

PUTKISTOJEN JA LAITTEIDEN KARTOITTAMINEN
KLOORIDIOKSIDILAITOKSELLA

Jesse Vähänen

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri AMK

2016

Tekniikka ja liikenne
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri AMK

Tekijä	Jesse Vähänen	Vuosi	2016
Ohjaaja	Ins. (YAMK), Ari Pikkarainen		
Toimeksiantaja	Oy Botnia Mill Service Ab		
Työn nimi	Putkistojen ja laitteiden kartoittaminen klooridioksidilaitoksella		
Sivu- ja liitesivumäärä	51		

Opinnäytetyö on tehty Metsä Fibren Kemin klooridioksidilaitokselle. Klooridioksidilaitokselle on tehty viime vuosien aikana muutoksia, joista kaikkia ei ole päivitetty toiminnanohjausjärjestelmiin ja PI-kaavioihin.

Opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä klooridioksidilaitoksen toimintaan ja siellä käytettyihin toiminnanohjausjärjestelmiin. Lisäksi opinnäytetyön tavoitteena oli päivittää klooridioksidilaitoksen kemikaaliputkistot ja laitteet ajan tasalle toiminnanohjausjärjestelmissä sekä PI-kaavioissa. Opinnäytetyössä kartoitettiin myös käytöstä poistetut laitteet klooridioksidilaitoksella.

Jokainen kemikaalilinja dokumentoitiin Powerpoint-esityksiin. PowerPoint-esityksiä voidaan käyttää hyväksi kemikaalilinjojen vuositarkastuksissa ja työntekijän perehdytyksessä klooridioksidilaitokselle. Käytöstä poistetut laitteet dokumentoitiin Excel-taulukoihin.

Tulevaisuudessa dokumentoiduille putkistoille ja laitteille voidaan suorittaa vuosittaiset tarkastukset entistä tehokkaammin ja luotettavammin. Opinnäytetyön pohjalta syntyneestä materiaalista on helppo jatkaa klooridioksidilaitoksen kehittämistä.

Avainsanat

toiminnanohjausjärjestelmät, klooridioksidilaitos, teollisuusputkistot

Industry and Natural Resources
Mechanical and Production Engineering

Author	Jesse Vähänen	Year	2016
Supervisor	MEng, Ari Pikkarainen		
Commissioned by	Oy Botnia Mill Service Ab		
Subject of thesis	Updating pipelines and devices in the Chlorine dioxide facility		
Number of pages	51		

This thesis was made for Kemi Metsä Fibre chlorine dioxide facility. During the past years some changes have been made in the Chlorine dioxide facility. Those changes have not been updated on the ERP (Enterprise Resource Planning) systems and process charts.

The main purpose of this thesis was to familiarize with the chlorine dioxide facility and ERP systems and update the chemical pipings and devices in the Erp systems and in the process charts. In addition all unused devices were documented.

Every chemical line was documented as PowerPoint presentations. The Powerpoint presentations can be used to improve annual inspections and to familiarize new staff with the chlorine dioxide facility.

In the future annual inspections to pipings and devices can be done more effectively and more reliably. Documents that were made during thesis, will help to develop Chlorine dioxide facility in the future.

Key words

industrial pipes, chlorine dioxide facility, erp systems

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	YRITYS.....	9
2.1	Oy Botnia Mill Service Ab	9
2.2	Metsä Fibre Oy	9
2.3	Metsä Group Oy	10
3	SELLUTEHTAAN TUOTANTOPROSESSI.....	11
4	KLOORIDIOKSIDITEORIA	13
4.1	Mathieson-menetelmä	13
4.2	Solvay-menetelmä	15
4.3	R2-menetelmä	15
4.4	R3/SVP-menetelmä	15
4.5	R3H-menetelmä	16
4.6	R5-menetelmä	17
4.7	R7-menetelmä	17
4.8	R6/Lurgi/chemetics/Day-Kestin-menetelmä.....	17
5	KLOORIDIOKSIDILAITOS.....	19
5.1	HP-A prosessi.....	19
5.2	Osastolla käytettävät kemikaalit	22
5.2.1	Rikkihappo	22
5.2.2	Vetyperoksidi	23
5.2.3	Natriumkloraaatti	24
5.2.4	Valkolipeä	24
5.2.5	Klooridioksidi.....	25
5.2.6	NaOH.....	26
5.2.7	Jätehappo	27
5.3	Metso Dna	28
6	KUNNOSSAPITO	29
6.1	Mitä on kunnossapito?.....	29
6.2	Kunnossapitolajit	30
6.3	Ehkäisevä kunnossapito ja ennakkohuoltaminen	31
6.4	SAP-toiminnanohjausjärjestelmä.....	32

7	KEMIKAALIPUTKISTOT.....	33
7.1	Kemikaaliputkistojen vaatimukset.....	33
7.1.1	Putkistojen sijoitus ja suojaus	34
7.1.2	Putkistojen varusteet.....	35
7.1.3	Putkistojen materiaalit.....	35
7.2	Putkiston tarkastussuunnitelma	36
7.3	Putkistojen merkitseminen.....	36
7.4	Putkistojen muutokset ja käytöstä poistaminen	38
8	KEMIKAALIPUTKISTOJEN JA LAITTEIDEN KARTOITUS.....	40
8.1	NaOH-putkiston tarkastaminen.....	40
8.2	Toiminnanohjausjärjestelmien päivitykset.....	46
9	POHDINTA.....	49
	LÄHTEET.....	50

ALKUSANAT

Opinnäytetyö tehtiin Metsä Fibren Kemin tehtaalle. Opinnäytetyön tilaajana on Metsä Fibre ja opinnäytetyö tehtiin Botnia Mill Service-yrityksessä. Ohjaajina opinnäytetyössä toimivat Botnia Mill Serviceltä kunnossapitoinsinööri Tomi Pakola ja Metsä Fibreltä Osastomestari Janne Heino. Lapin ammattikorkeakoulun puolelta ohjaajani toimii opettaja Ari Pikkarainen. Haluan kiittää heitä saamastani ohjauksesta ja tuesta.

Lisäksi haluan kiittää Metsä Fibren kuitulinjan käyttöhenkilöstöä saamistani neuvoista ja tuesta.

Kemissä 2016

Jesse Vähänen

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

CPU	Central Processing Unit
DNA	Dynamic Network of Applications
ERP	Enterprise Resource Planning
FBC	Field Bus Controller
Naoh	Natriumhydroksidi
NCU2	Network Controller Unit 2
PCS	Process Station
SVP	Single vessel process

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään Metsä Fibren Kemin tehtaan klooridioksidilaitokselle. Opinnäytetyön tilaajana on Metsä Fibre ja opinnäytetyö tehdään Botnia Mill Service-yrityksessä.

Työn ohjaajana toimii Lapin AMK:n lehtori Ari Pikkarainen. Metsä Fibreltä ohjaajana toimii osastomestari Janne Heino sekä Botnia Mill Serviceltä kunnossapitoinsinööri Tomi Pakola.

Klooridioksidilaitokselle on tehty vuosien saatossa muutoksia, joista kaikkia ei ole päivitetty yrityksen sähköisiin järjestelmiin ja PI-kaavioihin. Lisäksi Klooridioksidilaitoksella olevista prosesseista osan käyttäminen on lopetettu, joten siellä sijaitsee käytöstä poistettuja putkistoja ja laitteita.

Opinnäytetyössä perehdytään klooridioksidilaitoksen toimintaan, toiminnanohjausjärjestelmiin ja laitteistoon. Opinnäytetyön tavoitteena on tehostaa klooridioksidilaitoksen toiminnanohjausjärjestelmien käytettävyyttä, päivittää ennakkohuollot ja PI-kaaviot ajan tasalle sekä dokumentoida klooridioksidilaitoksen kemikaaliputkistot ja laitteet. Käytöstä poistetut putkistot ja laitteet merkitään kentällä ja dokumentoidaan Exceliin.

Lisäksi jokainen kemikaaliputkisto ja niiden laitteet dokumentoidaan PowerPointiin. Powerpoint-esityksiä voidaan käyttää apuna vuosittaisia tarkastuksia suoritettaessa ja perehdyttäessä uusia työntekijöitä klooridioksidilaitokselle. Opinnäytetyötä tehdessä syntyneet ideat, valokuvat ja muu materiaali dokumentoidaan tarkasti, jotta klooridioksidilaitoksen kehittäminen jatkuisi mahdollisimman sujuvasti myös tulevaisuudessa.

2 YRITYS

2.1 Oy Botnia Mill Service Ab

Botnia Mill Service (BMS) on vuonna 1997 perustettu kunnossapidon palveluyhtiö. Opinnäytetyötä kirjoitettaessa yhtiön omistaa Metsä Fibre (omistusosuus 50,1 %) ja Caverion (omistusosuus 49,9 %). Vuodesta 2007 lähtien Botnia Mill Service on vastannut kaikkien Metsä Fibre Oy:n tehtaiden kunnossapidosta. (Botnia Mill Service 2015.)

Vuonna 2014 BMS:n liikevaihto oli noin 56 miljoonaa euroa ja yrityksen palveluksessa työskenteli 387 henkilöä. Liikevoittoa BMS teki 5,4 prosenttia liikevaihdosta. Yritys toimii Suomessa ja sillä on toimipaikkoja Vantaalla, Joutsenossa, Kemissä, Kuopiossa, Raumalla, Tampereella ja Äänekoskella. (Botnia Mill Service 2016.)

2.2 Metsä Fibre Oy

Metsä Fibre Oy on osa metsäteollisuuskonserni Metsä Groupia. Metsä Fibren enemmistöomistaja on Metsäliitto, joka omistaa 50,2 prosenttia Metsä Fibren osakkeista. Metsä Board ja Itochu Corporation omistavat molemmat 24,9 prosenttia Metsä Fibren osakkeista. (Metsä Fibre Oy 2016.)

Metsä Fibre valmistaa havu- ja koivusellua tuotemerkillä Botnia. Havu- ja koivusellua valmistetaan kartonkien, pehmo- ja painopaperien sekä erikoistuotteiden raaka-aineeksi. Tehtaiden yhteen laskettu kapasiteetti on 2,3 miljoonaa tonnia sellua vuodessa. Sellun valmistuksen yhteydessä syntyvät biokemikaalit ja energian yritys käyttää hyödyksi, mistä syntyy 10 prosenttia yrityksen liikevaihdosta. Metsä Fibrellä on Suomessa tehtaat Joutsenossa, Kemissä, Raumalla ja Äänekoskella. Tehtaat työllistävät yhteensä noin 850 henkilöä. (Metsä Fibre Oy 2016.)

Metsä Fibren Kemin sellutehtaalla on pitkät perinteet. Tehdas on perustettu vuonna 1893, jolloin se toimi nimellä Trävaruaktiebolaget Kemi. Sellua on Kemin tehtaalla tehty vuodesta 1919. Vuonna 1980 alkoi mittava uudistusohjelma, jonka seurauksena koko tehdas rakennettiin uusiksi. Tehdas toimi tällöin nimellä Kemi

Oy. Vuonna 1991 Kemi Oy fuusioitiin Metsä Botniaan. Tässä yhteydessä kartonkitehdas eriytettiin Metsä Botniasta omaksi yhtiöksi nimeltä Kemiart Liners Oy:ksi. 2000-luvulla tehtaalla on uusittu haihduttamo, kaustisointi sekä vesilaitos. Tällä hetkellä Metsä Fibre työllistää Kemissä 169 henkilöä. Tehtaan tuotantokapasiteetti on 590 00 tonnia havu- ja lehtipuusellua vuodessa. Metsä Fibren Kemin tehdas tuottaa havu- ja lehtipuusellua josta osa menee tehtaalla sijaitsevan kartonkikoneen käyttöön ja osa kuivattuna selluna vientiin. (Metsä Fibre Oy 2016.)

Tällä hetkellä Metsä Fibre rakentaa maailman ensimmäistä uuden sukupolven biotuotetehdasta Äänekoskelle. Kyseessä on Suomen suurin metsäteollisuuden historian yksittäinen investointi. (Metsä Fibre Oy 2016.)

2.3 Metsä Group Oy

Metsä Groupin omistaa Metsäliitto Osuuskunta, joka on myös Metsä Groupin emoyritys. Metsä Group omistaa Metsä Woodin ja Metsä Forestin. Lisäksi Metsä Group omistaa 42,53 % Metsä Boardista, 91 % Metsä Tissuesta ja 50,2 % Metsä Fibrestä. (Metsä Groupin sisäinen intranet.) Metsä Group konsernilla on tuotantoa 7 eri maassa ja toimintaa 30 eri maassa. Metsä Groupin palveluksessa työskentelee yli 9 600 henkilöä ja sen liikevaihto oli vuonna 2015 5 016 miljoonaa euroa. (Metsä Group Oy 2016.)

Metsä Group-konserni tuottaa pehmo- ja ruuanlaittopaperia, kartonkia, puutuotteita sekä puunhankinta- ja metsäpalveluita. Jokainen puu, jonka konserni käyttää, on mahdollista jäljittää täydellisesti. 85 prosenttia Metsä Groupin käyttämästä puusta on sertifioitua. (Metsä Group Oy 2016.)

3 SELLUTEHTAAN TUOTANTOPROSESSI

Puu tuodaan Metsä Fibren Kemin tehtaalle junalla tai kuorma-autolla. Puutavara varastoidaan kentälle, josta sitä syötetään prosessiin kurottajien avulla. Kuorimolta koivu- tai havuhake siirretään kuljettimia pitkin omiin kasoihin. Hake kuljetetaan kasoilta sellutehtaalle kuljettimia pitkin.

