



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Niklas Nieminen

Kuljettimen suunnittelu ja toteutus vihivaunuun

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

30.4.2020

Tekijä Otsikko	Niklas Nieminen Kuljettimen suunnittelu ja toteutus vihivaunuun
Sivumäärä Aika	28 sivua 30.4.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	automaatiotekniikka
Ohjaajat	lehtori Timo Tuominen
<p>Insinööriyö toteutettiin Metropolia Ammattikorkeakoululle. Työn tarkoituksena oli suunnitella, sekä toteuttaa kuljetin vihivaunun päälle. Työn avulla voidaan opettaa vihivaunun mahdollisuuksista teollisuudessa, sekä sen ohjelmoinnista. Kuljettimen avulla vihivaunua on tarkoitus käyttää automaattivaraston kanssa kappaleiden kuljettamiseen varastosta tarvittavaan paikkaan. Työn aloitushetkellä Metropolialla ei ollut mitään lisälaitetta vihivaunulle.</p> <p>Työssä suunniteltiin kuljettimen osat käyttämällä Solidworks 3D-mekaniikkasuunnitteluohjelmaa. Suunnittelun lähtökohtina oli kuljettimen vaadittu korkeus ja vihivaunun kiinnityskohdan korkeus lattiasta mitattuna. Kuljettimen leveys ja pituus määrittyi kuljetettävien kappaleiden koon mukaan. Vihivaunun päällä olevasta levystä otettiin mitat, jotta kiinnityspisteet voitaisiin toteuttaa tarkasti.</p> <p>Työssä saatiin mallinnettua kuljettimen osat, sekä tilattua anturit, kuljettimen rullat ja kuljettimen hihna. Kuljetin saatiin suunniteltua, mutta rakentaminen jäi kesken. Työ antaa pohjan kuljettimen rakentamiseen valmiiksi asti.</p> <p>Insinööriyön tekohetkellä vallitseva maailmantilanne esti kuljettimen rakentamisen, joten vain suunnittelutyö oli mahdollista (COVID-19).</p>	
Avainsanat	automaatio, vihivaunu, teollisuus

Author Title	Niklas Nieminen Designing and making a conveyor for an agv
Number of Pages Date	28 pages 30 April 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Automation Engineering
Instructors	Timo Tuominen, Lecturer
<p>This thesis work was done for Metropolia University of Applied Sciences. The purpose of the work was to design and implement a conveyor on top of an automated guided vehicle. The work may be used for teaching about the possibilities of the automated guided vehicle in industries as well as in its programming. The conveyor is intended to be used with the automated guided vehicle with an automated warehouse for transporting pieces from the warehouse to a required location. At the beginning of the work, Metropolia did not have any accessories for the automated guided vehicle.</p> <p>In the work conveyor parts were designed by using Solidworks 3D-mechanical design program. The starting point of the designing was the required height of the conveyor and the height of the attachment point of the automated guided vehicles measured from the ground. The length and width of the conveyor were determined by the size of the pieces, that were transported. The dimensions were taken from the plate on top of the automated guided vehicle; thus, the attachment points could be accurately implemented.</p> <p>The conveyor parts were modelled in the work, as well as the sensors, conveyor rollers and conveyor belt were ordered. The designing of the conveyor was executed; however, the construction of the conveyor was left unfinished. The work provides a basis for the construction of the conveyor. The current world situation during the engineer thesis prevented the construction of the conveyor, thus only the design work was possible to do (COVID-19).</p>	
Keywords	automation, agv, industry

Sisällys

1	Johdanto	2
2	Automaattivarasto	2
2.1	Agilon automaattivarasto	3
2.2	Algol-automaattivarasto	4
3	Vihivaunu	5
3.1	Käyttöön ottaminen	6
3.2	Teknisiä tietoja vihivaunusta	7
4	Vihivaunujen mahdollisuuksia	8
4.1	Käyttökohteita tehtaissa	8
4.2	Vihivaunujen käyttö logistiikkakeskuksissa	9
4.3	Cobotit	10
4.4	Cobottien käyttökohteita	11
5	Kuljetintyyppejä	13
6	Anturityyppejä	16
7	Suunnittelun esiselvitys	17
7.1	Suunnittelu	18
8	Kuljettimen osien suunnittelu	18
8.1	Kuljettimen seinät	19
8.1.1	Kuljettimen rullat	22
8.1.2	Hihnan tukilevy	24
9	Yhteenveto	25
	Lähteet	27

1 Johdanto

Tämä insinööriyö on toteutettu Metropolia Ammattikorkeakoululle. Metropolia Ammattikorkeakoululla oli tarve saada Omron Adept Lynx-vihivaunuun kuljetin, jolla voitaisiin siirtää osia laatikossa työstöpisteen ja automaattivaraston välillä. Automaattivarastona toimii algolin valmistama yhdellä hissillä varustettu malli.

Työn tarkoituksena on kuvata lisälaitteen valmistamista vihivaunuun suunnittelusta käyttöönottoon. Työssä etsitään myös kuljettimen mahdollisia jatkokehittämisen kohteita ja uusia käyttökohteita. Tarve kuljettimen toteuttamiseen johtuu siitä, että vaikka vihivaunu on hyvä laite moniin käyttökohteisiin niin sellaisenaan sen potentiaalia on vaikea hyödyntää ilman mitään lisälaitetta. Omron Adept Lynx-vihivaunumallissa, joka Metropolialla on, ei ole mitään varsinaista valmista kuljetusmahdollisuutta vaan se toimii lähinnä alustana jollekin lisälaitteelle, joka tässä tapauksessa tulee olemaan kappaletavarakuljetin. Kuljettimen avulla vihivaunun mahdollisuuksia voidaan hyödyntää huomattavasti tehokkaammin, verrattuna siihen, ettei sitä olisi ollenkaan.

Työn alussa käsitellään vihivaunun olemassa olevia mahdollisuuksia, kuljetintyyppejä, teknisiä tietoja ja vihivaunun käyttöä yhteiskäyttörobottien kanssa. Työn edetessä käsitellään kuljettimen osien suunnittelua ja lopuksi yhteenveto projektista.

