



# **Bulkisekoitusosaston suunnittelu**

Carl-Christian Lindroos

Opinnäytetyö  
Energi- och Miljöteknik  
2020

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Energi- och Miljöteknik
Identifikationsnummer:	
Författare:	Carl-Christian Lindroos
Arbetets namn:	Planering av bulkblandningsavdelning
Handledare (Arcada):	Mariann Holmberg
Uppdragsgivare:	Teampac Oy
<p>Sammandrag:</p> <p>Syftet med detta examensarbete är att planera en bulkblandningsavdelning för Teampac Oy. Teampac Oy är en finsk, internationellt fungerande kontraktstillverkare som tillverkar och utvecklar hälso-, kosmetik- och hygienprodukter. Företagets expertis inkluderar även de mest utmanande våtservetter, geler, krämer och andra vätskebaserade produkter från kosmetika till medicinsk utrustning. Arbetet förblir på konceptnivå. Arbetet behandlar inte kundarbeten, koncept eller information relaterade till produkter, eller kunder. När ett planeringsarbete är väl utfört, lägger det grunden för ett lyckat och framgångsrikt projekt. Arbetet presenterar hur denna typ av arbete utförs och teorin om planeringsarbeten. De uppdaterade processerna baserar sig på gammal information från föregående scheman. Om informationen var bristfällig, kompletterades den genom att intervjua personal, samt med att söka information om dessa ämnen. Processer uppdaterades och nya scheman presenterades, samt granskades i detalj. Scheman ritades med AutoCAD. Processerna effektiviserades och moderniserades. Scheman planerades, uppdaterades och optimerades enligt företagets nuvarande behov. ATEX-förordningarna spelade en nyckelroll i arbetet. Arbetet undersöker och presenterar ATEX-förordningar som t.ex Explosionskyddsdocumentet. Arbetet presenterar teori relaterad till utrustning och företagets praxis. Denna teori är branschspecifik. Företagets egna rengöringsregler och åtgärder presenteras. Validering och verifiering relaterad till renhet presenteras. Betydande inköp gjordes under projektets gång. Inköpen bestod av nya rörledningar, anläggningar och utrustning. Detta visar utrustningsbehovet i ett modernt företag. Projektet möjliggjordes av, renovering och nybygge av företaget. Det beslöts att uppdatera processerna under denna tid. I arbetet satsade man på teorin om antistatik och farorna med statisk elektricitet, eftersom misslyckande med att följa dessa skulle ha allvarliga konsekvenser. Tillverkningen av emulsioner och teorin bakom dess skalning granskas och presenteras.</p>	
Nyckelord:	Planering, ATEX, Process, Industri
Sidantal:	61
Språk:	Finska
Datum för godkännande:	1.6 2020

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Energi- och Miljöteknik
Identification number:	
Author:	Carl-Christian Lindroos
Title:	The planning of a bulk mixing plant
Supervisor (Arcada):	Mariann Holmberg
Commissioned by:	Teampac Oy
<p>Abstract:</p> <p>The objective of this thesis was to plan a bulk mixing plant for Teampac Oy. Teampac Oy is a Finnish, internationally operating contract manufacturer, that manufactures and develops healthcare, cosmetics and hygiene products. The company's expertise includes even the most challenging wet wipes, gels, creams and other liquid-based products from cosmetics to medical devices. This thesis stays at the concept level. The work does not deal with separate customer work, products or customer related matters. A well-executed design work lays the foundation for a successful project. The thesis reviews how this kind of work is to be carried out and the theory of design work. The design used the company's old information from the previous schematic, and the missing information was filled in by interviewing staff and researching the topics that the information was missing from. processes were updated and new schematics are presented and reviewed in detail. The schematics were drawn using AutoCAD. Processes were streamlined and made modern. The schematics were designed, updated and optimized according to the company's current needs. ATEX regulations played a key role. The work examines and presents ATEX regulations, such as the "Räjähdyssuojasasiakirja". The work presents a theory related to equipment and company practices. This theory is industry specific. The company's own cleaning policies and measures are presented. At the same time, validation and verification related to purity were presented. Extensive acquisitions were also made in the project. Purchases often consisted of new pipelines, facilities and equipment. The thesis work reflects on the equipment needs of a modern company. The project was made possible by the expansion work, and construction of the factory, at which point it was decided to update the production processes. Efforts were made to increase antistatic and combat the dangers of static electricity, as failure to do so would have dire consequences. The preparation of emulsions and the theory related to their scaling are reviewed and presented.</p>	
Keywords:	Design, ATEX, Process, Industry
Number of pages:	61
Language:	Finnish
Date of acceptance:	1.6.2020

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Energia- ja Ympäristötekniikka
Tunnistenumero:	
Tekijä:	Carl-Christian Lindroos
Työn nimi:	Bulkkisekoitusosaston suunnittelu
Työn ohjaaja (Arcada):	Mariann Holmberg
Toimeksiantaja:	Teampac Oy
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli suunnitella Teampac Oy:lle bulkkisekoitusosasto. Teampac Oy on suomalainen, kansainvälisesti toimiva sopimusvalmistaja, joka valmistaa ja kehittää terveydenhuolto-, kosmetiikka ja hygieniatuotteita. Yrityksen osaamiseen kuuluvat haastavimmatkin kosteuspyyhe-, geeli-, voide- ja muut nestepohjaiset tuotteet kosmetiikasta lääkinnällisiin laitteisiin. Työssä pysytään konseptitasolla. Työssä ei käsitellä erillisiä asiakastöitä, tuoteasioita, eikä asiakkaisiin liittyviä asioita. Hyvin toteutettu suunnittelutyö luo pohjan onnistuneelle projektille. Työssä käydään läpi miten tämänkaltaisen työ toteutetaan ja suunnittelutyön teoriaa. Suunnittelussa käytettiin yrityksen aikaisempaa tietoa edellisestä kaaviosta, ja puutteellista tietoa paikattiin haastattelemalla henkilökuntaa ja etsimällä tietoa puutteellisista aiheista. Prosesseja päivitettiin ja uusia kaavioita esitellään ja niitä tarkastellaan yksityiskohtaisesti. Kaaviot piirrettiin autoCAD-ohjelmalla. Prosesseja tehostettiin ja niistä tehtiin nykyaikaisia. Kaaviot suunniteltiin, päivitettiin ja optimoitiin yrityksen nykytarpeiden mukaan. ATEX-määräykset olivat keskeisessä roolissa. Työssä ATEX-määräykset, kuten räjähdysuorausasiakirjaa tarkastellaan ja esitellään. Työssä esitellään laitteisiin ja yrityksen käytäntöihin liittyvää teoriaa. Kyseinen teoria on teollisuuskohtaista. Yrityksen omia puhtauskäytäntöjä ja toimenpiteitä esitellään. Samalla käydään läpi validointia ja verifiointia puhtauteen liittyen. Projektissa tehtiin myös mittavia hankintoja. Hankinnat koostuivat monesti uusista putkistoista, tiloista ja laitteista. Hankinnoissa tulevat ilmi nykyaikaisen yrityksen vaatimukset laitteille. Projektin mahdollisti tehtaan laajennustyö, jolloin tuontatoprosessit päätettiin päivittää. Antistaatisuuteen ja staattisen sähkön vaarojen kartoittamiseen panostettiin, sillä näiden laiminlyönnillä olisi kohtalokkaat seuraukset. Emulsioiden valmistukset ja niiden skaalaukseen liittyvää teoriaa tarkastellaan ja esitellään.</p>	
Avainsanat:	Suunnittelutyö, ATEX, Prosessi, Teollisuus
Sivumäärä:	61
Kieli:	Suomi
Hyväksymispäivämäärä:	1.6.2020

# SISÄLTÖ

## TIIVISTELMÄ

<b>1</b>	<b>Johdanto</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Toimeksianto</b> .....	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Laitteisiin ja tiloihin liittyvä teoria</b> .....	<b>10</b>
3.1	Kolloidi .....	10
3.2	Emulsion valmistus.....	10
3.2.1	<i>Emulgaattori</i> .....	11
3.2.2	<i>High Shear-sekoitin</i> .....	12
3.2.3	<i>Emulsiovalmistuksen skaalaus</i> .....	13
<b>5</b>	<b>Atex</b> .....	<b>19</b>
5.1	Atex-tilat ja räjähdysuojasiasiakirja .....	19
5.1.1	<i>Tilaluokitus</i> .....	20
<b>6</b>	<b>Räjähdysuojasiasiakirja</b> .....	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Antistaattisuus</b> .....	<b>24</b>
7.1	Alkuparametrit .....	24
7.2	Vaaralliset tilanteet .....	24
7.3	Maadoitus ja potentiaalinen tasaus .....	24
7.4	Staattinen sähkö.....	25
<b>8</b>	<b>Suunnittelun vaiheet</b> .....	<b>28</b>
8.1	Esisuunnittelu .....	28
8.2	Perussuunnittelu.....	28
8.3	Toteutussuunnittelu .....	29
<b>9</b>	<b>Dokumentaation keräys</b> .....	<b>29</b>
<b>11</b>	<b>Hankinta</b> .....	<b>42</b>
11.1	Tarjouspyyntö .....	42
11.2	Laittehankinta .....	42
11.2.1	<i>Osienpesukone</i> .....	43
11.2.2	<i>CMT-säiliö</i> .....	43
11.2.3	<i>Antistaattinen lattiapinnoite</i> .....	44
11.3	Nestesekoittamon ja valmistuksen päivityskustannukset.....	44
11.3.1	<i>Osastokohtainen kustannuslaskelma</i> .....	46

