

Jarkko Vepsä

## NIKKELIRIKASTEEN PÖLYÄMISEN HALLINTA

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

2017

# NIKKELIRIKASTEEN PÖLYÄMISEN HALLINTA

Vepsä, Jarkko  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Maaliskuu 2017  
Ohjaaja: Juhola, Jarmo  
Sivumäärä: 32  
Liitteitä: 7

Asiasanat: pöly, nikkelikaste, laitteisto, ympäristö

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää ja löytää mahdollisia vaihtoehtoja nikkelikasteen pölyämisen vähentämiseksi olemassa olevien laitteiden tai koneiden avulla.

Aihe oli työntilaaaja yritykselle ajankohtainen ja tärkeä. Toiveena oli myös saada jokin vaihtoehto esille nopealla aikataululla, joka mahdollistaisi laitteiston saamisen koe-käyttöön.

Tässä työssä tutkittiin olemassa olevia laitteita ja näiden mahdollista soveltuvuutta ennakolta päätettyyn kohteeseen. Tietoa laitteista hankittiin lähinnä laitetoimittajien laite-esitteistä sekä haastatteleamalla heitä.

# CONTROL OF THE RAISING DUST OF THE NICKEL CONCENTRATE

Vepsä, Jarkko

Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Production & Mechanical Engineering

March 2017

Supervisor: Juhola, Jarmo

Number of pages: 32

Appendices: 7

Keywords: dust, nickel concentrate, equipment, environment

---

The purpose of this thesis was to clarify and to find possible alternatives to reduce the raising dust of the nickel concentrate with the help of the existing devices or machines.

The subject was important and current for company that ordered the work. The wish also was to get forth an alternative on the quick schedule which would make the getting of the equipment to the testing possible

In this work, existing devices and their possible suitability for the decided target were examined in advance. The information about the devices was got mainly from the equipment suppliers' device brochures and by interviewing them.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	LASSILA & TIKANOJA OYJ .....	6
2.1	Lassila & Tikanoja yleisesti.....	6
2.2	Ympäristöpalvelut.....	7
2.3	Teollisuuspalvelut.....	7
2.4	Kiinteistöpalvelut.....	8
2.5	Uusiutuvat energialähteet.....	9
3	BOLIDEN HARJAVALTA OY .....	10
3.1	Bolidenin historia.....	10
3.2	Boliden nykyään .....	12
3.3	Bolidenin prosessi kuvaus.....	13
3.4	Nikkelipurkuasema ja rikastevarasto .....	14
3.5	Boliden ja ympäristö .....	15
3.6	Boliden ja Lassila & Tikanoja Oyj .....	17
4	PÖLYÄMISEN HALLINTA .....	17
4.1	Roxon Clean pölynsidontajärjestelmä .....	17
4.2	Toimintaperiaate .....	18
4.3	Hiukkasten varautuminen .....	20
4.4	Tekninen kuvaus .....	21
4.5	Mitoitus .....	22
4.6	Vaikutukset .....	22
5	VAIHTOEHTOINEN JÄRJESTELMÄ .....	24
5.1	Sumutusjärjestelmä.....	24
5.2	Toiminnan kuvaus.....	25
5.3	Korkeapaineletkut.....	26
5.4	Suuttimien sijoittelu .....	27
5.5	Suuttimet.....	28
6	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	29
6.1	Järjestelmien vertailu .....	29
6.2	Jatkotoimenpiteet .....	31
	LÄHTEET.....	32
	LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Materiaalia siirretään hihnakuuljettimilla useita tonneja vuorokaudessa. Hihnakuuljettimien pölyäminen aiheuttaa yritykselle taloudellisia kustannuksia puhdistusten kautta. Hihnatuskoneissa ja tuotantotiloissa leijaileva pöly rasittaa myös siellä olevia laitteita ja lisää näin laitteiden kunnossapitotarvetta. Pölyn leviäminen ympäristöön on myös ympäristökysymys.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa olemassa olevista vaihtoehdoista toimivaa vaihtoehtoa nikkelirikasteen pölyämisen hillitsemiseen. Työ rajattiin kahden eri vaihtoehdon toimivuuden selvittämiseen.

Työssä käytettiin apuna laitetoimittajien asiantuntemusta, haastatteleamalla heitä ja tutkimalla olemassa olevia laitteita ja niiden toimivuutta kyseisissä kohteissa.

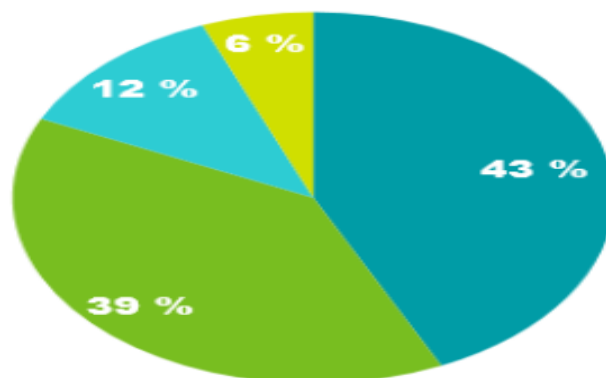
Työssä kuvattiin vaihtoehtoisten pölynsidontajärjestelmien toimintaperiaatetta sekä teknisiä ominaisuuksia, ja mietittiin millä järjestelmällä saataisiin parhaiten toimiva lopputulos.

## 2 LASSILA & TIKANOJA OYJ

### 2.1 Lassila & Tikanoja yleisesti

Lassila & Tikanoja on palveluyritys, joka on mukana muuttamassa kulutusyhteiskuntaa kierrätysyhteiskunnaksi. Lassila & Tikanojalla on toimintaa Suomen lisäksi, Ruotsissa ja Venäjällä. Vuoden 2015 liikevaihto oli 646,3 miljoonaa euroa ja yhtiö työllistää 8000 henkeä. ([www.lassila-tikanoja.fi/yritys](http://www.lassila-tikanoja.fi/yritys))

Lassila & Tikanojan liiketoimet ovat jaettu neljään toimialaan; Ympäristöpalvelut, Teollisuuspalvelut, Kiinteistöpalvelut ja Uusiutuvat energialähteet. Kuvassa 1 on esitetty henkilöstön jakautuminen eri toimialojen välillä. (Lassila & Tikanoja, [www-sivut](http://www-sivut), 2017)



#### **Kiinteistöpalvelut 43 %**

- Siivous ja tukipalvelut
- Kiinteistöhuolto ja -tekniikka
- Korjausrakentaminen

#### **Ympäristöpalvelut 39 %**

- Jätehuolto
- Kierrätyspalvelut
- Ympäristötuotteet

#### **Teollisuuspalvelut 12 %**

- Ympäristörakentaminen
- Prosessipuhdistus
- Viemärihuolto
- Vaaralliset jätteet

#### **Uusiutuvat energialähteet (L&T Biowatti) 6 %**

- Puupohjaiset biopolttoaineet
- Kierrätyspolttoaineet
- Metsäpalvelut metsänomistajille

*Kuva 1* Henkilöstön jakautuminen toimialojen kesken (Lassila & Tikanoja, [www-sivut](http://www-sivut), 2017)

## 2.2 Ympäristöpalvelut

Ympäristöpalveluiden liiketoiminta koostuu pääasiassa jätteiden keräämiseen asiakailta ja jätteiden kuljetuksista jatkokäsittelyyn omiin tai kumppaneiden laitoksille. Kuvassa 2 on kuvailtuna Lassila & Tikanoja Oyj:n ympäristöpalveluiden liiketoimintaa ja toimintaympäristöä.



Kuva 2 Lassila & Tikanoja Oyj ympäristöpalvelut (Lassila & Tikanoja, [www-sivut](http://www.sivut), 2017)

Lakimuutoksilla on suuria vaikutuksia ympäristöpalveluiden toimintaan, esimerkiksi vuonna 2016 astui voimaan kielto, joka kieltää orgaanisen jätteen loppusijoituksen kaatopaikoille. Kiellosta johtuen jätettä ohjataan enemmän kierrätykseen. (Lassila-tikanoja, [www-sivut](http://www.sivut), 2017)

## 2.3 Teollisuuspalvelut

Teollisuuspalvelut koostuvat neljästä palvelulinjasta; viemärihuollosta, prosessipuhdistuksesta, vaarallisista jätteistä ja ympäristörakentamisesta. Kuvassa 3 teollisuuspalveluiden asiakaskuntaa ja toimintaympäristöä.

## TEOLLISUUSPALVELUT



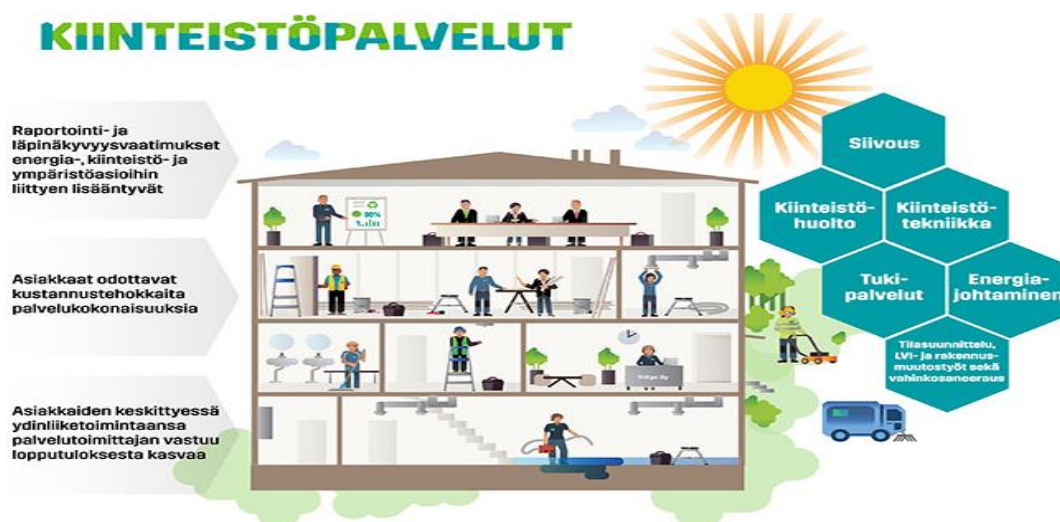
Kuva 3 Lassila & Tikanoja Oyj teollisuuspalvelut (Lassila & Tikanoja, www-sivut, 2017)

Teollisuusyritykset ovat teollisuuspalveluiden suurimpia asiakkaita. Teollisuuspalveluiden tarkoituksena on auttaa asiakasta huolehtimalla tukipalveluista kokonaan ja täten antaa asiakkaille mahdollisuuden keskittyä tarkemmin omaan liiketoimintaansa. (Lassila & Tikanoja, www-sivut, 2017)

### 2.4 Kiinteistöpalvelut

Kiinteistöpalvelut on jaettu kolmeen palvelulinjaan, jotka koostuvat siivous- ja tukipalveluista, kiinteistöhuolto- ja kiinteistötekniikasta sekä vahinkosaneerauksesta. Kuvassa 4 kiinteistöpalveluiden palvelut.





Kuva 4 Lassila & Tikanoja Oyj kiinteistöpalvelut (Lassila & Tikanoja, [www.sivut](http://www.sivut), 2017)

Siivouspalveluiden palveluun kuuluu asiakkaiden tilojen siisteydestä huolehtiminen. Tukipalveluiden toimintaan kuuluu asiakkaiden toimintaa tukevien palveluiden tuottaminen, kuten toimiston tukitehtävät ja logistiset tehtävät, sekä kiinteistön ylläpitoon kuuluvat tehtävät, esimerkiksi aulapalvelut.

Kiinteistöhuolto- ja kiinteistökonekka hoitaa lähes kaiken kiinteistöihin kuuluvat työt. Kiinteistötekniikkiin töihin kuuluu sähkö- ja lv-työt sekä sisäilmapalvelut ja muut sisätyöt, kuten teknisten koneiden ja laitteiden huollot, korjaukset sekä asennukset. Palveluun kuuluu myös ulkoalueiden hoito, kuten lumen auraus ja hiekoitus palvelut, viheralueiden hoito sekä myöskin yleisten tilojen siivoukset. Vahinkosaneerauksesta käytetään myös nimitystä korjausrakentaminen. Heidän toimialansa koostuu erilaisista rakentamis- ja remontointipalveluista, erikoispuhdistuksista sekä home- ja vahinkosaneerauksista. Palveluihin kuuluu myös erilaisten tilamuutosten suunnittelu ja toteuttaminen. (Lassila & Tikanoja, [www.sivut](http://www.sivut), 2017)

## 2.5 Uusiutuvat energialähteet

Uusiutuvien energialähteiden palveluita tuottaa L&T Biowatti Oy, joka on bioenergia-alan yritys. Biowatti toimittaa tuottamaansa puu- ja kierrätyspoltoainetta teollisuuteen ja voimaloihin. Palveluihin kuuluu myös metsänomistajien auttaminen metsänhoidossa ja puukauppa-asioissa. Biowatti myöskin ostaa puutaloudessa syntyviä sivutuotteita, esimerkiksi purua, kutteria ja puun kuoria. Sivutuotteista syntyvää materiaalia

toimitetaan käytettäväksi maisemointiin. Purua toimitetaan karja- ja hevostiloille, lenkkipoluille ja eläinten kuivikkeeksi. Lisäksi Biowatti toimittaa omien puun ostojen kautta tulevaa ainespuuta sahoille käytettäväksi. (Lassila & Tikanoja, www-sivut, 2017)

### 3 BOLIDEN HARJAVALTA OY

#### 3.1 Bolidenin historia

Imatralla 1940-luvulla toiminut kuparitehdas määrättiin siirrettäväksi pois sodan ja-loista. Kuparitehdas purettiin osiksi ja lastattiin junavaunuihin siirrettäväksi Harjavaltaan. Kuparitehdas rakennettiin (kuva 5) Harjavallassa uudelleen 1940-luvun puolivälissä ja ensimmäinen kuparivalu tehtiin tammikuussa 1945. Tehtaan siirto ja rakennustyöt aiheuttivat tuotantoon katkoksen noin vuoden ajaksi. Harjavallan tehtaan tuotantotavoitteeksi asetettiin kaksinkertainen määrä verrattuna Imatran tehtaan tuotantoon. Puolet tehtaan silloisesta tuotannosta tulisi menemään sotakorvausteollisuuden käyttöön. Sulaton yhteyteen aloitettiin rikkihappotehtaan rakentaminen vuonna 1944 ja se saatiin toimintaan vuonna 1947. Porissa aloitti kuparielektrolyysi toimintansa vuonna 1941.(Boliden Harjavalta Oy, www-sivut, 2016)



*Kuva 5 Kuparitehtaan harjannostajaiset 1945 (Boliden, www-sivut, 2016)*

Tehtaan suuren energiakulutuksen takia Harjavallassa kehitettiin uudenlainen rikasteen liekkisulatusmenetelmä, jonka käyttöönotto oli vuonna 1949. Kuvassa 6 juhlitaan uuden liekkisulatusuunin käyttöönottoa. Liekkisulatusmenetelmä on maailmalla yleisimmin käytetty menetelmä ja sitä kehitetään jatkuvasti. Nikkelirikasteelle vastaava liekkisulatusmenetelmä otettiin käyttöön 1950-luvun lopulla.



