

Jarkko Uusi-Pohjola

Hydrauliikka- ja pneumatiikkalaboratorion layout ja inventaario

Opinnäytetyö kevät 2016

SeAMK Tekniikan yksikkö

Automaatiotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Seinäjoen Ammattikorkeakoulu

Tutkinto-ohjelma: Insinööri

Suuntautumisvaihtoehto: Automaatiotekniikka

Tekijä: Jarkko Uusi-Pohjola

Työn nimi: Hydraulikka- ja pneumatiikkalaboratorion layout ja inventaario

Ohjaaja: Markku Kärkkäinen

Vuosi: 2016

Sivumäärä: 51

Liitteiden lukumäärä: 8

Seinäjoen ammattikorkeakoulun tarjosi opinnäytetyötä. Tarve tuli materiaalitekniikan laboratorion uudelleenjärjestelystä, sekä siellä sijaitsevista Festo Didactic Learnline hydraulikka- ja pneumatiikkaharjoitustyöpisteiden inventaariosta.

Opiskelijoiden harjoituskäyttöön tarkoitettu hydraulikan ja pneumatiikan simulointiohjelmisto Festo FluidSimin tilalle tuli uusi ohjelmisto, Automation Studio Educational Edition. Automation Studio -ohjelmasta tuli tehdä käyttöönottoa helpottava ohje.

Opinnäytetyössä tutkitaan aluksi teoriaa liittyen nesteisiin ja kaasuihin, hydraulikkaan ja pneumatiikkaan sekä layoutsuunnitteluun. Teoriaosuuden jälkeen kartoitetaan nykytilannetta ja pohditaan parannettavia asioita. Lopuksi käydään läpi suunnittelua ja työn toteutusta.

Avainsanat: Festo Didactic, hydraulikka, pneumatiikka, layout, inventaario, ohje, Automation Studio

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Seinäjoki University of Applied Sciences

Degree programme: Engineer

Specialisation: Automation technology

Author/s: Jarkko Uusi-Pohjola

Title of thesis: Layout and inventory of a Hydraulics- and pneumatics laboratory

Supervisor(s): Markku Kärkkäinen

Year: 2016

Number of pages: 51

Number of appendices: 8

Seinäjoki University of Applied Sciences offered the topic for this thesis. The engineering laboratory needed a new layout plan. Also the Festo Didactic Learnline hydraulics- and pneumatics exercise tables, which were in the laboratory, needed inventory and they had to be moved.

The original hydraulics and pneumatics exercise program was Festo FluidSim simulation program, which will be replaced by Automation Studio Educational Edition. This new program needed a commissioning guide for the students.

In the beginning of the thesis there is theory concerning fluids, hydraulics and pneumatics and also layout planning. After theory, there is a review of the current situation. It is also pondered what kind of improvements should be made. In the last part of the thesis there is information on the planning and the actual realization of the work.

Keywords: Festo Didactic, hydraulics, pneumatics, layout, inventory, guide, Automation Studio

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Tutkimuksen taustaa.....	8
2 FLUIDIT	9
2.1 Voima.....	10
2.2 Paine.....	11
2.3 Kaasun tasapaino ja tilanmuutokset.....	12
2.4 Hydromekaniikka.....	15
2.5 Virtaukset.....	20
2.5.1 Tilavuusvirta.....	20
2.5.2 Bernoullin yhtälö	21
2.5.3 Viskositeetti.....	22
2.5.4 Laminaarinen ja turbulenttinen virtaus	23
3 HYDRAULIIKKA JA PNEUMATIikka	25
3.1 Pneumatiikka.....	25
3.1.1 Paineilman käyttö.....	26
3.2 Hydrauliiikka	27
3.3 Ohjauslaitteet	29
3.4 Piirrosmerkit.....	30
4 LAYOUTSUUNNITTELU.....	31
4.1 Layoutsuunnittelun tavoitteet ja menetelmät	31
5 NYKYTILANTEEN KARTOITUS	33
5.1 Materiaalitekniikan laboratorio.....	33
5.1.1 Laboratorion sisältö.....	33
5.2 Käyttökniikan laboratorio.....	35
5.3 Pneumatiikan sekä hydrauliiikan laboratorioharjoitukset.....	36

6	SUUNNITTELU JA TOTEUTUS.....	39
6.1	Kartoituksessa huomattua.....	39
6.2	Miten tiloja voidaan parantaa	39
6.3	Inventaario	40
6.4	Layoutmuutos.....	43
6.4.1	Materiaalitekniikan laboratorio, luokka 140.2	44
6.4.2	Luokka A240.4, layoutsuunnittelu	45
6.5	Automation Studio 6.1 -ohje	48
7	YHTEENVETO.....	50
	LÄHTEET	51
	LIITE 1 Inventaariolista, pneumatiikka	1
	LIITE 2 Inventaariolista, hydraulikka	2
	LIITE 3 Luokka A140.2 Materiaalitekniikan laboratorio, alkuperäinen layout	3
	LIITE 4 Luokka A140.2 Materiaalitekniikan laboratorio, uusi layoutsuunnitelma	4
	LIITE 5 Luokka A240.4 Alkuperäinen layout.....	5
	LIITE 6 Luokka A240.4 Layoutversio 1	6
	LIITE 7 Luokka A240.4 Layoutversio 2	1
	LIITE 8 Automation Studio -ohje 1 - 2.....	1
	LIITE 8 Automation Studio -ohje 3 – 4	2
	LIITE 8 Automation Studio -ohje 5 – 6	3
	LIITE 8 Automation Studio -ohje 7 – 8	4
	LIITE 8 Automation Studio -ohje 9 – 10	5
	LIITE 8 Automation Studio -ohje 11 – 12	6
	LIITE 8 Automation Studio -ohje 13 – 14	7
	LIITE 8 Automation Studio -ohje 15 – 16	8
	LIITE 8 Automation Studio -ohje 17 – 18	9
	LIITE 8 Automation Studio -ohje 19 - 20	10

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Olomuodosta toiseen siirtyminen. (Suvanto 2003, 429).....	9
Kuvio 2. Kiihtyvyys ja painovoima (Inkinen & Tuohi 1999, 93 - 100.).....	10
Kuvio 3. Voiman kohdistuminen (Inkinen & Tuohi 1999, 301.).....	11
Kuvio 4. Hydrostaattinen ja hydrodynaaminen tehonsiirto (Hautala & Peltonen 2000, 107.).....	15
Kuvio 5. Nesteissä sekä kaasuissa paine leviää tasaisesti (Suvanto 2003, 319).	16
Kuvio 6. Voiman suuntautuminen (Inkinen & Tuohi 1999, 302.)	16
Kuvio 7. Hydrostaattinen paine (Inkinen & Tuohi 1999, 302.)	17
Kuvio 8. Hydraulinen nosturi (Hautala & Peltonen 2000, 107.).....	18
Kuvio 9. Jatkuvuusyhtälö (Hautala & Peltonen 2000, 112.)	20
Kuvio 10. Bernoullin yhtälö (Inkinen & Tuohi 1999, 321.)	21
Kuvio 11. Laminaarinen virtaus (Suvanto 2004, 377.)	23
Kuvio 12. Turbulentti virtaus (Suvanto 2004, 377.)	24
Kuvio 13. Komponenttien piirrosmerkkejä.....	30
Kuvio 14. Materiaalitekniikan laboratorion nykyinen layout, luokka A140.4	34
Kuvio 15. Käyttötekniikan laboratorio A130.1	35
Kuvio 16. Hydrauliiikkaharjoitustyöpiste sekä oikealla sähkömoduuliteline	36
Kuvio 17. Festo Learnline -harjoitustyöpisteet ja komponentteja, pöydän yläosassa sähkönsyöttö ja kytkentämoduulit	37
Kuvio 18. Työpöydät 1 – 3. Työpisteet on merkitty alanumeroin.....	40
Kuvio 19. Testausesimerkki	40
Kuvio 20. Komponenttien testausta	41
Kuvio 21. Hydrauliiikan komponentteja säilytystelineessään	42
Kuvio 22. Pohjakuvien värikartta.....	43
Kuvio 23. Materiaalitekniikan laboratorio, alkuperäinen järjestys	44
Kuvio 24. Materiaalitekniikan laboratorio, uusi layout, liite 4	44
Kuvio 25. Luokka A240.4 alkuperäinen layout, liite 5.....	45
Kuvio 26. Luokan A240.4 layoutsuunnitelma 1, liite 6.....	46
Kuvio 27. Luokan A240.4 layoutsuunnitelma 2, liite 7.....	47
Kuvio 28. Esimerkki Festo FluidSimin ja Automation Studion eroista	48

Käytetyt termit ja lyhenteet

Bernoullin yhtälö	Daniel Bernoulli, sveitsiläinen matemaatikko ja fyysikko (1700 - 1782) kuvasi virtaukseen liittyvän yhtälön
Celsius	Lämpötilayksikkö, perustuu veden sulamis- ja kiehumispisteisiin
DraftSight	Tekniseen 2D-piirtämiseen käytettävä CAD-ohjelmisto
Fluidi	Yleisnimitys virtaavalle aineelle, nesteet ja kaasut
Hydrauliikka	Mekaniikan alue joka tutkii nesteiden ominaisuuksia
Hydrodynamiikka	Nesteiden virtauslakeja tutkiva tieteenala
Hydromekaniikka	Hydrostaatiikan ja hydrodynamiikan yhteisnimitys
Hydrostaatiikka	Paineen alaisena olevien nesteiden tasapainotiloja tutkiva tieteenala
Kelvin	Lämpötilayksikkö, absoluuttinen nollapiste nollakohtana
Layout	Termi jolla tarkoitetaan tilansuunnittelua
Newton	Isaac Newton oli 1600-luvulla elänyt matemaatikko, fysiikko ja tähtitieteilijä
Pascal	Blaise Pascal oli 1600-luvulla elänyt fyysikko
Pneumatiikka	Tekniikan haara joka tutkii painekaasujen käyttöä teknisiin tarkoituksiin
Reynoldsin luku	Englantilainen fyysikko Osborne Reynolds (1842 - 1912) esitti virtaustyyppiä kuvaavan tunnusluvun
Termodynamiikka	Fysiikan ja kemian tieteenala, joka tutkii energian siirto- ja muuntumisprosesseja

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen taustaa

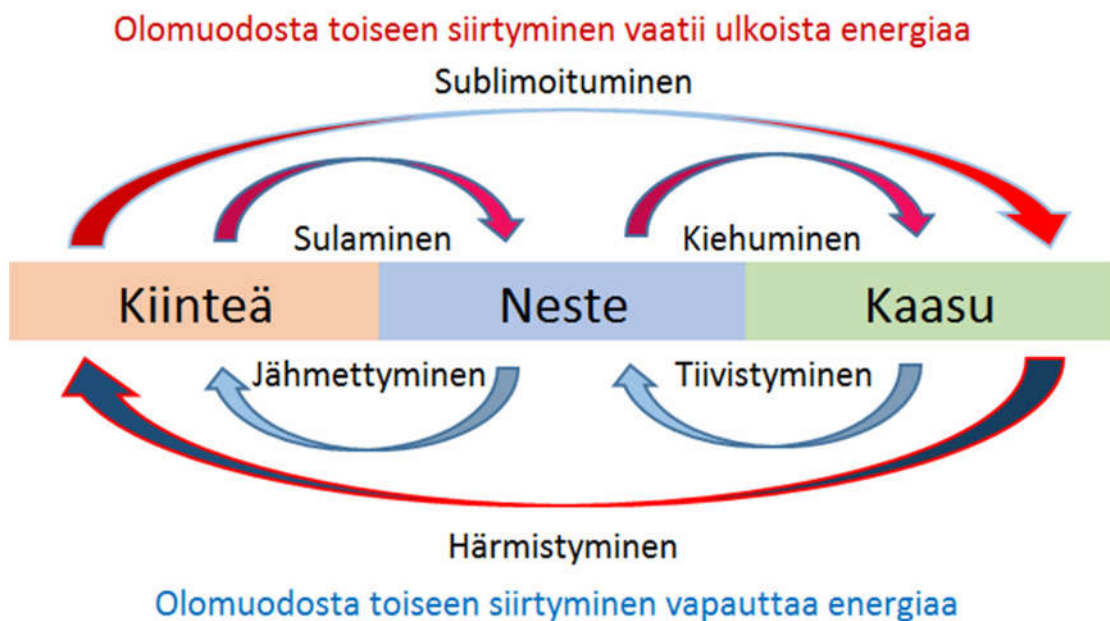
Seinäjoen Ammattikorkeakoulu tarvitsi hydraulikka- ja pneumatiikkalaboratorion päivityksen. Yksi päivityksen tavoitteista on saada opetuslaboratorio toimimaan opetuksen kannalta tehokkaammin.

Opinnäytetyön päätavoitteena on käydä läpi ja päivittää kaikki laboratorioharjoitusmateriaali niin komponenttien kuin töidenkin kannalta. Työhön sisältyy myös laboratorioden layoutsuunnitelmat. Hydraulikan ja pneumatiikan laboratorioon tehdään inventaario laitteiston osalta. Laitteisto testataan ja tarpeen mukaan uusitaan. Samalla yksittäiset työpisteet selkeytetään.

Hydrauli- ja paineilmatekniikka kurssin opetuksessa nykyisin käytettävä simulointiohjelma Festo FluidSIM vaihdetaan uuteen Automation Studio -simulointiohjelmaan. Tälle uudelle ohjelmalle on tarkoitus tehdä selkeät käyttöönottoa helpottavat ohjeet.

2 FLUIDIT

Aineilla on eri olomuotoja, joissa kiinteät aineet pyrkivät säilyttämään oman tilavuutensa sekä muotonsa. Neste myöskin tilavuutensa, koska se on miltei kokoonpuristumattonta, muttei muotoaan koska partikkelisidokset ovat heikot. Kaasun tilavuus ja muoto taas muuttuvat täysin tilan mukaan. (Suvanto 2003, 317.)



Kuvio 1. Olomuodosta toiseen siirtyminen. (Suvanto 2003, 429).

Fluidi on yleisnimitys virtaavalle aineelle eli kaasuille sekä nesteille (Apaja 2015, 4).

Nesteen sisäiset voimat pyrkivät pitämään aineen tilavuuden vakiona, eli vastustavat tehokkaasti puristusta. Tästä johtuen nesteitä voidaan pitää kokoonpuristumattomina. Näin ollen nesteitä voidaan käyttää esimerkiksi hydraulisissa laitteissa. (Suvanto 2003, 317 - 318.)

Kaasuissa taas sisäiset voimat vastustavat puristusta. Kaasuille ominaista on pyrkiä mahdollisimman suureen tilavuuteen. Tästä syystä kaasujen tiheydet ovat huomattavasti pienempiä kuin nesteiden tai kiinteiden aineiden. (Suvanto 2003, 318.)

2.1 Voima

Newtonin ensimmäinen lain eli jatkuvuuden lain mukaan:

Kappale pysyy paikallaan tai jatkaa tasaista suoraviivaista liikettä mikäli mikään voima ei pakota sitä muuttamaan liiketilaansa. (Suvanto 2003, 29.)

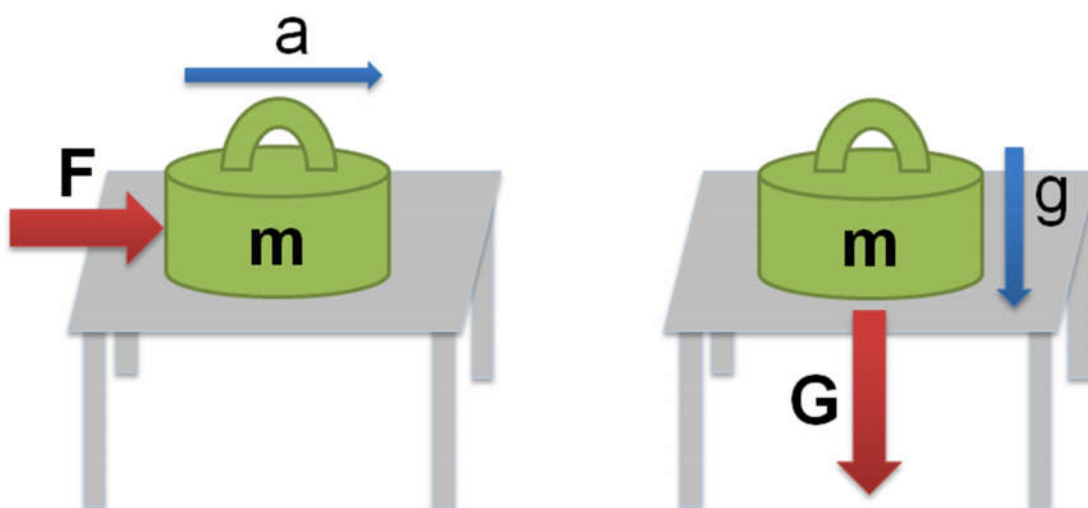
Newtonin toisen lain eli dynamiikan peruslain mukaan: Kappaleella jolla on massa m aiheuttaa kokonaisvoiman F jos siihen kohdistuu ulkoinen voima, esimerkiksi kiihtyvyys a . (Suvanto 2003, 29).

$$F = m \times a \quad 1.$$

Tämä kiihtyvyys a voi olla esimerkiksi maan vetovoima $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Tällöin lauseke kirjoitetaan muotoon: (Suvanto 2003, 30).

$$F = G = m \times g \quad 2.$$

Kaaviossa 2. G tarkoittaa painovoimaa.



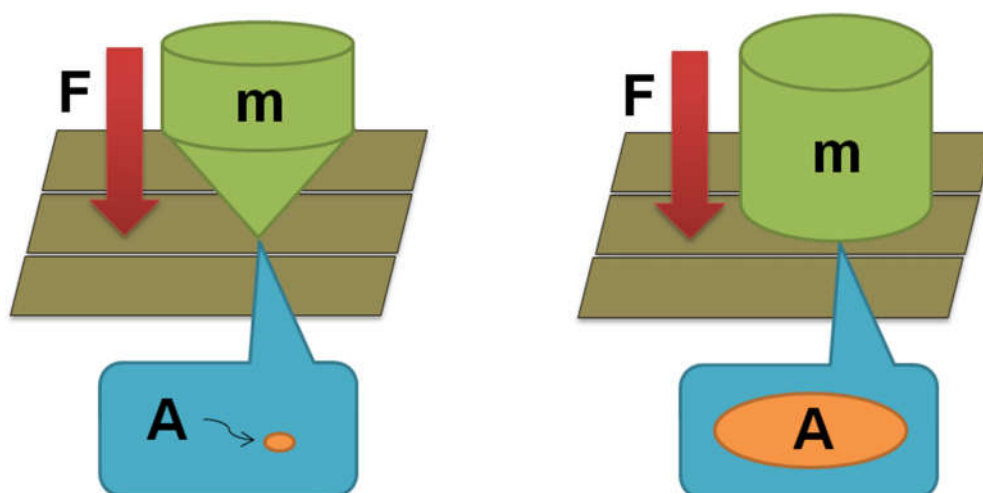
Kuvio 2. Kiihtyvyys ja painovoima (Inkinen & Tuohi 1999, 93 - 100.)

2.2 Paine

Paine on suure, joka ilmaisee pinta-alayksikköön kohdistuvaa kohtisuoraa voimaa. Sen yksikkö on Pascal, lyhenne *Pa*. Usein käytetään myös yksikköä *bar*, baari. Yksi baari = 100 kPa. (Hautala & Peltonen 2000, 104.)

$$Pa = \frac{N}{m^2} \quad 3.$$

Esimerkiksi 50 kg painavan naisen seisoessa puisella lattialla, aiheuttavat korkokenkien piikikorot selvät jäljet lattiaan. Vastaavasti jos 100 kg painoinen mies käyttäisi tasapohjaisia kenkiä samalla lattialla, ei jälkiä syntyisi. Voima kohdistuu korkokenkien tapauksessa pienemmälle pinta-alalle. (Suvanto 2003, 309.)



Kuvio 3. Voiman kohdistuminen (Inkinen & Tuohi 1999, 301.)

Paine kasvaa, jos voimaa suurennetaan tai pinta-alaa pienennetään mihin voima kohdistuu. (Suvanto 2003, 310.)

$$p = \frac{F}{A} \quad 4.$$

Kaaviossa 4. p = paine, F = voima ja A = pinta-ala. (Suvanto 2003, 309.)

Auton rengas pitää kuormituksen alaisena muotonsa, jos sen sisältämä paine ylittää ulkoapäin tulevan ilmakehän paineen. Tässä olennaisinta on, kuinka suuri on *paine-ero* näiden puolten välillä. (Suvanto 2003, 319.)

$$\overline{p_e = p - p_0} \quad 5.$$

Kaaviossa 5. Merkinnät p_e = yli- tai alipaine, p_0 = vertailupaine, yleensä vallitseva ilmanpaine sekä p = absoluuttinen paine, tarkoittaa nollapisteeseen verrattua painetta. (Suvanto 2003, 319.)

