

Ari Pellikka

MANUAALITRUKIN KORVAAMINEN AUTOMAATIOTRUKILLA

MANUAALITUKIN KORVAAMINEN AUTOMAATIOTRUKILLA

Ari Pellikka
Opinnäytetyö
Kevät 2021
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Konetekniikan tutkinto-ohjelma, koneautomaatio

Tekijä: Ari Pellikka

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Manuaalitruckin korvaaminen automaatiotrukilla

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Replasing manual forklift truck by AGV truck

Työn ohjaaja: Annukka Tyni

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2021

Sivumäärä: 27 + 1 liite

Tässä työssä tehtiin Wihuri Oy Teknisen Kaupan trukkimyynnille käsikirja manuaalitruckin korvaamisesta automaatiotrukilla. Työ tehtiin yhteistyössä KWH Mirkan kanssa. Työssä tutkittiin mahdollisuutta automatisoida osa Mirka Oravaisten tehtaan tuotannosta.

Automaatiotrukkia valittaessa huomioonotettavia asioita olivat ohjausperiaatteet, turvalaitteet, akkuratkaisut ja automaatiotrukilla saavutettavat hyödyt. Lisäksi asiakkaan tuotantotilat ja käyttötarve tuli ottaa huomioon. Tässä työssä keskityttiin Linde-automaatiotrukkeihin ja niiden ominaisuuksiin. Linde on saksalainen Euroopan suurin trukki valmistaja, jota Wihuri Oy Tekninen Kauppa edustaa Suomessa.

Tässä työssä automaatiotrukkia ei voitu ottaa osaksi tuotantoa, koska asiakkaan tilat ja kulkuaukot eivät täyttäneet automaatiotruckin vaatimia mittoja. Osassa tuotantotiloja oli liian jyrkkiä rampeja ja sellaisia kulkuaukkoja, joista automaatiotrucki ei voinut kulkea. Vaikka projektia ei voitu viedä loppuun, tutkittiin yleisesti vastaavanlaisen muutoksen yritykselle tuomia taloudellisia hyötyjä sekä sen mahdollistamaa jo olemassa olevien resurssien kohdistamista oikeisiin paikkoihin.

Esimerkkibudjettina projektille käytettiin 300 000 euroa. Konehankinnoilla oli tarkoitus vapauttaa kahden työntekijän työaika muuhun tuotannon työhön. Yhden työntekijän kuluiksi työnantajalle laskettiin 43 000 euroa vuodessa ja kahdesta työntekijästä yhteensä 86 000 euroa. Viiden vuoden palkkakustannukset olisivat yhteensä 430 000 euroa, joten säästöä syntyisi 130 000 euroa tällä aikavälillä. Tuotannon lisääminen useampaan vuoroon kasvattaisi taloudellisia säästöjä eikä se siltä osin lisäisi rekrytointitarvetta.

Asiasanat: AGV, asiakas, automaatiotrucki, geonavigointi, layoutsuunnittelu, Linde

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
SANASTO	5
1 JOHDANTO	6
1.1 Työn tavoitteet ja rajaus	6
1.2 Wihuri Oy	6
1.3 KWH Mirka Oy	6
2 AGV-TRUKIT	7
2.1 Ohjausperiaatteet	8
2.2 Turvallisuus ja hyödyt	11
2.2.1 Turvallisuus	11
2.2.2 Hyödyt	13
3 AKKUTEKNOLOGIA	15
3.1 Lyijyakku	15
3.2 Suljettu lyijyakku VRLA	15
3.3 Litium-ion akku LI-ION	15
4 LAYOUTSUUNNITTELU	17
4.1 Asiakkaan tilojen kartoitus	17
4.2 Linde-automaatiotrukin asettamat vaatimukset varastolle	18
5 TRUKKITYYPIN VALINTA	19
5.1 Linde-automaatiotrukkimallisto	19
5.2 Maston valinta	22
5.3 Akkutyypit ja lataaminen	22
5.4 Tuotantoon liitettävyys	23
6 PROJEKTIN KONEVALINNAT JA KUSTANNUKSET	25
7 YHTEENVETO	26
LÄHTEET	28
LIITTEET	
Liite 1 AGV-trukkien tekniset eroavaisuudet	

SANASTO

AGV	Automatic Guided Vehicles, ilman kuljettajaa toimiva automaatiotrukki
ERP	Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä, jolla hallitaan yrityksen eri liiketoimintoja
LIDAR	Light Imaging Detection And Ranging, laserskanneri, joka muodostaa kuvaa skannatusta alueesta
LTO	Lithium Titanate Oxide, suurella virralla nopeasti ladattava akkutyyppe

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoitteet ja rajaus

Työssä tehdään Wihuri Oy:lle tekninen käsikirja Trukit ja sisälogistiikkaratkaisut -osastolle. Käsikirja toimii myynnin ja asiakkaan apuna projekteissa, joissa automaatiotrukki otetaan osaksi tehtaan tuotantoa. Käsikirja sisältää layoutsuunnitelua ja trukin teknillisiä ratkaisuja asiakkaan tilojen sekä tarpeiden mukaan. Käsikirja on tehty Wihuri Oy:n ja Mirka Oy:n yhteistyönä. Wihuri Oy:n on tarkoitus toimittaa Mirkalle automaatiotrukkeja, jotka korvaavat osan manuaalitruckeilla tehtävästä työstä.

1.2 Wihuri Oy

Wihuri Oy on suomalainen perheyritys, joka toimii 30 maassa ja neljällä toimialalla. Toimialat ovat pakkausteollisuus, päivittäistavara ja tukkutoiminta, Tekninen Kauppa sekä tilauslentoja tarjoava Jetflite. Yhdessä nämä työllistävät yli 5 000 henkilöä. (1.)

Opinnäytetyö on tehty Tekniselle Kaupalle, johon trukit ja sisälogistiikkaratkaisut kuuluvat. Wihurin edustama trukkimerkki on saksalainen Linde, joka on Euroopan suurin trukki valmistaja (2; 3).

1.3 KWH Mirka Oy

Mirka Oy on osa suomalaista KWH-yhtymää. Mirka on pintakäsittely- ja hioma- tuotteita valmistava maailmanlaajuinen yritys. Mirkalla on työntekijöitä noin 1 300. Suomessa Mirkan toimitilat sijaitsevat Jepualla, Karjaalla, Oravaisissa ja Pietarsaareissa. (4.) Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Oravaisten tehtaan kanssa.

2 AGV-TRUKIT

AGV-kirjainyhdistelmä muodostuu sanoista Automatic Guided Vehicles. AGV-trukit ovat pääsääntöisesti sähköllä toimivia. AGV-koneet on suunniteltu toimimaan ilman kuljettajaa. (Kuva 1.) Navigointiin voidaan käyttää avuksi muun muassa magneettinauhaa, lasereita, erilaisia sensoreita ja skannereita. Trukkien reititys suunnitellaan erillisellä tietokoneohjelmistolla. Käyttökohteita ovat eri teollisuusalat kuten paperiteollisuus, elintarviketeollisuus ja lääketeollisuus. Edellä mainituilla teollisuudenaloilla näitä trukkeja käytetään muun muassa tuotannossa ja varastohallinnassa. (5.)

