

Tero Kankaanpää

Venttiiliterminaalien asennuksen kehittäminen

Opinnäytetyö

Kevät 2009

Tekniikan yksikkö

Tietotekniikan koulutusohjelma

Mekatroniikan suuntautumisvaihtoehto



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Tietotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Mekatroniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Tero Kankaanpää

Työn nimi: Venttiiliterminaalin asennuksen kehittäminen

Ohjaaja: Markku Kärkkäinen

Vuosi: 2009

Sivumäärä: 39

Liitteiden lukumäärä: 2

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehitellä uusi asennusratkaisu, jolla venttiilitermiinaali voidaan asentaa helposti ja kompaktisti ohjauskaappiin.

Työssä perehdytään aluksi pneumatiikan perusteisiin ja esitellään yleisimpiä pneumatiikan komponentteja. Tämän jälkeen käydään läpi ja arvioidaan eri vaihtoehtoja asennusmahdollisuuksista.

Lopuksi suunnitellaan ja työstetään täysin uudet lisäosat venttiiliterminaalin asennusta varten.

Asiasanat: ohjauskaappi, pneumatiikka, venttiilitermiinaali

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology
Degree programme: Information Technology
Specialisation: Mechatronics

Author: Tero Kankaanpää

Title of thesis: Developing the installation of a valve terminal

Supervisor: Markku Kärkkäinen

Year: 2009

Number of pages: 39

Number of appendices: 2

The purpose of this thesis was to develop a new solution for an easy and compact installing of a valve terminal to a control cabinet. The thesis first explores the basics of pneumatics and demonstrates the most common components in pneumatics. After that it reviews and evaluates the different options for installation. Finally, whole new additional components for the installation of the valve terminal are designed and manufactured.

Keywords: control cabinet, pneumatics, valve terminal

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
1 JOHDANTO	6
1.1 Työn tausta	6
1.2 Työn tavoite	6
1.3 Työn rakenne	6
1.4 Toimeksiantaja.....	7
2 PNEUMATIikka	8
2.1 Mitä on pneumatiikka	8
2.2 Pneumatiikan rooli koneautomaatiossa.....	8
2.3 Pneumatiikan peruskomponentteja.....	10
2.3.1 Venttiilit	10
2.3.2 Toimilaitteet.....	13
2.3.3 Ilman huoltolaitteet.....	18
3 TYÖN LÄHTÖKOHDAT	20
3.1 Ongelma / parannusta vaativa kohde.....	20
3.2 Tuotteen vaatimukset.....	21
3.3 Suunnittelun yleiset piirteet	21
4 ESISUUNNITTELU	22
4.1 Vaatimustenmäärittely.....	22
4.2 Rakenteen ideointi	22
4.3 Eri ratkaisuja ja niiden arviointi.....	23
5 SUUNNITTELU	25
5.1 Rakennerratkaisun valinta.....	25
5.2 Tuotteen kehitysvaiheet	26
6 TUOTTEISTAMINEN	29
6.1 Käytännön koneistaminen tuotteelle	29
6.2 Tuoterakenteen kokoaminen.....	29

6.3 Kokoonpanon asennus ohjauskaappiin.....	31
6.3.1 Valmis asennus.....	32
7 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT	34
LÄHTEET	35
LIITTEET.....	37

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Tämän työn toimeksiantajana on SMC Pneumatics Finland Oy, joka lukeutuu suurimpiin Suomessa pneumatiikkaa välittäviin yrityksiin. Tämän kehitystyön taustalla on asiakkaan toivomus, jolla voitaisiin helpottaa venttiiliterminaalin asennusta ohjauskaappiin. Ongelmaksi muodostuu yleensä se, että venttiiliterminaali ja siitä lähtevät paineilmaletkut vievät suuren tilan jo muutenkin pienestä ohjauskaapista. Tämän työn toimeksiantajan toivomus on, että löydettäisiin asennusratkaisu, jolla säästettäisiin tilaa kaapin sisällä muille komponenteille.

1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena on kehitellä mahdollisimman yksinkertainen asennustapa, jolla venttiiliterminaali voitaisiin asentaa ohjauskaappiin siten, että se veisi mahdollisimman vähän tilaa ohjauskaapista. Myös paineilmaletkujen asennus tulisi olla vaivatonta. Lisäksi ohjauskaappiin tulevien letkujen läpivientien tulisi olla roiskevestiiviitä.

1.3 Työn rakenne

Tämä työ koostuu kolmesta eri vaiheesta, jotka ovat esisuunnittelu, suunnittelu ja toteutus. Esisuunnittelussa käydään läpi pääpiirteittäin ongelmat ja haasteet, joita työssä tulee vastaan, ja mietitään mahdollisia vaihtoehtoja niiden ratkaisemiseksi. Suunnittelussa valitaan mietityistä vaihtoehtoista paras ja aloitetaan tämän ratkaisun kehittäminen toimivaksi kokonaisuudeksi. Toteutuksessa perehdytään edellä mainitun suunnitelman tuottamiseen ideasta varsinaiseksi tuotteeksi.

1.4 Toimeksiantaja

Työn toimeksiantajana toimii SMC Pneumatics Finland Oy. SMC on japanilainen automaatio- ja pneumatiikkakomponenttien toimittaja, ja on maailmanlaajuisesti selkeä markkinajohtaja. SMC:n pneumatiikkakomponentteja on myyty Suomessa jo 80-luvulta lähtien. Vuonna 2000 SMC Pneumatics Finlandista tuli maailmanlaajuisen SMC-konsernin itsenäinen tytäryhtiö. (Nieminen 6.11.2009.)

SMC Pneumatics Finland Oy lukeutuu suurimpiin Suomessa toimiviin pneumatiikka- ja automaatiotuotteita maahantuoviin yrityksiin. SMC:n vakiotuotevalikoimaan kuuluvat ilmanhuoltolaitteet, ilmankuivaimet, toimilaitteet, venttiilit, alipainetuotteet, letkut ja liittimet. Lisäksi SMC tarjoaa kokoonpanopalveluita ja projektien hoitoa asiakkailleen. (Nieminen 6.11.2009.)

SMC-konsernin tavoitteena on saavuttaa ja ylläpitää asiakkaiden luottamus ja tyytyväisyys. Tämä toteutetaan toimittamalla korkealaatuisia, kilpailukykyisiä, testattuja tuotteita ja palveluita lyhyellä toimitusajalla. Tällainen toiminta edellyttää erittäin osaavaa ja motivoitunutta henkilökuntaa konsernin jokaisella tasolla. (Nieminen 6.11.2009.)

2 PNEUMATIikka

2.1 Mitä on pneumatiikka

Tekniikan yhteydessä pneumatiikalla tarkoitetaan paineilman avulla toteutettua tekniikkaa. Paineilmaa käytetään monenlaisiin eri käyttötarkoituksiin, esimerkiksi erilaisten aineiden siirtämiseen ja sekoittamiseen, maalaamiseen ja puhdistukseen. Pneumatiikan käyttö koneautomaatiossa rajoittuu yleensä lineaari- ja rotaatioliikkeiden aikaan saamiseksi. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 7.)

Paineistettu ilma saadaan aikaan kompressoreilla. Kompressorit voidaan jakaa kahteen ryhmään: staattisesti ja kineettisesti puristavat kompressorit. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 43.)

Kineettisellä puristuksella tarkoitetaan tekniikkaa, jolla kaasu kiihdytetään suureen nopeuteen pyörivän juoksupyörän avulla. Potentiaalienergia saadaan aikaan vastustamalla virtausta painetilassa. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 43.)

Staattisessa puristuksessa painekammioon virranneen kaasun tilavuutta pienennetään, jolloin saadaan aikaan suurempi staattinen paine. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 43.)

2.2 Pneumatiikan rooli koneautomaatiossa

Pneumatiikka näyttää hyvin suurta osaa (kuva 1) koneautomaatiossa, hydraulii-
kan ja sähkötekniikan rinnalla. Jos pneumatiikkaa verrataan hydraulikkaan, niin
toimilaitteiden toimintaperiaate on lähestulkoon sama. Suurin ero pneumatiikan ja
hydraulii-
kan välillä on painetasossa ja sitä kautta laitteiden tuottamassa voimassa.