2.3 Kaasun tasapaino ja tilanmuutokset

Kaasun tilaa kuvataan paineen p , tilavuuden V ja lämpötilan T (Celsius° + 273,15 = Kelvin) avulla. Jos jokin näistä kolmesta muuttuu, puhutaan tilanmuutoksesta. (Suvanto 2003. 412.)

Ideaalikaasulla tarkoitetaan kaasua jonka paine riippuu lämpötilasta ja tilavuudesta (Lampinen 1997, 40).

Ideaalikaasujen tilanyhtälö eli Avogadron laki, esitetään muodossa: (Fonselius, Hautanen, Mutikainen, Pekkola, Salmijärvi & Simpura 1997, 21).

$$\overline{p \times V = n \times R \times T} \quad 6.$$

Kaaviossa 6. n = moolimäärä, R = kaasuvakio = 8,314 Nm/(mol K), T = (Celsius° + 273,15) (Lampinen 1997, 40).

Ainemäärän pysyessä muuttumattomana kaasun tilan muuttuessa voidaan yleinen tilanyhtälö esittää muodossa: (Inkinen & Tuohi 1999, 436).

$$\overline{\frac{p \times V}{T} = vakio} \quad 7. \quad \text{tai} \quad \overline{\frac{p_1 \times V_1}{T_1} = \frac{p_2 \times V_2}{T_2}} \quad 8.$$

Tilanmuutoksista puhuttaessa käytetään termejä:

1. Isokoorisessa prosessissa tilavuus pysyy vakiona. (Fonselius, Hautanen, Mutikainen, Pekkola, Salmijärvi & Simpura 1997, 21).

$$V = \text{vakio}$$

9.

$$V_1 = V_2$$

10.

ja

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

11.

2. Isobaarisessa prosessissa, Gay-Luccasin laki, paine pysyy vakiona. (Fonselius, Hautanen, Mutikainen, Pekkola, Salmijärvi & Simpura 1997, 21).

$$p = \text{vakio}$$

12.

$$p_1 = p_2$$

13.

ja

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

14.

3. Isotermisessä prosessissa, Boyle-Mariotten laki, lämpötila pysyy vakiona. (Fonselius, Hautanen, Mutikainen, Pekkola, Salmijärvi & Simpura 1997, 21).
 Prosessin ollessa isoterminen systeemi ei voi olla eristetty. (Hautala & Peltonen 2000, 186).

$$T = \text{vakio}$$

15.

$$T_1 = T_2$$

16.

ja

$$p_1 \times V_1 = p_2 \times V_2$$

17.

4. Adiabaattisessa prosessissa, Poissonin laki, lämpötila pysyy vakiona. Prosessin ollessa adiabaattinen, systeemin eli tarkasteltavan kohteen rajapinnan läpi ei siirry lämpöenergiaa kumpaankaan suuntaan, mutta työtä voi siirtyä. Tällöin systeemi on eristetty. (Lampinen 1997, 1 – 2.)

Isoterminen ja adiabaattinen prosessi ovat toistensa vastakkaisia rajatapauksia. Käytännössä tilanmuutos vastaa harvoin täysin kumpaakaan. (Fonselius, Hautanen, Mutikainen, Pekkola, Salmijärvi & Simpura 1997, 22.)

Adiabaattisuuden edellytyksenä on siis täydellinen lämmöneristys. Tämä on vaikea toteuttaa käytännössä. Adiabaattiseen tilanmuutokseen kuitenkin pyritään polttomoottoreiden puristus- ja paisuntajaksoissa. (Inkinen & Tuohi 1999, 453.)

Polytrooppista tilanmuutosta kuvataan yhtälöllä: (Fonselius, Hautanen, Mutikainen, Pekkola, Salmijärvi & Simpura 1997, 22).

$$p \times V^n = \text{vakio} \quad 18.$$

$$p_2 = p_1 \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^n \quad 19.$$

ja

$$T_2 = T_1 \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{n-1} \quad 20.$$

Kaavioissa 18. - 20. eksponentti n = adiabaattivakio. Esimerkiksi ilmalle $n = 1,4$. (Hautala & Peltonen 2000, 212.)

Adiabaattivakio n vaihtelee välillä 1 – 1,4. Adiabaattivakion ollessa 1, tilanmuutos on isoterminen, jos se on 1,4 puhutaan isentrooppisesta muutoksesta. (Fonselius, Hautanen, Mutikainen, Pekkola, Salmijärvi & Simpura 1997, 22.)

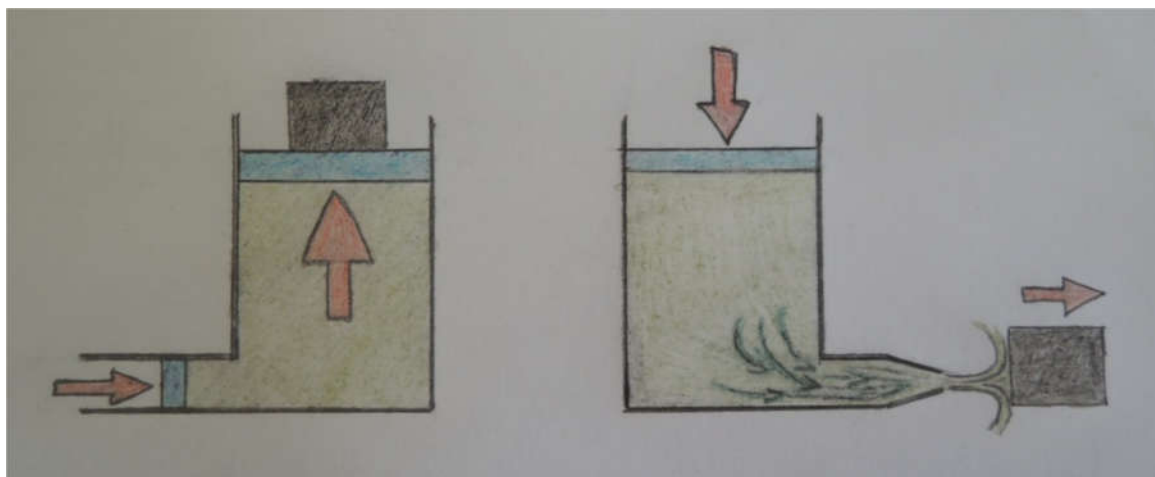
Tilanmuutosprosessin muutosajan ollessa yli sekunti, voidaan tilannetta tarkastella isotermissenä. Adiabaattisessa prosessissa on tärkeä huomata että laajentuessaan ilma vapauttaa lämpöä ja kokoonpuristuessaan ilma sitoo lämpöä. (Fonselius, Hautanen, Mutikainen, Pekkola, Salmijärvi & Simpura 1997, 22.)

2.4 Hydromekaniikka

Hydromekaniikka on virtausopin osa-alue, jossa tarkastellaan ulkoisten voimien alaisten nesteiden tasapainotiloja eli hydrostaatiikkaa sekä virtauslakeja tutkivaa hydrodynamiikkaa. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 2008, 13).

Hydrostaattinen tehonsiirto perustuu ulkoisen paineen leviämiseen tasaisesti nesteessä sekä siihen että hydrostaattinen paine riippuu syvyydestä. (Hautala & Peltonen 2000, 106).

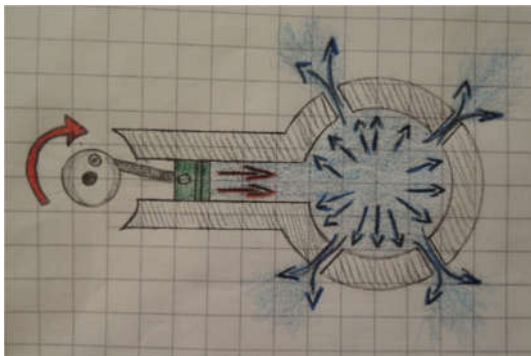
Hydrodynaaminen tehosiirto perustuu nesteen liikkeestä aiheutuvan voiman tekemään työhön. Energian siirtoon voidaan käyttää nesteiden lisäksi esimerkiksi kaasuputkea tai kardaniakselia. (Hautala & Peltonen 2000, 106).



Kuvio 4. Hydrostaattinen ja hydrodynaaminen tehonsiirto (Hautala & Peltonen 2000, 107.)

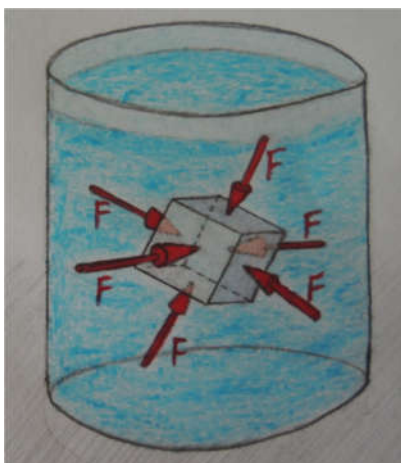
Hydrostaatiikan peruslaki eli Pascalin laki:

Voiman vaikutus levossa olevaan nesteeseen leviää tasaisesti kaikkiin suuntiin nesteen sisällä. Vallitsevan paineen suuruus nesteessä riippuu vaikuttavasta voimasta ja sen vaikutuspinta-alasta. Paine vaikuttaa kohtisuoraan säiliön seinämiä vastaan. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 2008, 13.)



Kuvio 5. Nesteissä sekä kaasuissa paine leviää tasaisesti (Suvanto 2003, 319).

Nesteeseen upotetaan kuution muotoinen kappale. Neste aiheuttama voima on tasan yhtä suuri kuution jokaista sivutahkoa kohden. Lisäksi paineen aiheuttama voima on aina kohtisuorassa pintaa vastaan. (Suvanto 2003, 318.)

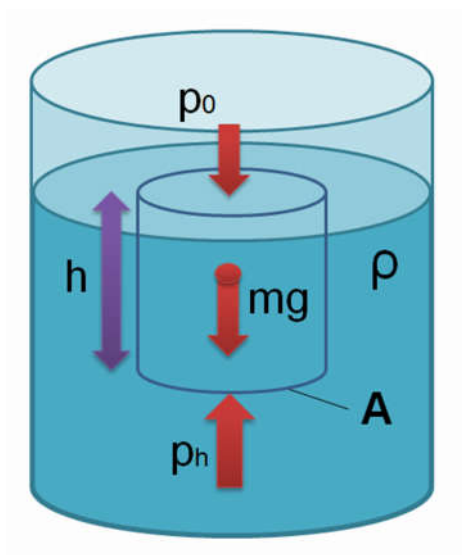


Kuvio 6. Voiman suuntautuminen (Inkinen & Tuohi 1999, 302.)

Tietyllä syvyydellä nesteessä olevan kappaleen pinnan suunnalla ei ole merkitystä paineen suuruuteen. Paine on siis sama, kappaleen asennosta riippumatta tällä syvyydellä. (Inkinen & Tuohi 1999, 302.)

Lisäksi nesteen paine pysyy samana tietyllä syvyydellä, riippumatta säiliön muodosta. (Suvanto 2003, 328).

Levossa olevaan nesteeseen, ei vaikuta ulkoista painetta. Neste oma massa, aiheuttaa kuitenkin paineen nesteen sisällä. Tätä painetta kutsutaan hydrostaattiseksi paineeksi. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 172).



Kuvio 7. Hydrostaattinen paine (Inkinen & Tuohi 1999, 302.)

Kuviossa 7. on esimerkki nesteen aiheuttamasta paineesta. Tarkastellaan kuviota nestesyylinterin avulla. Nestesyylinterin painon ollessa:

$$mg = \rho V g = \rho A h g \quad 21.$$

Kuviossa 7. sekä kaavioissa 21. ja 22. Sylinterin korkeus vapaasta nestepinnasta on h sekä pohjan pinta-ala A . Massa on m , maan vetovoima g ($9,81 \text{ m/s}^2$), tilavuus V sekä nesteen tiheys ρ (kg/m^3).

Tällöin nestesyylinterin pohjaan kohdistuu h syvyydellä hydrostaattinen paine p_h .

$$p_h = \rho \times g \times h \quad 22.$$

Lisäksi nesteeseen voi vaikuttaa ulkoinen paine p_0 , esimerkiksi ilmanpaine.

Nesteen kokonaispaine p syvyydellä h , saadaan laskemalla yhteen ulkoinen paine p_0 , sekä sylinterin pohjaan vaikuttava paine p_h . (Hautala & Peltonen 2000, 106.)

$$p = p_0 + p_h \quad 23.$$

Hydrostaattinen voimansiirto on käytössä esimerkiksi hydraulisessa nosturissa. Hydrostaattisen paineen merkitys jää olemattomaksi koska ylipaine on niin suuri. Lisäksi kaikkialla nesteessä vaikuttaa sama paine. (Hautala & Peltonen 2000, 107.)

Kaavio 24. perustuu kaavioon 4. joka voidaan esittää muodossa:

$$p = \frac{F}{A}$$

4.

joten

$$\frac{F_1}{p_1 \times A_1} = \frac{F_2}{p_2 \times A_2}$$

24.

Sekä johtaa muotoon: (Hautala & Peltonen 2000, 107.)

$$p_1 = p_2$$

25.

joten

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

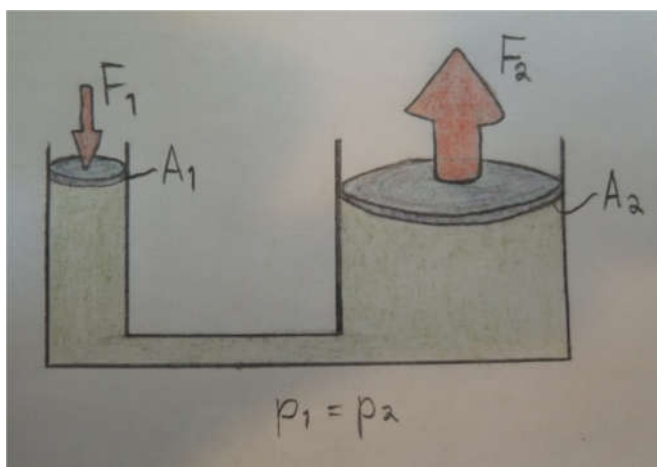
26.

ja

$$F_2 = F_1 \frac{A_2}{A_1}$$

27.

Kaavioissa 4 ja 24 - 27 sekä kuviossa 8, p on paine, F voima sekä A pinta-ala.



Kuvio 8. Hydraulinen nosturi (Hautala & Peltonen 2000, 107.)

Pienemmällä voimalla F_1 pystytään moninkertaistamaan F_2 , kunhan pinta-alojen suhde on tarpeeksi suuri. (Hautala & Peltonen 2000, 107.)

Hydrostaatiikan lait pätevät oikeastaan vain "ideaaliseen" nesteeseen, joka on massatonta, kitkatonta ja kokoonpuristumatonta. Jos tällaista nestettä olisi mahdollista käyttää, saataisiin tehtyä häviötön hydraulijärjestelmä. Monesti

laskentayhtälöt kuitenkin yksinkertaistetaan siten, että nesteen ominaisuudet, kuten kitka ja kokoonpuristuvuus, oletetaan tietyissä tarkasteluissa merkityksettömäksi. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 2008, 13.)

2.5 Virtaukset

Muita fluidien käyttäytymiseen vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi tilavuusvirta, viskositeetti sekä erilaiset virtauslajit. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 173 – 175).

2.5.1 Tilavuusvirta

Tilavuusvirta tarkoittaa aikayksikön aikana viranneen nestemäärän tilavuutta. Tilavuusvirran yksikkönä käytetään SI-järjestelmän kuutiometriä sekunnissa m^3/s . Yksikön ollessa usein liian suuri esitettynä m^3/s , on käytössä kerranaisyksikkö, litraa minuutissa l/min . (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 173.)

$$Q = A \times v \quad 28.$$

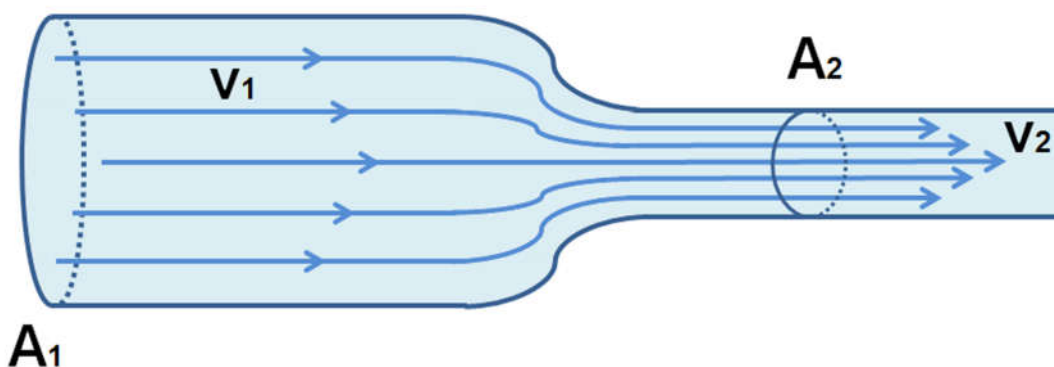
$$Q_1 = Q_2 \quad 29.$$

joten

$$A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2 \quad 30.$$

Kaaviossa 28. - 30. Q = tilavuusvirta (m^3/s), A = putken poikkipinta-ala (m^2) ja v = virtausnopeus (m/s). (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 173 - 174.)

Kaavio 30 tunnetaan nimellä jatkuvuusyhtälö. (Hautala & Peltonen 2000, 112.)



Kuvio 9. Jatkuvuusyhtälö (Hautala & Peltonen 2000, 112.)

2.5.2 Bernoullin yhtälö

Virtaukseen vaikuttavat neljä suuretta, paine, tiheys, nopeus sekä korkeusero. Näiden välisen suhteen kuvasi ensimmäisenä fyysikko ja matemaatikko Daniel Bernoulli (1700 - 1782). (Inkinen & Tuohi 1999, 321.)

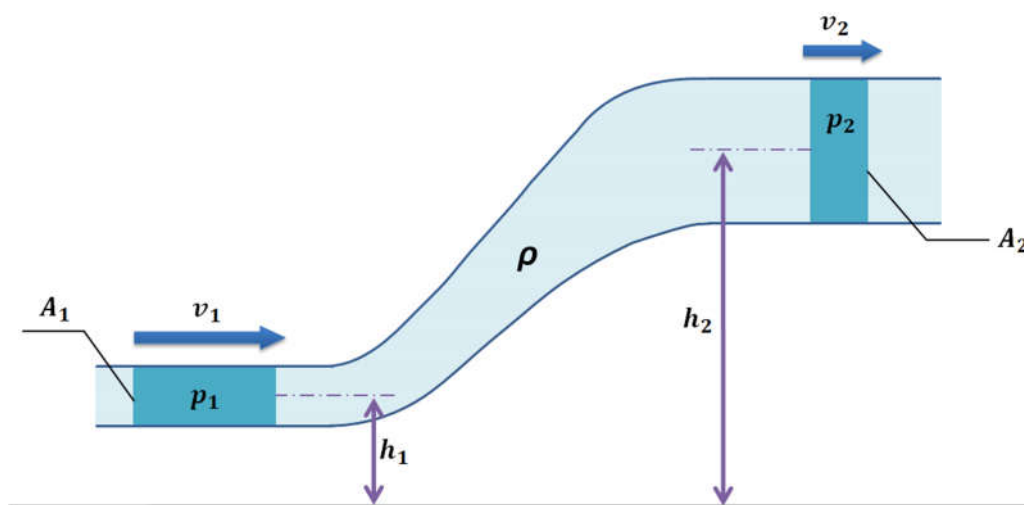
Jos neste oletetaan kokoonpuristumattomaksi ja kitkattomaksi. Myöskään energian vaihtoa ei esiintyisi ympäristön ja virtauksen välillä. Voidaan Newtonin toisesta laista integroida Bernoullin yhtälö. (Hautala & Peltonen 2000, 113.)

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g h = \text{vakio} = \text{kokonaispaine} \quad 31.$$

Kaavioissa 31 ja 32 ρ = nesteen tiheys, v = virtausnopeus sekä h = korkeus nollassatasosta. p = staattinen paine, $\rho v^2 / 2$ = kineettinen eli dynaaminen paine ja $\rho g h$ = hydrostaattinen paine. (Hautala & Peltonen 2000, 113.)

Bernoullin yhtälön mukaisesti kokonaispaineet voidaan kirjoittaa yhtä suureksi putken kahdessa eri kohdassa. Kaaviossa 32 oletuksena on ettei tiheys muutu. (Hautala & Peltonen 2000, 114.)

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2 \quad 32.$$



Kuvio 10. Bernoullin yhtälö (Inkinen & Tuohi 1999, 321.)