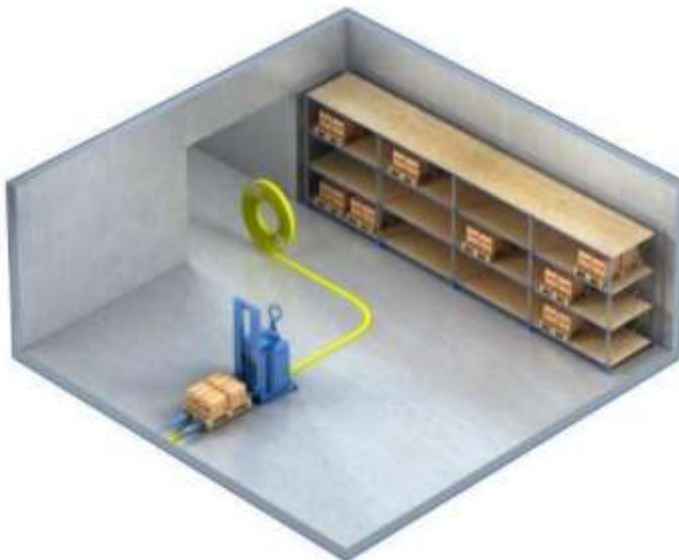


KUVA 1. Linde AGV -kombitrukki (6)

2.1 Ohjausperiaatteet

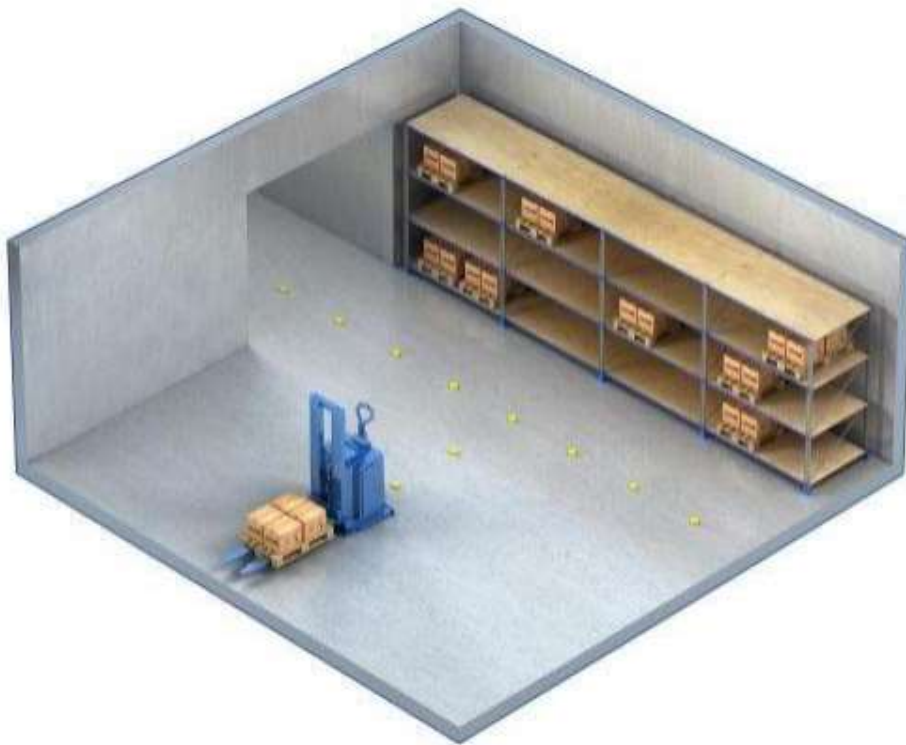
AGV-trukkien ohjaamisessa voidaan käyttää useita eri toimintaperiaatteita. Näitä ovat magneettiteippinavigointi, magneettipistenavigointi, lasernavigointi ja geonavigointi. Lisäksi on olemassa navigointiratkaisuja, joissa on yhdistetty edellä mainittuja menetelmiä. (7.)

Magneettiteippinavigoinnilla tarkoitetaan lattiaan liimattavaa magneettinauhaa, jota pitkin truckki kulkee (kuva 2). Näin trukin ohjausjärjestelmä saa tarkan paikannustiedon. Järjestelmän heikkoutena voidaan pitää sen soveltumista ainoastaan sisätiloihin. (7.)



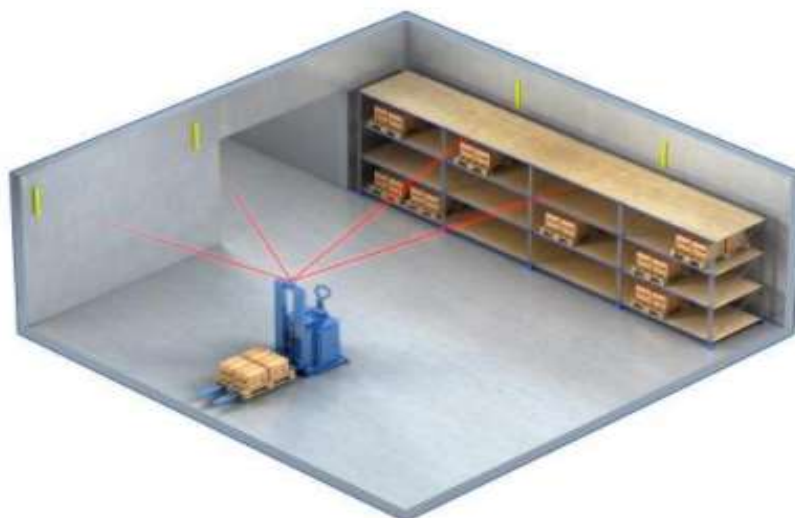
KUVA 2. Magneettiteippinavigointi (7)

Magneettipistenavigoinnin toimintaperiaate on lattiaan liimatut magneettipisteet (kuva 3). Koneeseen asennut sensorit lukevat lattiassa olevat magneetit ja laskevat niiden avulla koneen kuljetun matkan ja sijainnin. Tämä menetelmä on usein käytössä yhdessä lasernavigoinnin tai geonavigoinnin kanssa. (7.)