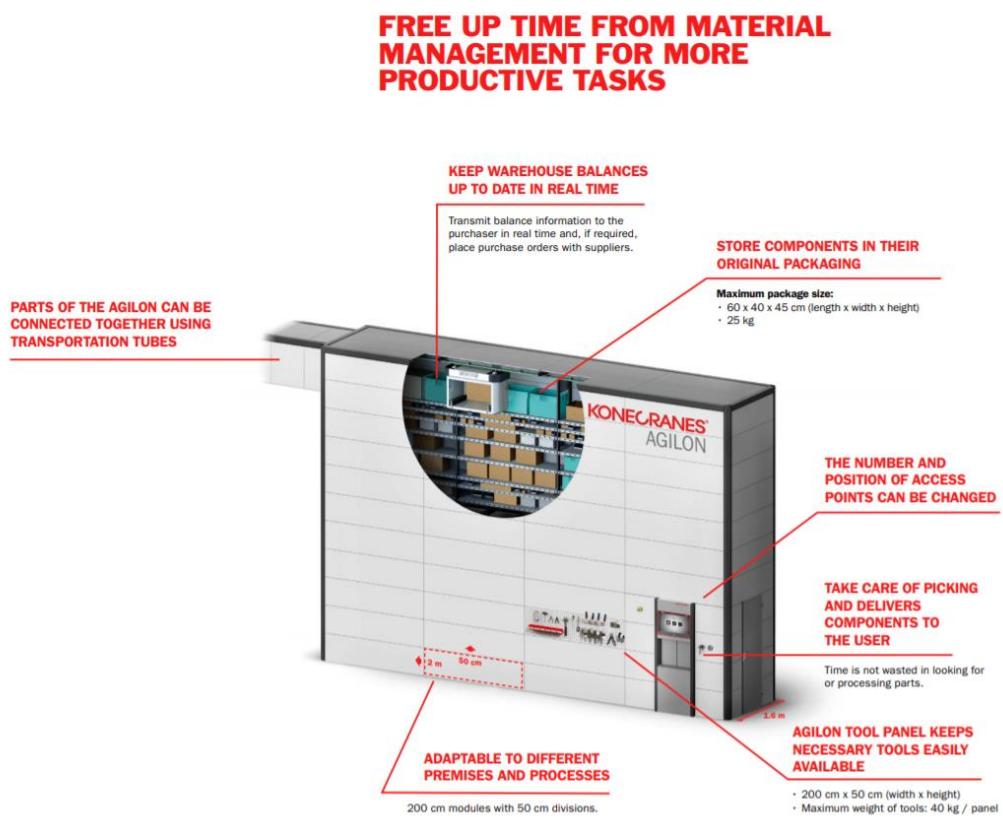
Insinööriyön tekemishetkellä vallitseva maailmantilanne esti kuljettimen rakentamisen loppuun asti. Maailmantilanteen takia vain kuljettimen suunnittelu oli mahdollista.

2 Automaattivarasto

Automaattivarastoja on monissa eri kokoluokissa. Automaattivarastojen avulla voidaan varastoida tehokkaasti erilaisia osia ja nopeuttaa niiden keräämistä. Automaattivarastoissa voidaan varastoida joko yksittäisiä kappaleita tai laatikoita, joissa on useampi kappale jotain tuotetta. Tilauksen saapuessa automaattivarasto hakee halutun kappaleen esille, josta ihminen ottaa tilauksen vaatiman määrän tuotetta. Tuotteen keräyksen jälkeen laatikko palaa takaisin omalle paikalleen automaattivarastossa.

2.1 Agilon automaattivarasto

Agilon on Konecranesin kehittämä automaattivarastojärjestelmä. Agilon automaattivarastoon sijoitettavien yksittäisten pakkausten enimmäiskoko on 600 mm x 400 mm x 450 mm ja niiden enimmäispaino saa olla 25 kg. Jokaisesta tavarankäytöstä varastosta ulos tai varastoon jää jälki järjestelmään. Järjestelmästä saadaan myöhemmin häätö, kuka varastolla on käynyt, mitä sieltä on otettu tai mitä sinne on laitettu, sekä milloin kyseinen käyttäjä on varastoa käyttänyt. Varasto osaa myös optimoida varastointipaikat siten, että eniten kuluvat tavarat ovat mahdollisimman lähellä hissien luukkua mistä tavarat liikkuvat (kuva 1). [1.]



Kuva 1. Agilon automaattivarasto [2.]

2.2 Algol-automaattivarasto

Kyseisessä insinööriyössä käytetään Metropolian pientä Algol automaattivarastoa. Automaattivarastoa käytetään vihivaunulla kuljetettavien kappaleiden varastointiin. Metropolian Algol-automaattivarastossa on yksi hissi, joka varastoi osia muovilaatikoissa (kuva 2).



Kuva 2. Metropolian Algol-automaattivarasto.

Algol-automaattivarastoa ohjataan käyttämällä ohjelmoitua logiikkaa (PLC). Varastolla on valoverhot, jotka vähentävät puristumisvaaraa, jos valoverhot huomaavat, että käytön aikana esimerkiksi ihminen laittaa kätensä hissikuiluun laite pysähtyy automaattisesti.

3 Vihivaunu

Omron Adept Lynx-vihivaunu on suunniteltu toimimaan tehtaissa ja varastoissa. Vihivaunun tehtävänä on hakea kuljetettava kappale kuljettimelta tai ihmiseltä ja toimittaa se seuraavaan paikkaan. Kyseisen Omron Adept Lynx LD-60 vihivaunu mallin kantavuus on 60 kg. Vihivaunun kantavuudesta tulee vähentää lisälaitteiden tuoma lisäpaino. Vihivaunu osaa liikkua itsenäisesti ja reagoida esteisiin joko pysähtymällä tai väistämällä ne. Vihivaunu osaa myös itse päättää milloin sen on tarpeellista mennä lataukseen. Lataus tapahtuu täysin automaattisesti koska, vihivaunu osaa ajaa itsensä lataustelakkaan ja pois siitä, kun haluttu varaus on saavutettu (kuva 3). [3.]



Kuva 3. Omron Adept Lynx-vihivaunu. [3.]

Kuvasta poiketen Metropolian vihivaunua ei ole varustettu alemmalla lasertutkalla. Lasertutkan tilalla on ultraääniantureita.

3.1 Käyttöön ottaminen

Kun vihivaunu otetaan ensimmäisen kerran käyttöön uudessa tilassa, tulee sille luoda kartta kyseisestä tilasta. Kartta luodaan asettamalla vihivaunu kartan luonti tilaan tietokoneella. Kartan luonnin aloittamisen jälkeen vihivaunua pitää kuljettaa käsiohjaimen avulla ympäri tilaa. Vihivaunu skannaa ympäristöään laser skannerin avulla, jonka takia ihmisten liikkumista karttaa luovan vihivaunun edessä on rajoitettava karttavirheiden eliminoimiseksi. Vihivaunun laser skannerin toimii 180 asteen kulmassa, joten sen vihivaunulle antama kuva tilasta on laaja. Vihivaunua on kuitenkin tarpeellista kuljettaa huolellisesti ympäri tilaa. Vihivaunua kannattaa kuljettaa samoista kohdista vähintään kahteen kertaan ajamalla sitä eri suuntiin, esimerkiksi jos kyseessä on käytävä kannattaa vihivaunua kuljettaa molempiin suuntiin, jotta kaikki muutokset seinän muodoissa tallentuvat tarkasti kartalle eikä kartta jää ”auki” mistään kohtaa (esimerkiksi syvennykset ja ovien paikat). Kartan luominen ja vihivaunun ohjaus suoritetaan käyttämällä Mobile planner ohjelmistoa (kuva 4).

