

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Arto Hirvonen

Mikko Törmänen

VAAPPUJEN LAKKAUSLAITTEEN SUUNNITTELU

Opinnäytetyö
Kesäkuu 2014



OPINNÄYTETYÖ
Kesäkuu 2014
Kone- ja tuotantotekniikan
koulutusohjelma
Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. +358 50 260 6800

Tekijä(t)
Arto Hirvonen, Mikko Törmänen

Nimeke
Vaappujen lakkauslaitteen suunnittelu

Toimeksiantaja
Fishbandit

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella, mitoittaa ja tuottaa tarvittavat valmistuspiirustukset vaappujen lakkauslaitteen valmistukseen. Lakkauslaitteen tavoitteena oli nopeuttaa lakkausprosessia. Suunnittelun lähtökohtana olivat toimeksiantajan toiveet. Tärkeimpiä vaatimuksia olivat nouseva allas ja laitteeseen laitettavien vaappujen määrä noin 500 vaappua. Tehtävänjako oli seuraavanlainen: automaation suunnittelu Artolle ja mekaaninen suunnittelu Mikolle.

Suunnittelu aloitettiin tutustumalla vaappujen lakkaukseen liittyviin työvaiheisiin. Esisuunnittelussa mietittiin ratkaisuja rungolle ja vaappujen kastamiseen. Muutamista eri vaihtoehdoista valitsimme hyödyllisimmät ominaisuudet yhdessä toimeksiantajan kanssa. Kun rakenne ja toiminta oli ratkaistu, aloitettiin komponenttien ja materiaalien valinnat. Komponentit ja toimilaite piti mitoittaa, ennen kuin ne voitiin valita. Seuraavaksi laitteelle tehtiin tarvittavat lujuuslaskelmat, jotta saatiin selville kestävätkö valitut materiaalit. Tarkastelun kohteena olivat materiaaliin kohdistuva taivutusjännitys ja rakenteessa olevat taipumat. Lopulta kun laite oli suunniteltu, tehtiin dokumentointi. Dokumentointiin kuuluivat karkea kustannusarvio, osaluettelo, sähköpneumaattinen kosketinkaavio, logiikkaohjelma ja valmistuskuvat.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin vaappujen lakkauslaitteen valmistussuunnitelma. Suunnitelma tarjoaa logiikkaohjauksella tai sekvenssiohjauksella toteutettavan version. Laitteesta saatiin suunniteltua vaatimuksien mukainen, vaikka haastetta siitä löytyi. Suurimpana haasteena oli laitteen layoutin suunnittelu, koska siitä piti saada käytännöllinen ja turvallinen.

Kieli
suomi

Sivuja 51
Liitteet 16
Liitesivumäärä 42

Asiasanat
toimilaite, sähköpneumatiikka, koneenrakennus



THESIS

June 2014

Degree Programme in mechanical and production engineering

Karjalankatu 3

FI 80200 JOENSUU

FINLAND

+358 50 260 6800

Author(s)

Arto Hirvonen, Mikko Törmänen

Title

Engineering varnishing device for wobblers

Commissioned by

Fishbandit

Abstract

The aim of this thesis was to engineer, dimension, and produce engineering drawings for manufacturing an automatic wobbler varnishing device. The aim of the varnishing device was to expedite the varnishing process. The most important requirements were raising pool and load of device about 500 wobblers. The distributions of tasks were following: automation engineering for Arto and mechanical engineering for Mikko.

The engineering was started by obtaining information about the work phases pertaining to varnishing wobblers. Solutions of skeletal and dipping wobblers were considered in the pre-engineering phase. As a result, the most useful features were chosen from a few different solutions with the customer. As the structure and functions were solved, the selection for components and materials was started. The components and actuator were to be calculated before they could be selected. The next step was to carry out the necessary strength calculations in order to see whether the selected material was durable enough. The studied features were material focusing bending tension and bending of construction. Finally, when the device was planned the documentation was compiled. Rough budget, list of components, electric pneumatic contact diagram, logical program and engineering drawings are parts of documentation.

As a result of this thesis manufacturing plan for wobbler varnishing device was produced. The plan offers a version for a device for logic controlled and sequence controlled device. The device was planned for its requirements, yet it still offered a challenge. The greatest challenge turned out to be the device layout as the device must to be practical and safe.

Language

Finnish

Pages 51

Appendices 16

Pages of Appendices 42

Keywords

actuator, electric pneumatics, mechanical engineering

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

1	Johdanto	6
1.1	Opinnäytetyön esittely ja rajaus	6
1.2	Yrityksen esittely	7
2	Lakkauslaitteen vaatimukset	7
3	Koneensuunnittelun teoriaa.....	8
4	Tehtävän asettelu	8
4.1	Tehtävä.....	9
4.2	Määrittely	9
4.3	Vaatimusluettelo.....	10
5	Suunnittelu	12
5.1	Konstruktiovaihtoehdot	12
5.2	Konstruktiovalinta	13
5.3	Materiaalivalinnat.....	14
6	Lujuuslaskennat.....	15
6.1	Taivutusjännitys ja taipuma	16
6.2	Nurjahdus	18
6.3	Hitsausliitokset	20
6.4	Vierintälaakerit	22
7	Sähköpneumatiikka	24
7.1	Sylinterin mitoitus ja valinta	24
7.2	Suuntaventtiilit, vastusvastaventtiilit ja putket.....	27
7.3	Releet	30
7.4	FluidSIM Pneumatics	31
7.5	Piirikaavio ja toiminnan selostus.....	31
8	Sähkömoottori	33
8.1	Moottorin mitoitus ja valinta.....	34
8.2	Taajuusmuuttaja	35
8.3	Kierukkavaihe	36
8.4	Akseliliitokset kiilaliitos	37
9	Anturit.....	39
9.1	Optinen anturi.....	40
9.2	Kapasitiivinen pinnanmittausanturi.....	40
9.3	Ultraäänianturi.....	41

9.4	Lakkauslaitteessa käytettävät anturit	41
10	Ohjelmoitavat logiikat	42
11	Yhteenveto.....	44
11.1	Konstruktion materiaalit	44
11.2	Ohjauksien komponentit	46
11.3	Moottori ja välitys	48
11.4	Pohdinta	49
	Lähteet.....	50

Liitteet

Liite 1	Vuokaavio
Liite 2	Toimintojen määrittely
Liite 3	Laakeriyksikön tekniset tiedot
Liite 4	Sylinterin tekniset tiedot
Liite 5	Suuntaventtiilin tekniset tiedot
Liite 6	Vastusvastaventtiilin tekniset tiedot
Liite 7	Pneumatiikkaputkien tekniset tiedot
Liite 8	Aikareleen tekniset tiedot
Liite 9	Oikosulkumoottorin tekniset tiedot
Liite 10	Taajuusmuuttajan tekniset tiedot
Liite 11	Haarukka-anturin tekniset tiedot
Liite 12	Logiikan tekniset tiedot
Liite 13	Logiikkaohjelmiston tekniset tiedot
Liite 14	Logiikkaohjelma
Liite 15	Kustannusarvio
Liite 16	Lakkauslaitteen kokoonpano- ja valmistuskuvat

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön esittely ja rajaus

Tässä opinnäytetyössä perehdytään automaattisen vaappujen lakkauslaitteen suunnitteluun ja mitoitukseen. Lakkauslaite tulee käyttöön osana vaapunvalmistusprosessia. Työn toimeksiantajana toimi Fishbandit-niminen yritys. Yritys on tehostamassa tuotantoaan ja nykyinen lakkausprosessi on pullonkaulana tuotannossa.

Työssä jaoimme kokonaistoiminnot osatoimintoihin ja näin pyrimme suunnittelemaan optimaalisimman kokonaisuuden, unohtamatta kuitenkaan helppokäyttöisyyttä tai edullisuutta. Kun olimme valinneet mielestämme parhaat vaihtoehdot, alkoi itse suunnittelu ja mitoitus: laskimme tarvittavat lujuslaskennat, mitoitimme toimilaitteet, valitsimme sopivat komponentit ja teimme pneumatiikkakaaviot sekä 3D-kuvat. Perehdyimme tarkemmin sekvenssi- ja logiikkaohjaukseen, koska aioimme suunnitella laitteelle kaksi erilaista ohjausmenetelmää. Päätimme suunnitella kaksi eri ohjausvaihtoehtoa, koska halusimme vertailla ohjauksien soveltuvuutta tähän lakkauslaitteeseen.

Rajasimme työn ulkopuolelle vaapun kiinnityksen lautoihin, koska mielestämme nykyisellään oleva kiinnitinratkaisu oli toimiva. Myöhemmin vaihdoimme laudan ja kiinnittimen materiaalin, mutta periaate on sama kuin nykyisin. Teimme vaihdon, jotta saamme lautojen kestoikää pidemmäksi.

Pyrimme jakamaan tehtävät tasapuolisesti molemmalle opinnäytetyön tekijälle seuraavan listauksen mukaisesti. Teimme kuitenkin yhteistyötä miltei joka tehtävän kanssa. Arton tehtäviä ovat tehtävän asettelu, sekvenssiohjauksen suunnittelu ja logiikkaohjauksen suunnittelu. Sekvenssiohjaus piti sisällään sähköpneumaattisen piirin mitoituksen, suunnittelun ja komponenttien valinnan. Logiikkaohjauksen suunnitteluun kuului ohjelman teko ja logiikan valinta. Mikon tehtäviin sisältyi mekaanisten rakenteiden suunnittelu, lujuslaskelmat ja moottorin mitoitus. Mekaanisten rakenteiden suunnitteluun kuului rungon materiaalien valinta, mitoitus ja kokoonpanokuvat. Lujuslaskelmiin kuului runkorakenteiden lujuuksien tarkastelu. Moottorin mitoitukseen sisältyi moottorin valinta, mitoitus ja välityssuhde. Yhdessä teimme luonnostelua, budjetin arviointia, riskin arviointia, kehittelyä ja 3D-kuvia. Yhdessä tuli myös tehtyä tiedonhakua, taustojen selvittelyä ja yleensäkin tarpeellisia asioita tämän tuotantolaitteen suunnittelemiseksi.

1.2 Yrityksen esittely

Fishbandit on vuonna 2011 perustettu perheyritys, jossa työskentelee tällä hetkellä kaksi työntekijää. Yrityksen toimitilat sijaitsevat Rääkkylässä.

Yritys valmistaa pääsääntöisesti kuhavaappuja, jotka tehdään alihankituista rungoista. Aluksi kiinnitetään runkolangat vaappuihin, tämän jälkeen tulee rungon lakkaukset ja maalaukset sekä uintilevyjen kiinnitys. Viimeisimpänä vaaput koe uitetaan sekä pakataan myyntipakkauksiin. Tuotannon nostolla yritys tähtää hieman alle 20 000 uistimen vuosituotantoon. Tällä tuotantomäärällä jokainen uistin ehditään vielä koe uittamaan. [1.]

2 Lakkauslaitteen vaatimukset

Vaatimuksen lähtökohtana oli tila, johon laite sijoitetaan. Laitteen kokonaiskapasiteetti oli myös yksi vaatimus. Yritys on hankkinut laitteelle oman työmaakopin, jonka mitat ovat 6 m pitkä, 3 m leveä ja 2,5m korkea. Muita laitteelle asetettuja vaatimuksia olivat edullisuus, käytettävyys ja lakkauskiertoon menevä aika. Lakkauskiertoon menevä aika oli määritelty niin, että ensimmäinen lauta olisi kierrolla noin 30 minuuttia. Tämä sen takia, että ensimmäinen lauta ehtii kuivumaan ja siinä olevat vaaput käännetään uudelle kierrokselle.

Laitteeseen tulisi saada yhtä aikaa mahtumaan noin 500 vaappua. Tuotantoa ei ole vielä sen tarkemmin määritelty kuin, että vuosi tuotanto jää alle 20 000 vaapun. Tuotannon läpi viennistä ei annettu sen tarkempia tietoja. Laitteen tuotantokapasiteetin voisi laskea ajoista, jotka menevät lakkaamiseen, vaappulautojen pyörittämiseen ja vaappujen kääntämiseen.

Lakkoja on kolmea erilaista, joihin vaappuja kastetaan tietyn ajan. Kastokertoja tulee joka vaapulle 28. Vaappujen kastoaikaa sekä aikaa jolloin vaaput roikkuisivat mahdollisen altaan päällä ja tiputtaisivat ylimääräisen lakan pois, pitäisi pystyä säätämään.

3 Koneensuunnittelun teoriaa

Tietoyhteiskunnan tarvitsema työ voidaan toteuttaa koneita käyttäen. Uudet koneet suunnitellaan täyttämään asiakkaiden tarpeet ja niiden suunnittelussa on huomioitava entistäkin laajemmat vaikutustahot, kuten elektroniikan ja automaation hyväksikäyttö. Koneita suunnittelevalla kokemusta erilaisista koneista kertyy runsaasti suunnittelu-uran aikana. Jo opittuja taitoja voidaan soveltaa uusissa työtehtävissä, jolloin suunnittelutyö tehostuu ja varmentuu. [2, s. 2.]

Uuden työn tekemiseen tarvitaan luovuutta. Logiikkaa ja systemaattisia menetelmiä käytetään tehostamaan työtä. Näiden käyttö on hyödyllistä ja joissain tapauksissa välttämätöntä. Silti uudet ratkaisut ja ideat juolahtavat mieleen ajatuksen syvimmistä olemuksista. Näitä ajatuksia kutsutaan intuitiivisiksi oivalluksiksi. [2, s. 2.]

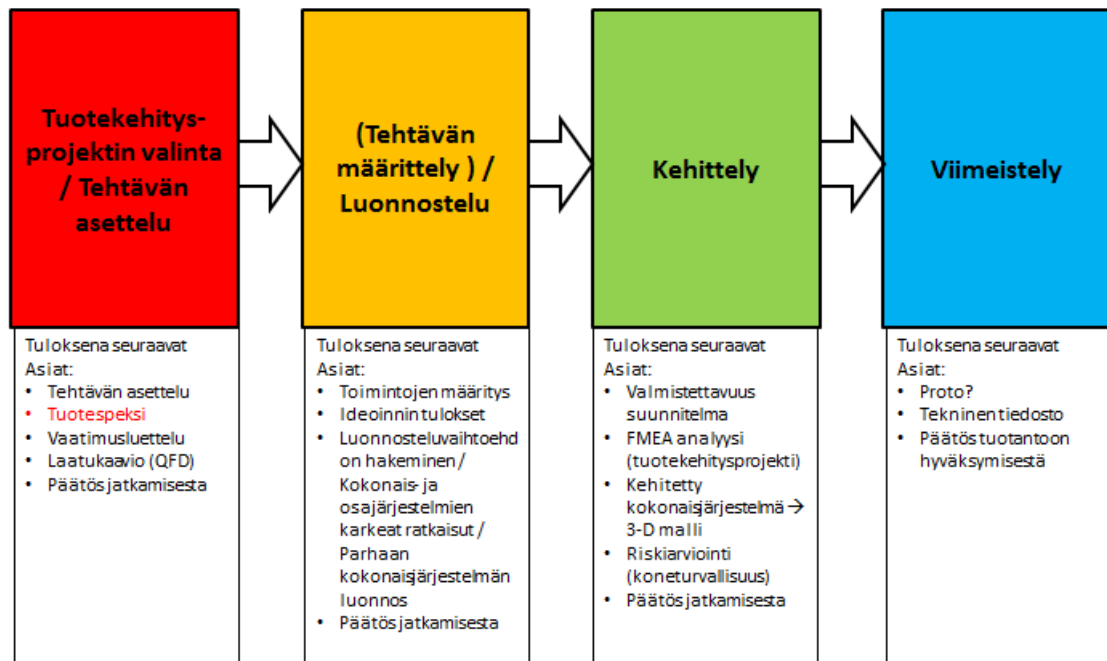
4 Tehtävän asettelu

Suunnitelmallinen työ aloitetaan ongelmakohtien selvittämisellä. Tehtävillä on omat ajalliset muuttuvat reunaehdot, jotka pitää täysin ymmärtää saadakseen optimaalisia ratkaisuja. Ne ovat syynä siihen miksi tehtävänasettelu pitää tehdä laajasti ja huolellisesti alusta alkaen, jolloin vältytään suurilta korjauksilta ja täydennyksiltä työskentelyn aikana. [3, s. 62–63.]

Tehtävän asettelu annetaan suunnittelu- tai kehittäjäosastolle yleensä kehitystehtävänä, konkreettisena tilauksena tai virikkeinä. Kehitystehtävät tulevat ulkopuolelta tai yrityksen sisältä tuoteohjelman suunnittelun kautta tuote-ehdotuksen muodossa. Virikkeet perustuvat myynnin, koeosaston, testauskentän ja asennuksen taholta tai omalta suunnitteluosastolta tulevaan kritiikkiin tai parannusehdotuksiin. [3, s.63.]

Tätä opinnäytetyötä tehdessämme kävimme läpi tuotekehitysprosessin vaiheita. Niitä ovat tehtävän asettelu, tehtävän määrittely, kehittäminen ja viimeistely. [4].

Tuotekehitysprosessin vaiheet



Kuva 1. Tuotekehitysprosessin vaiheet [4.]

4.1 Tehtävä

Tehtävänä oli suunnitella vaappujen lakkauslaite, johon mahtuisi kerralla noin 500 vaappua. Tarve laitteelle oli tullut, koska yritys on nostamassa tuotantoaan ja nykyinen lakkausmetodi on liian hidas yrityksen tarpeisiin. Ainoana rajoittavana tekijänä laitteelle olivat tilat, joihin laitteen tulisi mahtua, unohtamatta kuitenkaan edullisuutta ja helppokäyttöisyyttä. Saimme vapaat kädet tehtävän suorittamiseen. Kuitenkin yhteisistä palaverista toimeksiantajan kanssa saimme hyviä ideoita ja suosituksia mahdollisiin komponentteihin.

4.2 Määrittely

Aloitimme tehtävän määrittelyn kartoittamalla tietoa olemassa olevista vaappujen lakkauslaitteista ja vaapun lakkausprosessista. Tämän jälkeen teimme kynällä ja paperilla luonnoksia. Luonnoksista yhdistelimme laitteelle kolme erilaista ratkaisua, joita esittelimme toimeksiantajalle. Esittelimme ratkaisuja saadaksemme myös toimeksiantajan

näkökulman ja ideoita laitteelle. Toimeksiantajalla oli omia ajatuksia liittyen laitteen käytettävyyteen. Päätimme yhdessä jatkaa yhden luonnoksen jalostamista, koska se oli toimeksiantajan tarpeisiin parhaiten soveltuva. Samassa tapaamisessa saimme vaatimusluettelon viimeistelyä ja toimeksiantajan suullisen hyväksynnän sille. Seuraavaksi teimme vuokaavion Microsoft-visiolla (liite 1). Vuokaavio kertoo prosessin vaiheet nuolilla ja erityyppisillä muodoilla. Sitten jaoin laitteen toimintoihin ja osatoimintoihin. Teimme toimintojen määrityksen, johon laitoimme laitteen karkeat toiminnan ratkaisut (liite 2). Kun olimme tehneet tehtävän määrittelyyn, jatkoimme kehittäelyvaiheeseen.

4.3 Vaatimusluettelo

Vaatimusluettelon vaatimukset jaetaan kolmeen luokkaan: kiinteisiin, vähimmäisiin ja toivomuksiin. Kiinteät vaatimukset (KV) täytetään kaikissa tilanteissa. Vähimmäisvaatimukset (VV) täytetään vähimmäisarvoonsa saakka. Vähimmäisvaatimuksen ylittämällä haluttuun suuntaan on toivottua tai ei ainakaan vahingollista. Toivomukset (T) otetaan huomioon budjetin ja muiden tekijöiden salliessa. [2, s.80.]

Taulukko 1. Vaatimusluettelo

Muutos pvm.	KV, VV, T	VAATIMUS
25.3.2014		GEOMETRIA
	KV T KT	Karuselli Kuljetin rata Max. halkaisija 2,5 m
25.3.2014		KAPASITEETTI
2.4.2013	VV KV KV	Min. 250 kpl mahtuu laitteeseen Nopeampi kuin käsin 500 kpl laitteeseen
25.3.2014		VOIMAT
	T T T	Kierukkavaihte Sähkömoottori Sylinteri
25.3.2014		ENERGIA
	T T T	Sähkö Hydrauliikka Pneumatiikka
25.3.2014		AINE
	T T T T	Muovi Puu Alumiini Teräs
25.3.2014		TURVALLISUUS JA ERGONOMIA
	KV VV T KV	Turvallisuusmääräykset Työskentely istuen Työskentely seisaaltaan Kemikaalihöyryjen poisto
25.3.2014		VALMISTUS
	VV	Ammattiopisto
25.3.2014		TARKASTUS
	KV	Valmistaja
25.3.2014		KULJETUS
	KV	Toimeksiantaja järjestää kuljetuksen
25.3.2014		KÄYTTÖ
2.4.2014	VV	Helppokäyttöisyys
2.4.2014	KV	Osittain automaattinen
2.4.2014	KV	Nouseva allas
2.4.2014	KV	Ajastimilla säädettävä kierto
25.3.2014		KUNNOSSAPITO
	KV KV	Toimeksiantajan vastuulla Huolto-ohjeet
25.3.2014		KUSTANNUKSET
	VV	Edullinen
25.3.2014		TOIMITUSAIKA
	KV	Toukokuu 2014

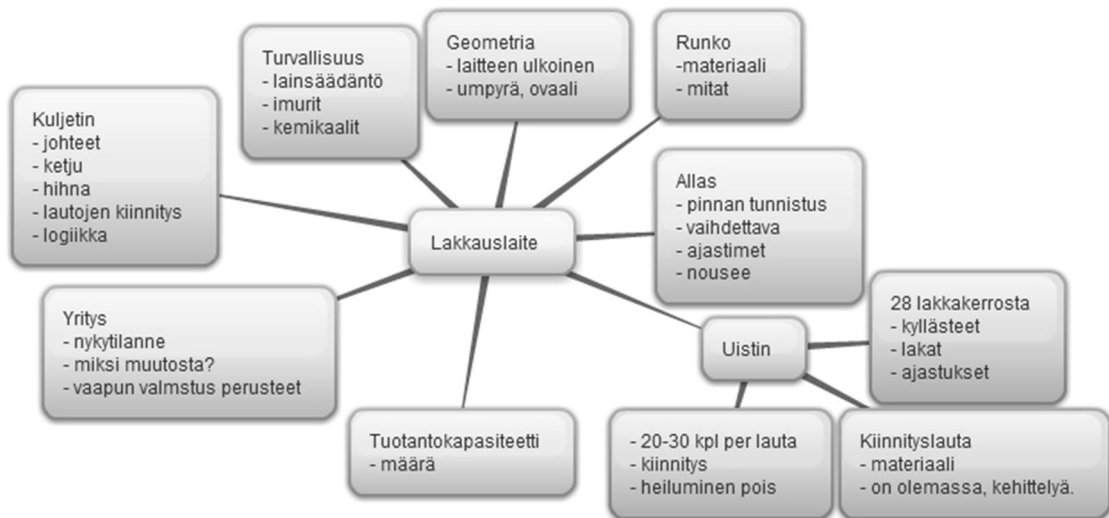
KV = kiinteä vaatimus, VV = vähimmäisvaatimus, T = toivomus

5 Suunnittelu

5.1 Konstruktiovaihtoehdot

Aloimme suunnitella konstruktiota toimeksiantajan vaatimusten perusteella. Saimme aikalailla vapaat kädet laitteen rakenteen suunnittelemiseksi. Vaatimukset rajasivat vain rungon muodon ja altaan liikkuvuuden. Rungon piti olla karusellin tapainen eli pyöreä ja allasta liikuteltaisiin vain ylös ja alas. Aloitimme suunnittelun tekemällä miellekartan.

Miellekartta (mindmap) on ideointimenetelmä, jossa ongelmaan tai haasteeseen liittyviä asioita käsitellään johdonmukaisesti. Kantavana ideana on helpottaa ideoiden sijoittamista kokonaisuuteen. Käytännössä keskelle paperia piirretään haaste tai ongelma, jonka ympärille kirjoitetaan siihen liittyviä ajatuksia avainsanoilla. Ajatusten kohdatessa niitä voi yhdistellä ja niistä muodostuu vähitellen johdonmukainen kartta. Miellekartta on siis kartta tekijänsä ajatusviidakosta. [4.] Miellekartan teko auttoi hahmottamaan laitteen kokonaisuutta ja huomioitavia asioita.



Kuva 2. Miellekarttamme laitteesta (Kuva: Mikko Törmänen)

Seuraavaksi mietimme erilaisia vaihtoehtoja ja teimme luonnoksia, vaikka tiesimme toimeksiantajan vaatimukset. Halusimme tarjota erilaisia vaihtoehtoja, joista myöhemmin valitsimme parhaan sovellutuksen yhdistämällä vaatimukset ja meidän ideamme. Päätöksemme pohjautui hintaan, käytettävyyteen ja valmistukseen. Halusimme suunnitella laitteesta edullisen ja perinteisillä valmistusmenetelmillä valmistettavan. Kaikissa vaihtoehdoissa perusidea oli sama. Ajastimilla ohjataan upotuksen ja kuivumisen pituus.

Laskurilla määritettäisiin kastettavien lautojen määrä. Laitteen pitää pystyä lakkaamaan vaaput ilman valvontaa. Eri vaihtoehtoissa toimintojen toteutukset poikkeavat hieman toisistaan.

Ensimmäinen vaihtoehto oli pyörittää karusellin tukipylvästä sähkömoottorilla ja hammashihnalla. Altaan liike ohjattaisiin kaksitoimisella pneumatiikkasynterillä. Moottorin ja pneumatiikkapiirin ohjaus tapahtuisi logiikkaohjelmalla. Allas olisi kiinteästi paikallaan synterin päällä. Karusellia pyöritettäisiin moottorilla, joka pysähtyisi anturin tunnistuessa vaappulaudan. Synteri työntäisi altaan ylös jolloin vaaput uppoavat lakkaan. Ajastin ohjaisi synterin plus- liikkeen pituuden eli vaappujen upotusajan. Laite jatkaisi tätä kiertoa alkuasetusten perusteella. Ajattelimme tehdä eri lakoille oman logiikkaohjelman jolloin lakkatyypin vaihto helpottuisi.

Toinen vaihtoehto oli liikuttaa allasta tai altaita ovaalin muotoisella kuljetinhihnalla. Vaappulaudat ripustettaisiin pesäkkeisiin ovaalin muotoiseen kehikkoon, jota nostettaisiin ja laskettaisiin hydraulikkasynterillä. Logiikalla ohjattaisiin kuljetinta, jolla allas liikuteltaisiin vaappulankun kohdalle. Anturi tunnistaisi vaappulankun. Tähän vaihtoehtoon voisi lisätä altaita ja näin kasvattaa tuotantonopeutta. Synterille laitetaan liikuteltavat rajat liikkeen säätämiseksi, jolloin voi vaapun pituutta muuttaa.

Kolmas vaihtoehto oli kuljetinjärjestelmä, joka siirtelisi vaappulautoja. Ketjukuljetin tai vastaava kuljettaisi vaappulautoja. Anturi tunnistaisi vaappulankun, jolloin synteri nostaisi altaan. Kuljettimesta voisi tehdä ison jolloin vaappuja saataisiin syötettyä laitteeseen suuria määriä. Järjestelmä olisi logiikalla ohjattu.

5.2 Konstruktion valinta

Ryhdyimme karsimaan ja yhdistelemään ideoita ja luonnoksia. Laitteen konstruktion ei vaikuttanut ohjaustapa. Molemmissa ohjausmenetelmissä on kuitenkin sähkömoottori ja synteri. Konstruktiosta tuli lopulta karusellimäinen ja vaappulaudat ripustetaan karusellissä oleviin pesäkkeisiin. Laite kasataan pöytään, jolloin pöytälevyn läpi menee karusellin runko sen alle. Pöytälevyn ja jalkarakennelmiin on tarkoitus kiinnittää moottori sekä muut ohjauslaitteet.