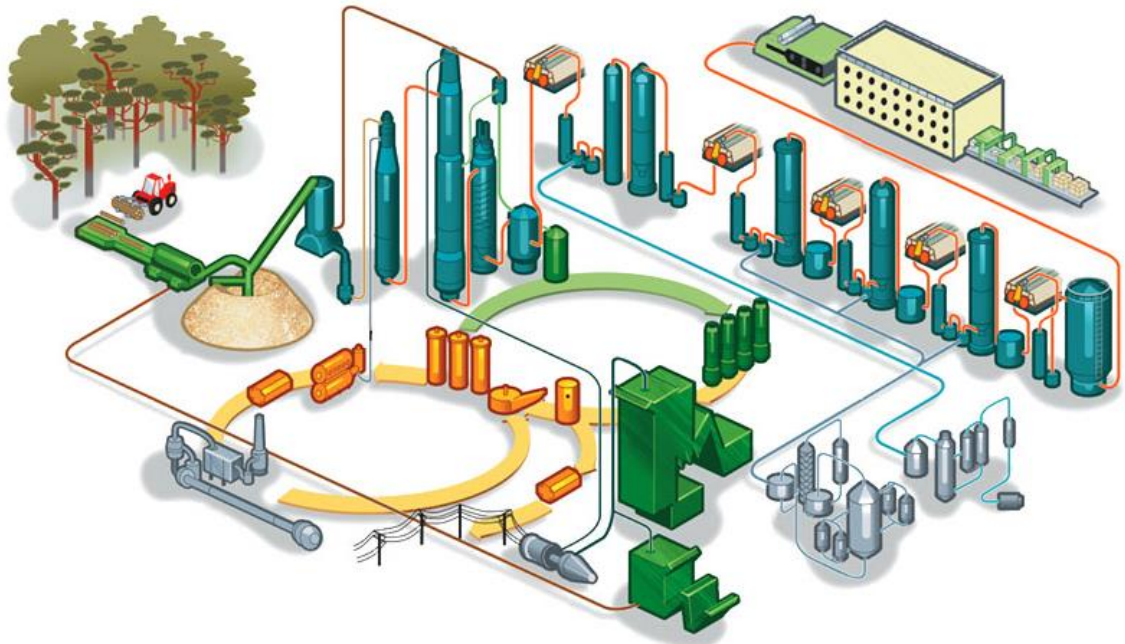
Kuljettimelta hake syötetään hakesiiloon, jossa sitä esipasutetaan pasutushöyryllä. Tämän jälkeen tapahtuu varsinainen pasutus pasutusastiassa, jossa hakkeesta poistetaan ilmaa höyryn avulla. Ilman poistaminen hakkeesta edesauttaa kemikaalien imeytymistä hakkeeseen. Pasutusastiasta hake syötetään imeytystorniin, jossa haketta imeytetään keittolipeällä. Imeytystornista hake syötetään kuvassa 1 näkyvään Kamyr-keittimeen, jossa hakkeesta poistetaan lingiiniä kemikaalien ja lämmön avulla.



Kuva 1. Kamyr-keitin (Knowpulp 2016.)

Keittokemikaalina keitossa käytetään natriumhydroksidin ja natriumsulfidin seosta eli valkolipeää. Kamyri-keitin on jatkuvatoiminen keitin eli keittimen yläpäähän syötetään haketta jatkuvasti hakkeen poistuessa keittimen alakautta. Keiton jälkeen massa on väriltään ruskeaa, koska massassa on vielä lingiiniä. Keittimestä massa siirtyy happidelignifointiin jossa, siitä edelleen poistetaan lingiiniä.

Tämän jälkeen massaa valkaistaan valkaisukemikaalien avulla useassa eri vaiheessa. Yleisimmät valkaisukemikaalit ovat happi, klooridioksidi ja vetyperoksidi. Massan valkaisemisen jälkeen massa pumpataan massatorneihin, joista se pumpataan Metsä Boardin kartonkikoneelle tai Metsä Fibren kuivauskoneelle. Edellä kuvattu prosessi on havainnollistettu alla olevassa kuvassa 1. (Knowpulp 2016.)



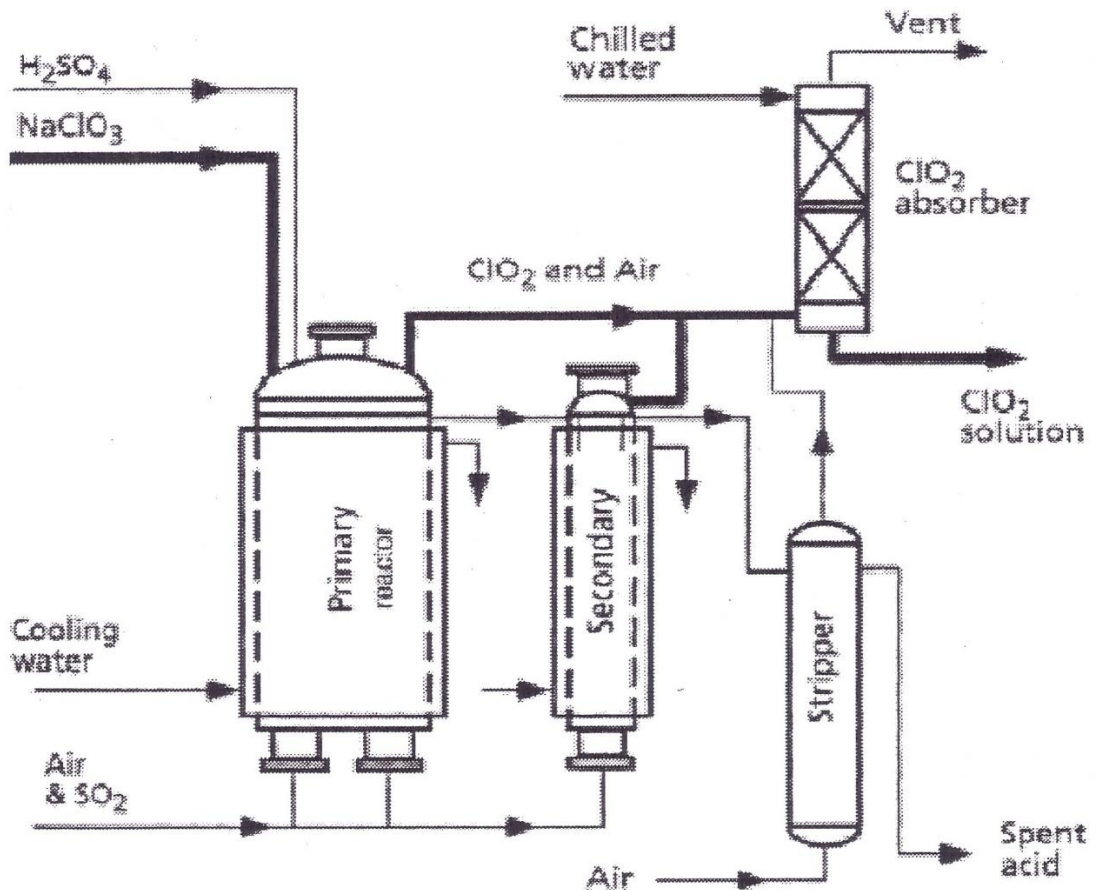
Kuva 2. Sellun valmistus (Knowpulp 2016.)

4 KLOORIDIOKSIDITEORIA

Klooridioksidia voidaan valmistaa useilla eri menetelmillä. Kaikissa klooridioksidin valmistusmenetelmissä käytetään raaka-aineena kloraattia. Kloraattia liuotetaan kuumaan veteen, kunnes siitä saadaan noin 40–50 prosentin liuos. Valmis liuos pumpataan reaktoriin, jonne lisätään muut tarvittavat kemikaalit. Reaktorissa tapahtumien reaktioiden johdosta vapautunut kaasu otetaan talteen ja absorboidaan puhtaaseen jäähdytettyyn veteen. Prosessia kontrolloidaan pitämällä muodostuneen kaasun osapaine mahdollisimman alhaisena höyryn tai ilman avulla. (Dahl & Sillanpää 2002, 3.)

4.1 Mathieson-menetelmä

Mathieson-prosessi on 1950-luvulla kehitetty klooridioksidin valmistusmenetelmä. Kuten kuvassa 3 nähdään, pelkistimenä prosessissa käytetään rikkidioksidia ja happamuuden säätöön rikkihappoa. Rikkihapon avulla vältetään liiallinen kloraanin hajoaminen kloridiksi. Reaktiosta ylivuotona syntyvä jäterikkihappo hyödynnetään muualla sellutehtaalla. Mathieson-prosessi on vaikeasti kontrolloitava ja sen tehokkuus on suhteellisen alhainen (<90 %). Sivutuotteena syntyy huomattavan paljon rikkihappoa koska rikkihappo toimii prosessissa katalyyttinä ja se kulkee prosessin läpi muuttumattomana. (Dahl & Sillanpää 2002, 10.)



Kuva 3. Periaatekaavio klooridioksidin valmistusprosessista Mathieson-menetelmällä. (Dahl & Sillanpää 2002, 11.)

Rikkihappo ja natriumkloraaatti syötetään primaarireaktoriin. Rikkidioksidin ja ilman seosta puhalletaan reaktorin alaosaan, joka sekoittaa kaasun ja nesteen. Jäähdytysvaipan avulla reaktorin lämpötila pidetään 35–40 celsiusasteen välillä. Ilman avulla klooridioksidi stripataan liuksesta ja johdetaan absorptiotorniin, jossa kaasu absorboidaan jäähdytettyyn veteen. Klooridioksidiliuos saadaan lopputuotteena absorptiotornin alaosasta. Primaarireaktorin ylivuoto johdetaan jälkireaktoriin, jossa jäännöskloraaatti kulutetaan loppuun. Klooridioksidijämät poistetaan jälkireaktorista strippaamalla puhdasta ilmaa jäteliuokseen. Jälkireaktorin liuos johdetaan jätehapposäiliöön. (Dahl & Sillanpää 2002, 10.)

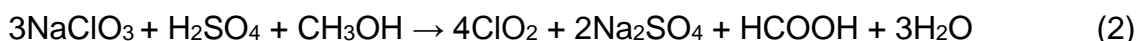
Mathieson-prosessin kokonaisreaktio voidaan kuvata formaalisti seuraavalla tavalla:



4.2 Solvay-menetelmä

Solvayn prosessi on lähes samanlainen kuin Mathieson-prosessi. Rikkidioksidin sijaan natriumkloriatti pelkistetään metanolilla rikkihappoliuoksessa. Myös Solvayn prosessi on vaikeasti kontrolloitava ja sen sivutuotteena syntyy huomattavasti natriumsulfaattia. (Dahl & Sillanpää 2002, 11.)

Solvayn prosessin kokonaisreaktio kuvataan seuraavalla tavalla:



(Dahl & Sillanpää 2002, 11).

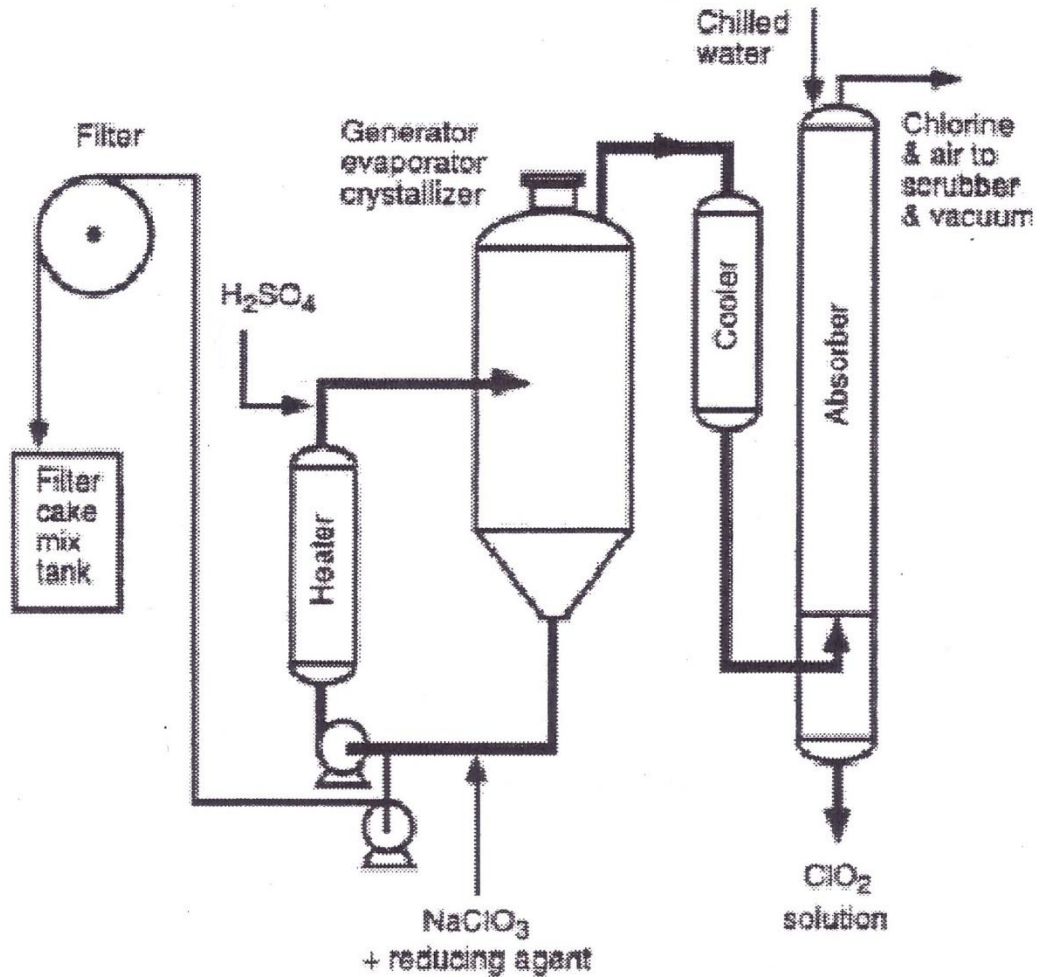
4.3 R2-menetelmä

R2-prosessi on Rapsonin keksimä prosessi, jossa kloriatti pelkistetään natriumkloridilla rikkihappoliuoksessa. Tässä prosessissa reaktio on huomattavasti nopeampi verrattuna Mathiesonin tai Solvayn prosesseihin, minkä vuoksi se voidaan toteuttaa yhden reaktorin avulla. Prosessi on lähes samanlainen kuin Solvayn tai Mathiesonin prosessi, mutta prosessissa syntyy myös kloorikaasua, joka absorboidaan loppuvaiheessa emäkseen tai kalkkimaitoon hypokloriittina. R2-prosessi on tehokas, helposti operoitava ja automatisoitava. Prosessissa syntyy kuitenkin jätehappoa ja glaubersuolaa usein yli tehtaan oman tarpeen. (Dahl & Sillanpää 2002, 11–12.)

