



Levykäsittelyn robotisointi

Ville Valkonen

Opinnäytetyö, AMK

Marraskuu 2023

Automaatiotekniikka

Insinööri (AMK), sähkö- ja automaatiotekniikka

Valkonen, Ville

Levyn käsittelyn robotisointi

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Marraskuu 2023, 65 sivua.

Tekniikan ala. Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

HB-betoniteollisuus Oy:n E-tehtaan levyjen käsittelyn nykyiseen rakenteeseen ja sen aiheuttamiin ongelmiin oli löydettävä korvaava ratkaisu. Ensisijainen ratkaisu tuli olla robotilla toteutettu levyjenkäsittelysolu. Nykyinen hydraulinen saksinostinjärjestelmä on aiheuttanut suunnittelemattomia katkoja ja materiaalihävikkiä jo useiden vuosien ajan. Makasiinin rajallinen kapasiteetti ja lyhyenkin seisokin aiheuttama levyjen loppuminen, sekä odotuksen aiheuttama materiaalin hävikki oli myös merkittävä ongelma ratkaistavaksi. Työssä tuli selvittää minkälainen robotti olisi kohteeseen sopiva, sekä minkälainen tarttuja robotilla on oltava, jotta levyjä voitaisiin käsitellä turvallisesti. Huomioon tuli ottaa lainsäädäntö, asetukset ja standardit robottisolua suunnitellessa.

Opinnäytetyö toteutettiin tutkimuksellisena kehittämistyönä. Toteuttamiseksi laadittiin tutkimuskysymykset, joiden pohjalte laadittiin tarvittava tietoperusta. Tietoperusta koostuu robotiikan rakenteiden perusteista ja -kehityksen historiasta, jossa painotettiin työlle ja sen toteuttamiselle tärkeitä kehitysaskelia. Tietoperustassa on yleistävä katsaus turvallisuuteen ja turvallisuuden tärkeyteen robottien käytössä. Se sisältää kattavan kokoelman lakeja, asetuksia, standardeja ja direktiivejä, jotka on otettava huomioon laitteiston ja robotiikan suunnittelussa ja rakentamisessa. Ratkaisun robottisolu luotiin simulaatioympäristössä, jossa on mahdollista testata rakenteen toimintaa hyvin oikean tehdasympäristön kaltaisissa olosuhteissa. Simulointi mahdollisti työalueella olevien rakenteiden ja robotin mahdollisten törmäysten tarkastelun. Robotin lisäämiseksi tehtaalle luotiin sähkötekkinen työdokumentaatio käyttäen pääasiassa Autocad 2020-ohjelmistoa. Robotin lisäämisen vaikutus tehtaan logiikan ja ratojen ohjaukseen tarkasteltiin käyttäen Siemens STEP 7-ohjelmistoa. Samalla laadittiin tarvittavat muutokset ohjelmaan robotin ja logiikan kättelyitä varten.

Työn tuloksena saatiin simulaatiosta tallenne ja työdokumentointi toimivasta levyjenkäsittelyn robottisolusta. Työstä saatuja nauhoitetta ja dokumentteja voidaan käyttää arvioidessa ratkaisun toteutettavuutta kohdeympäristöön sekä vaadittavasta aikataulusta. Työn toteutusosa ja sen dokumentointi tukee myös hyvin mahdollisia tarjouskyselyitä valitun robotin ja työkalun valinnan suhteen.

Avainsanat (asiasanat)

Robotiikka, turvallisuus, standardit

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Valkonen, Ville

Pallet handling robotization

Jyvaskyla: JAMK University of Applied Sciences, October 2023, 65 pages

Electrical And Automation Engineering. Bachelor's thesis

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

A replacement solution had to be found for the current structure of pallet processing at HB-betoniteollisuus Oy's E plant and the problems it causes. The primary solution had to be a pallet processing cell implemented with a robot. The current hydraulic scissor lift system has caused unplanned outages and material loss for several years. The limited capacity of the storage and the waiting of pallets caused by even a short stoppage and the loss of material caused by waiting was a significant problem to be solved. In the work, it was necessary to find out what kind of robot would be suitable for the target, as well as what kind of gripper the robot must have to manage the plates safely. Legislation, regulations, and standards had to be considered when designing the robotic cell.

The thesis was implemented as research and development work. To implement it, research questions were prepared, based on which the necessary data base was prepared. The database consists of the basics of robotics structures and the history of development, in which development steps important to the work and its implementation were emphasized. The database contains a general overview of safety and the importance of safety in the use of robots, as well as a comprehensive collection of laws, regulations, standards, and directives that must be considered in the design and construction of hardware and robotics. The robot cell of the solution was created in a simulation environment where it is possible to test the function of the structure very close to the conditions of the real factory environment. The simulation made it possible to examine the structures in the work area and collisions of the robot. To add the robot to the factory, electrical engineering work documentation was created using AutoCAD 2020 software. The effect of adding a robot on the control of the factory's logic and tracks was examined using Siemens STEP 7 software. At the same time, the necessary changes to the program were prepared for the handshakes of the robot and logic.

The result of the work was a recording of the simulation and work documentation of a functioning plate processing robot cell. Recordings and documents obtained from the work can be used to evaluate the feasibility of the solution for the target environment, as well as the required schedule. The implementation part of the work and documentation also very well supports bid inquiries due to the selection criteria of the robot and the tool.

Keywords/tags (subjects)

Robotics, safety, standard

Miscellaneous (Confidential information)

Sisältö

1	Opinäytetyön tausta ja tavoitteet	4
1.1	HB-Betoniteollisuus.....	5
2	Robotiikka	5
2.1	Robotit.....	5
2.2	Teollisuusrobottien kehitys	6
2.3	Teollisuusrobotit	8
2.4	Tarttujatyypit.....	10
3	Turvallisuus	11
3.1	Lainsäädäntö ja standardit.....	11
3.2	Lainsäädäntö	12
3.3	Standardit.....	12
3.4	Direktiivi	13
3.5	CE-merkintä.....	13
4	Opinäytetyön tavoitteen toteuttaminen	14
4.1	Tutkimusprosessi.....	14
5	Nykyinen rakenne.....	15
5.1	Laitteiston kuvaus	15
5.2	Ongelmat nykyisessä rakenteessa	18
6	Korvaavan robottisolun suunnittelu	19
6.1	Robotin valinta	20
6.2	Työkalun valinta	20
6.3	Simulointi	22
6.3.1	Laitteet ja rakenteet	23
6.3.2	Käyttäjäkoordinaatit ja paikkakoordinaatit	26
6.3.3	Rapid-ohjelmointi	27
6.3.4	Törmäystarkistus	29
6.3.5	IO-luettelo ja suunnitellut muutokset	30
6.3.6	Kuvien päivitys	31
6.3.7	Logiikkaohjelman muutokset.....	33
6.3.8	Tehtaan sijoituskaavion päivittäminen.....	34
7	Tulokset.....	34
8	Pohdinta.....	35
8.1	Tulosten luotettavuus	35

8.2	Tavoitteet ja tulokset	35
8.3	Johtopäätökset ja kehittämissuhteet.....	36
	Lähteet	38
	Liitteet	40
	Liite 1. Robottisoulun ohjelma	40
	Liite 2. KK12.2 Päivitetty I/O-lista.....	43
	Liite 3. Työkuvat RK12-KK12.2.....	50
	Liite 4. Logiikka ohjelma FC160	61
	Liite 5. Robotin Layout kaavio	63
	 Kuviot	
	Kuvio 1. Harkko 2-tuotantolinjan levyn käsittelyn sijoituskaavio.....	16
	Kuvio 2. Levyn puhdistus.....	17
	Kuvio 3. Levyn kääntö.	17
	Kuvio 4. Levymakasiini ja työntäjä.	18
	Kuvio 5. Levyt nykyisessä makasiinissa.....	19
	Kuvio 6. Columbian levy.....	19
	Kuvio 7. Magneettiventtileillä, alipainelukolla ja alipainekytkimellä toteutettu ejektorin käyttö. (Hulkkonen, V 2007).....	21
	Kuvio 8. Työkalu simulaatiossa	24
	Kuvio 9. FreeCAD-mallinnus.....	25
	Kuvio 10. Valmis simulaation mallinnus.	25
	Kuvio 11. Pisteet ja koordinaatistot.....	26
	Kuvio 12. Ladonta.....	27
	Kuvio 13. IF-lausekerakenne.....	28
	Kuvio 14. Törmäystarkistus.....	29
	Kuvio 15. Piirikaavio	32
	Kuvio 16. Logiikan ohjelmointi.....	33
	Kuvio 17. Sijoituskaavion päivitys	34

1 Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet

Robottiikka on kehittynyt nopeasti sen alkuajoista lähtien. Roboteilla voidaan nykyisin toteuttaa paljon toistuvia töitä suurella tarkkuudella ja nopeudella, mikä parantaa laatua ja tuottavuutta. Tämän opinnäytetyön toimeksiantajalla, HB-Betoniteollisuus oy:llä, on useita ongelmia, jotka liittyvät levynkäsittelyyn ja varastointiin, mikä aiheuttaa seisokkeja ja materiaalihävikkiä vuonna 2006 rakennetussa E-tehtaassa.

E-tehtaan levynkäsittelyn ongelmista on keskusteltu jo vuosia, mutta ne ovat edelleen ajankohtaisia. Ensisijainen ratkaisu ja tehtävä on laatia suunnitelma korvata nykyinen makasiini robotisoidulla solulla, jolla makasiini ja sen rajallinen kapasiteetti, sekä muut ongelmat voidaan ratkaista. Tässä opinnäytetyössä keskityttiin nykyisen rakenteen ongelmien tunnistamiseen, joiden perustalle määriteltiin tutkimuskysymykset. Tutkimuskysymysten avulla tuli suunnitella korvaava robotisoi-
soitu solu levyjen käsittelyyn.

Opinnäytetyön menetelmänä oli tutkimuksellinen kehittämistyö ja tiedon analysoinnin menetelmä oli analyysitriangulaatio. Nykyisen laitteiston normaaliin toimintaan perehdyttiin katselmuksella tuotannon pyöriessä. Tietoa laitteiston ongelmista on kertynyt keskustelemalla käyttäjien kanssa ja tutkimalla laitteistoa vikatilanteiden aikana. Tavoitteena oli saada ymmärrys nykyisen laitteiston ongelmista ja ymmärtää niiden syy-yhteys aiheuttajiin, jotta nämä aiheuttajat olisi huomioitu robotisoidun suunnittelussa.

Työ rajattiin makasiinin robotisointiin työntilaajan ja oman arvioinnin perusteella. Valittu laajuus on riittävä mahdollistamaan opintojen aikana opittujen asioiden hyödyntämisen työelämässä. Valitun laajuuden työn toteuttamisessa on hallittava laajasti eri ohjelmistojen käyttö ja ymmärrettävä teollisuusautomaation turvallisuusvaatimukset. Olemassa olevien asetusten ja standardien vaatimusten vaikutus koneiden rakenteeseen ja turvalaitteiden valintaan riskiarvioiden kautta, on olennainen osa työn toteutusta. Kyseisten asioiden perusteella arvioitiin työn määrän olevan riittävän laaja osoittamaan kykyä hallita ja hyödyntää opiskelun aikana opittuja taitoja. Muut ongelmat ovat mekaaniseen rakenteeseen liittyviä ja vaativat mekaanisen suunnittelun tietämystä. Tämä tietämys ja sen hyödyntäminen on oleellisempaa esimerkiksi konetekniikan insinööritutkintoa suorittavalle opiskelijalle.

1.1 HB-Betoniteollisuus

HB-Betoniteollisuus on pitkän ja monimuotoisen historian yritys, joka alkoi vuonna 1958 perustetun Harjun Laasti nimellä. Myöhemmin vuonna 1963 syntyi Harjun Betoni Oy. Harjun Betoni oli merkittävä ja vielä kasvava toimija 1990-luvulle tultaessa 220 miljoonan markan liikevaihdolla, mutta päätyi konkurssiin vuonna 1992 laman seurauksena (Ahonen 2018, 4–72). Nykyinen HB-Betoniteollisuus OY aloitti toimintansa vuonna 1992 ja on keskittynyt betonituotteiden tekemiseen. HB tuottaa pihakiviä ja harkkoja Jyväskylän ja Someron tehtailla. Yrityksen tuotteisiin voi tutustua lähemmin osoitteessa: <https://hb.fi/>.

2 Robottiikka

2.1 Robotit

Robotti-sanalla voidaan tarkoittaa moneen erilaiseen tarkoitukseen optimoitua sähkömekaanista, pneumaattista tai hydraulista käyttövoimaa hyödyntävää mekaanista rakennetta, joka kykenee toistamaan ennaltaohjelmoituja toimintoja automaattisesti ihmismäiseen tapaan. Sanaa robotti käytettiin ensimmäisen kerran Karel Čapekin näytelmässä R.U.R tai rossum's universal robotics, 1920-luvulla. Robotti-sana sai alkunsa tšekkiläisestä sanasta robota, joka tarkoittaa pakkotyötä tai huumattua. Näytelmässä ihmismäiset mekaaniset olennot, joita tuotetaan rossumin tehtaassa, ovat alistuvia orjia. Koska ne ovat vain koneita, niitä kohdellaan huonosti ihmisten toimesta. Eräänä päivänä harhaanjohdettu tiedemies antaa niille kyvyn tuntea, ja robotit kapinoivat surmaten lähes kaikki ihmiset ja valtaavat maailman. Koska robotit ovat vain koneita, eivätkä kykene rakentamaan lisää, ne ovat tuomittuja tuhoutumaan ajan saatossa, mutta viimeinen ihmisrodun selviytyjä luo nais- ja miespuolisen robotin, joilla on kyky jatkaa robottien lajin tulevaisuutta (Gupta, Arora & Westcott 2017, 398).

Robotti-sanankäyttö voi helposti johtaa myös vaikutelmaan laitteesta tai laitteistosta, jolla on negatiivinen vaikutus työpaikkoihin ihmisen korvaajana. Yksi tärkeä esimerkki on Suomen Robotiikkayhdistyksen kannanotto valtionvarainministeriön julkaisemaan Talouskasvun edellytykset-tutkimukseen. Siinä viitattiin artikkeliin, jossa esitetään robottien vähentävän 2,75 henkeä robottia kohden Suomessa. Tämä tulkinta on kyseenalainen ainakin vastinetta luettaessa ja verrattaessa tilannetta Suomen kilpailijamaihin ja niiden korkeampaan robottien käyttömäärään sekä työllisyysasteeseen. Jyrki Latokartano, K. 2021. Vastine VM Talouskasvun edellytykset-tutkimukseen.

Suomen Robottiikkayhdistys ry. Viitattu 4.9.2022. <http://roboyhd.fi/wp-content/uploads/2021/02/VM-julkaisu-SRY-vastine-09022021.pdf>

Todellisuudessa vaikutus on tilastojen mukaan tulkittavissa päinvastaiseksi, ja Suomalaisen teollisuuden kilpailijamaissa Euroopassa, joissa on suurempi robottien käyttömäärä jokaista työntekijää kohden, on Suomea parempi työllisyysaste. Suomen heikko investointitaso ja pieni määrä robottien käyttöönotossa korkeintaan heikentää kapasiteettia ja kilpailukykyä.

Yksi hyvä esimerkki onnistuneesta tehtaasta, jossa suurella robottien määrällä on nostettu tuottavuutta ja kilpailukykyä pysyen kuitenkin henkilöstömäärältään Suomen suurimpana teollisuuslaitoksena, sijaitsee uudessa kaupungissa. ”Jos Ukissa ei olisi robotteja, ei siellä olisi autotehdastakaan.” Jyrki Latokartano, K. 2021. Vastine VM Talouskasvun edellytykset-tutkimukseen. Suomen robottiikka yhdistys ry. Viitattu 4.9.2022. <http://roboyhd.fi/wp-content/uploads/2021/02/VM-julkaisu-SRY-vastine-09022021.pdf>

2.2 Teollisuusrobottien kehitys

Robottien kehitys on vaikuttanut teollisuusautomaation kehitykseen valtavasti. Vuonna 1954 amerikkalainen keksijä George Dovol kehitti ensimmäisen primitiivisen ja yksinkertaisiin toistuviin käsittelytehtäviin kykenevän ja ohjelmoitavan hydraulisen teollisuusrobotin (Gupta, Arora & Westcott 2017, 398).

Myös Kawasaki kertoo robottien kehityksen saaneen alkunsa, kun Devol keksi konseptin vuonna 1962. Kawasakin robotiikan historiaa käsittelevästä kirjoituksesta löytyy myös lisää tietoa siitä, kuinka ensimmäinen Unimate-robotti sai alkunsa. Vuonna 1954 Devol tapasi Joseph Engelbergerin yrityksen Unimation inc. Myöhemmin Engelbergeriä on kutsuttu robottien isäksi. Hänen vierailullaan Tokiossa vuonna 1966 ja antamallaan luennolla, johon osallistui arviolta 700 kiinnostunutta yritysjohtajaa, oli suuri vaikutus Unimationin ja robottien leviämiseen Aasian markkinoille. Unimation etsi teknistä kumppania, jolla olisi kyky valmistaa robotteja Japanissa, jolloin Unimation voisi laajentua Japanin markkinoille. Unimation listasi aluksi seitsemän yritystä mahdolliseksi kumppaniksi. Alkuun Kawasaki Heavy Industries-yrityksen edeltäjä Kawasaki Aircraft ei ollut listalla. Kun yrityksen johto oli tullut tietoiseksi, että Unimation etsi kumppania, vierailivat he vuonna

1967 Yhdysvalloissa neuvotellakseen Unimationin kanssa yhteistyön aloittamisesta. He ennustivat, että kysyntä olisi kasvava robotiikalle, jolla voitaisiin vastata tuottavuuden ongelmiin ja työntekijäpulaan japanin kovan talouskasvun aikana, sekä pitivät siirtymistä robotiikkaan avainstrategiana. (From the Birth of Industrial Robots in the United States to Their Launch in Japan n.d.)

Hydraulisten robottien syrjäytyminen markkinoilta alkoi 1970-luvulla. ASEA oli ensimmäinen yritys, joka kehitti sähköisen servomoottoreilla liikkuvan mikroprosessorilla ohjatun teollisuusrobotin. Vuonna 1974 julkaistu IRB 6-teollisuusrobotti oli ainutlaatuinen muutenkin kuin sähköisen käytönsä puolesta. Myös robotin konfiguraatio oli uudenlainen, sekä innovatiivinen tapa käyttää mikroprosessoriohjausta tarkkaan liikkeiden ohjaukseen. IRB 6-robotti asetti uudet standardit tilantarpeeseen, nopeuteen ja toistettavuuteen. IRB 6-robotin ohjain sisälsi vain yhden 8-bittisen Intel 8008 prosessorin, HMI, jossa oli nelinumeroinen LED-näyttö ja kaksitoista painonappia. Ohjaimessa oli yksinkertainen ohjelmisto, ja robotti vaati edistynyttä tietotaitoa robotin ohjelmointia ja käyttöä varten. ASEA yhdistyi myöhemmin Brown-Boveri yhtiöön ja ne muodostivat ABB:n, jolla on ollut suuri merkitys robottien vallankumouksessa. Nykyisin ohjaus on kehittynyt useiden vuosikymmenten ja laitesukupolvien aikana ABB:n viidennen sukupolven IRC 5-ohjaimeen, jossa on erityisesti panostettu helppoon käytettävyyteen, jotta robottien käyttöönoton kynnyksellä oleviin laitoksiin alenisi. (Mt.)

Vuosien saatossa on ilmennyt, että on helpompaa, tarkempaa ja joustavampaa tehdä ohjelmointi valmiiksi tietokoneella ennen kuin robottia aletaan asentamaan laitokseen. Kyseinen toimintatapa on soveliaa, jotta investoinnin takaisinmaksuaika saadaan minimoitua. ABB:n RobotStudio-ohjelmisto mahdollistaa robotin ohjelmoinnin tietokoneella aiheuttamatta turhia katkoksia jo olemassa olevaan tuotantoon, sekä laitteiston testaamisen virtuaalisesti ilman oikean laitteiston rakentamista. Simulointi tietokoneella yksinkertaistaa robottien ohjelmointiprosessia ja helpottaa monimutkaisten solujen suunnittelua. ABB:n RobotStudio on ainutlaatuinen verrattuna muihin ratkaisuihin markkinoilla, koska virtuaalinen ohjain on täydellinen kopio oikeasta robotin ohjaimen ohjelmistosta. Simuloidut ja robotin ohjaimen konfigurointitiedostot ovat samanlaisia, jolloin virtuaalinen malli toimii kuin oikea robotti toimisi. (Mt.)

Robotteja käytetään nykyisin laajasti teollisuudessa erilaisissa tehtävissä. Robotit ovat kehittyneet paljon vuosikymmenten aikana, ne kasvattavat tuottavuutta ja parantavat työalueiden

turvallisuutta. Aiemmin yksittäinen robotti suoritti suhteellisen yksinkertaista toistavaa työtä vaarallisessa työympäristössä, nykyään monen robotin synkronoidut työsolut kykenevät suorittamaan monimutkaisia hienostuneita työtehtäviä joustavissa tuotantosoluissa. Nykyisin ABB toimittaa laajan valikoiman erikoisia robotteja erilaisiin käyttötarkoituksiin (RISE of the robot n.d.)

2.3 Teollisuusrobotit

Teollisuusrobotti on yleisnimitys pääsääntöisesti teollisuudessa käytettävälle robotille. Kansainvälinen robottiyhdistys määrittelee teollisuusrobotin automaattiseksi uudelleenohjelmoitavaksi monikäyttöiseksi mekaaniseksi laitteeksi, jossa on vähintään kaksi ohjelmoitavaa liikkuvaa tai kiinteää niveltä. Robottien käyttö teollisuudessa ei ole uutta, vaan robotteja on hyödynnetty useilla teollisuuden aloilla jo useita vuosikymmeniä. Varsinkin autoteollisuus on hyödyntänyt robotteja jo pitkään varsinkin hitsauksessa ja maalauksessa, jolloin ihmisten tekemä monotoinen toistamistyö vähenee.

Standardi SFS-EN ISO 10218-1 kuvaa teollisuusrobottia automaattiosovellusten käyttöön tarkoitettuna laitteeksi, joka on automaattisesti ohjattu, uudelleen ohjelmoinnin mahdollistava monikäyttöinen käsittelylaite, jolla on vähintään kolme ohjelmoitavaa vapausastetta. Se voi olla kiinteä tai liikkuvaan alustaan asennettu (SFS-EN ISO10218-1.)

Teollisuudessarobotit jaotellaan yleisesti teollisuus- tai palvelurobotteihin. Robottien jaottelu perustuu ISO – standardeihin.

Teollisuusrobotit jaotellaan yleisesti erilaisten rakenteiden mukaan:

1. Sylinterirobotti
2. Karteesinen robotti
3. Scara-robotti
4. Kiertyvänivelinen robotti
5. Delta-robotti

Sylinterirobotti

Yksinkertainen liikeradaltaan portaali- tai SCARA-robottia vastaavanlainen robotti, jossa yleisesti ensimmäinen nivel on kiertyvä. Tässä robottityypissä käytetään pysty- ja vaakasuuntaisesti liikkuvia lineaarisen liikeradan niveliä liikeratojen etäisyyksien kasvattamiseksi, jolloin työalueesta tulee lähes 360° kattava sylinteri. Yleisessä käytössä pistehitsauksessa ja kokoonpanossa.

Kartesinen robotti

Robotti, jonka rakenteessa on kahdesta kolmeen akselia ja akselit ovat 90° kulmassa toisiinsa nähden. Akseleilla ei ole pyörivää liikerataa, vaan ne liikkuvat lineaarisella liikeradalla, joka tekee karteesisen rakenteen omaavien robottien ohjauksen yksinkertaiseksi. Kyseisiä robotteja kutsutaan myös suorakulmaiseksi robotiksi ja portaalirobotiksi. Yleisiä käyttökohteita ovat materiaalin purku liukuhihnalta ja osien kokoonpano.

SCARA-robotti

SCARA on lyhenne sanoista Selective Compliance Assembly Robot Arm. Kyseisen robotin rakenne sisältää yleensä kolme kappaletta vaakatason liikeradan omaavaa kiertyvää niveltä ja yhden pystysuuntaisen lineaarisen nivelen. Tällainen rakenne tunnetaan neljän vapausasteen rakenteena ja on lähellä ihmisen käden liikerataa. SCARA-robotit ovat hyvä ratkaisu, jos tarvitaan nopeita, tarkkoja ja toistuvia liikkeitä. Yleisimmin käytetään nopeiden ja tarkkojen toistuvien liikkeiden sovelluksissa, esimerkiksi koneensyöttö sekä kokoonpanotehtävät.

Kiertyvänivelinen robotti

Kiertyvänivelinen robotti koostuu yleensä rakenteesta, joka sisältää kolmesta kuuteen niveltä tai toisin sanottuna vapausastetta. Suuren vapausastemäärän vuoksi kyseinen robottityyppi omaa hyvin laajan liikeradan ja voi suorittaa monipuolisesti erilaisia työtehtäviä. Robotin usean nivelen vuoksi liikeratojen laskenta on monimutkainen, jolloin robotin liikerata saattaa olla arvaamaton. Tämä korostuu varsinkin ohjelmointia suorittaessa. Arvaamattomuuden ja laajan liikeradan vuoksi

nivelvarsirobotit sijoitetaan omaan häkkiinsä tai muulla tavalla turvallisesti eristettyyn toimitilaan. Nivelvarsirobotteja käytetään laajasti varsinkin autoteollisuuden hitsaus- ja maalaustehtävissä.

Delta-Robotti

Delta-robotti koostuu kolmesta akselista. Akselit on yhdistetty yhteiseen tukirakenteeseen rinnakkain, jolloin rinnakkain olevat akselit jakavat rasituksen. Rinnakkain asettelulla saadaan tasattua niveliin kohdistuvaa voimaa, mutta käytettävä liikerata pienenee tämän seurauksena. Robotti on nopea ja tarkka, esimerkiksi materiaalien poimintaan.

2.4 Tarttujatyypit

Tarttuja on työkalu, jolla robotti voi tarttua kiinni kappaleeseen sen siirtämiseksi ja on yleisin työkalu robotin kanssa. Kappaleen paino, muoto, tartunnan suunta ja työskentely-ympäristö vaikuttavat tarttujatyökalun valintaan.

Tarttijat voidaan toiminnan perusteella jakaa kolmeen ryhmään:

- 1) Mekaaninen. Mekaaniset tarttijat ovat yleisimpiä tarttuvia robottisovelluksissa. Sormien käyttö voi olla pneumaattinen, hydraulinen tai sähköinen. Varsinkin pneumaattisia tarttuvia on saatavilla laaja valikoima erilaisiin sovelluksiin.
- 2) Sähkömagneettinen. Voidaan tarttua ferriittisiin, toisin sanoen magneettisiin kappaleisiin. Pienikokoisella tarttujalla saadaan aikaan suuri nostovoima, mutta nostovoima on riippuvainen kappaleen muodosta.
- 3) Imu- ja tyhjiötartunta. Tartunta kappaleeseen tapahtuu imukuppien tai palkeen avulla. Yleisesti käytössä, jos mekaaninen tartunta on haastava, esimerkkinä voidaan käyttää isoa ja ohutta metallilevyä. Haasteita tässä menetelmässä aiheuttaa huonompi sivuttaisvoimien sieto (Leino. L, 2017.)

3 Turvallisuus

Turvallisuus on tärkeää työskennellessä robottien kanssa laajojen liikeratojen sekä korkeiden nopeuksien vuoksi. Nykyään teollisuudessa on enemmän tarvetta joustavammille ratkaisuille, joka aiheuttaa enemmän haasteita toteuttaa robottisolun rakenne tinkimättä turvallisuudesta. Robotit eivät huomioi työalueella mahdollisesti olevaa ihmistä, jollei sitä erikseen ohjelmoida ja hyödynnetä antureita, joilla robotti voi havaita työalueelle olevan henkilön ja muuttaa toimintaa vaaratilanteen välttämiseksi.

