 2021.)

Esimerkissä, jossa laturin syöttövirta on 32 A ladattaessa yhtä trukkia, laturi syöttäisi täydet 32 A. Kun rinnalle lisätään toinen trukki, syöttövirta puolittuu molemmille 16 ampeeriin, kun taas lisätään kolmas trukki, pilkkoo järjestelmä sen tavalla, jossa yksi Master” lähtö antaa 12 A ja loput kaksi ”Slave” lähtöä 10 A. Kuormanhallinta on välttämätöntä, ettei järjestelmää ylimitoiteta/ylikuormiteta. Päivällä työpaikkalatauksella huippu osuu aamupäivälle. (ABB:n Sähköautojen lataus materiaali, 2021.)



Kuva 7 ABB:n Laaja eV-latausjärjestelmä (ABB:n Sähköautojen lataus materiaali, 2021)



Kuva 8 Master-Slave kuormanhallinta (ABB:n Sähköautojen lataus materiaali, 2021)

Kuormitusten valvonta- ja ohjausjärjestelmä on sähköisiin mittauksiin ja elektroniikkaan perustuva älykäs kokonaisuus, joka valvoo tarvittavin osin latausjärjestelmän käyttämää virtaa ja/tai jakelun eri johtojen kuormitusta ja ohjaa tarvittaessa latauksia pienemmälle teholle. Tulevaisuudessa voi olla myös tarpeen tuoda verkkoyhtiöiden ohjauksia järjestelmiin jakeluverkon tilanteen vaatiessa tehon säätöä.

Kuorman ohjaus perustuu latausaseman antaman ohjaussignaalin muokkaukseen: latausasema kertoo ajoneuvolle ohjaussignaalin avulla, kuinka paljon siitä on saatavilla virtaa, ja sähköajoneuvon latausjärjestelmä säätyy tämän mukaan tai ottaa sen verran, mitä pystyy. (ST-käsikirja 41, Sähköautot ja latausjärjestelmät, 2021)

4.4 Latauskalusto ja prosessi

Prosessia trukkien lataukseen ja itse latauskalustoon liittyen on tutkittu trukki toimittaja Linden aineiston pohjalta. Itse lautauksen lisäksi aiheeseen liittyy akuston irrottaminen trukista ja sen vaihtaminen, joka tulee huomioida tulevaa trukkien lataukseen tarkoitettua tilaa suunnitellessa.



Kuva 9 Linde trukin latausliitin (Linde material handling, 2021)

4.4.1 Latauskalusto

Yksinkertaisimmillaan AC- latausasema koostuu ryhmäkeskukseen kytketystä seinässä olevasta latausrasiasta. Latausrasian materiaalina on tyypillisesti säänkestävä muovi, metalli tai näiden yhdistelmä. Kiinteä latauskaapeli on joko suora tai spiraali. Latauspistoliittimelle on rakenteessa joko säilytyspaikka tai kannake. (ST-käsikirja 41, Sähköautot ja latausjärjestelmät, 2021)

Trukkien akustoa ladataan 400 voltin jännitteellä ohjattavalla korkeataajuuksisella laturilla, joka mahdollistaa nopeamman ja helpon latauksen. Linden elektronisissa trukeissa, akkulaturi voidaan haluttaessa integroida trukkiin. Tilaa vievä avautuva akuston suojakansi ei ole välttämätön. Se vaaditaan vain tilanteessa, kun trukkiin liitetään aiemmin mainittu voimapistorasiaan sopiva korkeataajuuslaturi. Lataus suoriutuu automaattisesti jokaiselle akkutyypille oikeanlaisella ominaisuudella. Korkeataaj uuslaturin hyötyjä ovat myös korkea hyötysuhde, lämpötilasäätöinen kevyempi lataus sekä automaattinen huolto. (Linde material handling aineisto, 2021.)

Tähän kalustoon voidaan soveltaa lisäksi ABB:n aiemmin tutkielmassa mainittu ”Master-Slave” teknologiaan perustuva älykäs latausjärjestelmää, joka jakaa virran syötön sitä mukaa kuinka monta trukkia on latauksessa samanaikaisesti.
Tällä vältettäisiin sähköliittymän liika kuormitus.

