

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikka

2024

Samuli Mikkonen

# Kemikaalikeskuksen siirtoprojekti: Layoutin hahmottelu ja PI- kaavion esisuunnittelu



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikka

2024 | 67 sivua

Samuli Mikkonen

## Kemikaalikeskuksen siirtoprojekti: Layoutin hahmottelu ja PI-kaavion esisuunnittelu

Tämän opinnäytetyön aiheena on uuden kemikaalikeskuksen layoutin hahmottelu uudelle sijainnille sekä siihen liittyvän jakelukeskuksen PI-kaavion esisuunnittelu. Työn toimeksiantajana toimii Suomen Nestlé Oy. Edellä mainitut vaiheet ovat osa kemikaalikeskuksen siirtoprojektia. Olen myös mukana muissa projektiin liittyvissä työtehtävissä, kuten kemikaaliputkistolinjojen kartoituksessa.

Työn tavoitteena oli suunnitella uusiin tiloihin kemikaalikeskuksen toiminnallinen ja kemikaalien käsittelyn kannalta kattava sekä toimiva layout vaihtoehto. Projektiryhmän, asiantuntijoiden sekä tuotannon operaattoreiden haastattelun jälkeinen versio täytti kaikkien osapuolien mielestä vaaditut ja halutut kriteerit. Valmis luonnos lähetettiin edelleen toimeksisaajalle. Toimeksisaaja lopullisen layoutin suunnittelemiseksi oli FIMPEC, joka on osana tehtaan suurempaa projektia, jossa se suunnittelee koko kellariin tulevan uuden linjaston. Toisena osana työtäni oli jakelukeskuksen PI-kaavion esisuunnittelu. Esisuunnittelun jälkeen PI-kaavio päivitetään yritykselle sekä lähetetään edelleen toimeksisaajalle, joka on vastuussa keskuksen lopullisen PI-kaavion suunnittelusta, sekä pumppauksen komponenttien (Pumput, ohjauskeskukset yms.) tuottamisesta, toimittamisesta ja asennuksesta. Toimeksisaaja oli tässä osassa Ecolab.

Teoria osuudessa käydään pintaraapauksella läpi kemikaalien käsittely, layoutin suunnittelu ja PI-kaavioiden laatiminen.

Avainsanat: Kemikaalikeskus, PI-kaavio, Layout, Tehdas, CAD, Suunnittelu.

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical engineering

2024 | 67 pages

Samuli Mikkonen

## Chemical Center Relocation Project: Layout Planning and Preliminary P&ID Design

The topic of this thesis is the layout design for a new chemical center at a new location, as well as the preliminary design of the associated distribution center's P&ID. The work is commissioned by Suomen Nestlé Oy. These tasks are part of the chemical center relocation project. I am also involved in other project-related tasks, such as the mapping of chemical pipelines.

The goal of the work was to design a functional and comprehensive layout for the new premises, considering the handling of chemicals. The version created after interviews with the project team, experts, and production operators met the required and desired criteria according to all parties involved. The final draft was then sent to the contractor. The contractor responsible for the final layout design was FIMPEC, which is part of a larger project at the factory, designing the new line for the entire basement. The second part of my work involved the preliminary design of the distribution center's P&ID. After the preliminary design, the P&ID was updated for the company and then sent to the contractor, who is responsible for the final P&ID design of the center, as well as the production and delivery of pumping components and finally the installation (pumps, control units, etc.). The contractor for this part was Ecolab.

The theoretical section provides a brief overview of chemical handling, layout design, and the creation of P&IDs.

Keywords: Chemical center, Factory, layout, P&ID, CAD, Engineering.

## Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	8
1 Johdanto	10
1.1 Opinnäytetyön lähtökohdat ja tavoitteet	10
1.2 Kemikaalikeskuksen siirtoprojekti	10
2 Suomen Nestlé Oy	13
3 Kemikaalien käsittelyn teoria	14
3.1 Kemikaalien yhteensopivuus	14
3.1.1 Palavat nesteet, kaasupullot ja muu palava materiaali	14
3.1.2 Myrkylliset kemikaalit	15
3.1.3 Muut kemikaalit	15
3.2 Varastointi ja toimintojen sijoitus	16
3.2.1 Toimintojen sijoitus	16
3.2.2 Vaarallisten kemikaalien käsittely ja varastointi standardit ja säädökset	16
3.3 Suomen Nestléllä käytetyt kemikaalit	18
3.3.1 Kemikaalikeskuksen kemikaalit ja tuoteselite	20
4 Layoutin suunnittelu	21
4.1 Yleistä	21
4.1.1 Hyvän suunnittelun tärkeys	21
4.1.2 Systemaattinen layout- suunnittelu malli (SLP)	24
4.1.3 Process Plant Layout by Sean Moran	26
4.1.4 EP- Logistic suunnittelu-opas	27
5 Layoutin suunnittelun dokumentointi	28
5.1 Lähtöasetelma	28
5.2 Ensimmäiset Layout versiot	30
5.3 Tarkempi muokkaaminen ja arviointi	32
5.4 Lopullinen layout	33

	5
5.5 Välitilan ja kemikaalikeskuksen putkiston kartoitus	35
6 PI-kaavion suunnittelu teoria	37
6.1 Yleistä	37
6.2 PI-kaavion esitystavan laatiminen	37
6.2.1 CAD- ohjelmisto ja layout	38
6.2.2 Instrumentit	39
6.2.3 Laitteisto ja piirrosmerkit	41
7 PI-kaavion esisuunnittelun dokumentointi	44
7.1 Esisuunniteltu valmis PI- Kaavio	48
8 Yhteenveto ja pohdintaa	49
9 Standardit	<b>Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.</b>
Lähteet	51

## **Liitteet** 53-67

Liite 1. Kemikaalikeskus siirtoprojekti osallistujat

Liite 2. Nestlen sisäisten säädösten mukainen valuma-altaan mitoitus

Liite 3. Suomen Nestléllä käytetyt kemikaalit ja niiden ominaisuudet

Liite 4. Suunnitteluvirheiden osuudet

Liite 5. Yleisimmät suunnitteluvirheet

Liite 6. Systemaattisen layout-suunnittelun toimintamalli

Liite 7. Layoutin päivitys

Liite 8. Toimintojen kirjaintunnukset SFS 14617-6 mukaan

Liite 9. Esimerkki toimintojen kirjaintunnuksista ja niiden merkintätyylistä

Liite 10. Standardin SFS-EN ISO 10628-2 mukaiset laitteiden ryhmytykset

Liite 11. Esimerkki PSK 3605 mukaiset pumppujen laitesymbolit

Liite 12. Esimerkki PSK 3605 mukaiset venttiilien laitesymbolit

Liite 13. Vaahtopesukeskus PI- Kaavio sisältötaulukko

Liite 14. Ecolab Connexx Switch

Liite 15. Vahvojen kemikaalien PI- Kaavio sisältötaulukko

Liite 16. **Kemikaalinkäsittely Standardit:**

**Tukesin (Suomen Turvallisuus- ja kemikaaliviraston ) hyväksymät:**

- SFS 3350: Palavien nestemäisten kemikaalien varastopaikka ja siellä olevat kemikaalien käsittelypaikat.
- SFS 3353: Palavien kemikaalien tuotantolaitos.
- SFS 3357: Palavien nestemäisten kemikaalien varaston sammutus- ja palontorjuntakalusto.
- SFS 3355: Palavien nestemäisten kemikaalien käsittely satama-alueella.
- SFS 3352: Palavien nesteiden jakeluasema.

Liite 17. **PSK Standardit:**

- PSK 3603
- PSK 3602
- PSK 3605
- PSK 5842 MEN
- PSK 5821
- PSK 3601

Liite 18. **Muut SFS Standardit:**

- SFS-EN ISO 10628-1
- SFS-EN ISO 10628-2
- SFS 14617-6

Liite 19. **ISA- kansainväliset standardit**

- ISA S5.1

**Nestle standardit:**

- Valuma-altaan mitoitus.
- PI-kaavion yrityksen standardit: Symbolit, instrumentit ja tekstikentät.

**Kuvat**

Kuva 1. Layout versio 1	29
Kuva 2. Layout muuttunut sijoitus	30
Kuva 3. Lopullinen layout	32
Kuva 4. Säilytysalue ja sisäänkäynti	33
Kuva 5. Kemikaaliputkiston kartoitus	34
Kuva 6. Välitilan mitoitus ja kemikaaliputkiston kartoitus	35
Kuva 7. Vaahtopesukeskus PI- Kaavio	44
Kuva 8. Vahvojen kemikaalien PI- Kaavio	46
Kuva 9. PI- Kaavion valmis esisuunnitelma	47

## Käytetyt lyhenteet tai sanasto

Aerosoli	Suspensio, jossa pieniä kiinteitä hiukkasia tai nestepisaroita leijuu kaasussa, kuten ilmassa.
CAD	(Computer-aided design) - Tietokoneavusteinen suunnittelu
CIP	(Cleaning In Place) - "Paikallaanpuhdistus"
FEED	(Front-End Engineering Design) - Suunnittelu hyväksynnän jälkeen
ISO	(International Organization for Standardization) - Kansainvälinen standardisointijärjestö
Kloraatit	Kloraatit ovat suoloja, jotka sisältävät kloraatti-ionin, ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .
Layout	Pohjapiirros, Sijoitussuunnitelma
LOTO-toiminnot	(Lockout/Tagout) - Viittaavat lukitus- ja merkitsemisprosessiin.
Master-kytkimet	Viittaa pääkytkimeen tai pääkatkaisijaan, jolla voidaan ohjata sähkövirran syöttöä kokonaisessa järjestelmässä tai laitoksessa.
OVA	Ohjeet vaarallisten aineiden käsittelyyn ja varastointiin.
Peroksidit	Peroksidit ovat kemiallisia yhdisteitä, joissa on peroksidiryhmä (O-O), jossa kaksi happiatomia on yhdistetty toisiinsa yksinkertaisella kovalenttisella sidoksella.
PI- Kaavio	(Piping and instrumentation diagram) - Putki- ja instrumentointikaavio, myös putkitus- ja instrumentointikaavio.
Process Plant Layout	Prosessilaitoksen layout
PSK	PSK Standardisointiyhdistys ry

SFS ry	Suomen Standardisoimisliitto
SLP	(Systematic Layout Plan) - Systemaattinen Layout Suunnitelma
Tukes	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
VNa	Valtieneuvoston asetus

# 1 Johdanto

## 1.1 Opinnäytetyön lähtökohdat ja tavoitteet

Tämän opinnäytetyön aiheena on uuden kemikaalikeskuksen layoutin suunnittelu uudelle sijainnille sekä siihen liittyvän jakelukeskuksen PI-kaavion esisuunnittelu. Työn toimeksiantajana toimii Suomen Nestlé Oy. Edellä mainitut vaiheet ovat osa kemikaalikeskuksen siirtoprojektia. Olen myös mukana muissa projektiin liittyvissä työtehtävissä, kuten kemikaaliputkistolinjojen kartoituksessa.

Työn tavoitteena oli suunnitella uusiin tiloihin kemikaalikeskuksen toiminnallinen ja kemikaalien käsittelyn kannalta kattava sekä toimiva layout vaihtoehto. Projektiryhmän, asiantuntijoiden sekä tuotannon operaattoreiden haastattelun jälkeinen versio täytti kaikkien osapuolien mielestä vaaditut ja halutut kriteerit. Valmis luonnos lähetettiin edelleen toimeksisaajalle. Toimeksisaaja lopullisen layoutin suunnittelemiseksi oli FIMPEC, joka on osana tehtaan suurempaa projektia, jossa se suunnittelee koko kellariin tulevan uuden linjaston. Toisena osana työtäni oli jakelukeskuksen PI-kaavion esisuunnittelu. Esisuunnittelun jälkeen PI-kaavio päivitetään yritykselle sekä lähetetään edelleen toimeksisaajalle, joka on vastuussa keskuksen lopullisen PI-kaavion suunnittelusta, sekä pumppauksen komponenttien (Pumput, ohjauskeskukset yms.) tuottamisesta ja toimittamisesta. Toimeksisaaja oli tässä osassa Ecolab.

## 1.2 Kemikaalikeskuksen siirtoprojekti

Opinnäytetyöni perustuu suuremman projektin ympärille, joten on tärkeää käydä läpi kyseisen projektin spesifikaatiot:

Tavoite: Nykyisen kemikaalivaraston siirtäminen uusiin turvallisempiin tiloihin, Uusien kemikaalivaraston tilojen rakentaminen, Kemikaalien hallinnan suoraviivaistaminen.

- Vaikutukset : Työturvallisuuden parantaminen, kemikaaliturvallisuus ja kemikaalien tarkempi eristäminen muusta ympäristöstä, työergonomian parantaminen ja kemikaalien kuljetusmatkojen lyhentäminen.
- Tuotokset: Uusi kemikaalivarasto, yksittäiset varastohuoneet jokaiselle kemikaalille, uudet kemikaalipumput, kemikaalivaraston ilmanvaihto ja väliaikaisvarastointi tuleville kemikaalikonteille sekä varastointialue käytetyille tyhjille konteille.
- Riskit: Budjetin riittämättömyys toteutuksen laajuuteen, anturoiden korjaustyömaan viivästyminen, kyseiseen projektiin liittyvien tekijöiden viivästyminen/ hylkäys ja ulkoisista toimijoista/ tekijöistä johtuvat syyt.

<b>Kemikaalikeskus siirto projekti</b>	<b>Projektiryhmä</b>		<b>Asianosaiset</b>	
	Sponsori	Nia Kiiskinen	Neuvojat	FIMPEC, Ecolab, Kemppe
	Vetäjä	Matias Bastman	Tiedotettavat	Maria Sousa Procurement, Nia Kiiskinen Tuotanto
	Koutsi	Kimmo Kontto		
	Jäsenet	Matias Bastman, Kari Koskinen, Samuli Mikkonen, Kimmo Kontto, Tommi Lyijynen		

Kuvio 1: Kemikaalikeskus siirto projektin osalliset

**Toimeksisaajat:**

**FIMPEC:** Fimpec on yhteistyössä ja mukana jo toisessa isommassa projektissa. Yritys on vastuussa layoutin lopullisesta suunnittelusta ja toimii kokemuksen ja ammatitaidon perusteella mm. materiaalien valinnassa. Yritys antaa kustannusarvion projektista ja pyrkii auttamaan rakentamisen suunnitteluun liittyviin asioihin. Jatkuva kommunikointi vastuuhenkilön kanssa takaa parhaat valinnat ja päätökset projektin suhteen, niin kustannuksen kun laadun kannalta.

**Ecolab:** Suunnittelee kemikaalikeskuksen pumppausasetelman ja kaikki siihen liittyvät tekniset asiat. Tähä kuuluu:

- Lopullisen PI- kaavion suunnittelu
- Putkistojen valinta tai ehdotukset
- Pumppujen valmistus, toimitus ja asennus
- Huolto
- Toimittaa muut komponentit ja instrumentit tapauskohtaisesti tarvittaessa.
- Neuvonta

**Rakennusliike Kemppe OY:** Kemppe on valittu vastuuseen kaikista rakennustöistä. Kemikaalikeskus siirtyy kellariin ja siellä on paljon mitä pitää tehdä, ennen kuin päästään kemikaalikeskuksen rakentamiseen. Kellarin vaurioituneet pilarit tulee korjata ensimmäisenä. Kun pilarit ovat korjattu päästään kellarin pohjan uusimishommin. Kellaritilaan tehdään perustukset ja betonilaatta huonetiloja varten.

## 2 Suomen Nestlé Oy

Suomen Nestlé on osa kansainvälistä ja yli 150 vuotta sitten perustettua Nestlé-konsernia. Nestlé on maailman suurin elintarvikeyritys. Suomessa Nestlé on toiminut vuodesta 1973 asti. Suomen Nestlé markkinoi ja myy kuluttajille useita tunnettuja tuotemerkkejä, kuten esimerkiksi eri lastenruokia Gerber ja PILTTI, Nescafé -kahvia, Smarties ja After Eight -makeisia, Cheerios- ja Fitness -aamiaismuroja, Maggi-ruoanvalmistustuotteita ja Purina-lemmikkiiruokaa. (Suomen Nestlé Oy, 2024)

Suomessa Nestléllä on yksi tehdas: PILTTI-lastenruokatehdas Turussa sekä Pääkonttori sijaitsee Espoossa. Yrityksellä on Suomessa noin 300 työntekijää. Suomen Nestléä johtaa Niina Koskinen. (Suomen Nestlé Oy, 2024)

Opinnäytetyöni toimeksiantaja on Turussa sijaitseva PILTTI- lastenruokatehdas ja näin ollen painotuu kyseisen tehtaan kehitysprojektin ympärille. Minulla oli jo entuudestaan hyvä kuva yrityksestä, sillä suoritin ammattiharjoittelun kyseisen tehtaan tekniikan puolella. Tehtaalla painotetaan työturvallisuuden sekä hygienian tärkeyttä ja näin ollen opinnäytetyöni auttaa mahdollisten vaaratilanteiden ehkäisemisessä. Kemikaalikeskuksen paremmalla sijainnilla pystytään vähentämään useita riskitekijöitä, joista kerrotaan myöhemmin lisää.

## 3 Kemikaalien käsittelyn teoria

### 3.1 Kemikaalien yhteensopivuus

Voimakkaita kemikaaleja käytettäessä on tärkeää ottaa huomioon niiden yhteensopivuus. Tietämättömyys ja väliinpitämättömyys luo vaaratilanteita ja turvallisuusriskejä. Työturvallisuus on työpaikalla tärkeysjärjestyksessä numero 1. Yhteensopimattomat kemikaalit tulee varastoida toisistaan erillään, etteivät ne aiheuta onnettomuuden sattuessa lisävaaroja. Yhteensopimattomat kemikaalit ovat sellaisia, jotka reagoivat keskenään ja synnyttävät myrkyllisiä kaasuja tai lämpöä. Yhteensopivuuden ja reaktio-ominaisuuksien kannalta erillään pitämisessä on noudatettava tiettyjä periaatteita ja säädöksiä. Tukesin mukaan ne voidaan jakaa seuraaviin kategorioihin: Palavat nesteet ja kaasupullot, Muut palavat materiaalit, myrkylliset kemikaalit, muut kemikaalit ja vaaralliset reaktiot. (Tukes, 2021, 2.2)

#### 3.1.1 Palavat nesteet, kaasupullot ja muu palava materiaali

Palavat nesteet, kuten petrokemialiset tuotteet, kerosiinit, alkoholit varastoidaan erikseen muista kemikaaleista. Palavat nesteet reagoivat voimakkaasti hapen kanssa, jos ne altistuvat sytyttimille/ tulelle. Nesteet ja kaasupullot tulee tällöin varastoida niille varatuille paikoille, mielellään ulkona esim. katoksessa. Paloturvakaapissa on mahdollista säilyttää pieniä määriä palavia nesteitä. Syttymislähteiden ja kipinöivien laitteiden tiedostaminen on oleellinen osa , jotta palavia nesteitä ei säilytettäisi niiden lähellä. Samassa palo-osastossa palavien nesteidne kanssa ei tule varastoida hapettavia kemikaaleja, väkeviä happoja, peroksiedeja eikä kemikaaleja, jotka voivat itsesyttymisen/ tulipalon sattuessa aiheuttaa vaaraa. Pakkaukset, säiliöt, kaasupullot ja aerosoli tuovat räjähdysvaaran riskin, joten ne on pidettävä erillään palavista kemikaaleista. Muihin palaviin materiaaleihin voidaan luokitella (Tukes, 2021, 2.2) :

- Jauheet: Jauheet, jotka aiheuttavat pölyräjähdysten vaaran, varastoidaan alahyllyille. Jauhe voi aiheuttaa räjähtävän pölypilven.
- Paperi, paperi, tekstiili, puu, lastuvilla, kartonkirasiat ja pakkaustäyteaineita : Materiaaleja ei varastoida samassa varastossa kemikaalien kanssa.
- Tyhjät kuormalavat tulee varastoida erillään kemikaaleista ideaalisesti ulkona.

