



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Juhani Jurvanen

VALMISTUSSOLUN UUDISTAMINEN

Tekniikka ja liikenne
2010

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Juhani Jurvanen
Opinnäytetyön nimi	Valmistussolun uudistaminen
Vuosi	2010
Kieli	suomi
Sivumäärä	90 + 4 liitettä
Ohjaaja	Pekka Ketola

Valmistusjärjestelmien uudistaminen ja työmenetelmien kehittäminen on tärkeä osa yrityksen kilpailukykyä. Järjestelmien uudistamisessa ensimmäisenä esiin tuleva kysymys on modernisoidaanko vanha järjestelmä vai hankitaanko kokonaan uusi. Uuden järjestelmän hankinta on suoraviivaista silloin, kun sellainen on markkinoilta saatavilla. Vanhan järjestelmän modernisointi saattaa muuttua EU-konedirektiivin mukaiseksi uuden koneen valmistamiseksi.

Tässä työssä tehtävänä oli suunnitella tuotantosolu letkukelojen sivulaippojen valmistukseen olemassa olevan solun tilalle.

Aluksi kartoitettiin valmistettavan kappaleen tärkeimmät ominaisuudet, nykyinen valmistusmenetelmä, kappaleen valmistuskustannusrakenne sekä tulevassa solussa käytettävissä olevat koneen ja laitteet.

Kappaleen valmistusvaihtoehtoja kartoitettiin materiaalikustannusten säästön sekä käytettävissä olevien koneiden kannalta. Lisäksi laskettiin kustannussäästöt valituilla vaihtoehdoilla ja arvioitiin investoinnin kannattavuutta.

Työn tuloksena on vaatimusmäärittely sekä esisuunnitelma valmistussolun toteutukselle.

Avainsanat valmistussolu, hydraulinen puristin, koneturvallisuus, kappaleenkäsittelyrobotti

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

ABSTRACT

Author	Juhani Jurvanen
Title	Modernization of the manufacturing cell
Year	2010
Language	Finnish
Pages	90 + 4 Appendices
Name of Supervisor	Pekka Ketola

Manufacturing systems and working methods development are an important part of the company's competitiveness. First the question posed in reform of the systems is to modernize the old system or buying an entirely new. Purchasing a new system is straightforward when one is available in the market. The modernization of the old system may turn into the new machinery manufacturing according to the EC machinery directive.

The aim of the thesis was to design a manufacturing cell for producing side discs of hose reels. The new cell will replace an old one.

First, the main characteristics of the manufactured part were identified, as well as the current method of production, fabrication cost structure and available machinery and equipment for the future cell.

Manufacturing alternatives were studied from the point of view of cost savings and availability of machines. In addition, cost savings for selected option were calculated and the profitability of the investment was evaluated.

As a result of the work there is now a requirement specification and a preplan for new manufacturing cell.

Keywords	manufacturing cell, hydraulic press, Machine Safety, material handling robot
----------	--

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	12
2	LÄHTÖTIETOJA	13
2.1	Pivaset Oy.....	13
2.2	Valmistettava kappale	EI JULKAISTA 14
2.3	Raaka-aineet.....	EI JULKAISTA 16
2.4	Nykyinen valmistusmenetelmä.....	EI JULKAISTA 16
2.5	Valmistuskustannukset	EI JULKAISTA 17
2.6	Käytettävissä olevat laitteet	18
2.6.1	Puristin	18
2.6.2	Robotti.....	19
2.6.3	Solun muut laitteet	19
2.6.4	Solun ulkopuoliset laitteet	19
3	TEORIAA.....	20
3.1	Puristintyökalan suunnittelu ja valmistus.....	20
3.2	Teollisuusrobotti	21
3.2.1	Robottiprojektin kannattavuus.....	21
3.2.2	Ohjelmointi.....	22
3.2.3	Robotin valinta	23
3.2.4	Tarttuja	23
3.2.5	Robotin liityntä muihin laitteisiin.....	24
3.2.6	Robotin turvallisuus	26
3.3	Koneturvallisuus	27
3.3.1	Koneen valmistajan tehtävät	28
3.3.2	Riskien arviointi	29
3.3.3	Suunnittelu	32
3.3.4	Tekninen rakennetiedosto	34
3.3.5	Vaatimustenmukaisuusvakuutus ja liittämismakuutus	35
3.3.6	Vaatimustenmukaisuuden osoittaminen	37

		5
	3.3.7 CE-merkintä	38
	3.4 Kustannuslaskenta.....	40
	3.4.1 Valmistuskustannukset.....	40
	3.4.2 Investointikustannukset.....	42
4	VAIHTOEHTOJEN KARTOITUS	45
	4.1 Materiaalikustannusten säästöt	45
	4.1.1 Hankinta valmiiksi leikattuina levyinä	45
	4.1.2 Hankinta keloina.....	46
	4.1.3 Hankinta suurempina levyinä	47
	4.2 Kappaleen valmistus levytyökeskuksella	48
	4.3 Kappaleen osittainen valmistus solun ulkopuolella	49
	4.4 Kappaleiden valmistus puristimella	EI JULKAISTA 49
	4.4.1 Puristinsolu	EI JULKAISTA 50
	4.4.2 Robottisolun laitteet ja toiminta	EI JULKAISTA 51
	4.4.3 Valmistuskustannusten säästö ja kapasiteetti ...	EI JULKAISTA 52
5	ESISUUNNITTELU	54
	5.1 Tavoitteet	EI JULKAISTA 54
	5.2 Suunnittelu, peruseriaatteet.....	54
	5.3 Vaiheittainen toteutus.....	55
	5.4 Puristinsolu	56
	5.5 Robottisolu.....	57
	5.5.1 Laitteiden käyttötavat.....	58
	5.5.2 Solun turvallistaminen	59
	5.6 Materiaaliasema	EI JULKAISTA 63
	5.6.1 Maksimilevymäärä.....	EI JULKAISTA 64
	5.6.2 Levyjen nosto, erottelu ja paksuuden mittaus ..	EI JULKAISTA 64
	5.7 Puristin.....	65
	5.7.1 Perustus	66
	5.7.2 Huoltotasot	66
	5.7.3 Työkalun asetus	66
	5.7.4 Ohjelmointi.....	66
	5.7.5 Puristimen käyttötavan valinta	67

5.7.6	Ohjelman suoritus	67
5.7.7	Yksittäisiskukäyttö.....	68
5.7.8	Automaattikäyttö	68
5.7.9	Käsi käyttö.....	69
5.7.10	Huolto ja korjaus.....	70
5.8	Puristintyökalu	71
5.9	Reunan muovaus	73
5.9.1	Laitteen turvallistaminen.....	73
5.9.2	Asetus.....	74
5.9.3	Ohjelman suoritus	74
5.9.4	Yksittäisiskukäyttö.....	74
5.9.5	Automaattikäyttö	74
5.9.6	Huolto ja korjaus.....	76
5.10	Robotti	77
5.10.1	Robotin turvallistaminen	78
5.10.2	Tarttuja	79
5.10.3	Asetus.....	79
5.10.4	Robotin ohjelmointi	80
5.10.5	Käyttötavan valinta	80
5.10.6	Ohjelman suoritus.....	80
5.10.7	Ohjelman testaus.....	81
5.10.8	Yksittäisiskukäyttö.....	81
5.10.9	Automaattikäyttö	81
5.10.10	Käsi käyttö.....	81
5.10.11	Tuotannon häiriötilanteet.....	82
5.10.12	Huolto ja korjaus	82
5.11	Kappaleiden ja jätteen käsittely	83
5.11.1	Lavat	83
5.11.2	Kappaleet.....	83
5.11.3	Metallijätteet.....	83
5.12	Vaaratekijöiden tunnistaminen.....	84
5.12.1	Miehittämätön käyttö (Automaattikäyttö).....	84

5.12.2	Miehitetty käyttö (Yksittäisiskukäyttö ja käsikäyttö)	85
6	TOTEUTUS	86
7	YHTEENVETO	88
	LÄHTEET	89

KUVIOLUETTELO

Kuvio 1. Valmiita tuotteita	12
Kuvio 2. Valmistettava kappale	14
Kuvio 3. Kappaleiden valmistuskustannusrakenne nykyisellä valmistustavalla ..	17
Kuvio 4. Kappaleiden valmistuskustannukset suhteutettuna valmistusmääriin ...	17
Kuvio 5. Puristin	18
Kuvio 6. Tarttujan suunnitteluprosessi	24
Kuvio 7. Koneturvallisuuden vastuu valmistajan ja työnantajan kesken	27
Kuvio 8. Riskien arviointi.....	29
Kuvio 9. Menettelytavat vaatimustenmukaisuuden osoittamiseksi	37
Kuvio 10. Valmistusyksikön kustannusvirrat	41
Kuvio 11. Materiaalin käyttösuhteet esileikatuilla levyillä	45
Kuvio 12. Materiaalin käyttösuhde optimikelaleveydellä	46
Kuvio 13. Levyn syöttö kelalta puristimelle	46
Kuvio 14. Materiaalin käyttösuhde, kappaleet 1250 x 2500 mm levyllä	47
Kuvio 15. Levytyökeskustyökaluja, leikkaus ja muovaus	48
Kuvio 16. Puristinsolun laitteet.....	50
Kuvio 17. Robottisolun laitteet	51
Kuvio 18. Valmistuskustannusten vertailu	52
Kuvio 19. Puristinsolun laitteet.....	56
Kuvio 20. Robottisolun laitteet	57
Kuvio 21. Solun turvalaitteet	59
Kuvio 22. Materiaaliasema	63
Kuvio 23. Kaksoislevyn tunnistimen anturointi	64
Kuvio 24. Puristimen rakenne.....	65
Kuvio 25. Operointipaneelin näyttö, ohjelmaesimerkki.....	67

Kuvio 26. Puristustyökalun toimintasekvenssi	71
Kuvio 27. Puristettu kappale ja jätereuna	72
Kuvio 28. 4-akselin robotti	77
Kuvio 29. 6-akselin robotti	77
Kuvio 30. Tarttuja	79
Kuvio 31. Levymateriaalipaketteja	Liite 1-1
Kuvio 32. Lävistin, jossa kappaleen keskitysasteet	Liite 1-1
Kuvio 33. Leikkuri, jossa leikattu kappale	Liite 1-1
Kuvio 34. Muodon puristus	Liite 1-2
Kuvio 35. Reikien lävistys	Liite 1-2
Kuvio 36. Reunan muovaus	Liite 1-2
Kuvio 37. Valmis kappale	Liite 1-3
Kuvio 38. Kappaleen ulkopuoli ja sisäpuoli	Liite 1-3
Kuvio 39. Robotin liikkeet kappalesekvenssissä	Liite 2-2
Kuvio 40. Toistuvat kappalesekvenssin askeleet	Liite 2-2
Kuvio 41. Puristimen ja taivutuksen maksimitoiminta-ajat.....	Liite 2-3
Kuvio 42. Valmistuskustannusten ja säästöjen vertailu	Liite 3-2
Kuvio 43. Kappalekohtaiset kustannukset ja säästöt.....	Liite 3-2

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Kappalekoot, levyt, paksuus ja vuotuinen tarve.	15
Taulukko 2. Materiaalien ominaisuudet.	16
Taulukko 3. Esimerkki robotin ja oheislaitteen signaalien vaihdosta	25
Taulukko 4. Riskien seurausten arviointi	30
Taulukko 5. Riskien todennäköisyyden arviointi.....	31
Taulukko 6. Laskettu riskitaso ja vastaavat toimenpiteet	32
Taulukko 7. Investointien luokittelu ja tuottovaatimukset	43
Taulukko 8. Puristimen ja robotin väliset signaalit	69
Taulukko 9. Muovauslaitteen ja robotin väliset signaalit	75
Taulukko 10. Investointilaskenta, tuotot.....	Liite 3-4
Taulukko 11. Investointilaskenta, kustannukset	Liite 3-4
Taulukko 12. Investointilaskenta, sisäisen korkokannan menetelmällä	Liite 3-5
Taulukko 13. Investointilaskenta, takaisinmaksuajan menetelmällä	Liite 3-5
Taulukko 14. Budjetti	Liite 3-6
Taulukko 15. Kapasiteetti, valmistuskustannukset ja kustannussäästöt	Liite 3-7

LIITELUETTELO

- LIITE 1.** Nykyisen valmistusmenetelmän työvaiheet (EI JULKAISTA)
- LIITE 2.** Robottisolun läpimenoajan määrittäminen (EI JULKAISTA)
- LIITE 3.** Valmistuskustannusten ja säästöjen laskenta (EI JULKAISTA)
- LIITE 4.** Käytettävät direktiivit ja standardit

1 JOHDANTO

Työn tehtävänä on suunnitella tuotantosolu letkukelojen sivulaippojen valmistukseen olemassa olevan solun tilalle.



Kuvio 1. Valmiita tuotteita

Valmistettava kappale on letkukelan pyöreä sivuosaa. Kappale on osa valmista tuotetta, johon tarvitaan kaksi sivuosaa (**Kuvio 1.**). Kappale on symmetrinen, joten samaa osaa voidaan käyttää molempina sivuina. Valmistusmäärä on n. 15000 kpl/vuodessa.

Työssä on tarkoitus hyödyntää käytettynä hankittua hydraulista puristinta. Tästä puristimesta puuttuu tarvittava puristintyökalu, hydraulikka, sähkökäyttö ja ohjaus. Kunnostettua puristinta tullaan käyttämään myös muuhun tuotantoon. Levyaihioiden siirto työvaiheiden välillä automatisoidaan robotilla. Tehtaassa on käytettävissä n. 5x15 m tila uudelle solulle.

Nykyisin levyaihiot hankitaan määrämittaan leikattuina. Tehtävänä on tarkastella myös muita vaihtoehtoja tehostaa materiaalin käyttöä.

Valmistusvaihtoehtoina selvitetään kappaleen valmistusta kokonaan puristimella tai kappaleen osittaista valmistusta solun ulkopuolella tai muuta tapaa. Lisäksi tarkastellaan edellisten vaihtoehtojen yhdistelmiä.

Rajaukset ja tulos

Työssä keskitytään kyseisen kappaleen valmistukseen kustannustehokkaasti. Tuloksena saadaan suunnitelma valmistussolusta tai jokin muu tapa kappaleen valmistukseen sekä suunnitelman toteutus tämän opinnäytetyön aikataulun puitteissa.

2 LÄHTÖTIETOJA

Tässä osassa esitellään yritys ja tutustutaan tehtävään.

2.1 Pivaset Oy

Leppävirralla toimiva Pivaset Oy on perustettu vuonna 1990. Yritys valmistaa alkusammutuskalustoa, ohjauskeskuksia ja johtosarjoja. Erilaisia ohutlevy tuotteita valmistetaan asiakkaiden tarpeiden mukaan. Yritys työllistää yli 40 henkilöä.

Savon Sanomat

Maanantaina 1. Marraskuuta 2010:

”Jos Kaliforniassa on piilaakso, niin puhuttakoon Leppävirralla metallimäestä. Gebwell Oy:n ja Pivaset Oy:n uudet teollisuushallit Patruunapolun kahta puolta luovat uskoa yli satavuotiaan erikoistuneen metalliteollisuuden tulevaisuuteen, vaikka Metalliset ja DanfossLPM Leppävirralta lähtevätkin. –Luulen, että Gebwell ja HögforsGST pystyvät paikkaamaan Danfossin jättämän aukon, sanoo Pivaset Oy:n toimitusjohtaja Tapani Hulkkonen. –Jos Vieremällä tehdään hyviä metsäkoneita, niin Leppävirralla tehdään hyviä kaukolämpölaitteita. On se osaminen niin juurtunut tänne jo 1970-luvulta lähtien. Pivaset toimii molempien lämpötekniikan tekijöiden osa- ja alkuvalmistajana muun tuotantonsa ohella. Sekään ei ole kaihtanut investoimasta tulevaisuuteen. Noin 3600 neliömetrin uudet tuotantotilat rakennettiin finanssikriisin keskellä 2008-2009. –Vuotta myöhemmin olisi voinut olla halvempi rakentaa, mutta muuten laajennus tehtiin ihan oikeaan aikaan. Töihin on otettu 20-25 ihmistä lisää, ja meitä on nyt 45, Hulkkonen sanoo. Pivasetin päätuotteita ovat olleet alkusammutuskalusto ja sähkökaapit sekä teollisuuden putki- ja ohutlevyosat. Energiavaraajat ovat uusi suunta, johon on panostettu paljon. –Tämän vuoden jälkipuolella se on lähtenyt aika hyvin liikkeelle. Uskon, että tuotanto jopa kaksin - kolminkertaistuu lähivuosina.”

2.2 Valmistettava kappale

Ei julkaista.

Kuvio 2. Valmistettava kappale

Taulukko 1. Kappalekoot, levyt, paksuus ja vuotuinen tarve.

Ei julkaista.

2.3 Raaka-aineet

Ei julkaista.

Taulukko 2. Materiaalien ominaisuudet.

Ei julkaista.

2.4 Nykyinen valmistusmenetelmä

Ei julkaista.

2.5 Valmistuskustannukset

Ei julkaista.

Ei julkaista.

Kuvio 3. Kappaleiden valmistuskustannusrakenne nykyisellä valmistustavalla

Ei julkaista.

Kuvio 4. Kappaleiden valmistuskustannukset suhteutettuna valmistusmääriin

2.6 Käytettävissä olevat laitteet

Seuraavia laitteita on mahdollisuus käyttää kappaleen valmistukseen.

2.6.1 Puristin

Puristin (**Kuvio 5.**) on valmistettu vuonna 1938 ja sitä on käytetty 2000-luvulle saakka puolustustarviketeollisuudessa tykin hylsyjen valmistukseen. Lähtötilanteessa koneessa on runko, hydraulikkasyylinterit ja öljysäiliö. Uudistettavaan laitteeseen hankitaan ohjaus-, turva- ja toimilaitteet. Koneasetuksen (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008) mukaan tämä edellyttää, että laite on suunniteltava ja rakennettava CE-merkinnän edellyttämällä tavalla.



Tekniset tiedot:

- Puristusvoima: 2500 kN (250 t)
- Pöytä: 1300 x 1000mm
- Iskun pituus: n. 700mm
- Valmistusvuosi: 1938 (runko)
- Koneen ulkomitat: 1,6 x 1,8 m, korkeus 4,2m
- Koneen upotus lattiaan: 0,15m
- Koneen paino: 15000kg (arvio)

Kuvio 5. Puristin

Suunnittelussa tulee huomioida, että puristinta on tarkoitus käyttää myös yrityksen muuhun tuotantoon.

2.6.2 Robotti

Robotin tehtävänä tulee olemaan kappaleen siirto solun laitteiden välillä. Tarkoitukseen soveltuva robotti hankitaan joko käytettynä tai uutena. Kappaleen käsittelyyn tarvitaan robottiin tarttuja, joka soveltuu kaikille erikokoisille kappaleille. Turvalaitteet ja suojaus on huomioitava solun suunnittelussa.

2.6.3 Solun muut laitteet

Tarpeen vaatiessa suunnittelussa hyödynnetään yrityksen nykyisen valmistusjärjestelmän laitteita. Tällöin laitteiden ohjaukset on uudistettava, jotta niitä voidaan käyttää yhdessä robotin kanssa. Laitteen tulee käynnistyä robotin ohjaamana, suorittaa tehtävä, asemoida kappale tiettyyn asemaan, pysähtyä työvaiheen jälkeen sekä antaa robotille tieto työvaiheen valmistuttua. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tarvittavien laitteiden ohjaukset on toteutettava ohjelmoitavalla logiikalla ja lisättävä tarvittava anturointi sekä mahdollisesti muita toimi- ja turvalaitteita.

Robotin tarttujan tulee mahtua siirtämään kappale laitteeseen ja sieltä pois. Tämä saattaa vaatia laitteisiin mekaanisia muutoksia. Lisäksi laitteissa tulee huomioida leikkuujätteen käsittely, jotta solun häiriötön toiminta saadaan varmistettua.

2.6.4 Solun ulkopuoliset laitteet

Solun ulkopuoliset laitteet sijaitsevat toisessa rakennuksessa. Näitä laitteita käytettäessä on huomioitava puolivalmisteiden kuljetus ja toiminnanohjaus.

Laitteet:

- Levytyökeskus
 - Valmistaja / Tyyppi: Finn-Power / F5S
- Laserleikkaus
 - Valmistaja / Tyyppi: Prima Industrie / Domino evoluzione 1530

3 TEORIAA

Teoriapohja on valittu vastaamaan kysymyksiin:

- Mitä puristintyökalun suunnittelussa ja valmistuksessa on huomioitava nykyisen valmistustavan työvaiheita yhdistettäessä?
- Kuinka työvaiheet automatisoidaan ja koneet liitetään järjestelmäksi?
- Mitä uuden koneen valmistus tarkoittaa koneturvallisuuden kannalta?
- Kuinka määritellään projektin kannattavuus?