Trukeissa on minuutin tarkkuudella varauksen keston kertova näyttöpääte.



Kuva 10 Laturin kytkentä Linde sähkötrukkiin (Linde material handling, 2021)

4.4.2 Akun vaihto

Akuston irrottaminen Linden trukeissa voidaan hoitaa esimerkiksi Linden kyseiseen käyttötarkoitukseen suunniteluilla pumppukärryillä, tai toisella trukilla. Tämä prosessi vaatii tietenkin oman tilansa, mikä pitää huomioida, kun mietitään tulevaa lautaukseen tarkoitettua tilaa. Vaihtoehtona on myös katossa toimiva nosturi, jonka avulla akuston vaihto ja irrottaminen on kätevintä mutta investointi on varmasti turha tässä tilanteessa.



Kuva 11 Akuston irrotus vaihtokärryllä (Linde material handling, 2021)

4.4.3 Järjestelmän käyttöönotto

Latausasemaa asennettaessa syöttö eli keskukset ja kaapelit osaksi kiinteää asennusta. Itse latausaseman katsotaan olevan sähkölaite, sillä sen toiminta ei yleensä vastaa normaalia pistorasiaa. Sähköturvallisuuslaki edellyttää käyttöönottotarkastuksen tekemiseen kiinteille asennuksille. Sähkölaitteille, eli tässä tapauksessa laturien toiminta tulee tarkastaa laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti, mutta latausasemien suojalaitteiden testaus muodostaa tähän poikkeuksen.

Latausaseman syöttökaapelille tulee tehdä käyttöönottotarkastus. Aistinvaraiset tarkastukset, PE-jatkuvuusmittaus, oikosulkuvirtamittaus, eristysresistanssin mittaus ja vikavirtasuojan mittaus. Mikäli vikavirtasuoja on latausasemassa, vikavirtasuoja tulee

tarkastaa ja mitata. Latauspisteiden vikavirtasuojille vaaditaan erikoisominaisuuksia mahdollisen tasasähkövikavirran takia. Tämä ei kuitenkaan aseta käyttöönottotarkastuksen mittaukselle erityisvaateita, vaan A-tyypin vikavirtasuojan toiminnan varmistaminen sinimuotoisella testivirralla eli AC-testiasetuksella. Jos tämä mittaus on hyväksytty, voidaan turvallisesti olettaa myös muiden ominaisuuksien olevan toimintakuntoisia.

Laitevalmistajan asennusohjetta tulee noudattaa, ja mikäli latausaseman toimintakokeena vaaditaan muita tarkistuksia tai mittauksia, tulee ne toteuttaa täydellisen toimivuuden ja takuun varmistamiseksi.



Kuva 7 Sähkötrukkeja latauksessa (www.supplychain247.com, 2021)

4.4.4 Järjestelmän huolto ja ylläpito

Takuuajalla tehtävät korjaukset ja huollot määräytyvät kuluttajasuojalain virhevastuiden ja rakentamismääräysten perusteella. Tehtävien suorittaja riippuu myös tehdyistä sopimuksista. Yleensä kukin urakoitsija vastaa toimittamiensa laitteiden virhevastuista. Latausjärjestelmien takuuasioissa latausjärjestelmien toimittajaan on tarvittaessa yhteydessä ensisijaisesti järjestelmän hankkinut taho. Määräaikaistakuutarkastuksiin osallistuvat tarvittaessa myös suunnittelijat. Tuotteiden takuuehdoissa otetaan kantaa takuun alkamisaikaan, kestoon ja laajuuteen, sekä omistajan ja valmistajan vastuisiin ja velvollisuuksiin.

Takuuehtojen sisältö voi vaihdella valmistajakohtaisesti. Havaitusta virheestä tai virheellisestä toiminnasta tulee yleisesti ilmoittaa valmistajalle viipymättä havainnon jälkeen. Mahdollisimman yksityiskohtainen vikakuvaus helpottaa ja nopeuttaa vianetsintää. Tyypillisesti kuluvat osat, sekä selkeästä väärinkäytöstä tai laitteen luvattomista modifioinnista aiheutuneet vikatilanteet eivät kuulu takuun piiriin. Tarkemmat määritelmät takuun ulkopuolelle jäävistä kokonaisuuksista tai yleensäkin takuuehdoista, on aina hyvä tarkistaa suoraan laitevalmistajalta tai sen edustajalta.