Hydrauliikassa käytettävä toiminta-aine on nestettä, yleensä öljyä, ja vastaava aine pneumatiikassa on paineilma. Paineilman etuja hydrauliikkanesteisiin verrattuna on sen hygieenisuus, joka on tarpeen varsinkin elintarviketeollisuudessa. Paineilmalla saadaan toteutettua todella nopeita liikkeitä, kun taas hydrauliikalla toteutetut liikkeet ovat huomattavasti hitaampia. Nopeat liikkeet ovat tarpeen varsinkin pienten kappaleiden käsittelyssä. Pneumatiikka on edullisempaa kuin hydrauliikka, myös huoltaminen ja ylläpito on yksinkertaisempaa. Lisäksi paloturvallisuus on etuna paineilman käytössä. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 8-9.)

Sähköisillä toimilaitteilla saadaan aikaan lähes kaikki samat toiminnot kuin pneumatiikalla. Tästä johtuen sähkökäyttö on yksi merkittävä kilpailija pneumatiikalle. Pneumatiikan etuina, verrattuna sähköisiin toimilaitteisiin, on edullisuus, huolto ja ylläpidon yksinkertaisuus, todella nopeiden liikkeiden toteutus ja turvallisuus ylikuormitus tilanteissa. Lisäksi etuna on myös kipinöimättömyys, jolloin se soveltuu myös räjähdysherkkiin paikkoihin. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 8-9.)



Kuva 1. Juuston puristuslinja, joka sisältää suuren määrän pneumatiikkaa. (Peurala 2009a.)

2.3 Pneumatiikan peruskomponentteja

Pneumatiikan komponentit voidaan jakaa kolmeen kategoriaan, jotka ovat venttiilit, toimilaitteet ja paineilman huoltolaitteet.

2.3.1 Venttiilit

Venttiilien avulla ohjataan paineilman kulkua toimilaitteille, joten ne sijaitsevat toimilaitteen ja painelähteen välissä. Venttiilien jako voidaan suorittaa neljään ryhmään, jotka ovat suuntaventtiilit, virta- ja vastaventtiilit, paineventtiilit ja muut venttiilit. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 75.)

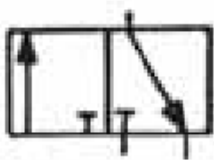
Suuntaventtiin (kuva 2) avulla saadaan määrättyä toimilaitteen liikesuunta. Venttiin sisältämän luistimen asentoa vaihtamalla saadaan vaihdettua paineilman virtaussuuntaa paine- ja poistokanavissa. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 75.)



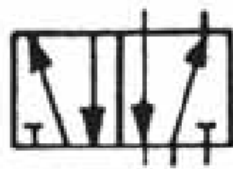
Kuva 2. Suuntaventtiilejä. (SMC Product Selector. 2009a.)

Suuntaventtiilin luistimen asentoa voidaan siirtää erilaisilla ohjaustavoilla, joita ovat lihasohjaus, mekaaninen ohjaus, paineohjaus ja sähköohjaus. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 78.)

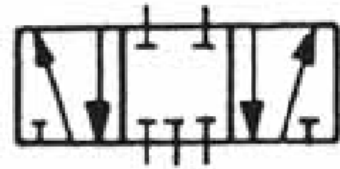
Suuntaventtiilityyppi ilmoitetaan sen kytkentävaihtoehtojen sekä liitântäaukkojen mukaan. Esimerkiksi 3/2-venttiilissä (kuva 3) on kolme liitântäaukkoa ja venttiilin sisältämällä luistilla on kaksi eri asentovaihtoehtoa, kun taas 5/2-venttiilissä (kuva 4) liitântäaukkoja on viisi. 5/3-venttiilissä (kuva 5) liitântäaukkoja on viisi ja luistimen asentovaihtoehtoja kolme. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 76.)



Kuva 3. 3/2-venttiili
(Hulkkonen 2008.)



Kuva 4. 5/2-venttiili
(Hulkkonen 2008.)



Kuva 5. 5/3-venttiili
(Hulkkonen 2008.)

Suuntaventtiileillä on kolme eri asennustapaa. Asennustavat ovat suoraan putkistoon asennus, venttiililohkoon asennus ja venttiiliterminaaliin asennus. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 80.)

Suoraan putkistoon asennuksella tarkoitetaan yksittäisen venttiilin asentamista toimilaitteelle menevään putkistoon. Tätä asennustapaa käytetään yksinkertaisissa järjestelmissä, joissa toimilaitteiden määrä on vähäinen ja järjestelmän toiminta yksinkertainen. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 80.)

Lohkoasennuksessa (kuva 6) venttiilit kiinnitetään samaan lohkoon. Lohkoon liitetään yhteinen paineilman syöttö- ja poistokanava. Tällä saadaan vähennettyä huomattavasti järjestelmään kuuluvien paineilmaletkujen määrää. Sähköohjaukset asennetaan jokaiselle venttiilille erikseen. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 81.)

Venttiiliterminaali asennusta (kuva 7) käytetään monimutkaisissa ja laajemmissa järjestelmissä. Terminaaliin liitetään yhteisen paineilman syöttö- ja poistokanavan

lisäksi myös yhteinen sähköohjaus. Terminaaliin voidaan asentaa useita sähköisesti ohjattuja 3/2-, 5/2- ja 5/3-suuntaventtiilejä. Venttiilien ohjaus toteutetaan yhdellä väylä- tai multipinkaapelilla. Väyläohjauksessa tuodaan ohjelmoidulta logiikalta sarjamoitoista digitaaliviestiä terminaaliin. Digitaaliviesti sisältää tiedon jokaisen venttiilin ohjaustilasta ja sijainnista. Multipinohjauksessa tuodaan analoginen on/off-ohjausjännite jokaiselle venttiilille erikseen omaa kaapelia pitkin. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 81.)



Kuva 6. Lohkoasennus (SMC Product Selector. 2009b.)



Kuva 7. Venttiliterminaali (SMC Product Selector. 2009c.)

Virta- ja vastaventtiileillä voidaan säätää toimilaitteiden liikenopeutta. Asentamalla vastuventtiili toimilaitteen poistoilmakanavaan voidaan pienentää poistuvan ilman tilavuusvirtaa, jolloin toimilaitteen toiminta hidastuu. Vastusvastaventtiili mahdollistaa tulevan ilman vapaan kulun toimilaitteelle ja poistuvan ilman kuristamisen. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 82.)

Paineventtiilin avulla voidaan säätää ja tasata toimilaitteille menevä paine. Paineenalennusventtiilillä voidaan vakauttaa käyttökohteen paine. Paineenrajoitusventtiilillä voidaan suojata järjestelmää liian suurelta paineelta, säätämällä venttiilillä paineen yläraja sopivaksi. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 84.)

Muita venttiileitä ovat vaihtovastaventtiili, kaksipaineventtiili ja pikapoistoventtiili. Vaihtovastaventtiilin toimintaperiaate on se, että jos vain toiseen venttiilin tuloaukoista tulee paine, se välittyy lähtöaukkoon. Vaihtovastaventtiilistä käytetään myös nimeä TAI-venttiili. Kaksipaineventtiilissä vaaditaan paine molempiin tuloaukkoihin, jolloin paine saadaan välitettyä lähtöaukkoon. Pikapoistoventtiili mahdollistaa paineen poiston toimilaitteelta vaivattomasti, jolloin toimilaitteen liike saadaan mahdollisimman nopeaksi. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 88-86.)

2.3.2 Toimilaitteet

Toimilaitteilla tarkoitetaan sylintereitä, kääntölaitteita ja erikoistoimilaitteita. Toimilaitteilla toteutetaan yleensä lineaari- ja rotaatioliikkeitä. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 88.)