<b>12 Yhteenveto .....</b>	<b>47</b>
<b>13 Sammandrag.....</b>	<b>48</b>
<b>Lähteet.....</b>	<b>57</b>
<b>Liitteet.....</b>	<b>61</b>

## Kuvat

## Taulukot

Taulukko 1. Atex-tilaluokitukset.....	20
Taulukko 2. Laiteluokat.....	22

## 3 TERMILUETTELO

RO = Reverse osmosis, käänteisosmoosi.

CMT = Chemical mixing tank, kemikaalien sekoitussäiliö

IBC = Kuljetettava pakkaus, joka ulkomuodoltaan muistuttaa säiliötä.

ATEX = Atmospheres explosives

CIP = Clean in place

Shear rate = Leikkausnopeus

ppm = Parts per million

SOP = Standard operating procedure

Aqua purificata = Puhdistettu vesi

# 1 JOHDANTO

Teampac Oy on suomalainen, kansainvälisesti toimiva sopimusvalmistaja, joka valmistaa ja kehittää terveydenhuolto-, kosmetiikka ja hygienia tuotteita. Yrityksen osaamiseen kuuluvat haastavimmatkin kosteuspyyhe-, geeli-, voide- ja muut nestepohjaiset tuotteet kosmetiikasta lääkinnällisiin laitteisiin.

Teampac Oy sijaitsee Loviisan Liljendalissa, Sävträskin teollisuusalueella. Yritys työllistää noin 60 alan ammattilaista. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2018 10,8 miljoonaa euroa (Teampac 2020).

Suunnittelutyössä on monia tärkeitä vaiheita, jotka ovat monesti opiskelijalle tai aloittelevalle insinöörille tuntemattomia. Työn edetessä suunnittelun vaiheet selkeytyvät, samoin niiden käytännöllisyys. Hyvin tehty suunnittelu luo perusteet onnistumiselle projektin edetessä. Samalla kun vanhaa käytäntöä päivitetään ja suunnitellaan uusia menettelytapoja, vastaan tulee jatkuvasti uusia haasteita ja tilanteita. Hygienia, kosmetiikka ja terveydenhuoltoteollisuudessa työskentelevällä insinöörillä on monia haastavia ja mielenkiintoisia työtehtäviä.

Työssä tarkastellaan tuotantoon ja laitteisiin liittyvää teoriaa ja teollisuudelle ominaisia käytäntöjä ja toimintatapoja.

Tämän työn suunnittelussa käytettiin paljon aikaa vanhan tiedon kartoittamiseen, sekä puuttuvan tiedon paikkaamiseen. Vanhojen kaavioiden perusteella yrityksen päivittyneitä tuotantotarpeita tarkasteltiin, jonka avulla tehtiin uusia kaavioita, jotka vastasivat uutta tuotantotarvetta.

Työn avulla kerätyllä tiedolla tehdään mitoitus, joka hyödynnetään tehtaassa laajennustyön yhteydessä. Työn päätarkoitus on tuotannon konseptin päivitys, sen kartoittaminen ja vahvistaminen. Laajennustyön yhteydessä tuotantotilat laajentuvat ja päivittyvät. Tämä mahdollistaa uudenlaisen ja tehokkaamman toiminnan.

Työssä prosesseja päivitettiin ja tehostettiin. Prosessien päivitykseen käytettiin edellisten vuosien järjestelmätietoa, joka haettiin yrityksen tuotantojärjestelmästä. Tämän perusteella prosesseja ja uutta tuotantoa mitoitettiin ja optimoitiin. Kaaviot piirrettiin AutoCAD-ohjelmalla.



Tuotantoon tehtiin välttämättömiä hankintoja, jotka tehostavat toimintaa, sekä luovat turvallisuutta työntekijöille. Antistaattisuus oli keskeisessä roolissa, sillä tehtaassa valmistetaan ATEX-tuotteita ATEX-tiloissa. Mikäli antistaattisuutta laiminlyötäisiin, olisivat seuraukset kohtalokkaat. Tämän takia työssä pistettiin suurta painoarvoa ATEX-tiloihin ja niiden teoriaan.

Tuotantolaitteiden puhtaus ja mikrobiologia ovat tärkeitä osa-alueita tässä työssä. Koska työ käsittää sekä hygienia- että terveydenhuoltoteollisuutta, on puhtaus erittäin keskeisessä roolissa. Työssä tarkastellaan tehtaan omia hygienia ja puhtauskäytäntöjä ja sääntöjä tuotantolaitteissa. Samalla uusia konsepteja ja jo olemassaolevia käytäntöjä esitellään.

Tehdaslaajennuksen rakennustyöt odotetaan alkavaksi kesällä 2020 ja valmistuvan keväällä 2021.

Työssä pysytään konseptitasolla. Työssä ei käsitellä erillisiä asiakastöitä, tuoteasioita, eikä asiakkaisiin liittyviä asioita.

## **2 TOIMEKSIANTO**

Teampac Oy rakennuttaa uudet tuotantotilat. Tämä vapauttaa olemassa olevaa tuotantotilaa varastotilaksi. Hankkeen yhteydessä tehtaan logistiikkaa ja asemapiirustusta päivitetään ja samalla valmistusprosesseja tehostetaan.

Suurin prosessien päivitys tapahtuu nestesekoittamossa ja valmistamossa ja siihen liittyvissä aputoiminnoissa. Tässä työssä tehdään kyseisten osastojen muutokset esi- ja perussuunnittelutasolla.

Henkilökohtainen tehtävä oli: Hankkia tarvittavat tiedot projektia varten, auttaa suunnittelutyössä, etsiä palveluita ja asemapiirustuksien piirtäminen.

## 3 LAITTEISIIN JA TILOIHIN LIITTYVÄ TEORIA

Luvussa esitellään laitteisiin ja tiloihin liittyvää teoriaa. Aihe on tärkeä, sillä kaikki nämä aiheet ovat esillä jatkuvasti päivittäisessä toiminnassa.

### 3.1 Kolloidi

Kolloidi on keräysmääritelmä sekoituksista. Kolloideja on monia esimerkiksi: Suspensio, aerosoli, vaahto ja emulsio. Kaikki kolloidit koostuvat kahdesta faasista. Seuraavassa tekstissä esitellään emulsio. Kolloidin hiukkaskoko on 1-500 nanometriä. Tällöin painovoima ei mahdollisesti vaikuta seokseen (Holmberg 2019).

### 3.2 Emulsion valmistus

Emulsio määritellään seuraavasti: Kahden tai useamman nesteen seos, jonka komponentit ovat normaalisti sekoittumattomia keskenään. Useimmiten yksi näistä komponenteista on vesi. Emulsiolla ja kolloideilla on samoja ominaisuuksia. Molemmissa liuos koostuu dispergoituneesta faasista ja jatkuvasta faasista (Österberg 2017).

Emulsion väri voi vaihdella melko paljon riippuen sen tiheydestä. Emulsiot ovat väriltään valkoisia, kun kaikki valo hajaantuu tasaisesti, sinertäviä, jos matalan aallonpituuden valo hajaantuu, ja kellertäviä, jos emulsio on tiheä ja korkean aallonpituuden valo hajaantuu. Tätä ilmiötä kutsutaan nimellä ”Tyndall-effekti” (Calbreath 2017).

Flokkuloitumista esiintyy silloin, kun pisaroiden välillä on vetävä voima, joka aiheuttaa flokkien muodostumisen. Flokkuloitumista voidaan aiheuttaa tahallisesti lisäämällä nesteeseen flokkulantti, joka on positiivisesti varautunut aine (Tech-faq 2019). Vaihtoehtoisesti flokkuloitumista halutaan välttää, nesteeseen voidaan lisätä deflokkulantti. Deflokkulantti on negatiivisesti varautunut aine, joka auttaa pitämään partikkelit nesteessä. Flokkuloituneen nesteen partikkelit muodostavat ryhmittymiä ja ns. paakkuuntuvat yhteen (Hansen 2019). Flokkuloitumista esiintyy Oil in Water-emulsioissa (Holmberg 2019).