Kuva 8 Sähköalan ammattilainen asennustöissä (www.enersense.com, 2021)

4.5 Järjestelmän tekniset vaatimukset

Koko järjestelmä rakennetaan suomen sähköturvallisuuslain SFS 6000 -standardien nojalla. Se velvoittaa standardit kaikille pienjännitesähköasennuksille. Tärkeimpänä tulee noudattaa SFS 6000 -standardisarjaa yleisesti, ja etenkin sen sähköautojen latausjärjestelmiä koskevaa osaa SFS 6000-7-722.

Lähtökohtaisesti kaikki sähköistykset latausjärjestelmän kytkentäpisteelle asti katsotaan osaksi rakennuksen kiinteää sähköasennusta, ja kytkentäpisteeltä eli latausasemalta lähtien katsotaan latausjärjestelmän koostuvan laitestandardien mukaisista sähkölaitteista. Jotkut SFS 6000:n vaatimukset, esimerkiksi käyttöönottotarkastusten osalta ylettyvät myös latausaseman suojalaitteisiin asti. SFS 6000:ssa annettuja latausasemia koskevia mekaanisia vaatimuksia, vaadittuja laitestandardeja ja muita vaatimuksia on noudatettava.

Vaikka latausjärjestelmän toimitukseen kuuluisi ns. latauskeskus (jakokeskus), katsotaan tämäkin osaksi kiinteää sähköasennusta. SFS 6000:n yleisiä vaatimuksia on siis noudatettava latausasemia edeltävän jakelun osalta. Muutoin, jos asiasta ei ole erillisiä kirjauksia SFS 6000:ssa, tulee lähtökohtaisesti noudattaa laitestandardeja, mikäli näitä on tehty kyseisille tuotteille. Näin varmistetaan olennaisten turvallisuusvaatimusten täyttyminen, ja toisaalta myös yhteensopivuus eri latausjärjestelmien ja sähköautojen välillä. Lisäksi valmistajien ohjeet ovat velvoittavia ja niitä tulee noudattaa laitteen oikean asennuksen varmistamiseksi ja esimerkiksi takuun säilymiseksi. (ST-käsikirja 41, Sähköautot ja latausjärjestelmät, 2021)

4.5.1 Suojauksien vaatimukset

Latauspisteet on suunniteltava jokainen omana virtapiirinään, eli oman ylivirtasuojan ja vikavirtasuojan taakse. Jokainen latauspiste tulee suojata vähintään 30 mA:n A-tyypin vikavirtasuojalla. Käytettäessä varsinaisia SFS-EN 62196:n mukaisia pistorasioita tai pistokkeita latausasemissa, tulee jokainen latauspiste suojata B-tyypin vikavirtasuojalla tai A-tyypin vikavirtasuojalla yhdistettynä 6 mA:n tasasähkövikavirran

poiskytkevän laitteen kanssa. Latauskäyttöön suunnitelluissa latauspisteissä tulee olla suojaus, joka estää vikatilanteissa syötön trukin akusta jännitteettömään verkkoon. (SFS-EN 62196-1 2015.)