### 3.1.2 Myrkylliset kemikaalit

(Tukes, 2021, 2.2) ”Myrkylliset kemikaalit ja kemikaalit, joista tulipalossa voi muodostua erityisen myrkyllisiä kaasuja, varastoidaan erillään seuraavista”:

1. Itsestään syttyvät kemikaalit
2. Palavat nesteet
3. Happi ja muut voimakkaasti hapettavat kemikaalit
4. Orgaaniset peroksidit
5. Itsereaktiiviset aineet ja seokset
6. Pyroforiset nesteet
7. Kemikaalit, jotka veden kanssa kosketuksiin joutuessaan kehittävät syttyviä kaasuja
8. Puristetut kaasut
9. Nesteytetyt kaasut
10. Natriumnitraattipitoiset lannoitteet

### 3.1.3 Muut kemikaalit

Hapettavavia kemikaaleja ei varastoida palavasta materiaalista tehdyissä pakkauksissa, sekä vältetään puulavoja syttymisvaaran takia. Hapettavia kemikaaleja on esim. kloraatit ja peroksidit. Sellaiset kemikaalit, jotka reagoivat veden kanssa vaarallisesti, varastoidaan erilleen muista kemikaaleista. Tärkeää

on myös merkinnät, millä varmistetaan että kyseisiä kemikaaleja ei saa sammuttaa vedellä. Syövyttävät kemikaalit tulee myös eritellä muista kemikaaleista, sillä ne saavat vuotojen myötä heikentää muita pakkauksia tai toimia mahdollisena syttymislähteenä. (Tukes, 2021, 2.2)

### 3.2 Varastointi ja toimintojen sijoitus

Varastointi- sekä käsittelypaikat valitaan siten, että mahdolliset onnettomuudet on helppo estää ja mahdolliset vaikutukset ovat mahdollisimman pienellä alueella. Kyseiset tilat sijaitsevat erillä asiattomilta työntekijöiltä. Kemikaalien käsittelyssä tulee ottaa huomioon: (Tukes, 2021, 2.1)

- Kemikaalien laatu.
- Kemikaalien määrä.
- Kemikaalien ominaisuudet: Syttyvyys, palavuus, hapettavuus, myrkyllisyys, syövyttävyys, haihtuvuus, reaktiivisuus, vesiliukoisuus.
- Tuotannossa syntyvät vaaralliset jätteet.

#### 3.2.1 Toimintojen sijoitus

Uutta layouttia suunnitellessa, toimintojen sijoitus on tärkeä ja suhteellisen iso osa projektista. Yleensä ei ole yksittäistä optimaalista ratkaisua kaikkien tekijöiden suhteen, vaan pitää löytää paras mahdollinen kompromissi. (Rolle Lievonen, 2015 s.16) Layoutin suunnittelu ja kemikaalikeskuksen toimintojen sijoitus käydään tarkemmin läpi myöhemmin layoutin suunnittelun teoriaosuudessa.

#### 3.2.2 Vaarallisten kemikaalien käsittely ja varastointi standardit ja säädökset

Vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista sekä niihin liittyvistä lupa- ja ilmoitusmenettelyistä on säädetty kemikaaliturvallisuuslainsäädännössä: (Tukes 2021, 1-1.1):

- Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden turvallisesta käsittelystä (390/2005)
- VNa kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta (685/2015)
- VNa vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista (856/2012)

Kemikaalilaitoksille on myös laadittu opassarja, jonka osat keskittyvät eri aiheisiin ja täydentävät toisiaan. Opassarjat löytyvät Tukesin "Vaarallisten kemikaalien käsittely ja varastointi" -johdannosta.

Laitokset, jotka käsittelevät ja varastoivat palavia nesteitä, noudattavat erityisiä standardeja ja vaatimuksia. Kyseiset standardit löytyvät Suomen Standardisoimisliitto SFS ry:ltä:

- **SFS 3350:** Palavien nestemäisten kemikaalien varastopaikka ja siellä olevat kemikaalien käsittelypaikat.
- **SFS 3353:** Palavien kemikaalien tuotantolaitos .
- **SFS 3357:** Palavien nestemäisten kemikaalien varaston sammutus- ja palontorjuntakalusto.
- **SFS 3355:** Palavien nestemäisten kemikaalien käsittely satama-alueella.
- **SFS 3352:** Palavien nesteiden jakeluasema.

## Nestlen sisäisten säädösten mukainen valuma-altaan mitoitus:

Environmental Aspect	Criteria	Requirement	Notes	Actions (what needs to be done)	Who (leads the change)
Bulk Storage	Hazardous liquid spill containment provisions (bunding)	Bund with a capacity of 110% of the largest tank or 25% of the total storage, whichever is greater.	Applies to all liquid fuels (e.g., petrol, gasoline, diesel, heavy fuel oil), lubricating, hazardous and flammable liquids with a flash point below 55°C stored in containers with volume larger than 250 litres. Does not apply to ammonia, LPG, or other liquefied gases. Where existing bunding does not provide sufficient volume, the requirement must be met by operating the tank(s) at a lower level and ensuring that this level cannot be exceeded (e.g., operate at 90% of bund volume).	Conduct plant assessment and implement change.	Plant   Environmental Sustainability Manager
	Non-hazardous liquid spill containment provisions	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spill must be directed to a containment system which prevents environmental harm. The containment system must have a total capacity greater than 110% of the largest tank or 25% of total relevant storage, whichever is greater.</li> <li>Management systems must be in place to ensure containment systems are not overloaded (e.g., wastewater treatment plant is not overloaded).</li> </ul>	Applies to all liquids in containers with a volume larger than 250 litres and which may cause environmental harm to water or soil. The containment system must include bunds or other suitable storage/retention systems which prevent environmental harm. The storm water drainage system and the wastewater treatment plant, if appropriately designed and managed (emergency containment), may also provide additional capacity for emergency storage of non-hazardous liquids until a pump-out or other disposal can be arranged.	Conduct plant assessment and implement change.	Plant Environmental Sustainability Manager

Kuvio 2: Nestlen sisäiset säädökset

### 3.3 Suomen Nestléllä käytetyt kemikaalit

Kemikaalien käsittelyssä on tärkeä tietää käytettyjen kemikaalien ominaisuudet, joten tein Excel- taulukon, jossa näkyy kaikki kemikaalikeskuksessa käytetyt kemikaalit sekä niiden ominaisuudet. Specifikaatio on kemikaalien kohdalla välttämätöntä. Kemikaalien yhteensopivuuden ja reaktiivisuuden tiedostaminen ja ymmärtäminen mahdollistaa turvallisemman kemikaalikäsittelyn.

Kaikki taulukossa näkyvä informaatio: OVA- ohjeiden mukaan: Kemikaalin ominaisuudet ja käyttö. (OVA-ohjeet, Terveyslaitos, 2024)

	Kemikaali	Kaava	Vaaralausekkeet	käyttö Nestlellä	Terveysvaarat(pieni määrä)	Tulipalo- ja räjähdysvaara	Yhteensopimattomuus	Happo/ Emäs
1	Vetyperoksidi	H2O2	H271, H332, H302, H314.	Desinfiointiaine : Oxonia ACTIVE S Connexx	Haitallista nieltynä, hengitettynä ja iholla/silmissä. Haitallista nieltynä.	Voimakkaasti hapettava	Hapot: rikkihappo Emäkset:Natriumhydroksidi,ammoniakki Metallit: Rauta, kupari	Happo
2	Kloori	Cl2	H270, H331, H319, H335, H315, H400	Veden desinfiointi : klooritabletti	Myrkyllistä hengitettynä, ärsyttää voimakkaasti silmiä ja ihoa, saattaa ärsyttää hengitysteitä. Haitallista nieltynä.	Hapettava	Hapot: rikkihappo Emäkset:Natriumhydroksidi,ammoniakki Metallit: Rauta, kupari	Halogeeni
3	Natrium hydroksidi	HNaO	H314	Vaahtopesuaine : TOPAZ CL1	Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa. Haitallista nieltynä.	Ei syttyvää, eivätkä ylläpidä palamista	Hapot: rikkihappo, suolahappo. Jotkut orgaaniset materiaalit. Metallit: Alumiini. Jotkut epäorgaaniset yhdisteet.	Emäs
4	Natriumhypokloriittia	CLNaO	H314, H400, EUH031	Vaahtopesuaine : TOPAZ CL1 1100KG	Ärsyttää hengitysteitä, ihoa ja silmiä. Keuhkopöhö ( Kloorikaasu). Haitallista nieltynä.	Ei pala, mutta reagoi palavien aineiden kanssa, aiheuttaen palovaaran. Voimakas hapetin.	Reagoi happojen kanssa : kloorikaasu, typpikaasu. Ammoniumsuolet : räjähtävää typpitrikloridia. Metanoli : räjähtävää metyylipokloriittia.	Emäs
5	Tetranatriumetyleeni diamii ni -tetra-asetaatti	EDTA-Na4	H319, H302, H318	CIP, pesuaine :	Ärsyttää hengitysteitä, silmiä voimakkaasti, haitallista nieltynä.	Ei syty helposti.Tulipalossa voi muodostua ärsyttäviä ja myrkyllisiä kaasuja.	Yleensä stabiili. Reagoi voimakkaiden hapettimien ja vahvojen emästen kanssa. Metallit: kupari, kupariseos ja nikkeli. Vahva Na4EDTA-liuos syövyttää alumiinia.	Emäs
6	Kaliumhydroksidi	HKO	H302, H314	CIP, pesuaine :	Haitallista nieltynä, voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa.	Eivät ole syttyviä, eivätkä ylläpidä palamista.	Hapot reagoivat tämän kanssa kiivaasti, josta vapautuu lämpöä. Syövyttää metalleja kuten mm. alumiinia, lyijyä, sinkkiä ja tinaa, synnyttäen vetykaasua.	Emäs
7	Typpihappo	HNO3	H272, H314, H330, EUH071	Desinfiointiaine : P3 Horolith V	Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa. Hengityselimiä syövyttävää, tappavaa hengitettynä.	Typpihappo ei pala, veden kanssa kosketuksissa vapautuu lämpöä. Räjähdysvaara joidenkin orgaanisten liuottimien kanssa.	Reagoi voimakkaasti joidenkin orgaanisten liuottimien ja aineiden kanssa (asetoni, etanoli, sokeri, puu). Emäkset: Natriumhydroksidi, ammoniakki. Metallit: Rauta, alumiini, natrium.	Happo
8	Fosforihappo	H3PO4	H314	Desinfiointiaine : P3 Horolith V	Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja solmiä vaurioittavaa	Ei ole palava aine. Vapauttaa lämpöä reagoiessa joidenkin emästen kanssa. Reagoi voimakkaasti orgaanisten liuottimien kanssa, josta syntyy palamis ja räjähdysvaara. Reagoi monien metallien kanssa. Voimakas exoterminen reaktio joidenkin orgaanisten aineiden kanssa.	Reagoi voimakkaasti emästen kanssa (NaOH, NH3), muodostaa lämpöä ja vaarallisia kaasuja.	Happo
9	Peretikkahappo	C2H4O3	H226, H242, H332, H312, H302, H314, H400	Desinfiointiaine : Oxonia ACTIVE S Connexx	Haitallista hengitettynä, haitallista nieltynä, haitallista joutuessaan iholle ja voimakkaasti ihoa syövyttävä ja silmiä vaurioittava.	Syttyvä neste ja höyry. Palovaarallinen kuumennettaessa.	Stabiili laimeina liuoksina, Voimakas hapetin, reagoi kiivaasti palavien ja pelkäästävien aineiden kanssa mm. luo syövyttävän liuoksen veden kanssa. Syövyttää useita metalleja, kuten alumiini.	Happo

Kuvio 3: Suomen Nestlällä käytetyt kemikaalit ja niiden ominaisuudet.

### 3.3.1 Kemikaalikeskuksen kemikaalit ja tuoteselite

(Ecolab, Sanitizers and Disinfectants for CIP and COP Systems 2024):

- **P3-OXONIA ACTIVE S** = Vetyperoksidin ja peretikkahapon stabilisoituun yhdistelmään perustuva desinfiointineste elintarviketeollisuuden putkistojen, tankkien ja laitteistojen desinfiointiin.
- **P3-HOROLITH V** = Nestemäinen sekoitettu hapan puhdistusaine epäorgaanisten kerrostumien poistamiseen elintarviketeollisuuden kasveista.
- **MIP SP** = nestemäinen, voimakkaasti emäksinen pesuaine elintarviketeollisuudelle.
- **TOPAZ CL1** = Desinfiioiva emäksinen elintarviketeollisuuden vaahtopesuaine. Topaz CL 1 sisältää natriumhydroksidia, natriumhypokloriittia, ionittomia tensidejä ja fosfonaatteja. Vahvasti emäksinen, vaahtoava ja desinfiioiva puhdistusaine. Suuren tensidipitoisuuden ansiosta irrottaa rasvaa erittäin tehokkaasti. Nopea bakteereja tappava vaikutus saavutetaan tuotteen sisältämän aktiivikloorin avulla. Sopii erittäin hyvin myös koville käyttövesille.

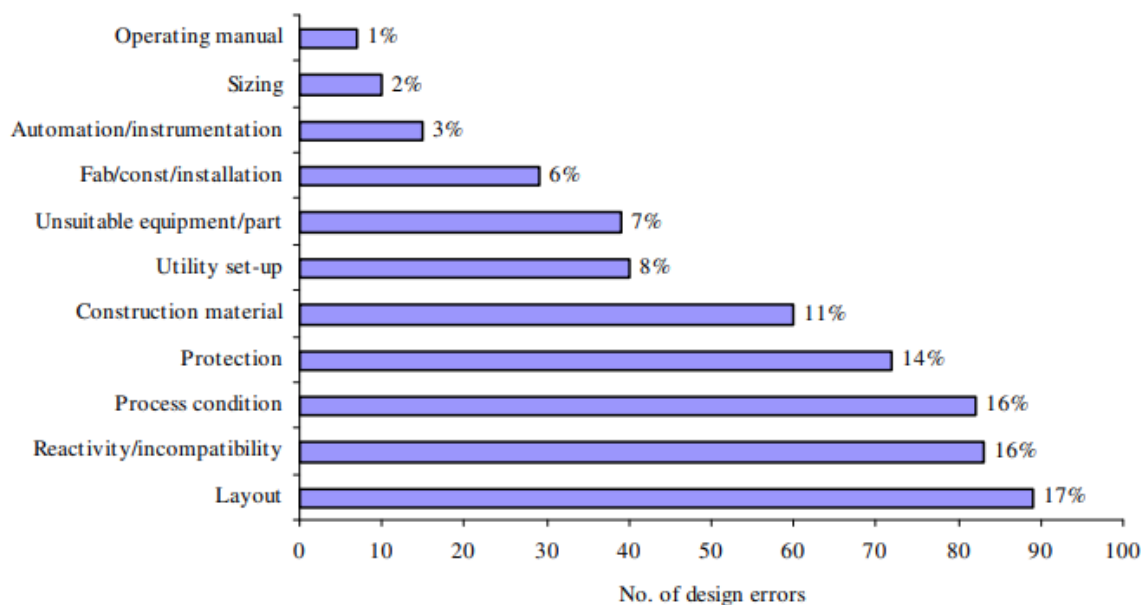
## 4 Layoutin suunnittelu

### 4.1 Yleistä

#### 4.1.1 Hyvän suunnittelun tärkeys

K. Kidam ja M. Hurme Kirja Journal of Loss Prevention in the Process Industries käsittelee suunnittelun osuudesta kemiallisten prosessien onnettomuuksista/tapaturmista. Tapaturma-analyysien perusteella pystytään päättelemään ja näkemään, että suunnittelun suhde onnettomuuksiin on huomattava useilla teollisuuden alueilla. Kirjoitelmassa viitataan useampaan lähteeseen, missä väitetään suunnitteluvirheiden osuudeksi 50-90 % kaikista onnettomuuksista (Kuvio 4). Kyseisten tilastojen tavoitteena on parantaa turvallisuuskäytännöiden huomioimista suunnitteluprosessissa. (Kidam, K., & Hurme, M , 2012)

*K. Kidam, M. Hurme / Journal of Loss Prevention in the Process Industries 25 (2012) 655–666*



Distribution of design errors in the CPI (% of design errors) (Number of cases with design errors = 224; Number of design errors = 526).