Huolellisella kartan luonnilla säästytään ongelmilta jatkossa. Kun kartoitetaan tilaa, jossa on paljon lasipintoja, joista vihivaunu näkee läpi, niin niihin kannattaa kiinnittää kartan jälkitarkastelussa huomiota. Karttaa voi skannauksen jälkeen muuttaa tietokoneella ja siihen voidaan luoda alueita, joihin vihivaunu ei saa mennä. Kartalle voidaan myös luoda alueita, joissa se suorittaa jonkun toiminnon. Tällaisia toimintoja voivat olla seuraavat: vihivaunu päästää äänimerkin saapuessaan alueelle, jokin anturi pitää kytkeä hetkellisesti pois päältä tai vihivaunun pitää suorittaa jokin toiminto lisälaitteen avulla. Äänimerkkiä voidaan käyttää ihmisten varoittamiseen vihivaunun saapuessa kohtaan, josta sitä voi olla hankala havaita.

Antureiden poiskytkemistä pitäisi välttää, mutta joissain paikoissa se on välttämätöntä. Vihivaunun etupuskurissa olevat ultraäänianturit voidaan sulkea silloin kun alueella on esimerkiksi korkea kynnyks, joka saa vihivaunun pysähtymään turhaan. Vihivaunun käytössä automaattivarastoa, voidaan sille merkitä tarkka paikka karttaan missä sen pitää pysähtyä ja purkaa tai lastata kappaleita.

malli. Vihivaunuihin on myös mahdollista saada valmiiksi tehtyjä kuljetus moduuleja kuten esimerkiksi, lukittava kaappi, joka avautuu saapuessaan määränpäähän tai se voi olla myös kulkutunnisteella avattava. Vihivaunuun on myös saatavilla erilaisia valmiita kuljettimia. [3.]



Kuva 5. Vihivaunujen erilaisia varusteita. [3.]

4 Vihivaunujen mahdollisuuksia

Vihivaunuilla on monia erilaisia mahdollisia käyttökohteita (kuva 5). Vihivaunuihin voidaan rakentaa monenlaisia lisälaitteita, joilla vihivaunu saadaan kyseiseen tehtävään sopivaksi. Erilaisia lisälaitteita voivat olla esimerkiksi kuljettimet, lukittavat hyllyt sekä niihin voidaan myös asentaa yhteiskäyttö robotteja (cobot).

4.1 Käyttökohteita tehtaissa

Joissain tehtaissa kuljetetaan tuotteiden valmistukseen kuuluvia arvokkaita komponentteja. Arvokkaita komponentteja voivat olla esimerkiksi timantit. Kun ihmiset saavat vapaasti hakea haluamansa määrän arvokkaita osia, on mahdollista, että niitä katoaa matkan varrella. Kun tehtävä annetaan vihivaunun hoidettavaksi, johon on asennettu lukittava hyllykkö. Hyllyn avaamisesta voidaan kerätä monenlaisia tietoja, joita voivat olla

esimerkiksi missä, milloin hyllykkö on avattu, kuka sen on avannut ja mitä sieltä on otettu. Näin voidaan minimoida materiaalin katoaminen matkalla varastosta työpisteelle.

Vihivaunuja voidaan käyttää myös työpisteiden osien täytössä automaattivarastojen kanssa. Työpisteen työntekijä voi tehdä vihivaunulle tilauksen tietokoneen tai kutsunapin avulla, näin vihivaunu saa tiedon mitä tarvitaan ja minne. Tilauksen saatuaan vihivaunu menee automaattivaraston luokse, jossa se lastaa itsensä ja toimittaa pyydytyt osat työpisteelle. Työpiste voi olla myös automatisoitu, kuten robottisolu. Robottisolu voisi itse seurata välivarastonsa tilaa ja kun asetettu määrä alittuu, se tekee automaattisesti tilauksen vihivaunulle.

4.2 Vihivaunujen käyttö logistiikkakeskuksissa

Logistiikkakeskukset ovat myös vihivaunujen mahdollisia käyttökohteita. Vihivaunuja voidaan käyttää tavaroiden siirtoon tavaran vastaanotosta automaattivarastoon tai automaattivarastosta lähettämöön. Postin lajittelussa voidaan myös käyttää vihivaunuja. Paketit voidaan siirtää kuljettimella vihivaunun päälle, jonka jälkeen vihivaunu voi kuljettaa sen oikeaan paikkaan. Joissain postinlajittelukeskuksissa on tehty lattiaan reikiä, jotka johtavat ränneihin, joista paketit lähtevät tiettyihin määränpäihin. Vihivaunun päällä voi tällaisessa tapauksessa olla kipattava taso, jolla paketti tiputetaan oikeaan ränniin. Vihivaunuilla voidaan myös siirrellä hyllyjä tai rullakoita. Hyllyjen siirtelyyn vihivaunu pitää varustaa nostimella, joka nostaa hyllyn irti lattiasta, tällöin vihivaunu ajaa hyllyn alle ja nostaa sen ilmaan, niin että hyllyn jalat eivät koske lattiaan (kuva 6).



Kuva 6. Vihivaunu lavansiirrossa. [5.]

4.3 Cobotit

Cobotit ovat yhteiskäyttörobotteja, joiden kanssa ihminen voi tehdä yhteistyötä (kuva 7). Cobotit eroavat muista robottikäsistä kokonsa ja turvallisuusominaisuuksiensa avulla. Coboteissa on kiinnitetty turvallisuuteen erityistä huomiota, koska ne työskentelevät ihmisten lähellä ilman suojaverkkoja. Coboteissa on antureita, jotka tutkivat liikkumiseen tarvittavaa voimaa, jos cobot huomaa, että jokin liike vaatii normaalia enemmän voimaa se keskeyttää liikkeen suorittamisen. Liikkeen rajoittamisella voidaan välttyä esimerkiksi siltä, että ihminen jäisi puristuksiin cobotin ja tason väliin. Cobotin nopeutta voidaan myös säätää niin hitaaksi, että osuessaan ihmiseen liikkeen nopeus ei ole vaaraksi ihmiselle. Normaalessa roboteissa on paljon enemmän massaa ja nopeudet ovat suurempia, jolloin se voi vahingoittaa ihmistä. [6]



Kuva 7. ABB yumi cobotti. [7.]

4.4 Cobottien käyttökohteita

Cobottien etuna on myös nopea työtehtävän vaihto. Cobotteihin on saatavilla useita erilaisia työkaluja, joita vaihtamalla saadaan yksi cobot suorittamaan useita eri tehtäviä. Työkalujen vaihto on myös helppoa ja nopeaa.

Mobiili cobotti

Mobiili cobotti on uudenlainen tapa hyödyntää vihivaunuja. Mobiili cobotissa vihivaunun päälle on asennettu cobotti, jonka avulla vihivaunun työtehtäviä voidaan vaihtaa nopeasti (kuva 8). [6.]