Emulsiot voivat myös sedimentoitua. Sedimentoitumisessa dispergoitunut faasi on tiiviimpi, kuin jatkuva faasi. Kyseisessä ilmiössä painavammat dispergoituneen faasin pisarat putoavat pohjalle painovoiman tai sentrifugin sentrifugaalivoiman ansiosta ja näin emulsio erottuu. Tätä esiintyy useimmiten niin sanotuissa Water in Oil-emulsioissa (Holmberg 2019). Koalesensoitumista tapahtuu, kun pisarat törmäävät toisiinsa ja yhdistyvät. Näin ajan saatossa pisarakoko suurenee (Yamashita et al. 2017 s. 489-506). Ostwaldin kypsytyksessä suuremmat pisarat laajentuvat, kun pienemmät liukenevat nesteeseen ja tätä kautta liuetessaan yhdistyvät suurempiin. Ostwaldin kypsytystä esiintyy yleensä Oil-in-water-emulsioissa (Maphosa et al. 2018), (Yamashita et al. 2017 s. 489-506).

Myös moniosaiset emulsiot ovat mahdollisia, esimerkkejä näistä ovat: Water in Oil in Water (Wang et al. 2018) ja Oil in Water in Oil (Sjöblom 2020).

Emulsion stabiilisuutta voidaan lisätä. Edellä mainittuja ominaisuuksia voidaan stabilisoida lisäämällä emulgaattori. Tensidi on yksi näistä. Näin emulsion kineettinen stabiilisuus vahvistuu, sillä pisaroiden koko ei muutu merkittävästi ajan kuluessa ja emulsio ei leikkaannu (Lin 2017).

### **3.2.1 Emulgaattori**

Emulgaattori on aine, joka stabiloi kahden aineen seosta, estäen niiden erottumisen. Emulgointiaineilla on hydrofiilinen tai polaarinen osa, ja hydrofobinen tai lipofiilinen osa (European Food Emulsifier Manufacturers Association 2020).

Surfaktantti on yksi emulgaattoreiden kategorioista. Surfaktanttien ominaisuus on, että ne madaltavat nesteiden välistä jännitystä. Nimenomaan nesteen pintajännitys pienenee, jos siihen lisätään surfaktantti. Tällä periaatteella pesuaineet poistavat rasvaa puhdistettavista pinnoista. Nesteseoksessa surfaktantti auttaa pitämään pisarakokoa pienenä (Helmestine 2019). Jos pisarakoko kasvaa liian suureksi, nesteet erottuvat. Surfaktantit estävät tätä tapahtumasta. Surfaktantit tunnetaan myös nimellä tensidi (Holmberg 2019).

Emulgointiaineilla on liukoisuutta joko öljyyn tai veteen. Öljyyn liukenevat emulgaattorit muodostavat Water in Oil-emulsioita. Kun taas veteen liukenevat emulgaattorit muodostavat Oil in Water-emulsioita (Holmberg 2019).

### 3.2.2 High Shear-sekoitin

Emulsioiden valmistuksessa käytetään yleensä High Shear roottori/taattorisekoitinta. Sekoittimen kyky tuottaa valtavasti leikkausvoimaa takaa sen, että emulsiot ovat korkealaatuisia ja valmistuvat nopeasti.

Emulsioiden viskositeetillä on vaikutusta sekoittimen toimintaan. Korkean viskositeetin omaavat komponentit sekoittuvat hitaammin ja saattavat vaatia ylimääräistä sekoitusaikaa.

Tätä leikkausvoimaa kutsutaan englanniksi ”Shear rate” ja suomeksi Leikkausnopeus. Tällä termillä ilmoitetaan sekoittimien leikkausteho. Suuremmalla shear rate:lla saadaan hienompia seoksia, koska pisarakoko leikkaantuu pienemmäksi, kuin matalammalla shear rate:lla tuotettu.

Tällainen sekoitin toimii käytännössä niin, että Roottorin (pyörivä osa) ja taattori (paikallaan oleva osa), ovat pienen etäisyyden päässä toisistaan, esimerkiksi 0,5 mm. Roottori pyörii ja emulsio kulkee roottorin ja taattorin välistä, jolloin faasit yhdistyvät ja seos emulgoituu. Pienempi etäisyys mahdollistaa suuremman potentiaalisen shear rate:n. Shear rate korreloi vahvasti kierrosmäärän kanssa (Charles Ross and Son Company 2019).

Shear rate:n yksikkö on  $s^{-1}$ .

Laitteen ominainen Shear rate voidaan laskea laitteiston tietojen perusteella.

Shear raten laskeminen: Halkaisija millimetreissä\* $\pi$ \*rpm/60/Roottorin ja taattorin väli millimetreissä.

**Esimerkki:  $60 \text{ mm} * 3,14 * 6000 \text{ rpm} / 60 / 0,5 \text{ mm} = 37680 \text{ S}^{-1}$**

### 3.2.3 Emulsiovalmistuksen skaalaus

Yleinen ongelma, joka ilmenee high shear-sekoittimien käytön kanssa, on skaalaus. Laboratoriossa tuotettu näyte tai testierä ei välttämättä aina onnistu samalla tavalla suuressa padassa tuotettuna. Monet aliarvioivat pienen sekoittimen kyvyn tuottaa shear rate:a ja näin ollen pienempi sekoitin tuottaa nopeammin ja paremmin hyvän emulsion sen tilavuuteen nähden, kuin iso tehdassekoitin. Turnover-rate:n tarkkailu on yksi parhaista tavoista skaalata emulsion valmistus pienestä isompaan sekoittimeen. Turnover rate tarkoittaa sitä, kuinka monta kertaa valmistettava emulsio kulkee kokonaan sekoittimen läpi tietyssä ajassa. Sekoituksen tehokkuus on riippuvainen sekoittimen shear ratesta ja kuinka iso säiliö sekoittimessa on. Pieni sekoitin voi tuottaa 0,83 turnovera sekunnissa, kun taas iso pata saattaa tuottaa saman verran turnoverita 41 sekunnissa. Hyvin yksinkertainen emulsio saattaa valmistua noin 12 turnoverissa. Jolloin emulsio on mahdollista valmistua noin 15 sekunnissa pienessä sekoittimessa ja noin 8 minuutissa isossa sekoittimessa. Tämä kaikki riippuu pumpun tehosta, säiliön tilavuudesta ja kukin laitteen ominaisesta shear ratesta. Mikäli alkuperäisen laboratorioerän valmistusaika on arvioitu väärin, saattaa tämä johtaa siihen, että ison sekoittimen valmistusaika yliarvioidaan ja emulsiota sekoitetaan turhaan liikaa. On syytä huomauttaa, mikäli molemmilla laitteilla on eri shear ratet, on skaalaus todella työlästä. Tämä johtuu siitä, että sekoittimien aiheuttama shear rate on myös sidoksissa roottorin ja staattorin etäisyyteen. Täten emulsion pisarakoko ei muutu juurikaan, vaikka sitä sekoitettaisiinkin ylimääräisesti, mutta emulsion valmistukseen käytetty aika saattaa nousta todella korkeaksi, mikäli tämä vaihe tehdään huolimattomasti (Lindroos 2019), (Charles Ross and Son Company 2019).

## 5 ATEX

”ATEX-laitedirektiivissä säädetään räjähdysvaarallisten tilojen laitteiden ja suojausjärjestelmien turvallisuudesta.” (Tukes 2019, 2).

Atex on tärkeä osa sellasten yritysten toimintaa, jotka käyttävät tai valmistavat räjähdysvaarallisia aineita tuontantotiloissaan tai toiminnassaan. Seuraavissa kappaleissa esitellään työnantajan velvollisuudet ja turvallisuuteen liittyvää tietoa.

### 5.1 Atex-tilat ja räjähdysvaarallisuusasiakirja

Räjähdysvaarallinen tila määritellään siten, että tilassa mahdollisesti esiintyy räjähdysvaarallinen ilmaseos. Ilmaseos voi olla räjähdysvaarallinen, kun sekoitus koostuu erilaisista aineista, mutta yleensä se on ilman ja höyryn, pölyn tai kaasun sekoitus. Atex-termi tulee ranskankielisistä sanoista: Atmosphères explosibles.