4.4 R3/SVP-menetelmä

R3/SVP-prosessi on modifioitu R2-prosessi. Reaktiolämpötilat ovat korkeammat kiehumisen vuoksi ja liuosten pitoisuudet ovat korkeampia, jotta natriumsulfaatti kiteytyisi reaktorissa. Prosessissa kaasun muodostus, natriumsulfaatin kiteytyminen ja haihdutus tapahtuvat samassa reaktorissa. Tämän menetelmän reaktoria kutsutaan pakkokierto haihduttimeksi. Prosessin kiertoön lisätään natriumkloriattia ja natriumkloridia sisältävä liuos. Kuten kuvassa 4 näkyy, rikkihappo lisätään prosessiin vasta lämmönvaihtimen jälkeen. Klooridioksidikaasu syntyy heti kun rikkihappo kohtaa liuoksen prosessissa. Tästä syntyvä seos palautetaan generaattoriin eli reaktoriin, jossa on runsaasti klooridioksidikaasua. Generaattorissa kaasu ja vapautunut höyry erotetaan toisistaan ja syötetään jäähdyttimeen, jossa

siitä poistetaan vesi. Jäljelle jäänyt seos, joka sisältää kloorikaasua ja klooridioksidikaasua, johdetaan absorptiotorniin, jossa ne erotetaan toisistaan. Prosessin etuna on se että sen sivutuotteena syntyy vain natriumsulfaattia. (Dahl & Sillanpää 2002, 12.)



Kuva 4. Klooridioksidin valmistusprosessi: R- ja SVP-menetelmät. (Dahl & Sillanpää 2002, 13.)

4.5 R3H-menetelmä

R3H-menetelmä on kuin R3/SVP-menetelmä, mutta natriumkloridi ja puolet rikkihaposta korvataan suolahapolla. (Dahl & Sillanpää 2002, 13.)

4.6 R5-menetelmä

R5-menetelmä on kuin R3/SVP-menetelmä, mutta natriumkloridi ja rikkihappo korvataan kokoaan suolahapolla. Sivutuotteena syntyvä natriumkloridi voidaan käyttää uudelleen kloraatin valmistamisessa. (Dahl & Sillanpää 2002, 13.)

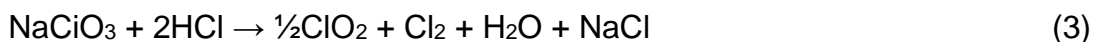
4.7 R7-menetelmä

R7-menetelmä on modifioitu R3/SVP-prosessi. Poistokaasussa oleva kloori poistetaan antamalla kaasun reagoida rikkidioksidin kanssa. Reaktiosta syntyy suolahappoa ja rikkihappoa sisältävä seos. Tämä seos palautetaan takaisin reaktoriin. Sivutuote Natriumsulfaatti on prosessin ainoa sivutuote. (Dahl & Sillanpää 2002, 13.)

4.8 R6/Lurgi/chemetics/Day-Kestin-menetelmä

Kloorikaasusta valmistetaan suolahappoa, joka toimii kloraatin pelkistimenä. Reaktiossa syntyy kloori- ja klooridioksidikaasua. Natriumkloridista tuotettu kloraatti syntyy elektrolyysin avulla. Vety vapautuu elektrolyysissä ja se yhdistetään kloorikaasuun suolahapon tuottamiseksi. Prosessissa tapahtuu seuraavat kemialliset reaktiot:

- Klooridioksidin muodostuminen:



- Elektrolyysin avulla sivutuotteena syntyvästä natriumkloridista tuotettu natriumkloraatti:

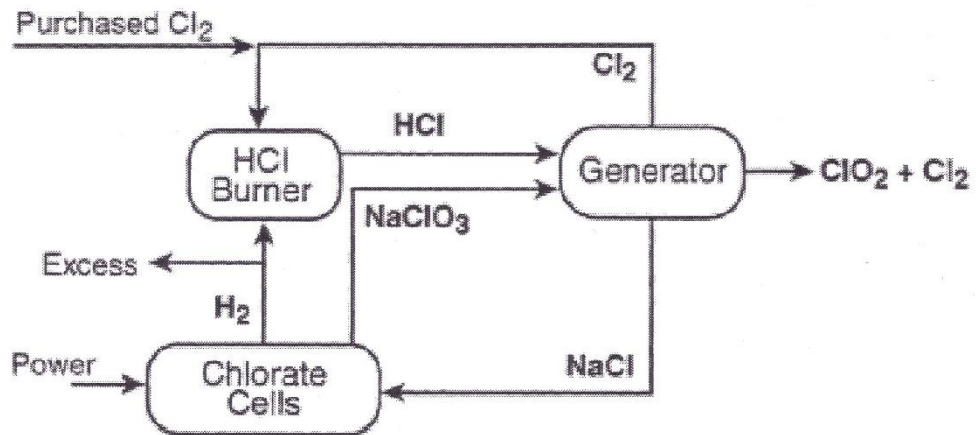


- Kloori reagoi elektrolyysissä syntyvän vedyn kanssa muodostaen suolahappoa:



- Kokonaisreaktio prosessissa:





Kuva 5. Klooridioksidin valmistusprosessi R6/Lurgi/chemetics/Day-Kestin menetelmällä. (Dahl & Sillanpää 2002, 14.)

5 KLOORIDIOKSIDILAITOS

Metsä Fibren Kemin tehdas käyttää klooridioksidin valmistamiseen HP-A prosessia (Kuva 5). Kyseinen prosessi perustuu natriumklooraatin ja vetyperoksidin väliin reaktioon. HP-A prosessissa käytetään pää- ja jälkireaktoria sekä jäteliuoskolonnia. Sekä pää- ja jälkireaktoriin että jäteliuoskolonniin johdetaan pohjan kautta ilmaa, joka laimentaa klooridioksidin räjähdysvaarallisen pitoisuuden (<12 %) alapuolelle ja samalla sekoittaa reaktoriliuosta. Ilma puolestaan syötetään puhaltimien avulla. (Cellchem Oy 2000, 3)

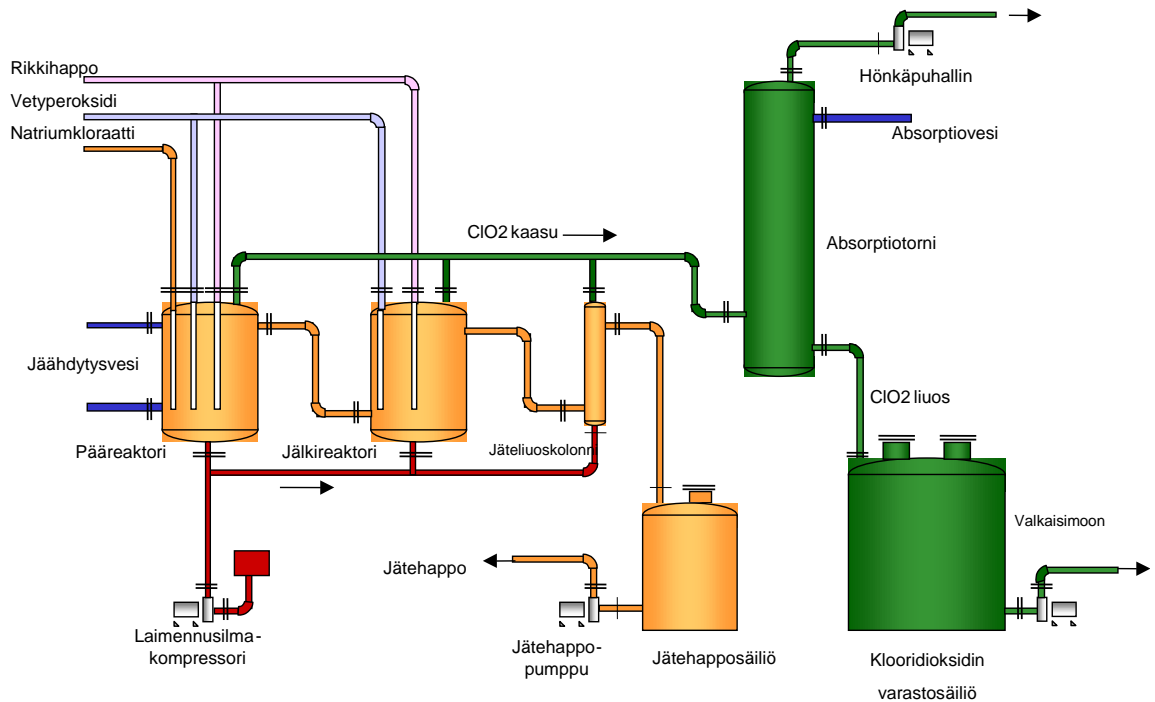
5.1 HP-A prosessi

Metsä Fibren Kemin tehdas käyttää klooridioksidin valmistamiseen HP-A prosessia (Kuva 6). Kyseinen prosessi perustuu natriumklooraatin ja vetyperoksidin väliin reaktioon. HP-A prosessissa käytetään pää- ja jälkireaktoria sekä jäteliuoskolonnia. Sekä pää- ja jälkireaktoriin että jäteliuoskolonniin johdetaan pohjan kautta ilmaa, joka laimentaa klooridioksidin räjähdysvaarallisen pitoisuuden (<12 %) alapuolelle ja samalla sekoittaa reaktoriliuosta. Ilma puolestaan syötetään puhaltimien avulla. (Cellchem Oy 2000, 3)

Pääreaktoriin syötetään klooraatti (650 g/l), rikkihappo (93–96 %) ja vetyperoksidi (50 %). Reaktoriin jäljelle jäänyt jätehappoliuos virtaa reaktorista jälkireaktoriin ylikaadon kautta. Jälkireaktoriin syötetään lisäksi rikkihappoa ja vetyperoksidia saannon lisäämiseksi vastaamaan laskettua klooraattikulutusta. Klooridioksidin valmistuksesta 88–95 prosenttia tapahtuu pääreaktorissa. Lämpötila reaktoreissa pidetään 55–58 celsiusasteen välillä. Reaktoreissa syntyvä klooridioksidikaasu johdetaan absorptiotornin pohjalle. Tornissa klooridioksidikaasu absorboidaan lämpötilaltaan 2–10 celsiusasteiseen veteen ja siitä syntyvä vesi siirretään varastosäiliöihin. Jätehapposäiliöiden ja varastosäiliöiden tuuletuskaasut johdetaan absorptiotorniin. (Cellchem Oy 2000, 3)

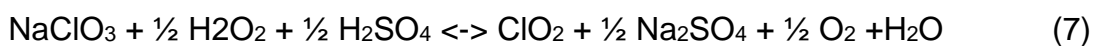
Jäteliuoskolonnissa reaktoriliuoksesta poistetaan vielä vapaa klooridioksidi, jonka jälkeen jätehappo pumpataan jätehapposäiliöön. Jätehappo käytetään selutehtaalla mäntyöljyn palstoitukseen. (Cellchem Oy 2000, 3)

HP-A prosessin periaatekuva

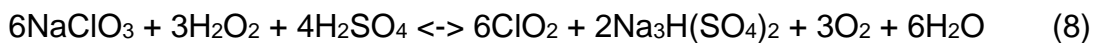


Kuva 6. HP-A prosessin periaatekaavio. (Cellchem Oy 2000, 4)

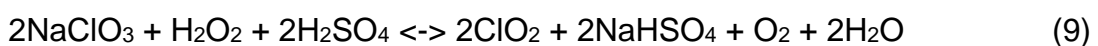
Prosessissa tapahtuvat kemialliset reaktiot on kuvattu hapon kolmella eri väkevyysalueella. Kaava (7) on prosessin kokonaisreaktio hapon matalalla väkevyysalueella, n. 100–225 g/l H₂SO₄. Tämä kaava kertoo missä muodossa sulfaatti on jätehapossa. (Cellchem Oy 2000, 4)



Sulfaatti on heikosti happamana natriumsesquisulfaattina hapon väkevyysalueella 225 – 395 g/l H₂SO₄, kaava (2).



Korkeilla hapon väkevyysalueilla, 395 – 685 g/l H₂SO₄, sulfaatti on natriumbisulfaattina, kaava (3).



Taloudellisesti kannattavan kemikaalikulutuksen perusteena ovat oikeanlaatuiset kemikaalit (vetyperoksidi, natriumkloriatti ja rikkihappo). Alla olevassa taulukossa on esitetty kemikaalikulutuksen määrät 30 ClO₂-tonnin vuorokausituotannolla. (Cellchem Oy 2000, 4)

Taulukko 1. HP-A prosessin kemikaalien kulutusluvut 30 ClO₂-tonnin vuorokausituotannolla. (Cellchem Oy 2000, 5)

Natriumkloriatti	1.68	t NaClO ₃ /t ClO ₂
Rikkihappo	2.1	t H ₂ SO ₃ /t ClO ₂
Vetyperoksidi	0.29	t H ₂ O ₂ /t ClO ₂

Jätehappoa syntyy klooridioksidituotannossa noin 5t /tClO₂. Jätehapon tiheys ja happomäärä ovat noin 1470 kg/m³ ja 4,3m³/h 30 ClO₂-tonnin vuorokausituotannolla. Taulukosta 2 selviää jätehapon koostumus. (Cellchem Oy 2000, 5)

Taulukko 2 Jätehapon koostumus. (Cellchem Oy 2000, 5)

Rikkihappo	26	paino-%
Natriumsulfaatti	27	paino-%
Natriumkloriatti	0.1-0.2	paino-%
Natriumkloridi	0.05-0.07	paino-%

Jätehappo sisältää paljon rikkihappoa, jonka vuoksi se on neutraloitava ennen jätevesisysteemiin laskemista. Neutralointi on taloudellisesti epäkannattavaa, jos se tehdään suoralla lipeälisäyksellä. Sen vuoksi jätehappoa käytetään mäntyöljyn palstoitukseen, Make-up kemikaalina kemikaalien talteenotossa ja neutraloinnin jälkeen pH:n säätöön. (Cellchem Oy 2000, 5)

5.2 Osastolla käytettävät kemikaalit

Klooridioksidilaitoksella käytetään useita eri kemikaaleja, joilla jokaisella on oma tehtävänsä klooridioksidin valmistuksessa. Jokaisesta klooridioksidilaitoksella käytettävästä kemikaalista löytyy Metsä Fibren intranetistä lakisääteinen käyttö-turvallisuustiedote. Alla on lueteltu kaikki klooridioksidilaitoksella käytettävät kemikaalit ja niiden tärkeimmät ominaisuudet.