Toimintaperiaate on seuraavanlainen: karusellia pyöritetään vaihtovirtamoottorilla, jossa on kierukkavaihe. Vaappulankkujen tunnistus valokennolla, jolloin moottori pysäh-

tyy. Moottorin pysähtyessä sylinteri nostaa lakka-altaan, jolloin vaaput upotetaan. Ylärajalla ohjataan ajastinta. Pitoajastin säätelee upotuksen pituuden. Ajastimen ajan kuluttua sylinteri laskee altaan. Alaraja ohjaa toista ajastinta, millä säädetään lakantippumisen aika. Ajastimen ajan kuluttua moottori lähtee pyörimään tuoden seuraavan vaappulaudan valokennolle, jolloin taas upotus tapahtuu. Tämä kierto toistuu laskuriin asetetun määrän verran. Valokennolla tunnistetaan lauta, jottei laite lähde upottamaan tyhjää pesäkettä. Laite lopettaa toiminnan laskurin päästyä noltaan. Se jää odottamaan käyttäjää joka kääntää tai vaihtaa vaaput ja asettaa asetukset uudelleen. Suunnittelimme laitteen tällaiseksi toimeksiantajan kanssa käymämme keskustelun jälkeen.

Laitteen hyödyllisimpiä etuja rakenteen ja toiminnan ollessa tällainen ovat:

- laite toimii yksinään
- ensimmäiset lankut ehtivät kuivaa kierron aikana
- vaappuja voi kääntää koneen käydessä
- edullinen
- helppo käytettävyys
- iso sarja.

5.3 Materiaalivalinnat

Materiaalien suhteen halusimme edullisuutta ja keveyttä. Vertailimme materiaalien painoja tiheyden avulla. Hintavertailun teimme pyöröputkien ja lattatankojen metrihintaan perustuen. Kompromissina valitsimme materiaaleiksi terästä ja alumiinia. Valitsimme karusellin materiaaliksi teräksen, lukuun ottamatta vaappulautoja, jotka valmistetaan alumiinista. Näillä ratkaisuilla saavutimme mielestämme parhaan lopputuloksen eli kevyen ja edullisen. Lakkauslaitteen koneiston ympärille laitetaan suojaksi PMMA muovia, jota kutsutaan puhekielessä pleksilasiksi. Pleksilasin käyttökohteita ovat lasitus, laitesuojat ja julistesuojat.

Taulukko 2. Materiaalien tiheys ja hinta

Materiaali	Muoto	Tiheys kg/m ³	Hinta
Alumiini pintakäsittelemätön EN AW-6060 / EN AW-6063	Putki 40x3	2700	25,94 €/m
	Latta 40x5		23,96 €/m
Teräs S235 JRG2 Latan paino 1,57 kg/m	Putki 40x2 (DIN 2394)	7850	3,70 €/m
	Latta 40x5		1,35 €/kg
PMMA kirkas XT	Levy 2mm	1190	29,7 e/m ²

Taulukon 2 tiedot on otettu eri tietolähteistä: Alumiinin ja teräksen tiheydet ovat teknii-
kan taulukkokirjasta, [5, s.784.] alumiinin hinnat al-menin verkkosivuilta, [13.] teräksen
hinnat ovat Riihon Teräsvälitys Oy:n tuoteluettelosta,[14.] PMMA tiedot ovat ETRA:n
verkkosivuilta.[15.]

6 Lujuuslaskennat

Lujuuslaskennat lähtivät liikkeelle karusellin massan selvittämisellä. Hyvä apukeino
tähän löytyy Creo Parametric 2.0 3D -suunnitteluohjelmistosta, johon syöttämällä oikeat
materiaalit ohjelma laskee rakenteen massan. Taulukosta 3 käy selville karusellissa
käyttämämme materiaalit sekä niiden massat.

Taulukko 3. Karusellin materiaalit

Osa	Materiaali	Mitat (mm)	Massa kpl (kg)
Sisäkehän putki, 4kpl	S235	40 * 2 * 707 (D * s * l)	1,32
Ulkokehän putki, 4kpl	S235	40 * 2 * 1335 (D * s * l)	2,49
Laudan pidike, 15kpl	S235	400 * 325 * 1 (l * w * s)	1
Lauta, 15kpl	Al2014	400 * 120 * 4 (l * w * s)	0,534
			yht. 38,25

Taulukosta 3 saatavaan karusellin painoon pitää vielä lisätä vaappujen painot. Arvioimme, että yhden 20 cm pitkän vaapun paino on noin 30 g ja vaappuja on 450 kpl, eli näin vaappujen kokonaispainoksi muodostuu 13,5 kg. Lujuuslaskentaan tarvittava karusellin kokonaispaino vaappuineen on 51,65 kg.

6.1 Taivutusjännitys ja taipuma

Karuselli on tuettu kolmella lattaraudalla, massan jakautuessa tasaisesti joka raudalle. Näin ollen mitoituksessa voidaan jakaa massa kolmeen osaan ja mitoittaa vain yksi tukirauta. Saatua tulosta sovelletaan jokaiselle tukiraudalle. Mitoitetaan materiaalin suurinta jännitystä vasten ja suunniteltua taipumaa vasten.

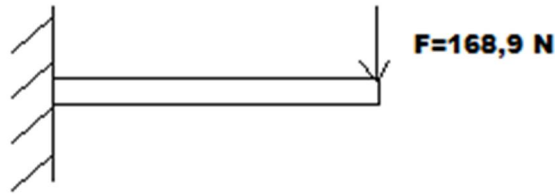
Taulukko 4. SFS-EN 10025 mukaisia rakenne teräksiä [6, s.27.]

SFS-EN 10025	Myötöraja	Murtolujuus	Iskusitkeys
v. 1994	R_{eH} (N/ mm^2)	R_m (N/ mm^2)	KV (J) / t (°C)
S235JR	235	360...510	27 / 20
S235JRG2	235	360...510	27 / 20
S235J0	235	360...510	27 / 0

Aluksi jaetaan karusellin massa kolmella ja kerrotaan saatu tulos putoamiskiihtyvyydellä, tulos saadaan Newtonina.

$$\left(\frac{51,65 \text{ kg}}{3}\right) * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 168,9 \text{ N}$$

Karusellin tukea voi ajatella suoran palkin taivutuksena, joka on tuettu kiinteästi toisesta päästä. Kuorma vaikuttaa pistekuormana toiseen päähän tuennasta 0,42 m:n päähän (kuva 3).



Kuva 3. Ulokepalkin taivutus

Seuraavaksi lasketaan tukiraudalle neliömomentti W

$$\sigma_t = \frac{M}{W}$$

missä σ_t = maksimitaivutusjännitys (S235 teräksellä myötöraja 235 Mpa. Taulukko 4)

M = taivutusmomentti

W = taivutusvastus

n = varmuus kerroin 2

$$W = \frac{M}{\sigma_t} * n = \frac{168,9 \text{ N} * 420 \text{ mm}}{235 \text{ Mpa}} * 2 \approx 603,7 \text{ mm}^3$$

Seuraavaksi tarkastellaan kestoja neliömomentin suhteen. Suurimmaksi sallituksi taipumaksi määrättiin 2 mm.

$$f = \frac{Fl^3}{3EI}$$

missä f = taipuma

F = taivutusvoima

l = matka tuesta pistevoimaan

E = teräksen kimmokerroin [5, s.459.]

I = tukiraudan poikkileikkauksen neliömomentti

$$I = \frac{Fl^3}{3Ef} = \frac{168,9 \text{ N} * (420 \text{ mm})^3}{3 * 210000 \text{ Mpa} * 2 \text{ mm}} \approx 9931 \text{ mm}^4$$

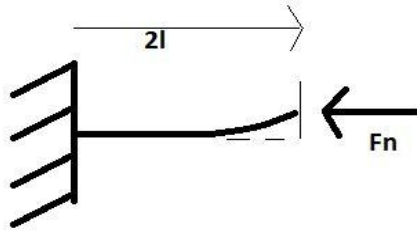
Vertaamalla saatuja arvoja lattatankojen suureisiin, tukiraudat täyttävät vaadittavat kriteerit, jotka saadaan taulukosta 5 kyseiselle materiaalille. Neliömomentti lattatankoprofiilille on 11250 mm^4 sekä taivutusvastus 750 mm^3 .

Taulukko 5. Kuumavalssatut lattatangot [5, s.778.]

Koko sxb mm	Pituusmassa m_l kg/m	Poikki pinta-ala A 10^3 mm^2	Staattiset arvot taivutuksille			
			x-x		y-y	
			I_x 10^3 mm^4	W_x 10^3 mm^3	I_y 10^3 mm^4	W_y 10^3 mm^3
5x30	1.178	.1500	.3125	.1250	11.25	.7500

6.2 Nurjahdus

Tarkastellaan karusellia kannattavaa putkea nurjahduksen kannalta. Karusellin massa ajatellaan tulevan suoraan kannatinputken keskelle. Tilannetta tarkastellaan Eulerin 1. tapauksen mukaisesti. Tilanne on havainnollistettu kuvassa 4.



Kuva 4. Eulerin 1. tapaus

Eulerin 1. tapauksen mukaisella kiinnitystavalla pitää käyttää kaksinkertaista nurjahduspituutta. [5, s.471.]

$$ln = 2 * l = 2 * 1000 \text{ mm} = 2000 \text{ mm}$$

missä ln = nurjahduspituus

l = todellinen putken pituus

Ensin lasketaan 40x2 putkelle neliömomentti I , koska taulukosta 6 ei löydy vastaavalle putkelle neliömomenttia. [5, s.463]

$$I = \frac{\pi D^4}{64} * \left(1 - \left(\frac{d}{D}\right)^4\right) = 43215,74 \text{ mm}^4$$

missä D = putken ulkohalkaisija 40 mm

d = putken sisähalkaisija 36 mm

Seuraavaksi lasketaan putkelle nurjahdusvoima: [5, s.471.]

$$F_n = \frac{\pi^2 EI}{n * ln^2} = 11196,2 \text{ N} \approx 11,2 \text{ kN}$$

missä I = neliömomentti

E = kimmokerroin 210 000 N/mm² [5, s.459.]

n = varmuusluku 2 [5, s.473.]

Putki kestää 11,2 kN voiman nurjahtamatta. Tätä lukua verrataan putkeen kohdistuvaan voimaan. Putkeen kohdistuva voima muodostuu gravitaatiokiihtyvyydestä ja karusellin massasta. Hyödynnetään Newtonin II lakia (dynamiikan laki). [5, s.193.]

$$F = ma = mg = 51,65 \text{ kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 506,68 \text{ N}$$

$F_n \geq F$ eli nurjahdukseen tarvittava voima on suurempi kuin nurjahdusta aiheuttava voima. Voimme päätellä kannatinputken kestävän siihen kohdistuvan rasituksen nurjahduksen suhteen.

6.3 Hitsausliitokset

Yksinkertaisessa mitoituksessa pienahitsin nimellinen jännitys σ_w lasketaan kuormituksen suunnasta riippumatta kaavasta

$$\sigma_w = \frac{F}{al}$$

SFS-EN 1993-1-8 standardin mukaan ehto on

$$\sigma_w \leq f_{vw,d} = \frac{fu}{\sqrt{3} * \beta_w * \gamma_{M2}}$$

missä $f_{vw,d}$ = hitsin leikkauslujuus

fu = teräksen vetomurtolujuus

β_w = Rakenneteräksen korrelaatiokerroin arvo (SFS-EN 1993-1-8)

γ_{M2} = 1,25 materiaalin osavarmuusluku hitseille (SFS-EN 1993-1-8)

Taulukko 6. Rakenneteräksille kerroin β ja β_w [6, s31.]

Teräs	β (SFS 2373)	β_w (SFS-EN 1993-1-8)
S235 (Fe 37)	0,7	0,8
S275 (Fe 44)	0,8	0,85
S355 (Fe 52)	0,9	0,9

Taulukko 7. Rakenneterästen lujuusarvoja (SFS-EN 1993-1-8)

Teräs	Paksuus t/mm	$f_y/N/mm^2$	$f_u/N/mm^2$	$f_{wd}/N/mm^2$	$f_{vw,d}/N/mm^2$
S235	≤ 40	235	360	194	208
S275	≤ 40	275	430	198	234
S355	≤ 40	355	510	228	262
S420M	≤ 40	420	500	242	231
S460M	≤ 40	460	530	266	245

Taulukko 8. Rakennusten suunnittelussa käytettävät osavarmuusluvut γ_{Mi} (SFS-EN 1993-1-8)

γ_{M0}	1
γ_{M1}	1
γ_{M2}	1,25

Standardin SFS-EN 1993-1-8 mukaisesti yksinkertainen laskenta on normaalimenettely. A-mitta on pienahitsin sisään piirretyn kolmion korkeus. Hitsin vähimmäispituus $l = a * 1,5$ on määritelty standardissa (SFS-EN 1993-1-8).

Meidän tapauksessamme käytimme yksinkertaista mitoitusta.

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} * \beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{360 \text{ N/mm}^2}{\sqrt{3} * 0,8 * 1,25} \approx 207,85 \approx 208 \text{ N/mm}^2$$

Sijoitetaan luku kaavaan σ_w paikalle koska $\sigma_w \leq f_{vw,d}$ ja lasketaan a-mitta hitsille.

$$\sigma_w = \frac{F}{al} \rightarrow a = \frac{F}{l * \sigma_w} = \frac{168,9 \text{ N}}{50 \text{ mm} * 208 \text{ N/mm}^2} = 0,016 \text{ mm}$$

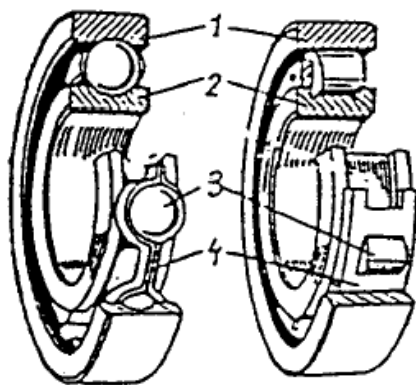
koska laskennallinen arvo on mitättömän pieni, standardin SFS-EN 1993-1-8 mukaan käytetään hitsisauman a-mittana 3 mm. Hitsin pituus 50 mm täyttää standardin esittämän ehdon ($l = a * 1,5$). [6, s. 31–32.]

6.4 Vierintälaakerit

Vierintälaakerit ovat asennusvalmiita standardoituja koneenosia. Ulko- ja sisärenkaan välisten vierintäelinten jako pidetään tasaisena erityisellä pitimellä. [6, s.123–124.]

Kuormitus on laakerimallin valinnan yksi tärkeimmistä tekijöistä. Yleisesti ottaen rulla-laakerit kestävät paremmin kuormitusta kuin kuulalaakerit. Lieriörulla-laakerit, joissa ei ole laippaa sisä- tai ulkorenkaalla, voidaan kuormittaa vain säteen suunnassa. Tavalliset painelaakerit kantavat vain aksiaalissuuntaisia kuormia. Samanaikaiselle säteis- ja aksiaaliskuormitukselle parhaiten sopivat viistokuulalaakerit ja kartiokuulalaakerit. Kuormituksen ollessa pääsääntöisesti aksiaalissuuntaista, voidaan myös käyttää pallomaisia painerulla-laakereita. [6, s.123–124.]

Laakerointi toteutetaan yleensä kahdella laakerilla, joista toinen on ohjaava laakeri ja toinen on niin sanottu vapaa laakeri. Ohjaava laakeri pitää akselin paikoillaan ja ottaa vastaan aksiaalisvoiman. Vapaa laakeri sallii aksiaaliliikkeen esimerkiksi lämpenemisen takia. [6, s.123–124.]



Kuva 5. Pyörölaakerin osia [7]

Osat 1 ja 2 ovat kaksi rengasmaista kehää, jotka vastaanottavat voimia akselilta ja navalta. Kehät toimivat myös vierintäelimiä kulku-urina. Osa 3 on vierintäelin, joka välittää voiman kehältä toiselle. Vierintäeliminä käytetään kuulia tai rullia. Osa 4 on tarpeellinen pidin, jonka tehtävänä on sijoittaa vierintäelimet erilleen, tasajalalle ja oikeaan asentoon. [7.]

Tarvitsemme laakerille vapaan laakerin. Valitsimme laakeriyksikön FYK 40 TF, johon kuuluu urakuulalaakeri YAR 208-2F. Valintaan vaikutti akselin ulkohalkaisija. Akselin

halkaisija on 40 mm, joten valitsimme laakeriksi YAR 208-2F. Laakeri löytyi SKF verkkosivuilta. Laakerin tarkemmat tiedot (liite 3).

Taulukko 8 Laakerin YAR 208-2F arvoja (SKF)

d sisähalkaisija	C kantavuusluku	C0 väsymisvoimaluku
40 mm	30,7 kN	19 kN

Suoritetaan esivalitulle laakerille tarvittavat tarkastukset. Lasketaan vapaalle laakerille perusmitoitus vierintäväsytymisen suhteen. [7.]

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

missä C = laakerin dynaaminen kantavuusluku
P = laakerin kuormitus 510 N
p = 3 kuulalaakereille ja 10/3 rullalaakereille.

$$L_{10} = \left(\frac{30700 \text{ N}}{510 \text{ N}}\right)^3 = 218124 * 10^6 \text{ kierrosta}$$

Laakeri kestää käytössä 218 124 000 000 kierrosta. Laitteen maksimikierto nopeuden ollessa 10 rpm, voimme todeta laakerin kestävän riittävän pitkään.

Mitoitetaan vielä vierintämyödyn suhteen eli lasketaan vaadittava myötövoimaluku C0. Vaatimuksena käynnin tasaisuudelle ja hiljaisuudelle ovat tiukat eli $s_0 \geq 1,5-2,5$. [7]

$$C0 \geq s_0 * P_0$$

missä s_0 = laakerin varmuusluku vierintämyödyn suhteen
 P_0 = maksimivoima

$$C0 \geq 2,5 * 510 \text{ N} = 1275 \text{ N} = 1,257 \text{ kN}$$

Meidän valitsemassamme laakerissa C0 luku on 19 kN. Laskentatulosta ja valittua arvoa verratessa voimme todeta laakerin kestävän. Laakerin sijoituksen voi katsoa liitettä 16.

7 Sähköpneumatiikka

Sähköpneumatiikka tarkoittaa pneumaattisen piirin komponenttien, esimerkiksi suunta-venttiilien ohjausta sähköllä. Toimilaitetta kuten sylinteriä käytetään paineilmalla, mutta paineilman kulkeminen järjestelmässä on sähköohjattua. Sähköpneumaattisten ja pneumaattisten ohjausten periaatteet ovat samat. [8, s.77.]

Sylinterien liikkeet tunnistetaan joko rajakytkimillä, reedreleillä tai antureilla. Toimilaitteiden ohjaukset tehdään kelaohjauksin varustetuilla pneumaattisilla 5/2- ja 5/3-suuntaventtiileillä. [8, s.72–73.]

Sähköohjaus on ilmaohjausta nopeampi, koska sähkönopeus johtimessa on moninkertainen ilman nopeuteen verrattaessa. Sähköä on mahdollista ohjata ohjelmoitavalla loogikalla tai tietokoneella toimivilla ohjauksilla. [8, s.72–73.]

7.1 Sylinterin mitoitus ja valinta

Sylinterit tekevät suoraviivasta edestakaista liikettä pneumaattisella energialla. Sylinterit ajetaan ääriasentoon tai mekaanista estettä vasten, koska ilman jouston vuoksi niitä ei voi pysäyttää tarkasti väliasentoon. [9, s.89.]

Yleisin sylinterityyppi on kaksitoiminen sylinteri. Ominaista sille on työliikkeet molempiin suuntiin (plus- ja miinusliikkeet). Sylinterin plusliikkeen voima on miinusliikkeen voimaa suurempi, koska männän nimellispinta-ala on suurempi kuin männänvarren puoleinen pinta-ala. Vastaavasti kuormattoman sylinterin plusliikkeen nopeus on miinusliikkeen nopeutta pienempi. [9, s.89.]

Ensin valitaan käyttöpaine. Valitsimme käyttöpaineeksi 6 bar:in paineen, koska se on yleinen käyttöpaine toimilaitteelle. Sylinterin mitoitus aloitetaan valitsemalla sylinteri kuorman mukaan. Me tarvitsemme sylinterin joka kykenee nostamaan 30 kg massan. Laitetaan toimilaitteelle 1,5 varmuuskertoimeksi. Liikkeen suunta on ylös ja alas. Kuormaan vaikuttaa gravitaatio voima g , joten sylinterin tarvittava voimantuotto saadaan kaavasta.

$$F = m * 1,5 * g = 30 \text{ kg} * 1,5 * 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 450 \text{ N}$$

Valitaan sylinteriksi 40 (männänhalkaisija mm)/16 (männänvarren halkaisija mm), jonka voiman tuotto on 6 bar:in käyttöpaineella ulos 754 N ja sisään 633 N. Männän tehollinen pinta-ala ulos $12,57 \text{ cm}^2$ ja sisään $10,56 \text{ cm}^2$. [9, s.139.]

Taulukko 9. Kaksitoimisen sylinterin teoreettiset voimat (N) [9, s.139.]

Sylinterin nimelliskoko	Männänvarsi Ø (mm)	Liikesuunta	Teholl. männän ala (cm^2)	Paine 6 (bar)
32	12	ULOS	8.04	483
		SISÄÄN	6.91	415
40	16	ULOS	12.57	754
		SISÄÄN	10.565	633

Männänvarsi on vaarassa nurjautua sen ollessa liikkeensä lopussa. Siksi tehdään nurjahdustarkastelu Eulerin menetelmää hyödyntäen. Tämä tarkastus on suoritettu, koska sylinteriä ei ole vielä valittu.

$$F_n = \frac{\pi^2 EI}{nl_n^2}$$

missä F_n = maksimi kuorma, joka männänvarsi kestää nyrjähtämättä

E = teräksen kimmomoduuli

I = männänvarren neliömomentti

n = varmuuskerroin

l_n = nurjahduspituus

Männänvarren neliömomentti lasketaan.

$$I = \frac{\pi d^4}{64}$$

Missä d = männänvarren halkaisija [5, s.471.]

Meidän tapauksessamme lasketaan ensin neliömomentti

$$I = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi * (16 \text{ mm})^4}{64} \approx 3217 \text{ mm}^4$$

Sitten lasketaan maksimikuorma. Sylinterin männänvarsi on terästä.

$$F_n = \frac{\pi^2 EI}{nl_n^2} = \frac{\pi^2 * 210000 \text{ MPa} * 3217 \text{ mm}^4}{4 * 300^2 \text{ mm}^2} = 18521,135 \text{ N} \approx 18,5 \text{ kN}$$

Saadusta tuloksesta näemme, ettei sylinteri nurjahda ja se pystyy tekemään 300 mm iskun nurjahtamatta.

Seuraavaksi tarkastellaan sylinterin vaimennuskykyä. ”Jos sylinterissä on suuri inertiaakuorma, sen suurinta nopeutta voi rajoittaa sylinterin päätyasentovaimentimien kestävyys. Yleensä tämä ilmaistaan suurimpana sallittuna liike-energiana (J). Sylinterin liike-energia voidaan laskea kaavasta, jossa E =liike-energia (J), m =sylinterin inertiaakuorma (kg) ja v= sylinterin nopeus (m/s)” [9, s.141.]

$$E = \frac{1}{2} * mv^2 = \frac{1}{2} * 45 \text{ kg} * 0,028^2 = 0,01764 \text{ J}$$

Valitun sylinterin maksimi vaimennuskyky on 0,52 J. Sivuttaisvoimia ja -momentteja ei esiinny, koska kyseessä on ylös alas liike. Yhteenvedona saimme valituksi kaksitoimisen sylinterin kooltaan 40/16 (liite 4).

Seuraavaksi lasketaan sylinterin suurin ilman kulutus. ”Mitoitusta varten sylinterin tah-
tiaikaa arvioidaan kaavalla, jossa sylinterin oletetaan liikkuvan vakionopeudella. Kiihdytys- ja hidastusvaiheen kompensoimiseksi sylinterin maksiminopeus valitaan 1,4-kertaiseksi” [6, s. 143]. Ensiksi lasketaan sylinterin maksiminopeus kaavalla.

$$v_{max} = 1,4 * 2 * s * \frac{N}{60} = 1,4 * 2 * 0,3 \text{ m} * \frac{2}{60} = 0,028 \text{ m/s}$$

missä v_{max} = sylinterin maksiminopeus (m/s), s = sylinterin iskunpituus (m) ja N = sylinterin iskujen määrä minuutissa (1/min). Saatua arvoa voidaan pitää kohtuullisena.

Sylinterin suurin ilmankulutus skaalattuna normaalipaineeseen saadaan kaavasta

$$qn = \left(\frac{\pi}{4}\right) * D^2 * v_{max} * pk * 60000$$

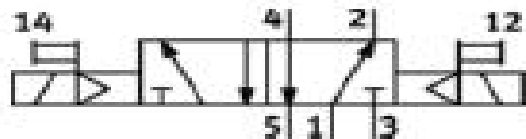
missä q_n = sylinterin ilmankulutus (l/min), D = sylinterin halkaisija (m), v_{max} = sylinterin maksiminopeus (m/s) ja p_k = käyttöpaine (bar). Kaavassa on huomioitu venttiilin painehäviö 1 bar, jolloin paine sylinterillä on $p_k + 1 \text{ bar} - 1 \text{ bar}$. [9, s.143–144.]

Meidän tapauksessamme:

$$q_n = \left(\frac{\pi}{4}\right) * (40 * 10^{-3} \text{ m})^2 * 0,028 \frac{\text{ m }}{\text{ s }} * 60 \frac{\text{ N }}{\text{ cm}^2} * 6000 = 12,66 \approx 13 \text{ l/min}$$

7.2 Suuntaventtiilit, vastusvastaventtiilit ja putket

Suuntaventtiileillä ohjataan ilman suunta toimilaitteelle. Venttiilin luisti ohjaa paineilman eri suuntiin, joita on yleensä kaksi: paine- ja poistotie. [9, s.75.]



Kuva 6. 5/2 suuntaventtiili solenoidiohjauksilla.

Venttiilin mitoitetaan siten, että venttiilin ja sylinterin painehäviö ei saa ylittää arvoa 1 bar. Nimellistilavuusvirta on ehdoton alaraja venttiilin läpäisykyvyille. Suuntaventtiilin käyttöpaine on yleensä noin 5-6 bar. [9, s. 144.]

Venttiilin läpäisykyky voidaan laskea teoreettisesta yhtälöstä. Kun painetaso on rajoitettu noin 5 bar:iin ja 1 bar:in painehäviöön, voidaan kaavaa yksinkertaistaa muotoon

$$q = C \sqrt{\Delta p} \frac{p_k}{p_i}$$

missä q = normaali-ilmanpaineeseen skaalattu tilavuusvirta

C = häviökerroin

Δp = painehäviö venttiilin yli

p_k = käyttöpaine

p_i = ilmanpaine

Tämän kaavan epätarkkuus on alle 15 %. Häviökerroin C identifioidaan venttiilin normaalitilavuusvirran mukaan ($\Delta p = 1 \text{ bar}$), yhtälö esitetään muodossa, josta lasketaan venttiilin painehäviön normaalitilavuusvirrasta poikkeavilla tilavuusvirroilla:

$$\Delta p = \left(\frac{q}{Q_n}\right)^2 * 1 \text{ bar}$$

missä Δp = painehäviö venttiilin yli
 q = tarkasteltava tilavuusvirta (l/min)
 Q_n = venttiilin normaalitilavuus virta (l/min)

[8, s.145.]

Vastusvastaventtiilillä voidaan toimilaitteen nopeutta rajoittaa toiseen suuntaan. Vastusvastaventtiilissä ilmavirtausta kuristetaan vastaventtiilillä. Vastakkaiseen suuntaan vastaventtiili sallii ilman virrata vapaasti. [8, s.82–83.]

Vastusvastaventtiili asennetaan yleensä suoraan toimilaitteen liitännöihin. Tällöin toimilaitteen nopeutta päästään säätämään erikseen molempiin suuntiin. Poistoilmaa kuristamalla saavutetaan myös toimilaitteen jäykempi nopeudensäätö, jolloin se ei ole niin herkkä kuormituksen vaihtelulle. [8, s.82–83.]

