



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Veli-Matti Hauta

TEOLLISUUSROBOTIIKAN OPETUKSEN KEHITTÄMINEN VAMIASSA

Tekniikka
2023

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Veli-Matti Hauta
Opinnäytetyön nimi	Teollisuusrobotiikan opetuksen kehittäminen Vamiassa
Vuosi	2023
Kieli	suomi
Sivumäärä	42
Ohjaaja	Mika Billing

Vamian teknologiapalvelut hankki vuonna 2010 uuden FMS-järjestelmän, jonka tarkoituksena oli tulla käytettäväksi robotiikan oppimisympäristönä. Paperilla ja visiona tämä näytti hyvältä, mutta todellisuudessa aivan liian monimutkainen ja ahdas opetuskäyttöön. Aluksi oli tarkoitus, että opetusta pidettäisiin niin metallipuolen kuin sähköautomaatiopuolen oppilaille. Sähköpuoli olisi keskittynyt logiikkaan ja konepuoli robottien ja työstökoneiden ohjelmointiin. Järjestelmässä on kaksi ABB:n teollisuusrobottia (ABB 1600 ja ABB 120). Lisäksi siinä on kaksi työstökonetta CNC-sorvi Emco ConceptTurn 250 (Siemens ja Fanuc) sekä CNC-jyrsin Emco ConceptMill 250 (Siemens, Fanuc ja Heidenhain). Tavoitteeni on saada kehitettyä ja selkeytettyä olemassa olevaa vanhaa robotiikan oppimisympäristöä, vastaamaan teollisuuden ja opetussuunnitelmien tarpeeseen.

Tutkimus toteutettiin laadullisena kyselytutkimuksena lähettämällä Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan alueiden koneistusalan yrityksiin kyselylomakkeita ja lisäksi muutamiin ammattioppilaitoksiin joissa opetetaan robotiikkaa. Näiden vastauksien ja keskustelujen perusteella muodostettiin tutkimuskysymykset.

Keskeinen havainto tutkimuksessa oli, että robotiikan osuus konepajateollisuudessa tulee kasvamaan työstökoneiden palvelijana tulevaisuudessa. Mitä helpommin ja nopeammin saadaan pienempiäkin sarjoja automatisoitua teollisuudessa, sitä enemmän saadaan hyödynnettyä robotiikkaa. Opetuksen kehittämisen painopisteet vaikuttavat uuden oppimisympäristön kehittämiseen, robottiohjelmoinnin perusteet, uudet robotiikan ratkaisut ja yhteistyörobotiikan, sekä mobiilirobotiikan tuomat mahdollisuudet.

ABSTRACT

Author	Veli-Matti Hauta
Title	Development of Industrial Robotics Teaching at Vamia
Year	2023
Language	Finnish
Pages	42
Name of Supervisor	Mika Billing

Vamia's technology services acquired a new FMS system in 2010, the purpose of which was to be used as a robotics learning environment. This was a good idea in theory but in reality it was far too complicated and cramped for educational use. Initially, it was intended that teaching in robotics would be held for both the students qualifying in metal work and in electrical engineering and automation technology. The electrical side would have focused on logic and the mechanical side on programming robots and machine tools. Therefore a decision was made to utilize the existing system. The purpose of this thesis was to develop the existing robotics learning environment to meet the needs of industry and curricula. The existing system includes two ABB industrial robots (ABB 1600 and ABB 120). In addition, there are two machine tools, CNC lathe Emco ConceptTurn 250 (Siemens and Fanuc) and CNC mill Emco ConceptMill 250 (Siemens, Fanuc and Heidenhain). My goal is to have the existing old robotics learning environment developed and clarified, to meet the needs of industry and curricula.

The research was carried out as a qualitative survey by sending questionnaires to companies in the machining industry in South Ostrobothnia and Ostrobothnia, and also to a few vocational schools where robotics is taught. Based on these answers and discussions, the research questions were formed.

The key observation in the study was that the share of robotics in the engineering industry will grow as a servant of machine tools in the future. The easier and faster even smaller series can be automated in industry, the more robotics can be utilized. The teaching development priorities affect the development of a new learning environment, the basics of robot programming, new robotics solutions and the opportunities solutions and the opportunities brought by co-operative robotics and mobile robotics.

Keywords	Industrial robotics, teaching, and machine vision
----------	---

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
1.1	Vamia	6
1.2	Tavoitteet ja työn rajaus	7
2	KYSELYTUTKIMUKSEN TULOKSET	8
2.1	Onko yrityksessänne käytössä teollisuusrobotteja.....	8
2.2	Käytössänne olevien robottien merkki	9
2.3	Täytyykö työntekijän osata ohjelmoida robotteja	9
2.4	Täytyykö työntekijän osata poistaa häiriötilanteita solusta	10
2.5	Kuinka teillä on hoidettu robottiturvallisuus	11
2.6	Onko teillä käytössä roboteissa konenäköä	12
2.7	Onko teidän robottisolun tulossa viiden vuoden sisällä muutoksia	12
2.8	Onko teillä käytössä ABB RobotStudio -ohjelmisto	13
2.9	Onko teillä käytössä mobiilirobotteja	14
3	TEOLLISUUSROBOTTI	16
3.1	Teollisuusrobotin yleisimmät käyttökohteet	17
3.2	Teollisuusrobotin hyödyt ja haitat	17
4	ROBOTTITURVALLISUUS	19
4.1	CE -merkintä	19
4.2	Robottisolun direktiivit ja standardit	19
4.3	Turvakytkimet	20
4.4	Laserskannerit	20
4.5	Turvavaloverhot	21
4.6	Turvamatto	22
5	KONENÄKÖ	24
5.1	3D -Konenäkö	24

6	MOBIILIROBOTIIKKA	25
7	ROBOTSTUDIO	26
8	TUTKINNONPERUSTEET	27
	8.1 Robottiikan perustutkinto	27
	8.2 Robottiikan ammattitutkinto	28
	8.3 Ammattitaidon osoittaminen	28
9	LÄHTÖTILANNE.....	29
10	TAVOITTEET	33
11	TYÖNVAIHEISTUS	34
	11.1 Layout -suunnittelu	34
	11.2 Tarttuvat, jigit ja työalueen määrittely	35
	11.3 Kommunikointi laitteiden välillä	35
	11.4 Simulointi ja etäohjelmointi	35
	11.5 Riskien kartoitus ja turvallisuusnäkökohdat	36
	11.6 Layout 2	38
12	POHDINTA	40
	LÄHTEET	41

1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena on saada selville, että millaista robottikoulutusta ha-
luttaisiin järjestettäväksi metallialan koneistusyrityksissä Vaasan alueella.
Vuonna 2010 meille hankittiin FMS-solu, jossa on 2 kpl ABB:n teollisuusrobottia
(ABB 1600 ja AB 120). Lisäksi siinä on 2 kpl työstökonetta CNC-sorvi Emco Con-
ceptTurn 250 (Siemens ja Fanuc) sekä CNC-jyrsin Emco ConceptMill 250 (Sie-
mens, Fanuc ja Heidenhain). Järjestelmä on hankala käyttää ja kehitys on mennyt
paljon eteenpäin, verrattuna nykyaikaan. Tällä hetkellä sähköosasto on ostanut
itselleen 2 kpl Kuka-robottia ja metalliosaston hitsauspuolelle ostettiin oma ABB-
hitsausrobotti, jossa kääntöpöytä ja Fronius- hitsaus inventteri.

1.1 Vamia

Vaasan Ammattiopisto, Vaasan Aikuiskoulutuskeskus ja Vaasan rannikkoseudun
oppisopimustoimisto yhdistyivät vuoden 2017 alussa yhdeksi oppilaitokseksi,
jolle annettiin nimeksi Vamia. Yhdistymisellä haettiin säästöjä kustannuksiin ja
valmistauduttiin vuoden 2018 Ammatillista koulutusta koskevan lainsäädännön
uudistukseen, jossa aikuisten ja nuorten ammatillinen koulutus yhdistettiin yh-
deksi laiksi. Vamia toimii kahdella erillisellä kampuksella, joiden nimet ovat
Sampo ja Hansa. (Vaasan kaupungin tiedote 2016.)

Vamia on monialainen ammatillisen koulutuksen organisaatio, jossa opiskelee
vuosittain noin 500 opiskelijaa. Oppilaitos tarjoaa ammatillista koulutusta nuo-
rille, aikuisille sekä työ- ja yritysälämälle – kolmella kielellä. Vamian koulutustar-
jonnassa on yli 60 perus-, ammatti- ja erikoisammattitutkintoa. Opiskelun tavoit-
teena voi myös olla tutkinnon osan tai osien suorittaminen. Vamiassa on mah-
dollisuus kahden tutkinnon opiskeluun (ammatillinen perustutkinto ja ylioppilas-
tutkinto) kolmessa vuodessa. Vamia tarjoaa monipuoliset mahdollisuudet opis-
keluun oppilaitoksessa, työelämässä tai verkkoympäristössä. Opiskelijan yksilöl-
liset tarpeet, opiskeluvalmiudet sekä aikaisemmat työ- ja elämäkokemukset

otetaan huomioon opintoja suunniteltaessa. Tutkintoon johtavan koulutuksen lisäksi Vamiassa on mahdollisuus hankkia valmiuksia tutkintokoulutukseen valmistavassa koulutuksessa (TUVA). (Vamian verkkosivut 2023).

1.2 Tavoitteet ja työn rajaus

Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella toimiva koulutussisältö ABB-teollisuusrobotin opettamiseen koneistuksessa, ottaen huomioon yritysten tarpeet robotiikanosaamiselle ja myös tehdä muutoksia tutkinnon perusteiden pohjalta. Toisena tavoitteena on tutkia vastaavien oppilaitosten kokemuksia robotiikan opetuksesta. Tulosten pohjalta tehdään jatkokehitysehdotukset.