3.1 Puristintyökalun suunnittelu ja valmistus

Puristintyökalujen suunnittelu vaatii kokemusperäistä osaamista muovausprosessin toteutuksesta. Suunnittelun aluksi muovaus jaetaan kolmeen vaiheeseen: aihionleikkaus, -muovaus ja -irrotus. Näin voidaan erikseen huomioida materiaali, puristin, kappaleiden siirrot ja jätteiden poisto. Muovausprosessin suunnittelun jälkeen aloitetaan yksityiskohtien suunnittelu. Työkaluissa käytetään mahdollisimman paljon standardiosia, kuten jousia, johteita, laakeriholkkeja ja uloslyöntitappeja. Työkalujen avaumassa huomioidaan kappaleenkäsittelylaitteiden vaatimista. Työkalun johteet mitoitetaan niin, että ne kestävät niihin välittyvät voimat ja pitävät työkalun liikkeet kohtisuorina ja välyksettöminä puristuksessa vaikuttavista sivuttaisvoimista huolimatta. Usein työkalun kiinnitys suunnitellaan niin, että se sopii useaan asiakkaan käytössä olevaan puristimeen. Näin työkalu voidaan vaihtaa puristimesta toiseen. Tällöin on otettava huomioon työkalun paikoitus, kiinnitys, jätekanavien ja puristimen puskimen sijainti. Suunnittelussa voidaan käyttää apuna muovauksen simulointia, jolla voidaan tutkia:

- aihion rypytyymistä muovauksen aikana
- aihion repeämistä muovauksen aikana
- aihion muotoa muovauksen jälkeen
- tuotteeseen jääviä jäännösjännityksiä
- levyn paksuusjakaumia muovauksen jälkeen
- takaisinjouston suuruutta.

CAD/CAM-ohjelmia käytetään suunnittelussa työkalun osien piirtämiseen ja törmäystarkasteluun. Samalla voidaan myös tuottaa valmistusta varten työstöradat työkalun koneistukseen. (Mäki-Mantila, 2001, ss. 44-45.)

Levyn muovauksessa pyritään alhaiseen kitkaan työkalun ja kappaleen välillä. Keinoina käytetään aihion tai työkalujen voitelua, työkalujen pinnoitusta tai työkalun materiaalin valintaa sekä esim. muovilla pinnoitettua aihiomateriaalia. Aihiomateriaalin pinnanlaadulla on vaikutusta voiteluaineen toimintaan. Voiteluaineena voidaan käyttää öljyä, saippuonia, vahoja, steariineja yms. Käytettävän aineen tulee olla helposti poistettavissa sekä myrkytön ja ympäristöystävällinen. Voiteluaineen levitys voidaan toteuttaa ruiskuttamalla voiteluainetta työkaluun tai aihiomateriaaliin. Huomioitavia seikkoja ruiskuvoitelulaitteen vallinnassa on käytettävän voiteluaineen viskositeetti, aineen määrän säädettävyys, suutinten määrä ja levityksen tasaisuus (Mäki-Mantila, 2001, ss. 30-31.).

3.2 Teollisuusrobotti

Robottiprojektissa tulee huomioida robotin kannattavuus, robotin ohjelmointi, robotin tehtävät, käsiteltävät kappaleet sekä robotin toimintaympäristön turvallisuus.

3.2.1 Robottiprojektin kannattavuus

Teknisten määrittelyjen tueksi robotisointihankkeesta on tehtävä tarkat investointilaskelmat. Robotisoinnin kannattavuus on selvitettävä samoilla kriteereillä kuin muiden resursseista kilpailevien investointien kannattavuus (Aaltonen & Torvinen, 1997, s. 165).

Yksinkertaisin kannattavuustarkastelu on laskea robottijärjestelmän takaisinmaksuaika. Takaisinmaksuajassa määritellään aika, jonka kuluessa investoinnin käytön nettokassavirta on investointimenon suuruinen eli robottijärjestelmään tehdyt panostukset on saatu takaisin tuottojen ja säästöjen avulla. Robotti-investoinnin takaisinmaksuaikaa tarkasteltaessa nyrkkisääntönä voidaan pitää, että vuosi tai lyhyempi aika takaa investoinnin kannattavuuden, kaksi vuotta on vielä hyväksyt-

tävissä ja yli 3 vuotta johtaa projektin jäädyttämiseen. Tarkempia investoinnin kustannuslaskelmia voidaan tehdä annuiteettimenetelmin sekä sijoitetun pääoman tuottojen avulla (Aaltonen & Torvinen, 1997, s. 167).

Vaikka robottijärjestelmässä joudutaan usein tinkimään automatisoitavien manuaalivaiheiden nopeuksista, robotti on kuitenkin uupumaton puurtaja, joka ei kaipaa elpymistaukoja ja sosiaalista kanssakäymistä työjaksojen aikana. Näin robotin tuotantomäärät ovat verkkaisemminkin tehtynä manuaalisyötä suuremmat. Lisäksi robotin mahdollisuus miehittämättömiin tuotantokäytöksiin parantaa investoinnin kannattavuutta (Aaltonen & Torvinen, 1997, s. 167).

3.2.2 Ohjelmointi

Robotin ohjelmointiin kuluva aika voidaan rinnastaa kappaleen asetusajaan. Asetusajalla on aina merkitystä projektin kannattavuuteen. Keskeisimpiä ohjelmointitapoja ovat:

- Robotin opettaminen

Robotin käyttöpaneelia hyväksikäyttäen robottia ohjataan halutun liikerradan pisteisiin. Pisteet sekä niissä tapahtuvat toiminnot tallennetaan. Näin syntyy ohjelman runko, jota vielä voidaan muokata käyttöpaneelilla (esim. asettaa liikenopeudet). Robotti on poissa tuotantokäytöstä opettamisen ajan.

- Ohjelmointi robotin ohjelmointikielellä

Ohjelmointikieliset ovat robottivalmistajakohtaisia. Ohjelmointikielissä on sekä vakio- että sovelluskohtaisia komentoja. Vakio-komentoja ovat liikekäsyt, koordinaatiston vaihto sekä ehto- ja silmukkarakenteet. Sovelluskohtaisia komentoja ovat antureiden luku sekä venttiileiden- tai muiden toimilaitteiden ohjaus. Vaikka itse käsky on vakio, esim. lue anturin tila tai ohjaa venttiili päälle tai pois, niin se tieto, mitä anturi välittää tai mitä venttiilillä ohjataan, on sovelluskohtaista. Ohjelma voidaan kirjoittaa tietokoneella ja siirtää robotille tai suoraan robotin käyttöpaneelilla. Ohjelman testaus on kuitenkin tehtävä itse robotilla. Robotti on testauksen ajan poissa tuotantokäytöstä.

- Etäohjelmointi

Ohjelmointi tapahtuu tietokoneelle asennetun mallinnus- tai simulaattoriohjelman avulla. Kappaleen suunnitteluvaiheessa tehtyjä malleja voidaan käyttää hyödyksi. Ohjelmointitavassa robotti, sen toimintaympäristö ja valmistettava kappale on mallinnettu 3D-malliksi. Tässä ympäristössä luodaan robotin liikeradat ja ohjelma. Robottia ei tarvita varsinaiseen ohjelmointiin.

Ohjelmoinnissa on huomioitava, että ohjelmointi on kappalekohtaista. Ohjelmointi on tehtävä jokaiselle eri kappaleelle erikseen tai määriteltävä kappaleen mitat parametreiksi ja tehtävä ohjelmaan algoritmit, joilla liikeradat lasketaan. (Aaltonen & Torvinen, 1997, ss. 147-150) ja (Suomen Robottiikkayhdistys Ry, 1999, ss. 78-85).

3.2.3 Robotin valinta

Robotin valintaan vaikuttavat ensisijaisesti käyttötarkoitus, käsiteltävän tuotteen ominaisuudet, haluttu kapasiteetti, järjestelmän soveltuvuus tuotantoon sekä robotin hinta. Lisäksi on huomioitava:

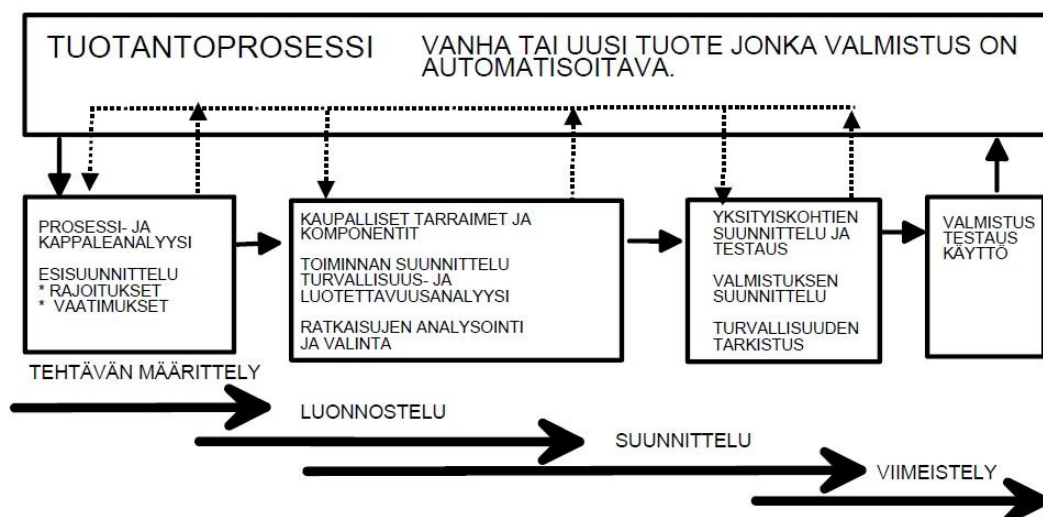
- todellinen käsittelykyky (tarrain + kuorma)
- ulottuvuus eri asennoissa
- liikenopeuksien riittävyys
- tarttujien ja työkalujen kiinnitys ja energian syöttö
- liitettävyyys oheislaitteisiin
- ohjelmointi
- tulevaisuudessa käyttöönotettavat optiot.

(Suomen Robottiikkayhdistys Ry, 1999, ss. 93,115).

3.2.4 Tarttuja

Tarttujalla tai tarraimella tarkoitetaan robotin osaa, jolla kiinnitytään käsiteltävään kappaleeseen. Tarttijat jaetaan tartuntatyyppin mukaan mekaanisiin, magneettisiin, alipaine- ja erikoistarttujiin. Robottien valmistajilta on saatavana kaikkiin mainittuihin ryhmiin kuuluvia vakiotarttuja ja niiden rakenneosia (Suomen Robottiikkayhdistys Ry, 1999, ss. 60-64).

Tartuntatavan valinnassa ja tarttujan suunnittelussa (**Kuvio 6.**) on tarkasteltava automatisoitavaa tehtävää kokonaisuutena. Tartuttavien kappaleiden keskitys, kiinni pysyminen, tarttujan paino ja koko sekä luotettava rakenne ja anturointi huomioidaan suunnittelussa.



Kuvio 6. Tarttujan suunnitteluprosessi

(Suomen Robotiikkayhdistys Ry, 1999, s. 65)

Tarttujatyypeistä alipainetarttuja soveltuu hyvin metallilevyjen käsittelyyn, sillä metallilevyn tartuntapinta on tasainen ja sileä. Myöskään metallin magneettiset ominaisuudet eivät vaikuta imukupin pitävyyteen. Tarttujan suunnitteluprosessissa tulee huomioida kappaleen paino, kiinni pysyminen siirron aikana, prosessin mahdolliset häiriötilanteet, kuten paineilman katkeaminen tai imuvirtauksen esytyminen ja näihin varautuminen. Prosessissa tulee edelleen huomioida kappaleen irrotus tarttujasta (irrotusaika/irtipuhallus) sekä ilmanvirtauksesta aiheutuva melutaso.

3.2.5 Robotin liityntä muihin laitteisiin

Robotin liityntä voidaan jakaa signaali- ja soluohjaintasoon sekä konenäköjärjestelmään. Signaalitiedonsiirto on robotin ja toisen koneen välistä tilatietojen vaihtoa. Signaalin tila voi olla digitaalinen: päällä/pois. Taulukko 3 sisältää esimerkkejä robotin ja toisen laitteen signaalien vaihdosta.

Taulukko 3. Esimerkki robotin ja oheislaitteen signaalien vaihdosta

Signaali	Laite	Signaalinsuunta	Laite	Lisä informaatio
Robotti: Kappale panostettu	Robotti	----->	Oheislaite	Oheislaitteen itsenäinen toiminta saa alkaa
Laite: Oheislaitteen toiminta päättynyt	Robotti	<-----	Oheislaite	Oheislaite saanut tehtävän tehdyksi, jolloin robotti saa sen poistaa
Robotti: Oheislaite käyntiin	Robotti	----->	Oheislaite	Signaalilla robotti käynnistää oheislaitteen
Oheislaite: Käynnissä	Robotti	<-----	Oheislaite	Signaalilla oheislaite kertoo olevansa käynnissä
Robotti: Häiriö	Robotti	----->	Oheislaite	Oheislaitteelle tieto robotin toimintahäiriöstä
Oheislaite: Häiriö	Robotti	<-----	Oheislaite	Robotille tieto oheislaitteen toimintahäiriöstä
Oheislaite: Robotin liike sallittu	Robotti	<-----	Oheislaite	Robotti saa tulla oheislaitteen toiminta-alueelle
Robotti: Liikkeet estetty	Robotti	----->	Oheislaite	Robotti on oheislaitteen alueella, työliike estetty törmäysvaaran takia

Digitaalisten signaalien lisäksi, laitteet voivat vaihtaa keskenään analogisten antureiden välittämiä tietoja. Signaalit liitetään robotin tulo/lähtö-kortille.

Soluohjain on tietokoneessa (PC) oleva ohjelmisto, joka voi ohjata ja valvoa usean robotin tai työstökoneen toimintaa. Soluohjaimen tarkoitus on siirtää robotille tietoja valmistettavista kappaleista ja kappalemääristä sekä käynnistää tuotanto. Tiedon sisältö voi olla kokonainen robottiohjelma tai robottiohjelman parametreja. Tyypillistä on, että siirrettävän tiedon määrä on kymmeniä tai tuhansia merkkejä. Robotti palauttaa soluohjaimelle tietoja valmistuksen etenemisestä (esim. valmistuneet kappaleet, määrä ja tyyppi, robotin häiriötiedot, jne.). Tiedonsiirto toteutetaan sarjamuotoisena (esim. RS232C, TCP/IP, Profibus) robotin ja soluohjaintietokoneen välillä.

Konenäköjärjestelmällä voidaan tunnistaa kappaleita sekä määrittää niiden sijainti ja mitat. Järjestelmä koostuu tietokoneeseen liitetystä kamerasta, kuvankäsittelykortista sekä ohjelmistosta. Ohjelmisto välittää robotille kappaleen koodinaatit poimintaa varten tai työstön alkupisteen sijainnin. Tiedonsiirto toteutetaan sarjamuotoisena. (Suomen Robottiikkayhdistys Ry, 1999, ss. vertaa 40-46, 48-50, 113-114)

3.2.6 Robotin turvallisuus

Robotti on turvallisuuden kannalta ongelmallinen kone, koska se liikkuu ennalta aavistamattomasti laajassa kolmiulotteisessa tilassa. Nopeudet ja voimat ovat usein niin suuria, että robotin iskemäksi tai puristamaksi joutuminen aiheuttaa kuoleman tai vakavan vamman. Lisäksi robotteihin liittyy mm. seuraavia vaaratekijöitä:

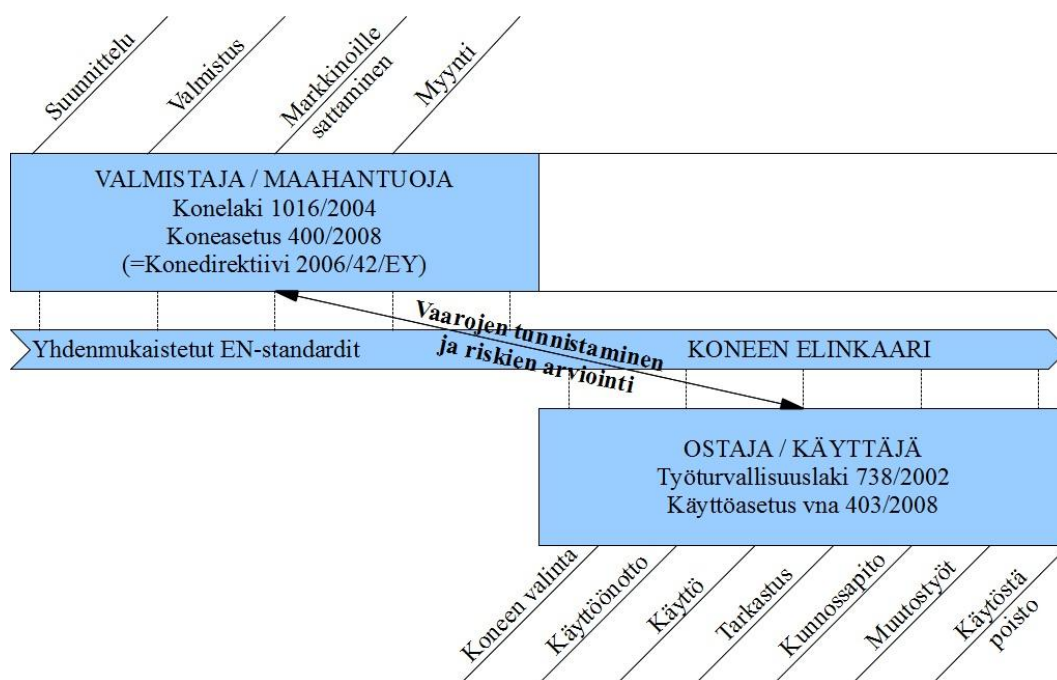
- Robottia opettamalla (käsiohjelmointilaitteella liikuttamalla) ohjelmoitaessa voi samassa tilassa olla koneita, jotka käynnistyvät aiheuttaen tapaturman vaaran.
- Tarttujasta robotin liikkeen aikana irtoava kappale voi aiheuttaa vamman.
- Ohjelmoinnissa voidaan tehdä näppäily virheitä, joiden seurauksena robotin liikerata muuttuu huomattavasti.
- Robotin sisäiset ohjelmistoviat, sähköiset häiriöt, alajärjestelmien venttiiliviat tai -vuodot voivat aiheuttaa virheellisiä toimintoja tai muita ongelmia.

(Siirilä, Koneturvallisuus, EU:n direktiivien ja standardien soveltaminen käytännössä, 2008, s. 309)

Robotti on osa konejärjestelmää. Kun useampi kone tai koneiden tietyt alueet on suunniteltu toimimaan yhdessä, ne on suunniteltava ja rakennettava siten, että pysäytysohjaimet, hätäpysäytyslaitteet mukaan lukien, pysäyttävät kyseisen koneen lisäksi kaikki koneeseen yhteydessä olevat laitteet, jos laitteiden toiminnan jatkaminen voi aiheuttaa vaaraa (Siirilä, Koneturvallisuus, Ohjausjärjestelmät ja turvalaitteet, 2009, s. 292).

3.3 Koneturvallisuus

Vastuu koneturvallisuudesta jakautuu valmistajan ja työnantajan kesken. Valmistaja vastaa koneen suunnittelusta ja valmistuksesta turvallisuusmääräysten mukaisesti. Työnantaja, joka on laitteen ostaja ja käyttäjä, vastaa koneen käytön turvallisuudesta työpaikalla. Koneen valmistaja ja työnantaja vastaavat omalta osaltaan vaarojen tunnistamisesta ja riskien arvioinnista. Molempien tulee pyrkiä koneen käytön turvallistamiseen minimoimalla vaarat.



Kuvio 7. Koneturvallisuuden vastuu valmistajan ja työnantajan kesken

Yllä olevassa kuvassa on esitetty koneturvallisuuteen liittyvät lait ja asetukset sekä niiden yhteys toimijoihin ja toimintoihin.

Standardit auttavat valmistajaa koneen suunnittelussa sekä ostajaa/käyttäjää arviomaan koneen turvallisuuden riittävyyden. Standardien käyttö on tavallisesti vapaaehtoista. Yhdenmukaistetuilla standardeilla tarkoitetaan EU-alueen kansallisten standardien yhdistämistä yleiseurooppalaisiksi standardeiksi. Euroopan komissio ylläpitää säädöskohtaisia yhdenmukaistettujen standardien luetteloita, jotka löytyvät komission ylläpitämillä verkkosivuilta. Standardit on luetteloitu direktiivikohtaisesti (esim. Directive 2006/42/EC).