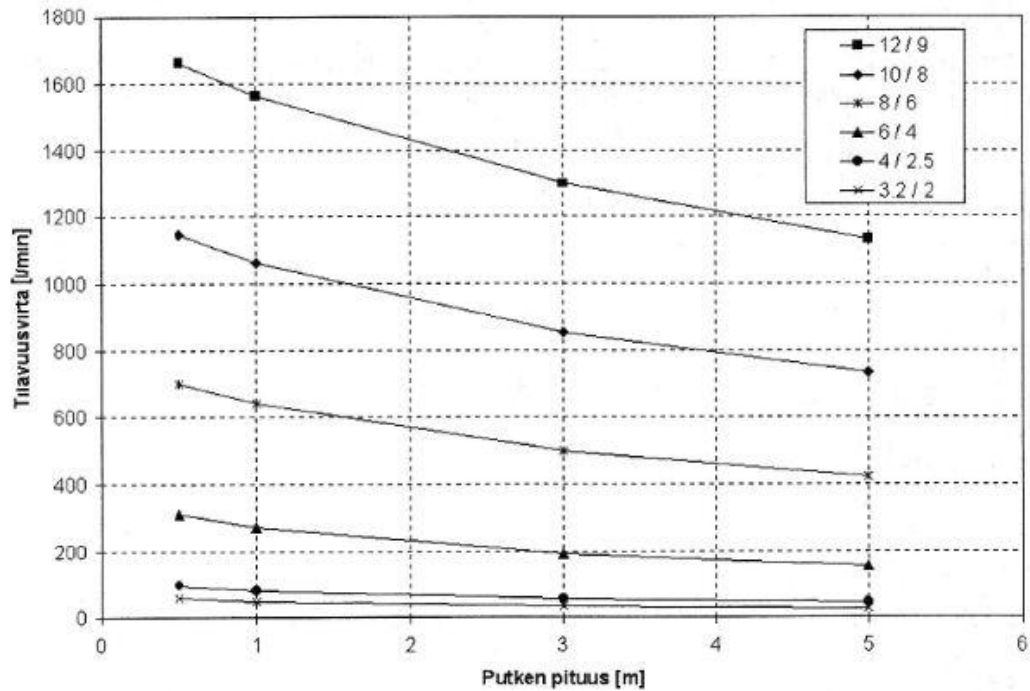
Putkiston tarkka mitoitus on hankalaa etenkin teollisuuslaitoksissa, koska paineilman kulutus on vaihtelevaa ja jaksottaista. Mitoituksessa kannattaa tarkastella käytäntö huomioiden ja varautua suurimpiin ilman siirtoihin. Putkikoon jäädessä liian pieneksi, merkittävämmäksi ongelmaksi muodostuu toimilaitteen liian vähäinen ilmansaanti. [8, s.62.]

Suuntaventtiili, letku ja vastusvastaventtiili muodostavat sarjakytkentänä kuristinverkon. Tämän yhdistelmän painehäviö saa olla enintään 1 bar. Komponenttien yhdistetty nimellistilavuusvirta saadaan laskettu kaavalla.

$$\frac{1}{q_n} = \sqrt{\left(\frac{1}{q_1}\right)^2 + \left(\frac{1}{q_2}\right)^2 + \left(\frac{1}{q_3}\right)^2}$$

missä q_n = komponenttien yhdistetty nimellistilavuusvirta (l/min)
 q_1 = suuntaventtiilin nimellistilavuusvirta (l/min)
 q_2 = putken nimellistilavuusvirta (l/min)
 q_3 = vastusvastaventtiilin nimellistilavuusvirta (l/min)

Tässä vaiheessa ennalta valitsimme suuntaventtiilin (liite 5) ja vastusvastaventtiilin (liite 6), joiden nimellistilavuusvirrat löytyvät liitteistä. Putken aiheuttama virtausvastus ilmaistuna nimellistilavuusvirtana voidaan katsoa kuvasta 6.5. Meidän tapauksessamme 8 mm paksuisella ja metrin pituisella letkulla se on noin 650 l/min.



Kuva 6. Letkun ja sen liittimien aiheuttama painehäviö ilmaistuna tilavuusvirtana. [9, s147.]

Kun sarjaan kytketään läpäisyltään erilaisia komponentteja, muuttuu yhdistelmän kokonaisläpäisy seuraavasti:

$$(1,0 + 1,0 + 1,0)Q_n = 0,58 Q_n$$

$$(1,0 + 2,0 + 1,0)Q_n = 0,67 Q_n$$

$$(1,0 + 2,0 + 2,0)Q_n = 0,82 Q_n$$

$$(1,0 + 4,0 + 2,0)Q_n = 0,87 Q_n$$

$$(1,0 + 4,0 + 4,0)Q_n = 0,94 Q_n$$

[8, s.145–146.]

Meidän tapauksessamme lasketaan ensin yhdistetty nimellistilavuusvirta ja sen jälkeen yhdistelmän kokonaisläpäisykyky.

$$\sqrt{\left(\frac{1}{q_1}\right)^2 + \left(\frac{1}{q_2}\right)^2 + \left(\frac{1}{q_3}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{550}\right)^2 + \left(\frac{1}{650}\right)^2 + \left(\frac{1}{250}\right)^2} = 0,004655389$$

$$\frac{1}{q_n} = \frac{1}{0,004655389} = 214,8 \text{ l/min} \approx 215 \text{ l/min}$$

$$(1,0 + 1,0 + 1,0)Q_n = 0,58 Q_n$$

$$0,58 * 215 = 124,7 \approx 125 \text{ l/min}$$

7.3 Releet

Rele on kytkimen kaltainen komponentti. Kytkin kytkee sähkövirran tai jännitteen mekaanisen liikkeen avulla, rele tekee sen sähkövirran avulla. Pienellä virralla voidaan kytkeä iso virta tai tasavirralla vaihtovirta jne. Pienet releet juotetaan kiinni suoraan painopiirilevyyn. Keskikokoiset releet kiinnitetään omaan kantaansa ja kanta kiinnitetään 35 mm:n C-kiskoon. Suurimmat releet ovat kontaktoreita ja ne voidaan kiinnittää 35 mm:n relekiskoon tai ruuveilla relekaappiin. Kontaktoreissa on pää- ja apukoskettimia. Pääkoskettimien avulla katkaistaan 3-vaiheinen päävirta ja apukoskettimilla apuvirtapiirien ohjausvirta. Pääkoskettimet merkitään numeroilla 1...9. Apukoskettimiin liittyy kaksinumeroinen tunnus. Ensimmäinen numero ilmaisee koskettimen sijainnin ja toinen koskettimen toiminnan. Avautuvaa kosketintoimintaa kuvaavat numerot 1 ja 2, sulkeutuvaa kosketintoimintaa 3 ja 4, normaalista poikkeavaa avautuvaa toimintaa luvut 5 ja 6 sekä normaalista poikkeavaa sulkeutuvaa toimintaa luvut 7 ja 8. [9, s. 92.]

Aikareleillä tuotetaan releohjauksiin erilaisia viiveitä, pulsseja, pulssijonoja, muisteja, aikavalvontatoimintoja jne. Aikareleisiin kuuluvilla kytkimillä voidaan valita toimintatapa ja aseteltavien aikojen pituudet. Aikareleessä saattaa olla muutamia tuloliitäntöjä, joihin tulevat virrat ohjaavat aikarelettä. Aikareleet ovat toiminnaltaan joko veto- tai päästöhidasteisia. Aikareleitä on saatavilla hyvin monenlaisia ja moniin käyttötarkoituksiin. [9, s.94.]

Yksinkertaisin laskuri laskee vain tuloliitäntään tulevia pulsseja. Laskuri nollataan tuloliitäntöjen tai asetetaan alkuarvoon. Toiset laskurit osaavat vaihtaa laskemissuuntaa eli lisätä ja vähentää. Laskuriyksiköissä on lähtöjä, joita voidaan käyttää laskentatietojen

välittämiseen. Tämäntyyppiset laskuriyksiköt pystyvät hoitamaan itsenäisesti pieniä ohjaustehtäviä. [9, s.95.]

Lakkauslaitteen sekvenssiohjaukseen tarvitaan kaksi aikarelettä ja yksi laskuri. Valitsimme nämä komponentit niiden ominaisuuksien perusteella. Tarkemmat tiedot komponenteista ovat liitteissä 8 ja 9.

7.4 FluidSIM Pneumatics

Fluidsim pneumatics on suunnitteluohjelma pneumatiikkajärjestelmille. Ohjelma pystyy luomaan, simuloimaan ja tekemään ohjeistuksia sähköpneumaattisille ja digitaalisille komponenteille. Se on erittäin kätevä ohjelma suunniteltaessa uutta pneumatiikkajärjestelmää, koska siinä on reaaliaikainen simulointi. Sillä pystyy myös testaamaan sähköpneumaattisten järjestelmien toimintaa ja rakentamaan toimivia systeemejä.

7.5 Piirikaavio ja toiminnan selostus

Piirikaviot esittävät piirrosmerkkien avulla piirin kaikki sähköiset kytkennät ja toiminnot. Piirikaavioiden tarkoituksena on esittää laitteen tai laiteyhdistelmän toiminta mahdollisimman yksinkertaisesti. [10, s.99.]

Jokaisen releen kelaan alla on viitekaavio, josta nähdään kelaan liittyvien koskettimien määrä, toimintatapa ja sijainti relekaaviossa. Viitekaavion numero viittaa piirikaavion sarakenumeroon, mistä kyseinen kosketin löytyy. Kaaviota luetaan vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas. [10, s.101.]

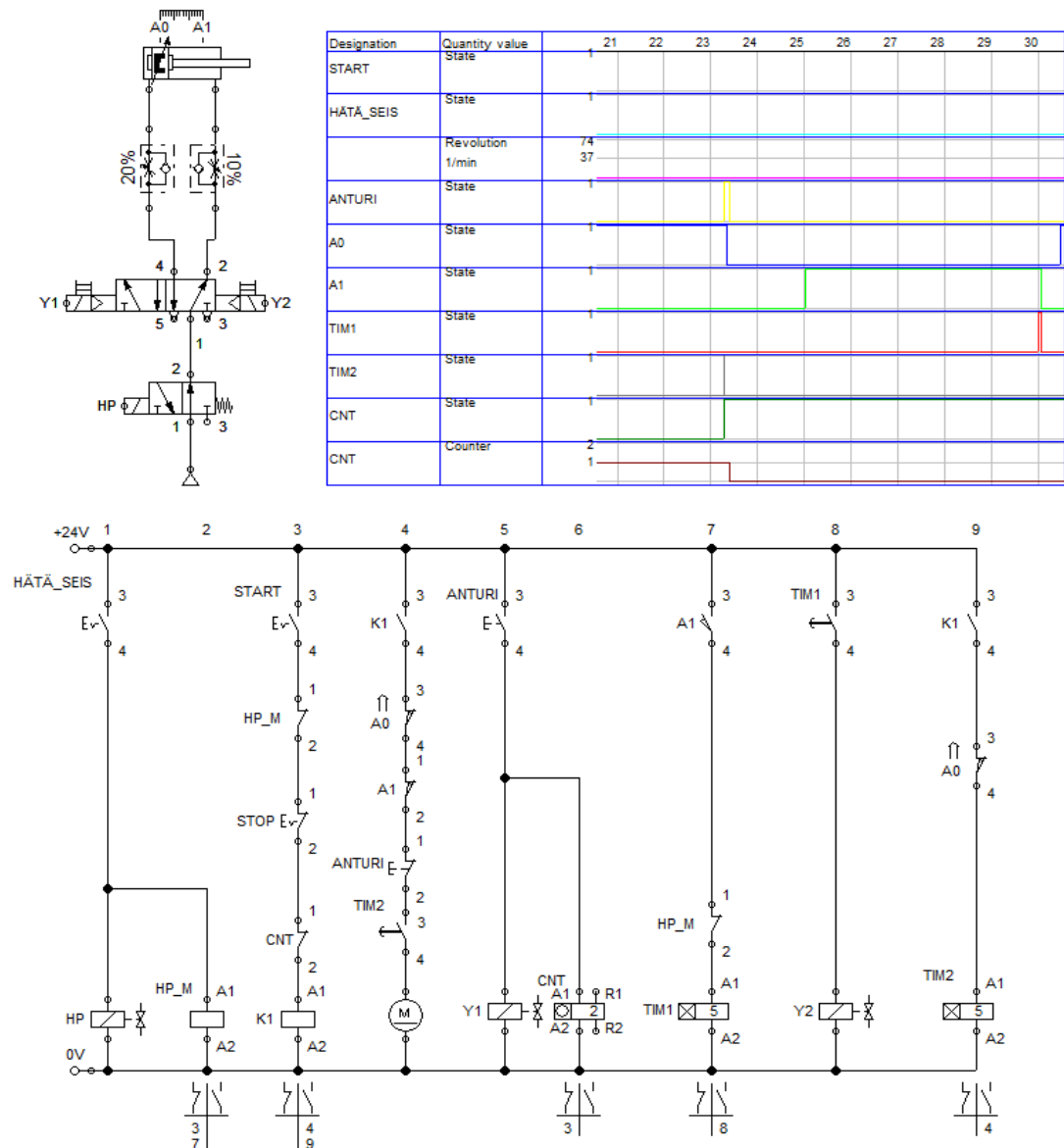
Ensimmäisenä on hätäpysäytyspiiri sylinterille ja moottorille. Kun HÄTÄ_SEIS -painiketta painetaan, kytkeytyvät venttiilikela HP ja kela HP_M. Venttiilikela HP ohjaa suuntaventtiiliä HP, jolloin painetta ei pääse sylinterille ennen kuin HÄTÄ_SEIS -painike on vapautettu. HP_M kelaan saatua jännitteen avautuu kosketin 3. Tällöin K1 ei ole jännitteessä ja laite ei toimi ennen kuin HÄTÄ_SEIS -painike on vapautettu.

Seuraavaksi on käynnistyspiiri laitteelle. Kun käynnistyspainiketta painetaan, sulkeutuu virtapiiri ja kela K1 saa jännitteen. Kun kosketin 3 jää pitoon, saa kela K1 koko ajan jännitteen. Tällöin kela K1 vetää, mikä tarkoittaa sitä, että kela kytkee koskettimensa 4 ja 9. Kosketin 9 käynnistää TIM2-ajastimen, kun aika on kulunut vetää TIM2 kosketti-

men 4 kiinni. Moottori saa jännitteen ja alkaa pyöriä. Moottori pyörii niin kauan kunnes anturi antaa pulssin lopettaa.

Anturi on korvattu painonapilla, koska anturia ei voi simuloida muilla tavoin. Anturi on antanut pulssin, saa kosketin 5 jännitteen, lähtee sylinteri plus-liikkeeseen ja CNT-laskurista vähenee yksi numero. Sylinteri saavuttaa rajakytkin A1 saa kosketin 7 jännitteen, jolloin TIM1-ajastin lähtee laskemaan aikaa. TIM1 vetää koskettimen 8 kiinni. Venttiilikela Y2 saa jännitteen ja sylinteri lähtee miinus-liikkeeseen. Sylinterin saavutua rajakytkimelle A0 saa kosketin 9 jännitteen. TIM2-ajastin käynnistyy ja vetää kosketin 4 kiinni, ajan kuluttua loppuun. Kosketin 4 kytkee moottorin jännitteiseksi.

Tämä kierto tapahtuu niin pitkään kun CNT-laskuri saavuttaa 0 arvon ja katkaisee jännitteen koskettimelta 3. Kela K1 ei ole enää jännitteessä ja mitään ei tapahdu. CNT-laskuri täytyy nollata, jotta työkierto voi jatkua. Ennen laskurin nollausta on kuitenkin syytä painaa stop -nappia, ettei tapahdu mitään äkkinäistä ja vaaratilannetta ei synny. Moottorille on myös asetettu käynnistysehtoina rajakytkimen A0 myönteinen arvo ja rajakytkimen A1 käänteinen arvo. Tämä sen takia että moottori ei voi käynnistyä/pyöriä sylinterin liikkuessa.



Kuva 7. Sähköpneumaattinen piirikaavio

8 Sähkömoottori

Kaikki sähkömoottorit muuttavat sähköenergiaa mekaaniseksi energiaksi. Oikosulkumoottorin toiminta perustuu sähkömagneettiseen induktioon. Energian lähteenä moottorit käyttävät sähkönsyöttöjännitettä 230–690 V:a ja taajuutta 50 Hz:ä. [5, s.985–986.]

Oikosulkumoottorilla on hallitseva asema teollisuuden käyttövoimana. Yksinkertainen rakenne, kestävyys ja vähäinen huollon tarve ovat sen vahvuuksia. Moottoreita on helposti saatavilla, koska niitä varastoivia myyjiä on paljon. Kierrosnopeuden porrastukseen se tarvitsee kuitenkin muita laitteita pyörimisnopeuden sovittamiseksi. Sovitukseen

voi käyttää taajuusmuuttajaa ja erilaisia vaihteistoja esim. kierukkavaihde, hammashihna, planeettavaihteisto, hammaspyörä ja ketjuvaihteistoja. [6, s. 67.]

8.1 Moottorin mitoitus ja valinta

Moottorin mitoituksessa pääpaino oli sopivan kierrosnopeuden sovittamisessa. Moottorilta vaadittava vääntömomentti tulee olemaan hyvin vähäinen, koska karusellirakennelmasta saimme materiaalivalintojen avulla suunniteltua suhteellisen kevyen. Ottaen huomioon kasto- ja kuivumisajat karusellin maksimipyörimisnopeudeksi määriteltiin 10 kierrosta minuutissa. Tämä on tarkoitus saada aikaan taajuusmuuttajalla ja kierukkavaihteella. Taajuusmuuttajalla säädetään moottorin vakiopyörimisnopeus 1000 rpm:stä 100 rpm:ään ja kierukka vaihteella 100 rpm:stä 5 rpm:ään. Välityssuhteeksi vaihteella saadaan 20:1.

Mitoitus lähti liikkeelle karusellin eli kuorman hitausmomentin määrittämisellä. Creo Parametric 2.0 3D -suunnitteluohjelmiston avulla saatiin hitausmomentti, joka on $9,9174 \text{ kgm}^2$. Redusoidaan kuorman hitausmomentti moottorin akselille [5, s.989.]

$$J_1 = J_2 * \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 = 9,9174 \text{ kgm}^2 * \left(\frac{5}{100}\right)^2 = 0,0247935 \text{ kgm}^2$$

missä J_1 = ensiöhitausmomentti

J_2 = toisiohitausmomentti

n_1 = ensiöpyörimisnopeus

n_2 = toisiopyörimisnopeus

Halutaan moottorin kiihtyvän 1 sekunnissa nopeudesta 0 rpm nopeuteen 5 rpm. Redusoitu hitausmomentti aiheuttaa käynnistyksen ja hidastuksen johdosta dynaamisen momentin.[12, s. 987.]

$$T_{dyn,n} = J * \frac{2\pi}{60} * \frac{\Delta n}{\Delta t} = 0,0247935 * \frac{2\pi}{60} * \frac{5 - 0 \text{ rpm}}{1 \text{ s}} \approx 0,013 \text{ Nm}$$

missä J = ensiöhitausmomentti, vakio
 Δn = moottorin nopeuden muutos
 Δt = ajan muutos

Moottorilta vaaditaan 0,013 Nm:n vääntömomentti. Moottoriksi valitsimme Transtecnon 3-vaihe moottorin. Kyseisen moottorin tekniset tiedot löytyvät liitteestä 10.

8.2 Taajuusmuuttaja

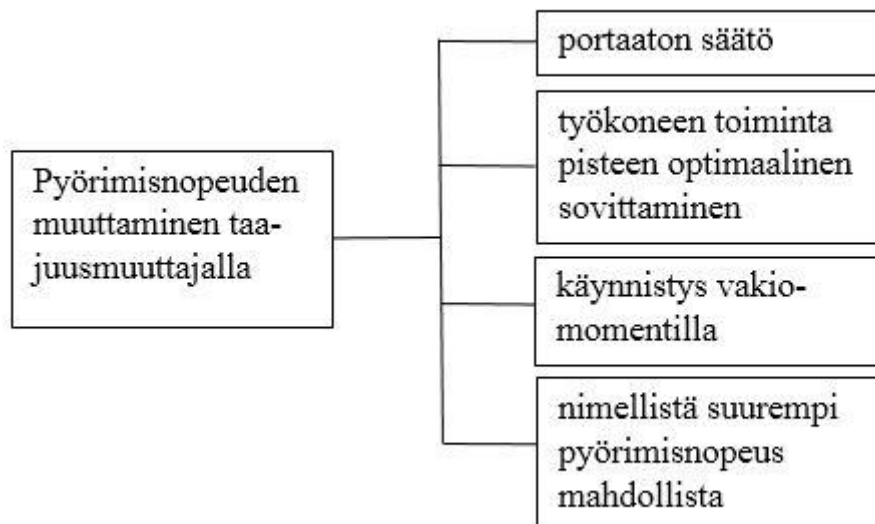
Taajuusmuuttaja käytetään myös nimityksiä taajuudenmuuttaja, invertteri, moottori-vaihtosuuntaaja ja taajuuden muutin. Taajuusmuuttaja on sähkölaite, joka asennetaan kahden erillisen sähköverkon väliin. Sähköverkkojen jännitteen taajuus ja amplitudi voivat olla poikkeavia toisistaan. Yleisimpinä käyttökohteina ovat sähkömoottorit ja sähkögeneraattorit, jolloin taajuusmuuttaja kytketään toimilaitteen ja valtakunnallisen sähköverkon väliin. Taajuusmuuttaja on osa moottori- tai generaattorikäyttöä, missä se on vastuussa moottorin tai generaattorin ohjauksesta. Sähkömoottorikäyttö käsittää sähköverkon, sähkömoottorin ja tarvittavan ohjauslaitteiston. [10.]

Moottorikäytössä taajuusmuuttajaa käyttämällä säädetään sähkömoottorin pyörintänopeutta prosessin tarvetta vastaavaksi, jolloin moottorilla suoritettava prosessiteho paranuu huomattavasti. Jos sähkömoottori kytketään suoraan sähköverkkoon, moottori pyörii verkon taajuuden määräämällä nopeudella. Taajuusmuuttajan sijaan voi käyttää esimerkiksi vaihteistoja tai puhallin- ja pumppukäytöissä kuristimia. Taajuusmuuttajan avulla saadaan portaaton säätö moottorille syötettävää taajuutta muuttamalla. [10.]

Yksi suurimpia etuja taajuusmuuttajan käytössä on energian säästö, kun moottoria käytetään aina prosessin tarpeen mukaisella nopeudella. Energian säästö on erityisen huomattava pumppu- ja puhallinkäytössä, joissa energian tarve pienenee suhteessa nopeuden kolmanteen potenssiin. Taajuusmuuttajalla saatu säästö on merkittävä myös tilanteissa, joissa kanavassa virtaavan nesteen tai kaasun virtausta muuten säädeltäisiin kuristamalla. Monissa pumpuissa päästään yli 50 % säästöön ja se merkitsee suurilla pumppaustehoilla myös suurta rahastäätöä. Tämä onkin suurin syy taajuusmuuttajien

käytön lisääntymiseen. Muita hyödyllisiä etuja taajuusmuuttajaa käytettäessä ovat sähköverkon ja käyttölaitteistojen rasitusten pieneneminen (esimerkiksi kiihdytys- ja hidastustilanteet). [10.]

Taajuusmuuttajia on käytössä monissa teollisuuden sovelluksissa, joissa käytetään vaihtosähkömoottoreita. Tyypillisimpiä sovelluksia ovat pumppu- ja puhallinkäytöt, hissit ja kuljettimet sekä yleisesti ottaen kaikki vaihtosähköpohjaiseen voimansiirtoon perustuvat laitteistot kuten esimerkiksi laivojen potkurikäytöt, sähköautot ja hybridautot sekä tuulivoimalat. [10.] Valitsimme taajuusmuuttajan sen käyttötaajuuden ja käyttöjännitteen perustuen, jonka tarkemmat tiedot löytyvät liitteestä 11.



Kuva 8. Taajuusmuuttajasäädön ominaisuuksia [6, s. 68.]

8.3 Kierukkavaihte

Kierukkavaihteen käyttö sopii erinomaisesti teollisuuskoneisiin, joiden kuormitus on epätasainen ja iskumainen (kuljettimet). Hyötysuhteella ei ole merkitystä, kun keskimääräinen kuorma on pieni. [6, s.75.] Valitsimme laitteemme välitykseen kierukkavaihteen, koska sillä saimme säädettyä välityssuhteen riittävän suureksi. Laitteelle kierukkavaihte on paras myös siksi, että se kestää tiheitä käynnistyksiä. Kierukkavaihteeksi valitsimme Transtecnon CM030-kierukkavaihteen (liite 9).

8.4 Akseliitokset kiilaliitos

Kiilaliitos on navan ja akselin välinen liitos, jota käytetään kiinnittämään akseliin esim. kytkimiä, hihnapyöriä sekä vauhtipyöriä. Liitostavan valintaan vaikuttavat koko ja vaatimukset, joita asetetaan helpolle asennukselle ja purkamiselle. [6, s.48.]

Taulukko 10. Tasakiilojen mittoja (SFS 2636) [6, s.48.]

leveys b (tol. h9)	2 3 4	5 6 8
korkeus h	2 3 4	5 6 8
akselin halk.d >	6 8 10	12 17 22
≤	8 10 12	17 22 30
akselin ura t_1	1,2 1,8 2,5	3 3,5 4
navan ura t_2	1 1,4 1,8	2,3 2,8 3,3

Taulukko 11. Tasakiilalle sallitut pintapaineet $p_{sall} = Cp_0$.

Yksisuuntainen kuormitus, lepokuormitus	Yksisuuntainen kuormitus, keveitä iskuja	Yksisuuntainen kuormitus, kovia iskuja	Vaihtosuuntainen kuormitus, keveitä iskuja	Vaihtosuuntainen kuormitus, kovia iskuja
$0,8p_0$	$0,7p_0$	$0,6p_0$	$0,45p_0$	$0,25p_0$

Taulukko 12. Kiilateräksen lujuusarvot. [7].

Teräs	Tuotteen halkaisija d paksuus t (mm)	Myötöraja Re, min (N/ mm^2)	Murtolujuus Rm (N/ mm^2)	SFS 2636:n mukaan kiilateräksen murtolujuus on oltava > 600 MPa
C45E	$d \leq 16$	490	700–850	
	$t \leq 8$			
	$16 < d \leq 40$	430	650–800	
	$8 < t \leq 20$			
	$40 < d \leq 100$			
$20 < t \leq 60$				

Mitoitus perustuu momentin kantokykyyn kiilan ja navan pintapaineen kestoja vasten ja kiilan leikkautumista vasten. Tasakiilassa vääntömomentin siirto tapahtuu kiilan sivupintojen pintapaineen avulla. Navan pintapaineen p_n perusteella saadaan momentin siirtokykyksi.

$$M_{vn} = \frac{p_n l t_2 (d + t_2)}{2}$$

missä l = kiilan pituus ohje arvona $1,5 \cdot d$
 t_2 = uran syvyys navassa (taulukosta d perusteella SFS 2636)
 d = akselin halkaisija
 $p_{sall} = C \cdot p_0$, jossa C on teräksen peruspintapaine ja p_0
 p_0 = teräksen peruspintapaine 150 N/mm^2
 C = kerroin $0,6$ kun kuormitus on yksisuuntainen ja kovia iskuja

Akselin pintapaineen p_a perusteella momentin siirtokyky

$$M_{va} = \frac{p_a l t_1 (d + t_1)}{2}$$

missä t_1 = uran syvyys akselissa

Tarkastellaan vielä momentin siirtokyky kiilan leikkautumisen mukaan

$$M_{vk} = \frac{F_u \cdot d}{2} = \frac{\tau \cdot A \cdot d}{2}$$

missä $F_u = \tau \cdot A$ = kehävoima, kiilateräksen lujuus oltava $> 600 \text{ MPa}$ (SFS 2636)
 $A = b \cdot l$ = kiilan leikkauspinta-ala
 M_{vk} = tasakiilan siirtämä vääntömomentti
 τ = leikkausjännitys (käytetään arvoa $\tau_{sall} \leq \frac{\tau_e}{n} = \frac{0,58 \cdot R_e}{n}$)
 R_e = vedon myötöraja
 τ_e = leikkausmyötölujuus
 n = varmuusluku. [6, s.49–50.]

