

Veli Mäki-Jaakkola

# IMURIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU RIKASTEVARASTOLLE

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

2018

## IMURIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU RIKASTEVARASTOLLE

Mäki-Jaakkola, Veli  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
toukokuu 2018  
Ohjaaja: Teinilä, Teuvo  
Sivumäärä: 30  
Liitteitä: 1

Asiasanat: Pölynpoisto, imuri, rikaste.

---

Tämän insinööriyön tavoitteena oli suunnitella rikastevarastolle pölynpoistoimurijärjestelmä. Työn toimeksiantajana oli Boliden Harjavalta.

Tarkoitus oli suunnitella rikastevarastolle henkilöstön omaan käyttöön imurijärjestelmä, jolla pidetään rikastevarasto siistinä rikastealueen operoinnin ohella. Rikastevaraston siivous tehdään nykyään lapiomalla lattiat hihnakuuljettimelle, joka on erittäin pölyistä, raskasta ja ergonomisesti rasittavaa. Imurijärjestelmä toisi mielekkyyttä siivoamiseen ja säästöjä siivouskustannuksiin. Materiaali työhön oli saatu Suomen Imurikeskuksen kanssa yhteistyössä käyty suunnittelu ja hinnoittelu erilaisille vaihtoehdoille.

Opinnäytetyöstä on jätetty pois luottamuksellisia tietoja, kuten kustannuksiin liittyvät arvot, sekä nimet GDPR-tietosuojan mukaisesti.

# PLANNING OF AN INDUSTRIAL VACUUM SYSTEM TO A CONCENTRATE STORAGE

Mäki-Jaakkola Veli

Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical Engineering and Production Technology

October 2017

Instructor: Teinilä, Teuvo

Number of pages: 30

Appendices: 1

Key words: Dust removal, vacuum, concentrate.

---

The objective of this thesis was to plan an industrial vacuum system for dust removal at a concentrate storage. The commissioner of the thesis was Boliden Harjavalta.

The thesis aimed at planning an industrial vacuum system for the own use of the concentrate storage's personnel in order to keep the concentrate area clean while operating. At present, the concentrate storage is cleaned by shoveling materials from the floor onto a belt conveyor, which is a very dusty, strenuous and ergonomically challenging work phase. A vacuum system would rationalize the cleaning process and produce cost savings. The material for the thesis is based on the planning and price determination regarding different alternatives together with Suomen Imurikeskus (Eurovac - Finnish Vacuum Centre).

Confidential information, such as cost-related values and personal data, has been excluded from the thesis according to the general Data Protection Regulation (GDPR).

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	YRITYSESITTELY .....	6
2.1	Boliden Harjavallan esittely.....	6
2.2	Suomen Imurikeskuksen esittely. ....	7
3	NYKYTILANNE RIKASTEVARASTONPÖLYJENPOISTOSTA.....	7
4	INSINÖÖRITYÖN SUUNNITTELU JA TAVOITTEET.....	9
5	IMURIAUTOLLA RIKASTEEN IMUROINNIN KOKEILU RIKASTEVARASTONHOITAJIEN KANSSA.....	10
6	TARJOUSKYSELY IMURIJÄRJESTELMÄSTÄ .....	12
7	IMURILINJASTON SUUNNITTELU RIKASTEVARASTOLLE.....	14
8	TARJOUKSET VAIHTOEHTOISESTA IMURIJÄRJESTELMISTÄ JA ERLAISISTA IMURIKESKUKSISTA .....	15
8.1	Vaihtoehto 1.....	15
8.2	Vaihtoehto 2.....	20
8.3	Vaihtoehto 3.....	21
9	PUTKISTOKOON LASKENTA .....	27
10	KUSTANNUKSET RIKASTEIDEN IMUROINNISTA RIKASTEVARASTOLLE VUONNA 2016.....	28
11	YHTEENVETO .....	29
	LÄHTEET.....	30
	LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihe on Boliden Harjavallan tehtaiden rikastevarastolle kehittää alueen siivouskäytäntöjä. Boliden Harjavalta valmistaa päätuotteina kupari- ja nikkelikasteista kuparianodeja kuparin jatkojalostuksen tarpeisiin, sekä nikkelifraetta nikkelin jatkojalostukseen. Rikastevarastolla on useita rikastehihnakuljettimia, rikastesiiloja ja syöttimiä jotka pölyttävät rikastetta ympäristöön. Hihnakuljettimille on asennettu koteloida pölyämisen estämiseksi, mutta tämä ei ole riittävä ahtaiden kuljettimien johdosta. Rikastetta varisee myös jonkin verran kuljettimien alle kuljetinrullista kaksinkertaisesta kaavauksesta huolimatta. Rikastevaraston puhdistus on ollut ennen ulkopuolisen toimijan vastuulla, mutta muutoksen myötä prosessihoitajille on määrätty siivousalueet, jotka pidetään puhtaina operoinnin ohella. Rikastevarastonhoitajat siivoavat rikasteen lapioiden avulla kuljetinhihnalle. Kuljetinhihnat on suojattu sivusta verkolla turvallisuuden vuoksi, joka vaikeuttaa rikasteen lapiointia. Työ on ajoittain raskasta, pölyistä ja epäergonomista, Lapiointi on riski loukkaantumiselle ja täten lisääntyville sairaspölyisyydelle.

Rikastevarastolla käsitellään kupari- ja nikkelikasteita ja rikasteet ovat pidettävä erillään toisistaan. Molemmille rikasteille on omat siilot, syöttimet sekä kuljettimet. Rikasteita siirretään kuljetinhihnoilla tuhansia tonneja vuorokaudessa. Opinnäytetyön tarkoitus on kehittää imurijärjestelmä, joka sisältää imuriputkiston, kaksi sykklonia, sekä imuriyksikön. Imurijärjestelmällä parannettaisiin työn mielekkyyttä, ergonomista työskentelyä, estää ympäristöön leviävää rikastepölyä sekä säästää kustannuksissa ulkopuolisen toimijan jäädessä pois rikastevaraston siivoamisesta. Haluan kiittää työnantajaani opinnäytetyön aiheesta ja tuesta työn tekemisen aikana sekä Suomen imurikeskuksen apua suunnittelussa.

## 2 YRITYSESITTELY

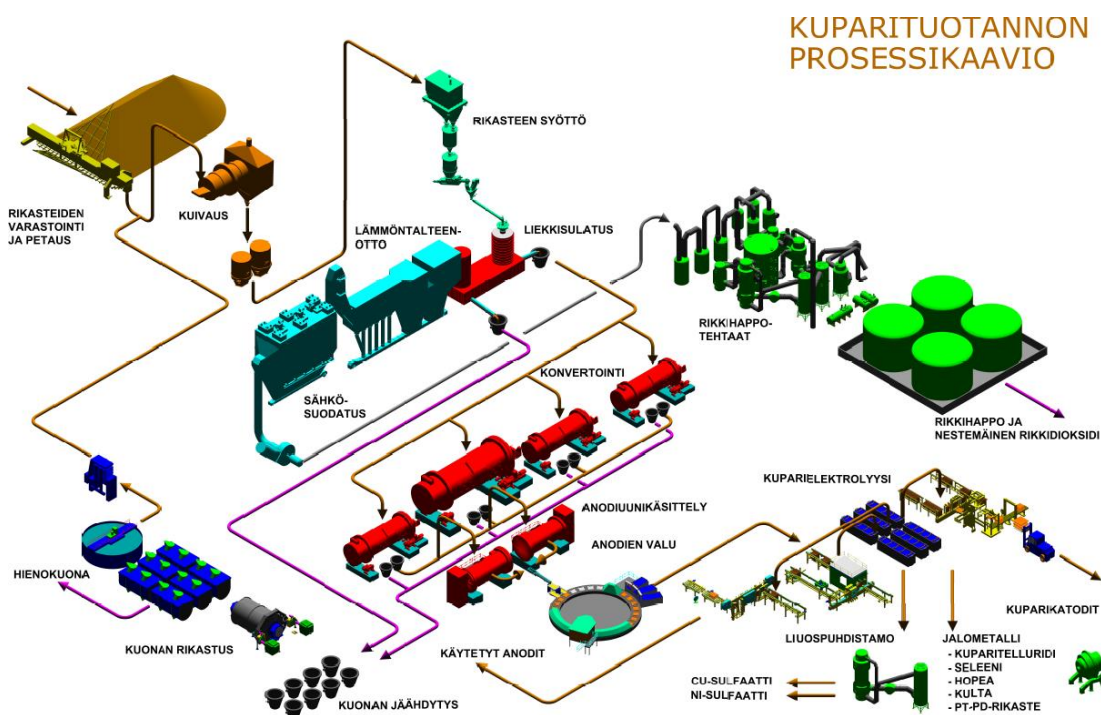
### 2.1 Boliden Harjavallan esittely.

Harjavallan sulatolla on erittäin pitkä historia. Se perustettiin Imatralle vuonna 1936 ja siirrettiin vuonna 1944 henkilöstöineen pois sodan jaloista. Harjavallassa kehitettiin myös uusi ja energiatehokkuudeltaan mullistava kuparirikasteiden liekkisulatusmenetelmä. Liekkisulatusmenetelmä otettiin käyttöön vuonna 1949. Sulatusmenetelmää kehitetään jatkuvasti. Se on maailman yleisin kuparirikasteiden sulattamista. (Boliden Harjavallan [www-sivut](#).)