Opetuksen suunnittelu ja kehittäminen rajataan koskemaan Kone- ja tuotantotekniikan ammatillisen perustutkinnon valinnaista tutkinnon osaa Robotin käyttö (Kone- ja tuotantotekniikan perustutkinto 2017), koska se tulee olemaan pääasiallinen koulutuskohde. Otetaan huomioon myös helppo laajennusmahdollisuus ammattitutkintoon.

Tutkimukseen osallistuvien yritysten osalta alue rajataan koskemaan Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan alueita, sillä Vamian opiskelijat työllistyvät pääsääntöisesti näille alueille ja yritys yhteistyöt koskevat näiden alueiden yrityksiä. Yritykset ovat toiminnaltaan koneistavia konepajoja. Tutkimukseen osallistuvat oppilaitokset kartoitetaan koko Suomen alueelta riittävän otannan varmistamiseksi.

2 KYSELYTYTKIMUKSEN TULOKSET

Tein tutkimuksen oppilaitoksille (10 kpl), joissa tiesin olevan teollisuusrobotteja. Sekä lähestyin (24 kpl) metallialan (koneistuksen) yritystä, jotka olivat 20 kpl ja useita satoja henkilöä työllistäviä yrityksiä.

Tutkimuskysymykset käsitteli käytössä olevien robottien merkkiä, käyttäjän työtehtäviä robotilla ja robottiturvallisuutta.

2.1 Onko yrityksessänne käytössä teollisuusrobotteja

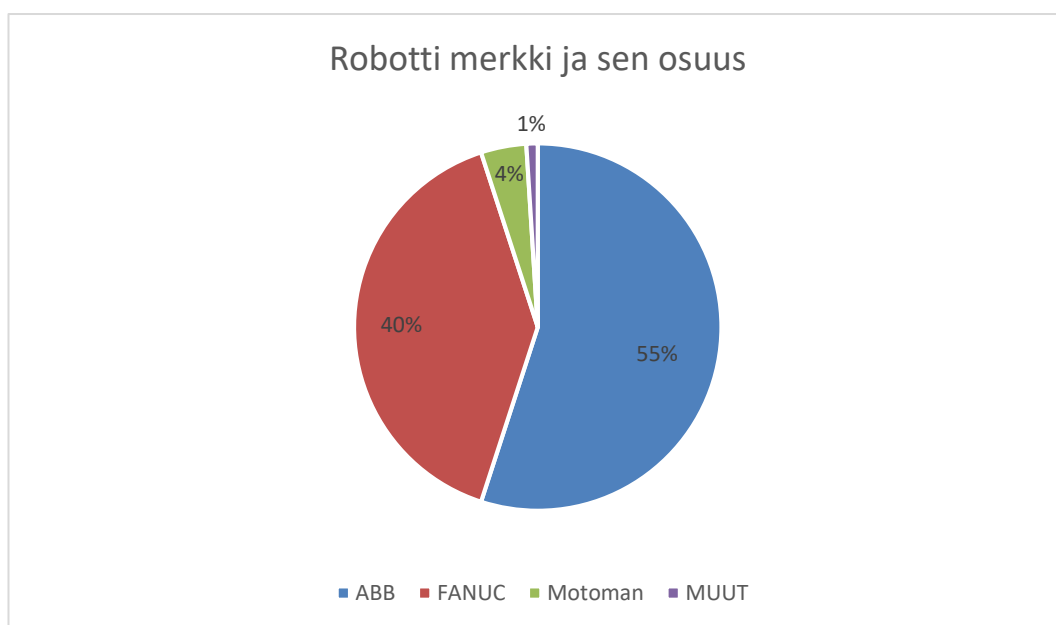
Ensimmäinen kysymys oli, että onko teillä käytössä teollisuusrobotteja yrityksessänne / oppilaitoksessa. Teollisuusrobotteja valmistaa useampi sata yritystä ja niiden valikoimiin kuuluu useita robottimalleja. Yleisimmät teollisuusrobottimerkit konepalvelussa ovat Fanuc, Abb, Kuka ym.



Kuvio 1. Onko teillä käytössänne teollisuusrobotteja?

2.2 Käytössänne olevien robottien merkki

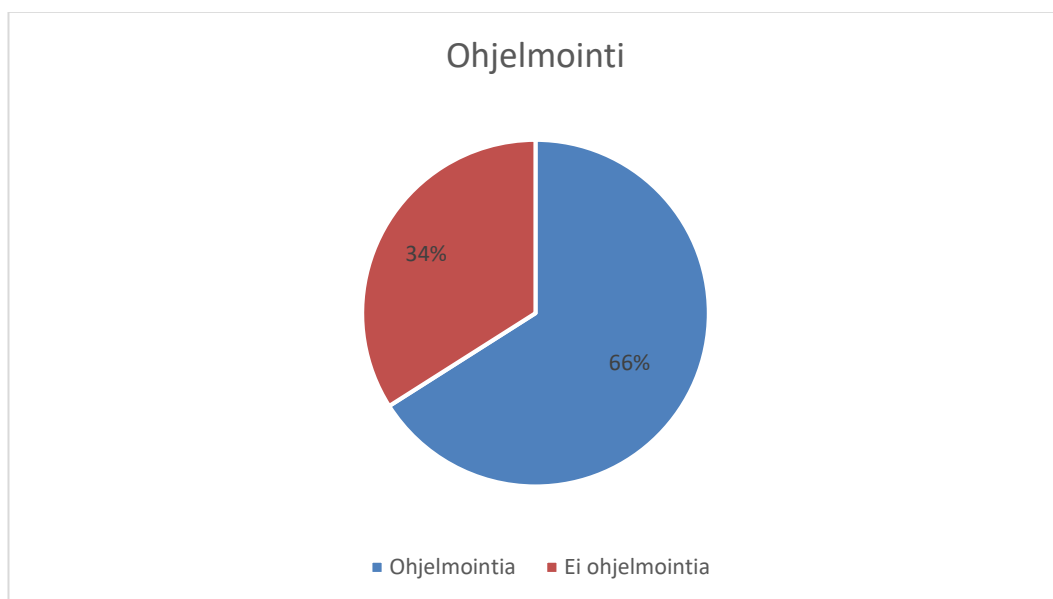
Toinen kysymys oli, että minkä nimisiä teollisuusrobotteja teillä on käytössä. 55 % vastaajista käytti ABB-robottia, 40 % vastaajista käytti Fanuc-robotteja, 4 % vastaajista käytti Motoman-robotteja ja muita yhteensä 1 %.



Kuvio 2. Käytössänne olevien robottien merkki?

2.3 Täytyykö työntekijän osata ohjelmoida robotteja

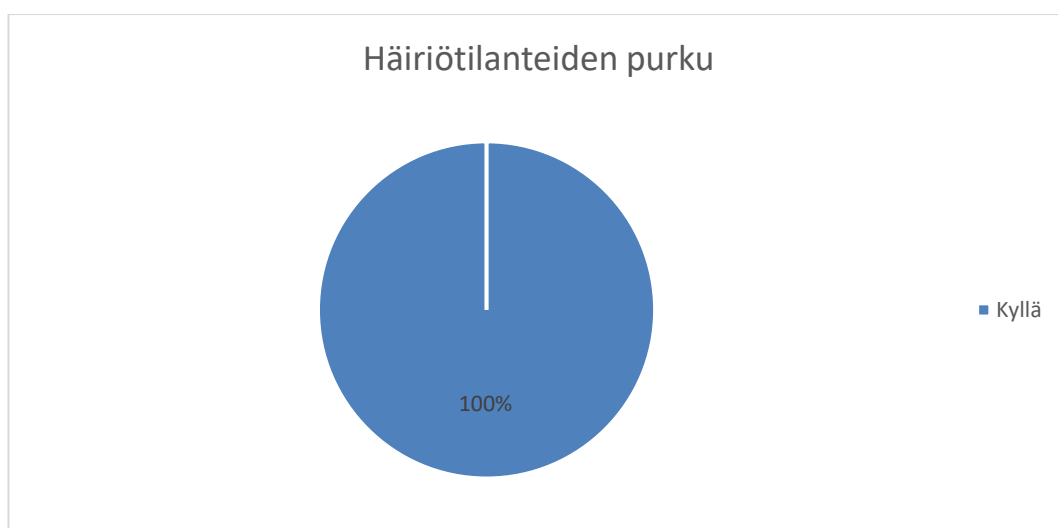
Kolmas kysymys oli, että täytyykö työntekijän osata ohjelmoida robotteja. Kaikki koulut vastasivat, että ohjelmoida pitää ja se myös lukee e-perusteissa. Työelämästä tuli 66% vastauksia, että pitää osata ohjelmoida. 34 % vastasi, että kaikkien käyttäjien ei tarvitse osata ohjelmoida. Heillä käytössä 1-2kpl:tta ohjelmoijia, jotka pääasiassa ohjelmoivat robotteja.



Kuvio 3. Ohjelmoinnin tarve.