Kuvio 4: Suunnitteluvirheiden osuudet (Kidam, K., & Hurme, M , 2012, s.4)

### Kuvaukset yleisimmistä suunnitteluvirheistä:

Yleisimmät suunnitteluvirheet		<i>K. Kidam, M. Hurme / Journal of Loss Prevention in the Process Industries.</i>
Nro.	Suunnitteluvirhe	Kuvaus
1	Prosessi olosuhteet	Sopimattoman prosessiolosuhteen valinta, joka johtuu tiedon/datapuutteesta, riittämättömästä analyysistä, väärästä oletuksesta/tulkinnasta prosessidatan suhteen, ympäristö- tai olosuhdetekijöiden huomiotta jättämisestä jne.
2	Reaktiivisuus/ yhteensopimattomuus	Kemiallisen reaktiivisuuden ja yhteensopimattomuusvaaran analyysin puute normaaleissa ja epänormaaleissa prosessiolosuhteissa sekä mahdollisen prosessikontaminaation, tahattoman kemikaalien sekoittumisen ja prosessi-/ympäristömuutosten huomiotta jättäminen.
3	Sopimattomat välineet/ komponentit	Sopimattomien laitteiden, komponenttien tai osien valinta, joka aiheuttaa toimintaongelmia (esim. väärä käyttö, epätasainen virtaus tai tukos) tai lisää onnettomuusriskiä.
4	Rakennusmateriaali	Materiaalin rakenteen väärä määrittely fyysisten, mekaanisten, kemiallisten kestävyysien sekä ympäristö- ja olosuhdetekijöiden suhteen.
5	Mitoitus	Prosessilaitteiden ja niiden putkistojärjestelmän epäsojiva mitoitus (liian suuri tai liian pieni), mikä vaikuttaa niiden toimintaan ja luotettavuuteen normaaleissa ja epänormaaleissa prosessiolosuhteissa (esim. virtaukseen liittyvät tai kaksifaasiset ilmiöt).
6	Toimintojen asetukset	Väärä apuohjelman valinta ja sen toteutus, erityisesti liittyen maksimaaliseen lämmitys-/jäähdytyskapasiteettiin, yhteensopimattomaan lämmönsiirtoaineeseen sekä sen virtaus-/käsittely-/ohjausmekanismiin.
7	Suojaukset	Turvallisuuden puutteellinen suunnittelu johtuen analyysin puutteesta ja rajallisista prosessitiedoista, erityisesti liittyen lämpöturvallisuuteen, paineenalennuslaitteiden tyyppeihin ja mitoitukseen sekä yleiseen lieventämisjärjestelmään.
8	Layout	Virheet tehdaslayoutissa, fyysisessä järjestelyssä, sijoittelussa, laitteiden saavutettavuudessa, visuaalisissa esteissä, operaattorin/tekniikassa käyttöliittymässä ja värikoodauksessa jne.
9	Automaatio/ instrumentointi	Riittämätön automaatio ja instrumentointi, erityisesti epänormaaleissa prosessiolosuhteissa, ennakoivaan prosessin poikkeamien/vaarojen havaitsemiseen, reagointiin ja lieventämiseen.
10	Manuaalinen operointi	Virheelliset työmenetelmät, jotka vaarantavat prosessilaitteiden turvallisen käytön, kuten väärä työjärjestyksen sekvenssi, väärä tai epäselvä suuntaus/ohjeistus ja virheellinen työkalu tai materiaalin käyttö.
11	Valmistus/ rakentaminen/ asennus	Suunnittelupohjaisia ongelmia liittyen hitsausvirheisiin, lämpölaajenemilmiöihin, stressiin sekä prosessilaitteiden yhteensopimattomuuteen niiden liitettävyyden kanssa. Osa pääasiallisista laitteista vaatii pitkän toimitusajan ja ne on tilattava hyvissä ajoin. Joissain tapauksissa niiden yksityiskohtainen suunnittelu ei vastaa toteutettua ratkaisua.

Kuvio 5: Yleisimmät suunnitteluvirheet ( Screenshot excel taulukosta)

Richard Mutherin (Richard Muther & Associates. 2005, s.2-1) mukaan tehtaan layout-suunnittelun ensisijainen tarkoitus on helpottaa valmistusprosessia. Muita tavoitteita ovat:

- Materiaalinkäsittelyn minimointi, erityisesti kuljetusmatkan ja -ajan vähentäminen.
- Järjestelyn ja toiminnan joustavuuden säilyttäminen tarpeiden muuttuessa.
- Prosessissa olevien töiden nopean kierron edistäminen – jatkuvan liikkeen varmistaminen.
- Laitteistoinvestointien pitäminen alhaisina.
- Lattiatilan taloudellinen käyttö.
- Työvoiman tehokkaan käytön edistäminen, työntekijöiden turvallisuuden, mukavuuden ja viihtyvyyden takaaminen.

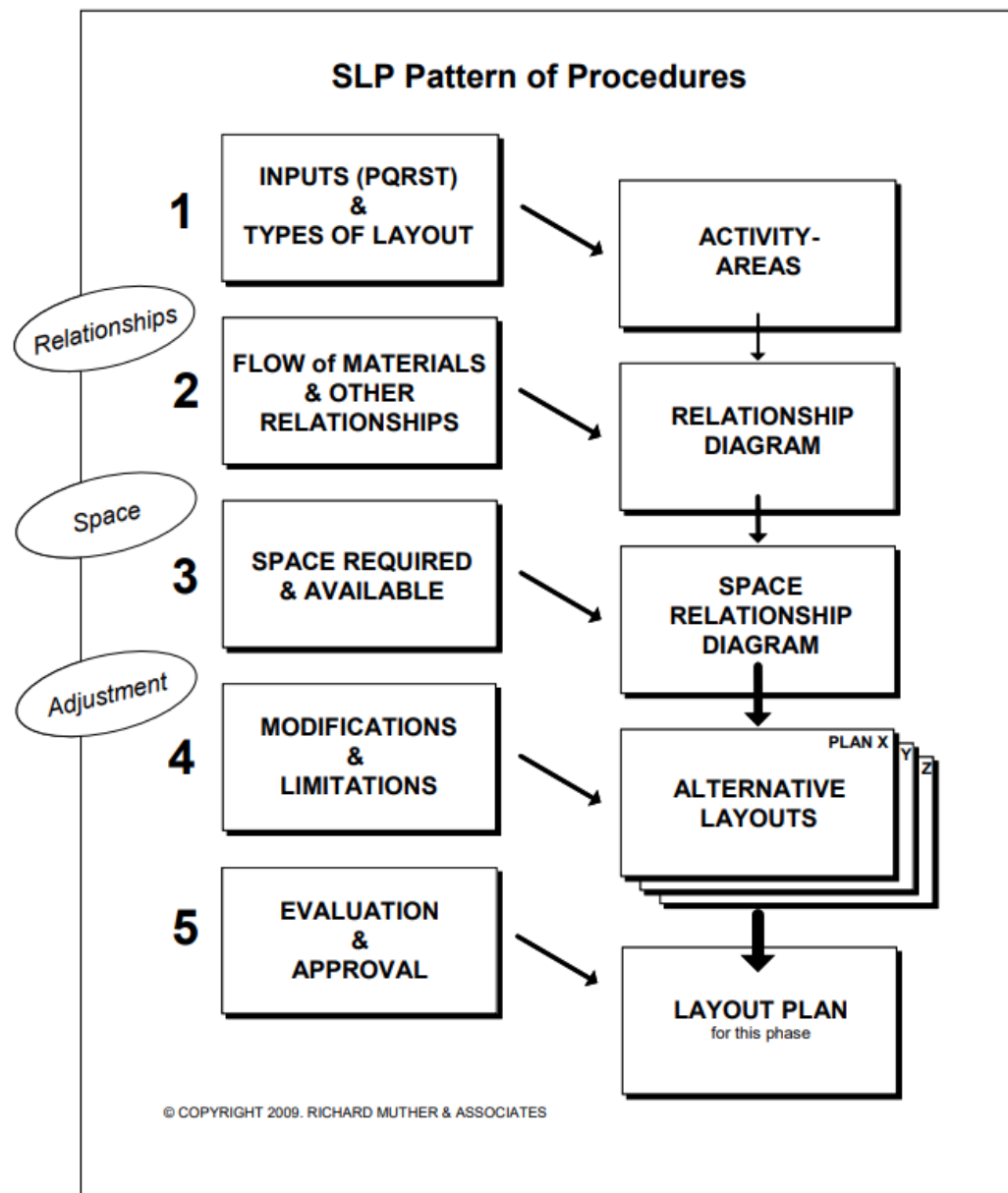
#### 4.1.2 Systemaattinen layout- suunnittelu malli (SLP)

( Richard Muther & Associates. 2005, s.2-1) Jokainen layout perustuu kolmeen peruseriaatteeseen:

1. Suhteet – haluttu tai vaadittu läheisyyden aste eri asioiden välillä.
2. Tila – määrän, tyyppin ja muodon tai konfiguraation osalta.
3. Sääto – asioiden järjestäminen realistiseksi sekä parhaaksi sopivuudeksi.

Nämä kolme periaatetta ovat aina minkä tahansa layout-suunnitteluprojektin ydin, riippumatta tuotteista, prosesseista tai projektin koosta. On siis loogista ja odotettavaa, että layout-suunnittelumenetelmät perustuvat suoraan näihin peruseriaatteisiin. Kokonaisprosessin esitys kuvio 6.

On hyvä tiedostaa, että Murtherin luoma SLP- mallia voidaan käyttää ja soveltaa myös tehtaan osastojen sisäisten layouttien suunnittelussa. Hyvänä esimerkkinä on minun opinnäytetyöni aihe, eli Kemikaalikeskuksen layoutin suunnittelu. Työni dokumentointi osuudessa tulee hyvin ilmi, miten edellä mainitun mallin periaatteet täyttyvät ja luovat selkärangan luotettavalle ja selkeälle suunnittelulle.



Kuvio 6: Systemaattisen layout-suunnittelun toimintamalli. (Richard Muther & Associates. 2005, kuva 2-1)

#### 4.1.3 Process Plant Layout by Sean Moran

Sean Moran esittää kirjassaan "Process Plant Layout" vahvan näkemyksen toisenlaisesta layout-suunnittelusta, jossa hän jakaa layout suunnittelun 5 tasoon.

Sen lisäksi, että erotellaan sijainnin, tontin ja laitteiden layout, on tarpeen erottaa myös layout-suunnittelun eri vaiheet. Vaikka onkin erimielisyyksiä siitä, missä vaiheiden väliset kuvitteelliset rajat vedetään, suunnittelu koostuu nimellisesti viidestä vaiheesta:

1. Konseptuaalinen vaihe: ennen suunnittelun hyväksyntää.
2. FEED (Front-End Engineering Design): suunnittelun hyväksynnän jälkeen.
3. Yksityiskohtainen vaihe: ennen projektin hyväksyntää.
4. "Rakentamista Varten": projektin hyväksynnän jälkeen.
5. "Rakennuksen Jälkeen": projektin luovutuksen jälkeen.

Aiemmin projekti saatettiin hyväksyä ja rakennuslupa myöntää konseptisuunnittelun perusteella, mutta nykyään FEED- ja yksityiskohtainen suunnittelu yleensä edeltävät hyväksyntää. Joitakin alustavia rakennuslupia tai ohjeita haetaan kuitenkin usein FEED- (tai jopa konseptuaalisessa) vaiheessa, jotta vältetään viivästykset ja taloudelliset haittavaikutukset myöhemmin. Näitä viittä vaihetta käytetään lähes universaalisti, koska tarkkojen kustannus- ja vaaraselvitysten puuttumisen haittavaikutukset kasvavat huomattavasti jokaisessa projektin seuraavassa vaiheessa. (Sean Moran, 2017, s.7)

#### 4.1.4 EP- Logistic suunnittelu-opas

(EP-Logistic, 2023) EP-Logistic on luonut mainion layout suunnittelun tekstin. Yleensä layoutin suunnitteluun ei ole vain yhtä optista oikeaa tapaa, näin ollen opas antaa hyvän ohjeistuksen vuosien kokemuksen pohjalta. Yritys on tehnyt satoja layout-suunnittelu-projekteja, joten opas perustuu luotettavien lähteiden pohjalta ja on toimiva pohja omalle suunnittelulle. Suosittelen tekstin lukemista, jos edessäsi on teollisuuden layout suunnittelu ja haluat ottaa kaikki oleelliset muuttajat huomioon.

Layout suunnittelu on jaettu 9 vaiheeseen, joita seuraten ja kriittisesti ajatellen pystytään valmistamaan projektista riippumaton suunnitelma. Layout-suunnittelun vaiheet ovat seuraavat:

1. Määrittele tilan tarkoitus
2. Selvitä tilan mitat ja rajoitukset
3. Kuvaa prosessit
4. Määritä mitoitusarvot ja muut vaatimukset
5. Suunnittele tarvittavat materiaalinkäsittelylaitteet
6. Suunnittele työnkulku
7. Piirrä uusi layout
8. Varmista layoutin toimivuus
9. Toteuta suunnitelma

Oppaan lopussa käydään vielä selvennykseksi yleiset vinkit, joita tulisi ottaa huomioon suunnittelua tehdessä, voit käydä tarkemmin lukemassa seuraavista aiheista :

1. Osallista henkilöstö suunnitteluun
2. Seuraa layout toimivuutta
3. Huomioi erilaiset säädökset ja standardit
4. Kiinnitä huomiota turvallisuuteen
5. Varmista tietojärjestelmien yhteensopivuus

## 5 Layoutin suunnittelun dokumentointi

### 5.1 Lähtöasetelma

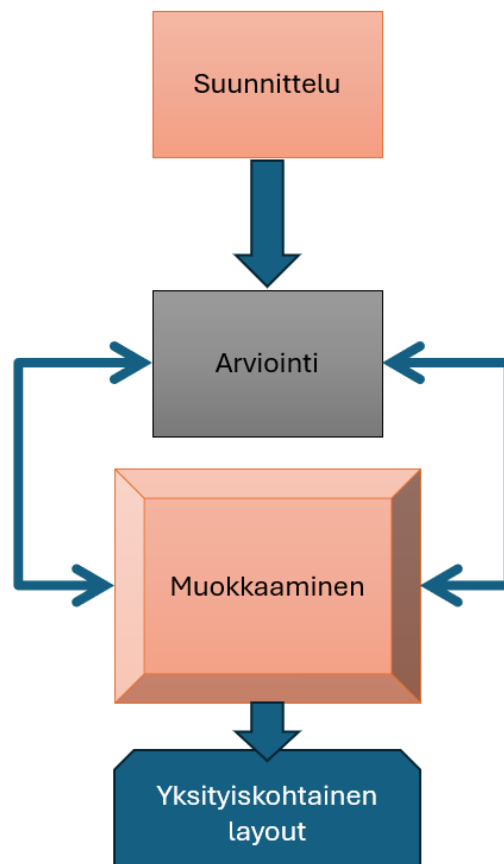
Lähtökohtana tehtäväni oli hahmotella uuden Kemikaalilaitoksen layout. Layoutin luominen on osana kemikaalilaitoksen siirtoprojektia, jossa olen osallisena. Esisuunniteltu layout lähetetään eteenpäin toimeksisaajalle (FIMPEC), joka tekee lopullisen layoutin. Lähtötietoni koostui ennen hahmottelua seuraavista asioista:

- Halutun kemikaalilaitoksen/ huoneen mitat
- Konttien ja valuma-altaiden määrä, sekä ylimääräisten varastointipaikka
- Ensisijaisten sisäänkäyntien mahdollinen sijainti
- Laitoksen sijoituspaikka
- Laitoksen haluttujen huoneiden määrä
- Kemikaalikonttien siirtotapa ja tarvittavat kuljetusväylät
- Käytettävät kemikaalit

Tässä ei kuitenkaan ollut vielä riittävästi informaatiota yksittäisen prosessin osan tilallista hahmottamista varten. Tässä vaiheessa on hyvä pohtia, mitä muita kemikaalilaitokselle oleellisia rakenteellisia, sekä turvallisuuteen liittyviä asioita tulisi ottaa huomioon, ennen piirtämistä. Aina ei ole helppoa yksin lähteä pohtimaan puuttuvia komponentteja, vaan on tapoja, mitkä auttavat informaation kerryttämiseen, kuten mm. haastattelut, kyselyt, tiedon keruu netistä ja vanhan kemikaalilaitoksen ominaisuuksien läpikäynti. On tärkeää tiedostaa juurisyyt ja asiat minkä takia kemikaalilaitoksen siirto projekti pantiin ylipäätensä alulle. Tässä projektissa tavoitteena oli: Nykyisen kemikaalivaraston siirtäminen uusiin turvallisempiin tiloihin, uusien kemikaalivaraston tilojen rakentaminen, kemikaalien hallinnan suoraviivaistaminen. Työturvallisuuden kannalta siirto on ehdoton. Uuden tilan mahdollistamat parannukset: Kemikaaliturvallisuus, Työergonomia, Kemikaalien tarkempi eristäminen muusta ympäristöstä, kuljetusmatkojen lyhentäminen.

Yleensä layouttia suunnitellessa, jotkin asiat luontaisesti kehittyvät ja joitain uudistuksia tulee haluttujen komponenttien ja toimintojen listaan. Tämän myötä layoutteja tulee useampia projektin edetessä (Kuva. Tietojen haavimisen, sekä auditoinnin jälkeen selvisi asioita, jotka tulee ottaa layoutissa huomioon:

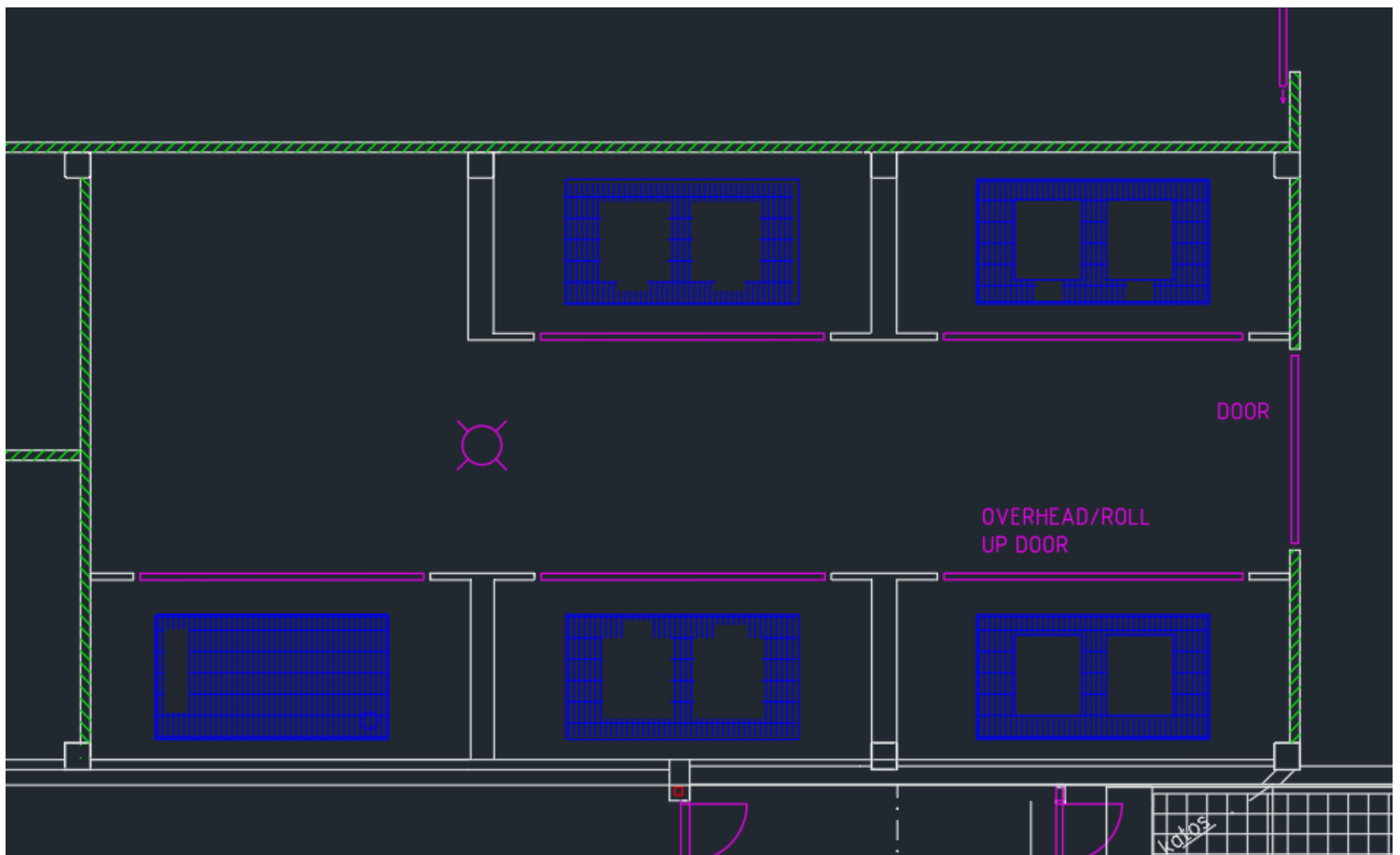
- Paloturvallisuus
- Kemikaaliturvallisuus: Käytetyt kemikaalit omiin huoneisiin
- Huoneiden ilmanvaihto
- Huoneiden mitoitus, jotta pumput ja muut komponentit mahtuvat konttien taakse hyvin, mikä mahdollistaa niiden helpon huoltamisprosessin.
- Huoneiden määrä ja sijoitus
- Sisääntulojen sijainnit ja määrät sekä ovien valinnat.
- Vätila/huone ennen, kun siirrytään kemikaalinkäsittely alueelle ja sen järkevä sijoitus.
- Turvatoimintojen sijoitus: Hätäseis, hätäsuihku, Master kytkimet, LOTO-toiminnot, paloilmaisimet.
- Viemärien sijoitus.