Kuva 8. Mobiili cobotti. [8.]

Cobotit tehtaissa

Cobotteja voidaan käyttää useisiin eri tehtäviin tehtaissa. Varustamalla cobotti konenäkökameralla voidaan sillä suorittaa laadunvalvontaa. Perinteiseen konenäkökameran verrattuna cobottiin asennetulla konenäkökameralla on etuna, että cobotti saa kuvattua tarkistettavaa kohdetta useammasta eri kuvakulmasta. Työstökoneiden kanssa käytettäessä cobotti voi esimerkiksi asettaa CNC-työstökoneeseen työstettävän kappaleen ja työn päätyttyä korvata valmiin kappaleen uudella työstettävällä kappaleella. [6.]

Cobotin käyttö kokoonpanossa

Cobottien etuihin kuuluu työkalujen nopea vaihdettavuus. Työkalujen nopea vaihtoaika mahdollistaa sen käytön nopeasti vaihtuviin työtehtäviin. Cobotti voi suorittaa monia erilaisia kokoonpanotehtäviä, jotka voivat olla seuraavan tyyppisiä.

- valmiiden osien testaus
- ruuvien kiinnitys ja kiristys työn alla olevaan kappaleeseen
- osien kiinnittäminen toisiinsa
- liiman levittäminen ennen kappaleiden kiinnittämistä toisiinsa. [6.]

Cobottien käyttö varastoissa

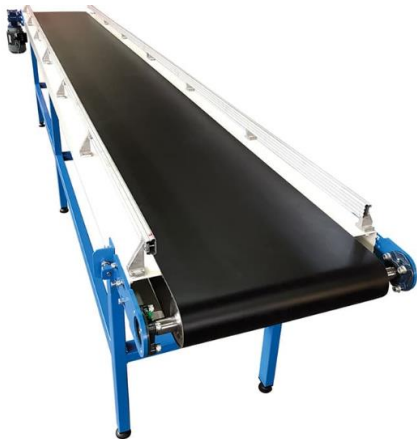
Käyttämällä viivakoodinlukijaa cobotti voi suorittaa myös automaattista inventointia. Automaattisen inventoinnin avulla säästytään siltä, että ihminen kävisi laskemassa osat. Automaattista inventointia voitaisiin myös suorittaa sellaisina aikoina, jolloin ihmiset eivät ole töissä. Suorittamalla inventointi esimerkiksi yöllä se ei häiritse ihmisten työntekoa. Varastolle saapuneita tilauksia voitaisiin käsitellä cobotin avulla. Tilauksen saapuessa cobottia voidaan käyttää tilausten pakkaamiseen ja tarvittaessa se voisi ottaa lopuksi kuvan todisteeksi pakatuista kappaleista. [6.]

5 Kuljetintyyppjä

Kuljettimia on moniin erilaisiin käyttötarkoituksiin. Kappaletavarakuljetuksiin voidaan käyttää esimerkiksi hihnakuljettimia tai rullaratoja. Hihnakuljettimissa käytetään rullia, jotka tukevat hihnaa, sekä rullia, jotka liikuttavat hihnaa. Hihnaa voidaan liikuttaa erilaisin tavoin. Yksi vaihtoehto hihnan liikuttamiseen on käyttää moottorirullia. Moottorirullissa on sisäänrakennettu moottori, joka pyörittää rullan ulkopintaa liikuttaen hihnaa eteenpäin. Hihnoja voidaan myös kuljettaa ulkoisella moottorilla. Ulkoista moottoria käyttäessä saadaan hihnaan enemmän tehoa, jolloin voidaan kuljettaa raskaampia kuormia. [9.]

Hihnakuuljetin

Hihnakuuljetimilla voidaan kuljettaa kappaletavaraa tai irtonaista materiaalia kuten maaainesta. Hihnakuuljetimen etuna verrattuna rullakuuljettimeen on, että sillä voidaan kuljettaa pienempiä kappaleita. Hihnakuuljetimesta voidaan myös tehdä rakenteeltaan kevyempi, joka on hyvä ominaisuus, kun tehdään liikkuvaa laitetta kuten vihivaunun päälle. Hihnallisia kuuljettimia käytetään paljon erilaisissa maankuljetus ja raaka-aineiden kuljetus sovellutuksissa. Näillä kuuljettimilla voidaan kuljettaa esimerkiksi voimalaitoksien polttoaineita, kuten: hiiltä, turvetta ja haketta. Hihnakuuljetimessa voidaan käyttää voimanlähteenä moottorirullia tai ulkoista moottoria. Kyseessä olevaan kuuljettimeen on valittu moottorirulla ja toiseen päähän vapaasti pyörivä rulla. Moottorirullan etuna on se, että se ei tarvitse ulkoista voimanlähdettä. Moottorirulla säästää tilaa kuuljetimen sivulta. Ulkoisella moottorilla saataisiin enemmän tehoa, mutta tämänkokoisessa kuuljetimessa moottorirulla riittää kappaleiden keveyden takia. Kuljetin, joka tässä työssä on kyseessä, vaatii hinnan alle tukilevyn, koska kuuljetimen keskiosassa ei ole rullia tukemassa hihnaa (kuva 9). [9.]



Kuva 9. Hihnakuuljetin. [10.]

Rullakuuljetin

Rullakuuljetimessa on vapaasti pyöriviä rullia, joissa on urat hihnoille. Rullien pyörittämiseen voidaan käyttää myös ketjuja, joilla saadaan enemmän vääntöä kuuljettimeen. Kuljettimen päädyssä on ulkoinen moottori, joka pyörittää rullia hihnojen välityksellä. Rullakuuljetimen etuna on, että sillä voidaan kuljettaa raskaampia kuormia kuin hihnakuuljetin-

mella. Rullakuljettimessa ei tarvita erillistä tukilevyä, koska rullat tukevat taakkaa. Siirrettävien taakkojen tulee olla kiinteitä ja isompia kuin hihnakuljettimella, koska rullakuljettiin jää rakoja rullien välille (kuva 10). Raskaampia kuormia kuljetettaessa voidaan käyttää useampia moottoreita rullille. [9.]



Kuva 10. Rullakuljetin. [11.]

Lamellikuljetin

Lamellikuljettimia käytetään silloin kun halutaan että kuljetin kääntyy (kuva 11). Rullarat ja hihnakuljettimet ovat hyviä silloin kun ne etenevät suorien linjoin, mutta niiden taituttaminen on hankalampaa kuin lamellikuljettimen. Lamellikuljetin koostuu ketjusta, jossa lamellit ovat kiinni ja jota käytetään sähkömoottorilla. Lamellikuljetin voi myös koostua paloista, jotka kiinnittyvät toisiinsa. Paloista kootun lamellikuljettimen etuna on, että siitä voidaan helposti vaihtaa yksittäisiä kuljettimen osia. Paloihin voidaan myös laittaa kitkaa lisääviä kumeja, jotka auttavat pitämään kappaleet paremmin liikkeessä, jos kuljettimessa on ylämäkiä. [9.]