5.2.1 Rikkihappo

Rikkihappo on vahva happo, joka liuetessaan veteen tuottaa lämpöä. Rikkihappo syövyttää alumiinia, kuparia ja niiden seoksia. Rikkihapon syövyttäessä metalleja syntyy vetykaasua. Useat orgaaniset aineet voivat hiiltäytyä ja voivat syttyä palamaan joutuessaan kosketuksiin rikkihapon kanssa. Klooridioksidin valmistuksessa rikkihapolla säädetään happamuutta ja rikkihapon avulla vältetään liiallisen klooraatin hajoaminen kloridiksi. Rikkihapon tärkeimmät ominaisuudet on lueteltu taulukossa 3. (Dahl & Sillanpää 2002, 10.)

Taulukko 3. Rikkihapon ominaisuudet (Työterveyslaitos 2015d)

Kemiallinen nimi	Rikkihappo
Olomuoto	Neste
Väri	Kirkas vaaleanvihreä
Haju	Katkera
Ph	< 3
Sulamispiste	0°C
Kiehumispiste	100°C
Räjähdyksäraja, alempi	Ei määritettävissä
Räjähdyksäraja, ylempi	Ei määritettävissä
Suhteellinen tiheys	1,000 0°C
Vesiliukoisuus	Täysin sekoittuva
Räjähdykyvyys	Ei räjähtävä
Hapettavuus	Ei hapettava
Reaktiivisuus	Stabiili
Kemiallinen stabiilisuus	Stabiili
Vaarallisten reaktioiden mahdollisuus	Ei tunneta
Vältettävät olosuhteet	Liikakuumentuminen, Ultraviolettivalo
Yhteen sopimattomat materiaalit	Rauta, Kupari, pelkistävät aineet
Vaaralliset hajoamistuotteet	Voi vapautua klooridioksidikaasua

5.2.2 Vetyperoksidi

Vetyperoksidi on hajuton, väritön ja täysin veteen liukeneva neste. Vetyperoksidin hapetusaste on -1, minkä vuoksi se on reaktiivinen ja voimakas hapetin. Näiden ominaisuuksien vuoksi vetyperoksidia käytetään valkaisuuteollisuudessa. Klooridioksidin valmistuksessa vetyperoksidia käytetään saannon parantamiseksi. Vetyperoksidin tärkeimmät ominaisuudet on lueteltu taulukossa 4. (Cellchem Oy 2000, 4)

Taulukko 4 Vetyperoksidin ominaisuudet (Työturvallisuuslaitos 2015e)

Kemiallinen nimi	Vetyperoksidi
Olomuoto	Neste
Väri	Väritön
Haju	Hajuton, lievästi kitkerä
Ph	1,5-4,0
Sulamispiste	-52°C
Kiehumispiste	114°C
Räjähdyksäraja, alempi	Ei määritettävissä
Räjähdyksäraja, ylempi	Ei määritettävissä
Suhteellinen tiheys	1,195g/cm ³
Vesiliukoisuus	Täysin sekoittuva
Räjähtävyys	Ei määritettävissä
Hapettavuus	Hapettava
Reaktiivisuus	Räjähdyksära nopean paineen nousun takia
Kemiallinen stabiilisuus	Hajoaa kuumennettaessa
Vaarallisten reaktioiden mahdollisuus	Hajoamisvaara kuumentuessa
Vältettävät olosuhteet	Korkeat lämpötilat, UV-valo, suojattava likaantumiselta
Yhteen sopimattomat materiaalit	Palavat aineet, Pelkistävät aineet, orgaaniset materiaalit
Vaaralliset hajoamistuotteet	Happi, Vesi, Höyry

5.2.3 Natriumkloraaatti

Natriumkloraaatti on kiteinen, valkoinen sekä hajuton kemikaali, joka on yksi klooridioksidin valmistuksessa käytettävistä raaka-aineista. Natriumkloraaattia pelkistetään happamassa liuoksessa klooridioksidin valmistuksessa. Natriumkloraaatin tärkeimmät ominaisuudet on lueteltu taulukossa 5. (Dahl & Sillanpää 2002, 3.)

Taulukko 5. Natriumkloraaatin ominaisuudet (Työterveyslaitos 2015c)

Kemiallinen nimi	Natriumkloraaatti
Olomuoto	Kiteinen
Väri	Valkoinen
Haju	Hajuton
Ph	Neutraali
Sulamispiste	802°C
Kiehumispiste	1413°C
Räjähdyksäraja, alempi	Ei määritettävissä
Räjähdyksäraja, ylempi	Ei määritettävissä
Suhteellinen tiheys	1,1-1,4 kg/dm ³
Vesiliukoisuus	317 g/l 20°C
Räjähdyksävyys	Ei räjähtävä
Hapettavuus	Ei määritettävissä
Reaktiivisuus	Normaaleissa käyttöolosuhteissa stabiili
Kemiallinen stabiilisuus	Stabiili
Vaarallisten reaktioiden mahdollisuus	Ei ole
Vältettävät olosuhteet	Ei ole
Yhteen sopimattomat materiaalit	Ei ole
Vaaralliset hajoamistuotteet	Ei

5.2.4 Valkolipeä

Valkolipeä on natriumhydroksidin ja natriumsulfidin seos. Se on kirkas ja hajuton neste. Klooridioksidilaitoksella valkolipeää käytetään jätekaasupuhaltimen ph:n säätöön. Valkolipeän tärkeimmät ominaisuudet on lueteltu taulukossa 6. (Knowpulp 2016.)

Taulukko 6 Valkolipeän ominaisuudet (Metsä Fibre Oy 2016, Käyttöturvallisuustiedote: Valkolipeä.)

Kemiallinen nimi	Valkolipeä
Olomuoto	Neste
Väri	Kirkas, kellertävä
Haju	Tunnusomainen rikkipitoisille yhdisteille
Ph	>12
Sulamispiste	-7°C
Kiehumispiste	106,3°C
Räjähdyksäraja, alempi	Ei määritettävissä
Räjähdyksäraja, ylempi	Ei määritettävissä
Suhteellinen tiheys	1,1-1,4 kg/dm ³
Vesiliukoisuus	Täysin sekoittuva
Räjähdykyys	Ei räjähtävä
Hapettavuus	Ei hapettava
Reaktiivisuus	Normaaleissa käyttöolosuhteissa stabiili
Kemiallinen stabiilisuus	Stabiili
Vaarallisten reaktioiden mahdollisuus	Haitallisia reaktioita happojen kanssa
Vältettävät olosuhteet	Vältä kosketusta happojen kanssa
Yhteen sopimattomat materiaalit	Syövyttää useita kevytmetalleja sekä muoveja.
Vaaralliset hajoamistuotteet	Kosketuksessa happojen kanssa, vapauttaa rikkivetyä

5.2.5 Klooridioksidi

Klooridioksidi on kellertävä, vahvan hajuinen neste. Klooridioksidi valmistetaan klooraatin, rikkihapon ja vetyperoksidin avulla klooridioksidilaitoksessa. Klooridioksidia käytetään massan valkaisuun. Klooridioksidin tärkeimmät ominaisuudet on lueteltu taulukossa 7. (Cellchem Oy 2000, 3)

Taulukko 7 Klooridioksidin ominaisuudet (Työterveyslaitos 2015a)

Kemiallinen nimi	Klooridioksidi
Olomuoto	Neste
Väri	Kellertävä
Haju	Tympeän hajuinen
Ph	1-3
Sulamispiste	Ei määritettävissä
Kiehumispiste	100°C
Leimahduspiste	Ei määritettävissä
Syttymislämpötila	Ei määritettävissä

Räjähdyksäraja, alempi	10 %
Räjähdyksäraja, ylempi	100 %
Suhteellinen tiheys	1,05-1.1 kg/m ³
Vesiliukoisuus	Täysin sekoittuva
Räjähettävyyden	Suurissa pitoisuuksissa räjähtävä
Hapettavuus	Hapetin, valkaisin
Reaktiivisuus	Normaaleissa käyttöolosuhteissa stabiili
Kemiallinen stabiilisuus	Stabiili
Vaarallisten reaktioiden mahdollisuus	Hajoaa klooriksi ja hapeksi
Vältettävät olosuhteet	Valo, kipinä, orgaaninen aine ja rikki
Yhteen sopimattomat materiaalit	Useat metallit, rakenneaineet, kumi ja tekstiilit
Vaaralliset hajoamistuotteet	Hajoaa klooriksi ja hapeksi

5.2.6 NaOH

NaOH, eli natriumhydroksidia on väritön ja hajuton neste. Klooridioksidilaitoksella natriumhydroksidia käytetään jätevesien pH:n säätöön. Natriumhydroksidin tärkeimmät ominaisuudet on lueteltu taulukossa 8. (Työterveyslaitos 2015, OVA-ohje: Natriumhydroksidi.)

Taulukko 8 Natriumhydroksidiliuoksen ominaisuudet (Työterveyslaitos 2015b)

Kemiallinen nimi	NaOH / Natriumhydroksidiliuos
Olomuoto	Neste
Väri	Väritön
Haju	Hajuton
Ph	>13
Sulamispiste	Alaraja 0-22°C
Kiehumispiste	Alaraja 117-147°C
Leimahduspiste	Ei määritettävissä
Syttymislämpötila	Ei määritettävissä
Räjähdyksäraja, alempi	Ei määritettävissä
Räjähdyksäraja, ylempi	Ei määritettävissä
Suhteellinen tiheys	1,33-1,53
Vesiliukoisuus	Täysin sekoittuva
Räjähettävyyden	Ei räjähtävä
Hapettavuus	Ei hapettava
Reaktiivisuus	Eksotermisen vaaran mahdollisuus
Kemiallinen stabiilisuus	Stabiili varasto-olosuhteissa
Vaarallisten reaktioiden mahdollisuus	Reagoi voimakkaasti veden kanssa, vetyä vapautuu reagoiessa metallien kanssa

Vältettävät olosuhteet	Suojattava auringonpaisteelta, altistuminen kosteudelle, jäätyy
Yhteen sopimattomat materiaalit	Hapettavat aineet, alumiini ja muut kevyt metallit
Vaaralliset hajoamistuotteet	Vety

5.2.7 Jätehappo

Jätehappo on kellertävä, liuottimen hajuisen neste. Jätehappo koostuu rikkihaposta, natriumsulfaatista, natriumkloraatista ja natriumkloridista. Jätehappo on klooridioksidin valmistuksessa syntyvä sivutuote. Jätehappoa käytetään massa-tehtaalla mäntyöljyn palstoitukseen. Jätehapon tärkeimmät ominaisuudet on lueteltu taulukossa 9. (Cellchem Oy 2000, 5)

Taulukko 9 Jätehapon ominaisuudet (Akzo Nobel Oy 2005.)

Kemiallinen nimi	Jätehappo
Olomuoto	Neste
Väri	Keltainen, harmaa, vihreä
Haju	Liuottimen haju
Ph	Ei määritettävissä
Sulamispiste	Ei määritettävissä
Kiehumispiste	Ei määritettävissä
Leimahduspiste	Ei määritettävissä
Syttimislämpötila	Ei määritettävissä
Räjähdyksäraja, alempi	Ei määritettävissä
Räjähdyksäraja, ylempi	Ei määritettävissä
Suhteellinen tiheys	1000-1400 kg/m ³
Vesiliukoisuus	Ei vesiliukoinen
Räjähätvyys	Ei määritettävissä
Hapettavuus	Ei määritettävissä
Reaktiivisuus	Stabiili
Kemiallinen stabiilisuus	Stabiili
Vaarallisten reaktioiden mahdollisuus	Ei määritettävissä
Vältettävät olosuhteet	Ei määritettävissä
Yhteen sopimattomat materiaalit	Ei määritettävissä
Vaaralliset hajoamistuotteet	Ei määritettävissä

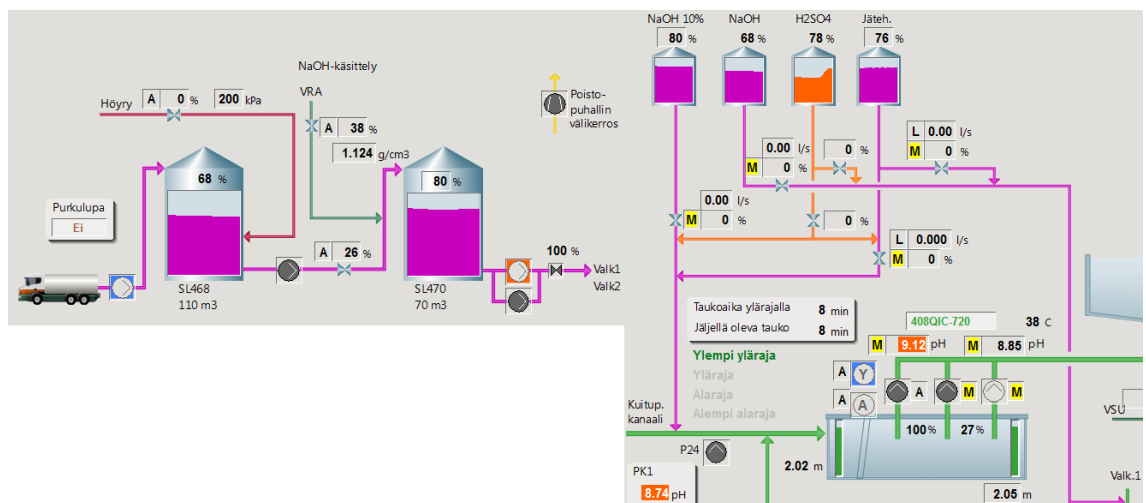
5.3 Metso Dna

Metso Dna on nykyisin Valmet Oyj:n omistama dynaaminen sovellusverkko (DNA=Dynamic Network of Applications), jota käytetään prosessinohjaukseen ja seurantaan. Metso Dna voidaan kustomoida jokaiselle tehtaalle yksilöllisesti, joten se soveltuu useiden eri toimialojen käyttöön.

Järjestelmäväylät muodostavat paikallisverkon, johon on liitetty kaikki toimintoja suorittavat asemat. Asemat voivat toimia myös itsenäisesti riippumatta muusta järjestelmästä. Prosessista haluttu tieto tulee toimilaitteelta I/O-yksikölle, joka suorittaa tarvittavat, esimerkiksi yksikkömuunnokset ja lähettää tiedon liityntäyksikköväylän kautta prosessiliityntäohjaimelle (PIC).