2.4 Täytyykö työntekijän osata poistaa häiriötilanteita solussa

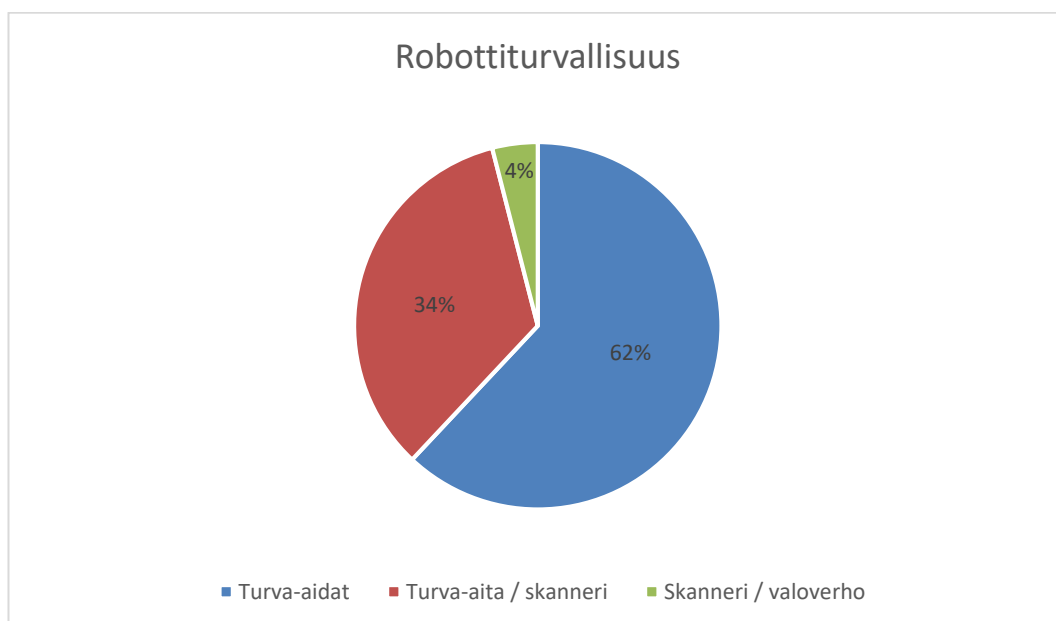
Neljäs kysymys oli, että täytyykö työntekijän osata poistaa häiriötilanteita solussa. 100 % vastaus tuli, että kyllä pitää osata poistaa häiriötilanteita solussa. Tällä varmistetaan robotintoiminta esim. ilta / yövuorossa, jolloin ei ohjelmoijia välttämättä ole paikalla. Tyypillisiä häiriöitä voivat olla kappaleen noukintaan liittyviä häiriöitä tai sähkökatkoista liittyviä häiriöitä.



Kuvio 4. Häiriötilanteiden purun tarve.

2.5 Kuinka teillä on hoidettu robottiturvallisuus

Viides kysymys liittyi robottialueen turvallisuuteen ja siinä kysyttiin, millä tavoin teillä on hoidettu robottialueen turvallisuus. Tyypillisesti teollisuusrobotti on ympäröity verkkoaidoilla ympäriinsä ja sisältää muutaman oven rajakatkaisijoiheen. Nykyään on paljon vapaampia ratkaisuja, joissa esim. avointa tilaa skannataan 3D-kameralla ym. lasersäteillä. Ja näin saadaan säädettyä alueita, joissa robotti toimii erinopeuksilla tai jopa pysähtyy. Vastauksista 62 % oli käytössä ympäröity turva-aita. 34 % oli käytössä, sekä aita, että turvaskanneri ratkaisu. 4 % oli käytössä pelkästään skanneri / valoverhoratkaisut. Joissakin soluissa oli myös yhteistyörobotteja, jotka eivät aitoja tarvitse, mutta nämä turvaratkaisut olivat isompia teollisuusrobotteja varten.



Kuvio 5. Robottiturvallisuus.

2.6 Onko teillä käytössä roboteissa konenäköä

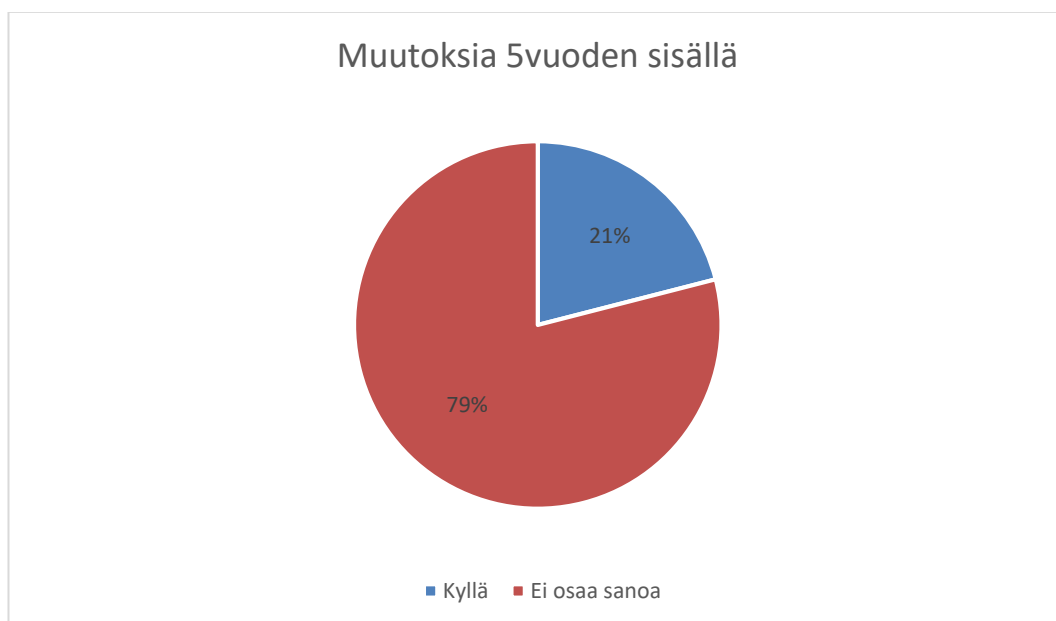
Kuudes kysymys kuului, että onko teillä käytössä roboteissa konenäköä. Tässä tapauksessa tarkoitettiin robotin käsivarteen / tarttujaan liitettyä kameraa. Kameran avulla tunnistetaan erilaisia kappaleita / tiettyä opetettua kappaletta poimintaa varten. 12 % vastaajista ilmoitti, että heillä on konenäköä käytössä ja 88 % ilmoitti ettei sitä ole. Muutamaiset ilmoittivat lisäkommenttina, ettei heidän kappalevaihdossa ole mitään järkeä varustaa robottia kameralla.



Kuvio 6. Konenäkö.

2.7 Onko teidän robottisoluun tulossa viiden vuoden sisällä muutoksia

Seitsemäs kysymys kuului, että onko teidän robottisoluun tulossa viiden vuoden sisällä muutoksia. Muutoksilla lähinnä tarkoitettiin, jotain uutta teknologiaa / turvajärjestelyjä. 21 % ilmoitti, että muutoksia luvassa. Osalle tulee kamera ratkaisuja ja kappaleen mittaus / tarkistuspisteitä. Lisäksi mobiilirobotin lisäämistä esim. materiaalin käsittelyyn oli suunnitteilla. 79 % ei osannut sanoa tuleeko muutoksia robottisoluun.

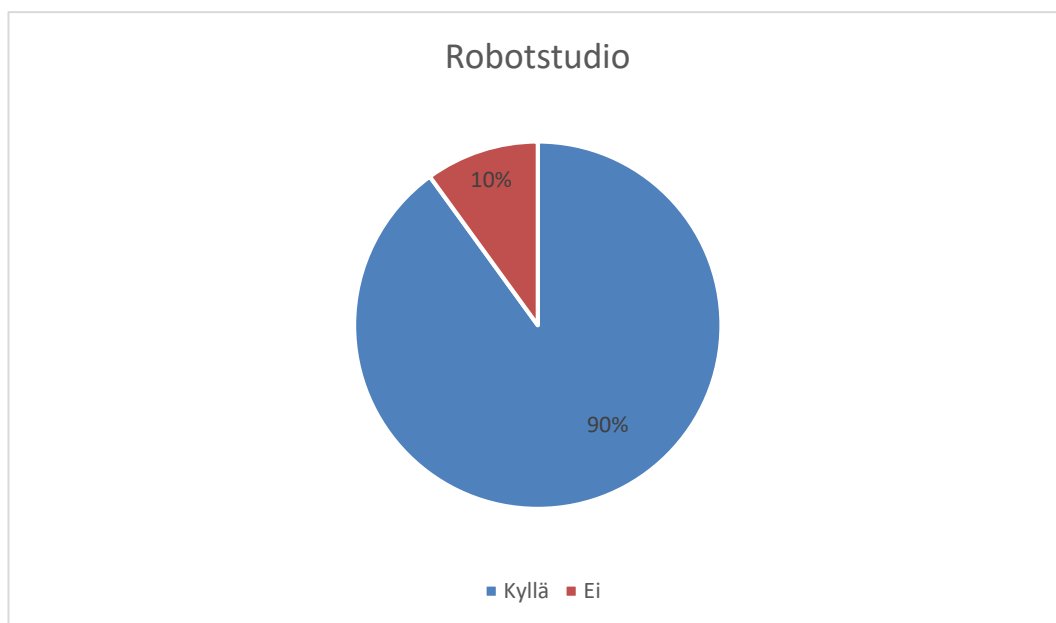


Kuvio 7. Robottisolun muutosnäkymät.