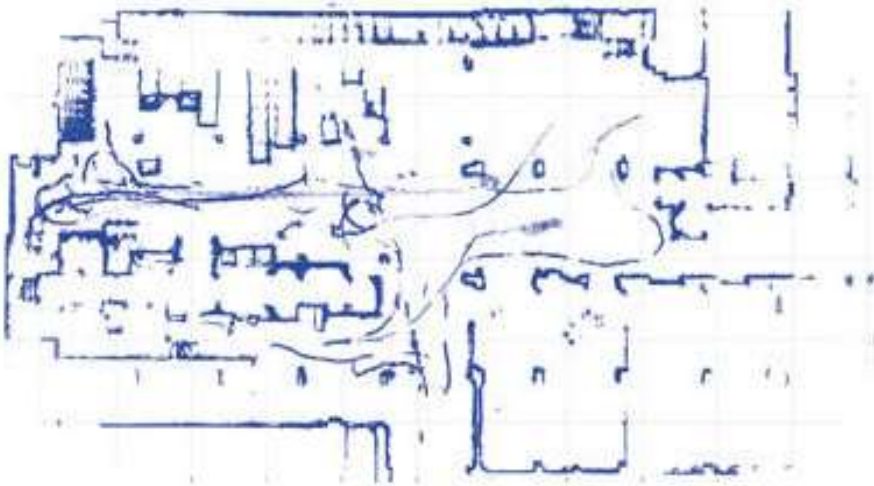
KUVA 3. Magneettipistenavigointi (7)

Lasernavigoinnissa AGV-trukin kulkureitin varrelle asennetaan ympäriinsä useita peilejä, joita trukkiin asennettu laseranturi havaitsee (kuva 4). Näiden avulla kone saa laskettua sen tarkan sijainnin ja kulkureitin. Tätä järjestelmää voidaan soveltaa sisä- ja ulkotiloissa. (7.)



KUVA 4. Lasernavigointi (7)

Geonavigointi tapahtuu LIDAR-skannerin avulla. LIDAR on lyhenne sanoista Light Imaging Detection And Ranging. Linde-automaattiotrukeissa ohjausperiaatteenä käytetään geonavigointia. Skanneri on asennettu kiinteästi trukkiin. Trukilla ajetaan ympäri haluttua työskentelyaluetta, ja skanneri muodostaa 2D-luonnoskartan kuljetusta alueesta (kuva 5). (8.)



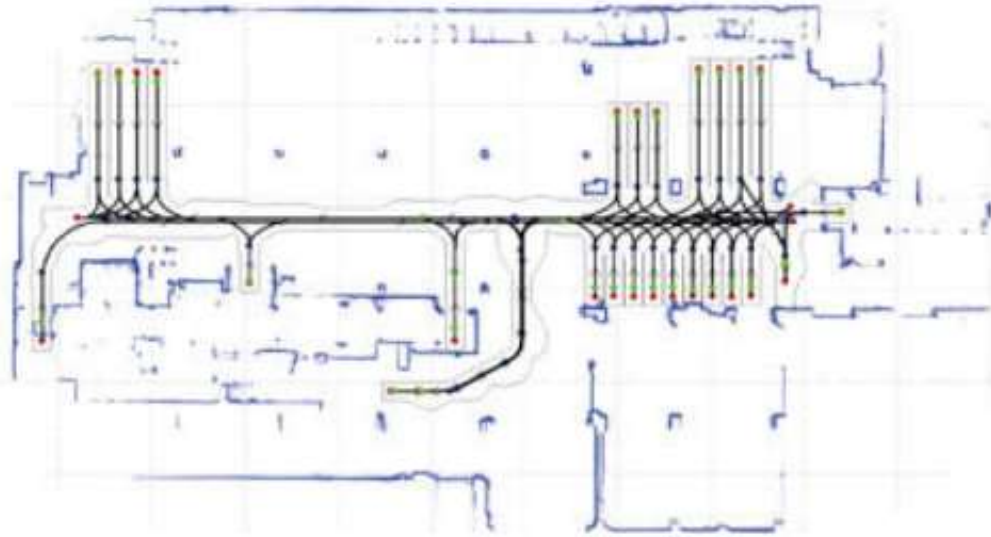
KUVA 5. Skannerille tallentunut kuva alueesta (8)

Seuraavaksi kartta puhdistetaan ja siihen jätetään vain alueella olevat kiinteät esteet (kuva 6). Näitä ovat esimerkiksi seinät, pilarit, varastohyllyt ja koneet. (8.)



KUVA 6. Puhdistettu kuva (8)

Koneessa on prosessori, johon on tallennettu puhdistettu pohjakartta. Karttaan on suunniteltu trukille kulkureitit sekä kuorman nouto ja jättöpaikat (kuva 7). Koneen skanneri lukee ympäristöä reaaliajassa ja vertaa sitä prosessorilla olevaan karttaan. Tämä ratkaisu yksinkertaistaa ja nopeuttaa laitteen käyttöönottoa. (8.)

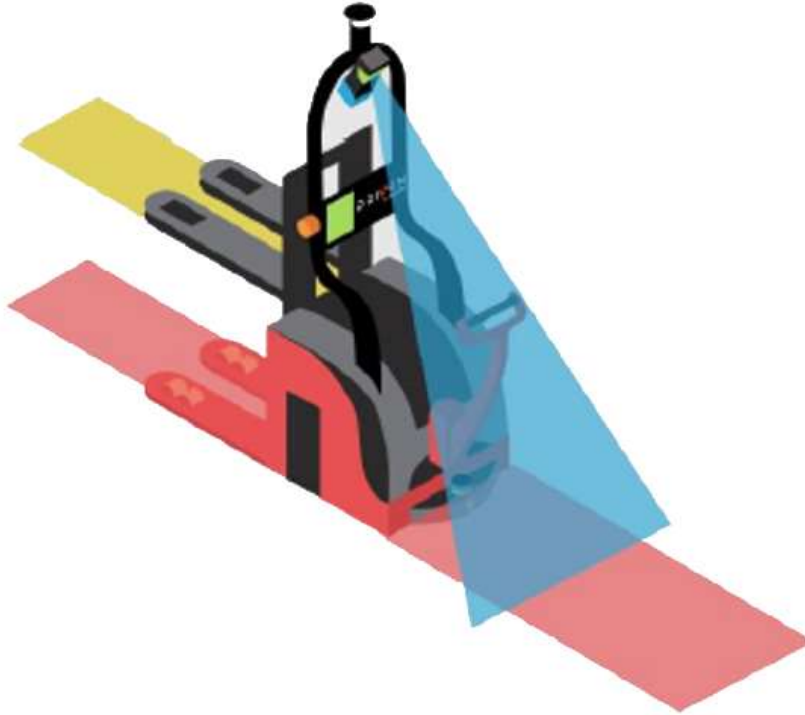


KUVA 7. Pohjakartta trukin kulkureiteillä (8)

2.2 Turvallisuus ja hyödyt

2.2.1 Turvallisuus

AGV-trukit on varustettu monipuolisilla sensoreilla ja skannereilla, jotka muodostavat turvaverhon koneen ympärille. Näitä turvalaitteita ovat muun muassa PL-D-turvalaserit, 2D-laser ja Bluespot-valo, joka piirtää sinisen huomiovalon lattiaan. (Kuva 8). Tällainen järjestelmä havaitsee tarkasti edessä olevat esteet ja estää mahdolliset yhteentörmäykset. (6.)



KUVA 8. Turvalasereiden muodostama suojaverho (6)

Vaikka AGV-trukit on varustettu monipuolisilla turvalaitteilla (kuva 9), on niiden työskentelyalue hyvä erottaa tai merkata selvästi muulta liikenteeltä (9, s .400). Tällä varmistetaan turhat tavaraliikenteen pysähdykset sekä kone- ja henkilövahingot.