Boliden Harjavalta kuuluu Boliden konserniin, joka toimii kaivosalalla- ja sulattaa eri rikasteita sekä myy jalostamia tuotteita eteenpäin. Sinkki-, kupari-, lyijy-, kulta- ja hopeamalmit louhitaan Bolidenin neljältä eri kaivosalueelta. Malmi jalostetaan metallirikasteeksi, josta suurin osa toimitetaan sulatoille konsernin sisällä. Boliden Harjavalta Oy:n toimipaikat jakautuvat kahteen kaupunkiin, Harjavaltaan ja Poriin. Harjavallan Suurteollisuuspuistossa sijaitsee kuparisulatto, nikkelisulatto ja rikkihappotehtaat. Porin Kupariteollisuuspuistossa sijaitsee kuparielektrolyysi, jalo-metalliosasto ja liuospuhdistamo.

Harjavallan kuparisulatossa tuotetaan anodikuparia, joka jatkojalostetaan Porin kuparielektrolyysissä katodikupariksi. Porissa valmistetaan myös kultaa, hopeaa, platina-palladiumrikastetta ja seleeniä. Pääosa tuotetusta katodikuparista toimitetaan samalla Porin Kupariteollisuuspuistossa toimivalle asiakkaalle. Kupari-rikastesulatuksen tuotantokapasiteetti on 720 000 tonnia, anodikuparin 210 000 tonnia ja katodikuparin 155 000 tonnia. (Boliden AB:n intranet 2016; Boliden Harjavalta Oy:n tietokanta 2016.)

Harjavallan nikkelisulatossa sulatetaan nikkelikasteita, jotka ostetaan globaaleilta markkinoilta tai toimitetaan omilta kaivoksiltaan kuparirikasteiden tapaan. Sulatuksen tuotteena syntyvä nikkelikivi myydään eteenpäin jatkojalostettavaksi. Nikkelirikastesulatuksen tuotantokapasiteetti on 250 000 tonnia. (Boliden AB:n intranet 2016; Boliden Harjavalta Oy:n tietokanta 2016.)



Kuparituotannon prosessikaavio.

## 2.2 Suomen Imurikeskuksen esittely.

Suomen Imurikeskus Oy on 1984 perustettu yksityisessä omistuksessa oleva yhtiö Po-markussa. Yritys aloitti maahantuomalla ja valmistamalla teollisuusimureita ammattikäyttöön, tuotemerkeinä Eurovac ja Hurricane. Toimintaan on kuulunut vuosien ajan myös erilaiset purun- ja pölynpoistot, sekä keskusimurijärjestelmät teollisuudelle ja voimalaitoksille. Asiakkaiden tarpeista on vuosien mittaan kehitetty erilaisia ratkaisuja vaativillekin toimialoille. Yritys seuraa kehitystä ja lainsäädäntöä aktiivisesti ja tuottaa innovatiivisia kokonaisuuksia asiakkaiden tarpeisiin. Suomen Imurikeskuksen missio on kehittää teollisuuden työympäristöä parantamalla työturvallisuutta ja työssä viihtyvyyttä paremman ilmanlaadun avulla. Oikein suunniteltu järjestelmä tehostaa huomattavasti tuotantolaitoksen toimintaa ja parantaa työympäristön laatua.

## 3 NYKYTILANNE RIKASTEVARASTONPÖLYJENPOISTOSTA

Rikastevarastolla on kaksi rikastelinjaa. Toinen linjasto on kuparirikasteelle ja toinen on nikkelikasteelle. Rikasteet keskenään on pidettävä erillään näiden koostumuksen

takia. Linjastoon kuuluu kuljetinhihnat, jotka tulevat purkuasemalta siiloihin. Siilojen alla on syötinhihna (Kuva 1).



Kuva 1. Syötinhihna ja sen alunen.

Kokoojahihnalla rikaste kuljetetaan pitkälle hihnalle ja sieltä kuivaamoon. Siiloja on kuparilinjassa 10 ja nikkelinjassa 7 siiloa. Eniten pölyä kertyy siilojen alla olevien syötinkuljettimien alle, jossa syötin pudottaa rikasteen kokoojahihnalle (kuva 2). Myös kokoojahihnan alle kertyy ajoittain runsaasti pölyä. Näitä alueita puhdistetaan ulkopuolisen imuauton ja kahden miehen avulla säännöllisesti. Rikastevarasto on jaettu viiteen siivousalueeseen, joista rikastevarastonhoitajat vastaavat omalta osaltaan. Ulkopuolisen imuroinnin käyttö on erittäin kallista ja siksi tämä työ olisi tarkoitus siirtää rikastevarastonhoitajien vastuulle kokonaisuudessaan. Rikastesiivouksen rikastevarastohoitajat tekevät lapioiden latioille kertyneen rikasteen kokoojahihnalle, joka on suojattu verkoin. Lapiointi on hankalaa suojaverkon ylitse ja täten myös ergonomisesti raskasta.



Rikasteiden varistamiseen vaikuttaa paljon laitteiden kunto. Suurin varistus johtuu syöttimien ja hihnakuljettimien reunakumien ja kaavareiden kunnosta. Näistä vastaa alueen oma kunnossapito. Rikastevarastonhoitaja on vastuullinen ilmoittamaan epäkuntoisesta reunakumista tai kaavarista, joka kunnostetaan mahdollisimman nopeasti. Imurijärjestelmä toisi huomattavaa helpotusta alueen siivoamiseen ja suuria säästöjä ulkopuolisen käyttäminen siivouksen suhteen, jonka vuosittaiset kustannukset rikastevarastolla on noin x€.



Kuva 2 Syötin pudottaa rikasteen kokoojahihnalle.

#### 4 INSINÖÖRITYÖN SUUNNITTELU JA TAVOITTEET

Tämän työn tarkoitus on suunnitella Boliden Harjavallan rikastevarastolle imurijärjestelmä, joka olisi käyttöhenkilökunnan päivittäisessä käytössä, joka vähentäisi ulkopuolisen toimijan tarvetta rikastevaraston siivoamisessa. Henkilökunta sitoutettaisiin osallistumaan aluksi suunnitteluprosessiin. Sopiva imurijärjestelmän selvittely, kerätäisiin ajatuksia käyttöhenkilökunnalta ja kommentteja imurijärjestelmän tarpeellisuus-

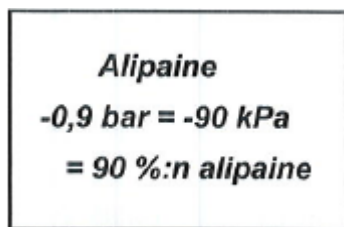
desta ja vaatimuksista. Kokeilu suoritettaisiin siirrettävillä imuriautoilla ja kokeiltaisiin useamman tehoista imuria. Kokeilun jälkeen tarkoitus olisi kartoittaa toimittajat ja lähettää tarjouskysely heille. Tarjousten perusteella olisi mahdollista valita sopiva laite rikastevaraston käyttöön.

Tämän jälkeen kaikki olivat kiinnostuneita osallistumaan imuriauton kokeiluun ja sen käytettävyyteen. Kokeilun positiivisena tuloksena suunnittelu jatkuu yhteydenotoilla imurijärjestelmän myyviin yrityksiin ja heille lähetettyyn tarjouskyselyihin. Tarkan tarjouksen saamiseksi tarvitaan suunnittelu imurilinjasto sekä imurijärjestelmän putkiston kokonaisuus. Tarjouksen perusteella tehdään hankintaehdotus. Tämän työn tavoite on valmistella imurilinjaston hankkimista rikastevarastolle ja sen tarpeellisuudesta hankintakustannuksiin nähden.

## 5 IMURIAUTOLLA RIKASTEEN IMUROINNIN KOKEILU RIKASTEVARASTONHOITAJIEN KANSSA

Lassila & Tikanojan imuriautoa (kuva 3) kokeiltiin kaksi kertaa omalla henkilökunnalla.

Prosessihoitajia oli viisi, jotka osallistuivat kokeiluun. Kokeilu suoritettiin viikon välein kahdella eritehoisella autolla kesäkuun aikana. Autojen alipaineet olivat molemmissa 0.9 baaria.



Pienemmän imuriauton teknisiä tietoja:

Pumppu Aerzner S6000

Ilmamäärä imupumpulla 6000m<sup>3</sup>/min

Pääsuodatin pinta-ala 40m<sup>2</sup>

varasuodatin pinta-ala 34m<sup>2</sup>

Käytetyt letkun paksuus 3” ja isomman 4”

### Isomman imuriauton teknisiä tietoja:

Alipainepumppu on Root-tyyppinen, varustettu kolmella siipimännällä ja esijähdyttimellä.

Merkki Kaeser

Tyyppi Omega 83PV

Suurin tehontarve 220kw

Ilmamäärä imupumpulla maksimissaan 10 000m<sup>3</sup>/min

Pääsuodatimen pinta-ala 26m<sup>2</sup>.