2.8 Onko teillä käytössä ABB Robotstudio -ohjelmisto

Kahdeksas kysymys kuului, että onko teillä käytössä ABB Robotstudio -ohjelmisto. Robotstudio -ohjelmisto on ABB -roboteille tehty etäohjelmointialusta, jossa voidaan virtuaalisesti tehdä ohjelmia ja simuloida niitä. Koulumaailmassa ohjelmistot ovat suuremmassa käytössä mitä teollisuudessa, mutta antavat siellä suuren edun esim. suurempien kokonaisuuksien etäohjelmointiin. Varsinkin hitsauksessa saadaan suuri hyöty Robotstudio -ohjelmoinnista. 90 % vastasi, että Robotstudio -ohjelma on käytössä ja loput 10 % sanoivat, etteivät käytä ohjelmaa. Ohjelmia voidaan tehdä monella tapaa ja ainakin monimutkaisten ohjelmien tekemiseen Robotstudio -ohjelma on hyvä työkalu. Oppilaitosten opetuskäytössä ohjelma on

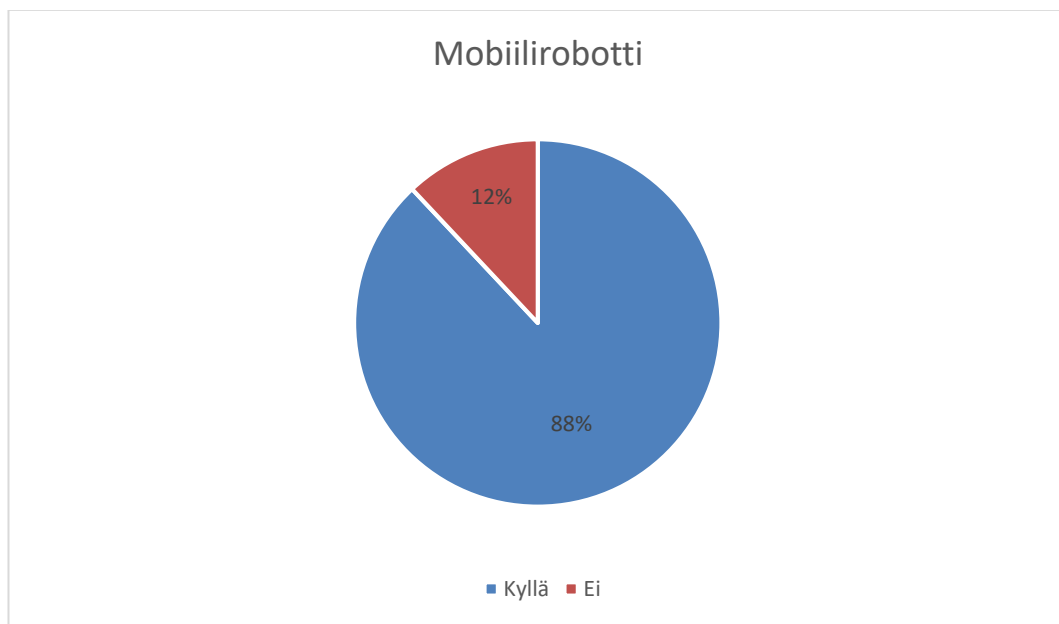
hyödyllinen isompien ryhmien opetukseen. Sillä saadaan hyvin myös virtuaaliohjaimen (flexpendant) tutustuminen toteutettua helposti.



Kuvio 8. Robotstudio -ohjelma.

2.9 Onko teillä käytössä mobiilirobotteja

Yhdeksäs kysymys kuului, että onko teillä käytössä mobiilirobotteja. Lisäkysymyksenä kyllä vastanneille oli, että missä tarkoituksessa mobiilirobotit ovat. 12 % sanoi että on käytössä mobiilirobotteja ja 88 % sanoi, ettei niitä ole käytössä. Ne joilla oli mobiilirobotteja, kertoivat niiden pääasiassa olevan materiaalin käsittelyssä esim. trukkilavojen siirtelyssä.



Kuvio 9. Mobiilirobotit.

3 TEOLLISUUSROBOTTI

Teollisuusrobotteja valmistaa useampi yritys ja robottimalleja on useampi tuhat. Standardi ISO 8373 määrittelee teollisuusrobottien sanastoa ja myös yleisimmät robottimallit mekaanisen rakenteen mukaan. Suurimmaksi osaksi robotteja käytetään konepajateollisuudessa ja autoteollisuudessa. Konepajateollisuudessa robotisoinnin kohteita ovat kappaleenkäsittely, jäysteenpoisto ja mittaus. Yleisesti ottaen robotit pystyvät tasaisempaan laatuun kuin ihminen, koska robotin toistokyky pysyy aina samanlaisena. Robotiikan tekniikan kehittyessä jatkuvasti niiden tehtävät lisääntyvät vuosi vuodelta. Robotit sopivat joustavina ja monipuolisina laitteina nopeasti muuttuvaan tuotantoon. (Billing 2012.)



Kuva 1. Teollisuusrobotti yhteistyössä ihmisen kanssa.

3.1 Teollisuusrobotin yleisimmät käyttökohteet

Robottien käyttökohteet ovat todella laajat. Tuotantoja pyritään tehostamaan robotiikalla kaikissa tapauksissa automatisointi ei ole kannattavaa, mutta uskoisin yhteistyörobotiikan tuovan lisämahdollisuuksia nopeaan ja kannattavaan automaatioon. Teollisuusrobotiikan ja yleistyvän yhteistyörobotiikan käyttökohteita nykyään ovat:

- työstökoneiden panostus
- kappaleiden poiminta / siirrot
- jäysteenpoisto
- hionta
- kokoonpano
- hitsaus
- kappaleiden tarkistus
- pintakäsittely
- laadunvarmistus.

3.2 Teollisuusrobotin hyödyt ja haitat

Teollisuusroboteilla pyritään hakemaan yrityksille kilpailuetua ja kasvattaa liikevaihtoa. Robotit ovat kalliita investoida ja näin takaisinmaksuaika vie useita vuosia. Suurimpina hyötynä näen toistuvien / hankalien työasentojen poistumisen ihmisen tekemänä, joka on suoraan verrannollinen sairaslomiin. Isoin merkitys robotisoinnilla on ihmisen terveydelle, koska roboteilla voidaan tehdä raskaat fyysiset työt. Robotit toimivat miehittämättömänä ilman taukoja ja heidän toistotarkkuus on tarkempaa mitä ihmisellä. Robotti voi tehdä useampia eri tehtäviä samanaikaisesti, jolloin valmistus on joustavampaa. (Tuunanen 2014.)

Monesti väitetään, että automatisointi vie ihmisen työt. Robotisoinnilla voi olla jopa toisenlaisia vaikutuksia ihmisen työllisyyteen. Robottien tarkoitus ei kuitenkaan ole täysin korvata ihmisiä työpaikoilla, vaan vapauttaa tekemään muita tehtäviä. Robotit tarvitsevat ihmistä huoltamaan ja ohjelmoimaan laitetta. Tämä tarkoittaa, että ihmisen työnkuva muuttuu robottien ohjelmoijaksi ja robottien huoltajaksi. (Tuunanen 2014.)

4 ROBOTTITURVALLISUUS

Nykyään koneturvallisuuden perustana on konedirektiivi. Uusin konedirektiivi on otettu käyttöön vuonna 2009. Uusi robottiturvallisuus-standardi on ilmestynyt vuonna 2006. Siinä on määritelty mm. ohjelmallinen robottiin integroitu turvajärjestelmä, voimatakaisinkytkennän käyttö turvalaitteena, robotin opettaminen kädestä pitämällä ja robotin ohjausjärjestelmän turvatoimintojen luokat. Näiden myötä yhteistyörobotteja on alkanut tullemaan enemmän markkinoille. Myös uusia turvalaitteita on tulossa robotteihin. Näistä mielenkiintoisin on konenäön käyttö turvalaitteena. (<https://cris.vtt.fi/en/publications/robottiturvallisuus-nyt-ja-tulevaisuudessa>).

4.1 CE -merkintä

CE -merkintä on yksi suurimpia tekijöitä turvalliseen koneenrakentamiseen. CE -merkintään kuuluu kaikki asiat koneen suunnittelusta, riskien arviointiin ja vaarojentunnistamiseen. Usein ostetaan valmiina pakettina, joku kone tai solu. Näissä CE -merkintä ja dokumentit tulevat mukana, mutta jos itse rakennetaan koneita tai tehdään itse esim. robottisoluja niin usein jää tekemättä vaaditut dokumentit. (<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/ce-merkinta#293dd27a>).

4.2 Robottisolun direktiivit ja standardit

Robottisoluja tehdessä on huomioitava, että kaikki koneet ja laitteet, jotka asennetaan soluun on täytettävä konedirektiivin 2006/42/EY. Pitää muistaa, että direktiivien noudattaminen on pakollista ja standardien noudattaminen on vapaaehtoista. Erilaisia standardeja noudattamalla voidaan todeta, että robottisolu on direktiivin mukainen. (<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/koneet#293dd27a>).

4.3 Turvakytkimet

Turvakytkimet valvovat turvallisuutta, eikä täten varsinaisesti osallistu koneiden toimintaan. Robottisoluissa on ennen käytetty ns.hakalukitus turvakytkimiä, jotka lukittuivat paikalleen. Nykyisin turvakytkimet ovat pääsääntöisesti magneettikyt-kimiä, eli ns. kosketuksettomia turvakytkimiä. (<https://www.sick.com/fi/fi/turva-rajakytkimet/kosketuksettomat-turvarajakytkimet/tr4-direct/c/g226865>).