Kuva 11. Lamellikuljetin. [12.]

6 Anturityyppejä

Antureita on moniin erilaisiin käyttökohteisiin. Antureiden valinnassa tulee ottaa huomioon mitä materiaaleja antureilla halutaan havaita ja miten ne halutaan asentaa. Anturityypistä riippuen ne voidaan pinta-asentaa, jolloin anturilla pitää olla suora näköyhteys tunnistettavaan kappaleeseen. Joitain antureita voidaan myös uppoasentaa, jolloin anturin ja havaittavan kappaleen välissä voi olla pieni kerros jotain materiaalia. [13.]



Kuva 12. Kapasitiivinen anturi. [14.]

Anturityyppejä ovat

- voima-anturi
- lämpötila-anturi
- kiihtyvyyssanturi
- nopeusanturi
- paineanturi [13.]

Kapasitiivisella anturilla voidaan tunnistaa ei-metallisia materiaaleja kuten muovia. Kapasitiivisen anturin toimintaetäisyys riippuu anturin pinta-alasta. Anturin pinta-alaa kasvattamalla saadaan lisää toimintamatkaa. Kapasitiivisia antureita voidaan käyttää esimerkiksi kappaleiden havaitsemiseen liukuhihnalla tai säiliön pinnan hälytysrajan mittaamiseen (kuva 12). [13.]

Induktiivisella anturilla voidaan havaita metallisia kohteita. Induktiivisia antureita voidaan käyttää esimerkiksi koneiden rajakytkiminä, jolloin koneen osat eivät ylitä rajojaan. [13.]

7 Suunnittelun esiselvitys

Suunnittelun esiselvityksessä määriteltiin kuljettimen vaatimuksia. Toteutettavan kuljettimen vaatimuksena oli, että sen tulee pystyä kuljettamaan laatikoita, joiden mitat ovat 40 cm x 30 cm. Kuljettimen pitää myös pystyä purkamaan ja vastaanottamaan laatikoita algol automaattivarastolla, joten sen korkeus on otettava huomioon kuljetinta suunniteltaessa.

Kuljettimelle ei asetettu mitään varsinaista painoa, jota sen tulee pystyä käsittelemään. Kuljetinta rakentaessa pitää myös miettiä, millaisia materiaaleja siinä käytetään, ettei siitä tulisi tarpeettoman painava. Kuljettimen peltiosat suunniteltiin tehtäväksi ruostumattomasta teräksestä.

Kuljettimen tyyppin valinnassa piti miettiä minkä tyyppinen kuljetin sopisi kyseiseen tehtävään parhaiten. Hihnalliseen kuljettimeen päädyttiin, koska se on rakenteeltaan kevyempi kuin rullarata. Hihnallisessa on myös mahdollista saada kuljettimen ja kuljetettavan

kappaleen välille enemmän kitkaa. Ylimääräisestä kitkasta on hyötyä, kun kappaletta tarvitsee lastata, purkaa tai pysäyttää hihnalle.

Hihnan materiaalia mietittäessä piti ottaa huomioon, että kuljetettava kappale pysäytetään hihnalle ilman erillistä pysäyttävää voimaa. Kappaleet voitaisiin pysäyttää esimerkiksi sylinterillä, joka painaisi kappaleen kuljettimen seinää vasten.

7.1 Suunnittelu

Suunnittelussa oli tarkoitus piirtää kuljettimen osat, jotka pitäisi suunnittelun jälkeen tilata tai valmistaa itse. Osien piirtäminen toteutettiin käyttämällä Solidworks 3D mallinnus ohjelmaa. Suunnittelu alkoi ottamalla ensin muutamia mittoja vihivaunun päällä olevasta levystä, johon kuljetin kiinnitettäisiin. Kiinnityslevyssä on valmiiksi kiinnityspisteitä, joita käytetään kuljettimen kiinnittämiseen vihivaunuun. Kiinnityslevyssä on myös valmiina aukko, jonka kautta tarvittava kaapelointi voidaan viedä vihivaunun sisälle ja tehdä tarvittavat kytkennät siellä.

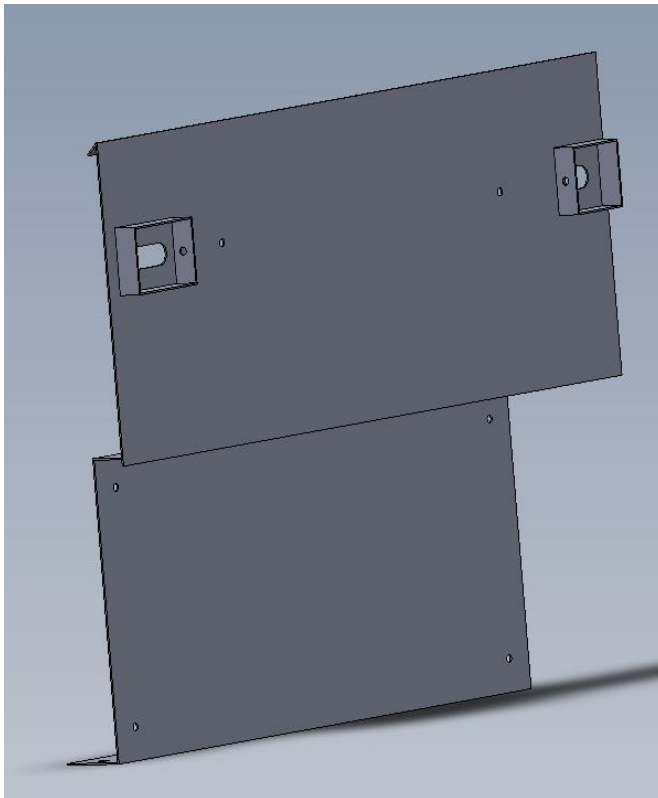
Suunnittelussa käytettiin Solidworks on 3D-mekaniikkasuunnitteluohjelmistoa, jolla voidaan suunnitella 3D-rakenteita. Ohjelmistolla voidaan tehdä yksittäisiä 3D-malleja, joista voidaan myöhemmin kasata suurempi kokonaisuus. Mallinnettujen osien mitat on myös mahdollista linkittää Excel- taulukkolaskentaohjelmaan. Excelin avulla mallinetuista osista voidaan tehdä erilaisia konfiguraatioita. Osien suunnittelun alussa tehdään yleensä kaksiulotteinen malli kyseisestä kappaleesta. Kaksiulotteisen mallinnuksen jälkeen siitä voidaan tehdä kolmiulotteinen malli pursottamalla sitä kolmanteen suuntaan. [15.]