Sylintereillä (kuva 8) saadaan aikaan lineaariliikkeitä. Paineilmasyylinterillä toteutettu liike tehdään yleensä ääriasennosta toiseen, koska ilman jouston vuoksi liikkeen pysäyttäminen tarkasti väliasentoon on mahdotonta. Sylinterityypit jaetaan kahden ryhmään, yksitoimiset ja kaksitoimiset. Yksitoimisessa sylinterissä vain toiseen suuntaan tapahtuva liike toteutetaan paineilman avulla, ja palautus toteutetaan jousivoiman tai kuorman oman massan avulla. Kaksitoimisessa sylinterissä kumpaankin suuntaa tapahtuva liike toteutetaan paineilmalla. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 89-90.)



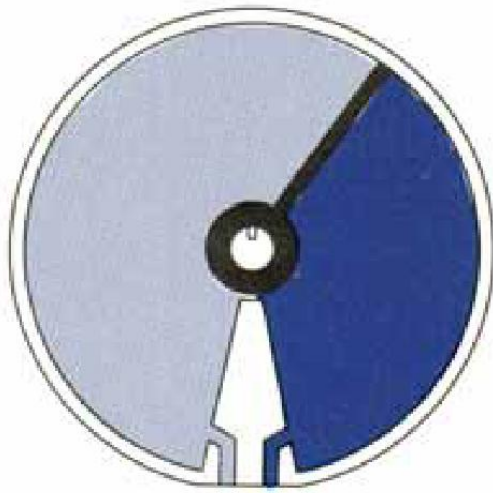
Kuva 8. CP95 profiilisyylinteri. (SMC Product Selector. 2009d.)

Yksi sylinterimalli on männänvarreton sylinteri (kuva 9). Nimensä mukaan tällä sylinterimallilla ei ole lainkaan männänvarretta. Tällä ratkaisulla mahdollistetaan todella pitkät iskunpituudet, jopa yli 10 metriä, ja minimoidaan sylinterin pituussuuntainen tilantarve. Mäntää liikuttava voima voidaan välittää sylinterin kyljessä liikkuvaan kelkkaan joko nauhan, magneetin tai hihnan avulla. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 92.)

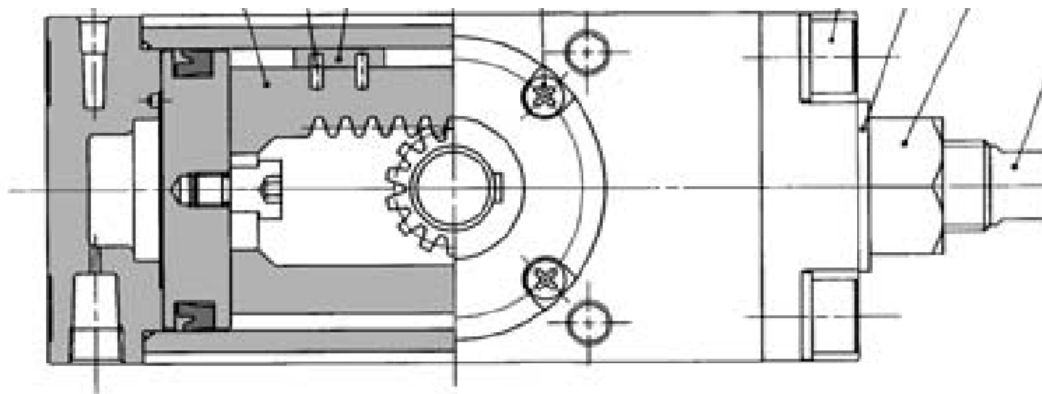


Kuva 9. Männänvarreton sylinteri. (SMC Product Selector. 2009e.)

Kääntölaitteet voidaan jakaa vääntömoottoreihin ja vääntösyntereihin. Vääntömoottorin (kuva 10) sisällä akseliin on kiinnitetty lamelli. Pyörivä liike saadaan aikaan ohjaamalla paineilma sille tarkoitetuista kanavista lamellin molemmille puolille eri aikaan. Vääntömoottorin maksimikiertokulma on noin 330 astetta. Vääntösynteri (kuva 11) on toteutettu kahdella männällä ja niiden väliin liitetyllä hammastangolla sekä hammastankoon yhteydessä olevalla hammaspyörällä. Tällä ratkaisulla mahdollistetaan yli 360 astetta oleva kiertokulma. Kiertokulman määrittää hammastangon ja hammaspyörän välinen suhde sekä hammastangon pituus. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 94.)



Kuva 10. Lamellityyppinen vääntömoottori. (Hulkkonen 2006.)



Kuva 11. Vääntösynterin leikkauskuva (SMC Product Selector. 2009f.)

Erikoistoimilaitteiksi voidaan luokitella muun muassa jarrusylinteri (kuva 12), lineaariyksikkö eli johdesylinteri (kuva 13), tarttuja (kuva 14), pysäytyssylinteri (kuva 15) ja iskunvaimennin (kuva 16). Jarrusylinteri voidaan lukita toiseen ääriasentoon, vaikka järjestelmä olisi paineeton. Lineaariyksikköön on rakennettu johteet, jotka ovat kiinnitettyinä männänvarteen. Johteet tukevat männänvartta ja estävät sen pyörimisen. Tarttujilla voidaan ottaa kappaleista kiinni ja irrottaa ote haluttuun aikaan. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 95-99.)



Kuva 12. Sylinteri päätylukolla. (SMC Product Selector. 2009g.)



Kuva 13. Johdesylinteri. (SMC Product Selector. 2009h.)



Kuva 14. Tarttuja. (SMC Product Selector. 2009i.)

Pysäytyssylintereitä käytetään kuljettimissa kappaleiden pysäyttämiseen ja ohjaamiseen. Pysäytyssylinterissä on tukeva ja laakeroitu männänvarsi, jonka pää voidaan varustaa erilaisilla komponenteilla, esimerkiksi iskunvaimentimella, rullapäällä tai vipurullalla. Iskunvaimentimet ovat öljytäytteisiä sylintereitä muistuttavia komponentteja, joita ei ole liitetty painejärjestelmään. Iskunvaimentimet pehmentävät kappaleiden pysäytystä ja ottavat vastaan iskuja. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 95-99.)



Kuva 15. Pysäytyssylinteri. (SMC Product Selector. 2009j.)



Kuva 16. Iskunvaimennin. (SMC Product Selector. 2009k.)

2.3.3 Ilman huoltolaitteet

Ilman huoltolaitteiden tehtävänä on muuntaa paineilma muotoon joka ei vahingoita toimilaitteita ja venttiilejä. Huoltolaitteilla tarkoitetaan, suodattimia (kuva 17), paineensäätimiä (kuva 17), vedenerottimia (kuva 18) ja voitelulaitteita (kuva 19). (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 100-101.)



Kuva 17. Suodatinsäädin. (SMC Product Selector. 2009l.)



Kuva 18. Vedenerotin. (SMC Product Selector. 2009m.)