Kuva 2. Kosketukseton turvakytkin (SICK 2023)

Ylläolevaa TR4 Direct RFID -turvakytkintä käytetään sovelluksissa, joissa vaaditaan hyvä suoja manipulaatioiden estämiseksi. Kytkin on varustettu valvotuilla puoli-lähdöillä (OSSD) ja se voidaan täten liittää suoraan turvaohjaimeen. Sarjaan voidaan kytkeä jopa 30 turvakytkintä, kaikki LED -näytöllä varustettuina. Tämä tekee sähköasennuksesta ja huollosta helpompaa ja mukavampaa.(SICK 2023)

4.4 Laserskannerit

Muutamina vuosina on käytetty robottialueiden turvallisuuden ylläpitämiseen laserskannereita. Robottialuetta ei tarvitse välttämättä aidata ollenkaan tai ainakin esim. yksi reuna voidaan jättää kokonaan auki. Tämä mahdollistaa esim. mobiili-robottien tai vastaavien laitteiden tulemisen robottialueelle tarvittaessa helpommin, kuin jos alue olisi kokonaan aidattu. Alla listattuna muutamia skannerin hyviä

puolia. (<https://www.sick.com/fi/fi/lidar-anturit/3d-lidar-anturit/multiscan100/c/g574914>).

- 16 skannaustasoa mahdollistaa kohteiden ja henkilöiden yksityiskohtaisen tunnistuksen, joka voidaan esittää 3D -pistepilven avulla
- 360 -asteen näkökentän ansiosta pystytään kattamaan suuri työskentelyalue
- suuri mittaustarkkuus ja vähäinen mitta-arvokohina mahdollistavat tarkan loppupaikoituksen
- kestävä muotoilu varmistaa pitkäaikaisen käytettävyyden ankarissakin ympäristöissä
- sovelluskohteina koneiden ja rakennuksien kiinteä pääsynvalvonta.

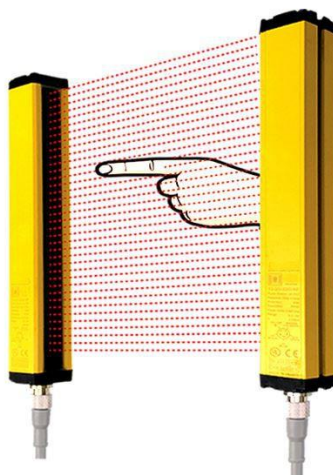


Kuva 3. MultiScan100 (SICK 2023)

4.5 Turvaloverhot

Turvaloverhot ovat olleet yleisimpiä turvajärjestelmiä erilaisten koneiden turvallisuuden ylläpitämiseksi. Vanhemmissa robottisoluissa nämä ovat tyypillisiä ja myös erilaisten leikkureiden / puristimien työalueille pääsyn esteenä. Tilanteen missä tarvitaan toistuvia toimenpiteitä, erilaisten materiaaliroiskeiden, pölyn jne. riskit, valitsevat usein turvalalon ratkaisuksi. Turvaloverhon käytön edut ovat:

- sähköherkän suojalaitteen teknologian teollisuusketju on kypsä, tuoteluokitukset ovat selkeitä ja erilaiset resoluutiot ja turvallisuustasot voivat täyttää vaatimukset
- turvatekniikka kehittyy nopeasti ja erilaiset tekniikoiden parannukset jatkavat läpimurtoa
- aktiivisena puolustusteknologiana turvavaloverho voi tehokkaasti ratkaista laskeutumisongelman tuotantoprosessissa sallimalla useimmissa tapauksissa automaattisen nollauksen, tämä vähentää huomattavasti toiminnan monimutkaisuutta ja parantaa tuotannon tehokkuutta (<http://m.fi.gzcyndar.net/safety-light-curtain/>).



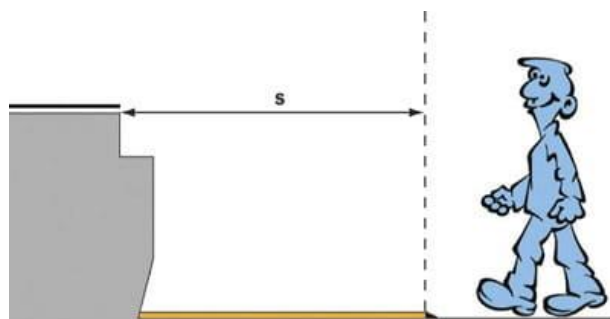
Kuva 4. Turvavaloverho (Cyndar 2023)

4.6 Turvamatto

Turvamatolla tarkoitetaan lattialle asennettavaa mattoa. Se voi olla joko robottisolun ovella tai ns. eteisessä ja se aktivoituu painosta, mattoja käytetään myös muidenkin koneiden aluevalvontaan. Robotti pysähtyy tai hidastuu, jos matolle tulee tietty massa. Näin varmistetaan käyttäjälle turvallinen työympäristö. Robotti

käynnistetään uudelleen, kun henkilö on poistunut turvamatolta. Turvamatto soveltuu turvaluokkaan 3 yhdessä PS3 -valvontayksikön kanssa. (<https://www.oem.fi/info/tuoteuutiset/turva/grein-turvamatot-aluevalvontaan>).

- pintamateriaali PVC tai muovi
- yhden maton max. mitat 1500 x 2500 mm
- sarjaan voidaan kytkeä usean turvamaton, jolloin voidaan valvoa suuriakin alueita
- käyttölämpötila -10..+60 celsiusastetta



Kuva 5. Turvaetäisyyden laskeminen (OEM 2023)

Turvaetäisyyden laskeminen standardin SFS-EN 999 (ISO 13855) mukaan. Vähimmäisetäisyyden laskennassa käytetään seuraavaa peruskaavaa:

$$S = K \times T + C$$

S = Vaakasuora vähimmäisetäisyys (mm) vaaravyöhykkeestä

K = Kehon tai kehonosien liikenopeus (mm/s), 1600mm/s

T = Kokonaispysähtymisaika $t_1 + t_2$

t_1 = Turvamaton ja valvontayksikön vasteaika (reaktioaika)

t_2 = Koneen pysähtymisaika

C = Lisäetäisyys (mm), 1200mm

$$S = (1600\text{mm/s} \times T) + 1200\text{mm}$$

Huom! Turvamaton pienimmän leveyden on oltava vähintään 750 mm, jotta estettäisiin helppo yliastuminen.

5 KONENÄKÖ

Konenäköä on ollut jo 1990 -luvulla, mutta kamerat olivat silloin isokokoisia ja niiden hintaväli oli 40 000 € - 60 000 €. Nykyään hinnat ovat 1 000 € - 5 000 € ja niiden suorituskyyt ovat huikeita ja tarjoavat suuremman nopeuden. Kameroita käytetään nykyään paljon kappaleiden tunnistamiseen ja mittaamiseen. Nyt alaa on valtaamassa älykamerat, joissa kameraan itseensä on integroitu konenäköjärjestelmään liittyvät toiminnot. Älykamerayksikköjä voidaan yhdistää toisiinsa verkon avulla, näin saadaan toimivia konenäköjärjestelmiä (Pelli V 2023).

5.1 3D -Konenäkö

3D -konenäön kameraratkaisujen suurimpia toimittajia ovat Omron ja Sick. Sick on yksi maailman johtavista teollisuuden antureiden ja anturisovellusten valmistaja. Heidän kameraratkaisuja näkyy nykyään useissa konepalveluratkaisuissa. Heidän tuotekehitys on huimaa ja tuotteiden määrä on valtava. Ihmisen ja robottien yhteistyö kehittyi suurin harppauksin, lähitulevaisuudessa käyttöön otettavissa teollisuus 4.0-ratkaisuissa tuotannon älykkyys on viety niin pitkälle, ettei robotteja tarvitse enää eristää ihmisistä. Ohjelmoitavat kamerat, anturit ja hajautettu älykkyys pitävät huolen siitä, että järjestelmä toimii tehokkaasti, turvallisesti ja läpinäkyvästi. 3D -konenäköä käytetään yleisesti laaduntarkastuksessa, huippunopeassa laadunvalvonnassa, 3d -mittauksessa, robottiohjauksessa, koodinluvussa ja paikoituksessa. (<https://www.sick.com/fi/fi/aelykaes-tehdas-teknologia-tapahtumassa/w/Press-fi-teknologia-2017/>).

6 MOBIILIROBOTIIKKA

Mobiilirobottien määrä kasvaa hurjaa vauhtia. Kansainvälisen robotiikkayhdistyksen (International Federation of Robotics, IFR) elokuussa 2021 julkaiseman ennusteen mukaan autonomisten mobiilirobottien myyntimäärien odotetaan kasvavan 30-40 % aikavälillä 2020-2023. IFR:n julkaisemassa uutiskirjeessä 8/2021 otsikkona olikin Mobile Robots Revolutionize Industry, eli mobiilirobottien kasvun odotetaan tekevän todella suuren muutoksen teollisuuteen, rakentamiseen ja digitalisoituun kaupankäyntiin liittyvissä logistiikka-, mittaus-, tarkastus- ja kunnossapitotehtävissä. Centrialla on tutkittu mobiilirobotiikka ja siihen liittyviä virtuaalisuunnittelun ja sisätilapaikannuksen teknologiaa jo 2000- luvun alusta lähtien. Tuorein journal-julkaisu on heinäkuulta 2022 (Kaarlela et al. 2022), jossa mobiilirobotit ovat mukana robotiikan etäkoulutuksen mahdollistavassa ratkaisussa.



Kuva 6. Erilaisia mobiilirobotteja (<https://centriabulletin.fi>) (2023)

7 ROBOTSTUDIO

RobotStudio -ohjelmaa käytetään ABB -robottien konfigurointiin ja ohjelmointiin. Ohjelmalla tehdään robottisolujen mallinnus, eli lisätään virtuaalisesti 3D -maailmaan käytettävät robotit ja muut oheislaitteet. Tehdään offline -ohjelmia ja simuloidaan niitä. RobotStudion edistynyt mallinnus- ja simulointiominaisuudet auttavat visualisoimaan usean robotin ohjauksen, turvallisuuden ominaisuuksia, 3D -näköä ja robotin etävalvontaa. RobotStudion ohjelmaympäristö mahdollistaa online- ja offline -tilan ohjelmoinnin. Online -tilassa se on yhdistetty robotin ohjaimeen ja offline -tilassa se on yhdistetty virtuaaliseen ohjaimeen. RobotStudio -ohjelman voi ladata 30 päiväksi (kokeilu versio), versio on ilmainen ja tarjoaa kaikki toiminnot. RobotStudio on ladattavissa osoitteesta <http://new.abb.com/products/robotics/robotstudio/downloads>. (ABB -robotStudio manual 2022).