Standardien luokittelu

Koneturvallisuuteen liittyvät eurooppalaiset standardit on luokiteltu kolmeen päätyyppiin:

- A) kaikille koneille sovellettavissa olevat turvallisuuden perusstandardit
- B) standardit, jotka käsittelevät yhtä turvallisuusnäkökohtaa tai turvallisuuden liittyvää laitetyyppiä, esim. melu, pöly, suojuukset, turvalaitteet
- C) konetyyppikohtaiset standardit.

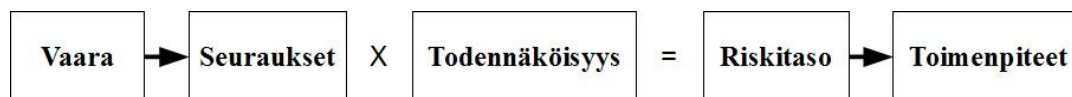
3.3.1 Koneen valmistajan tehtävät

Valmistajan tehtävät konedirektiivin 2006/42/EY mukaisesti:

- koneen vaarojen tunnistaminen ja niihin liittyvien riskien arvioinnit
- koneen suunnittelu ja rakentaminen ottaen huomioon
 - riskien arvioinnin tulokset
 - koneasetuksen olennaiset terveyst- ja turvallisuusvaatimukset
- koneen suunnittelu ja rakentaminen ottaen huomioon muut mahdolliset siitä koskevat vaatimukset
 - sähköturvallisuutta koskevat vaatimukset (pienjännitedirektiivi 2006/95/EY)
 - sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset (EMC-direktiivi 2004/108/EY)
- teknisen tiedoston laatiminen
- käyttöohjeen laatiminen ja varoituskylttien kiinnittäminen
- vaatimustenmukaisuusvakuutuksen laatiminen
- koneen tarkastamisesta huolehtiminen tarvittaessa
- CE-merkinnän kiinnittäminen.

3.3.2 Riskien arviointi

Riskien arviointi voidaan jakaa vaarojen tunnistamiseen sekä niiden seurausten ja todennäköisyyden arviointiin. Näiden tuloksena voidaan määrittää riskitaso ja toteuttaa tarpeelliset toimenpiteet vaarojen poistamiseksi (kts. alla oleva kuva).



Kuvio 8. Riskien arviointi

Vaarojen tunnistaminen

Vaaratekijöiden tunnistaminen tehdään ensin ns. ”puhtaalta pöydältä”, ilman koneessa olevia suojuksia tai turvalaitteita ja ajattelematta tapahtumien todennäköisyyksiä. Seuraavassa vaiheessa arvioidaan todennäköisyydet ja seurausten vakaavuus (Siirilä, Koneturvallisuus, EU-määräysten mukainen koneiden turvallisuus, 2008, s. 66).

Vaatus vaarojen järjestelmällisestä selvittämisestä ja arvioinnista tarkoittaa, että koneiden turvallisuus arvioidaan käyttämällä jotain tiettyä arviointimenetelmää, jonka avulla varmistetaan, että kaikki olennaiset vaaratekijät tulevat tunnistetuiksi ja perusteellisesti arvioiduiksi. Esimerkiksi riskienarviointistandardin SFS-EN ISO 14121-1 *Koneturvallisuus. Riskin arviointi. Osa 1: Periaatteet*, liitteessä A on luetteloita vaarojen tunnistamiseen.

Tavallisimpia tapaturmariskejä aiheuttavia liikkuvia osia ja niiden ominaisuuksia ovat

- leikkautumisvaaraa aiheuttavat terävät työkalut (sahat, jyrsimet, porat, höylät, leikkurit, lävistimet jne.)
- puristumisvaaraa aiheuttavat puristavat tai taivuttavat työkalut (eri tyyppiset puristimet, levyntaivutuskoneet, putkentaivutuskoneet)
- puristumisvaaraa aiheuttavat viereisten osien tai rakenteiden suhteen liikkuvat koneet tai koneen osat tai koneen siirtämät kuormat
- takertumis-, isku- tai viiltovaaraa aiheuttavat pyörivät tai muuten liikkuvat työkalut tai koneen osat (kiinnitysstukat, pyörivät työkappaleet, poran terä

ja terän mukana pyörivät lastut, manipulaattoreiden, robottien tai koneen osien nopeat liikkeet, voimansiirron hihnat, hammaspyörät ja akselit)

- nieluun joutumisvaaroja aiheuttavat telat, esimerkiksi kuljettimissa tai rai-
naa siirtävissä koneissa.

(Työsuojeluhallinto, Työsuojelujulkaisuja 91, 2009, s. 50) .

Seurausten arviointi

Seurausten vakavuus pisteytetään. Standardin SFS-EN ISO 14121-vammojen va-
kavuus on jaettu kolmeen ryhmään seuraavasti: lievä, vaikea ja kuolema. Lisäksi
seurauksia arvioitaessa otetaan huomioon vahingon laajuus sen mukaan, kohdis-
tuvanko seuraukset yhteen vai useampaan henkilöön. Liikkuvien koneiden aiheut-
tamien vahingot kohdistuvat yleensä yhteen henkilöön. Alla olevassa taulukossa 4
jaottelu on tehty 11 osaan:

Taulukko 4. Riskien seurausten arviointi

Seuraukset	
100	Kuolema tai hyvin vakavia pysyviä vammoja
90	Kahden raajan menetys tai sokeutuminen tai muita vakavia pysyviä vammoja
80	Esim. halvaantuminen
70	Raajan silmän tai kuulon menetys tai muita vastaavia pysyviä vammoja.
60	Esim. sormen tai niiden toimintakyvyn menettäminen
50	Suuren luun murtuma tai vaikea sairaus tai pysyviä lievähköjä vammoja
40	Esim. pala pois sormesta, nivelen toiminta-alueen rajoittuminen
30	
20	Pieni luunmurtuma tai vähemmän vakava sairaus
10	Naarmuja tai mustelmia
1	Ei seurauksia

(Siirilä, Koneturvallisuus, EU-määräysten mukainen koneiden turvallisuus, 2008, ss. 97-98).

Tapahtuman todennäköisyys

Todennäköisyys pisteytetään. Eri lähteissä on käytetty erilaisia asteikkoja, esimerkiksi vika- ja vaikutus- standardissa SFS-EN 60812 todennäköisyys jaetaan viiteen tasoon: usein tapahtuva, todennäköinen, satunnainen, epätodennäköinen ja mahdoton. Alla olevassa taulukossa jaottelu on asteikolla 0,1-1. Sanallisia kuvia ei ole tarkasti asetettu lukujen kohdalle kuvastamaan arviointiin liittyvää epävarmuutta.

Taulukko 5. Riskien todennäköisyyden arviointi

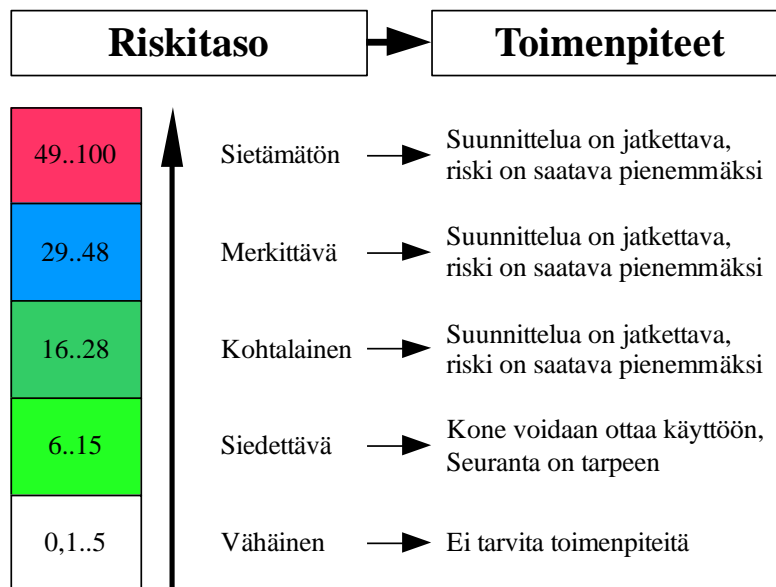
Todennäköisyys	
1	Tapahtuminen on varma
0,9	Tapahtuu lähes varmasti, yllättävää jos ei tapahdu
0,8	Hyvin todennäköinen
0,7	Todennäköinen. Tapahtuminen ei ole epätavallista tai yllättävää
0,6	Tapahtuminen ja tapahtumatta jääminen ovat yhtä todennäköisiä
0,5	Mahdollinen, mutta epätavallinen
0,4	Hyvin epätodennäköinen, kuitenkin ajateltavissa
0,3	Äärimmäisen epätodennäköinen, lähes mahdoton
0,2	
0,1	

(Siirilä, Koneturvallisuus, EU-määräysten mukainen koneiden turvallisuus, 2008, ss. 107-108).

Riskitaso ja sen vaatimat toimenpiteet

Riskitaso saadaan kertomalla pisteytetyt seuraukset ja todennäköisyys keskenään. Alla olevassa taulukossa on käytetty 5- portaista luokittelua.

Taulukko 6. Laskettu riskitaso ja vastaavat toimenpiteet



(Siirilä, Koneturvallisuus, EU-määräysten mukainen koneiden turvallisuus, 2008, s. 108).

3.3.3 Suunnittelu

Uuden koneen suunnittelun aluksi on tarkistettava onko kyseiselle konetyypille C-luokan mukaista standardia, jolloin sitä voidaan hyödyntää koneenrakennuksessa. Jos koneen suunnittelussa ja rakentamisessa noudatetaan kaikilta osin yhdenmukaistettuja standardeja, koneen oletetaan täyttävän olennaiset turvallisuusvaatimukset. Jos valmistaja poikkeaa yhdenmukaistettujen standardien vaatimuksesta, valmistaja joutuu osoittamaan, että vastaava turvallisuustaso on saavutettu. Yhdenmukaistettuja konekohtaisia standardeja on monille eri konetyypeille (Työsuojeluhallinto, Työsuojelujulkaisu 16, 2008, s. 8).

Koneturvallisuuden perusstandardin SFS-EN ISO 12100-1 mukaan vaarojen tunnistaminen ja poistaminen kuvataan seuraavasti:

Koneen suunnittelijan on aina seuraavassa järjestyksessä:

- määriteltävä koneen raja-arvot ja tarkoitettu käyttö
- tunnistettava vaarat ja niihin liittyvät vaaratilanteet
- arvioitava riskin suuruus kunkin tunnistetun vaaran ja vaaratilanteen osalta
- arvioitava riskin merkitys ja tehtävä päätökset riskin pienentämisen tarpeesta
- poistettava vaara tai pienennettävä vaaraan liittyvää riskiä suojaustoimenpiteiden avulla

Koneen ominaisuuksien määrittelyyn kuuluu mm.

- koneen koko ja muut perusominaisuudet (kiinteä, liikkuva, käsi-kone, jne).
- tarkasteltava suurissa järjestelmissä osakokonaisuuksien rajat ja yhteydet muuhun järjestelmään
- voimat ja nopeudet
- energianlähteet (sähkö, pneumatiikka, hydraulikka)
- käsiteltävät tuotteet.

Koneen käyttöön kuuluu turvallisuusmielessä:

- asetukset
- ohjelmointi
- tuotantokäyttö
- puhdistus
- vian etsintä
- huolto

Koneen normaalikäytön lisäksi on huomioitava tahaton tai tahallinen väärinkäyttö. Esimerkiksi:

- käyttäjän menettämä koneen hallinta

- ihmisen refleksinomaisen käyttäytyminen koneen käytönaikaisen toimintahäiriön, häiriötilanteen tai vian seurauksena
- keskittymisen puutteesta tai huolimattomuudesta johtuva käyttäytyminen
- käyttäytyminen, joka seurauksena tehtävän suorittaminen ”pienimmän vastuksen kautta”
- käyttäytyminen, joka on seurauksena pakottavista tarpeista pitää kone käynnissä kaikissa tilanteissa
- määrättyjen ihmisten käyttäytyminen (esim. lapset tai vammaiset)

Suunnittelijan tulee myös huomioida käyttäjien tulevat tehtävät ja työolosuhteet sekä koneen elinkaaren vaiheet; valmistus, kuljetus, käyttöönotto, käytöstä poisto, purku ja hävittäminen.

vrt. (Siirilä, Koneturvallisuus, EU-määräysten mukainen koneiden turvallisuus, 2008, ss. 65-66.)

3.3.4 Tekninen rakennetiedosto

Valmistajan on laadittava tekninen tiedosto. Teknisen tiedoston avulla valmistaja voi tarvittaessa osoittaa koneen vaatimustenmukaisuuden.

Teknisen tiedoston tulee sisältää mm. seuraavat tiedot:

- yleispiirustus sekä ohjauspiirikaavio
- täydelliset piirustukset sekä laskelmat ja testaustulokset jne.
- kuvaus riskin arviointia koskevista menetelmistä koneen aiheuttamien vaarojen estämiseksi
- luettelo konetta koskevista olennaisista terveys- ja turvallisuusvaatimuksista
- kuvaus suojaustoimenpiteistä, jotka on toteutettu tunnistettujen vaarojen poistamiseksi ja riskien pienentämiseksi
- maininta jäännösriskeistä
- tarvittaessa tekniset selosteet, joista ilmenevät valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan valitseman laitoksen tekemien testien tulokset

- käyttöohjeen kopio
- selvitys laadun tasaisuudesta (jos kyseessä ovat sarjavalmistetut koneet).

Teknisen tiedoston ei tarvitse jatkuvasti olla kirjallisessa muodossa. Valmistajan on kuitenkin kohtuullisessa määräajassa kyettävä kokoamaan aineisto, kun toimivaltainen viranomainen sitä pyytää. Asiakirjojen puuttuminen sinällään on jo riittävä syy epäillä, että kone ei täytä lainsäädännön vaatimuksia. Jos valmistaja käyttää alihankkijoita, on alihankkijoiden osuus tiedoston ylläpidossa tarvittaessa otettava huomioon. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa on nimettävä yhteisön alueelta henkilö, joka voi koota teknisen tiedoston ja antaa sen viranomaisten käyttöön määräajassa.

Tietojen on oltava viranomaisen saatavilla, konetyypistä riippuen, vähintään 10 - 15 vuoden ajan viimeksi valmistetun koneen valmistuspäivästä. (Työsuojeluhallinto, Työsuojelujulkaisuja 16, 2008, ss. 13-14)

3.3.5 Vaatimustenmukaisuusvakuutus ja liittämismarkkinointi

Koneet

Valmistajan tai tämän valtuuttaman ETA-alueella toimipaikkaansa pitävän edustajan on laadittava koneesta vaatimustenmukaisuusvakuutus, jonka avulla valmistaja allekirjoituksellaan vakuuttaa, että kone täyttää kaikki sitä koskevat olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa luetaan ne säännökset ja mahdolliset standardit, joita on käytetty koneen suunnittelussa. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksen allekirjoittamisen jälkeen koneeseen tehdään CE-merkintä ja kone voidaan saattaa markkinoille. Jokaisen koneen mukana on toimitettava vaatimustenmukaisuusvakuutus esim. käyttöohjeen liitteenä.

Vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa on oltava seuraavat tiedot:

- valmistajan nimi ja osoite ja tarvittaessa valtuutettu edustaja
- sen yhteisön alueella olevan henkilön nimi, joka on valtuutettu kokoamaan teknisen tiedoston
- koneen kuvaus ja tunniste
- luettelo säännöksistä, jotka kone täyttää
- tarvittaessa sen ilmoitetun laitoksen nimi, osoite ja tunnistenumero, joka on tehnyt tyyppitarkastuksen sekä EY-tyyppitarkastustodistuksen numero
- tarvittaessa sen ilmoitetun laitoksen nimi, osoite ja tunnistenumero, joka on hyväksynyt täydellisen laadunvarmistusmenettelyn
- tarvittaessa viittaus yhdenmukaistettuihin standardeihin
- tarvittaessa viittaus muihin standardeihin ja ohjeisiin, joita on sovellettu
- vaatimustenmukaisuusvakuutuksen antamisen aika ja paikka
- sen henkilön nimi ja allekirjoitus, joka on valtuutettu laatimaan vaatimustenmukaisuusvakuutus valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan puolesta.

(Työsuojeluhallinto, Työsuojelujulkaisuja 16, 2008, ss. 14-15)

Osittain valmiit koneet

Osittain valmiilla koneella tarkoitetaan laitetta, joka on tarkoitettu osaksi koneyhdistelmää, eikä voi toimia itsenäisenä koneena. Esimerkkinä voidaan pitää pelkkää kuljetinta tai nivelvarsirobotia. Osittain valmiista koneesta valmistaja laatii liittämistä vakuutuksen (koneasetuksen liite IIB). Lisäksi osittain valmiin koneen valmistaja tarvittaessa ilmoittaa vakuutuksessa käyttöönottokiellosta siihen saakka, kunnes varsinainen kone, johon toimitettu osittain valmis kone liittyy, on koneasetuksen määräysten mukainen. Liittämistä vakuutus poikkeaa varsinaisesta koneesta annetusta vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta siten, että siinä valmistaja vakuuttaa, että osittain valmis kone on tarkoitettu toisen koneen rakenteelliseksi osaksi eikä voi toimia itsenäisesti. Tällainen kone ei välttämättä täytä koneasetuksen vaatimuksia eikä siihen saa tehdä CE-merkintää.

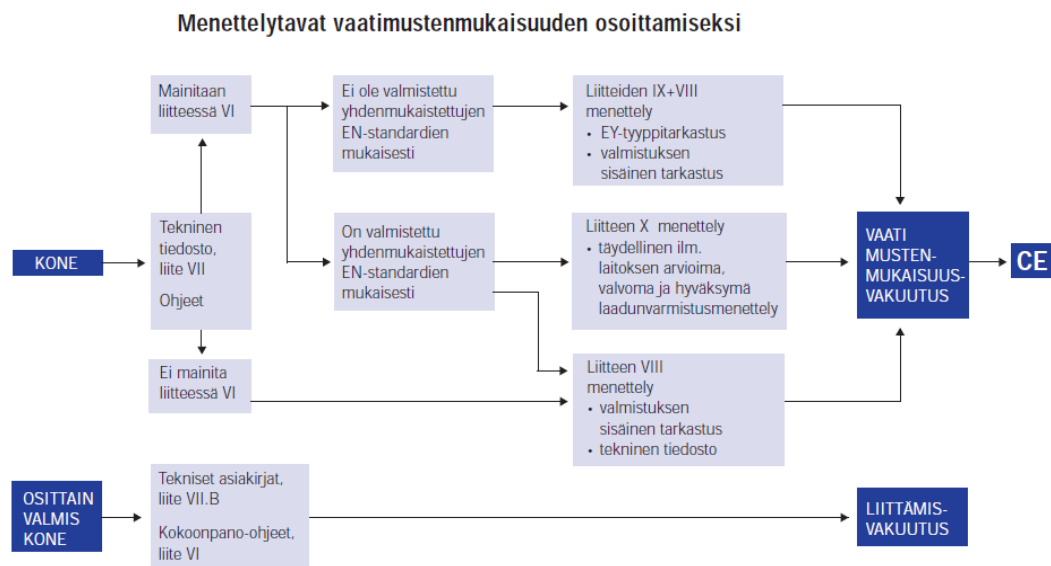
(Työsuojeluhallinto, Työsuojelujulkaisuja 16, 2008, s. 16)

Koneyhdistelmät

Koneyhdistelmän valmistuksessa voi olla mukana useita alihankkijoita ja laite-toimittajia. Koneyhdistelmällä on joka tapauksessa oltava vastuussa oleva valmistaja, joka allekirjoittaa EY- vaatimustenmukaisuusvakuutuksen ennen koneyhdistelmän toimittamista markkinoille tai käyttöönottoa. Koneasetuksessa ei esitetä tarkemmin vaatimuksia tai rajoituksia siitä, mikä osapuoli voi tai kenen pitäisi ottaa kokonaisvastuun, mutta joka tapauksessa valmistajalla on oltava resurssit ja menetelmät vastuun ottamiseen. Koneyhdistelmän turvallisuus on aina varmistettava ja tämä edellyttää koneyhdistelmän valmistajan selvittämistä tai valintaa heti suunnitteluprosessin alussa (Sundquist, 2009, s. 4).