Työnantajalla on velvollisuus huolehtia siitä, että työntekijöillä on turvallinen työympäristö räjähdysvaarallisissa tiloissa. Tämä velvoittaa työnantajan myös muokkaamaan tilasta sellaisen, että se on turvallinen, samalla valvoen sitä teknisillä menetelmillä. Atex-säädökset velvoittavat kaikkia työnantajia, joiden työntekijät ovat tekemisissä räjähdysvaarallisten tilojen kanssa. Säädökset pyrkivät ennaltaehkäisemään tilanteita, joissa räjähdysvaarallinen ilmaseos kykenee aiheuttamaan vaarallisen räjähdystilanteen.

Räjähdysvaaraa arvioidessa on otettava kaikki tuotantoprosessit huomioon ja tehtävä arvio kaikista laitteistoista, sekä niiden käyttömahdollisuuksista. Tuotantotiloissa olevat herkästi syttyvät aineet on syytä kartoittaa, sillä tämän perusteella tila voidaan räätälöidä sopivammaksi. Näissä tapauksissa laitteita, aineita ja prosesseja tarkastellaan normaalitilanteissa- ja olosuhteissa. Myös tietyt marginaalitilanteet on syytä ottaa huomioon, jos tilanteet ovat ennakoitavissa. Virheelliset käytöt, käyttöönotto, pois käytöstä ottaminen, huollot ja näytteenotot ovat esimerkkejä ennakoitavista tilanteista, jotka on syytä ottaa huomioon. Tilanteiden kesto ja sijainti, ovat seikkoja, jotka määrittelevät toimenpiteitä. Räjähdysvaarallista ilmaseosta voi esiintyä monella eri tavalla. Ilmaseos voi olla: Sekundäärinen, jolloin ilmaseosta ei esiinny useasti ja mikäli

sitä esiintyy, vain lyhyen ajan. Primäärisesti syttyvää ilmaseosta esiintyy tavallisissa olosuhteissa vain harvoin. Räjähdyksvaarallista ilmaseosta voi esiintyä useasti ja pitkään. Tällöin kyseessä on jatkuvasti esiintyvä ilmaseos (Säätö Oy 2019).

### 5.1.1 Tilaluokitus

Työnantajan pitää tehdä tiloille tilaluokitus standardien ja säädöksiin mukaan. Tämä tehdään seuraavan taulukon mukaan. Tämän luokituksen (Kts. Taulukko 1) perusteella tehdään turvallisuusluokitukset laitteille ja muille komponenteille, jotka sijaitsevat tilassa (Säätö Oy 2019).

*Taulukko 1. Atex-tilaluokitukset (Säätö Oy 2019).*

Tilaluokka:	Määrittely:
0	Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostamaa räjähdyskelpoista ilmaseosta esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.
1	Tila, johon normaalitoiminnassa voi satunnaisesti muodostua ilman ja palavien kaasujen, höyryjen tai sumujen sekoituksesta koostuvaa räjähdyskelpoista ilmaseosta
2	Tila, jossa ilman ja palavien kaasujen, höyryjen tai sumujen sekoituksesta muodostuvan räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen on normaalitoiminnassa epätodennäköistä ja sitä esiintyy joka tapauksessa vain lyhytaikaisesti.
20	Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.
21	Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos todennäköisesti esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.
22	Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan.

Tilojen merkitseminen kuuluu työnantajan velvollisuuksiin. Atex-tilat merkitään Ex-merkillä. Tilat voidaan tämän lisäksi merkitä lattiaan keltamustalla teipillä. Näissä tiloissa kuuluu myös olla matkapuhelin-, tupakointi- ja tulentekokieltomerkit.

Räjähdyssuojauksesta huolehtimiseen kuuluvat toimenpiteet, jotka estävät vaarallisten ilmaseoksien syntymisen, vältetään niiden syntyminen ja rajoitetaan mahdollisen räjähdyksen aiheuttamia vahinkoja. Toimenpiteet voivat olla joko teknisiä tai organisatorisia. Organisatorinen toimenpide on esimerkiksi: Työntekijöiden kouluttaminen toimimaan korrektisti työtehtävissään. Tekninen toimenpide on tilassa

käytettävien aineiden ja laitteiden hallinta ja niiden muokkaaminen siten, että ne ovat yhteensopivia tilan räjähdysluokituksen kanssa, ja että ne eivät tuota lisäriskiä.

Räjähdysherkän ilmaseoksen estäminen tehdään, varmistamalla että aineiden pitoisuudet eivät ylitä niille ominaisia räjähdysalueita. Tähän pyritään tekemällä säännöllisiä tarkastuksia, huoltamalla laitteita, huolehtimalla riittävästä ilmanvaihdosta, siivoamalla ja inertoinnilla. Aina seoksen syntymistä ei voida estää, jolloin voidaan pienentää syttymisriskiä mm. laitevalinnoilla, maadoituksilla, eristyksillä, jäädyttämällä ja oikeaoppisella ohjeistuksella.

Jos räjähdysvaaraa ei voida täysin poistaa, pitää varautua pienentämään mahdollisen räjähdysvaaran vaikutuksia. Räjähdyspainetta voidaan alentaa kevennetyillä seinillä ja räjähdysluukuilla. Vaimennus on myös tehokas keino, joka voidaan toteuttaa suihkuttamalla sammutusainetta laitteistoon. Räjähdyspaineen vaikutusta voidaan myös pienentää rakentamalla räjähdyspainetta kestävästi. Räjähdysvaaran jälkeen tulipalo on hyvin todennäköinen ja työnantajan on huolehdittava, että poistumistiet ovat asianmukaiset ja että työntekijät osaavat räjähdystilanteessa menetellä oikein.

Erityisesti mekaaniset- ja sähkölaitteet vaikuttavat rutkasti. Samalla maadoitusten, sähköjohtojen ja koteloitien kunnosta kuuluu huolehtia. Työntekijöiden työvaatevalinnat ovat myös osatekijä turvallisuuteen nähden. Antistaattiset kengät, työkalut ja vaatteet ovat tietyissä tilanteissa kriittisessä roolissa. Työntekijöiden oikeaoppinen ohjeistaminen on tärkeää, sillä kännykän käyttäminen ja tupakoiminen on monissa tilanteissa turvallisuusriski.

Tiloihin sijoitettavat laitteet on valittava Atex-laitesäädöksiensä luokkien mukaisesti. Tämä luokittelu perustuu tiloissa esiintyvään palavaan aineeseen ja sen todennäköisyyteen esiintyä tilassa (Kts. Taulukko 2). Laiteluokat määritetään seuraavan taulukon mukaan: (Säätö Oy 2019).



## Taulukko 2. Laiteluokat

Tilaluokka:	Laiteluokka: G = kaasu, D= pöly
0	1G
1	1G tai 2G
2	1G,2G tai 3G
20	1D
21	1D tai 2D
22	1D, 2D tai 3D

Taulukko 2. kertoo laitteiden luokittelun:

” 0, 1 ja 2 ovat tiloja joissa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodostama seos saattaa aiheuttaa räjähdysksen.

20, 21 ja 22 ovat tiloja joissa ilman ja palavan pölyn muodostama seos saattaa aiheuttaa räjähdysksen.

0 ja 20 ovat vaarallisimmat alueet. Räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti pitkäaikaisesti tai usein.

1 ja 21 ovat seuraavat luokat. Räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.

2 ja 22 ovat tiloja joissa palavan aineen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja esiintyessään sen kestävä vain lyhyen ” (Säätö Oy 2019).

## 6 RÄJÄHDYSSUOJAUSASIAKIRJA

Työnantajalla on velvollisuus tehdä räjähdyssuojausasiakirja, kun työpaikalla esiintyy räjähdysvaaraa. Tämä asiakirja luodaan ennen kyseessä olevan tilan käyttöönottoa. Räjähdyssuojausasiakirjan tarkoitus on antaa riittävä yleiskuva vaaroista ja niistä toimenpiteistä, jotka auttavat suojautumaan. Asiakirja on päivitettävä, kun tilaan tehdään muutoksia, jotka muokkaavat tilaa siten, että sen tilaluokitus muuttuu (Tukes 2019, 2), (Säätö Oy 2019).

Räjähdysasiakirjan sisältö:

- Räjähdysvaarallisten tilojen toiminnasta vastuussa olevien henkilöiden nimet, sekä tiloissa työskentelevien henkilöiden määrä
- Tilassa käytettävät räjähdysvaaraa aiheuttavat aineet
- Ne olosuhteet, joissa räjähdysvaaraa esiintyy
- Räjähdysvaaran arvioinnin tulokset, sekä menetelmä
- Asemapiirustus, jossa käy ilmi poistumistiet
- Räjähdysvaarallisten tilojen luokitus
- Laiteluettelo
- Kuvaus ammattipätevyuden omaavan henkilön räjähdysturvallisuuden toteamisesta
- Räjähdyssuojaustoimenpiteen toteuttamisesta, asiakirjan laatimisesta ja sen päivittämisestä vastaavat henkilöt
- Selvitys teknisistä ja organisatorisista räjähdyssuojaustoimenpiteistä  
(Säätö Oy 2019).