RobotStudio kehittyä kokoajan ja vuodessa ohjelmaan tulee päivityksiä 2-4 kpl. Uusimpina sovelluksina on tullut AR / VR -todellisuus, VR -laseja käytetään esim. robottihitsauksen ohjelmoinnissa. AR tuo taas lisättyä todellisuutta käyttöliittymään. Myös TCP -tracetoiminto on uusinta, sillä pystytään simuloimaan robotin hätäpysäytyksen liikeratoja. Tällä ominaisuudella pystytään määrittämään robotin turva-alueita.

8 TUTKINNONPERUSTEET

Tuotantotekniikan osaamisala koneistaja. Koneistaja osaa työstämällä valmistaa koneiden osia ja muita työpiirustuksien mukaisia kappaleita hyödyntäen automaattisia työstökoneita. Hän osaa suunnitella valmistuksen eri työvaiheiden keskinäisen järjestyksen sekä käyttää alan materiaaleja, koneita- ja laitteita sekä menetelmiä työn kannalta tarkoituksenmukaisesti ja turvallisesti. Koneistaja vastaa myös valmistavansa tuotteen laadusta, käyttämiensä koneiden oikeista säädöksistä ja toiminnasta. Hän osaa ohjelmoida CNC -työstökonetta ja käyttää sitä valmistukseen.

8.1 Robottiikan perustutkinto

Kone- ja tuotantotekniikan perustutkintoon kuuluu valinnainen 20 osaamispiirteen laajuinen valinnainen tutkinnon osa, jonka nimi on Robottiikan käyttö. Sen ammattitaitovaatimukseen kuuluu, että opiskelija osaa:

- käyttää robottia ja sen apulaitteita
- ohjelmoida ja käyttää nivelvarsirobottia tai robottisolua
- palauttaa nivelvarsirobotin tuotantokuntoon häiriötilanteesta
- noudattaa työelämän toimintatapoja ja robotin käytön työturvallisuusvaatimuksia. (Kone- ja tuotantotekniikan perustutkinto 2017.)

Arviointikohteissa on vielä tarkemmin määritelty mitä seikkoja eri arviointias-teikoilla (1–5) opiskelijan tulee osata. Tutkinnon perusteet eivät ota kantaa millä teollisuuden alan robotilla tutkinnon osa suoritetaan. Muutenkin ammattitaito-vaatimukset ovat yleistäviä, mikä antaa vapauksia sisällön suunnitteluun. Robo-tin apulaitteilla käsitetään tässä tilanteessa tarttuvia ja kiinnittimiä. (Kone- ja tuo-tantotekniikan perustutkinto 2017.)

8.2 Robottiikan ammattitutkinto

Kone- ja tuotantotekniikan ammattitutkintoon kuuluu valinnainen 30 osaamispisteen laajuinen valinnainen tutkinnon osa, jonka nimi on Robottiikan hyödyntäminen tuotannossa. Sen ammattitaitovaatimukseen kuuluu, että opiskelija osaa:

- suorittaa mekaanisten apulaitteiden asennustöitä
- ohjelmoida ja asettaa nivelvarsirobottisolun tuotantokuntoon ja käyttää solua itsenäisesti
- käyttää robottisolua tuotantokäytössä
- huolehtia omasta ja työympäristönsä turvallisuudesta työtehtävässään
- arvioida ja kehittää toimintaansa. (Kone- ja tuotantotekniikan ammattitutkinto 2021.)

Arviointikohteissa on vielä tarkemmin määritelty mitä seikkoja eri arviointias-teikoilla (1–5) opiskelijan tulee osata. Tutkinnon perusteet eivät ota kantaa millä teollisuuden alan robotilla tutkinnon osa suoritetaan. Muutenkin ammattitaito-vaatimukset ovat yleistäviä, mikä antaa vapauksia sisällön suunnitteluun. Perus-tutkintoon lisäksi on tullut robotin käyttäjähuoltojen tekeminen ja ymmärtää ko-koonpanopiirustuksia sekä sähköisiä, pneumaattisia ja hydraulisia kytkentäkaa-vioita. (Kone- ja tuotantotekniikan ammattitutkinto 2021.)

8.3 Ammattitaidon osoittaminen

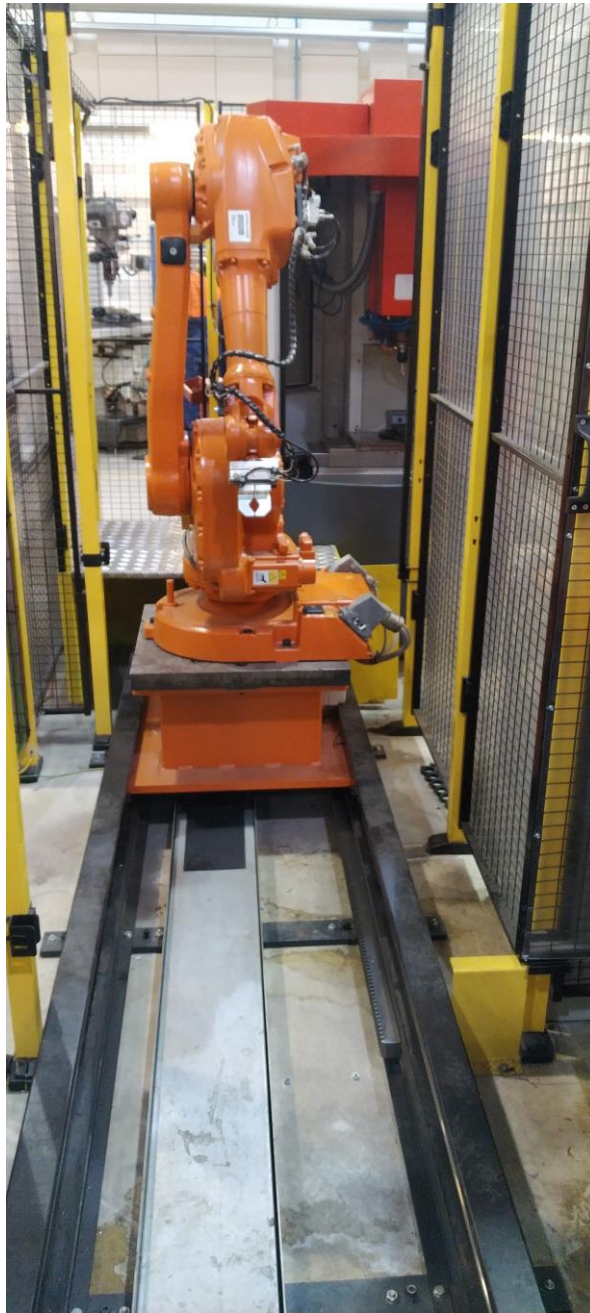
Opiskelija osoittaa ammattitaitonsa näytössä käytännön työtehtävissä kone -ja tuotantotekniikan tai vastaavan alan toimintaympäristössä käyttämällä ja ohjel-moimalla teollisuusrobottia. Ohjelmoinnin tulee sisältää koordinaatistojen hyö-dyntäminen, sekä robotin liikeratojen ja nopeuksien ohjelmointi. Ammattitaito osoitetaan myös apu- tai oheislaitteiden kytkennässä ja robottiturvallisuudessa. Näyttöön kuuluu aina ohjelman testaus ja käyttöönotto. Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittua ammattitaitoa ei voida arvioida näytön perusteella, ammattitai-don osoittamista täydennetään yksilöllisesti muilla tavoin.

9 LÄHTÖTILANNE

Vamian koneistusosastolla on ollut ajatuksia, että reilu kymmenen vuotta vanha FMS-solu purettaisiin, ja siinä olevia robotteja ja työstökoneita käytettäisiin johonkin muuhun tarkoitukseen. Nykyinen järjestelmä on liian laaja ja ongelmana on myös cnc -työstökoneiden vanha Windows XP -versio. Päivitykset maksaisivat kahteen työstökeskukseen n.20 000 €, joka ei ole mitenkään perusteltavissa oleva kustannuserä. Yhtenä vaihtoehtona on noussut esiin, että rakennettaisiin uusi solu, johon tulisi sorvi ja isompi robotti sitä palvelemaan. Tätä lähdin aluksi ideoimaan tarkemmin tähän projektiin. Alkuperäisessä FMS-solussa on varasto, kuljetin, 2 robottia, työstökeskus, sorvi ja turva-aidat. Tarkoituksena rakentaa uusi solu, johon tulee FMS-solusta isompi radalla kulkeva robotti, mahdollisesti sorvi, ellei sitä korvata uudella ja turva-aidat, jos niitä pystytään hyödyntämään. Uuteen soluun tulee myös hihnakuljetin, joka vie valmiit kappaleet sorvilta keräilyastiaan tai lavalle. Vanha järjestelmä on toteutettu siten, että logiikka on järjestelmän master, joka ohjaa kaikkia muita toimilaitteita. Vaatimus uudessa järjestelmässä on robotin toimiminen masterina, joka ohjaa sorvia ja hihnakuljetinta. Vanhassa sorvissa on käyttöliittymänä Windows XP ja tarjouksen mukainen ohjelmistopäivitys on niin kallis, että saatetaan päätyä hankkimaan uusi sorvi vanhan tilalle tai hyödyntämään paineilmakäyttöistä puristinta / pakkaa. Alla nykyisestä solusta muutama kuva, jossa näkyy koko layout, isompi robotti lisäakselilla ja CNC -sorvi (Emco).