Koneoppiminen lisää haastetta turvallisuuden kehittämiseksi ja solujen suunnittelutyöhön. Koneoppiminen tuo roboteille älyä ja kykyä reagoida ympäristöön. Tämä voi aiheuttaa arvaamattomia liikkeitä tai muita toimintoja, jolloin on mahdollista syntyä henkilövahinkoja tai vaaratilanteita.

Aiemmin robottien käyttö oli yksinkertaisempaa ja robotit tekivät enemmän toistuvia liikkeitä, ja ohjelmointiin eivät vaikuttaneet ulkoiset anturit. Turvallisuus oli tuolloin helpompaa saada hyvälle tasolle käyttäen pelkästään erilaisia häkkeitä (Malm 2014.)

3.1 Lainsäädäntö ja standardit

Robottien käyttöön liittyy monia standardeja sekä säädöksiä. Jotkin ovat sovellettavissa vapaasti ja eivät ole pakollisia. Osa on voimassa alueellisesti, esimerkiksi kansallinen lainsäädäntö ja standardit. Myös kansainvälisiä säädöksiä on huomioitava, esimerkiksi jos laitteistoa suunnitellaan käytettäväksi Suomen ulkopuolella. Onkin siis olennaista, että laitteiston mukana tulevaan dokumentaatioon tutustutaan perusteellisesti ja varmistutaan, minkä säännösten ja standardien mukaan laitteisto on suunniteltu. Kuten Malm (2017) toteaa, ISO 12100 suunnittelu ja riskiarviointi standardin noudattaminen on lähes pakollista, koska se kuvaa turvallisuuden perusteet ja riskiarvioinnin.

Lainsäädännön ja standardien noudattaminen on tärkeää ja osa turvallisuutta. Onkin siis tärkeää selvittää, mitkä standardit ja lainsäädännöt voivat vaikuttaa suunniteltavaan laitteistoon jo ennen työn aloitusta.

3.2 Lainsäädäntö

Suomessa on noudatettava työturvallisuuslakia 23.8.2002/738. Työturvallisuuslain 41 § antaa määräyksiä koneiden, laitteiden ja työvälineiden käyttöön liittyen. Laissa määritellään koneiden asianmukaiseen huoltoon ja siisteyteen liittyviä vaatimuksia. Myös koneiden läheisyydessä liikkumiseen ja vaara-alueiden rajoittamiseen asetetaan tiukkoja vaatimuksia. Vaatimusten mukaisuudesta on varmistuttava myös huolto- sekä poikkeustilanteiden aikana, ja henkilöstön turvallisuudelle tai terveydelle ei saa aiheutua haittaa (Työturvallisuuslaki 738/2002).

Sähkölaitteisiin ja -laitteistoihin liittyviä vaatimuksia ohjaa Suomessa sähköturvallisuuslaki 1135/2016. Sähköturvallisuuslaki määrittää monia vaatimuksia sähkölaitteen ja -laitteiston käyttöön, jotta se olisi turvallista. Lain tarkoitus on myös estää sähkövirran tai magneettikentän mahdollisesti aiheuttamat vahingot ja turvata vahingoittuneen oikeudet. Laissa ohjataan sähkölaitteille ja -laitteistoille tarpeellisesta vaatimustenmukaisuuden toteamisesta sekä valvonnasta, sähköalaan liittyvistä töistä, niiden valvonnasta ja haltijan korvausvelvollisuudesta vahingon sattuessa (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016).

3.3 Standardit

Standardi sanalla tarkoitetaan normi, normaali tai vakiotyyppiä. Yleisesti teollisuudessa standardi on normatiivinen asiakirja tai kirjallinen julkaisu, jossa määritellään tuotteille ominaisuuksia, valmistamiseen tai testaukseen liittyviä menetelmiä ja vaatimuksia (MOT Kielitoimiston sanakirja 2022).

Sähköturvallisuusstandardi SFS 6002 ohjaa sähkötöiden toteuttamista ja vastuiden jakautumista sähkötöissä ja sähkön käytössä. Standardi antaa tarkempaa tietoa sähköön liittyvistä vaaratekijöistä ja suojausten vaatimuksista. Standardissa määritellään myös turvallisia työskentelymenetelmiä, sähkötöitä tekevät henkilöt ja vaadittavan organisaation rakenteen. Standardia päivitetään lainsäädännön mukaan. Yksinkertaistettuna noudattamalla mahdollisimman tarkasti standardia on helpoin tapa varmistua lainsäädännön vaatimusten toteutumisesta (SFS 6002 2015).

Robotit ja robotiikkalaitteet. Turvallisuusvaatimukset, osa 1: Teollisuusrobotit. On standardi, jossa otetaan huomioon teollisuusrobottien ja teollisuusrobottijärjestelmien yhteydessä ilmenevät

vaarat. Kyseisessä standardin osassa määritellään ohjeita sekä vaatimuksia, joiden tarkoituksena on turvallinen suunnittelu ja käyttöä varten oleville tiedoille. Standardissa kuvataan robottien käytössä ilmeneviä vaaroja ja vaatimuksia riskien minimoimiseksi (SFS-EN ISO10218-1 2013).

Robotit ja robotiikkalaitteet. Turvallisuusvaatimukset, osa 2: Robottijärjestelmät ja niiden yhdistelmät. (SFS-EN ISO10218-2 2017). Standardissa määritetään teollisuusrobottien ja teollisuusrobottijärjestelmien turvallisuusvaatimukset yhdistämisen ja kokoonpanon osalta noudattaen standardin osaa yksi. Yhdistämiseen luetaan teollisuusrobottijärjestelmän tai -solun suunnittelu, valmistus, asennus tai käytöstä poisto.

3.4 Direktiivi

Direktiivi sanalla tarkoitetaan toimintaohjetta, suuntaviivaa ja yleisesti EU-maita koskevia velvoittavia ohjeellisia säädöksiä (MOT Kielitoimiston sanakirja 2022).

Robotti luokitellaan koneeksi, jolloin se on Euroopan konedirektiivin alainen laite. Konedirektiivi 2006/42/EY määrittää valmistajille velvoitteita koneen suunnittelun, sekä rakentamisen yhteydessä huomioon otettavien terveyteen ja turvallisuuteen liittyvien vaatimusten toteutumisen todistamiseen ja laitteiden markkinoille tuontiin.

Konedirektiivi sisältää laitteistolle asetetut minimivaatimukset. Vaatimuksissa otetaan huomioon koneen suunnittelu turvalliseksi käyttää ja rakentaa sekä koneessa vaadittavat merkinnät, kuten CE-merkintä ja koneen yksilölliset tiedot ja valmistajan tiedot. Koneen mukana toimitettavien dokumenttien tulee sisältää käyttöön ja huoltoon liittyvä ohjeistus sekä EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus. On myös huomioitava, että Suomessa laitteen dokumentointi on toimitettava myös ruotsinkielisenä (Konedirektiivi 2006.)

3.5 CE-merkintä

CE-merkintä on merkintä, jonka perusteella voidaan todeta tuotteen valmistajan tai valtuutetun edustajan vakuuttavan, että tuote täyttää sitä koskevien EU-direktiivien ja asetusten vaatimukset. CE-merkillä varustetuilla tuotteilla on sallittu vapaa liikkuminen EU:n alueella. CE-merkintää ei saa käyttää tuotteissa, joille tuotelainsäädäntö ei edellytä merkinnän käyttöä. Jos merkinnällä

varustettu tuote ei täytä vaatimuksia tai CE-merkintää käytetään väärin, voivat valvovat viranomaiset puuttua asiaan. Väärinkäytökset voivat johtaa määräykseen tuotteen poistamiseen markkinoilta. CE-merkintä ei ole automaattisesti tae tuotteen laadusta tai turvallisuudesta (Tukes 2022).

4 Opinnäytetyön tavoitteen toteuttaminen

Opinnäytetyö toteutettiin keskisuomalaiselle betonituotevalmistajalle HB-betoniteollisuus Oy:lle (jäljempänä HB). Tavoitteena on korvata Hb:n E-tehtaalla olevassa Harkko 2-tuotantolinjassa olevan levynkäsittelyn ongelma. Toimeksiantajan ensisijainen toive oli toteuttaa suunnitelma nykyisen ratkaisun korvaamiseksi robotisoidulla levyjenkäsittelysolulla. Tällä hetkellä levynkäsittelyn rakenteen välillisesti ja suoraan aiheuttamat ongelmat saavat aikaan tuotantokatkoja levyjen kulun katkojen vuoksi. Tämä aiheuttaa muun muassa betonimassan hävikkiä sekä ylimääräisiä suunnittelemattomia tuotantokatkoja.

Korvaavan rakenneratkaisun tulisi sisältää parannus levynkäsittelyyn ja varastointiin. Tavoitteen saavuttamista varten määriteltiin alla listatut tutkimuskysymykset:

1. Mitä ovat nykyisen rakenteen ongelmat?
2. Kuinka robotti toimisi kohteen tilassa ja millainen sen laitteiston olisi oltava?
3. Onko robotti käyttäjille turvallinen?
4. Mitä muutoksia vaaditaan automaatio- ja sähköjärjestelmään?
5. Mitä lainsäädäntöä, standardeja ja direktiivejä on suunnittelussa huomioitava?

4.1 Tutkimusprosessi

Työ aloitettiin katsauksella työn tilaajan vaatimuksiin, joiden perusteella aiemmin määritettiin tutkimuskysymykset. Kysymysten perusteella tehtiin kirjallisuuskatsaus ja aineistoa kerättiin aiemmista opinnäytetöistä löytyneiden lähteiden perusteella, tutkintomateriaalissa olevista viittauksista ulkoisiin lähteisiin sekä hakukoneen avulla internetistä.

Kirjallisuuskatsauksessa perehdyttiin oleellisiin lainsäädännöllisiin vaatimuksiin, standardeihin ja direktiiveihin työn toteuttamisen osalta. Työn kannalta oli hyvä myös perehtyä robotiikan kehittämiseen ja robottien käyttämisen tuomiin etuihin. Kirjallisuuskatsauksessa on kaksi päälukua Robotiikka ja Turvallisuus, joissa perehdyttiin erilaisiin robottien rakenteisiin. Tarkoitus oli, että työssä

valmistuisi kokonaisuus robottisolusta, joka on rakenteeltaan soveltuva tehdaskokonaisuuteen. Turvallisuus-luvussa tarkasteltiin olennaisien lakien, standardien ja asetusten sisältö syventyen niiden turvallisuutta parantavaan vaikutukseen.

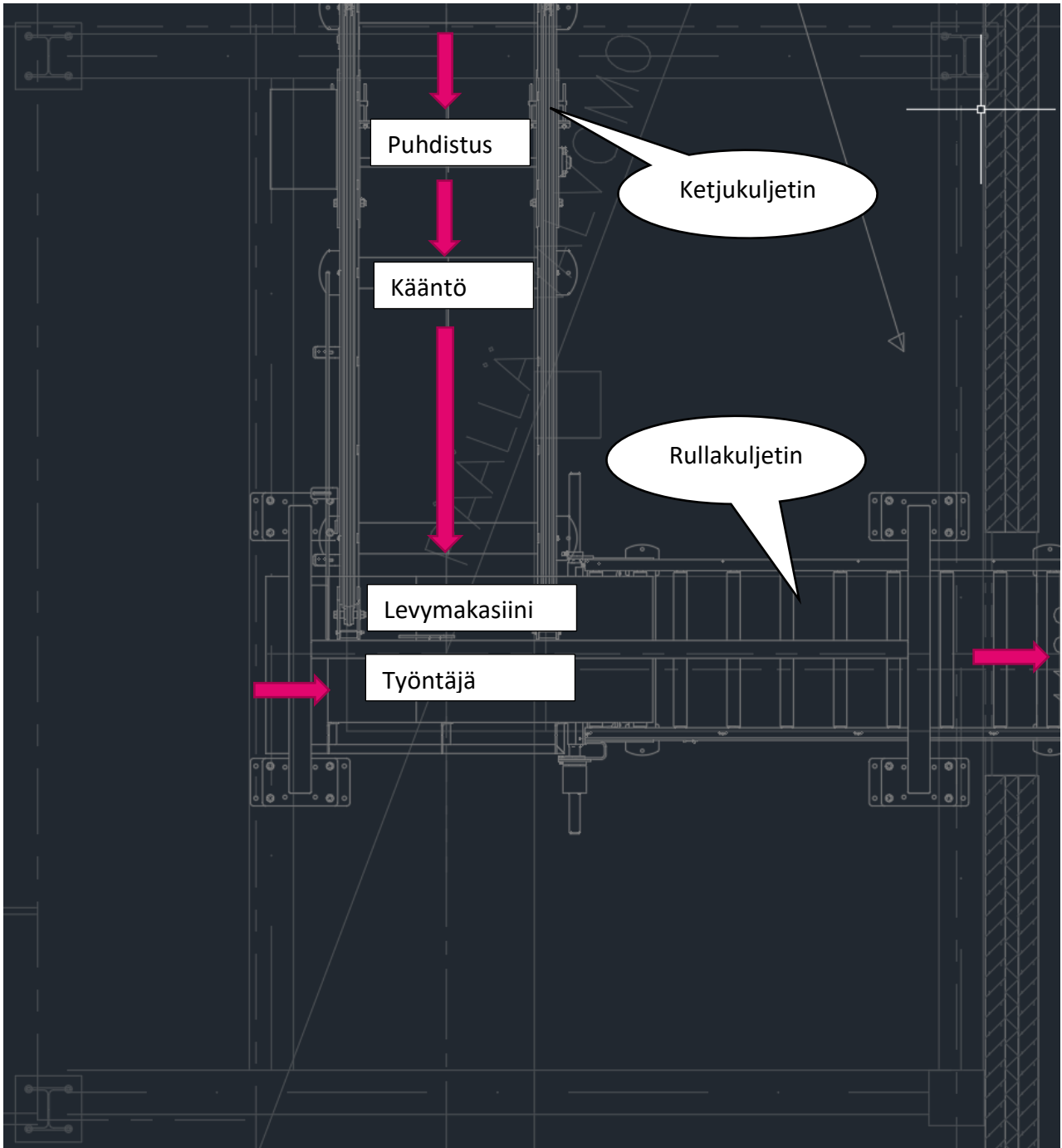
5 Nykyinen rakenne

5.1 Laitteiston kuvaus

Laitteisto, joka kuuluu opinnäytetyön piiriin, koostuu alla olevan listauksen laitteista:

1. Ketjukuljetin.
2. Levynpuhdistus.
3. Levynkääntö.
4. Levymakasiini.
5. Työntäjä.
6. Rullakuljetin.

Laitteiston nimeäminen pidetään geneerisenä ja tehtaan rakennetta ei avata tarkemmin tietosuojan vuoksi. Seuraavalla sivulla olevan sijoituskaavion perusteella voidaan havainnoida levyjen virtaussuuntaa. Levyt tulevat ketjukuljettimia myöten ensiksi levyn puhdistukseen, jonka jälkeen levyt käännetään. Levyjen kääntämisen jälkeen levyt joko jäävät makasiiniin varastoon tai jatkavat matkaa suoraan levyn öljyämislaitteelle seinässä olevan aukon lävitse. Jäljempänä olevissa kuvioissa 2–4 ovat laitteet 1–6 kuvattuina tehtaalla.



Kuvio 1. Harkko 2-tuotantolinjan levyn käsittelyn sijoituskaavio.



Kuvio 2. Levyn puhdistus.



Kuvio 3. Levyn kääntö.



Kuvio 4. Levymakasiini ja työntäjä.

5.2 Ongelmat nykyisessä rakenteessa

Tarkemman perehtymisen ja prosessin valvojen kanssa käytyjen keskusteluiden perusteella voitiin tehdä havaintoja, jotka yhdessä aiheuttavat nykyisiä ongelmia ja mahdollisesti haittaavat myös robotisoidun solun toimintaa.

1. Levyn puhdistuksen tulos on huono.
2. Levyn työntäjä työntää useita levyjä päällekkäin prässille menevälle radalle.
3. Levyt eivät ole vaakasuorassa makasiinissa.
4. Levyjen jumittuminen prässillä menevälle radalle.

Osa ongelmista makasiinissa johtuu betonimassajäämistä levyissä, mikä aiheuttaa makasiinin korkeon heittoa. Levyt eivät ole makasiinissa suorassa ja jäävät kahden sylinterin väliin puristukseen, ja kitka aiheuttaa sen, että työntäjä työntää kaksi levyä päällekkäin radalle. Tämä ongelma voitaisiin ratkaista myös vaihtamalla yksi työntäjän sylinteri pneumaattiseksi. Rakenteen ongelmaa voi havainnoida kuviossa 5.



Kuvio 5. Levyt nykyisessä makasiinissa.

6 Korvaavan robottisolun suunnittelu

Käsiteltävä kappale on teräslevy, jonka mitat ovat 1070 mm* 660 mm* 11 mm. Levyn paino on noin 61 kg. Käsiteltävä levyn pintaan jää pieni määrä öljyä ja likaa. Tämä täytyy huomioida työkalua valittaessa riskinä, joka voi heikentää työkalun tartuntaa käsiteltävään kappaleeseen.



Kuvio 6. Columbian levy.

6.1 Robotin valinta

Robotti valittiin ABB:n sivustolla olevan valintatyökalun avulla. Parametreina käytettiin käsittely-robottia 60–225 kg kappaleen käsittelykyvyllä (Robot selector n.d). Työkalu antaa monia vaihtoehtoja, joista on tehtävä valinta kyseessä olevaan käyttökohteeseen parhaiten soveltuvan robotin valitsemiseksi sekä tarkasteltava robotin kuormankantokykyä ja työaluetta tarkemmin. Työkalun ehdottamista roboteista valittiin kiertyvänivelinen IRB 5720 - 125 kg/3.0, joka tuotiin simulointiprojektiin.

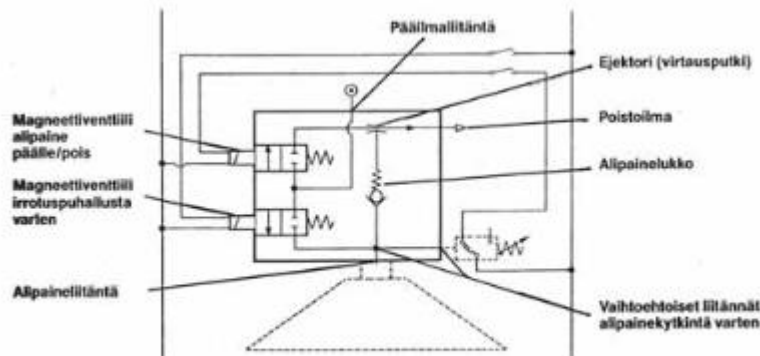
6.2 Työkalun valinta

Työkalun valinnassa päädyttiin imukuppien käyttöön. Levyt ladotaan suoraan päällekkäin ilman välikappaleita tai telinettä. Levyjen 11 mm paksuuden vuoksi luotettavalle tartunnalle levyn ulko-reunoilta ei jää riittävää tasaista pinta-alaa ja siksi mekaanista tartuntaa ei pidetty riittävän luotettava.

Myös magneettista tartuntaa harkittiin, mutta ratkaisu olisi ollut huomattavasti painavampi kuin imukupit. Magneettinen tartunta on myös herkkä sivuttain vaikuttaville voimille ja kappale liikkuu herkästi pienenkin törmäyksen takia ja käsiteltävä kappale voi pudota. Levyjen pintaan jää ohut kerros suojaavaa öljyä, joka taas kerää pintaan likaa ja on riski magneettisen tarttujan kanssa (Universal-robots n.d.)

Lian vuoksi useiden levyjen pinoamisen jälkeen voi makasiinin pinossa olla korkeuseroita, jolloin olisi hyvä, että tartunnassa olisi pientä joustoa korkoerojen varalta. Lopullinen päätös oli keskittyä imukupeilla toteutettuun tartuntaan ja kompensoida levyn mahdolliset korkeuserot jousitetulla imukupin kiinnityksellä. Imukuppien valinnassa on materiaalin osalta otettava huomioon materiaalin öljynkestävyys. Valittavana on useita eri materiaaleja, joilla on erilaisia ominaisuuksia. Opinnäytetyön applikaatiossa vallitsee tasainen lämpötila, mutta levyissä oleva öljy ja lika pitää ottaa huomioon. Nitriilikumi kestää hyvin öljyä, mutta sen kestävyys vanhenemista vastaan on huono ja vaatii huomiota käytön ja huollon aikana. Käytettäessä alipainekäyttöistä tarttujaa on huomioitava SFS 5422-standardissa olevat vaatimukset. Turvallisuuden vuoksi olisi jokainen imukuppi varustettava omalla ejektorilla. Koska alueella on myös runsaasti pölyä ja likaa, on tarpeen käyttää suodainta imukupin ja ejektorin välissä.

Imukuppien käytössä tarvitaan alipainetta ja etenkin imukuppien kanssa käytetään usein ejektoreita. Ejektorien alipaine tuotetaan paineilman avulla. Ejektorit soveltuvat hyvin kappaleiden siirtämiseen, kääntämiseen jne. Alla olevassa kuviossa 7 on kaavioesimerkki ejektorin käytöstä imukupin alipaineen ohjuksessa (Hulkkonen, V 2007).



Kuvio 7. Magneettiventtileillä, alipainelukolla ja alipainekytkimellä toteutettu ejektorin käyttö. (Hulkkonen, V 2007).

Imukuppien ja ejektorien valmistajia on useita ja valikoima on laaja. Olennaisia asioita imukupin valinnassa on tarvittava tyhjiötaso, tyhjennysaika, massa ja materiaali. Turhan suurta tyhjiötasoa olisi kuitenkin syytä välttää kasvaneen energiankulutuksen ja imukuppien rasituksen vuoksi. (Hulkkonen, V 2007).

Ottaen huomioon levyn koon 1070mmx660mm tultiin päätelmään, että imukuppeja olisi oltava 8kpl kahdessa rivissä. Rivien välillä noin 345 mm ja imukuppien väli noin 230 mm. Tyhjiötasoksi valittiin 60 % pienemmän energian kulutuksen vuoksi.

Valitun robotin maksimaalinen kiihtyvyys kontrolloiduissa liikkeissä on 38 m/s^2 (ABB Library n.d). Robotin maksimaalisen nopeuden käyttäminen ei ole realistista painavien kappaleiden siirrossa. Robottia ohjelmoidessa tulee huomioida, että kiihtyvyys ei ylitä 10 m/s^2 kappaleiden siirron yhteydessä.

Imukuppien koon määrittäminen tapahtuu vastaavuussuhdetta käyttämällä.

F = nostovoima (N)

A = imukupin pinta-ala (m^2)

a = robotin aiheuttama kiihtyvyys (m/s^2)

D = imukupin läpimitta (mm)

m = massa (kg)

g = painovoiman kiihtyvyys (m/s^2)

U = tyhjiö-%

n = varmuuskerroin (2)

s = imukuppien lukumäärä

Nostovoiman laskenta:

$$F = m * (g + a) = 61kg * (9,81 \frac{m}{s^2} + 10 \frac{m}{s^2}) = 1208,41Nm$$

Haluttu tyhjiötaso:

$$0,6 * 101300Pa = 60780Pa$$

Lasketaan imukupin pinta-ala:

$$A = \frac{F*n}{p} = \frac{1208,41*2}{60780} = 0,039763m^2$$

Imukupin läpimitta:

$$A = \pi * \frac{D^2}{4} = D = \sqrt{4 * \frac{A}{\pi}} = \sqrt{4 * \frac{39763}{\pi}} = 79,55 \text{ mm} \approx 80 \text{ mm}$$

Laskelmien mukaan 8kpl 80 mm imukuppeja varmuuskertoimella 2 riittää levyn nostamiseen. Imukupin halkaisijan voi myös katsoa suoraan valmistajan taulukosta (Hulkkonen, V 2007).

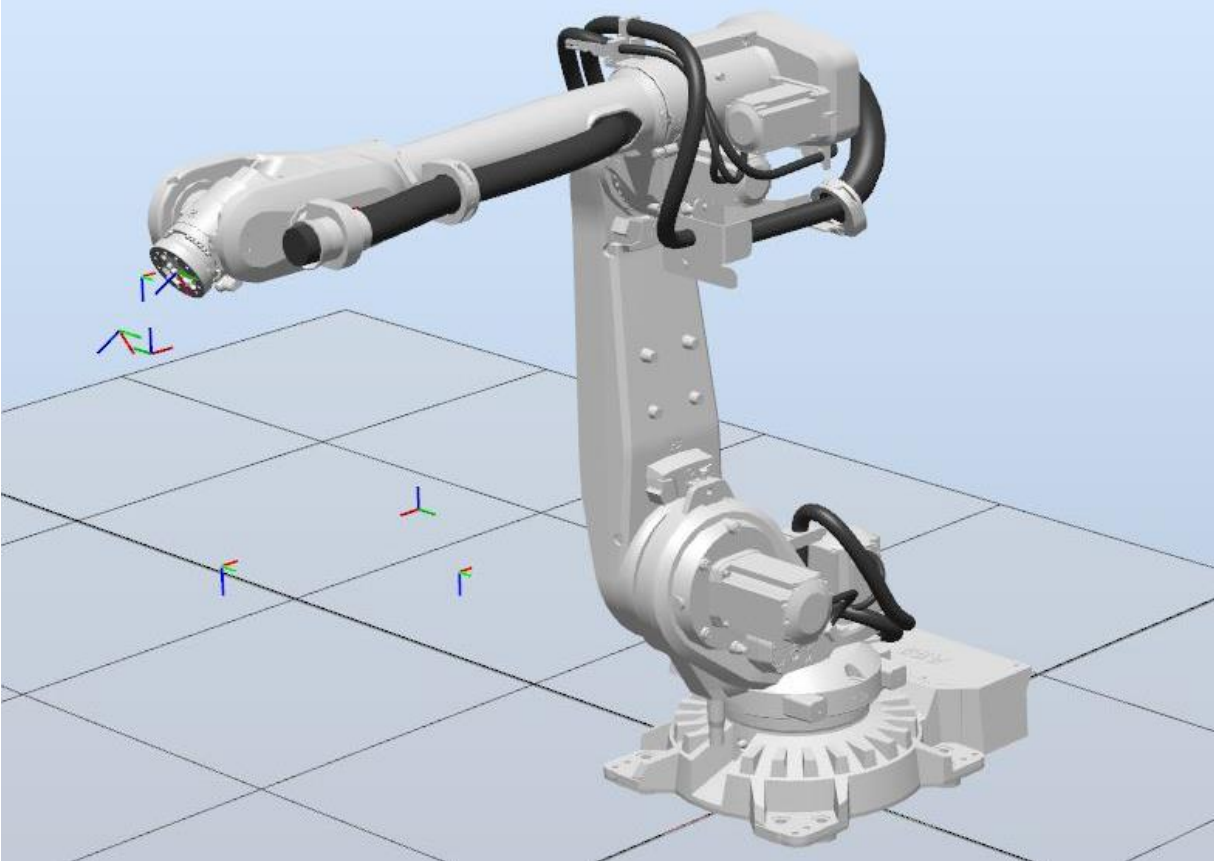
Työkalulle löytyi onneksi soveltuva vastine suoraan Robot Studiosta. Kyseistä mallia käytettiin simuloinnissa.

6.3 Simulointi

Robottisolun simulointi toteutettiin ABB:n Robot Studio 2021-ohjelmistolla. Robot Studio valittiin jo olemassa olevan opiskelijalisenssin, sekä vasta suoritettuna Robotiikka-kurssin vuoksi.