4.5.2 Mekaaniset vaatimukset

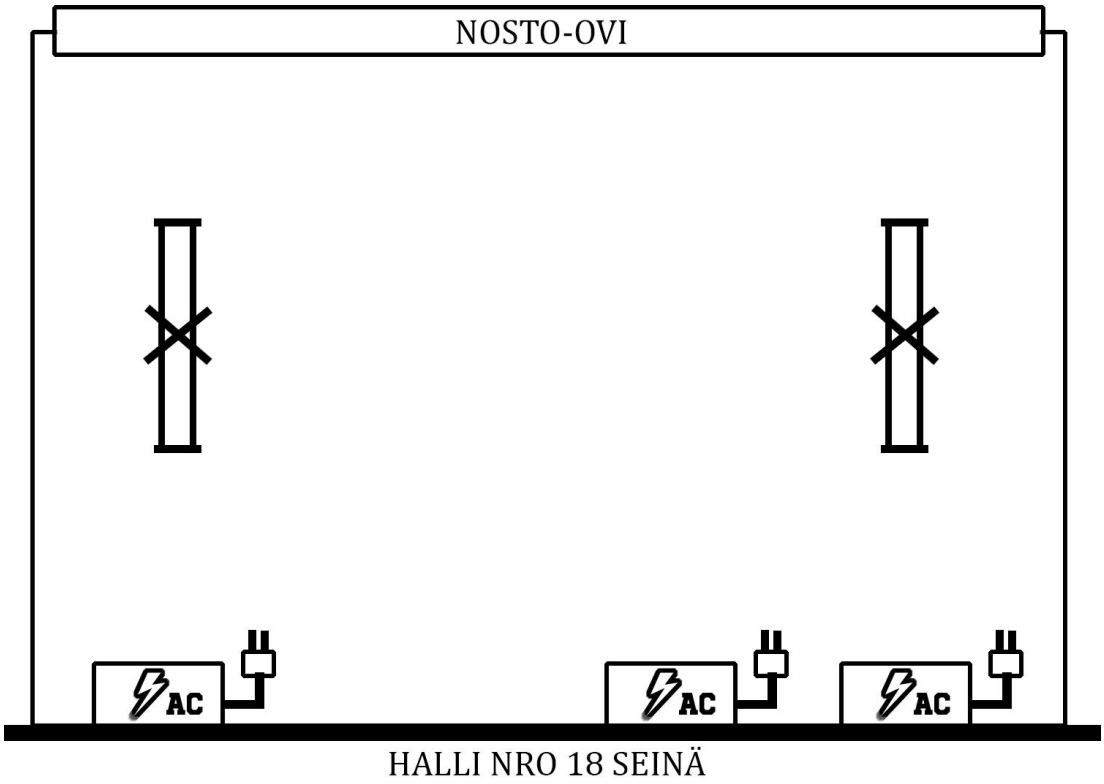
Ulkoilmaan sijoitetun pistorasian tai latauspisteen kotelointiluokan on oltava vähintään IP44. Latauspisteen asennuskorkeus on 0,5-1,5m. Asennuskorkeudella tarkoitetaan pistorasian alinta osaa. Pistorasia on sijoitettava mahdollisimman lähelle ladattavan trukin pysäköintipaikkaa. Sähkötrukkien liitäntäpisteet on suojattava vähintään AG2, eli keskimääräistä iskua vastaan. Suojaus voidaan toteuttaa yhdellä tai useammalla tavalla. Esimerkiksi asennusasento tai sijoituspaikka niin että todennäköisesti iskujen kohdistuminen todella vähäistä, käytetään jonkinlaista mekaanista suojausta esimerkiksi tolppia tai muita esteitä, asennetaan liitäntäpiste koteloon, joka kestää vähintään SFS-EN 62262:n mukaisen luokan IK07 mukaisen ulkoisen iskun.

Kaapelointi latauspisteeseen tulee myös suojata mekaanisilta vaurioilta. Seinäasennuksessa suositeltavaa olisi suojata kaapeli alumiiniputkella. Mikäli kyseessä on maaasennus, on hyvä käyttää muoviputkea. Latausasemat on rakennettava niin, että latauskaapelin yli ei ajeta eikä sitä puristeta muuten. Jos latauskaapeli voi joutua kosketuksiin maan kanssa, maan pinnan pitäisi olla sellainen, että kaapein ulkovaippa ei vahingoitu. Suuritehoiset latausasemat voivat painaa yli 300 kg, joten niiden asennusalustan kestävyys on varmistettava ennen asennusta. Paikalleen asennus edellyttää nostoa esimerkiksi kuorma-auton kuormanostimella, joten laitteen haalausmahdollisuudet on huomioitava suunnittelussa.