2.5.3 Viskositeetti

Viskositeetti tarkoittaa ainekerrosten välistä sisäistä kitkaa. Sen aiheuttavat molekyyliden väliset vetovoimat. (Inkinen & Tuohi 1999, 333.)

Mitä suurempi on nesteen viskositeetti tietyssä lämpötilassa, sitä huonommin juoksevaa neste on. (Suvanto 2003, 373).

Nesteiden tapauksessa viskositeetti pienenee lämpötilan noustessa. Tämä siksi että nestemolekyyliden väliset voimat heikkenevät. Kaasuissa taas viskositeetti kasvaa lämpötilan kohotessa. Tämä johtuu kaasumolekyyliden keskinäisten törmäysten lisääntymisestä. (Inkinen & Tuohi 1999, 334.)

Esimerkiksi moottoriöljyjä pyritään kehittämään vähentämällä viskositeetin lämpötilariippuvuutta mahdollisimman paljon. (Inkinen & Tuohi 1999, 334).

Moottoriöljyn käyttölämpötila saattaa olla ennen ajoa $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ sekä nousta ajon aikana kampikammiossa $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja männänrenkaissa jopa lähes $300\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Suvanto 2003, 373).

Viskositeetin, toiselta nimeltään dynaamisen viskositeetin η mittayksikkönä käytetään $\text{mPa} \times \text{s}$. (Inkinen & Tuohi 1999, 334).

Toinen käytössä oleva termi on kinemaattinen viskositeetti ν (nu). Se saadaan jakamalla dynaaminen viskositeetti η aineen tiheydellä ρ . (Inkinen & Tuohi 1999, 334.)

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

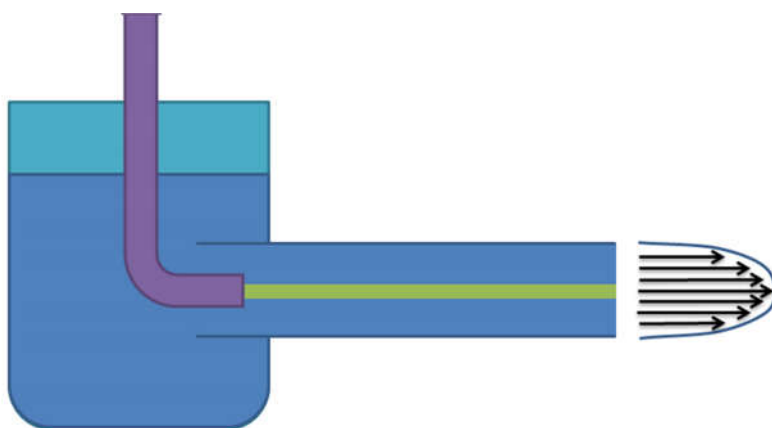
33.

Kinemaattisen viskositeetin yksikkö on SI -järjestelmän mukainen m^2/s . Kinemaattisen viskositeetin ν (nu) -tunnus ei ole sama kuin nopeuden tunnus v . (Inkinen & Tuohi 1999, 334.)

2.5.4 Laminaarinen ja turbulenttinen virtaus

Virtaavan aineen nopeuden kasvaessa riittävän suureksi, muuttuu virtaus laminaarisesta turbulenttiseksi. (Inkinen & Tuohi 1999, 335).

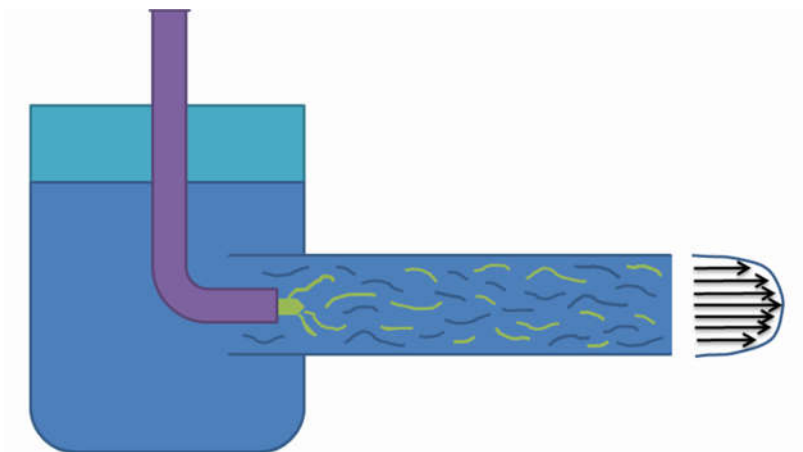
Esimerkiksi voiteluöljyn laminaarinen virtaus koostuu sisäkkäisistä, eri nopeuksilla etenevistä ainekerroksista. Virtauksessa, esimerkiksi putkessa, uloin näistä kerroksista on takertunut putken seinämään. Keskellä putkea virtaus pääsee kulkemaan vapaammin, joten virtausnopeus on suurimmillaan. (Suvanto 2003, 375.)



Kuvio 11. Laminaarinen virtaus (Suvanto 2004, 377.)

Laminaarista ja turbulenttista virtausta voidaan havainnollistaa virtaukseen lisätyn vihreän väriaineen avulla, esimerkki kuvioissa 11 ja 12. Laminaarisessa virtauksessa väriaine pysyy koko putken matkan siistinä juovana, eikä leviä virtauksessa. (Suvanto 2004, 377.)

Putken halkaisijan tai virtausnopeuden kasvaessa riittävästi tai viskositeetin ollessa pieni, väriaine sekoittuu nesteeseen. Tällöin virtaava neste ei etene enää kerroksittain vaan pirstoutuu ja sekoittuu. Tällaista virtausta kutsutaan turbulenttiseksi virtaukseksi. (Suvanto 2004, 377.)



Kuvio 12. Turbulentti virtaus (Suvanto 2004, 377.)

Painehäviön laskemisen sekä virtauksen toimivuuden kannalta on tärkeää saada selvitettyä milloin virtauksen tyyppi muuttuu. Tämä saadaan selville kaavioista 34 ja 35, jossa R_e on tunnettu Reynoldsin lukuna. (Inkinen & Tuohi 1999, 335.)

$$R_e = \frac{\rho \times v \times D}{\eta}$$

34.

ja

$$R_e = \frac{v \times D}{\nu}$$

35.

Kaavioissa 34 ja 35. ρ = virtaavan aineen tiheys, η = dynaaminen viskositeetti, v = keskimääräinen virtausnopeus sekä D = putken halkaisija. Kaaviossa 35 käytetään kinemaattista viskositeettia, jolloin virtausnopeus v kerrotaan putken halkaisijalla D ja jaetaan kinemaattisella viskositeetilla ν (nu). (Inkinen & Tuohi 1999, 335 - 336.)

On osoitettu kokeellisesti viitearvot joilla voidaan määrittellä virtauksen tyyppi.

- $R_e < 2000$ on virtaus laminaarista.
- $R_e > 3000$ on virtaus turbulენტtista.
- $R_e > 2000$ mutta $R_e < 3000$ esiintyy virtauksessa laminaarisia ja turbulენტtisia piirteitä. (Inkinen & Tuohi 1999, 336.)

3 HYDRAULIIKKA JA PNEUMATIikka

3.1 Pneumatiikka

Pneumattisessa- eli paineilmajärjestelmässä tai laitteessa käytetään kokoonpuristuvaa väliainetta eli kaasua.

Ylipaineistettua ilmaa kutsutaan paineilmaksiksi. Paineistettu ilma saadaan aikaan joko lihasvoimin tai koneellisesti tuottamalla. Koneellisesti tuotettu paineilma muodostetaan kompressorilla. (Fonselius, Hautanen, Mutikainen, Pekkola, Salmijärvi & Simpura 1997, 19.)

Pääasiallisesti paineilman tuottamiseen tarkoitetusta järjestelmästä tulisi löytyä seuraavat osat:

- suodattimia, jotka pitävät niin tuloilman kuin tuotetun paineilman puhtana partikkeleista.
- kompressori, jota käytetään moottorilla, tämä puristaa ilman tiiviimmäksi.
- paineilman jälkijäähdytin, jolla tuotetun ilman lämpötilaa lasketaan sekä poistetaan siitä tiivistynyttä kosteutta.
- paineilmasäiliö, jonne varastoidaan tuotettu ilma.
- suodatin sekä vedenerotin
- paineensäädin painemittarilla
- sumuvoitelulaite tarvittaessa. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 23 – 26.)

3.1.1 Paineilman käyttö

Paineilman käyttö voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään:

1. Sitä käytetään suoraan työn suorittamiseen
2. Pyörivän liikkeen tuottaminen
3. Edestakainen liike sylinteripneumatiikan avulla. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 47.)

Enimmäisessä ryhmässä on varsinainen paineilmalla tehtävä työ, esimerkiksi ruiskumaalaus, renkaiden täyttö, hiekkapuhallus sekä alipaineen tuottaminen nostimia varten. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 48 - 49, 54 - 55).

Toisessa ryhmässä ovat pyörivän liikkeen tuottavat pneumaattiset laitteet, näitä ovat paineilmamoottorit, mutterinvääntimet, pora- ja hiomakoneet. Paineilmamoottoria voidaan käyttää myös taljoissa sekä nostimissa. Tällaisia voidaan hyödyntää räjähdysalttiissa ja syövyttävissä ympäristöissä. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 50 – 51.)

Kolmanteen ryhmään kuuluvat edestakainen tai suora liike. Tällaisia liikkeitä toteuttavat paineilmasyylinterit sekä iskevät työkalut, kuten taltta- ja niittausvasara. Sylinterikäyttö on erittäin laaja pneumatiikan osa-alue. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 51 – 53.)

3.2 Hydrauliiikka

Hydrauliiikka on mekaniikan tieteenala, joka tutkii nesteitä. Tarkemmin niiden ominaisuuksia, tasapainotiloja sekä virtauksia. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 9.)

Hydraulisisissa järjestelmissä käytetään nesteiden (veden tai öljyn) painetta mekaanisen työn suorittamiseen. Paine tuotetaan lihasvoimin tai pumpulla, jota käytetään moottorilla. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 9.)

Hydraulijärjestelmän eri osat:

- hydraulinestetankki
- suodatin
- pumppu sekä sitä käyttävä moottori
- paineensäädin
- suuntaventtiili, jolla ohjataan käyttölaitetta
- käyttölaite, esimerkiksi sylinteri (Parr 2011, 3 - 4.)

Hydrauliiikkajärjestelmässä käytettävä neste on kallista sekä sotkuista käyttää. Hydraulinesteen tulee olla todella puhdasta. Lisäksi virtaava neste vaatii käyttölaitteen jälkeen paluulinjan takaisin säiliölle. (Parr 2011, 2 - 5.)

Hydraulijärjestelmätyyppejä on avoimia sekä suljettuja. Avoimessa järjestelmässä neste palautuu säiliöön käyttölaitteiden jälkeen. Järjestelmän öljytilavuus on yleensä 2 – 3 kertaa toimilaitteiden tilavuusvirtaa suurempi. Putkisto sekä säiliö toimivat järjestelmän jäähdyttiminä. Toimilaitteita ei voida jarruttaa pumpun avulla. Avoimen järjestelmän eduksi voidaan lukea usean toimilaitteen liittäminen samaan järjestelmään. Niitä voidaan myös käyttää joko yhtäaikaan, tai erikseen. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 293.)

Suljetussa järjestelmässä hydraulineste palautuu toimilaitteelta säiliön sijaan suoraan pumpun imupuolelle. Pumpun tilavuusvirta on lähes sama kuin toimilaitteen tilavuusvirta. Järjestelmässä on pieni öljytilavuus. Tästä syystä neste saattaa päästä lämpenemään jolloin järjestelmässä voidaan tarvita erillistä jäähdytystä. Toimilaitteita voidaan jarruttaa pumpun avulla. Suljetussa järjestelmässä on yleensä vain yksi toimilaite. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 293.)

Seuraavassa taulukossa vertaillaan hydrauliiikan ja pneumatiikan ominaisuuksia sekä käyttömahdollisuuksia.

Taulukko 1. Hydrauliiikka- ja pneumatiikkakäytön vertailua. (Keinänen 2009, 19.)

Pneumatiikka	Hydrauliiikka
Käytettävä paine 100 - 1000 kPa (1 - 10 bar)	Käytettävä paine 5000 - 50000 kPa (50 - 500 bar)
Ilman kokoonpuristuvuuden takia tarkkojen väliasentojen toteutus on kallista rakentaa.	Neste ei puristu kokoon. Liikkeet ovat tarkkoja ja ne on mahdollista lukita ja tehdä tarkkoja väliasentoja.
Nopeat liikkeet. Kuormituksella suuri vaikutus nopeuteen.	Hitaat liikkeet. Kuormituksella sopivin järjestelyin ei vaikutusta nopeuteen.
Tehonsiirron hyötysuhde on huono. Energiaa kuluu kuitenkin vain laitteita käytettäessä ja vuototilanteissa.	Hyötysuhde on hyvä. Energian turvallinen varastointi on vaikeaa.
Edulliset komponentit. Paineilman tuottaminen on helppoa.	Kalliit komponentit. Öljyn puhtausvaatimukset ovat korkeat.
Muunneltavuus ja huolto helppoa.	Muunneltavuus ja huolto vaikeaa. Vaatii erityisammattitaitoa.
Käyttö on yleisesti siistiä ja vaaratonta. Sopii räjähdysvaarallisiin tiloihin.	Järjestelmä on epäsiisti. Letkurikot voivat aiheuttaa tapaturmavaaroja.

3.3 Ohjauslaitteet

Esimerkiksi pneumatiikan venttiili on yleisnimitys komponenteille joilla ohjataan sekä säädetään pneumaattisia järjestelmiä. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 60).

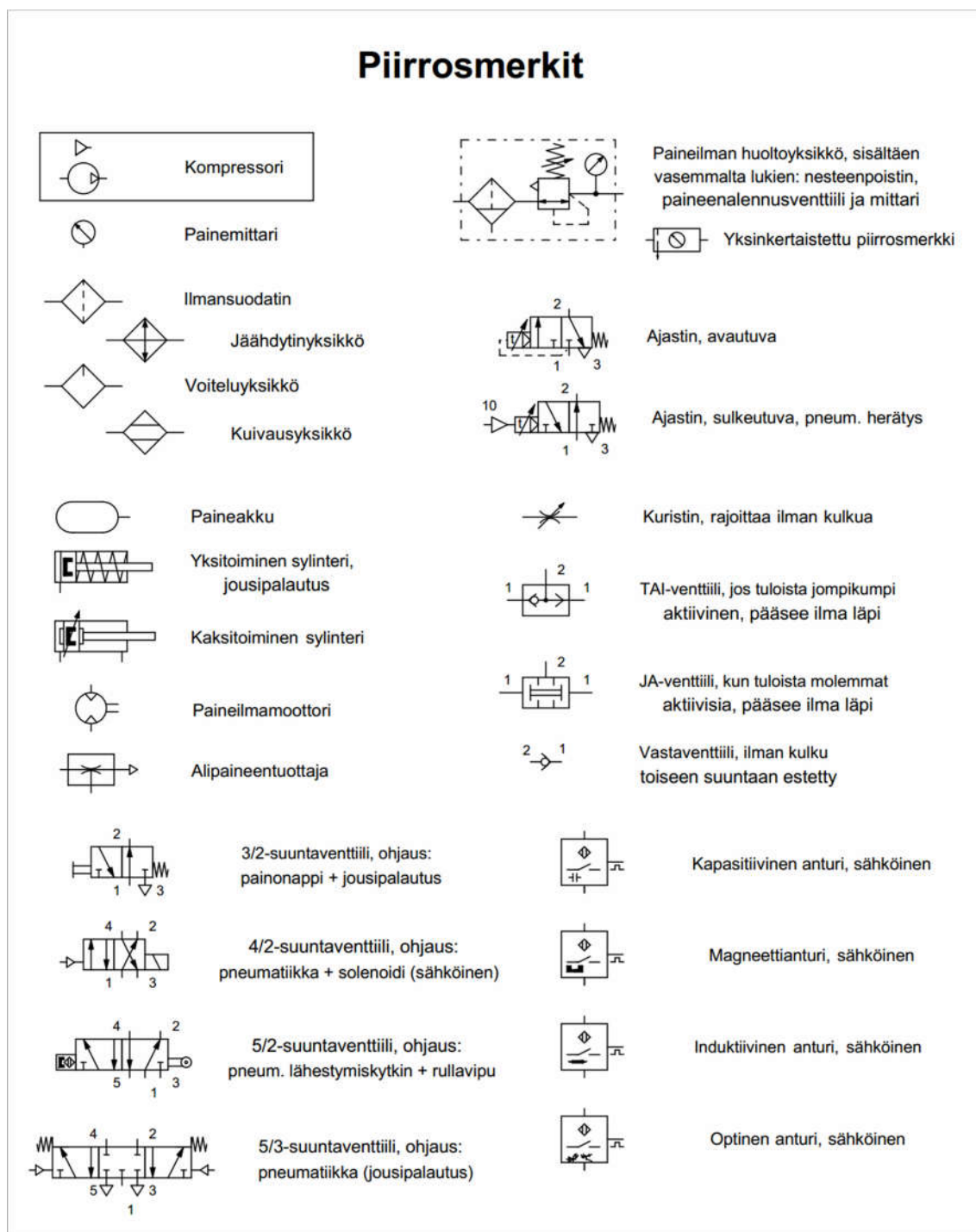
Venttiilien rakenne on käytön mukaan erilainen. Ne jaetaan standardin SFS 2247 mukaan neljään eri ryhmään:

1. Suuntaventtiilit - Ohjataan väliaineen virtaussuunta ja toimilaitteen liikesuunta.
2. Vastaventtiilit - Sallii virtauksen vain yhteen suuntaan, aiemmin tunnettu myös takaiskuventtiili nimellä.
3. Paineventtiilit – Säädetään paineen määrää järjestelmässä. Sallii liikkeen kunnes tietty paine on saavutettu.
4. Virta- ja sulkuventtiilit – Virtaventtiilillä säädetään tilavuusvirtaa. Hidastaa esimerkiksi sylinterin liikettä. Sulkuventtiilillä voidaan sulkea virtauksen kulku kokonaan. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 60 – 72.)

Muihin venttiileihin voidaan lukea laskurit, ajastimet, painekeytkimet, kaksikäsilaukaisumoduulit ja poistuvan paineen tunnistimet. Ajastimia on kahta eri tyyppiä: Vetohidasteinen kytkee paineen säädetyn ajan kuluttua ja päästöhidasteinen kytkee paineen pois. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 60 - 72.)

Käyttölaitteita on hydraulikassa ja pneumatiikassa lukematon määrä. Pääasialliset ryhmät ja muutama toimilaitte esiteltiin jo Paineilman käyttö -osiossa. Yleisimpiä toimilaitteita ovat moottorit ja sylinterit, lisäksi pneumatiikkapuolella itse paineilmalla tehtävän työn laitteet.

3.4 Piirrosmerkit



Kuvio 13. Komponenttien piirrosmerkkejä

Kuviossa 13 on esitetty pneumatiikan piirrosmerkkejä. Hydrauliiikan vastaavissa piirrosmerkeissä valkoiset nuolet ovat mustia, muuten piirrosmerkit ovat samanlaisia. Kuvio 13 on toteutettu Festo FluidSim -ohjelmistolla.

4 LAYOUTSUUNNITTELU

Layout on termi, jolla tarkoitetaan tuotantojärjestelmien fyysisten osien sijoittelua tehtaassa. Näitä osia voivat olla koneet, laitteet, varastopaikat sekä kulkureitit. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 475.)

Tuotannollinen yksikkö, tehdas, verstaas tai muu vastaava tila on ensisijaisesti suunniteltava tehokkaaksi tuotantoympäristöksi. Systemaattinen tilansuunnittelu alkaa tietojen keräämisellä tuotantoyksikön toiminnoista. Näin voidaan määrittellä materiaalien liikkuminen sekä tilan toimintojen riippuvuuksien kuvaus. Layoutsuunnitelmassa pyritään välttämään turhia välivarastoja sekä pitkiä ja mutkittavia materiaalin siirtoreittejä. (Karrus 1998, 142).

Esimerkiksi tehtaassa layoutsuunnittelulla tarkoitetaan solujen ja työpisteiden, kuljetusväylien ja kulkureittien sekä varastojen sijoittelua tiloihin. Sanaa layoutsuunnittelu käytetään yleisesti kahdessa merkityksessä. Suppeampi merkitys on sijoittelu. Laajempi merkitys taas kattaa sijoittelun perustana olevan järjestelmän suunnittelun. Erilaiset tarpeet säätelevät sijoittelun perustan. Sijoittelu tulee toteuttaa niin, että keskenään voimakkaasti toisistaan riippuvat yksiköt ovat lähekkäin. Lisäksi tulee erottaa toisistaan yksiköt, jotka eivät sovi lähekkäin. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 309.)