Meidän tapauksessamme kiilaliitos tulee kierukkavaihteen ja akselin välille, joten mitoitetaan tasakiila liitos. Ensin navan pintapaineen p_n perusteella momentin siirtokyky

$$M_{vn} = \frac{p_n l t_2 (d + t_2)}{2} = \frac{(0,6 * 150 \text{ N/mm}^2) * (1,5 * 14 \text{ mm}) * 1,4 * (14 \text{ mm} + 1,4)}{2}$$

$$M_{vn} = 20374,2 \text{ Nmm} = 20,4 \text{ Nm}$$

Sitten akselin pintapaineen p_a perusteella momentin siirtokyky

$$M_{va} = \frac{p_a l t_1 (d + t_1)}{2} = \frac{(0,6 * 150 \text{ N/mm}^2) * (1,5 * 14 \text{ mm}) * 1,8 * (14 \text{ mm} + 1,8)}{2}$$

$$M_{va} = 26875,8 \text{ Nmm} = 26,9 \text{ Nm}$$

Ja vielä mitoitus momentin siirtokyky kiilan leikkautumisen mukaan

$$M_{vk} = \frac{F_u * d}{2} = \frac{\tau * A * d}{2}$$

$$M_{vk} = \frac{\frac{0,58 * R_e}{n} * (b * l) * d}{2} = \frac{\frac{0,58 * 700 \text{ N/mm}^2}{2} * (3 \text{ mm} * 15 \text{ mm}) * 14 \text{ mm}}{2}$$

$$M_{vk} = 63945 \text{ Nmm} \approx 63,9 \text{ Nm}$$

Näistä laskelmista voimme todeta liitoksen kestävän. Kiilan vähimmäismittojen ollessa leveys 3 mm, korkeus 3 mm, akselin uran syvyys 1,8 mm, navan uran syvyys 1,4 mm ja pituus 21 mm.

9 Anturit

Anturit ovat laitteita, joita käytetään tilojen ja tietojen havaitsemiseen koneautomaatiolaitteissa. Anturissa on laite, joka muuttaa mitattavan prosessisuureen viestiksi. Viesti on yleensä sähköinen, mutta esim. impulssiohjauksissa se voi olla pneumaattinen. Anturin tuntoelintä kutsutaan myös mittauselimeksi, tunnistimeksi tai mittaelementiksi. Se määrittää suureen arvon, minkä jälkeen anturiosa muuttaa tuloksen halutun muotoiseksi viestiksi. [7, s.168.]

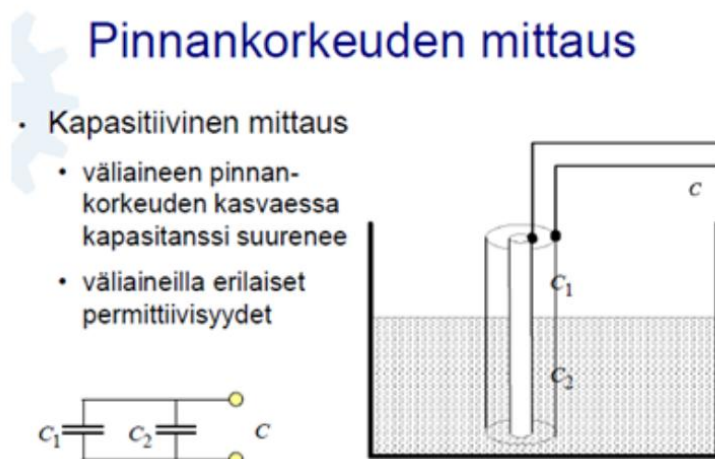
Yleensä prosessin tilaa kuvaavia suureita ovat paikka, lämpötila, paine, voima, pituus, kiertokulma ja nestepinnan korkeus. Prosessiteollisuudessa käytetään pääasiassa mittavia analogia-antureita. Suureen, jonka anturi antaa, muunnetaan standardiviestiksi lähetimessä. Koneautomaation anturi-käsitteen yleisessä tulkinnassa anturi ja lähetin on rakennettu yhteen. [7, s.168.]

9.1 Optinen anturi

Valosähköiset anturit ovat optisia. Niiden käyttökohteita ovat muun muassa tuotantolinjojen valvonta, turvajärjestelmät ja kappaleiden laskenta. Optisten anturien toiminta perustuu moduloituun infrapunavaloon, joka säteilee edessä olevan linssin kautta suoraan rekisteröitävään kohteeseen tai heijastimeen. Heijastunut valo kulkeutuu toisen etulinssin kautta vastaanottimeen, jossa se mitataan elektronisesti. Tämä muuttaa anturin kytkentätilaa (0 tai 1). Kohteen poistuessa kytkentäalueelta alkuperäinen kytkentätila palautuu. Lähetin- ja vastaanottimelektronikan synkronoinnin ansiosta häiriösignaali- ja häiriövaloherkkyys on pieni. [7, s.183.]

9.2 Kapasitiivinen pinnanmittausanturi

Kapasitiivinen pinnankorkeuden mittausanturi sopii nesteiden pinnankorkeuden mittaamiseen. Anturi muodostuu säiliön pohjaan asti ulottuvasta sauvasta ja lähettimestä, joka sijaitsee sauvan yläpäässä. Pinnankorkeuden mittaus perustuu kondensaattorin kapasitanssin muutokseen materiaalin pinnankorkeuden mukaan. Häiriötekijöitä kyseiselle menetelmälle ovat anturin likaantuminen, ilmakuplat, vaahto ja permittiivisyyden muuttuminen lämpötilan mukaan. [11.]



Kuva 9. Kapasitiivinen pinnanmittaus [10]

9.3 Ultraäänianturi

Ultraäänianturit lähettävät ultraäänipulsseja, jotka heijastuvat kappaleista. Anturi mittaa ajan, joka kuluu pulssin lähettämisestä kaiun vastaanottamiseen ja laskee siitä etäisyyden äänen nopeuden avulla. Äänipulssin kuluaika on verrannollinen pinnan etäisyyteen anturista. Anturi sijoitetaan niin, ettei seinistä tai muista rakenteista aiheudu virhekaikuja. Joissain tapauksissa anturi voidaan sijoittaa säiliön pohjaan, jolloin ääni heijastuu nesteeseen ja ilman rajapinnasta. Ultraäänimenetelmää käytetään esimerkiksi elintarviketeollisuudessa, jotta mitattavaan aineeseen ei tarvitse koskea. [13.]

9.4 Lakkauslaitteessa käytettävät anturit

Laitteeseen oli tarkoitus suunnitella kaksi anturia. Ensimmäisellä anturilla ohjattaisiin moottorin pysäytys vaappulaudan saapuessa altaan yläpuolelle ja toinen anturi mittaisi lakka-altaan pinnankorkeutta.

Vaappujen tunnistamiseen mittasuurena on paikka. Tarkoituksena oli käyttää valokennoa jossa olisi erillinen lähetin ja vastaanotin vaappujen tunnistukseen. Valokenno on optinen anturi. Se ei kuitenkaan soveltunut käyttötarkoitukseen sellaisenaan, koska vaappuja on kaksi riviä laudassa ja anturi tunnistaisi molemmat rivit vuoron perään. Käytännössä sylinteri nostaisi altaan kaksi kertaa samalle laudalle.

Päätimme vaihtaa vaappujen tunnistamiseen käytettäväksi haarukka-anturin (liite 12). Haarukka-anturissa on itsessään lähetin ja vastaanotin. Nimensä mukaisesti se tunnistaa haarukan välistä kulkevan kappaleen. Lisäsimme vaappulautoihin tunnistintikut ja sijoitimme anturin niin, että tikut kulkevat haarukan välistä. Haarukka-anturi on valokenno ja täten myös optinen anturi.

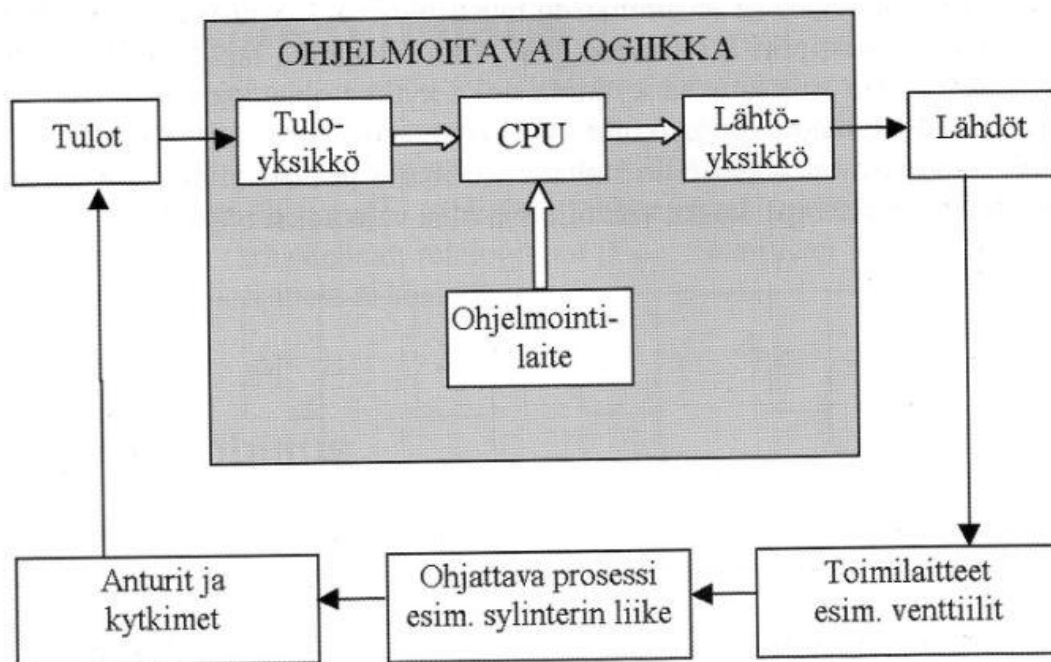
Pinnankorkeuden mittausanturin oli tarkoitus mitata lakka-altaan pintaa ja viestittää suure sylinterille, jolloin sylinteri osaisi tehdä pidemmän liikkeen. Toiminnon olisi voinut toteuttaa logiikkaohjaukseen. Sen suunnittelu olisi vienyt runsaasti aikaa, koska pitäisi perehtyä tarkemmin pinnanmittaukseen ja siihen miten saisimme siirrettyä tiedon sylinterille.

Pinnankorkeuden mittaus ei ole välttämätön toiminto, koska käyttäjän pitää käydä kääntämässä vaappuja niin samalla voi tarkistaa lakan pinnankorkeuden. Altaaseen voi laittaa merkit siihen kohtaan, kun lakan pinnantasoo on lähestymässä ala-rajaa. Tämä ratkaisu on edullisempi ja meidän mielestämme riittävä.

10 Ohjelmoitavat logiikat

Ohjelmoitava logiikka on laite, joka ohjaa ja säätelee koneiden toimintoja. Logiikan tulomoduliin voi kytkeä kytkimiä, antureita ja koskettimia. Anturit välittävät tietoa laitteiden tiloista logiikalle. Logiikalle tulevia tietoja kutsutaan tuloiksi. [9, s.129.]

Näiden tietojen perusteella logiikka osaa ohjata releitä, moottoreita ja venttiileitä yms. Ohjaussignaaleja kutsutaan lähdeiksi ja niiden johtimet kytketään logiikan lähtömoduliin. Logiikan lähtöjen arvot muodostetaan logiikkaohjelmalla ja tulotietojen perusteella keskusyksiköissä. [9, s.129.]



Kuva 10. Logiikan perusrakenne ja ympäristö [9, s.130.]

Yhdellä logiikalla voi korvata satoja tai tuhansia aiemmin käytettyjä releitä ja ajastimia. Ohjelmoitavan logiikan toiminnallisuus on vähitellen kasvanut releiden korvaajasta ohjauskeskukseksi, joka hallitsee kehittyneen liikkeen ohjauksen, prosessin säädön, hajautetut hallintajärjestelmät ja tietokoneverkot. [9, s.102.] Valitsimme logiikan sen tulojen ja lähtöjen mukaan (liite 13).

CX-Programmer on Omronin logiikkaa varten oleva ohjainohjelmisto. Sillä pystyy tekemään ohjelman kaikille Omronin logiikkasarjan tuotteille. Ohjelmien teko on helppoa sen kehittyneen käyttöjärjestelmän ansiosta. ”CX-Programmer sisältää laajan valikoiman ominaisuuksia, joiden avulla voit nopeuttaa ohjelmointia. Uudet parametrien määrittämissä lyhentävät asennusaikaa. Käyttämällä vakio toimintolohkoja voit ohjelmoida logiikkaohjelmia helposti vetämällä ja pudottamalla lohkoja. Lohkot ovat käytettävissä IEC 61131-3 -strukturoituna tekstinä tai perinteisen logiikkakielen objekteina”. [12].

Suunnittelimme laitteelle kaksi ohjaustapaa, joista voi valita itselleen mieluisemman. Toinen ohjaus vaihtoehto toimilaitteen ohjaukseen on Omronin logiikka ja teimme esimerkki logiikkaohjelman käyttäen CX-programmeria. Ohjelmiston tiedot ja esimerkiohjelman tiedot löytyvät liitteistä 14 ja 15.

11 Yhteenveto

Raportin loppuun teimme lyhyen yhteenvedon lakkauslaitteen suunnittelusta. Yhteenvedossa käymme läpi laitteen materiaalit ja komponentit. Komponenttien ja materiaalien tarkempia tietoja emme mainitse. Kerromme myös suunnittelun vaiheista ja ongelmien ratkaisuksista. Yhteenvedon loppuun tulee pohdinta, johon sisältyy suunnitelmaa tehdessä tulleita kokemuksia ja ajatuksia siitä, mitä olisi voinut tehdä toisin.

Laitteelle tehtiin karkea kustannusarvio (liite 16), johon laitoimme hinnat ja tilauskoodit. Kaikille osille emme saaneet hintaa, koska niistä pitää tehdä tarjouspyyntö myyjälle. Arvioimme laitteen kokonaishinnan itse, joten hinnat eivät ole tarkkoja.

Laitteelle tehtiin kokoonpanokuva ja siihen itse valmistettavien osien valmistuspiirustukset. Kuvat ja piirustukset ovat liitteenä 17.

Toimeksiantajan tulee tarkastaa tehdyt ratkaisut ja valinnat ennen laitteen valmistusta. Toimeksiantajan kannattaa kilpailuttaa laitteeseen tulevat komponentit ja hyödyntää omia resurssejaan laitteen valmistamiseksi.

11.1 Konstruktion materiaalit

Alun perin suunnitelmassa oli tarkoitus tehdä karuselli kokonaan alumiinista, koska alumiini on kevyt materiaali. Kevyellä rakenteella halusimme vaikuttaa moottorin valintaan, koska kevyempää rakennetta on helpompi pyörittää. Näin ollen moottoriksi riittäisi pienitehoinen sähkömoottori. Moottorin valinta vaikuttaa laitteen kokonaiskustannukseen ja pienitehoisemmat moottorit ovat halvempia kuin isotehoisemmat.

Alumiinin hintoja tutkiessamme huomasimme alumiinin olevan verrattaessa teräkseen huomattavasti kalliimpaa. Hinta oli suurin syy siihen, miksi päätimme suunnitella laitteen osittain teräksestä valmistettavaksi. Lakkauslaitteen karusellin materiaaliksi valittiin lopulta ohutseinämä putkea ja teräslevyä.

Terästä käyttäessä saimme karusellin painon suhteellisen pieneksi, jotta sitä voisi pyörittää pienitehoisella sähkömoottorilla. Alumiinin vaihtaminen teräkseen laski kustannuksia huomattavasti. Materiaalien ominaisuuksia emme vertailleet muuten kuin painon ja hinnan suhteen. Muiden ominaisuuksien vertailua emme nähneet tarpeellisena, koska laitetta käytetään huoneenlämmössä ja siihen ei kohdistu suuria rasituksia.

Saimme toimeksiantajalta toivomuksena suunnitella vaappujen kiinnityksen lautoihin uudenaikaiseksi. Kiinnitystapoja tutkiessamme tulimme siihen tulokseen, että kiinnitystä ei kannata muuttaa. Nykyinen kiinnitystapa on toimiva, koska vaaput pysyvät paikallaan ja niitä on helppo käänellä.

Ainoa kiinnitykseen liittyvä muutos oli materiaali. Nykyisin vaappulaudat ovat puuta ja me vaihdoimme materiaaliksi alumiinin. Laudat muutettiin alumiinisiksi, koska se on kestävämpää kuin puu. Alumiinin valinta lautamateriaaliksi nostaa hintaa, mutta on kannattava ajatellen kestävyyttä pidemmälle aikavälille. Teräksestä lautoja ei tehty, koska laudoille pitää olla ainevahvuutta ja teräs lisäisi painoa merkittävästi. Alumiiniset laudat ovat kevyitä ja helposti siirrettäviä lihasvoimin.

Alla olevaan taulukkoon listasimme karusellin valmistukseen käytettävät materiaalit. Karuselli on tarkoitus valmistaa hitsaamalla. Karusellin kokoonpano- ja valmistuspiirustukset ovat liitteenä 16.

Taulukko 13. Karusellin materiaalit

Osa	Materiaali	Mitat (mm)	Massa kpl (kg)
Sisäkehän putki, 4kpl	S235	40 x 2 x 707 (D x s x l)	1,32
Ulkokehän putki, 4kpl	S235	40 x 2 x 1335 (D x s x l)	2,49
Laudan pidike, 15kpl	S235	400 x 325 x 1 (l x w x s)	1
Lauta, 15kpl	Al2014	400 x 120 x 4 (l x w x s)	0,534
Runkoputki	S235	40 x 2 x 1000 (D x s x l)	1,87
Sovite	S235		1
Kannatin, 3 kpl	S235	420 x 30 x 5 (l x w x s)	noin 0,6
Kannattimien kiinnike	S235		0,4
Yhteensä			42,32 kg

11.2 Ohjauksien komponentit

Laitteen ohjausta suunnitellessa mieleemme tuli ensimmäisenä ohjelmoitava logiikka. Logiikkaan voi ohjelmoida monia toimintoja ja pienimmillään logiikoilla laitteen ohjaus onnistuisi helposti. Laitteen toimintojen ohjaus on kuitenkin yksinkertainen, koska toimilaitteita ja antureita on niin vähän. Alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen suunnittelimme laitteelle myös sekvenssiohjauksen. Ohjausvaihtoehtoja ollessa kaksi, voi toimeksiantaja päättää kumpaa ohjaustapaa käyttää.

Laitteen hintaan valinta ei tuo merkittävää eroa, koska laitteessa on joka tapauksessa sähköpneumaattinen piiri, taajuusmuuttaja ja sähkömoottori. Eroja tulee vain komponentteja valittaessa, koska logiikalla voi korvata aikareleet ja laskurin. Tarvittava anturointi tulee olla molemmissa vaihtoehdoissa. Ohjaustapojen suurin ero on käytettävyydessä ja muunnettavuudessa.

Ohjelmoitavaa logiikkaa pystyy muuntelemaan helposti ohjelmaa muuttamalla. Esimerkiksi jos haluaa lisätä laskurin, se pitää vain lisätä ohjelmaan. Logiikkaohjattu on myös toimintavarmempi kuin sekvenssiohjattu, koska logiikka ohjaa kaikki toiminnot. Tulot ja lähdöt kulkevat yhden logiikan kautta. Tästä syystä logiikkaohjauksessa ylimääräisiä tai samanaikaisia turhia toimintoja ei tapahdu. Ohjelmaan pystyy laittamaan paljon toimintoja, jotka sekvenssiohjauksessa pitäisi toteuttaa erilaisilla fyysisillä komponenteilla. Ohjelmoitavan logiikan lisäksi tarvitaan kuitenkin ohjelmisto ja tietokone.

Sekvenssiohjaus on myös hyvä vaihtoehto lakkauslaitteelle, koska laitteen toiminnot on helppo toteuttaa myös releillä. Se on myös käyttäjäystävällisempi kuin logiikka, koska logiikkaohjelmistoja pitää osata käyttää. Lakkauslaitteen ajastinrele ja laskurin asetuksia pitää muuttaa erilaisille lakoille, onnistuu se helpommin releiden painonapeilla kuin tietokoneella ohjelmaa muuttaen. Varsinkin jos ei hallitse ohjelmointia.

Ohjaustavan voi siis valita omien mieltymyksiensä mukaan. Molemmissa on omat hyvät puolensa, kuitenkin logiikalla niitä on enemmän. Yleensäkin toimilaitteiden ohjaus on hyvä tehdä logiikalla. Logiikka saattaa tulla releitä halvemmaksi, riippuen releiden valinnasta.

Lakka-altaan nostoon ajattelimme ensimmäisenä sylinteriä ja se oli myös toimeksiantajan ajatuksena. Seuraavaksi mietimme tulisiko laitteeseen hydraulii- vai pneumatiikkasyylinteri. Hydraulissylinterit ovat tarkempia kuin pneumatiikkasyylinterit, mutta hydrauliiikkapiiri tulee kalliimmaksi. Sylintereitä ollessa vain yksi, ei ole järkevää rakentaa

kallista hydraulikkapiiriä. Näin pienen kuorman ollessa kyseessä pneumatiikkapiiri sopii mainiosti.

Komponentteja tulee laitteeseen melko vähän. Seuraavassa taulukossa näkyy yhteiset komponentit ja molemmille ohjauksille omat komponentit. Kaikki yhteiset komponentit tarvitaan ja lisäksi ohjaustavan komponentit.

Taulukko 14. Komponenttiluettelo

Yhteiset	Logiikka	Sekvenssi
kaksitoiminen sylinteri 40/16	pienikokoinen logiikkasarja	Ajastinrele 2 kpl, sulkeutuva kosketin
5/2- suuntaventtiili solenoidi ohjauksella	ohjelmisto	Laskuri, käänteinen laskujärjestys, avautuva kosketin
3/2- suuntaventtiili solenoidi ohjattu, jousipalautus	tietokone	Releitä 2 kpl
Vastusvastaventtiili 2 kpl		
Haarukka-anturi		
reed releet		
oikosulkumoottori		
kierukkavaihde		
8mm muoviletkaa		
sähköjohtoa		
laakeriyksikkö		
ohjauskaappi		
johtojen ja letkujen suojat		
liittimet venttiileille		
painonapit yms.		

11.3 Moottori ja välitys

Moottoria suunnitellessa tiesimme heti, että käyttäisimme sähkömoottoria. Moottorityyppiä suunniteltaessa ja mitoittaessa mielenkiintomme kohdistui liikkeeseen. Liikelle lähteminen ja pysäyttäminen tuottaisivat suurimmat momentit.

Moottorin mitoittaminen ja laskeminen tuottivat jonkin verran ongelmia. Meidän piti saada pieni massa pyörimään hitaasti. Pyörimisnopeuden sovittaminen pieneksi oli haastavaa. Moottorin piti pystyä kiihdyttämään ja pysähtymään tasaisesti, ettei karusellin liikkeestä tulisi hyppivää.

Tähän löysimme kuitenkin ratkaisun, hieman asiaa tutkittuamme. Päätimme laittaa moottorin kierrosten säätöön taajuusmuuttajan ja kierukkavaihteen. Näillä saisimme sovitettua pyörimisnopeuden tarpeeksi hitaaksi.

Taulukossa 5 ovat valitut moottori, taajuusmuuttaja ja kierukkavaihde. Taulukossa on jokaiselle laitteelle valmistajan luetteloista löytyviä arvoja.

Taulukko 15. Moottori, taajuusmuuttaja ja vaihde

moottori	taajuusmuuttaja	kierukkavaihde
3-vaiheinen oikosulkumoottori	ACS150-taajuusmuuttaja (0,37-4 kW)	kierukkavaihde holkkiakselilla CM030
Teho 370 W	3-vaiheinen 200–240 V	välityssuhde 20:1
Jännite 3x230/400 V AC		Hyötysuhde 73 %
Kierrosluku 1000 rpm		Max. momentti 18 Nm
Momentti 2,64 Nm		

11.4 Pohdinta

Työn tarkoituksena oli suunnitella toimeksiantajalle vaapunlakkauslaite. Suunnitelmaan sisältyy komponenttien valinta ja mitoitus, valmistuspiirustukset, karkea hinta-arvio ja mekaanisen rakenteen suunnittelu. Työtä riitti reilusti molemmille ja aikaa työn tekemiseen kului yli kaksi kuukautta. Asioiden ja tietojen tutkimiseen meni reilusti aikaa, koska vastaavien laitteiden toimintaratkaisut pidetään yleensä omana tietona. Laitteen toiminta- ja rakenneratkaisut ovat meidän suunnittelemiämme, toimeksiantajan vaatimusten perusteella. Suosittelemme, että toimeksiantaja tarkistaa suunnitelman ennen laitteen valmistusta.

Olimme luonnostelleet joillekin osatoiminnoille erilaisia vaihtoehtoja. Tällä hetkellä allas nousee sylinterillä, mutta jos allas olisikin kiinteä ja altaita useita, altaita liikutettaisiin vaappulautojen kohdalle kuljettimella ja sylinteri tai jonkin muu toimilaite laskisi karuselliä. Tällä tavalla lakattavien vaappujen määrä kasvaisi eli laitteen tuotantokapasiteetti nousisi. Nämä ideat jäivät luonnostelutasolle, koska noudatimme toimeksiantajan vaatimuksia.

Olemme tyytyväisiä aikaansaannokseemme ja lakkauslaitetta oli mielenkiintoista suunnitella. Suurimman haasteen tuotti lakkauslaitteen layout. Rakenteet ja komponentit piti suunnitella hyvin, että kokonaisuudesta tulisi toimiva ja järkevä. Moottorin mitoitus tuotti suuria ongelmia, koska emme ole aiemmin suunnitelleet vastaavanlaista. Saimme kuitenkin hienosti apua ohjaavalta opettajalta ja muilta opettajilta.

Opinnäytetyö soveltui hyvin opintoihimme, koska kyseessä on tuotantolaite. Työhön sisältyi paljon koulussa oppimiamme asioita, kuten mekaanisten rakenteiden suunnittelu ja automatisointia. Meidän mielestämme tämä oli monipuolinen ja sopiva aihe kone-tekniikan opiskelijan opinnäytetyöksi, koska työ oli laaja ja pääsimme hyödyntämään oppimiamme asioita.