Lisäksi kaksi varasuodatinta, jonka molempien pinta-ala on 34m<sup>2</sup>

Kokeilun tulokset ja tarpeiden määrittäminen tehtiin kokeiluun osallistujia haastattelemalla ja kuuntelemalla heidän vaatimuksiaan ja toiveita tulevasta imurijärjestelmästä. Kokeilussa tuli ilmi, että pienempi imuriyksikkö oli liian tehoton kokkareiselle rikasteelle ja 3 tuuman letku tukkeentui liian helposti, joka teetti turhaa työtä tukkeen poistamiseksi. Pienemmän imuriyksikön teho ei taas riittänyt isompaan letkuun, vaan rikaste sakkaantui letkuun ja letku tukkeentui. Pienemmässä letkussa etuna oli sen liikuteltavuus ja notkeus. Isommassa yksikössä imuteho riitti hyvin rikasteen imemiseen ja vaikka rikaste oli kokkareistakin, se ei tukkinut 4 tuuman letkua. Isossa letkussa oli huonona sen jäykkyys ja se häytti liikuteltavuutta. Tämän ongelmaan ratkaisu olisi riittävä määrä imupisteitä, jolloin imuletkut eivät olisi pitkiä ja ne olisi kevyempiä liikuteltaviksi. Rikastevarastonhoitajat olivat kokeiluun tyytyväisiä ja olivat sitä mieltä, että imurointi aina lapioiden voittaa. Imurijärjestelmän hankintaa puoltaa myös tieto että, kokoojahihnan alta on mahdotonta lapioida sen ahtauden vuoksi ja tämä onnistuu ainoastaan imuroimalla.



Kuva 3. Ulkopuolisen toimijan pienempi imuriyksikkö.

## 6 TARJOUSKYSELY IMURIJÄRJESTELMÄSTÄ

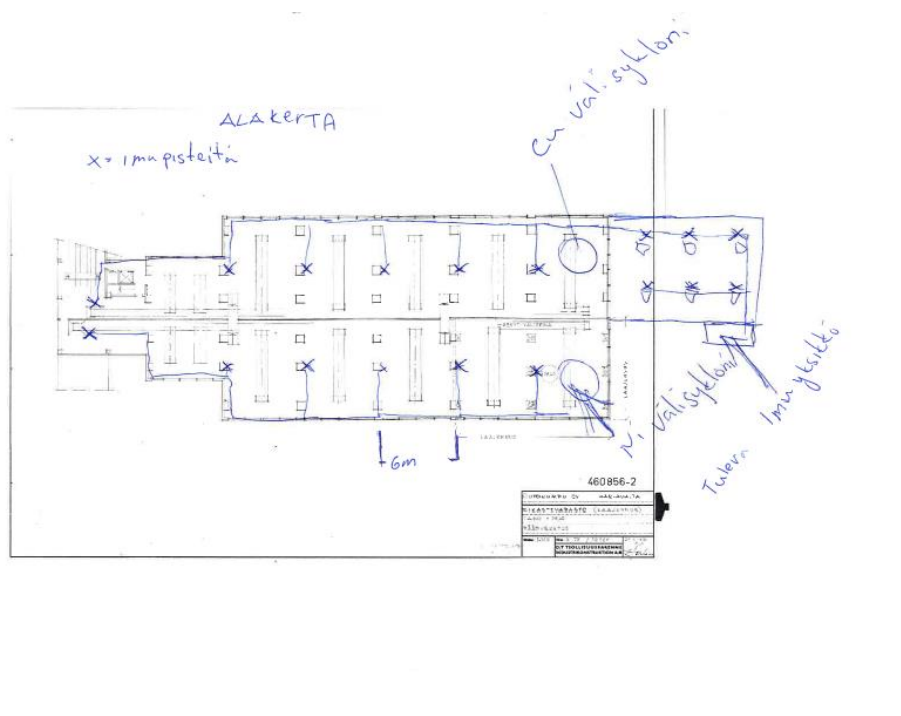
Aloitettiin etsimään sopivaa toimittajaa imurijärjestelmälle ja sähköpostitiedustelun jälkeen oli kaksi vaihtoehtoa, jotka olivat kiinnostuneita.

Lähetettiin kaksi tarjouspyyntöä imurilinjastosta sähköpostitse ja tarjouspyynnön saaneet olivat Suomen Imurikeskus Oy ja toinen oli Dustec Oy.

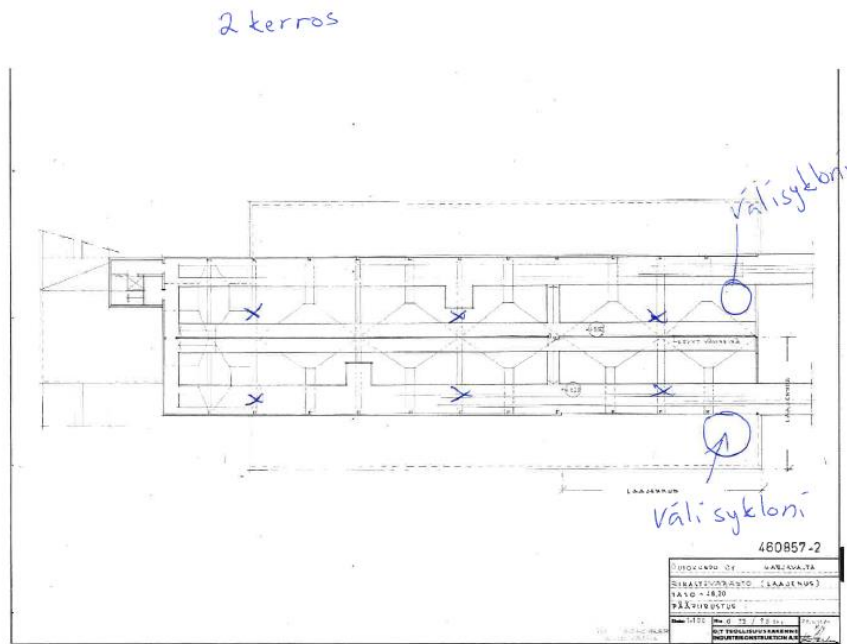
Sähköpostitettiin kuvat (Kuvat 4 ja 5) rikastevarastosta ja alustavan suunnittelun. Piirustukset olivat hahmotelmia rikastevarastosta ja siinä ei näy rikastevaraston laajenusosaa, joten se lisättiin käsin selvittämään imurilinjaston laajuutta. Hahmotelmat olivat vanhoja, kun Outotecilla ei ole uudempiä hahmotelmia rakennuksesta. Vaatimuksena oli kaksi sykklonia. Toinen kupari- ja toinen nikkelirikasteille. Nikkelirikastelinjastossa imupistokkeita olisi 6 kappaletta alakerrassa ja yläkerrassa 3 kappaletta. Kuparirikastelinjaston alakerrassa olisi 12 pistoketta ja yläkerrassa 3 pistoketta. Myös rikasteen ominaispaino pitää huomioida, joka on noin 1,6 kg/l

Suomen Imurikeskus kanssa sovittiin tapaaminen rikastevarastolle viikon kuluttua. Dustec Oy:stä ei tämän esitietojen lähettämisen jälkeen vastattu enää kyselyihin. Suomen imurikeskuksen edustaja tuli paikan päälle tarkistamaan tilat ja keskusteltiin imurilinjaston vaativuuksista ja linjojen reitityksestä. Tutkittiin rikastevarastoa ja mitattiin seinien läpiviennit, tarkennettiin imupisteiden sijainnit ja niiden tarpeellinen määrä. Kuukauden kuluttua Suomen imurikeskuksen edustaja halusi tulla vielä rikastevarastolle ja tarkentamaan linjaston reitityksen ennen lopullisen kustannusarvion jättöä.

Tarjous rikastevaraston putkistosta ja keskusimurivaihtoehdoista tulikin 3 erilaista. Ensimmäinen tarjous koski pelkkää putkistoa ilman sykloneja. Toinen tarjous koski putkistoa, sykloneja ja keskusyksikön, jonka koko oli 132kW. Kolmas tarjous sisälsi putkiston, syklonin ja 160kW imurikeskusyksikön.