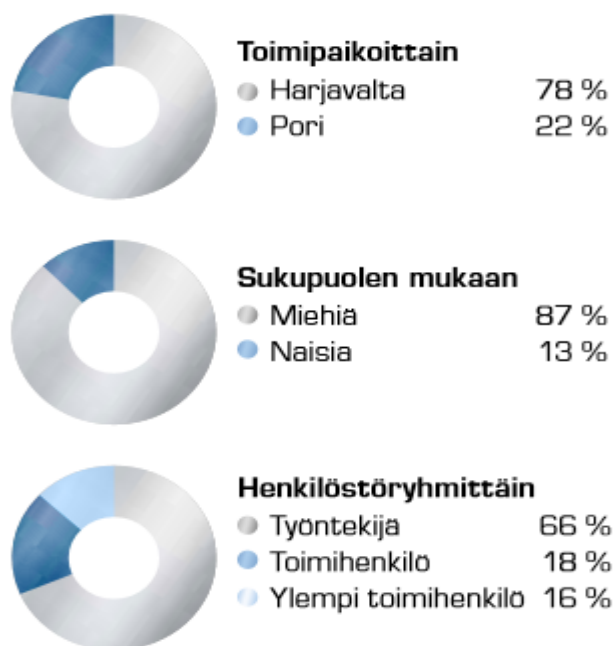
*Kuva 6 Kupariliekkisulatusuunin käyttöönotto (Boliden, www-sivut, 2016)*

Harjavallan tehtaalla tehtyjen laajennusten myötä saatiin kasvatettua merkittävästi kupari ja nikkeli tuotantoa. Harjavallan tehtaalla tehtyjen investointien ympäristöpäästöjä on pienennetty, jonka avulla tehdas nousi ympäristösuorituskyvyltään maailman parhaimpien sulattojen joukkoon. (Boliden Harjavalta.fi)

### 3.2 Boliden nykyään

Boliden Harjavalta Oy on osa Ruotsalaista Boliden-konsernia. Boliden sulattaa nikkeli- ja kuparirikasteita ja jalostaa nikkeliä ja kuparia. Bolidenin päätuotteita ovat nikkelikivi ja kuparikatodi sekä kulta ja hopea. Sivutuotteena valmistetaan rikkihappoa. Harjavallassa sijaitsevat nikkeli- ja kuparisulatat ja Porissa sijaitsee kuparielektrolyysi, jossa jatkojalostetaan kuparianodit kuparikatodeiksi. Porissa valmistetaan myös kultaa ja hopeaa.

Bolidenillä on tuotantolaitoksia Suomen lisäksi Ruotsissa, Irlannissa ja Norjassa. Yhtiössä työskentelee noin 4800 henkeä. Boliden Harjavalta Oy:ssä henkilöstöä on vajaa 500, joista noin 80 % työskentelee Harjavallan tehtailla ja loput Porissa. Kuvassa 7 on jaoteltu henkilöt prosentteina.



Kuva 7 Boliden Harjavalta Oy:n henkilöstön määrä (Boliden, www-sivut, 2016)

Taulukossa vuoden 2015 tuotannon avainlukuja

<b>Tuotanto 2015</b>	
<b>Kuparirikastesulatus</b> (tuhatta tonnia):	528
<b>Nikkelirikastesulatus</b> (tuhatta tonnia):	282
<b>Kuparikatodituotanto</b> (tuhatta tonnia):	126
<b>Nikkelikivituotanto</b> (tuhatta tonnia):	17 (heinä-joulukuu 2015)

Kuva 8 Boliden Harjavalta Oy:n tuotantoluvut 2015 (Boliden, www-sivut, 2016)

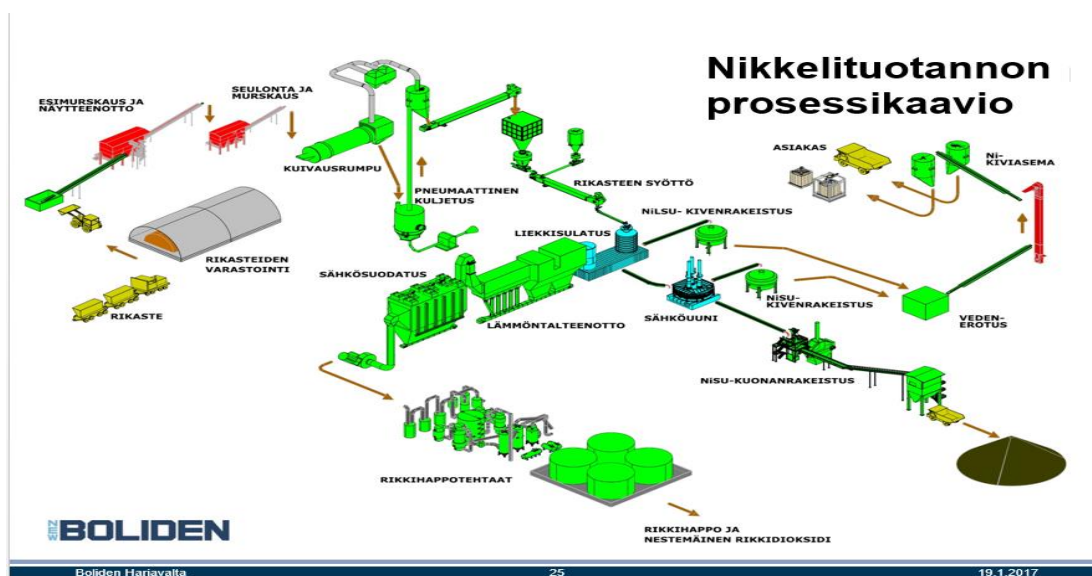
Rikkihappoa tuotettiin 666 tuhatta tonnia ja nestemäistä rikkidioksidia 37 tuhatta tonnia. Porin kuparielektrolyysissä tuotettiin lisäksi katodikuparia 125 tuhatta tonnia, kulta 4500 kg ja hopeaa 125 tonnia.

### 3.3 Bolidenin prosessi kuvaus

Bolidenin rikasteet kuljetetaan laivoilla eripuolilla maailmaa olevista kaivoksista Porin satamaan. Satamasta rikasteet kuljetaan Harjavallassa sijaitsevaan rikastevarastoon varastoitavaksi. Rikastetta siirretään joka vuosi Harjavaltaan noin miljoona tonnia. Jokaisesta rikaste-erästä otetaan näytteet, jotka analysoidaan Bolidenin omassa laboratoriossa.

Rikastevarastolla tehdään nikkelin syöttöseos rikasteiden ja muiden raaka-aineiden kesken siiloihin. Syöttöseos siirretään hihnakuivattimia pitkin nikkelikuivaamoon, jossa rikaste kuivataan alle 0,5 kosteusprosenttiin. Kuivattu seos syötetään liekkisulatus uuniin. Harjavallan nikkelisulatus on käytössä niin sanottu suorasulatus uuni, jossa sula nikkelikivi hapetetaan. Hapetuksen avulla saadaan sulasta eroteltua kuona-aineet. Nikkeliliekkisulatus uunin kuona puhdistetaan sähköuunissa.

Nikkelisulaton lopputuotteet ovat liekkiuunista ja sähköuunista saatavat rakeistetut nikkelikivet. Rakeistetut kivet ovat valmiita myytäväksi asiakkaille. Prosessissa syntyvät rikkidioksidipitoiset kaasut ohjataan sulaton vieressä olevalle rikkihappotehtaalle, jossa kaasuista valmistetaan rikkihappoa ja nestemäistä rikkidioksidia. (Kuva 9) Kaaviossa esitetään, kuinka rikastesyöttöseos kulkee rikastevarastolta lopputuotteeksi. Prosessista jäävää kuonaa pystytään myöskin osittain hyötykäyttämään, kohteita ovat esimerkiksi kattohuopateollisuus sekä hiekkapuhalluksessa hiekan korvaaja. (Boliden, esittelymateriaali, 2016)



Kuva 9 Nikkeli tuotannon prosessikaavio (Boliden, [www.sivut](http://www.sivut), 2016)

### 3.4 Nikkelipurkuasema ja rikastevarasto

Satamasta saapuvat rikastevaunut tyhjennetään purkuasemalla olevilla purkauslaitteilla ja hihnakuljettimilla nikkelihalliin. Nikkelihallissa rikasteista ja muista raaka-aineista tehdään syöttöseos kauhakoneella, joka siirretään rikastevaraston päiväsiiloille hihnakuljettimilla. Päiväsiiloista seos kuljetetaan hihnakuljettimilla nikkelikuivaamoon. Siiloissa oleville raaka-aineille on ennalta määritelty reseptit eli seossuhteet, nämä määrittävät mistä siilosta kulloinkin raaka-aineita otetaan. Liitteessä rikastevaraston ja purkuaseman laitekaavio. (Liite 1)

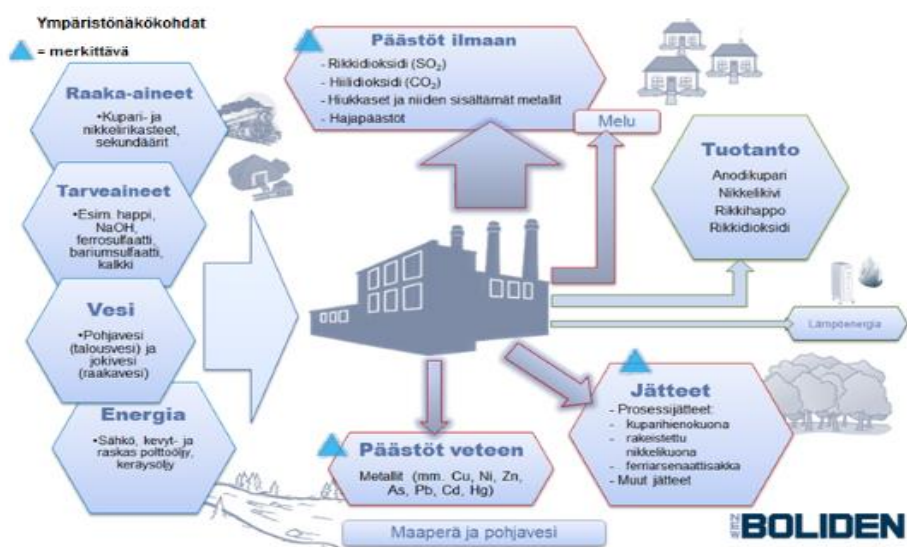
### 3.5 Boliden ja ympäristö

Harjavallassa aikoinaan kehitetty liekkisulatusmenetelmä on yksi maailman merkittävimmistä metallurgisista keksinnöistä. (Boliden, esittelymateriaali, 2016)

Sulatusmenetelmässä hyväksi käytetään raudan ja rikin palamislämpöä, johon ei tarvita ulkopuolista energiaa. Sulatuksessa pölyt ja kaasut käsitellään tehokkaasti, joka on ympäristön kannalta hyvä asia.