3.3.6 Vaatimustenmukaisuuden osoittaminen

Alla olevassa kuvassa menettely on esitetty kaaviona. Liitteet viittaavat direktiiviin 2006/42/EY.



Kuvio 9. Menettelytavat vaatimustenmukaisuuden osoittamiseksi

(Työsuojeluhallinto, Työsuojelujulkaisu 16, 2008, s. 19)

Koneasetuksen liitteessä IV on mainittu ne koneluokat, joita koskee erityinen vaatimustenmukaisuuden arviointimenettely (mm. hydrauliset puristimet). Jos tällainen kone on valmistettu kaikilta osiltaan yhdenmukaistettujen standardien mukai-

sesti, valmistaja voi valita yhden kolmesta vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyistä. Menettelyt ovat:

- tyyppitarkastus yhdessä koneen valmistuksen sisäisen tarkastuksen kanssa (liitteiden IX ja VIII menettelyt)
- täydellinen laadunvarmistusmenettely (liitteen X menettely)
- koneen valmistuksen sisäinen tarkastus (liitteen VIII menettely).

(Työsuojeluhallinto, Työsuojelujulkaisu 16, 2008, s. 17)

Koneen valmistuksen sisäinen tarkastus tarkoittaa, että 'Valmistajan on toteutettava kaikki tarvittavat toimenpiteet sen varmistamiseksi, että valmistusmenetelmällä taataan valmistettujen koneiden olevan liitteessä VII olevan A osan teknisen tiedoston ja tämän direktiivin säännösten mukaisia' (EU-Direktiivi 2006/42/EY, 2006, s. 73).

3.3.7 CE-merkintä

CE merkinnällä koneen valmistaja osoittaa koneen täyttävän vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa mainittujen direktiivien ja standardien turvallisuusvaatimukset. Merkintä vaaditaan yksittäiseen koneeseen sekä koneyhdistelmään.

Uusissa koneissa merkin on oltava valmistajan nimen yhteydessä ja tehty samalla tekniikalla kuin nimikin. Erillinen CE-tarra ei siten kelpaa.

Konekilvestä on löydyttävä seuraavat merkinnät:

- valmistajan nimi ja osoite
- koneen nimi ja tyyppi
 - näiden on vastattava vaatimustenmukaisuusvakuutuksen vastaavia tietoja
- koneen yksilöivä sarjanumero tai vastaava koodi
- valmistusvuosi
- teho ja liitäntätiedot (jännite, paine, ym.)

- turvallisuuden kannalta tarpeelliset tiedot (esim. maksimitiedot paineesta, työkalusta, pyörimisnopeudesta, jne.)

(Siirilä, Koneturvallisuus, EU-määräysten mukainen koneiden turvallisuus, 2008, s. 45)

3.4 Kustannuslaskenta

Tässä yhteydessä esitellään kustannuslaskentaa rajoitetusti valmistuskustannusten ja investointikustannusten osalta. Laskennan tavoitteena on arvioida investointihankkeen kannattavuus.

3.4.1 Valmistuskustannukset

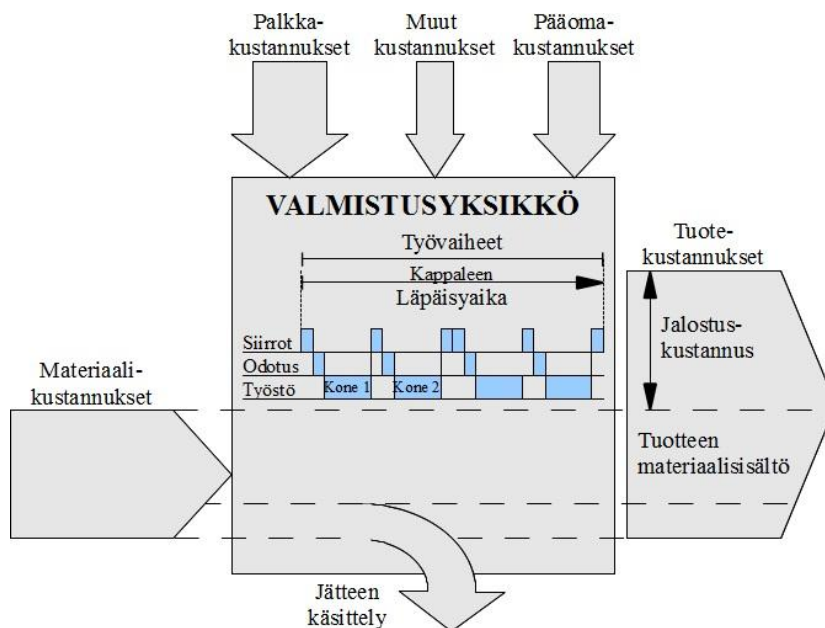
Johtavana ajatuksena kustannusten ja tuottojen käsittelyssä ja niiden osoittamisessa laskentakohteille on aiheuttamisperiaate. Periaatteen mukaan tarkasteltavalle kohteelle kohdistetaan vain ne kustannukset ja tuotot, jotka se aiheuttaa. (Neilimo & Uusi-Rauva, 2005, s. 47)

Valmistuskustannukset voidaan jakaa kiinteisiin ja muuttuviin kustannuksiin. Kiinteät kustannukset, kuten laitteisiin ja rakennuksiin kohdistuvat pääoman korot tai vuokrat, lämmitys, yleiset palkkakustannukset, jotka eivät suoraan kohdistu tuotteelle, eivät riipu tuotannon toiminta-asteen vaihtelusta vaan pääasiassa tuotannon kapasiteetin muutoksista. Luontevana kiinteiden kustannusten tarkastelujaksona voidaan pitää yhtä vuotta. Muuttuvat kustannukset, kuten tuotteisiin käytetty raaka-aine, valmistuksen palkkakustannukset ja tuotteen valmistuksessa tarvittava energia, ovat yhteydessä valmistettävien tuotteiden määrään. Ne kasvavat tai vähenevät toiminta-asteen muuttuessa. (Neilimo & Uusi-Rauva, 2005, s. 56)

Tuotekohtaisessa kustannuslaskennassa pyritään selvittämään yksittäisen tuotteen koko valmistusketjun kustannukset. Jakolaskentaa voidaan käyttää valmistuksen yksittäisen vaiheen kustannusten selvittämiseen, mutta koko valmistusketju riippuu yrityksessä käytössä olevasta laskentatavasta. Jakolaskennassa laskentakauden yksikkökustannus saadaan jakamalla kustannukset suoritemäärällä. Laskelma on luontevaa tehdä ns. täyskattelisena, jolloin muuttuvat ja kiinteät kustannukset lasketaan yhteen ja jaetaan suoritemäärällä. (Neilimo & Uusi-Rauva, 2005, s. 127)

Tarkasteltava valmistusyksikkö voi olla yksittäinen kone, solu tai tuoteverstas. Kuvassa (**Kuvio 10.**) on kuvattu valmistusyksikön kustannusvirtoja

(Lapinleimu;Kauppinen;& Torvinen, 1997, ss. vertaa 63-64). Yksikön läpi virtaa-
vasta materiaalista osa menee hukkaan. Materiaalin kierrätyksellä osa hukkamate-
riaalin arvosta voidaan vähentää materiaalikuluista, esim. metalliromut.



Kuvio 10. Valmistusyksikön kustannusvirrat

Läpäisy aika on tuotantojärjestelmän tehokkuuden tärkeimpiä käsitteitä ja mittareita. Se voidaan määrittellä erilaisille kokonaisuuksille, kuten tilaukselle, osavalmistukselle tai kokoonpanolle. Aika mitataan tehtävän alusta sen valmiiksi tulemiseen. Lyhyt läpäisy aika on hyvä indikaattori toiminnan tehokkuudesta. Aikaa ei saa lyhyeksi toimimalla huonosti. (Lapinleimu;Kauppinen;& Torvinen, 1997, ss. 53-55).

Työkustannusten suuruuden yhteys läpäisy aikaan on riippuvainen valmistusyksikön automaatioasteen tasosta sekä valmistettavan kappaleen kustannusrakenteesta.

3.4.2 Investointikustannukset

Investointipäätös

Laiteinvestoinneilla on valmistavassa teollisuudessa merkittävä rooli yrityksen kilpailukyvyille. Verrattaessa investointipäätöksen tekoa tavanomaisiin liiketoiminnan rutiinipäätöksiin havaitaan merkittäviä ongelmia tuottavia eroja:

- investointipäätös on kertaluontoinen
- liiketoimintaympäristö ja -olosuhteet muuttuvat nopeasti
- mitä merkittävämmästä investoinnista on kysymys, sitä tärkeämpi on ajoitus ja tarkasti tiedossa oleva valmistumishetki
- tulevaisuus on aina ennustamista
- investointipäätöksen tekeminen on ristiriitainen ja monimutkainen tapahtuma, paljon muuttuvia tekijöitä
- valintakriteereistä osa on arvostus- ja näkemyskysymyksiä
- investointilaskelmat edellyttävät huolellista kuluja ja tuottojen arviointia
- suurissa investoinneissa kassavirtojen hallinnalla on merkittävät liiketaloudelliset vaikutukset.

Investoinnin huolellinen suunnittelu ja eri vaihtoehtojen puntarointi ovat erittäin tärkeässä asemassa, sillä suunnitteluvaihe määrittää kustannukset. Toteutusvaiheessa tulee pääpaino kiinnittää kohteen valmistumiseen suunniteltuna ajankohtana. Tämä varmistetaan parhaiten ostamalla tuote paikoilleen asennettuna ja koeikäytettynä (Yritys TULKKI, s. 3).

Investoinnin rahoitus

Investoinnin rahoituksessa noudatetaan vanhaa nyrkkisääntöä eli rahan lähteen ja rahan käytön pitää luonteeltaan vastata toisiaan. Jos ryhdytään pitkävaikutteiseen hankkeeseen, tulee se myös rahoittaa pitkäaikaisella rahoituksella. Pitkäaikaisia rahoitusvälineitä ovat oma pääoma eli osakepääoman korottaminen ja pääomalaina omistajilta tai pitkäaikainen laina. Lyhytaikainen lainarahoitus on väärä tapa pitkävaikutteisen investoinnin rahoittamiseen (Yritys TULKKI, s. 3).

Investointien luokittelu

Investointien kiireellisyysjärjestystä voidaan arvioida luokittelemalla investoinnit eri ryhmiin ja asettamalla niille tuottovaatimus. Seuraavassa on annettu suuntaa-antavia tuottovaatimuksia erilaisille investoinneille, jolloin huonomman tuloksen tuottavaa investointia ei suoriteta ennen kuin on löydetty keinot päästä haluttuun tuottotavoitteeseen (Yritys TULKKI, s. 4).

Taulukko 7. Investointien luokittelu ja tuottovaatimukset

Tärkeys	Investoinnin kuvaus	Tuottovaatimus
1.	Lakiin tai viranomais määräyksiin perustuvat investoinnit, kuten työturvallisuus- ja ympäristöinvestoinnit	ei tuottovaatimusta
2.	Markkina-aseman turvaaminen investoinnein	6 %
3.	Koneiden ja laitteiden uusinta tai peruskorjaus	12 %
4.	Kustannusten alentaminen investoinnin avulla	15 %
5.	Tuottojen lisääminen investoinnilla	20 %
6.	Uusien markkina-alueiden valtaaminen tai uusien tuotteiden aikaansaaminen riskinalaisin investoinnein	25 %

Investointilaskenta

Investointilaskelma on investoinnin pitoajalle ulottuva laskelma, jolla pyritään selvittämään hankkeen kannattavuus. Arvioitavissa olevat tekijät ovat hankintakustannus, juoksevasti syntyvät tuotot ja kustannukset, laskentakorkokanta sekä investointiajan pituus ja jäännösarvo. Yrityksissä yleisimmin käytetyt menetelmät on takaisinmaksuajan ja sisäisen korkokannan menetelmät.

- sisäisen korkokannan menetelmä

Sisäinen korkokanta on se korkokanta, jonka mukaan laskettuna investoinnin nettonykyarvo on nolla. Investointia voidaan pitää kannattavana, jos sen sisäinen korkokanta on vähintään tavoitteeksi asetetun pääoman tuottoprosentin suuruinen.

- takaisinmaksuajan menetelmä

Menetelmässä selvitetään minkä ajan kuluessa investoinnin yhteenlaskettu tuotto ylittää perushankintakustannuksen. Yksinkertaisimmillaan, vuosit-

taisten nettotuottojen ollessa samansuuruiset, voidaan hankintakustannus jakaa vuoden nettotuotolla, jolloin saadaan takaisinmaksuaika. Yksinkertaisen menetelmän heikkoutena on, että rahan aika-arvoa ei huomioida.

Näin pitkäaikaisen investoinnin edullisuus vääristyy.

(Neilimo & Uusi-Rauva, 2005, ss. 213-214, 218-224)

4 VAIHTOEHTOJEN KARTOITUS

Valmiita soluja kappaleen valmistukseen on saatavilla. Pivaset Oy oli aiemmin selvittänyt mahdollisuutta hankkia solun laitteet kokonaisuutena yhdeltä toimittajalta. Kokonaisuuden hankintahinta ja joustamattomuus muuhun kappaletuotantoon olivat syynä hankkeen hylkäämiseen.

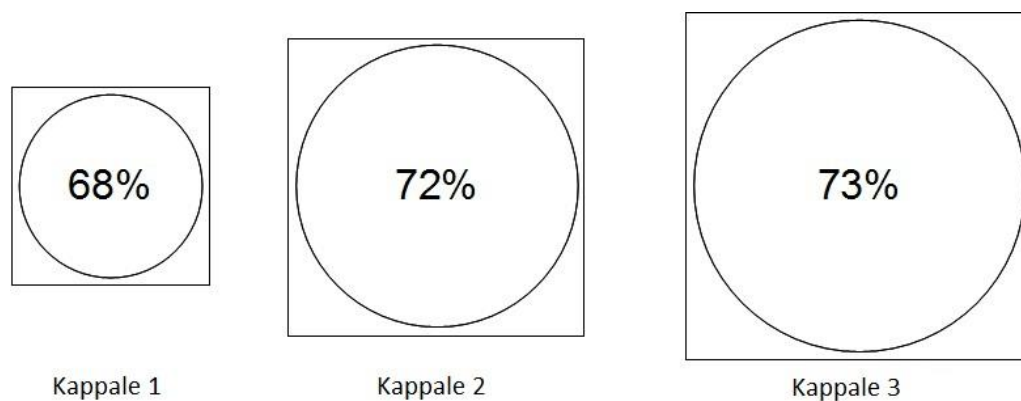
Vaihtoehtoja kartoitetaan materiaalikustannusten säästön sekä valmistustekniikan kannalta.

4.1 Materiaalikustannusten säästöt

Kappaleen valmistuskustannuksista yli puolet on materiaalikuluja, joten tarkastellaan ensin vaihtoehtoja materiaalin säästämiseen. Hankinta vaihtoehtoina esileikatulle levy materiaalille on hankinta keloilla tai suurempina levyaihioina.

4.1.1 Hankinta valmiiksi leikattuina levyinä

Levyt voidaan ostaa valmiiksi määrämittaan leikattuina aihioina. Levykokojen saatavuudessa on toimittajakohtaisia eroja.

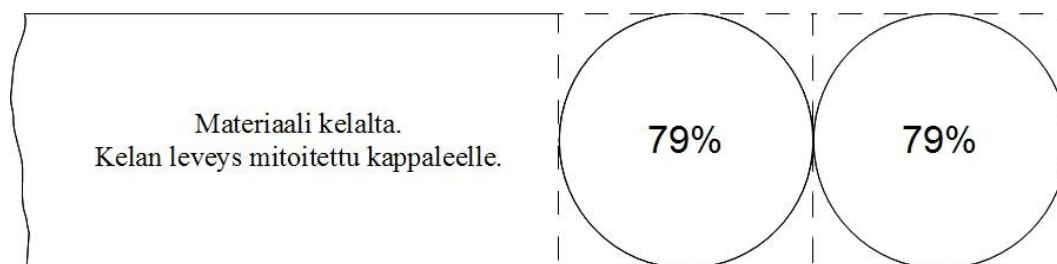


Kuvio 11. Materiaalin käyttösuhteet esileikatuilla levyillä

Valmiiksi leikattuja levykokoja määriteltäessä on erityisesti huomioitava kappaleen valmistustekniikka kokonaisuutena, kuten levyn siirrot, kappaleen kiinnitys työstön ajaksi ja jätteen käsittely. Kuvassa (**Kuvio 11.**) esitetyt käyttösuhteet vastaavat nykyisin käytössä olevaa tapaa.

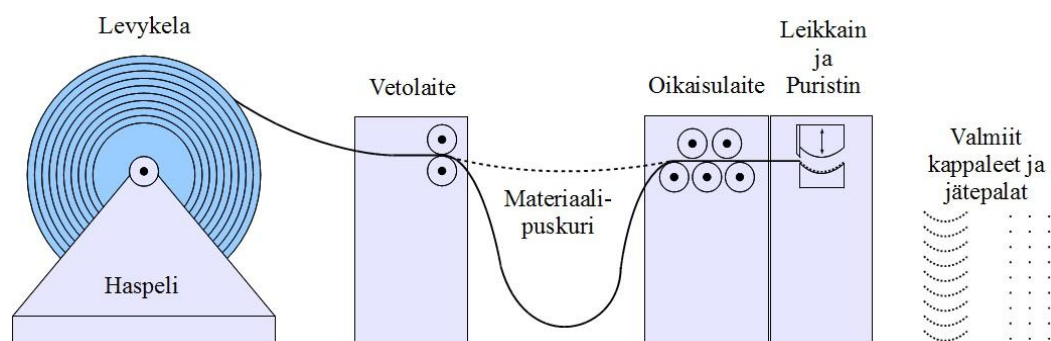
4.1.2 Hankinta keloina

Materiaalisäästö perustuu tarvittavan kappalepituuden oikeamittaiseen leikkaukseen. Jokaiselle kappalekoolle on hankittava oikealevyinen kela. Alla olevassa kuvassa on materiaalin käyttösuhde laskettu neliön sisään mahtuvan ympyrän mukaan.



Kuvio 12. Materiaalin käyttösuhde optimikelaleveydellä

Levykelan käsittely vaatii ns. haspelin, levyn oikaisurullaston, puskuritilan sekä vetorullaston, materiaalin syöttöön puristimelle (**Kuvio 13.**).



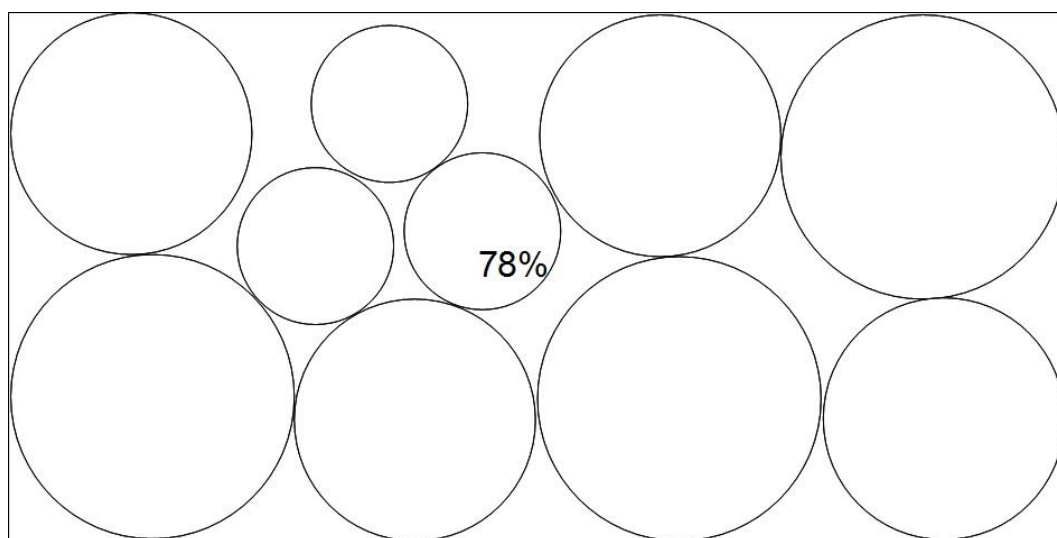
Kuvio 13. Levyn syöttö kelalta puristimelle

Toiminta lyhyesti: Vetolaite vetää levyn kelalta tasaista nopeutta ja syöttää sitä materiaalipuskuriin. Oikaisulaite toimii puristimen ohjaamana suoristaen ja syöttäen levyä mahdollisimman nopeasti puristimeen, tällöin levyn määrä puskurissa vähenee. Levyn syöttö pysähtyy leikkauksen ja puristusliikkeen ajaksi, jolloin levyn määrä puskurissa kasvaa. Valmiiden kappaleiden ja jätteen poistosta puristimesta on huolehdittava erikseen.