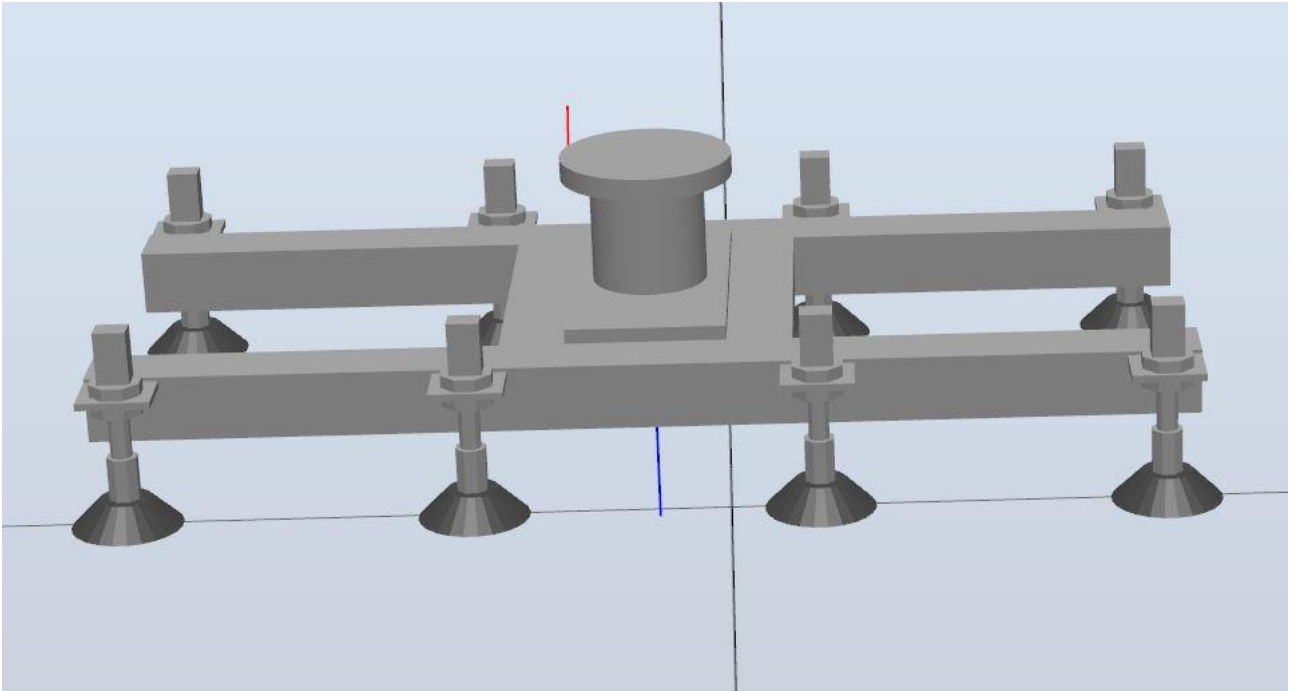
6.3.1 Laitteet ja rakenteet

Simulointi aloitettiin tuomalla oikea robotti projektiin, ja aiemmin valitsemamme robotti löytyy suoraan ABB:n ohjelmistosta. Robottia ja työkalua voi havainnoida kuvioissa 7–8.



Kuvio 7. ABB IRB5720 simulaatiossa.

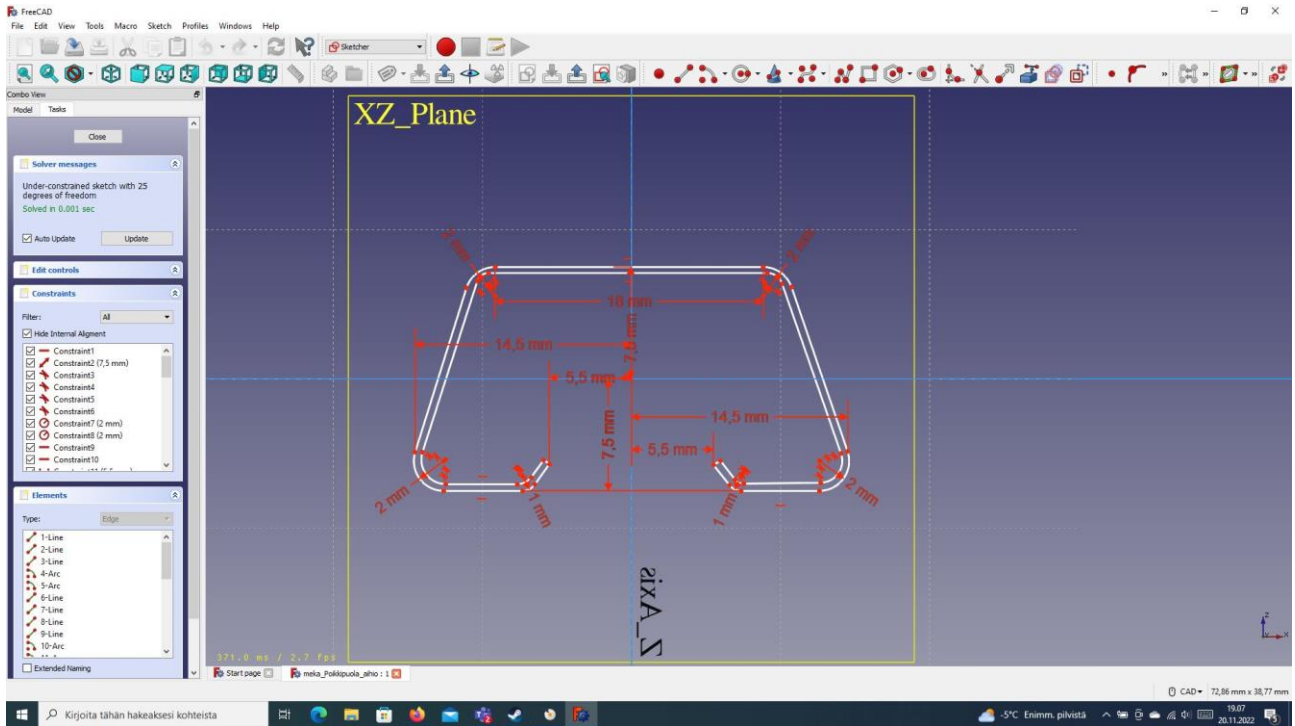
Simulointiin tuotiin työkalu, joka liitettiin robottiin.



Kuvio 8. Työkalu simulaatiossa

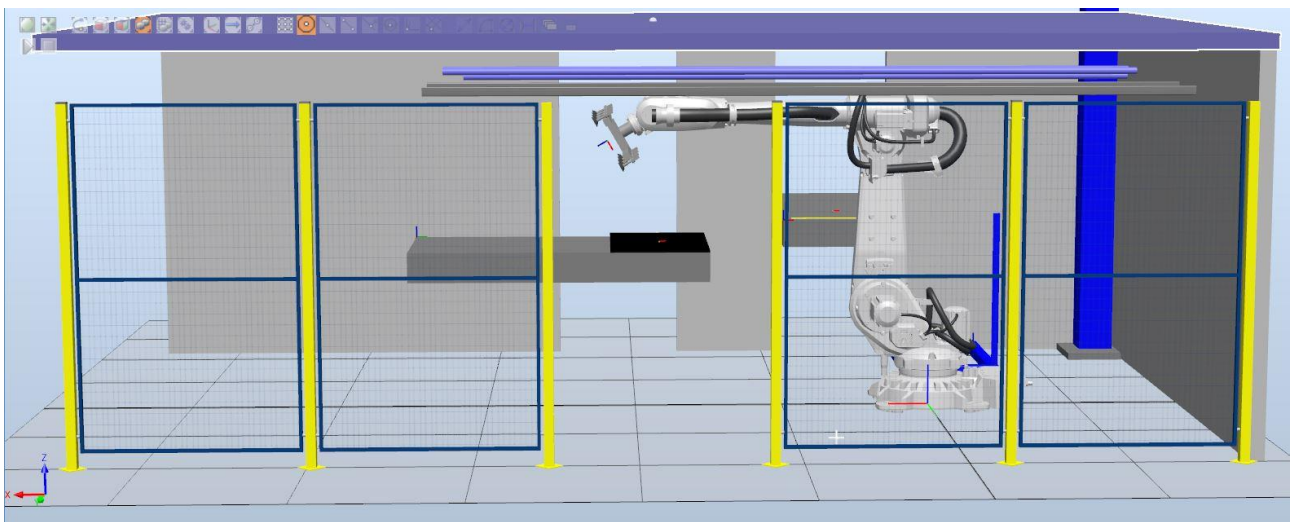
Työkalun tuonnin ja robottiin liittämisen jälkeen simulaatioon tuotiin ympäröivät seinät, katto, häkki ja muut robotin liikettä mahdollisesti rajoittavat tekijät. Valitettavasti työssä ei ollut käytävissä 3D-malleja kuljettimista tai muustakaan levyjenkäsittelyyn liittyvistä laitteista. Kuljettimien kohdalla päädyttiin käyttämään vain oikean kokoista ja oikealle korolle sijoitettua laatikkoa mahdollistamaan havainnollisen simuloinnin.

Osa tuotavista malleista, kuten kaapelihylly ja levyjä varten oleva teline, tehtiin ilmaisella ja kaikkien saatavilla olevalla FreeCAD 3D-mallinnus- ja simulointiohjelmistolla. FreeCAD on yhteisön avoin ja kaikkien halukkaiden kehittäjien yhdessä toteuttama ohjelmisto, joka kykenee monimutkaisten osien ja kokoonpanojen mallintamiseen (FreeCAD. N.d). Ohjelmisto valittiin sen saatavuuden ja aiemman käyttökokemuksen perusteella. Seuraavalla sivulla olevassa kuviossa 9 voidaan havainnoida 3D-mallin tekemistä FreeCAD-ohjelmistolla.



Kuvio 9. FreeCAD-mallinnus.

Laitteiston mallintaminen rajoitettiin vain suoraan robottiin vaikuttaviin laitteisiin. Muiden laitteiden mallintaminen olisi ollut todella aikaa vievää eikä olisi tuonut mallille lisäarvoa. Valmis simulaation malli on kuviossa 10 alapuolella.

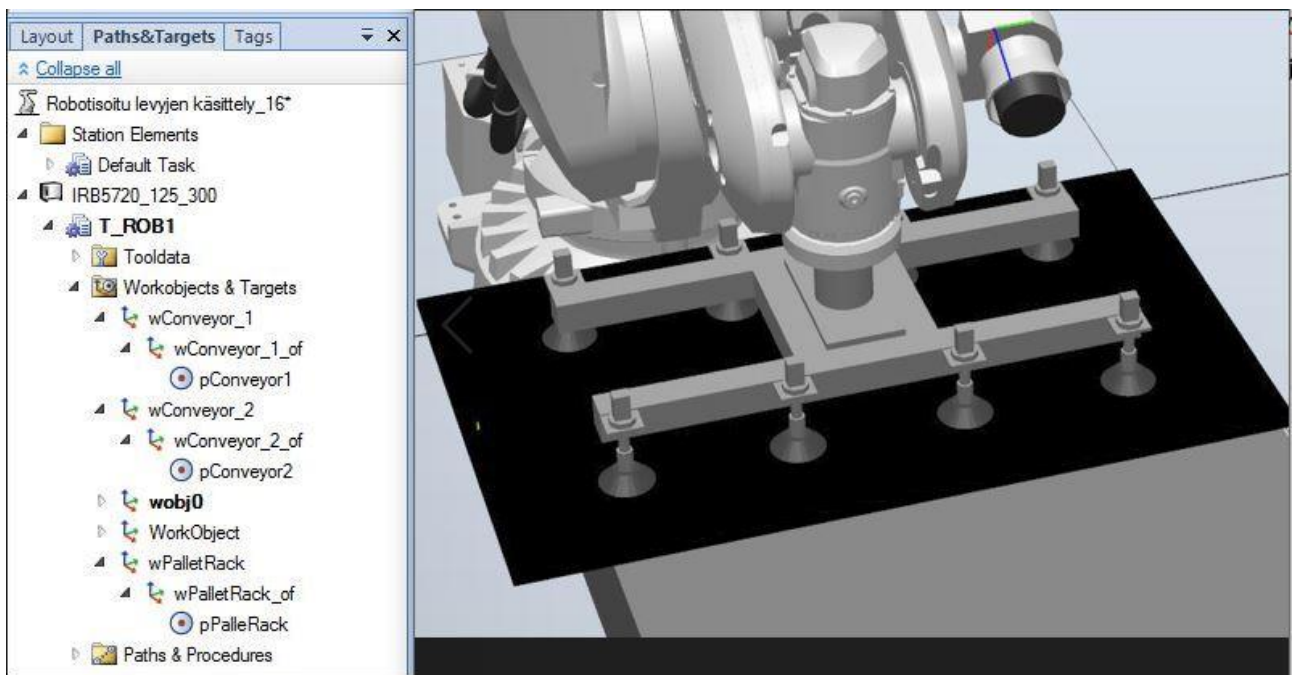


Kuvio 10. Valmis simulaation mallinnus.

6.3.2 Käyttäjäkoordinaatit ja paikkakoordinaatit

Mallinnuksen ja rakenteiden lisäämisen jälkeen kaikille tarvittaville paikoille luotiin käyttäjäkoordinaatit. Käyttäjäkoordinaatit luotiin wConveyor_1, wConveyor_2 ja wPalletRack nimillä. Seuraavana asetettiin robotille hakupaikat pConveyor_1, pConveyor_2 ja pPalletRack.

Käyttäjäkoordinaattien avulla robottia voidaan liikuttaa halutussa XYZ suunnassa kuljettimen pinnalla helpommin kuin suhteessa maailman koordinaatistoon, jonka nollapiste sijaitsee robotin jalassa. Robotin ohjelmointi liikeratojen osalta on helppoa, mikäli koordinaatistot on tehty oikein. Tällöin robotin tuominen levyn pintaan onnistuu valitsemalla oikea koordinaattijärjestelmä, joka alla olevassa kuviossa onnistui käyttäen wConveyor1-koordinaatistoa ja valitsemalla levyn keskipiste robotin sijainniksi. Robotti hakeutuu silloin levyn pintaan, ja tähän voitiin luoda ensimmäinen kohdepiste pConveyor_1. Kaikki tarvittavat pisteet valmisteltiin vastaavalla tavalla ja synkronoitiin RAPID-ohjelmaan.



Kuvio 11. Pisteet ja koordinaatistot.

6.3.3 Rapid-ohjelmointi

Rapid-ohjelmoinnin aikana muokataan jo ohjelmiston luomaan ohjelmapohjaan halutut lähestymispisteet, välipisteet ja muuttujat. Ohjelman tärkeimmät lisäykset olivat ladonnan ja sen korkeuden muutoksen laskenta. Ohjelman kierron jatkuminen ja tilanteen tarkastelu toteutettiin käyttäen IF-lausekkeita.

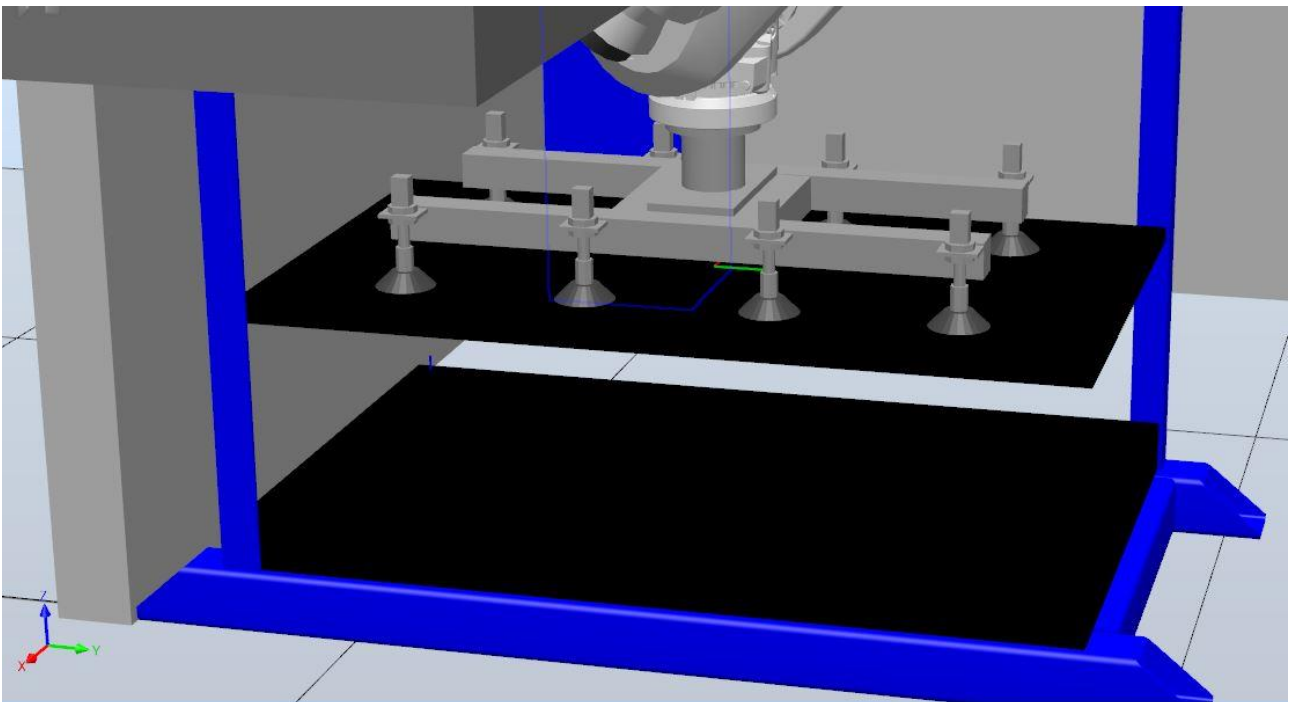
Ladonnan korkeuden laskentaa varten ohjelmaan luotiin kolme numeerista muuttujaa. Muuttujista kaksi on jatkuvia ja yksi muuttuva:

CONST num KplMax:=100; määrittää levyjen ladonnan maksimin.

CONST num Zoffset:=11; määrittää paljonko ladonnan korkeus muuttuu levyä kohden.

VAR num Xkpl; makasiinissa olevien levyjen määrä.

Aina makasiiniin viettäessä tai haettaessa robotti lisää tai poistaa muuttuvasta numeerisesta muuttujasta (Xkpl) yhden levyn. Tätä tietoa verrataan position pPalletRack-sijaintiin laskemalla muuttujan Xkpl ja Zoffset tulo. Tulon perusteella robotti tietää pPalletRack-pisteeseen verrattaessa suuntaan Z olevan levyn pinnan sijainnin ja voi noutaa sekä lisätä makasiiniin levyjä ilman törmäystä. Ladontaa voidaan havainnoida kuviossa 12 alapuolella.



Kuvio 12. Ladonta

Ratojen ja makasiinin katkeamaton valvonta saatiin toteutettua IF-lausekkeilla. Robotilla ja sitä ympäröivillä radoilla voi olla neljä erilaista tilaa, johon robotin on reagoitava jatkuvasti.

1. Conveyor_1 radalla ei ole levyä ja Conveyor_2 radalla ei ole levyä.
2. Conveyor_1 radalla on levy ja Conveyor_2 ei ole levyä.
3. Conveyor_1 radalla on levy ja Conveyor_2 on levy ja $X_{kpl} < K_{plMax}$.
4. Conveyor_1 radalla ei ole levyä ja Conveyor_2 radalla ei ole levyä ja $X_{kpl} > 0_{kpl}$

Robotti saatiin onnistuneesti ja katkeamatta valvomaan kaikkia neljää tilaa sijoittamalla pääohjelma kuviossa 13 näkyvän IF-lausekerakenteen sisään.

```

14 PROC Main()
15
16     Start:
17     IF di1_1 = 0 AND di2_1 = 0 THEN
18     GOTO PalletFromRack;
19     ELSE
20     Path_Home;
21     ENDIF
22     IF di1_1 = 1 AND di2_1 = 0 THEN
23     Path_Conveyor_1;
24     Path_Conveyor_2;
25     ENDIF
26     IF di1_1 = 1 AND di2_1 = 1 AND Xkpl < KplMax THEN
27     Path_PalletRackLoad;
28     ENDIF
29     PalletFromRack:
30     IF di1_1 = 0 AND di2_1 = 0 AND Xkpl > 0 THEN
31     Path_PalletRackUnLoad;
32     ENDIF
33     GOTO Start;
34
35

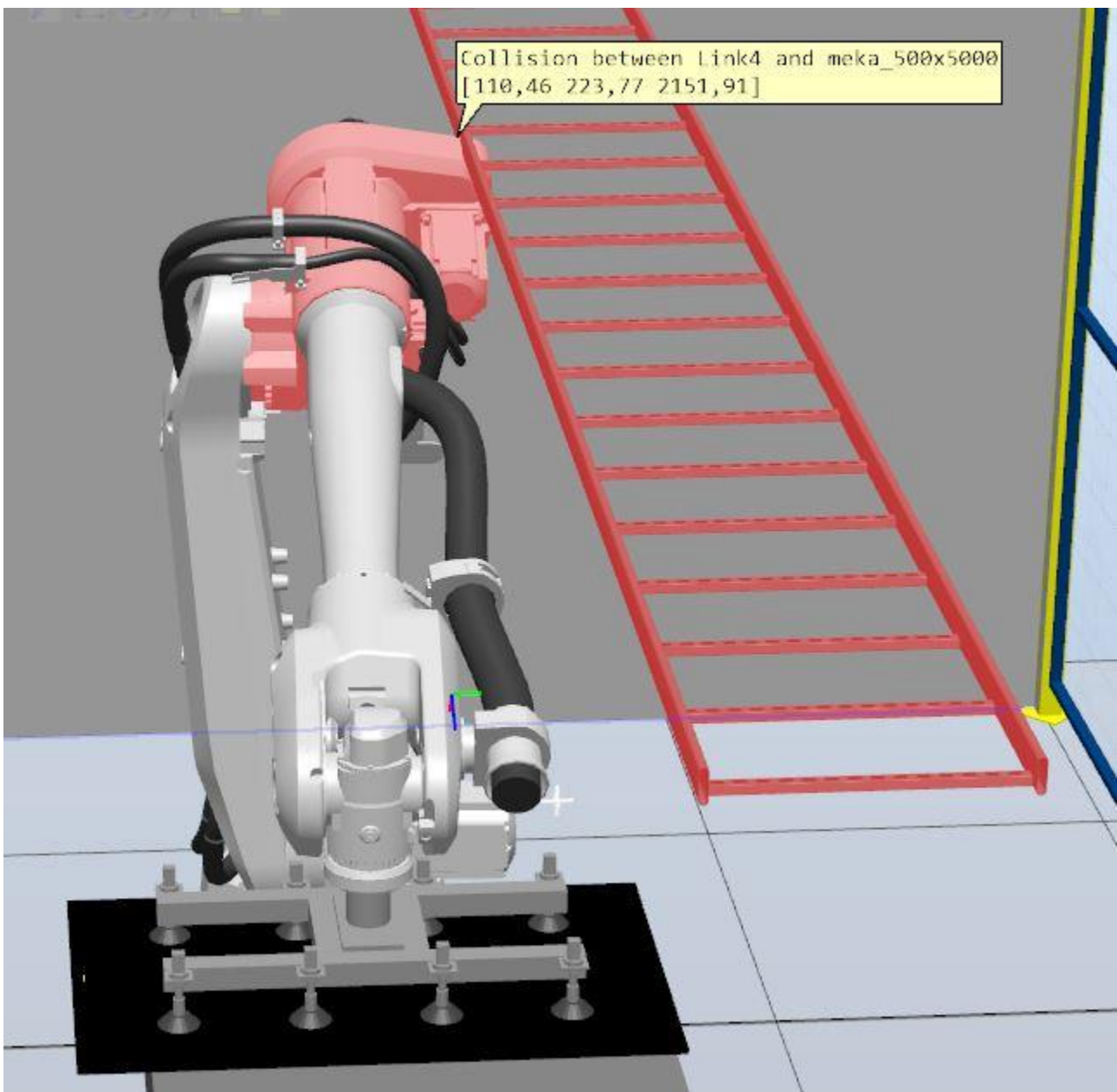
```

Kuvio 13. IF-lausekerakenne.

Kaikki muu toiminta toteutettiin kutsuttavilla aliohjelmilla ja koko ohjelmarakenne toimi simulaatiossa ongelmitta. Koko ohjelman koodia voi tarkastella liitteessä 1.

6.3.4 Törmäystarkistus

Simuloinnissa toteutettiin vielä lopullisen tarkastelun lisäksi törmäystarkistus. Törmäystarkistuksessa käytetään Robot Studio simulation-välilehdellä olevaa collision set-toimintoa. Törmäystarkistus tehtiin kaikille robotin työalueella olevien objektien ja robotin välillä. Törmäys tarkistelun läheltä piti-ajan asetus on 20 mm. Törmäystarkistelussa havaittiin, että nykyisellä pConveyor1 hakupisteen sijainnilla robotti törmää katosta riippuvaan 500 mm leveään kaapelihyllyyn. Kuviossa 14 voidaan havainnoida törmäystä simulaatiossa.



Kuvio 14. Törmäystarkistus.

Tarkastelemalla tulosta ja robotin tehtaalla olevaa työaluetta havaittiin, että kaapelihylly on siirrettävissä hieman robotista sivuun. Tämä olisi parempi ratkaisu kuin robotin siirtäminen pois päin toisella puolella sijaitsevien putkistojen vuoksi.

Muita törmäyksiä tai läheltä piti-tilanteita ei havaittu ja robottisolun toiminta simuloinnissa ongelmitta. Robotin toiminnasta simulaatiossa tallennettiin MP4-tiedosto, joka palautetaan tilaajalle työn liitteenä.

6.3.5 IO-luettelo ja suunnitellut muutokset

IO-luettelo päivitettiin Excel-ohjelmistoa käyttäen tehtaalla käytännön mukaisesti keskusten RK12 ja KK12.2 osalta. Liitteeksi lisättiin ainoastaan muutoksen kohteena olevan keskusten sivut. Koko tehtaalla päivitetty Excel-tiedosto lähetetään tilaajalle palautuksen yhteydessä. Päivitettyjä I/O luetteloita kokonaisuudessaan voi tarkastella liitteessä 2.

Tehtaalla on käytössä hajautettu I/O. Keskuksessa KK12.2 olevan hajautuksen lähdöt XE147 ja XE155 on yhdistetty runkokaapeleilla kytkentämoduuleihin XE147A ja XE155A. Kenttälaitteet eli anturit, jotka liittyvät nykyisen lavamakasiinin toimintaan, on yhdistetty suoraan moduuleihin, ja makasiinia korvattaessa robotilla jää varalle liitännöitä, jotka aiemmin olivat käytössä makasiinin toimintaa valvovilla antureilla. Koska moduulien runkokaapelointia ei ole järkevää muuttaa, voidaan robotille tarvittavat kättelyt toteuttaa uudella runkokaapelilla keskuksen KK12.2 tuloyksikköön XE147 riviliittimille XE147:0-XE147:2. Makasiiniin liittyvät lähdöt keskuksessa KK12.2 A144.0-A144.7 jäävät varalle venttiileiden Y144.0-Y144.7 poistamisen jälkeen.

RK12-keskuksessa sijaitsevaan keskusyksikköön 91K1 tuloihin 11 ja 12 voidaan lisätä robotin tehtaaseen tuleva turvapiirin kättely. Tehtaalla robotille menevä turvapiirin kättely voidaan ohjata keskusyksikön 91K1 lähdöllä 0.

Robotille riittää tehtaalla pelkästään digitaaliset IO-tiedot. On kuitenkin tärkeää, että robotti on liitettävissä tehtaalla turvapiiriin vaatimusten mukaisesti.

Ensin määritettiin robotin tarvitsema IO:

Tulot:

Di1_1: Conveyor_1. levy hakupaikalla.

Di2_1: Conveyor_2. Rata vapaa.

Di3_1: Alipaine OK.