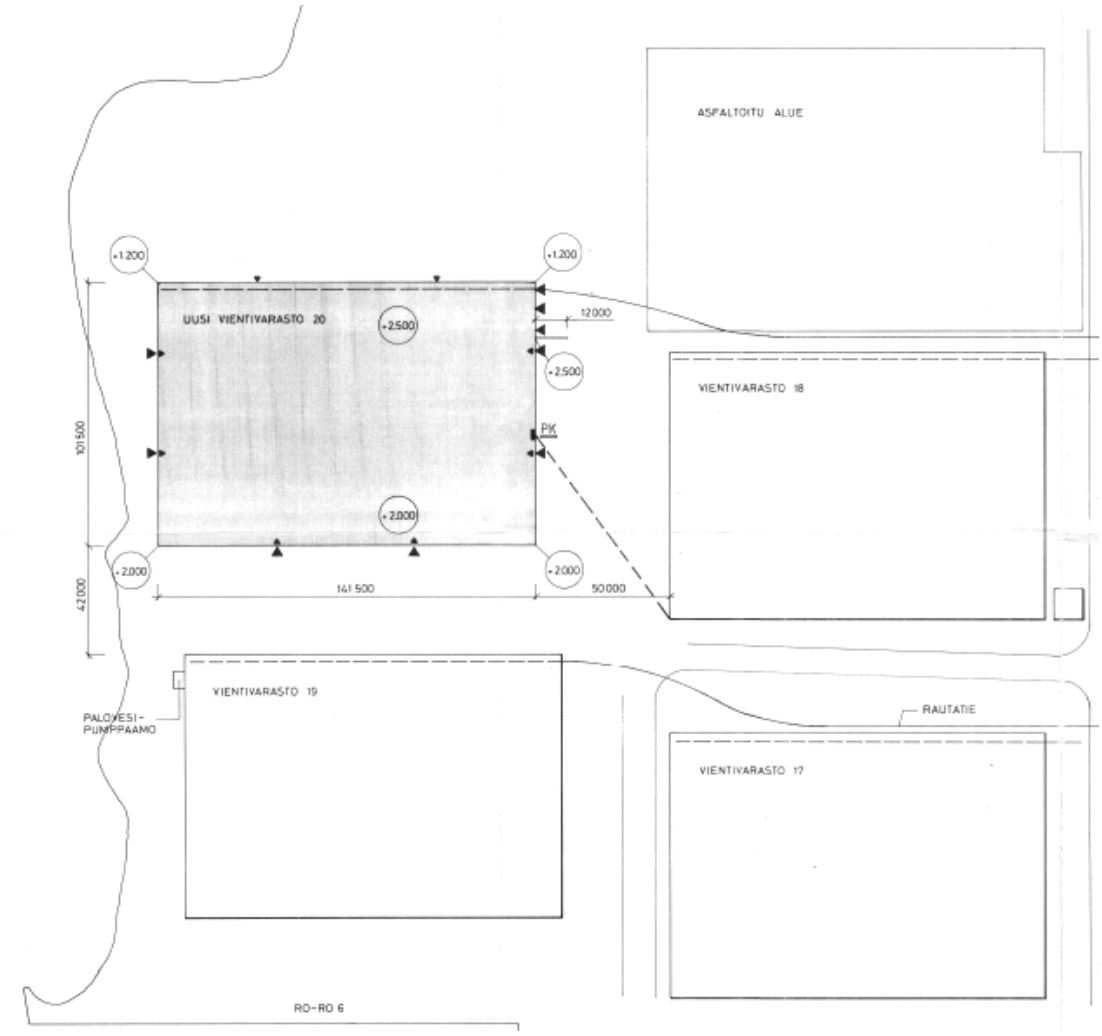
5 RATKAISUT

Ratkaisuna on talli tyyppinen ratkaisu, jossa on kolme seinäasennuksella toteutettua laturia sähkötrukeille. Tallissa iso nosto-ovi, josta mahtuu hyvin Kalmarin 9-18 t:n trukki sisään. Latauspisteet ovat sijoiteltu niin, että kaikki kolme trukkia mahtuvat hyvin olemaan latauksessa samanaikaisesti. Yksi latauspiste on hieman etäämmällä, jättäen kooltaan isommalle Kalmarin 9-18 t:n trukille tilaa. Tallista tehtäisiin sen kokoinen, että siellä voisi myös helposti operoida akkukärryjen kanssa, akustojen irrotusta ja vaihtoa tehdessä. Talli rakennettaisiin varastohallien 20 ja 18 väliin, jossa olisi 50 metriä tilaa. Talli olisi järkevintä sijoittaa varastohallin seinää hyväksi käyttäen, jolloin latauspisteiden asennus helpottuisi.