Kelasta jää usein jäännöspala, joka on hieman pienempi kuin valmistettava kappale. Jäännöspalan suuruutta kasvattaa oikaisulaitteen rullaston etäisyys puristimesta, sillä materiaali syötetään puristimeen. Jäännöspalan poistosta on huolehdittava erikseen. Jätepalan suuruus on kuitenkin erittäin pieni, alle 1 % koko kelan painosta. Koko materiaalikelaa ei välttämättä käytetä kerralla. Tällöin materiaali on kelattava takaisin kelalle puristimelta saakka sekä sidottava takaisin rullalle. Tämä lisää asetusaikaa. Kelamateriaali saadaan parhaiten hyödynnettyä valmistuksessa, jossa kappaleiden leveys on sama, mutta pituus vaihtelee.

4.1.3 Hankinta suurempina levyinä

Materiaalisäästö perustuu kappaleiden sijoitteluun, ns. nestaamiseen suurelle levyille, jolloin kappaleiden väliin jäävää aluetta voidaan käyttää hyödyksi.



Kuvio 14. Materiaalin käyttösuhde, kappaleet nestattuna 1250 x 2500 mm levyille
 Yllä olevassa kuvassa on kappaleet nestattu levyille 1250 x 2500 mm, joka on maksimi levykoko yrityksen levytyökeskukselle.

Ympyränmuotoisilla kappaleilla materiaalin käytön tehostaminen edellyttää erikokoisten kappaleiden sijoittelua levyille. Tämä tuottaa tilausperustaisessa valmistuksessa varastoon myös kappaleita, joille ei ole tilausta. Kuvan asettelu (nesti) ei ole realistinen, koska käytössä olevassa levytyökeskuksessa levynpurkulaite siir-

tää levyn kokonaisena pois koneelta. Tämä edellyttää, että kappaleet ja levyn jäte-
ranka pysyvät kiinni toisissaan. Käytännössä kappaleet nestataan niin, että levyn
ulkoreuna pidetään yhtenäisenä ja kappaleiden väliin jätetään materiaalikaistaleet,
joissa kappaleet ovat kiinni mikrosilloilla.

4.2 Kappaleen valmistus levytyökeskuksella

Levytyökeskuksella voidaan lävistyksen lisäksi leikata ja muovata kappaleita. Läv-
vistystyökalun paikalle voidaan asettaa leikkaus- tai muovaustyökalu. Työkalu
toimii rullaleikkaus- tai muovauseriaatteella (ns. wheel - työkalut). Molemmilla
työkaluilla käsiteltävät materiaalipaksuudet ovat luokkaa 1 - 2.5 mm. Muovaus-
korkeutta rajoittavana tekijänä on työkalujen (tyyny – pistin) väli levytyökeskuk-
sen revolverissa. Leikkausta rajoittavana tekijänä on kappaleiden lajittelu. Käytös-
sä olevassa levytyökeskuksessa ei kappaleita voida automaattisesti lajitella erik-
seen, vaan kokonainen levy puretaan purkulaitteella ja kappaleet erotellaan käsin.
Mahdollisuutena on pysäyttää leikkaus jokaisen kappaleen jälkeen ja noutaa kap-
pale koneen pöydältä.



Kuvio 15. Levytyökeskustyökaluja, leikkaus ja muovaus (Wilson Tool Interna-
tional®)

Kappale ei sovellu kokonaan levytyökeskuksella valmistettavaksi, koska kappaleen
ulkoreuna tulee pyöristää muovaamalla materiaali kaksinkerroin.

4.3 Kappaleen osittainen valmistus solun ulkopuolella

Yrityksessä oleva levytyökeskus soveltuisi hyvin kappaleissa olevien reikien lävistykseen. Kappaleen laatuvaatimukset kuitenkin edellyttävät reikien tekoa vasta puristuksen jälkeen eikä muotoon puristettuja kappaleita voida lävistää. Yrityksessä oleva 3D-laser soveltuisi reikien tekoon, mutta tämä vaatisi kappaleiden siirtoa rakennuksesta toiseen sekä kappaleiden asetusta laserkoneelle. Edellä mainittujen koneiden tuotannonohjausta ei myöskään haluta sekoittaa kelanpäätyjen valmistukseen.

4.4 Kappaleiden valmistus puristimella

Ei julkaista.

4.4.1 Puristinsolu

Ei julkaista.

Ei julkaista.

Kuvio 16. Puristinsolun laitteet

4.4.2 Robottisolun laitteet ja toiminta

Ei julkaista.

Ei julkaista.

Kuvio 17. Robottisolun laitteet

4.4.3 Valmistuskustannusten säästö ja kapasiteetti

Ei julkaista.

Ei julkaista.

Kuvio 18. Valmistuskustannusten vertailu

Ei julkaista.

5 ESISUUNNITTELU

Esisuunnittelun tarkoitus on asettaa projektille tavoitteet, kuvata tuleva toiminta sekä hahmottaa mahdolliset ongelmat ja hakea niihin ratkaisuja turvallisuusnäkökohdat huomioiden.

5.1 Tavoitteet

Ei julkaista.

5.2 Suunnittelu, peruseräaatteet

Solun laitteiden suunnittelu tehdään CE-merkinnän edellyttämällä tavalla. Puristimen suunnittelussa käytetään standardia ”SFS-EN 693:2001+A1:2009. Hydrauliset puristimet”. Muovauslaitteelle ei ole tyyppikohtaista standardia, joten se suunnitellaan yleisten konesuunnittelustandardien mukaan. Robotti on ostettava kokonaisuus, jonka mukana tulee liittämävakuutus. Robotin integroinnissa on

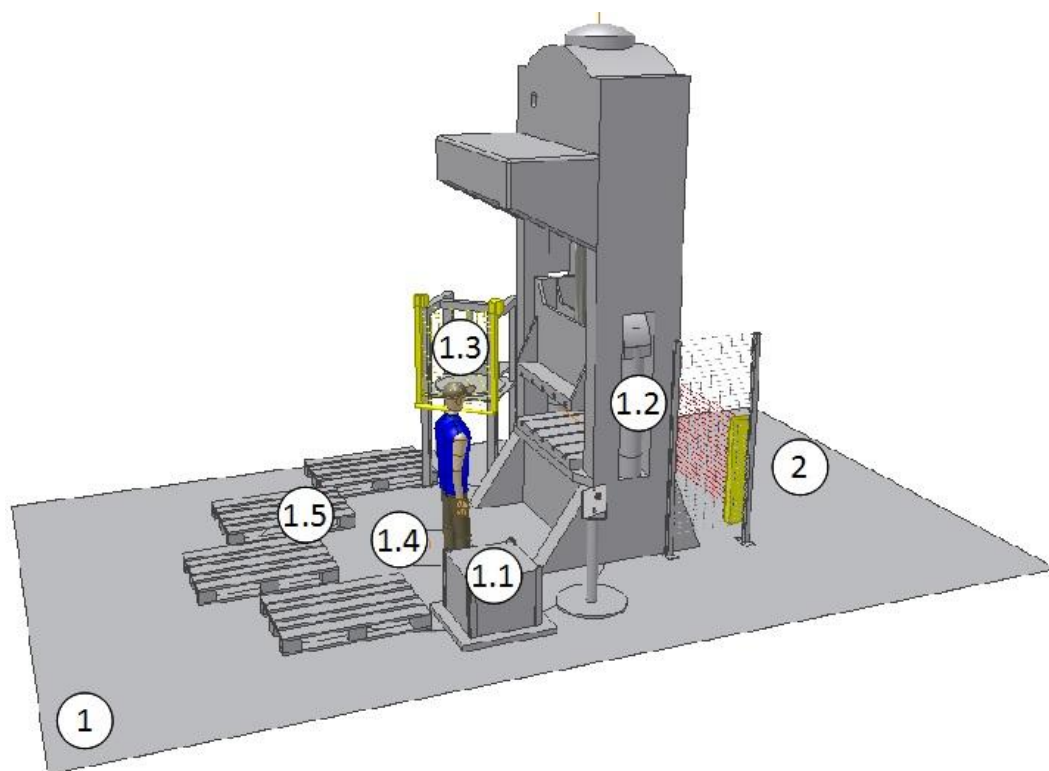
kiinnitettävä erityistä huomiota odottamattoman käynnistyksen estämiseen. Puristin on järjestelmän päälaitte. Järjestelmän suunnittelussa käytettävät direktiivit ja standardit on kerätty liitteeseen 4. Liitteen tietoja on päivitettävä suunnittelun aikana. Luettelo tullaan siirtämään vaatimustenmukaisuusvakuutuksen suunnittelun valmistuttua.

5.3 Vaiheittainen toteutus

Solu voidaan toteuttaa vaiheittain. Ensimmäisessä vaiheessa hankitaan puristintyökalu, uudistetaan puristin ja muovauslaite. Seuraavassa vaiheessa hankitaan robotti ja suojataan solu lopullisesti. Toteutusta on kuvattu tarkemmin kohdassa ”6 Toteutus”.

5.4 Puristinsolu

Puristinta ja muovauslaitetta käytetään miehitettynä. Levyt lastataan suoraan materiaalipaketista puristimelle (katso **Kuvio 19.**). Reunan muovaus tapahtuu puristuksen jälkeen. Kappaleet ja jätereunat lajitellaan lavoille.



Kuvio 19. Puristinsolun laitteet

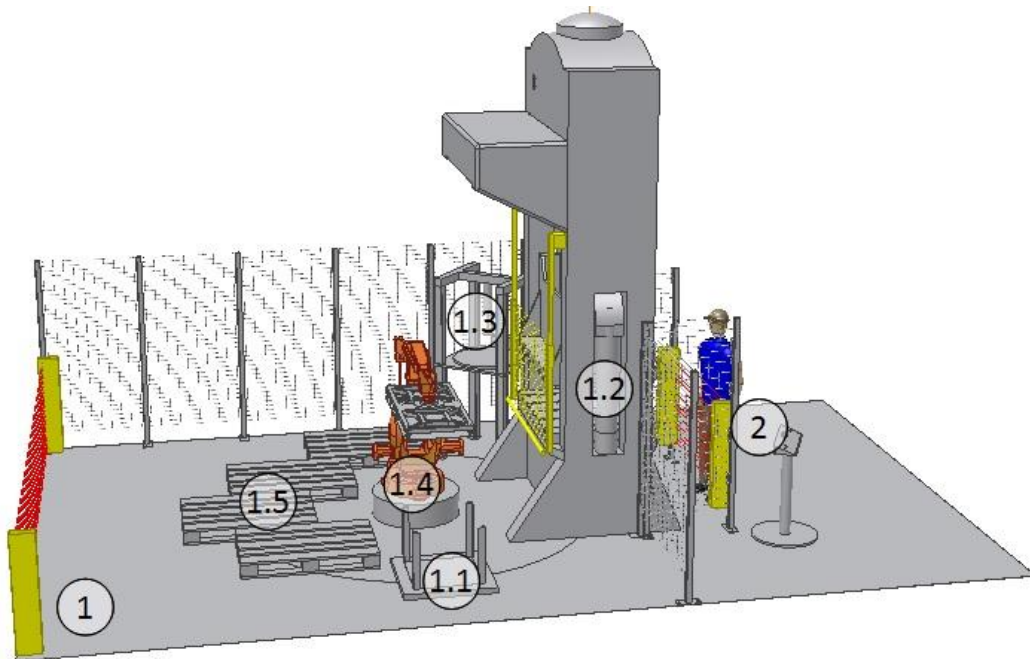
Laitteet:

- (1) Tulevan robottisolun puoli
- (1.1) Materiaali lastataan suoraan paketista
- (1.2) Syvävetopuristin
- (1.3) Kappaleen ulkoreunan muovaus (litistys)
- (1.4) Robotin paikka tulevaisuudessa
- (1.5) Kappaleiden ja jätteen lajittelu
- (2) Puristimen manuaalikäyttö, kun robottisolu on otettu käyttöön.

Vaihe toteutetaan ilman robottia. Muilta osin toteutus kuten robottisolu (kts.5.5 Robottisolu).

5.5 Robottisolu

Puristinta on tarkoitettu käyttämään miehittettynä ja miehittämättömänä. Miehittämättömänä (1) robotti huolehtii materiaalin ja kappaleen käsittelystä sekä ohjaa puristinta ja muovauslaitetta. Miehittettynä (2) operaattori huolehtii työkappaleen syööstä ja poistosta sekä ohjaa puristinta. Yhtäaikainen käyttö ei ole mahdollista.



Kuvio 20. Robottisolun laitteet

Laitteet:

- (1) Robottisolu
- (1.1) Materiaaliasema
- (1.2) Syvävetopuristin
- (1.3) Kappaleen ulkoreunan muovaus (litistys)
- (1.4) Kappaleen siirto (robotti)
- (1.5) Kappaleiden ja jätteen lajittelu
- (2) Puristimen manuaalikäyttö.

5.5.1 Laitteiden käyttötavat

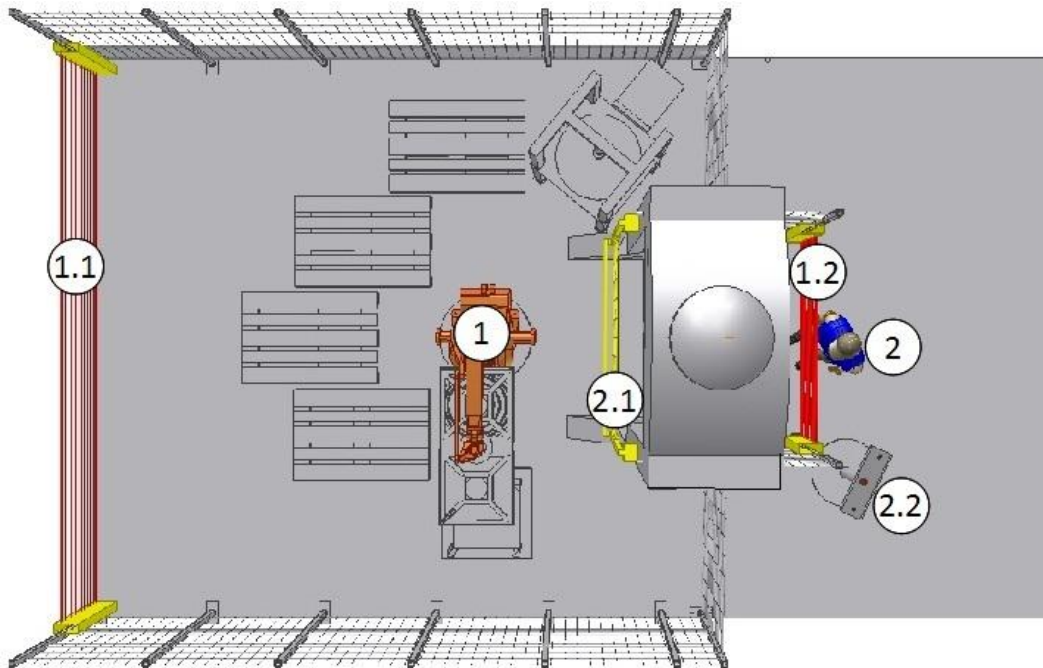
Solun laitteita voidaan käyttää seuraavasti nimetyillä käyttötavoilla:

- Käsikäyttö
 - Ohjaustapa on tarkoitettu laitteen yksittäisten toimintojen ohjaukseen.
 - Toiminnoille on omat ohjauspainikkeet laitteen ohjaustaulussa.
 - Työkalujen asetus ja testaus sekä häiriöiden poisto tehdään tällä käyttötavalla.
- Yksittäisiskukäyttö
 - Käyttötapa on tarkoitettu miehitettynä tapahtuvaan tuotantokäyttöön.
 - Käyttötavalla operaattori huolehtii kappaleen siirrosta ja käynnistää yksittäisen kappalesekvenssin suoritukseen.
 - Kappalesekvenssit ohjelmoidaan ja talletetaan laitteen ohjaustaulusta.
 - Suoritettava sekvenssi valitaan laitteen ohjaustaulusta.
 - Sekvenssi on käynnistettävä erikseen jokaiselle kappaleelle.
- Automaattikäyttö
 - Käyttötapa on tarkoitettu miehittämättömään tuotantokäyttöön.
 - Suoritettava kappalesekvenssi valitaan laitteen ohjaustaulusta.
 - Yksittäinen laite kytketään robotin ohjaukseen, laitteen käyttötapa vastaa yksittäisiskukäyttöä, mutta robotti suorittaa kappaleen vaihdon ja antaa sekvenssin käynnistyskäskyn automaattisesti.

Käyttötavan valinnalle on jokaisessa solun laitteessa valintakytkin. Valittu käyttötapa sallii vain sille tarkoitetut toiminnot sekä aktivoi käyttötavan mukaisen työkentelyalueen turvalaitteet. (SFS-EN693+A1, 2009-09-21, ss. 40, kohta 5.4.4)

5.5.2 Solun turvallistaminen

Solu turvallistetaan kiinteillä suojaverkoilla, valokennoilla (1.1 ja 1.2), avattavalla suojuksella (2.1) sekä kaksinkäsihallintalaitteella (2.2).



Kuvio 21. Solun turvalaitteet

Automaattikäyttö (miehittämätön käyttö)

Automaattikäytöllä robotti (1) huolehtii kappaleen siirroista ja solun muiden laitteiden ohjauksesta. Valokenno (1.1) ja (1.2) ovat aktiivisena pysäyttäen robotin toiminnan. Suojuksen (2.1) on oltava ylhäällä, jotta robotti voi käyttää puristinta. Suojus on siirrettävä käsin. Puristimen manuaalikäyttö ei ole mahdollista.

Manuaalikäyttö (miehitetty käyttö)

Manuaalikäytöllä operaattori huolehtii kappaleen vaihdosta ja ohjaa puristinta kaksinkäsihallintalaitteella (2.2). Suojuksen (2.1) on oltava alhaalla estämään pääsyn puristimen toiminta-alueelle robotin puolelta. Suojus on siirrettävä käsin.

Puristimen manuaalikäytön aikana voidaan robotin lavoja vaihtaa ja materiaaliasemaa panostaa, eivätkä valokennot (1.1 ja 1.2) estä puristimen käyttöä. Robotin alueella olevien laitteiden käyttö on estetty.

Hätäpysäytys

Hätäpysäytys pysäyttää solun kaikki laitteet. Pysäytykseen tarvittavat hätäseis-painikkeet sijoitetaan laitteiden ohjauspaneeliin. Hätäpysäytyksen on toimittava pysäytysluokan 0 mukaisesti (standardi EN 60204:1997, kohta 9.2.5.4) (SFS-EN693+A1, 2009-09-21, ss. 28, Kohta 5.2.6.3).

Avattavat suojukset (katso **Kuvio 21**, viite 2.1)

Koneen toimintaan kytkettyjen suojusten ja käynnistävien suojusten on oltava standardin EN 953 mukaisia ja niiden on yhdessä kiinteiden suojusten kanssa estettävä pääsy työkalujen toiminta-alueen vaaravyöhykkeelle vaarallisten liikkeiden aikana. Iskuliikkeen käynnistymisen on oltava estetty kunnes suojuksen veräjä on suljettu. Suojuksen toimintaan kytkentälaitteen on oltava suunniteltu ja rakennettu standardin EN 1088:1995 kohdan 6.2.2 mukaisesti ja siihen kuuluvien turvallisuuden liittyvien ohjausjärjestelmän osien on oltava standardin EN 954-1:1996 luokan 4 mukaisia. (SFS-EN693+A1, 2009-09-21, ss. 32, Kohta 5.3.11). Suojuksen sijoittamisen vähimmäisetäisyys vaaravyöhykkeeseen lasketaan standardin SFS-EN693+A1, Liite A mukaisesti.

Valoverhot (katso **Kuvio 21**, viite 1.1 ja 1.2)

Valoverhojen on oltava seuraavien vaatimusten mukaisia:

- a) Valoverhojen on oltava standardin EN 61496-1:1997 tyyppin 4 mukaisia ja ne on suunniteltava ja rakennettava standardin EN 61496-2:1997 mukaisesti.
- b) Pääsy vaaravyöhykkeelle saa olla mahdollista vain valoverhon havaitsemisvyöhykkeen läpi. Lisänä olevien suojausteknisten toimenpiteiden on estettävä pääsy vaaravyöhykkeelle kaikilta muilta suunnilta.
- c) Jos on mahdollista seistä valoverhon ja vaaravyöhykkeen välissä, on puristin varustettava lisäsuojauksella tässä kohdassa seisovan henkilön

havaitsemiseksi, esimerkiksi lisänä olevilla valonsäteillä. Suurin sallittu valvomaton väli saa olla enintään 75 mm.