Bolidenin kaikki toiminnot ovat sertifioituja. Käytössä on ympäristöjärjestelmä ISO 14001 sertifikaatti. (Boliden, esittelymateriaali, 2016) Bolidenin ympäristövastuu edellyttää yhtiön toimintojen kehittämisen jatkuvaa työtä ympäristövaikutusten vähentämiseksi. Tavoitteena ylittää lainsäädännön ja säätelyn vaatimukset. Yhtiön tavoitteena on tehdä kaikki mahdollinen hallitsemattomien ympäristövaikutusten välttämiseksi. Tästä syystä toimintasuunnitelmien, riskienarviointien ja huoltotöiden kehittäminen vaatii jatkuvaa kehitystä sekä alan parhaiden menetelmien soveltamista ja kehittämistä. Kuvassa 10 on esitelty tarkemmin Bolidenin ympäristönäkökohdat. (Boliden, omat www-sivut, 2017)

#### Ympäristönäkökohdat

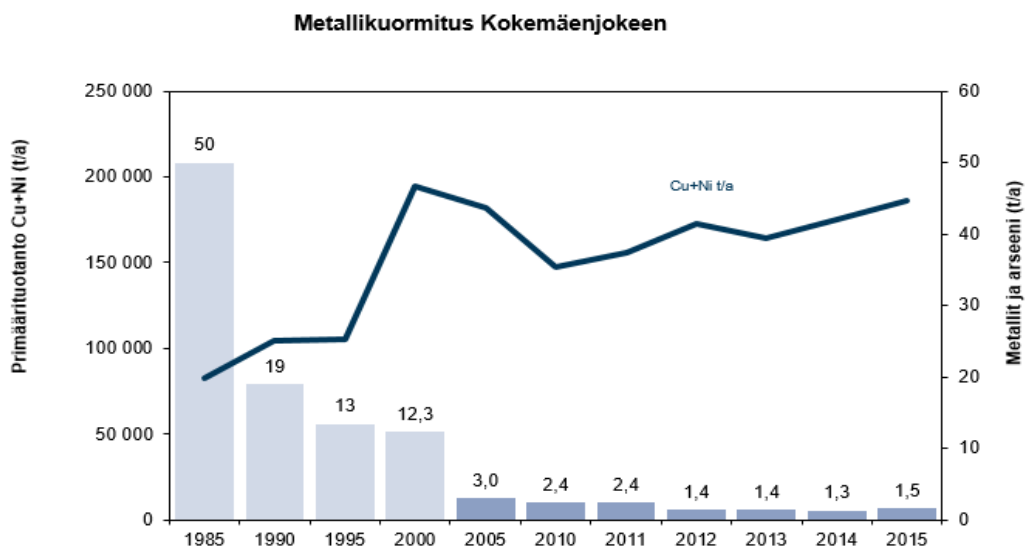


Kuva 10 Bolidenin ympäristönäkökohdat (Boliden, omat www-sivut, 2016)

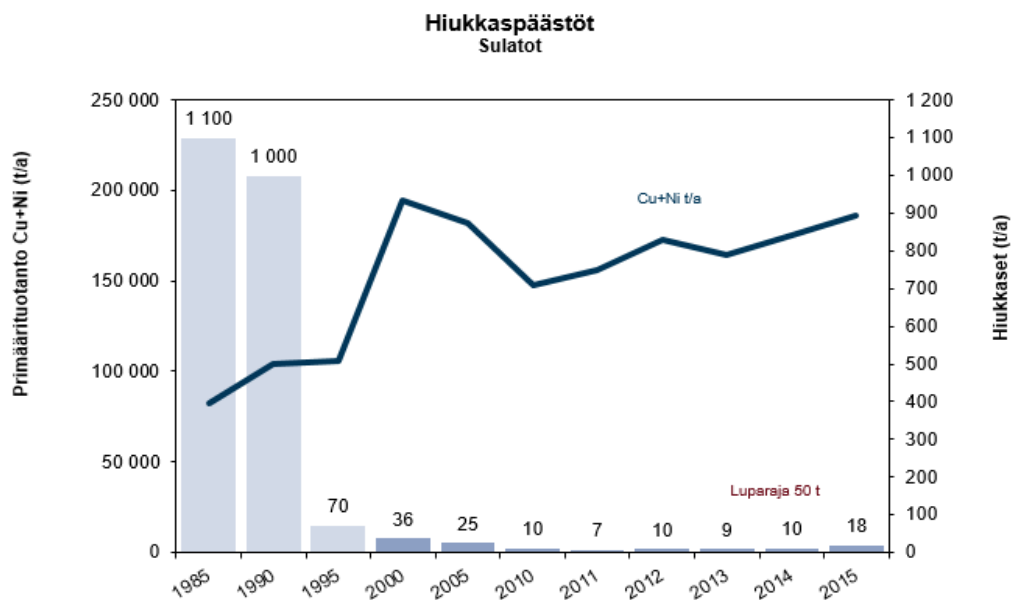
Teollisuusalueen ja lähiympäristön tilaa valvotaan tarkasti. Tehdasalueella sijaitsee oma vedenpuhdistuslaitos, jonne alueen kaikki sadevedet ohjataan hallitusti. Vesien

käsittelyssä vedet käsitellään, ennen vesien laskemista jokeen. Viemäreissä sijaitsevien mittauspisteiden avulla seurataan päästöjen arvoja.

Lähiympäristössä ja alueella olevien mittauspisteiden avulla seurataan myös ilman laatua. Kuvissa 11 ja 12 suoritetun mittausarvojen seuranta, joita tallennetaan ja raportoidaan viranomaisille. Kehityksen on huomattu parantuvan kaiken aikaa. (Boliden, yleisesittelymateriaali, 2016)



Kuva 11 Päästöt veteen (Boliden, [www-sivut](#), 2016)



Kuva 12 Päästöt ilmaan (Boliden, [www-sivut](#), 2016)



### 3.6 Boliden ja Lassila & Tikanoja Oyj

Lassila & Tikanoja Oyj ja Boliden Harjavalta Oy ovat vuonna 1999 solmineet kumppanuussopimuksen teollisuuden puhtaanapito- ja jätehuoltotoiminnoista. Sopimukseen kuuluu myös alueen viemärihuolto, vaarallisten jätteiden keräys ja ympäristökentämisen palvelut.

Sopimuksen tarkoituksena on ollut mahdollistaa Bolidenin keskittyminen ydinosamiensa eli metallin tuotantoon ja samalla varmistaa teollisuuden puhtaanapito- ja jätehuoltopalveluiden saatavuus kilpailukykyisillä ehdoilla. Lassila & Tikanoja tuottaa Harjavallan ja Porin tehtaiden prosessitilojen ja -laitosten puhtaanapidon, sekä erilaisia prosessin aputoita avustamalla mahdollisissa tuotannon häiriötilanteissa.

Kumppanuusyrityksenä toimiminen velvoittaa Lassila & Tikanojaa koko ajan kehittämään omien vastualueidensa toimintaa.

## 4 PÖLYÄMISEN HALLINTA

### 4.1 Roxon Clean pölynsidontajärjestelmä

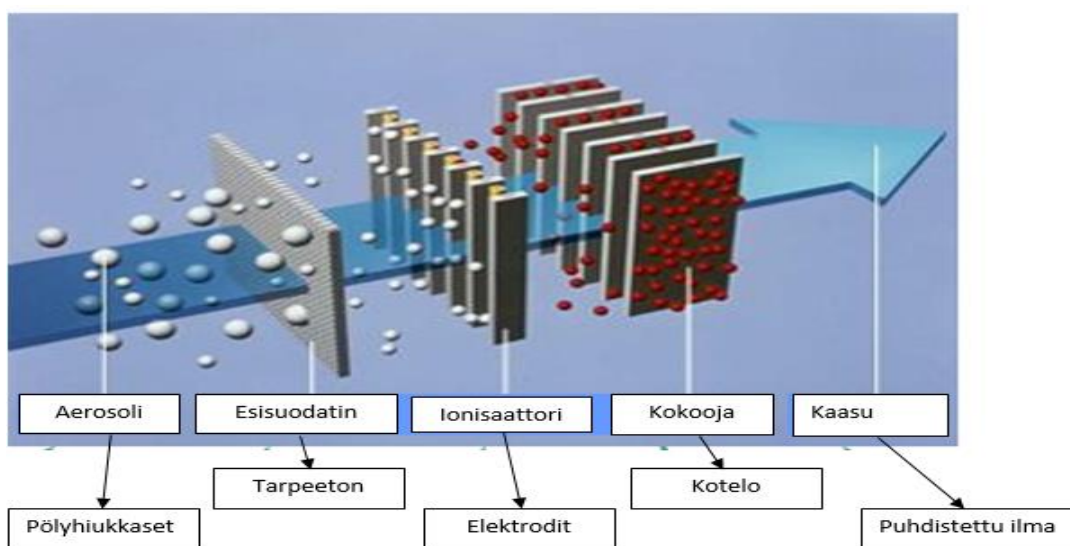
Roxon Clean on kehitetty pölynsidontalaitteistoksi materiaalin siirtokuljettimille hallitsemaan ympäristöön kulkeutuvaa pölyä. Laitteisto on suunniteltu rakennettavaksi kuljettimen päälle ja se kiinnitetään kuljettimen runkoon. Uusi pölynsidontalaitteisto on mahdollista asentaa paikoilleen myös jo olemassa oleviin vanhoihin kuljettimiin. (Sandvik, laite-esite)

Pölynsidontalaitteisto sopii lähes kaikkien kuljettimilla siirrettävien materiaalien pölynsidontaan. Laitteisto ei kuitenkaan sovellu herkästi syttyvien tai räjähtävien pölyjen sidontaan. Roxon Cleanin toimintaperiaatteena on sama, kuin sähköstaattisissa suodattimissa.

Pölynsidontajärjestelmän erotuskyky on riippumaton pölyhiukkasten koosta, mutta kuten muissakin sähkösuodattimissa, erotuskyky riippuu virtausnopeudesta tai pö-

lysuodattimen retentioajasta. Jokainen järjestelmä mitoitetaan erikseen edellä mainittujen määritelmien mukaan. Järjestelmä mahdollistaa pölyhiukkasten keräyksen, vaihdellen koosta 0,01  $\mu\text{m}$ , aina kokoon 300  $\mu\text{m}$  saakka.

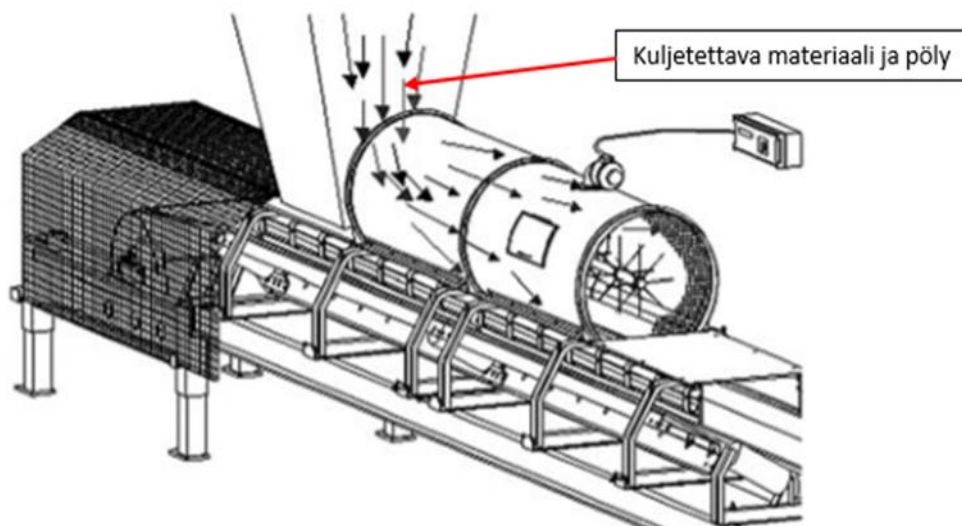
Järjestelmän erotustehokkuus on noin 94–97 % pölyhiukkasten koko jakaumasta, pölyn sähköisistä ominaisuuksista sekä kuljettimen ja laitteiston kokoonpanosta riippuen. Kuvassa 13 esitetään Roxon Cleanin ja sähköstaattisen suodattimen toimintaperiaatetta. (Sandvik, [www-sivut](#), 2016)



Kuva 13 Roxon Cleanin toimintaperiaate verrattuna sähköstaattiseen suodattimeen (Sandvik, [www-sivut](#), 2016)

## 4.2 Toimintaperiaate

Pölynsidontajärjestelmän toimintaperiaate on samanlainen kuin sähkösuodattimissa. Toimintaperiaatteena on sähköstaattinen suodatus, joka perustuu fysikaaliseen erotteiluun ionisaation avulla. Järjestelmä on modulaarinen ja se rakennetaan kiinteästi kuljettimen yläpuolelle. Kuvassa 14 materiaali kuljetetaan kuljettimen avulla pölyä sitovan kotelon läpi.



Kuva 14 Kotelon läpi kulkeva materiaali ja pöly (Sandvik, [www-sivut](http://www.sivut), 2016)

Toiminta perustuu siihen, että kaasuvirran mukana kulkevat hiukkaset menevät ionisoituneen alueen läpi, jossa hiukkaset saavat sähkövarauksen. Tässä tapauksessa kaasuvirtana on kotelon sisällä oleva ilma. Kotelon sisällä oleva ilma ionisoidaan korona-elektrodien avulla, jotka on esitetty kuvassa 15. Korona-elektrodeille johdetaan 40–60 kV pienivirtainen korkeajännite, josta aiheutuu voimakas sähkökenttä elektrodien väliseen tilaan. Emissioelektrodit ovat yleensä piikkimäisiä ulokkeita, joiden ansiosta koronapurkaus syttyy alhaisemmalla jännitteellä.

Pölynsuodatinlaitteissa koronapurkaus tapahtuu voimakkaan sähkökentän vaikutuksesta eristeväliaineessa, jona toimii ilma. Ionisaatioketjureaktio syntyy purkauksen seurauksena, tällöin syntyy negatiivisesti ja positiivisesti varautuneita ioneja. Silloin kun emissioelektrodi on negatiivisesti varautunut verrattuna keräinelektrodiin, syntyy negatiivinen ionivirta päin positiivisesti varautunutta keräinelektrodiä. Negatiivisesti varautuneet hiukkaset kulkevat ionivirran mukana emissioelektrodilta keräinelektrodiin eli laitteiston kotelon seinämään. Vastaavasti positiivisesti varautuneet ionit menevät emissioelektrodille.