## Kuvio 7: Layoutin päivitys

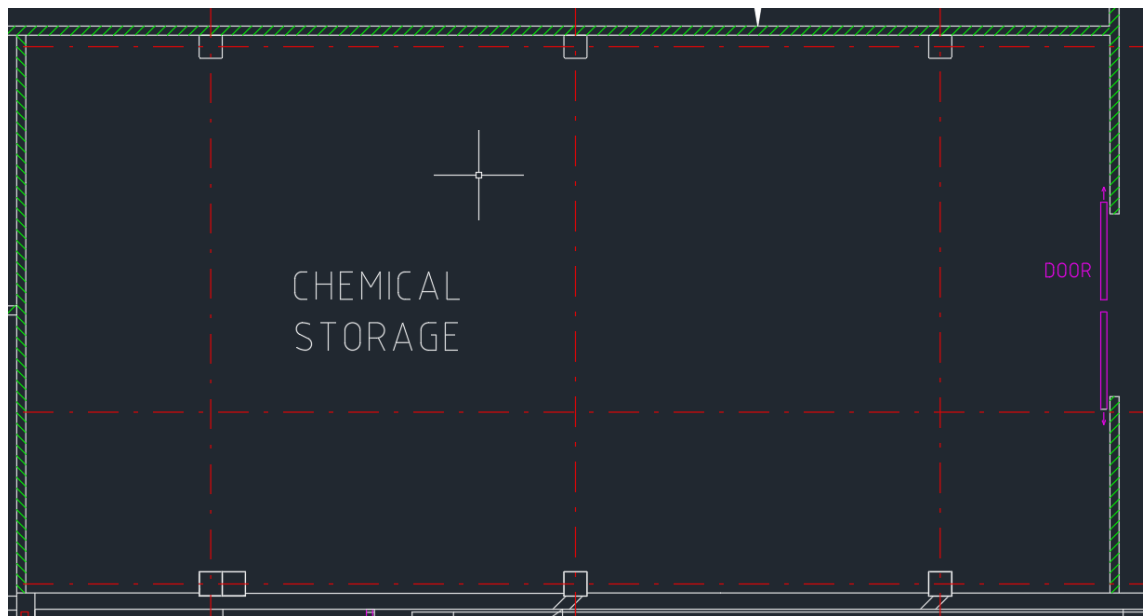
### 5.2 Ensimmäiset Layout versiot

Edellä mainituilla lähtötiedoilla, pystyin lähtemään hahmottelemaan kemikaalikonttien huoneiden paikkoja ja kulkuväylän sijaintia sekä leveyttä. Layout versio1 (kuva 1) oli suhteellisen helppo asetella pylväiden mukaan, sillä ne jakoivat keskuksen tilan sopusuhtaisesti juuri kemikaalikonttien tilaa vaativiksi sektoreiksi. Projektiryhmän viikkopalaverissa, tuli esiin asioita, joita tulisi ottaa huomioon asetelmassa. Esimerkiksi työntekijäiden sisäänkäynti ja sisääntulohuone tulisi sijoittaa keskuksen vasenpaan yläkulmaan, mutta työntekijöiden ja kokonaisuuden kannalta se ei ollutkaan järkevä ja ennenkaikkea turvallinen ratkaisu, sillä sisääntulo/ulostulo johtaisi trukkiväylälle. Seuraava askel oli löytää toinen optimaalisempi sisääntulo, mikä ei asettaisi vaaratilanteita ja riskejä työntekijöille.



Kuva 1: Layout versio 1

Kemikaalikeskuksen alkuperäinen sijoitus paikka koko tehtaan layoutissa muuttui ensimmäisen version jälkeen, mikä toi joitain muuttujia asetelmassa. Siirtämisen vuoksi pylväiden paikat muuttuivat, mikä tuotti jonkin verran työtä huoneiden mitoituksen, konttien asettelun ja kulkuväylän suhteen. Lähdin käytännössä puhtaalta pöydältä mitoittamaan asettelua. (Kuva-) Kokonaiskuva layoutista ja halutuista komponenteista alkoi hahmottumaan ja tulla tutuksi, näin ollen oli helpompaa tehdä halutut muutokset ja mitoitukset optimaallisemmin verrattuna ensimmäisiin versioihin.



Kuva 2: Layout muuttunut sijoitus

### 5.3 Tarkempi muokkaaminen ja arviointi

Konttien huoneissa pitää ottaa huomioon projektille oleellinen asia eli turvallisuus. Turvallisuuden kannalta huoneen tulee olla konttiin nähden tarpeeksi tilava suljettu alue, joka sisältää oman ilmanvaihdon. Jokainen huone sisältää kaadon valuma-altaita kohti, kemikaalien leviämisen estämiseksi. Vaara/vikatilanteiden varalta tulee jokaiselle huoneelle suunnitella hätäseis piiri. Master-kytkimet ja LOTO- toiminnot sijoitetaan sisääntulohuoneeseen. Sisääntulohuone sisältää myös kaikki työturvallisuuteen ja hygieniaan liittyvät asiat: Pesupiste, varustekaapit ja tarvittavat hygienia ja turvavälineet.

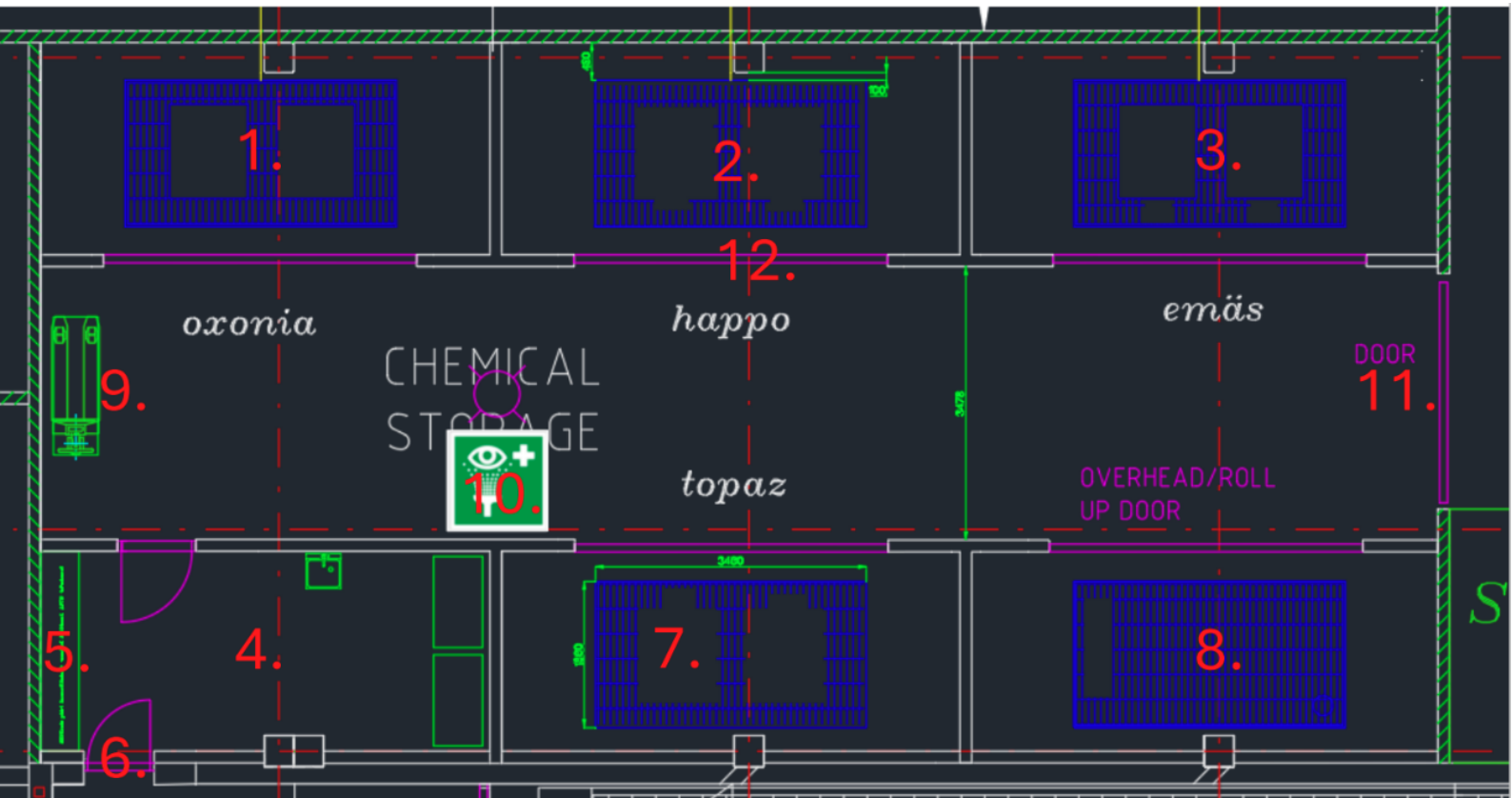
Paloilmaisimien määrä, merkintä ja tiedostaminen on oleellinen osa keskuksen paloturvallisuutta. Koska ollaan kontaktissa vahvojen kemikaalien kanssa tulee keskuksessa olla hyvin sijoitettu hätäsuihku ja selkeästi merkitty hätäuloskäynti. Tässä kohtaa on hyvä huomioida ja tiedostaa kemikaalien käsittelyssä vaadittujen materiaalien ominaisuudet ja niiden vaikutus asetteluun. Minun tilanteessani FIMPEC on myös vastuussa materiaalien ja rakenteellisten ominaisuuksien huomioinnissa ja lopullisessa valinnassa/ suunnittelussa.

Konttien kuljetuksessa käytetään pinkkaria eli pinoamistrukkia, joten kulkuväylä pitää olla sen operointiin tarpeeksi suuri. Sama koskee huoneiden oviaukkojen suuruutta. Oviaukkojen tulee olla niin leveitä ja korkeita, että konttien vaihto sujuu turvallisesti ja sulavasti. Pinkkarin latauspiste tulee olla mahdollisimman järkevästi aseteltu keskuksen siten, että se ei ole kulkureittien edessä tai aiheuta muuten vaaratilanteita sijainnillaan.

Ylimääräisten konttien säilytyspaikka on hahmotettuna kemikaalikeskuksen ulkopuolelle. Kemikaalikeskuksessa on yksi ylimääräinen huone, jossa on täysin varusteltu ja käyttövalmis pumppausasema kaikenvaralla. Jos yhden huoneen pumppausjärjestelmä ei jostain syystä toimi, kemikaalikontit voidaan siirtää tähän varahuoneeseen ja jatkaa toimintaa keskeytyksettä. Jonkin kriittisen laitteen/ komponentin, kuten pumpun hajoaminen tai säännölliset huoltotyöt voivat aiheuttaa edellä mainitun tilanteen.

#### 5.4 Lopullinen layout

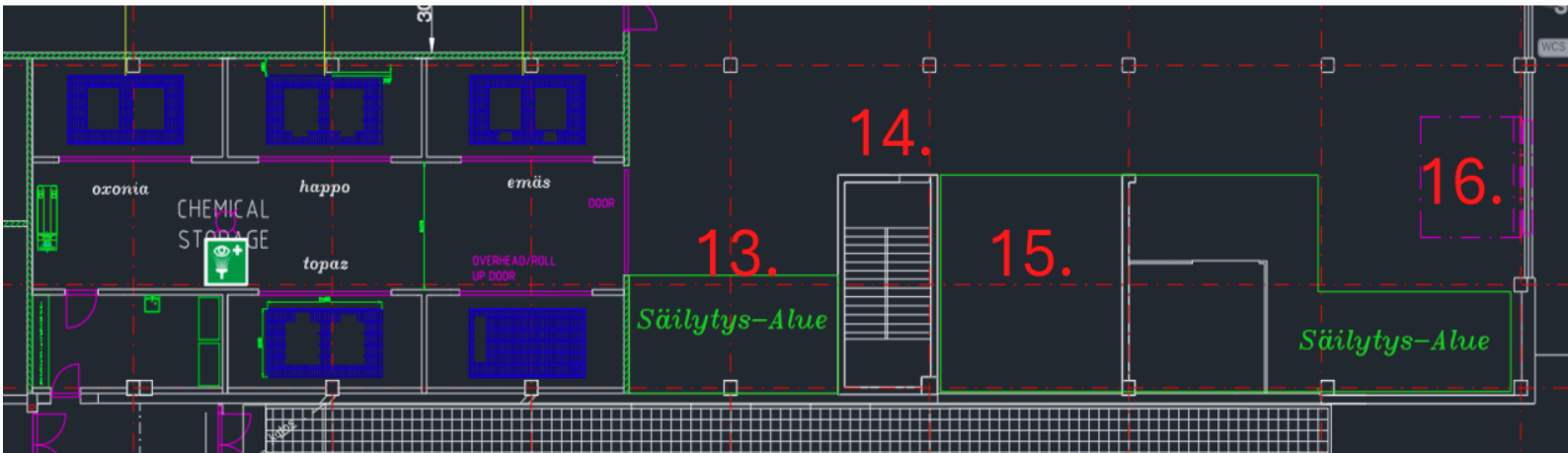
Kuvassa( Kuva 3 )näkyvät kaikki edellisessä kappaleessa mainitut muokkaukset ja niiden implementointi. Layoutin suunnittelun ohella alettiin jo miettimään kemikaaliputkien tarkempaa reittiä jakelukeskukseen, mutta siitä enemmän PI-kaavion dokumentoinnissa (7).



Kuva 3: Lopullinen layout

1. Huone 1: OXONIA desinfiointiaine
2. Huone 2: HOROLITH hapan puhdistusaine
3. Huone 3: MIP SP emäksinen pesuaine
4. Huone 4: Sisääntulo huone
5. Huone 4: Häätäseis piiri huoneittain + master kytkimet, LOTO toiminnot
6. Huone 4: Pääsisäänkäynti työntekijöille
7. Huone 5: TOPAZ vaahtopesuaine

8. Huone 6: Ylimääräinen huone/ asetelma ja pumppausjärjestelmä.
9. Väylä: Pinoamistrukki.
10. Väylä: Hätäsuihku ja viemäri.
11. Trukkiväylä sisääntulo.
12. 6 KPL Nosto-ovi.



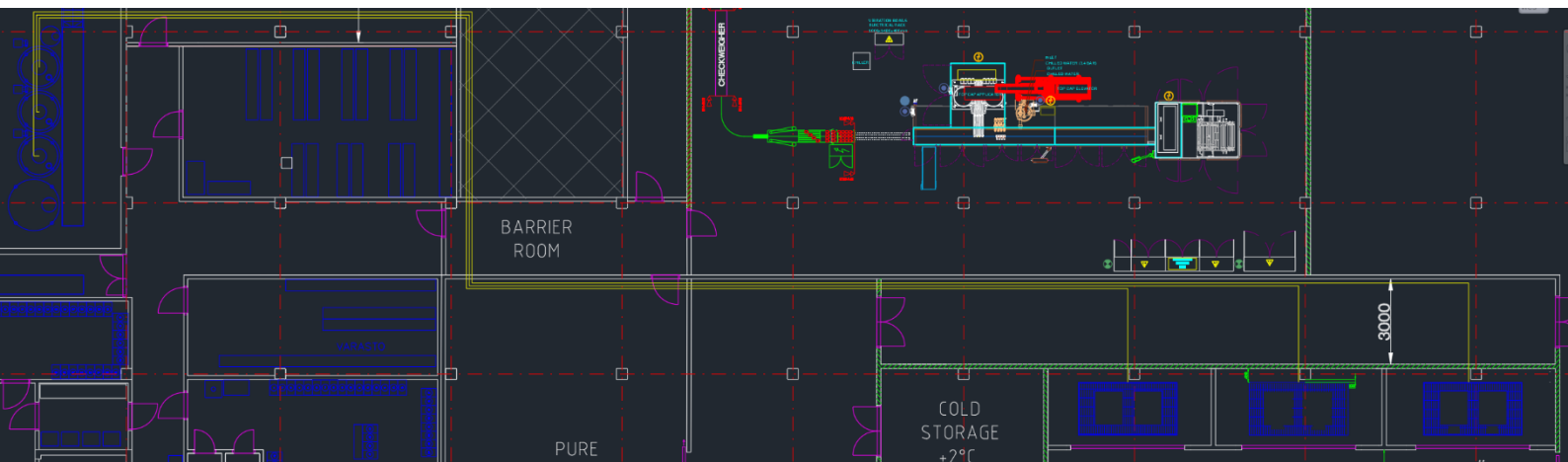
Kuva 4: Säilytysalue ja sisäänkäynti

13. Säilytys-alue Konteille ja valuma-altaille.
14. Portaat tehtaan tekniikan- osastolle.
15. Säilytys-alue Konteille ja valuma-altaille.
16. Kellarin sisääntulo -> materiaalin kulku.

Kun lopullinen layout viimein täytti kaikki säädökset, standardit ja tarvittavat/ halutut ominaisuudet oli se valmis lähetettäväksi edelleen toimeksisaajalle (FIMPEC), joka suunnittelee sen yksityiskohtaiseksi ja valmiiksi rakentamista varten.

## 5.5 Kemikaalikeskuksen putkiston kartoitus

Uuden kemikaalikeskuksen projektin tavoitteena oli lyhentää kemikaalien kulkemaa etäisyyttä. Uusi sijainti suoraviivaistaa kemikaaliputkiston kulkua ja näin helpottaa kemikaalin siirtämistä halutulle pisteelle. Yhtenä tehtävänä projektissa oli kartoittaa kemikaalikeskuksesta lähtevän kemikaaliputkiston reitti kemikaalikeskuksesta pesukeskukseen mahdollisimman järkevästi ja suoraviivaisesti. Pesukeskukseen kulkeviin kemikaaleihin kuuluvat kaikki muut paitsi vaahtopesuaine Topaz. Kemikaaliputkiston kartoitus näkyy kuvassa (Kuva 5). Kemikaalikeskus näkyy kuvan oikeassa alakulmassa, Kemikaaliputket ovat piirretty keltaisella viivoilla ja määränpää pesukeskus on vasemmassa yläkulmassa.