KUVA 9. Turvalaitteet (6)

2.2.2 Hyödyt

Automaatiotrukin korvatessa manuaalitrakin saavutetaan monenlaisia hyötyjä ja säästöjä. Säästöjä tulee henkilöstön palkkakustannuksista, koska laitteet eivät tarvitse erillistä operaattoria. Myös tuotannon tehokkuus kasvaa trukin pystyessä työskentelemään ympäri vuorokauden. Automaatiotrukkien avulla kerätyllä datalla saadaan tarpeeksi luotettavaa tietoa tuotannon tehostamista varten (10, s. 30). Kolarikorjauskustannukset ovat myös automaatiotrukkeja käytettäessä huomattavasti pienemmät, sillä koneiden turvalaitteet havaitsevat kiinteät esteet reitillä (9, s. 400).

Linde-automaatiotrukeilla on lisäksi etuna niiden soveltuminen myös manuaalikäyttöön. Näin ollen asiakkaan ei tarvitse ostaa pieniä siirtoja varten erillistä manuaalitruckia, koska samalla koneella voi tehdä myös manuaalitöitä ilman lisäasetuksia. (11, s. 11).

Muita automaatiotrukeilla saavutettavia hyötyjä ovat henkilöstön työnhyvinvointiin ja jaksamiseen liittyvät asiat. Koneilla voidaan teettää toistuvia liikkeitä vaativia työtehtäviä sekä raskaiden taakkojen siirtoja. (9, s. 400).

Suomessa on jo useita vuosia vallinnut yleinen työvoimapula, joka on puhuttanut yleisesti mediassakin paljon. Varsinkin tekevien käsien puute on monesti nostettu näissä keskusteluissa esille, sillä nuoret eivät ole enää nykyisin yhtä innokkaita ruumiillisen työn tekijöitä kuin aiemmilla vuosikymmenillä. Robotiikasta ja sen kehityksestä sekä tuotantolinjojen ja -laitteiden automatisoinnista saadaan apua vallitsevaan työvoimapulaan. Myös automaatiotrukit tulevat ottamaan tässä yhä suurempaa roolia omalla alallaan.

Työnantajalle tuotannon automatisoinnista koituu hyötyä työvoimapulaan vastaamisen lisäksi myös mahdolliseen työntekijöiden vaihtuvuuteen. Ei ole ennenkuulumatonta, että yritys kouluttaa itselleen hyvän työntekijän, jonka kilpailija sitten ostaa itselleen valmiina, työnsä osaavana kaverina. Automaatiotrukin kanssa edellä mainittua skenaariota ei pääse tapahtumaan, sillä se on työnantajalleen

uskollinen, eikä ole vaatimassa lisäpalkkaa työn opittuaan. Myös uuden työntekijän perehdyttämiseen käytettäviä resursseja säästyy automaatiokoneiden kanssa nykyaikaisten ohjausjärjestelmien myötä.

Kuluttajien siirtyessä kasvavassa määrin verkkokauppojen palveluiden pariin joutuva nykyiset logistiikkapalvelut vaikeuksiin ilman automatisointia. Tähän vaikuttavat mahdollisuudet tilata tavaraa kellon ympäri viikonpäivästä huolimatta. Tavaroitten keräily varastosta on kaikista työllistävin työvaihe. (10, s. 16 - 17; s. 35).

Covid-19 rajoitti ihmisten liikkumista ja vauhditti Suomen verkko-ostamista 22 prosentilla. Tämä oli suurin kasvu 2010-luvulla. Maailman laajuinen kasvuvauhti oli vieläkin suurempaa. Kiinassa verkko-ostamisen osuus oli lähes 50 prosenttia ja Euroopassakin lähes 30 prosenttia. (12.)

3 AKKUTEKNOLOGIA

3.1 Lyijyakku

Lyijyakku on ensimmäinen akkutyyppejä, joka on tullut raskaskone- ja autoteollisuuden käyttöön. Sen kehitti Gaston Plante vuonna 1895. Akussa olevat lyijylevyt ovat elektrodeja ja elektrolyytinä toimii rikkihappoliuos. Akkujen kapasiteetit ovat 2–500 ampeerituntia (Ah). Vuorotyökäytössä lyijyakku vaatii akunvaihtojärjestelmän ja vesitysjärjestelmän mahdollisimman pitkän käyttöiän saavuttamiseksi. (13.)

3.2 Suljettu lyijyakku VRLA

Suljettu lyijyakku soveltuu käytettäväksi sisätiloissa, koska sen käyttö ei vaadi erillistä akkuhuonetta. Tämän akkutyypin valmistustavat ovat joko ristikkolevyakku tai putkilevyakku. Ristikkolevyakut valmistetaan yleensä AGM-tekniikalla, jossa happo on imeytetty lasikuitumattoon. Niiden etuina ovat halpa hinta ja parempi lyhyiden purkausten virranantokyky. (13.)

Putkilevyakut eli lyijyhyytelöakut kestävät paremmin pitkäaikaista purkausta ja ovat käyttöiältään pidempiä kuin AGM-akut. Lyijyhyytelöakkuja käytetään yleensä teollisuuden työlaiteissa ja trukeissa. Suljettua lyijyakkua ei saa koskaan ladata normaalilla lyijyakun laturilla, eikä sen jännitettä saa purkaa alle 1,50 voltin. Suljetun lyijyakun latauskäyrä on säädetty sille sopivaksi ja normaalia lyijyakun varaajaa käyttämällä akku kuivuu ja menee nopeasti pilalle. (13.)

3.3 Litium-ion akku LI-ION

LI-ION akkutyypin kehitti kannettaviin järjestelmiin Sony vuonna 1991. Trukkipäätössä akkutyyppejä on vasta viime vuosina yleistynyt, johtuen moninkertaisesta hankintahinnasta lyijyakkuun verrattuna. LI-ION teknologia mahdollistaa vähemmällä kenomäärällä suuret energia ja tehotasot. Akut ovat täysin suljettuja, jolloin vesityshuolto jää kokonaan pois. LI-ION akkuja voidaan varata nopeasti ja

ilman kaasupäästöjä, jolloin akunvaihtojärjestelmään ei tarvitse myöskään investoida. Näin ollen akkutyyppi soveltuu loistavasti vuorotyö- ja ympärivuorokautiseen käyttöön, johon automaattitrukki yleensä hankitaan. (14; 15.)

4 LAYOUTSUUNNITTELU

4.1 Asiakkaan tilojen kartoitus

Vierailin Mirkan Oravaisten tehtaalla ja pääsin tutustumaan heidän tuotanto- ja varastotiloihinsa. Käynnin tarkoituksena oli keskustella AGV-trukin tai -trukkien hankkimisesta osaksi Oravaisten tehdasta. Kartoitimme asiakkaan kanssa varaston materiaalivirtaa ja kuljetusten määrää. Näiden keskusteluiden perusteella tarvittavien koneiden kappalemääräksi arvioitiin kaksi erilaista automaatiotrukkia. Toinen kone hoitaisi raaka-ainetta tuotantokoneille ja toinen pakkausmateriaalia valmiille tuotteille.