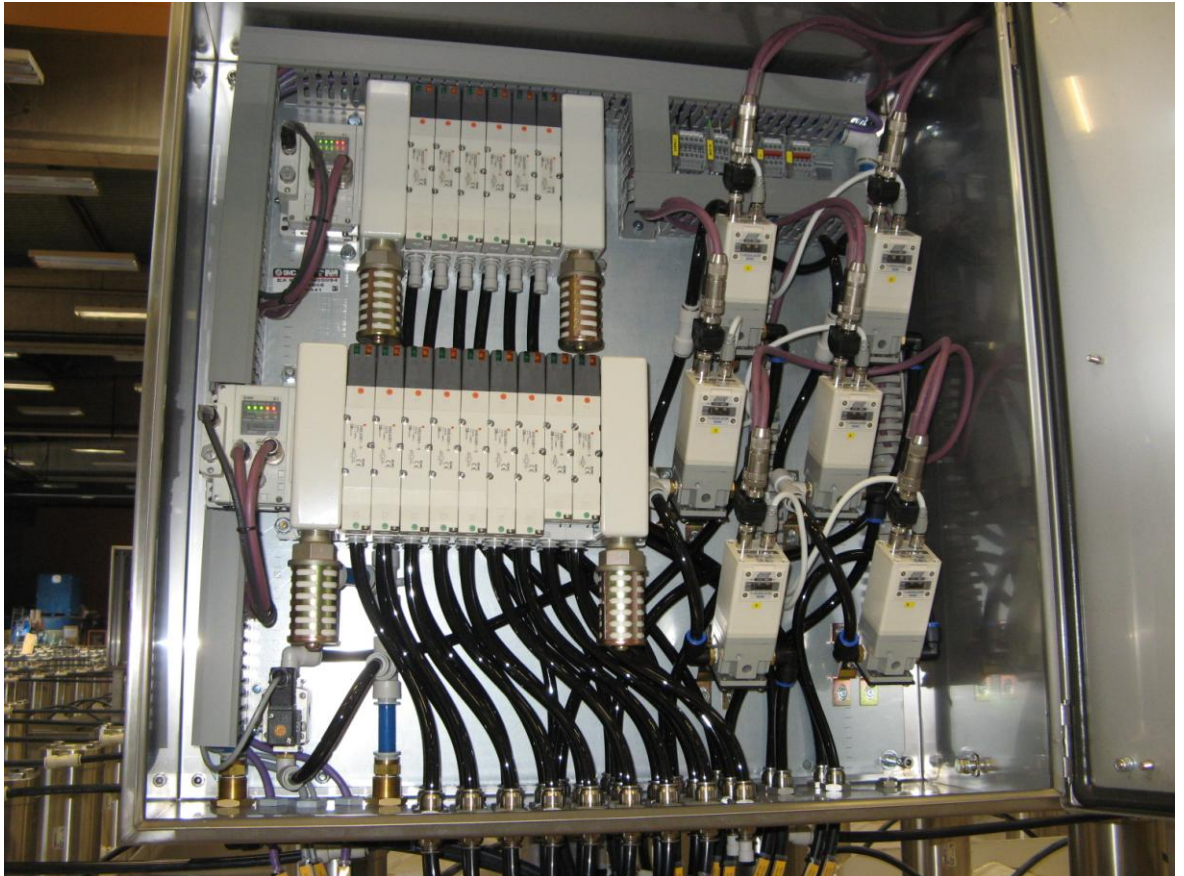


Kuva 19. Sumuvoitelulaite. (SMC Product Selector. 2009n.)

3 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

3.1 Ongelma / parannusta vaativa kohde

Venttiiliterminaalin asennus ohjauskaappiin on monesti haasteellinen ja aikaa vievä operaatio. Terminaalin asennus tehdään yleensä ohjauskaapin takaseinälle (kuva 20). Letkujen läpiviennit joudutaan tekemään jokainen erikseen. Letkutus terminaaliilta läpivienneille vaatii myös kaikenlaista sovittelua ja ylimääräistä tilaa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehitellä selkeä ja yksinkertainen asennusratkaisu.



Kuva 20. Venttiiliterminaalin asennus ohjauskaappiin. (Peurala, 2009b.)

3.2 Tuotteen vaatimukset

Terminaalin asennuksen helppous on yksi tärkeimmistä vaatimuksista. Muita vaatimuksia ovat tilankäytön minimointi ja huoltotoimintojen helppous. Huoltotoimintoilla tarkoitetaan lähinnä kaapin ulkoista pesua, joten ohjauskaappi ja sieltä lähtevien letkujen läpivientien tulisi olla roiskevesitiiviitä.

3.3 Suunnittelun yleiset piirteet

Suunnittelussa on otettava huomioon myös kustannusten minimointi ja visuaalisuus. Kaiken kaikkiaan työn lopullinen päämäärä on suunnitella yksinkertainen, helppo, kustannustehokas, visuaalisesti myyvä ja kompakti ratkaisu terminaalin asennukseen ohjauskaapin sisälle. Ratkaisu voidaan toteuttaa joko jo olemassa olevilla tarvikkeilla tai tarvittaessa voidaan kehittää uusia osia, jos osien tuottaminen ei kohota kustannuksia suhteettomasti hyötyyn nähden.

4 ESISUUNNITTELU

4.1 Vaatimustenmäärittely

Vaatimusten määrittelyssä suurin huomio painottuu tilan käyttöön, eli ratkaisun kompaktisuus on ehdottomasti tärkein. Jokainen ylimääräinen senttimetri joka voidaan säästä kaapin sisältä helpottaa huomattavasti muiden tarvikkeiden asennusta.

Toinen lähes yhtä tärkeä vaatimus on asennuksen helppous asiakkaan kannalta. Se, että asiakas joutuisi kuluttamaan aikaansa kauemman uuden kuin vanhan ratkaisun kanssa, ei palvele tarkoitusta.

Kolmas huomioonotettava vaatimus on kustannusten minimointi.

Muita vaatimuksia, jotka tulee ottaa huomioon, ovat visuaalisuus, vesitiiviys ja materiaalipuolella ruostumattomuus ja keveys.

4.2 Rakenteen ideointi

Ratkaisun ideointi aloitetaan terminaalin asennustavasta. Jos terminaali asennetaan kaapin pohjalle, niin tilaa säästyy takaseinältä huomattavasti. Terminaalin asennus kaapin pohjalle hankaloittaa huomattavasti letkutusta terminaalilta läpivienneille, joten on keksittävä jotain muuta letkujen tilalle. Tästä eteenpäin mietitään eri vaihtoehtoja letkujen korvaamiseksi jollain muulla.

Aluksi mietitään ihan valmiita jo olemassa olevia liittimiä, joilla voidaan mahdollistaa läpivienti ja 90 asteen kulma terminaalin kyljestä kaapin pohjaan.

Toinen vaihtoehto on työstää täysin uusi välikappale kyseiseen tarkoitukseen.

4.3 Eri ratkaisuja ja niiden arviointi

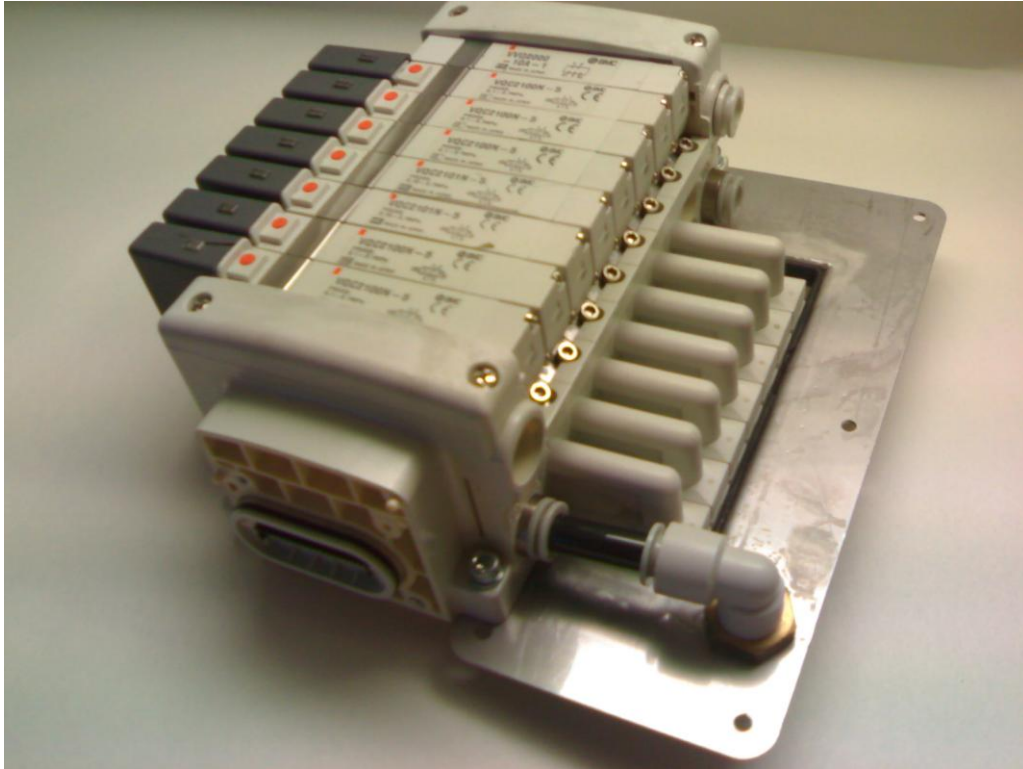
Idea terminaalien asennuksesta kaapin pohjalla vaikuttaa ja osoittautuu lopulta parhaaksi vaihtoehdoksi, joten suunnittelua jatketaan tämän ratkaisun pohjalta.