4.1 Layoutsuunnittelun tavoitteet ja menetelmät

Hyvin suunnitellulla layoutilla saavutetaan seuraavat tavoitteet:

- selkeät materiaalivirrat
- layout on joustavasti ja helposti muunneltavissa
- lyhyet kuljetusmatkat
- erityisosaamista vaativa valmistus on keskitetty samaan paikkaan
- tehtaassa sisäiset palvelut voidaan sijoittaa käyttöpaikan lähelle
- materiaalien vastaanoton ja jakelun tehokkuus
- sisäinen kommunikaatio helpottuu
- eri valmistusvaiheiden erityistarpeet on otettu huomioon

- kaikki tila on tehokkaasti käytetty
- työturvallisuus ja -tyytyväisyys on otettu huomioon. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 482.)

Muutostarpeet tulee ottaa jo suunnitteluvaiheessa sijoittelussa huomioon tulevaisuuden kannalta. Esimerkiksi raskaat, vaikeasti siirrettävät koneet sekä kiinteät kohteet sijoitetaan niin, että myöhempi layoutin muutos onnistuu ilman suurempia vaikeuksia. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 482.)

5 NYKYTILANTEEN KARTOITUS

5.1 Materiaalitekniikan laboratorio

Opetukseen käytetty Seinäjoen Ammattikorkeakoulun materiaalitekniikan laboratorio tarvitsee layoutsuunnitelman ja sen yhteydessä sijaitseva hydrauliiikan- ja pneumatiikan harjoitusympäristö inventaarion sekä päivityksen.

Tila ei ollut opetuksen kannalta paras mahdollinen. Laitteiden, hyllyjen ja pöytien sijainti tekee tilasta ahtaan ja epäkäytännöllisen. Jotkut laitteista ovat kiinteitä eikä niihin voi vaikuttaa.

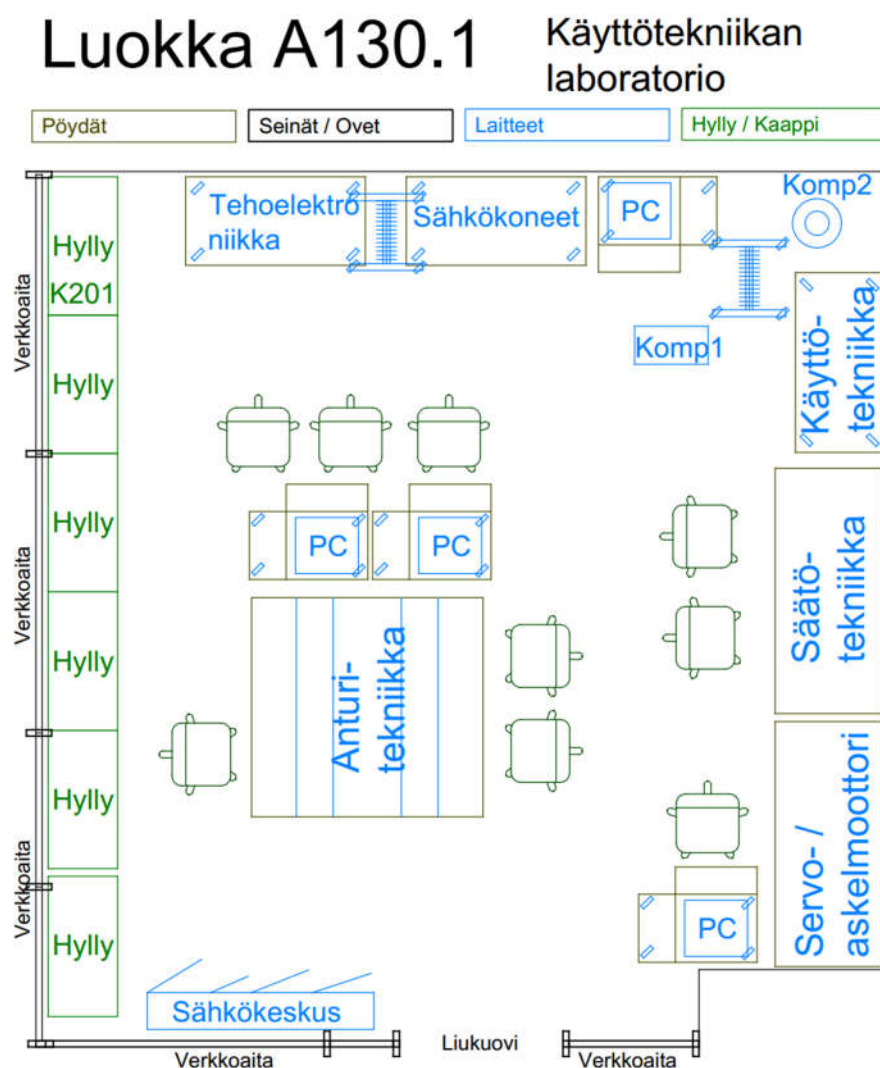
5.1.1 Laboratorion sisältö

Materiaalitekniikan laboratorioluokka A140.4 sisältää erilaisia mittauslaitteita sekä harjoitustyöpisteitä:

- 2 kpl vetolujuuskokeeseen käytettävää mittauslaitetta, toinen on pyörillä siirreltävä (max. 25 kN) ja toinen kiinteä (max. 300 kN), jonka yhteydessä hydrauliiikkakoneikko sekä PC-tietokone työpöydällä mittauksia varten
- 3D-tulostin, joka käyttää muovia raaka-aineena
- Brinell-mittauslaitteisto, jota käytetään materiaalien pintakovuuden mittaamiseen, työpöydällä jossa mikroskooppi
- Elektronimikroskooppi, vaatii oman huoneen (kiinteä)
- Hydrauliiikka-harjoitukseen käytettävä, pyörillä siirrettävä työpiste
- Hydrauliiikan komponenteille tarkoitettu säilytysräkki, pyörillä siirreltävä
- Lukuisia erikokoisia työpöytiä, laatikostoja, kaappeja ja työtuoleja
- Festo Didactic Learnline -pneumatiikkaharjoitustyöpöydät 3kpl
- Iskusitkeys- eli Charppy -kokeeseen käytettävä iskuvasara, mittauslaite, kiinteä
- Binder -olosuhdekaappi työpöydällä, samassa yhteydessä PC-tietokone mittauksia varten

5.2 Käyttötekniikan laboratorio

Käyttötekniikan laboratorio on tällä hetkellä aidalla ympäröity tila, osa ensimmäisen kerroksen luokasta A130.1. Tämä harjoitusympäristö voisi mahdollisesti siirtyä samaan tilaan hydrauliiikan ja pneumatiikan laboratorioiden kanssa.

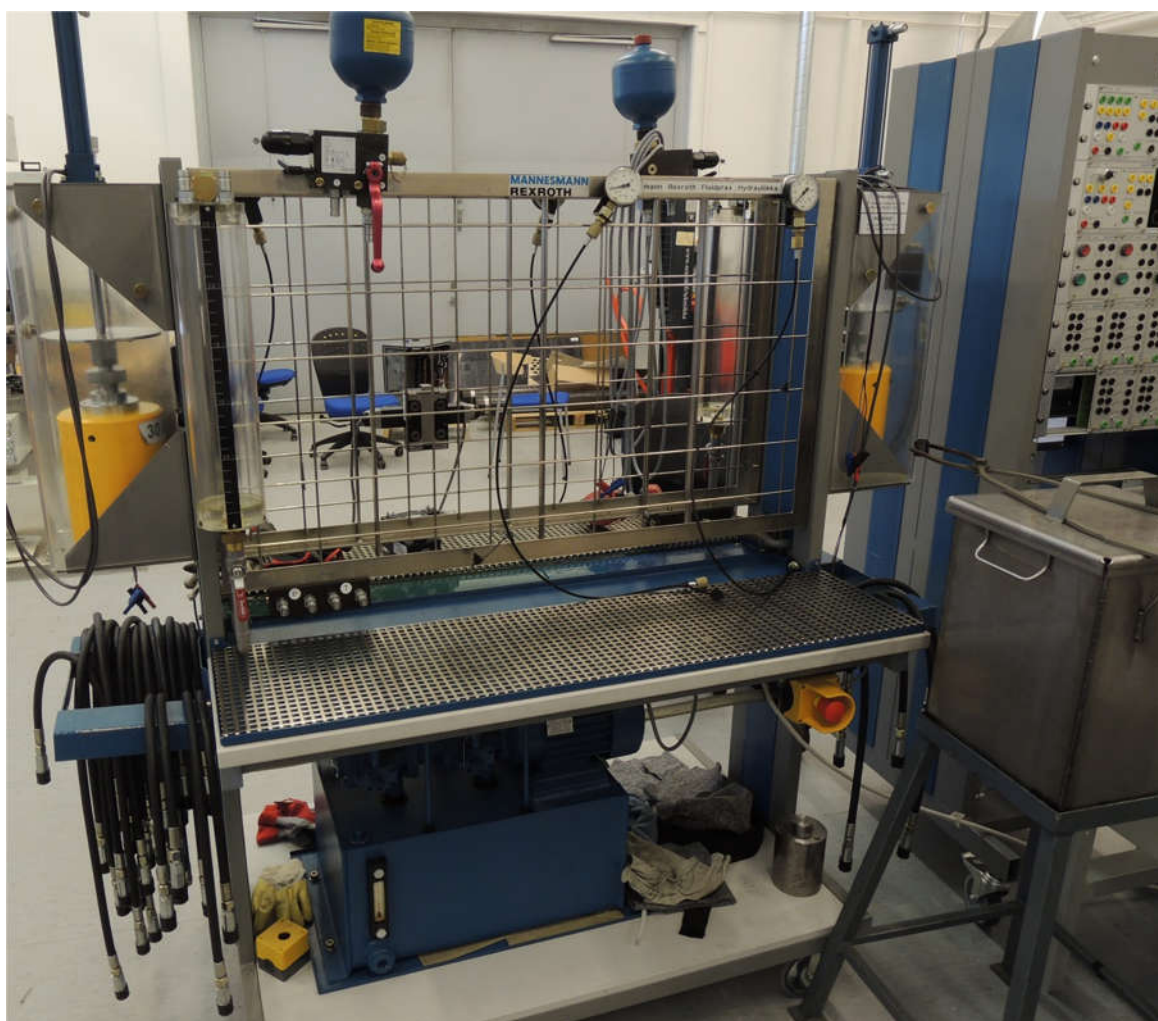


Kuvio 15. Käyttötekniikan laboratorio A130.1

Tila on kooltaan noin 6 m x 7 m, ja tila sisältää kuvion 15 mukaisten kojepöytien lisäksi sähkökeskuskaapin sekä hyllyrivistön missä varastoidaan harjoituksiin käytettävää laitteistoa. Tilasta löytyy myös kaksi kompressoria ja muutama tietokone. Tilan työpöydistä jotkut tarvitsevat 400 VAC:n voimavirta sähkönsyötön.

5.3 Pneumatiikan sekä hydrauliiikan laboratorioharjoitukset

Hydrauliikkaharjoituksissa käytetään Mannesmann Rexroth -harjoitustyöpistettä. Työpiste on kaksipuolinen ja siitä löytyy hydrauliikkaöljysäiliö pumpulla, sekä kaksi sylinteriä joiden päissä on 30 kg:n vastapainot. Lisäksi työpisteen yhteydestä löytyy hydrauliikkaletkuja ja sähköisten kytkentöjen suorittamiseen tarvittavat johdot. Vieressä on myös kaksi telinettä joista toisessa on hydrauliikkakomponentteja venttiileistä antureihin ja sylintereihin ja toisessa sähköisiin ohjauskytkentöihin tarkoitettuja moduuleja.



Kuvio 16. Hydrauliikkaharjoitustyöpiste sekä oikealla sähkömoduuliteline

Pneumatiikkaharjoituksissa on käytössä Festo Didactic Learnline -pneumatiikkaharjoitusympäristö. Työpisteestä löytyy 24 voltin sähkösyöttö sekä erilaisia sähköisiä moduuleja ohjaukseen, sisältäen releitä ja lamppeja esimerkiksi antureita varten. Kyseisistä työpöydistä löytyy myös laatikostot, joissa on järjestettynä harjoituksiin käytettävät komponentit. Komponentteihin kuuluu venttiilejä, paineilmasylintereitä, painonappeja sekä antureita.



Kuvio 17. Festo Learnline -harjoitustyöpisteet ja komponentteja, pöydän yläosassa sähkönsyöttö ja kytkentämoduulit

Pneumatiikkaharjoitustöitä on 11, hydraulikkaharjoituksia 4 - 5. Pneumatiikan sekä hydraulikan laboratorioharjoitustöistä tehdään ensin simulointiosuus

tietokoneella Automation Studio -simulointiohjelmistolla. Jokaisesta harjoituksesta tehdään pienimuotoinen raportti, joka sisältää simuloitun pneumatiikkakytkennän kuvan, kytkennän matka-askelkaavion eli seurantadiagrammin, sekä vastaukset tehtävässä esitettyihin kysymyksiin. Kun simulointiosuus on valmis, opiskelija voi siirtyä laboratorioon käytännön kytkentätehtäviin, apunaan kunkin oppilaan itse tulostamat raportit.

Laboratoriotöistä tulee opiskelijan laatia lopuksi työselostus, jossa kuvataan suoritustapa ja keskeiset havainnot taulukkomuodossa.

6 SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

6.1 Kartoituksessa huomattua

Nykyinen materiaalitekniikan laboratoriotila on jo nyt suhteellisen ahdas. Kulkuväyliä ei juurikaan ole. Tämä on ongelmallista, jos pitäisi siirtää esimerkiksi kuormalavaa tai jotain suurempia esineitä. Uudelleenjärjestely on haasteellista, ja jos nykyiseen laboratorioon tulee vielä lisää laitteita, saattaisi tila käydä jopa vaarallisesti ahtautensa vuoksi.

Laboratoriossa sijaitseva elektronimikroskooppi on sijoitettu laboratorion perällä olevaan erilliseen huoneeseen. Seinän läpi on tehty reiät, joista on tuotu jäähdytysputket huonetilaan. Osa laitteista on ison laboratorion puolella. Pölyn ja muiden epäpuhtauksien takia mikroskooppijärjestelmä olisi hyvä siirtää puhtaampaan ympäristöön.

6.2 Miten tiloja voidaan parantaa

Kaikki ylimääräinen materiaali tulisi siirtää pois laboratorion tilasta ja tarvittavat tavarat järjestää sekä varastoida niin etteivät ne vie tilaa käytäviltä tai työpisteiltä.

Lisäksi esimerkiksi koneiden sijoituksessa tulee ottaa huomioon niiden työstökäyttöön vaadittava turvallinen tila sekä työstömateriaalien sijoitus ja kulkureitti. Tärkeäksi asiaksi nousee myös koneiden huollettavuus.

Opetuksen kannalta tilan pöytien sijoittelu tulisi toteuttaa järkevämminkin. Tilasta tehdään layoutsuunnitelmia, joista valitaan paras mahdollinen.

Layoutsuunnitelma on onnistunut, kun sijoittelu on tarpeeksi väljä kulkuyhteyksien kannalta, sekä sijoittelulla on onnistuttu saamaan tilaan sitä palveleva tarkoituksenmukainen järjestys. Tila on turvallinen, selkeä, väljä ja helposti muunneltavissa.

6.3 Inventaario

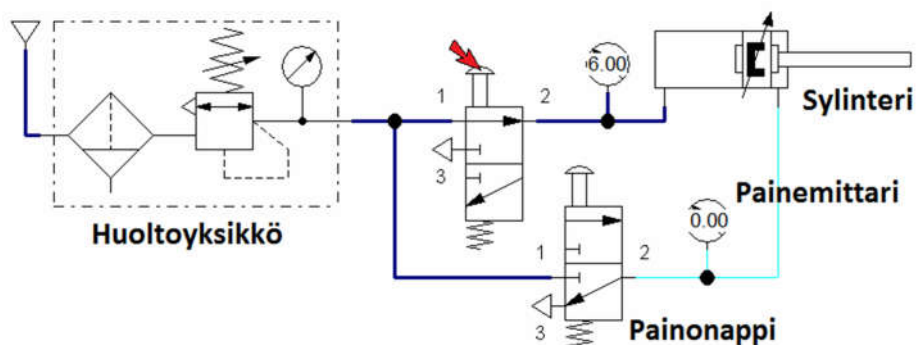
Inventaario toteutetaan käyden läpi kaikki harjoituslaitteet pneumatiikan sekä hydrauliiikan osalta. Toimilaitteet uusitaan ja korjataan tarvittaessa, sekä merkitään niiden sijainti selkeästi.

Ennen inventaarion aloittamista työpisteet merkittiin koodilla, kolme pöytää ja kuusi eri työpistettä. Yhdessä pöydässä on siis aina kaksi työpistettä, joten merkintä toteutettiin kuvion 18 mukaisella tavalla. Värikoodit tarkoittavat Festo Didactic -pöytien laatikostojen värejä. Lisäksi ensimmäiseen pöytään kiinnitetty alumiininen lisätaso on merkitty vaaleanharmaalla. Laatikosto on kussakin pöydässä värin kertovan solun kohdalla.

	mus	1.2		2.2	mus	3.1	sin
	1.1	mus		mus	2.1	sin	3.2

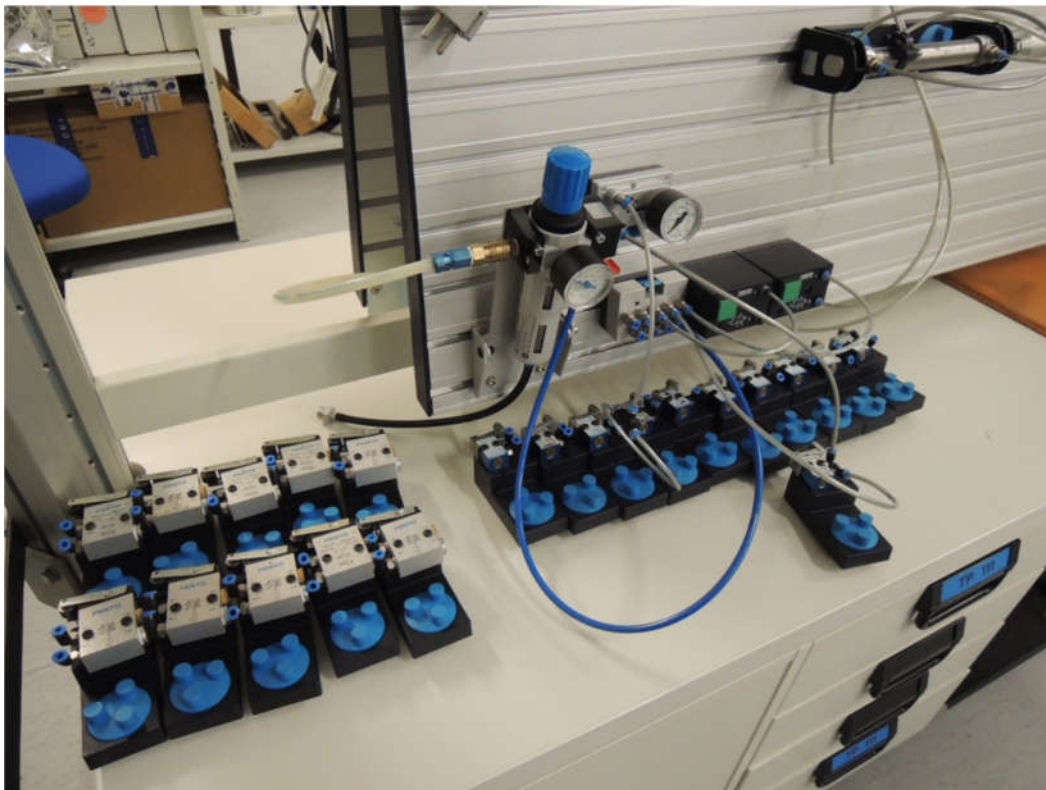
Kuvio 18. Työpöydät 1 – 3. Työpisteet on merkitty alanumeroin.

Tässä inventaariossa laskennan lisäksi testattiin myös jokaisen toimilaitteen toimivuus. Työ aloitettiin keräämällä yksi komponenttityyppi kerrallaan jokaisesta pöydästä yhteen paikkaan, jonka jälkeen ne laskettiin. Laskennan ja merkinnän jälkeen jokainen komponentti testattiin yksitellen. Komponentit testattiin tekemällä kunkin toiminnan kannalta yksinkertainen kytkentä, jolla toimivuuden pystyi toteamaan varmasti.



Kuvio 19. Testausesimerkki

Kuviossa 19 on esimerkkikytkentä painonappien testauksesta. Sylinteri toimii vastuksena mittarin näyttäessä onko työpaine riittävä. Huoltoyksiköt kuuluvat jokaiseen työpisteeseen, ja ovat käytössä kaikissa kytkennöissä.