8 Kuljettimen osien suunnittelu

Kuljettimen osien suunnittelu aloitettiin kerättyjen mittojen pohjalta. Kuljettimen peltisiä osia tulisivat olemaan kuljettimen seinät, peitelevyt, anturitelineet, kiristysmekanismi ja hihnaa tukeva levy.

8.1 Kuljettimen seinät

Kuljettimen seinien suunnittelu alkoi liukuhihnan korkeuden ja pituuden määrittelyllä. Kuljettimen korkeus saatiin määritettyä mittaamalla tarvittava korkeus kuljettimen kiinnityslevystä, alkol varaston kuljettimeen. Vihivaunun osa, johon kuljetin kiinnitettäisiin, oli liian kapea siihen, että seinistä olisi voitu tehdä suorat. Kiinnitys levyn rajoitteiden takia seinät piti suunnitella niin, että niitä levitettäisiin sivuille ylempänä. Seinät kiinnitettäisiin vihivaunuun M-6 pulteilla. Kuljettimen seinien väliin tulee tukilevy tukemaan hihnalla kulkevia kappaleita. Kuvassa 13 esitetään kuljettimen vasemman seinän 3-D malli.

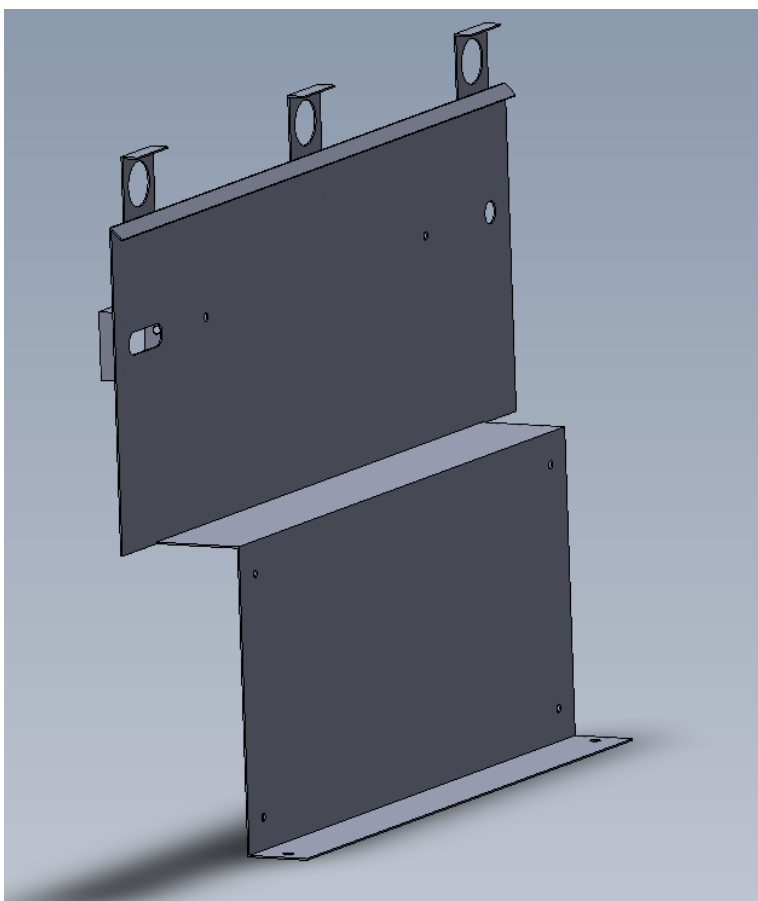


Kuva 13. Kuljettimen vasen seinä.

Anturointi

Kuljettimeen on myös tarkoitus asentaa antureita, jotka havaitsevat kuljetettavan kappaleen. Anturien tarkoituksena on pitää hihna käynnissä niin kauan kunnes kappale on siirtynyt pois kuljettimelta. Antureiden toinen tarkoitus on pysäyttää hihna, kun kappaletta ollaan lastaamassa kuljettimelle, estäen sen tippumisen kuljettimelta. Kuljettimelle olisi

voitu myös tehdä jonkinlainen erillinen pysäyttävä mekanismi, kuten ylimääräinen seinä kuljettimen toiseen pätyyn tai pieni sylinteri, joka pysäyttäisi kappaleen. Jos kuljettimen toinen pääty olisi avoimen sijaan suljettu se rajoittaisi kappaleiden purkamisen ja lastaamisen vain toiselle puolelle. Nykyisellä konfiguraatiolla lastaus ja purku voidaan tehdä kummastakin päädyistä. Kuljettimen antureiksi valittiin kolme Finnpartian KAPA 265 kapasitiivista anturia. Antureiden telineet on mallinnettu kuljettimen oikeanpuoleiseen seinään (kuva 14).



Kuva 14. Kuljettimen oikea seinä anturitelineineen.

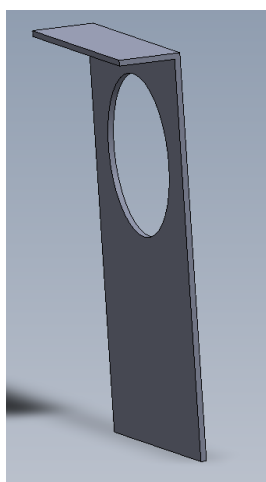
Antureiden valinta

Antureiden valinnassa tulee ottaa huomioon kuljetettavan kappaleen materiaali. Tässä työssä kuljettimella käsitellään materiaaleja, jotka kuljetetaan muovisissa laatikoissa. Kuljetuslaatikon materiaali määrittelee anturin tyypin. Työhön valittiin kapasitiivinen pintakytkin, joka sopii hyvin muovin havaitsemiseen. Pintakytkimen ja uppoasennettavan erona on, että pintakytkimellä pitää olla suora näköyhteys kappaleeseen, joka halutaan

havaita. Upposennettavan ja havaittavan kappaleen välissä voi olla jotain toista materiaalia.

Kuljettimen ja antureiden kiinnitys seiniin

Seiniin piti suunnitella myös muille niihin liitettäville osille oikean kokoiset ja oikein sijoitetut reiät. Seinien kiinnitysruuvien paikkojen määrittämisessä piti ottaa huomioon vihivaunussa olevan kiinnityslevyn olemassa olevat kiinnityspaikat. Liukuhihnan rullien sijoittamisessa piti ottaa huomioon rullien ja niiden akselien koko, jotta akselit mahtuisivat paikoilleen ja, että liukuhihna pysyisi oikealla korkeudella. Liukuhihnaa pitää pystyä säätämään sen asennuksen yhteydessä, joten sille tarvitaan kiristysmekanismi. Kuljettimelle tarvitaan molemmille puolille kiristysmekanismi sen asentamisen mahdollistamiseksi ja, että hihna saadaan kulkemaan suoraan. Hihnaa pitää myös kiristää ajoittain, koska se saattaa venyä hiukan hetken käytön jälkeen. Antureille suunniteltiin asennuslevyt, jotka hitsattaisiin toiseen kuljettimen seinistä (kuva 15).