Kotelon seinämille kertynyt pöly poistetaan katkaisemalla korona-elektrodeille johdettu virta. Pöly putoaa takaisin kuljettimelle, josta se palautuu takaisin prosessiin. (Henttonen, 2014, s. 14 - 16)



*Kuva 15 Kotelon sisällä olevat koronaelektrodit*

### 4.3 Hiukkasten varautuminen

Hiukkasten varautuminen tapahtuu kahdella eri tavalla, kenttä- ja diffuusiovarautumisella. Diffuusiovarautuminen on määräävämpi varautumismuoto, mikäli hiukkasten koko on alle 0,2 mikrometriä. Mikäli hiukkasten koko ylittää 1 mikrometrin, silloin määräävämpi varautumismuoto on kenttävarautuminen. Mikäli esiintyy näiden väliin jääviä hiukkaskokoja, niin kumpikaan ei ole määräävämpi.

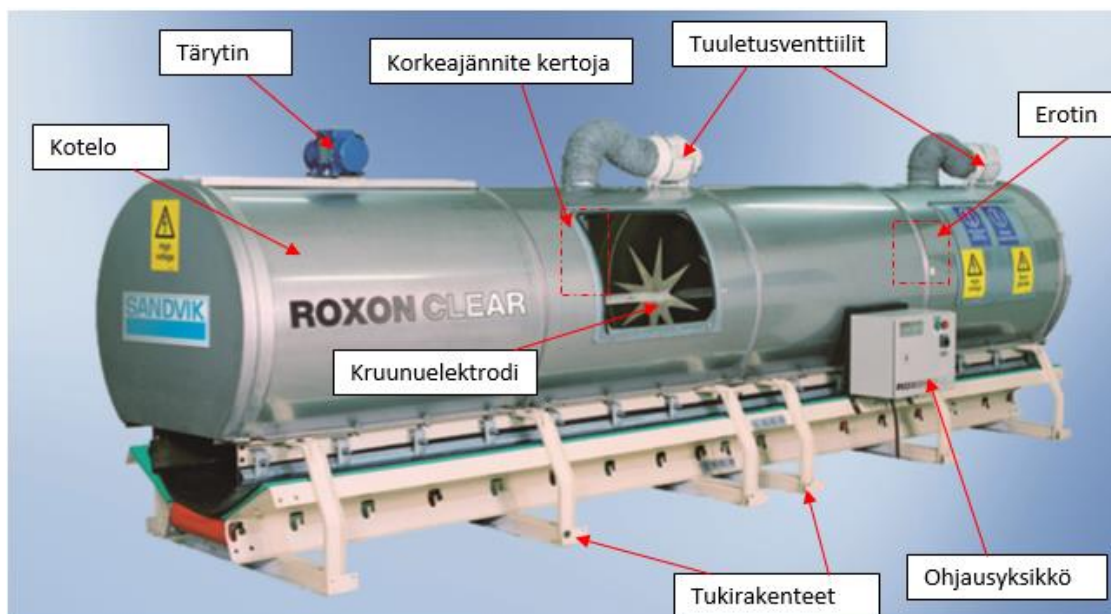
Koronapurkauksessa syntyneet ionit kulkevat kenttävarautumisessa sähkökentän vaikutuksesta hiukkasten pinnalle. Ionit törmäävät hiukkasiin, kunnes hiukkasen varaus on riittävän suuri ajautuakseen sähkökentän vaikutukseen. Hiukkasen saatua riittävän suuren varauksen, eivät ionit enää törmää hiukkaseen. Hiukkaset, jotka eivät enää ota vastaan ioneja, kulkeutuvat keräinelektrodille.

Diffuusiovarautumisessa ionit liikkuvat kaasussa satunnaisesti. Kaasun ionit törmäävät sattumanvaraisen liikkeen vuoksi hiukkasiin ja aiheuttavat varauksen. Diffuusiovarauksessa hiukkaset saavuttavat nopeasti tilan, jossa ne eivät enää vastaanota ioneja. Hiukkaset kuitenkin saavuttavat riittävän suuren varauksen kulkeakseen keräinelektrodille. (Henttonen, 2014, s. 16)

#### 4.4 Tekninen kuvaus

Pölynsidontajärjestelmässä on yksinkertainen rakenne. Se voidaan asentaa uusiin kuljettimiin tai vanhoihin olemassa oleviin kuljettimiin. Järjestelmä koostuu korkeajänniteyksiköstä, suurjännite-eristeestä, koronaelektrodista ja pölyä sitovasta kotelosta, joka sijoitetaan materiaalia kuljettavan kuljettimen yläpuolelle. Kuvassa 16 on esitetty perusjärjestelmä. Lisälaitteena on mahdollista saada pienikokoinen puhallin eristimen puhtaanapitoon sekä tärymoottori kotelon puhdistukseen.

Käyttöjärjestelmän jännitteenä on 1-vaihe 230V, 10A virta, ohjaustietona on sulkeutuva kosketintieto, joka voidaan liittää laitoksen automaattiseen valvontajärjestelmään. (Sandvik, www-sivut, 2016)

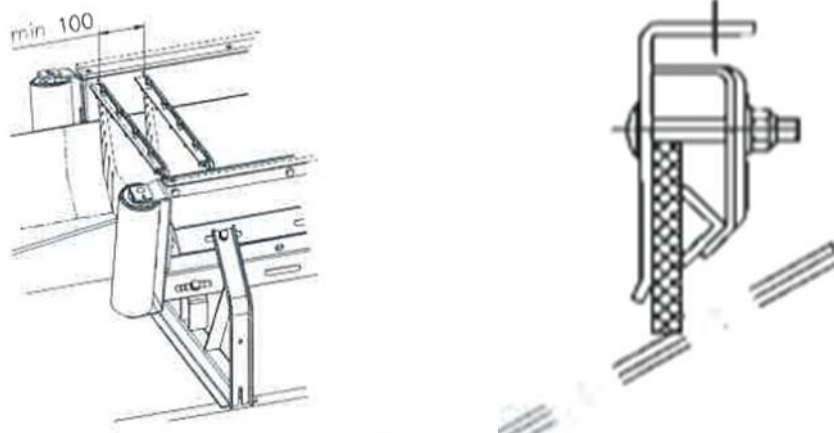


Kuva 16 Roxon Clean perusjärjestelmä (Sandvik, www-sivut, 2016)

Järjestelmä sijoitetaan yleensä kuljettimelle heti syöttökohdan jälkeen. Syöttökohtaan liittäminen tehdään aina tapauskohtaisesti liitettävään järjestelmään. Järjestelmä asennetaan hihnakuljettimille laitatiivistyksellä varustettuna.

Materiaalin syöttökohta pyritään rakentamaan mahdollisimman pölytiiviksi erilaisten tiivistyskomponenttien avulla. Kuvassa 16 on havainnollistettu kuormauskohdan takalaidan tiivistystä. Kumilevystä tehtyjä takalaitoja voidaan asentaa peräkkäin 1 – 3 kappaletta. Laitatiivistyksinä käytetään kumi- tai polyuretaaninauhasta koostuvia tiivistelementtejä, jotka voidaan sijoittaa vanhoihin ja tapauskohtaisesti rakennettaviin

teräslaitoihin, liitteessä 2 ja 3 tiivistysten mitoituksista. Kuvassa 17 on esimerkki laitatiivistyksestä. (Sandvik, www-sivut, 2017)



Kuva 17 Takalaidan tiivistys (Sandvik, www-sivut, 2017) Kuva 18 Laitatiivistys (Sandvik, www-sivut, 2017)

#### 4.5 Mitoitus

Järjestelmän mitoitus on standardoitu maksimissaan 1000 mm kuljetinhihnan leveyksille. Mikäli kuljetinhihnan leveys ylittää 1000 mm, on järjestelmä mitoittava aina erikseen. Järjestelmän tarkan mitoituksen saamiseksi, on laitteen valmistajalle ilmoitettava kuljettimen perusmitat, käyttöolosuhteet ja tietoa kuljetettavasta materiaalista. Peruslaitteiston pölykotelon pituus on 3000 mm, jota voidaan jatkaa tai lyhentää 1000 mm pituisilla moduuleilla. (Liite 4)

#### 4.6 Vaikutukset

Tutkimuksia järjestelmän toimivuudesta on tehty eri teollisuuden aloilla. Kuvassa 19 ja kuvassa 20 osoitettu pölynsidontalaitteiston toimivuutta vertailu kuvilla, kun laitteisto on kytketty toimintaan ja kytketty pois toiminnasta.



*Kuva 19 Järjestelmä ei toiminnassa (2016)*



*Kuva 20 Järjestelmä toiminnassa (Sandvik, www-sivut, 2016)*

Kuvat kipsikaivokselta maanalaiselta kuljettimelta, kuvissa voidaan havaita järjestelmän toimivuuden tehokkuutta. (Sandvik, www-sivut, 2016)

Norilsk Nickelin tuotantolaitoksessa testattiin kyseistä pölynsidontajärjestelmää. Laitteiston toimivuuden todentamiseksi puolueettoman laboratorion henkilökunta kävi suorittamassa pölynmittauksia hallin sisäilmasta. Kuvassa 21 on pölynmittauslaitteistossa olleet suodattimet.



*Kuva 21 Suodattimet pölynmittauslaitteistosta*

Suodattimen perusteella pölynsidontalaitteiston toimivuus vaikuttaisi olevan hyvällä tasolla.

Taulukko 1 Pölynmittaus tulokset

Mittaus ennen laitetta		Mittaus laitteen jälkeen	
Mittausaika	291 minuuttia	Mittausaika	291 minuuttia
Ilman virtaus	2,5 litraa/min	Ilman virtaus	2,5 litraa/min
Pölymäärä	16,3 mg	Pölymäärä	0,4 mg

Taulukossa mittauksessa saadut tulokset. Mittaus suoritettiin juuri ennen laitteistoa ja heti laitteiston jälkeen. Mittaustulosten perusteella pölynpoistojärjestelmä vaikuttaa poistavan suurimman osan ilmassa leijailevasta pölystä.

## 5 VAIHTOEHTOINEN JÄRJESTELMÄ

### 5.1 Sumutusjärjestelmä

Pölynsidontalaitteiston tarkoituksena on sumuttaa vettä tai veden sekaan sekoitettavaa pölynsidonta-ainetta pölyävän materiaalin sekaan. Sumutusta voidaan käyttää esimerkiksi materiaalien kuljetusjärjestelmien pudotussuppiloihin tai johonkin muuhun erikseen määriteltävään kohteeseen.

Sumutusjärjestelmillä suoritettavassa pölynsidonnassa tärkeitä seikkoja ovat pölyhiukkasen koko verrattuna ruiskutettavan nesteen pisarakokoon, nesteen ruiskutus-paine, suuttimen malli ja suuttimen koko sekä suihkuttavien suutinten lukumäärä. (SGN-tekniikka, www-sivut, 2016)

Mikäli suihkutettavan nesteen pisarakoko ja pölyhiukkasen koko ovat yhtä suuret, niin silloin pölyhiukkaset tunkeutuvat nestepisaraan. Jos nestepisara on pölyhiukkasta suurempi, niin silloin ne eivät törmää toisiinsa. Nestepisaran ollessa pölyhiukkasta pienempi, ehtivät nestepisarat haihtua ennen törmäystä. (SGN-tekniikka, www-sivut, 2016)

Sumutus pitäisi suorittaa mahdollisimman pienellä vesimäärällä, jotta vesi-pölyseos ei aiheuttaisi ympäristöön liejuuntumisongelmaa. Mahdollisesti käytettävät pölynsidonta-aineet ovat biokemiallisesti hajoavia tuotteita, joita voidaan käyttää lähes kaikissa tarvittavissa kohteissa.



## 5.2 Toiminnan kuvaus

Sumutusjärjestelmän toiminta perustuu korkeapainepumpun avulla tuotetun pelkän veden tai pölynsidonta-aineen ruiskutuksesta pölyävän materiaalin sekaan. Korkeapainepumpulle syötettävä vesi otetaan laitoksen omasta vesijärjestelmästä. Vesi ja mahdollinen pölynsidonta-aine johdetaan korkeapainepumpulta (kuva 22) eteenpäin määritetyllä paineella korkeapainelinjaa pitkin sumutussuuttimille.

Korkeapainelinjan materiaalina käytetään hydraulikkaletkua korkean paineen takia. Mikäli pölynsidonnassa käytetään pelkkää vettä ja laitteisto tai putkisto sijaitsee kylmässä, on korkeapainelinja syytä eristää ja asentaa niihin saattolämmitys jäätymisten ehkäisemiseksi. Suuttimille pitää rakentaa oma suutinrunko, johon korkeapainelinja on mahdollista kiinnittää nesteen tuontia varten sekä saadaan asennettua suutinrungolle oma lämmitysvastus.

Sumutusjärjestelmä voidaan rakentaa etäkäyttöiseksi, jolloin vesisumun ajoitusta tai määrää voidaan säätää käsikäyttöisesti. Järjestelmä voidaan rakentaa myös automaattisesti toimivaksi, jolloin käynnistys tapahtuu pudotussuppiloon asennetun sähkösilmän avulla. Sähkösilmän asennuskohta määritellään kohteessa erikseen. Sähkösilmä on mahdollista asentaa sellaiseen kohtaan, jossa järjestelmän käynnistys tapahtuu jo ennen materiaalin putoamista suppiloon.