Ensimmäinen ajatus on perusletkutus terminaalista läpivienneille. Tämä vaihtoehto osoittautuu kuitenkin hankalaksi. Läpiviennit joudutaan tekemään jokainen erikseen ja letkujen asentaminen terminaalien ja läpivientien väliin on hankalaa.

Toisena vaihtoehtona on käyttää jo valmiina olevia kulmaliittimiä (kuva 21). Näiden liittimien avulla saadaan helposti ja yksinkertaisesti terminaalien ja kaapin pohjan väliin vaadittava 90 asteen kulma. Läpiviennin tekeminen onnistuu melko näppärästi yhdellä isommalla suorakaiteen muotoisella reiällä, mutta liitoksen vesitiiviiksi tekeminen (kuva 22) onkin jo hankalampaa. Visuaaliselta kannalta katsottuna tämä ratkaisu ei vaikuta kovin ammattimaiselta.



Kuva 21. Kaksiosainen kulmaliitin.



Kuva 22. Läpiviennin tiivistys.

Kolmantena ratkaisuvaihtoehtona on suunnitella täysin uusi osa tätä kyseistä käyttötarkoitusta varten. Tämä vaihtoehto tuntuu loppujen lopuksi parhaalta mahdolliselta, joten tätä ratkaisua lähdetään jalostamaan pidemmälle.

5 SUUNNITTELU

5.1 Rakenneratkaisun valinta

Rakeneratkaisua mietittäessä vaihtoehtoja on useita. Ensimmäinen vaihtoehto on yksi kiinteä kokonaisuus, joka on tarkoitettu vain yhdenmalliseen venttiiliterminaalien kokoonpanoon, esimerkiksi kuuden venttiilin terminaaliin. Toinen vaihtoehto on suunnitella päädyt erikseen ja päätyjen väliin tuleva osa yhtenä kokonaisuutena, esimerkiksi kolmepaikkaiselle venttiiliterminaalille. Kolmas vaihtoehto on suunnitella ratkaisu, joka ei määrittele erikseen terminaaliin sijoitettavien venttiilien määrää.

Vaihtoehtona yksi kiinteä kokonaisuus osoittautuu jo alkuvaiheessa huonoksi. Mietittäessä tätä ratkaisua ilmenee monia negatiivisia asioita. Muun muassa tämä ratkaisu määrää venttiilipaikkojen määrän terminaalissa. Lisäksi yhden ison kappaaleen työstäminen on hankalaa.

Vaihtoehdossa, jossa päädyt ovat erikseen ja välipala on esimerkiksi 3 venttiilille, saadaan muodostettua myös 6- ja 9-venttiiliselle terminaalille kokoonpano laittamalla useampi 3-paikkainen välipala päätyjen väliin. Tämä ratkaisu on vartenotettava ja hyvältä tuntuva ratkaisu.

Lopuksi päädytään ratkaisuun, jossa jokainen venttiilipaikka saa oman palansa, jolloin kokoonpanon koon määrää terminaaliin asennettujen venttiilien määrä eikä toisinpäin. Valittu kokoonpano tulee koostumaan kahdesta päädyistä ja niin monesta välipalasta kuin terminaaliin on asennettu venttiilejä.

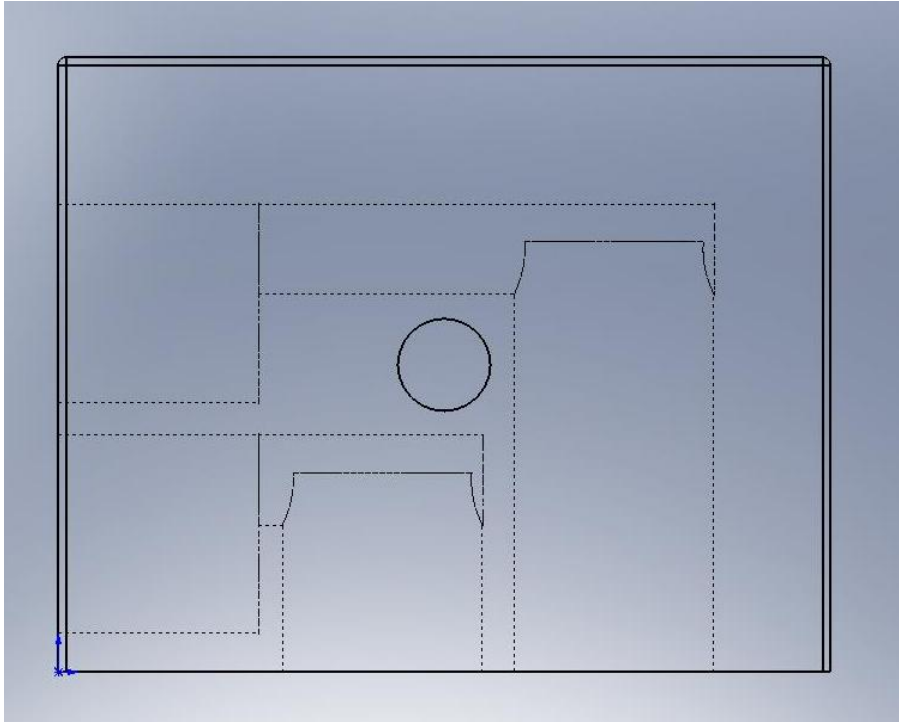
5.2 Tuotteen kehitysvaiheet

Ensimmäisenä vaiheena on miettiä toteutustapa. Valittu toteutustapa on työstää kappaleisiin reiät, joilla saadaan välitettyä paineilma terminaalilta haluttuun kohtaan läpivientiä ajatellen.

Välipalojen kohdalla tämä on hyvin yksinkertaista. Mittaamalla terminaalissa kiinni olevien venttiilin sisään- ja ulostulokanavien sijainti ohjauskaapin pohjasta saadaan selville välipaloihin työstettävien reikien aloituskohta. Koska reikien suuntaa pitää muuttaa 90 astetta suoraan alaspäin, niin ainoa vaihtoehto on tehdä alemmasta reiästä lyhyempi kuin ylemmästä, ja työstää kappaleen alapuolelta edellisten reikien päihin yhtyvät reiät. Näin saadaan toteutettua välipalaan sisään- ja ulostulokanavat.

Mietittäessä läpiviennin tiivistämistä roiskevesitiiviiksi helpoin tapa on suunnitella lisäosan ja terminaalin alapinnat samalle tasolle. Näin saadaan tehtyä läpiviennit yhdellä isommalla suorakaiteen muotoisella reiällä ohjauskaapin pohjan läpi. Tiivistys tapahtuu lisäosan alapintaan laitettavalla litteällä tiivisteellä.