Di4_1: Varaus. Levy kyydissä.

Di5_1: Varaus. Kättely, prässi odottaa levyä.

Turvalaite kättely tehtaan Pilz-turvalaitteelle.

Lähdöt:

Do1_1: Alipaine päälle.

Do2_1: Varaus. Makasiini täysi.

Do3_1: Varaus. Makasiini tyhjä.

Do4_1: Varaus. Robotti häiriö.

Turvalaite kättely tehtaan Pilz-turvalaitteistolle.

Tehtaan IO-luettelot muuttuvat keskusten RK12 ja KK12.2 osalta. Keskuksessa RK12 sijaitsee robotin työskentelyalueelle jäävien laitteistojen turvapiirit ja robotin turvapiirin on käteltävä muun turvapiirin kanssa ja laitteisto sijaitsee keskuksessa RK12. Keskuksessa KK12.2 on hajautettu IO, josta robotille tehtävä kättelyvaraus voidaan toteuttaa.

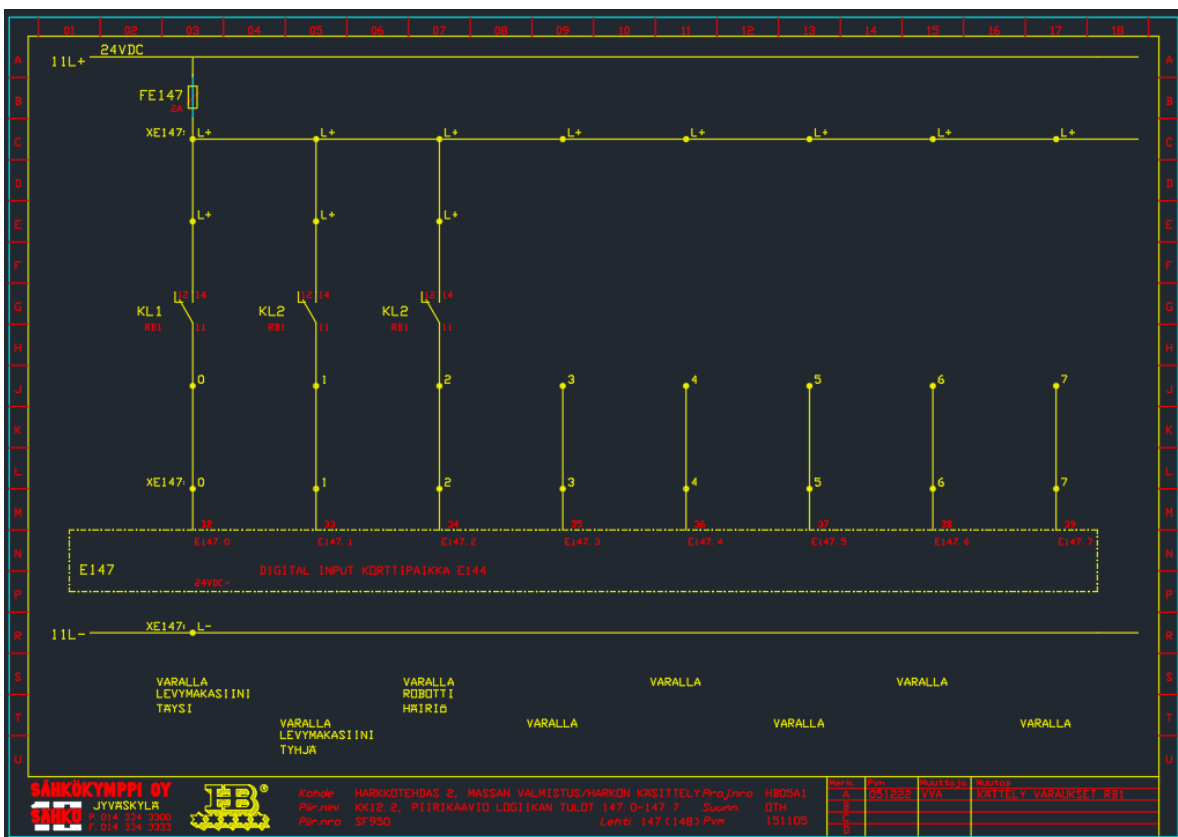
6.3.6 Kuvien päivitys

Tehtaan kuvien päivitys tehtiin käyttäen AutoCAD 2020-ohjelmistoa. Kyseinen ohjelma valittiin aiemman käyttökokemuksen sekä olemassa olevan opiskelijalisenssin vuoksi, ja koska ohjelmisto on käytössä myös tilaajalla. Seuraavalla sivulla olevassa kuviossa 15 voidaan havainnoida esimerkiksi työn alla olevasta piirikaaviopäivityksestä. Käytettävissä olivat kaikki tehtaan kuvat dwg-tiedostomuodossa, ja tämä mahdollisti kuvien helpon ja nopean päivittämisen.

Muutoksia tarvittiin RK12-keskuksessa sijaitsevan Pilz turvalaitteiston kättelyihin robotin turvapiirien kättelyiden lisäämiseksi. Keskuksen KK12.2 piirikaavioista poistettiin piirikaavioista levymakasiiniin liittyvät anturit ja kaapeloinnit. OK12.8 kokoonpano vaatii muutoksia käsiohjauskytkimien

osalta ja työkuivissa käytetään revcloud-toimintoa, jotta poistettavat valot ja kytkimet on helpompi hahmottaa. Robotin kättelyt suunniteltiin kaapeloitavaksi koteloon OK12.8, jossa sijaitsee riviliitin-hajautus koskien keskusta KK12.2.

Työkuvat ovat liitteessä kolme. Liitteeseen laitettiin ainoastaan työn kannalta olennaiset kuvat työn julkisen jakelun vuoksi. Kaikki työhön liittyvät kuvat pakattiin kansioon PDF- ja dwg- muodoissa, joka palautetaan tilaajalle. Työkuivissa käytettiin tehtaalla vallitsevia käytäntöjä ja standardeja.



Kuvio 15. Piirikaavio

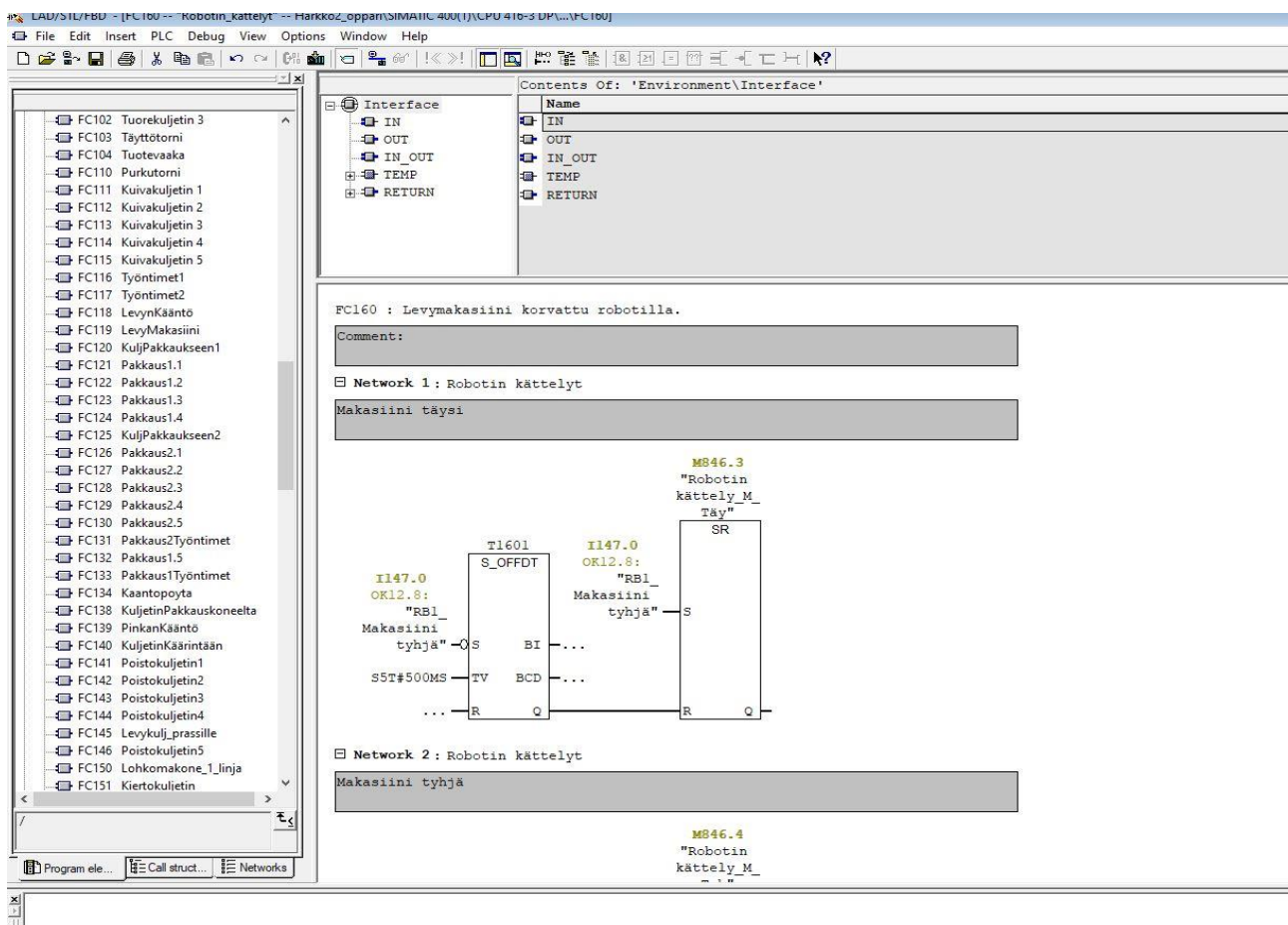
Robotin syöttö voidaan ottaa pääkeskukselta (PK) kennolta 22 olevasta kahvasulakelähdöstä. Ilman tietoa mikä robotti valitaan, ei voitu mitoittaa syötön sulaketta tai johtoa. Mitoitus tulee tehdä standardisarjan SFRS-6000 mukaisesti.

6.3.7 Logiikkaohjelman muutokset

Logiikkaohjelman muutokset toteutettiin Siemens STEP 7-ohjelmistoa käyttäen. Tuotantolaitoksessa koskien levynkäsittelyä on käytössä Siemens S7-400-sarjan logiikka.

Työtä varten oli käytettävissä huollon käyttöön tarkoitettu kannettava, johon oli asennettuna tarpeellinen ohjelmisto.

Logiikkaohjelmaan syventyessä kävi selväksi, että ohjelman rakenteen vuoksi poistamalla levymakasiinin sekvenssiohjelma blokki FC160 pääohjelmakierrosta OB1 logiikan ohjelma toimisi ilman makasiinia robotin kanssa suoraan ilman kättelyitä. Ilman mitään kättelyitä toteuttaminen ei kuitenkaan ole ideaalinen tilanne, ja robotille luotiin IO-listaan merkityt kättelyt. Kättelyiden lisäämiseksi nimettiin FC160 blokki uudestaan nimellä Robotin kättelyt. FC160 blokkiin luotiin neljä eri ohjelmariviä, joilla hoidetaan robotille tarvittavat kättelyt.



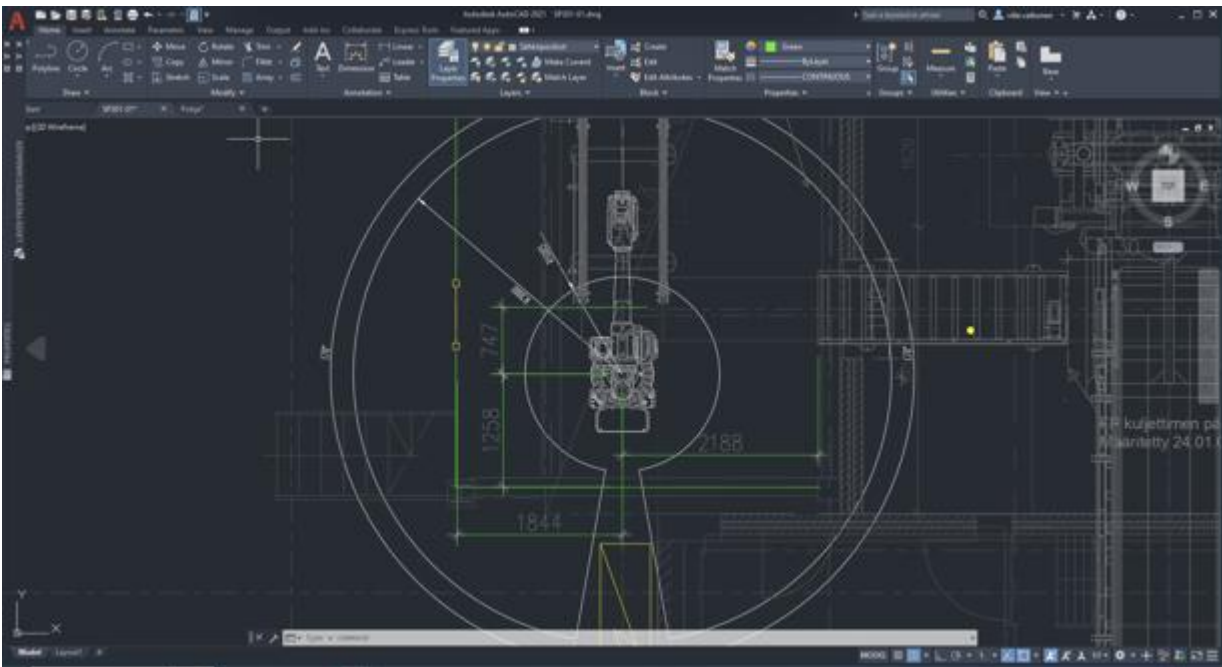
Kuvio 16. Logiikan ohjelmointi.

Toteutettua ohjelmamuutosta voi tarkastella kokonaisuutena liitteessä 4.

Robotin lisääminen tehtaan turvapiiriin ei onnistu ilman ohjelmistoa, jolla voi muuttaa Pilz-turvalaitteiston loogisia kaavioita. Valitettavasti tätä ohjelmistoa ei ollut käytettävissä ja työmuutosten tekeminen jää myöhemmäksi.

6.3.8 Tehtaan sijoituskaavion päivittäminen

Tehtaan sijoituskaaviosta tehtiin versio, johon mahdollinen robotti sijoitettiin. Sijoituskaavion lisäksi robotin asennusta varten tehtiin layout-kaavio (Liite 5).



Kuvio 17. Sijoituskaavion päivitys

7 Tulokset

Opinnäytetyön tuloksena saatiin alustava suunnitelma ja työdokumentointi levynkäsittelyn robotisointiin.

- Nauhoitettu simulaatio robotin toiminnasta.
- Robotin ohjelma.
- Logiikan muutetut ohjelmat.

- Päivitetty sijoituskaavio.
- Robotin layout-kaavio
- Työkuvat IO luettelosta ja piirikaavioista.

8 Pohdinta

8.1 Tulosten luotettavuus

Työn tulosten luotettavuutta voi ja on syytäkin epäillä, koska on useita osa-alueita, joissa voi olla virheitä. Mittavirheitä on mahdollisesti tapahtunut käytettävissä olevan tilan tarkastelussa, ja tämä voi vaikuttaa varsinkin robotin sijoittelun virheellisyyteen. Tulokset ovat kuitenkin käyttökelpoisia tilaajalle tarjousten kyselyssä ja tarjoavat hyvää taustaa mahdollisesta tavasta toteuttaa korvaava rakenne. Ovat myös hyödyksi mahdollisia tarjouksia tarkastellessa.

Robotin ja varsinkin työkalun valintaan sisältyy oletus taustamateriaalin ymmärtämisestä. Ratkaisu ejektorien käyttöön on johdettu perehtymällä usean lähteen materiaaleihin ja niiden perusteella tehtyihin arvioihin ja laskelmiin. Laskelmissa on virheen mahdollisuus, jolloin kappaleen varma kiinnitys liikkeen aikana on kyseenalainen. Tuloksia voi kuitenkin käyttää vertailuun ja perehdyttävänä materiaalina ratkaisujen arvioinnissa.

Työn tuloksena saatu dokumentointi on työnkuva-asteella. Asennuksen aikana voidaan tehdä muutoksia. Tarvittavat muutokset asennuksen ja työn aikana on normaalia ja päivitetään luovutus dokumentointiin. Työkuvat ovat kuitenkin hyvä lähtökohta jatkosuunnittelua varten ja työmäärän arvioimista silmällä pitäen.

Työn eettisyys on hyvä. Kaikki työssä käytetty lähdemateriaali käsiteltiin kunnioittaen tekijänoikeuksia. Lähteiden merkinnät ja lainaukset toteutettiin ohjeiden mukaisesti.

8.2 Tavoitteet ja tulokset

Opinnäytetyön tavoite oli perehtyä nykyisen rakenteen aiheuttamiin ongelmiin ja laatia suunnitelma korvaavalle rakenteelle, joka olisi robotisoitu solu. Työn tuloksena saatiin luotua simuloinnin perusteella toimiva robottisolun, joka mahtuu toimimaan käytettävissä olevassa tilassa.

Robottisolun toiminnasta simulaatiossa nauhoitettiin video, jota tilaaja voi tarkastella ja käyttää toteutuksen soveltuvuuden jatkoarvioinnissa.

8.3 Johtopäätökset ja kehittämisehdotukset

Robotin liikkeitä ja nopeuksia ei optimoitu simuloinnissa, vaan ohjelma on hyvä pohja, joka tulisi viimeistellä robotin käyttöönoton yhteydessä. Robotille saatiin luotua myös tarvittava dokumentaatio piirien muutoksista robotin lisäämiseksi tehtaalle. Dokumentointi sisältää vain työnkuvat ja mahdollisia muutostarpeita, ja virheitä voi toteuttamisen aikana ilmetä.

Työn edetessä heräsi kuitenkin epäily robottisolun investoinnin järkevyydestä kyseisessä kohteessa. Nykyinen rakenne on kunnostuksen tarpeessa, mutta suurin osa ongelmista vaikuttaisi kuitenkin liittyvän levyjenkäsittelyn alussa olevaan puhdistukseen. Huonosti puhdistettujen levyjen todettiin aiheuttavan suurimman osan levyn käsittelyn ongelmista varsinkin useamman levyn yhtäaikainen syöttö. Rakenteen hydraulinen toteutus on voimakas ja aiheuttaa vaurioita jäljempänä olevalle radalle ja näiden vaurioiden korjaaminen on usein tarpeen usean levyn päällekkäisen syötön seurauksena. Toinen asia on robotin käytön turvallisuus. Tällä hetkellä E-tehtaalla ei ole robotteja käytössä, jolloin niiden käyttöön ei ole kokemusta. Robottien turvallinen käyttö vaatii asiantuntemusta ja koulutusta, jotta niitä voitaisiin hyödyntää turvallisesti. Tehtaan riskiarvion uusiminen olisikin oleellista ennen jatkoa robotin käyttöönoton suunnittelussa.

Myös korvaava robottisolun voisi olla altis häiriöille, jos levyjen puhdistusta ei saada parannettua. Suunnittelussa ratkaisussa levyjen päällekkäinen määrä on rajattu sataan kappaleeseen ja edes 0.1 mm kertymä likaa levyn pinnassa aiheuttaisi tällöin 10 mm korkeuseron levymakasiinin pintaan. Tämä on jo huomioitu työkalua suunnitellessa, mutta jos likaa jää enemmän levyjen väliin, se aiheuttaa törmäysriskin robotille levyjä noutaessa makasiinista. Puhdistamisen toteuttamista robotilla harkittiin, mutta sykliajan liiallinen hidastuminen oli esteenä. Myös puhdistuksen aiheuttamat voimat ja niiden vaikutus robottiin ja työkaluun oli tuntematon. Jos robottia halutaan hyödyntää luotettavasti, on levyjen puhdistukseen suunniteltava toimiva ja luotettava rakenne. Robotin investoiminen itsessään ei ole huono idea, mutta toimii vain osana ratkaisua.

Robotin simuloinnissa ja dokumentoinnissa onnistuttiin hyvin ja dokumentointi tukee jatkosuunnittelua sekä toteutuksen vaatiman työmäärän arvioimista hyvin. Työssä puutteelliseksi jäi robotin

Pilz turvalaitteiston vaatimat ohjelmamuutokset puuttuvan ohjelmiston vuoksi. Työssä ei voitu myöskään mitoittaa robotille tarvittavaa syöttökaapelia ilman varmuutta käytettävästä robotista.

Lähteet

Ahonen, K. 2018, 4–72. HB-Betoniteollisuus – Vahvaksi valettu. Viitattu 8.2022. ISBN 978-952-94-1306-5

Key FreeCAD Features, N,d. Tietoa ohjelmasta www-sivulla. Viitattu 15.11.2022
<https://www.freecadweb.org/features.php>

Latokartano, J. 2021. Vastine VM Talouskasvun edellytykset-tutkimukseen. Suomen robotiikka yhdistys ry. Viitattu 4.9.2022. <http://roboyhd.fi/wp-content/uploads/2021/02/VM-julkaisu-SRY-vastine-09022021.pdf>.

Gupta, A, Arora, S & Westcott, J. 2017. Industrial Automation and Robotics. Viitattu 08.11.2022
https://app-knovel-com.ezproxy.jamk.fi:2443/web/view/khtml/show.v/rcid:kpIAR00001/cid:kt0119K3ME/viewerType:khtml//root slug:13-robotics/url slug:robotics?cid=kt0119K3KD&b-toc-cid=kpIAR00001&b-toc-title=Industrial%20Automation%20and%20Robotics&b-toc-url-slug=robotics&issue_id=kpIAR00001&page=2&view=collapsed&zoom=1.

From the Birth of Industrial Robots in the United States to Their Launch in Japan. N,d. Historia tietoa kawasaki robotics yhtiön www-sivuilla. Viitattu 08.11.2022
https://robotics.kawasaki.com/en1/anniversary/history/history_01.html.

RISE of the robot, N,d. Artikkele ABB:n www-sivuilla. Viitattu 08.11.2022
https://library.e.abb.com/public/c1ecdae9855e5452c1257d200053f273/24-31%20m433_EN_72dpi.pdf.

Malm, T.2014. Guidelines to make safe industrial robot systems. VTT:n tutkimusraportti teollisuus-robottien turvallisuudesta. Tampere: VTT. Viitattu 11.10.2022.
<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2017/VTT-R-01109-17.pdf>.

Leino, L. 2017. Robottitarttujien perehdytysmateriaalin laatiminen. Opinnäytetyö, AMK. Turun Ammattikorkeakoulu, Tuotantotalous. Viitattu 25.10.2022
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/132701/Leino_Lauri.pdf;jsessionid=A8E0D1D0B1315571A414E43A8E60C762?sequence=1.

738/2002. Työturvallisuuslaki. Viitattu 25.10.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>.

1135/2016. Sähköturvallisuuslaki. Viitattu 25.10.2022 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135>.

MOT Kielitoimiston sanakirja. Standardi. Viitattu 28.10.2022.
<https://www-sanakirja-fi.ezproxy.jamk.fi:2443/kotus/finnish-finnish/standardi>.

MOT Kielitoimiston sanakirja. Direktiivi. Viitattu 28.10.2022.
<https://www-sanakirja-fi.ezproxy.jamk.fi:2443/kotus/finnish-finnish/direktiivi>.

Konedirektiivi 2006/42/EY. Viitattu 25.10.2022.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/Fi/All/?uri=CELEX:32006L0042>.

SFS 6002. Sähköturvallisuus. Julk. 02.04.2015. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 25.10.2022. <https://janet.finna.fi/>, SFS Online.

SFS-EN ISO10218-1. Robotit ja robotiikkalaitteet. Turvallisuusvaatimukset. Osa 1: Teollisuusrobotit. Julk. 20.09.2013. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 04.02.2022. <https://janet.finna.fi/>, SFS Online.

SFS-EN ISO10218-2. Robotit ja robotiikkalaitteet. Turvallisuusvaatimukset. Osa 1: Teollisuusrobotit. Julk. 12.09.2017. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 04.02.2022. <https://janet.finna.fi/>, SFS Online.

CE-merkintä. Viitattu 26.10.2022 <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/ce-merkinta>.

Magnetic grippers for manufacturers, N,d. Tietoa Universal-robots www-sivulla. Viitattu 26.10.2022 <https://www.universal-robots.com/blog/magnetic-grippers-for-manufacturers/>

Robot selector, N,d. ABB:n www-sivuilla. Viitattu 26.10.2022 <https://new.abb.com/products/robotics/industrial-robots/robot-selector>.