- d) Mikään vaarallinen liike ei saa olla käynnistettävissä silloin, kun mikä tahansa kehon osa vaikuttaa valoverhoon.
- e) Kuittauksen hallintaelimet on sijoitettava siten, että sijoituspaikasta on hyvä näkyvyys vaaravyöhykkeelle. Kutakin havaitsemisvyöhykettä kohden saa olla enintään yksi kuittauksen hallintaelin. Jos puristimen suojauksena ovat sivuille tai taakse sijoitetut valoverhot, on jokaisessa havaitsemisvyöhykkeessä oltava oma hallintaelin kuittausta varten.
- f) Jos valoverho toimii heijastamalla lähetetyn valosignaalin takaisin samaa rataa pitkin ja lisäheijastimia on asennettu havaitsemisvyöhykkeelle, on lisäheijastimet järjestettävä siten, että sellainen kappale, joka on paksumpi tai yhtä paksu kuin määritetty testikappale (ks. standardi EN 61496-2:1998, kohta 4.1.2), ei jää valoverholta tunnistamatta missään kohtaa havaitsemisvyöhykkeellä, ellei ole ryhdytty muihin toimenpiteisiin sen varmistamiseksi, että vaaravyöhykkeelle ei ole mahdollista ulottua.
- g) Kytettäessä valoverho pois päältä valintakytkimellä on myös sen merkkivalon sammuttava.

(SFS-EN693+A1, 2009-09-21, ss. 32-34, Kohta 5.3.15)

Suojuksen sijoittamisen vähimmäisetäisyys vaaravyöhykkeeseen lasketaan standardin SFS-EN693+A1, Liite A mukaisesti.

Kaksinkäsinhallintalaite (katso **Kuvio 21**, viite 2.2)

Kaksinkäsinhallintalaitteiden on oltava seuraavien vaatimusten mukaisia:

- a) Kaksinkäsinhallintalaitteiden on oltava standardin EN 574:1996 taulukon 1 tyyppin III C mukaisia.
- b) Käytössä olevien kaksinkäsinhallintalaitteiden lukumäärän on vastattava valintakytkimessä osoitettua käyttäjien lukumäärää.
- c) Käynnistyssignaalien antaminen ei saa olla mahdollista käyttämällä yhtä kämmentä, kämmentä ja saman käden kyynärpäätä, käyttämällä kyynärvarsia tai kyynärpäitä tai kämmentä ja muita kehon osia.

(SFS-EN693+A1, 2009-09-21, ss. 34, Kohta 5.3.16)

Kaksinkäsinhallintalaitteen sijoittamisen vähimmäisetäisyys vaaravyöhykkeeseen lasketaan standardin SFS-EN693+A1, Liite A mukaisesti.

Suojaverkot ja puristimen kiinteät suojukset (katso **Kuvio 21.)**

Solun ympärillä olevien suojaverkkojen korkeus on vähintään 2000 mm. Verkon aukkokoko ja etäisyys suojattavaan kohteeseen määräytyy turvaetäisyysstandardista SFS-EN ISO 13857 (Siirilä, Koneturvallisuus, EU-määräysten mukainen koneiden turvallisuus, 2008, ss. 134-136).

Kiinteiden suojusten on oltava standardin EN 953 mukaisia. Niiden on oltava pysyvästi kiinnitetty koneeseen, muuhun kiinteään rakenteeseen tai lattiaan. Työkappaleen syöttöaukkojen on oltava standardin EN 294:1992 taulukon 4 mukaisia (SFS-EN693+A1, 2009-09-21, ss. 32, Kohta 5.3.10).

5.6 Materiaaliasema

Ei julkaista.

Ei julkaista.

Kuvio 22. Materiaaliasema

5.6.1 Maksimilevymäärä

Ei julkaista.

5.6.2 Levyjen nosto, erottelu ja paksuuden mittaus

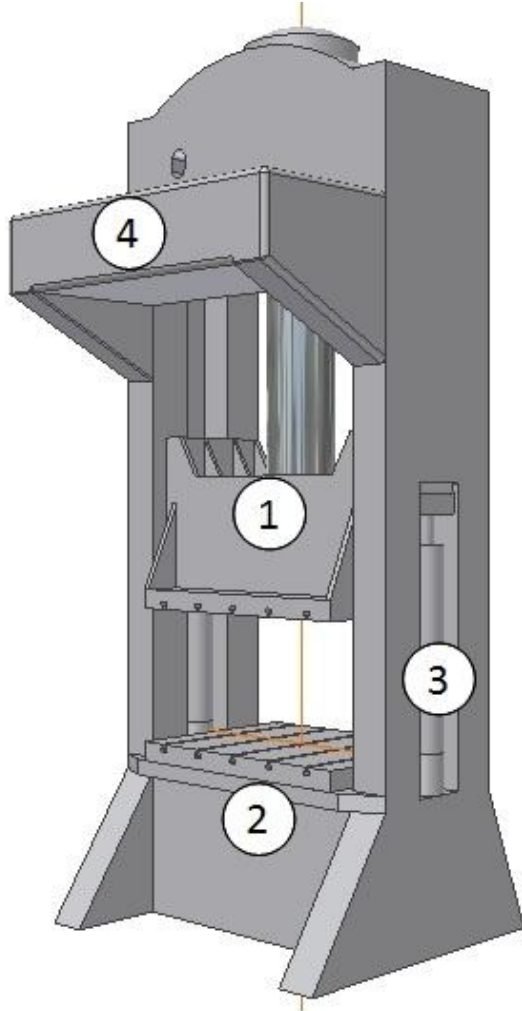
Ei julkaista.

Ei julkaista.

Kuvio 23. Kaksoislevyn tunnistimen anturointi (esim. Pepperl+Fuchs Inc.)

5.7 Puristin

Alla olevassa kuvassa on esitetty puristimen rakenne. Kuvan numerointi viittaa osien numerointiin.



Kuvio 24. Puristimen rakenne

Puristimen rakenne:

- (1) Puskin ja puristussylinteri
 - Ylätyökalu kiinnitetään puskiin.
 - Puskinen leveys on 1150 mm ja syvyys 920 mm.
 - Puskinen paikoitus (ylös/alasliike) tapahtuu paikoitussylinterien (3) avulla.
 - Öljyn virtaus puristussylinteriin tapahtuu paikoituksen aikana vapaalla virtauksella.
 - Paineenalainen puristus tapahtuu sylinterillä vasta kun ylätyökalu on kiinni materiaalissa, joka lepää alatyökalan päällä.
- (2) Pöytä
 - Alatyökalu kiinnitetään pöytään.
 - Pöydän leveys on 1300 mm ja syvyys 1000 mm.
- (3) Puskinen paikoitussylinterit
 - Puskininta liikuttavat molemmille sivuille sijoitetut sylinterit.
 - Liike alas tapahtuu painovoimalla ja liike ylös hydrauliiikan avulla.
- (4) Öljysäiliö
 - Säiliö on kiinnitetty puristimen runkoon.

Tekniset tiedot:

- Puristusvoima: 2500 kN (250 t)
- Pöytä: 1300 x 1000 mm
- Iskun pituus: n. 700 mm
- Valmistusvuosi: 1938 (runko)
- Koneen ulkomitat: 1,6 x 1,8 m, korkeus 4,2 m
- Koneen upotus lattiaan: 0,15 m
- Koneen paino: 15000 kg (arvio)
- Puskinen maksimiliikenopeus: 50 mm/s
- Paikoituksen toistotarkkuus: 0,1 mm (+/- 0,05 mm)

5.7.1 Perustus

Puristimen rakenne ulottuu n.150 mm lattiapinnan alapuolelle. Koneelle on tehtävä hallin lattiaan tärinää vaimentava perustus, joka vähentää rakenteiden kautta välittyvää melua (standardi EN 1299). vrt. (SFS-EN693+A1, 2009-09-21, ss. 48, kohta 5.8.5)

5.7.2 Huoltotasot

Hydrauliikan öljysäiliön sijoitus vaatii huoltoa varten huoltotason ja kulkutien rakentamisen. (SFS-EN693+A1, 2009-09-21, ss. 50, kohta 5.8.7.5)

5.7.3 Työkalun asetus

Puristintyökalujen painon takia niiden käsittelyyn käytetään nostoapuvälineenä haarukkatrukkia tai siltanosturia. Puristintyökalun suunnittelussa huomioidaan nostoapuväline (standardi EN 1005-2). (SFS-EN693+A1, 2009-09-21, ss. 50, kohta 5.8.7.4). Puskinen ohjaus työkalunvaihdossa tehdään käsiajolla.

5.7.4 Ohjelmointi

Ohjelmointi tapahtuu koneenohjaustaululla. Ohjelmat tehdään kappalenimelle ja niihin liitetään työkaluasetuksen nimi. Kappaleohjelma koostuu askelista ja toimunnoista paikoitus, puristus tai pysäytys.

- Paikoituksen parametreina annetaan kohdeasema, johon puskin ajetaan ja liikenoisuus.
- Puristuksessa parametreina annetaan kohdeasema, johon puskin ajetaan, liikenoisuus sekä puristusaine ja puristuksen pitoaika.
- Pysäytys-komennolla ohjelma jää odottamaan uutta käynnistyskomentoa. Tämä komento ei vaadi parametreja. Käyttötarkoituksena on ohjelman py-

säytys käsin tapahtuvaa kappaleen kääntöä tai siirtoa varten, kun samalla työkalulla voidaan tehdä useampi puristus.

Askeleet suoritetaan numerojärjestyksessä. Ohjelman suorituksen jälkeen se on joka kerta käynnistettävä uudelleen.

Askel	Toiminto	Kohdeasema:	Nopeus:	Paine:	Puristus aika:
1	Paikoitus	300.0 mm	50 mm/s	bar	s
2	Paikoitus	11.0 mm	50 mm/s	bar	s
3	Puristus	1.0 mm	10 mm/s	140 bar	1.5 s
4	Paikoitus	300.0 mm	50 mm/s	bar	s

Kuvio 25. Operointipaneelin näyttö, ohjelmaesimerkki

5.7.5 Puristimen käyttötavan valinta

Puristimen koneenohjaustaulussa olevan käyttötavan valintakytkimen toteutus on esitetty kohdassa 5.5.1.

5.7.6 Ohjelman suoritus

Aktiivinen ohjelma käynnistetään Ohjelman käynnistys-painikkeella (Start). Ohjelman suoritukseen vaikuttavat myös Ohjelma seis (Stop)- ja Reset -painikkeet. Painikkeet sijaitsevat puristimen koneenohjaustaulussa. Stop -painike pysäyttää ohjelman suorituksen (puskimen liike pysäytetään ja puristus paine pysäytetyn hetken arvossa). Start -painikkeella ohjelman suoritus jatkuu siitä mihin se pysäytettiin. Reset -painikkeen painamisen (tai käyttötavan vaihdon) seurauksena ohjelma käynnistyy alusta, mutta vasta kun Start -painiketta painetaan.

Painikkeet ovat käytettävissä vain yksittäisisku- ja automaattikäyttötavoilla.

5.7.7 Yksittäisiskukäyttö

Manuaalikappaleen vaihdon jälkeen kappaleohjelman suoritus käynnistetään ns. kaksinkäsinhallintalaitteella. Tällä laitteella on ohjauskytkimiin vaikutettava molemmilla käsillä samanaikaisesti, jolloin liike on sallittu. Kun jompikumpi ohjauskytkin päästetään vapaaksi, on liikkeen pysähdyttävä niin nopeasti, ettei kättä ehitä saada puristimen väliin. Suoritettava kappaleohjelma on aktivoitava koneenohjaustaululta sekä käynnistettävä Ohjelman käynnistys -painikkeella (Start). Kappaleohjelman suoritus käynnistyy, kun hallintalaitteen kytkimiä painetaan ja niitä on pidettävä painettuna koko kappaleohjelman ajan. Ohjelman suoritus pysähtyy, kun kaikki ohjelma-askeleet on suoritettu. Ohjelma saadaan uudelleen käyntiin vapauttamalla molemmat kytkimet ja painamalla niitä uudelleen (välissä tehdään kappaleen vaihto). Jokaisen ohjelman suorituksen jälkeen pitää kytkinten olla vapautettuina minimiajan (2s) verran, jotta uusi käynnistys olisi mahdollista. Jos toinen tai molemmat kytkimet vapautetaan ohjelman suorituksen aikana, liikkeet pysähtyvät. Kun kytkimet painetaan uudelleen, ohjelman suoritus jatkuu siitä, missä se pysäytyshetkellä oli. Kappaleohjelman vaihdossa aktiivinen ohjelma on ensin resetoitava, jonka jälkeen uusi ohjelma voidaan aktivoida ja käynnistää. Ohjelman testaus voidaan tehdä yksittäisiskukäyttötavalla.

5.7.8 Automaattikäyttö

Tällä käyttötavalla pääohjauksena on robotti, joka siirtää materiaalin solun muille laitteille, käynnistää laitteen toimintasekvenssin automaattisesti sekä poistaa kappaleen laitteesta sekvenssin loputtua robotin työkierron mukaisesti. Suoritettava kappalemäärä asetetaan robotin ohjaimen. Suoritettava kappaleohjelma on aktivoitava koneenohjaustaululta sekä käynnistettävä Ohjelman käynnistys -painikkeella (Start). Kappalemäärän suorituksen jälkeen robotti pysäyttää puristimen hydraulikan sekä pysäyttää ja resetoi kappaleohjelman suorituksen.

Automaattikäytöllä puristin ja robotti vaihtavat tilatietoja ja komentoja keskenään (kts. alla oleva taulukko).

Taulukko 8. Puristimen ja robotin väliset signaalit

Signaali	Laite	Signaalin suunta	Laite	Lisäinformaatio
Puristin: Toimintavalmis automaattikäytöllä	Robotti	<-----	Puristin	Puristimelta on kappaleohjelma aktivoitu, automaattikäyttötapa valittu ja ohjelma käynnistetty. Ohjelman Resetointi (Reset-painikkeella), käyttötavan vaihto, turvalaitteen laukeaminen tai mikä tahansa hälytys, asettaa signaalin tilan 0:ksi.
Puristin: Yläasemassa	Robotti	<-----	Puristin	Puristimen puskin (ylätyökalu) on yläasemassa, jossa robotti voi tuoda tai noutaa kappaleen.
Robotti: Kappaleen vaihto käynnissä	Robotti	----->	Puristin	Robotin tarrain on puristimen toiminta-alueella. Signaali estää kaikki puristimen liikkeitä. Signaali menee 0:ksi robotin poistuttua puristimen alueelta.
Robotti: Käynnistä kappalesekvenssi	Robotti	----->	Puristin	Robotti käynnistää kappaleen puristussekvenssin.
Puristin: Kappalesekvenssi käynnissä	Robotti	<-----	Puristin	Tällä signaalilla puristin kertoo kappaleen puristuksen olevan käynnissä, robotin liikkeitä puristimelle on estetty.
Robotti: Ohjelmoitu kappalemäärä suoritettu	Robotti	----->	Puristin	Tällä signaalilla puristin voidaan laittaa energiansäästötilaan (hydrauliikkapumppu seis ym.)

5.7.9 Käsikäyttö

Käsikäyttöä varten puristimen ohjaustaulussa on pakkotoimiset käsiajopainikkeet.

5.7.10 Huolto ja korjaus

Alla olevassa listassa on arvioitu huolto- ja korjaustöiden aikana esiintyvät tarpeet.

- Mekaniikka
 - johteiden rasvaus
- Hydrauliikka
 - öljymäärän tarkistus sekä öljyn lisäys ja vaihto
 - suodattimien vaihto
 - vian etsintä
 - hydrauliikkakomponenttien vaihto
- Muut
 - valokennojen puhdistus
 - vian etsintä
 - mitta-anturin vaihto

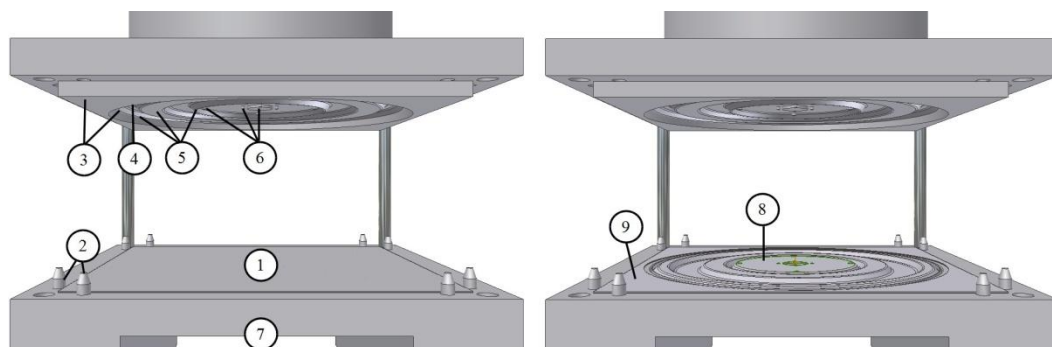
Huoltotöiden ajaksi puskin voidaan ohjata ala-asemaan, jolloin painovoiman johdosta tapahtuva putoaminen on estetty. Näin työ voidaan suorittaa koneen ollessa virraton. Myös komponenttien vaihto on tehtävä puskimen ollessa ala-asemassa ja koneen ollessa virraton.

Vianetsintää varten puristimen ohjauksessa tulee olla reaaliaikainen toimintojen valvonta, joka pysäyttää koneen välittömästi tai ohjelmasekvenssin päätyttyä, antaen hälytyksen ja vikakoodin.

Erikoistilanteita varten puristin on varustettu mekaanisella pidätinlaitteella, jolla puskin voidaan lukita yläasentoon.

5.8 Puristintyökalu

Puristintyökalun toiminta on keskeisessä osassa solun toiminnan ja kappaleen laadun kannalta. Puristintyökaluja on kolme kappaletta, yksi jokaista kappalekoko kohti. Työkalun avautumisväli 250 - 300 mm, jotta tarrain mahtuu väliin.

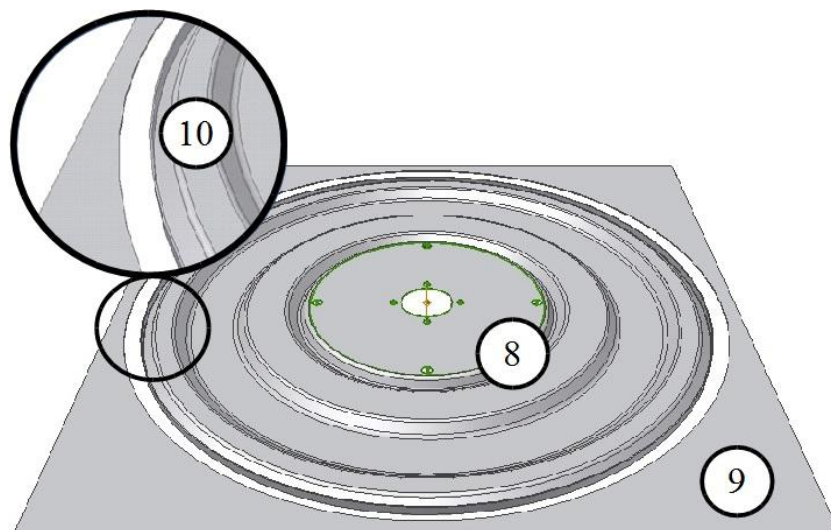


Kuvio 26. Puristintyökalun toimintasekvenssi

Puristimen toimintasekvenssi (katso **Kuvio 26.** ja **Kuvio 27.**).

- Levyn (1) siirto keskitysvasteita (2) vasten
- Puristimen liike alas
 - pikaliike alas kappaleen vaihtoasemasta
 - levynpainimet (3) osuvat levyyn ja pitävät sen paikoillaan
 - leikkausterä (4) leikkaa kappaleen irti
 - muotojen puristus (5)
 - lävistuspistimet (6) painuvat kappaleen läpi, lävistysjätteet putoavat alatyökalun läpi (7)
 - liike seis kun työkalu pohjassa
- Puristimen liike ylös
 - muotojen puristimet (5) ja lävistuspistimet (6) irti materiaalista
 - levyn painimet irtoavat kappaleesta, jätereuna jää keskitysvasteiden väliin
 - pikaliike ylös kappaleen vaihtoasemaan
 - liike seis vaihtoasemassa
- Kappaleen (8) ja jätereunan (9) siirto pois puristimesta

Puristetun kappaleen ulkoreuna (10) on taivutettava omana työvaiheenaan.