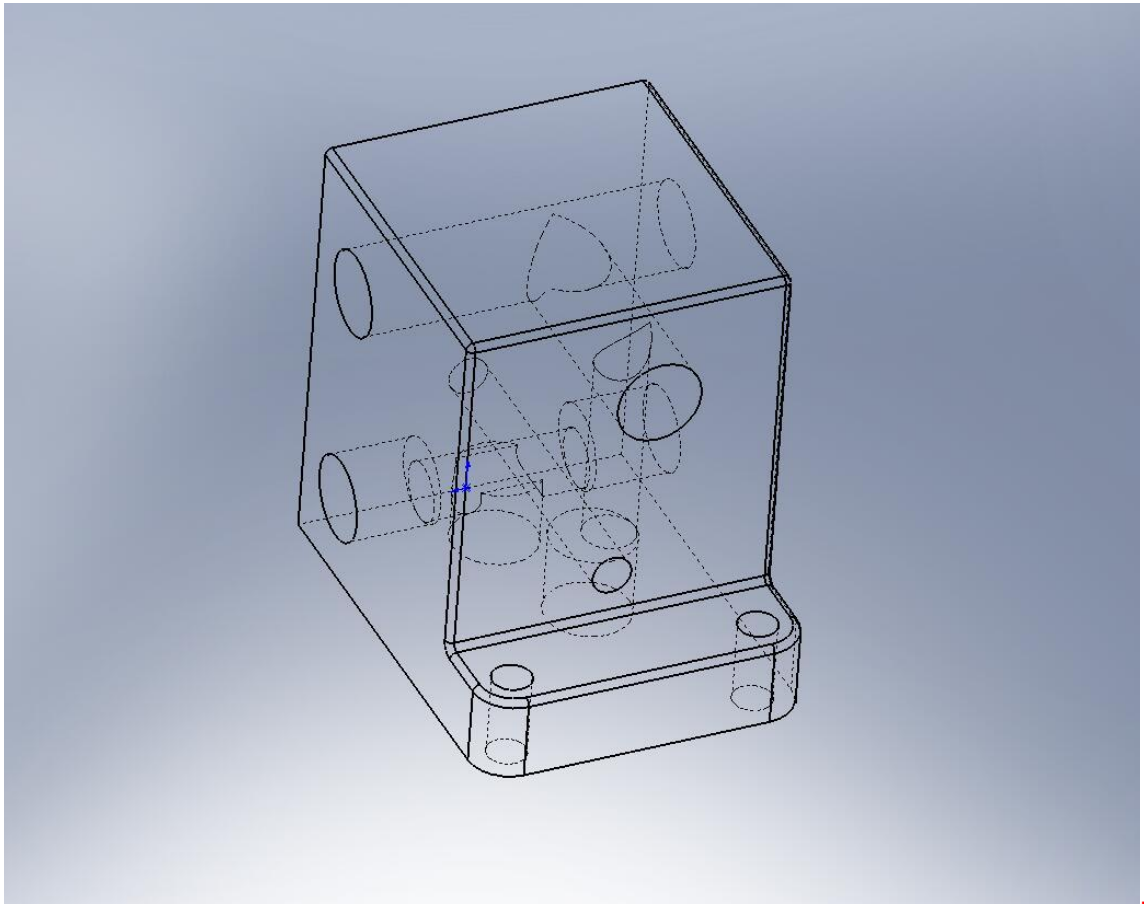
Tarkoituksena on selvittää mahdollisimman vähällä työstettävien kappaleiden määrällä, joten lisäosan ja terminaalien liittämiseen päätetään käyttää jo olemassa olevia vakio liittimiä. Välipalojen reikiä joudutaan muokkaamaan liittimille tarvittavien kierteiden takia. Tästä johtuen reikien koko pienenee kierreosuuden jälkeen (kuva 23).



Kuva 23. Välipalan sivuprofiili, työstetyt reiät näkyvät katkoviivoilla.

Päätypalojen suunnittelu on huomattavasti haastavampaa. Alusta alkaen tarkoituksena on suunnitella päätykappale, joka sopii kumpaankin päähän. Tämän johdosta työstettävien kappaleiden määrä saadaan minimoitua kahteen kappaleeseen.

Päätykappaleen läpi työstetyt paineilman sisään- ja ulostulokanavat mahdollistavat samanmallisen päätypalan käyttämisen molemmissa päissä. Toisen puolen kanavat saadaan umpeen normaaleilla kierretulpilla. Päätypalan poistoilmakanava saadaan työstämällä ensin päädystä reikä päätykappaleen sivusta läpi asti tehtyyn poistoilmakanavaan saakka. Tämän jälkeen työstetään päätykappaleen pohjasta reiät paineilman sisään- ja ulostulokanaviin. Näin saadaan työstettyä päätykappale, jonka paineilman sisään- ja ulostulokanavat sijaitsevat halutuissa paikoissa (kuva 24). Ylimääräiset reiät saadaan umpeen kierretulpilla.



Kuva 24. Päätykappale, jossa työstetyt reiät näkyvät katkoviivoilla.

Lopuksi mietitään ratkaisua, miten väli- ja päätykappaleet saadaan liitettyä toisiinsa. Yksinkertaisin tapa on työstää kappaleisiin samalle kohdalle halkaisijaltaan 6 millimetrin kokoiset reiät, jolloin kappaleiden kiinnitys toisiinsa on mahdollista samoilla sidepulteilla, joita käytetään venttiiliterminaalien kokoamisessa.