Räjähdysvaarallisten tilojen valvonta jakautuu usealle valvontaviranomaiselle. Työsuojeluviranomaiset ovat vastuussa valvoa työntekijöiden turvallisuutta työturvallisuuslain tarkoittamassa työssä, jossa esiintyy räjähdyskelpoisten ilmaseosten aiheuttamia vaaroja. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) on vastuussa valvoa vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyturvallisuudesta annetun lain perusteella laitoksia, joissa kemikaalien käsittely ja varastointi on laajamittaista, eli luvan varaista. Pelastusviranomaiset valvovat laitoksia, joissa kemikaalien käsittely ja varastointi on vähäistä (Säätö Oy 2019).

## **7 ANTISTAATTISUUS**

Luvussa esitellään teoriaa antistaattisuudesta, vaarallisia tilanteita ja toimintatapoja.

### **7.1 Alkuparametrit**

Atex-tilassa mahdollisesti syttyvien aineiden syttymiseen tarvittava energia on riippuvainen höyryn, pölyn tai kaasun saturaatiosta ja kaasuseoksen happipitoisuudesta. Näiden lisäksi paine, lämpötila, ilmankosteus ja muun aineen pisarakoko vaikuttavat räjähtävyyteen (Air Tec Suomi 2020).

### **7.2 Vaaralliset tilanteet**

Vaarallisiksi tunnettuja käyttötilanteita kemian teollisuudessa ovat: Liuottimien annostelu käsin astiasta toiseen, säiliöiden käsittely (erityisesti pesut ja hankaukset), herkästi syttyvien kemikaalien lastaus ja purkaus, kiinteiden jauhemaisten aineiden annostelu käsin, putkisiirto, kemikaalien sekoitus, kostean höyryn käyttö inertointiin, hiilidioksidin käyttö suojakaasuna, sekä purkaukset paineenalaisista laitteista (Välkkynen 2016), (Tukes 2015).

### **7.3 Maadoitus ja potentiaalintasaus**

Maadoitus on tarkoittaa johtavien kappaleiden tai laiteosien yhdistämistä maahan, eli yhteiseen maadoituselektrodijärjestelmään. Maadoitus ei välttämättä tarkoita, että laitetta fyysistesti yhdistetään maahan, vaan se voidaan yhdistää muun muassa erillään sijaitsevaan maadoituskiskoon. Kappaleen ja maan välinen resistanssi kuuluu olla alhainen. Jotta maadoitus olisi toimintavarma, kuuluu se tarkistaa säännöllisin väliajoin (Välkkynen 2016).

Potentiaalintasaus on johtavien kappaleiden osien välinen sähköinen liitäntä, jonka tarkoitus on saada aikaiseksi tasapotentiaali. Palavien nestein säiliöiden osalta potentiaalintasaamisen resistanssi saa olla enintään 1 Mohmia. ESD-suojauksen kannalta

riittää, että resistanssi on alle 1 Mohm- 1 Gohm. Staattisen sähkövarauksen purkautumiselle tärkeää on relaksaatioaika (Välkkynen 2016), (Korjuslommi 2019), (Air Tec Suomi 2020). Aineeseen muodostunut varausylimäärä aiheuttaa jännitteen muihin kappaleisiin, aineisiin tai maahan. Tämä johtuu elektronien siirtymisestä aineiden atomien välillä, jolloin elektronien siirtyminen aiheuttaa sähköisen epätasapainon. Tämän seurauksena kappale saattaa jättäytyä positiiviseksi, tai negatiiviseksi. Tätä tapahtuu useimmiten kappaleiden välisessä kosketuksesta ja hankauksesta. Varauksen suuruus riippuu siitä, kuinka suurin sähkönjohtokyky aineella on, ja aineen irtoamisnopeudesta. Varautuminen saattaa aiheutua ulkoisen sähkökentän vaikutuksesta, tai johtumisesta. Johtavan aineen varaus purkautuu helposti, mikäli maadoitus takaa mahdollisuuden sille purkautua. Mikäli kyseessä on eriste, varaus ei pääse purkautumaan lähestulkoon yhtä helposti (Välkkynen 2016), (Tukes 2015), (Air Tec Suomi 2020).

## **7.4 Staattinen sähkö**

Staattinen sähkö on sähköisen varauksen epätasapaino aineen sisällä tai sen pinnalla. Lataus säilyy, kunnes se pystyy siirtymään pois sähkövirran- tai purkauksen avulla. Staattinen sähkövaraus syntyy, kun kaksi ainetta ovat kosketuksissa ja sitten erotetaan toisistaan. Lähtökohtaisesti vähintään yhdellä kappaleella on oltava korkea resistanssi, jotta tämä toteutuisi. Tämä sähkövaraus purkautuu, kun varautunut aine tuodaan lähelle johtimena toimivaa esinettä.

Erilaiset teolliset prosessit kuten, suodatukset, jauhatukset ja seulonnat aiheuttavat staattisen sähköön muodostumisen. Nesteiden siirtämiset putkistoissa, pneumaattiset siirrot, pölynpoistot ja ilmastoinnit saattavat myös aiheuttaa staattisen sähköön muodostumista. Varauksen todennäköisyys nousee, kun aineet ovat erilaisia ominaisresistanssin kannalta. Tämä on erityisen vaarallista niissä teollisuuksissa, joissa työskennellään räjähdysvaarallisten aineiden kanssa, sillä sähkövarauksen purkautuminen mahdollisesti aiheuttaa aineen syttymisen.

Varauksen muodostuminen ja sen purkautuminen tapahtuu, kun molemmat prosessit eivät ole tasapainossa. Materiaalien johtavuudella on suuri merkitys. Johtava aine ei näissä

tapauksissa kykene säilyttämään staattisen sähkön varausta, kun se on yhteydessä maahan.

Olosuhteet vaikuttavat aineen sähköjohtavuuteen hyvin vahvasti. Suhteellisella kosteudella ja lämpötilalla on suurin vaikutus. Aineiden johtavuus ilmaistaan ominaisresistanssin avulla. Pienempi ominaisresistanssi kielii siitä, että aine on hyvin johtava. Nesteiden johtavuutta ilmaistaan ominaisjohtavuudella.

Hallittu purkautuminen on yksi tehokas tapa ennaltaehkäistä staattisen sähkön aiheuttamia ongelmia. Muodostunutta varausta pitää purkaa koko ajan, jotta sitä ei pääse kertymään. Tehokkain tapa on käyttää suojamaadoitusta. Lisäksi voidaan käyttää ionisaattoreita, jotta kappaletta ympäröivä ilma saadaan neutralisoitua. Ionisaattori, aiheuttaa sen, että ilmasta tulee johtava.

Lähes kaikilla aineilla on minimisyttymisenergia. Tämä on pienin mahdollinen määrä energiaa, jota kukin aine vaatii syttyäkseen. Herkästi syttyvä aine on yleensä ilman ja aineen seos. Standardisoidut arvot toimivat ohjeviittana ja toimivat esimerkkinä siitä, kuinka herkästi aineet voivat syttyä staattisesta sähköstä johtuvista purkauksista.

Jotta aine syttyisi, vaatii tämä aina sen, että varauksella on riittävä potentiaali purkauksen aiheuttamiseksi. Purkauksen energia ylittää täten seoksen minimisyttymisenergian.

Purkaus syntyy, kun syttymiskelpoinen seos on syttymisrajojen mukainen. Tällöin syntyy räjähdys, joka on nopea energian vapautuminen. Tähän liittyy myös nopea aineen laajeneminen.

Kun räjähdys on luonteeltaan kemiallinen, tapahtuu nopea reaktio, joka muodostaa kaasumaisia reaktiosivutuotteita. Näiden kaasujen lämpötila on usein hyvin korkea.

Kiinteiden syttyvien aineiden pölyt muodostavat mahdollisesti räjähtävän seoksen, mikäli ne muodostavat pölypilven ilmaan. Pölyhiukkaset voivat mahdollisesti sekoittua ilmaan, jolloin tämä seos on syttymisherkkä hyvän hapettumisen ja lämmönsiirron ansiosta. Jos pölyn kosteusprosentti ylittää 50 % rajan, räjähdysvaaraa ei ole (Air Tec Suomi 2020).

Staattinen sähkö ei suoranaisesti aiheuta ihmiselle vaaraa. Purkauksen energiamäärä on niin pieni, että sillä ei ole juurikaan vaikutusta. Tämä sähköisku voidaan kokea ikävänä, ja se saattaa aiheuttaa putoamisen, horjahtamisen tai muunlaisen onnettomuuden.