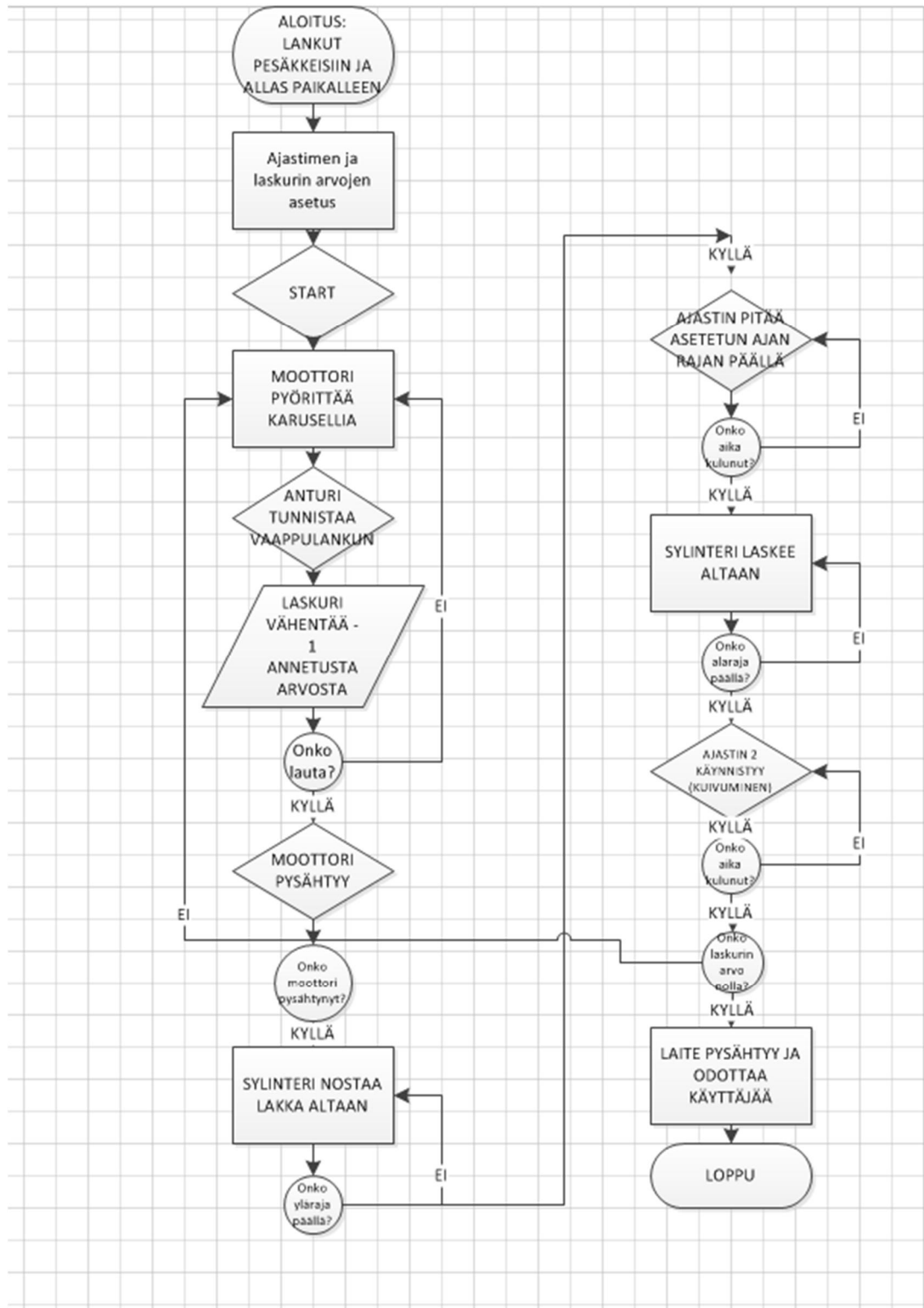
Työ edisti ja kehitti tuotantolaitteen suunnittelun taitojamme. Tiimityöskentelytaitomekin kehittyivät, mikä on nykyisin työelämässä tärkeä taito. Työssä onnistuimme erityisen hyvin kokonaisuudessa. Laitteesta saatiin suunniteltua sellainen kuin halusimme-kin ja vaatimukset täyttävä. Olisi mielenkiintoista nähdä lakkauslaite toiminnassa, jos se joku päivä valmistetaan.

Lähteet

1. Mononen, H. 2014. Yrittäjä. Fishbandit. Suullinen tiedonanto 2.4.2014.
2. Tuomaala, J. 1995. Luova koneensuunnittelu. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
3. Pahl, G. & Beitz, W. 1990. Koneensuunnitteluoppi. 2. painos. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.
4. Mertanen, J. Lehtori. Tuotantolaitesuunnittelun opintojakson materiaali. Moodle 2. Karelia-AMK. [Viitattu 8.5.2014].
5. Valtanen, E. 2010. Tekniikan taulukkokirja. 18. painos. Mikkeli: Genesis-Kirjat Oy.
6. Kivioja, S. 1993. KONETEKNIikka. 5. painos. Helsinki: Hakapaino Oy.
7. Mertanen, J. Lehtori. Laitesuunnittelu/kone-elimet opintojakson materiaali. Moodle 2. Karelia-AMK. [Viitattu 20.5.2014].
8. Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Metso, T., Putkonen, K. 2001. Koneautomaatio 2. Logiikat ja ohjausjärjestelmät. Vantaa: Tummavuoren Kirjapaino Oy.
9. Ellman, A., Hautanen, J. Järvinen, K. Simpura, A. 2002. Pneumatiikka. Helsinki: Edita Prima Oy.
10. Fonselius, S. Pekkola, K. Selosmaa, S. Ström, M. Välimaa, T. 1999. Automaatiolaitteet. 1. — 2. painos. Helsinki: Oy Edita Ab.
11. Wikipedia. Taajuusmuuttaja. Päivitetty 7.11.2013. [Viitattu 28.4.2014.] Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Taajuusmuuttaja>.
12. Hirvonen, M. Lehtori. Tuotantoautomaatio/anturitekniikka opintojakson materiaali. Moodle. Karelia-AMK. [Viitattu 9.5.2014].
13. Omron. Automaatio-ohjelmisto. [Viitattu 8.5.2014.] Saatavissa: http://industrial.omron.fi/fi/products/catalogue/automation_systems/software/configuration/cx-one/cx-programmer.html
14. Al-men. Alumiiniprofiilit. [Viitattu 19.5.2014.] Saatavissa: <http://kauppa.al-men.fi/product/82/al-lattatanko-40x5-pintakasittelematon>
15. Riihon teräsvälitys OY. Tuoteluettelo. [Viitattu 19.5.2014.] Saatavissa: http://files.kotisivukone.com/riihonrauta.kotisivukone.com/terasvalitys_katalogi_1.pdf

16. ETRA. Tuotehakemisto. [Viitattu 19.5.2014.] Saatavissa:
<http://tuotteet.etra.fi/fi/g2228088/kirkas-xt>

Vuokaavio



TOIMINTOJEN MÄÄRITTELY

Nouseva/Laskeva liike altaalle

- **kaksitoiminen sylinteri**, nostamaan ja laskemaan allasta
- **virransäätö venttiilit**, sylinterin plus- ja miinus-liikkeen säätöön
- **rajakytkimet**, sylinterin liikkeen tunnistimet
- **ajastin**, pitämään sylinterin plus- liike päällä halutun ajan, eli kaston pituus
- **anturi**, ohjaamaan plus-liike kun vaappulankku kohdalla
- **4/3 suuntaventtiili**, ohjaamaan sylinteriä

Pyörimisliike

- **sähkömoottori**, pyörittää karuselliä
- **taajuusmuuntaja**, säätää moottorin kierroksia
- **laakeri**, akselille
- **laskuri**, laskemaan vaappulankkujen määrän
- **anturi**, tunnistamaan moottorin pysäytys kun vaappulankku on altaan kohdalla
- **moottori**, pysähtyy kun anturi antaa merkin ja jatkaa liikettä kun sylinteri on tehnyt plus ja miinus – liikkeet

Ohjelmointi

- **Ohjausboksi**, jonka sisään laitetaan releet yms. komponentit
- **Hätä/seis - kytkin**, saadaan laite pysäytettyä ongelman sattuessa
- **Start/stop – kytkin**, käynnistämään ja pysäyttämään laite
- **Ohjelmoitava logiikka ja tietokone**, laitteen logiikkaohjaukseen
- **Releet/laskuri/ajastimet**, laitteen sekvenssiohjaukseen

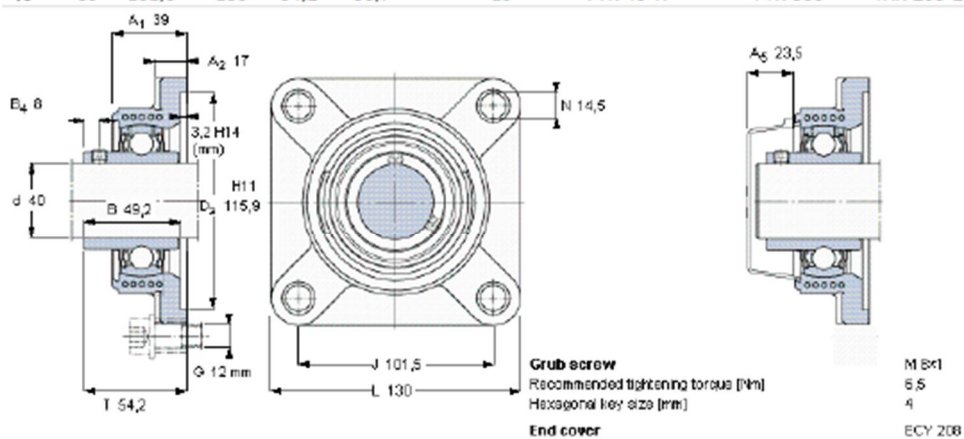
Pinnanmittaus

- **Pinnanmittaus anturi**, mittaa lakka-altaan lakan pinnan tasoa, jolloin sylinteri osaa tehdä pidemmän liikkeen

Laakeriyksikön tekniset tiedot

Y-bearing flanged units, Y-TECH housing, square flange, grub screw locking

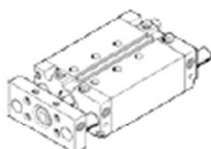
Principal dimensions					Basic load ratings		Designations	Housing	Bearing
d	A1	J	L	T	dynamic C	static C0			
mm					kN		-		
40	39	101,5	130	54,2	30,7	19	FYK 40 TF	FYK 508	VAR 208-2F



Sylinterin tekniset tiedot

Guide cylinder
DFM-40- -B
 Part number: 532319

FESTO



Data sheet

Overall data sheet – Individual values depend upon your configuration.

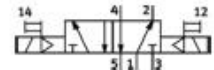
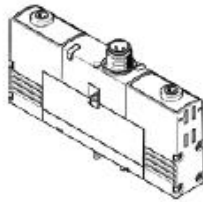
Feature	values
Stroke	25 ... 400 mm
Piston diameter	40 mm
Operating mode of drive unit	Yoke
Cushioning	P: Flexible cushioning rings/plates at both ends PPV: Pneumatic cushioning adjustable at both ends YSRW: Shock absorber, soft characteristic curve
Assembly position	Any
Guide	Plain-bearing guide Recirculating ball bearing guide
Design structure	Guide
Position detection	For proximity sensor
Variants	Heat resistant seals, max. 120°C
Operating pressure	1,5 ... 10 bar
Mode of operation	double-acting
ATEX category Gas	II 2G
Explosion ignition protection type Gas	c T4
Explosion-proof ambient temperature	-20°C (≠ Ta) (≠ +70°C)
Operating medium	Compressed air in accordance with ISO8573-1:2010 [7:4:4]
Note on operating and pilot medium	Lubricated operation possible (subsequently required for further operation)
Corrosion resistance classification CRC	0 2
Ambient temperature	-20 ... 120 °C
Theoretical force at 6 bar, return stroke	686 N
Theoretical force at 6 bar, advance stroke	754 N
alternative connections	See product drawing
Pneumatic connection	G1/8
Materials note	Conforms to RoHS
Materials information for cover	Wrought Aluminium alloy
Materials information for seals	NBR
Materials information, housing	Wrought Aluminium alloy
Materials information for piston rod	High alloy steel, non-corrosive

Suuntaventtiilin tekniset tiedot

Solenoid valve
VSVA-B-B52-H-A2-1R2L
 Part number: 534776

FESTO

with central plug, round design M8x1.



Data sheet

Feature	values
Valve function	5/2 bistable
Type of actuation	electrical
Width	18 mm
Standard nominal flow rate	550 l/min
Operating pressure	3 ... 8 bar
Design structure	Piston slide
Protection class	IP65
Authorisation	C-Tick c CSA us (OL) c UL us - Recognized (OL)
Nominal size	5 mm
Exhaust-air function	shuttleable
Sealing principle	soft
Assembly position	Any
Conforms to standard	ISO 15407-1 VDMA 24563
Manual override	Pushing
Type of piloting	Piloted
Pilot air supply	Internal
Flow direction	reversible
Freedom from overlap	Yes
Note on forced dynamisation	Switching frequency at least once a week
Switching position indicator	LED
Flow rate of valve	750 l/min
Flow rate of valve on individual sub-base	550 l/min
Flow rate of pneumatically linked valve	550 l/min
Switching time reversal	10 ms
Operating voltage range DC	21,6 ... 26,4 V
Duty cycle	100%
Max. positive test pulse with logic 0	500 µs
Max. negative test pulse with logic 1	500 µs
Characteristic coil data	24 V DC: low current phase: 1 W, high current phase: 2.4 W
Operating medium	Compressed air in accordance with ISO8573-1:2010 [7:4.4]
Note on operating and pilot medium	Lubricated operation possible (subsequently required for further operation)
CE mark. (see declaration of conformity)	to EU directive for EMC
Corrosion resistance classification CRC	2
Medium temperature	-5 ... 50 °C
Ambient temperature	-5 ... 50 °C
Max. tightening torque, valve mounting	0,9 ... 1,1 Nm
Vibration resistance	Transport application test at severity level 2 in accordance with FN 942017-4 and EN 60068-2-6
Shock resistance	Shock test SG2 to FN/EN
Product weight	140 g

FESTO

Feature	values
Electrical connection	Central plug Round design M8x1 4-pin
Mounting type	On sub-base
Materials note	Conforms to RoHS

Vastusvastaventtiilin tekniset tiedot

One-way flow control valve VFOF-LE-H-G18-Q6

Part number: 1526931

FESTO



Data sheet

Feature	values
Valve function	One-way flow control function for exhaust air
Pneumatic connection, port 1	Q5-6
Pneumatic connection, port 2	G1/8
Type of actuation	manual
Adjusting element	Internal hex
Mounting type	Threaded
Standard nominal flow rate in flow control direction	250 l/min
Standard nominal flow rate in non-return direction	150 ... 260 l/min
Operating pressure	0,2 ... 10 bar
Ambient temperature	-10 ... 60 °C
Materials information, housing	PBT
Assembly position	Any
Ability to swivel	360° / no continuous swivelling permissible
Standard flow rate in direction of flow control: 6 → 0 bar	420 l/min
Standard flow rate in blocked direction: 6 → 0 bar	840 ... 1100 l/min
Operating medium	Compressed air in accordance with ISO8573-1:2010 [7:4-4]
Note on operating and pilot medium	Lubricated operation possible (subsequently required for further operation)
Medium temperature	-10 ... 60 °C
Pilot medium	Compressed air in accordance with ISO8573-1:2010 [7:4-4]
Nominal tightening torque	3 Nm
Tolerance for nominal tightening torque	± 20 %
Permissible actuation moment, regulating screw	1 Nm
Product weight	13,9 g
Materials note	Conforms to RoHS
Materials information for seals	NBR
Material information, hollow bolt	Wrought Aluminium alloy
Materials information for sleeve	Wrought Aluminium alloy
Release ring material data	POM
Regulating screw material data	Brass

Pneumatiikkaputkien tekniset tiedot

AVENTICS®

1

Pneumatic connection technologies ▶ Plastic tubing

Compressed air tubing, Series TU1-S

▶ Ø 3 - 16 mm ▶ working pressure max. at 20 °C: 10 bar ▶ Polyester polyurethane

Ambient temperature min./max.
working pressure max. at 20 °C-30°C / +80°C
10 bar

Material

Polyester polyurethane

Technical Remarks

- External calibrated
- Suitable for *dynamic* laying
- Halogen-free

Diameter external	Wall thickness	Bending radius min. at 20°C	Weight per meter	Color	Length	Part No.			
[mm]	[mm]	[mm]	[kg]		[m]				
3	0.6	8	0.01	Natural	60	1820712069			
				Black		1820712068			
				Red		1820712066			
				Blue		1820712067			
4	0.76	12	0.01	Red	25	1820712020			
			0.01	Green	25	1820712078			
			-	Natural	60	R412014564			
			0.01	Black	60	R412009984			
			0.01	Blue	60	R412009985			
			0.01	Natural	100	1820712007			
			0.01	Black	100	1820712018			
			0.01	Blue	100	1820712036			
			0.01	Yellow	100	R412004860			
			6	0.96	13	0.02	Natural	25	1820712001
0.02	Black	1820712011							
0.02	Blue	1820712031							
0.02	Red	25				1820712022			
6	1.06	18	-	Natural	60	R412014566			
			-	Green	60	R412014565			
			0.02	Black	60	R412009987			
			0.02	Blue	60	R412009988			
			0.02	Natural	100	1820712006			
			0.02	Black	100	1820712019			
			0.02	Blue	100	1820712037			
			0.02	Yellow	100	R412004861			
			8	1.16	30	0.03	Red	25	1820712023
						-	Natural	60	R412014567
0.03	Black	60				R412009989			
0.03	Blue	60				R412009990			
0.03	Natural	100				1820712008			
0.03	Black	100				1820712016			
0.03	Red	100				1820712028			
0.03	Blue	100				1820712038			
0.03	Yellow	100				R412004862			

Part numbers marked in bold are available from the central warehouse in Germany, see the shopping basket for more detailed information
Pneumatics catalog, online PDF, as of 2014-04-10, © Rexroth Pneumatics GmbH, subject to change

Rexroth
Pneumatics

Aikareleen tekniset tiedot

Tekniset tiedot

Syöttöjännite	Tyyppi 814: 24 V AC/DC, 110-240 V AC 50/60 Hz +10 %, -15 % Tyyppi 815: 24 V AC/DC, 220-240 V AC +10 %, -15 %
Tehon kulutus	11 VA 230 V AC:ssa, 3,5 VA 110 V AC:ssa, 1 VA 24 V AC:ssa, 0,5 W 24 V DC:ssa
Ulostulo	Vaihtokosk. 8 A/250 V AC resistiivinen kuorma
Katkaisuteho	Max. 2000 VA/190 W
Min. virta	100 mA
Max. kytkentätaajuus	600 kytk./h täyd.kuormalla
Käyttöikä	50x10 ⁶ kytkentää mekaaninen, 100.000 kytkentää täydellä kuormalla
Aika-alue	0,01 s – 9999 h
Toistotarkkuus	±0,03 %, ± 20 ms
Näytön tarkkuus	± 0,03 % ± 20 ms
Lyhin pulssiaika	50 ms
Nollausaika	50 ms laskennan aikana ja sen jälkeen
Käyttölämpötila	-10 °C...+60 °C (varastointi -30 °C...+70 °C)
Paino	TIMER 814 100 g TIMER 815 140 g
Kotelointiluokka	IP65 (etulevyn)
Eristys	VDE 0110 ja IEC225 ryhmä C:n mukaan
Suojausluokka	UTE C20010-IEC529-DIN40050 IEC255 VDE0435-2021 mukaan EMC IEC255 VDE 0435-2021
Hyväksynnät	UL, CSA

Asetus



Valintanapit

Huom! Releen sivussa, kannen alla oleva liukukytkin lukitsee ohjelmoinnin, vain ajanasetus etulevystä mahdollinen. Kytkin liittimien puoleisessa reunassa = lukittuna.



Asetus:

Paina samanaikaisesti VALID ja MODE nappeja.

Aika-alue

Valintanapin avulla valitaan oikea aika-alue.

Ylös/Alas

Valintanapin avulla valitaan ylös- tai alaslaskenta.

Toiminta

Valintanapin avulla valitaan ajankohtainen aikatoiminto.

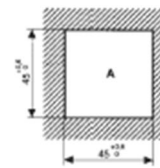
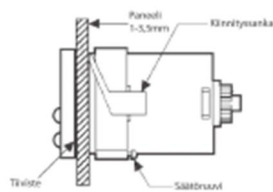
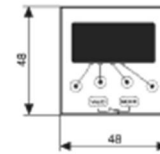
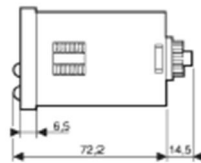
Ajastimelle 815 toiminnossa AMAM voidaan valita

LOCK: Yes= ajanlaskentaa ei voi nollata etulevystä

No= voidaan nollata.

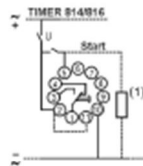
Kun asetukset on valmiina, paina VALID = asetukset hyväksytty

Mitat

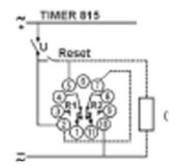


Reiitys 45x45

Kytkeä



24 V. 2-11 kytkentää yhtein (88857105).
(1) Kuorma voidaan kytkää rinnan releen kanssa.



24 V. 2-7 kytkentää yhtein (88857301)
(1) Kuorma voidaan kytkää rinnan releen kanssa.

Tilausnumerot

Tilausnumero	Kuvaus	Jännite	Asennus
88857105	Timer 814	24 VAC/DC, 110-240 VAC	Eulevy, 11-nap.
88857301	Timer 815	24 VAC/DC, 220-240 VAC	Eulevy, 11-nap.
AZ511	Relekanta paneeliasennukseen		

Oikosulkumoottorin tekniset tiedot



Moottori /

Transtecno 1-/3-vaiheiset oikosulkumoottorit



- 4-napainen
- IP55
- CE hyväksyty

Toiminta

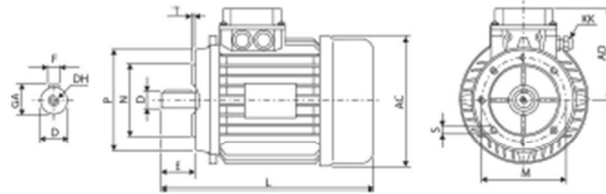
1/3-vaiheisia jäähdytysliivellä varustettuja moottoreita 4-napaisella käämityksellä. Suojausluokka IP55 ja eristysluokka F. Moottorit saatavana joko B5- tai B14-asennuslaipalla. Moottorit ovat IEC-mitoituksen mukaisia.

Tekniset tiedot

Tyyppi	Teho W	Jännite V AC	Kierrosliku RPM	Momentti Nm	Paino kg
TS5624	90 W	3x230/400	1330	0,65	3,4
TS6324	180 W	3x230/400	1340	1,28	4,5
TS7114	250 W	3x230/400	1345	1,77	5,4
TS7124	370 W	3x230/400	1340	2,64	6,1
MY5624	90 W	1x230	1340	0,62	3,4
MY6324	180 W	1x230	1360	1,26	4,5
MY7124	370 W	1x230	1370	2,60	7,0

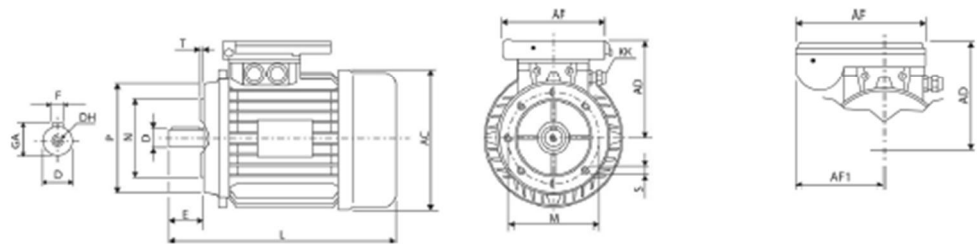
Mitat

3-vaiheinen 230/400 V



IEC	AC	AD	Dj6	DH	E	F	GA	KK	L	M	Nj6	P	S	T
56	110	96	9	M4x12	20	3	10,2	2-M18x1,5	189	65	50	80	M5	3
63	122	99	11	M4x12	23	4	12,5	2-M18x1,5	213	75	60	90	M5	3
71	138	109	14	M5x12	30	5	16	2-M18x1,5	250	85	70	105	M6	3,5

1-vaiheinen moottori 230 V



IEC	AC	AD	AF	AF1	Dj6	DH	E	F	KK	L	M	Nj6	P	S	T	GA
56	110	90	124	84	9	M4x12	20	3	2-M18x1,5	192	65	50	80	M5	3	10,2
63	121	90	124	84	11	M4x12	23	4	2-M18x1,5	214	75	60	90	M5	3	12,5
71	138	110	128	84	14	M5x12	30	5	2-M18x1,5	250	85	70	105	M6	3,5	16

Kierukkavaihte WM26

Kierukkavaihte holkkiakselilla WM26



Toiminta

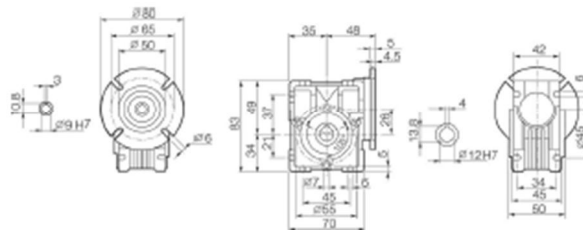
Kierukkavaihte pronssisella holkkiakselilla. Hammaspyörä karkaistua terästä. Vaihteen runko alumiinia.
Sovitus B14-laipalla (IEC56) MS- ja MY-sarjan moottoreihin.

Tekniset tiedot

Välityssuhde	5:1	10:1	15:1	20:1	30:1	40:1	50:1	60:1
Hyötysuhde	85 %	81 %	76 %	72 %	63 %	58 %	53 %	50 %
Max. momentti	9 Nm	10 Nm	10 Nm	10 Nm	11 Nm	11 Nm	10 Nm	9 Nm

Mitat

Paino 0,8 kg 56B14 laipalla



Kierukkavaihte CM030

Kierukkavaihte holkkiakselilla CM030



Toiminta

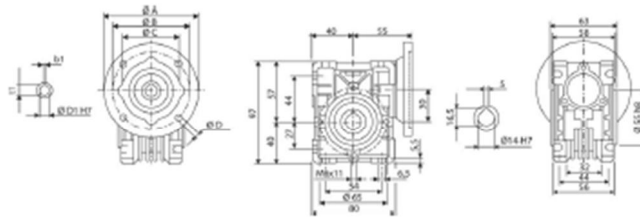
Kierukkavaihte pronssisella holkkiakselilla. Hammaspyörä karkaistua terästä. Vaihteen runko alumiinia. Sovitus B14- tai B5-laipalla (IEC56) MS- ja MY-sarjan moottoreihin.

Tekniset tiedot

Välitysuhde	7.5:1	10:1	15:1	20:1	25:1	30:1	40:1	50:1	60:1	80:1
Hytösuhde	83 %	82 %	77 %	73 %	68 %	66 %	59 %	55 %	52 %	45 %
Max. momentti	17 Nm	17 Nm	18 Nm	18 Nm	20 Nm	20 Nm	19 Nm	18 Nm	18 Nm	14 Nm

Mitat

Paino 1,2 kg



Laippa	A	B	C	D	D1	t1	b1
56B14	80	65	50	6	9	10,8	3
63B14	90	75	60	6	11	12,8	4

Tilausnumerot

Tilausnumero	Kuvaus
TS5624-B14	4-napainen oikosulkumoottori, 56B14
TS6324-B14	4-napainen oikosulkumoottori, 63B14
TS7114-B14	4-napainen oikosulkumoottori, 71B14
TS7124-B14	4-napainen oikosulkumoottori, 71B14
MY5624-B14	4-napainen oikosulkumoottori, 56B14
MY6324-B14	4-napainen oikosulkumoottori, 63B14
MY7124-B14	4-napainen oikosulkumoottori, 71B14
WM265U	Kierukkavaihde holkkiakselilla 5:1 56B14-lalppa
WM2610U	Kierukkavaihde holkkiakselilla 10:1 56B14-lalppa
WM2615U	Kierukkavaihde holkkiakselilla 15:1 56B14-lalppa
WM2620U	Kierukkavaihde holkkiakselilla 20:1 56B14-lalppa
WM2630U	Kierukkavaihde holkkiakselilla 30:1 56B14-lalppa
WM2640U	Kierukkavaihde holkkiakselilla 40:1 56B14-lalppa
WM2650U	Kierukkavaihde holkkiakselilla 50:1 56B14-lalppa
WM2660U	Kierukkavaihde holkkiakselilla 60:1 56B14-lalppa
CM807.5U-56B14	Kierukkavaihde holkkiakselilla 7.5:1 56B14-lalppa
CM807.5U-63B14	Kierukkavaihde holkkiakselilla 7.5:1 63B14-lalppa
CM8010U-56B14	Kierukkavaihde holkkiakselilla 10:1 56B14-lalppa
CM8010U-63B14	Kierukkavaihde holkkiakselilla 10:1 63B14-lalppa
CM8015U-56B14	Kierukkavaihde holkkiakselilla 15:1 56B14-lalppa
CM8015U-63B14	Kierukkavaihde holkkiakselilla 15:1 63B14-lalppa
CM8020U-56B14	Kierukkavaihde holkkiakselilla 20:1 56B14-lalppa
CM8020U-63B14	Kierukkavaihde holkkiakselilla 20:1 63B14-lalppa
CM8025U-56B14	Kierukkavaihde holkkiakselilla 25:1 56B14-lalppa
CM8025U-63B14	Kierukkavaihde holkkiakselilla 25:1 63B14-lalppa
CM8030U-56B14	Kierukkavaihde holkkiakselilla 30:1 56B14-lalppa
CM8030U-63B14	Kierukkavaihde holkkiakselilla 30:1 63B14-lalppa
CM8040U-56B14	Kierukkavaihde holkkiakselilla 40:1 56B14-lalppa
CM8040U-63B14	Kierukkavaihde holkkiakselilla 40:1 63B14-lalppa
CM8050U-56B14	Kierukkavaihde holkkiakselilla 50:1 56B14-lalppa
CM8050U-63B14	Kierukkavaihde holkkiakselilla 50:1 63B14-lalppa
CM8060U-56B14	Kierukkavaihde holkkiakselilla 60:1 56B14-lalppa
CM8080U-56B14	Kierukkavaihde holkkiakselilla 80:1 56B14-lalppa

Taajuusmuuttajan tekniset tiedot

ABB micro drives ACS150, 0.37 to 4 kW/0.5 to 5 hp

ABB micro drives are designed to be incorporated into a wide variety of machines such as mixers, conveyors, fans or pumps or anywhere where a fixed speed motor needs to run at variable speed.