PIC välittää tiedot prosessiaseman (PCS) kenttäväyläohjaimelle (FBC), joka suodattaa ja linearisoi vastaanotetut signaalit. FBC:n käsiteltyä tietoa se lähettää ne keskusyksikölle (CPU). CPU prosessoi tiedon ja lähettää tiedot järjestelmäväyläohjaimelle (NCU2), joka on yhteydessä muihin asemiin järjestelmäväylän kautta. (Metso Dna product description 2001)

Metso Dna on käytössä Metsä Fibren jokaisella osastolla ja sillä ohjataan Kemian tehtaassa kaikkia automatisoituja prosesseja. Kemissä Metso Dna:ta ohjataan tietokoneiden avulla. Kuvassa 7 on NaOH syöttäminen prosessiin Metso Dna:n avulla.



Kuva 7. Metso Dna Naoh-käsittely. (Metsä Fibre Oy 2016)

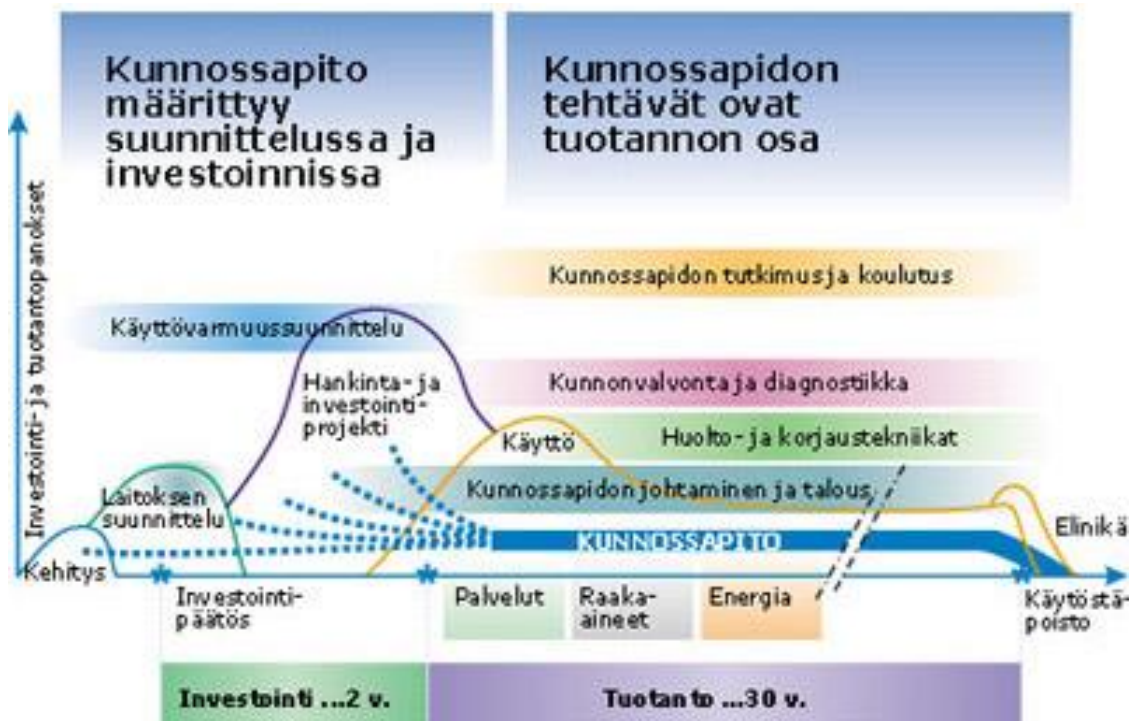
6 KUNNOSSAPITO

Standardin SFS-EN 13306 mukaan kunnossapito määritellään seuraavasti:

Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon (Järviö 2007, 33).

6.1 Mitä on kunnossapito?

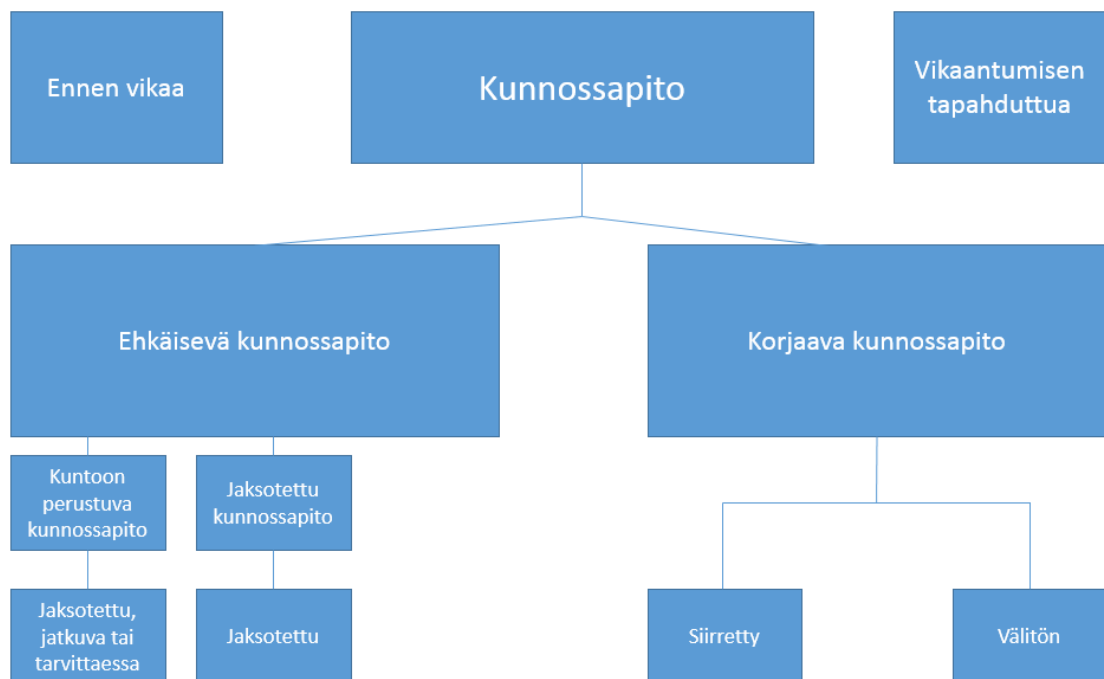
Kunnossapito tarkoittaa prosessien, koneiden, laitteiden, rakenteiden ja rakennusten toimintakunnon ylläpitämistä siten, että ne toimivat luotettavasti ja havaitut viat korjataan ympäristöä ja turvallisuutta unohtamatta. Yleensä kunnossapitoa tehdään taloudellisten intressien ja turvallisuuden vuoksi. Nykyisin myös ympäristösuojelu ja päästöjen rajoittaminen on lisännyt kunnossapidollisia töitä. (Kunnossapito Ry 2016)



Kuva 8. Kunnossapito laitoksen elinkaarella. (Kunnossapito Ry 2016)

6.2 Kunnossapitolajit

Standardi SFS-EN 13306 jakaa kunnossapidollisen toimenpiteen vian havaitsemisen mukaan. Vika tarkoittaa sitä, että jokin laite tai prosessi ei kykene enää suorittamaan vaadittua toimintoa. Ehkäisevä kunnossapito tarkoittaa kaikkia niitä toimenpiteitä, jotka suoritetaan ennen kuin vika pysäyttää laitteen toiminnan. Alla olevassa kuvassa on esitetty tarkasti kunnossapidon jako. (Järviö 2007, 47.)



Kuva 9. Kunnossapitolajit. (Järviö 2007, 47)

6.3 Ehkäisevä kunnossapito ja ennakkohuoltaminen

Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään kohteelle säännöllisin väliajoin tai tiettyjen kriteereiden täytyessä. Tavoitteena on ylläpitää laitteen toimintakuntoa ja havaita laitteen toimimattomuuteen johtavat viat ajoissa. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluvat seuraavat säännöllisesti suoritettavat toimenpiteet:

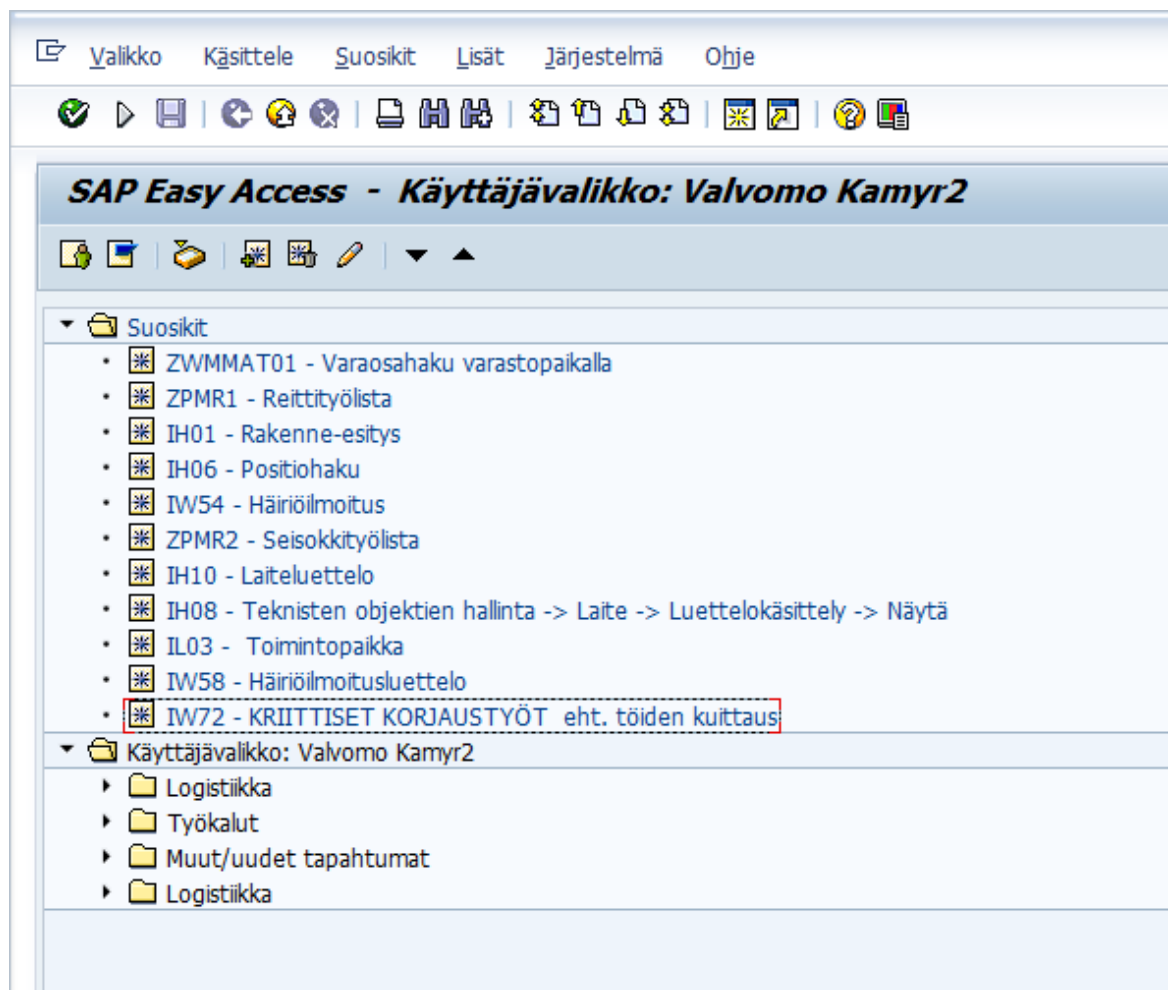
- laitteen vikaantumiseen johtavien syiden / olosuhteiden havaitseminen ja tarkkailu
- kaikki toimenpiteet, jotta laite pystyy suorittamaan sille vaaditut tehtävät, kuten esimerkiksi:
 - voitelu / rasvaus
 - liitosten kireyden tarkastaminen ja linjaukset
 - laitteen toimintaympäristön pitäminen puhtaana.

Säännöllisesti suoritettavien toimenpiteiden lisäksi ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu kolme myös seuraavat elementtiä:

- optimaalisten toimintaolosuhteiden ylläpitämisestä
- laitteen tarkastuksista
- laitteen kunnostamisesta. (Kunnossapito 2007, 50)

6.4 SAP-toiminnanohjausjärjestelmä

Metsä Fibren Kemin tehdas käyttää SAP-toiminnanohjausjärjestelmää. SAP on saksalainen Euroopan suurin ohjelmistovalmistaja. SAP-toiminnanohjausjärjestelmän avulla tehdas hoitaa ennakkohuoltojen suorittamisen, häiriöilmoitukset ja varaston päivittämisen. Järjestelmästä löytyy tehtaan jokainen laite, jonka alta löytyvät laitteen tiedot, huolto-ohjeet, varaosat ja piirustukset. (Sap Finland Oy 2015.)



Kuva 10. Sap käyttäjävalikko (Metsä Fibre Oy 2016.)

7 KEMIKAALIPUTKISTOT

Kemikaaleja käyttävät ja varastoivat laitokset veloitetaan noudattamaan sekä kemikaaliturvallisuus- että painelaitesäädöksiä. Säädösten vuoksi on otettava huomioon putkistojen paineenkestoon, rakenteeseen ja muihin ominaisuuksiin vaikuttavat tekijät. Laitokset veloitetaan noudattamaan lakia vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (390/2005). Vuonna 2013 voimaan tulleet asetukset täydentävät turvallisuusvaatimuksia ja varautumista onnettomuustilanteisiin. Kemikaaliturvallisuuslain (390/2005) luvussa 3.5 on asetettu omat lupa- ja tarkastusvaatimukset putkistoille, jotka kulkevat vaarallisia kemikaaleja käsittelevien laitosten ulkopuolella. (Tukes 2013, Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset, 6.)

7.1 Kemikaaliputkistojen vaatimukset

Tukesin kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset oppaassa todetaan kemikaaliputkistojen vaatimuksista seuraavaa:

Vaarallisten kemikaalien teollista käsittelyä ja varastointia harjoittavissa tuotantolaitoksissa kemikaaliputkistot tulee olla suunniteltu ja valmistettu vähintään painelaitelain (869/1999) nojalla annetuissa säännöksissä säädetyin painelaitteiden luokan I vaatimustasoa vastaavasti. Samoin on otettava huomioon ns. turvallisuusasetuksen (856/2012) vaatimukset. Tämä koskee sekä laajamittaisen että vähäisen käsittelyn ja varastoinnin laitoksia. (Tukes 2013, Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset, 6.)