Kuvio 20. Komponenttien testausta

Kun testaus oli suoritettu, inventaariossa lasketut komponentit jaettiin kuuden harjoitustyöpisteen kanssa tasan, niin että jokaisessa pöydässä on sama määrä osia. Puuttuvat tai rikkiäiset komponentit merkittiin inventaariolistaan mahdollista tilausta varten puutteeksi.

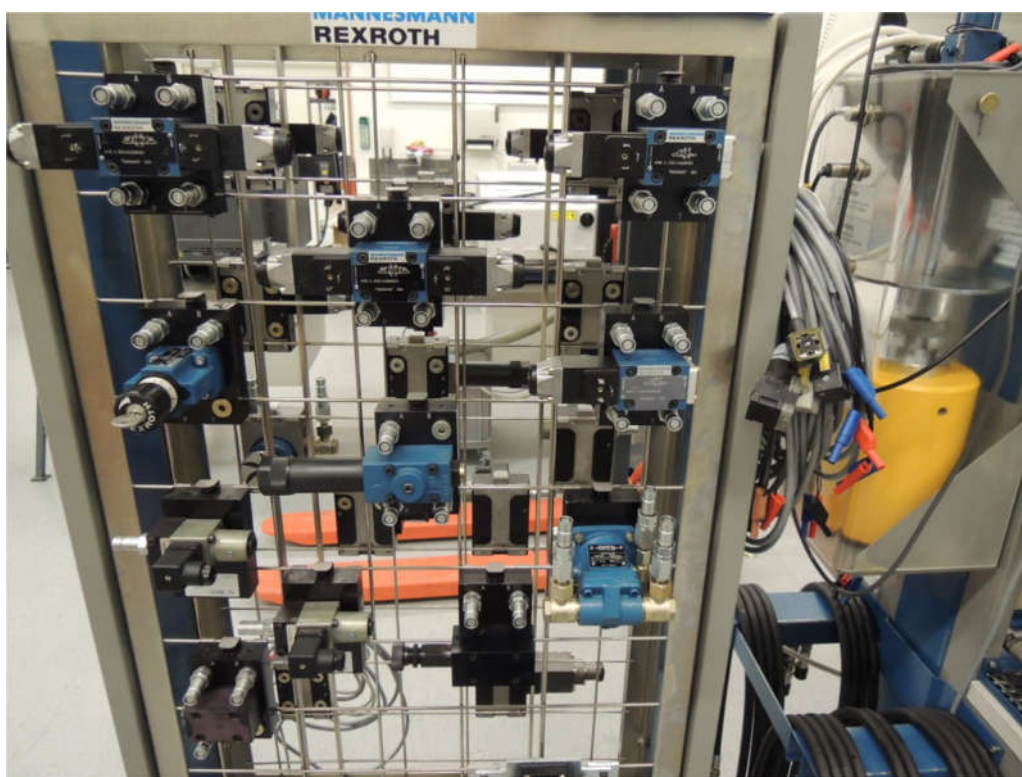
Festo Learnline -laatikostojen pohjasta löytyy valmiit lokeroinnit komponenttien kuvia myöten. Nämä selkeyttävät huomattavasti sijoittelua sekä puuttuvien osien huomaamista. Työn aloituksessa näistä ei oikeastaan ollut apua, koska kaikki komponentit olivat pöytien kesken ja laatikostoissa sekaisin.

Letkut ovat aiemmin olleet opiskelijoiden itsensä leikkaamia. Tämä on johtanut myöhemmin siihen että pitempiä ei tahdo enää löytyä. Letkua tilataan lisää, ja niistä tehdään tietyn mittaisia sekä merkitään ne värikoodein eri pituuden mukaan.

Pneumatiikan harjoitustyöpisteillä, komponenttien ollessa kiinni, tullaan toimeen enimmillään metrin pituisilla paineilmaletkuilla. Normaalisti komponentit ovat lähempänä toisiaan, joten lyhyitä letkuja tarvitaan eniten. Esimerkki paineilmaletkujen pituuksista sekä väreistä:

25 cm keltainen, 50 cm punainen, 75 cm sininen, 100 cm ruskea

Inventoinnin aikana löytyi rikkiäisiä komponentteja. Joissakin niistä olivat pelkät liittimet vioittuneet. Erilaisia liittimiä on hyvä tilata varalle.



Kuvio 21. Hydrauliiikan komponentteja säilytystelineessään

Inventaariolistat on tehty Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmistolla. Sähköisessä muodossa olevassa dokumentissa on jokaisen lasketun toimilaitteen kohdalla linkki valokuvaan kyseisestä komponentista. Lisäksi listaan on merkitty komponentin koodi tunnistamisen ja tilaamisen helpottamiseksi.

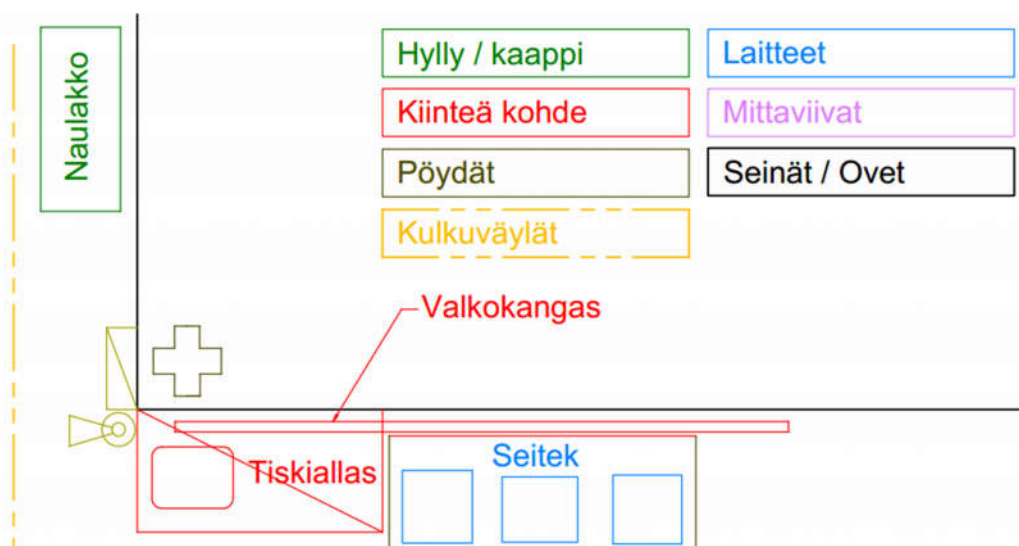
Inventaariolistat löytyvät liitteistä 1 ja 2.

6.4 Layoutmuutos

Materiaalitekniikan laboratorion tulisi olla uuden layoutin jälkeen tilavampi, käytännöllisempi ja turvallisempi. Pneumatiikan, hydrauliiikan sekä mahdollisesti käyttötekniikan työpöydät ja toimilaitteet siirtyisivät erilliseen tilaan. Siirron kannalta hyvä vaihtoehto olisi toisen kerroksen luokka A240.4, koska tästä luokasta löytyy valmiiksi 400 voltin voimavirtapistorasiat sekä paineilmasyöttö. Näin ei tarvitsisi laajentaa olemassa olevaa paineilmalinjaa entisestään.

Materiaalitekniikan laboratoriosta luokasta A140.2, käyttötekniikan harjoitustilasta, luokasta A130.1 sekä luokasta A240.4 on tehty pohjapiirustus sekä layout-suunnitelmat DraftSight-CAD-piirustusohjelmistolla.

Pohjakuviin on piirretty kohteet eri värein tunnistamisen selkeyttämiseksi.

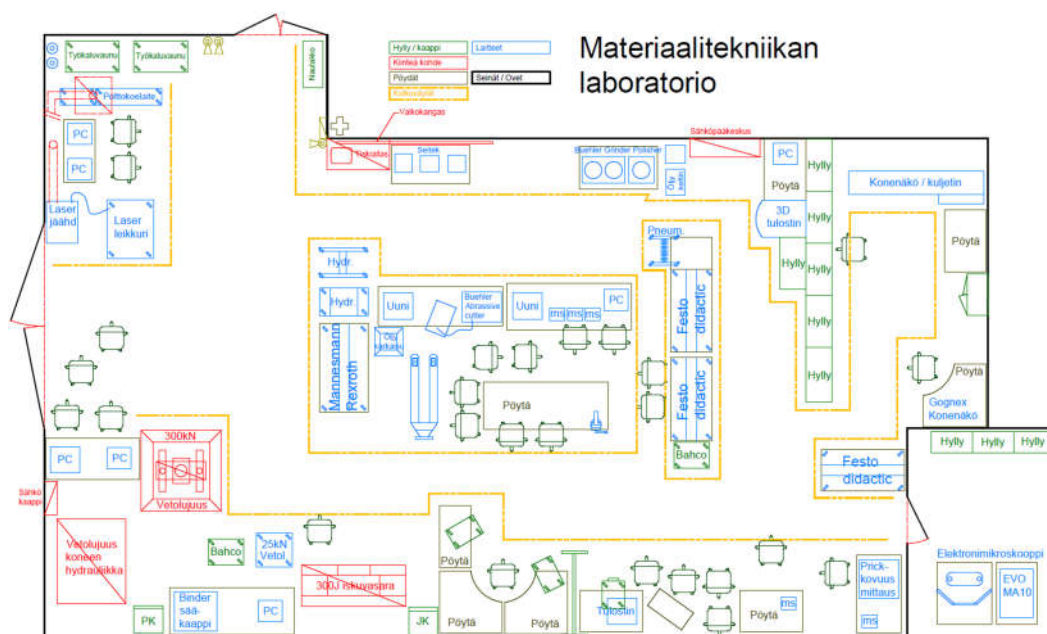


Kuvio 22. Pohjakuvien värikartta

Sähköisessä versiossa jokaiselle värille on määritelty oma piirrustustaso. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että kunkin tason/värin/kohteen voi halutessaan ottaa kokonaan pois näkyvistä tai muokata sitä, esimerkiksi muuttamalla väriä jälkepäin.

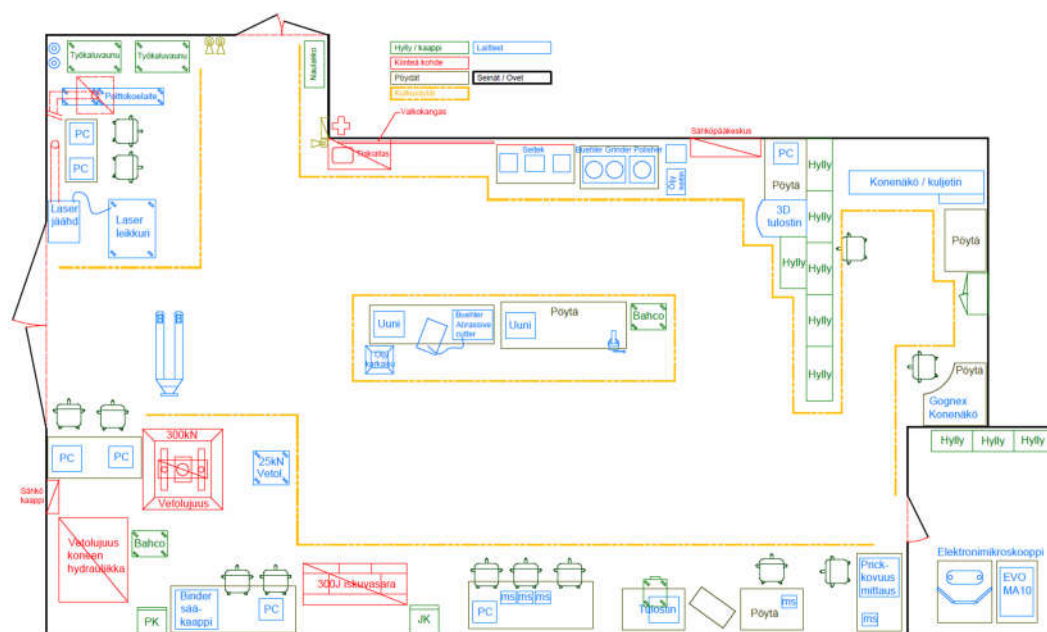
Tämä helpottaa layoutsuunnitelman tekemistä, halutessaan voi esimerkiksi jättää kuvaan pelkät kiinteät kohteet. Näin näkee kuinka paljon tilaa on oikeasti käytettävissä. Kaikki kohteet on ohjelmassa piirretty todelliseen kokoonsa.

6.4.1 Materiaalitekniiikan laboratorio, luokka 140.2



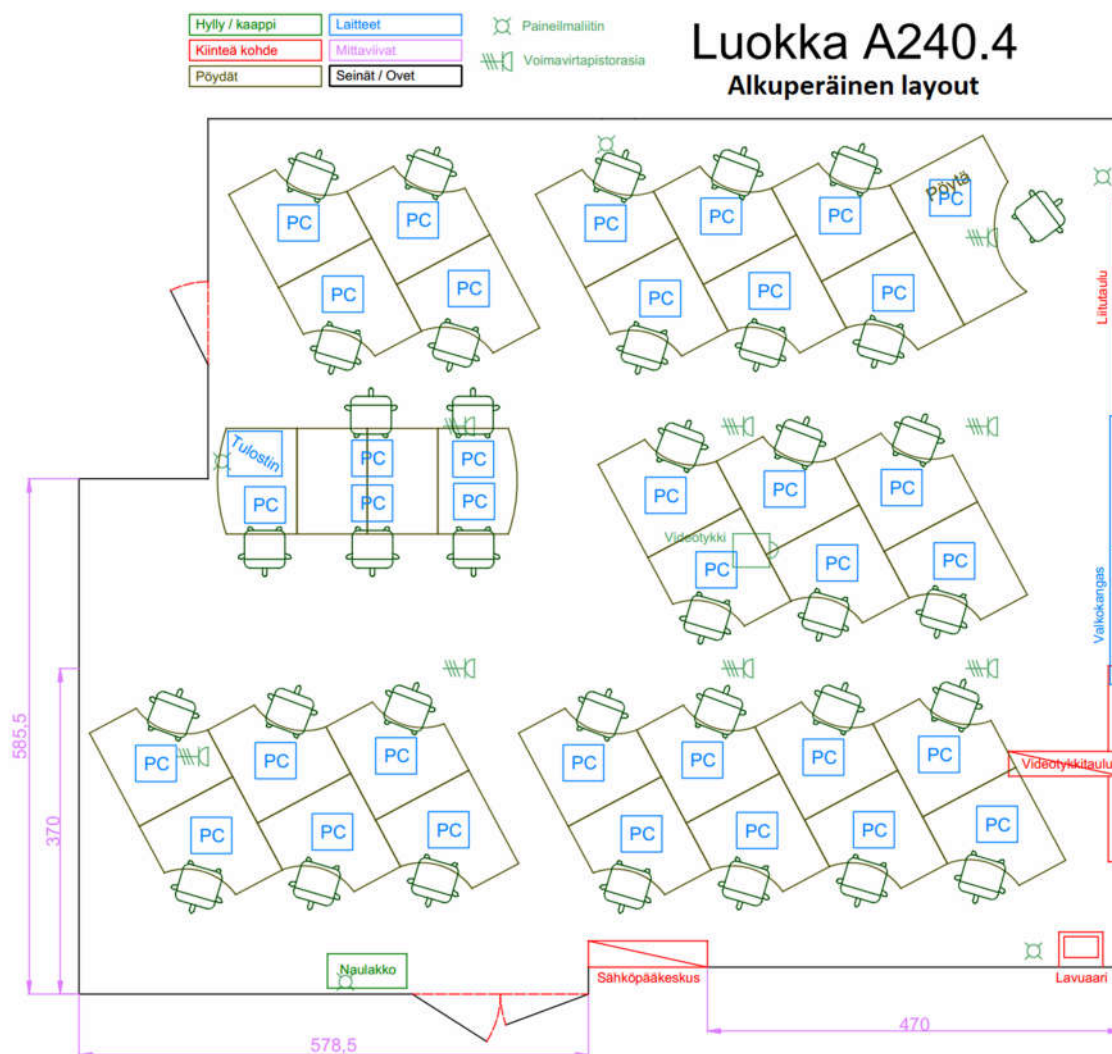
Kuvio 23. Materiaalitekniiikan laboratorio, alkuperäinen järjestys

Materiaalitekniiikan laboratorion layoutkuvassa kuvio 23 näkyy keltaisella katkoviivalla rajatut kulkualueet. Liitteestä kolme voi todeta laboratorion ahtauden mittoinensa uuteen suunnitelmaan verrattuna.



Kuvio 24. Materiaalitekniiikan laboratorio, uusi layout, liite 4

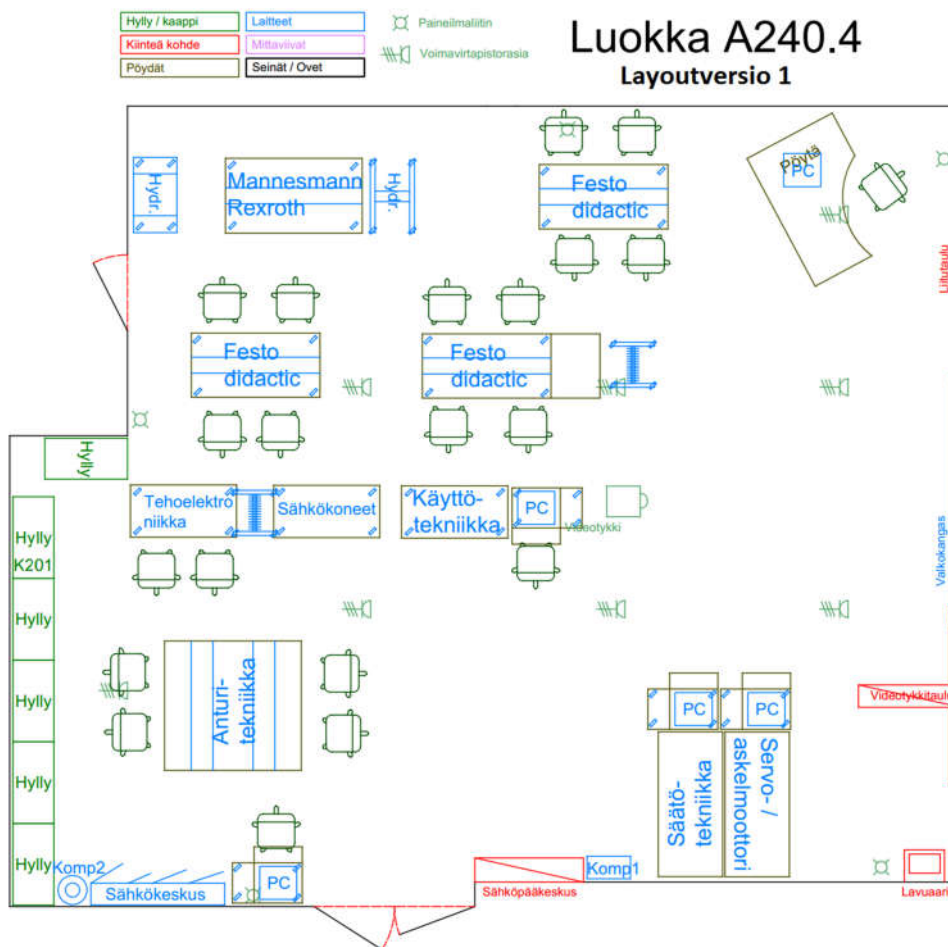
6.4.2 Luokka A240.4, layoutsuunnittelu



Kuvio 25. Luokka A240.4 alkuperäinen layout, liite 5

Luokka A240.4 on alunperin tarkoitettu tietokonehuoneeksi. Tilasta löytyy 36 tietokonetta sekä melkein yhtä monta pöytää. Lisäksi luokassa on tulostin, perinteinen iso tussitaulu, videotykki valkokankaalla sekä Smart Board, interaktiivinen liitutaulu, kosketusnäytön ja videotykin yhdistelmä.

Hyväksi vaihtoehdoksi hydraulikan ja pneumatiikan laboratorioiksi luokan tekee se, että sieltä löytyy valmiiksi paineilmasyöttöjä ympäri luokkaa 5 kappaletta, nämä ovat tietysti haaroitettavissakin. Katossa menee lisäksi johdinhylyt, joissa on 400 VAC:n voimavirtapistorasioita.