Kuva 4 alakerta



Kuva 5 yläkerta

## 7 IMURILINJASTON SUUNNITTELU RIKASTEVARASTOLLE

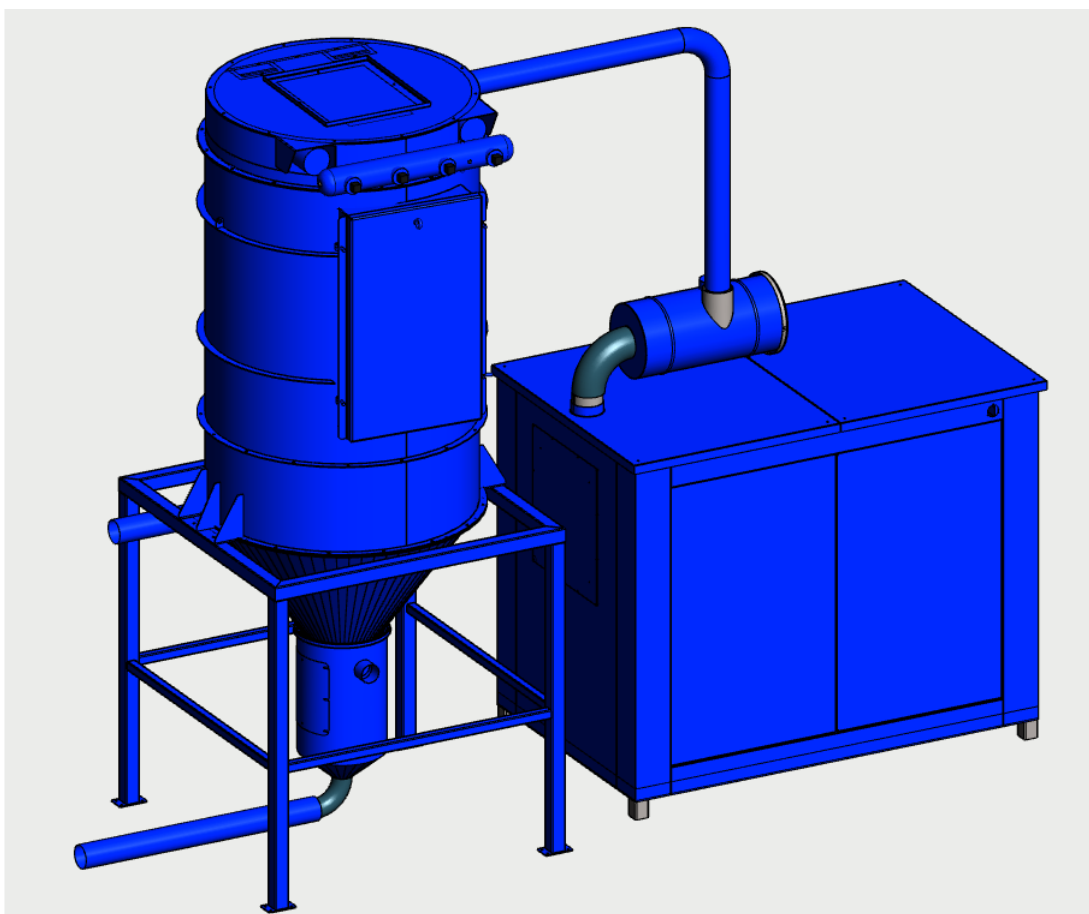
Imurilinjaston suunnittelu aloitettiin tutustuen rikastevaraston vanhoihin piirustuksiin ja tutustuen paikan päällä. Suunnittelussa otettiin huomioon imurisuulakkeen koko sekä imuriletkun paksuus työstettävyyden takia. Letku ei saa olla liian pitkä, jotta se on helppo käsitellä. Paksuus määräytyy työn rasittavuuden mukaan. Imupistokkeita suunniteltiin näitä seikkoja ajatellen. Putkiston suunnittelussa otettiin linjaston virtausnopeus, jotta rikaste kulkee riittävän nopeasti, eikä tukkeudu putkistoon. Myös tarkistus ja mahdolliset tukkeutumisen avaamisaukot täytyi suunnitella. Syklonien paikat tarkentuivat nikkelisiilo 7 päälle ja kupari puolelle 8 siilon päälle. Syklonien tarkoitus on toimia siten, että imuroitu rikaste palautuu suoraan syöttöön takaisin ilman mitään välisäiliötä.

Imurikoneikon sijainti tulisi olemaan laajennusosan ulkoseinustalla, koska imurikeskus on sään kestävä. Imurikeskuksen käynnistys tulisi toimimaan GSM-puhelimella. Soitto määräytyy puhelinumeroon ja keskus käynnistyisi tai sammuisi. Tämä helpotaisi käynnistämistä ja säästäisi sähkökytkentöjen vetoa joka imupistokkeille.

## 8 TARJOUKSET VAIHTOEHTOISESTA IMURIJÄRJESTELMISTÄ JA ERLAISISTA IMURIKESKUKSISTA

### 8.1 Vaihtoehto 1

Keskusimurilaitteistosta ja huuhteluputkistosta, asennettuna Rikastevarastorakennukseen. Eurovac- keskusimurijärjestelmää paikalleen asennettuna: Eurovac 1400/32 suodatinyksikkö, RB-DW kiertomäntäpuhaltimella 132kW sähkömoottorilla, sekä kahdella Eurovac SPC 60 esierotinsyklonilla.



Havainnekuva suodatin-ja imuyksiköstä

Laitteiston yleiskuvaus:

Järjestelmä koostuu viidestä eri osasta:

Eurovac 1400/32 letkusuodatinyksiköstä (AISI304)

Imuyksiköstä kiertomäntäpuhaltimella ja 132kW sähkömoottorilla (ulkokuoret ja runkorakenne AISI304)

Ohjauskeskuksesta taajuusmuuttajakäynnistimellä ja ohjauslogiikalla (kotelo ja sokkeli AISI304)

Kahdesta rikastesiilon päälle asennettavasta esierotinsyklonista, tuplaläppäventtiilityhjennyksellä (AISI 304)

Aiemmin tarjottuun putkistoon liitettävästä suodatinyksikön takaisinhuhteluputkistosta ja putkiston muutostöistä

Toimintaperiaate:

Laitteisto käynnistyy ja sammuu vaivattomasti GSM-käynnistyksellä, sekä käsiohjausti keskusimurin ohjauskeskukselta.

Molemmilta linjoilta (kupari ja nikkeli) Imuroitava materiaali imetään keskusimuri-putkistoa linjastossa olevaan esierotinsykloniin, joka tyhjenee automaattisesti aina laitteiston käydessä

Syklonin läpi tuleva leijuva hieno pöly kulkeutuu suodatinyksikköön, josta se ajastetusti huuhdellaan takaisin esierotin sykloniin

Molempien imulinjojen (kupari ja nikkeli) sykloneiden läpi tuleva hieno pöly huuhdellaan takaisin pelkästään nikkelipuolen sykloniin, syystä että nikkelirikastetta ei ilmeisesti ole hyvä mennä kuparirikasteen sekaan.

Takaisinhuhtelujärjestelmällä taataan laitteiston helppokäyttöisyys: ei ole tyhjennettäviä/vaihdettavia roska-astioita

Jokaisen käyttökerran jälkeen ennen loppusuodatinpuhdistusta, molempien linjojen päästä aukeaa runkolinjan kokoinen huuhteluventtiili, joka huuhtelee putkistolinjan puhtaaksi. Tämän jälkeen laitteisto puhdistaa suodattimet automaattisesti

Tekniset tiedot:

Suodatinyksikkö: Eurovac 1400/32-suodatinyksikkö

Eurovac 1400/32 on pyöreä letkusuodatinyksikkö, joka on tarkoitettu suurille ilmamäärille, sekä suuren suodatinpinta-alansa puolesta myös haastaville materiaaleille. Suodatinyksikön alakartiossa oleva erillinen sisäinen ”syklonikaulus” erottelee yksikköön tulevan roskan alleen erittäin tehokkaasti, ja suojaa suodattimia suoralta kontaktilta imuroitavan materiaalin kanssa.

Laitteiston tehokas suodatinpuhdistus paineilmaiskulla takaa laitteiston tehokkaan toiminnan.

Suodatinpinta-ala 32 m<sup>2</sup>



Suodattimet 25 kpl (Tetratex-pinnoitettu polyesteriletkusuodatin)

Suodattimen koko 2000 x 200mm

Suodatin puhdistus Automaattinen paineilmaisku

Vaatii kuivan paineilman toimiakseen, 0,2Nm<sup>3</sup>/min 6-7bar

Standardin ISO 8573-1:2010 luokka 1.2.1- mukaisesti.

Yksikön alaosa Takaisinhuuhtelujärjestelmä

Suodatinyksikön materiaali 3mm AISI 304- teräs

Yksikön mitat Laitteiston alustava mittakuva tarjouksen liitteenä

Suodatinyksikkö suunniteltu ja valmistettu Suomessa

Imuysikkö: RB-DV 125 kiertomäntäpuhallin, 132kW sähkömoottorilla

Max. ilmamäärä 3000 m<sup>3</sup>/h

Max. alipaine 800 mbar

Äänitaso 1m etäisyydestä 85db

Teho 132 kW

Sähkömoottori varustetaan käämilämmittimillä ja termistoreilla

Sähkömoottorin N-pääty on eristetty

Imuysikkö asennetaan äänieristettyyn koteloon

Imuysyksikössä on HEPA 13- luokan jälkisuodatin, joka varmistaa ulospuhallettavan ilman puhtauden, sekä toimii imuysyksikön varmuussuodattimena, mikäli tapahtuu suodatinrikko

Puhaltimen ulospuhallus ohjataan äänenvaimentimen kautta vaarattomaan suuntaan

Puhaltimen kapasiteetti on suunniteltu 1:lle samanaikaiselle käyttäjälle 100mm imulet-kulla

Varustetaan EMC-turvakytkimellä (AISI304)

Imuysyksikön runkorakenne suunniteltu ja valmistettu Suomessa

Esierotinsykloni: Eurovac SPC 60- esierotinsykloni (ilman tuki/kiinnitys/teräsrakenteita)

Sykloni mitoitettu ilmamäärälle 2000-3000m<sup>3</sup>/h

Syklonin erottelukyky partikkelikoon mukaan

Taulukko erottelukyvystä tarjouksen liitteenä

Syklonin materiaali 3mm AISI 304- teräs

Sykloni varustetaan tuplaläppäventtiilillä, joiden avulla sykloni pidetään alipaineisena, ja imuroitu materiaali tiputetaan paineettomasti alla olevaan rikastesiiloon

Syklonin alustava mittakuva tarjouksen liitteenä

Lopullinen mittakuva luovutetaan tarjousvaiheessa erikseen pyydettyinä ja erillisellä sopimuksella

Syklonirakenne EI sisällä mitään tuki/kiinnitys/teräsrakenteita

Mahdolliset teräs/kiinnitysrakenteet laskelmointeinen erillisen sopimuksen ja suunnitelman mukaisesti.

Tätä varten tulemme käymään erikseen tehtaallanne ottamassa mitat ja tekemässä suunnitelmat

Esierotinsykloni suunniteltu ja valmistettu Suomessa

Ohjauskeskus:

Käynnistin Taajuusmuuttaja

Danfoss VLT HVAC Drive FC 102

Ohjauslogiikka Crouzet Millenium 3

Syöttösähkö

250A (400/50Hz taajuusmuuttaja)

16A (230/50Hz ohjausjännite)

Keskukselta on saatavissa tilatieto asiakkaan järjestelmään, jos siihen tarvetta

Ohjauskeskuskaappi asennetaan sisätiloihin luokittelemattomaan tilaan, 2-4 metrin päähän laitteistolta

Ohjauskeskuskaapin ja asennussokkelin materiaali AISI304

Suojausluokitus IP54

Sisältää kaapeli, laite ja ohjauskeskuksen kilpimerkinnät

Kaapin ulkoiset mitat erikseen pyydettyinä

Ohjauskeskus suunniteltu ja valmistettu Suomessa

Suodatinyksikön takaisinhuuhteluputkisto ja tarvikkeet:

Putkisto tehdään ruostumattomasta (AISI304) teräsputkesta, ja kootaan yhteen maadoittavin RST-pantaliittimin.