The ACS150 drives have an integrated user panel and potentiometer, and a variety of features such as macros, which are pre-defined I/O configurations like 3-wire, PID-control and motor potentiometer macro. In addition, the drives offer extensive range of parameters that help obtaining the best performance out of the application.

FlashDrop, an optional drive configuration tool designed for volume configuration, can be used to quickly and easily configure unpowered drives. FlashDrop stores up to 20 different drive parameter sets and can copy parameters from one drive to another, or between a PC and a drive.

Highlights

- Worldwide availability through logistical distributors
- User-friendly LCD user panel and integrated potentiometer
- Flexible mounting alternatives
- PID control
- Integrated EMC filter
- Built-in brake chopper
- FlashDrop tool for fast drive commissioning

Voltage and power range

- 1-phase, 200 to 240 V $\pm 10\%$
0.37 to 2.2 kW (0.5 to 3 hp)
- 3-phase, 200 to 240 V $\pm 10\%$
0.37 to 2.2 kW (0.5 to 3 hp)
- 3-phase, 380 to 480 V $\pm 10\%$
0.37 to 4 kW (0.5 to 5 hp)

Options

- FlashDrop tool
- Input/output chokes
- C2 EMC filters
- NEMA 1 enclosure kit

Applications

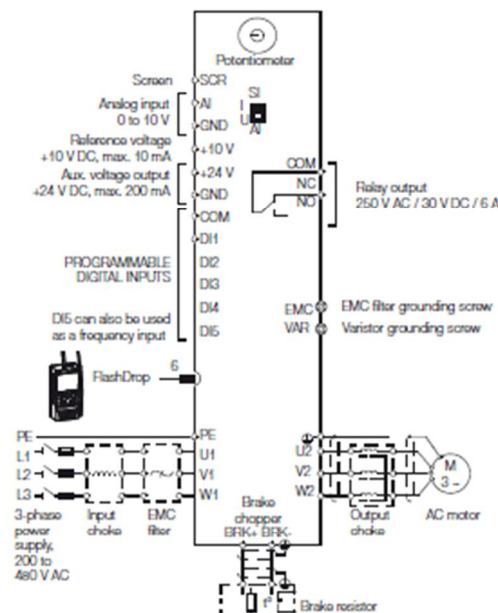
- Conveyors
- Mixers
- Material handling
- Fans and pumps

Technical data and types

Ratings		Type designation	Frame size	IP20 UL open	NEMA 1	
I_n	I_m		size	H2	W	D
kW	hp		mm	mm	mm	mm
1-phase AC supply, 200 - 240 V units						
0.37	0.5	12.4	ACS150-01X-02A4-2	R0	202	70
0.75	1	4.7	ACS150-01X-04A7-2	R1	202	70
1.1	1.5	6.7	ACS150-01X-06A7-2	R1	202	70
1.5	2	7.5	ACS150-01X-07A5-2	R2	202	105
2.2	3	9.8	ACS150-01X-09A5-2	R2	202	105
3-phase AC supply, 200 - 240 V units						
0.37	0.5	12.4	ACS150-03X-02A4-2	R0	202	70
0.75	1	4.7	ACS150-03X-04A7-2	R1	202	70
1.1	1.5	6.7	ACS150-03X-06A7-2	R1	202	70
1.5	2	7.5	ACS150-03X-07A5-2	R1	202	70
2.2	3	9.8	ACS150-03X-09A5-2	R2	202	105
3-phase AC supply, 380 - 480 V units						
0.37	0.5	12.4	ACS150-03X-01A2-4	R0	202	70
0.75	1	4.7	ACS150-03X-01A2-4	R0	202	70
1.1	1.5	6.7	ACS150-03X-01A2-4	R1	202	70
1.5	2	7.5	ACS150-03X-01A2-4	R1	202	70
2.2	3	9.8	ACS150-03X-01A2-4	R1	202	70

X within the type code stands for E or U.
 E = EMC filter connected, U = EMC filter disconnected.
 H2 = Height with fastenings but without clamping plate.
 H5 = Height with fastenings, NEMA 1 connection box and hood.
 W = Width
 D = Depth

Control connections



Mains connection	
Voltage and power range	1-phase, 200 to 240 V ±10% 0.37 to 2.2 kW (0.5 to 3 hp) 3-phase, 200 to 240 V ±10% 0.37 to 2.2 kW (0.5 to 3 hp) 3-phase, 380 to 480 V ±10% 0.37 to 4 kW (0.5 to 5 hp)
Frequency	48 to 63 Hz
Motor connection	
Voltage	3-phase, from 0 to U_{nom}
Frequency	0 to 500 Hz
Overload capability (at a max. ambient temperature of 40 °C)	At heavy duty use 1.5 x I_{n} for 1 minute every 10 minutes At start 1.8 x I_{n} for 2 s
Switching frequency	
Default	4 kHz
Selectable	4 to 16 kHz with 4 kHz steps with derating Parameter-enabled noise cancellation function
Acceleration time	0.1 to 18.00 s
Deceleration time	0.1 to 18.00 s
Braking	Built-in brake chopper as standard
Auxiliary voltage	24 V DC ±10%, max. 200 mA
Motor control method	Scalar U/f
Product compliance	
UL, cUL, CE, C-Tick and GOST R approvals, RoHS compliant	
Environmental limits	
Degree of protection	IP20 / Optional NEMA 1 enclosure
Ambient temperature	-10 to 40 °C (14 to 104 °F), no frost allowed, 50 °C (122 °F) with 10% derating
Relative humidity	Lower than 95% (without condensation)

For more details see ACS150 catalog (3AFE68596114).

For more information please contact your local ABB representative or visit:

www.abb.com/drives
www.abb.com/drivespartners

© Copyright 2013 ABB. All rights reserved. Specifications subject to change without notice.

Power and productivity
 for a better world™

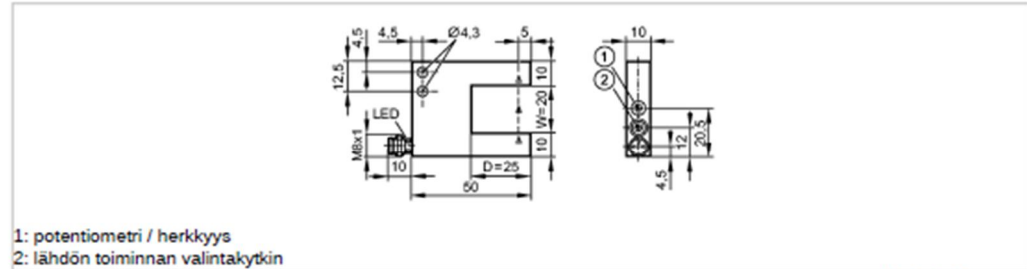


Haarukka-anturin tekniset tiedot

efector200**OPU201**

OPU-FPKG/AS

Optoelektroniset anturit



Made in Germany

Tuotteen ominaisuudet

Optinen haarukka-anturi

Pistokeliitäntä

Sähköiset tiedot

Sähköinen rakenne	DC PNP
Käyttöjännite [V]	10...35 DC
Virrankulutus [mA]	< 30
Valolaji	punainen valo 660 nm
Suojausluokka	III
Napaisuussuojaus	kyllä

Lähdöt

Lähtö	kirkas / pimeä kytkentä valittavissa
Jännitehäviö [V]	< 2,8
Kuormitettavuus [mA]	200
Oikosulkusuojaus	tahdistettu
Ylikuormitussuojaus	kyllä
Kytentätaajuus [Hz]	4000

Valvonta-alue

Pienin tunnistettava kohde [Ø in mm]	0,4
--------------------------------------	-----

Käyttöolosuhteet

Ympäristölämpötila [°C]	-25...60
Suojausluokka	IP 67

Hyväksynyt / testit

EMC	EN 60947-5-2
MTTF [vuotta]	570

Mekaaniset tiedot

Haarukan syvyys D [mm]	25
Haarukan leveys W [mm]	20
Kotelomateriaali	kotelo: sinkkipainevalu mustaksi eloksoitu
Paino [kg]	0,07

Näyttöyksiköt

Tilanositus LED	keltainen
-----------------	-----------

sähköinen liitäntä

Liitäntä	M8 pistokeliitäntä
----------	--------------------

Kytentä

efector200**OPU201**
OPU-FPKG/AS

Optoelektroniset anturit

**Huomautuksia**

Pakkausyksikkö

[kpl]

1

ifm electronic gmbh • Friedrichstraße 1 • 45128 Essen — Pidätämme oikeuden teknisiin muutoksiin ilman erillistä ilmoitusta. — FI — OPU201 — 16.02.2009

Logiikan tekniset tiedot



Compact & cost-effective

The CP1E delivers an exceptional solution for automating small and compact machines, and is part of Omron's Lean Automation concept.

Lean Automation fits into stand-alone machines or modules within a larger machine.

Its merit lies in its simplicity, compactness and economically attractive solutions.

Know one ... know them all

Since the CP1E series shares the same architecture as all Omron's PLCs - but with a smaller yet powerful instruction set - programs are compatible across platforms and allow for easy upward migration.

E-type

Program capacity : 2 Ksteps
DM Area capacity : 2 Kwords
Timers/Counters : 256 each

High-speed counters :
10 kHz x 6 Inputs



Peripheral USB port
Analog adjusters : 2 adjusters

N-type

Program capacity : 8 Ksteps
DM Area capacity : 8 Kwords
Timers/Counters : 256 each

High-speed counters :
100 kHz x 2 Inputs and
10 kHz x 4 Inputs



Option Battery

Peripheral USB port

Serial Option port : 1 port¹

Pulse outputs : 100kHz x 2 outputs²

Serial communications port : RS-232C

¹ : Models with 30 or 40 I/O points.

² : Models with transistor outputs.

Analog adjusters :
2 adjusters

E-type CPE CPU Units (Basic Models)

Product Name	Specifications						Model
	Power supply	Inputs	Outputs	Output type	Program Capacity	Data memory capacity	
E-type with 20 I/O Points	100 to 240 VAC	12	8	Relay	2K steps	2K words	CPE-E200R-A
E-type with 30 I/O Points		18	12	Relay			CPE-E300R-A
E-type with 40 I/O Points		24	16	Relay			CPE-E400R-A

N-type CPE CPU Units (Application Models)

Product Name	Specifications						Model
	Power supply	Inputs	Outputs	Output type	Program Capacity	Data memory capacity	
N-type with 20 I/O Points	100 to 240 VAC	12 Digital + 2 Analog*	8 Digital + 1 Analog*	Relay	8K steps	8K words	CPE-N200R-A
				Transistor (sinking)			CPE-N200T-A
		Transistor (sourcing)	CPE-N200S-A				
	24 VDC	12	8	Relay			CPE-N200R-D
				Transistor (sinking)			CPE-N200T-D
		Transistor (sourcing)	CPE-N200S-D				
N-type with 30 I/O Points	100 to 240 VAC	18	12	Relay	8K steps	8K words	CPE-N300R-A
				Transistor (sinking)			CPE-N300T-A
				Transistor (sourcing)			CPE-N300S-A
	24 VDC	18	12	Relay			CPE-N300R-D
				Transistor (sinking)			CPE-N300T-D
				Transistor (sourcing)			CPE-N300S-D
N-type with 40 I/O Points	100 to 240 VAC	24	16	Relay	8K steps	8K words	CPE-N400R-A
				Transistor (sinking)			CPE-N400T-A
				Transistor (sourcing)			CPE-N400S-A
	24 VDC	24	16	Relay			CPE-N400R-D
				Transistor (sinking)			CPE-N400T-D
				Transistor (sourcing)			CPE-N400S-D
Battery Set	For N-type CPE CPU Units Note: Mount a Battery to an N-type CPE CPU Unit if the data in the following areas must be backed up for power interruptions: DM Area (D) (except backed up words in the DM Area), Holding Area (H), Counter Completion Flags (C), Counter Present Values (V), Auxiliary Area (A), and Clock Function. (Use batteries within two years of manufacture.)						CPW-BAT01

Note: There are no accessories included with N-type CPE CPU units. RS-232C connectors for the built-in RS-232C port and the battery (CPW-BAT01) are not included.
*Note: CPE-N-A model available early 2010.

Logiikkaohjelmiston tekniset tiedot

OMRON

PLC Programming CX-Programmer

Reduce application development and testing time and increase machine functionality with CX-Programmer.

Programming software for SYSMAC CS, CJ, C, and CVM1/CV series PLC ladder programs

CX-Programmer provides one common PLC software platform for all types of Omron PLC controllers – from micro PLC's up to Duplex processor systems. It allows easy conversion and re-use of PLC code between different PLC types, and the full re-use of control programs created by older generation PLC programming software.

Many powerful documentation features are available to clearly document the intended use and operation of the control code can be stored inside the PLC. An advanced 'project comparison' function is included to allow in-detail comparison between the PLC project and the PC project.

Easy integration with other Omron software products allows sharing of Tag comments to reduce mistakes, reduce development time and increase ease of use.

Maintenance features allow easy searching of contacts and coils with a single click, thereby allowing fast identification of the cause of machine or line stoppages while monitoring, display, and debugging functions reduce engineering time and implementation costs.

Advanced data trace and time chart monitoring reduces maintenance and troubleshooting time. This can then be used to either fine-tune the performance of the machine, or reduce and optimize the cycle time of the machine.

Powerful, Easy-to-use Functions

Powerful, Easy-to-use Ladder Editor

The ladder create, search, and jump operations can be executed with a single keystroke for efficient programming and debugging. Also, the various comment functions make ladder programs much easier to read and search.

- Program with single key inputs. No mouse required.
- Use the cross reference popup function to check a bit or output's ON/OFF status in real time.
- When the program is input, the software automatically performs a circuit check and output-duplication check to prevent input mistakes.
- With one keystroke, jump to a desired location in the program from the search results or program check results displayed in the output window.
- Input various comments (such as rung comments, I/O comments, and circuit comments) to make the program easier to read and search.



Cross reference popup
Displays the real-time status of the bit or output at the cursor location. It is also possible to jump to the displayed location.



Output duplication check
An output-duplication check is performed automatically when the program is input. Relevant locations are listed and it is possible to jump to those locations.

Rung comment list
The rung comment jump function makes the program easier to search.

Circuit comment, circuit comment list
Circuit comments can be displayed or hidden. Comments attached as notes can be checked when necessary.

I/O comments
It is possible to display/hide the I/O comments and set attributes such as the number of displayed lines.

Rung comment list/jump
Program contents can be checked in a list like a table of contents. It is possible to jump to a listed location.

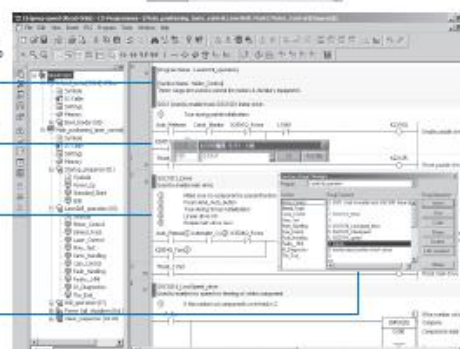
Displaying Comments at the Cursor Position

The symbol comment at the cursor position and corresponding address are displayed at the bottom of Ladder View to improve program legibility.



Switching between Multiple Comments

Multiple symbol comments (up to 16) can be registered for a single address. This function enables different comments for a single program—for designing, factory, each engineer, or each language—and makes the program easier to understand for the corresponding purpose.



Logiikkaohjelma

The screenshot shows the SIMATIC Manager interface with a variable declaration table. The table lists various variables, their data types, addresses, and comments. The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Insert, PLC, Program, Simulation, Tools, Window, Help), a toolbar, and a project tree on the left.

Name	Data Type	Address / Value	Rack Locati...	Usage	Comment
· AskOhjK6	BOOL	N/A [Auto]			
· CNT	BOOL	N/A [Auto]			
· a0rajakytkin	BOOL	0.00			A-sylinterin 0-asennon rajakytkin ...
· a1rajakytkin	BOOL	0.01			A-sylinterin 1-asennon rajakytkin ...
· Tunnistin_Anturi	BOOL	0.02			Vaappulankun tunnistus anturi
· Start_Kytkin	BOOL	0.03			Työkierion käynnistyskytkin Start
· HPKytkin	BOOL	1.00			HätäPysäytys-kytkin
· HPVapaaKytkin	BOOL	1.01			HätäPysäytyksen Vapautuskytkin
· Stop_Kytkin	BOOL	1.03			Työkierion pysäytyskytkin Stop
· MAN_Kytkin	BOOL	1.11			MAN(=yksittäisaskellus)-käyttö
· LOhjSylA1Y1	BOOL	10.00			Lähtöohjaus kelalle Y1 (A-sylinteri...
· LOhjSylA0Y2	BOOL	10.01			Lähtöohjaus kelalle Y2 (A-sylinteri...
· LOhjMoottori	BOOL	10.02			Moottorin lähtöohjaus
· LOhjHPVapaa	BOOL	11.01			Lähtöohjaus kelalle HPVapaa (Hät...
· LOhjHP	BOOL	11.02			Lähtöohjaus hätäpysäytykselle
· ApuMHätäPysVapa	BOOL	20.02			Apumuisti 20.02 HPV HätäPysäyty...
· ApuMHätäPys	BOOL	20.06			Apumuisti 20.06 Hätäpysäytys
· StartPulssi	BOOL	30.01			Käynnistys/yksittäisaskelluksen p...
· ApumStartPulssi	BOOL	30.02			Käynnistys/yksittäisaskellus pulssi...
· ApumAskKetjVap	BOOL	30.03			Askelketjun vapautuksen apumuisti
· ApumLähtöVapautus	BOOL	30.04			Lähtökäskyjen vapautuksen apum...
· KellotusPulssi	BOOL	30.05			Kellotuspulssin apumuisti
· KelPulsKat	BOOL	30.06			Kellotuspulssin katkaisun apumuisti
· ApumAutoLopetus	BOOL	30.07			Automaattikäytön lopetuksen ap...
· ApumAutoKäyttö	BOOL	30.08			Automaattikäytön apumuisti
· Laskuri	BOOL	CNT003			Laskuri kastettavien lautojen määr...
Askelketju	CHANNEL	HR0			Askelketjun apumuistikana HR00
· Askel1OhjK1	BOOL	HR0.01			Sekvenssin askeleen nro 1 apumui...
· Askel2OhjK2	BOOL	HR0.02			Sekvenssin askeleen nro 2 apumui...
· Askel3OhjK3	BOOL	HR0.03			Sekvenssin askeleen nro 3 apumui...
· Askel4OhjK4	BOOL	HR0.04			Sekvenssin askeleen nro 4 apumui...
· Askel5OhjK5	BOOL	HR0.05			Sekvenssin askeleen nro 5 apumui...
· Askel6OhjK6	BOOL	HR0.06			Sekvenssin askeleen nro 6 apumui...
· Askel7OhjK7	BOOL	HR0.07			Sekvenssin askeleen nro 7 apumui...
· Askel8OhjK8	BOOL	HR0.08			Sekvenssin askeleen nro 8 apumui...
· Askel9OhjK9	BOOL	HR0.09			Sekvenssin askeleen nro 9 apumui...
· Askel10OhjK10	BOOL	HR0.10			Sekvenssin askeleen nro 10 apum...
· Askel11OhjK11	BOOL	HR0.11			Sekvenssin askeleen nro 11 apum...
· AskKetjValmis	BOOL	HR0.12			Askelketju valmis; nollataan siirtor...
· Pito_ajastin	BOOL	TIM001			Vaappujen kaston pituuden ajastin
· Kuivumisen_ajastin	BOOL	TIM002			Vaappujen kuivattamisen ajastin

Lakkautusautomaatti - CX-Programmer - [TuotantoAutomPLC1.Vaapun_lakkautusautomaatti.Toimintaehdot [Diagram]]

File Edit View Insert PLC Program Simulation Tools Window Help

Opinnäytetyö

- TuotantoAutomPLC1[CPM2*-S*] Offline
 - Symbols
 - Settings
 - Expansion Instructions
 - Memory
 - Programs
 - Vaapun_lakkautusautomaatti
 - Symbols
 - Toimintaehdot
 - Askelohjaukset
 - Lähtöohjaukset
 - Loppu

(Program Name : Vaapun_lakkautusautomaatti)
 (Section Name : Toimintaehdot)

0 HätäPysäytys

HätäPysäytys... KEEPR(Y) Keep
 HätäPysäytys... RuumiAutOKA... 20.02 Bit
 HätäPysäytys... RuumiAutOKA... 20.02 Bit

1 Käynnistys

Stop_Ky... ApuKäynnistys... Lopetus... DIFU(1) Differentiate Up
 Työkieron_käy... Käynnistys... 20.02 ONT(00) Käynnistys/työkieron alku (One Shot) automaatti
 Askelohjaukset... RuumiAutOKA... 20.02 Bit
 HätäPysäytys... RuumiAutOKA... 20.02 Bit

2 Laskes pro ajastin

Askelohjaukset... RuumiAutOKA... 20.02 Bit
 Työkieron_käy... RuumiAutOKA... 20.02 Bit
 Belvenään as... TIM 100ms Timer (Timer) (BOC Type)
 001 Vaapun kasson otuuden ajastin
 Timer number
 Set value #20

3 Lakan loputtamisen ajastin

Askelohjaukset... RuumiAutOKA... 20.02 Bit
 Työkieron_käy... RuumiAutOKA... 20.02 Bit
 Belvenään as... TIM 100ms Timer (Timer) (BOC Type)
 002 Vaapun kuvättamisen ajastin
 Timer number
 Set value #20

4 Laskuri, jolla säätetään kassojen määrä

Tunnistin_Ant... DNT Counter
 Vääpöntien... 003 Laskuri laatuunien lautojen määrälle
 Counter number
 Askelohjaukset... RuumiAutOKA... 20.02 Bit
 Askelohjaukset... RuumiAutOKA... 20.02 Bit
 Set value #10

5 Automaattikäynnin

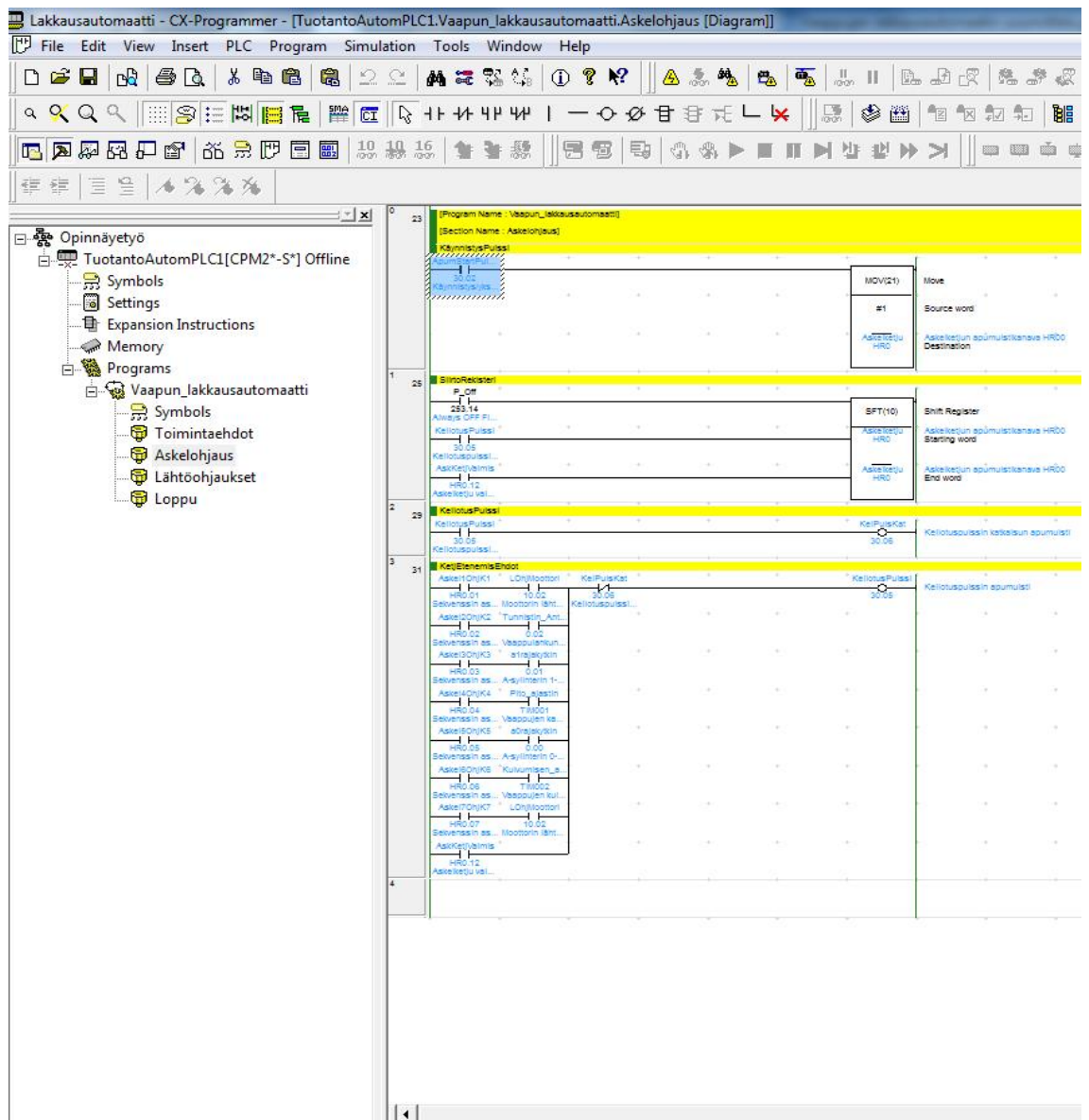
RuumiAutOKA... KEEPR(Y) Keep
 Käynnistys/työkieron alku... RuumiAutOKA... 20.02 Bit
 Automaattikäynnin lopetus... RuumiAutOKA... 20.02 Bit

6 Automaattikäynnin lopetus

RuumiAutOKA... Stop_Ky... KEEPR(Y) Keep
 Automaattikäynnin lopetus... RuumiAutOKA... 20.02 Bit
 Työkieron alku... RuumiAutOKA... 20.02 Bit
 Automaattikäynnin lopetus... RuumiAutOKA... 20.02 Bit

7

Project / Name: Address or Value:



Lakkautusautomaatti - CX-Programmer - [TuotantoAutomPLC1.Vaapun_lakkautusautomaatti.Lähtöohjaukset [Diagram]]

File Edit View Insert PLC Program Simulation Tools Window Help

[Program Name : Vaapun_lakkautusautomaatti]
[Section Name : Lähtöohjaukset]

HätäPysVapLähtöOhjaus

56

LOhHPVapaa 11.01
Lähtöohjaus kalalle HPVapaa (HätäPysäytyksen Vapautus)

1

A1-liikkeen lähtöohjaus

57

AskelSchK3 10.00
HRO.03
Sekvenssin a...
Lähtöohjaus kalalle Y1 (A-syInterin A1-liike)

2

A0-liikkeen lähtöohjaus

58

AskelSchK5 10.01
HRO.05
Sekvenssin a...
Lähtöohjaus kalalle Y2 (A-syInterin A0-liike)