Kuva 22 Sumutusjärjestelmän korkeapainepumppu

Käytettäessä veden sekaan lisättävää pölynsidonta-ainetta, järjestetään pölynsidonta-aineelle oma säilytysastia, josta aine pumpataan omalla pumpulla veden sekaan. Pumpun avulla määritellään seossuhde vedelle ja pölynsidonta-aineelle.

Pölynsidonta-aineena voidaan käyttää esimerkiksi Granlux-pölynsidonta-ainetta. Tuote on biologisesti hajoava aine, jota on turvallista käyttää lähes missä ympäristössä tahansa. (Liite 5) Koostumuksensa takia aine soveltuu käytettäväksi myös talviolosuhteissa. Käytettäessä Granluxia ei tarvitse välttämättä rakentaa järjestelmälle erikseen saattolämmityksiä, koska pölynsidonta-aine itsessään toimii myös pakkasnesteenä pitäen järjestelmän toimintakuntoisena kylmissä olosuhteissa.

Granlux on polaarinen liuos, joka muodostaa pölyhiukkasiin sähkövarauksen ja hävittää vesipisarasta pintajännityksen, jonka seurauksena vesipisara ja pölyhiukkanen sekoittuvat paremmin keskenään. (Granula, www-sivut, 2016)

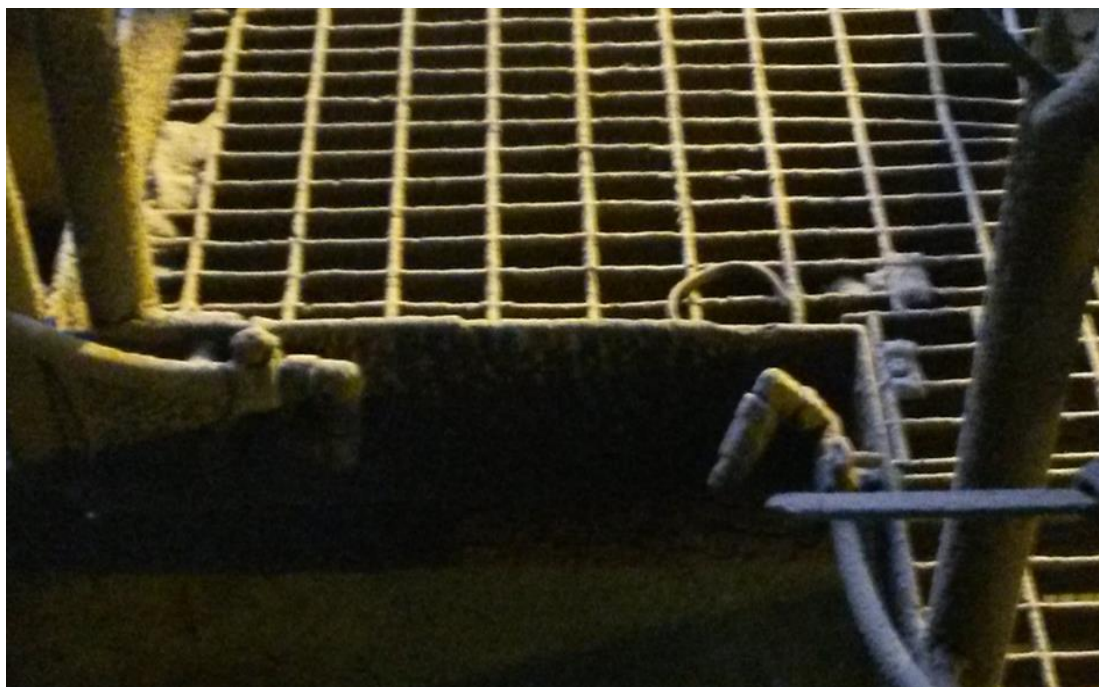
Pölyyn sumutettavien nestepisaroiden pitää olla todella pieniä, muutaman mikrometrin kokoisia. Yhdessä mikrovesipisarat ja pölyhiukkaset muodostavat ilmaa raskaamman hiukkasen, joka putoaa maahan. (SGN-tekniikka, www-sivut, 2016)

### 5.3 Korkeapaineletkut

Korkeapaineletkuja on saatavilla useita eri vaihtoehtoja, letkujen käyttöpaineluokkia löytyy useita. Suurimpien sallittujen käyttöpaineiden ollessa lähes 5000 bar. Sumutusjärjestelmässä ei ole tarvetta niin suurille paineluokille, mutta ollessa järjestelmän käyttöpaineen mikä tahansa, ei korkeapaineletkujen suurinta sallittua käyttöpainetta saa ylittää. Korkeapaineletkujen mitoitus on tehtävä sen mukaan, mikä on korkeapainepumpun suurin mahdollinen painemäärä. Korkeapainelinjojen tekemisessä on myös olemassa omat määräyksensä letkujen suhteen. Letkun sijoittelu on suunniteltava siten, että mahdollisen letkun rikkoutumisen sattuessa se ei aiheuta vaaraa ihmisille. Liitteessä 6 on lisää korkeapaineletkuasennelmien asennus- ja käyttöohjeita sekä asennus vaatimuksia. (dunlophiflex, www-sivut, 2017)

#### 5.4 Suuttimien sijoittelu

Suuttimien sijoittelu kohteessa suunnitellaan erikseen. Suuttimet pyritään sijoittamaan siten, että sumutettava neste leviää mahdollisimman hyvin materiaalin sekaan. Riittävään suuttimien lukumäärään vaikuttaa suihkutettava pinta-ala ja sidottavan pölymäärän suuruus. Kuvassa 24 pudotussuppiloon sijoitetut sumutussuuttimet.



*Kuva 23 Sumutussuuttimet*

Tässä esimerkissä on neljä suutinta sijoitettu pudotussuppilon eri kulmiin, yksi kuhunkin kulmaan. Suuttimista suihkuava neste sekoittuu hihnakuuljettimelta putoavan materiaalin sekaan, sitoen pölyhiukkaset nesteeseen. Suuttimen sijoitteluun vaikuttaa myöskin suihkukulma.

Suihkukulmalla määritetään kulma, jossa pölyhiukkanen ja nestepisara törmäävät toisiinsa. Kuvassa 25 hihnakuuljettimen yläpuolelle sijoitettu sumutussuutin.



*Kuva 24 Sumutussuutin*

Tämän sumutusjärjestelmän viides suutin on sijoitettu pudotussuppilon jälkeen olevan kuljettimen yläpuolelle. Suutin on sijoitettu siten, että suuttimesta tuleva nestesumu peittää kuljetinhihnan koko leveyden.

### 5.5 Suuttimet

Suuttimen tarkoituksena on rikkoa tai pisaroida virtaava neste erilaiseksi kuvioksi ja sen avulla vaikutetaan muodostuvan pisaran kokoon. Suuttimet valitaan käyttökohteen mukaan. Suutin valikoimista löytyy esimerkiksi suutin, jossa reikä on porattu 1 millimetrin suuruiseksi ja suihkun levityskulma  $20^\circ$ . Liitteessä 7 suutin vaihtoehtoja. Reiän koko määrittää, kuinka paljon nestettä kulkee suuttimen läpi litraa/minuutti ja asteikulma määrittää, kuinka leveän sumun suutin tuottaa. Suuttimille rakennetaan oma suutinpesä, jonne suutin saadaan tukevasti kiinnitettyä ja josta suutin on tarvittaessa helppo vaihtaa uuteen. Läpi virtaava neste aiheuttaa suuttimeen kulumista, jolloin suuttimen reiästä tulee isompi ja suuttimesta katoaa terävyys. Kuvassa 26 esimerkki suuttimesta. (EM Leino, www-sivut, 2016)



*Kuva 25 Viuhkasuutin (EM Leino, www-sivut, 2016)*

Pölynsidontajärjestelmän suuttimien valinnassa on päädytty viuhkasuuttimien käyttöön. Viuhkasuuttimilla nestesuihku saadaan sumutettua laajemmalle alueelle kuin pistesuuttimilla, joten viuhkasuuttimien määrä on pienempi kuin käytettäessä pistesuuttimia. Pistesuuttimen nestesuihku kohdistuu lähinnä pienelle pistemäiselle alueelle, jolloin suuttimien määrän pitäisi olla huomattavasti suurempi, jotta saataisiin vastaavaan kokoinen alue suihkutettua.

## 6 JOHTOPÄÄTOKSET

### 6.1 Järjestelmien vertailu

Nesteen sumutusjärjestelmän ja Roxon Clean pölynsidontajärjestelmän vertailu oli suhteellisen hankalaa koska kumpaakaan laitetta ei ollut käytössä vielä työn tässä vaiheessa. Sumutusjärjestelmä oli rakenteilla, mutta ei käyttökunnossa.

Roxon Clean pölynsidontalaitteisto oli käytössä hieman erilaisessa kohteessa kuin nyt suunnitelmassa oleva kohde. Käytössä oleva laitteisto on tuotantolaitoksessa, jossa pölynkoostumus ja pölymäärät ovat hieman erilaisia kuin nikkelirikastevarastolla. Rikastevarastolla pölyn muodostuminen on huomattavasti runsaampaa.

Omien päätelmien, haastattelujen ja tutkimusten perusteella Roxon Clean pölynsidontajärjestelmä voisi olla parempi vaihtoehto pölyämisen hillitsemiseen, kuin nesteen sumutusjärjestelmä.

Sumutusjärjestelmän haasteena on saada sumutettavan nesteen määrä oikeaksi pölymäärän suhteen. Nestettä suihkutetaan helposti liikaa, jolloin saadaan pöly häviämään mutta tuleekin toisenlaisia ongelmia. Liian suurella nestemäärällä pölystä tehdään märkää liejua kulkuväylille ja muualle ympäristöön. Märkä liejuuntunut rikaste kulkuväylillä aiheuttaa huomattavan turvallisuusriskin. Märästä rikasteesta tulee hyvin liukasta. Ympäristöongelmat tulevat märästä rikasteesta toisenlaisessa muodossa eli aiheutetaan metallipäästöjä sadevesiviemäristön kautta vesistöön.

Sumutusjärjestelmä pitää sisällään huoltoa vaativia laitteita toimiakseen moitteettomasti. Korkeapainepumpussa on säännöllistä huoltoa vaativia kuluvia osia, joita myös määräajoin pitää uusia. Suuttimet ovat kuluvia osia, suuttimen läpi virtaava neste kuluttaa niiden sumutusreikää. Suuttimen reiän suurentuessa läpi virtaavan nesteen sumusta tulee epätarkka ja läpivirtaavan nesteen määrä kasvaa, jolloin joudutaan tekemään säätöjä järjestelmään.

Korkeapainelinja vaatii ainakin säännöllisen silmämääräisen tarkistuksen säännöllisin väliajoin ja mahdollisen uusinnan. Korkeapaineletkuihin tulee aikojen saatossa kulumaa tai ulkopuolisia kolhuja jonkin työkalun tai materiaalin osumasta. Letkun pintaan tullessa reikä, saattaa se aiheuttaa turvallisuusriskin alueella liikkuville ihmisille sekä aiheuttaa nesteen suihkuamisen väärään paikkaan.

Huoltotöistä järjestelmälle aiheutuu jonkin verran kustannuksia ja kustannuksia aiheutuu myös uusittavista varaosista sekä mahdollisesta pölynsidonta-aineesta, riippuen aineen sekoitussuhteesta ja käytettävästä määrästä.

Roxon Clean pölynsidontalaitteisto on melko yksinkertainen. Siinä ei ole juurikaan kuluvia osia, jotka vaatisivat säännöllistä huoltoa tai osien uusimista. Huoltotoimien piteet ovat lähinnä laitteiston sisäpuolisia puhdistustöitä. Huoltotöiden kustannukset jäävät kohtalaisen alhaisiksi.

Tehtyjen mittaustulosten perusteella laitteisto vaikuttaisi melko toimivalta sekä laitteiston yksinkertaisuus puhuvat puolestaan. Laitteiston käyttö ja huolenpito vaikuttavat helpolta ja huolettomalta, lähinnä toiminnan seuraaminen on osa käyttökäytännön säännöllistä toimintaa.

## 6.2 Jatkotoimenpiteet

Työntilaajan ja laitteiston toimittajan kanssa sovittu Roxon Clean pölynsidontalaitteiston testikäytöstä. Laitetoimittajalla on mahdollista toimittaa käyttöön testilaitte, jolloin voidaan todeta laitteiston toimivuus ennalta suunnitellussa kohteessa ennen oman laitteiston varsinaista investointia. Laitetoimittajan on kanssa sovittu laitteen toimittamisesta paikalle ja asentamisesta kohteeseen toiminta kuntoon. Asennus ja laitteen koe-käyttö on sovittu suoritettavaksi kevään 2017 aikana. Laitteiston toiminnan todentamiseksi kohteessa suoritetaan ilman pölynmittauksia ennen laitteiston asennusta sekä laitteiston käynnin aikana.

Testikäytön ja testistä saatujen tulosten analysoinnin jälkeen päätetään mahdollisesta laitteiston hankinnasta.