Staattisen sähkön kertyminen, purkautuminen tai muodostuminen ei aina aiheuta minkäänlaista vaaraa tai ongelmatilanteita. Mikäli vaarat pystytään tunnistamaan, voidaan onnettomuuksilta välttyä. Riskienhallinta ja niiden tunnistaminen on näin ollen keskeisessä roolissa.

Sähkönjohtavuus metalleissa huononee, kun lämpötila nousee, kun taas eristeiden johtavuus nousee. Lämpötila vaikuttaa epäsuorasti ilman suhteellisen kosteuden kautta. Pakkaskaleilla staattisen sähkön aiheuttamat ongelmat ovat yleisempiä. Tämä johtuu sisäilman suhteellisen kosteuden laskusta.

Räjähdysherkissä tiloissa lattiapäällysteet on maadoitettava. Johtavuuden on oltava tasainen ja ilmoitettujen arvojen mukainen. Päällysteen kestävyys on tärkeää, jos alueella tehdään usein työtä ja työ aiheuttaa kulumista. Kuten maadoituksissa yleensä, lattian johtavuus kuuluu tarkistaa säännöllisesti. Oikeaoppinen hoito ja puhdistus pidentävät lattian käyttöikä ja säilyttävät sähköjohtavuuden (STAHA yhdistys ry 2019), (Välkkynen 2016), (Tukes 2015), (Korjuslommi 2019), (Air Tec Suomi 2020), (Tukes 2019).

## 8 SUUNNITTELUN VAIHEET

Tässä luvussa käsitellään suunnittelun vaiheita, ja yksityiskohtia niiden toteuttamisesta.

### 8.1 Esisuunnittelu

Esisuunnittelu on yksi ensimmäisistä suunnittelun vaiheista. Esisuunnittelun päätarkoitus on minimoida riskejä ja kartoittaa hankinnan kannattavuus. Projektin onnistumisprosenttia voidaan lisätä huomattavasti, kun siihen lisätään esisuunnittelu. Tässä vaiheessa ei tehdä päätöksiä, eikä hankintoja. Tilanne kartoitetaan ja hankkeelle luodaan yleinen konsepti, joka saattaa muuttua ajan myötä. Mikäli konseptin valinta tai suunnittelu tehdään huolimattomasti, on sillä huomattavat vaikutukset lopputulokseen. Lopputulos ei juuri koskaan nouse tyydyttävälle tasolle, vaikka huolimattomasti suunniteltu hanke toteutettaisiinkin erinomaisesti. Jos esisuunnittelu on tehty erinomaisesti, nousee lopputulos myös aina vähintään hyvälle tasolle, vaikkakin sitä ei olisi toteutettu hyvin. Tämä korostaa esisuunnittelun tärkeyttä. Syy miksi tämä vaihe luo hyvän pohjan onnistumiselle on yksinkertainen: Esisuunnittelussa riskit tunnistetaan, mahdolliset ongelmatilanteet saadaan vältettyä tai minimoitua. Samalla saadaan laaja kokonaiskuva, jota voidaan muokata tilanteen mukaan. Tämä yksinään takaa sen, että mahdolliset huolimattomuudesta johtuvat viat ja ongelmat eivät ilmaannu. Esisuunnittelussa luodaan myös karkea hankeaikataulu. Esisuunnitteluun kuuluvat myös taloudelliset tunnustelut, sekä teknisten asioiden suunnittelu ennen minkäänlaisia investointeja. Esisuunnittelusta edetään seuraavaan vaiheeseen, joka on perussuunnittelu. Perinteisesti esisuunnittelun tärkein tehtävä on antaa investointipäätöksenteolle tarvittavat tiedot.

### 8.2 Perussuunnittelu

Perussuunnittelussa esisuunnittelun konseptia tarkennetaan ja tehdään tarvittavat tekniset määrittelyt toteutussuunnittelua ajatellen. Osastojen asemapiirustukset ja prosessikaaviot tarkennetaan ja lukitaan tässä vaiheessa. Päälaitteet tilataan tarvittaessa jo perussuunnitteluvaiheen aikana. Kustannusarviota tarkennetaan tarvittaessa myös perussuunnitteluvaiheessa ja investoinnin jatkumista arvioidaan. Perussuunnittelun

alussa ja aikana hankkeen aikataulua pilkotaan ja tarkennetaan. Perussuunnittelun tärkein tehtävä on antaa toteutussuunnittelulle tarvittavat lähtötiedot.

### **8.3 Toteutussuunnittelu**

Toteutussuunnittelu alkaa, kun perussuunnittelu on saatettu päätökseen ja päätös hankkeen jatkumisesta on tehty. Toteutussuunnittelussa tehdään valmistuspiirustukset, jotka kuuluvat jo osana perussuunnittelussa tehtyihin hankintoihin (esim. säiliöiden valmistus) tai liittyvät tulevien hankintojen toteutukseen (esim. putkistourakointiin). Toteutussuunnittelussa tehdään laitehankintoihin ja laitepiirustuksiin liittyvät työt. Toteutussuunnittelun jälkeen voidaan siirtyä hankintavaiheeseen. Toteutussuunnittelun tärkein tehtävä on luoda valmistuspiirustukset toteutusta varten.

## **9 DOKUMENTAATION KERÄYS**

Ennen varsinaisen suunnittelun aloittamista on tärkeää kerätä mahdolliset dokumentaatiot kohteesta ja sen komponenteista. Näin luodaan paras mahdollinen lähtökohta, ja samalla vältetään myöhemmin ilmenevistä ongelmista, joita tiedon puute aiheuttaa. Mikäli olemassa oleva dokumentaatio on puutteellinen, pitää sitä täydentää. Tässä tapauksessa sekoittamon komponenttiluettelo, laiteluettelo ja pumppuluettelo olivat puutteelliset tai olemattomat, joten niitä päivitettiin (Kts liite 1). Päivitys tapahtui koko sekoittamojärjestelmän systemaattisella läpikäymisellä. Läpikäymisen pohjana käytettiin vuoden 2015 sekoittamokaaviota. Mikäli jokin komponentti tai laite ei täsmännyt, kirjattiin se luetteloon ja korvattiin siten olemassa olevalla komponentilla tai laitteella. Samalla kartoitettiin puutteellisia ja työn kannalta tärkeitä tietoja.

Sekoittamokaaviota muokattiin sen mukaan, kun järjestelmän läpikäyminen eteni. Lopulta tulos oli täysin todellisuutta vastaava kaavio. Tämän pohjalta pystyttiin tekemään uusi, parempi kaavio, joka vastaa yrityksen nykypäiväisiä tarpeita.



## 12 YHTEENVETO

Suunnittelutyö luo pohjan onnistuneelle projektille. Työn tarkoitus oli päivittää ja tehostaa erikoisen tuontanto-osaston prosesseja ja samalla esitellä siihen liittyvää käytäntöä ja teoriaa. Henkilökohtainen selvitystyö oli haastavaa ja palkitsevaa. Selvitystyötä tehtiin haastatteleamalla henkilökuntaa, mikäli vanhoissa tiedoissa oli aukkoja. Valitettavasti monet toimijat, jotka olivat mukana suunnittelemassa vanhaa järjestelmää, eivät enää olleet työsuhteessa yrityksen kanssa, joten monesti selvitystyössä joutui improvisoimaan ja tekemään sovitteluja. Lopuksi puutteelliset tiedot saatiin paikattua hyvin, ja varsinainen suunnittelutyö saatiin mallikkaasti päätökseen. Tietojen puutteellisuus ei johtunut monesti Teampac Oy:n toiminnasta, vaan laitteiden edellisistä omistajista.

Työssä esitetyt teoriat, ovat harvinaisia ja teollisuuskohtaisia ja niistä ei löydy paljoakaan julkista tietoa. Teampac Oy on tunnistanut tämän ongelman ja luonut itselleen hyviä kansainvälisiä suhteita, joita hyödyntäen voidaan luoda uusia toimintatapoja suurten yritysten tavoin.

Uudet kaaviot tulevat toteutumaan sellaisinaan ja toimintatavat ovat yritykselle sopivia. Tulevaisuudessa niitä päivitetään mahdollisesti uudestaan, kun yrityksen toiminta väistämättä laajenee.

## 13 SAMMANDRAG

Det finns många viktiga skeden i planeringsarbeten. För en studerande, eller nybörjande ingenjör är dessa ofta okända. När arbetet fortskrider, blir också planeringsarbetets skeden konkreta. En bra planering lägger vägen för ett lyckat och framgångsrikt projekt.

Vid planeringen av detta arbete användes det mycket tid på komplettering av bristfällig information inför projektet. Med hjälp av gamla scheman, kunde man jämföra dessa med företagets nya produktionsbehov, samt producera nya scheman, som motsvarade företagets updaterade produktionsbehov.