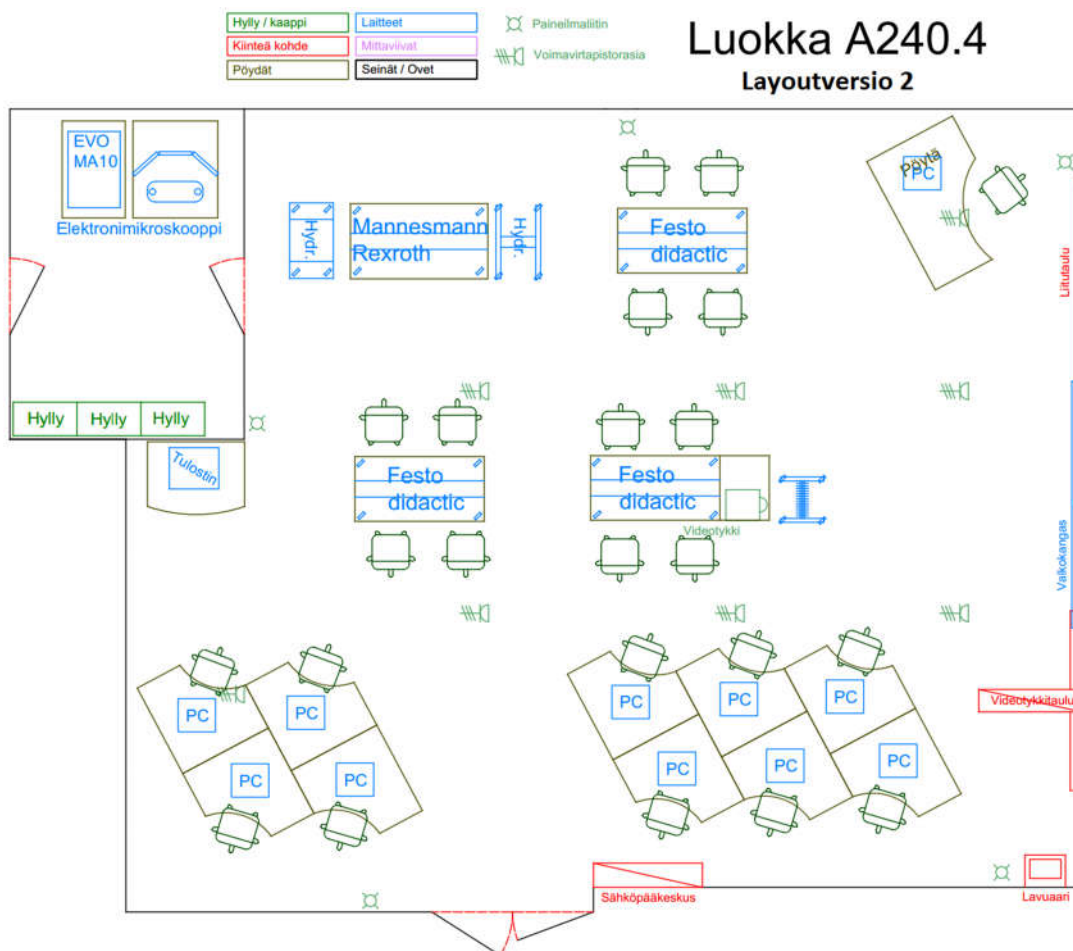
Kuvio 26. Luokan A240.4 layoutsuunnitelma 1, liite 6

Suunnitelmissa oli laittaa luokkaan pneumatiikka- ja hydraulikkaharjoituspöytien lisäksi käyttötekniikan laboratorion työpisteet. Käyttötekniikan työpisteet on tarkoituksella rajattu luokan alaosaan kuviossa 26. Koko takaseinän matkalla on ikkunoita, käyttötekniikan harjoitustyöpöydät ovat yksipuolisia sekä korkeita, näin ollen ne tukkisivat ikkunat.

Luokan pöytien sijoittelu on yritetty toteuttaa mahdollisimman väljästi sekä niin että opiskelijoilla olisi suora yhteys opettajaan tarvittaessa. Opettajan pöytä löytyy luokan yläkulmasta.

Luokan ahtauden vuoksi olisi järkevää sijoittaa sinne ainoastaan hydraulikan ja pneumatiikan työpisteet. Työtilat ja kulkuväylät jäävät muuten liian kapeiksi.

Vaihtoehtoisesti luokkien A240.2 ja 240.4 välissä on varastotila, johon elektronimikroskoopin voisi sijoittaa. Tämä tila saattaisi olla puhtautensa kannalta parempi vaihtoehto kuin alakerran materiaalitekniikan laboratorio.



Kuvio 27. Luokan A240.4 layoutsuunnitelma 2, liite 7

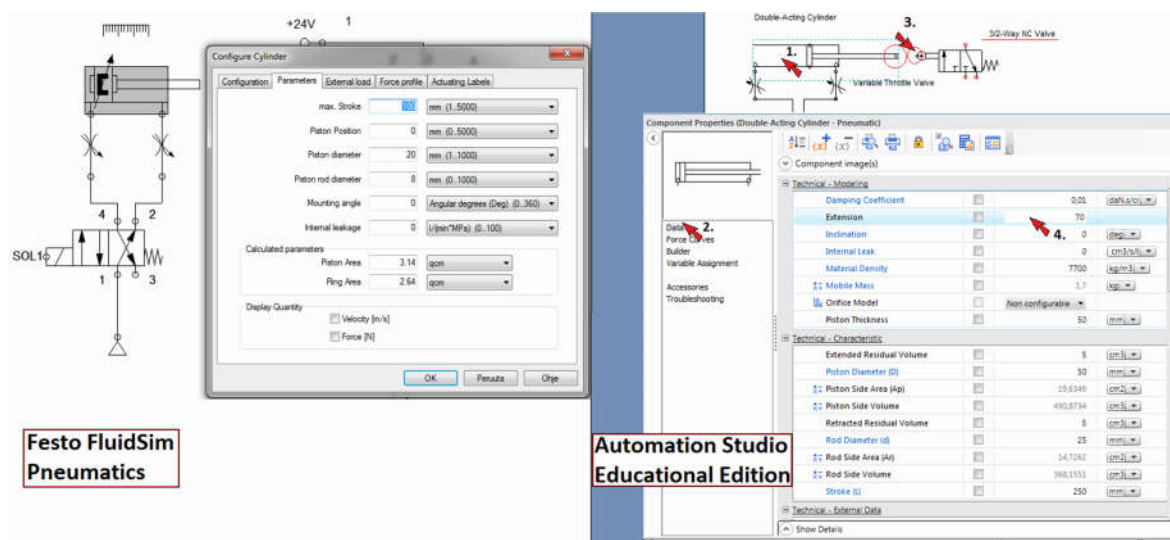
Layoutsuunnitelma 2 olisi väljyytensä puolesta parempi vaihtoehto. Näin tilaa jäisi luokassa tietokonepöydillekin.

Pneumatiikan ja etenkin hydrauliiikan työpisteet olisi syytä pitää hyvässä järjestyksessä sekä siistinä. Pneumatiikkaharjoituspöytien komponentteja saattaa helposti päätyä toisenkin työpöydän laatikostoihin. Hydrauliiikkatyöpöydän kohdalla siisteys tulee vielä tärkeämpään rooliin. Harjoituksissa komponentteja kytkettäessä ja liikuteltaessa niistä tippuu väkisinkin hydrauliiikkanestettä. Öljy on ärsyttävää ihokosketuksen sattuessa, sotkuista, ja liukasta etenkin lattialla.

6.5 Automation Studio 6.1 -ohje

Automation Studio 6.1 Educational Edition -ohjelma on juuri tullut koululle opiskelijoiden käyttöön. Ohjelma korvaa aikaisemmin käytetyn Festo FluidSim -ohjelmiston. Automation Studio -ohjelmistosta laaditaan käyttöönottoa helpottava ohje opiskelijoita varten.

Uusi ohjelma poikkeaa paljon alkuperäisestä Festo FluidSim -ohjelmistosta. Ainoastaan ohjelmistojen ulkonäkö on samanlainen. Automation Studio -ohjelmistolla, niin kuin edeltäjälläänkin, voidaan tehdä hydraulikka- ja pneumatiikkakytkentöjä, sähköisiä virtapiirejä sekä sähkölogiikka-automatisointikytkentöjä. Uudessa Automation Studio -ohjelmistossa on esimerkiksi komponenteille huomattavan paljon enemmän muuttujia todellisempien simulointiarvojen saamiseksi.



Kuvio 28. Esimerkki Festo FluidSimin ja Automation Studion eroista

Kuviossa 28 näkyy FluidSimin sekä Automation Studion sylinterin ominaisuuksien ikkunan ollessa avattuina. Automation Studion ominaisuuksissa on huomattavasti enemmän säätömahdollisuuksia, monta sivullista verrattuna FluidSimiin.

Käyttöohje laadittiin vain englannin kielellä, opintokurssin ollessa suomen- ja englanninkielisiä. Ohjeessa opastetaan ohjelmiston käyttöönottoon liittyvät

keskeisimmät asiat. Ohjelma on suhteellisen yksinkertainen käyttää, mutta vaatii aluksi tiettyihin ominaisuuksiin perehtymisen.

Automation Studio Educational Editionin käyttöönotto-ohje löytyy liitteestä 8.

7 YHTEENVETO

Layoutsuunnittelun teoriaa tutkiessa oppi uusia näkökulmia aiheesta. Tästä oli hyötyä luokkien järjestyksen suunnitteluvaiheessa. Alkuperäinen layout materiaalitekniikan laboratoriossa oli todella ahdas ja epäkäytännöllinen. Kulkuväyliä ei juurikaan ollut käytettävissä, esimerkiksi pumppukärryillä olisi ollut vaikeuksia tavarankäytävien siirtämisessä luokan perälle.

Uusissa layoutsuunnitelmissa tilaa jäi huomattavasti enemmän kulkuväylille. Myös opetuksen kannalta luokkien pohjaratkaisut toimivat paremmin.

Esimerkiksi vanhan pneumatiikkajärjestelmän laajentaminen on suuritöinen projekti. Tämän vuoksi jos vain mahdollista, olisi hyvä että voisi hyödyntää nykyistä asennettua järjestelmää.

Hydrauliikka- ja pneumatiikkaharjoitusten käytössä ollut Festo FluidSim -simulointiohjelma vaihtui uuteen Automation Studio -ohjelmaan. Automation Studio erosi edeltäjästään sen verran, että pelkkä käyttöönotto vaati perehtymisen. Ohjelmasta tehtiin käyttöönottoa helpottava ohje opiskelijoille. Ohjeissa on esitelty ohjelmaa käytön kannalta keskeiset ominaisuudet tiivistettynä dia-esitykseen. Ohjeiden teko onnistui hyvin, niistä tuli tarpeeksi selkeät keskeisen asian löytämiseksi.

Inventaario selkeytti harjoitustyöpöytien toimilaitteiden ja komponenttien nykytilan. Osa laitteista oli rikki ja laskennan sekä testauksen jälkeen puutteet olivat hyvin selvillä tilauksien toteuttamiseksi. Laskennan jälkeen komponentit järjesteltiin tasaisesti kaikkien työpisteiden kanssa tasan, joten opiskelijoiden ei tarvitse etsiä muista pöydistä tarvittavia osia.


LÄHTEET

- Apaja, V. 2015. Statistinen fysiikka. [www-dokumentti]. Jyväskylän yliopisto. [Viitattu 14.12.2015]. Saatavissa: http://users.jyu.fi/~veapaia/Statistical_Physics/luentomoniste.pdf
- Fonselius, J., Hautanen, J., Mutikainen, T., Pekkola, K., Salmijärvi, O. & Simpura, A. Pneumatiikka. 1997. 8.-9. painos. Helsinki: Oy Edita Ab.
- Hautala, M. & Peltonen, H. 2000. Insinöörin (AMK) Fysiikka Osa 1. 5.painos. Jyväskylä: Lahden Teho-Opetus Oy.
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6. painos. Tampere: Infacs Oy
- Inkinen, P & Tuohi, J. 1999. Momentti 1 Insinöörifysiikka. Keuruu: Kustannusosakeyhtiö Otava.
- Karrus, K.E. 1998. Logistiikka. 3. painos. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.
- Kauranne, H., Kajaste, J. & Vilenius, M. 2008. Hydrauliteknikka. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- Keinänen, T. & Kärkkäinen, P. 2009. Automaatiojärjestelmien hydraulikka ja pneumatiikka. 1.–2. painos. Helsinki: WSOYpro Oy.
- Lampinen, M. 1997. Termodynamiikan perusteet. 3. painos. Helsinki: Otatieto Oy.
- Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy
- Parr, A. 2011. Hydraulics and pneumatics. 3. Painos. United Kingdom: Elsevier Ltd.
- Suvanto, K. 2003. Tekniikan Fysiikka 1. Helsinki: Edita Prism Oy.

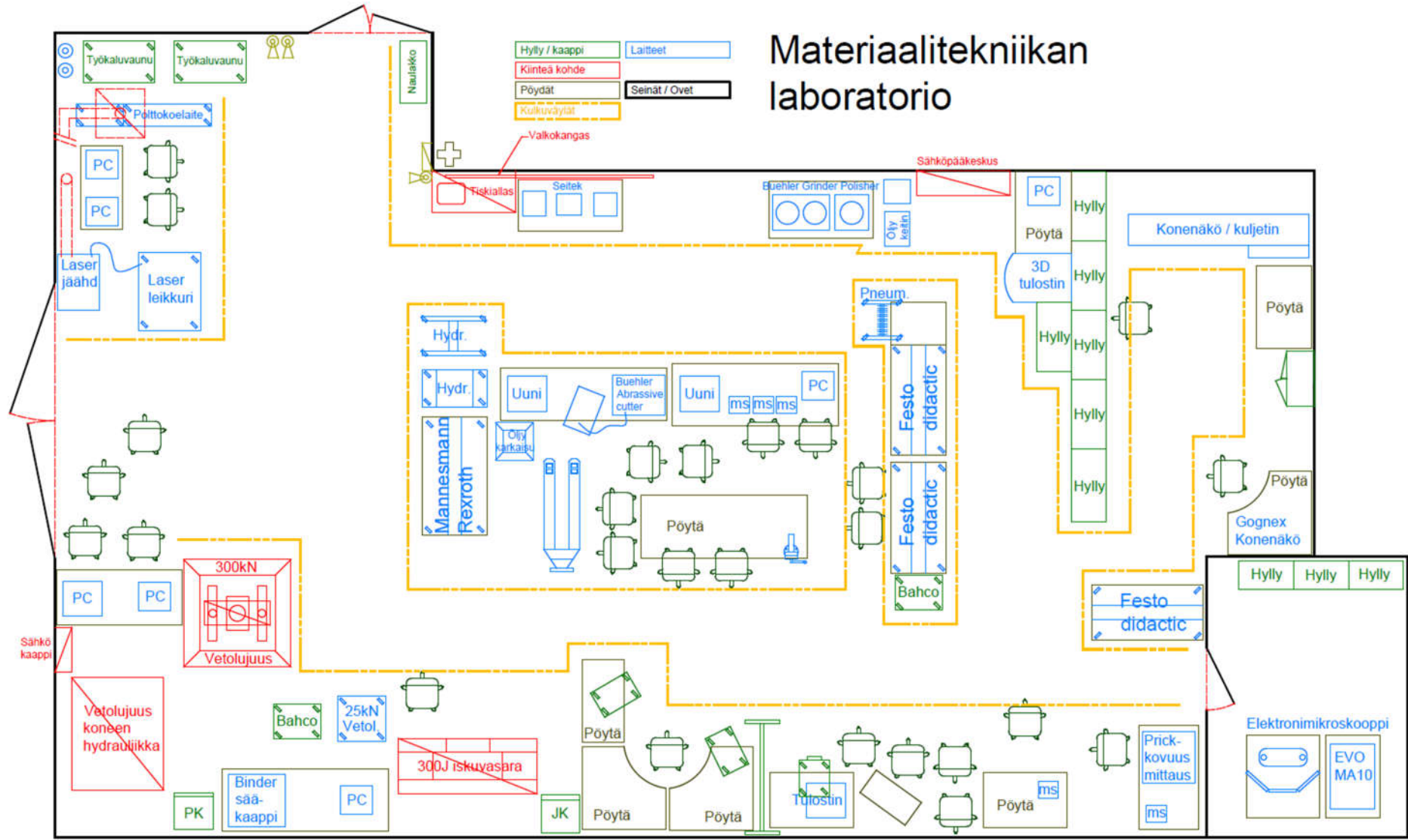
LIITE 1 Inventaariolista, pneumatiikka

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
				mus	1.2		2.2	mus		3.1	sin							
				1.1	mus		mus	2.1		sin	3.2							
	Tuote	Tunnus		1.1	1.2		2.1	2.2		3.1	3.2	Kokonais- määrä	Testattu	Lisätietoja	Valokuva			
7	1	Relelähdöt	TN 162 241	1	1	2	1			1	1	7	18.9.2015			DCN2991	1	
8	2	Indikaatiolamput	TN 162 244	1	1	1	1			1		5	18.9.2015	1kpl puuttuu		DCN2882	2	
9	3	Kytinlähdöt	TN 162 242	1	1		1					3	18.9.2015			DCN2883	3	
10	4	Sylinteri, 2-toiminen	DSNU-20-100-PPV-A	3	3	2	2			2	2	14	18.9.2015			DCN2879	4	
11	5	Sylinteri, 1-toiminen	ESNU-20-50-P-A	1	1	1	1			1	1	6	18.9.2015			DCN2880	5	
12	6	Paineensäädin+huoltoyksikkö	LFR-D-5M-MINI	1								1	18.9.2015			DCN2878	6	
13	7	Paineensäädin+huoltoyksikkö	LFR-1/8-D-MINI		1	1	1					3	18.9.2015			DCN2884	7	
14	8	Paineensäädin+huoltoyksikkö	TP-PVW-LFR-MICRO							1	1	2	18.9.2015			DCN2885	8	
15	9	AV/SU mikroytkin 24VDC	D:S-ESG-A-L-SIBU	3	3	2	2			2	2	14	22.10.2015			DCN2876	9	
16	10	Virtalähde 24VDC	NT-ER 4,5A TN 159 382	1	1	1	1			1	1	5	22.10.2015	1kpl puuttuu		DCN2886	10	
17	11	Paineilman jakotukki (1x6)+(7x4)	D. S-PV88+KCU1/8-PK3	1	1	1	1			1	1	6	22.10.2015			DCN2887	11	
18	12	Venttiili 3/2 ohjaus 24VDC + Jousi	MEH-5/2-1/8-P-B	2	2	2	2			1		9	22.10.2015	3kpl lisää?		DCN2890	12	
19	13	Venttiili 5/2 ohjaus 24VDC + 24VDC	JMEH-5/2-1/8-P-B	2	2	2	1			1	1	9	22.10.2015			DCN2892	13	
20	14	Venttiili 3/2 ohjaus 24VDC + Jousi	MEH-3/2-1/8-P-B	1	1	1	1					4	22.10.2015	2kpl lisää?		DCN2891	14	
21	15	Venttiili 3/2 ohjaus AV ilma + Jousi	D:TP-PPV-VL-3/2-D-02-F	1	1							2	23.10.2015			DCN2908	15	
22	16	Venttiili 5/2 ohjaus ilma + Jousi	D:TP-PPV-VL-5/2-D-02-F	2								2	23.10.2015	Toisesta puuttuu liittimiä		DCN2909	16	
23	17	Venttiili 5/2 ohjaus ilma + ilma	D:TP-PPV-J-5/2-D-02	1	1	1	1			1		5	23.10.2015	1kpl lisää?		DCN2911	17	
24	18	Venttiili 5/2 ohjaus ilma + ilma	J-5/2-1/8-P-B	3	3	3	3			3	3	18	22.10.2015			DCN2893	18	
25	19	Venttiili 5/2 ohjaus ilma + Jousi	VL-5/2-1/8-P-B	2	2	2	1			1	1	9	22.10.2015	3kpl lisää?		DCN2894	19	
26	20	Venttiili 3/2 ohj. AV Nappi + Jousi	D.S-PSV-3/2-S-3+T	4	3	3	3			3	3	19	22.10.2015			DCN2897	20	
27	21	Venttiili 3/2 ohj. AV Nappi + Jousi	D.S-PSV-3/2-S-0-3+T	2	2	2	2			1	2	11	22.10.2015	1kpl lisää?		DCN2898	21	
28	22	Venttiili 3/2 ohj. AV Rullavipu + Jousi	D.S-PSV-RS-3-1/8	2	2	2	2			1	1	10	23.10.2015			DCN2899	22	
29	23	Venttiili 3/2 ohj. AV Rullavipu + Jousi	D.S-PSV-R-3-M5	3	2	1	1			2	2	11	23.10.2015	Yhdessä puuttuu liitin		DCN2900	23	
30	24	Venttiili 3/2 ohj. AV Kääntävä vipu + Jousi	D.S-PSV-L-3-M5	1	1	1	1			1	1	6	23.10.2015			DCN2901	24	
31	25	Venttiili 3/2 ohj. AV Lukittuva vipu + Jousi	D.S-PSV-3/2-S-3+S	1	1							2	23.10.2015			DCN2906	25	
32	26	Venttiili 5/2 ohj. Lukittuva vipu + Jousi	D.S-PSV-5/2-S+S0+S	2	1	1	1			1	1	7	23.10.2015			DCN2907	26	
33	27	Vaihtovastaventtiili AND(JA) ZK-1/8 B	D:TP-PPV-ZK	4	3	3	3			3	3	19	23.10.2015			DCN2913	27	
34	28	Vaihtovastaventtiili OR(TAI) OS-1/8 B	D.S-PPVE-S/2-JMEH	3	3	2	2			2	2	14	23.10.2015			DCN2914	28	
35	29	Venttiili 3/2 ohj. AV Paineviivytys + Jousi	VZ-3-PK-3	1	1	1	1			1	1	6	26.10.2015			DCN2916	29	
36	30	Venttiili 3/2 ohj. AV Paineviivytys + Jousi	DS-VD-3-PK-3	1	1	1	1			1	1	6	26.10.2015			DCN2917	30	
37	31	Jakoblokki, 4 liittintä	FR-4-1/8B	1	1							2	26.10.2015			DCN2924	31	
38	32	Paineensäädin + Mittari	D.LR-1/8-D-MINI	1	1	1						3	26.10.2015			DCN2920	32	
39	33	Paineensäädin + Mittari	LR-D-MICRO-B							1	1	2	26.10.2015			DCN2921	33	
40	34	Mittari läpiviennillä	D.S.-PSM-A40-10	1	1	1	2			1	1	7	26.10.2015			DCN2922	34	
41	35	Mittari	D:S-PSM-A40-10		1	1				1	1	4	26.10.2015			DCN2923	35	
42	36	Kuristin	D:S-PPV-GR	2	1	1	1			1	1	7	26.10.2015			DCN2925	36	
43	37	Kuristin	D:S-PPV-GRLA	1	1	1	1			1	1	6	26.10.2015			DCN2926	37	
44	38	Takaiskuventtiili	D:S-PPV-SEU	1	1							2	26.10.2015			DCN2927	38	
45	39	Anturi 24VDC Induktiivinen	D:S-ES-SIE-PS-LED-M12	2	2	2	1			2	1	10	26.10.2015			DCN2931	39	
46	40	Anturi 24VDC Optinen	D:S-ES-SOE-RT-PS-SIBU	1		1						2	26.10.2015			DCN2933	40	
47	41	Anturi 24VDC Kapasitiivinen	D:S-ES-KAS-PS-LED-SIBU	1	1	1	1					4	26.10.2015			DCN2934	41	
48	42	Paineakku CRVZS-0.4	D:ER-VZS-0.4	1		1				1		3	26.10.2015			DCN2935	42	
49	43	Venttiili 3/2 ohj. AV Aika(S) + Jousi	D:TP-BG-PZVT-3/2G-30S-Q4	1	1	1						4	26.10.2015			DCN2936	43	
50	44	Venttiili 3/2 ohj. AV Aika(S) + Jousi	D:TP-BG-PZVT-3/2O-30S-Q4	1		1						2	26.10.2015			DCN2938	44	
51	45	Venttiili 5/2 ohj. 24VDC + Jousi	D:TP-PVE-M1H-5/2L-ISO	1								1	26.10.2015			DCN2939	45	
52	46	Venttiili 5/2 ohj. 24VDC + 24VDC	D:TP-PVE-M1H-5/2J-ISO	2								2	26.10.2015	Toisesta puuttuu liitin		DCN2941	46	
53	47	Painesensori 0-10bar, 10-30VDC ohjelmlähtö	SDE1-D10-G2-H18-C-PU-M8	1	1	1	1			1		5	26.10.2015			DCN2947	47	
54	48	Painesensori 24VDC, PNP, PEN-M5	D.S-PSW-PEN	1	1	1	1			1		5	26.10.2015			DCN2949	48	
55	49	Painesensori, AV ja SU kosketin, 250VAC, 125VDC	PEV-1/4-B	3	1	1						5	26.10.2015	Yksi rikki, yhdessä ei johtoa		DCN2950	49	
56	50											0						50
57	51	Liittimiä varalle, erityyppisiä 4 ja 6mm		5	5	5	5			5	5	30		Jokaista mallia				51
58	52	Paineilmaletkua, 4mm		50								50	metriä	Iso rulla				52