## LÄHTEET

Lassila & Tikanoja www-sivut. 2016. Viitattu 28.2.2017 <http://www.lassila-tikanoja.fi/yrittys/historia/Sivut/historia.aspx>

Boliden www-sivut. 2016. Viitattu 15.12.2016 <http://www.boliden.com/Documents/Press/Publications/Place%20broschures/boliden-harjavalta-fi.pdf>

Sandvik www-sivut. 2016. [http://www.materialshandling.sandvik.com/sandvik/9885/Internet/AU10002.NSF/7ca8cd558b939dbfc125693700332c1e/3beac3a5e4cc6b0948256c2700081c83/\\$FILE/Roxon%20Clear.pdf](http://www.materialshandling.sandvik.com/sandvik/9885/Internet/AU10002.NSF/7ca8cd558b939dbfc125693700332c1e/3beac3a5e4cc6b0948256c2700081c83/$FILE/Roxon%20Clear.pdf)

[http://www.miningandconstruction.sandvik.com/sandvik/9082/Internet/S002630.nsf/Alldocs/Products\\*5CConveyors\\*and\\*conveyor\\*components\\*5CDust\\*suppression\\*2ADust\\*suppression\\*system/\\$file/CLEAR\\_Brosch\\_eng.pdf](http://www.miningandconstruction.sandvik.com/sandvik/9082/Internet/S002630.nsf/Alldocs/Products*5CConveyors*and*conveyor*components*5CDust*suppression*2ADust*suppression*system/$file/CLEAR_Brosch_eng.pdf)

<file:///F:/SANDVIK/Sandvik%20laitatiivistys.pdf>

Henttonen Toni, 2014. Sähkösuodattimen aputoimintojen suunnittelu. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu. Viitattu 23.3.2017 [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/81061/Henttonen\\_Toni.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/81061/Henttonen_Toni.pdf?sequence=1)

SNG-teknikka www-sivut. 2016. Viitattu 19.11.2016 <http://www.sgntekniikka.fi/ssf-spraying-systems-finland-oy/>

Kärcher www-sivut. 2016. <https://www.kaercher.com/fi/>

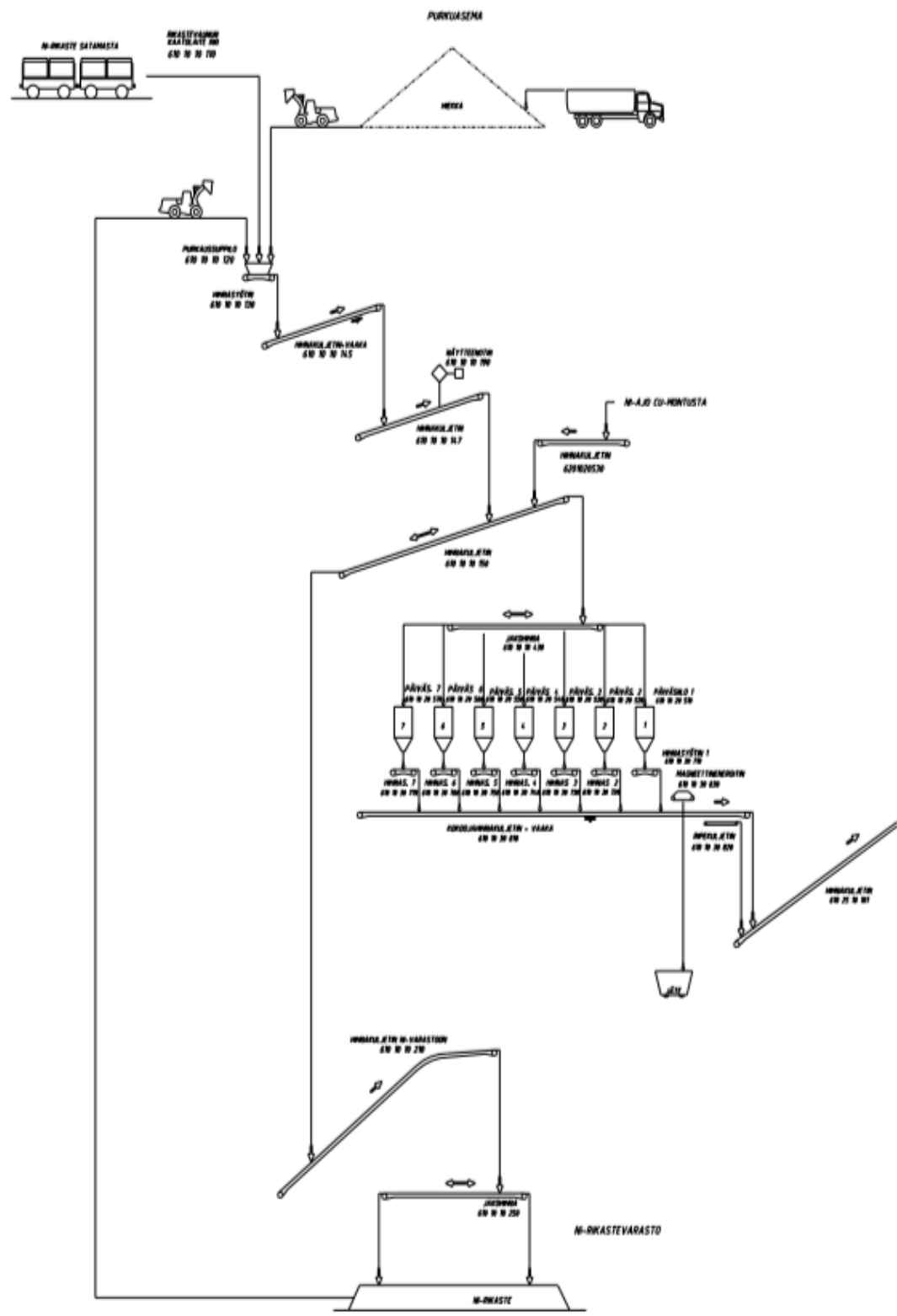
Granula www-sivut. 2016. Viitattu 19.11.2016. [www.granula.com](http://www.granula.com)

Dunlophiflex www-sivut. 2016. Viitattu 3.1.2017 <http://hiflexadmin.viidakkorumpu.fi/upload/?id=dd9aa68ffa36792455ef9ffbd6870779>

E.M. Leino Oy www-sivut. Viitattu 21.1.2017 <http://emleino.fi/tuotteet/viuhkasuutin-812x20>

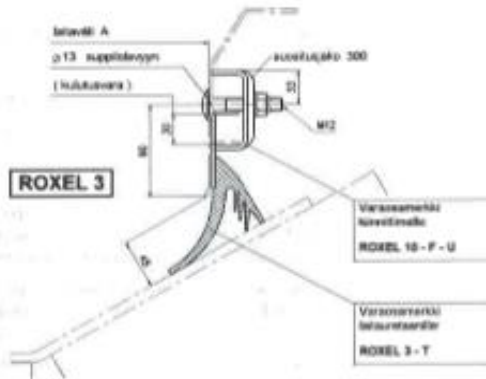
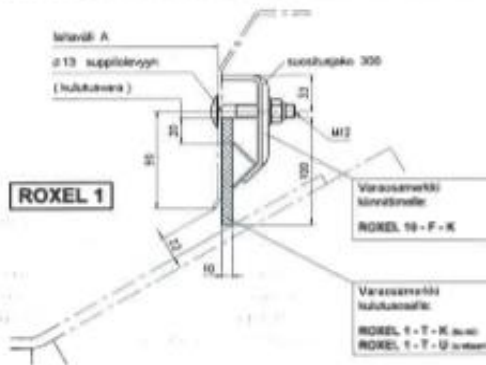


Nikkeli raaka-aineiden purkaus ja käsittely laitekaavio



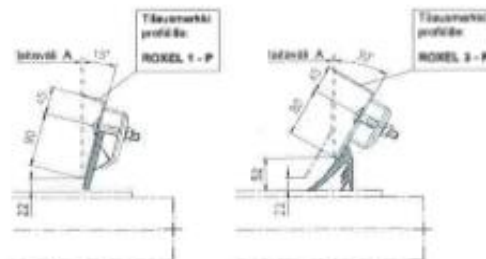
## LAITATIIVISTYS

ROXEL -tiivistysprofiilit ovat tarkoitettu erityisesti pölyville ja hienojakoisille materiaaleille kuten turve, hake ja jauhemaiset materiaalit. Tiivistysprofiilit kiinnitetään asiakkaan omiin ohjauksilaitarakenteisiin. Toimitukseen kuuluu kaikki tarvittavat



### TIIVISTYSPROFILIEN SIJOITUS TASOIHNALE

Tasohinnaa käytettäessä kiinnitetään tiivistysprofiilit kaltevaan lisäkappaleeseen. ROXEL 3 tiivistyksellä suositellaan käytettäväksi aina myös lisälaitaa supplion sisäpuolella. ROXEL 3 kärjestä leikataan tasohinnatiivistyksessä ~30 mm pala pois. Profiilit on tilattava erikseen cheisten merkien mukaisesti.



## ROXEL1 ROXEL3

kiinnitysosat. ROXEL -tiivistysprofiilit voidaan sijoittaa helposti oheisten mittatietojen perusteella tapauskohtaisesti rakennettaviin ja vanhoihin teräslaitoihin.

TILAUSESIMERKKI: ROXEL1 - U 66 m

Tyyppimerkki

Kulutusosan materiaali  
K = KUMI  
U = POLYURETAANI

Laitatiivistys määrä (m)

Toimitukseen sisältyy kiinnitysklemmit, ruuvit ja mutterit 300 mm kiinnitysjakoa varten.

ROXEL1 on kumi- tai polyuretaanilevynauhasta koostuva yleiskäyttöinen laitatiivistys kuljettimien kuormauskohtien laitarakenteisiin. Tiiviste painetaan supplion seinään klemmareiden ja kulmatangon avulla. Kulmatanko toimitetaan 3 m pituisina tankoina.

TILAUSESIMERKKI: ROXEL3 24 m

Tyyppimerkki

Laitatiivistys määrä (m)

TILATTAVA MÄÄRÄ PYÖRISTETÄÄN TÄYSILLE ELEMENTTIPITUUKSILLE, JOKA ON 3 m

ROXEL 3 toimitetaan 3 m elementteinä. Tilattava määrä pyöristetään täysille elementtipituuksille. Toimitukseen sisältyy kiinnitysklemmareita, ruuveja ja muttereita 10 kpl/elementti.

ROXEL 3-monihuultäivisteen hinnas vasten tiivistävä osa on kulutusta kestävä polyuretaani. Erityisen hyvä tiiviyys johtuu kolmesta erillisestä hinnas vasten olevasta tiivistepinnasta.

Polyuretaani on valettu kuumasinkittyyn profiiliin, joka jäykistää ja tukevoittaa tiivisterakenteen. Se varmistaa myös hyvän tiiviyden hinnas suuntaan. Tiiviste-elementin kiinnittäminen ja säädettävyyttä suppliorakenteissa eri tavoin on valvottava.

**Huom!** ROXEL 1 ja 3 tiivistyslaitoja tilataan yhteenlasket-  
taviin tiivistysmetrien mukaisesti. Esimerkiksi  
laidantiivistystä tilataan 6 m, jos kuormauskohta  
ja laidat ovat 3 m pitkiä.

### Ohjeellinen arvo laitavälille A

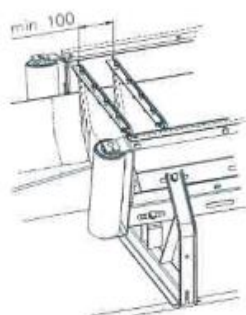
Hinnan leveys B	Ruillastokulma			
	α = 0°	α = 20°	α = 30°	α = 45°
500	330	320	310	280
550	400	440	420	400
600	500	570	550	490
1000	760	740	720	640
1200	900	880	870	780
1400	1100	1060	1020	920
1600	1260	1210	1170	1040

Kakki oikeudet muutoksiin pidetään.



## TAKALAITA

DREAM -kuormauskohdassa hinnan tulosuunnassa käytävä laita. Tiiviin rakenteen aikaansaamiseksi takalaitoja voidaan tarvittaessa asentaa useita peräkkäin, materiaalin pölyävyyden mukaan. Suositeltava määrä 1..3 kpl.