ABB Library,N,d. ABB:n www-sivuilla. Viitattu 26.6.2023 <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3HAC079197-001&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>

Hulkkonen, V. FLUID klinikka, tyhjiötekniikka, ejektorit No 16. julk. 1–2007. Viitattu 26.10.2022 <https://www.salhydro.fi/files/PDF/2.tyhjiotekniikkaejektorit.pdf>

Liitteet

Liite 1. Robottisolun ohjelma

```

MODULE Module1
  CONST robtarget pHome:=[[2183.166682543,0,1807.74975586],[0.5,0,0.866025404,0],[0,0,0,0],[9E
+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
  CONST robtarget pConveyor2:=[[412.5,535,11],[0,1,0,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E
+09,9E+09]];
  CONST robtarget pConveyor1:=[[405,1670,11],[0,0.707106781,0.707106781,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E
+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
  CONST robtarget pPalletRack:=[[311,510,11],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E
+09]];
  !!Ohjelmaan lisätyt muuttujat.
  !!KplMax = Makasiinin varastointikapasiteetti.
  CONST num KplMax:=100;
  !!Zoffset = Levyn paksuus jonka mukaan makasiiniin vietävien levyjen korkeus offset määräytyy.
  CONST num Zoffset:=11;
  !!Xkpl = Makasiinissa olevien levyjen määrä.
  VAR num Xkpl;

  PROC Main()

    Start:
    IF di1_1 = 0 AND di2_1 = 0 THEN
      GOTO PalletFromRack;
    ELSE
      Path_Home;
    ENDIF
    IF di1_1 = 1 AND di2_1 = 0 THEN
      Path_Conveyor_1;
      Path_Conveyor_2;
    ENDIF
    IF di1_1 = 1 AND di2_1 = 1 AND Xkpl < KplMax THEN
      Path_PalletRackLoad;
    ENDIF
    PalletFromRack:
    IF di1_1 = 0 AND di2_1 = 0 AND Xkpl > 0 THEN
      Path_PalletRackUnLoad;
    ENDIF
    GOTO Start;

  ENDPROC
  PROC Path_Home()

    MoveL pHome,v1000,z100,tGripper\WObj:=wobj0;

  ENDPROC

  PROC Path_Conveyor_1()
    !! Levyn nouto kuljettimelta jos noudettavaa.
    WaitDI di1_1,1; !! Kuljettimella 1 on levy.
    MoveJ Offs(pConveyor1,0,0,150),v1000,z100,tGripper\WObj:=wConveyor_1;
    MoveL pConveyor1,v500,fine,tGripper\WObj:=wConveyor_1;

```

```

VacuumOn;
MoveJ Offs(pConveyor1,0,0,150),v1000,z100,tGripper\WObj:=wConveyor_1;

ENDPROC

PROC Path_Conveyor_2()
!! Levyn vienti öljyttäjän radalle.
MoveJ Offs(pConveyor2,0,0,150),v1000,z100,tGripper\WObj:=wConveyor_2;
WaitDI di2_1,0; !! Oljyttimen rata vapaa.
MoveL pConveyor2,v500,fine,tGripper\WObj:=wConveyor_2;
VacuumOff;
MoveJ Offs(pConveyor2,0,0,150),v1000,z100,tGripper\WObj:=wConveyor_2;

ENDPROC

PROC Path_PalletRackLoad()
!!Levymakasiinin täyttö radalta yksi tulevilla levyillä.
WaitDI di1_1,1; !! Kuljettimella 1 on levy.
MoveJ Offs(pConveyor1,0,0,150),v1000,z100,tGripper\WObj:=wConveyor_1;
MoveL pConveyor1,v500,fine,tGripper\WObj:=wConveyor_1;
VacuumOn;
MoveJ Offs(pConveyor1,0,0,150),v1000,z100,tGripper\WObj:=wConveyor_1;
MoveJ Offs(pPalleRack,0,0,1250),v1000,z100,tGripper\WObj:=wPalletRack;
MoveL Offs(pPalleRack,0,0,Xkpl*Zoffset),v500,fine,tGripper\WObj:=wPalletRack;
!!Korkoa Shiftataan mmuuttujan Xkbl luvun mukaan
VacuumOff;
!!Lisätään muistiin siirretty levy.
Xkpl:=Xkpl+1;
MoveJ Offs(pPalleRack,0,0,1250),v1000,z100,tGripper\WObj:=wPalletRack;

ENDPROC

PROC Path_PalletRackUnLoad()
!!Levymakasiinin tyhjennys öljyttimelle menevälle radalle 2.
MoveJ Offs(pPalleRack,0,0,1250),v1000,z100,tGripper\WObj:=wPalletRack;
MoveL Offs(pPalleRack,0,0,Xkpl*Zoffset),v500,fine,tGripper\WObj:=wPalletRack;
!!Korkoa Shiftataan mmuuttujan Xkbl luvun mukaan
VacuumOn;
MoveJ Offs(pPalleRack,0,0,1250),v1000,z100,tGripper\WObj:=wPalletRack;
!!Poistetaan muistista siirretty levy.
Xkpl:=Xkpl-1;
WaitDI di2_1,0; !! Odota, että öljyttimen rata on vapaa
MoveJ Offs(pConveyor2,0,0,150),v1000,z100,tGripper\WObj:=wConveyor_2;
MoveL pConveyor2,v500,fine,tGripper\WObj:=wConveyor_2;
VacuumOff;
MoveJ Offs(pConveyor2,0,0,150),v1000,z100,tGripper\WObj:=wConveyor_2;

ENDPROC

!! Työkalun käytön aliohjelmat.
PROC VacuumOn()

```

```
    Set doVacuum1;  
    WaitDI di4_1,1;  
ENDPROC  
  
PROC VacuumOff()  
    Reset doVacuum1;  
    WaitDI di4_1,0;  
ENDPROC  
  
ENDMODULE
```

Liite 2. KK12.2 Päivitetty I/O-lista

HARKKOTEHDAS 2 I/O-LISTA, TULOT KK12.2 (E124-E159)

OSOITE	KORT.	RIVILIITIN	NIMITYS	SIJAINTI	KOJE	LEHTI	HUOM	TEST
FE124								
124.0	2	XE124.0	OHJAUSTAPA KÄSI (RK12 UUNIEN SYÖTTÖ)	OK12.4	S124.0	SF950-124	1-0-1	
124.1	3	XE124.1	OHJAUSTAPA AUTO (RK12 UUNIEN SYÖTTÖ)	OK12.4		SF950-124		
124.2	4	XE124.2	OHJAUSTAPA START (RK12 UUNIEN SYÖTTÖ)	OK12.4	S124.2	SF950-124	0-ST	
124.3	5	XE124.3	HÄIRIÖN KUITTAUS (RK12 UUNIEN SYÖTTÖ)	OK12.4	S124.3/H124.2	SF950-124	PN NO	
124.4	6	XE124.4	OHJAUSJÄNNITE 1 (RK12 UUNIEN SYÖTTÖ)	OK12.4	S124.4	SF950-124	0-1-ST	
124.5	7	XE124.5	OHJAUSJÄNNITE START (RK12 UUNIEN SYÖTTÖ)	OK12.4		SF950-124		
124.6	8	XE124.6		OK12.4		SF950-124		
124.7	9	XE124.7		OK12.4		SF950-124		
FE125								
125.0	12	XE125.0	MASSANSYÖTTÖ PRÄSSILLE SEIS	OK12.4	S125.0	SF950-125	0-1	
125.1	13	XE125.1	TUOREKULJETIN 1 TAAKSE	OK12.4	S125.1	SF950-125	ST-0-ST	
125.2	14	XE125.2	TUOREKULJETIN 1 ETEEN	OK12.4		SF950-125		
125.3	15	XE125.3	TUOREKULJETIN 2 TAAKSE (+HARJA)	OK12.4	S125.3	SF950-125	ST-0-ST	
125.4	16	XE125.4	TUOREKULJETIN 2 ETEEN (+HARJA)	OK12.4		SF950-125		
125.5	17	XE125.5	LEVYKULJETIN PRÄSSILLE ETEEN	OK12.4	S125.5	SF950-125	0-ST	
125.6	18	XE125.6		OK12.4		SF950-125		
125.7	19	XE125.7		OK12.4		SF950-125		
FE126								
126.0	22	XE126.0	OHJAUSTAPA KÄSI (RK12 UUNIEN SYÖTTÖ)	OK12.5	S126.0	SF950-126	1-0-1	
126.1	23	XE126.1	OHJAUSTAPA AUTO (RK12 UUNIEN SYÖTTÖ)	OK12.5		SF950-126		
126.2	24	XE126.2	OHJAUSTAPA START (RK12 UUNIEN SYÖTTÖ)	OK12.5	S126.2	SF950-126	0-ST	
126.3	25	XE126.3	HÄIRIÖN KUITTAUS (RK12 UUNIEN SYÖTTÖ)	OK12.5	S126.3/H125.2	SF950-126	PN NO	
126.4	26	XE126.4	OHJAUSJÄNNITE 1 (RK12 UUNIEN SYÖTTÖ)	OK12.5	S126.4	SF950-126	0-1-ST	
126.5	27	XE126.5	OHJAUSJÄNNITE START (RK12 UUNIEN SYÖTTÖ)	OK12.5		SF950-126		
126.6	28	XE126.6	HÄTA-SEIS KUITTAUS (RK12 UUNIEN SYÖTTÖ)	OK12.5	S126.6/H125.1	SF950-126	PN NO	
126.7	29	XE126.7	TUOREKULJETIN 2 AUTOM. TAUKO	OK12.5	S126.7/H125.5	SF950-126	PN	
FE127								
127.0	32	XE127.0	TUOREKULJETIN 2 TAAKSE (+HARJA)	OK12.5	S127.0	SF950-127	ST-0-ST	
127.1	33	XE127.1	TUOREKULJETIN 2 ETEEN (+HARJA)	OK12.5		SF950-127		
127.2	34	XE127.2	SEKUNDAAN POISTO (SYLINTERIN OHJAUS)	OK12.5	S127.2	SF950-127	PN NO	
127.3	35	XE127.3	KIERTOKULJETIN ETEEN	OK12.5	S127.3	SF950-127	0-ST	
127.4	36	XE127.4	KIERTOKULJETIN YLÖS, VETOPÄÄ	OK12.5	S127.4	SF950-127	PN NUOLI NO	
127.5	37	XE127.5	KIERTOKULJETIN ALAS, VETOPÄÄ	OK12.5	S127.5	SF950-127	PN NUOLI NO	
127.6	38	XE127.6	KIERTOKULJETIN YLÖS, TAITTOPÄÄ	OK12.5	S127.6	SF950-127	PN NUOLI NO	
127.7	39	XE127.7	KIERTOKULJETIN ALAS, TAITTOPÄÄ	OK12.5	S127.7	SF950-127	PN NUOLI NO	
OSOITE KORT. RIVILIITIN NIMITYS SIJAINTI KOJE LEHTI HUOM TEST								
FE128								
128.0	2	XE128.0	TUOREKULJETIN 3 TAAKSE	OK12.5	S128.0	SF950-128	ST-0-ST	
128.1	3	XE128.1	TUOREKULJETIN 3 ETEEN	OK12.5		SF950-128		
128.2	4	XE128.2	TÄYTÖTORNI ALAS	OK12.5	S128.2	SF950-128	PN NUOLI NO	
128.3	5	XE128.3	TÄYTÖTORNI YLÖS	OK12.5	S128.3	SF950-128	PN NUOLI NO	
128.4	6	XE128.4		OK12.5		SF950-128		
128.5	7	XE128.5		OK12.5		SF950-128		
128.6	8	XE128.6		OK12.5		SF950-128		
128.7	9	XE128.7		OK12.5		SF950-128		
FE129								
129.0	12	XE129.0		OK12.5		SF950-129		
129.1	13	XE129.1		OK12.5		SF950-129		
129.2	14	XE129.2		OK12.5		SF950-129		
129.3	15	XE129.3		OK12.5		SF950-129		
129.4	16	XE129.4		OK12.5		SF950-129		
129.5	17	XE129.5		OK12.5		SF950-129		
129.6	18	XE129.6		OK12.5		SF950-129		
129.7	19	XE129.7		OK12.5		SF950-129		
FE130								
130.0	22	XE130.0	KÄTTELY PRÄSSI	KK12.2		SF950-130	<i>Kaapeli puuttuu</i>	
130.1	23	XE130.1	KÄTTELY PRÄSSI	KK12.2		SF950-130		
130.2	24	XE130.2	KÄTTELY PRÄSSI	KK12.2		SF950-130		
130.3	25	XE130.3	KÄTTELY PRÄSSI	KK12.2		SF950-130		
130.4	26	XE130.4	KÄTTELY PRÄSSI	KK12.2		SF950-130		
130.5	27	XE130.5	KÄTTELY PRÄSSI	KK12.2		SF950-130		
130.6	28	XE130.6	KÄTTELY PRÄSSI	KK12.2		SF950-130		
130.7	29	XE130.7	KÄTTELY PRÄSSI	KK12.2		SF950-130		
FE131								
131.0	32	XE131.0	KÄTTELY TRUKKI	KK12.2		SF950-131	<i>Kaapeli puuttuu</i>	
131.1	33	XE131.1	KÄTTELY TRUKKI	KK12.2		SF950-131		
131.2	34	XE131.2	KÄTTELY TRUKKI	KK12.2		SF950-131		
131.3	35	XE131.3	KÄTTELY TRUKKI	KK12.2		SF950-131		
131.4	36	XE131.4	KÄTTELY TRUKKI	KK12.2		SF950-131		
131.5	37	XE131.5	KÄTTELY TRUKKI	KK12.2		SF950-131		
131.6	38	XE131.6	KÄTTELY TRUKKI	KK12.2		SF950-131		
131.7	39	XE131.7	KÄTTELY TRUKKI	KK12.2		SF950-131		
OSOITE KORT. RIVILIITIN NIMITYS SIJAINTI KOJE LEHTI HUOM TEST								
FE132								
132.0	2	XE132.0		KK12.2/XE132A		SF950-132		
132.1	3	XE132.1	TUOREKULJETIN 1 PAIKALLAAN	KK12.2/XE132A	B132.1	SF950-132	IND (PISTOKE)	
132.2	4	XE132.2		KK12.2/XE132A		SF950-132		
132.3	5	XE132.3		KK12.2/XE132A		SF950-132		
132.4	6	XE132.4	TUOREKULJETIN 1 PYÖRINTÄVAHTI	KK12.2/XE132A	B132.4	SF950-132	IND (PISTOKE)	
132.5	7	XE132.5	TUOREKULJETIN LEVY PAIKALLA (PRÄSSIN AL)	KK12.2/XE132A	B132.5	SF950-132	IND (PISTOKE)	
132.6	8	XE132.6	LEVY POISTUNUT PRÄSSILTÄ	KK12.2/XE132A	B132.6	SF950-132	IND (PISTOKE)	
132.7	9	XE132.7	TUOREKULJETIN 1 ANTURIT KYTKETTY	KK12.2/XE132A		SF950-132	(PISTOKE)	
FE133								

HARKKOTEHDAS 2 I/O-LISTA, TULOT KK12.2 (E124-E159)

133.0	12	XE133.0	TUOREKULJETIN 2 PYÖRINTÄVAHTI	KK12.2/XE133A	B133.0	SF950-133	IND		
133.1	13	XE133.1	TUOREKULJETIN 2 TRIKKERI	KK12.2/XE133A	B133.1	SF950-133	IND		
133.2	14	XE133.2	TUOREKULJETIN 2 SEKUNDAN POISTO	KK12.2/XE133A	B133.2	SF950-133	IND		
133.3	15	XE133.3	SEKUNDAN POISTO TAKANA	KK12.2/XE133A	B133.3	SF950-133	IND		
133.4	16	XE133.4	SEKUNDAN POISTO EDESSÄ	KK12.2/XE133A	B133.4	SF950-133	IND		
133.5	17	XE133.5	KIERTOKULJETIN LOPPU	KK12.2/XE133A	B133.5	SF950-133	IND		
133.6	18	XE133.6	KIERTOKULJETIN VETOPÄÄ ALHAALLA	KK12.2/XE133A	B133.6	SF950-133	IND		
133.7	19	XE133.7	KIERTOKULJETIN VETOPÄÄ YLHÄÄLLÄ	KK12.2/XE133A	B133.7	SF950-133	IND		
FE134									
134.0	22	XE134.0	TUOREKULJETIN 3 ALKU	KK12.2/XE134A	B134.0	SF950-134	IND		
134.1	23	XE134.1	ALUSLEVYTTÄYTTÖTORNISSA	KK12.2/XE134A	B134.1	SF950-134	IND		
134.2	24	XE134.2	TÄYTTÖTORNIIN VÄLI VAPAA	KK12.2/XE134A	B134.2	SF950-134	IND		
134.3	25	XE134.3	TÄYTTÖTORNI HIDASTUS	KK12.2/XE134A	B134.3	SF950-134	IND		
134.4	26	XE134.4	TÄYTTÖTORNI SEIS	KK12.2/XE134A	B134.4	SF950-134	IND		
134.5	27	XE134.5	TRUKKI TORNIIN SISÄLLÄ 1	KK12.2/XE134A	B134.5	SF950-134	VKP		
134.6	28	XE134.6	TRUKKI TORNIIN SISÄLLÄ 2	KK12.2/XE134A	B134.6	SF950-134	VKP		
134.7	29	XE134.7	TÄYTTÖTORNI YLÄRAJA	KK12.2/XE134A	B134.7	SF950-134	IND NC		
FE135									
135.0	32	XE135.0	LEVY POISTUNUT KIERTOKULJETTIMELTA	KK12.2/XE135A	B135.0	SF950-135	IND		
135.1	33	XE135.1	KIERTOKULJETIN LEVY TULOSSA TUORE 2:LLE	KK12.2/XE135A	B135.1	SF950-135	IND		
135.2	34	XE135.2	KIERTOKULJETIN LEVY POISTUNUT TUORE 3:LTÄ	KK12.2/XE135A	B135.2	SF950-135	IND		
135.3	35	XE135.3	TUOREKULJETIN 3 PULSSI	KK12.2/XE135A	B135.3	SF950-135	IND		
135.4	36	XE135.4	TÄYTTÖTORNI, LEVY YLIMMÄLLÄ TASOLLA (12)	KK12.2/XE135A	B135.4	SF950-135	VK		
135.5	37	XE135.5		KK12.2/XE135A		SF950-135			
135.6	38	XE135.6		KK12.2/XE135A		SF950-135			
135.7	39	XE135.7		KK12.2/XE135A		SF950-135			
OSOITE	KORT.	RIVILIITIN	NIMITYS	SIJAINTI	KOJE	LEHTI	HUOM	TEST	
FE136									
136.0	2	XE136.0	OHJAUSTAPA KÄSI (RK12 PAKKAUSRATOJEN SY	OK12.7	S136.0	SF950-136	1-0-1		
136.1	3	XE136.1	OHJAUSTAPA AUTO (RK12 PAKKAUSRATOJEN SY	OK12.7		SF950-136			
136.2	4	XE136.2	OHJAUSTAPA START (RK12 PAKKAUSRATOJEN S	OK12.7	S136.2	SF950-136	0-ST		
136.3	5	XE136.3	HAIRIÖN KUITTAUS (RK12 PAKKAUSRATOJEN SY	OK12.7	S136.3/H133.2	SF950-136	PN NO		
136.4	6	XE136.4	OHJAUSJÄNNITE 1 (RK12 LOPPU)	OK12.7	S136.4	SF950-136	0-1-ST		
136.5	7	XE136.5	OHJAUSJÄNNITE START (RK12 LOPPU)	OK12.7		SF950-136			
136.6	8	XE136.6	HÄTÄ-SEIS KUITTAUS (RK12 LOPPU)	OK12.7	S136.6/H133.1	SF950-136	PN NO		
136.7	9	XE136.7		OK12.7		SF950-136			
FE137									
137.0	12	XE137.0	PURKUTORNI ALAS	OK12.7	S137.0	SF950-137	PN NUOLI NO		
137.1	13	XE137.1	PURKUTORNI YLÖS	OK12.7	S137.1	SF950-137	PN NUOLI NO		
137.2	14	XE137.2	KUIVAKULJETIN 1 TAAKSE	OK12.7	S137.2	SF950-137	ST-0-ST		
137.3	15	XE137.3	KUIVAKULJETIN 1 ETEEN	OK12.7		SF950-137			
137.4	16	XE137.4	KUIVAKULJETIN 2 TAAKSE	OK12.7	S137.4	SF950-137	ST-0-ST		
137.5	17	XE137.5	KUIVAKULJETIN 2 ETEEN	OK12.7		SF950-137			
137.6	18	XE137.6	KUIVAKULJETIN 3 TAAKSE	OK12.7	S137.6	SF950-137	ST-0-ST		
137.7	19	XE137.7	KUIVAKULJETIN 3 ETEEN	OK12.7		SF950-137			
FE138									
138.0	22	XE138.0	KIERTOKULJETIN ETEEN	OK12.7	S138.0	SF950-138	0-ST		
138.1	23	XE138.1	KIERTOKULJETIN YLÖS, VETOPÄÄ	OK12.7	S138.1	SF950-138	PN NUOLI NO		
138.2	24	XE138.2	KIERTOKULJETIN ALAS, VETOPÄÄ	OK12.7	S138.2	SF950-138	PN NUOLI NO		
138.3	25	XE138.3	KIERTOKULJETIN YLÖS, TAITTOPÄÄ	OK12.7	S138.3	SF950-138	PN NUOLI NO		
138.4	26	XE138.4	KIERTOKULJETIN ALAS, TAITTOPÄÄ	OK12.7	S138.4	SF950-138	PN NUOLI NO		
138.5	27	XE138.5		OK12.7		SF950-138			
138.6	28	XE138.6	KÄÄNNÖN 1 SYÖTIN 1 TAAKSE	OK12.7	S138.6	SF950-138	ST-0-ST		
138.7	29	XE138.7	KÄÄNNÖN 1 SYÖTIN 1 ETEEN	OK12.7		SF950-138			
FE139									
139.0	32	XE139.0	KÄÄNNÖN 1 SYÖTIN 1 ALAS	OK12.7	S139.0	SF950-139	PN NUOLI NO		
139.1	33	XE139.1	KÄÄNNÖN 1 SYÖTIN 1 YLÖS	OK12.7	S139.1	SF950-139	PN NUOLI NO		
139.2	34	XE139.2	KÄÄNNÖN 1 SYÖTIN 2 TAAKSE	OK12.7	S139.2	SF950-139	ST-0-ST		
139.3	35	XE139.3	KÄÄNNÖN 1 SYÖTIN 2 ETEEN	OK12.7		SF950-139			
139.4	36	XE139.4	KÄÄNNÖN 1 SYÖTIN 2 ALAS	OK12.7	S139.4	SF950-139	PN NUOLI NO		
139.5	37	XE139.5	KÄÄNNÖN 1 SYÖTIN 2 YLÖS	OK12.7	S139.5	SF950-139	PN NUOLI NO		
139.6	38	XE139.6	HYDRAULIIKKA 1 (PAKKAUSRADAT)	OK12.7	S139.6	SF950-139	0-1-ST		
139.7	39	XE139.7	HYDRAULIIKKA START (PAKKAUSRADAT)	OK12.7		SF950-139			
OSOITE	KORT.	RIVILIITIN	NIMITYS	SIJAINTI	KOJE	LEHTI	HUOM	TEST	
FE140									
140.0	2	XE140.0	KULJ. PAKKAUSRADALLE 1 TAAKSE	OK12.7	S140.0	SF950-140	ST-0-ST		
140.1	3	XE140.1	KULJ. PAKKAUSRADALLE 1 ETEEN	OK12.7		SF950-140			
140.2	4	XE140.2	HARKON PURISTUS	OK12.7	S140.2	SF950-140	0-ST		
140.3	5	XE140.3	HARKON KÄÄNTÖ	OK12.7	S140.3	SF950-140	ST-0-ST		
140.4	6	XE140.4	HARKON KÄÄNTÖ (PALAUTUS)	OK12.7		SF950-140			
140.5	7	XE140.5	KUIVAKULJETIN 1 AUTOM. TAUKO	OK12.7	S140.5/H133.7	SF950-140	PN NO		
140.6	8	XE140.6		OK12.7		SF950-140			
140.7	9	XE140.7		OK12.7		SF950-140			
FE141									
141.0	12	XE141.0		OK12.7		SF950-141			
141.1	13	XE141.1		OK12.7		SF950-141			
141.2	14	XE141.2		OK12.7		SF950-141			
141.3	15	XE141.3		OK12.7		SF950-141			
141.4	16	XE141.4		OK12.7		SF950-141			
141.5	17	XE141.5		OK12.7		SF950-141			
141.6	18	XE141.6		OK12.7		SF950-141			
141.7	19	XE141.7		OK12.7		SF950-141			
FE142									
142.0	22	XE142.0	OHJAUSTAPA KÄSI (RK12 PAKKAUSRATOJEN SY	OK12.8	S142.0	SF950-142	1-0-1		
142.1	23	XE142.1	OHJAUSTAPA AUTO (RK12 PAKKAUSRATOJEN SY	OK12.8		SF950-142			

HARKKOTEHDAS 2 I/O-LISTA, TULOT KK12.2 (E124-E159)

142.2	24	XE142.2	OHJAUSTAPA START (RK12 PAKKAUSRATOJEN SE	OK12.8	S142.2	SF950-142	0-ST	
142.3	25	XE142.3	HAIRION KUITTAUS (RK12 PAKKAUSRATOJEN SY	OK12.8	S142.3/H136.2	SF950-142	PN NO	
142.4	26	XE142.4	OHJAUSJÄNNITE 1 (RK12 LOPPU)	OK12.8	S142.4	SF950-142	0-1-ST	
142.5	27	XE142.5	OHJAUSJÄNNITE START (RK12 LOPPU)	OK12.8		SF950-142		
142.6	28	XE142.6	HÄTÄ-SEIS KUITTAUS (RK12 LOPPU)	OK12.8	S142.6/H136.1	SF950-142	PN NO	
142.7	29	XE142.7		OK12.8		SF950-142		
FE143								
143.0	32	XE143.0	KUIVAKULJETIN 3 TAAKSE	OK12.8	S143.0	SF950-143	ST-0-ST	
143.1	33	XE143.1	KUIVAKULJETIN 3 ETEEN	OK12.8		SF950-143		
143.2	34	XE143.2	KUIVAKULJETIN 4 TAAKSE	OK12.8	S143.2	SF950-143	ST-0-ST	
143.3	35	XE143.3	KUIVAKULJETIN 4 ETEEN	OK12.8		SF950-143		
143.4	36	XE143.4	KAÄNNÖN 2 SYÖTIN 1 TAAKSE	OK12.8	S143.4	SF950-143	ST-0-ST	
143.5	37	XE143.5	KAÄNNÖN 2 SYÖTIN 1 ETEEN	OK12.8	S143.5	SF950-143		
143.6	38	XE143.6	KAÄNNÖN 2 SYÖTIN 1 ALAS	OK12.8	S143.6	SF950-143	PN NUOLI NO	
143.7	39	XE143.7	KAÄNNÖN 2 SYÖTIN 1 YLÖS	OK12.8	S143.7	SF950-143	PN NUOLI NO	
OSOITE	KORT.	RIVILIITIN	NIMITYS	SJAINITI	KOJE	LEHTI	HUOM	TEST
FE144								
144.0	2	XE144.0	KAÄNNÖN 2 SYÖTIN 2 TAAKSE	OK12.8	S144.0	SF950-144	ST-0-ST	
144.1	3	XE144.1	KAÄNNÖN 2 SYÖTIN 2 ETEEN	OK12.8		SF950-144		
144.2	4	XE144.2	KAÄNNÖN 2 SYÖTIN 2 ALAS	OK12.8	S144.2	SF950-144	PN NUOLI NO	
144.3	5	XE144.3	KAÄNNÖN 2 SYÖTIN 2 YLÖS	OK12.8	S144.3	SF950-144	PN NUOLI NO	
144.4	6	XE144.4	KULJ. PAKKAUSRADALLE 2 TAAKSE	OK12.8	S144.4	SF950-144	ST-0-ST	
144.5	7	XE144.5	KULJ. PAKKAUSRADALLE 2 ETEEN	OK12.8		SF950-144		
144.6	8	XE144.6	HARKON PURISTUS	OK12.8	S144.6	SF950-144	0-ST	
144.7	9	XE144.7		OK12.8		SF950-144		
FE145								
145.0	12	XE145.0	HARKON KÄÄNTÖ	OK12.8	S145.0	SF950-145	ST-0-ST	
145.1	13	XE145.1	HARKON KÄÄNTÖ (PALAUTUS)	OK12.8		SF950-145		
145.2	14	XE145.2	KUIVAKULJETIN 5 TAAKSE	OK12.8	S145.2	SF950-145	ST-0-ST	
145.3	15	XE145.3	KUIVAKULJETIN 5 ETEEN	OK12.8		SF950-145		
145.4	16	XE145.4	POHJALEVYÄN KÄÄNTÄJÄ ETEEN	OK12.8	S145.4	SF950-145	0-ST	
145.5	17	XE145.5	LEVYÄN SAATTO MAKASIINIIN	OK12.8	S145.5	SF950-145	0-ST	
145.6	18	XE145.6	TYÖNTÖ PRÄSSILLE	OK12.8	S145.6	SF950-145	0-ST	
145.7	19	XE145.7	LEVYÄN ÖLJYTYS PÄÄLLE/POIS	OK12.8	S145.7/H137.2	SF950-145	PN NO	
FE146								
146.0	22	XE146.0	MAKASIINIIN HYDRAULIIKKA 1	OK12.8	S146.0	SF950-146	0-1-ST	
146.1	23	XE146.1	MAKASIINIIN HYDRAULIIKKA START	OK12.8		SF950-146		
146.2	24	XE146.2	MAKASIINI ALAS	OK12.8	S146.2	SF950-146	PN NUOLI NO	
146.3	25	XE146.3	MAKASIINI YLÖS	OK12.8	S146.3	SF950-146	PN NUOLI NO	
146.4	26	XE146.4	HYDRAULIIKKA 1 (PAKKAUSRADAT)	OK12.8	S146.4	SF950-146	0-1-ST	
146.5	27	XE146.5	HYDRAULIIKKA START (PAKKAUSRADAT)	OK12.8		SF950-146		
146.6	28	XE146.6		OK12.8		SF950-146		
146.7	29	XE146.7		OK12.8		SF950-146		
FE147								
147.0	32	XE147.0	VARALLA LEVYMAKASIINI TÄYSI	OK12.8	KL1	SF950-147		
147.1	33	XE147.1	VARALLA LEVYMAKASIINI TYHJÄ	OK12.8	KL2	SF950-147		
147.2	34	XE147.2	VARALLA ROBOTTI HAIRIO	OK12.8	KL3	SF950-147		
147.3	35	XE147.3		OK12.8		SF950-147		
147.4	36	XE147.4		OK12.8		SF950-147		
147.5	37	XE147.5		OK12.8		SF950-147		
147.6	38	XE147.6		OK12.8		SF950-147		
147.7	39	XE147.7		OK12.8		SF950-147		
OSOITE	KORT.	RIVILIITIN	NIMITYS	SJAINITI	KOJE	LEHTI	HUOM	TEST
FE148								
148.0	2	XE148.0	PURKUTORNI HIDASTUS	KK12.2/XE148A	B148.0	SF950-148	IND	
148.1	3	XE148.1	PURKUTORNI SEIS	KK12.2/XE148A	B148.1	SF950-148	IND	
148.2	4	XE148.2	LEVY 1 PAIKKA PURKUTORNISSA	KK12.2/XE148A	B148.2	SF950-148	IND NC	
148.3	5	XE148.3	LEVY 2 PAIKKA PURKUTORNISSA	KK12.2/XE148A	B148.3	SF950-148	IND NC	
148.4	6	XE148.4	LEVY 3 PAIKKA PURKUTORNISSA	KK12.2/XE148A	B148.4	SF950-148	IND NC	
148.5	7	XE148.5	PURKUTORNI VÄLI VAPAA	KK12.2/XE148A	B148.5	SF950-148	IND NC	
148.6	8	XE148.6	TRUKKI TORNISSA 1	KK12.2/XE148A	B148.6	SF950-148	VKP	
148.7	9	XE148.7	TRUKKI TORNISSA 2	KK12.2/XE148A	B148.7	SF950-148	VKP	
FE149								
149.0	12	XE149.0	KAÄNNÖN 1 SYÖTIN 1 ALHAALLA	KK12.2/XE149A	B149.0	SF950-149	IND	
149.1	13	XE149.1	KAÄNNÖN 1 SYÖTIN 1 YLHAALLA	KK12.2/XE149A	B149.1	SF950-149	IND	
149.2	14	XE149.2	KAÄNNÖN 1 SYÖTIN 1 TAKANA	KK12.2/XE149A	B149.2	SF950-149	IND	
149.3	15	XE149.3	KAÄNNÖN 1 SYÖTIN 1 EDESSÄ	KK12.2/XE149A	B149.3	SF950-149	IND	
149.4	16	XE149.4	KAÄNNÖN 1 SYÖTIN 2 ALHAALLA	KK12.2/XE149A	B149.4	SF950-149	IND	
149.5	17	XE149.5	KAÄNNÖN 1 SYÖTIN 2 YLHAALLA	KK12.2/XE149A	B149.5	SF950-149	IND	
149.6	18	XE149.6	KAÄNNÖN 1 SYÖTIN 2 TAKANA	KK12.2/XE149A	B149.6	SF950-149	IND	
149.7	19	XE149.7	KAÄNNÖN 1 SYÖTIN 2 EDESSÄ	KK12.2/XE149A	B149.7	SF950-149	IND	
FE150								
150.0	22	XE150.0	KÄÄNTÖ 1 SYÖTIN 1 LUPA TYÖNTÄÄ	KK12.2/XE150A	B150.0	SF950-150	VKM	
150.1	23	XE150.1	HARKON PURISTUS OIKEA TAKANA	KK12.2/XE150A	B150.1	SF950-150	IND	
150.2	24	XE150.2	HARKON PURISTUS VASEN TAKANA	KK12.2/XE150A	B150.2	SF950-150	IND	
150.3	25	XE150.3	KÄÄNTÄJÄ PÄÄTYRAJA 0	KK12.2/XE150A	B150.3	SF950-150	IND	
150.4	26	XE150.4	KÄÄNTÄJÄ PÄÄTYRAJA 180	KK12.2/XE150A	B150.4	SF950-150	IND	
150.5	27	XE150.5	TUOTE KÄÄNTÖKOHDASSA	KK12.2/XE150A	B150.5	SF950-150	VKM	
150.6	28	XE150.6	KÄÄNTÖ 1 SYÖTIN 2 ODOTUSRAJA (PALUULIIE)	KK12.2/XE150A	B150.6	SF950-150	IND	
150.7	29	XE150.7		KK12.2/XE150A		SF950-150		
FE151								
151.0	32	XE151.0	KUIVAKULJETIN 3 LOPPU	KK12.2/XE151A	B151.0	SF950-151	IND	
151.1	33	XE151.1	KUIVAKULJETIN 3 ALUSLEVY KIERTOON	KK12.2/XE151A	B151.1	SF950-151	IND	
151.2	34	XE151.2	KIERTOKULJETIN TAITTOPÄÄ ALHAALLA	KK12.2/XE151A	B151.2	SF950-151	IND	
151.3	35	XE151.3	KIERTOKULJETIN TAITTOPÄÄ YLHAALLA	KK12.2/XE151A	B151.3	SF950-151	IND	