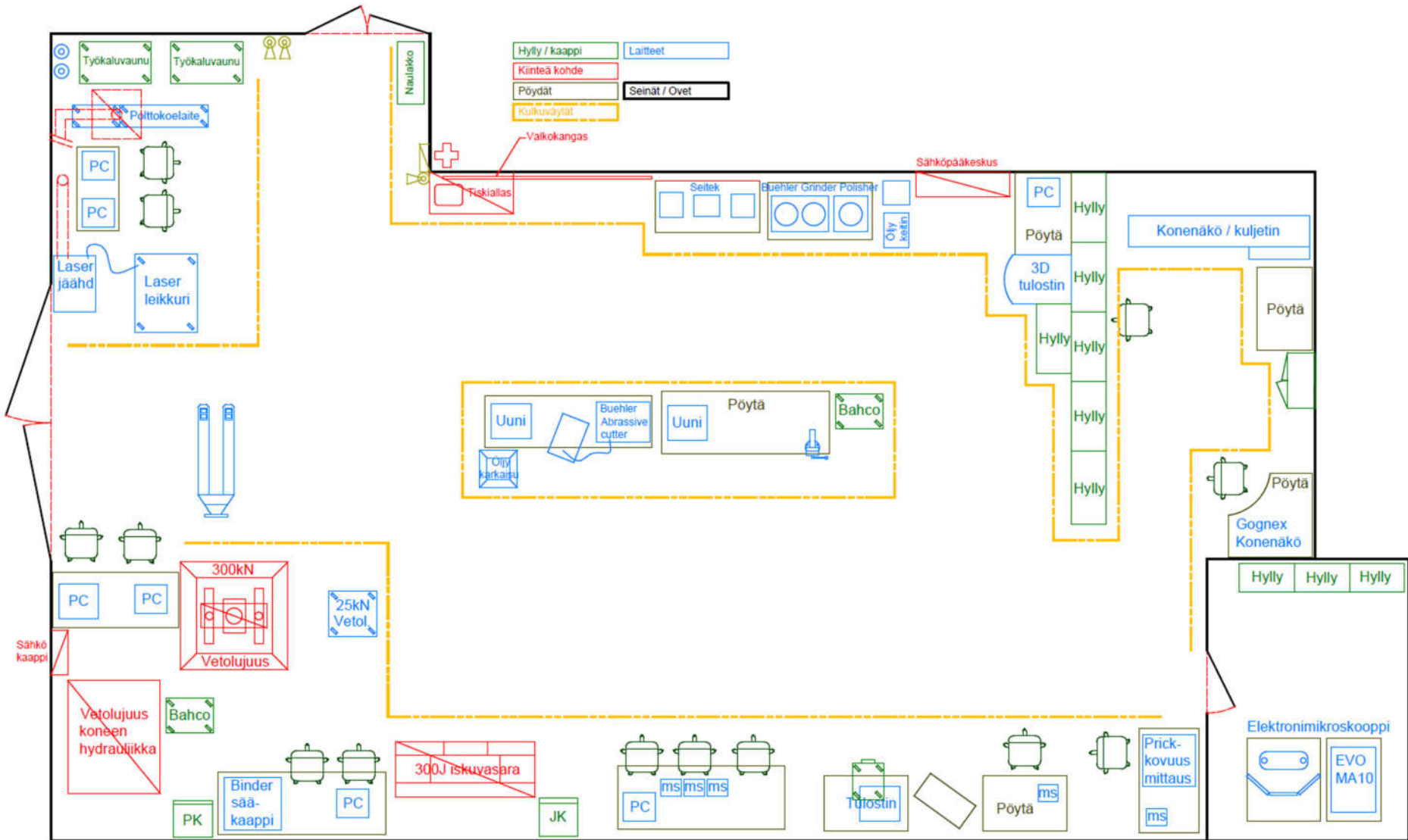
LIITE 2 Inventaariolista, hydraulikka

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1																
2						H1			s kirjain merkitsee							
3		Seinäjoen ammattikorkeakoulu				s	H2		sähkönsyöttöä							
4		SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES														
5		Tuote	Tunnus	Tunnus		H1	H2		Kokonais-							
6						Määrä	Määrä		määrä	Testattu		Lisätietoja	Valokuva			
7	1	Relelähtö, 4 kosketinta AV ja SU	BRS 1			6	8		14	10.12.2015			DSCN3041		1	
8	2	Relelähtö, 2 kosk. AV ja SU, veto ja päästö hidastus	BRS 2			1	1		2	10.12.2015			DSCN3045		2	
9	3	Painonappi, AV ja SU koskettimet	BPS 7			2	2		4	10.12.2015			DSCN3042		3	
10	4	Indikaatiolamput 2kpl	BPS 8			1	1		2	10.12.2015			DSCN3043		4	
11	5	Vääntökytkimet 2kpl, 2 tilaa, 2 koskettimet	BPS 12			1	1		2	10.12.2015			DSCN3044		5	
12	6	Paineakku sulkuventtiilillä 826587	DZ3.N	826587		1	1		2			29.1.2016	DSCN3152		6	
13	7	Painemittari 857327	DZ1.4	857327		3	2		5			29.1.2016	DSCN3153		7	
14	8	Virtaventtiili (kuristin)	DF1.1N	826559 DV8-1-1X/V		2	0		2			29.1.2016	DSCN3154		8	
15	9	Säädettävä vastusvastaventtiili (kuristin ja takaiskuvent.)	DF.2N			0	2		2				DSCN3157		9	
16	10	Venttiili 4/3 ohj. 24V/jou. + 24V/jou. Suljettu keskiasento	DW13E.N	4WE 6 E53/AG24N24		1	1		2			29.1.2016	DSCN3160		10	
17	11	Venttiili 4/2 ohjauk 24VDC + jousi	DW3E.N	4WE 6 C53/AG24N24		2	2		4			29.1.2016	DSCN3161		11	
18	12	Venttiili 4/3 ohj. 24V/jou. + 24V/jou. Kierto keskiasennossa	DW4E.N	4WE 6 G53/AG24N24		1	1		2			29.1.2016	DSCN3164		12	
19	13	Säädettävä vastusvastaventtiili (kuristin ja takaiskuvent.)	DF3.N	2 FRM 6 B 36-30/10QRV		1	1		2				DSCN3170		13	
20	14	Vakiotilavuusmoottori, virtaus kahteen suuntaan	DM2.N	A2F5W6.0C3		1	1		2				DSCN3175		14	
21	15	Paineekytin, sähköinen anturi	DD6E.1N	534626 HED 8 OA		2	2		4				DSCN3176		15	
22	16	Paineenalennusventtiili	DD2.N	DR 6 DP1-53/75YM		1	1		2				DSCN3179		16	
23	17	Vastaventtiili	DS1.N	826578		1	1		2				DSCN3179		17	
24	18	Paineenalennusventtiili	DD4.1N	825592		1	1		2				DSCN3181		18	
25	19	Paineenalennusventtiili	DD1.1N	DBDH 6 G18/100		2	2		4				DSCN3183		19	
26	20	Paineenalennusventtiili, säädettävä, ohjauk 24Vdc	DD15E.N	DBW 10 A1-52/50-AG24Z4		0	1		1				DSCN3188		20	
27	21	Vastusvastaventtiili, säädettävä 24VDC, sähköinen anturointi	DF4E.N	2FRE 6B-22/6QK4RV		1	0		1				DSCN3192		21	
28	22	Proportionaaliventtiili	DD12E.N	DBE6-10/50G24NK4M		1	0		1				DSCN3194		22	
29	23	Paineakku indikaattorilla	DZ8.N	LFBBHC 60 G10 B1.X		0	1		1				DSCN3196		23	
30	24	Tanko säädettävillä pisteillä	DZ22.1	545841		1	1		2				DSCN3185		24	
31	25	Jakoblokki, kierteet, 4 kytkentäpistettä				3	4		7				DSCN3186		25	
32	26	Lisäliittimiä (jakoblokkiin)							0						26	
33	27								0						27	
34	28								0						28	
35	29	Hydrauliiletku, Naaras/Naaras pituus	60 cm			8	8		16				DSCN3210		29	
36	30	Hydrauliiletku, Naaras/Naaras pituus	100 cm			4	5		9				DSCN3211		30	
37	31	Hydrauliiletku, Naaras/Naaras + Koiras(kierteillä) pituus	100 cm			3	4		7				DSCN3212		31	
38	32	Hydrauliiletku, Naaras(kierteillä)/Naaras(kierteillä)	60 cm				1		1				DSCN3213		32	
39	33	Hydrauliiletku, Naaras/Naaras(kierteillä)	60 cm				1		1				DSCN3214		33	
40	34	Kytkejäjohto venttiilien ohjaukseen, 2-napainen	Pun=1 Sin=2	Öfflex-150 3G1.0		3	3		6	4.2.2016			DSCN3208		34	
41	35	Kytkejäjohto venttiilien ohjaukseen, 4-napainen		Öfflex-150 5G1.0		2			2				DSCN3209		35	
42	36								0						36	

LIITE 3 Luokka A140.2 Materiaalitekniikan laboratorio, alkuperäinen layout



LIITE 4 Luokka A140.2 Materiaaliteknikan laboratorio, uusi layoutsuunnitelma



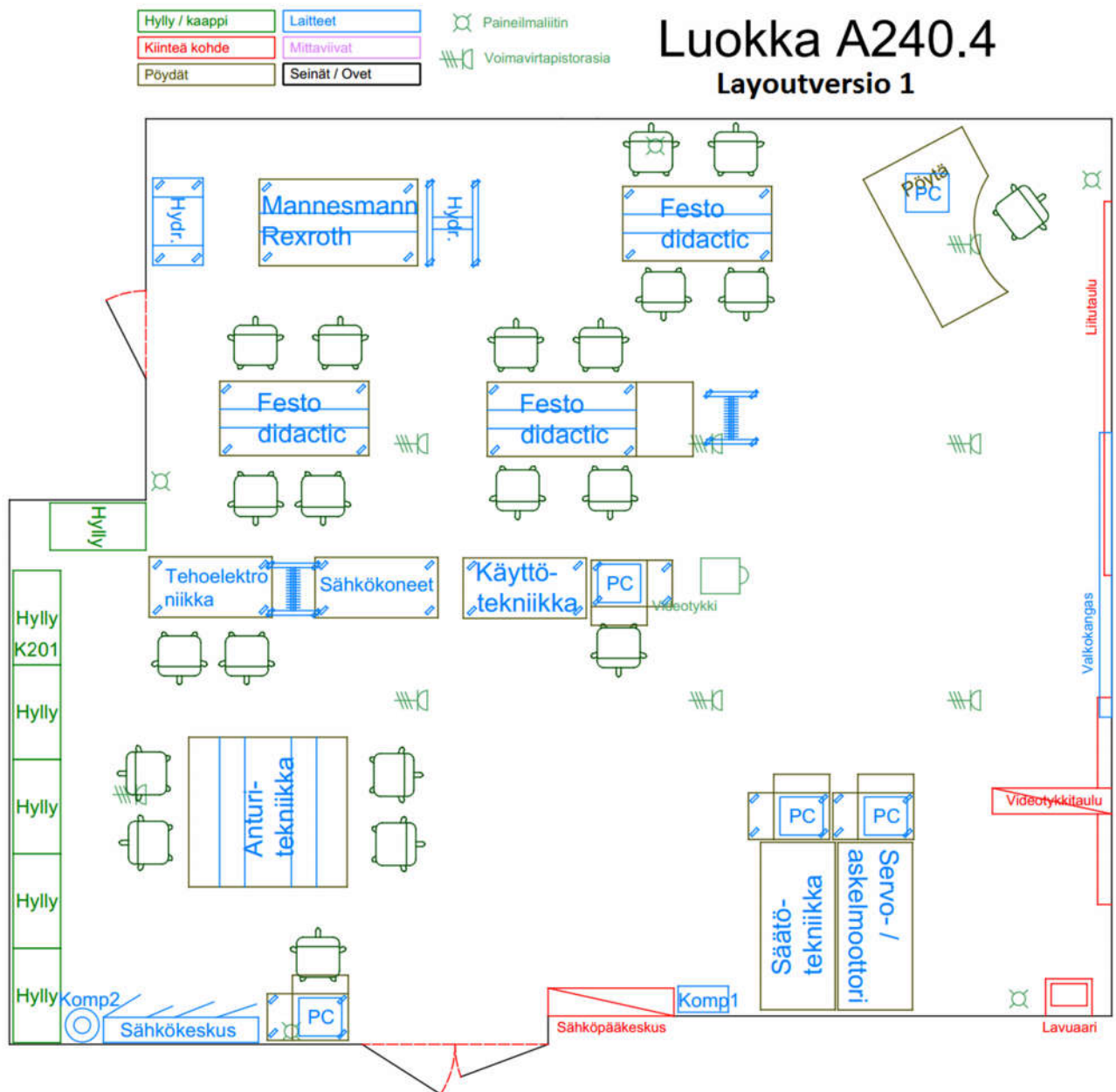
LIITE 5 Luokka A240.4 Alkuperäinen layout

Hylly / kaappi	Laitteet	Painelmalitin
Kiinteä kohde	Mittavivat	Voimavirtapistorasias
Pöydät	Seinät / Ovet	

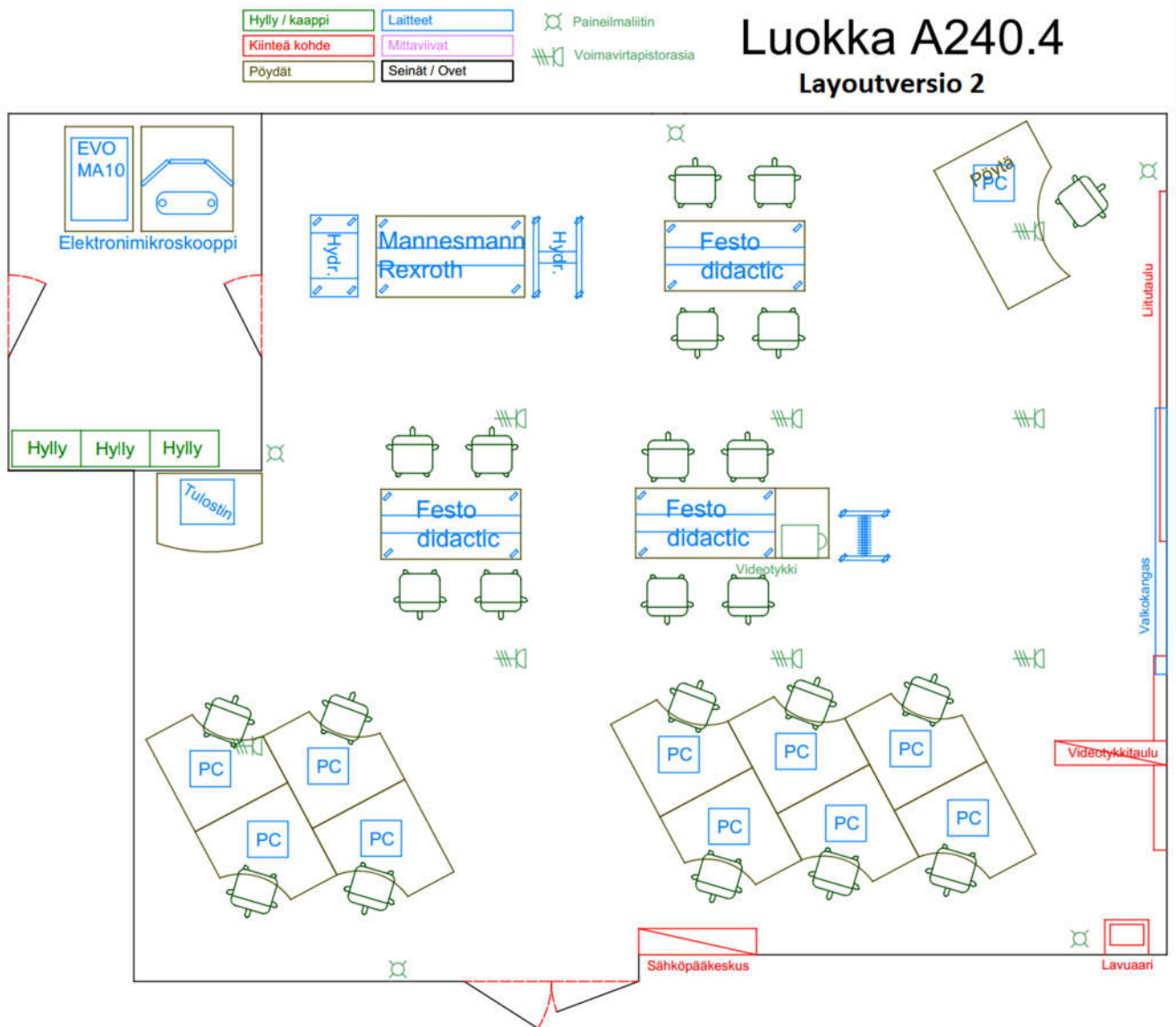
Luokka A240.4 Alkuperäinen layout



LIITE 6 Luokka A240.4 Layoutversio 1



LIITE 7 Luokka A240.4 Layoutversio 2



LIITE 8 Automation Studio -ohje 1 - 2

AUTOMATION STUDIO

ALOITUSOPAS / STARTING GUIDE

INDEX

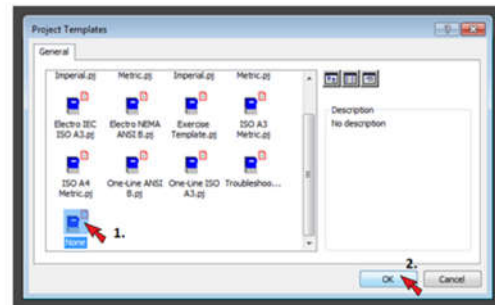
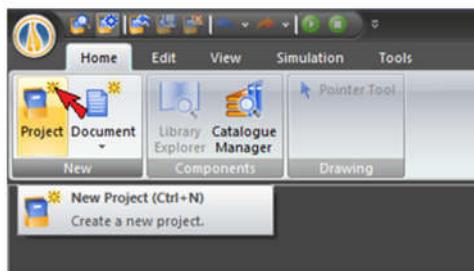
Page No.