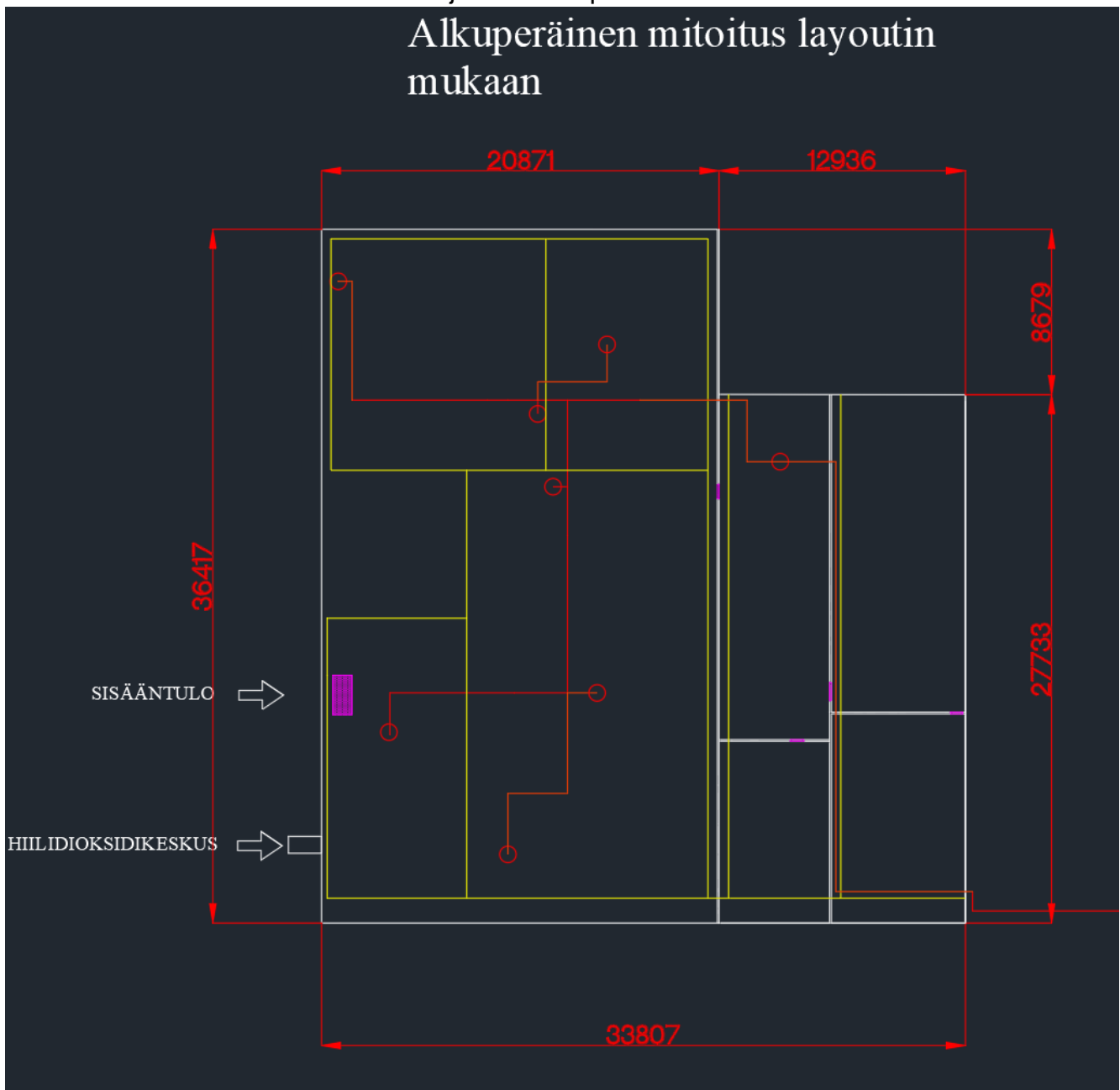
Kuva 5: Kemikaalikeskuksen putkiston kartoitus

## 5.6 Välitilan mitoitus ja vaahtopesuaineen putkiston asettelu

Topaz vaahtopesuaine kulkee hieman erilaisen reitin tehtaalla. Se pumpataan kemikaalikeskuksesta, josta se siirtyy kemikaaliputkia pitkin välitilan kautta halutuille pesupisteille, joissa sitä tarvitaan. Välitila sijaitsee katon ja tuotannon välissä. Välitilasta ei ole aikaisempaa valmista layouttia. Näin ollen yhtenä tehtävänä oli piirtää ja mitoittaa välitila ja asetella kemikaaliputkiston reitti siten, että se menisi mahdollisimman lineaarisesti ja järkevästi omille alastuonti

paikoilleen. Tärkeää on myös, että putkisto ei kulje välitilassa kulkuväylillä, haitaten siellä jo muutenkin hankalaa kulkemista. Seuraavassa kuvassa (Kuva 6) näkyy kemikaaliputkiston kartoitus välitilassa sekä alastuonti paikat tuotantoon ja esikäsitteilyyn. Kemikaaliputket = Punainen, Kaapelihyllyt = Keltainen ja Ulostulo = Violetti. Tarkoituksena on myöhemmin päivittää välitilan layout tarkemmaksi, mikä lisäksi sisältäisi mm. paineilma linjaston, RO- vesi putkiston

Kuva 6: Välitilan mitoitus ja kemikaaliputkiston kartoitus



## 6 PI-kaavion suunnittelu teoria

### 6.1 Yleistä

PI- kaaviolla tarkoitetaan Putki ja instrumenttikaaviota (Process and Instrumentation Diagram), joka sisältää prosessin yksityiskohtaisen tietosisällön kaaviomuodossa. PI-kaaviot jaetaan aiheiden mukaan, kuten mm. kemikaalijakelu, käyttöhyödyke- ja laitepakettikaaviot esim. tuotantolinjan robotit ja CNC-koneet. PI-kaaviossa ei yleensä esitetä prosessiolosuhteita ja virtausmääriä. (PSK 3603) Kaavio sisältää tietoa siitä, miten laitteet ja instrumentit on yhdistetty toisiinsa putkistojen ja virtapiirien kautta, sekä auttaa ymmärtämään miten ne toimivat yhdessä prosessin kontrollointiin ja hallitsemiseen.

Hyvin tehty PI-kaavio mahdollistaa prosessiteollisuuden prosessin yksityiskohtaisen hahmottamisen ja auttaa näin insinöörejä suunnittelemaan ja rakentamaan tehokkaan ja turvallisen järjestelmän. Kaavion tulee näyttää tarkalleen laitteiden ja instrumenttien kytkennät, sekä niiden sijainnit. Laitteiden ja instrumenttien sijoittamisessa tulee ottaa huomioon useita muuttujia, jotka voivat vaikuttaa prosessin toimimiseen negatiivisesti. Aikaisempi kokemus tuo tärkeää perspektiiviä, millä mahdollistetaan prosessin kehittymisen. Rakenteen suunnittelussa, tulee ottaa oleellisesti huomioon turvallisuuteen liittyvät seikat, mutta niistä lisää myöhemmin. Huoltoprosessia ajatellen on tärkeää, että PI-kaavion komponentit on nimetty ja numeroitu selkeästi, jotta huollon suorittajan on helppo paikantaa esimerkiksi huoltoa vaativa venttiili. Ilman PI-kaavion jatkuvaa ylläpitöä, se ei luonnollisesti olisi mahdollista. On siis hyvä painottaa informaation päivittämisen ja tietojen realiaikaistamisen tärkeyttä. Jos PI-kaaviot ovat ajan tasalla, ne sopivat hyvin koulutusmateriaalina mm. uusille työntekijöille ja toimeksisaajille, joiden tulee osata ymmärtää prosessit ja laitteiden sijainnit.

### 6.2 PI-kaavion esitystavan laatiminen

Seuraavassa osassa käydään pintaraapaisulta läpi PI-kaavion laatimisessa huomioon otettavat standardipohjaiset vaiheet ja niiden teoria. Tämä auttaa kaavion käytännöllisen hahmottamisen, sekä teoreettisen osaamisen. PI-kaavion laatimiseen kuuluu mm. tavoitteiden määrittely, standardeihin tutustuminen, symbolien ja instrumenttien merkintä ja valinta, virtauspolkujen määrittely sekä piirto-ohjelman valinta ja käyttö.

### 6.2.1 CAD- ohjelmisto ja layout

AutoCAD on yleiskäyttöinen tietokoneavusteisen suunnittelun ohjelmisto (Automatic Computer Aided Design), jota kehittää ja julkaisee yhdysvaltalainen Autodesk. Ohjelmistolla voidaan luoda tarkkoja 3D- ja 2D- piirustuksia ja malleja, joten se sopii ja on suosituin ohjelmisto PI-Kaavioiden luomiseen/ piirtämiseen. CAD- järjestelmillä tuotettavan kaavion sisältöä ja ulkoasua ohjeistaa standardi PSK 5821 sekä menettelyohje PSK 5842 MEN. PSK 5821 tarkoitus on yhdenmukaistaa piirustusjärjestelmiä piirustusten hyödyntämisen helpottamiseksi suunnitteluosapuolten kesken ja taata loppukäyttäjälle yhdenmukaisten ja helposti päivitettävien piirustusten saanti. PSK 5842 MEN soveltuu yritysten sisäiseen CAD-dokumenttien laadintaan ja yritysten väliseen tiedonsiirtoon. Aku Mannisen opinnäytetyössä (Aku Manninen PI-kaavion päivitysprojekti, 2018 s.18-23) käydään mainiosti läpi kaikki oleellinen asia AutoCAD:n käytöstä siihen kuuluvien standardien perusteella. Opinnäytetyössä käydään läpi spesifikaatiot seuraavista kohdista: viivatyytit, teksti, tasot, ja attribuutit.

Laitteet tulee sijoittaa kaavioon operointijärjestyksessä vasemmasta yläreunasta oikealle. Laitteiden instrumentoinnille kannattaa jättää riittävästi tilaa, varsinkin suunnittelun alkuvaiheessa. Yhteen kaavioon ei kannata väkisin tunkea liikaa ja liian suuria laitekokonaisuuksia, vaan ne voidaan erottaa erillisiksi kaavioiksi. Prosessivirtaukset sijoitetaan kaavion sivuille. Tulevat virrat ovat kaavion vasemmalla puolella ja poistuvat luonnollisesti oikealla puolella. Tästä on kuitenkin mahdollista poiketa, jos luettavuus sitä vaatii.

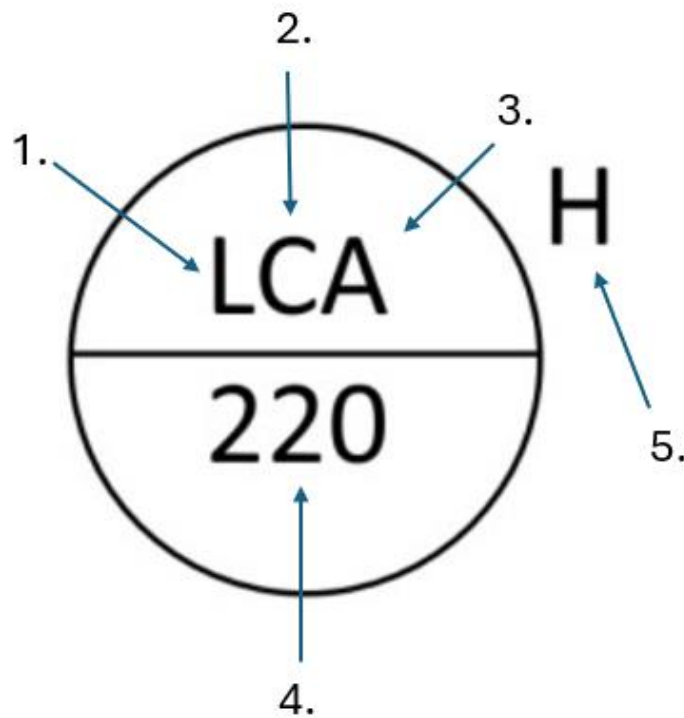
## 6.2.2 Instrumentit

Aki Sivusalo (2019, viitattu Morris & Langari 2016, s.4) mukaan Instrumentit ovat mittauslaitteita, jotka kertovat suureen/määreen. Ne kuvaavat parametrejä ja fysikaalisia suureita. Instrumentit voivat olla analogisia, digitaalisia tai hybridejä. Niitä käytetään teollisuudessa prosessin tilan mittaamiseen, prosessin ohjaamiseen, tiedon välittämiseen tai muokaamiseen. Aku Manninen (2018, viitattu Sivonen 1995, s.9) mukaan Instrumentointijärjestelmällä tarkoitetaan yksittäisten instrumenttien ja niihin liittyvien asennusmateriaalien luomaa kokonaisuutta, jolla tehdas tai sen osa automatisoidaan. Mittaus- ja ohjaustoimintojen piirrosmerkit sekä kirjaintunnukset löytyvät standardista SFS-ISO 14617-6. SFS-ISO 14617-5 sisältää mittaukseen ja ohjaukseen käytettävien komponenttien ja laitteiden piirrosmerkit. Suunnittelun dokumentointi on tärkeää kaavion selkeyden kannalta. Yrityksillä ja tehtailla voi olla erilaisia dokumentoinnin hallinta ja asettelu tapoja, mutta tärkeintä on dokumentoinnin loogisuus, version hallinta ja tiedon verifikointi.

	Ensimmäinen kirjain Mittaussuure	Lisämäärite	Seuraava kirjain Toiminta
A			hälytys
B			audiovisuaalinen toiminta
C			säätö
D	Tiheys	Ero	
E	Kaikki sähkösuureet		Anturitoiminta
F	Virtaus, -virta	Suhde	
G	Pituus, asento		
H	Käsiohjaus		
I			Osoitus
J		Jaksottainen toiminta	
K	Aika tai aikaohjaus		
L	Pinnan korkeus		
M	Kosteus		Viestin muunto

N	Käyttäjän valittavissa		Käyttäjän valittavissa
O	Käyttäjän valittavissa		
P	Paine		Näytteen otto
Q	Laatu, esim Analyysi Väkevyyden Johtavuus	Integroiva tai summaava laskenta	Yhdistäminen tai summaaminen
R	Ydinsäteily		Piirto
S	Nopeus, taajuus		Kytkeätoiminta
T	Lämpötila		Lähetustoiminta
U	Monimuuttuja		Monitoiminta
V	Viskositeetti		Venttiili, toimiyksikkö
W	Paino, voima		
X	Määrittelemättömät suureet		Määrittelemättömät toiminnot
Y	Käyttäjän valittavissa		Laskentatoiminta
Z			Hätä- tai turvatoiminta (lukitus)

Kuvio 8: (Opintomateriaalit juhakorpimäki) Toimintojen kirjaintunnukset SFS 14617-6 mukaan.



Kuvio 9: (Opintomateriaalit juhakorpimäki) Esimerkki toimintojen kirjaintunnuksista ja niiden merkintätyylistä.

1. Ensimmäinen kirjain L (pinnan korkeus) kertoo, mitä mitataan tai säädetään. Joissain tilanteissa sama kirjain voi tarkoittaa eri asiaa.
2. Seuraavat kirjaimet kertovat, mihin valvomolaitteeseen mittaussignaali on kytketty.
3. Tapauksissa, milloin laitteita on useampia kirjainjärjestys on I, R, C, T, S, Z, A.
4. instrumenttisymbolin sisällä oleva numero on yleensä yksilöllinen tunnistenumero, joka viittaa tiettyyn instrumenttiin tai laitteeseen. Tämä numero toimii usein yhdessä symbolin ja siihen liittyvien kirjainten kanssa tarjoamaan täydelliset tiedot kyseisestä instrumentista.
5. Prosessikaavioissa (PI-kaavioissa) käytetään usein kirjaimia instrumenttisymbolien ulkopuolella antamaan lisätietoja instrumentin toiminnasta, tyypistä tai muista ominaisuuksista.

### 6.2.3 Laitteisto ja piirrosmerkit

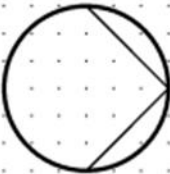
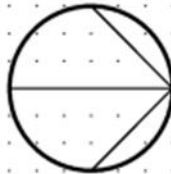
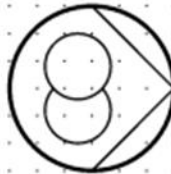


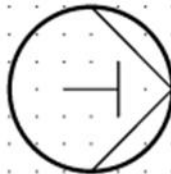
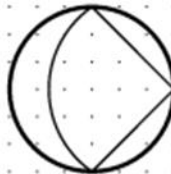
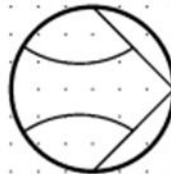
PI-kaaviota laatiessa tarvitaan merkkejä ja symboleita jolla voidaan indikoida haluttua laitetta. PSK 3605 standardi sisältää sähköisessä muodossa olevan symbolikirjaston, joka on eurooppalaisten ja kansainvälisten standardien mukainen. Mikäli kaaviossasi käytettävää laitetta ei löydy symbolikirjastosta, voidaan laitteesta käyttää yleiseen käyttöön vakiintunutta merkkiä. Tilanteissa jossa sellaistaakaan ei ole olemassa, voidaan käyttää merkkiä, joka hyvin symbolisoi kyseistä laitetta. Isojen laitteiden muodot on pyrittävä piirtämään oikean muotoisina ja niiden sisällä olevat osat sekä sijainnit, jos ne ovat prosessin kannalta oleellisia, Esimerkiksi uunit, klaavit ja kolonnit.

Laitteet ryhmitellään standardin SFS-EN ISO 10628-2 mukaan seuraavasti:

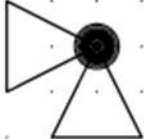
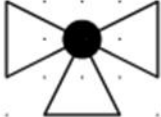
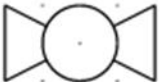
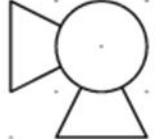
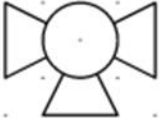

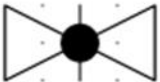

Standardin PSK 3605 mukaiset ryhmät, viitaten SFS-EN ISO 10628-2	Tunnus nro.	Aihe	Tunnus nro.	Aihe
	1	Säiliöt	18	Nostimet, kuljettimet, kuljetuslaitteet
	2	Kolonnit sisäosineen	19	Annostelijat, syöttimet, jakelulaitteet
	3	Lämmönsiirtimet	20	Moottorit
	4	Höyrykattilat, uunit, jälkijäähdyttimet	21	Venttiilit
	5	Jäähdytystorni	22	Takaiskuventtiilit
	6	Suodattimet	23	Varoventtiilit ja turvavarusteet
	7	Seulat, sihdit, lajittimet	24	Putkivarusteet
	8	Erottimet	25	Putkistosymbolit
	9	Lingot	26	Säiliönvarusteet
	10	Kuivaimet	27	Sisäosat
	11	Murskaimet / Jauhimet	28	Sekoittimet
	12	Sekoitinlaitteet	29	Symbolien rakenneosia
	13	Materiaalinmuokkaimet, pystysuuntainen	50	Mittaus-, ohjaus ja säätötoiminnot
	14	Materiaalinmuokkaimet, vaakasuuntainen	51	Toimilaitteet
	15	Pumput	52	Mittauslaitteet
	16	Kompressorit, tyhjöpumput	60	Vaa'at
	17	Puhaltimet	90	Muut

Kuvio 10: Standardin SFS-EN ISO 10628-2 mukaiset laitteiden ryhmitykset (Screen capture excel taulukosta).