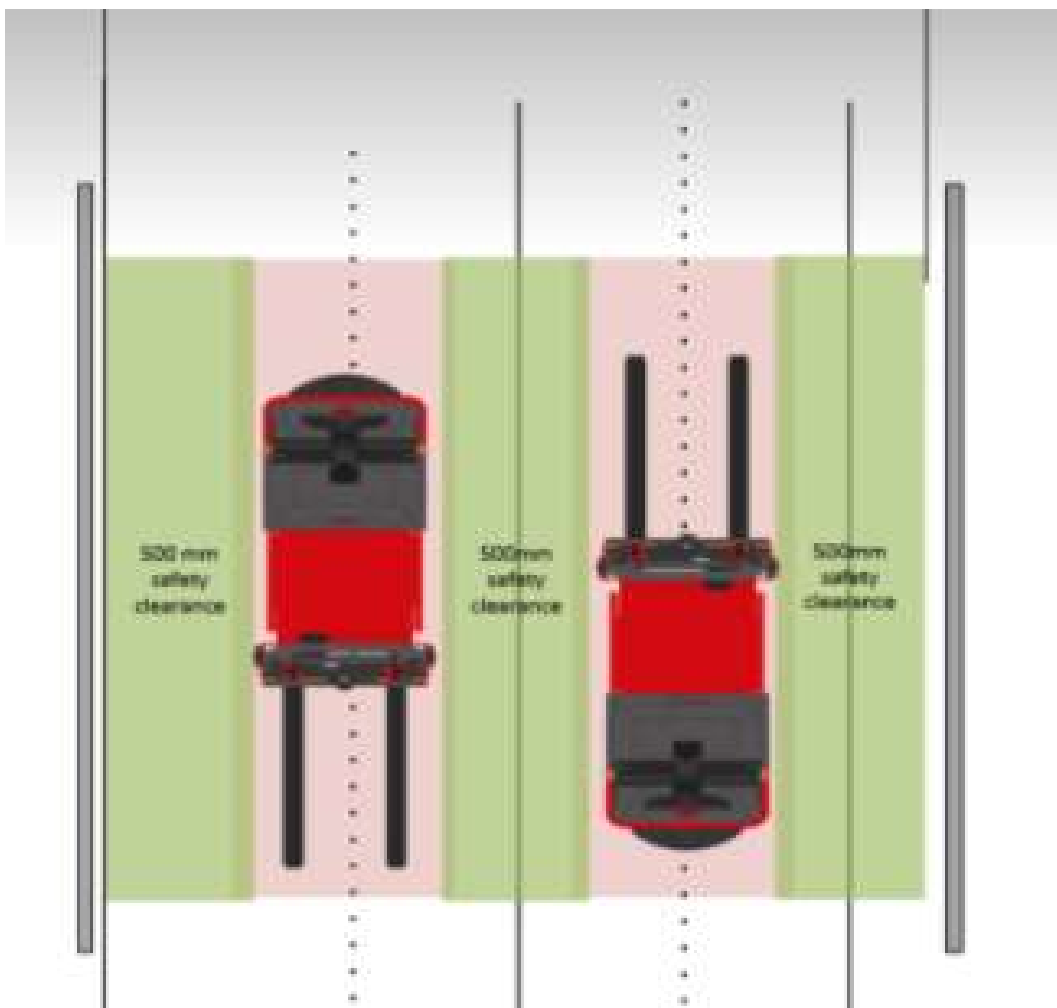
Tehdaskierroksella kävi ilmi, että asiakkaan tuotanto- ja varastotiloissa oli useita erilaisia kaltevia ramppoja. Lisäksi varasto oli tiiviisti rakennettu. Osassa varastotiloja kattokorkeus oli hyvin matala, alimmillaan 2 220 mm. (Kuva 10.) Edellä mainittujen asioiden katsottiin aiheuttavan haasteita automaatiotrukille.



KUVA 10. Ramppi ja matala kulkuaukko asiakkaan tiloissa

4.2 Linde-automaatiotrukin asettamat vaatimukset varastolle

Liikkuessaan ilman kuljettajaa asettaa automaatiotrukki tiettyjä vaatimuksia työkentely-ympäristölleen. Linde-automaatiotrukki tarvitsee ympärilleen 500 mm:n turva-alueen toisiin trukkeihin ja kiinteisiin rakenteisiin kuten hyllyihin ja seiniin (kuva 11). Lattiapinnoille asetettuja vaatimuksia ovat tasainen ja saumaton pinta, jossa ei saa olla halkeamia, irtopölyä eikä kosteutta. Myöskään asfaltti ja sorapinnat eivät sovellu automaatiotrukille. Lattioiden kaltevuus ei saa ylittää kahta prosenttia. (16, s. 11.)



KUVA 11. Havainnekuva turvaetäisyyksistä (16, s. 11)

5 TRUKKITYYPIN VALINTA

5.1 Linde-automaatiotrukkimallisto

Linde-automaatiotrukkien valikoimaan kuuluu kuusi erilaista konemallia. Näitä ovat L-Matic, L-Matic AC, T-Matic, P-Matic, R-Matic ja K-Matic. Trukit eroavat toisistaan runkomallin, mittojen, nostokorkeuden ja nostokapasiteetin ja käyttötarkoituksen mukaan (liite 1). (17.)

L-Matic-mallit ovat mastolla varustettuja pieniä pinoamistrukkeja (kuva 12). Niillä voidaan nostaa taakkaa vajaan 2 metrin korkeuteen (18).



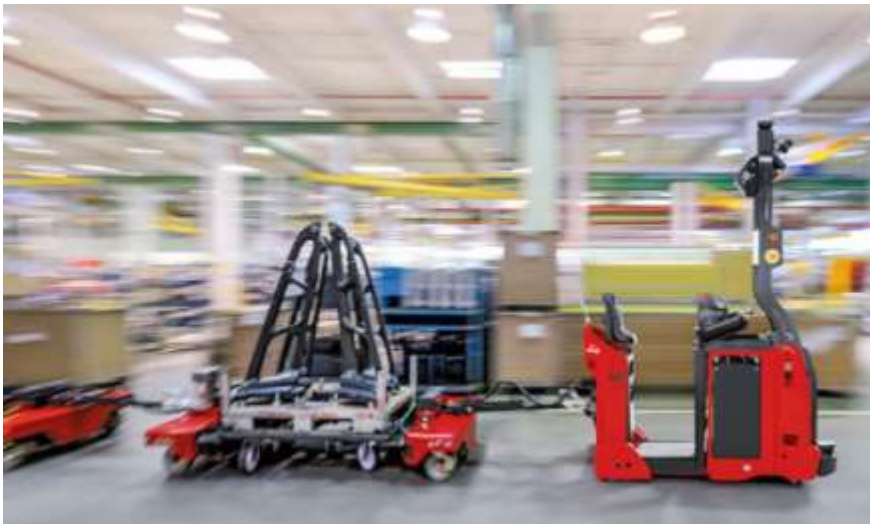
KUVA 12. Linde L-Matic -automaatiotrukki (21)

T-Matic on lavansiirtovaunu (kuva 13), joka kuljettaa taakkaa lattiatasossa (19). Tällä mallilla ei ole pinoamisominaisuutta.