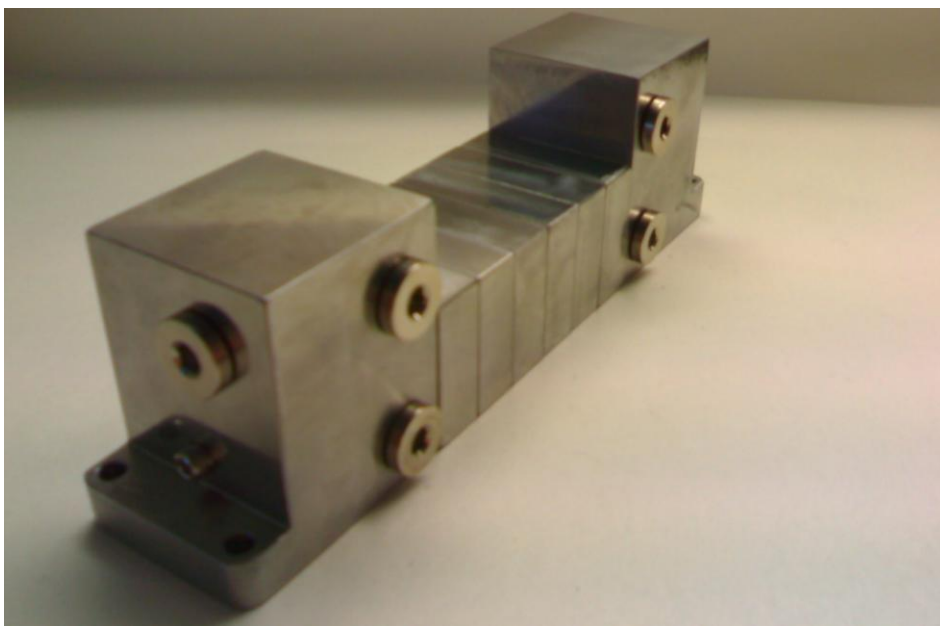
6 TUOTTEISTAMINEN

6.1 Käytännön koneistaminen tuotteelle

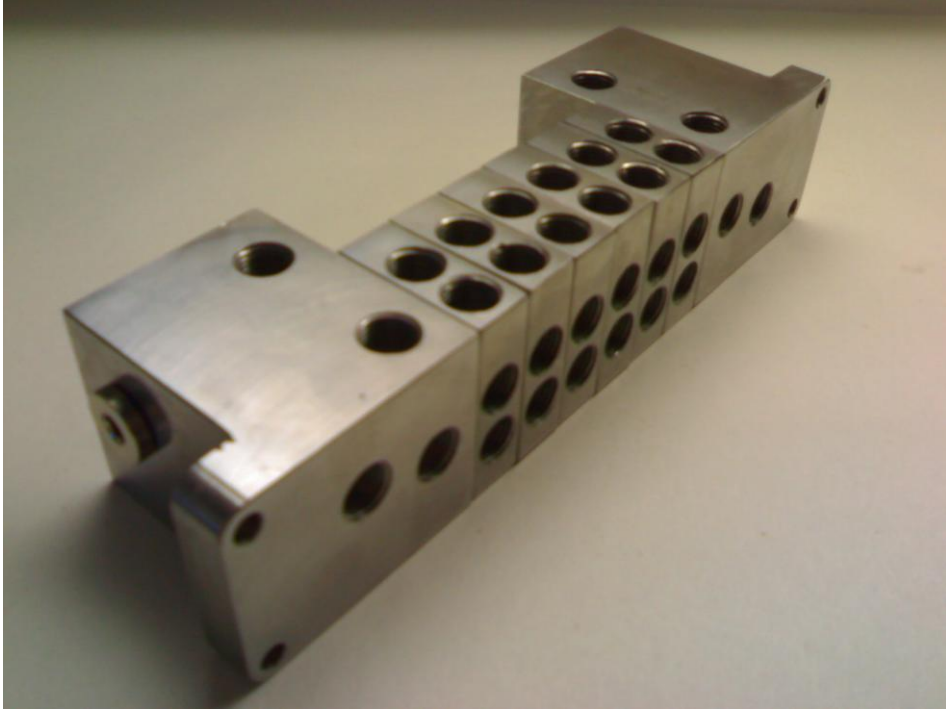
Osien koneistus tapahtuu Seinäjoen ammattikorkeakoulun Tekniikan yksikössä. Laboratorioinsinööri ohjelmoi työstöohjelman työstettävien kappaleiden piirustuksista. Ensimmäiset kappaleet työstetään teräksestä, koska sitä on varastossa. Jatkossa materiaalina on tarkoitus käyttää muovia. Laboratorioinsinöörin mukaan muovin työstäminen on haastavampaa. Muovissa on kuitenkin paljon etuja verrattuna teräkseen, joista suurin ja tärkein on ruostumattomuus. Muita etuja on muun muassa keveys ja visuaalisuus. Visuaaliselta kannalta tarkasteltuna muovin soveltuminen käytettäväksi materiaaliksi on paras vaihtoehto, koska terminaalikin on suurimmaksi osaksi muovia.

6.2 Tuoterakenteen kokoaminen

Ensimmäisten kappaleiden valmistuttua on vuorossa lisäosan kokoonpano (kuvat 25-26).

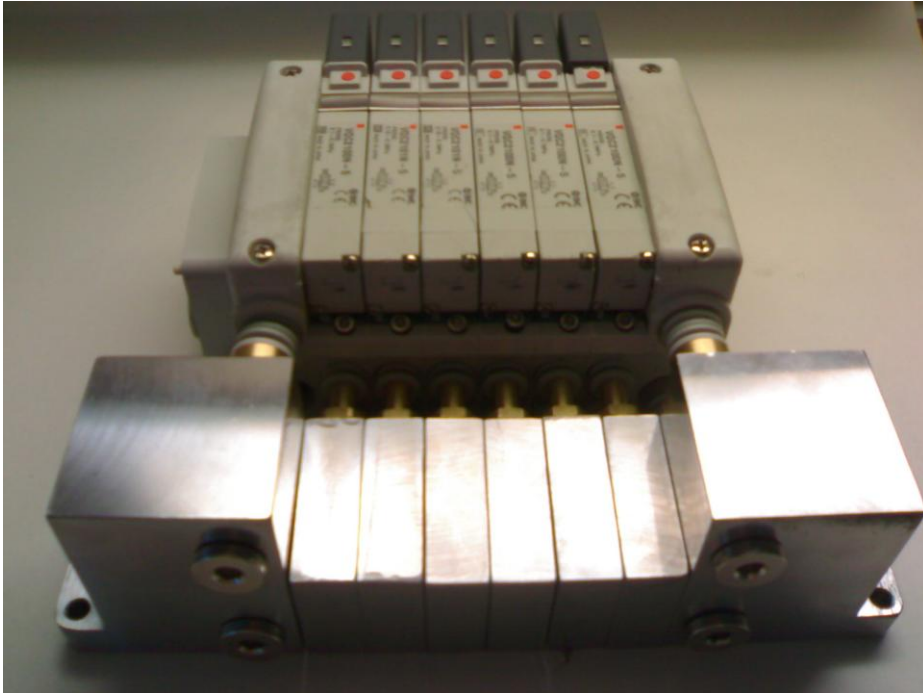


Kuva 25. Lisäosa takaapäin.



Kuva 26. Lisäosa pohjasta ja terminaaliin yhdistettävästä sivusta.

Kokoonpanon jälkeen lisäosa yhdistetään venttiiliterminaaliin (kuva 27).



Kuva 27. Lisäosa yhdistettynä terminaaliin.

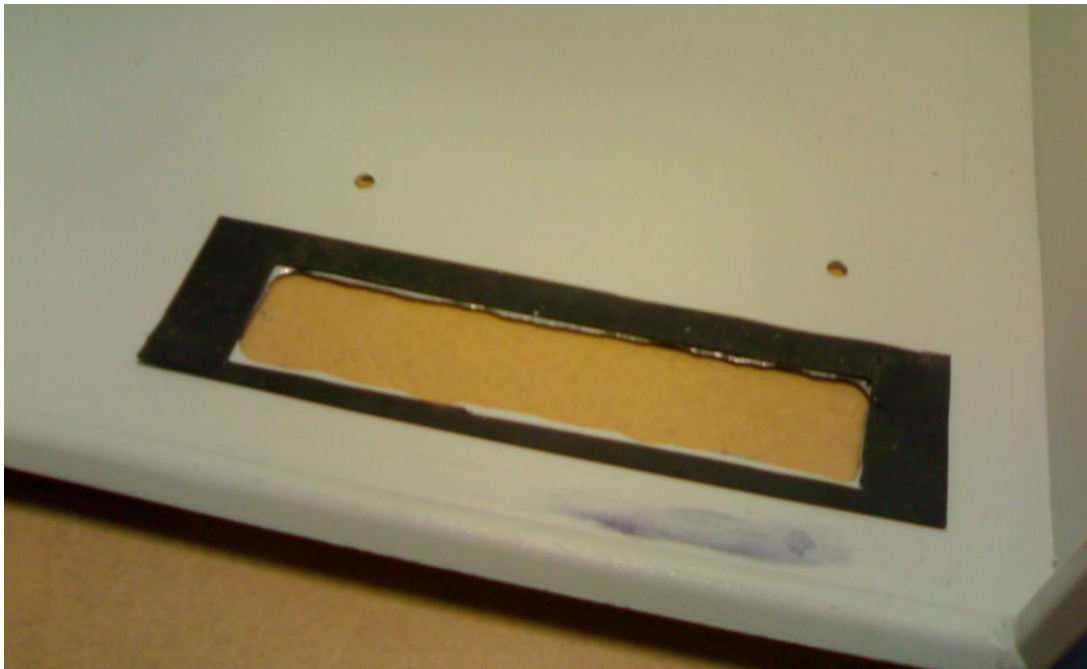
6.3 Kokoonpanon asennus ohjauskaappiin

Seuraava työvaihe on kokoonpanon asennus ohjauskaappiin. Läpivientien tekeminen käy vaivattomasti yhdellä suorakaiteen muotoisella aukolla (kuva 28).



Kuva 28. Läpivienti

Tiivisteinä käytetään normaalia 1 millimetrin vahvuista kumimattoa (kuva 29).