7.1.1 Putkistojen sijoitus ja suojaus

Kemikaaliputkistot pyritään aina sijoittamaan maan päälle, mikäli se on mahdollista. Tällöin putkistojen tarkastaminen, valvonta ja kunnossapito ovat helposti toteutettavissa. Putkistot on pyrittävä sijoittamaan niin, että mahdolliset vuodot tai häiriötilanteet eivät vaurioita muita laitteita tai aiheita vaaraa. Jos putkistoja sijoitetaan putkisillalle, syövyttävää kemikaalia sijaitsevat putket sijoitetaan alimmiksi ja kaasua sisältävät putket ylös. Jos samaan putkisiltaan sijoitetaan keskenään reagoivia kemikaaliputkistoja, on ne sijoitettava mahdollisimman kauas toisistaan. Putkistoja suunniteltaessa on otettava huomioon myös kannakoinnin riittävä mitoitus ja putkien lämpölaajeneminen. Mahdolliset vuotokohdat ovat yleensä suodattimet, pumpput, yhteed, venttiilit sekä muiden varusteiden liitännäkohdat. Putkistot on pyrittävä sijoittamaan niin, että mahdollisten vuotojen havaitseminen on helppoa ja etteivät vuodot saavuta sähköjohtoja, kuumia pintoja tai maaperää. Vuotojen hallintaan voidaan käyttää myös allastuksia, suojaputkia, viemärointiä ja lukituksia. (Tukes 2013, Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset, 6.)

Putkistojen sijoitusta mietittäessä on otettava huomioon myös liikenneväylät ja sähkölinjat. Myös laitteet ja muut kemikaaliputkistot putkiston lähellä voivat tulipalotilanteessa aiheuttaa lämpösäteilyä putkistoon tai rasitusvaikutuksia. Kemikaaliputkistoista voi myös vuotaa vaurioittavaa kemikaalia putkiston päälle. On myös mahdollista, että putkistojen lähellä sijaitsee myös muita laitteita. Kyseiset laitteet voivat vaatia kunnossapidon vuoksi nostolaitteiden tai telineiden käyttöä. Putkistojen sijainti on suunniteltava siten, että telineiden tai nostolaitteiden avulla tehty kunnossapidon suorittaminen on turvallista. Kemikaaliputkistojen sijoittaminen rakennusten perustuksiin tai seinärakenteiden sisään on kiellettyä, läpivientejä lukuun ottamatta. Putkisto on sijoitettava läpivientikohdassa suojaputkeen tai huolehdittava jollain muulla tavalla, ettei vuoto pääse läpivientikohtaan tai seinän toiselle puolelle. (Tukes 2013, Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset, 7.)

7.1.2 Putkistojen varusteet

Varusteilla tarkoitetaan putkistoon kytkettäviä lisälaitteita esimerkiksi mittalaitteita, pumppuja, venttiileitä tai varolaitteita. Laitteita sijoitettaessa on otettava huomioon:

- kemikaalinkestävyys
- lämpötilankestävyys
- paineenkestävyys
- putkiston käytöstä aiheutuvat rasitukset
 - tärinä
 - lämpölaajeneminen
- mekaaninen suojaus
- kunnossapidon vaatimukset. (Tukes 2013, Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset, 8.)

7.1.3 Putkistojen materiaalit

Painelaitteiden valmistukseen käytettävien materiaalien on oltava käyttöön soveltuvia ja niiden tulee kestää vähintään painelaitteelle suunniteltu käyttöikä. Paineenalaiset osat on valmistettava materiaalista, joka on riittävän luja ja sitkeä. Lisäksi materiaalin pitää olla iskusitkeysominaisuuksiltaan sellainen, ettei hausrasmurtumia esiinny materiaalin käytössä. Myöskään materiaalin kemialliset ja fyysiset ominaisuudet eivät saa muuttua merkittävästi putkiston käyttöiän aikana. Putkistoja valmistettaessa suositellaan käyttämään EN-standardien mukaisia materiaaleja ja osia. (Tukes 2013, Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset, 17.)

Muoviputkien valmistajalta vaaditaan mallikappaleiden koestuspöytäkirjat ja pysyvien liitosten menetelmäkokeiden asiakirjat. Liitostyön tekijän pätevyys on varmistettava näytetyöllä ennen varsinaisen työn aloittamista. Tärkeimmät tavat muoviputkien liitosten laadun varmistamiseksi ovat silmämääräinen tarkastus sekä

paine- ja tiiveyskoe. (Tukes 2013, Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset, 21.)

7.2 Putkiston tarkastussuunnitelma

Kemikaaliputkistojen tarkastussuunnitelmaa laadittaessa tulee huomioida aikaisempien tarkastusten tulokset, putkiston ikä, putkiston rikkoutumisen tai vaurioitumisen seuraukset, toimintaympäristön vaatimukset ja virtaava kemikaali. Suunnitelmaan pitää sisältyä seuraavat asiat:

- menetelmät kunnan ja ennakkohuollon seuraamiseksi sekä valvomiseksi.
- piilossa olevien putkien tarkastus (esim. lämpöeristetyt putkistot) sekä mahdolliset laajennustoimenpiteet.
- putkiston toimilaitteiden ja muiden varusteiden huolto-ohjelma
- putkiston mittalaitteiden kalibrointi ja tarkastaminen
- putkiston takaiskujen ja muiden varolaitteiden testaus ja tarkastaminen
- palovesiputkistojen tarkastaminen. (Tukes 2013, Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset, 23.)

7.3 Putkistojen merkitseminen

Putkistoihin on merkittävä putken sisältö, virtaussuunta sekä laite- ja linjatunnukset. Putkistojen ja laitetunnusten on oltava samat kuin PI-kaavioissa. Erityisesti kemikaalin täyttö- ja tyhjennyspaikoilla merkitseminen on todella tärkeää. (Tukes 2013, Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset, 24.)

Tunnusmerkinnät suositellaan tekemään standardin SFS 3701 mukaisesti. ”Standardi SFS 3701 käsittää putkistoissa virtaavien aineiden tunnistevärien määrittelyt ja merkintöjen soveltamisohjeet.” (SFS 3701 1995,1.)

Putkiston tunnusmerkinnän tarkoituksena on antaa putkiston sisällöstä ne tiedot, jotka ovat välttämättömiä käyttö- ja kunnossapitohenkilöstön tehtävien suorittamisen ja uuden henkilöstön kouluttamisen kannalta (Taulukko 10). Lisäksi merkinnät antavat ulkopuoliselle henkilölle käsityksen putkiston käyttötarkoituksesta

ja vaarallisuudesta. Erityisesti häiriö- ja vaaratilanteissa merkinnät mahdollistavat käyttö-, palo- ja pelastushenkilöstön nopean toiminnan. (SFS 3701 1995, 1.)

Taulukko 10. Perustunnusvärit, niiden merkitykset ja tekstien sekä nuolten väri perustunnusväripohjalla (SFS 3701 1995, 2.)

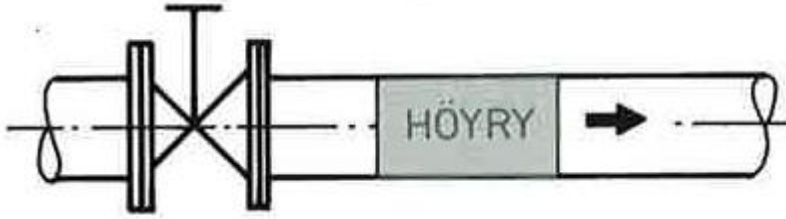
Väri	Virtaava aine	Tekstin tai nuolen väri
Hopeanharmaa	Vesihöyry	Musta
Vaaleansininen	Ilma	Musta
Ruskeankeltainen	Muut kaasut alla mainittuja lääkinnällisiä kaasuja lukuunottamatta, nesteytetty kassut ilmaa lukuunottamatta	Musta
Vihreä	Vesi nestemäisessä muodossa	Valkoinen
Ruskea	Palavat nesteet, öljyt	Valkoinen
Violetti	Hapot ja emäkset	Valkoinen
Musta	Muut virtausaineet	Valkoinen
Valkoinen	Happi lääkinnällisessä käytössä	Musta
Sininen	Typpioksiduuli lääkinnällisessä käytössä	Valkoinen
Valkoinen ja musta	Hengitysilma lääkinnällisessä käytössä	Musta ja valkoinen
Ruskeankeltainen	Muut lääkinnälliset kaasut	Musta

Putkistoja merkittäessä voidaan soveltaa seuraavia vaihtoehtoja:

- Putkisto maalataan kokonaan perustunnusvärillä. (Kuva 11)
- Perustunnusväri maalataan putken ympäri renkaana. (Kuva 12)
- Perustunnusväri näkyy virtaussuunnan ilmaisevan kilven pohjavärinä. (Kuva 13).



Kuva 11. Esimerkki putkiston maalaamisesta kokonaan perusvärillä. (SFS 3701, 1995, 6)



Kuva 12. Esimerkki perustunnusväristä maalattuna putkeen renkaana. (SFS 3701 1995, 6)



Kuva 13. Esimerkki perustunnusväri näkyvä putkeen kiinnitettyssä kilvessä. (SFS 3701 1995, 6)

Putkessa virtaavan aineen nimi merkitään selvästi putkeen pystytekstiä käyttäen. Tekstin pitää olla selvästi luettavissa tarkoituksen mukaiselta etäisyydeltä. Tekstin korkeuden pitää olla vähintään 10 mm. Virtaavan aineen nimen perään voidaan myös lisätä varoitussymboleita, lämpötilaa tai muuta tärkeää ominaisuutta ilmaiseva merkintä. Pystysuorissa putkistoissa tekstin lukusuunta on alhaalta ylöspäin. (SFS 3701 1995, 4.)

7.4 Putkistojen muutokset ja käytöstä poistaminen

Putkistoa koskevat suunnittelu-, rakentamis- ja tarkastusasiakirjat kootaan yhdeksi kokonaisuudeksi. Tämä helpottaa putkistoihin tehtävien muutoksien suunnittelua ja toteuttamista. Jos putkisto pitää jostain syystä poistaa, on varmistettava, ettei putkisto ole enää yhteydessä prosessiin tai muuhun käytössä olevaan putkistoon. Lisäksi poistettava putkisto on huuhdeltava huolellisesti ja varmistettava että, se on tyhjä. Jos käyttämätöntä putkistoa ei poisteta kokonaan, voi tulevaisuudessa sattua vaaratilanteita. Esimerkiksi käytöstä poistettuun putkistoon

on jäänyt vaarallista kemikaalia ja se pääsee vuotamaan venttiin kautta tai putkisto jäätyy tai murtuu. (Tukes 2013, Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset, 25.)

8 KEMIKAALIPUTKISTOJEN JA LAITTEIDEN KARTOITUS

Jokaisen kemikaalin putkistot tarkastettiin klooridioksidilaitokselta. Putkistojen tarkastaminen aloitettiin tutustumalla klooridioksidilaitoksen PI-kaavioihin. PI-kaavion avulla putkistot etsittiin kentältä ja kaikki putkistojen varusteet, kuten toimilaitteet, mittaukset ja muut varusteet valokuvattiin ja dokumentoitiin PowerPoint-esitykseen. PowerPoint-esityksestä laaditaan myös oma versio osaston kenttämiehelle.

Klooridioksidilaitoksen putkistot kuuluvat tehtaan ennakkohuoltojärjestelmän piiriin, joten putkistot on tarkastettava tietyin väliajoin. Powerpoint-esityksestä selviää tarkalleen mistä putkisto tulee ja mihin se menee. Powerpoint-esitysten avulla, kenttämiehen on helpompaa suorittaa kemikaalilinjalle tarkastus.

Kun putkisto oli dokumentoitu, sitä verrattiin PI-kaavioon. Useat putkistot ja niiden varusteet olivat kentällä eri järjestyksessä kuin PI-kaaviossa. Joissain putkistoissa oli myös yhteitä jotka eivät ole enää käytössä. Kaikki käytöstä poistetut putkistoyhteet ja laitteet dokumentoitiin ja merkittiin kentälle punaisella teipillä, jotta niiden poistamiseen vaadittava purkusuunnitelma on helpompi toteuttaa. Kaikki poikkeamat PI-kaavioissa dokumentoitiin ja niistä laadittiin raportti suunnittelijalle, joka päivitti PI-kaaviot ajan tasalle.

8.1 NaOH-putkiston tarkastaminen

Alla on esimerkki NaOH-putkistosta, joka oli yksi kemikaalilinjasta, joille tarkastus ja dokumentointi tehtiin. Dokumentointi aloitetaan aina sieltä, mistä kemikaali saapuu laitokselle, tässä tapauksessa purkupaikalta (Kuva 14). Putkisto dokumentoitiin PowerPointiin siten, että sen avulla saa selviää mistä kuvan putkisto tulee ja minne kaikkialle se tarkalleen ottaen menee.



Kuva 14. NaOH purkupaikka.

Dokumentoinnissa käytettäviin valokuviiin merkittiin nuolilla virtaussuunnat putkistoille sekä putkistojen venttiilit ja mittaukset (Kuva 15). Punainen nuoli kuvaa venttiiliä tai mittausta. Vihreä nuoli kertoo puolestaan virtaussuunnan.

Naoh
purkauspumppu
P466



Kuva 15. NaOH purkauspumppu P466 – Säiliö SL 468

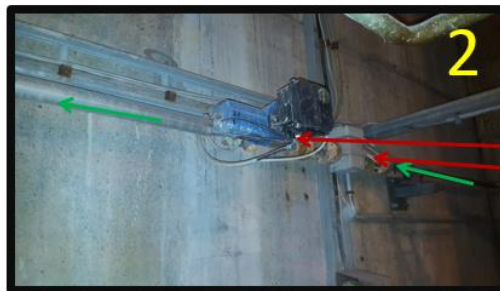
Usein kemikaalilinja haarautuu moneen paikkaan (Kuva 16) & (Kuva 20). Kemikaalilinnan jokaiset haarat dokumentoitiin, jotta koko linja saatiin tarkastettua (Kuva 17). PowerPointiin merkittiin myös havaitut puutteet muissa järjestelmissä. Kemikaalilinjaa ja sen laitteita verrattiin SAP-toiminnanohjausjärjestelmässä. SAPissa saattoi esimerkiksi laitteen nimi tai merkintä olla väärin.