Processerna i arbetet gjordes effektivare, och de updaterades. Vid updatering av processerna, användes gammal information från företagets produktionssystem. På basis av detta dimensionerades och optimerades processerna. Alla scheman ritades med AutoCAD.

Till produktionen gjordes nödvändiga anskaffningar, som effektiviserar verksamheten, samt skapar säkerhet för personalen. Antistatik är i en central roll, på grund av produktionen av ATEX-produkter.

Produktionsutrustningens renhet och mikrobiologi är viktiga aspekter av detta arbete. Eftersom arbetet omfattar både hygien- och hälsoindustrin, spelar renheten en nyckelroll.

Arbetet presenterar teorin relaterad till produktion och utrustning, samt branschspecifika metoder och förfaringssätt.

Kolloid är en samlingsdefinition av blandningar. Det finns många kolloider, till exempel: Suspension, aerosol, skum och emulsion. Alla kolloider består av två faser.

En emulsion definieras som: En blandning av två eller flera vätskor vars komponenter normalt inte är blandbara med varandra. Oftast är en av dessa komponenter vatten. Emulsioner och kolloider har samma egenskaper. I båda består lösningen av en dispergerad fas och en kontinuerlig fas.

Stabiliteten av en emulsion kan ökas med hjälp av en emulgator. En tensid är en av dessa. Tensider stärker den kinetiska stabiliteten hos emulsionen, så att droppstorleken inte förändras väsentligt över tiden och emulsionen inte skjuvas. Emulgatorer har löslighet i

antigen olja eller vatten. Oljelösliga emulgatorer bildar Water in Oil-emulsioner. Medan vattenlösliga emulgatorer bildar Oil in Water-emulsioner.

Emulsioner tillverkas vanligtvis med en High Shear-rotor/statorblandare. Blandarens förmåga att producera en enorm mängd skjuvning säkertställer att emulsionerna är av hög kvalitet och produceras snabbt.

En high shear-blandare fungerar i praktiken så att rotorn (roterande delen) och statorn (stationära delen) är på ett litet avstånd från varandra, till exempel 0,5 mm. Rotorn roterar och emulsionen passerar mellan rotorn och statorn, varvid faserna kombineras och blandningen emulgeras. Ett mindre avstånd möjliggör en högre skjuvhastighet. Skjuvhastigheten korrelerar med varv antalet.

Shear rate:ns enhet är  $s^{-1}$ .

Shear rate för en apparatur kan beräknas med hjälp av apparatens information.

Beräkning av shear rate: Diameter i millimeter \*  $\pi$  \* rpm / 60 / mellanrummet mellan rotorn och statorn i millimeter.

**Exempel:  $60 \text{ mm} * 3,14 * 6000 \text{ rpm} / 60 / 0,5 \text{ mm} = 37680 \text{ S}^{-1}$**

Ett explosivt utrymme definieras som en eventuell närvaro av en explosiv atmosfär. En luftblandning kan vara explosiv när blandningen består av olika ämnen, men det är vanligtvis en blandning av luft- och ånga, damm eller gas. Begreppet ATEX kommer från de franska orden: Atmosphères explosibles. Arbetsgivaren har en skyldighet att se till att anställda har en säker arbetsmiljö i potentiellt explosiva utrymmen. Detta kräver också att arbetsgivaren ändrar utrymmen så att det är säkra, samtidigt övervakas detta med tekniska metoder. ATEX-förordningarna är bindande för all arbetsgivare vars anställda är utsatta för potentiellt explosiva atmosfärer. Bestämmelserna syftar till att förhindra situationer där en explosiv atmosfär kan orsaka en farlig explosion.

Arbetsgivaren är skyldig att göra ett explosionsskyddsdocument när det finns risk för explosion på arbetsplatsen. Detta dokument skapas innan utrymmet tas i bruk. Syftet med explosionsskyddsdocumentet är att ge en tillräcklig överblick över farorna och åtgärderna som hjälper att skydda för en explosion. Dokumentet måste uppdateras när ändringar till utrymmet görs så att klassificeringen ändras.

Den energi som krävs för att antända potentiellt brannfarliga ämnen i ett ATEX-utrymme beror på mättnaden av ånga, gas eller damm och syreinhåll i denna blandning. Dessutom påverkar tryck, temperatur, luftfuktighet, samt partikelstorleken till explosionsförmågan.

Jordning är anslutningen av ledande delar eller utrustningsdelar till marken, dvs till ett jordningselektrodsystem. Jordning betyder inte nödvändigtvis att föremålet fysiskt är ansluten till marken, men föremålet kan anslutas till en separat jordskena. Motståndet mellan föremålet och marken måste vara låg. För att jordningen ska vara tillförlitlig måste den kontrolleras med jämna mellanrum.

Statisk elektricitet är en obalans av elektrisk laddning i eller på ett ämnets yta. Laddningen bibehålls tills den kan förflytta sig som en elektrisk ström eller via urladdning. Statisk elektricitet genereras när två ämnen är i kontakt med och sedan separeras från varandra. I princip måste minst ett av föremålen ha högre resistans för att detta ska kunna ske. Denna elektriska laddning urladdas när det laddade ämnet förs nära ett föremål som fungerar som en ledare.

Nästan alla ämnen har en minimi antändningsenergi. Detta är den minsta mängden energi som varje ämne kräver för att antändas. En brandfarlig substans är vanligtvis en blandning av luft och ett ämne. De standardiserade värdena fungerar som referens och fungerar som ett exempel på hur lätt ämnen kan antändas på grund av statisk elektricitet. För att ett ämne ska antändas kräver detta alltid att laddningen har tillräckligt med potential för att orsaka urladdning. Urladdningens energi överstiger således blandningens minimi antändningsenergi. Urladdning inträffar när den brandfarliga blandningen uppfyller antändbarhetsgränserna. Detta orsakar en explosion, vilket är en snabb frisättning av energi. Detta involverar också en snabb ämnesexpansion.

Förplaneringen är en av de första planeringsskedena. Förplaneringens funktion är att minimera risker, och kartlägga anskaffningens lönsamhet. Man kan höja projektets framgång betydligt, med att inkludera förplanering till planeringsskedena. I detta skede görs inga beslut, eller anskaffningar. Läget kartteras och projektet får ett generellt koncept, som möjligtvis ändras i framtiden. Om konceptvalet eller planeringen görs slarvigt, kommer projektets slutresultat sällan att stiga över en nöjaktig nivå, även om

projektet verkställs perfekt. Om förplaneringen har gjorts utmärkt, kommer slutresultaten nästan alltid att nå en god nivå, även om verkställningen gjordes slarvigt.

I basplaneringen specificeras förplaneringens koncept och samtidigt görs nödvändiga tekniska definitioner inför realiseringsplaneringen. Avdelningslayouter och processscheman förfinas och låses in vid denna punkt. Vid behov beställs huvudutrustningen redan under basplaneringsfasen. Om nödvändigt, kommer kostnadsberäkningen också att specificeras i basplaneringsfasen och investeringens fortsättning bedöms. I början och under basplaneringen är projektschemat uppdelat och specificerat. Den viktigaste uppgiften av basplaneringen är all tillhandahålla nödvändiga insatser inför realiseringsplaneringen.

Realiseringsplaneringen börjar när för- och basplaneringen är avslutad och ett beslut om att fortsätta projektet har fattats. I realiseringsplaneringen görs produktionsritningar som redan är en del av anskaffningarna, som specificerades i basplaneringen. Arbete relaterat till anskaffning av utrustning och utrustningsritningar utförs i realiseringsplaneringen. Efter realiseringsplaneringen är det möjligt att gå vidare med anskaffningsfasen. Den viktigaste uppgiften av realiseringsplaneringen är att skapa tillverkningsritningar inför projektets förverkligande.

Teampac Oy är en finsk, internationell kontraktstillverkare, som tillverkar och utvecklar hälso-, kosmetik- och hygienprodukter. Företagets expertis inkluderar även de mest utmanande våtservetter, geler, krämer och andra vätskebaserade produkter från kosmetika till medicinsk utrustning.

Teampac Oy ligger i Liljendal, Lovisa, i Sävträsk industriområdet. Företaget har cirka 60 anställda. Företagets omsättning 2018 var 10,8 miljoner euro.

Anbudsbegäran inkluderar beskrivningar av de tjänster eller produkter som abonnenten önskar få erbjudande för. Förutom tjänster och produkter kan anbudsbegäran inkludera andra villkor, som leveranstid. I en anbudsbegäran är det också bra att presentera sitt eget företag, så att leverantören kan skraddarsy offerten mer deltajerat. Kontraktet kommer i kraft när kunden accepterar leverantörens erbjudande.