Laitteiden symbolien standardit/ yksityiskohdat löytyy standardista PSK 3605, tässä muutama esimerkki pumppujen ja venttiilien symboleista:

Aiheryhmä 15 Subject group 15	Pumput Liquid pumps		
 <p>A1501 Pumppu, (yleinen) Pump, liquid type (general)</p>	 <p>A1502 Keskipakopumppu Pump, centrifugal type</p>	 <p>A1503 Hammasrataspumppu Pump, gear type</p>	 <p>A1504 Ruuvipumppu Pump, screw type</p>
 <p>A1505 Epäkeskoruuvipumppu Pump, progressive cavity type</p>	 <p>A1506 Mäntäpumppu Pump, reciprocating piston type</p>	 <p>A1507 Kalvopumppu Pump, diaphragm type</p>	 <p>A1508 Suihkupumppu Jet pump, liquid type ejector pump</p>

Kuvio 11: Esimerkki PSK 3605 mukaiset pumppujen laitesymbolit

Aiheryhmä 21 Subject group 21	Venttiilit Valve		
 <p data-bbox="172 651 448 741">A2105 Kulmaistukkaventtiili Valve, angle globe type</p>	 <p data-bbox="488 651 764 768">A2106 Kolmitieistukkaventtiili Valve, three-way globe type</p>	 <p data-bbox="807 651 987 741">A2107 Palloventtiili Valve, ball type</p>	 <p data-bbox="1126 651 1374 741">A2108 Kulmapalloventtiili Valve, angle ball type</p>
 <p data-bbox="172 1055 419 1171">A2109 Kolmitiepalloventtiili Valve, three-way ball type</p>	 <p data-bbox="488 1055 679 1144">A2110 Luistiventtiili Valve, gate type</p>	 <p data-bbox="807 1055 1070 1171">A2111 Läppäventtiili, (malli 1) Valve, butterfly type (Form 1)</p>	 <p data-bbox="1126 1055 1374 1198">A2112 Läppäventtiili, (malli 2 ensisijainen symboli) Valve, butterfly type (Form 2)</p>

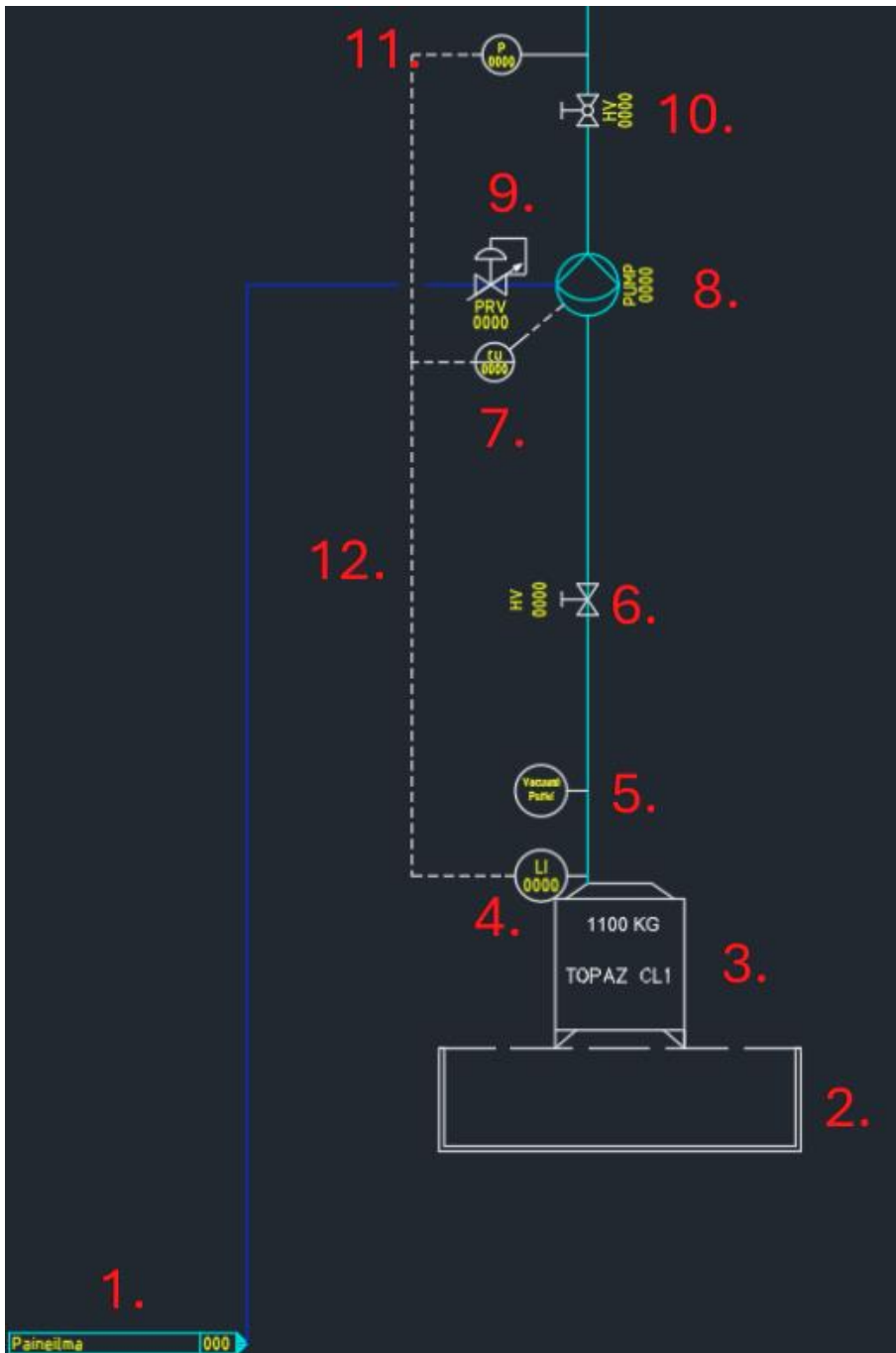
Kuvio 12: Esimerkki PSK 3605 mukaiset venttiilien laitesymbolit

## 7 PI-kaavion esisuunnittelun dokumentointi

PI-kaavion esisuunnittelu oli osa kemikaalikeskuksen siirtoprojektia ja tarkoituksena oli laatia uuden kemikaalikeskuksen PI-kaavion esisuunnitelma. Esisuunnitelman on määrä eteenpäin Ecolab: lle , joka lopullisen PI- kaavion lisäksi toimittaa pumppaukseen tarvittavat komponentit, instrumentit sekä asennuksen ja huollot. Vanhan kemikaalikeskuksen komponenttien suunnittelusta ja asennuksesta vastasi myös sama yritys.

Kemikaalikeskukseen kuuluu viisi kemikaalihuonetta, joista yksi on hätävaralla, joka sisältää täysin käyttövalmiin pumppauskokoontalon. Projekti-palaverien koottujen johtopäätösten ja tietojen myötä esisuunnitelmana on, että kaikkiin paitsi vaahtopesuaineen pumppaukseen tulee samanlainen kokoonpano. Vaahtopesukeskuksen kokoonpanoon (Kuva 7) ei ole vielä esisuunnittelussa numeroitu komponentteja. Numerointi on järkevä tehdä loogisesti vasta sitten, kun kaikki komponentit on tiedossa ja PI- kaavio on muuten suunniteltu lopulliseksi. Yhtenä osana Kemikaalikeskuksen siirtoprojektia oli hahmotella/ esisuunnitella vaahtopesuaineen putkiston kulkureitit kemikaalikeskuksesta vaahtopesupisteille, kuvaa en tästä osasta voi näyttää, sillä siinä näkyy koko tehtaan layout, se ylittää yrityksen sallimat tiedon jakamis rajat.

Loppujen kemikaalihuoneiden: OXONIA, HOROLITH ja MIP SP kokoonpano on samanlainen (Kuva 8). Edellä mainittujen vahvojen kemikaalien pumppaus eroaa vaahtopesuaineen pumppauksesta ja sen kokoonpanosta seuraavalla tavalla. Ensinnäkin pumppu toimii paineilman sijasta sähkömoottorilla. Tämän lisäksi kokoonpanoon kuuluu Connexx Switch systeemi.(Kuvio 14) Systeemi mahdollistaa automaattisen kontinvaihdon. Lisäksi oleellista on, että ylimääräinen kemikaali pystytään takaisinohjata kontteihin. Edellämainittu systeemi ja kokoonpano oli käytössä jo edellisessä kemikaalikeskuksessa.



Kuva 7: Vaahtopesukeskus PI- Kaavio

Nro.	Instrumentti/ Komponentti
1.	Paineilma verkosto
2.	Valuma-allas
3.	TOPAZ vaahtopesuaine kontti
4.	Pinnanmittausanturi
5.	Tyhjiöputki
6.	Läppäventtiili
7.	Ohjausyksikkö
8.	Annostelupumppu
9.	Paineensäätöventtiili
10.	Palloventtiili
11.	Paineenmittausanturi
12.	Instrumentti piiri

Kuvio 13: sisältötaulukko

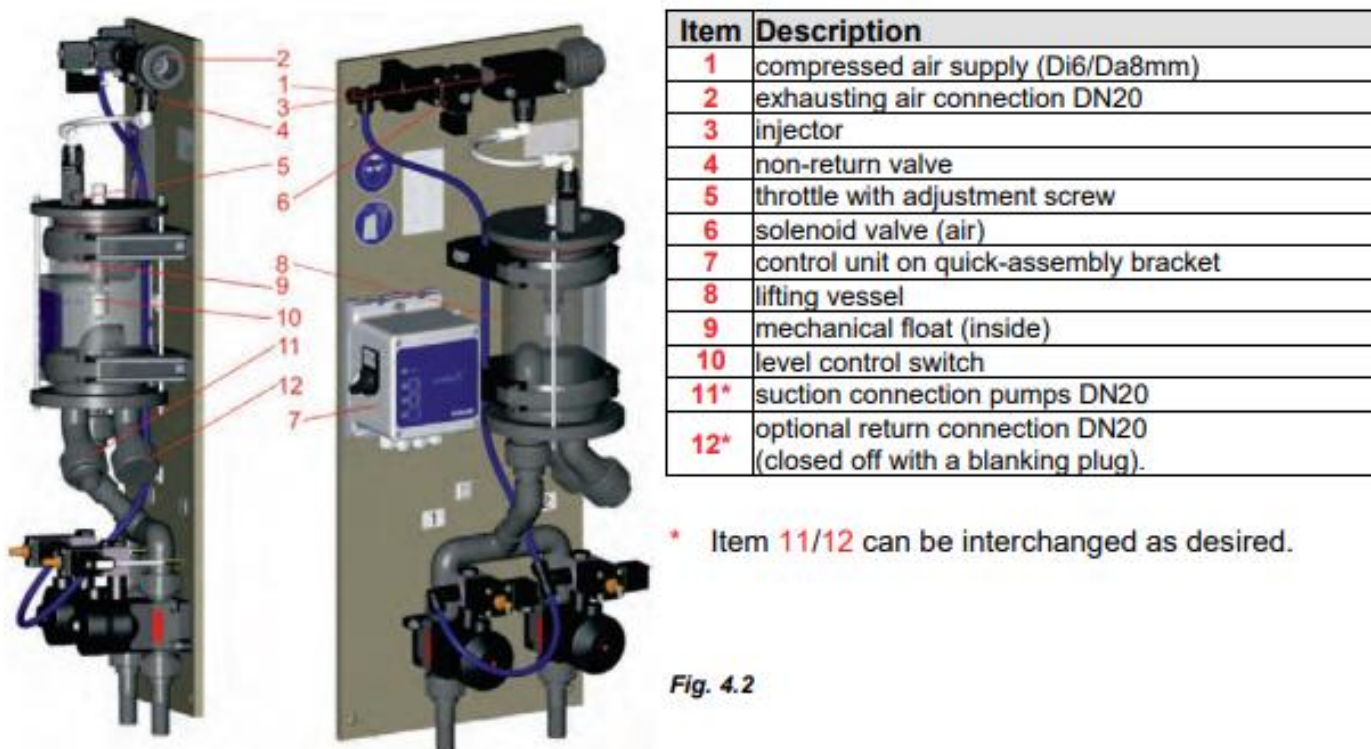
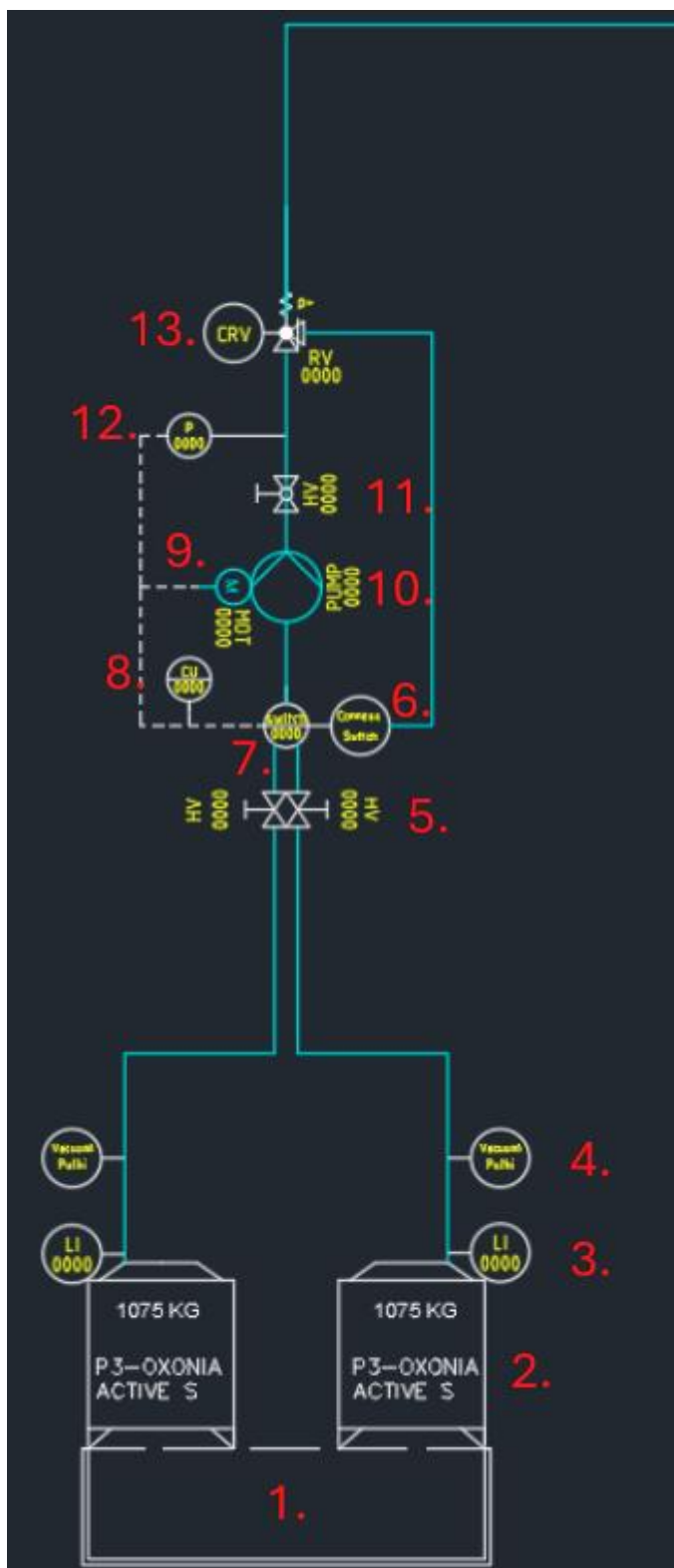


Fig. 4.2

Kuvio 14: Ecolab Connexx Switch (Operating instructions Connexx, s.36)

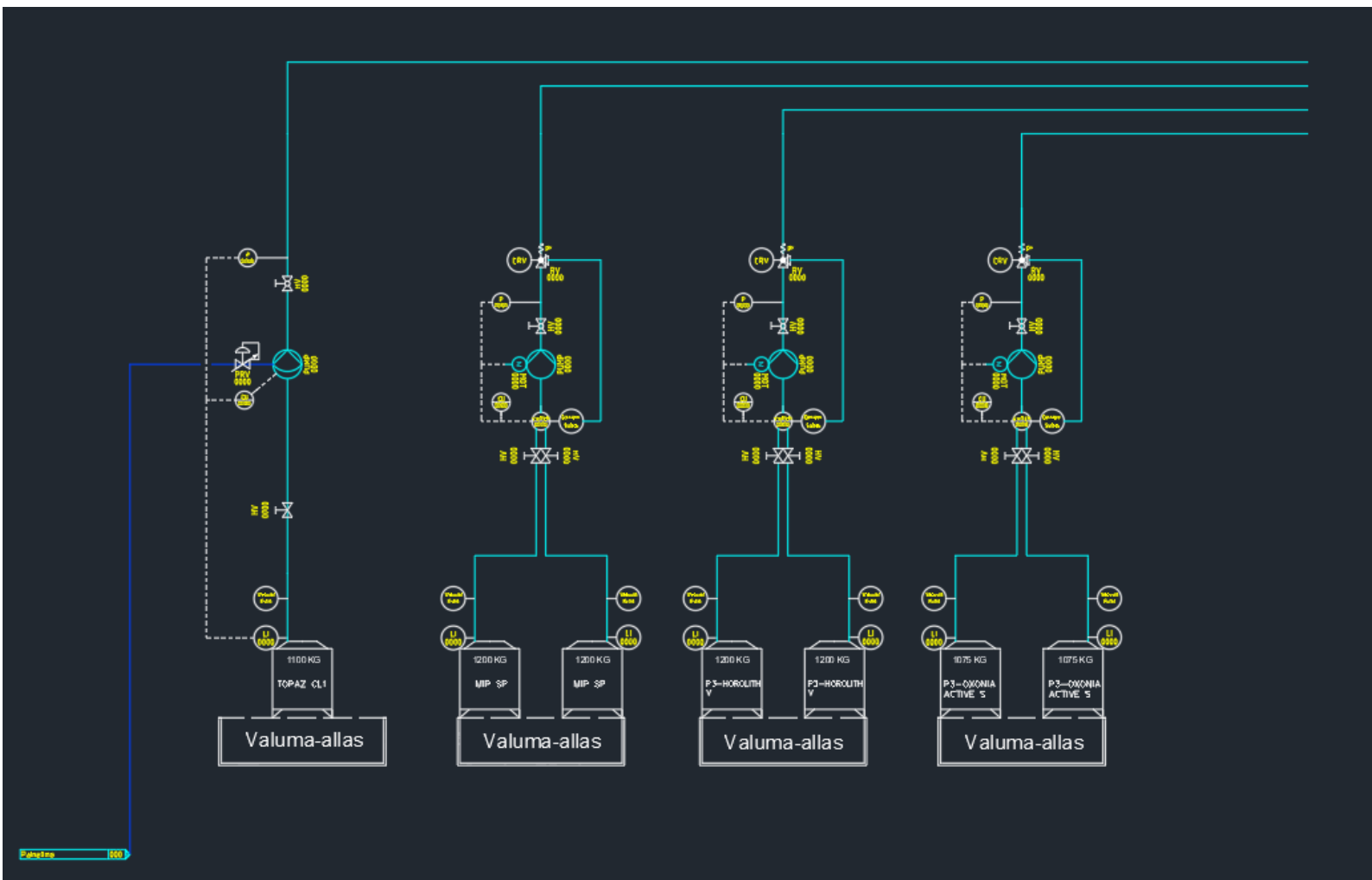


Kuva 8: Vahvojen kemikaalien PI- Kaavio

Nro.	Instrumentti/ Komponentti
1.	Valuma-allas
2.	Vahva kemikaalikontti
3.	Pinnanmittausanturi
4.	Tyhjiöputki
5.	Sulkuventtiili
6.	Connex Switch takaisintuonti
7.	Connex Switch
8.	Ohjausyksikkö
9.	Moottori
10.	Annostelupumppu
11.	Palloventtiili
12.	Paineenmittausanturi
13.	Varoventtiili: Paineen säätöventtiili

Kuvio 15: siältötaulukko

## 7.1 Esisuunniteltu valmis PI- Kaavio



Kuva 9: PI- Kaavion valmis esisuunnitelma

## 8 Yhteenveto ja pohdintaa

Haluan aloittaa kiittämällä toimeksiantajaa Suomen Nestle OY: tä mahdollisuudesta suorittaa opinnäytetyö juuri heillä ja päästä mukaan projektiin osaksi tiimiä. Vaikka projekti vielä ei ole päässyt rakennusvaiheeseen, ei se ota mitää pois työltä, mitä sitä ennen on päässyt tekemään ja näkemään. On ollut hyvä nähdä tiimityöskentelyn potentiaaliset hyödyt, aina kun on ollut joku ongelma tai pulma mistä itse ei olisi välttämättä yksin niin nopeasti suoriutunut, löytyy tiimistä joku ketä osaa/ tietää auttaa. Hyvää on ollut myös nähdä, että jotkin omat osaamiset/ taidot ovat auttaneet muita tiimin jäseniä.