3

Moottorin lähtöohjaus

61

AskelSchK1 10.02
HRO.01
Sekvenssin a...
Moottorin lähtöohjaus

4

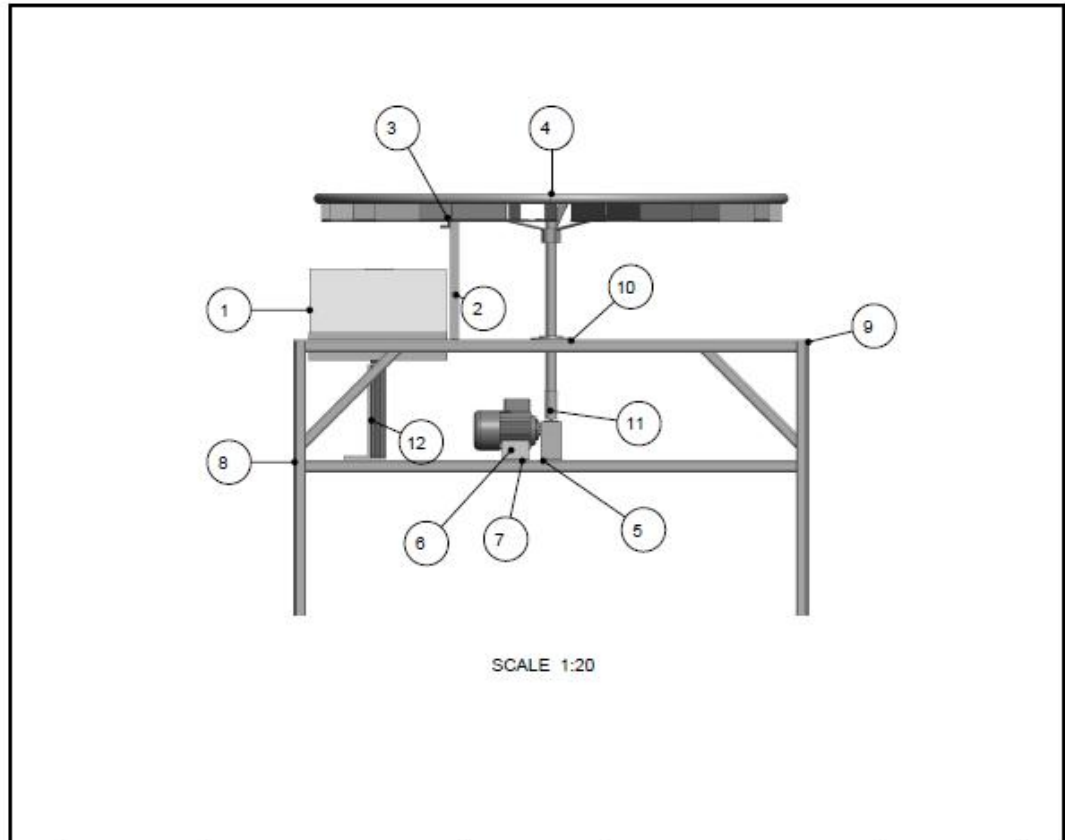
Project

Local Name: ApuM.HätäPysVapa Address or Value: 20.02 Comment: Apu

Kustannusarvio

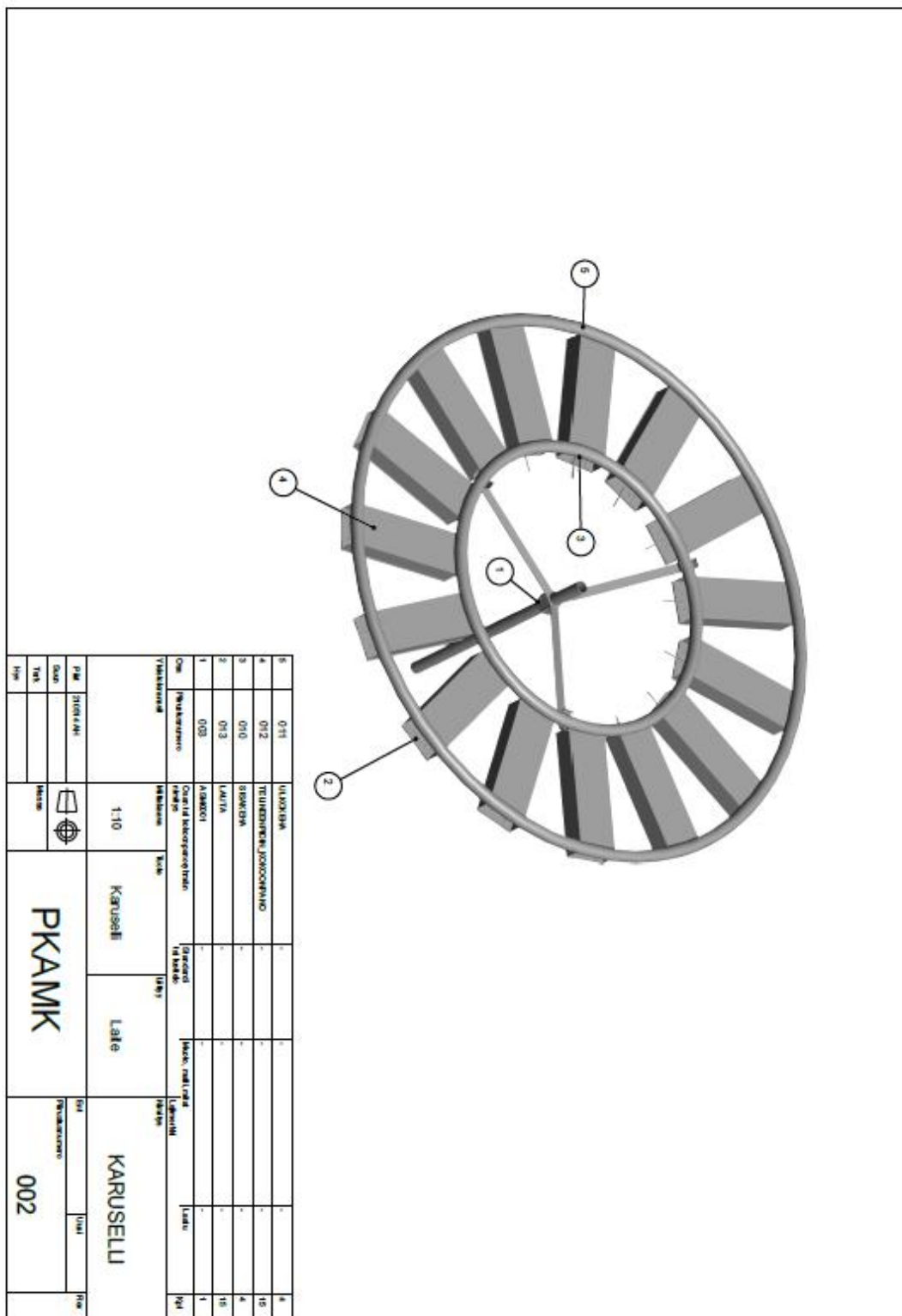
	Kustannusarvio				
Rungon materiaali	Hinta	Hinta-arvio (Oma)	Määrä	Myyjä	Tilaukoodi
Putki 40x2 S235	3,7e / metri	3,7e / metri	3 metriä	Riihon teräsvälitys Oy	DIN 2394
Teräslevy	Kysyttävä	16e/levy	1000mm x 2000mm x 1	Kuusankoski Oy	DC 01 AM
Alumiinilevy EN AW 1050A	Kysyttävä	25e/levy	500mm x 500mm	Al-men	
Lattatanko S235 1,57 kg/m	1,35 €/kg	1,35 €/kg	3 metriä	Riihon teräsvälitys Oy	S235 JRG2
Pyörötanko S235 12,5 kg/m	1,7 €/kg	1,7 €/kg	metri	Riihon teräsvälitys Oy	S235 JRG2
Kuusiotanko	Ei tietoa	10e/m	50 mm	Ei tietoa	
Ohjauskomponentit	Hinta		Määrä	Myyjä	Tilaukoodi
Guide cylinder DFM-40- -B	Kysyttävä	300 e	1 kpl	Festo	532319
5/2- suuntaventtiili	Kysyttävä	13 e	1 kpl	Hydrauliikka kauppa	5122/5124-3 24DC KELA
Vastusvastaventtiili	Kysyttävä	30e/kpl	2 kpl	Festo	1526931
3/2 suuntaventtiili, sähköohjattu jousipalautus	Kysyttävä	50 e	1 kpl	Hydrauliikka kauppa	5122-45-3-24DC
Haarukka-anturi	Kysyttävä	60e	1 kpl	IFM	OPU201
Reed-rele	Kysyttävä	5e/ kpl	2 kpl	Festo	551364
Logiikka	Hinta		Määrä	Myyjä	Tilaukoodi
CP1E PLC	Kysyttävä	200e	1 kpl	Omron	Kysyttävä
CX-programmer ohjelmisto	Kysyttävä	50e	1 kpl	Omron	Kysyttävä
Tietokone ohjelmiston vaatimuksille					
Sekvenssi	Hinta		Määrä	Myyjä	Tilaukoodi
Crouzet Timer 815 sarjan aikarele	Kysyttävä	100e/kpl	2 kpl	OEM automatic	88857301
Käänteisesti laskeva laskuri, kosketin normaalisti sul	Ei tietoa	100e/kpl	1 kpl	Ei tietoa	Ei tietoa
Kontaktori, apukoskettimella		20e/kpl	2 kpl		
Voimansiirto	Hinta		Määrä	Myyjä	Tilaukoodi
Transtechno oikosulku moottori kierukkavaihteella	Kysyttävä	200e	1 kpl	OEM automatic	TS7114
Kierukkavaihte CM030	Kysyttävä	200e	1 kpl	OEM automatic	CM3020U-56B14
Laakeriyksikkö FYK 40 TF	Kysyttävä	50e	1 kpl	SKF	Kysyttävä
Taajuusmuuttaja ACS 150	Kysyttävä	150e	1 kpl	ABB	Kysyttävä
Muut komponentit Hankittava tarpeen mukaisesti	Hinta	Hinta-arvio (Oma)			
Sähköjohdot					
Letkut					
Ohjauskaappi					
Painonapit					
Liittimet					
Yms.					
Yhteensä		200e			
Hinta-arvio yhteensä	Kilpailutettava				
Logiikka versio		noin 1650 €			
Sekvenssi versio		noin 1700 €			
Hinta-arvio on oma arviomme eikä ole tarkka					

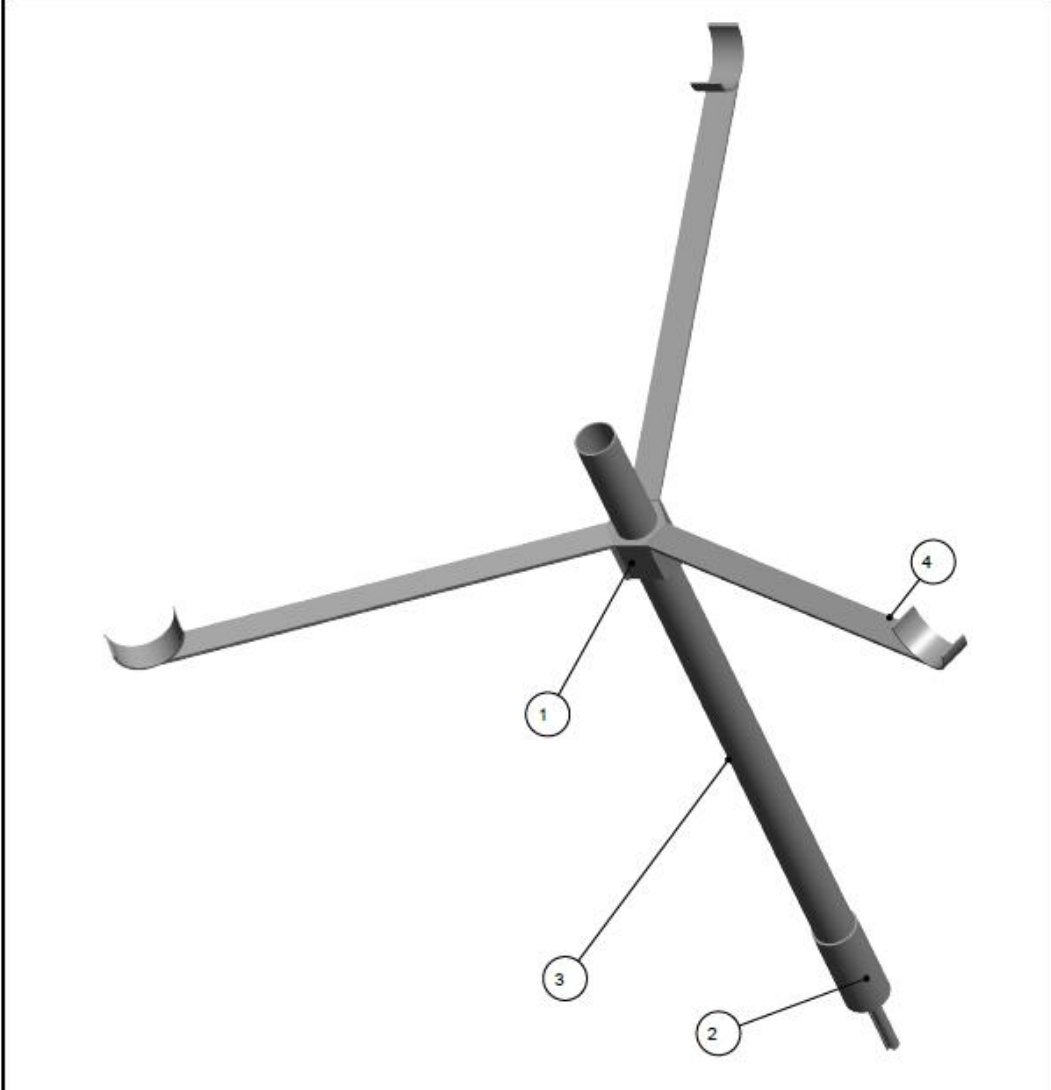
Lakkauslaitteen kokoonpano- ja valmistuskuvat




SCALE 1:20

12	009	SYLINTERI_JA_ALTAANKANNATIN				1	
11	008	PUTKI_SOVITE				1	
10		PRT0003 Laakeri_SKF_FYK40TF				1	
9		POYTA				1	
8		POYDAN_ALALEVY				1	
7		MOOTTORINTUKI				2	
6		MOOTTORI_KIERUKKAVAIHDE				1	
5		KIERUKKAVAIHTEEN_TUKI				2	
4	004	KARUSELLI				1	
3		ASM0005 Anturi_OPU201				1	
2		ANTURIN_PIDIN				1	
1	007	ALLAS				1	
Osa	Piirustusnumero	Osan tai kokoonpanoryhmän nimi	Standardi tai luettelo	Muoto, malli, mitat	Laatu	Kpi	
Yleistiedot		Mittakaava	Tuote	Lisäty	Nimitys		
		1:20	Vaappujen lakkauslaite	Lakkauslaite	KOKOONPANO		
Piirt	190514 M.T		<h1>PKAMK</h1>		Ent	Uusi	
Suun					Piirustusnumero		
Tark	Massa				001		
Hyy							





4	015	TUKI					3	
3		TANKO					1	
2	008	PUTKI_SOVITE					1	
1	014	KANNATTIMIEN_KIINNITIN_KUUSIKUL					1	
Osa	Piirustusnumero	Osan tai kokoonpanoryhmän nimitys	Standardi tai luettelo	Muoto, malli, mitat	Laatu		Kpl	
Yleistoleranssit		Mittakaava	Tuote	Lityy	Lajimerkki Nimitys			
		1:5	Runko	Karuselli	Karusellin_runko			
Piirt	220514 AH		<h1>PKAMK</h1>		Ent	Uusi	Rev	
Suun					Piirustusnumero			
Tark	Massa				003			
Hyv								

SCALE 1:5

Hinnataan lauantai-iltojen aikana - ja maanantai-iltojen keskiviikkona

Hinnataan lauantai-iltojen keskiviikkona

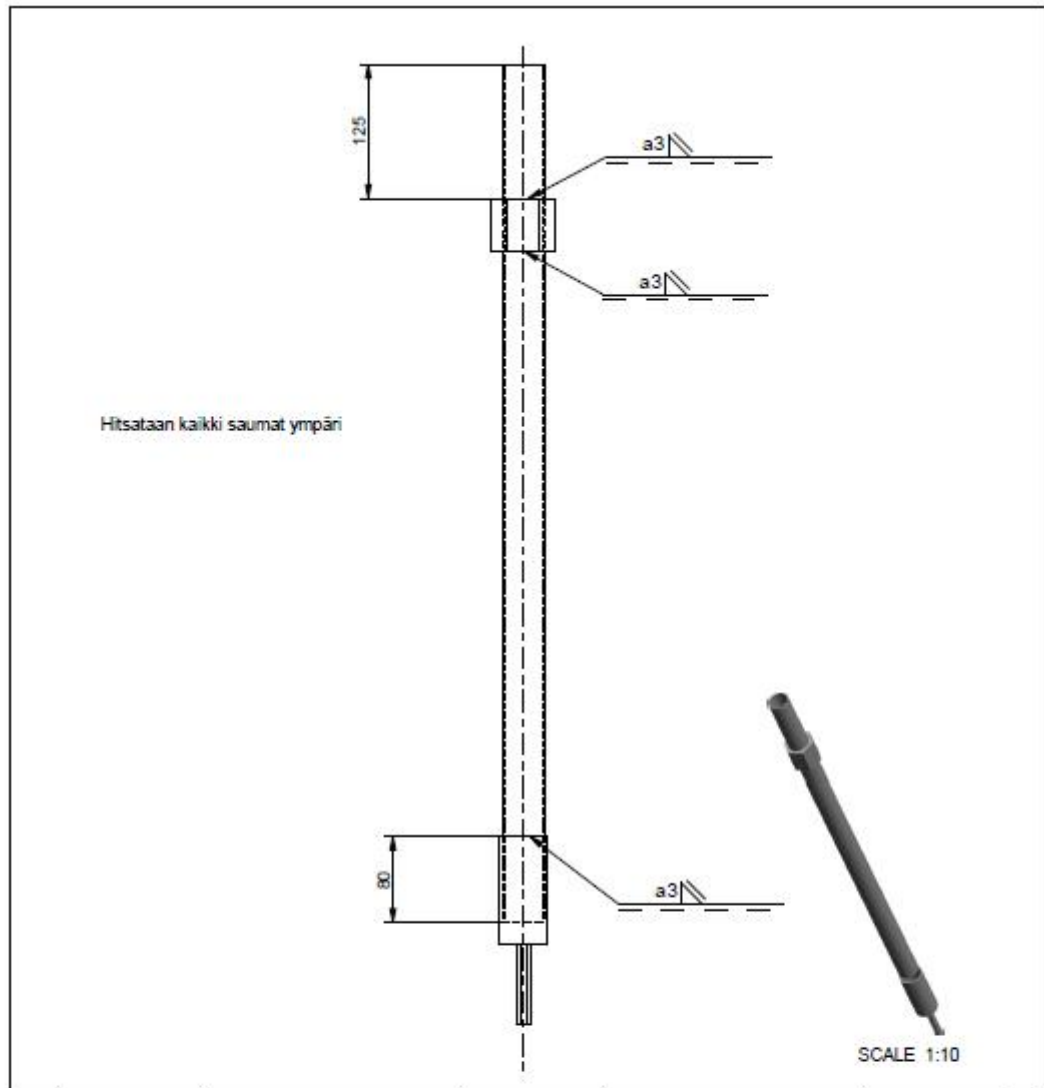
Lauantai- ja maanantai-iltojen 24 astetta

№	NÄMÄNIMET					
1	TUURINEN JOUKONNAC					4
2	ISSAKESKIA					15
3	UUTTA					4
4	KASVIT					15
5	KASVIT					15
6	KASVIT					15
7	KASVIT					15
8	KASVIT					15
9	KASVIT					15
10	KASVIT					15
11	KASVIT					15
12	KASVIT					15
13	KASVIT					15
14	KASVIT					15
15	KASVIT					15
16	KASVIT					15
17	KASVIT					15
18	KASVIT					15
19	KASVIT					15
20	KASVIT					15
21	KASVIT					15
22	KASVIT					15
23	KASVIT					15
24	KASVIT					15
25	KASVIT					15
26	KASVIT					15
27	KASVIT					15
28	KASVIT					15
29	KASVIT					15
30	KASVIT					15
31	KASVIT					15
32	KASVIT					15
33	KASVIT					15
34	KASVIT					15
35	KASVIT					15
36	KASVIT					15
37	KASVIT					15
38	KASVIT					15
39	KASVIT					15
40	KASVIT					15
41	KASVIT					15
42	KASVIT					15
43	KASVIT					15
44	KASVIT					15
45	KASVIT					15
46	KASVIT					15
47	KASVIT					15
48	KASVIT					15
49	KASVIT					15
50	KASVIT					15
51	KASVIT					15
52	KASVIT					15
53	KASVIT					15
54	KASVIT					15
55	KASVIT					15
56	KASVIT					15
57	KASVIT					15
58	KASVIT					15
59	KASVIT					15
60	KASVIT					15
61	KASVIT					15
62	KASVIT					15
63	KASVIT					15
64	KASVIT					15
65	KASVIT					15
66	KASVIT					15
67	KASVIT					15
68	KASVIT					15
69	KASVIT					15
70	KASVIT					15
71	KASVIT					15
72	KASVIT					15
73	KASVIT					15
74	KASVIT					15
75	KASVIT					15
76	KASVIT					15
77	KASVIT					15
78	KASVIT					15
79	KASVIT					15
80	KASVIT					15
81	KASVIT					15
82	KASVIT					15
83	KASVIT					15
84	KASVIT					15
85	KASVIT					15
86	KASVIT					15
87	KASVIT					15
88	KASVIT					15
89	KASVIT					15
90	KASVIT					15
91	KASVIT					15
92	KASVIT					15
93	KASVIT					15
94	KASVIT					15
95	KASVIT					15
96	KASVIT					15
97	KASVIT					15
98	KASVIT					15
99	KASVIT					15
100	KASVIT					15