Kuva 15. Anturiteline.

Kuljettimen seinien korkeus ilman anturitelineitä on 39 cm. Kuljettimen seiniä viedään ensin 19 cm ylöspäin, jonka jälkeen seinää viedään sivulle 5,6 cm ja lopuksi 20 cm ylöspäin. Syynä tähän suunnittelutapaan on vihivaunun kiinnityslevyn koko. Seinien alaosat ovat leveydeltään 43 cm ja ylin osa 52 cm.

Kuljettimen pituus

Kuljettimen pituus määriteltiin kappaleen koon, sekä vihivaunun leveyden perusteella. Vihivaunu on liian kapea kuljetettavalle kappaleelle, joten kuljetin piti suunnitella tulemaan hiukan vihivaunun laitojen yli. Kuljettimen pituuden määrittelyn ohessa määriteltiin kuljettimen rullien paikat. Kuljettimen pituudeksi määriteltiin 52 cm ja leveydeksi 43 cm. Kuljettimessa olevat ohjainpinnat vievät osan rullan leveydestä, joten rullista piti tehdä vähän pidemmät.

8.1.1 Kuljettimen rullat

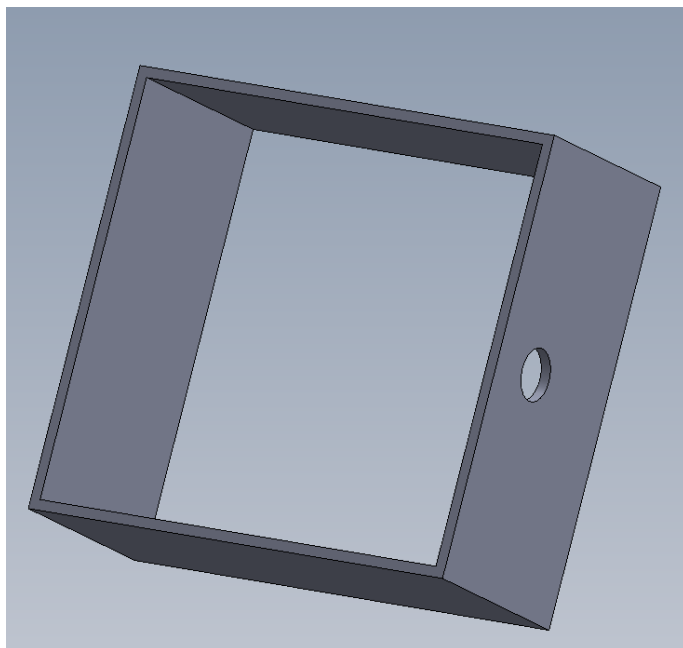
Kuljettimen rulliksi valittiin Rullmecaan moottorirulla ja vapaasti pyörivä rulla (kuva 16). Rullien ulkohalkaisija on 50 mm ja rullan leveys 442 mm. Moottorirullaa voisi käyttää myös ilman ohjainkorttia, mutta tähän työhön valittiin myös ohjainkortti moottorille. Ohjainkortin avulla moottorin nopeutta voidaan säätää tarkasti. Ilman ohjainkorttia moottoria voitaisiin pyörittää vain yhdellä nopeudella. Moottorirullan käyttöjännite on 24 V/DC. Vihivaunusta on saatavilla 12 V:n tai 24 V:n tasavirtaa.



Kuva 16. Rullmeca-moottorirullia. [16.]

Hihnan kiristys

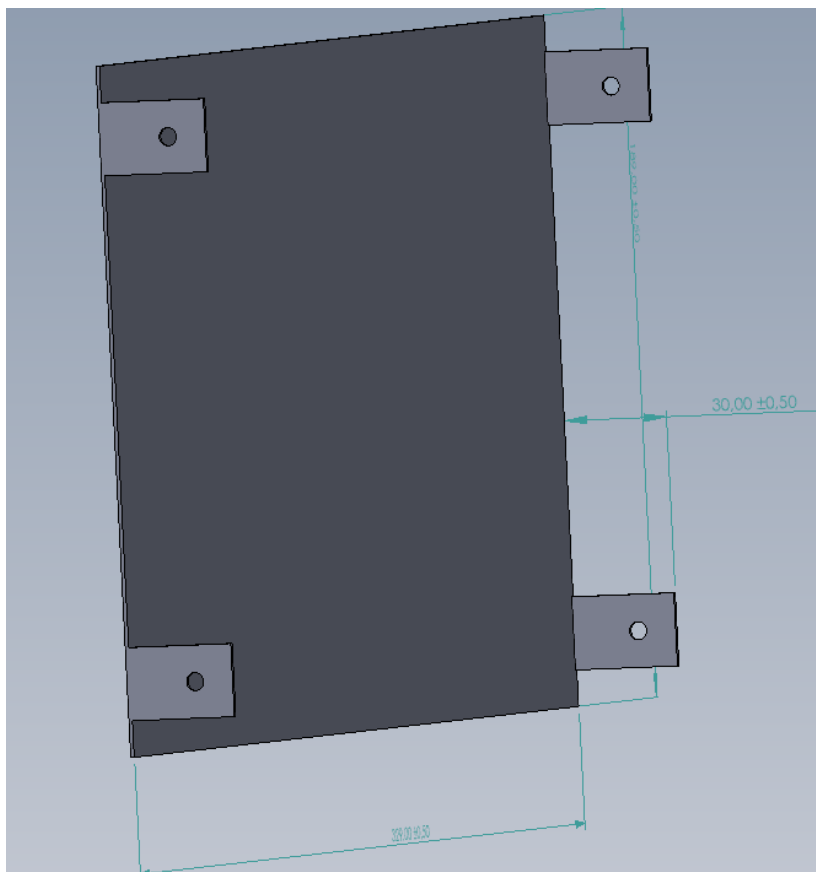
Hihnan kiristämiseen käytetään M6 pultteja, jotka asennetaan kiristysmekanismeihin. Kuljettimessa on yhteensä kolme kiristys paikkaa. Kuljettimen toisessa päässä on kaksi kiristintä, jotta hihnan venyessä se saadaan tarpeeksi kireälle. Kuljettimen toiseen pätyyn suunniteltiin vain yksi, koska sen tarkoituksena on vain ohjata hihna kulkemaan suoraan. Kiristimet hitsattaisiin kuljettimen seiniin. Alla olevassa kuvassa esitetään kiristimen 3-D malli (kuva 17).



Kuva 17. Hihnan kiristin.