KUVA 13. Linde T-Matic -automaatitrukki (19)

Junamallinen P-Matic (kuva 14) vetää tavaraa perässään erillisissä tavaransiirtovaunuissa (20.). P-Matic -hinaustrukilla ei ole nosto-ominaisuutta ollenkaan.



KUVA 14. Linde P-Matic -hinaustrukki (20)

Malliston suurimmat ja korkeammalle nostavat laitteet ovat R- ja K-Matic trukit. R-Matic on kapeisiin ja korkeisiin varastoihin tarkoitettu trukki (kuva 15), jolla voidaan nostaa taakka yli 10 metriin (22).



KUVA 15. Linde R-Matic -automaatitrukki (24)

K-Matic on kapeakäytäväkone (kuva 16). Se on suunniteltu niin, ettei se tarvitse omaa kokoaan enempää tilaa hyllyjen väliin (23).



KUVA 16. Linde K-Matic -automaatitrukki (23)

5.2 Maston valinta

Yleisesti trukkeihin saatavat mastomallit ovat yksi-, kaksi- ja kolmijatkaiset mastot. Kolmijatkainen masto on kaikista korkeimmalle nostava ja rakennekorkeudeltaan pienin maston ollessa ala-asennossa. Maston mallia valittaessa kartoitetaan kulkureittien korkeudet sekä varastohyllyjen korkeus. (25.)

Linde-automaatiotrukeissa mastomalli on aina vakio ja ainoastaan maston nostokorkeuteen voi vaikuttaa. Mirkan tapauksessa tämä ei tuota ongelmaa vaan nostokorkeudet pysyvät konemalleille ilmoitetuissa rajoissa (liite 1).

5.3 Akkutyypit ja lataaminen

Linde R-, P- ja K-Matic koneisiin saatavissa on lyijyakku, jonka koko määräytyy tarpeen ja koneen mukaan. Koneen yhtäjaksoista käyttöaikaa voidaan lisätä akunvaihtopöydällä. (Kuva 17.) Kone ajaa automaattisesti akun vaihtopaikalle, kun akun varaustila lähenee loppua. Siellä tuotannossa työskentelevä henkilö voi vaihtaa akuston. Varauspaikka suunnitellaan hyvin ilmastoituun paikkaan, jolloin varauksen yhteydessä muodostuvat kaasut poistuvat sisätiloista. (16.)



KUVA 17. Lyijyakku vaihtopöydällä (16)

L- ja T-Matic koneisiin saa LTO-tyypin akun. (Kuva 18.) Tällä tarkoitetaan Lithium Titanate Oxide akkua. Akkua voidaan ladata nopeasti suurella virralla, jolloin saa-

vutetaan 25 - 95 prosentin varaustila reilussa 15 minuutissa. Täydellä akulla työskentelee noin viisi tuntia. Tämä akkutyyppe ei muodosta latauskaasuja, jolloin latauspaikan sijainnin suunnittelu helpottuu. (16.)



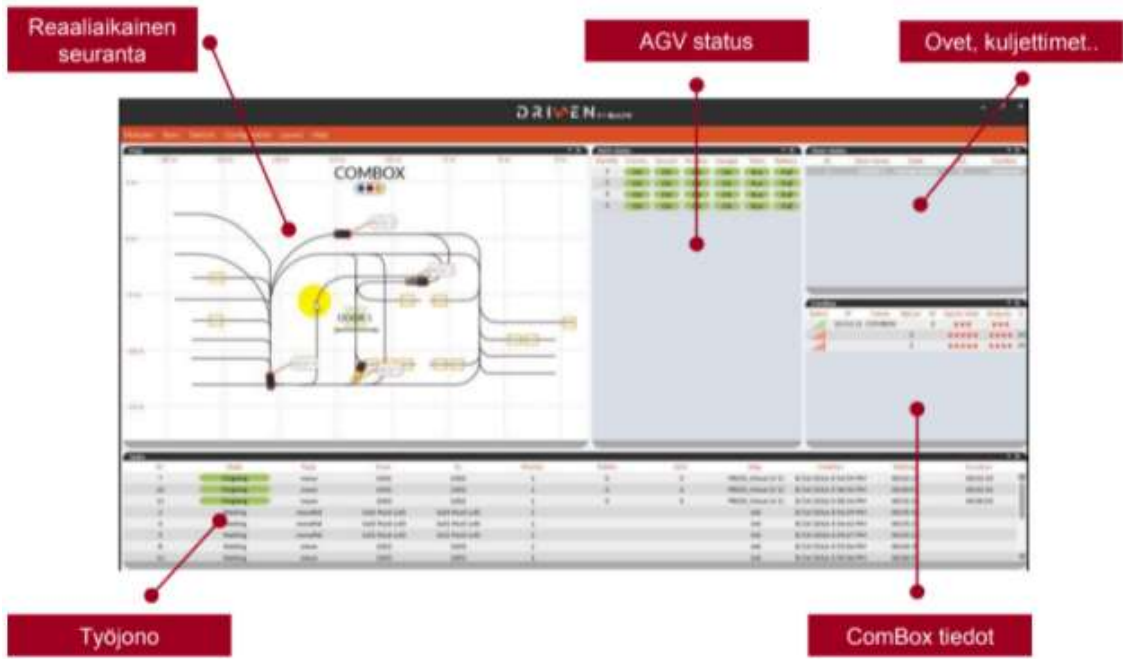
KUVA 18. LTO-akun latausasema. (16)

5.4 Tuotantoon liitettävyyys

Linde-automaatiotrukit voidaan liittää osaksi nykyaikaisia ERP-toiminnanohjausjärjestelmiä. Tällä tavoin trukki saa työtehtävät automaattisesti järjestelmästä esimerkiksi tilausvirran mukaan. (26.)

Toinen vaihtoehto ohjata automaatiotrukkia on ComBox-keskuksella, jolloin työtehtävät annetaan keskuksen nappia painamalla. Tällainen tehtävä voi olla esimerkiksi täyden lavan vienti varastoon napin painalluksella. (16.)

Kaikkien tehtävien ja informaation keskuksena toimii Linde-automaatiotrukin hallintaan tarkoitettu Robot Manager käyttöliittymä (kuva 18). Työntekijät saavat yhdelle ruudulle tärkeimmät tiedot esimerkiksi trukkien työjonosta, vikailmoituksista ja koneen sijainnista. (16.)



KUVA 18. Robot Manager (16)

6 PROJEKTIN KONEVALINNAT JA KUSTANNUKSET

Asiakkaan tiloihin tutustumisen jälkeen hankittavien automaatiotrukkien kappalemääräksi suunniteltiin kahta kappaletta. Asiakkaalla oli selvästi suunniteltuna kaksi työtehtävää, jossa toinen trukeista hakee varastosta pakkausmateriaalia ja toinen tuo materiaalia tuotannolle. Asiakas oli kartoittanut työtehtävät ja siitä kävi ilmi, ettei yksi trukki olisi kerennyt suoriutua kaikista työtehtävistä.