Virtausmittari
458FT-868

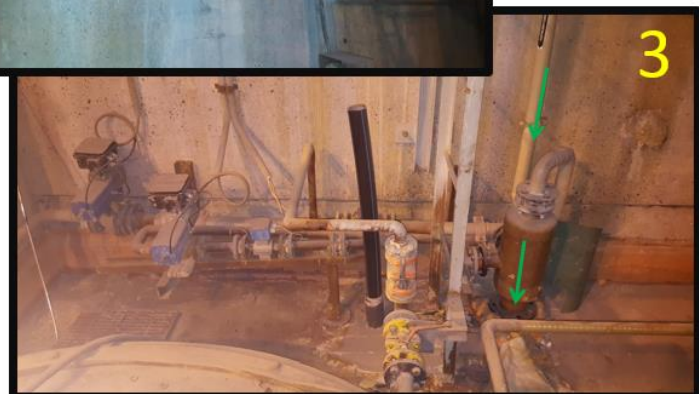
Säätöventtiili
458FV-868



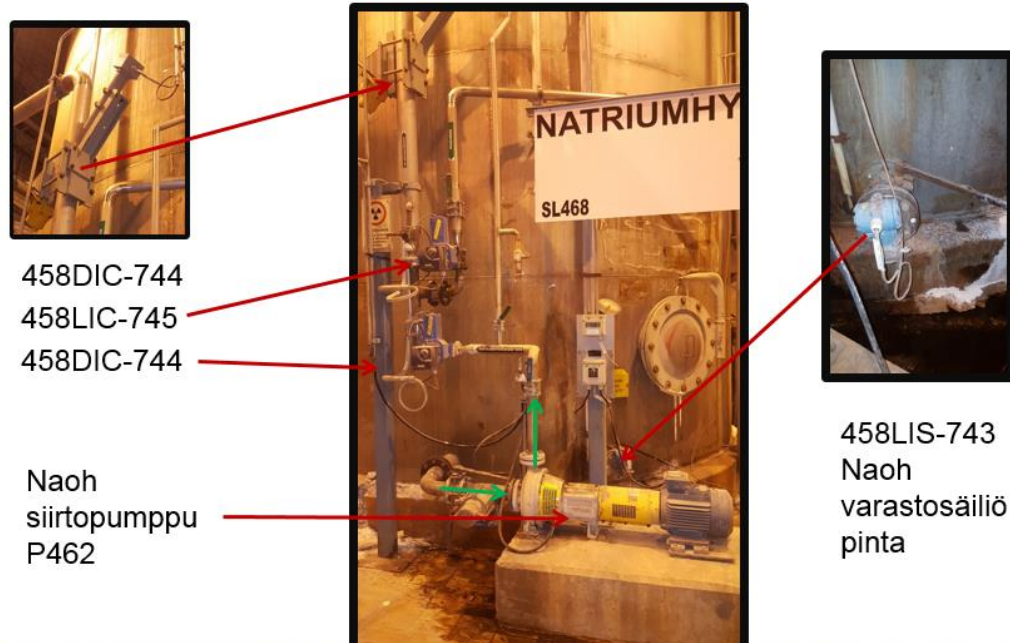
Kuva 16. 50 % NaOH selkeyttimelle.



458FV-871
458FT-871



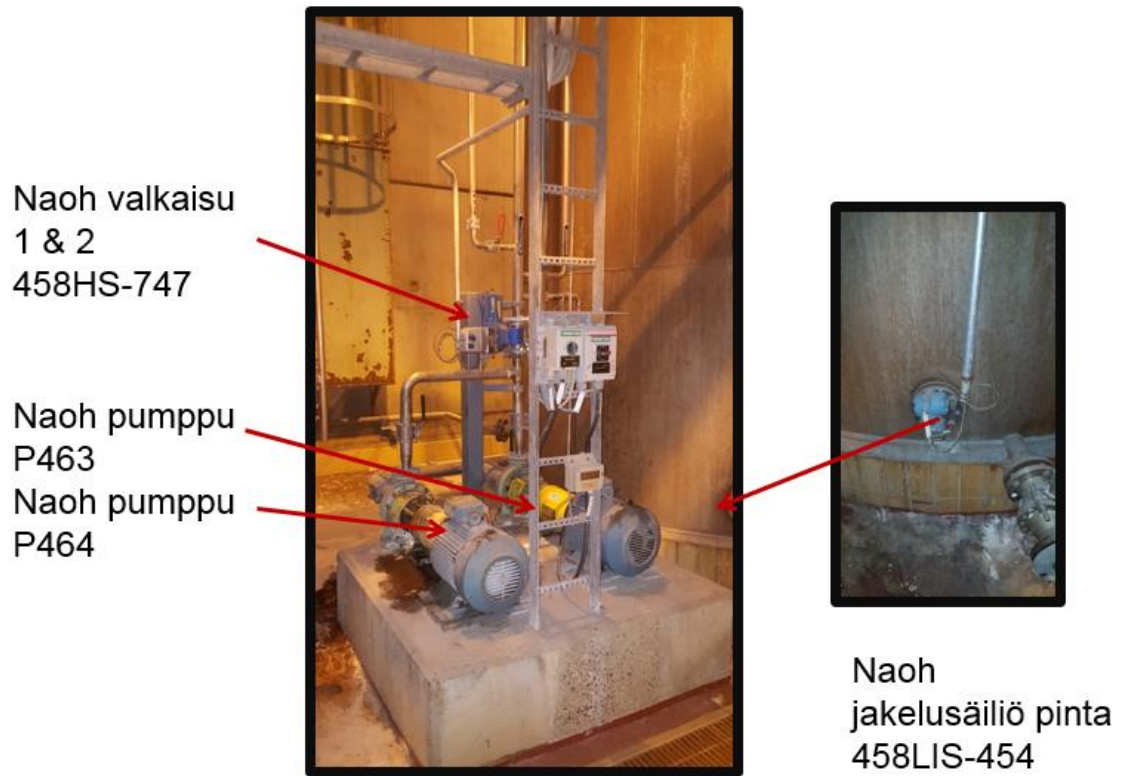
Kuva 17. 10 % NaOH kanaaliin.



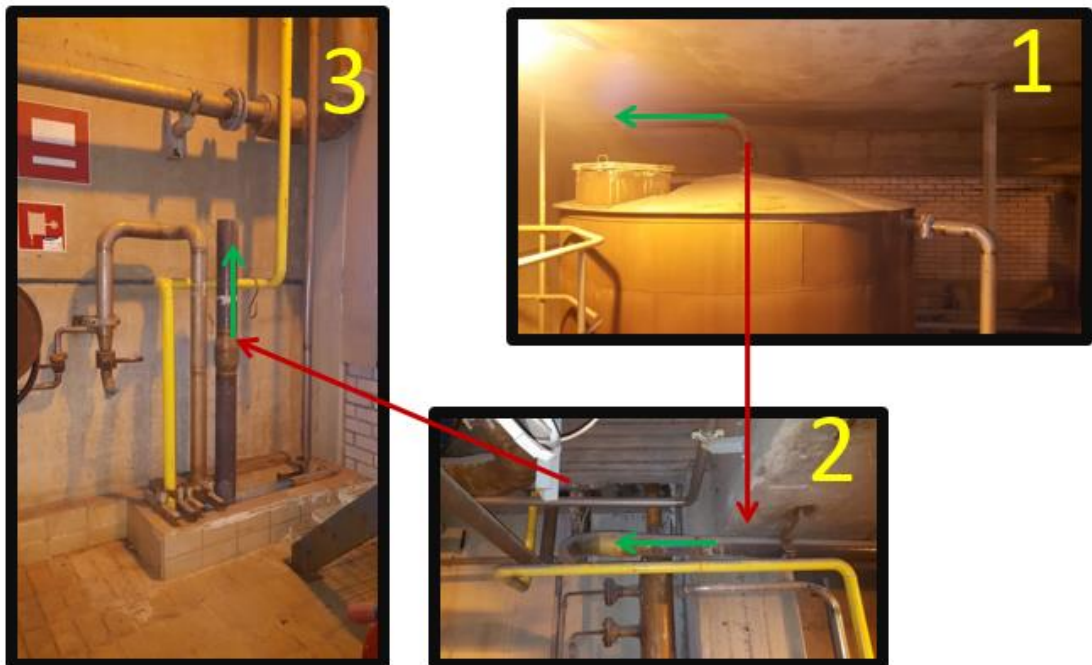
KEM_458DIC-744	3	LAIMENNETTU NaOH TIHEYYS	KEM_458SL468	RFCREMOTE	A20	31.03.2004	BMKEMJT...	03.07.2013
KEM_458LIC-745	3	NaOH JAKELUSÄILIÖ SL469 PINTA	KEM_458SL470	RFCREMOTE	A20	31.03.2004	BMKEMJT...	03.07.2013
KEM_458LI-743	3	NaOH VÄRÄSTÖSÄILIÖ SL468 PINTA	KEM_458SL468	RFCREMOTE	A20	31.03.2004	BMKEMPP...	23.10.2015

Kuva 18. Säiliö SL 468 – NaOH siirtopumppu P462.

Usein mittauksesta otettiin myös oma kuva (Kuva 18), koska mittaus saattoi sijaita kuvakulmasta riippuen huonossa paikassa (Kuva 19). Virheitä löydettiin myös SAP-toiminnanohjausjärjestelmän laitehierarkiasta. Esimerkiksi kuvassa kahdeksantoista, toisen pinnanmittauksen ylätasoa on merkittynä väärin.

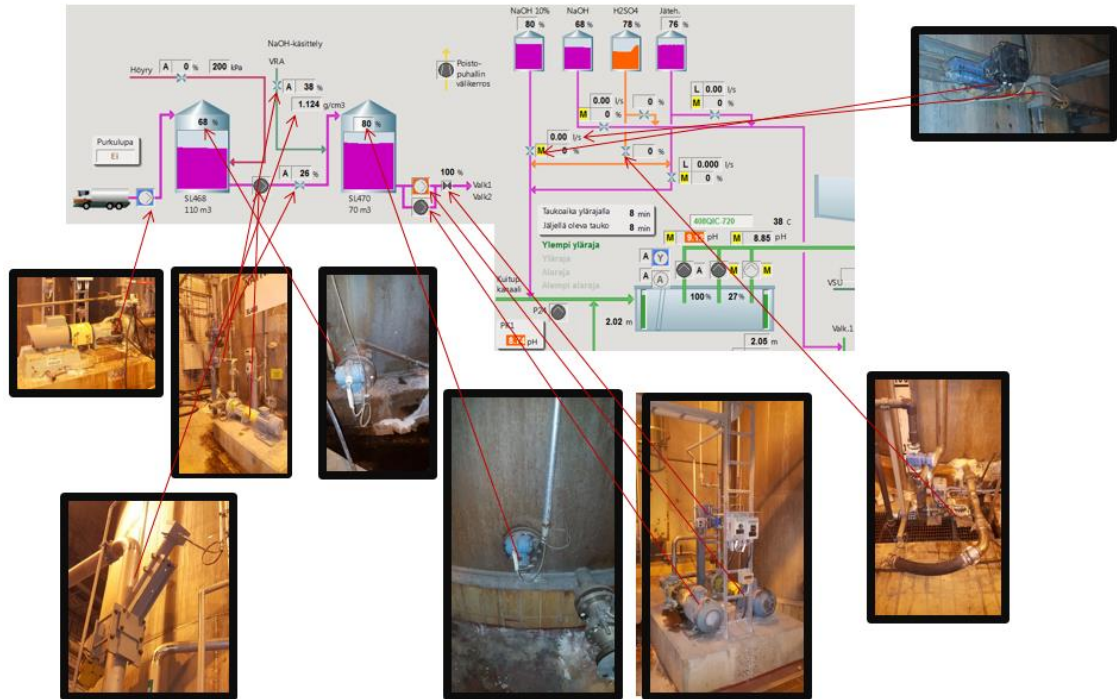


Kuva 19. Pumppu P462 – SL470 – Pumput P463 & P464



Kuva 20. Säiliön SL470 "hönkäputki"

PowerPointin loppuun lisättiin myös kuva, jossa kaikki kentällä olevat laitteet ovat merkittynä Metso Dna-järjestelmään (Kuva 21). Tämä tehtiin siksi että, häiriötilanteessa on helppo paikantaa mistä mikäkin laite löytyy ja tällä todistettiin myös se, että kaikki laitteet ovat varmasti Metso Dna-järjestelmässä.



Kuva 21. Laitteet Metso Dna-järjestelmässä.

8.2 Toiminnanohjausjärjestelmien päivitykset

Dokumentoituja linjoja verrattiin myös Metso Dna:han. Monessa tapauksessa osa laitteista puuttui Metso Dna:sta ja putkistot olivat merkitty sinne väärään paikkaan tai ei niitä ei ollut merkitty lainkaan. Parannusehdotukset katsottiin yhdessä osastomestarin kanssa ja opinnäytetyöntekijä raportoi puutteet Metson työntekijälle, joka päivitti ne Metso Dna:an.

Kemikaalilinjojen ja niiden laitteiden ennakkohuoltojen reittityölistoissa oli puutteita ja ne päivitettiin ajan tasalle. Havaitut puutteet reittityölistoissa dokumentoitiin taulukoihin, joista ne on helppo päivittää ajan tasalle. Taulukossa 11 on klooridioksidiputkiston ja laitteiden ennakkohuolloissa havaitut puutteet.

Taulukko 11. Klooridioksidiputkiston ja laitteiden ennakkohuoltorivien tarkastus ja dokumentointi.