Putkisto kannakoidaan rikastevaraston betoni ja teräspalkkirakenteisiin. Putkiston runkolinja kuljetetaan rikastevaraston seinillä

Putkisto:

Putkiston kokonaispituus alas vienteineen n. 100m

Putkiston koko Runkolinja ja alasviennit Ø114mm x1,6mm (AISI304)

HÄTÄ-seis painikkeet (AISI304) 20kpl

Mikäli tapahtuu vaara/poikkeustilanne, esim. käyttäjän raajan joutuminen imuletku-  
toon, tällöin Hätä-seis painike sammuttaa imuyksikön ja alipaine vapautetaan putkis-  
ton molemmista huuhteluventtiileistä

Paineilmatoiminen Ø114mm sulkupelti 2kpl

Putkiston mitoitusperusteet 132kW imuyksiköllä:

Imuroitaessa 102mm imuletkulla

Viitteellinen ilmamäärä imuletkussa on 2100-2500m<sup>3</sup>/h, näin ollen virtausnopeus on  
imuletkussa 70-85m/s

Viitteellinen virtausnopeus Ø114mm runkolinjassa on 58-68m/s

Imuroinnin päättyessä, ja putkiston alkaessa huuhtelun Ø114mm huuhteluventtiilistä

Viitteellinen ilmamäärä Ø114mm runkolinjassa huuhtelun aikana on 2600-2800m<sup>3</sup>/h

Viitteellinen virtausnopeus Ø114mm runkolinjassa on 60-70m/s

Ko. virtausvauhdeilla varmistetaan putkiston erittäin tehokas tyhjeneminen jokaisen  
imurointikerran jälkeen

Asennus:

Laitteisto ja suodatinyksikön takaisinhuuhteluputkisto asennetaan käyttövalmiiksi pai-  
kan päällä, tehdään tarvittavat muutostyöt mahdollisesti aiemmin asennettuun putkis-  
toon ja laitteistolle annetaan laitteiston luovutuksen yhteydessä tarvittava käyttö- ja  
huoltokoulutus. (tarjous sisältää 2kpl käyttö- ja huoltokoulutuksia, aamu- ja iltapäivällä  
sovittuna päivänä)

Laitteisto asennetaan katselmointimme mukaan rakennuksen välittömään läheisyy-  
teen, Bolidenin laajennuksen seinän vierelle, ei junaradan puolelle.

Järjestelmän asennusaika on n. 10-15 arkityöpäivää. Asennus tapahtuu arkipäivisin  
7.00-18.00 välisenä aikana.

Mahdollisista tuotannosta johtuvista asennuskatkoksista sovittava hyvissä ajoin etukä-  
teen.

Toimitus sisältää dokumentaation:

Käyttö/ja huolto-ohjeet Suomeksi ja Englanniksi

CE- vaatimuksenvakuustodistukset

Päämittakuvat laitteista sekä toteutuneista putkistoista (DWG)

Toimintaperiaate/havainnekuvat järjestelmistä

Varaosaluettelot

Asennuksen tarkastuspöytäkirjat

Tilaaaja vastaa:

Tarvittavasta sähkösyötöstä, syöttösähkön ja järjestelmän kaapeleiden kytkennästä ja mahdollisesta kaapeleista asiakkaan tietojärjestelmään sekä potentiaalitasauskaapelin kytkemisestä laitteistolle

Tarvittavista mahdollisista läpivienneistä, ja läpivientien viimeistelystä

Osaltaan että asennus tapahtuu esteettömässä ympäristössä, ja että asennus voidaan toteuttaa yhtäjaksoisesti

Tarvittavasta kuivasta paineilmasta standardin ISO 8573-1:2010 luokka 1.2.1- mukaisesti

Laitteistolle tarvittavasta betonialustasta

Nostokalustosta ja mahdollisesti tarvittavista telinetöistä.

Tarjouksen mukainen laitteisto ja putkisto asennettuna hintaan:

x€/alv x

## 8.2 Vaihtoehto 2

Eurovac 1400/32 suodatinyksikkö, RB-DW kiertomäntäpuhaltimella 160kW sähkömoottorilla, sekä kahdella Eurovac SPC 60 esierotinsyklonilla.

Tarjous on edellisen kaltainen, mutta sähkömoottori on 160kW ja putkistonmitoitus seuraavanlainen.

Imuyksikkö: RB-DV 125 kiertomäntäpuhallin, 160kW sähkömoottorilla

Max. ilmamäärä 3800 m<sup>3</sup>/h

Max. alipaine 800 mbar

Äänitaso 1m etäisyydestä 85db

Teho 160 kW

Putkiston päivitetyt mitoituserusteet 160kW imuyksiköllä:

102mm imuletkulla

Viitteellinen ilmamäärä imuletkussa on 2300-2700m<sup>3</sup>/h, näin ollen virtausnopeus on imuletkussa 75-90m/s

Viitteellinen virtausnopeus Ø114mm runkolinjassa on 60-70m/s

Imuroinnin päättyessä, ja putkiston alkaessa huuhtelun Ø114mm huuhteluventtiilistä

Viitteellinen ilmamäärä Ø114mm runkolinjassa huuhtelun aikana on 3000-3500m<sup>3</sup>/h

Viitteellinen virtausnopeus Ø114mm runkolinjassa on 70-85m/s

Tarjouksen mukainen laitteisto ja putkisto asennettuna hintaan:

x€/alv x%

### 8.3 Vaihtoehto 3

Keskusimuriputkistosta asennettuna, Rikastevarastorakennukseen

tarjous koskee keskusimuriputkistoa paikalleen asennettuna:

Toimitus koostuu:

Asennetusta teräksisestä keskusimuriputkistosta, 30:lla siivouspisteellä ja huuhteluventtiilillä (AISI304)

Toimintaperiaate:

Liitteenä olevan havainnekuvan mukainen päivitetty keskusimurilinja. Putkisto asennetaan nyt toimivaksi niin että siihen voidaan liittää ulkopuolinen imulaitteisto.

Asennuksen jälkeen putkistoa voidaan käyttää liitettynä se esim. tontillanne operoiviin suurtehoimuautoihin.

Vuonna 2018, jos teette investoinnin keskusimurilaitteistoon, niin tällöin putkistoon tehdään sykloneiden asennuksen yhteydessä muutokset, jotta putkiston osien virtaus-suunnat ovat sykloneille päin. Lisäksi asennetaan suodatinyksikön alaosan huuhteluun liittyvä takaisinhuuhteluputkisto. Tästä kaikesta meillä on teille erillinen tarjous.

Putkisto ja tarvikkeet:

Putkisto tehdään ruostumattomasta (AISI304) teräsputkesta, ja kootaan yhteen maadoittavin RST-pantaliittimin.

Putkisto kannakoidaan rikastevaraston betoni ja teräspalkkirakenteisiin. Putkiston runkolinja kuljetetaan rikastevaraston seinillä, ja putkisto haaroitetaan aina imurasian kohdalta keskemällä sijaitsevaan runko-tolppaan.

Imurasiat asennetaan katselmointimme mukaan pohjakerroksessa 6 metrin välein, aina rikastesiilojen väliin runkotolppaan, niin että käytettävä imurointiletkun pituus on 5-10 metriä.

Toisessa kerroksessa, siilojen yläpuolella imurointipisteiden väli on n. 6-10 metriä, ja runkoputki asennetaan vanhan olemassa olevan putkiston paikalle, ja imurasia haaroitetaan suoraan runkolinjaan. Eli toiseen kerrokseen ei asenneta ollenkaan ns. oksaharoja.

Putkisto:

Putkiston kokonaispituus alas vienteineen n. 450m

Putkiston koko Runkolinja ja alasviennit Ø114mm x1,6mm (AISI304)

Imurasiat 30kpl, AISI304 (Ø102mm)

Aiemmassa tarjouksessa olevia HÄTÄ-seis painikkeita EI asenneta vielä putkiston asennuksen yhteydessä, johtuen ettei teillä ole vielä tontilla mitään mihin HÄTÄ- seis kytkimen voisi liittää

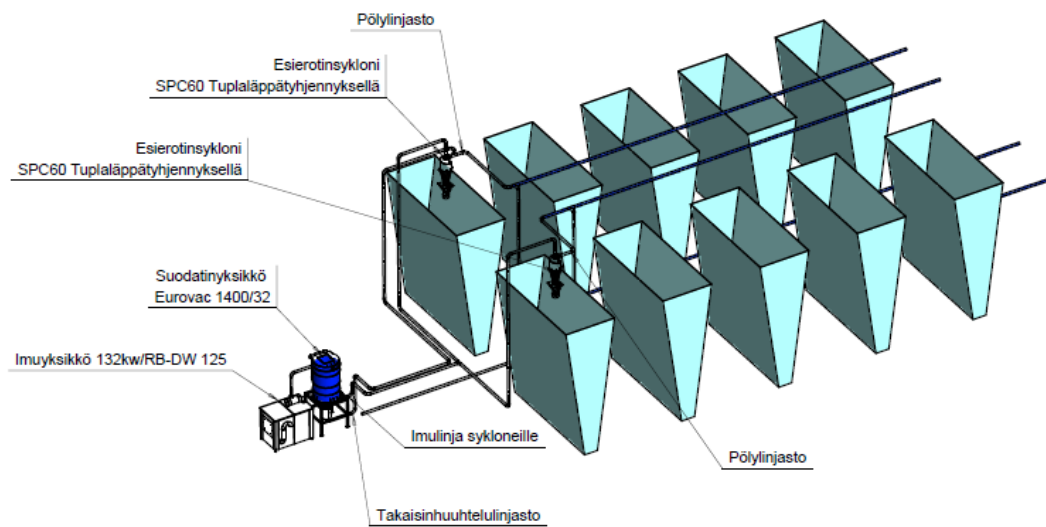
Mikäli putkistoa käytetään suurtehoimuautolla:

Alakerran putkistojen molempien runkolinjojen päähän asennetaan väliaikaisesti manuaaliset ns. huuhteluventtiilit (manuaalinen sulkupelti), joka avataan aina imuroinnin lopuksi.