Kuvio 27. Puristettu kappale ja jätereuna

Työkalut suunnitellaan niin, että työstössä kuluvat osat, kuten leikkausterät (4) ja pistimet (6) sekä tyynyt ovat vaihdettavissa.

Levymateriaali hankitaan ilman suojarasvaa. Puristintyökalun testauksen yhteydessä selvitetään tarvitaanko voitelua. Sumuvoitelulaite hankitaan tarvittaessa ja se kytketään puristimen ohjaukseen.

Lävistysjäte putoaa alatyökalun läpi alla olevalle jätekuljettimelle. Kuljettimella jätteet siirtyvät puristimen edessä olevaan jäteastiaan. Jätekuljetin ja tukkeutumista valvova anturi kytketään puristimen ohjaukseen.

Työkalun vaihdossa käytetään apuna haarukkatrukkia. Työkalun alaosassa on paikakat trukin haarukoille. Työkalu kiinnitetään puristimen pöydässä ja puskimessa oleviin T-urisiin.

5.9 Reunan muovaus

Reunan taivutukseen tarvittava laite voidaan hankkia joko valmiina, muuttaa nykyinen laite tai rakentaa nykyisen laitteen pohjalta uusi. Laite on toiminnaltaan yksinkertainen (katso Liite1: **Kuvio 36.**), mutta se on joka tapauksessa integroitava robotin kanssa.

Muovauslaitteelle ei tarvita erillistä perustaa, riittää kun laite kiinnitetään hallin lattiaan tukevasti.

Toiminta

Kappale asetetaan pyöritystason päälle ja keskitetään keskireiän avulla. Yläpuolella oleva painin painaa kappaletta ja pitää sen kiinni. Pyöritys tapahtuu alapuolella olevalla sähkömoottorilla. Sivulla oleva rulla ohjataan kiinni kappaleen reunaan. Rulla puristaa kappaletta pneumatiikkasyylinterin voimalla ja litistää ulkoreunan. Rulla ohjataan irti kappaleesta, pyöritys pysähtyy ja painin avautuu. Taivutettu kappale lepää pyöritystason päällä.

Kappaleohjelmointiin ei ole tarvetta, sillä toimintasekvenssi on aina sama.

Käsi käyttöä varten muovauslaitteen ohjaustaulussa on pakkotoimiset käsiajo - painikkeet.

5.9.1 Laitteen turvallistaminen

Laite sijaitsee solun miehittämättömällä toiminta-alueella (katso **Kuvio 21.**). Alueen turvalaitteet vaikuttavat myös tähän laitteeseen (kts.5.5.1 Laitteiden käyttötavat). Yksittäisiskukäyttötapa vaatii kuitenkin laitekohtaisen suljettavan suojuksen, joka voidaan siirtää syrjään automaattikäyttötavan ollessa valittuna. Yksittäisiskukäyttötapa on hyödyllinen ajateltaessa laitteen joustavaa käyttöä.

Laitteen koneenohjaustaulussa oleva käyttötavan valintakytkin aktivoi käyttötavan ja sitä vastaan suojuksen.

5.9.2 Asetus

Kappaleita on kolmea eri kokoa ja kahta eri materiaalilujuutta. Asetustarve voidaan minimoida paininrullaa liikuttavan sylinterin paineen säädöllä. Tällöin paineensäätimestä asetetaan vain rullanpaine eri materiaalilujuudelle.

5.9.3 Ohjelman suoritus

Ohjelma käynnistetään Ohjelman käynnistys -painikkeella (Start). Ohjelman suoritukseen vaikuttavat myös Ohjelma seis (Stop)- ja Reset -painikkeet. Stop -painike pysäyttää ohjelman suorituksen (sylinterit pitävät paikkansa ja kappaleen pyöritysmoottori pysähtyy). Start -painikkeella ohjelman suoritus jatkuu siitä mihin se pysäytettiin. Reset -painikkeen painamisen (tai käyttötavan vaihdon) seurauksena ohjelma käynnistyy alusta, mutta vasta kun Start -painiketta painetaan. Painikkeet ovat käytettävissä vain yksittäisisku- ja automaattikäyttötavoilla. Painikkeet sijaitsevat laitteen koneenohjaustaulussa.

5.9.4 Yksittäisiskukäyttö

Kappaleen asetuksen ja suojuksen sulkemisen jälkeen ohjelman suoritus käynnistetään Start -painikkeella. Ohjelman suoritus pysähtyy, kun kaikki ohjelmaskeleet on suoritettu. Suojus voidaan avata ja kappale poistaa.

5.9.5 Automaattikäyttö

Tällä käyttötavalla pääohjauksena on robotti, joka siirtää materiaalin solun muille laitteille, käynnistää laitteen toimintasekvenssin automaattisesti sekä poistaa kappaleen laitteesta sekvenssin loputtua robotin työkierron mukaisesti. Suoritettava kappalemäärä asetetaan robotin ohjaimeen. Muovauslaitteen ohjelma on käynnis-

tettävä Start -painikkeella. Kappalemäärän suorituksen jälkeen robotti pysäyttää muovauslaitteen energiansäästö tilaan (esim. hydraulikka seis).

Automaattikäytöllä muovauslaite ja robotti vaihtavat tilatietoja ja komentoja keskenään (kts. alla oleva taulukko).

Taulukko 9. Muovauslaitteen ja robotin väliset signaalit

Signaali	Laite	Signaalin suunta	Laite	Lisäinformaatio
Muovaus: Toiminta valmis automaattikäytöllä	Robotti	<-----	Muovaus	Taivutuksessa on automaattikäyttöpa valittu ja ohjelma käynnistetty. Ohjelman Resetointi (Reset-painikkeella), käyttötavan vaihto, turvalaitteen laukeaminen tai mikä tahansa hälytys, asettaa signaalin tilan 0:ksi.
Muovaus: Yläasemassa	Robotti	<-----	Muovaus	Taivutuksen levyn painin on yläasemassa, jossa robotti voi tuoda tai noudata kappaleen.
Robotti: Kappaleen vaihto käynnissä	Robotti	----->	Muovaus	Robotin tarrain on taivutuksen toiminta-alueella. Signaali estää kaikki taivutuksen liikkeitä. Signaali menee 0:ksi robotin poistuttua taivutuksen alueelta.
Robotti: Käynnistä kappalesekvenssi	Robotti	----->	Muovaus	Robotti käynnistää kappaleen muovaussekvenssin.
Muovaus: Kappalesekvenssi käynnissä	Robotti	<-----	Muovaus	Tällä signaalilla muovaus kertoo kappaleen taivutuksen olevan käynnissä, robotin liikkeitä taivutukseen on estetty.
Robotti: Ohjelmoitu kappalemäärä suoritettu	Robotti	----->	Muovaus	Tällä signaalilla muovaus voidaan laittaa energiansäästötilaan (hydraulikkapumppu seis ym.)

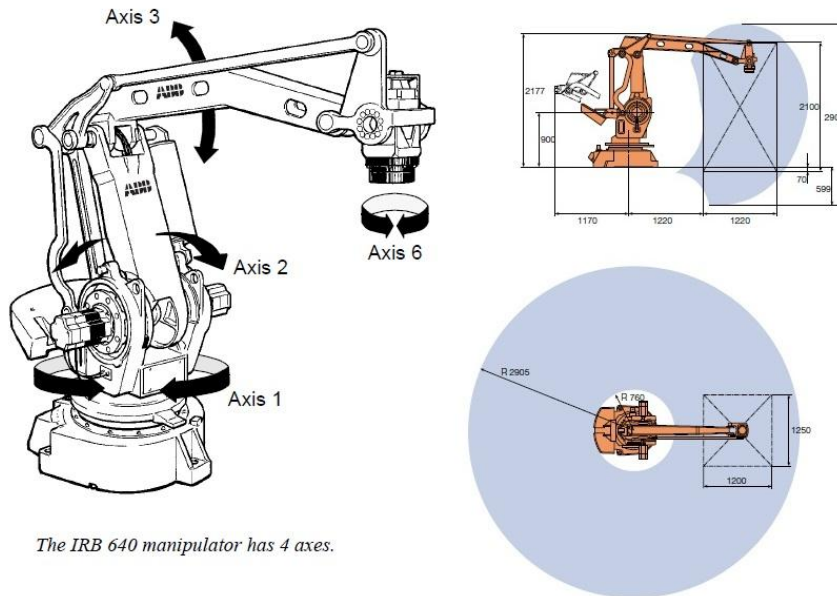
5.9.6 Huolto ja korjaus

Alla olevassa listassa on arvioitu huolto- ja korjaustöiden aikana esiintyvät tarpeet.

- Mekaniikka
 - muovausrullan vaihto
 - rasvaus
- Pneumatiikka (tai hydraulikka)
 - (öljymäärän tarkistus sekä öljyn lisäys ja vaihto)
 - (suodattimien vaihto)
 - vian etsintä
 - pneumatiikka (hydraulikka) komponenttien vaihto
- Muut
 - vian etsintä

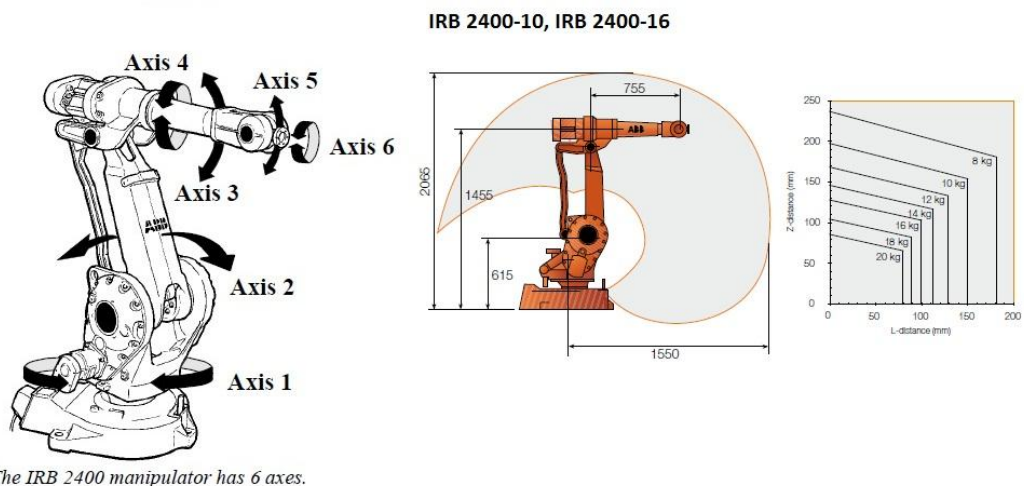
5.10 Robotti

Robottina voidaan käyttää kappaaleen siirtoon tarkoitettua 4-akselin tai yleiskäyttöisempää 6-akselin robottia:



Kuvio 28. 4-akselin robotti (ABB IRB640)

Yllä olevassa kuvassa on esimerkkinä 4-akselin robotti, josta puuttuvat ranteen kääntöön tarkoitetut akselit 4 ja 5 (vertaa alla olevaan kuvaan).



Kuvio 29. 6-akselin robotti (ABB IRB 2400)

4-akselin robotin käyttö perustuu siihen, että levy keskitetään materiaaliasemassa eikä kappaletta tarvitse keskittää erikseen siirrettäessä taivutukseen tai lavaukseen.

4-akselin robotin etuna on suurempi kuorman käsittely, yksinkertaisempi rakenne ja hieman edullisempi hinta. Haittana on ranteen akseleiden puuttuminen, jolloin kappaleen keskitys kaltevaa tasoa käyttäen ei onnistu eikä sitä voida käyttää työstöön, jossa rannetta tarvitaan (esim. hitsaus).

Tärkeimpiä valintakriteereitä:

- Kuorman käsittelykyky: 30 kg (+tarttujan paino)
- Liikealueen säde: n. 1800 mm
 - (tarkennettava tarttujan ja layout-suunnittelun yhteydessä)
- Hinta

Robotti voidaan hankkia uutena tai käytettynä.

Perustus selvitettävä robotin valinnan yhteydessä.

5.10.1 Robotin turvallistaminen

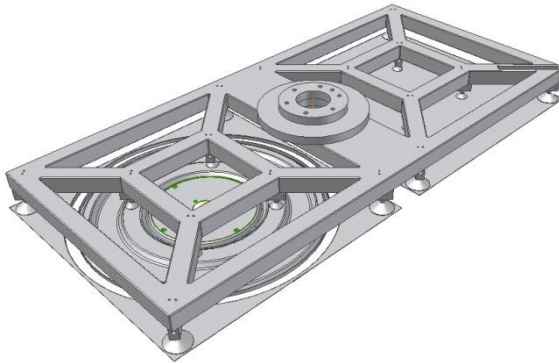
Robotin työskentelyalue suojataan kuvan (**Kuvio 21.**) mukaisesti ja turvallistetaan kohdan 5.5.2 ”Solun turvallistaminen” mukaisesti.

Robotin turvallisuutta käsittelevät standardit:

- SFS-EN ISO 10218-1 Teollisuusrobotit. Turvallisuusvaatimukset. Osa 1: Robotti 2007 (edellinen versio SFS-EN 775).
- SFS-EN ISO 11161 Koneturvallisuus. Valmistusjärjestelmien koneyhdistelmät. Perusvaatimukset 2007 (entinen PrEN 1921).

5.10.2 Tarttuja

Levymateriaalille soveltuu yksinkertainen alipainetarttuja. Imukupit asetetaan nostettavan kappaleen geometrian mukaan (kolme kappalekokoa). Tarttujassa on oma osio levyn käsittelyyn sekä kappaleen ja levyjätteen käsittelyyn. Tarttuja kiinnitetään robottiin keskellä olevalla laipalla. Kiinnityksen etuna on, että tarttujan yläpuolelle ei tarvitse varata tilaa robotin ”ranteelle”.



Esimerkkikuvasta (**Kuvio 30.**)

puuttuvat anturointi, nurkannoston sylinteri sekä pneumatiikkaventtiilit ja -letkut.

Kuvio 30. Tarttuja

Tarttujassa on 4 imukupialuetta, joilla on omat venttiilit imulle (päälle/pois) ja irrotukselle (päälle/pois). Venttiilit ovat kaksitoimisia (ei jousipalautettuja). Jokaisella imukupilla on oma ejektorin ja alipaineanturi. Paineanturit yhdistetään sarjaan kytkennällä imualuekohtaisesti (i/o tarve= 4/16). Nurkannostajia on yksi (sylinteri), jota ohjataan venttiilillä ylös ja alas. Levyjen erottelupuhallus puhalttaa ilmaa nurkannostaja ollessa ylhäällä ohjausventtiilillä ”puhallus päälle/pois” (i/o tarve=0/2). Lisäksi on 4 kpl imualuekohtaisia antureita, joilla pyritään tunnistamaan kappaleen olemassaolo ennen imun kytkemistä (estetään tarraus esim. puristimen työkaluun) (i/o tarve=4/0)

Robotilta tarvittava i/o-määrä (DIO): 8/18

5.10.3 Asetus

Asetusta vaativia asioita ovat tarrain ja robotin koordinaatisto. Nämä selvitetään robotin kappaleohjelman laatimisen yhteydessä ja tarkistetaan käyttöönotossa. Asetuksista laaditaan selkeät ohjeet käyttöohjeeseen.

5.10.4 Robotin ohjelmointi

Kappalevariaatioiden määrä on kolme ja työkierto voidaan ohjelmoida kappaleen ja koneiden työkalujen keskipisteen mukaisesti. Näin ollen ohjelmointi, ko. kappaleiden osalta, rajoittuu käyttöönottovaiheessa tehtävään työkierto-ohjelmaan (1..3kpl). Solun käyttö ei vaadi robottiohjelmoinnin osaamista. Riittää kun laaditaan ohjeet, kuinka työkierto-ohjelma asetetaan aktiiviseksi, käynnistetään ja pysäytetään sekä kuinka mahdollisista häiriötilanteista toivutaan.

5.10.5 Käyttötavan valinta

Robotilla on omassa ohjauspaneelissaan käyttötavan valinta. Käyttötavat poikkeavat edellä esitetystä.

Käyttötavat:

- Käsiajo (alennetulla nopeudella)
 - opetusta ja ohjelman testausta varten
- Automaattiajo
 - robottiohjelman suoritusta varten

5.10.6 Ohjelman suoritus

Ohjelman valinta tehdään robottiohjaimesta. Ennen ohjelman käynnistystä ohjelmalle syötetään suoritettava kappalemäärä sekä lavauksen aloitustiedot. Kappalemäärä ja lavaustietojen syöttö on tehtävä mahdollisimman yksinkertaiseksi. Ohjelma käynnistetään robottiohjaimessa olevilla painikkeilla. Käynnistyksestä laaditaan selkeät ohjeet käyttöohjeeseen.

5.10.7 Ohjelman testaus

Robotin yhteydessä ohjelman testauksella tarkoitetaan liikkumista robottiohjaimen kanssa robotin työalueella. Koska kappaleohjelma on tehty valmiiksi, ei operaattorilla ole normaalissa tuotantokäytössä tarvetta mennä testaamaan ohjelmaa suoja-alueen sisäpuolelle. Puristimen työkaluasetuksen ja muiden asetusten todentaminen on syytä tehdä aina ensimmäisellä valmistettavalla kappaleella. Tämän takia kappaleohjelmaan on syytä miettiä tarvittavia toimintoja (esim. pysähdys jokaisessa sekvenssin vaiheessa).

5.10.8 Yksittäisiskukäyttö

Robotilla ei ole yksittäisiskukäyttötapaa. Tarvittaessa sellainen on tehtävä robotin kappaleohjelmaan.

5.10.9 Automaattikäyttö

Käyttötavalla robotti suorittaa kappaleohjelmaa. Solun muiden laitteiden on oltava automaattikäytöllä ennen kuin kappaleohjelman suoritus käynnistyy. Robottiohjaimen näytölle on saatava ilmoitus laitteen (puristin ja muovaus) käyttötavan ollessa väärä.

5.10.10 Käsikäyttö

Tuotantokäytön yhteydessä käsikäytöllä voidaan joutua selvittämään häiriötilanteita. Tämä tarkoittaa robotin ohjaamista tiettyyn pisteeseen, jossa häiriö voidaan purkaa.

5.10.11 Tuotannon häiriötilanteet

Kappaleen käsittelyssä ilmenee ajoittain häiriöitä, joiden on pysäytettävä toiminta.

Alla olevassa listassa on esitetty esimerkkejä häiriötilanteista.

- Levyn nosto
 - levy ei erottelusta huolimatta irtoa pinosta
 - kaksoislevy
- Kappaleen nosto
 - levy ei irtoa työkalusta
 - jätereuna ei irtoa työkalusta
- Kappaleen irtoaminen tarttujasta
 - levy irtoaa siirron aikana
 - kappale irtoaa siirron aikana
 - jätereuna irtoaa siirron aikana

Huomattavaa on, että robotin käyttö on pääsääntöisesti miehittämätöntä, joten operaattori ei ole paikalla selvittämässä häiriötilannetta. On syytä miettiä turvallisia tapoja selvien häiriötilanteiden varalle ja automaattista toipumista (esim. kaksoislevyhäiriö) tilanteisiin, jotka voidaan luotettavasti ja turvallisesti toteuttaa.

Operaattoria varten on saatava yksilöity ilmoitus häiriöstä robottiohjaimen näytölle ja mahdollisesti toteutettava kaukohälytys, esimerkiksi matkapuhelimeen tekstiviestillä. On myös hyvä toteuttaa toiminto, jolla solun laitteet kytketään ”energiansäästötilaan” häiriön ollessa päällä yhtäjaksoisesti valvonta-ajan (esim. 1h) verran. Häiriötilanteista toipuminen on huomioitava kappaleohjelmaa tehtäessä.

5.10.12 Huolto ja korjaus

Huoltotarpeet selvitetään robotin valinnan yhteydessä. Huoltotoimenpiteet voidaan suorittaa puristimen manuaalikäytön aikana, koska solun puolelta pääsy puristimen vaarallisten liikkeiden alueelle on estetty suljettavalla suojuksella.

5.11 Kappaleiden ja jätteen käsittely

Kappaleet ja jätteet lajitellaan puulavoille ja metallijäte astiaan. Jätettä syntyy puuristimella kappaleaihion leikkauksesta ja lävistyksestä.