KEM_458P456 C 102-LIUKOSEN PUMPPU 1, poistetaan EH-rivit																				
KEM_458P457 C 102-LIUKOSEN PUMPPU 2, poistetaan EH-rivit																				
KEM_458P509 CLO2-LIUKOSEN PUMPPU 3, 8vkoa tuotanto, laitosmies 4 vkoa, seisokissa kytkimen rihtaus/tarkistus ja öljyn vaihto. Mittaavan kunnorvalvonnan piirissä.																				
KEM_458SL454 C 102-LIUKOSEN VARASTOSÄILIÖ 1. Säiliön sisäpuolinen tarkastus 2 vuoden välein laitosmies.																				
KEM_458SL455 C 102-LIUKOSEN VARASTOSÄILIÖ 2. Säiliön sisäpuolinen tarkastus 2 vuoden välein laitosmies.																				
KEM_458SL460 ENSIOREAKTORI. EI OLE EH-RIVIÄ																				
KEM_458SL464 IMEYTYSTORNI 1. EI OLE EH-RIVIÄ																				
KEM_458SL465 IMEYTYSTORNI 2. EI OLE EH-RIVIÄ																				
KEM_458SL466 JÄTEKAASUPESURI. EI OLE EH-RIVIÄ																				
KEM_458FIC-928 CLO2 SL465:een																				
KEM_458PIC-785 DIOKSIDILIUOS PAIN																				
<table border="1"> <tr> <td>KEM_458-1 DIOKSIDIK.-400</td> <td>KLOORIDIOKSIDIKAASU SL460---SL464/SL465</td> </tr> <tr> <td>KEM_458-2 DIOKSIDIK.-80</td> <td>KLOORIDIOKSIDIKAASU SL454/455--SL464/465</td> </tr> <tr> <td>KEM-20-458-023-07</td> <td>KLOORIDIOKSIDIVESI</td> </tr> <tr> <td>KEM_458-1 DIOKSIDILIUOS-200</td> <td>KLOORIDIOKSIDIVESI SL464---SL454/455</td> </tr> <tr> <td>KEM_458-2 DIOKSIDILIUOS-100</td> <td>KLOORIDIOKSIDIVESI SL454/455---2/3-DIOKS</td> </tr> <tr> <td>KEM_458-2/3 DIOKSIDILIUOS-80</td> <td>KLOORIDIOKSIDIVESI 2 DIOKSIDISI-100----</td> </tr> <tr> <td>KEM_458-3 DIOKSIDILIUOS-80</td> <td>KLOORIDIOKSIDIVESI SL464/465---KANAALI</td> </tr> <tr> <td>KEM_458-L5-AKO-150</td> <td>KLOORIDIOKSIDIVESI P509---369-AKD-150</td> </tr> <tr> <td>KEM_458-L5.1-AKO-200</td> <td>KLOORIDIOKSIDIVESI SL454---P509</td> </tr> <tr> <td>KEM_458-TYHJ.DIOKSIDILIUOS-25</td> <td>KLOORIDIOKSIDIVESI 2/3-LIUOS-80---VIEMÄR</td> </tr> </table>	KEM_458-1 DIOKSIDIK.-400	KLOORIDIOKSIDIKAASU SL460---SL464/SL465	KEM_458-2 DIOKSIDIK.-80	KLOORIDIOKSIDIKAASU SL454/455--SL464/465	KEM-20-458-023-07	KLOORIDIOKSIDIVESI	KEM_458-1 DIOKSIDILIUOS-200	KLOORIDIOKSIDIVESI SL464---SL454/455	KEM_458-2 DIOKSIDILIUOS-100	KLOORIDIOKSIDIVESI SL454/455---2/3-DIOKS	KEM_458-2/3 DIOKSIDILIUOS-80	KLOORIDIOKSIDIVESI 2 DIOKSIDISI-100----	KEM_458-3 DIOKSIDILIUOS-80	KLOORIDIOKSIDIVESI SL464/465---KANAALI	KEM_458-L5-AKO-150	KLOORIDIOKSIDIVESI P509---369-AKD-150	KEM_458-L5.1-AKO-200	KLOORIDIOKSIDIVESI SL454---P509	KEM_458-TYHJ.DIOKSIDILIUOS-25	KLOORIDIOKSIDIVESI 2/3-LIUOS-80---VIEMÄR
KEM_458-1 DIOKSIDIK.-400	KLOORIDIOKSIDIKAASU SL460---SL464/SL465																			
KEM_458-2 DIOKSIDIK.-80	KLOORIDIOKSIDIKAASU SL454/455--SL464/465																			
KEM-20-458-023-07	KLOORIDIOKSIDIVESI																			
KEM_458-1 DIOKSIDILIUOS-200	KLOORIDIOKSIDIVESI SL464---SL454/455																			
KEM_458-2 DIOKSIDILIUOS-100	KLOORIDIOKSIDIVESI SL454/455---2/3-DIOKS																			
KEM_458-2/3 DIOKSIDILIUOS-80	KLOORIDIOKSIDIVESI 2 DIOKSIDISI-100----																			
KEM_458-3 DIOKSIDILIUOS-80	KLOORIDIOKSIDIVESI SL464/465---KANAALI																			
KEM_458-L5-AKO-150	KLOORIDIOKSIDIVESI P509---369-AKD-150																			
KEM_458-L5.1-AKO-200	KLOORIDIOKSIDIVESI SL454---P509																			
KEM_458-TYHJ.DIOKSIDILIUOS-25	KLOORIDIOKSIDIVESI 2/3-LIUOS-80---VIEMÄR																			

Kaikki käytöstä poistetut laitteet ja putkistot kirjattiin ylös, ne etsittiin SAPista ja dokumentoitiin Excel-taulukoihin, jonka avulla ne on helppo tulevaisuudessa poistaa. Taulukossa 12 ja taulukossa 13 on listattuna kaikki käyttämättömät laitteet ja putkistot, jotka olivat vielä SAPissa.

Taulukko 12. Käytöstä poistetut laitteet, jotka ovat vielä SAPissa.

Käytöstä poistetut laitteet, Sap	
Klooridioksidi	Rikkidioksidin ja paineilman käsittely
KEM_458P456 C 102-LIUOKSENPUMPPU 1	KEM_458E4004 SO2-PAINEILMAKUIVAIN
KEM_458P457 C 102-LIUOKSENPUMPPU 2	KEM_458E4007 KLOORIPAINELMAKUIVAIN
	KEM_458F4005 JÄLKISUODATIN
	KEM_458F451 SO-SUODATIN 1,
	KEM_458F452 SO-SUODATIN 2.
	KEM_458LX198 JÄLKIHOYRYSTIN
	KEM_458LX4001 SO2-HÖYRYSTIN
Vetyperoksidi	KEM_458LX4002 SO2-HÖYRYSTIMEN HÖYRYLÄMMITIN
KEM_458P479 VETYPEROKSIIDIN TÄYTTÖPUMPPU	KEM_458LX4003 JÄLKIJÄÄHDYTIN JA VEDENEROIT.2
KEM_458SL487 VETYPEROKSIIDIN ANNOSTELUSÄIL.	KEM_458P4003 PAINEILMA- KOMPRESSORI
	KEM_458P467 KLOORIPAINELMAKOMPRESSORI 1
	KEM_458SL4001 SO2-NESTESÄILIÖ
	KEM_458SL4004 SO2-VESISÄILIÖ
	KEM_458SL4005 PAINEILMASÄILIÖ
	KEM_458SL475 PAINEENTASAUSSÄILIÖ
Suolahappo	KEM_458SL476 PAINEILMAN KUIVAIN 1,
KEM-20-458-011 SUOLAHAPON KÄSITTELY	KEM_458SL477 PAINEILMAN KUIVAIN 2,
KEM_455SL485 VÄKEVÄ HCI-SÄILIÖ	KEM_458SL478 KLOORI-ILMAKUIVAIN
KEM_458P492 HCI-PURKAUSPUMPPU P492	KEM_458SL482 PAINEILMASÄILIÖ

Taulukko 13. Käytöstä poistetut putkistot, jotka ovat vielä SAPissa.

Käytöstä poistetut putkistot, Sap	
KEM-20-458-023-10 SUOLAHAPPO	KEM-20-458-023-04 RIKKIDIOKSIDIVESI
KEM_458-1-HCL-80 SUOLAHAPPO AUTO---SL485	KEM_458-10-ARD-80 RIKKIDIOKSIDIVESI 2-ARD---VALK 2
KEM_458-2-HCL-32 SUOLAHAPPO AUTO---3-HCL-50	KEM_458-2-ARD-150 RIKKIDIOKSIDI VESI SL4004---VALK 1
KEM_458-2-HCL-80 SUOLAHAPPO AUTO---3-HCL-50	KEM_458-3-ARD-150 RIKKIDIOKSIDIVESI SL4004---KAIVO
KEM_458-2/1-HCL-25 SUOLAHAPPO ---SL455	
KEM_458-3-HCL-50 SUOLAHAPPO 2-HCL-80---SL485	KEM-20-458-023-03 RIKKIDIOKSIDI NESTE
KEM_458-4/1-HCL-25 SUOLAHAPPO SL485---P493	KEM_458-1-NRD-50 RIKKIDIOKSIDI NESTE AUTO---SL4001
KEM_458-4/2-HCL-25 SUOLAHAPPO SL485---P494	KEM_458-2-NRD-25 RIKKIDIOKSIDI NESTE SL4001---LX4001
KEM_458-5-HCL-25 SUOLAHAPPO 5/1-HCL-25---LAIMENNUSVESI	KEM_458-3-NRD-25 RIKKIDIOKSIDI NESTE LX4001---3-ARD
KEM_458-5/1-HCL-25 SUOLAHAPPO P494/P493---7-HCL-50	
KEM_458-6-HCL-100 SUOLAHAPPO SL485---SL470	KEM-20-458-023-01 RIKKIDIOKSIDI KAASU
KEM_458-6/1-HCL-40 SUOLAHAPPO SL470---7-HCL-50	KEM_458-1-KRD-50 RIKKIDIOKSIDI KAASU LX4001---CLO2 SL460
KEM_458-7-HCL-50 SUOLAHAPPO 2/1-HCL-25---VIEMÄRIPUTKI	KEM_458-1/1-KRD-25 RIKKIDIOKSIDI KAASU 1-KDR---1/3-KDR
	KEM_458-1/2-KRD-50 RIKKIDIOKSIDI KAASU 1-KDR---SK4001
	KEM_458-1/3-KRD-25 RIKKIDIOKSIDI KAASU AUTO---SL4004
	KEM_458-1/4-KRD-25 RIKKIDIOKSIDI KAASU AUTO---SL4001

9 POHDINTA

Opinnäytetyö aloitettiin tutustumalla klooridioksidilaitoksen prosessiin ja toimintaan. Alussa haastattelin käyttöhenkilöstöä, joilta sain arvokasta tietoa klooridioksidilaitoksen toiminnasta ja historiasta.

Käytännönosuus aloitettiin dokumentoimalla jokainen kemikaalilinja. Osastomes-tari Janne Heinolla oli todella hyviä ideoita, miten opinnäytetyötä kannattaa alkaa tekemään. Heinon ohjeiden avulla kemikaalilinjojen dokumentointi kävi todella ri-peästi.

Sen jälkeen kun jätehappo-, klooridioksidi-, klooraatti-, lipeä-, rikkihappo-, valkoli-peä- ja vetyperoksidiputkistot oli saatu kartoitettua, siirryttiin SAP-toiminnanoh-jausjärjestelmän ennakkohuoltojen tarkastamiseen. Ennakkohuoltojen reittityölis-toissa havaittiin puutteita, joista raportoitiin tehtaan SAP-vastaavalle. Lisäksi SA-Pista listattiin käytöstä poistetut laitteet ja niiden perusteella tehty lista toimitettiin SAP-vastaavalle.

Haastavinta opinnäytetyössäni oli putkistojen dokumentointi, koska putkistoista puuttuivat merkinnät. Opinnäytetyön tekemistä edesauttoi se, että olen ollut ky-seisellä osastolla kesätöissä. Opinnäytetyötä tehdessä opin paljon klooridioksi-dinvalmistuksesta, teollisuusputkistoista, kemikaaleista sekä teollisuudessa työ-s-kentelystä.

Toivon että tekemäni dokumentit klooridioksidilaitoksesta edesauttavat klooridi-oksidioksidilaitoksen käyttöä ja ylläpitoa. Tulevaisuudessa seuraava askel klooridioksi-dilaitoksen päivittämisessä on purkusuunnitelmien laatiminen ja käytöstä poistet-tujen laitteiden purkaminen.

LÄHTEET

Akzo Nobel Oy 2005. Käyttöturvallisuustiedote: Jätehappo. Viitattu 25.3.2016. Metsä Fibren sisäinen intranet.

Botnia Mill Service Oy 2016. Yrityksen www-sivut. Viitattu 4.2.2016. www.caverion.fi/botniamillservice

Botnia Mill Service Oy 2015. Yritysesittely. Viitattu 5.2.2016. Yrityksen sisäinen intranet.

Cellchem Oy 2000. Klooridioksidin valmistus HP-A prosessikuvaus.

Dahl, O & Sillanpää, M. 2002. Klooridioksidin valmistusmenetelmät, käyttöturvallisuus ja ympäristövaikutukset. Oulun yliopisto. Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto.

Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T. & Åström, T. Kunnossapito. P. 2007. 4.painos. Helsinki: KP-Media Oy

Knowpulp 2016. Sulfaattisellun valmistus. Viitattu 2.2.2016. <http://www.knowpulp.com/suomi/demo/suomi/kps/ui/process/general/ui.htm>

Kunnossapito Ry 2016. Mitä on kunnossapito? Viitattu 2.2.2016 http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_1-1_mita_on_kunnossapito.html

Metso Dna 2001. Product description. Viitattu 20.3.2016. Metsä Fibren sisäinen intranet.

Metsä Fibre Oy 2012. Käyttöturvallisuustiedote: Valkolipeä. Viitattu 22.3.2016. Yrityksen sisäinen intranet.

Metsä Fibre Oyj 2016. Yrityksen www-sivut. Viitattu 12.2.2016 www.met-safibre.com

Metsä Group Oyj 2016. Yrityksen www-sivut. Viitattu 14.2.2016 www.met-sagroup.com

Sap Finland Oy 2015. Yrityksen www-sivut. Viitattu 1.4.2016. <http://go.sap.com/finland/solution.html>

SFS 3701, 1995. Putkistojen merkintä virtaavan aineen tunnuksin. Tunnusvärit ja -kilvet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Turvatekniikan keskus 2013. TUKES opas: Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset. Viitattu. 1.3.2016. www.tukes.fi.

Työterveyslaitos 2015a. OVA-ohje: Klooridioksidi. Viitattu 22.3.2016
<http://www.ttl.fi/ova/kloordio.html>

Työterveyslaitos 2015b. OVA-ohje: Natriumhydroksidi. Viitattu 22.3.2016.
<http://www.ttl.fi/ova/kloordio.html>

Työterveyslaitos 2015c. OVA-ohje: Natriumkloraaatti. Viitattu 21.3.2016
<http://www.ttl.fi/ova/natrkle.html>

Työterveyslaitos 2015d. OVA-ohje: Rikkihappo. Viitattu 22.3.2016.
<http://www.ttl.fi/ova/rikkiha.html>

Työterveyslaitos 2015e. OVA-ohje: Vetyperoksidi. Viitattu 23.3.2016.
<http://www.ttl.fi/ova/vetypero.html>