HARKKOTEHDAS 2 I/O-LISTA, TULOT KK12.2 (E124-E159)

151.4	36	XE151.4	KUIVAKULJETIN 1 LOPPU	KK12.2/XE151A	B151.4	SF950-151	IND		
151.5	37	XE151.5	KUIVAKULJETIN 2 SIVUSIIRRON PAIKOITUS	KK12.2/XE151A	B151.5	SF950-151	VKM		
151.6	38	XE151.6	KUIVAKULJETIN 2 LOPPU	KK12.2/XE151A	B151.6	SF950-151			
151.7	39	XE151.7		KK12.2/XE151A		SF950-151			
OSOITE	KORT.	RIVILIITIN	NIMITYS	SJAJINTI	KOJE	LEHTI	HUOM	TEST	
FE152									
152.0	2	XE152.0	HYDRAULIIKKA PAKKAUSRADAT PINTA ALA	KK12.2/XE152A	LS152.0	SF950-152	LS		
152.1	3	XE152.1	HYDRAULIIKKA PAKKAUSRADAT LÄMPÖ YLÄ	KK12.2/XE152A	TS152.1	SF950-152	TS		
152.2	4	XE152.2	HYDRAULIIKKA LEVYMAKASIINI PINTA ALA	KK12.2/XE152A	LS152.2	SF950-152	LS		
152.3	5	XE152.3	LEVYN ÖLJYTYS PAINKEYTKIN	KK12.2/XE152A	PS152.3	SF950-152	PS		
152.4	6	XE152.4	HYDRAULIIKAN PAINESUODATIN 1 TUKOSSA	KK12.2/XE152A	PS152.4	SF950-152	PS		
152.5	7	XE152.5	HYDRAULIIKAN PAINESUODATIN 2 TUKOSSA	KK12.2/XE152A	PS152.5	SF950-152	PS		
152.6	8	XE152.6	HYDRAULIIKAN PALUUSUODATIN TUKOSSA	KK12.2/XE152A	PS152.6	SF950-152	PS		
152.7	9	XE152.7		KK12.2/XE152A		SF950-152			
FE153									
153.0	12	XE153.0	KÄÄNNÖN 2 SYÖTIN 1 ALHAALLA	KK12.2/XE153A	B153.0	SF950-153	IND		
153.1	13	XE153.1	KÄÄNNÖN 2 SYÖTIN 1 YLHAALLA	KK12.2/XE153A	B153.1	SF950-153	IND		
153.2	14	XE153.2	KÄÄNNÖN 2 SYÖTIN 1 TAKANA	KK12.2/XE153A	B153.2	SF950-153	IND		
153.3	15	XE153.3	KÄÄNNÖN 2 SYÖTIN 1 EDESSÄ	KK12.2/XE153A	B153.3	SF950-153	IND		
153.4	16	XE153.4	KÄÄNNÖN 2 SYÖTIN 2 ALHAALLA	KK12.2/XE153A	B153.4	SF950-153	IND		
153.5	17	XE153.5	KÄÄNNÖN 2 SYÖTIN 2 YLHAALLA	KK12.2/XE153A	B153.5	SF950-153	IND		
153.6	18	XE153.6	KÄÄNNÖN 2 SYÖTIN 2 TAKANA	KK12.2/XE153A	B153.6	SF950-153	IND		
153.7	19	XE153.7	KÄÄNNÖN 2 SYÖTIN 2 EDESSÄ	KK12.2/XE153A	B153.7	SF950-153	IND		
FE154									
154.0	22	XE154.0	KUIVAKULJETIN 4 SIVUSIIRRON PAIKOITUS	KK12.2/XE154A	B154.0	SF950-154	VKM		
154.1	23	XE154.1	KÄÄNTÖ 2 SYÖTIN 2 LUPA TYONTÄÄ	KK12.2/XE154A	B154.1	SF950-154	VKM		
154.2	24	XE154.2	HARKON PURISTUS OIKEA TAKANA	KK12.2/XE154A	B154.2	SF950-154	IND		
154.3	25	XE154.3	HARKON PURISTUS VASEN TAKANA	KK12.2/XE154A	B154.3	SF950-154	IND		
154.4	26	XE154.4	KÄÄNTÄJÄ PÄÄTYRAJA 0	KK12.2/XE154A	B154.4	SF950-154	IND		
154.5	27	XE154.5	KÄÄNTÄJÄ PÄÄTYRAJA 180	KK12.2/XE154A	B154.5	SF950-154	IND		
154.6	28	XE154.6	TUOTE KÄÄNTÖKOHDASSA	KK12.2/XE154A	B154.6	SF950-154	VKM		
154.7	29	XE154.7	KÄÄNTÖ 2 SYÖTIN 2 ODOTUSRAJA (PALUULIIKE)	KK12.2/XE154A	B154.7	SF950-154	IND		
FE155									
155.0	32	XE155.0	LEVY KÄÄNTÄJÄLLÄ	KK12.2/XE155A	B155.0	SF950-155	IND		
155.1	33	XE155.1	KÄÄNTÄJÄ HIDASTUS	KK12.2/XE155A	B155.1	SF950-155	IND		
155.2	34	XE155.2	KÄÄNTÄJÄ PYSÄYTYS	KK12.2/XE155A	B155.2	SF950-155	IND		
155.3	35	XE155.3	LEVY POISTUNUT KÄÄNTÄJÄLTÄ	KK12.2/XE155A	B155.3	SF950-155	IND		
155.4	36	XE155.4	KUIVAKULJETIN 5 LOPPU (LUPA SAATOLLE)	KK12.2/XE155A	B155.4	SF950-155	IND		
155.5	37	XE155.5		KK12.2/XE155A		SF950-155			
155.6	38	XE155.6		KK12.2/XE155A		SF950-155			
155.7	39	XE155.7		KK12.2/XE155A		SF950-155			
OSOITE	KORT.	RIVILIITIN	NIMITYS	SJAJINTI	KOJE	LEHTI	HUOM	TEST	
FE156									
156.0	2	XE156.0		KK12.2/XE156A		SF950-156			
156.1	3	XE156.1		KK12.2/XE156A		SF950-156			
156.2	4	XE156.2		KK12.2/XE156A		SF950-156			
156.3	5	XE156.3		KK12.2/XE156A		SF950-156			
156.4	6	XE156.4	ÖLJYTYSPAIKKA LEVYKULJETTIMELLA	KK12.2/XE156A	B156.4	SF950-156	IND		
156.5	7	XE156.5	LEVYKULJETIN ALKU VAPAA	KK12.2/XE156A	B156.5	SF950-156	IND		
156.6	8	XE156.6		KK12.2/XE156A		SF950-156			
156.7	9	XE156.7	LEVYN PAIKOITUS PRÄSSILLE	KK12.2/XE156A	B156.7	SF950-156	IND		
FE157									
157.0	12	XE157.0	KUIVAKULJETIN 4 LOPPU	KK12.2/XE157A	B157.0	SF950-157	IND		
157.1	13	XE157.1	KUIVAKULJETIN 5 KÄÄNNÖN ODOTUS	KK12.2/XE157A	B157.1	SF950-157	IND		
157.2	14	XE157.2	TYÖNTÖ PRÄSSILLE YLHAALLA	KK12.2/XE157A	B157.2	SF950-157	IND		
157.3	15	XE157.3	TYÖNTÖ PRÄSSILLE ALHAALLA	KK12.2/XE157A	B157.3	SF950-157	IND		
157.4	16	XE157.4		KK12.2/XE157A		SF950-157			
157.5	17	XE157.5		KK12.2/XE157A		SF950-157			
157.6	18	XE157.6		KK12.2/XE157A		SF950-157			
157.7	19	XE157.7		KK12.2/XE157A		SF950-157			
FE158									
158.0	22	XE158.0	PAKKAUSKULJETIN 1.1 LOPPU	KK12.2XE158B	B158.0	SF950-158	VKP		
158.1	23	XE158.1		KK12.2XE158B		SF950-158			
158.2	24	XE158.2		KK12.2XE158B		SF950-158			
158.3	25	XE158.3		KK12.2XE158B		SF950-158			
158.4	26	XE158.4	PAKKAUSKULJETIN 2.1 LOPPU	KK12.2/XE158C	B158.4	SF950-158	VKP		
158.5	27	XE158.5		KK12.2/XE158C		SF950-158			
158.6	28	XE158.6		KK12.2/XE158C		SF950-158			
158.7	29	XE158.7		KK12.2/XE158C		SF950-158			
FE159									
159.0	32	XE159.0		KK12.2		SF950-159			
159.1	33	XE159.1		KK12.2		SF950-159			
159.2	34	XE159.2		KK12.2		SF950-159			
159.3	35	XE159.3		KK12.2		SF950-159			
159.4	36	XE159.4		KK12.2		SF950-159			
159.5	37	XE159.5		KK12.2		SF950-159			
159.6	38	XE159.6		KK12.2		SF950-159			
159.7	39	XE159.7		KK12.2		SF950-159			
OSOITE	KORT.	RIVILIITIN	NIMITYS	SJAJINTI	KOJE	LEHTI	HUOM	TEST	
	2			KK12.2					
	3			KK12.2					
	4			KK12.2					
	5			KK12.2					
	6			KK12.2					

HARKKOTEHDAS 2 I/O-LISTA, LÄHDÖT KK12.2 (A124-A147)

OSOITE	LIITIN	RE/LI	NIMITYS	SIJAINTI	KOJE	LEHTI	HUOM	TEST
FA124								
124.0	2	XA124.0	OHJAUSJÄNNITE PÄÄLLÄ (RK12 UUNIEN SYÖTÖ)	OK12.4	H124.0	SF960-124	VA	
124.1	3	XA124.1	HÄTÄ-SEIS PAINETTU (RK12 UUNIEN SYÖTÖ)	OK12.4	H124.1	SF960-124	SI	
124.2	4	XA124.2	HÄIRIÖ (RK12 UUNIEN SYÖTÖ)	OK12.4	S124.3/H124.2	SF960-124	KE	
124.3	5	XA124.3	OHJAUSTAPA KÄSI (RK12 UUNIEN SYÖTÖ)	OK12.4	H124.3	SF960-124	VA	
124.4	6	XA124.4	OHJAUSTAPA AUTO (RK12 UUNIEN SYÖTÖ)	OK12.4	H124.4	SF960-124	VA	
124.5	7	XA124.5	MASSAN SYÖTÖ MERKKIVALO	OK12.4	H124.5	SF960-124	VI	
124.6	8	XA124.6	RATA AJOVALMIS	OK12.4	H124.6	SF960-124	VA	
124.7	9	XA124.7		OK12.4		SF960-124		
FA125								
125.0	12	XA125.0	OHJAUSJÄNNITE PÄÄLLÄ (RK12 UUNIEN SYÖTÖ)	OK12.5	H125.0	SF960-125	VA	
125.1	13	XA125.1	HÄTÄ-SEIS PAINETTU (RK12 UUNIEN SYÖTÖ)	OK12.5	S126.6/H125.1	SF960-125	SI	
125.2	14	XA125.2	HÄIRIÖ (RK12 UUNIEN SYÖTÖ)	OK12.5	S126.3/H125.2	SF960-125	KE	
125.3	15	XA125.3	OHJAUSTAPA KÄSI (RK12 UUNIEN SYÖTÖ)	OK12.5	H125.3	SF960-125	VA	
125.4	16	XA125.4	OHJAUSTAPA AUTO (RK12 UUNIEN SYÖTÖ)	OK12.5	H125.4	SF960-125	VA	
125.5	17	XA125.5	TUORE 2 AUTOM. TAUKO	OK12.5	S126.7/H125.5	SF960-125	VA	
125.6	18	XA125.6		OK12.5		SF960-125		
125.7	19	XA125.7		OK12.5		SF960-125		
FA126								
126.0	22	XA126.0		OK12.5		SF960-126		
126.1	23	XA126.1		OK12.5		SF960-126		
126.2	24	XA126.2		OK12.5		SF960-126		
126.3	25	XA126.3		OK12.5		SF960-126		
126.4	26	XA126.4		OK12.5		SF960-126		
126.5	27	XA126.5		OK12.5		SF960-126		
126.6	28	XA126.6		OK12.5		SF960-126		
126.7	29	XA126.7		OK12.5		SF960-126		
FA127								
127.0	32	XA127.0		KK12.2		SF960-127		
127.1	33	XA127.1		KK12.2		SF960-127		
127.2	34	XA127.2		KK12.2		SF960-127		
127.3	35	XA127.3		KK12.2		SF960-127		
127.4	36	XA127.4		KK12.2		SF960-127		
127.5	37	XA127.5		KK12.2		SF960-127		
127.6	38	XA127.6		KK12.2		SF960-127		
127.7	39	XA127.7		KK12.2		SF960-127		
OSOITE	LIITIN	RE/LI	NIMITYS	SIJAINTI	KOJE	LEHTI	HUOM	TEST
FA128								
128.0	2	K128.0	PRÄSSI KÄTTELY	KK12.2		SF960-128	Kaapeli puuttuu	
128.1	3	K128.1	PRÄSSI KÄTTELY	KK12.2		SF960-128		
128.2	4	K128.2	PRÄSSI KÄTTELY	KK12.2		SF960-128		
128.3	5	K128.3	PRÄSSI KÄTTELY	KK12.2		SF960-128		
128.4	6	K128.4	PRÄSSI KÄTTELY	KK12.2		SF960-128		
128.5	7	K128.5	PRÄSSI KÄTTELY	KK12.2		SF960-128		
128.6	8	K128.6	PRÄSSI KÄTTELY	KK12.2		SF960-128		
128.7	9	K128.7	PRÄSSI KÄTTELY	KK12.2		SF960-128		
129.0	12	K129.0	TRUKKI KÄTTELY	KK12.2		SF960-129	Kaapeli puuttuu	
129.1	13	K129.1	TRUKKI KÄTTELY	KK12.2		SF960-129		
129.2	14	K129.2	TRUKKI KÄTTELY	KK12.2		SF960-129		
129.3	15	K129.3	TRUKKI KÄTTELY	KK12.2		SF960-129		
129.4	16	K129.4	TRUKKI KÄTTELY	KK12.2		SF960-129		
129.5	17	K129.5	TRUKKI KÄTTELY	KK12.2		SF960-129		
129.6	18	K129.6	TRUKKI KÄTTELY	KK12.2		SF960-129		
129.7	19	K129.7	TRUKKI KÄTTELY	KK12.2		SF960-129		
FA130.0 24VDC								
130.0	22	K130.0	SEKUNDAANPOISTO ETEEN	KK12.2/XA130B	Y130.0	SF960-130		
130.1	23	K130.1	SEKUNDAANPOISTO TAKSE	KK12.2/XA130B	Y130.1	SF960-130		
130.2	24	K130.2	KIERTOKULJETIN VETOPÄÄ ALAS	KK12.2/XA130B	Y130.2	SF960-130		
130.3	25	K130.3	KIERTOKULJETIN VETOPÄÄ YLÖS	KK12.2/XA130B	Y130.3	SF960-130		
130.4	26	K130.4		KK12.2		SF960-130		
130.5	27	K130.5		KK12.2		SF960-130		
130.6	28	K130.6		KK12.2		SF960-130		
130.7	29	K130.7		KK12.2		SF960-130		
FA131.0 24VDC								
131.0	32	K131.0		KK12.2		SF960-131		
131.1	33	K131.1		KK12.2		SF960-131		
131.2	34	K131.2		KK12.2		SF960-131		
131.3	35	K131.3		KK12.2		SF960-131		
131.4	36	K131.4		KK12.2		SF960-131		
131.5	37	K131.5		KK12.2		SF960-131		
131.6	38	K131.6		KK12.2		SF960-131		
131.7	39	K131.7		KK12.2		SF960-131		
OSOITE	LIITIN	RE/LI	NIMITYS	SIJAINTI	KOJE	LEHTI	HUOM	TEST
FA132								
FA132.0 24VDC								
132.0	2	K132.0	KÄYNNISTYSHÄLYTYYS ÄÄNI 1	KK12.2	H132.0	SF960-132	JATKUVA YLMO5	
132.1	3	K132.1	KÄYNNISTYSHÄLYTYYS ÄÄNI 2	KK12.2		SF960-132		
132.2	4	K132.2	KÄYNNISTYSHÄLYTYYS VALO	KK12.2		SF960-132		
132.3	5	K132.3		KK12.2		SF960-132		
132.4	6	K132.4	VALOTORNI KÄSIJOLLA	KK12.2	H132.4	SF960-132	Rittal-torni (va)	
132.5	7	K132.5	VALOTORNI AUTOMAATILLA	KK12.2	H132.5	SF960-132	VI	
132.6	8	K132.6	VALOTORNI HÄIRIÖ	KK12.2	H132.6	SF960-132	KE	
132.7	9	K132.7	VALOTORNI ÄÄNI	KK12.2	H132.7	SF960-132		
FA133								
133.0	12	XA133.0	OHJAUSJÄNNITE PÄÄLLÄ (RK12 LOPPU)	OK12.7	H133.0	SF960-133	VA	

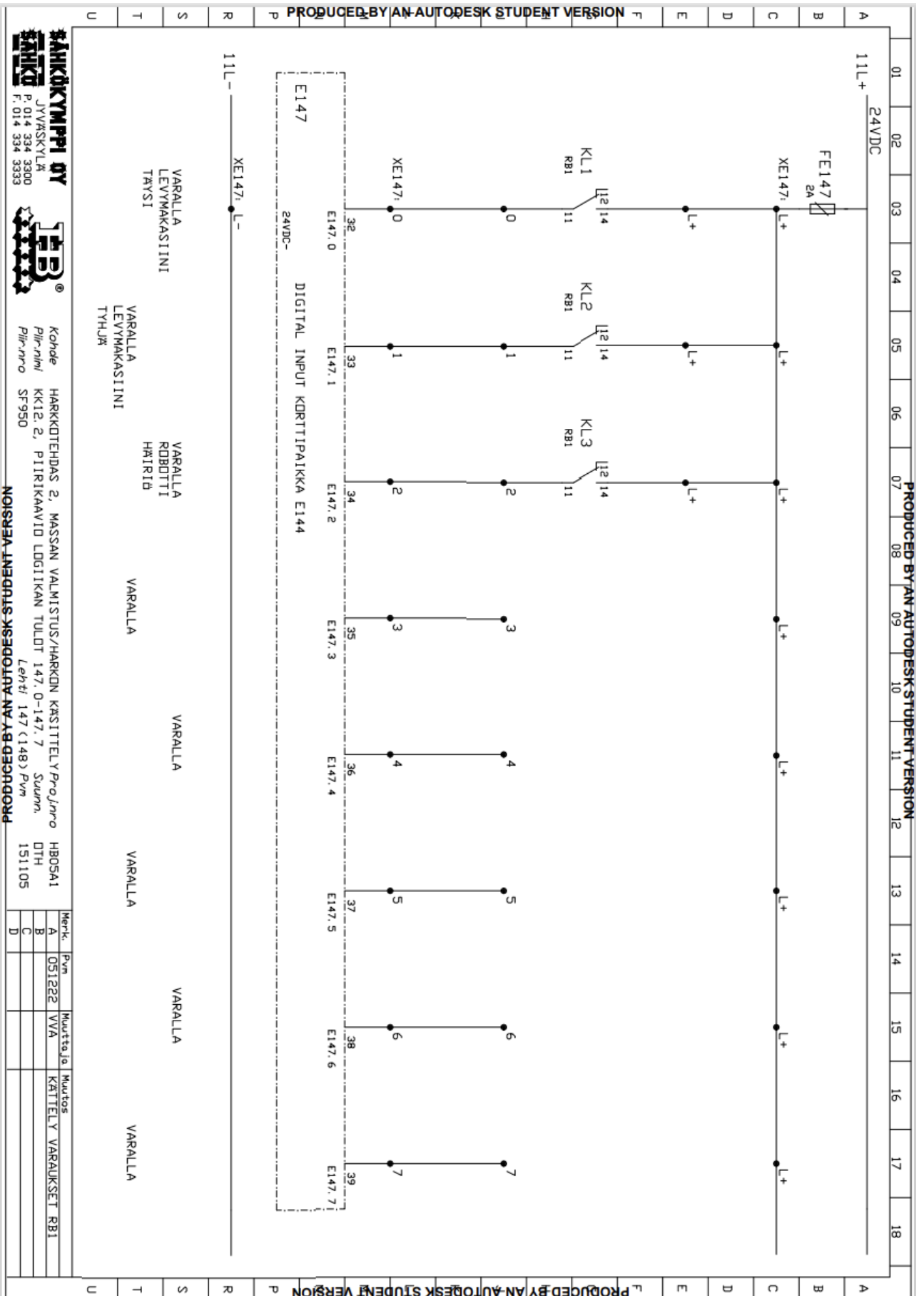
HARKKOTEHDAS 2 I/O-LISTA, LÄHDÖT KK12.2 (A124-A147)