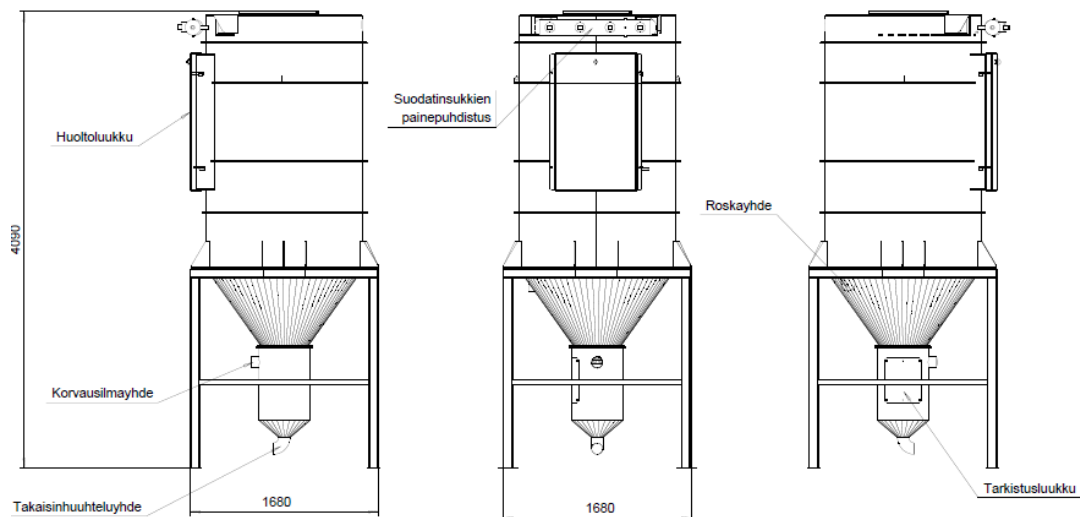
Keskusimurijärjestelmän asennuksen yhteydessä manuaaliset venttiilit korvataan automaattiventtiileillä (paineilmatoiminen sulkupelti)

Tarjouksen mukainen laitteisto ja putkisto asennettuna hintaan:

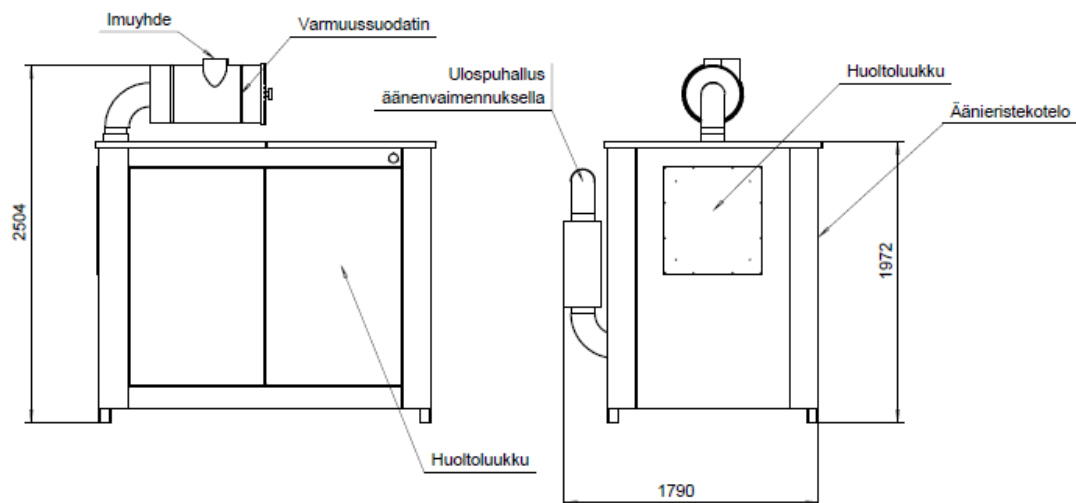
x€/alv x%

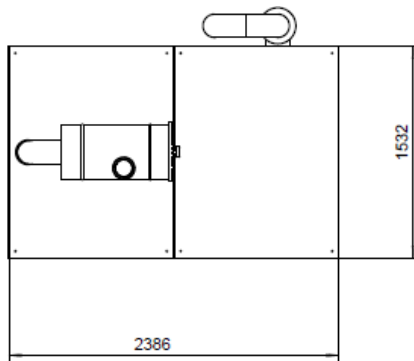


## Laitteistoerittely.

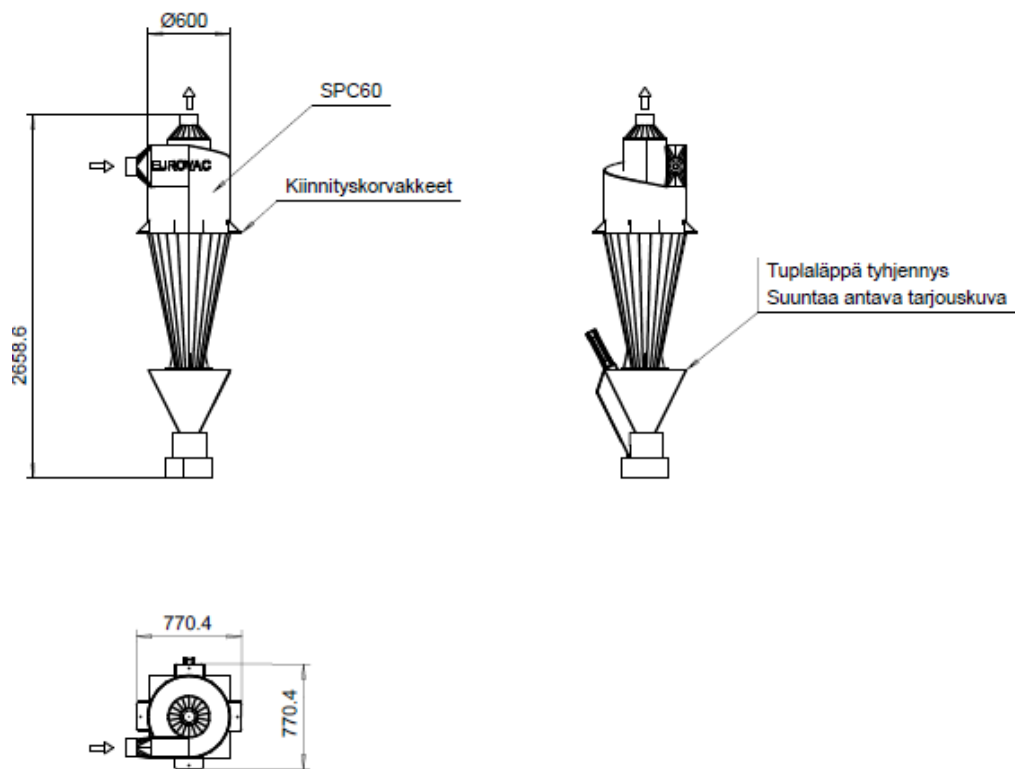


## Suodatinyksikkö.



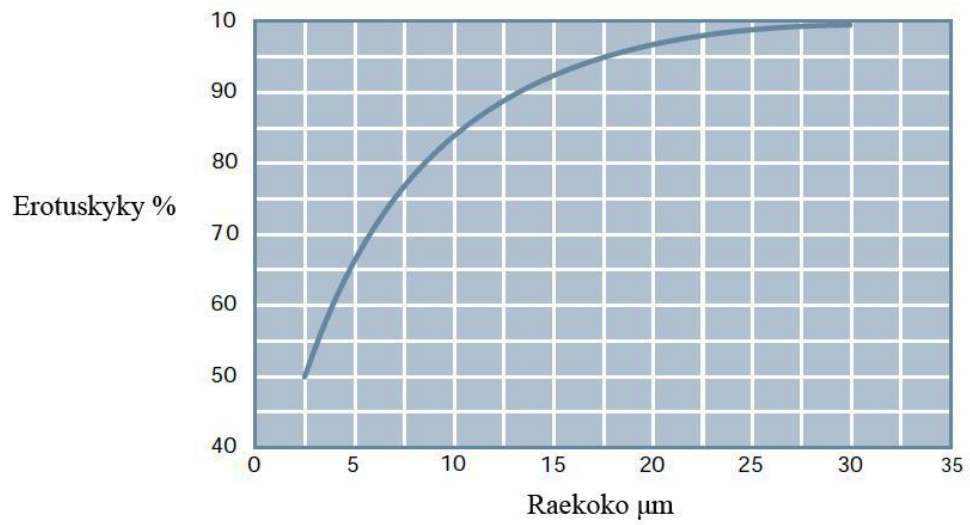


### Imuyksikkö.



### Syklonyksikkö.

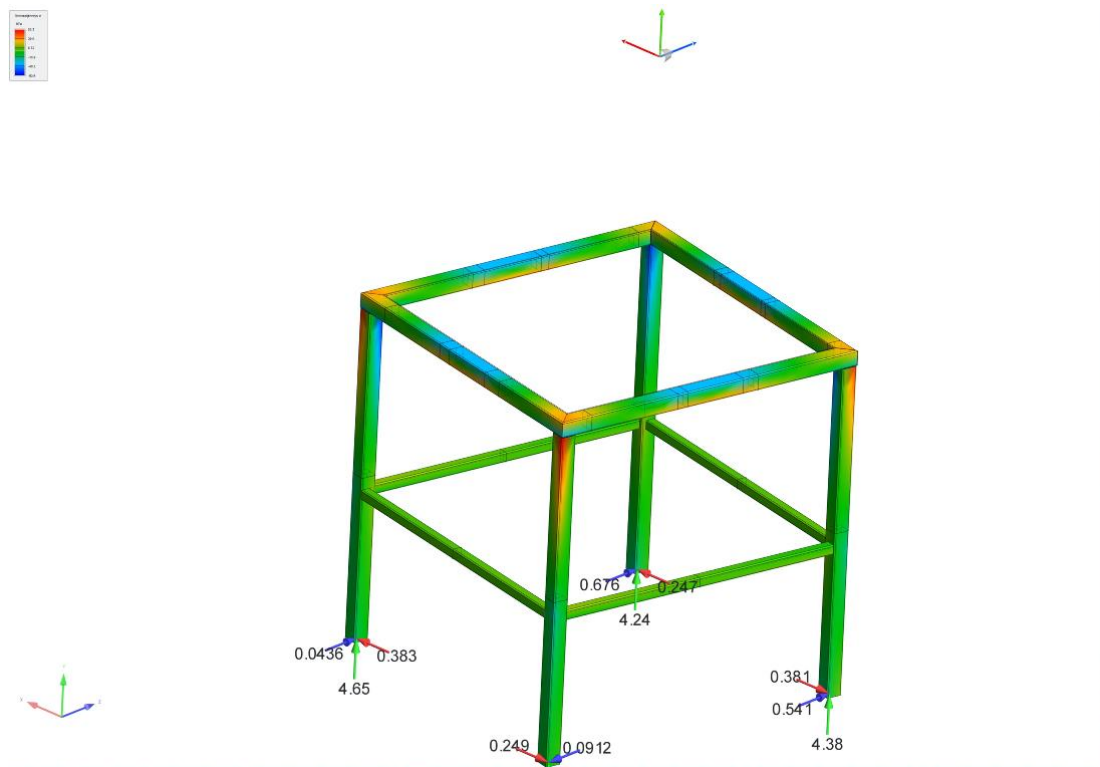




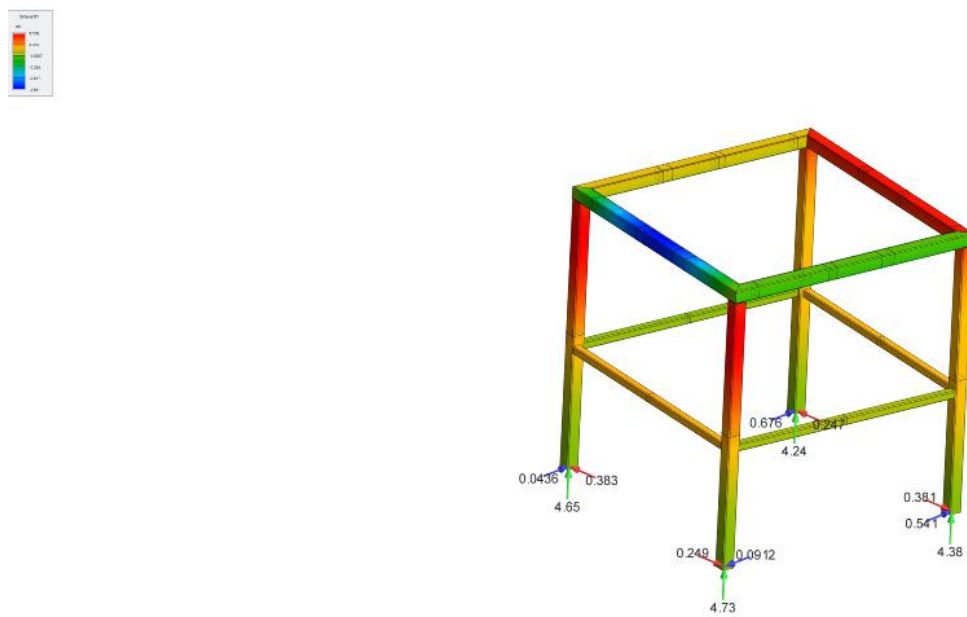
Syklonin erottelukyky.



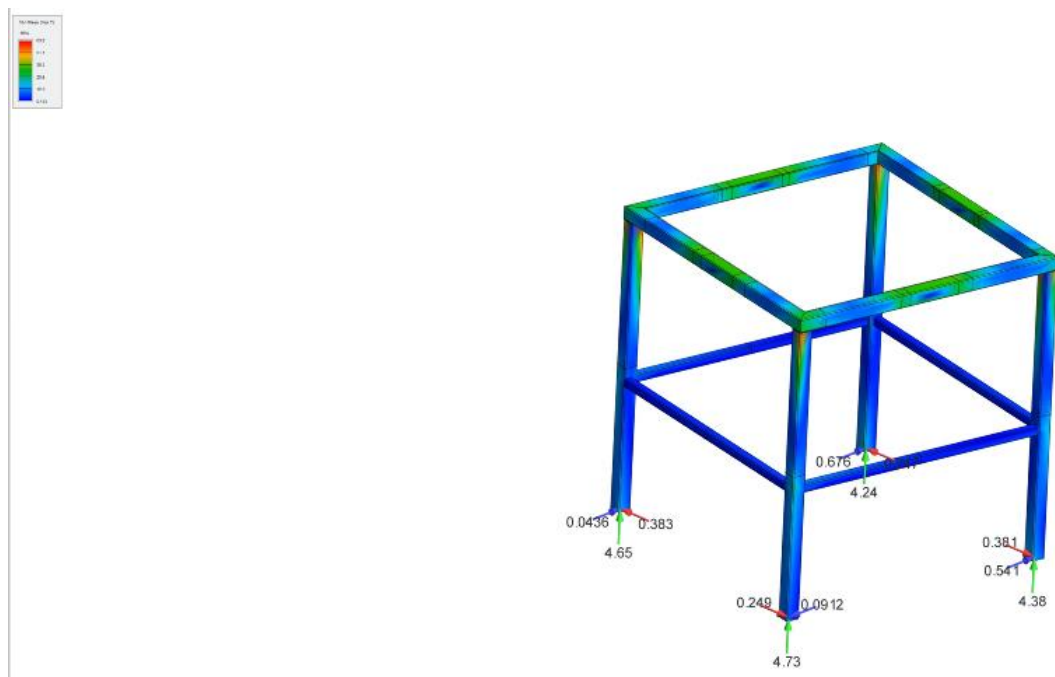
Imuysikön tukirakenteen kuormitus.



Imuysikön tukirakenteen normaalijännitys.



Imuysikön tukirakenteen siirtymät.



Imuysikön tukirakenteen jännitykset.

## 9 PUTKISTOKOON LASKENTA

Ohessa laskentakaavio (kuva 6), jolla lasketaan ilmamääriä ja putkikokoja. Laskennallisesti pyritään siihen, että putkiston virtausnopeus on runkolinjassa vähintään 50-60m/s. Mikäli tavara on painavaa ja haasteellista, niin silloin saa olla vielä enemmän vauhtia. Haasteen runkolinjan koon valintaan tuo usein se, että imurointiletku on useimmiten  $\text{Ø}50\text{mm}$  tai  $\text{Ø}76\text{mm}$ , jolloin siitä ei määräänsä enempää ilmaa saada kulkemaan. Taulukkoon kun laitetaan esim.  $\text{Ø}76\text{mm}$  letkun ja ilmaa kulkemaan  $1000\text{m}^3/\text{h}$  niin virtaus on laskennallisesti reilu 60m/s. Kun suurennetaan putkikokoja esim.  $\text{Ø}127\text{mm}$  (runkolinja) ja laitetaan siinä menemään sama  $1000\text{m}^3/\text{h}$ , joka letkusta imuroidaan, niin runkolinjan virtausvauhti laskee merkittävästi. Tästä syystä esim. tarjouksessa putkisto on varustettu ns. huuhtelupelleillä, joista huuhdotaan isommasta reiästä putkistoa tyhjäksi ja isommalla ilmamäärällä aina käytön jälkeen.