Tuotantomateriaalia oli varastoitu useammalle hyllytasolle ja toiselta koneelta vaadittiin vähintään 4 metrin nostokorkeus. Paras trukkimalli tähän oli Linde R-Matic -automaatiotrukki. Pakkausmateriaalia varastosta hakeva kone piti olla kompakti kooltaan matalan kulkuaukon ja tiiviin varaston johdosta. Lisäksi koneelta vaadittiin noin kahden metrin nostokorkeus. Tähän tehtävään valikoitui Linde L-Matic -automaatiotrukki.

Automaatiotrukkiprojektit ovat aina tapauskohtaisia ja kustannusarvio koostuu useista eri osista. Kustannuksiin vaikuttavat muun muassa koneiden kappalemäärät, konemallit, ohjelmistojen suunnittelu ja tuotantoon liitettävyys.

Käytin tässä kuvitteellisena projektin kustannusarviona 300 000 euroa. Tällä automatisoitaisiin kaksi työtehtävää, joilla vapautettaisiin yksi työntekijä muihin tuotaviin töihin. Tuotantoa tehdään kahdessa vuorossa, joten säästöä kertyy kahdesta työntekijästä. Yhden työntekijän vuosipalkka työnantajakuuluineen arvioin olevan 43 000 euroa. Kahdella työntekijällä tämä tekee yhteensä 86 000 euroa.

Viiden vuoden ajalla säästöä kertyy 430 000 euroa, jolloin säästöä projektin kustannusten jälkeen kertyisi 130 000 euroa, mikä tekisi vuodessa säästettäväksi summaksi 26 000 euroa. Jos tuotannossa otettaisiin kolmas työvuoro käyttöön, säästöön jäävä summa kasvaa entisestään eikä lisäresursseja tarvitsisi hankkia näitä työtehtäviä hoitamaan.

7 YHTEENVETO

Tässä työssä tutkittiin mahdollisuutta automatisoida osa Mirkan Oravaisten tehta-
aan tuotannosta. Asiakas kartoitti mahdolliset automaatiotrukin työtehtävät ja
kappalemäärän, joka oli kaksi kappaletta.

Varastossa tavara oli usealla hyllytasolla, joten nostokorkeutta vaadittiin vähin-
tään 4 metriä. Tämän johdosta ensimmäiseksi konevaihtoehdoksi valikoitui Linde
R-Matic -automaatiotrukki. Lisäksi tehta-
an vahalla puolella oli ahtaita kulkuauk-
koja ja koneelta vaadittiin nostokykyä noin 2 metriin saakka. Näin ollen toiseksi
konevaihtoehdoksi valikoitui Linde L-Matic -automaatiotrukki.

Oravaisten tehdas koostuu uudesta ja vanhasta osasta, jotka eroavat oleellisesti
toisistaan huonekorkeudeltaan ja kulkuaukoiltaan. Uudessa tuotantotilassa ei
esiintynyt ongelmia ja sen puolesta esteitä Linden automaatiotrukin käyttöön-
otolle ei ollut. Mahdolliseksi ongelmaksi sen sijaan muodostui vanhan puolen ra-
kennus. Rakennuksessa oli kapeita käytäviä ja jyrkkiä rampeja. Lisäksi huone-
korkeus joissain paikoin oli liian matala koneen toimimiselle. Näin ollen vanhalle
puolelle ei konetta voinut ottaa käyttöön.

Ainoa vaihtoehto tässä työssä olisi ollut yhden automaatiotrukin hankkiminen uu-
teen tuotantotilaan, mutta työtehtävät olisivat jääneet vähäisiksi. Tässä tapauk-
sessa sillä ei katsottu saatavan tarvittavia hyötyjä hankkeen eteenpäin vie-
miseksi.

Vaikka työ ei itsessään edennyt koneiden hankintaan asti, mietitään hieman hyö-
tyjä, joita tällä olisi voitu saada. Olen käyttänyt tässä esimerkissä projektin kuvit-
teellisena kustannusarviona 300 000 euroa. Tuotannon olen laskenut työskente-
levän kahdessa vuorossa. Yhden työntekijän bruttotulot vuodessa lomakorvauk-
sineen on siis noin 43 000 euroa. Kahdessa vuorossa kahden työntekijän kulut
olisivat vuositasolla 86 000 euroa. Viidessä vuodessa työntekijät maksavat yri-
tykselle yhteensä 430 000 euroa. Vuositasolla säästöä syntyy 26 000 euroa. Jos
tuotanto siirtyisi kolmivuoroiseksi ei lisäresursseja kyseiseen tehtävään tarvitsisi
hankkia ja vuosittainen säästö nousisi entisestään.

Mediassa on yleisesti puhuttu jo useiden vuosien ajan työvoimapulasta ja nimenomaan tekevien käsien puutteesta. Työn tekeminen digitalisoituu ja työn luonne muuttuu. Hyötyä automatisaatiosta ei saada pelkästään työntekijäkuluista, vaan jo olemassa olevat resurssit voidaan kohdentaa tarvittaviin työtehtäviin. Myös uuden työntekijän perehdyttäminen työtehtävään maksaa paljon työnantajalle, ja monesti työntekijä vaihtaa työnantajaa uuden opittuaan. Tällaista ongelmaa automatisoinnin jälkeen ei ole.

Automaatitrukki on tarkka ja turvallinen, eikä se yleensä törmäile itsestään. Tämä vähentää yritykselle muodostuvia kolarivauriokustannuksia merkittävästi. Yleisin syy vaunujen törmäilyille on jonkin kiinteän esteen sijoittaminen koneen kulkureitille. Valtaosan näistäkin vaunu havaitsee turvaskannereiden avulla ja estää törmäyksen.

Covid-19-pandemia on vauhdittanut Suomessa verkkokaupan osuutta, ja logistiikan merkitys toimintavarmuudessa kasvaa vauhdilla. Suomen osuus kasvoi vuonna 2020 yli 20 prosenttia. Tähän vaikuttaa ihmisten mahdollisuus tehdä ostoksia kellon ympäri missä tahansa. Tämän johdosta tulevaisuudessa on kasvavissa määrin automatisoinnille tarvetta, sillä suurin työllistäjä on varastoissa tapahtuva tavaran kerääminen.