5.11.1 Lavat

Lavoina käytetään EUR -lavoja (800x1200mm). Lavat sijoitetaan kiinteisiin paikkoihin lattiaan maalattujen alueiden mukaisesti. Yhdelle lavalle saadaan mahtumaan kaksi pinoa. Käyttöönoton yhteydessä päätetään pinontaperiaate; pino kerrollaan maksimikorkeuteen vai lavalle tasaisesti kasvavat pinot vai kaikille lavoille tasaisesti kasvavat pinot. Tarttujan muodolla on vaikutusta pinontaperiaatteen. Nykyisin pinon keskellä (=kappaleen keskireiässä) on tukiputki kuljetusta varten. Pino tulee jatkossakin tukea kuljetuksen ajaksi. Tuki on poissa robottilavauksen aikana.

5.11.2 Kappaleet

Kappaleet soveltuvat hyvin päällekkäin pinottaviksi. Kappaleen paksuus on n. 5,5 mm. Maksimipinon korkeutena voidaan pitää 210 kappaletta (<1.2 m korkea pino).

5.11.3 Metallijätteet

Levyn jätereunat pyritään kasaamaan samaan pinoon ja pudottamaan "lennosta" metallijäteastiaan, joka sijoitetaan robotin reitille lavauspaikoille. Oletettavasti jätereunojen muoto vaihtelee eivätkä ne pinoudu hyvin, vaan niistä muodostuu kasa. Tämä on otettava huomioon lavojen sijoittelussa sekä työkierrossa. Paras tapa jätereunan käsittelyyn selviää parhaiten käytännössä käyttöönoton yhteydessä.

Puristimella syntyvät lävistysjätteet putoavat puristimen edessä olevaan astiaan ja astia tyhjenetään solun käynnistyksen yhteydessä.

5.12 Vaaratekijöiden tunnistaminen

Vaaratekijät on lueteltu järjestelmälle, jota ei ole vielä suojattu kohdan 5.5.2. mukaisesti. Luettelo päivitetään suunnittelun edetessä.

5.12.1 Miehitämätön käyttö (Automaattikäyttö)

Vaaratekijä	Seuraus (sanallinen)	Seuraus	Todennäköisyys	Riskitaso
Robotin aiheuttama isku tai puristumisvaara robotin toiminta-alueella	Kuolema	100	0,8	80
Levyn aiheuttama viilto tai leikkautuminen robotin siirtäessä levyä	Kuolema	100	0,8	80
Kappaleen aiheuttama viilto tai isku robotin siirtäessä kappaletta	Kuolema	100	0,8	80
Levyn tai kappaleen irtoaminen robotin tarttujasta liikkeen aikana: sinkoutumisesta aiheutuva viilto tai isku.	Kuolema, esineen osuessa sopivasti	100	0,2	20
Puristuminen puristintyökalujen väliin puristimen toiselta puolelta	Kuolema, raajan menetyks	100	0,3	30
Puristuminen puristimen paikoitusylinterien liikealueella	Raajan menetys, käden tai sormien menetys	50	0,5	25
Puristuminen muovauslaitteen sylinterien aiheuttamana	Kuolema, raajan menetyks	100	0,8	80
Kappaleen aiheuttava viilto kappaleen pyöriessä muovauslaitteessa.	Raajan menetys	80	0,8	64
Puristuminen puristintyökalun tai puskinen putoamisen seurauksena	Kuolema	100	0,3	30

5.12.2 Miehitetty käyttö (Yksittäisiskukäyttö ja käsikäyttö)

Puristimen osalta vaaraluettelo löytyy suunnittelustandardista ”SFS-EN 693:2001+A1:2009”.

6 TOTEUTUS

Projekti edellyttää uusien koneiden valmistusta ja koostuu useista hankittavista ja suunniteltavista osioista. Tämä asettaa haasteen projektin toteutukselle. Hankittavien ja suunniteltavien osien tai kokonaisuuksien on osaltaan täytettävä koneturvallisuuden vaatimukset, jotta järjestelmä kokonaisuutena olisi hyväksyttävissä. Tämä edellyttää tarjousvaiheessa riittävää dokumentaatiota järjestelmän kokonaisuudesta. Suunnitteluvaiheessa yhteistyö eri toimijoiden kesken on avainasemassa projektin onnistumiselle ajallisesti ja taloudellisesti. Projekti aikataulun laadintaan on kiinnitettävä huomiota.

Ensimmäinen vaihe toteutukselle on päättää hankintojen ositus ja projektiorganisaatio sekä laatia aikataulu. Alla oleva luettelo auttaa hahmottamaan kokonaisuutta.

Hankittavat ovat

Puristintyökalu

- lävistysjätteen keräys
- työkalun/levyn voitelu

Puristimen modernisointi

- hydrauliiikka
- ohjaus ja sähköistys
- perustus
- huoltotaso (hydrauliiikka koneikko)
- suojaus

Muovauslaite

- mekaniikka
- pneumatiikka/hydrauliiikka
- ohjaus ja sähköistys
- suojaus

Robotti

- perustus ja jalusta
- tarrain
- suojaus

Materiaaliasema

- mekaniikka

Suunniteltavat ovat

Solun layout

- laitteiden sijoittelu
- materiaalivirrat

Dokumentointi

- riskien arviointi
- laitteiden tekninen rakennetiedosto
- käyttöohjeet
- huolto-ohjeet

Käyttöönottovaiheessa suoritettavia tarkistuksia ja mittaukset ovat

Toiminnallinen turvallisuus (koneen toiminta ja ympäristö)

- turvalaitteet ja hätäpysäytys-toiminnot
- melu
- ergonomia

Sähköturvallisuus

- suojamaadoitus- ja potentiaalinen tasausjohtimen jatkuvuus
- eristysresistanssi ja jännitekoe
- ym.

7 YHTEENVETO

Solun uudistamisen jälkeen kappaleen vuosituotanto valmistuu 188 tunnissa (ennen 750 h). Tämä vastaa 12 miehittämätöntä ajokertaa vuodessa. Toisin sanoen robottisolun on käytössä kerran kuukaudessa yhden yön ajan. Järjestelmässä on runsaasti vapaata kapasiteettia, jota tulee hyödyntää.

Solun tuottaa miehittämättömänä myös tehokkaasti virheellisiä kappaleita. Suunnitteluvaiheessa on erityisesti kiinnitettävä huomiota prosessin varmatoimisuuteen.

Työssä ei ryhdytty muuttamaan valmistettavan kappaleen ominaisuuksia tai ideoimaan letkukelaa uudelleen. Materiaalikustannuksien alentaminen on tehtävä tuotesuunnittelun kautta. Kappaleen valmistus puristamalla vaikeuttaa pienten parannusten tekemistä tai kokeilua kappaleeseen, jos ne edellyttävät muutoksia puristintyökaluun. Puristintyökalut ovat kalliita. Tuotemuutokset on tehtävä harkiten, jotta ne kattavat työkalukustannukset.

Kehittämistyö on ollut mielenkiintoinen. Kiitokset opinnäytetyömahdollisuudesta toimitusjohtaja Tapani Hulkkoselle (Pivaset Oy) ja tuotantojohtaja Hannu Koposelle (Pivaset Oy) sekä lehtori, diplomi-insinööri Pekka Ketolalle (VAMK) joustavasta ja pitkäjänteisestä ohjaustyöstä.

LÄHTEET

- Aaltonen, A. K. (1997). *Levytyö- ja työvälinetekniikat*. WSOY.
- Aaltonen, K.;& Torvinen, S. (1997). *Konepaja-automaatio* (1. painos p.). WSOY.
- EU-Direktiivi 2006/42/EY. (17. 5 2006).
- Lapinleimu, I.;Kauppinen, V.;& Torvinen, S. (1997). *Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät*. WSOY.
- Mäki-Mantila, J. (2001). *Ohutlevyjen taivutus ja muovaus*. MET-Julkaisuja 11.
- Neilimo, K.;& Uusi-Rauva, E. (2005). *Johdon laskentatoimi*. Edita Prima Oy.
- SFS-EN693+A1. (2009-09-21). *SFS-EN 693+A1 Metallintyöstökoneet.Turvallisuus.Hydrauliset puristimet.* Suomen Standardisoimisliitto SFS .
- Siirilä, T. (2008). *Koneturvallisuus, EU:n direktiivien ja standardien soveltaminen käytännössä* (2.uudistettu painos p.). Inspecta Koulutus Oy.
- Siirilä, T. (2008). *Koneturvallisuus, EU-määräysten mukainen koneiden turvallisuus* (2. uudistettu painos p.). Inspecta Koulutus Oy.
- Siirilä, T. (2009). *Koneturvallisuus, Ohjausjärjestelmät ja turvalaitteet* (2. uudistettu painos p.). Inspecta Koulutus Oy.
- Sundquist, M. (22. 6 2009). *MetSta ry » Verkkójulkaisut » Koneturvallisuus » Artikkelit » Nro 4/2009 » 22.6.2009 » Matti Sundquist, Sundcon Oy*. Haettu 8. 11 2010 osoitteesta http://www.metsta.fi/ipubs/docs/machinery/articles/2009_nro_004.pdf
- Suomen Robotiikkayhdistys Ry. (1999). *Robotiikka*. (R. Kuivanen, Toim.) Suomen Robotiikkayhdistys Ry.
- Työsuojeluhallinto,Työsuojelujulkaisuja 16. (2008). *Työsuojeluhallinto, Koneturvallisuus*. Haettu 24. 10 2010 osoitteesta Koneiden tekniset vaatimukset ja vaatimustenmukaisuus: http://tyosuojelujulkaisut.wshop.fi/documents/2008/12/tso_16-2009.pdf
- Työsuojeluhallinto,Työsuojelujulkaisuja 91. (2009). *Työsuojeluhallinto, Koneturvallisuus*. Haettu 24. 10 2010 osoitteesta Koneiden tekniset vaatimukset ja vaatimustenmukaisuus: http://tyosuojelujulkaisut.wshop.fi/documents/2009/11/TSJ_91.pdf

Yritys TULKKI. (ei pvm). *Uusyrittäjäkeskus Wäläky, Yritys TULKKI -Yrittäjän tietopankki*. Haettu 8. 11 2010 osoitteesta Yritystulkin etusivu / Yrityksen talous / YT22 Investoinnin laskenta: http://www.jdc.fi/filebank/15777-YT22_Investoinnin_laskenta_Walaky.pdf

LIITE 1: NYKYISEN VALMISTUSMENETELMÄN TYÖVAIHEET

Ei julkaista.

Ei julkaista.

Kuvio 31. Levymateriaalipaketteja

Ei julkaista.

Kuvio 32. Lävistin, jossa kappaleen keskitysasteet

Ei julkaista.

Kuvio 33. Leikkuri, jossa leikattu kappale

Ei julkaista.

Kuvio 34. Muodon puristus

Ei julkaista.

Kuvio 35. Reikien lävistys

Ei julkaista.

Kuvio 36. Reunan muovaus

Ei julkaista.

Kuvio 37. Valmis kappale

Ei julkaista.

Kuvio 38. Kappaleen ulkopuoli ja sisäpuoli

LIITE 2: ROBOTISOLUN LÄPIMENOAJAN MÄÄRITYS

Ei julkaista.

ROBOTIN KAPPALESEKVENSSI

Ei julkaista.

Kuvio 39. Robotin liikkeet kappalesekvenssissä

Ei julkaista.

Kuvio 40. Toistuvat kappalesekvenssin askeleet

Ei julkaista.

Kuvio 41. Puristimen ja taivutuksen maksimitoiminta-ajat

LIITE 3: VALMISTUSKUSTANNUSTEN JA SÄÄSTÖJEN LASKENTA

Ei julkaista.

Ei julkaista.

Kuvio 42. Valmistuskustannusten ja säästöjen vertailu

Ei julkaista.

Kuvio 43. Kappalekohtaiset kustannukset ja säästöt

Työkalukustannus

Ei julkaista.

Muu järjestelmä (robotti + muut laitteet)

Ei julkaista.

Investoinnin tuotot ja kulut

Ei julkaista.

Taulukko 10. Investointilaskenta, tuotot

Ei julkaista.

Taulukko 11. Investointilaskenta, kustannukset

Ei julkaista.

Kustannussäästöillä saatava investointivara

Ei julkaista.

Taulukko 12. Investointilaskenta, sisäisen korkokannan menetelmällä

Ei julkaista.

Taulukko 13. Investointilaskenta, takaisinmaksuajan menetelmällä

Ei julkaista.

Budjetti

Taulukko 14. Budjetti

Ei julkaista.

Valmistuskustannusten laskentataulukko

Ei julkaista.

Taulukko 15. Kapasiteetti, valmistuskustannukset ja kustannussäästöt

LIITE 4: KÄYTETTÄVÄT DIREKTIIVIT JA STANDARDIT

1 PURISTIN

Alla oleva lista on laadittu vaatimustenmukaisuusvakuutuksen direktiivi ja standardi luetteloksi. Puristimesta on olemassa ns. C-luokan standardi SFS-EN 693:2001+A1:2009 ”Hydrauliset puristimet”, joka määrittää konetyypin erityisvaatimukset. Listaa on päivitettävä suunnittelun edetessä.

1.1 Direktiivit

- Konedirektiivi 2006/42/EY (vanha konedirektiivi oli 98/37/EY)
- Pienjännitedirektiivi 2006/95/EY
- EMC-direktiivi 2004/108/EY
- Painelaitedirektiivi 97/23/EY (**jos hydr. järjestelmässä paineakku**)

1.2 Konedirektiiviin 2006/42/EY liittyvät yhdenmukaistetut standardit

- SFS-EN 693:2001+A1:2009.
 - Metallintyöstökoneet. Turvallisuus. Hydrauliset puristimet
- SFS-EN ISO 12100-1+A1
 - Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnitteluperiaatteet.
 - Osa 1: Peruskäsitteet ja menetelmät, 2009
- SFS-EN ISO 12100-2+A1
 - Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnitteluperiaatteet.
 - Osa 2: Tekniset periaatteet, 2009
- SFS-EN ISO 13849-1
 - Koneturvallisuus. Turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmien osat.
 - Osa 1: Yleiset suunnitteluperiaatteet
- SFS-EN ISO 14121-1
 - Koneturvallisuus. Riskin arviointi.
 - Osa 1: Periaatteet, 2007
- SFS-EN ISO 14122-1 (**Tarvittaessa**)
 - Koneturvallisuus. Koneiden kiinteät kulkutiet.
 - Osa 1: Kahden tason välisen kiinteän kulkutien valinta, 2001
- SFS-EN ISO 14122-2 (**Tarvittaessa**)
 - Koneturvallisuus. Koneiden kiinteät kulkutiet.
 - Osa 2: Työskentelytasot ja kulkutiet, 2001
- SFS-EN ISO 14122-3 (**Tarvittaessa**)
 - Koneturvallisuus. Koneiden kiinteät kulkutiet.
 - Osa 3: Portaat, porrastikkaat ja suojakaiteet, 2001
- SFS-EN ISO 14122-4 (**Tarvittaessa**)
 - Koneturvallisuus. Koneiden kiinteät kulkutiet.
 - Osa 4: Kiinteät tikkaat, 2005

- SFS-EN ISO 13857
 - Koneturvallisuus. Turvaetäisyydet yläraajojen ja alaraajojen ulottumisen estämiseksi vaaravyöhykkeille, 2008

1.3 Pienjännitedirektiiviin 2006/95/EY liittyvät yhdenmukaistetut standardit

- SFS-EN 60204-1 /A1
 - Koneturvallisuus. Koneiden sähkölaitteisto. Osa 1: Yleiset vaatimukset, 2009
- SFS-EN 60529
 - Sähkölaitteiden kotelointiluokat (IP-koodit)
- SFS-EN 61310-1
 - Koneturvallisuus. Merkinantaminen, merkitseminen ja vaikuttaminen.
 - Osa 1: Näköön, kuuloon ja tuntoon perustuvia signaaleja koskevat vaatimukset, 2008
- SFS-EN 61310-2
 - Koneturvallisuus. Merkinantaminen, merkitseminen ja vaikuttaminen.
 - Osa 2: Merkintää koskevat vaatimukset, 2008
- SFS-EN 61310-3
 - Koneturvallisuus. Merkinantaminen, merkitseminen ja vaikuttaminen.
 - Osa 3: Vaatimukset ohjaimien sijoitukselle ja käytölle, 2008
- SFS-EN 60947-1
 - Pienjännitekytkinlaitteet.
 - Osa 1: Pienjännitekytkinlaitteet. Yleiset vaatimukset
- SFS-EN 60947-3
 - Pienjännitekytkinlaitteet.
 - Osa 3: Kytkimet, erottimet, kytkinerottimet ja varokekytkinyhdistelmät
- SFS-EN 60947-4-1 + A1
 - Pienjännitekytkinlaitteet.
 - Osa 4-1: Kontaktorit ja moottorinkäynnistimet.
- SFS-EN 60947-5-5
 - Pienjännitekytkinlaitteet.
 - Osa 5-5: Ohjauspiirin laitteet ja kytkinelementit. Mekaanisella lukitustoiminnolla varustetut sähköiset hätäpysäytyslaitteet

1.4 Muut standardit

- SFS-EN 60073
 - Ihmisen ja koneen välisen rajapinnan perus- ja turvallisuusperiaatteet.
 - Merkinantolaitteiden ja ohjaimien koodaus
- SFS-EN 60447

- Perus- ja turvallisuusperiaatteet ihmisen ja koneen väliselle rajapinnalle, merkinnöille ja tunnistamiselle.
- Ohjausperiaatteet.

2 REUNAN MUOVAUS

Laitteelle ei ole olemassa tyyppikohtaista standardia joten suunnittelussa käytetään yleisiä standardeja. Listaa on päivitettävä suunnittelun edetessä.

2.1 Direktiivit

- Konedirektiivi 2006/42/EY (vanha konedirektiivi oli 98/37/EY)
- Pienjännitedirektiivi 2006/95/EY
- EMC-direktiivi 2004/108/EY

2.2 Konedirektiiviin 2006/42/EY liittyvät yhdenmukaistetut standardit

- SFS-EN ISO 12100-1+A1
 - Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnitteluperiaatteet.
 - Osa 1: Peruskäsitteet ja menetelmät, 2009
- SFS-EN ISO 12100-2+A1
 - Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnitteluperiaatteet.
 - Osa 2: Tekniset periaatteet, 2009
- SFS-EN ISO 13849-1
 - Koneturvallisuus. Turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmien osat.
 - Osa 1: Yleiset suunnitteluperiaatteet
- SFS-EN ISO 14121-1
 - Koneturvallisuus. Riskin arviointi.
 - Osa 1: Periaatteet, 2007

2.3 Pienjännitedirektiiviin 2006/95/EY liittyvät yhdenmukaistetut standardit

- SFS-EN 60204-1 /A1
 - Koneturvallisuus. Koneiden sähkölaitteisto. Osa 1: Yleiset vaatimukset, 2009
- SFS-EN 60529
 - Sähkölaitteiden kotelointiluokat (IP-koodit)
- SFS-EN 61310-1
 - Koneturvallisuus. Merkinantaminen, merkitseminen ja vaikuttaminen.
 - Osa 1: Näköön, kuuloon ja tuntoon perustuvia signaaleja koskevat vaatimukset, 2008
- SFS-EN 61310-2

- Koneturvallisuus. Merkinantaminen, merkitseminen ja vaikuttaminen.
 - Osa 2: Merkintää koskevat vaatimukset, 2008
- SFS-EN 61310-3
 - Koneturvallisuus. Merkinantaminen, merkitseminen ja vaikuttaminen.
 - Osa 3: Vaatimukset ohjaimien sijoitukselle ja käytölle, 2008
- SFS-EN 60947-1
 - Pienjännitekytkinlaitteet.
 - Osa 1: Pienjännitekytkinlaitteet. Yleiset vaatimukset
- SFS-EN 60947-3
 - Pienjännitekytkinlaitteet.
 - Osa 3: Kytkimet, erottimet, kytkinerottimet ja varokekytkinyhdistelmät
- SFS-EN 60947-4-1 + A1
 - Pienjännitekytkinlaitteet.
 - Osa 4-1: Kontaktorit ja moottorinkäynnistimet.
- SFS-EN 60947-5-5
 - Pienjännitekytkinlaitteet.
 - Osa 5-5: Ohjauspiirin laitteet ja kytkinelementit. Mekaanisella lukitustoiminnolla varustetut sähköiset hätäpysäytyslaitteet

2.4 Muut standardit

- SFS-EN 60073
 - Ihmisen ja koneen välisen rajapinnan perus- ja turvallisuusperiaatteet.
 - Merkinantolaitteiden ja ohjaimien koodaus
- SFS-EN 60447
 - Perus- ja turvallisuusperiaatteet ihmisen ja koneen väliselle rajapinnalle, merkinnöille ja tunnistamiselle.
 - Ohjausperiaatteet.