133.1	13	XA133.1	HÄTÄ-SEIS PAINETTU (RK12 LOPPU)	OK12.7	S136.6/H133.1	SF960-133	SI	
133.2	14	XA133.2	HÄIRIÖ (RK12 PAKKAUS SYÖTTÖ)	OK12.7	S136.3/H133.2	SF960-133	KE	
133.3	15	XA133.3	OHJAUSTAPA KÄSI (RK12 PAKKAUS SYÖTTÖ)	OK12.7	H133.3	SF960-133	VA	
133.4	16	XA133.4	OHJAUSTAPA AUTO (RK12 PAKKAUS SYÖTTÖ)	OK12.7	H133.4	SF960-133	VA	
133.5	17	XA133.5	HYDRAULIIKKA PAKKAUSRADAT KÄY	OK12.7	H133.5	SF960-133	VI	
133.6	18	XA133.6	HYDRAULIIKKA PINTA	OK12.7	H133.6	SF960-133	KE	
133.7	19	XA133.7	KUIVAKULJETIN 1 AUTOM. TAUKO	OK12.7	S140.5/H133.7	SF960-133	VA	
FA134								
134.0	22	XA134.0		OK12.7		SF960-134		
134.1	23	XA134.1		OK12.7		SF960-134		
134.2	24	XA134.2		OK12.7		SF960-134		
134.3	25	XA134.3		OK12.7		SF960-134		
134.4	26	XA134.4		OK12.7		SF960-134		
134.5	27	XA134.5		OK12.7		SF960-134		
134.6	28	XA134.6		OK12.7		SF960-134		
134.7	29	XA134.7		OK12.7		SF960-134		
FA135.0 24VDC								
135.0	32	K135.0	VALOTORNI KÄSIAJOLLA	KK12.2	H135.0	SF960-135	JATKUVA	
135.1	33	K135.1	VALOTORNI AUTOMAATILLA	KK12.2	H135.1	SF960-135	Rittal-torni (va)	
135.2	34	K135.2	VALOTORNI HÄIRIÖ	KK12.2	H135.2	SF960-135	VI	
135.3	35	K135.3	VALOTORNI ÄÄNI	KK12.2	H135.3	SF960-135	KE	
135.4	36	K135.4		KK12.2		SF960-135		
135.5	37	K135.5		KK12.2		SF960-135		
135.6	38	K135.6		KK12.2		SF960-135		
135.7	39	K135.7		KK12.2		SF960-135		
OSOITE	LIITIN	RE/LI	NIMITYS	SIJAINTI	KOJE	LEHTI	HUOM	TEST
FA136								
136.0	2	XA136.0	OHJAUSJÄNNITE PÄÄLLÄ (RK12 LOPPU)	OK12.8	H136.0	SF960-136	VA	
136.1	3	XA136.1	HÄTÄ-SEIS PAINETTU (RK12 LOPPU)	OK12.8	S142.6/H136.1	SF960-136	SI	
136.2	4	XA136.2	HÄIRIÖ (RK12 PAKKAUS SYÖTTÖ)	OK12.8	S142.3/H136.2	SF960-136	KE	
136.3	5	XA136.3	OHJAUSTAPA KÄSI (RK12 PAKKAUS SYÖTTÖ)	OK12.8	H136.3	SF960-136	VA	
136.4	6	XA136.4	OHJAUSTAPA AUTO (RK12 PAKKAUS SYÖTTÖ)	OK12.8	H136.4	SF960-136	VA	
136.5	7	XA136.5	HYDRAULIIKKA PAKKAUSRADAT KÄY	OK12.8	H136.5	SF960-136	VI	
136.6	8	XA136.6	HYDRAULIIKKA LEVYMAKASIINI KÄY	OK12.8	H136.6	SF960-136	VI	
136.7	9	XA136.7	HYDRAULIIKKA PINTA (PAKKAUSRADAT)	OK12.8	H136.7	SF960-136	KE	
FA137								
137.0	12	XA137.0	HYDRAULIIKKA PINTA (LEVYMAKASIINI)	OK12.8	H137.0	SF960-137	KE	
137.1	13	XA137.1	ALUSLEVYJEN ÖLJY LOPUSSA	OK12.8	H137.1	SF960-137	KE	
137.2	14	XA137.2	LEVYN ÖLJYTYS PÄÄLLÄ	OK12.8	S145.7/H137.2	SF960-137	VI	
137.3	15	XA137.3		OK12.8		SF960-137		
137.4	16	XA137.4		OK12.8		SF960-137		
137.5	17	XA137.5		OK12.8		SF960-137		
137.6	18	XA137.6		OK12.8		SF960-137		
137.7	19	XA137.7		OK12.8		SF960-137		
FA138.0 230VAC								
138.0	22	K138.0	KÄÄNNÖN 1 SYÖTIN 1 ETEEN	KK12.2	Y138.0	SF960-138	OHJAUSJÄNNITE	
138.1	23	K138.1	KÄÄNNÖN 1 SYÖTIN 1 TAAKSE	KK12.2	Y138.1	SF960-138	TURVA RATA 1	
138.2	24	K138.2	KÄÄNNÖN 1 SYÖTIN 1 ALAS	KK12.2	Y138.2	SF960-138		
138.3	25	K138.3	KÄÄNNÖN 1 SYÖTIN 1 YLOS	KK12.2	Y138.3	SF960-138		
138.4	26	K138.4	KÄÄNNÖN 1 SYÖTIN 2 ETEEN	KK12.2	Y138.4	SF960-138		
138.5	27	K138.5	KÄÄNNÖN 1 SYÖTIN 2 TAAKSE	KK12.2	Y138.5	SF960-138		
138.6	28	K138.6	KÄÄNNÖN 1 SYÖTIN 2 ALAS	KK12.2	Y138.6	SF960-138		
138.7	29	K138.7	KÄÄNNÖN 1 SYÖTIN 2 YLOS	KK12.2	Y138.7	SF960-138		
FA139.0 230VAC								
139.0	32	K139.0	HARKON PURISTUS KIINNI (RADALLE 1)	KK12.2	Y139.0	SF960-139		
139.1	33	K139.1	HARKON PURISTUS AUKI (RADALLE 1)	KK12.2	Y139.1	SF960-139		
139.2	34	K139.2	HARKON KÄÄNTÖ MYÖTÄPÄIVÄÄN (RADALLE 1)	KK12.2	Y139.2	SF960-139		
139.3	35	K139.3	HARKON KÄÄNTÖ VASTAPÄIVÄÄN (RADALLE 1)	KK12.2	Y139.3	SF960-139		
139.4	36	K139.4		KK12.2		SF960-139		
139.5	37	K139.5		KK12.2		SF960-139		
139.6	38	K139.6		KK12.2		SF960-139		
139.7	39	K139.7		KK12.2		SF960-139		
OSOITE	LIITIN	RE/LI		SIJAINTI	KOJE	LEHTI	HUOM	TEST
FA140								
FA140.0 230VAC								
140.0	2	K140.0	KÄÄNNÖN 2 SYÖTIN 1 ETEEN	KK12.2	Y140.0	SF960-140	OHJAUSJÄNNITE	
140.1	3	K140.1	KÄÄNNÖN 2 SYÖTIN 1 TAAKSE	KK12.2	Y140.1	SF960-140	TURVA RATA 2	
140.2	4	K140.2	KÄÄNNÖN 2 SYÖTIN 1 ALAS	KK12.2	Y140.2	SF960-140		
140.3	5	K140.3	KÄÄNNÖN 2 SYÖTIN 1 YLOS	KK12.2	Y140.3	SF960-140		
140.4	6	K140.4	KÄÄNNÖN 2 SYÖTIN 2 ETEEN	KK12.2	Y140.4	SF960-140		
140.5	7	K140.5	KÄÄNNÖN 2 SYÖTIN 2 TAAKSE	KK12.2	Y140.5	SF960-140		
140.6	8	K140.6	KÄÄNNÖN 2 SYÖTIN 2 ALAS	KK12.2	Y140.6	SF960-140		
140.7	9	K140.7	KÄÄNNÖN 2 SYÖTIN 2 YLOS	KK12.2	Y140.7	SF960-140		
FA141.0 230VAC								
141.0	12	K141.0	HARKON PURISTUS KIINNI (RADALLE 2)	KK12.2	Y141.0	SF960-141		
141.1	13	K141.1	HARKON PURISTUS AUKI (RADALLE 2)	KK12.2	Y141.1	SF960-141		
141.2	14	K141.2	HARKON KÄÄNTÖ MYÖTÄPÄIVÄÄN (RADALLE 2)	KK12.2	Y141.2	SF960-141		
141.3	15	K141.3	HARKON KÄÄNTÖ VASTAPÄIVÄÄN (RADALLE 2)	KK12.2	Y141.3	SF960-141		
141.4	16	K141.4		KK12.2		SF960-141		
141.5	17	K141.5		KK12.2		SF960-141		
141.6	18	K141.6		KK12.2		SF960-141		
141.7	19	K141.7		KK12.2		SF960-141		
FA142.0 230VAC								
142.0	22	K142.0		KK12.2		SF960-142	OHJAUSJÄNNITE	
142.1	23	K142.1		KK12.2		SF960-142		
142.2	24	K142.2		KK12.2		SF960-142		
142.3	25	K142.3		KK12.2		SF960-142		

HARKKOTEHDAS 2 I/O-LISTA, LÄHDÖT KK12.2 (A124-A147)

142.4	26	K142.4		KK12.2		SF960-142		
142.5	27	K142.5		KK12.2		SF960-142		
142.6	28	K142.6		KK12.2		SF960-142		
142.7	29	K142.7		KK12.2		SF960-142		
143.0	32	K143.0		KK12.2		SF960-143		
143.1	33	K143.1		KK12.2		SF960-143		
143.2	34	K143.2		KK12.2		SF960-143		
143.3	35	K143.3		KK12.2		SF960-143		
143.4	36	K143.4		KK12.2		SF960-143		
143.5	37	K143.5		KK12.2		SF960-143		
143.6	38	K143.6		KK12.2		SF960-143		
143.7	39	K143.7		KK12.2		SF960-143		
OSOITE	LIITIN	RE/LI	NIMITYS	SIJAINTI	KOJE	LEHTI	HUOM	TEST
FA144		FA144.0	230VAC				OHJAUSJÄNNITE	
144.0	2	K144.0		KK12.2		SF960-144	TURVA KÄÄNTÖ	
144.1	3	K144.1		KK12.2		SF960-144		
144.2	4	K144.2		KK12.2		SF960-144		
144.3	5	K144.3		KK12.2		SF960-144		
144.4	6	K144.4		KK12.2		SF960-144		
144.5	7	K144.5		KK12.2		SF960-144		
144.6	8	K144.6		KK12.2		SF960-144		
144.7	9	K144.7		KK12.2		SF960-144		
		FA145.0	230VAC				OHJAUSJÄNNITE	
145.0	12	K145.0		KK12.2		SF960-145		
145.1	13	K145.1	HYDRAULIIKKA PAINEEN PURKU (PAKKAUSRATA 1)	KK12.2	Y145.1	SF960-145		
145.2	14	K145.2		KK12.2		SF960-145		
145.3	15	K145.3		KK12.2		SF960-145		
145.4	16	K145.4		KK12.2		SF960-145		
145.5	17	K145.5		KK12.2		SF960-145		
145.6	18	K145.6		KK12.2		SF960-145		
145.7	19	K145.7		KK12.2		SF960-145		
		FA146.0	24VDC				OHJAUSJÄNNITE	
146.0	22	K146.0	KIERTOKULJETIN YLÖS, TAITTOPÄÄ	KK12.2/XA146B	Y146.0	SF960-146		
146.1	23	K146.1	KIERTOKULJETIN ALAS, TAITTOPÄÄ	KK12.2/XA146B	Y146.1	SF960-146		
146.2	24	K146.2	LEVYN ÖLJYTYS PÄÄLLE/POIS	KK12.2/XA146B	Y146.2	SF960-146		
146.3	25	K146.3	LEVYN PYSÄYTYS KIERTOKULJETTIMELLA	KK12.2/XA146B	Y146.3	SF960-146		
146.4	26	K146.4				SF960-146		
146.5	27	K146.5				SF960-146		
146.6	28	K146.6				SF960-146		
146.7	29	K146.7				SF960-146		
		FA147.0	24VDC				OHJAUSJÄNNITE	
147.0	32	K147.0	HYDRAULIIKKA LUKITUSVENTTIILI PAKKAUSRATA 1	KK12.2/XA147B	Y147.0	SF960-147	TURVA RATA 1	
147.1	33	K147.1	HYDRAULIIKKA LUKITUSVENTTIILI PAKKAUSRATA 2	KK12.2/XA147B	Y147.1	SF960-147	TURVA RATA 2	
147.2	34	K147.2	HYDRAULIIKKA LUKITUSVENTTIILI LEVYN KÄÄNTÖ	KK12.2/XA147B	Y147.2	SF960-147	TURVA KÄÄNTÖ	
147.3	35	K147.3		KK12.2/XA147B		SF960-147		
147.4	36	K147.4				SF960-147		
147.5	37	K147.5				SF960-147		
147.6	38	K147.6				SF960-147		
147.7	39	K147.7				SF960-147		
OSOITE	LIITIN	RE/LI	NIMITYS	SIJAINTI	KOJE	LEHTI	HUOM	TEST
FA148								
148.0	2	K148.0				SF960-148		
148.1	3	K148.1				SF960-148		
148.2	4	K148.2				SF960-148		
148.3	5	K148.3				SF960-148		
148.4	6	K148.4				SF960-148		
148.5	7	K148.5				SF960-148		
148.6	8	K148.6				SF960-148		
148.7	9	K148.7				SF960-148		
149.0	12	K149.0				SF960-149		
149.1	13	K149.1				SF960-149		
149.2	14	K149.2				SF960-149		
149.3	15	K149.3				SF960-149		
149.4	16	K149.4				SF960-149		
149.5	17	K149.5				SF960-149		
149.6	18	K149.6				SF960-149		
149.7	19	K149.7				SF960-149		
150.0	22	K150.0				SF960-150		
150.1	23	K150.1				SF960-150		
150.2	24	K150.2				SF960-150		
150.3	25	K150.3				SF960-150		
150.4	26	K150.4				SF960-150		
150.5	27	K150.5				SF960-150		
150.6	28	K150.6				SF960-150		
150.7	29	K150.7				SF960-150		
151.0	32	K151.0				SF960-151		
151.1	33	K151.1				SF960-151		
151.2	34	K151.2				SF960-151		
151.3	35	K151.3				SF960-151		
151.4	36	K151.4				SF960-151		
151.5	37	K151.5				SF960-151		
151.6	38	K151.6				SF960-151		

Liite 3. Työkuvat RK12-KK12.2



HARKKOKYMPPI OY
 JYVÄSKYLÄ
 P. 014 334 3300
 F. 014 334 3333



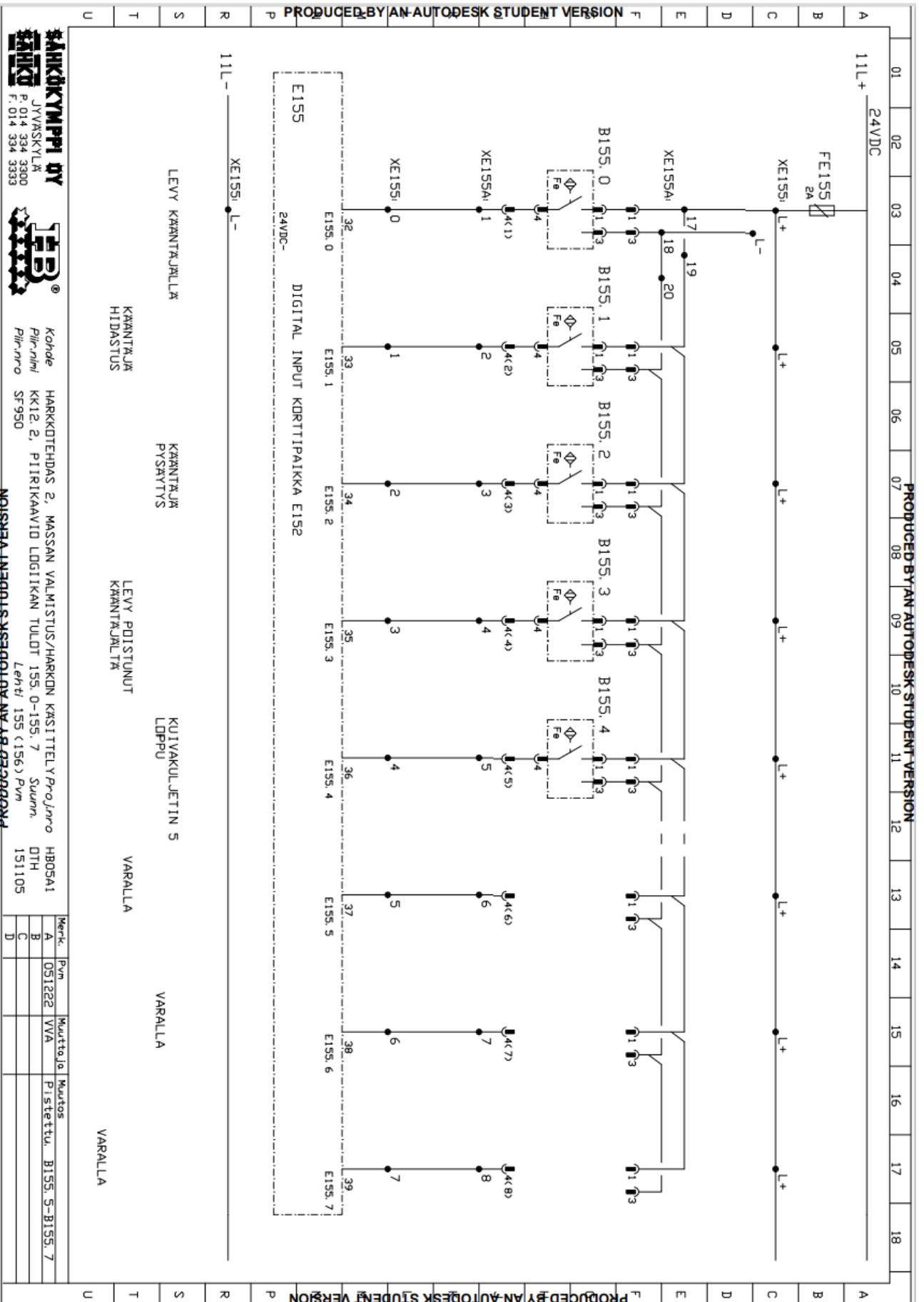
Kohde HARKKOTEHDAS 2, MASSAN VALMISTUS/HARKON KASITTELY Pro-Jono
Piiri-nimi KK12.2, PIIRIKAAVID LOGIIKAN TULOT 147.0-147.7 Summ.
Piiri-nro SF950
Lehti 147 (148) Pvm

HB05A1
 DTH
 151105

Merk.	Pvm	Muutaja	Muutos
A	051222	VVA	KÄTTELY VARAUKSET RB1
B			
C			
D			

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



HARKKYMPI OY
 JYVASKYLÄ
 P. 014 334 3300
 F. 014 334 3333



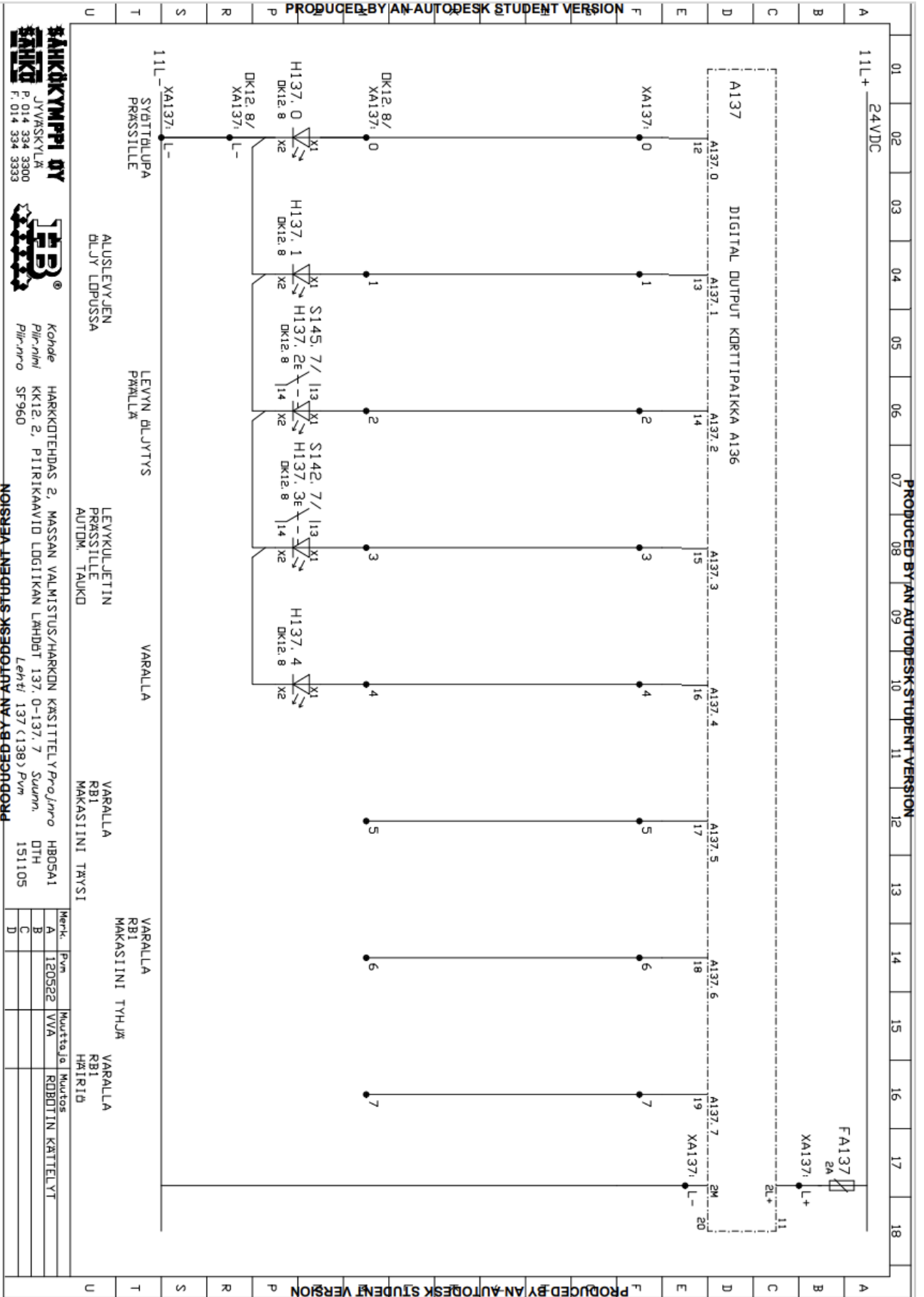
Kohde HARKKOTEHDAS 2, MASSAN VALMISTUS/HARKON KASITTELY *Projekti*
 Pii-ryhmä KKI2_2, PIIRIKAAVIID LOGIIKAN TULOT 155_0-155_7 *Suunn.*
 Piirinum SF950

LEVY KÄÄNTÄJÄLLÄ
 KÄÄNTÄJÄ PYSÄYTYS
 KÄÄNTÄJÄ HIDASTUS
 LEVY POISTUNUT
 KÄÄNTÄJÄLTÄ
 KUIVAKULJETIN 5
 LÖPPU
 VARALLA
 VARALLA
 VARALLA

Merk.	Pvm	Muuttaja	Muutos
A	051222	VVA	Pistetty. B155_5-B155_7
B			
C			
D			

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

U



HAKKIKYMPPI OY
JYVÄSKYLÄ
P. 014 334 3300
F. 014 334 3333



Kohde HARKKOTEHDAS 2, MASSAN VALMISTUS/HARKON KÄSITTELY-Proj/ono
Piv-nimi K112.2, PIIRIKAVID LOGIIKAN LAHDIT 137.0-137.7 Suunn. DTH
Piv-ono SF960 151105

Lehti 137 (138) Pvm

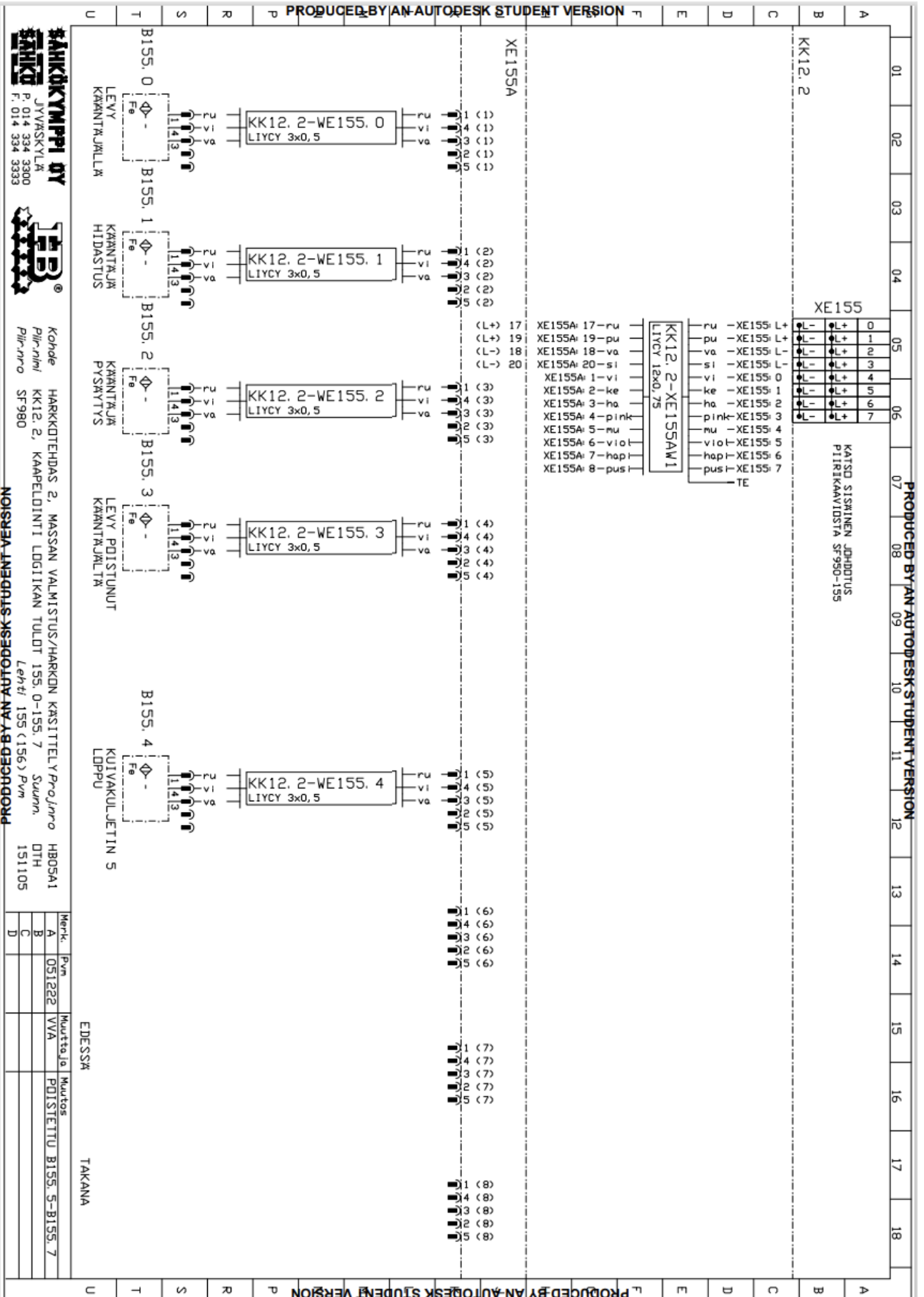
Lehti 137 (138) Pvm

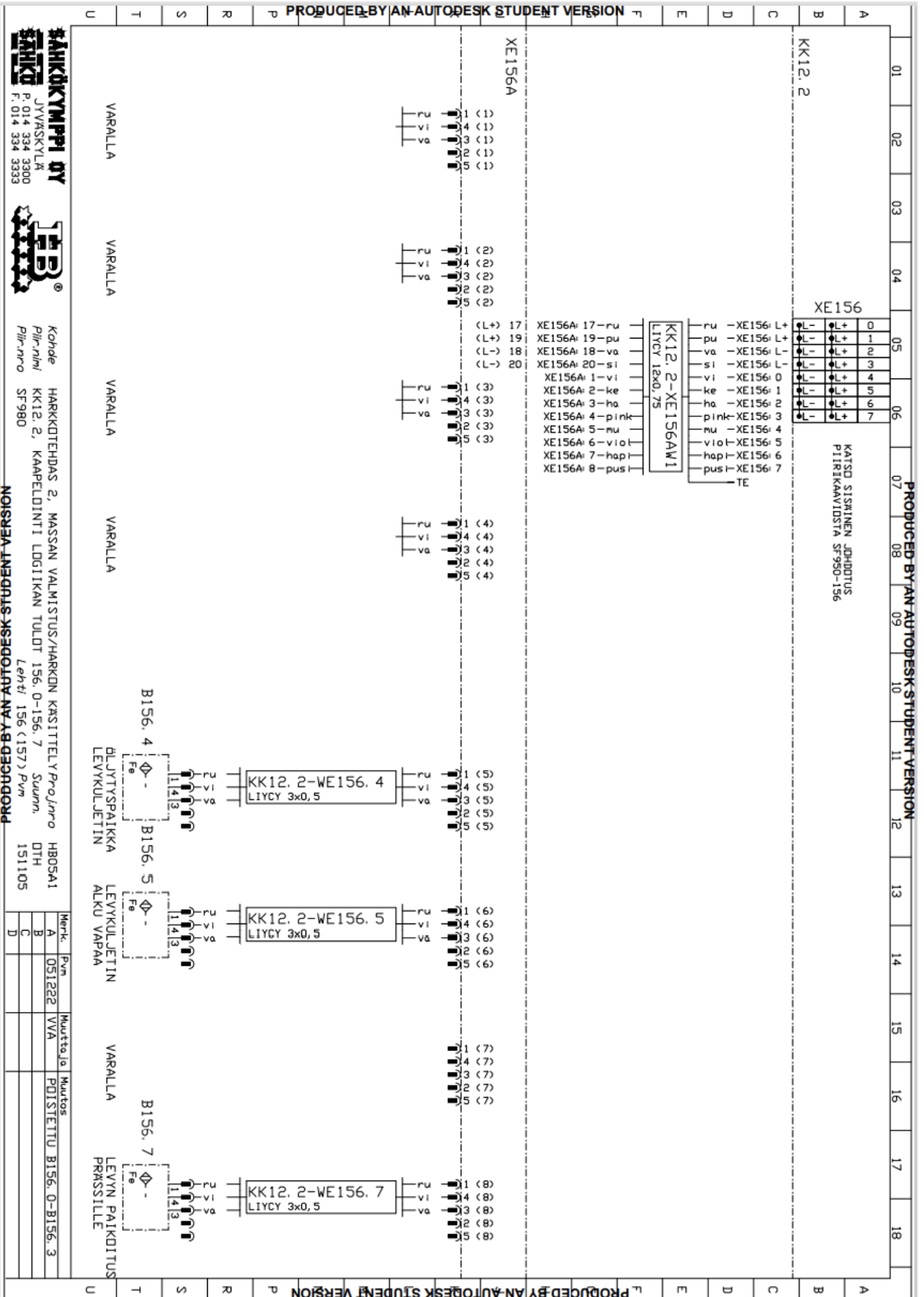
Merk.	Pvm	Muuttolaji	Muutos
A	120522	VVA	ROBOTIN KÄITTELYT
B			
C			
D			