- | | | | |
|------|-----------------------|------|-----------------------|
| ▪ 3 | New Project | ▪ 12 | Component variables 2 |
| ▪ 4 | Component library | ▪ 13 | Component variables 3 |
| ▪ 5 | Wiring | ▪ 14 | Component variables 4 |
| ▪ 6 | Component builder 1 | ▪ 15 | Component variables 5 |
| ▪ 7 | Component builder 2 | ▪ 16 | Component variables 6 |
| ▪ 8 | Component data | ▪ 17 | Plotter 1 |
| ▪ 9 | Testproject | ▪ 18 | Plotter 2 |
| ▪ 10 | Simulation mode | ▪ 19 | Plotter 3 |
| ▪ 11 | Component variables 1 | ▪ 20 | Plotter 4 |

LIITE 8 Automation Studio -ohje 3 – 4

3 NEW PROJECT

- First click Project to start New project.



Project Templates:

- 1. Choose [None]
- 2. Click OK.

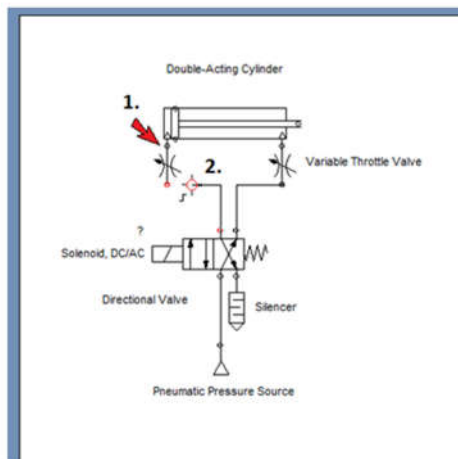
4 COMPONENT LIBRARY



- 1. There is a component library tree view on the left which contains many different component types.
- 2. Top of the desired component, press mouse left and drag it into the project window.

LIITE 8 Automation Studio -ohje 5 – 6

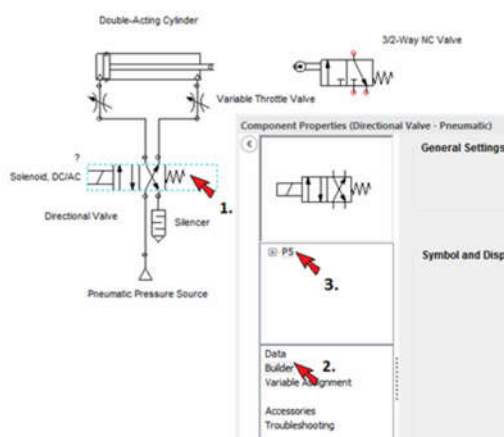
5 WIRING



How to connect component ports or wires together, there are two options

- 1. Drag the component near another component-, and match little red balloons together, so they will connect automatically.
- 2. Press the left button of the mouse on the little balloon and draw the line where you want to connect it.
- If there is wiring already and there is a need to add a component in the middle of it, drag the component to the wire while pressing the SHIFT key.

6 COMPONENT BUILDER 1



Changing component structure

- 1. First doubleclick the component.
- This opens the properties windows.
- 2. Find Builder tab and click.
- 3. To see what has been connected to a valve, open a tree view [P5]
- Remember that [P5 top tree view] has to be selected to modify the component in Builder tab.

LIITE 8 Automation Studio -ohje 7 – 8

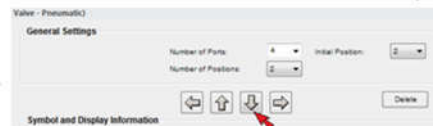
7 COMPONENT BUILDER 2



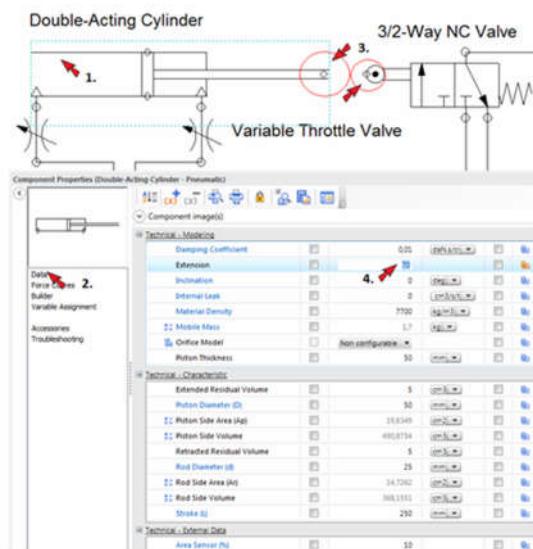
- Part position could be modified by clicking the arrows

Now there is a construction picture of a valve, for example.

- 4. Double click either the question mark or, what Command will control that valve, to change it.
- 5. Now you can choose the variety of parts to modify the valves control method.
- There can be many different control methods in a valve at the same time.
- When the parts have been selected, remember to "save" 6. and finally 7.



8 COMPONENT DATA

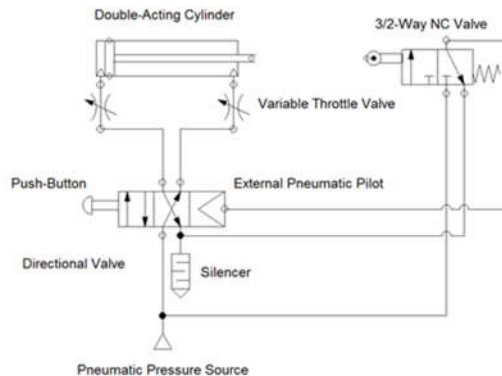


How to trigger sensors or some components?

- 1. Double click the component.
- 2. Choose Data from the tree view.
- There is a possibility to change the variety of things in the data tab.
- 3. The program will sense the movement of a piston, for example, when the little diamond (end of the piston rod) touches, in this case, the valve's diamond.
- 4. Press the Extension and input the number 100 there-, to see how far the piston rod goes-. Then move the valve so that the diamonds are one on the other.
- When a sensor or a valve has been moved in the right place, remember to change the Extension value back where it was!!

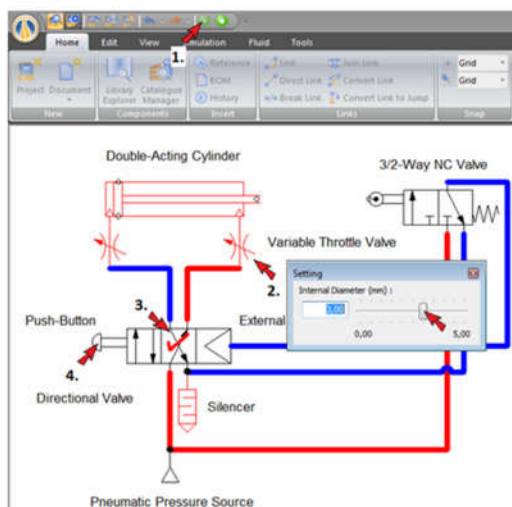
LIITE 8 Automation Studio -ohje 9 – 10

9 TEST PROJECT



- Run a test project like this.
- If the push-button is pressed the cylinder goes out.
- When the piston is fully extended, the 3/2-way valve triggers and makes the directional valve go back to the original position.
- This makes the cylinder go back to the unextended position.

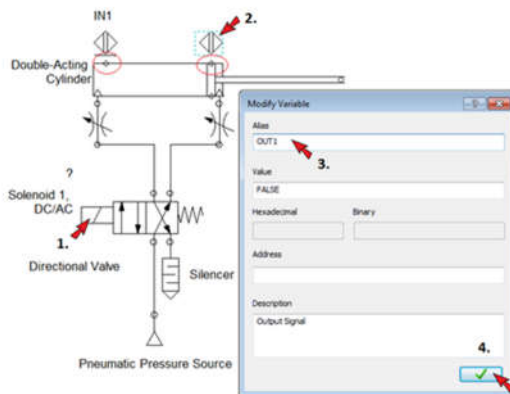
10 SIMULATION MODE



- 1. Click the "play" button to activate the simulation mode.
- Some component values could be changed during the simulation mode.
- 2. Click the Variable Throttle Valve to change the internal diameter of the valve and affect the movement speed of the cylinder.
- 3. To lock the valve in its position, click the position that needs to be locked.
- 4. Unlock by clicking either side of the valve.

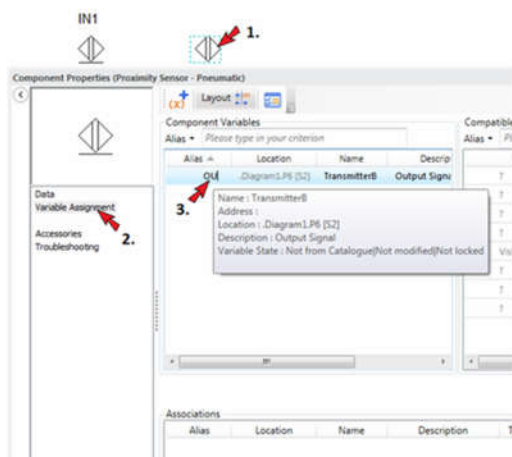
LIITE 8 Automation Studio -ohje 11 – 12

11 COMPONENT VARIABLES 1



- 1. Now change the project that the Directional Valve is solenoid controlled with spring on other side.
- 2. Add some proximity sensors to the cylinder.
- Remember the "trigger diamonds".
- 3. Name the sensors IN1 and OUT1.
- 4. Save.

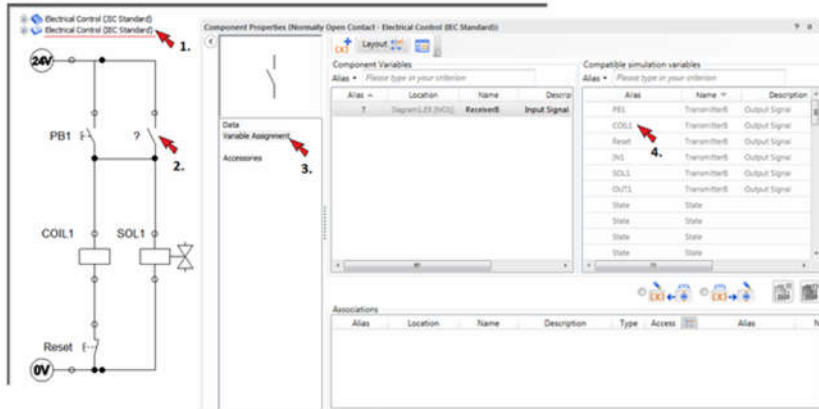
12 COMPONENT VARIABLES 2



- Components could be named afterwards too.
- 1. Double-click the component, to get properties.
- 2. Select Variable Assignment.
- 3. Click below the Alias tab, write the name and press enter.

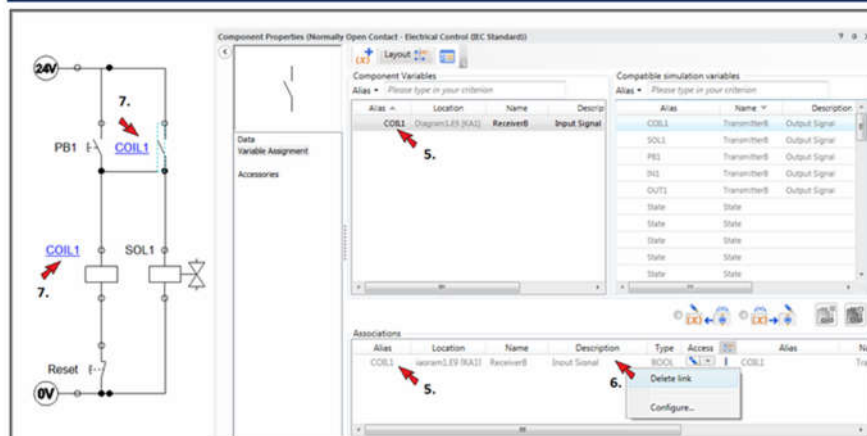
LIITE 8 Automation Studio -ohje 13 – 14

13 COMPONENT VARIABLES 3



- 1. In Electrical Control, there are two choices. Use IEC Standard parts from library.
- Now draw an electric circuit to control the solenoid.
- When inserting the components, name them simply: Push-Button = PB1
- 2. Lastly insert normally open contact (double-click it to get properties).
- 3. Choose the variable Assignment.
- 4. Now choose the COIL1 in the "Compatible simulation variables" window, double-click it.

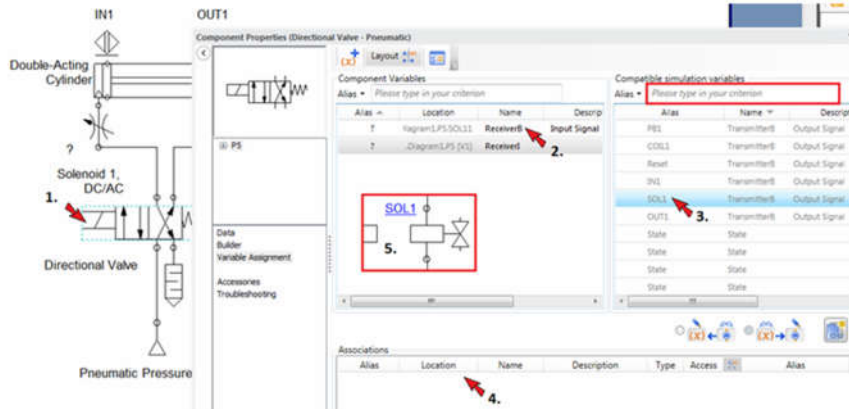
14 COMPONENT VARIABLES 4



- 5. See that COIL1 is connected to the component on Associations.
- 6. If a wrong choice has been made, just right-click the variable and choose the Delete link.
- 7. If the color of the COIL1 text has been changed, it means, it is linked to the component.
- Test simulation to see if the circuit is working.

LIITE 8 Automation Studio -ohje 15 – 16

15 COMPONENT VARIABLES 5

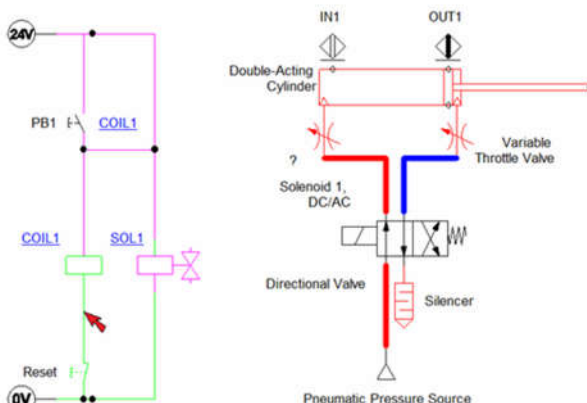


- Search the variables by typing the variable name in the search field.

Next link the Directional Valve Solenoid1 to the circuit.

- Double-click the valve.
 - Go to the Variable Assignment and choose ReceiverB.
 - Choose SOL1 from the list.
 - Check that the SOL1 is in the Associations.
 - And in the circuit, color of the SOL1 has changed.
- Exit from Properties.

16 COMPONENT VARIABLES 6

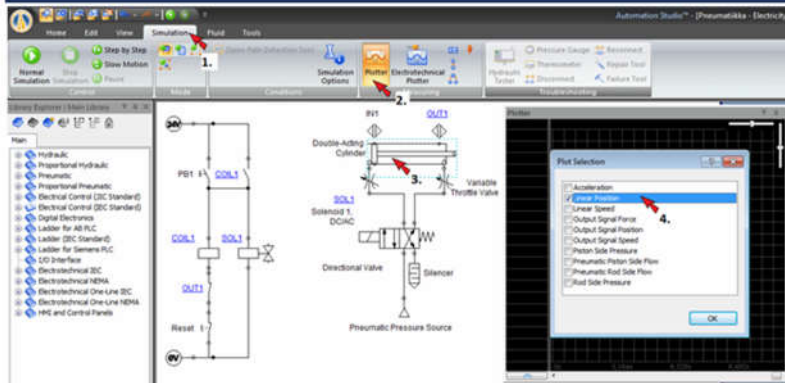


- Note the colors of electrical wiring in simulation mode.

- Start the simulation.
- Movement should work by pressing the PB1 button.
- And resets in the Reset button.
- Try to add a normally closed contact below COIL1 and link it to the proximity sensor OUT1.
- Test the simulation again.

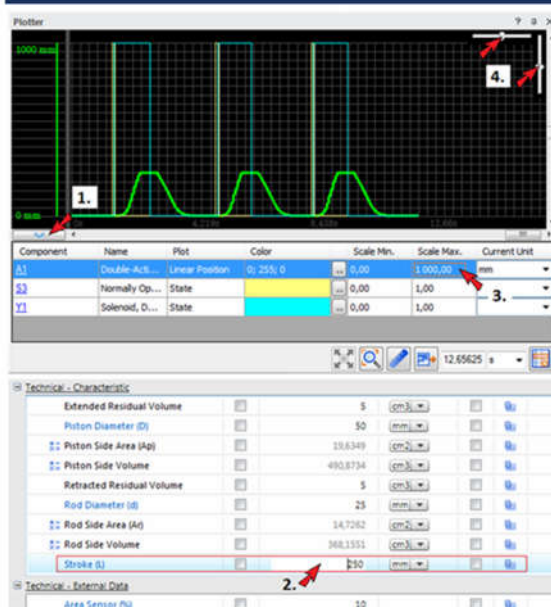
LIITE 8 Automation Studio -ohje 17 – 18

17 PLOTTER 1



- The program has a plotter for drawing charts of the component's variables, such as movement.
- 1. Click the Simulation tab.
 - 2. Click a Plotter.
 - 3. Choose the component to plot and drag it into Plotter window.
 - 4. Choose what to print out from Plot Selection window.
 - Click OK.
 - Drag the Push-Button 1 and the SOL1 to a Plotter window.

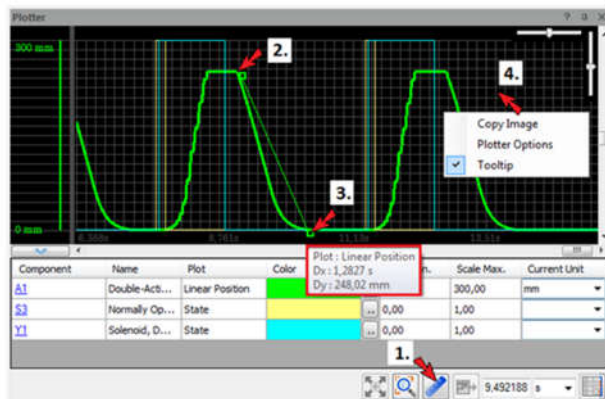
18 PLOTTER 2



- 1. Press "arrow" to see the Plotted variables.
- Adjust the plotter scale of one variable, for example a cylinder's linear position.
- 2. Open the cylinder properties, go to the data and check, in this case, the cylinder Stroke.
- 3. See that the plotter scale is 1000mm where Stroke is 250mm, correct this by entering the plotter Scale Max. at 300mm.
- 4. The visual scale of the plotter could be adjusted by sliders.
- Close the cylinder Properties window and test the simulation.

LIITE 8 Automation Studio -ohje 19 - 20

19 PLOTTER 3



- 1. Measure the chart by using a ruler tool.
- 2. Click on the first point.
- 3. Then click on the second point.
- This will open a grey box where the measured data is.
- 4. To save the plotted chart, right-click the mouse above the plotter and choose the Copy image. Now the plotted image can be saved.
- In the Plotter Options it is possible to adjust the background color and the grid color, for example.

20 PLOTTER 4



- Example of saved plotter view.
- Program saves pictures as .BMP – file.
- The colors have been changed to get a clearer view.
- The Y-axis shows the millimeters.
- The X-axis shows the time in seconds.