LÄHTEET

1. Suomalainen kansainvälinen monialakonserni. Wihuri Oy Tekninen Kauppa. Saatavissa: [https://www.wihuri.fi/suomalainen-kansainvalinen-monialakon-
serni](https://www.wihuri.fi/suomalainen-kansainvalinen-monialakon-serni). Hakupäivä 21.4.2021.
2. Linde AG. 2020. Wikipedia. Saatavissa: [https://fi.wikipe-
dia.org/wiki/Linde_AG](https://fi.wikipe-
dia.org/wiki/Linde_AG). Hakupäivä 21.4.2021.
3. Trukit ja sisälogistiikkaratkaisut. Wihuri Oy Tekninen Kauppa. Saatavissa: <https://www.tekninenkauppa.fi/tuoteryhmat/trukit-ja-sisalogistiikkaratkaisut>. Hakupäivä 21.4.2021.
4. Yritys. 2021. Mirka Oy. Saatavissa: <https://www.mirka.com/fi/fi/top/Mirkasta/>. Hakupäivä 21.4.2021.
5. Automatic Guided Vehicles. 2021. Saatavissa: MHI [https://www.mhi.org/fun-
damentals/automatic-guided-vehicles](https://www.mhi.org/fun-
damentals/automatic-guided-vehicles). Hakupäivä 8.4.2021.
6. Navigoinnin vapautta. 2020. Wihuri Oy Tekninen Kauppa. Saatavissa: <https://w360.fi/agv/>. Hakupäivä 11.4.2021.
7. Vihivaunut (AGV). 2021. Ab Solving Oy. Saatavissa: [https://www.sol-
ving.com/tuotteet/vihivaunut-agv/](https://www.sol-
ving.com/tuotteet/vihivaunut-agv/). Hakupäivä 11.4.2021.
8. Geoguidance: navigation without infrastructure. 2016. Balyo. Saatavissa: <https://balyo.borealtech.com/technology/navigation/?lang=en>. Hakupäivä 13.4.2021.
9. Klančar, Gregor - Zdesar, Andrej - Blazic, Saso - Skrjanc, Igor 2017. Wheeled Mobile Robotics From Fundamentals Towards Autonomous Systems. Butterworth-Heinemann. Saatavissa: <https://ebookcentral-proquest->

com.ezp.oamk.fi:2047/lib/oamk-ebooks/reader.action?do-
cID=4800182&ppg=6. Vaatii sisäänkirjautumisen. Hakupäivä 20.4.2021.

10. Robotisaation ja automatisaation vaikutukset Suomen kansantalouteen 2030. Airaksinen, Honkatukia, Häkkinen, Kettunen, Niemelä, Vainio, Ventä. 2018. Valtioneuvoston kanslia. Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161102/47-2018-ROBOFINN_raportti_.pdf. Hakupäivä 6.5.2021
11. R-Matic Robottitrucki. Avomasto. Wihuri Oy Teknisen Kaupan asiakasjulkaisu.
12. Digiosaminen kasvoi Suomessa yli viidenneksellä – kotimainen verkkokauppa valtasi markkinoita. 2021. Kaupan Liitto. Saatavissa: <https://kauppa.fi/uutishuone/2021/03/18/digiosaminen-kasvoi-suomessa-yli-viidenneksella-kotimainen-verkkokauppa-valtasi-markkinoita/>. Hakupäivä 6.5.2021.
13. Akku. 2021. Wikipedia. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Akku>. Hakupäivä 21.4.2021.
14. Lead based battery technologies. 2021. Eurobat. Saatavissa: <https://www.eurobat.org/batteries-contribution/battery-technologies/lead-based>. Hakupäivä 15.5.2021.
15. Sonnenschein Lithium teollisuusakut/ Motive Power. GNB Industrial power. Saatavissa: https://www.gnb-nordic.com/fileadmin/Arkiv/Dokumenter/DK_Produktblade/Motive/1_Batterier/Celler/Lithium_FI.pdf. Hakupäivä 30.3.2020.
16. Linde robotiikka, Älykäs – Joustava – Turvallinen. Wihuri Oy Tekninen Kauppa. Myyntiesite.

17. AGV-Ratkaisut. 2020. Wihuri Oy Tekninen Kauppa. Saatavissa: <https://w360.fi/tuote-osasto/agv-ratkaisut/>. Hakupäivä 22.4.2021.
18. Linde L--Matic. 2020. Wihuri Oy Tekninen Kauppa. Saatavissa: <https://w360.fi/tuote/testituote/>. Hakupäivä 22.4.2021.
19. Linde T-Matic. 2020. Wihuri Oy Tekinen Kauppa. Saatavissa: <https://w360.fi/tuote/linde-t-matic/>. Hakupäivä 22.4.2021.
20. Linde P-Matic. 2020. Wihuri Oy Tekinen Kauppa. Saatavissa: <https://w360.fi/tuote/linde-p-matic/>. Hakupäivä 22.4.2021.
21. Everything perfectly in sync. 2021. Linde Material hadling. Saatavissa: <https://www.linde-mh.com/en/Solutions/Intralogistics-Automation/>. Hakupäivä:22.4.2021.
22. Linde R-Matic. 2020. Wihuri Oy Tekinen Kauppa. Saatavissa: <https://w360.fi/tuote/linde-r-matic/>. Hakupäivä 22.4.2021.
23. Linde K-Matic. 2020. Wihuri Oy Tekninen Kauppa. Saatavissa: <https://w360.fi/tuote/linde-k-matic/>. Hakupäivä 22.4.2021.
24. Automatic Precision Lifter. 2021. Linde Material handling. Saatavissa: <https://www.linde-mh.com/en/Products/Automated-Trucks/R-Matic/>. Hakupäivä: 22.4.2021.
25. Masto määrää muutakin kuin pelkän nostokorkeuden. 2015. Toyota Material Handling Finland Oy. Saatavissa: <https://blog.toyota-forklifts.fi/masto-maaraa-muutakin-kuin-pelkan-nostokorkeuden>. Hakupäivä 25.4.2021.
26. Mikä ERP on ja miksi sitä tarvitaan. 2021. Microsoft. Saatavissa <https://dynamics.microsoft.com/fi-fi/erp/what-is-erp/>. Hakupäivä: 26.4.2021.

Linde AGV mallisto ja ominaisuudet

L-Matic



L-Matic AC



T-Matic



P-Matic



R-Matic



K-Matic



Nostokorkeus	1924 mm	1844-1924 mm	120 mm		8255 mm	3200- 10800 mm
Nostokapasiteetti	1.2-2.0 t	1.2-1.6 t	3.0 t	5.0 t (Vetokyky)	1.6 t	0.7-1.5 t
Ajonopeus	6 km/h	6 km/h	6 km/h	8 km/h	14 km/h	10.5-12 km/h
Akku	24 V/375 Ah	24 V/375-500 Ah	24 V/345-375 Ah	24 V/460-500 Ah	48 V/560-804 Ah	80 V/465-930 Ah
Koneen mitat:						
Korkeus	2370 mm	2370 mm	2370 mm	2370 mm	3430 mm	2900-6900 mm
Leveys	780 mm	890 mm	790 mm	798 mm	1561 mm	1825-1865 mm
Syvyys	2285 mm	2700 mm	3315 mm	1750 mm	1325 mm	3406-3928 mm

Lähde: [https://www.linde-mh.com/en/Product-Finder/?offerType=rental&sorting\[field\]=productType&sorting\[direction\]=ASC](https://www.linde-mh.com/en/Product-Finder/?offerType=rental&sorting[field]=productType&sorting[direction]=ASC)