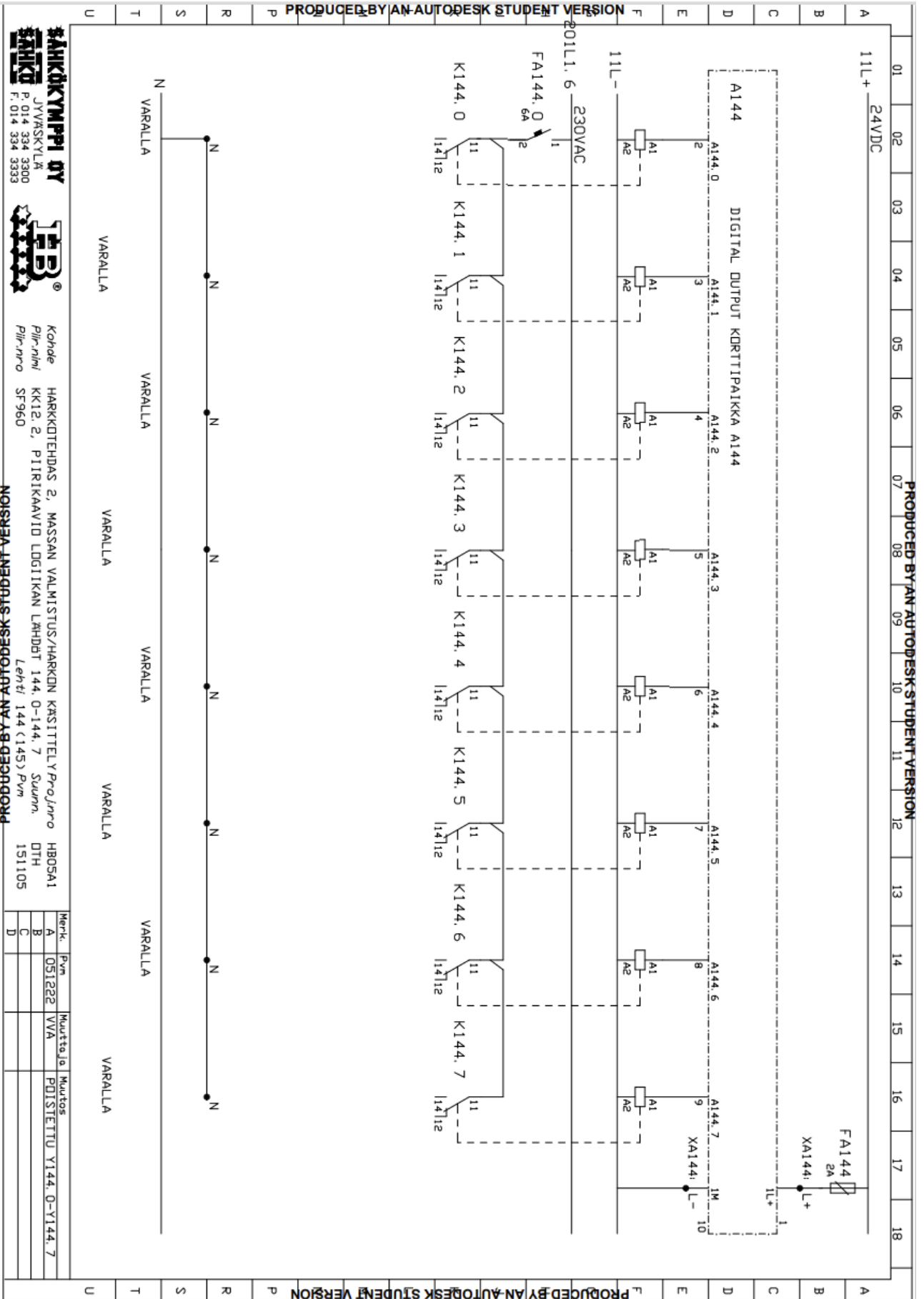
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION







PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

	KAAPELLI TUNNUS	KAAPELITYYPPI	MISTA	PIIR. NRD	MIHIN	PIIR. NRD	HUOMI
01	KK12. 2-XE134AW1	LIYCY 12x0, 75	KK12. 2/XE134	SF980-134	XE134A	SF980-134	XE134A
02	KK12. 2-XE136W1	NDMAK 12x2x0, 5+0, 5	KK12. 2/XE136	SF980-136	DK12. 7/XE136	SF980-137	DK12. 7
03	KK12. 2-XE138W1	NDMAK 12x2x0, 5+0, 5	KK12. 2/XE138	SF980-138	DK12. 7/XE138	SF980-139	DK12. 7
04	KK12. 2-XE140W1	NDMAK 12x2x0, 5+0, 5	KK12. 2/XE140	SF980-140	DK12. 7/XE140	SF980-141	DK12. 7
05	KK12. 2-XE142W1	NDMAK 12x2x0, 5+0, 5	KK12. 2/XE142	SF980-142	DK12. 8/XE142	SF980-143	DK12. 8
06	KK12. 2-XE144W1	NDMAK 12x2x0, 5+0, 5	KK12. 2/XE144	SF980-144	DK12. 8/XE144	SF980-145	DK12. 8
07	KK12. 2-XE146W1	NDMAK 12x2x0, 5+0, 5	KK12. 2/XE146	SF980-146	DK12. 8/XE146	SF980-147	DK12. 8
08	KK12. 2-XE148AW1	LIYCY 12x0, 75	KK12. 2/XE148	SF980-148	XE148A	SF980-148	XE148A
09	KK12. 2-XE149AW1	LIYCY 12x0, 75	KK12. 2/XE149	SF980-149	XE149A	SF980-149	XE149A
10	KK12. 2-XE150AW1	LIYCY 12x0, 75	KK12. 2/XE150	SF980-150	XE150A	SF980-150	XE150A
11	KK12. 2-XE151AW1	LIYCY 12x0, 75	KK12. 2/XE151	SF980-151	XE151A	SF980-151	XE151A
12	KK12. 2-XE152AW1	LIYCY 12x0, 75	KK12. 2/XE152	SF980-152	XE152A	SF980-152	XE152A
13	KK12. 2-XE153AW1	LIYCY 12x0, 75	KK12. 2/XE153	SF980-153	XE153A	SF980-153	XE153A
14	KK12. 2-XE154AW1	LIYCY 12x0, 75	KK12. 2/XE154	SF980-154	XE154A	SF980-154	XE154A
15	KK12. 2-XE155AW1	LIYCY 12x0, 75	KK12. 2/XE155	SF980-155	XE155A	SF980-155	XE155A
16	KK12. 2-XE156AW1	LIYCY 12x0, 75	KK12. 2/XE156	SF980-156	XE156A	SF980-156	XE156A
17	KK12. 2-XE158BW1	LIYCY 12x0, 75	KK12. 2/XE158	SF980-158	XE158B	SF980-158	XE158B
18	KK12. 2-XE158CW1	LIYCY 12x0, 75	KK12. 2/XE158	SF980-158	XE158C	SF980-158	XE158C
19	KK12. 2-XE159BW1	LIYCY 12x0, 75	KK12. 2/XE159	SF980-159	XE159B	SF980-159	XE159B
20	KK12. 2-XE159CW1	LIYCY 12x0, 75	KK12. 2/XE159	SF980-159	XE159C	SF980-159	XE159C
21							
22	KK12. 2-XWE690W1	LIYCY TP 3x2x0, 5	DK12. 5A/XE690. 1	SF989-691	XWE690	SF989-691	TUOTEVAAKA SUMMARASIA
23	KK12. 2-WE690W1	LIYCY TP 3x2x0, 5	KK12. 2/XE690. 1	SF989-690	DK12. 5A/XE690. 1	SF989-690	TUOTEVAAKA VAHVISTIN
24	KK12. 2-WE690W2	DLFLEX 3x1, 5	KK12. 2/XE690. 1	SF989-690	DK12. 5A/XE690. 1	SF989-690	TUOTEVAAKA VAHVISTIN
25	KK12. 2-WE690. 1	LIYCY TP 3x2x0, 5	XWE690	SF989-691	WE690. 1	SF989-691	TUOTEVAAKA ANTURI 1
26	KK12. 2-WE690. 2	LIYCY TP 3x2x0, 5	XWE690	SF989-691	WE690. 2	SF989-691	TUOTEVAAKA ANTURI 2
27	KK12. 2-WE690. 3	LIYCY TP 3x2x0, 5	XWE690	SF989-691	WE690. 3	SF989-691	TUOTEVAAKA ANTURI 3
28	KK12. 2-WE690. 4	LIYCY TP 3x2x0, 5	XWE690	SF989-691	WE690. 4	SF989-691	TUOTEVAAKA ANTURI 4
29	DK12. 8-XE147W1	LIYCY 12x0, 75	DK12. 8/XE147	SF980-148	RB1/XXXX	SF980-148	ROBOTIN KATTELYT
30							
31							
32							
33							
34							

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

HARKKYMPPI OY
 JYVASKYLÄ
 P. 014 334 3300
 F. 014 334 3333



Kohde HARKKOTEDNAS 2, MASSAN VALMISTUS/HARKKON KASITTELY-Projimo
 Pii-nimi KK12. 2, KAAPELLIUUTTELO
 Pii-nro SV301

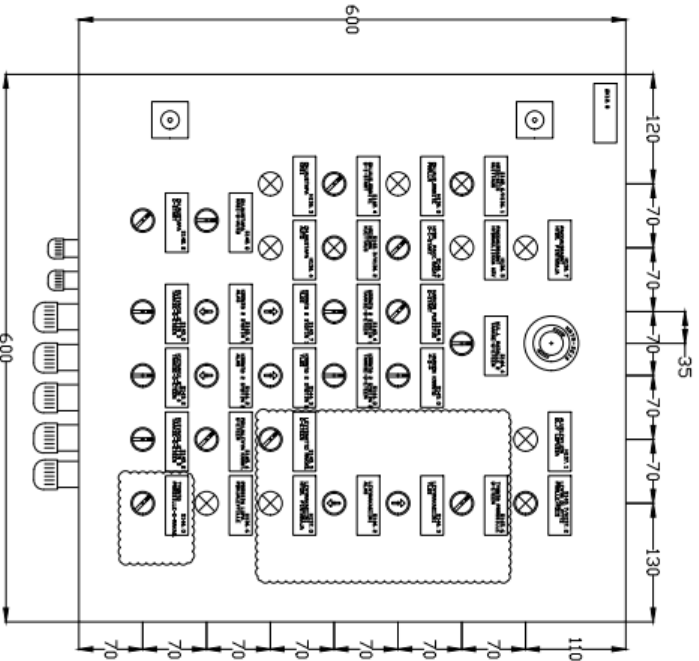
Lehti 007 (-) Pvm
 Suunn.
 HB05A1
 DTH
 151105

Merk.	Pvm	Muuttaja	Muutos
A	151222	VVA	LISÄTTY DK12. 8-XE147W1
B			
C			
D			

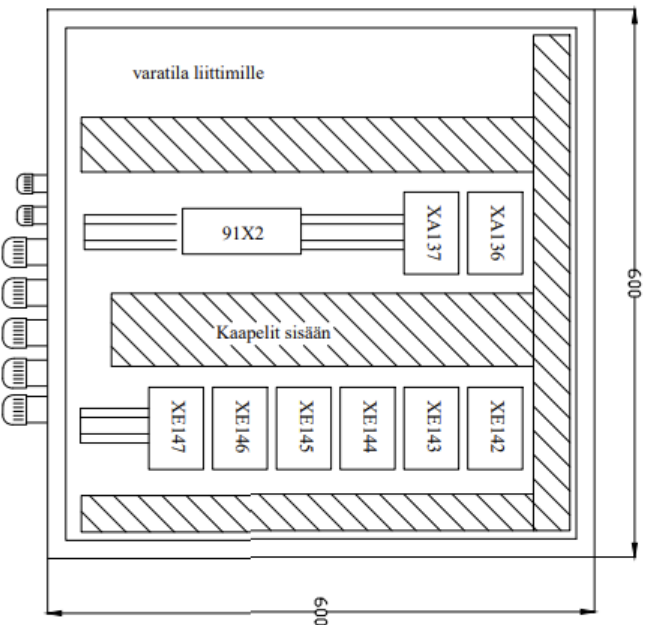
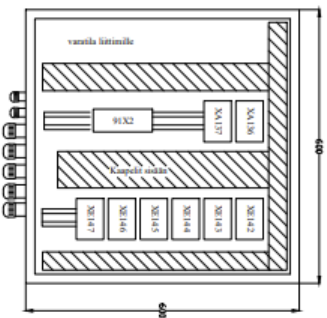
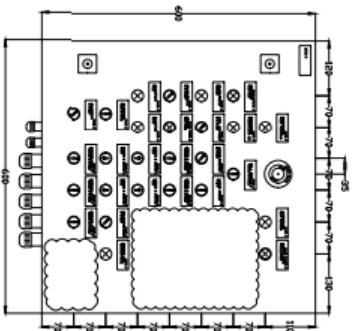
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

OK12.8

Kotelo: Rital AE1060.500
 Senäkkiinnike: Rital SZ2503.010
 Läpiviicut: M25 (5 kpl)
 Läpiviicut: M20 (2 kpl)



Suurennos 2:1



Suurennos 2:1

SÄHKÖKYMPPI OY
 JYVÄSKYLÄ
 P. 014 334 3300
 F. 014 334 3333



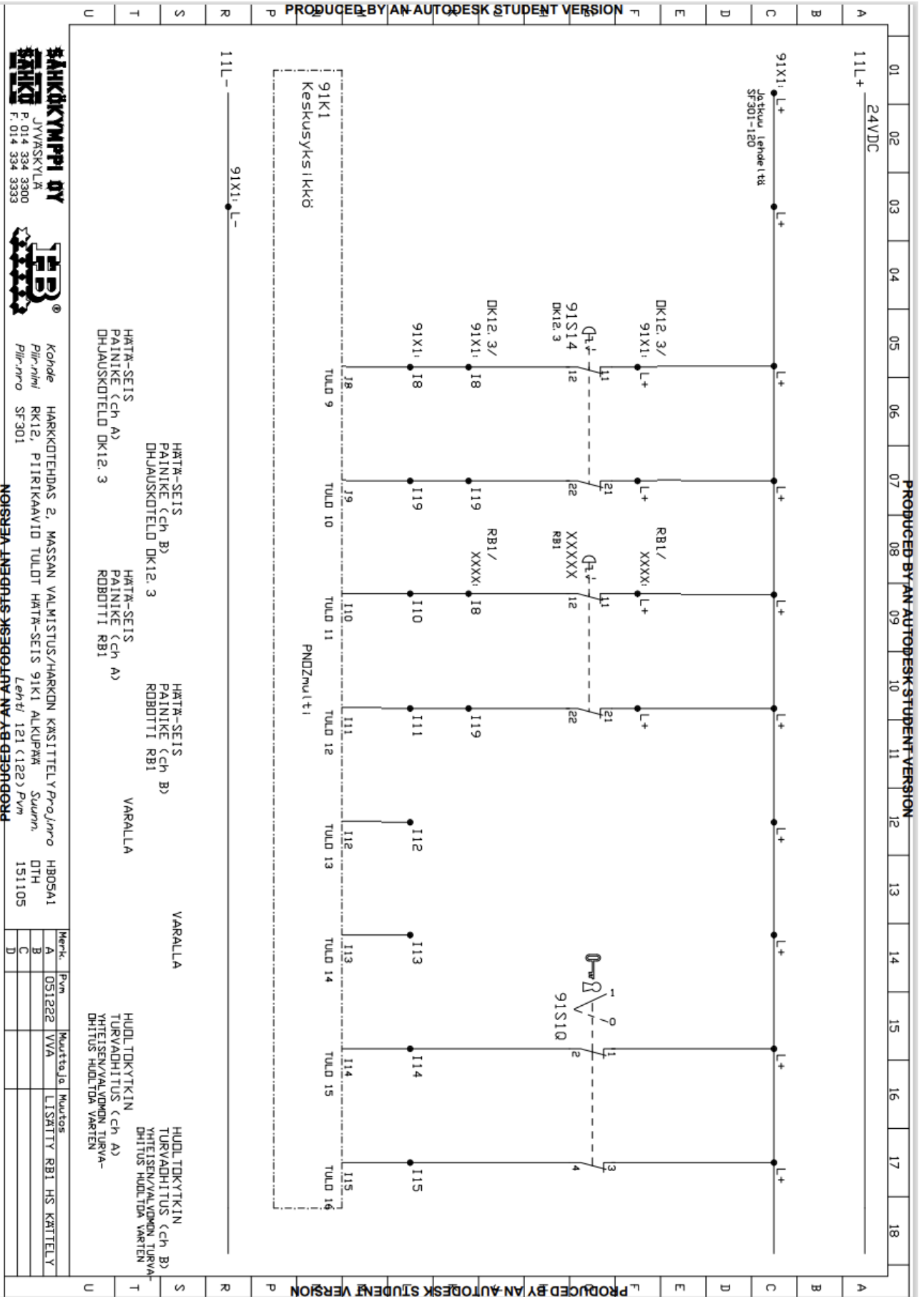
Kohale HARKKOTEHDAS 2, MASSAN VALMISTUS/HARKON KÄSITTELYPROJEKTI
 Piiir-nimi DK12.8, KIKKONPÄÄND
 Piiir-nro SR306

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

Läpiviicut: 001 (-) Pym
 Suunn. HB05A1

Merki:	Pym	Muuttolle	Muutos
A	051222	VVA	POISTETTU S145. n. ja Hn
B			
C			
D			

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



HARKKYMPPI OY
 JYVASKYLÄ
 P. 014 334 3300
 F. 014 334 3333



Kohde HARKKOTEHDAS 2, MASSAN VALMISTUS/HARKON KMSITTELY-Proj. nro
 Piir./nimi RK12, PIIRIKAAVIO TULOJEN HÄTÄ-SEIS 91K1 ALKUPÄÄ Suunn.
 Piir./nro SF301

Lehti: 121 (122) Pvm 151105
 HB05A1
 DTH
 151105

Merki	Pvm	Muutolo	Muutos
A	051222	VVA	LISÄTTY RBI HS KÄITTELY
B			
C			
D			

HÄTÄ-SEIS
 PAINIKE (ch B)
 DHJAUSSKOTTELLO DK12.3

HÄTÄ-SEIS
 PAINIKE (ch A)
 ROBOTTI RBI

HÄTÄ-SEIS
 PAINIKE (ch B)
 ROBOTTI RBI

VARALLA

HUOLTOKYTKIN
 TURVAOHITUS (ch B)
 YHTEISEN/VALYOMEN TURVA-
 OHITUS HUOLTOA VARTEN

HÄTÄ-SEIS
 PAINIKE (ch A)
 ROBOTTI RBI

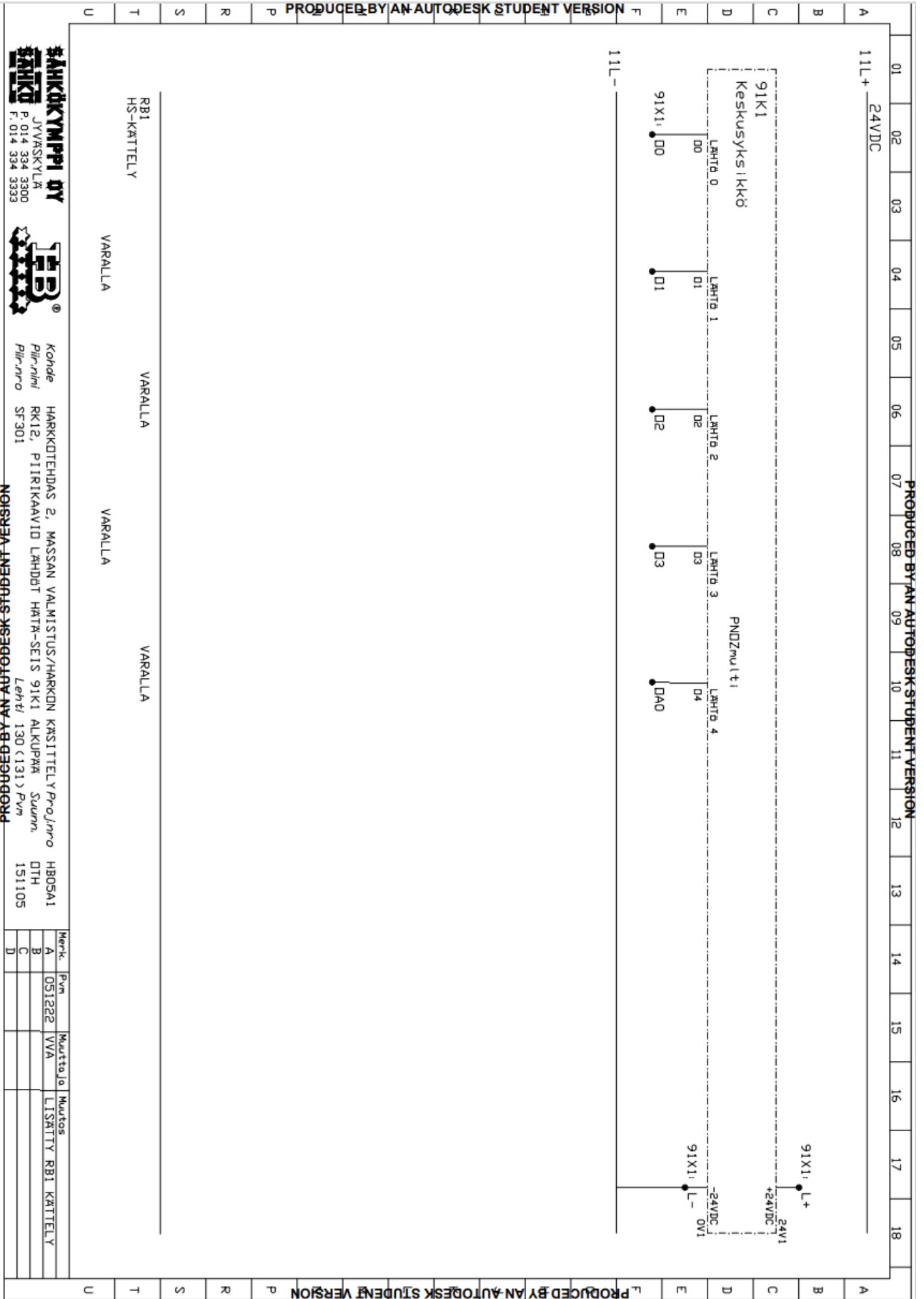
VARALLA

HUOLTOKYTKIN
 TURVAOHITUS (ch A)
 YHTEISEN/VALYOMEN TURVA-
 OHITUS HUOLTOA VARTEN

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



HARKKIKYMPPI OY
 JYVÄSKYLÄ
 P. 014 334 3300
 F. 014 334 3333



Kohde HARKKOTEHDAS 2, MASSAN VALMISTUS/HARKON KASITTELY-Proj/Inno
 Piiriniemi RK12, PIIRIKAAVIO LAHDDBT HÄTRA-SEIS 91K1 ALKUPAAN Suunn.
 Piiriniemi SF301

HB05A1
 DTH
 151105

Merki.	Pvm	Muuttoa.jo	Muutos
A	051222	VVA	LISÄTTY RBI KÄITTELY
B			
C			
D			

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

Liite 4. Logiikkaohjelma FC160

SIMATIC Harkko2_oppari\ 12/10/2022 06:33:42 PM
SIMATIC 400(1)\CPU 416-3 DP\...\FC160 - <offline>

FC160 - <offline>
"Robotin_kättelyt"
Name: Family:
Author: Version: 0.1
Block version: 2
Time stamp Code: 12/10/2022 06:19:35 PM
Interface: 05/12/2006 11:13:27 AM
Lengths (block/logic/data): 00290 00122 00006

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
Reset	Bool	0.0	
Nopeus	Int	2.0	
TempBool	Bool	4.0	
Hairio	Bool	4.1	
EteenTemp	Bool	4.2	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC160 Levymakasiini korvattu robotilla.

Network: 1 Robotin kättelyt
Makasiini täysi

M846.3
"Robotin kättely_M_Täy"
SR

T1601
S_OFFDT

I147.0
OK12.8:
"RB1_Makasiini_tyhjä"

OS BI
TV BCD
R Q

S5T#500MS

S R Q

Page 1 of 3

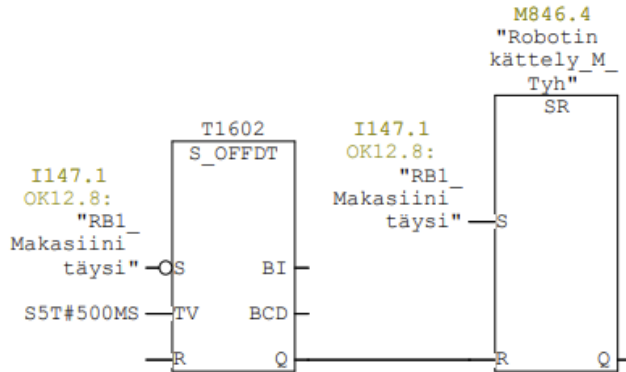
SIMATIC

Harkko2_oppari\
SIMATIC 400(1)\CPU 416-3 DP\...\FC160 - <offline>

12/10/2022 06:33:42 PM

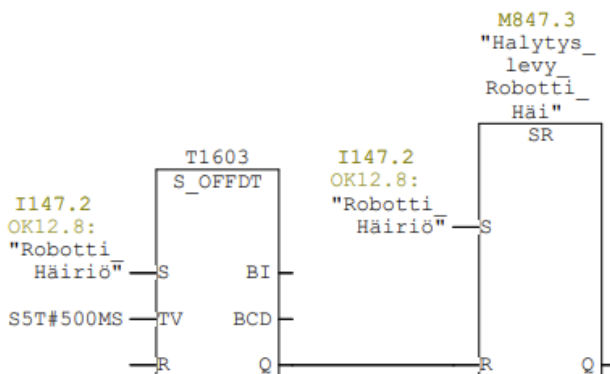
Network: 2 Robotin kättelyt

Makasiini tyhjä



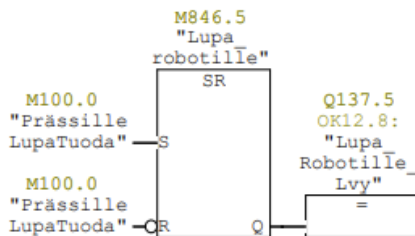
Network: 3 Robotin kättelyt

Robotti häiriö



Network: 4 Robotin kättelyt

Prässi odottaa levyä



Liite 5. Robotin Layout-kaavio