B	E	F	H				Paino (kg)			
			Korotuslata vaihtoehto				Korotuslata vaihtoehto			
			1	2	3	4	1	2	3	4
650	510	380	260	360	410	460	2.9	3.2	3.4	3.6
800	510	490	315	415	465	515	4.0	4.5	4.7	5.0
1000	740	600	370	470	520	570	5.7	6.2	6.5	6.9
1200	875	710	420	520	570	620	7.5	8.1	8.4	8.8
1400	985	820	475	575	625	675	9.5	10.2	10.6	11.0

## DREAM - TL

TILAUSESIMERKKI: DREAM - TL - 800 - 1

Tyyppimerkki

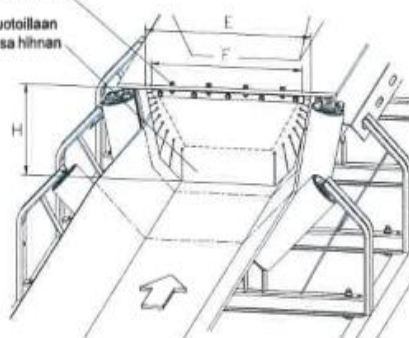
Hinnan leveys B (mm)

Korotuslata

- 1 = EI KOROTUSLAITAA
- 2 = KOROTUSLAITA, KORKEUS 100 mm
- 3 = KOROTUSLAITA, KORKEUS 150 mm
- 4 = KOROTUSLAITA, KORKEUS 200 mm

Kansilevyn ø10 reiät

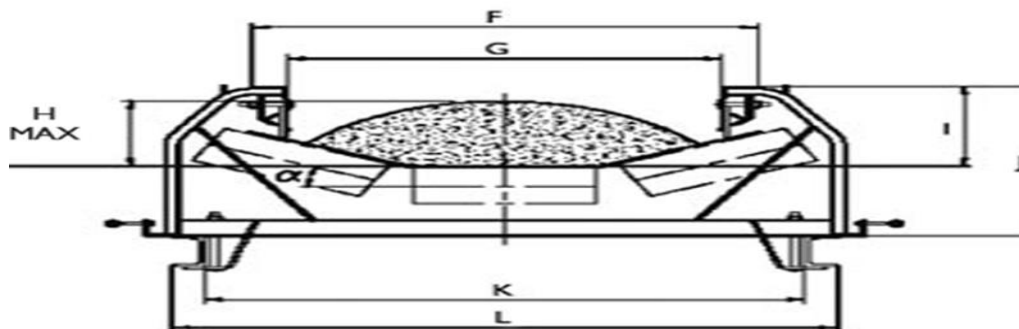
Kumilevy muotoillaan asennettaessa hinnan mukaisesti



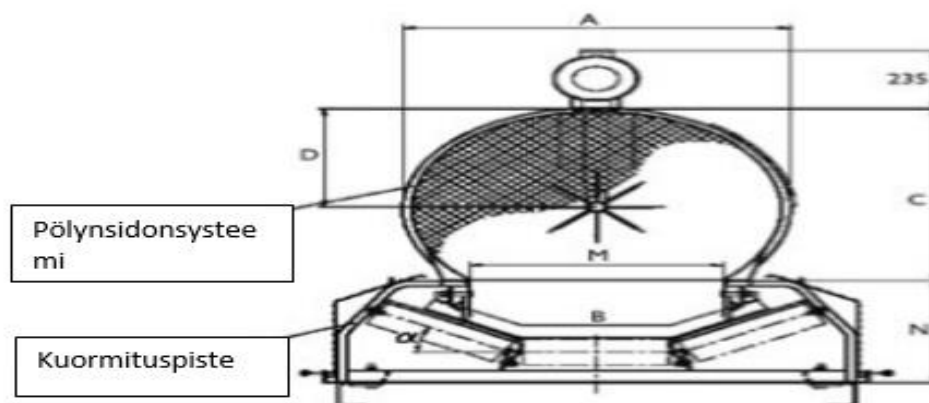
## Roxon Clean pölynpoistojärjestelmän perusmitat

B	A	C	D	M			N		
				30°	45°	20°	30°	45°	20°
500	500	480	250	310	280	320	382	400	389
650	600	540	285	420	400	440	400	435	412
800	790	710	395	550	490	570	420	448	445
1000	860	720	415	720	640	740	450	499	420
1200									
1400									
1600									

Yli 1000 mm hinnaleveyksille järjestelmä on mitoittava erikseen



Kuljettimen leikkaus kuva



Laitteiston päämitat

**Käyttöturvallisuustiedote 453/2010/ETY mukainen****KOHTA 1: Aineen tai seoksen ja yhtiön tai yrityksen tunnitiedot**

1.1. Tuotetunnistus	GranLux® DeICE-85 F , DeICE-50 F
1.2. Aineen tai seoksen merkitykselliset tunnistetut käytöt ja käytöt, joita ei suositella	Jään ja lumen sulatukseen. Sopii myös pölyn sidontaan. Älä käytä kuin tunnistettuihin käyttöihin. Tuote on tarkoitettu teolliseen käyttöön.
1.3. Käyttöturvallisuustiedotteen toimittajan tiedot	Oy Granula Ab, Rautatiekatu 2, 48100 Kotka, Suomi Puhelin: +358 5 2105200, e-mail: info@granula.com
1.4. Hätäpuhelinnumero	FI: Myrkytystietokeskus puh. +358 (0)9 471 977 Oy Granula Ab: puh +358 (0)5 2105200 (toimistoaikana)

**KOHTA 2: Vaaran yksilöinti**

2.1. Aineen tai seoksen luokitus	Luokitus asetuksen (EY) nro 1272/2008 [CLP/GHS] mukaan Luokitus : Ei luokiteltu.
2.2. Merkinnät	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Merkintä asetuksen (EY) nro 1272/2008: Ei luokiteltu</li> <li>- Varoitusmerkit: Ei oleellinen</li> <li>- Huomiosana: Ei huomiosanaa</li> <li>- Vaaralausekkeet: Ei tunnettuja merkittäviä vaikutuksia tai vakavia vaaroja.</li> </ul>
2.3. Muut vaarat	PBT ja vPvB asetusten mukaiset kriteerit: <ul style="list-style-type: none"> <li>- PBT: Ei saatavilla.</li> <li>- vPvB: Ei saatavilla.</li> </ul>

**KOHTA 3: Koostumus ja tiedot aineosista**

3.1. Aineet		
3.2. Seokset	Osittain neutraloitu karboksyylihappo CAS#: 141-43-5, 64-18-6 EU#: 205-483-3, 200-579-1	50-80 paino %
	Vesi CAS#: 732-18-5 EU#: 231-791-2	15-50 paino %

**KOHTA 4: Ensiaputoimenpiteet**

4.1. Ensiaputoimenpiteenkuvaus	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yleisohje: Ei erityisiä toimenpiteitä. Hakeuduttava lääkärin hoitoon, jos oireita.</li> <li>- Hengitettynä: Huolehdittava raittiista ilmasta; hengitystiet pidettävä vapaana.</li> <li>- Ihokosketus: Tuote ei yleensä ärsytä ihoa.</li> <li>- Roiskeet silmiin: Roiskeet silmistä huuhdellaan juoksevan veden alla useamman minuutin ajan.</li> <li>- Nieltyinä: Huuhtelee suu hyvin.</li> </ul>
--------------------------------	--

4.2. Tärkeimmät oireet ja vaikutukset, sekä välittömät että viivästyneet	Ei muuta oleellista tietoa saatavilla. Ei muita suosituksia.
4.3. Mahdollisesti tarvittavaa välitöntä lääketieteellistä apua ja erityishoitoa koskevat ohjeet	Ei muuta oleellista tietoa saatavilla. Ei muita suosituksia.

#### **KOHTA 5: Palontorjuntatoimenpiteet**

5.1. Sammutusaineet	Voidaan käyttää kaikkia sammutusvälineitä kuten vaahhto, CO <sub>2</sub> , vesiruisku, kuivasammutusaine.
5.2. Aineesta tai seoksesta johtuvat erityiset vaarat	Palaessa voi seuraavia aineita vapautua: Hiilimonoksidi, hiilidioksidi, ammoniakki.
5.3. Palontorjuntaa koskevat ohjeet	Palomiesten on käytettävä asianmukaista suojavarustusta.

#### **KOHTA 6: Toimenpiteet onnettomuspäästöissä**

6.1. Varotoimenpiteet, henkilönsuojaimet ja menettely hätätilanteessa	Erytistoimia ei vaadita.
6.2. Ympäristöön kohdistuvat varotoimet	Erytisiä varotoimenpiteitä koskien ympäristöä ei vaadita.
6.3. Suojarakenteita ja puhdistusta koskevat menetelmät ja -välineet	Laimennettava runsaalla vedellä. Kerättävä mekaanisesti talteen sopiviin säiliöihin hävittämistä varten. Pienet määrät voidaan huuhtoa viemäriin runsaan veden kanssa. Hävitettävä paikallisten ja kansallisten säädösten mukaisesti.
6.4. Viittaukset muihin kohtiin	Katso kohta 13.

#### **KOHTA 7: Käsittely ja varastointi**

7.1. Turvallisen käsittelyn edellyttämät toimenpiteet.	Erytistoimia ei vaadita.
7.2. Turvallisen varastoinnin edellyttämät olosuhteet, mukaan luettuina yhteensopimattomuudet	Säilytettävä tiiviisti suljettuna. Pidettävä erillään voimakkaista hapoista ja emäksistä. Varastointi alkuperäispakkauksissa tai muovi- tai ruostumattomissa pakkauksissa.
7.3. Erityinen loppukäyttö(t)	Jäänsulatus.

#### **KOHTA 8: Altistumisen ehkäiseminen ja henkilönsuojaimet**

8.1. Valvontaa koskevat muuttujat	Tuote ei sisällä valvontaa vaatimia aineita.
8.2. Altistumisen ehkäiseminen	Ei erityisiä ohjeita.
8.3. Henkilökohtainen suojavarustus	Varottava aineen joutumista iholle ja silmiin. Kädet on pestävä ennen taukoa ja välittömästi tuotteen käsittelyn jälkeen.

**KOHTA 9: Fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet**

9.1. Fysikaalisia ja kemiallisia perusominaisuuksia koskevat tiedot	Olomuoto: Neste Väri: Lähes väritön Haju: Tyypillinen. Lähes hajuton pH-arvo (20°C): 6-7 Kiehumispiste: yli 100°C Leimahduspiste: yli 200°C Itsestään syttyvyys: Tuote ei itsestään syty. Räjähdyksvaara: Tuote ei aiheuta räjähdysvaaraa. Tiheys (20°C): noin 1.1 -1,3 g/cm <sup>3</sup> Vesiliukoisuus: Täysin liukeneva.
9.2. Muut tiedot	Ei tarvita.

**KOHTA 10: Stabiilisuus ja reaktiivisuus**

10.1. Reaktiivisuus	Emästen kanssa reagoidessaan vapautuu ammoniakkia.
10.2. Kemiallinen stabiilisuus	Stabiili varastointi- ja käyttöoloissa.
10.3. Vaarallisten reaktioiden mahdollisuus	Varastointi- ja käyttöoloissa vaarallisia reaktioita ei tapahdu.
10.4. Vältettävät olosuhteet	Voimakkaat hapot, emäkset ja hapettimet.
10.5. Yhteensopimattomat materiaalit	Ei tarvita.
10.6. Vaaralliset hajoamistuotteet	Katso kohta 5.2

**KOHTA 11: Myrkyllisyyteen liittyvät tiedot**

11.1. Tiedot myrkyllisistä vaikutuksista 31.5.2010 EN Official Journal of the European Union L 133/43	Akuutti toksisuus: LD50 (rotta) > 5 g/kg (oral) Tuote ei ärsytä ihoa. Tuote ei vaurioita silmiä. Tuote ei aiheuta herkistymistä. Asianmukaisesti käsiteltynä tuotteella ei kokemuksemme ja käytössä olevien tietojen mukaan ole terveydelle haitallisia vaikutuksia.
---	--

**KOHTA 12: Tiedot vaarallisuudesta ympäristölle**

12.1. Myrkyllisyys	Pimephales promelas, staattinen olotila 96 h LC50: 6250 mg/L (EPA 40 CFR 797.1400)
12.2. Pysyvyys ja hajoavuus	Helposti biohajoava 80 % viidessä päivässä (AMS 1435B) BOD (5 pv, 20C): 0,49 kg O2 /kg COD (5 pv TOD) : 0,64 kg O2/kg
12.3. Biokertyvyys	Ei todennäköisesti ole biokertyvää.
12.4. Liikkuvuus maaperässä Maaperä/vesi-kerroin (KOC)	Ei saatavilla.
12.5. PBT- ja vPvB-arvioinnin tulokset	Ei oleellinen.
12.6. Muut haitalliset vaikutukset	Ei saatavilla.

**KOHTA 13: Jätteiden käsittelyyn liittyvät näkökohdat**

13.1. Jätteiden käsittelymenetelmät	Jätteet on hävitettävä paikallisten ja kansallisten säädösten mukaisesti. Hanki valmistajalta/luovuttajalta tietoja pakkausten uudelleenkäytöstä/kierrätyksestä.
-------------------------------------	---

**KOHTA 14: Kuljetustiedot**

14.1. YK numero	
14.2. Kuljetuksessa käytettävä virallinen nimi	
14.3. Vaarallisten aineiden luokka, Merkintä	
14.4. Pakkausryhmä	
14.5. Ympäristövaarat	Ei saatavilla.
14.6. Erityiset varotoimet käyttäjälle/Lisätietoja	Ei saatavilla.
14.7. Kuljetus irtolastina Marpol 73/78 - sopimuksen II liitteen ja IBC-säännösten mukaisesti	Ei saatavilla.

Tuotetta ei luokiteltu vaaralliseksi kuljetuksen suhteen.

**KOHTA 15: Lainsäädäntöä koskevat tiedot**

15.1. Nimenomaisesti ainetta tai seosta koskevat turvallisuus-, terveys- ja ympäristösäännökset tai -lainsäädäntö	WGK 1 : lievästi vesistöä pilaava
15.2. Kemikaaliturvallisuusarviointi	Ei tarvita.