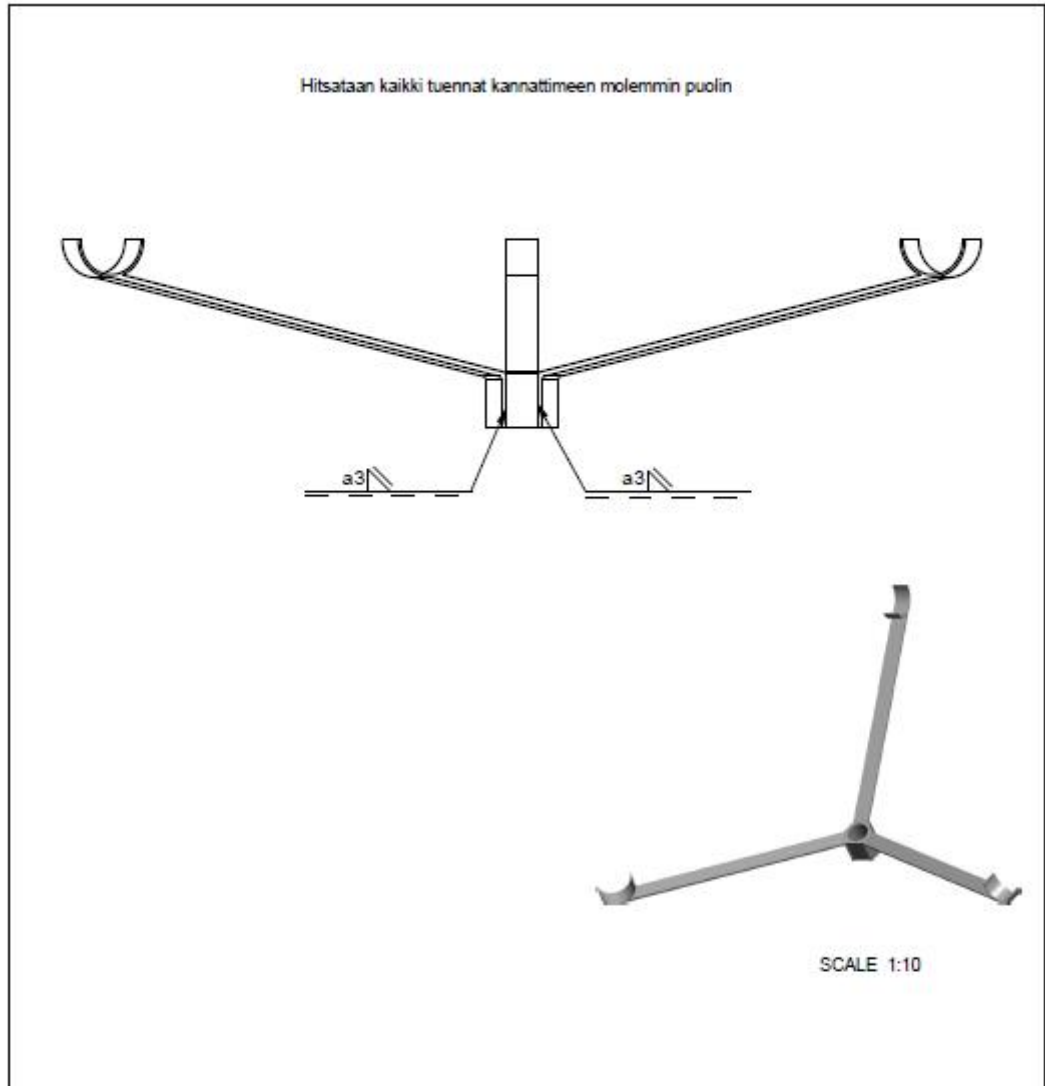
PKAMK

KARUSELLI

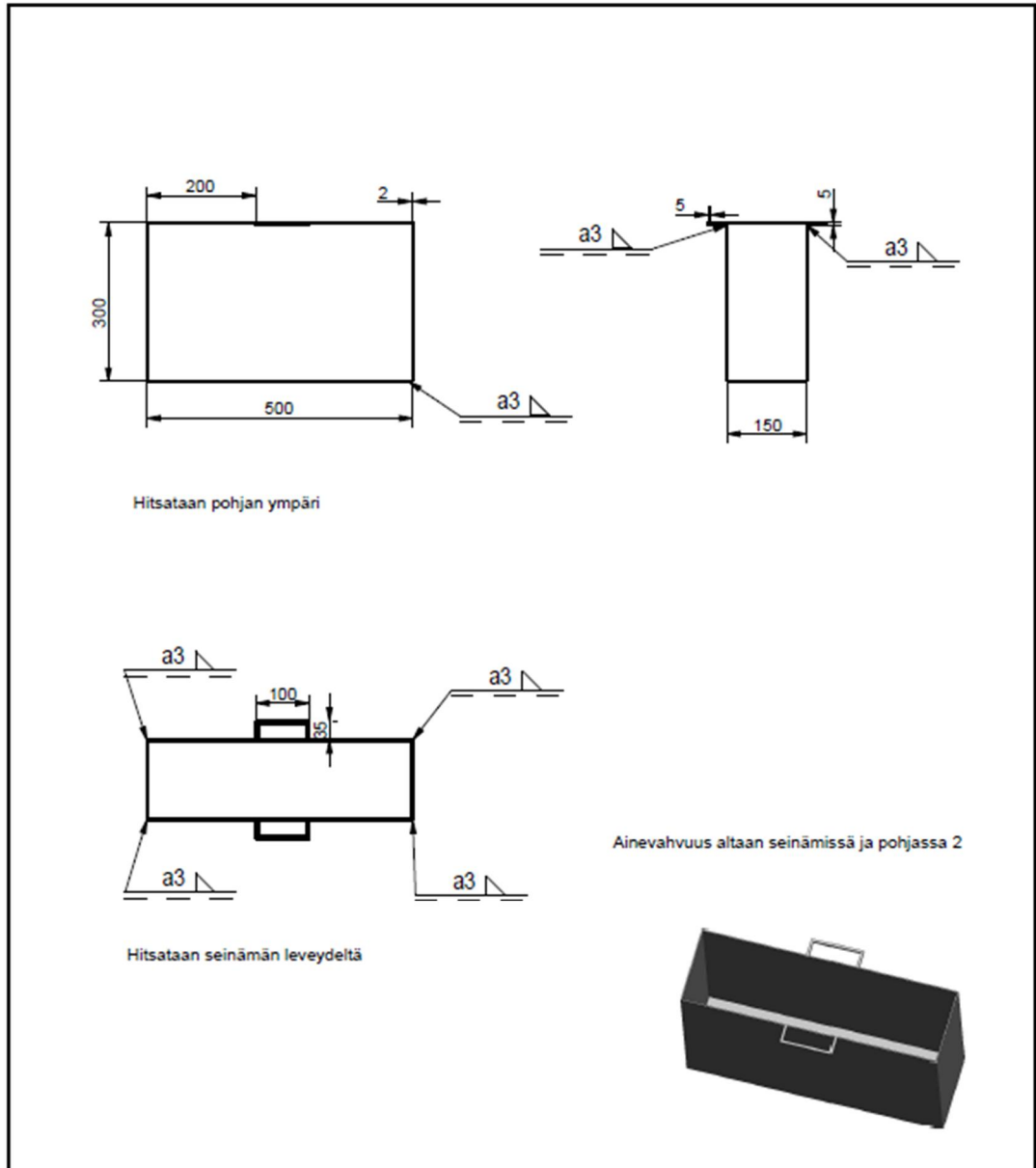
004



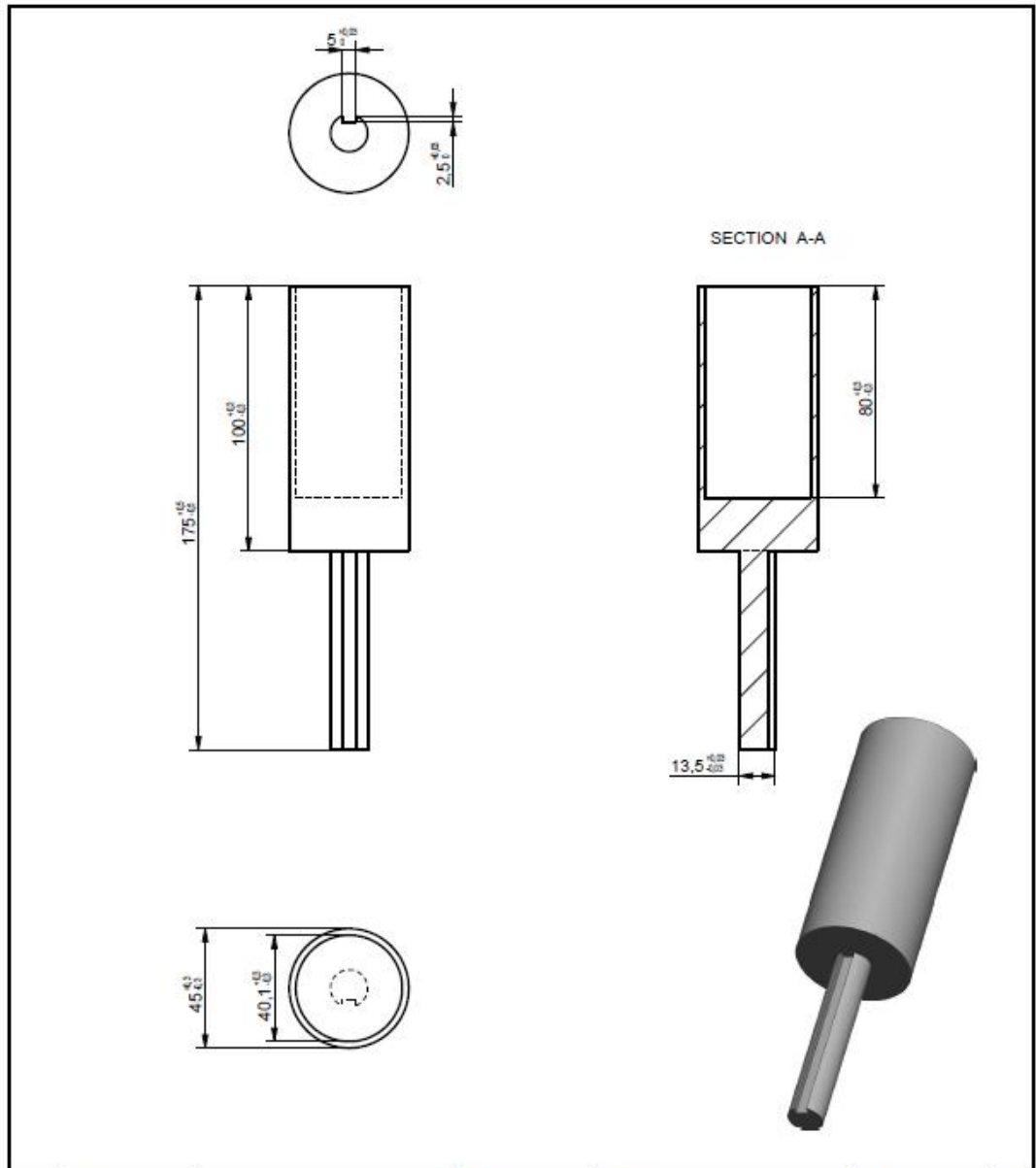
4		TUKI					3
3		TANKO					1
2	008	PUTKI_SOVITE					1
1	014	KANNATTIMIEN_KINNITIN_KUUSIKUL					1
Osa	Piirustusnumero	Osan tai kokoonpanoryhmän nimitys	Standardi tai luettelo	Muoto, malli, mitat	Lajimerkki	Laatu	Kpl
Yleistoleranssit SFS-EN ISO 13920		Mittakaava 1:5	Tuote Runko	Liittyy Karuselli	Nimitys Runko		
Piirt	280514 AH		<h1>PKAMK</h1>		Ent	Uusi	Rev
Suun					Piirustusnumero		
Tark					<h2>005</h2>		
Hyv							



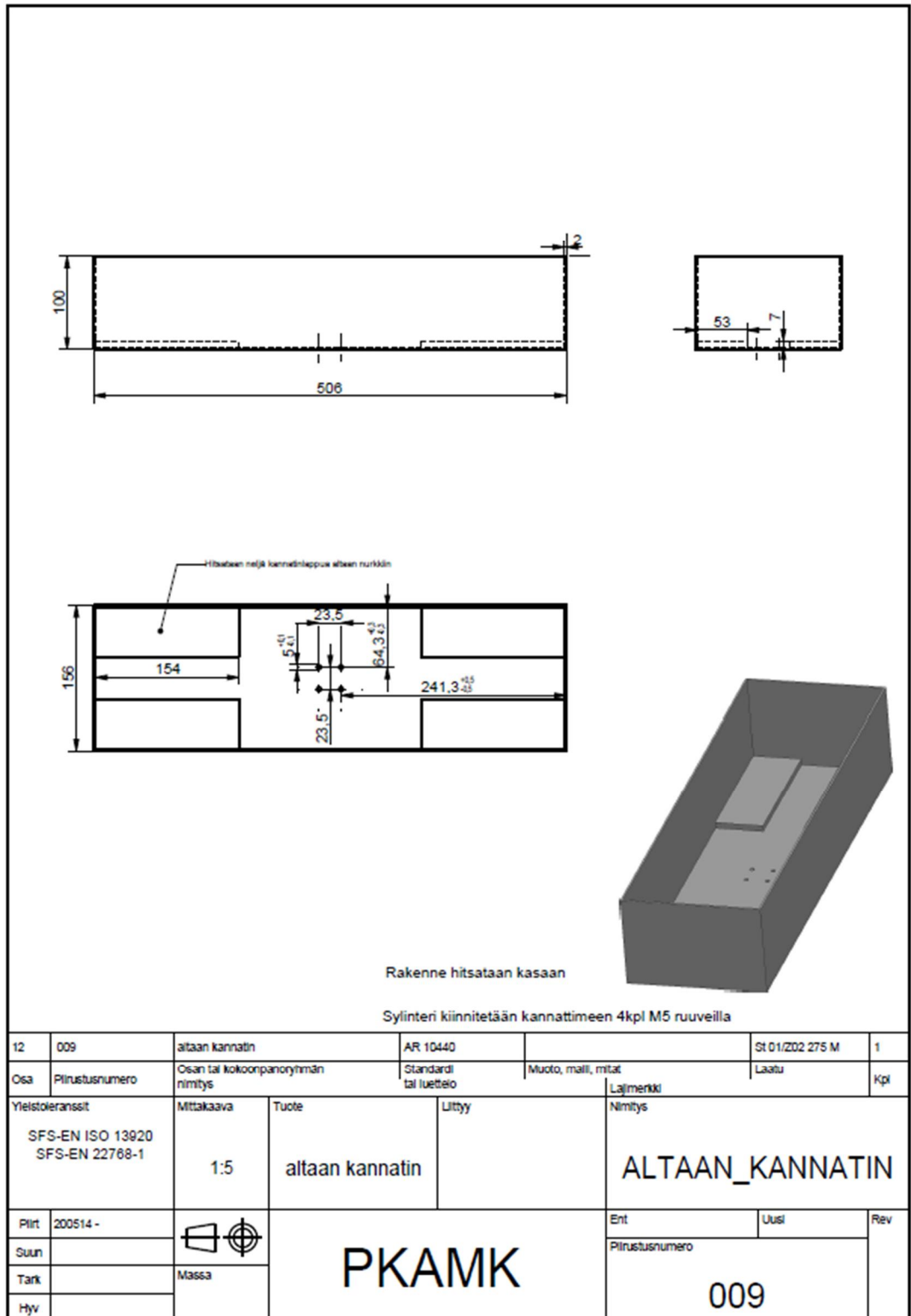
4	015	TUKI				3	
3		TANKO				1	
2		PUTKI_SOVITE				1	
1	014	KANNATTIMIEN_KIINNITIN_KUUSIKUL				1	
Osa	Piirustusnumero	Osan tai kokoonpanoryhmän nimi	Standardi tai luettelo	Muoto, malli, mitat	Laatu	Kpl	
Yleistoleranssit		Mittakaava	Tuote	Litty	Nimitys		
SFS-EN ISO 13920		1:5	Tuenta	Karuselli_runko	Tuenta		
Piir	280514_AH		<h1>PKAMK</h1>		Ent	Uusi	Rev
Suun					Piirustusnumero		
Tark					006		
Hyv							

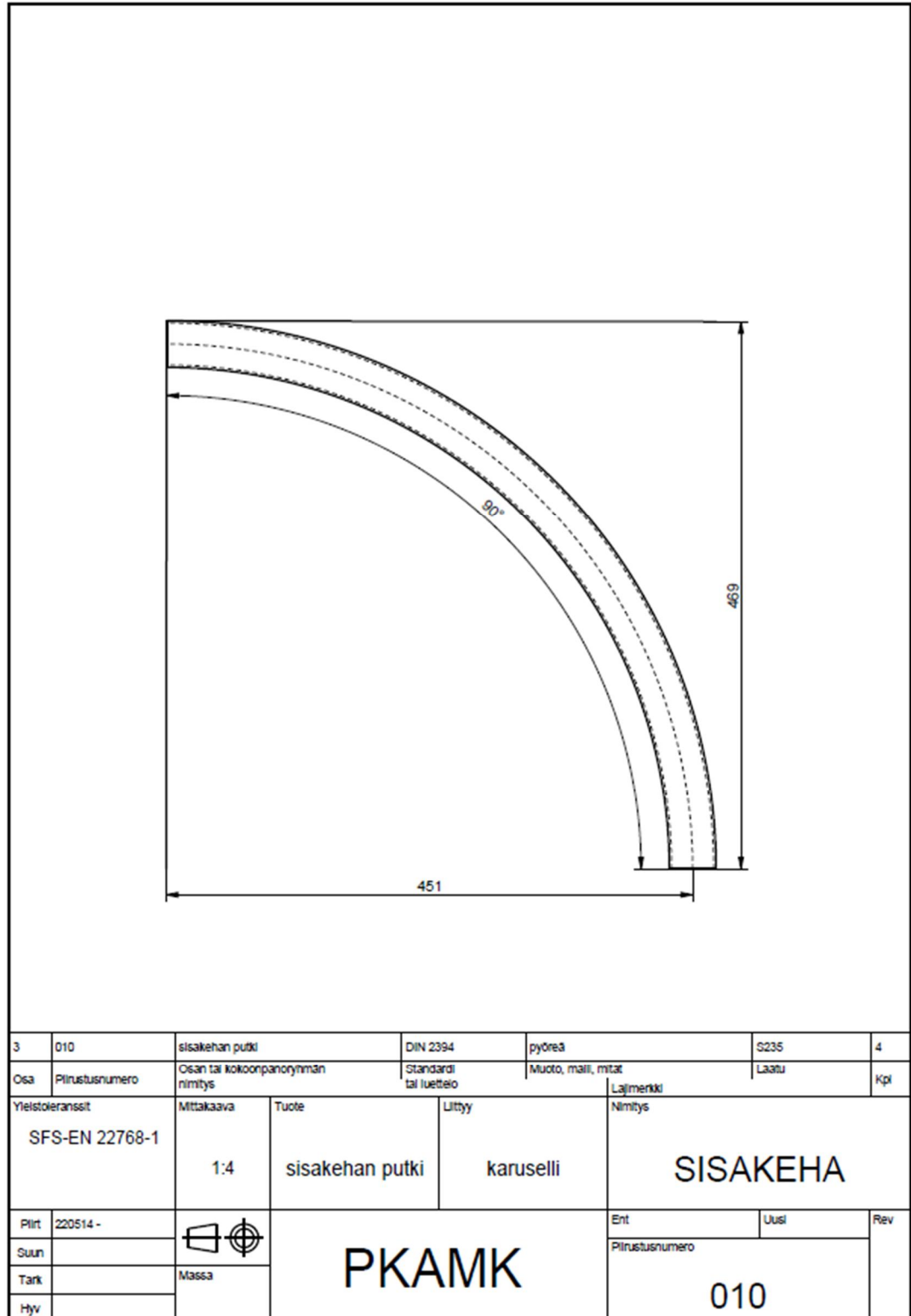


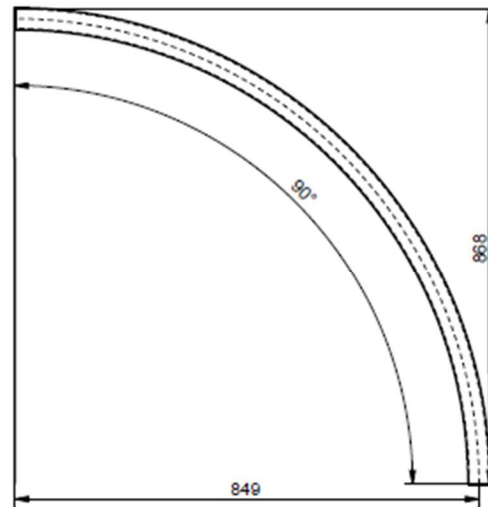
1	013	allas	AR 10440		St 01/202 275 M	1	
Osa	Piirustusnumero	Osan tai kokoonpanoryhmän nimitys	Standardi tai luettelo	Muoto, malli, mitat	Laatu	Kpl	
Yleistoleranssit		Mittakaava	Tuote	Lityy	Lajimerkki		
SFS-EN ISO 13920 SFS-EN 22768-1		1:10	lakka-allas	lakkauslaite	Nimitys	ALLAS	
Piirt	200514 -		<h1>PKAMK</h1>		Ent	Uusi	Rev
Suun					Piirustusnumero		
Tark					007		
Hyv							



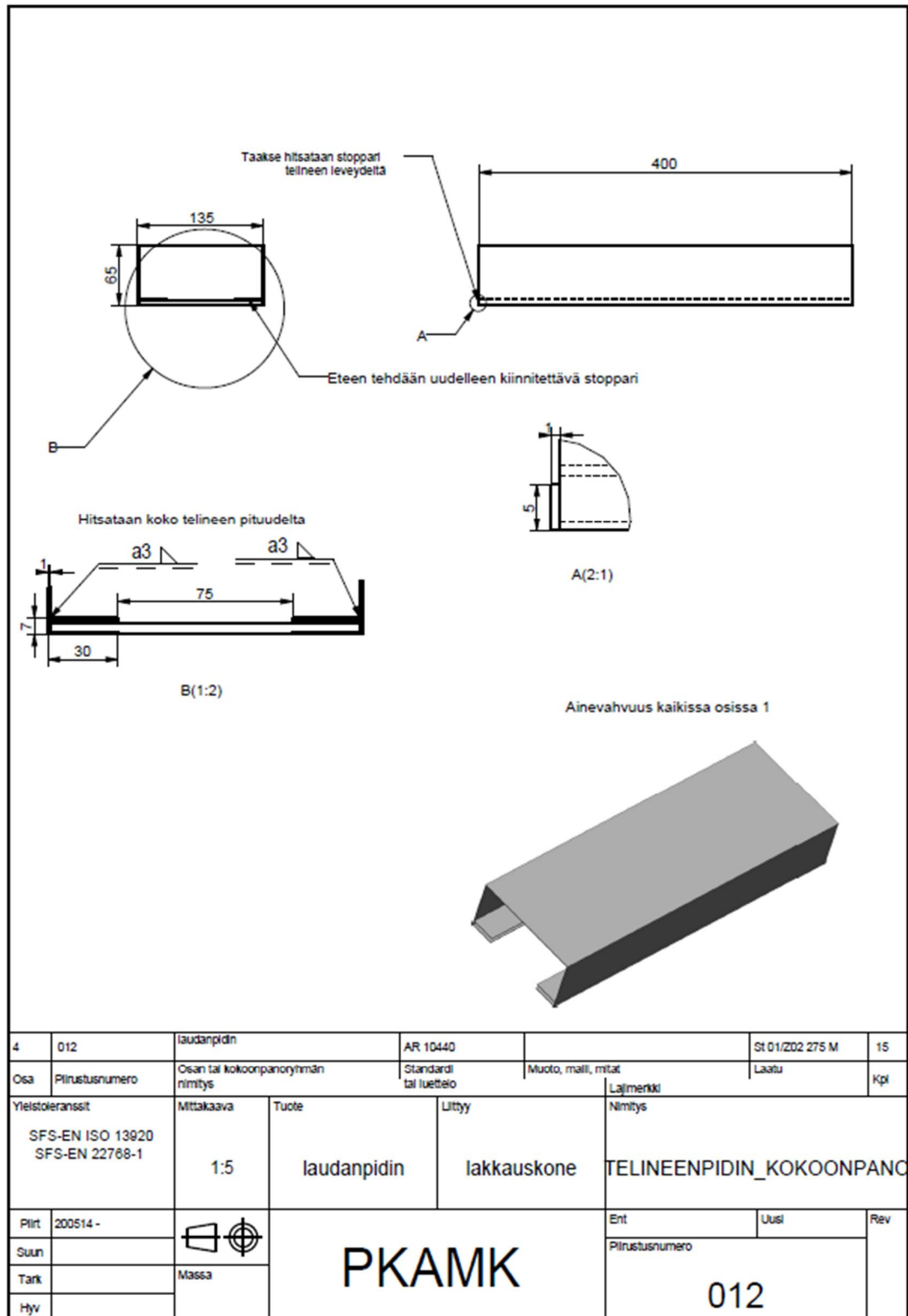
2	006	sovite	EN 10025	pyöreä	s235	1		
Osa	Piirustusnumero	Osan tai kokoonpanoryhmän nimitys	Standardi tai luettelo	Muoto, malli, mitat	Laatu	Kpl		
Yleistoleranssit		Mittakaava	Tuote	Liittyy	Lajimerkki	Nimitys		
		1:2	putki sovite	lakkauslaite		PUTKI_SOVITE		
Piirt.	200514 -		PKAMK		Ent	Uusi	Rev	
Suun					Piirustusnumero			
Tark					008			
Hyv								

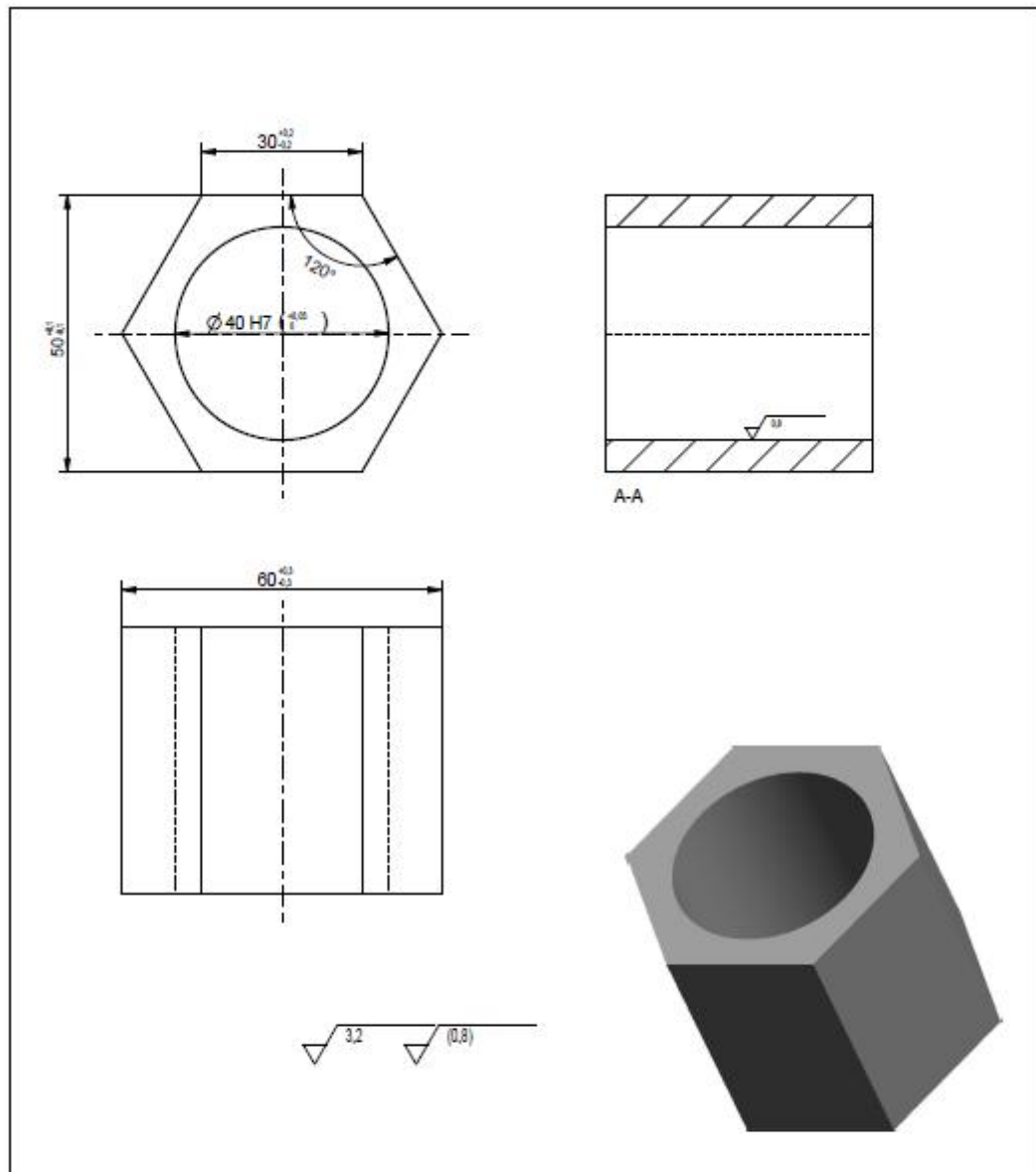




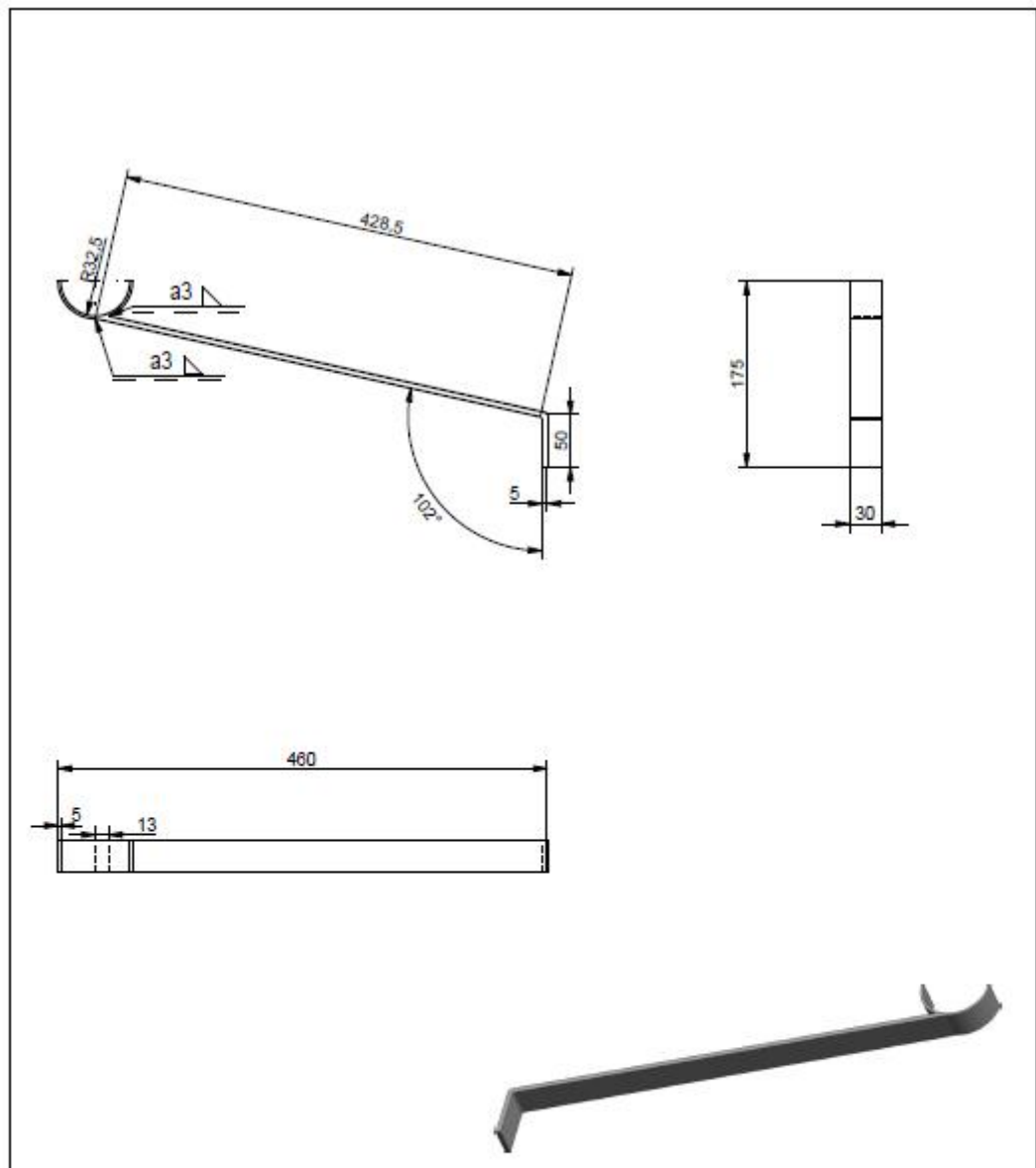


5	011	sisäkehan putki	DIN 2394	pyöreä	DIN 2394	4	
Osa	Piirustusnumero	Osan tai kokoonpanoryhmän nimitys	Standardi tai luettelo	Muoto, malli, mitat	Laatu	Kpl	
Yleistoleranssit		Mittakaava	Tuote	Litty	Nimitys		
SFS-EN 22768-1		1:10	sisäkehan putki	karuselli	ULKOKEHA		
Piirt	220514 -		<h1>PKAMK</h1>		Ent	Uusi	Rev
Suun					Piirustusnumero		
Tark					011		
Hyv							





1		Karusellin runko	DIN 175	Kuusiotanko	S235	1		
Osa	Piirustusnumero	Osan tai kokoonpanoryhmän nimitys	Standardi tai luettelo	Muoto, malli, mitat	Laatu	Kpl		
Yleistoleranssit		Mittakaava	Tuote	Liitety	Lajimerkki			
		1:1	kiinnitin	Lakkauslaite	kiinnitin			
Piirt	120514 - AH		<h1>PKAMK</h1>		Ent	Uusi	Rev	
Suun	MT				Piirustusnumero			
Tark					Massa			
Hyv							<h2>014</h2>	



	004	Tuki	EN 10025		S235	3
Osa	Piirustusnumero	Osaan tai kokoonpanoryhmän nimitys	Standardi tai luettelo	Muoto, malli, mitat	Laatu	Kpl
Yleistoleranssit SFS-EN ISO 13920 SFS-EN 22768-1		Mittakaava 1:5	Tuote Karusellin tuki	Litty Lakkauslaite	Nimitys TUKI	
Piirtäjä	190514 M.T		PKAMK	Ent	Uusi	Rev
Suunnittaja				Piirustusnumero		
Tarkastaja				015		
Hjv						