Kuva 7. Nykyisen robottisolun layout



Kuva 8. Isompi robotti lisäakselilla



Kuva 9. CNC- sorvi (Emco)

10 TAVOITTEET

Uudessa järjestelmässä käytetään mahdollisuuksien mukaan valmiita turva-aitoja vanhasta FMS-solusta ja mahdollisesti jotain uutta teknologiaa esim. magneettiset rajakatkaisimet. Isompi robotti kulkee kiskoa pitkin, jolloin saadaan parempi ulottuvuus. Aihiot tuodaan trukkilavalla käsin tai mobiilirobotilla robotin lähelle, mutta valmiiden kappaleiden lastaus tulisi mahdollisesti hihnakuljetinta pitkin solusta ulos. Kuljetin olisi uusi hankittava laite tai sitten vanhasta järjestelmästä otettaisiin olemassa oleva rata. Rata toisi logiigan ja robottiohjelmoinnin näkökulmasta lisämahdollisuuksia, vaikka ajatellen ammattitutkintoa. Myös aitojen turvakytkimien uusimista ja mahdollisten 3D -skannereiden asennusta mietin. Jos valitaan alueelle 3D -skanneri, valoverho tai turvamatto, niin kaikissa mennään turvallisuus edellä ja jos mahdollista, niin kaikkia sovelluksia voisi myös ottaa käyttöön. Olemme kuitenkin oppilaitos ja teemme yritysyhteistyötä, niin he voisivat tulla katsomaan ja kyselemään meidän näkökulmaa omiin vastaaviin hankintoihin.

11 TYÖNVAIHEISTUS

Ensimmäisenä pitää olla idea, jota lähdetään jatkojalostamaan. Löysin idean työpaikalta oikeasta ympäristöstä, eikä tarvinnut lähteä keksimään kuvitteellista tilannetta. Tämän vanhan FMS -järjestelmän ajankäyttö on ollut puheena monessa keskusteluissa ja emme näe järkeä kalliiden laitteiden seisottamisesta. Jonkinlainen ajatus on pyörinyt mielessä pidemmän ajan, mutta kyselyjen ja tutkimuksien eristyessä myös oma ajatus on muuttunut hieman. Vanha järjestelmä on tehty EU-rahoituksella ja nyt aikaa on kulunut sen verran, että järjestelmään saataisiin tehdä isompia muutoksia.

11.1 Layout-suunnittelu

Layout -suunnittelussa lähdetään ottamalla huomioon nykyinen UR -yhteistyö robottialue. UR -roboteille on vuotena 2020 tehty uusi alue koneistushalliin, tilan saamiseksi huutokaupattiin muutamia työstökoneita. Käytännön takia tämä uusi solu tulisi siis nykyisten yhteistyörobottien läheisyyteen. Opettajalla olisi näköyhteys koko ajan molempiin oppimisympäristöihin ja kaikki tämän hallin robottikoulutus tapahtuisi yhdessä paikassa. Tämä säästäisi opettajan aikaa ja hän pystyisi paremmin keskittymään opetukseen ja täten oppilaat saisivat nopeammin apua. Alla olevan kuvan oikeassa yläreunassa näkyvät ovet, josta pääsisi helposti kulkemaan alueen läheisyyteen ja tarvittaessa ikkunan edessä olevaa valkokangasta voidaan siirtää, että ikkunasta näkisi myös paremmin alueelle. Uuden alueen n. 5 m*6 m tilan saamiseksi joudutaan huutokauppaamaan 2-3 työstökoneita ja 2 kpl sorvia pitää siirtää eri paikkaan. Nykyinen alue alla olevassa kuvassa, jossa näkyy poistettavat / siirrettävät työstökoneet ja takana näkyy nykyinen UR-Robottien oppimisympäristö.



Kuva 10. Uusi aidattu yhteistyörobotti alue ja edessä paikka ABB -roboteille

11.2 Tarttumat, jigit ja työalueen määrittely

Molemmissa ABB -robotissa on valmiina tarttumat. Jigeille ei ole välttämättä tarvetta tässä solussa. Robotti ja kisko määrittelevät robotin työalueen. Kun käytetään valmiina olevaa robottia, työalueeseen ei voida vaikuttaa, mutta simuloinnissa tuodaan aihiolava, sorvi ja kuljetin sellaiseen paikkaan, johon robotin ulottuvuus riittää. Mahdolliselle mobiilirobotille jätetään paikka kulkemiselle, jos sellainen joskus hankittaisiin.

11.3 Kommunikointi laitteiden välillä

Alun perin FMS-solussa masterina oli logiikka, joka ohjasi järjestelmää. Kommunikointi oli hoidettu Profibus-tekniikalla. Tämä on todella hankala järjestelmä ja aiheuttaa paljon ylimääräistä säätämistä. Uudessa solussa masterina toimii robotti, joka ohjaa sorvia ja kuljetinta.

11.4 Simulointi ja etäohjelmointi

Oletettujen järjestelmien mallinnus ja simulointi tehdään RobotStudio-ohjelmalla. Aluksi suunnitellaan koko työkierto ja siihen vaadittavat aliohjelmat. Sitten ohjelmoidaan tarvittavat paikkapisteet, muokataan tarvittavat digitaaliset sisään- ja

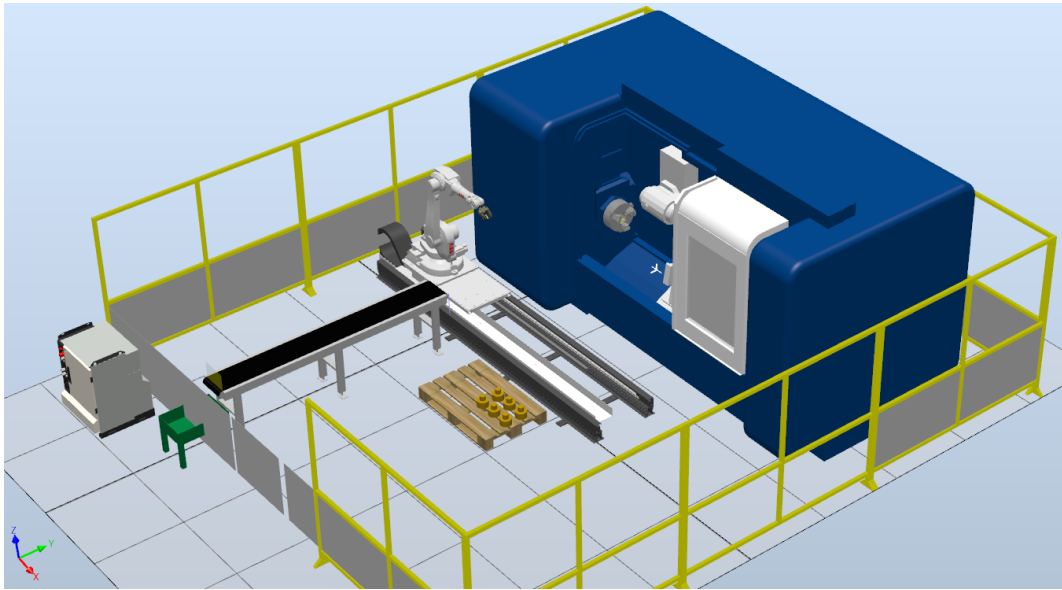
ulostulot sekä lisätään aihioihin ja muihin fysiikkamallit. Seuraavaksi tehdään aliohjelmat valmiiksi ja lopuksi hiotaan liikeratoja, nopeuksia, aluearvotoja yms. Näin saadaan testattua kokonaisuuden toimivuus, vaikka mitään kappaleiden sarja-ajoa ei tällä ajettaisiinkaan. Robottialue pitäisi olla sellainen, että mahdollisilla pienillä muutoksilla saataisiin se toimimaan erilaisille kappaleille. Monesti työelämässä laitetaan vain isoja sarjoja roboteille, koska muutokset vievät aikaa ja mahdollisesti tulee maksamaankin uusien tarttujen ym. vaihtuessa.

11.5 Riskien kartoitus ja turvallisuusnäkökohdat

Ensimmäinen asia turvallisuudessa on, ettei ihminen pääse robotin tielle, kun se liikkuu. Tämä hoidetaan yleensä turva-aidoilla ja suljettavalla ovella. Aidat ovat turvallisempi vaihtoehto valoverhoihin tai laserskannerilla valvotulle alueelle, koska kappaleen tai tarttujan irtoaminen ja lentäminen on myös mahdollista. Itse miettinyt mahdollista 3 -kiinteän seinän rakentamista ja yksi sivu jäisi auki. Tämän sivun turvallisuus hoidettaisiin valoverhoilla tai laserskannerilla. Tämä mahdollistaisi myöhemmin esim. mobiilirobotin liittämistä järjestelmään.

Robotin läheisyydessä ollaan silloin, kun ohjelmoidaan ohjaimella ja silloin pitää varmistaa ohjeistuksella, että vain yksi henkilö on kerrallaan siellä. Täytyy myös huomioida robotin liikkuminen kiskolla. Se luo uuden vaaratilanteen käsinohjauksessa. Robotin ja sorvin väliset liikkeet on synkronoitava niin, ettei esim. sorvi lähde pyörimään, kun robotin tarttuja on vielä kiinni kappaleessa, eikä robotti hae kappaletta, jos ovi on kiinni. Laitteiden välinen kommunikointi tulee testata hyvin.