Kuljettimen suojalevyt

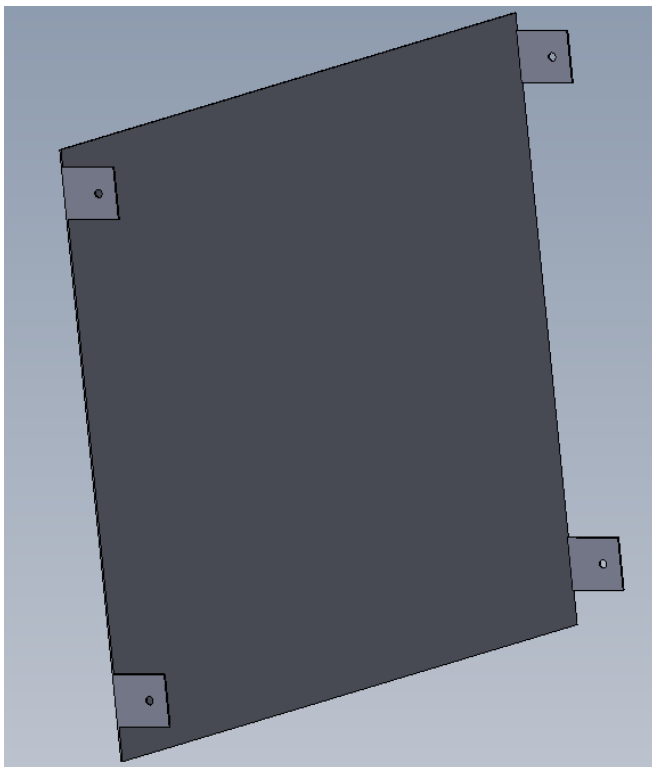
Kuljettimen alle jää suuri avoin alue seinien välille. Avoin alue ei ole hyvä esteettisistä eikä turvallisuus syistä. Avoin alue jättäisi kuljettimen kaapeloinnin näkyville, sekä mahdollistaisi käden asettamisen hihnan alle sen käytessä. Tämän takia seinien väliin tulee suojalevyt molempiin päihin (kuva 18).



Kuva 18. Kuljettimen suojalevyt.

8.1.2 Hihnan tukilevy

Suunnitellussa kuljettimessa on rullat vain kuljettimen päädyissä, joten hihnaa pitää tukea tukilevyllä, ettei taakan paino paina hihnaa keskeltä alemmas (kuva 19). Tukilevy kiinnitetään hihnan ylemmän pinnan läheisyyteen kuljettimen seiniin.



Kuva 19. Hihnan tukilevy.

Tukilevyssä on neljä kiinnityskohtaa. Levyn kiinnitykseen käytetään M-6 pultteja ja muttereita.

9 Yhteenveto

Vihivaunujen käyttö logistiikassa ja tehdasympäristössä on yleistymässä. Työn tarkoituksena oli luoda alusta vihivaunun mahdollisuuksien havainnollistamiseen opetuskäytössä. Vihivaunun avulla voidaan opettaa sen ohjelmoimista, sekä muiden sen käyttökohteisiin liittyvän laitteiston ohjelmoimista. Tämän työn kuljettimen suunnittelun lisäksi pitäisi vielä tehdä rakenteellisia muutoksia automaattivarastoon, jotta vihivaunu voisi noutaa sieltä kappaleita. Automaattivaraston logiikkaan pitäisi myös tehdä muutoksia, jotta vihivaunu voisi keskustella sen kanssa ja pyytää varastoa ottamaan haluttu kappale esille lastausta varten. Insinööriyössä selvitettiin myös erilaisia käyttökohteita ja lisäosien tuomia mahdollisuuksia sekä käyttökohteita vihivaunulle.

Jatkokehitysideoita

Kuljetin on nyt suunniteltu kuljettamaan kevyitä taakkoja. Kuljettimen kantavuuden lisäämiseksi kuljettimen seinistä tulisi tehdä paksummat. Tarkoituksena oli noutaa vihivaunulla laatikoita automaattivarastolta. Automaattivaraston toiminnan parantaminen vaatisi sen kuljettimen syöttävän päädyn päätypalan poistamista, sekä anturoinnin päivittämistä. Vihivaunu voisi laatikon noutamisen jälkeen viedä sen cobotille, joka ottaisi laatikosta kappaleen työstämistä varten. Vihivaunun voisi myös varustaa sivulle asennettavilla lasereilla, jotka varmistaisivat, ettei vihivaunu yrittäisi mennä liian matalasta paikasta kuljettimen kanssa.

Lähteet

- 1 Konecranes agilon tuoteperheen kotisivut, Verkkoaineisto. <https://www.konecranes.com/fi/laitteet/agilon>
- 2 Entering the era of the industrial internet Agilon, Agilon esite, Verkkoaineisto. https://www.konecranes.com/sites/default/files/2018-08/konecranes_agilon_brochure_2017_uk.pdf
- 3 LD Series Autonomous Mobile Robots, Omron vihivaunu esite, Verkkoaineisto. <https://automation.omron.com/en/us/products/family/LD>
- 4 Mobile planner ohjelmisto, Verkkoaineisto. <https://industrial.omron.fi/fi/products/ld-60-90#technology>
- 5 MiR500-robotti automatisoi erikokoisten lavojen sisäiset kuljetukset ja parantaa tuottavuutta Stera Technologiesilla, Verkkoaineisto. <https://via.ritzau.dk/pressemeddelelse/mir500-robotti-automatisoi-erikokoisten-lavojen-sisaiset-kuljetukset-ja-parantaa-tuottavuutta-stera-technologiesilla?publisherId=13559221&releaseId=13579806>
- 6 Samuli Bergström, Omron luentomateriaali, Verkkoaineisto. <https://omron.showpad.com/share/fEfskixdP7t0ma3oi3L4w>
- 7 Ihmiset ja robotit työskentelevät rinta rinnan tulevaisuuden sairaalassa, ABB uutiset 2019-10-09. <https://new.abb.com/news/fi/detail/37297/ihmiset-ja-robotit-tyoskentelevat-rinta-rinnan-tulevaisuuden-sairaalassa>
- 8 Mobiilicobotit, Verkkoaineisto. <https://www.dimalog.com/mobilicobotit/?lang=fi>
- 9 Jussi Kaurala 2013, automaattivarastojen kuljetinjärjestelmät, insinööri työ, https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/56432/Kaurala_Jussi.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 10 CANMAKSAN hihnakuljetin by Delmac, Verkkoaineisto. https://www.delmac.fi/?attachment_id=2697
- 11 Rullakuljetin, Verkkoaineisto. <https://www.orfer.fi/suomeksi/TUOTTEET/KULJETTIMET/RULLAKULJETIN/tabid/12927/language/fi-FI/Default.aspx>
- 12 Lamellikuljettimet, Putkiaivot Oy, Verkkoaineisto. <https://www.kuljettimet.fi/lamellikuljettimet>
- 13 Kuusela Esko 2018, Anturitekniikan laboratorioharjoitusten kehittäminen. <https://www.theseus.fi/handle/10024/150711>

- 14 KAPA265, tuotesivu. https://www.finnparttia.fi/epages/finnparttia.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/2014102905/Products/KAPA265
- 15 Solidworks kotisivut, Verkkoaineisto. <https://www.solidworks.com/>