Kuva 29. Tiivistys

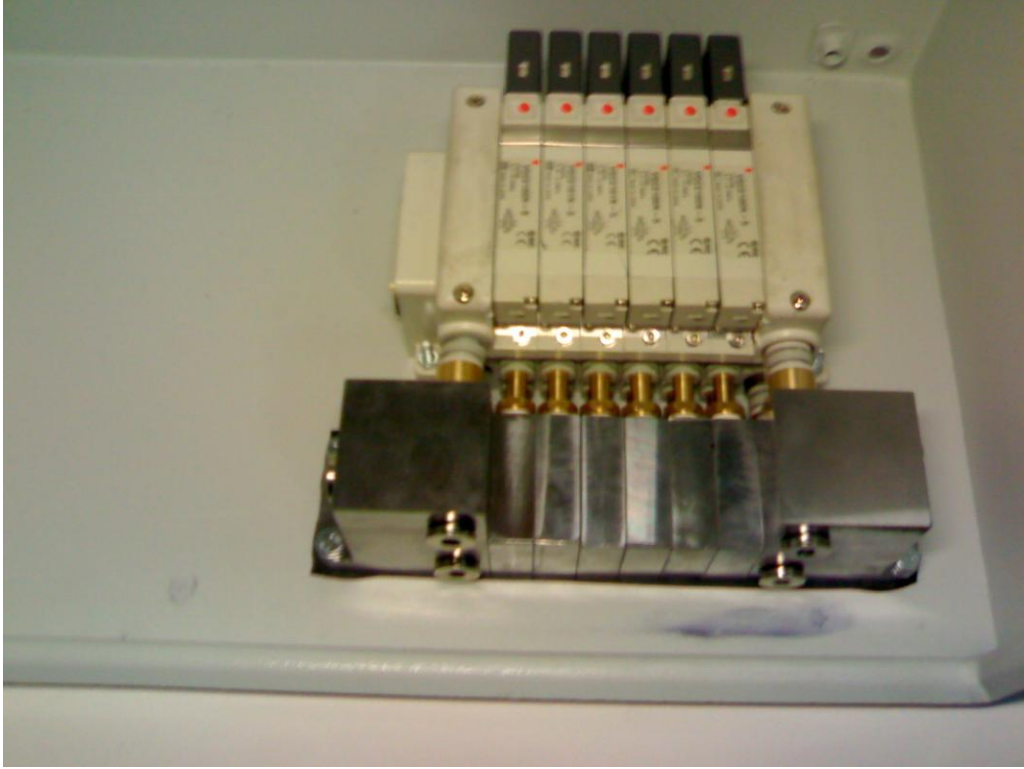
Kokoonpanon lopullinen kiinnitys toteutetaan normaalilla pultiliitoksella (kuva 30).



Kuva 30. Kiinnitys

6.3.1 Valmis asennus

Kokoonpanon asennus näyttää siistiltä ja kompaktilta (kuva 31). Ohjauskaappiin jää reilusti tilaa muille komponenteille (kuva 32).



Kuva 31. Kokoonpano asennettuna ohjauskaapin pohjaan

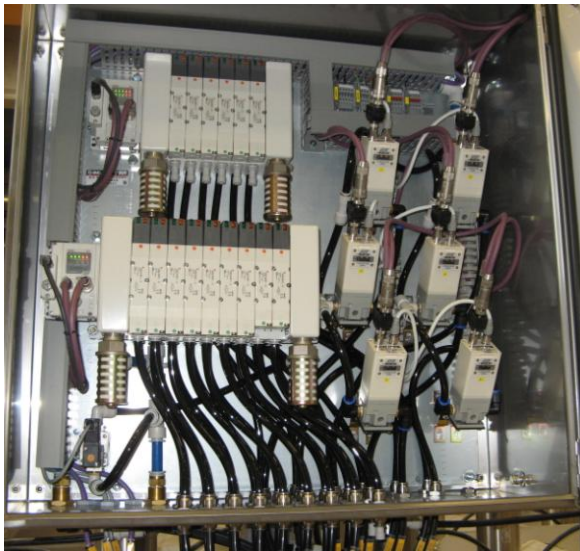


Kuva 32. Ohjauskaappi sisältä

7 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

Tehtävänä oli kehittää yksinkertainen asennusratkaisu, jolla venttiiliterminaali voitaisiin asentaa ohjauskaappiin. Suurin huomioon otettava asia oli ratkaisun kompaktisuus, eli tilankäyttö ohjauskaapista pitäisi minimoida.

Tämä työ täyttää kaikki sille annetut vaatimukset. Asennus käy todella helposti, tiivistys hoituu yksinkertaisesti kumitiivisteellä ja tilankäyttö saatiin minimoitua lähes olemattomiin. Kuvista (kuvat 33 ja 34) näkee nykyisen asennustavan ja tässä työssä kehitellyn uuden asennustavan eron. Varsinkin tilankäytössä on huomattava ero.



Kuva 33. Nykyinen asennustapa



Kuva 34. Uusi asennusratkaisu

LÄHTEET

- Nieminen, M. 2009. Myyntipäällikkö. SMC Pneumatics Finland Oy. Suullinen tiedonanto 3.11.2009.
- Ellman, A., Hautanen, J., Järvinen, K. & Simpura, A. 2002. Pneumaattikka. Helsinki: Edita Prima Oy.
- SMC Product Selector. 2009a. EVFS2000, Magneettiventtiili [www-dokumentti]. SMC Corporation. [viitattu 3.11.2009]. Vain yrityksen sisäisessä käytössä.
- SMC Product Selector. 2009b. SS5Y3, 3000 sarjan magneettiventtiili, lohkoasennus [www-dokumentti]. SMC Corporation. [viitattu 3.11.2009]. Vain yrityksen sisäisessä käytössä.
- SMC Product Selector. 2009c. VV5QC21-F, 2000 sarjan magneettiventtiili, terminaaliasennus [www-dokumentti]. SMC Corporation. [viitattu 3.11.2009]. Vain yrityksen sisäisessä käytössä.
- SMC Product Selector. 2009d. CP95S(D), ISO/VDMA paineilmasylinteri [www-dokumentti]. SMC Corporation. [viitattu 3.11.2009]. Vain yrityksen sisäisessä käytössä.
- SMC Product Selector. 2009e. MY1H, Männänvarreton sylinteri [www-dokumentti]. SMC Corporation. [viitattu 3.11.2009]. Vain yrityksen sisäisessä käytössä.
- SMC Product Selector. 2009f. ECRA, Kääntösylinteri [www-dokumentti]. SMC Corporation. [viitattu 3.11.2009]. Vain yrityksen sisäisessä käytössä.
- SMC Product Selector. 2009g. M(D)LU, Sylinteri päätylukolla [www-dokumentti]. SMC Corporation. [viitattu 3.11.2009]. Vain yrityksen sisäisessä käytössä.
- SMC Product Selector. 2009h. MGP, Johdesylinteri [www-dokumentti]. SMC Corporation. [viitattu 3.11.2009]. Vain yrityksen sisäisessä käytössä.
- SMC Product Selector. 2009i. MHZ2, Lineaaritarttuja [www-dokumentti]. SMC Corporation. [viitattu 3.11.2009]. Vain yrityksen sisäisessä käytössä.
- SMC Product Selector. 2009j. RSA, Pysäytyssylinteri [www-dokumentti]. SMC Corporation. [viitattu 3.11.2009]. Vain yrityksen sisäisessä käytössä.

SMC Product Selector. 2009k. RB, Iskunvaimennin [www-dokumentti]. SMC Corporation. [viitattu 3.11.2009]. Vain yrityksen sisäisessä käytössä.

SMC Product Selector. 2009l. AWG, Suodatinsäädin [www-dokumentti]. SMC Corporation. [viitattu 3.11.2009]. Vain yrityksen sisäisessä käytössä.

SMC Product Selector. 2009m. AMG, Vedenerotin [www-dokumentti]. SMC Corporation. [viitattu 3.11.2009]. Vain yrityksen sisäisessä käytössä.

SMC Product Selector. 2009n. AL, Sumuvoitelija [www-dokumentti]. SMC Corporation. [viitattu 3.11.2009]. Vain yrityksen sisäisessä käytössä.

Peurala, T. 2009a. Kuva juustonpuristuslinjasta. Sähköpostiviesti.

Peurala, T. 2009b. Kuva ohjauskaapista. Sähköpostiviesti.

Hulkkonen, V. 2006. Pneumatiikan perusteita. Toimilaitteet. Fluid Finland No 14. 1-2006.

Hulkkonen, V. 2008. Pneumatiikka. Venttiilit. Fluid Finland No 18. 1-2008.

LIITTEET

1. Päätykappaleen työpiirustus
2. Välipalan työpiirustus