Syötön saa helposti hallin pääkeskuksesta. Kustannuslaskelmat tallille hoitaa Euroports. Ratkaisussa yksi: pääkeskuksen muuttaminen 200 A kokoluokkaan, jolloin latureita voitaisiin käyttää samanaikaisestikin, ilman muita muutoksia. Ratkaisussa kaksi: päädytään käyttämään älykästä latausta, joka pilkkoo syöttövirran sitä mukaa kun trukkeja on latauksessa. Tällöin keskuksellisia muutoksia ei tarvitse tehdä, sillä muuntamolta tuleva syöttö riittää joka tapauksessa. Laturit valitaan trukkien vaatimusten mukaan. Isommalle 8-19 t:n Kalmarille omansa ja kaksi pienempää laturia kooltaan pienemmille trukeille. Asennustyöt ja tulevat huoltotoimet hoitaa trukkien toimittaja.



Kuva 9 Hahmotelma piirros lataustallista.



Kuva 10 Pohjakuva varastohalleista alueella.

6 YHTEENVETO

Tämän työn tekohetkellä perinteisten diesel- tai bensiini polttomoottorikäyttöisten teollisuudessa toimivien nostotrukkien vaihtuminen kokonaan sähköisiin on yleistynyt. Jatkuvasti kiristyneet Euroopan unionin päästörajoitukset ajavat väistämättä teollisuuden yrityksiä kyseisiin investointeihin. Nostotrukkien näkökulmasta teollisuudessa ongelmia on huomattavasti vähemmän kuin esimerkiksi sähköautoilla liikenteessä, jossa latauspaikkoja on vielä aivan liian vähän.

Nostotrukkien sähköistyminen teollisuudessa onkin tämän työn kirjoitushetkellä, suomessa yleistä, verrattuna liikenteeseen. Suomessa sähköautojen käyttäjät kohtaavat ongelmia korkean hinnan, pitkien välimatkojen ja yleisten pikalatauspisteiden puutteen vuoksi. Euroopan unionin jatkuvasti kiristyvät ilmastotavoitteet kuitenkin vaikuttavat omalta osaltaan. Esimerkiksi taloyhtiöissä nykyään vaatimuksena onkin latauspisteet sähköautoille, minkä johdosta sähköliittymän vaatimukset luonnollisesti nousevat. Vaikka tämä työ onkin tehty työkaluksi nostotrukeille teollisuuteen, on se täysin relevantti myös sähköautojen latauslaitteiston suunnittelussa. Käyttökustannuksia ajatellen sähkökäyttöiset trukit ovat huomattavasti edullisempia käyttää kuin tavalliset diesel- polttomoottorilla toimivat trukit, joten siltäkin kantilta projekti olisi kannattava.

LÄHTEET

ABB www-sivut, viitattu 10.2.2021. https://new.abb.com/fi

Euroports www-sivut, viitattu 10.12.2019, http://www.euroports.fi/index.php

Kalmar www-sivut, viitattu 24.2.2021. https://www.kalmar.fi/

Linde material handling aineisto, viitattu 19.2.2021

Logistiikan maailma www-sivut, viitattu 4.2.2021, https://www.logistiikanmaailma.fi/

Rauman Energia www-sivut, viitattu 21.1.2020, https://raumanenergia.fi/

Rauma Energia asiakaspalvelu. 2020. Rauma Energia, Puhelinhaastattelu 5.2.2021. Haastattelijana Joonas Karttunen Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Reka www-sivut, viitattu 5.2.2021. https://www.reka.fi/

Satamari www-sivut, viitattu 10.12.2019, https://sub.samk.fi/projects/satamari/

Supplychain247 www-sivut, viitattu 16.3.2021. https://www.supplychain247.com/

SFS-EN 62196-1. Informaatioteknologia. Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets. Conductive charging of electric vehicles. General requirements. 2015. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS.

ST-käsikirja 41, Sähköautot ja latausjärjestelmät, 2021

Sähköinfo severi www-sivut, viitattu 22.2.2021. https://severi.sahkoinfo.fi/