Projekti eteni omalta osaltani pääpuolin tasaiseen tahtiin ja aikataulun mukaisesti. On kuitenkin luonnollista, että tämmöisissä isommissa projekteissa tapahtuu hiljaisempia ajanjaksoja, mikä luonnollisesti johtuu projektin osallisten lukumäärästä ja tietoliikenteen nopeudesta. Tätä kaikkea voi kyllä hiota ideaalisemmaksi perusteellisella aikataulutuksella, ja tiedottamisella. Jos kuitenkin kävi niin, että projekti minunkin osalta jäi ns. Jäähdytymään, löytyi muuta työtä jossa pystyin auttamaan. Esimerkiksi tehtaan välitilan mitoitus, mikä käytiin pääpuolin läpi kappaleessa 5.6. Mitä kappaleessa ei mainittu oli tehtävänäni kartoittaa kemikaaliputkiston lisäksi tilan paineilma linjat, Kaapelihyllyt ja RO- vesi putkisto.

Sain suoritettua mielestäni hyvin opinnäytetyön johdannossa mainitut tavoitteet. Kemikaalikeskuksen layoutin lopputulokseen oli tyytyväisiä kaikki projektin osapuolet. Layout täytti kaikki kemikaalinkäsittelyyn tarvittavat komponentit kuten mm. happo ja emäs konttien erottelu suljettuihin tiloihin. Työturvallisuuden kannalta layout täyttää vaaditut ominaisuudet, kuten mm. riittävä työtila niin keskuksessa kuin myös kemikaalihuoneissa. Riittävä tila mahdollistaa myös helpomman/ turvallisemman huolto-olosuhteen. Kaikki turvallisuuteen liittyvät komponentit on hahmotettuna. Tässä kohtaa FINPEC ei ole vielä suunnitellut viimeisintä versiota minun tekemästäni piirroksesta, joten sitä minulla ei ole tässä kohtaa vielä esittää. Mahdollisen uuden viemäristön suunnittelu on vielä kysymysmerkki tässä vaiheessa. Muuten suuria muutoksia layouttiin ei enään

tehdä, joten odotan innolla sitä, koska pääsen näkemään fyysisesti uuden kemikaalikeskuksen. Aikataulusta tässä kohtaa ei vielä ole täyttä takuuta, sillä rakennuslupien hakuprosessissa menee aina oma aikansa, lukuunottaen muut liikkuvat tekijät.

Kirjoitan yhteenvetoa (03/07/2024) ja tämänhetkisen aikataulun mukaan kemikaalikeskus olisi ideaalisesti, jos kaikki menee suunnitelmien mukaan käyttövalmis marraskuussa (11/2024). Kellarin pilarikorjaukset on määrä aloittaa vko. 31 Kemppe OY:n toimesta. Ecolab:n vastaamista pumppausjärjestelmistä ja komponenteista ei vielä myöskään tässäkohtaa ole tarkempaa tietoa ja ajankohtaa. Niinkuin jo mainittu kyseinen yritys tekee lopullisen kemikaalikeskuksen PI- kaavion sekä määrittää, asentaa meidän tilanteessa kemikaalipumppaukseen sopivat/ tarvittavat komponentit, pumput ja putkiston. Minun tekemäni PI- kaavio käy mallina ja pohjana yrityksen suunnittelijalle, joka luo lopullisen version. Yrityksen on myös helppo lähteä putkistojen asennuksiin, sillä heillä on jo valmiina tekemäni putkistojen kartoitukset. On kuitenkin mahdollista, että tässä vaiheessa putkiston kulkureitit eivät ole vielä lopulliset, mutta pohjatyöni perusteella niitä on helppo muokata ja täydentää optimaalisemmaksi.

## Lähteet

Anttonen K, 2024, Opinnäytetyö, Hydoring Oy

vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin laajuus.

Autodesk.com, AutoCad, Design and drafting software trusted by millions, Autodesk AutoCAD 2025 | Get Prices & Buy Official AutoCAD Software.

Ecolab, Lang Apparatebau GmbH (ecolab-engineering.de)

EP-Logistic.fi, <https://ep.fi/fi/layout-suunnittelu-opas/#kohta-7>.

Finlex.fi, 2005, Vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta.

Huhtinen S, 2022, Opinnäytetyö, Varaston layoutin suunnittelu.

Kangasmäki J, 2014, Kandidaatin työ, Systemaattinen layout-suunnittelu.

Kidam K, Hurme M, 2012, Design as a contributor to chemical process accidents, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Volume 25, Issue 4.

Kolehmainen A, 2011, Opinnäytetyö, Kemikaaliturvallisuus ja kemikaalien säilytyksen suunnittelu.

Lievonen R, 2015, Opinnäytetyö, Layoutin ja tuotannon suunnittelu uusiin tiloihin.

Manninen A, 2018, Opinnäytetyö, PI- Kaavioiden päivitysprojekti.

Moran S, 2017, Kirja, Process Plant Layout, Second Edition.

Muther R, Hales L, 2015, Systematic Layout Planning Fourth Edition.

Sivusalo A, 2019, Opinnäytetyö, Instrumentointi-insinöörin rooli ja tehtävät ABB  
ä.

SähköNet, Instrumentoinnin piirrosmerkkien tunnuskirjaimet, Instrumentoinnin  
piirrosmerkkien tunnuskirjaimet - SähköNet (gradia.fi).

Tukes.fi, 2021, <https://tukes.fi/vaarallisten-kemikaalien-kasittely-ja-varastointi>.

[www.Nestle.fi](http://www.Nestle.fi).

<https://ova.ttl.fi/> OVA-ohjeet, Työterveyslaitos, Kemikaaliturvallisuus..

## Liite 1. Kemikaalikeskus siirtoprojekti osallistujat

<b>Kemikaalikeskus siirtoprojekti</b>	<b>Projektiryhmä</b>		<b>Asianosaiset</b>	
	Sponsori	Nia Kiiskinen	Neuvojat	FIMPEC, Ecolab, Kemppe
	Vetäjä	Matias Bastman	Tiedotettavat	Maria Sousa Procurement, Nia Kiiskinen Tuotanto
	Koutsi	Kimmo Kontto		
	Jäsenet	Matias Bastman, Kari Koskinen, Samuli Mikkonen, Kimmo Kontto, Tommi Lyijynen		

## Liite 2. Nestlen sisäisten säädösten mukainen valuma- altaan mitoitus

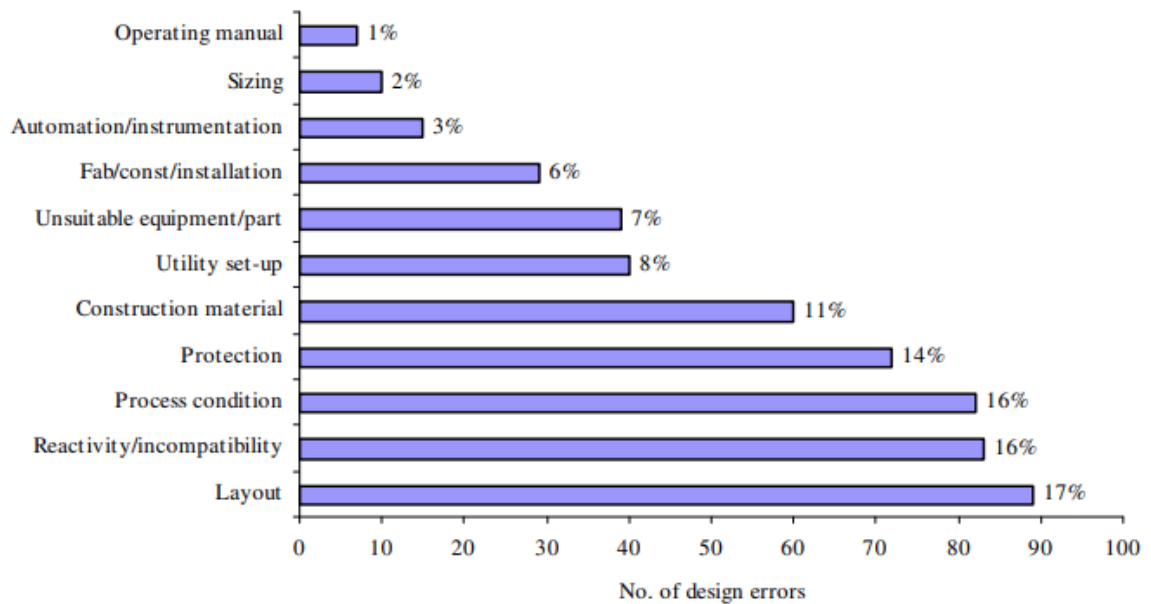
Environmental Aspect	Criteria	Requirement	Notes	Actions (what needs to be done)	Who (leads the change)
Bulk Storage	Hazardous liquid spill containment provisions (bunding)	Bund with a capacity of 110% of the largest tank or 25% of the total storage, whichever is greater.	Applies to all liquid fuels (e.g., petrol, gasoline, diesel, heavy fuel oil), lubricating, hazardous and flammable liquids with a flash point below 55°C stored in containers with volume larger than 250 litres. Does not apply to ammonia, LPG, or other liquefied gases. Where existing bunding does not provide sufficient volume, the requirement must be met by operating the tank(s) at a lower level and ensuring that this level cannot be exceeded (e.g., operate at 90% of bund volume).	Conduct plant assessment and implement change.	Plant   Environmental Sustainability Manager
	Non-hazardous liquid spill containment provisions	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spill must be directed to a containment system which prevents environmental harm. The containment system must have a total capacity greater than 110% of the largest tank or 25% of total relevant storage, whichever is greater.</li> <li>Management systems must be in place to ensure containment systems are not overloaded (e.g., wastewater treatment plant is not overloaded).</li> </ul>	Applies to all liquids in containers with a volume larger than 250 litres and which may cause environmental harm to water or soil. The containment system must include bunds or other suitable storage/retention systems which prevent environmental harm. The storm water drainage system and the wastewater treatment plant, if appropriately designed and managed (emergency containment), may also provide additional capacity for emergency storage of non-hazardous liquids until a pump-out or other disposal can be arranged.	Conduct plant assessment and implement change.	Plant Environmental Sustainability Manager

## Liite 3. Suomen Nestléllä käytetyt kemikaalit ja niiden ominaisuudet.

	Kemikaali	Kaava	Vaaralausekkeet	käyttö Nestlellä	Terveysvaarat(pieni määrä)	Tulipalo- ja räjähdysvaara	Yhteensopimattomuus	Happo/ Emäs
1	Vetyperoksidi	H2O2	H271, H332, H302, H314.	Desinfiointiaine : Oxonia ACTIVE S Connexx	Haitallista nieltynä, hengitettynä ja iholla/silmissä. Haitallista nieltynä.	Voimakkaasti hapettava	Hapot: rikkihappo Emäkset:Natriumhydroksidi,ammoniakki Metallit: Rauta, kupari	Happo
2	Kloori	Cl2	H270, H331, H319, H335, H315, H400	Veden desinfiointi : klooritabletti	Myrkyllistä hengitettynä, ärsyttää voimakkaasti silmiä ja iho, saattaa ärsyttää hengitysteitä. Haitallista nieltynä.	Hapettava	Hapot: rikkihappo Emäkset:Natriumhydroksidi,ammoniakki Metallit: Rauta, kupari	Halogeeni
3	Natrium hydroksidi	HNaO	H314	Vaahtopesuaine : TOPAZ CL1	Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa. Haitallista nieltynä.	Ei sytyvää, eivätkä ylläpidä palamista	Hapot: rikkihappo, suolahappo. Jotkut orgaaniset materiaalit. Metallit: Alumiini. Jotkut epäorgaaniset yhdisteet.	Emäs
4	Natriumhypokloriittia	CLNaO	H314, H400, EUH031	Vaahtopesuaine : TOPAZ CL1 1100KG	Ärsyttää hengitysteitä, ihoa ja silmiä. Keuhkopöhö ( Kloorikaasu). Haitallista nieltynä.	Ei pala, mutta reagoi palavien aineiden kanssa, aiheuttaen palovaaran. Voimakas hapetin.	Reagoi happojen kanssa : kloorikaasu, typpikaasu. Ammoniumsuolat : räjähtävää typpitrikloridia. Metanoli : räjähtävää metyylihypokloriittia.	Emäs
5	Tetranatriumetyleeni diamini -tetra- asetaatti	EDTA-Na4	H319, H302, H318	CIP, pesuaine :	Ärsyttää hengitysteitä, silmiä voimakkaasti, haitallista nieltynä.	Ei syty helposti.Tulipalossa voi muodostua ärsyttäviä ja myrkyllisiä kaasuja.	Yleensä stabiili. Reagoi voimakkaiden hapettimien ja vahvojen emästen kanssa. Metallit: kupari, kupariseos ja nikkeli. Vahva Na4EDTA-liuos syövyttää alumiinia.	Emäs
6	Kaliumhydroksidi	HKO	H302, H314	CIP, pesuaine :	Haitallista nieltynä, voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa.	Eivät ole syttyviä, eivätkä ylläpidä palamista.	Hapot reagoivat tämän kanssa kiivaasti, josta vapautuu lämpöä. Syövyttää metalleja kuten mm. alumiinia, lyijyä, sinkkiä ja tinaa, synnyttäen vetykaasua.	Emäs
7	Typpihappo	HNO3	H272, H314, H330, EUH071	Desinfiointiaine : P3 Horolith V	Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa. Hengityselimiä syövyttävää, tappavaa hengitettynä.	Typpihappo ei pala, veden kanssa kosketuksissa vapautuu lämpöä. Räjähdysvaara joidenkin orgaanisten liuottimien kanssa.	Reagoi voimakkaasti joidenkin orgaanisten liuottimien ja aineiden kanssa (asetoni, etanoli, sokeri, puu). Emäkset: Natriumhydroksidi, ammoniakki. Metallit: Rauta, alumiini, natrium.	Happo
8	Fosforihappo	H3PO4	H314	Desinfiointiaine : P3 Horolith V	Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa	Ei ole palava aine. Vapauttaa lämpöä reagoissa joidenkin emästen kanssa. Reagoi voimakkaasti orgaanisten liuottimien kanssa, josta syntyy palamis ja räjähdysvaara. Reagoi monien metallien kanssa. Voimakas exotermien reaktio joidenkin orgaanisten aineiden kanssa.	Reagoi voimakkaasti emästen kanssa (NaOH, NH3), muodostaa lämpöä ja vaarallisia kaasuja.	Happo
9	Peretikkahappo	C2H4O3	H226, H242, H332, H312, H302, H314, H400	Desinfiointiaine : Oxonia ACTIVE S Connexx	Haitallista hengitettynä, haitallista nieltynä, haitallista joutuessaan iholle ja voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa.	Syttyvä neste ja höyry. Palovaarallinen kuumennettaessa.	Stabiili laimeina liuoksina, Voimakas hapetin, reagoi kiivaasti palavien ja pelkistävien aineiden kanssa mm. luo syövyttävän liuoksen veden kanssa. Syövyttää useita metalleja, kuten alumiini.	Happo

## Liite 4. Suunnitteluvirheiden osuudet (Kidam, K., & Hurme, M , 2012, s.4)

*K. Kidam, M. Hurme / Journal of Loss Prevention in the Process Industries 25 (2012) 655–666*

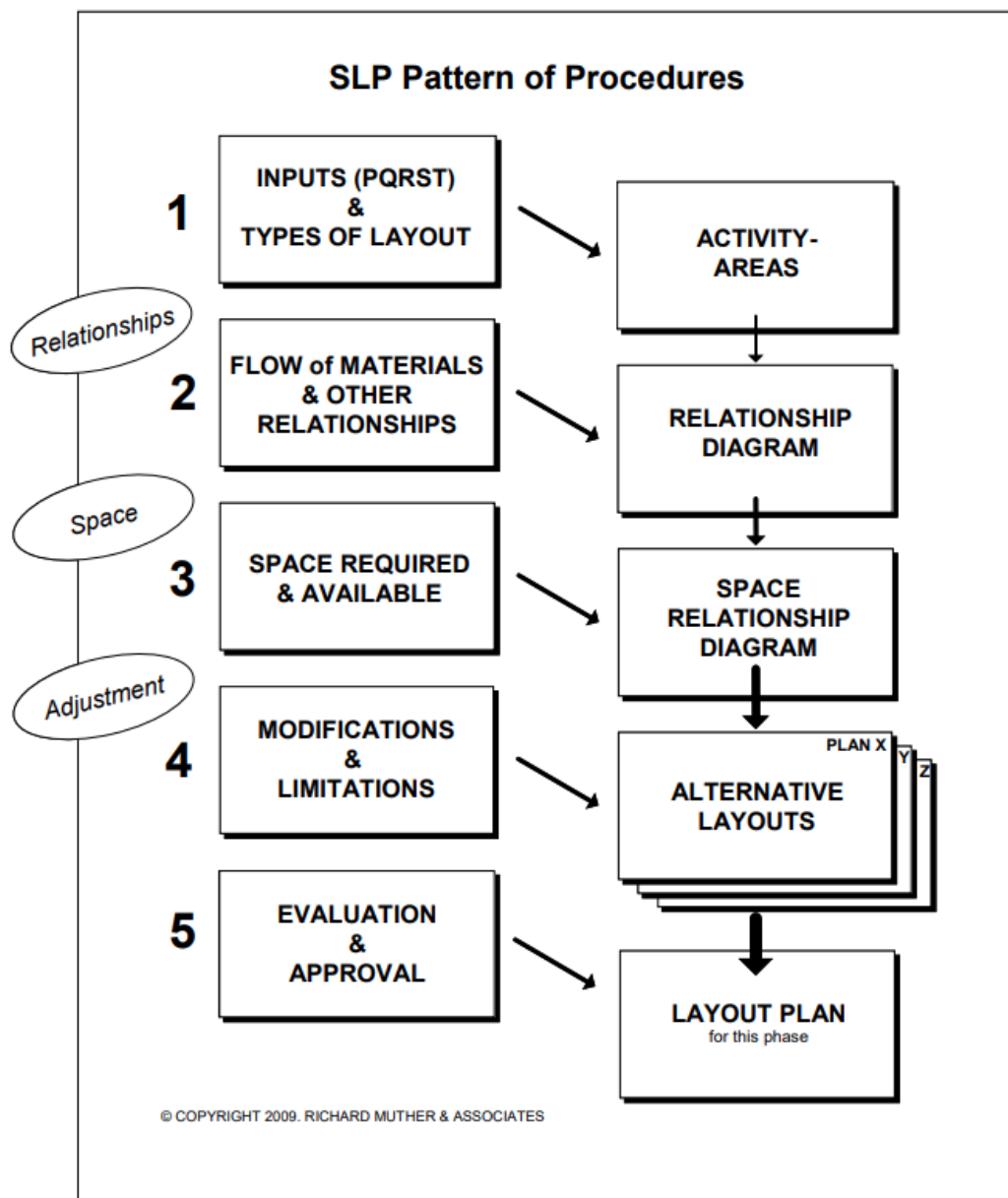


Distribution of design errors in the CPI (% of design errors) (Number of cases with design errors = 224; Number of design errors = 526).