Putkenkoon ja ilmamäärien laskenta-kaavio

Ilmamäärä m <sup>3</sup> /h	Ilmamäärä l/s	Nopeus m/s	Tilavuus	Putki	Aseta putki	Tilavuus	Nopeus m/s	Ilmamäärä m <sup>3</sup> /h	Ilmamäärä l/s
1000	278	61,2	4,5	76,0	76	4,5	61,2	999	278
1000	278	127	2,2	52,77180493	127	12,7	21,9	5792	1609
2000	102	68	8,2	101,9915872	102	8,2	68,0	2000	556
	0		#JAKO/01	#JAKO/01		0,0	#JAKO/01	0	0
	0		#JAKO/01	#JAKO/01		0,0	#JAKO/01	0	0
	0		#JAKO/01	#JAKO/01		0,0	#JAKO/01	0	0
	0		#JAKO/01	#JAKO/01		0,0	#JAKO/01	0	0
	0		#JAKO/01	#JAKO/01		0,0	#JAKO/01	0	0
	0		#JAKO/01	#JAKO/01		0,0	#JAKO/01	0	0
	0		#JAKO/01	#JAKO/01		0,0	#JAKO/01	0	0
	0		#JAKO/01	#JAKO/01		0,0	#JAKO/01	0	0
	0		#JAKO/01	#JAKO/01		0,0	#JAKO/01	0	0
	0		#JAKO/01	#JAKO/01		0,0	#JAKO/01	0	0
	0		#JAKO/01	#JAKO/01		0,0	#JAKO/01	0	0
	0		#JAKO/01	#JAKO/01		0,0	#JAKO/01	0	0
	0		#JAKO/01	#JAKO/01		0,0	#JAKO/01	0	0
	0		#JAKO/01	#JAKO/01		0,0	#JAKO/01	0	0
$(+ (A \cdot 1000) / 3600) \cdot (+ (A6 \cdot 1000) / (C6 \cdot 3600)) \cdot (+ (NELIÖJUURI(D6 / (0,001 \cdot 3,141592654) \cdot 2))) \cdot (+ ((F6/2) \cdot 2 \cdot 3,141592654) / 0,001) \cdot (+ (A6 \cdot 1000) / (G6 \cdot 3600)) \cdot (+ (G6 \cdot C6 \cdot 3600) / 1000) \cdot (+ (I6 \cdot 1000) / 3600)$									

Kuva 6. Putkistokoon ja ilmamäärien laskenta. Kaavat rivien alhaalla.

## 10 KUSTANNUKSET RIKASTEIDEN IMUROINNISTA RIKASTEVARASTOLLE VUONNA 2016

Vuonna 2016 rikastevarastolla imuroinnin on suorittanut kumppanuustoimijana toimineen ulkopuolinen urakoitsija. Kustannuksia oli kertynyt vuoden aikana X €. Kustannuksista on suurin osa tullut kokoojahinnan imuroinnista, joka jatkossa tullaan tekemään käyttökilokunnan toimesta. Kun työ on tuntityötä eikä erikseen urakoitu, voi ulkopuolinen urakoitsija laskuttaa puhdistuskustannuksissa sitä enemmän, mitä hitaammin työ valmistuu. Kumppaniyrityksen vuoden 2016 laskuttamat työt rikastevarastolla. (liite 1). Takaisinmaksuajan voi laskea seuraavalla kaavalla. (Niskanen & Niskanen 2000, 321,322)

Investoinnin hankintameno	= Takaisinmaksuaika vuosissa
Vuotuiset nettosäästöt	

## 11 YHTEENVETO

Yhteistyö toimi loistavasti Suomen Imurikeskuksen kanssa ja saatiin imurijärjestelmä suunniteltua rikastevarastolle. Syklonien hankkiminen imurijärjestelmän linjastoon palauttaisi imuroitavan rikasteen suoraan tuotantoon ja siten vähentäisi imuroitavan rikasteen kuljettamista varastopaikalle. Oman henkilöstön ottaminen suunnitteluun mukaan toi hyvää palautetta ja kokemusta rikasteen imuroinnista. Useampi vaihtoehto imurijärjestelmästä mahdollistaa investoinnin toteuttamisen useammassa osassa, joka helpottaa rahoituksen saamista toteutukseen. Imurijärjestelmän toteutuminen vuodelle 2018 ei onnistunut kiireellisen aikataulun vuoksi. Kannattavuuslaskelma pyritään tekemään vuodelle 2019 ja imurijärjestelmä pyritään toteuttamaan tämän opinnäytetyön mukaisesti. Kiitos esimiehelleni ja Bolidenin henkilöstöryhmälle tuesta opinnäytetyötä tehdessä.

## LÄHTEET

Boliden intra.

Suomen imurikeskus.

Boliden kustannusseuranta.

Henkilöstön osallistaminen strategiatyöhön: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201303273738>

Outotec piirustusarkisto.

Lassila-Tikanojan ajoneuvotietokanta.

Niskanen & Niskanen 2000, 321,322

# LIITE 1

15.01.2016	Purkuasema Ni 40826K00 TAMMIKUU 2016	Ni-kokoajakuljetin imur.	XXXX€
12.01.2016	Purkuasema Ni 40826K00 TAMMIKUU 2016	Ni-kokoajakuljetin imur.	XXXX€
08.01.2016	Purkuasema Ni 40826K00 TAMMIKUU 2016	Ni-kokoajakuljetin imur.	XXXX€
22.02.2016	Ni-hiekkasiilo no. 3 seinien puhdistus	Ni-hiekkasiilo no. 3 ympäristön imurointi	XXXX€
23.02.2016	Ni-hiekkasiilo no. 3 seinien puhdistus	Ni-hiekkasiilo no. 3 rullien päällisten putsaus	XXXX€
19.02.2016	Ni-hiekkasiilo no. 3 seinien puhdistus	Ni-hiekkasiilo no. 3 seinien puhdistus	XXXX€
10.02.2016	Purkuasema Ni 40826K00 HELMIKUU 2016	Ni-kokoajakuljettimen alustan imurointi	XXXX€
10.02.2016	Purkuasema Ni 40826K00 HELMIKUU 2016	Ni-kokoajakuljettimen alustan imurointi	XXXX€
05.04.2016	Purkuasema Ni 40826K00 HUHTIKUU 2016	Ni-hiekkasiilo 1. hihnasyötin	XXXX€
31.03.2016	Ni-kokoajakuljettimen imurointi.	Ni-kokoajakuljettimen imurointi.	XXXX€
26.05.2016	Purkuasema Ni 40826K00 VUOSIHUOLTO TOUKOK	Ni-kokoajakuljetin	XXXX€
09.05.2016	Purkuasema Ni 40826K00 VUOSIHUOLTO TOUKOK	Ni-kokoajakuljettimen imurointi	XXXX€
09.05.2016	Purkuasema Ni 40826K00 VUOSIHUOLTO TOUKOK	Ni-kokoajakuljettimen imurointi	XXXX€
11.05.2016	Purkuasema Ni 40826K00 VUOSIHUOLTO TOUKOK	Cu kokoajakuljetin	XXXX€
10.05.2016	Purkuasema Ni 40826K00 VUOSIHUOLTO TOUKOK	Ni-kokoajakuljettimen imurointi	XXXX€
09.05.2016	Purkuasema Ni 40826K00 VUOSIHUOLTO TOUKOK	Ni-kokoajakuljettimen imurointi	XXXX€
16.06.2016	Ni-kokoaja kuljetin	ni-kokoaja kuljetin imurointi	XXXX€
15.06.2016	Ni-kokoaja kuljetin	ni-Kokoaja kuljetin imurointi	XXXX€
14.06.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
13.06.2016	Ni-Ripekuljetin imurointi	Ni-Ripekuljetin imurointi	XXXX€
13.06.2016	Ni-Ripekuljetin imurointi	Ni-Ripekuljetin imurointi	XXXX€
10.06.2016	Ni-Ripekuljetin imurointi	Ni-Ripekuljetin imurointi	XXXX€
26.07.2016	Purkuasema Ni 40826K00 HEINÄKUU 2016	Ni-kokoajakuljetin imurointi	XXXX€
25.07.2016	Purkuasema Ni 40826K00 HEINÄKUU 2016	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
25.07.2016	Purkuasema Ni 40826K00 HEINÄKUU 2016	Ni-kokoaja kuljetin imurointi	XXXX€
22.07.2016	Purkuasema Ni 40826K00 HEINÄKUU 2016	Ni-kokoaja kuljetin imurointi	XXXX€
08.07.2016	Purkuasema Ni 40826K00 HEINÄKUU 2016	Ni-kokoajakuljetin	XXXX€
07.07.2016	Purkuasema Ni 40826K00 HEINÄKUU 2016	Ni-kokoajakuljetin	XXXX€
07.07.2016	Purkuasema Ni 40826K00 HEINÄKUU 2016	Ni-kokoajakuljetin	XXXX€
22.08.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
17.08.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-ripekuljetin+kokoajakuljetin	XXXX€
17.08.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
16.08.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
09.08.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin imurointi	XXXX€
27.07.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
26.09.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin 7. siilon alusta	XXXX€
20.09.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
20.09.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
19.09.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
14.09.2016	Purkuasema Ni 40826K00 SYYSKUU 2016	Ni-Kokoaja kuljetin	XXXX€
12.09.2016	Ni-rikastesiilo 5 alustan imurointi+kokoajakuljetin	Ni-rikastesiilo 5 alustan imurointi+kokoajakuljetin	XXXX€
05.09.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin imurointi	XXXX€
27.10.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
27.10.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
25.10.2016	Ni-kokoaja kuljetin	päiväsiilot 3 ja 4	XXXX€
19.10.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
19.10.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
12.10.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
11.10.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
11.10.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
29.11.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
29.11.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
16.11.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
16.11.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
08.11.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
08.11.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
28.12.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
23.12.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
23.12.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
22.12.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
14.12.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin+päiväsiilot 3-6	XXXX€
14.12.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€
12.12.2016	Ni-kokoaja kuljetin	Ni-kokoaja kuljetin	XXXX€