Mikäli hihnakuuljetin tulee turva-aidasta läpi, on vaarana käden jääminen pyörivien osien ja hihnan väliin. Tämä voitaisiin estää niin, että kuuljetin on kokonaisuudessaan turva-aidan sisällä ja kuljettimen alle tulee keräilylaatikko, johon valmis kappale putoaa. Turva-aidassa on laatikon mentävä reikä ja laatikko on puolittain sisällä ja ulkona. Näin kappale voidaan poimia laatikosta turvallisesti.



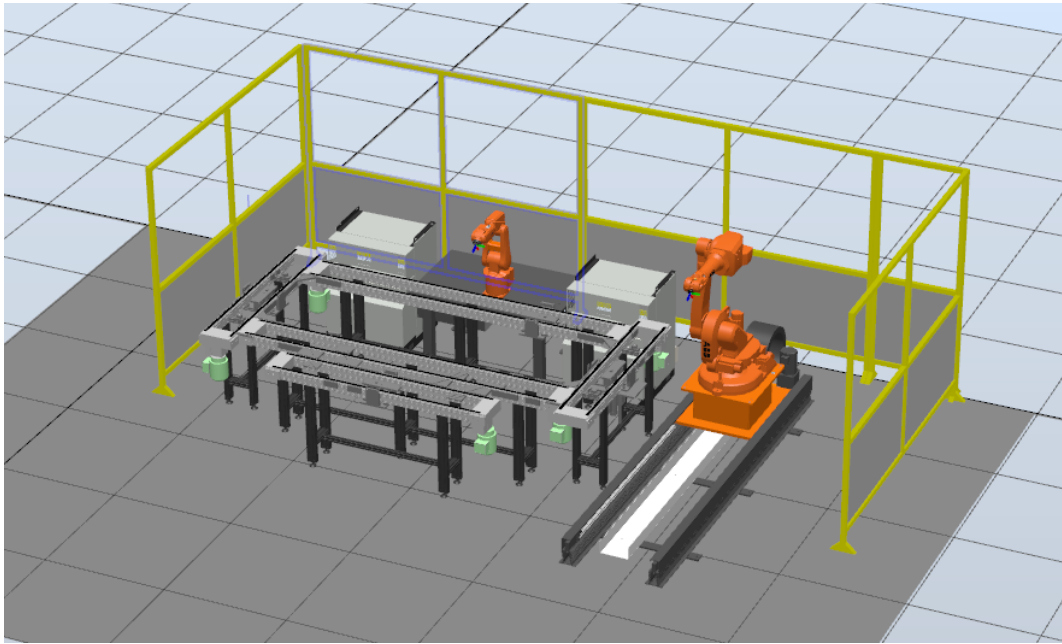
Kuva 11. Yksi mahdollinen layout

11.6 Layout 2



Kuva 12. Nykyisen robottisolun layout

Toisena vaihtoehtona olen miettinyt, jos tuosta alkuperäisestä järjestelmästä poistaisit ns. turhat vähemmällä käytöllä olleet laitteet pois. Kuvassa nämä näkyvät punaisella ja ovat numeroitu 1,2 ja 5. Robotit 3,4 ja 6:lla merkattu rata saisivat jäädä. Täten molempia robotteja pystyisi hyödyntämään yhdessä kuljettimen kanssa ja tähän joutuisi rakentamaan pienen logiikan. Tällä layoutilla järjestelmästä jäisi puuttumaan toimiva oikea CNC -työstökone. Toisiko CNC -työstökone järjestelmälle lisäarvoa, vai riittäisikö joku paineilmalla toimiva pakka / puristin sen tilalle. Järjestelmällä kuitenkin olisi tarkoitus opettaa robotiikan perusteita ja siihen liittyviä asioita, eikä pelkästään koneistusta. Aluksi järjestelmä voisi olla nykyisessä paikassa ja irrotettaisiin siitä vain ne merkityt koneet. Tällä saataisiin lisää tilaa aitauksen sisälle ja voitaisiin miettiä esim. kappaleen mittauspaikkaa koneenäöllä tai kappaleen viimeistely paikkaa.



Kuva 13. Nykyisestä solusta poistettuna CNC -työstökoneet

12 POHDINTA

Uuden robottisolun hankinta kannattaa aloittaa tarpeiden kartoituksella, joiden perusteella hankitaan järjestelmään soveltuvat komponentit. Myös riskien tunnistaminen kannattaa aloittaa jo suunnitteluvaiheessa. Tila johon robottisolua ollaan rakentamassa, määräytyy yleensä tuotannon CNC -koneiden paikasta. Mutta nyt kun olemme miettimässä robottialuetta opetuskäyttöön, otetaan huomioon jo olemassa olevat robottialueet. Näin saataisiin robottityöskentely mahdollisimman joustavaksi ja opettajalla olisi näköyhteys kaikkiin työpisteisiin.

Kyselytutkimuksen perusteella robottialue pitää olla sellainen, missä saadaan opettua pieniä ohjelmointi asioita. Ei tarvitse välttämättä olla mitään isoa kallista työstökonetta, se voidaan korvata esim. paineilmakäyttöisellä pakalla / puristimella. Tärkeimpänä asiana tuli selkeästi häiriötilanteiden purkaminen, eli kun robotti välillä pysähtyy jostain syystä. Niin käyttäjä osaisi nopeasti poistaa häiriötilanteen ja saamaan robotin jatkamaan työskentelyä. Turva-alueiden valvonta / turvallisuus on mennyt ison harppauksen eteenpäin viimeisen 10 -vuoden aikana. Turvallisuuteen liittyen ajattelin jättää aidat kolmelle sivulle, taakse ja sivuille. Etuseinän jättäisin avoimeksi ja siihen laitettaisiin nykyaikaisia 3D -skannereita valvomaan liikennettä. Tulevaisuudessa mobiilirobotit yleistyvät ja täten jättäisin etuseinän avoimeksi(ilman aita). Ja sen välin hoidettaisiin 3D -skannereilla ja esim. mobiilirobotit pääsisivät käymään alueella helpommin.

Hinnaltaankin tämä kuvan 13 ratkaisu tulisi halvemmaksi, koska meillä on jo olemassa kaikki siihen tarvittavat koneet ja laitteet. Hankintana olisi vain uusia kame-roita ja nykyisestä järjestelmästä voitaisiin huutokaupata yksi cnc -sorvi ja yksi cnc -jyrsin. Laitteiden siirrot saataisiin tehtyä oppilastyönä ja ainoastaan sähkökytkennät ulkoistettaisiin.

LÄHTEET

ABB verkkosivut. Viitattu 4.4.2023. <http://new.abb.com/products/robotics/robotstudio/downloads>

Billing, M. 2012. Oppimisympäristö robotiikan ja etäohjelmoinnin opetukseen. Diplomityö. Konetekniikan koulutusohjelma. Tampereen teknillinen yliopisto. Julkaistu 5.2.2012. Viitattu 25.3.2023 osoitteesta <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/21003/billing.pdf>

Cyndar verkkosivut. Viitattu 29.3.2023. <http://m.fi.gzcyndar.net/safety-light-curtain/>

Kaarlela T. 2022. Common Educational Teleoperation Platform for Robotics Utilizing Digital Twins. Machines. 2022;10(7):577. Viitattu 30.3.2023 <https://doi.org/10.3390/machines10070577>

Malm T. 2007. Robottiturvallisuus nyt ja tulevaisuudessa. VTT. Julkaistu 19.4.2007. Viitattu 26.3.2023 osoitteesta <https://cris.vtt.fi/en/publications/robottiturvallisuus-nyt-ja-tulevaisuudessa>

OEM verkkosivut. Viitattu 30.3.2023. <https://www.oem.fi/info/tuoteuutiset/turva/grein-turvamatot-aluevalvontaan>

Pelli V. 2011. Konenäköjärjestelmä. Opinnäytetyö. Automaatioteknologian koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Julkaistu 13.12.2011. Viitattu 30.3.2023. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/37198/Veli_Pelli.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sick verkkosivut. Viitattu 29.3.2023. <https://www.sick.com/fi/fi/aelykaes-tehdas-teknologia-tapahtumassa/w/Press-fi-teknologia-2017/>

Sick verkkosivut. Viitattu 30.3.2023. <https://www.sick.com/fi/fi/turvarajakytkimet/kosketuksettomat-turvarajakytkimet/tr4-direct/c/g226865>

Tuotantotekniikan ammattitutkinto. 2021. E-perusteet. Viitattu 13.4.2023. <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/amatillinen/4540520/tutkinnon-osat/4685446>

Tuotantotekniikan perustutkinto. 2017. E-perusteet. Viitattu 13.4.2023. <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/amatillinen/7823349/tutkinnon-osat/7845311>

Tukes verkkosivut. Viitattu 28.3.2023. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/ce-merkinta#293dd27a>

Tukes verkkosivut. Viitattu 29.3.2023. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/koneet#293dd27a>

Tuunanen T. 2014. Teollisuusrobotin käyttöönotto ja ohjelmointi. Opinnäytetyö. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Julkaistu 7.5.2014. Viitattu 26.3.2023 osoitteesta <https://www.theseus.fi/handle/10024/75698>

Vaasan kaupungin tiedote 15.12.2016. Viitattu 10.3.2023. <https://www.epressi.com/tiedotteet/kaupungit-ja-kunnat/vamia-alueen-suurin-ammattillinen-kouluttaja-aloittaa-toimintansa.html>

Vamian verkkosivut. Viitattu 10.3.2023. <https://vamia.fi/vamia/>