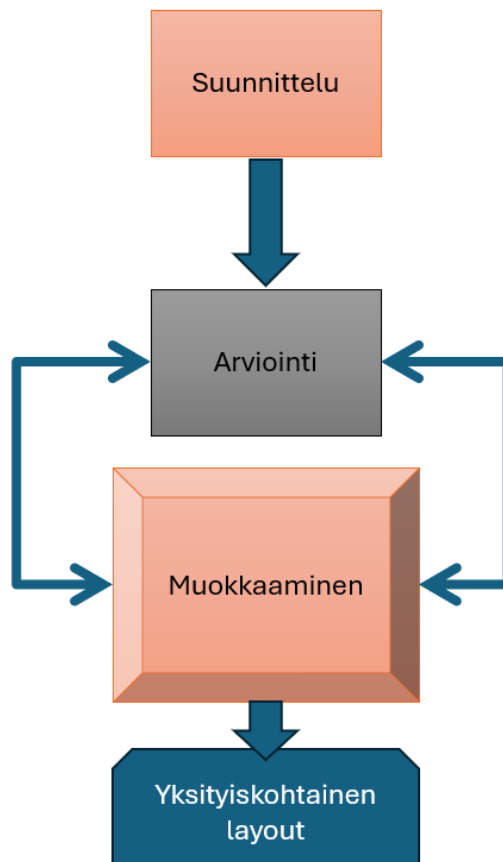
## Liite 5. Kuvaukset yleisimmistä suunnitteluvirheistä:

Nro.	Suunnitteluvirhe	Kuvaus
	Yleisimmät suunnitteluvirheet	<i>K. Kidam, M. Hurme / Journal of Loss Prevention in the Process Industries.</i>
1	Prosessi olosuhteet	Sopimattoman prosessiolosuhteen valinta, joka johtuu tiedon/datapuutteesta, riittämättömästä analyysistä, väärästä oletuksesta/tulkinnasta prosessidatan suhteen, ympäristö- tai olosuhdetekijöiden huomiotta jättämisestä jne.
2	Reaktiivisuus/ yhteensopimattomuus	Kemiallisen reaktiivisuuden ja yhteensopimattomuusvaaran analyysin puute normaaleissa ja epänormaaleissa prosessiolosuhteissa sekä mahdollisen prosessikontaminaation, tahattoman kemikaalien sekoittumisen ja prosessi-/ympäristömuutosten huomiotta jättäminen.
3	Sopimattomat välineet/ komponentit	Sopimattomien laitteiden, komponenttien tai osien valinta, joka aiheuttaa toimintaongelmia (esim. väärä käyttö, epätasainen virtaus tai tukos) tai lisää onnettomuusriskiä.
4	Rakennusmateriaali	Materiaalin rakenteen väärä määrittely fyysisten, mekaanisten, kemiallisten kestävyysien sekä ympäristö- ja olosuhdetekijöiden suhteen.
5	Mitoitus	Prosessilaitteiden ja niiden putkistojärjestelmän epäsopeva mitoitus (liian suuri tai liian pieni), mikä vaikuttaa niiden toimintaan ja luotettavuuteen normaaleissa ja epänormaaleissa prosessiolosuhteissa (esim. virtaukseen liittyvät tai kaksifaasiset ilmiöt).
6	Toimintojen asetukset	Väärä apuohjelman valinta ja sen toteutus, erityisesti liittyen maksimaaliseen lämmitys-/jäähdytyskapasiteettiin, yhteensopimattomaan lämmönsiirtoaineeseen sekä sen virtaus-/käsittely-/ohjausmekanismiin.
7	Suojaukset	Turvallisuuden puutteellinen suunnittelu johtuen analyysin puutteesta ja rajallisista prosessitiedoista, erityisesti liittyen lämpöturvallisuuteen, paineenalennuslaitteiden tyyppeihin ja mitoitukseen sekä yleiseen lieventämisjärjestelmään.
8	Layout	Virheet tehdaslayoutissa, fyysisessä järjestelyssä, sijoittelussa, laitteiden saavutettavuudessa, visuaalisissa esteissä, operaattorin/teknisessä käyttöliittymässä ja värikoodauksessa jne.
9	Automaatio/ instrumentointi	Riittämätön automaatio ja instrumentointi, erityisesti epänormaaleissa prosessiolosuhteissa, ennakoivaan prosessin poikkeamien/vaarojen havaitsemiseen, reagointiin ja lieventämiseen.
10	Manuaalinen operointi	Virheelliset työmenetelmät, jotka vaarantavat prosessilaitteiden turvallisen käytön, kuten väärä työjärjestyksen sekvenssi, väärä tai epäselvä suuntaus/ohjeistus ja virheellinen työkalu tai materiaalin käyttö.
11	Valmistus/ rakentaminen/ asennus	Suunnittelupohjaisia ongelmia liittyen hitsausvirheisiin, lämpölaajenemisilmiöihin, stressiin sekä prosessilaitteiden yhteensopimattomuuteen niiden liitettävyyden kanssa. Osa pääasiallisista laitteista vaatii pitkän toimitusajan ja ne on tilattava hyvissä ajoin. Joissain tapauksissa niiden yksityiskohtainen suunnittelu ei vastaa toteutettua ratkaisua.

**Liite 6. Systemaattisen layout-suunnittelun toimintamalli. (Richard Muther & Associates. 2005, kuva 2-1)**



## Liite 7. Layoutin päivitys

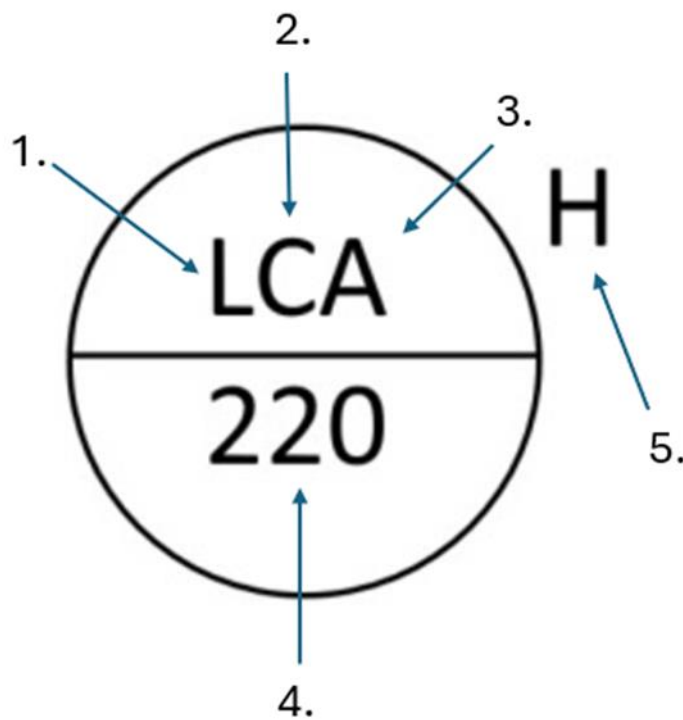


## Liite 8. : (opintomateriaalit juhakorvimäki) Toimintojen kirjaintunnukset SFS 14617-6 mukaan.

	Ensimmäinen kirjain Mittaussuure	Lisämäärite	Seuraava kirjain Toiminta
A			hälytys
B			audiovisuaalinen toiminta
C			säätö
D	Tiheys	Ero	
E	Kaikki sähkösuureet		Anturitoiminta
F	Virtaus, -virta	Suhde	
G	Pituus, asento		
H	Käsiohjaus		
I			Osoitus
J		Jaksottainen toiminta	
K	Aika tai aikaohjaus		
L	Pinnan korkeus		
M	Kosteus		Viestin muunto

N	Käyttäjän valittavissa		Käyttäjän valittavissa
O	Käyttäjän valittavissa		
P	Paine		Näytteen otto
Q	Laatu, esim Analyysi Väkevyys Johtavuus	Integroiva tai summaava laskenta	Yhdistäminen tai summaaminen
R	Ydinsäteily		Piirto
S	Nopeus, taajuus		Kytkeätoiminta
T	Lämpötila		Lähetustoiminta
U	Monimuuttuja		Monitoiminta
V	Viskositeetti		Venttiili, toimiyksikkö
W	Paino, voima		
X	Määrittelemättömät suuret		Määrittelemättömät toiminnot
Y	Käyttäjän valittavissa		Laskentatoiminta
Z			Hätä- tai turvatoiminta (lukitus)

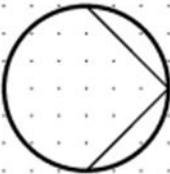
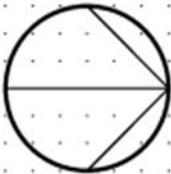
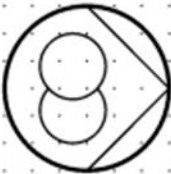


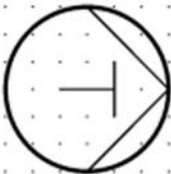
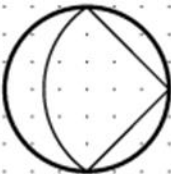
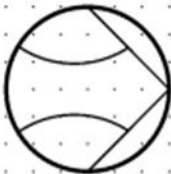
**Liite 9. (opintomateriaalit juhakorpimäki) Esimerkki toimintojen kirjaintunnuksista ja niiden merkintättyylistä.**



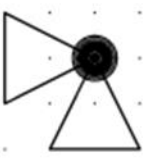
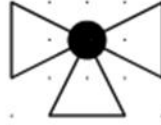
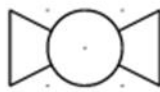
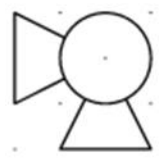
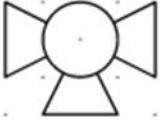



## Liite 10. Standardin SFS-EN ISO 10628-2 mukaiset laitteiden ryhmytykset (Screen capture excel taulukosta).

Standardin PSK 3605 mukaiset ryhmät, viitaten SFS-EN ISO 10628-2	Tunnus nro.	Aihe	Tunnus nro.	Aihe
	1	Säiliöt	18	Nostimet, kuljettimet, kuljetuslaitteet
	2	Kolonnit sisäosineen	19	Annostelijat, syöttimet, jakelulaitteet
	3	Lämmönsiirtimet	20	Moottorit
	4	Höyrykattilat, uunit, jälkijäähdyttimet	21	Venttiilit
	5	Jäähdytystorni	22	Takaiskuventtiilit
	6	Suodattimet	23	Varoventtiilit ja turvavarusteet
	7	Seulat, sihdit, lajittimet	24	Putkivarusteet
	8	Erottimet	25	Putkistosymbolit
	9	Lingot	26	Säiliönvarusteet
	10	Kuivaimet	27	Sisäosat
	11	Murskaimet / Jauhimet	28	Sekoittimet
	12	Sekoitinlaitteet	29	Symbolien rakenneosia
	13	Materiaalinmuokkaimet, pystysuuntainen	50	Mittaus-, ohjaus ja säätötoiminnot
	14	Materiaalinmuokkaimet, vaakasuuntainen	51	Toimilaitteet
	15	Pumput	52	Mittauslaitteet
	16	Kompressorit, tyhjöpumput	60	Vaa'at
	17	Puhaltimet	90	Muut

## Liite 11. Esimerkki PSK 3605 mukaiset pumppujen laitesymbolit

Aiheryhmä 15 Subject group 15	Pumput Liquid pumps		
 <p>A1501 Pumppu, (yleinen) Pump, liquid type (general)</p>	 <p>A1502 Keskivakopumppu Pump, centrifugal type</p>	 <p>A1503 Hammasrataspumppu Pump, gear type</p>	 <p>A1504 Ruuvipumppu Pump, screw type</p>
 <p>A1505 Epäkeskoruuvipumppu Pump, progressive cavity type</p>	 <p>A1506 Mäntäpumppu Pump, reciprocating piston type</p>	 <p>A1507 Kalvopumppu Pump, diaphragm type</p>	 <p>A1508 Suihkupumppu Jet pump, liquid type ejector pump</p>

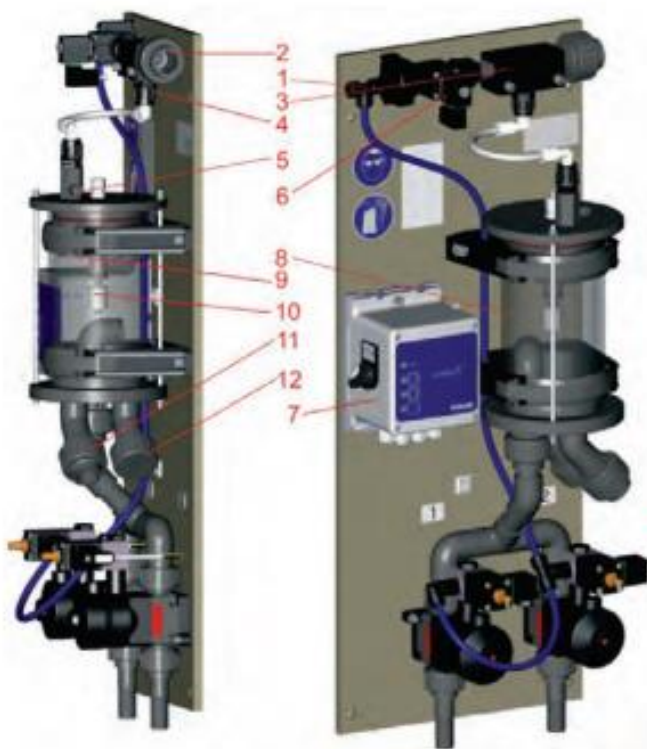
## Liite 12. Esimerkki PSK 3605 mukaiset venttiilien laitesymbolit

Aiheryhmä 21 Subject group 21	Venttiilit Valve		
 <p data-bbox="167 1019 454 1108">A2105 Kulmaistukkaventtiili Valve, angle globe type</p>	 <p data-bbox="486 1019 774 1131">A2106 Kolmitieistukkaventtiili Valve, three-way globe type</p>	 <p data-bbox="805 1019 1093 1108">A2107 Palloventtiili Valve, ball type</p>	 <p data-bbox="1125 1019 1412 1108">A2108 Kulmapalloventtiili Valve, angle ball type</p>
 <p data-bbox="167 1422 454 1534">A2109 Kolmitiepalloventtiili Valve, three-way ball type</p>	 <p data-bbox="486 1422 774 1512">A2110 Luistiventtiili Valve, gate type</p>	 <p data-bbox="805 1422 1093 1534">A2111 Läppäventtiili, (malli 1) Valve, butterfly type (Form 1)</p>	 <p data-bbox="1125 1422 1412 1556">A2112 Läppäventtiili, (malli 2 ensisijainen symboli) Valve, butterfly type (Form 2)</p>

## Liite 13. Vaahtopesukeskus PI- Kaavion sisältötaulukko

Nro.	Instrumentti/ Komponentti
1.	Paineilma verkosto
2.	Valuma-allas
3.	TOPAZ vaahtopesuaine kontti
4.	Pinnanmittausanturi
5.	Tyhjiöputki
6.	Läppäventtiili
7.	Ohjausyksikkö
8.	Annostelupumppu
9.	Paineensäätöventtiili
10.	Palloventtiili
11.	Paineenmittausanturi
12.	Instrumentti piiri

## Liite 14. Ecolab Connexx Switch (Operating instructions Connexx, s.36)



Item	Description
1	compressed air supply (Di6/Da8mm)
2	exhausting air connection DN20
3	injector
4	non-return valve
5	throttle with adjustment screw
6	solenoid valve (air)
7	control unit on quick-assembly bracket
8	lifting vessel
9	mechanical float (inside)
10	level control switch
11*	suction connection pumps DN20
12*	optional return connection DN20 (closed off with a blanking plug).

\* Item 11/12 can be interchanged as desired.

Fig. 4.2

## Liite 15. Vahvojen kemikaalien PI- Kaavion sisältötaulukko

Nro.	Instrumentti/ Komponentti
1.	Valuma-allas
2.	Vahva kemikaalikontti
3.	Pinnanmittausanturi
4.	Tyhjiöputki
5.	Sulkuventtiili
6.	Connex Switch takaisintuonti
7.	Connex Switch
8.	Ohjausyksikkö
9.	Moottori
10.	Annostelupumppu
11.	Palloventtiili
12.	Paineenmittausanturi
13.	Varoventtiili: Paineen säätöventtiili