**KOHTA 16: Muut tiedot**

Tässä esitetyt tiedot perustuvat nykyiseen tietämykseen ja kokemuksiin. Käyttöturvallisuustiedotteessa kuvataan tuotteita turvallisuusvaatimusten kannalta. Tiedot eivät toimi koostumusselostuksina, ominaisuusvakuutuksina tai tuotetakuina
--



## TURVALLISUUSOHJEET

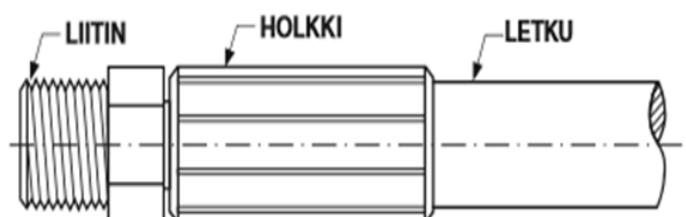
- Vain koulutettu henkilökunta voi tehdä tuoteittemme asennuksia ja laittaa niitä käyttökuntoon.
- Tarkista aina ennen käytön aloittamista ettei korkeapaineletkuasennelmissa ole kiertymiä, kulumia, korroosiota, halkeamia tai muita vaurioita.
- Korkeapaineletkuasennelmat, joissa on kiertymiä, halkeamia, korroosiota, vuotavia liitoskohtia tai letkun ulkopinnan vaurioita, joissa teräsvahvisteet näkyvät, on korvattava uusilla.
- Käytä vain korkeapaineletkuasennelmia, joiden sallitut työapaineet ovat tiedossa.
- Älä käytä korkeapaineletkuasennelmia, jotka vuotavat.
- Käytä vain puhtaita, suodatettuja aineita, jotta korkeapaineletkujen elinkaari pitenee.
- Jos epäillään tuotteen tai koneen, johon se oli asennettu, epäkuntoa, on käyttö heti lopetettava ja korkeapaineletkuasennelma on vaihdettava.

## VAARATILANTEET

- **Räjähtävä letkuasennelma**  
Ympärille lentävät osaset voivat aiheuttaa vahinkoa.
- **Vuotava letkuasennelma**  
Vuotava aine, erikoisesti jos vuotaa hyvin ohuena suihkuna, saattaa aiheuttaa viiltoja ja jopa viiltää irti raajoja.
- **Kuumaa ainetta sisältävä letkuasennelma**  
Kosketus kuumaan letkuasennelman pintaan saattaa johtaa palovammoihin.
- **Letkuasennelman pituuden muutos**  
Korkeapaineletkuasennelmat lyhenevät paineenalaisena. Tämä voi aiheuttaa käyttäjän menettämään tasapainonsa, sekä samalla letkuasennelma menettää käyttöturvallisuuttaan.
- **Liitinten ja komponenttien letkuasennelmaliihtosten aiheuttama vaaratilanne**  
Vaaratilanne voi syntyä liittimien ja komponenttien liitoksista jos nämä löystyvät, irtoavat tai vedetään irti, jolloin tämä voi johtaa letkuasennelman hallitsemattomaan piiskamaiseen liikkeeseen.
- **Lattialla levällään olevat letkut**  
Lattialla levällään olevat letkut saattavat aiheuttaa kompastumisvaaran.

## 1. MERKKAAMINEN

Letkutyypin ja valmistuserän numero on painettu letkuun säännöllisin välimatkoin. Holkkeihin on merkitty maksimi sallittu työpaine, valmistajan nimi ja tuotantopäiväys (vuosineljännes ja vuosi).



## 2. KÄYTTÖTARKOITUS

SPIR STAR® -korkeapaineletku on tarkoitettu vesijärjestelmiin, joissa on matala syketaso ( $\pm 5\%$ ).

Seuraavat käyttölämpötilat ovat sallittuja:

Tuotesarja	Sallittu käyttölämpötila
Yleensä	-30 – +60°C
HT-sarja	-20 – +150°C
PPA-sarja	-20 – +80°C
F-sarja*)	-70 – +200°C

\*) F-sarjan maksimi sallittu työpaine vähenee 5 %:lla 24–100°C, 10 %:lla >100–150°C ja 20 %:lla >150–200°C.

Jos SPIR STAR® -korkeapaineletkuja käytetään myrkyllisillä aineilla kuten esimerkiksi emäksillä ja hapoilla, on tärkeää lähettää kirjallinen kysely SPIR STAR® Druckschläuche AG:lle ennen käyttöä.

Jos SPIR STAR® -korkeapaineletkuja käytetään kaasumaisilla aineilla, varmuuskerroin 1:6 työ- ja räjähdyspaineilla, on otettava huomioon. Tässä tapauksessa letkun uloin kerros täytyy reijittää (perforoida) joka 10 mm:n välein sopivalla laitteella tai jousikäyttöisellä reijittäjällä.

Holkkeihin merkattuja maksimi työpaineita ei saa missään olosuhteissa ylittää. Tämä koskee myös hetkellisiä paineita.

## 3. ASENNUS / KÄYTTÖÖNOTTO

Kun liittimien muttereita kiristetään, täytyy varoa ettei liitin kierry holkin mukana.

Liittimen muttereita ei saa koskaan kiristää korkeapaineasennelman ollessa paineenalaisena.

Letkun asentaminen on suoritettava sillä tavoin, että käytetään riittävää pituutta, jolla vältetään letkun kiertyminen ja vetäminen. Suositeltuja minimi taivutussäteitä ei saa ylittää.

Asennuksen aikana täytyy pyrkiä välttämään esimerkiksi letkun vääntämistä ja pyöriässä liitännässä kiertymistä.

Letkuasennelma täytyy kiinnittää sopivalla tavalla, jos sen paino voi aiheuttaa ylimääräistä venymisvaaraa esimerkiksi korkeissa rakennuksissa.

Korkeapaineletkuasennelmaa ei saa kiinnittää holkista vinssillä tai raskaalla putkenkiinnittimellä.

Korkeapaineletkuasennelma täytyy kiinnittää molemmista päistä sopivilla kiinnitystavoilla? (letkunkiinnittimillä?), jotta piiskamainen liike estetään rikkoutumisen tai liittimen irtoamisen yhteydessä.

Ajoneuvoilla korkeapaineletkujen yliajaminen on kielletty.

## **SPIR STAR® -KORKEAPAINELTKUN TURVALLINEN KÄYTTÖ**

Seuraavassa on SPIR STAR®in TEE NÄIN ja ÄLÄ TEE NÄIN -luettelo oikeanlaisesta ja turvallisesta korkeapaineletkun käsittelemisestä. Asiaton korkeapaineletkun käyttö saattaa aiheuttaa KUOLEMAN, loukkaantumisen tai omaisuusvahinkoja. ÄLÄ KOSKAAN käsittele vuotavaa letkuasennelmaa. Suhtaudu kaikkeen korkeapainenesteen aiheuttamaan vahinkoon vakavasti ja hakeudu välittömästi sairaanhoitoon.

### **TEE NÄIN:**

- Käsittele korkeapaineletkua erittäin suurella varovaisuudella. SPIR STAR® -letkut ovat teräsvahvisteisia letkuja, eivätkä mitään puutarhaletkuja ja niitä pitäisi siten käsitellä samalla varovaisuudella kuin korkeapaineastioita.
- Kun letkuja käytetään korkeapaineeseen vesipuhallukseen, lue ja omaksu "Recommended Practices for the Use of Manually Operated High-pressure Water Jet Equipment" (Water Jet Technology Association [+1/134-241-1445, [www.wjta.org](http://www.wjta.org)])
- Etsi aina ennen käyttöönottoa näkyviä kuluneita, vahingoittuneita ja hankautuneita kohtia.
- Tarkista letkujen päiden liitokset ja kierteet kulumilta, ruosteelta, halkeamilta, mekaaniselta rikkoutumisilta tai muilta heikentymisiltä, jotka voisivat aiheuttaa vaarallisia tilanteita.
- Tunne kaikkien letkujen työpaineet ja räjähdyspaineet ennenkuin käytät niitä.
- Käytä aina puhdasta, suodatettua vettä pidentämään letkun käyttöikä. Joidenkin vedenottamoiden vesi on hyvin rikkiä, joka voi vahingoittaa ruostumatonta terästä.
- Puhdista, tyhjennä ja takaisinkelaa letkut aina käytön jälkeen. Saippua ja vesi ovat yleensä hyvä puhdistustapa.
- Käytä aina suojakäsineitä, silmäsuojaimia ja suojavaatteita kun käytät korkeapaineletku- ja vesipuhallussuuttimia.

### **ÄLÄ TEE NÄIN:**

- Älä koskaan käytä letkuja, joissa on viiltoja tai vahviste näkyy ulkopinnassa.
- Älä koskaan käytä kiertynyttä letkua.
- Älä käytä letkua, jossa on poreita tai rakkuloita ulkopinnassa.
- Älä ylitä minimitaivutussädettä ja painearvoja minkään letkun osalta.
- Älä ylläjä tai murskaa letkua painavalla ajoneuvolla.
- Älä käytä letkua, jos liitännät ovat vahingoittuneet tai ne vuotavat. Ota se heti korjattavaksi.
- Älä käytä letkuja, jotka saattavat olla kemikaalien vahingoittamia tai joita on käytetty liian korkeissa lämpötiloissa.
- Vältä käyttämästä liikaista vettä tai vettä jossa on rikkiä. Testit ovat osoittaneet, että letkut heikentyvät nopeammin, kun vedenlähteet ovat kemikaalitehtaista tai -jalostamoista.
- Älä taivuta letkua askelmien yli tai vedä raskaita työkaluja letkulla.
- Älä anna letkun olla oman painonsa varassa torneissa tai rakennuksissa.
- Älä luule, että vesipuhallus- tai hydraulikkaletku kestää ikuisesti.

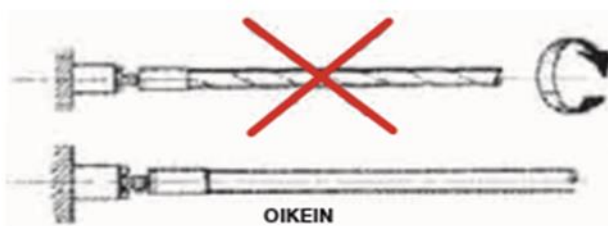
**TURVALLISUUS ETUSIJALLE – UUSI LETKU VANHAN TILALLE!**

## SPIR STAR® -KORKEAPAINELTKUASENNELMIEN ASENNUSVAATIMUKSET

### 1. ÄLÄ TAIVUTA LETKUA LIITTIMEN LÄHELTÄ



### 2. ÄLÄ KIERRÄ LETKUA



### 3. ÄLÄ VEDÄ LETKUA



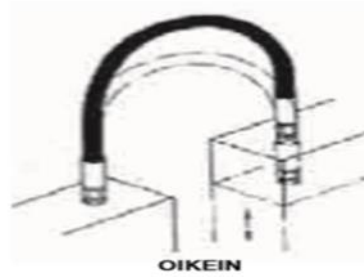
### 4. ÄLÄ TAIVUTA LETKUA MINIMITAIVUTUSSÄDETTÄ ENEMPÄÄ



**8. SUOJELE LETKUA YLIAJAMISELTA**



**9. VÄLTÄ VÄÄNTÖLIIKETTÄ**



**5. ÄLÄ TAIVUTA LETKUA TERÄVIEN KULMIEN YLI**



**6. SUOJELE LETKUA KUUMILTA OSILTA**



**7. ÄLÄ VEDÄ KIEPILLÄ OLEVAA LETKUA**



Viuhkasuuttimet ovat korkeapainepuhdistuksen tehokkaimpia suuttimia, joita voidaan käyttää eri sovelluksissa ja ne on helppo asentaa erilliselle suutinpidikkeelle.

### Ominaisuudet ▾

- Max 1500 bar
- Koko Ø08/12 x 20 mm

### Suosittelut käyttökohteet ja sovellukset ▾

Pintojen puhdistus, Graffitin poisto, Laivojen ja säiliöiden puhdistus, Teiden puhdistus, Putkien ja kanavien puhdistus

### Tekniset tiedot ▾

Tuotekoodi	Poraus	Asteet
8/12x20	sokea	-
8/12x14-07/10	0,7 mm	10°
8/12x14-07/20	0,7 mm	20°
8/12x14-07/30	0,7 mm	30°
8/12x20-10/6	1,0 mm	6°
8/12x20-10/20	1,0 mm	20°
8/12x20-12/6	1,2 mm	6°
8/12x20-12/15	1,2 mm	15°
8/12x20-12/20	1,2 mm	20°
8/12x20-12/30	1,2 mm	30°
8/12x20-13/20	1,3 mm	20°
8/12x20-14/6	1,4 mm	6°
8/12x20-14/30	1,4 mm	30°

8/12x20-15/6	1,5 mm	6°
8/12x20-15/15	1,5 mm	15°
8/12x20-15/20	1,5 mm	20°
8/12x20-15/30	1,5 mm	30°
8/12x20-17/6	1,7 mm	6°
8/12x20-17/15	1,7 mm	15°
8/12x20-17/20	1,7 mm	20°
8/12x20-18/6	1,8 mm	6°
8/12x20-18/10	1,8 mm	10°
8/12x20-18/15	1,8 mm	15°
8/12x20-18/20	1,8 mm	20°
8/12x20-18/30	1,8 mm	30°
8/12x20-19/6	1,9 mm	6°
8/12x20-20/6	2,0 mm	6°
8/12x20-20/15	2,0 mm	15°
8/12x20-20/20	2,0 mm	20°
8/12x20-20/30	2,0 mm	30°
8/12x20-22/15	2,2 mm	15°
8/12x20-22/30	2,2 mm	30°
8/12x20-24/15	2,4 mm	15°
8/12x20-24/30	2,4 mm	30°
8/12x20-25/6	2,5 mm	6°
8/12x20-28/15	2,8 mm	15°
8/12x20-29/15	2,9 mm	15°
8/12x20-30/6	3,0 mm	6°
8/12x20-30/15	3,0 mm	15°
8/12x20-30/20	3,0 mm	20°