Efter uppdateringen av blandningsavdelningens schema, började planering för anskaffning av apparatur. Företagets behov granskades och det konstaterades att

förbättring av hygiennivå är en viktig del av anskaffningen. Anskaffning av apparatur inkluderar tillägg av personalavslutningar för att hålla avdelningarna åtskilda och konceptet är uppenbart mer hygieniskt. Kemikaliehanteringen är ett nytt koncept, som också används av andra företag inom branschen. Det nya kemiska behandlingskonceptet är också mer effektivt och hygieniskt än det gamla konceptet.

Planeringsarbetet lägger grunden för ett lyckat projekt. Syftet med arbetet var att uppdatera och effektivera processerna för en speciell produktionsavdelning samt presentera tillhörande praxis och teori. Den personliga utredningen var utmanande och givande. Undersökningen genomfördes med hjälp av intervju av personal, om det fanns brister i den gamla informationen. Tyvärr var många av de anställda som var involverade i projektet för det gamla systemet inte längre anställda av företaget, så många gånger måste man i utredningsarbetet improvisera och göra kompromisser. Slutligen korrigerades den ofullständiga informationen och planeringsarbetet slutfördes galant. Bristen på information berodde ofta inte på Teampac Oy:s verksamhet, utan av utrustningens tidigare ägare. Teorierna som presenteras i arbetet är sällsynta och branschspecifika och innehåller inte mycket offentlig information. Teampac Oy har identifierat detta problem och skapat goda internationella relationer, som kan användas för att skapa nya sätt att agera på samma sätt som stora företag. De nya scheman kommer att implementeras som de är och de presenterade driftsmetoderna är lämpliga för företaget. De kan uppdateras igen i framtiden, eftersom företagets verksamhet oundvikligen expanderar.

## LÄHTEET

- Air Tec Suomi, 2020. Saatavilla: <https://airtecsolutions.fi/blog/airtec-blog/airtec-blog/sahkoeisen-purkamisen-aiheuttamat-riskit> 22.4.2020.
- Bowser, T.J., 2013, Sanitary Pump Selection and Use, *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering*, 2, s. 599-618. Saatavilla: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123858818000227> Haettu: 22.4.2020.
- Burkert Finland Oy, 2019. Saatavilla: <https://www.burkert.fi/fi/Asiakaspalvelu-ja-varaosat/Tuki/Terminologia/Mitae-Clean-in-Place-CIP-tarkoittaa> Haettu: 1.7.2019.
- Burkert Finland Oy, 2019. Saatavilla: <https://www.burkert.fi/fi/Tuotteet-ja-sovellukset/Yksiloelliset-ratkaisut/Kaeyttoeesimerkkejae/Ratkaisut-onnistuneeseen-Clean-in-Place-puhdistukseen-CIP> Haettu: 1.7.2019.
- Calbreath, B., 2017. Saatavilla: <https://courses.lumenlearning.com/cheminter/chapter/colloids/> Haettu: 25.7.2019.
- Charles Ross and Son Company, 2019. Saatavilla: <https://www.mixers.com/whitepapers/The%20Art%20of%20High%20Shear%20Mixing%2008242007.pdf> Haettu 16.7.2019.
- European Food Emulsifier Manufacturers Association, 2020. Saatavilla: <http://www.emulsifiers.org/ViewDocument.asp?ItemId=11&Title=What> Haettu: 22.4.2020.
- Hansen, T., 2019. Saatavilla: <https://digitalfire.com/glossary/deflocculation> Haettu: 25.7.2019.
- Helmenstine, A.M., 2019. Saatavilla: <https://www.thoughtco.com/definition-of-emulsifier-or-emulsifying-agent-605085> Haettu: 22.4.2020.
- Holmberg, M., 2019, [Suullinen]. Haastattelu: 20.11.2019
- Korjuslommi, E., 2019. Saatavilla: <http://virtual.vtt.fi/virtual/staha/stahayhdistys/atex%20tr/liite2.pdf> Haettu 16.7.2019.

Lindroos, C-M., 2019, [Suullinen]. Haastattelu: 25.7.2019

Lin, J.T., 2017, Increasing Productivity by Reducing Carbon Footprint in Cosmetics Processing, *Cosmetic Science and Technology*, s. 657-670. Saatavilla: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128020050000392> Haettu: 22.4.2020.

Maphosa, Y., Jideani, V.a., 2018. Factors Affecting the Stability of Emulsions Stabilised by Biopolymers, *Science and Technology Behind Nanoemulsions*. Saatavilla: <https://www.intechopen.com/books/science-and-technology-behind-nanoemulsions/factors-affecting-the-stability-of-emulsions-stabilised-by-biopolymers> Haettu: 25.7.2019.

Sjöblom, J., 2020, *Emulsions and Emulsion Stability*, 132(2), s. 132. Saatavilla: [https://books.google.fi/books?id=mUduBwAAQBAJ&pg=PA182&lpg=PA182&dq=OWO+emulsion&source=bl&ots=\\_jfJLY8Ztg&sig=ACfU3U04YkTp-uOAOzrZ16Q-GFppQ-ms0g&hl=fi&sa=X&ved=2ahUKEwiJivvY3f7oAhVQ1qYKHZdqDA4Q6AEwCHoECAoQAQ#v=onepage&q=OWO%20emulsion&f=false](https://books.google.fi/books?id=mUduBwAAQBAJ&pg=PA182&lpg=PA182&dq=OWO+emulsion&source=bl&ots=_jfJLY8Ztg&sig=ACfU3U04YkTp-uOAOzrZ16Q-GFppQ-ms0g&hl=fi&sa=X&ved=2ahUKEwiJivvY3f7oAhVQ1qYKHZdqDA4Q6AEwCHoECAoQAQ#v=onepage&q=OWO%20emulsion&f=false) Haettu: 22.4.2020.

STAHA yhdistys ry, 2019. Saatavilla: <http://virtual.vtt.fi/virtual/staha/koulutusaineisto.pdf> Haettu 16.7.2019.

Stephan, D., 2011. Saatavilla: <https://www.process-worldwide.com/what-is-cleaning-in-place-and-how-does-it-work-a-320588/> Haettu: 22.4.2020.

Säättö Oy, 2019. Saatavilla: <https://saato.fi/tekniset-artikkelit/atex-luokitukset/> Haettu: 18.7.2019.

Teampac IMS, 2019.

Teampac Oscar Pro, 2019.

Teampac Oy, 2020. Saatavilla: <https://teampac.fi/fi/> Haettu: 22.4.2020.

Tech-Faq, 2019. Saatavilla: <http://www.tech-faq.com/flocculation.html> Haettu: 25.7.2019.



Tetra Pak, 2019. Saatavilla:

<https://tpcomprod.blob.core.windows.net/static/documents/cip-guide.pdf> Haettu:

1.7.2019.

Turvallisuus- ja Kemikaalivirasto, 2015. Saatavilla:

<https://tukes.fi/documents/5470659/6406815/ATEX+r%C3%A4j%C3%A4hdysvaarallisten+tilojen+turvallisuus/310d29f5-57bc-431a-90e5-27bf0b6e0f8d/ATEX+r%C3%A4j%C3%A4hdysvaarallisten+tilojen+turvallisuus.pdf?version=1.0> Haettu: 22.4.2020.

Turvallisuus- ja Kemikaalivirasto, 2019. Saatavilla:

<https://tukes.fi/teollisuus/rajahdysvaaralliset-tilat> Haettu: 16.7.2019.

Turvallisuus- ja Kemikaalivirasto, 2019. Saatavilla:

<https://tukes.fi/teollisuus/rajahdysvaaralliset-tilat/rajahdysvaarallisten-tilojen-laitteet-atex> 16.7.2019.

Välkkynen, J., 2016. Saatavilla: <http://pintakilta.weebly.com/atex-staattinen-saumlhkouml.html>

Haettu: 22.4.2020.

Wang, J., Shi, A., Agyei, D., Wang, Q., 2017, Formulation of water-in-oil-in-water (W/O/W) emulsions containing *trans*-resveratrol, The Royal Society of Chemistry. Saatavilla: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2017/ra/c7ra05945k> Haettu: 25.7.2019.

Yamashita, Y., Miyahara, R., Sakamoto, K., 2017, Emulsion and Emulsification Technology, *Cosmetic Science and Technology*, s. 489-506.

Saatavilla:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128020050000288>

Haettu: 22.4.2020.

Österberg, M., 2017. Saatavilla:

[https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/433230/mod\\_folder/content/0/L6\\_CHEM-C2230%20Emulsiot.pdf?forcedownload=1](https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/433230/mod_folder/content/0/L6_CHEM-C2230%20Emulsiot.pdf?forcedownload=1) Haettu: 25.7.2019.

