

Jonne Kaarela

## **MASUUNIN SEULONNAN KUNNOSSAPIDON KEHITTÄMINEN**

# **MASUUNIN SEULONNAN KUNNOSSAPIDON KEHITTÄMINEN**

Jonne Kaarela  
Opinnäytetyö  
Kevät 2016  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

---

Tekijä: Jonne Kaarela  
Opinnäytetyön nimi: Masuunien seulonnan kunnossapidon kehittäminen  
Työn ohjaajat: Risto Seppänen ja Esa Törmälä  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2016 Sivumäärä: 49+1 liite

---

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana on toiminut SSAB Europe. Työ on tehty Raahen SSAB :n tehtaan masuuneiden siilolaitoksille. Työssä on kaksi eri aluetta, joista toinen oli pellettiseulojen sokeoiminen ja toinen koksiseulojen vaihto.

Tämän hetkiseen sokeoimismenetelmään oltiin tyytymättömiä. Sokeoimista haluttiin parantaa nopeuttamalla sitä sekä parantamalla sen työturvallisuutta.

Koksiseulojen vaihtoon haluttiin parannusta niin, ettei työn suorittamiseen tarvittaisi vuokratyövoimaa tehtaan ulkopuolisilta yrityksiltä.

Työssä kehitettiin molempiin toimenpiteisiin erilaisia toteutusratkaisuja. Työssä otettiin huomioon myös työntekijöiden ajatukset kyseisistä toimista, jotta myös heidän mielipiteensä saatiin kuuluville.

Työn aikana havaittiin, että monipuoliset ratkaisut ovat fyysisesti mahdottomia ja kannattamattomia, joten ratkaisut tuli pitää yksinkertaisina, jotta ne ovat mahdollisia toteuttaa.

Sokeoimiseen ja seulan vaihtoon suunniteltiin molempiin kolme eri menetelmää, joista työnantaja tekee lopullisen päätöksen ja valitsee käyttöönotettavat menetelmät.

---

Asiasanat: teollinen seulonta, masuuni, raudan valmistus

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

---

Author(s): Jonne Kaarela

Title of thesis: Improving Screening Maintenance on Blast Furnaces

Supervisor(s): Risto Seppänen and Esa Törmälä

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2016 Pages: 49+1 appendix

---

This Bachelor's thesis was commissioned by SSAB Europe. The thesis was carried out at the screening plant of blast furnaces of SSAB Europe, Raahe. The Thesis included two different areas which needed improvement, blocking of the iron pellet screens, and changing of the coke screens.

The employees and management were dissatisfied with the current methods of blocking the iron pellet screen, and they wanted it to be improved. With the improvement, they wanted to make it faster and to have more safety while doing it.

Changing the coke screens needed improvements so that it could be done with their own employees and tools. The Current method requires hired labour and tools.

For both areas, multiple different new methods were developed to make these processes faster and safer and to make it possible to use factory's own employees. While the methods were developed, opinions of workers were used to determine which methods were the most efficient ones.

During the thesis project, it was discovered that versatile methods were physically impossible and unprofitable. Thus the request was to keep the solutions simple in order to make it easier to execute them.

Three different methods were designed for both iron pellet screen blocking and changing the coke screen. The commissioner makes the final decision and chooses the best methods to use.

---

Keywords: industrial screening, blast furnace, production of metallic iron

## ALKULAUSE

Opinnäytetyö on tehty kevään 2014 ja kevään 2016 välisenä aikana, Oulun ammattikorkeakoulun Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman insinöörityönä.

Työn aiheen antajana toimi SSAB Europe, Raahen. Työ tehtiin SSAB :n Raahen tehtaan masuunien siilolaitoksille. Työn valvojana toimi Masuunien kunnossapitopäällikkö Pertti Maliniemi ja myöhemmin Risto Seppänen, ja koulun puolelta ohjaajana oli Esa Törmälä.

Apua ja neuvoja työn toteuttamiseen saatiin masuunien kunnossapitomestarilta, Antti Lahtiselta, Risto Seppäselä, Pertti Maliniemeltä sekä masuunien vuorohuoltomiehiltä. Tehtaan ulkopuolelta hankittavan laitteiston valintaan apua saatiin Raahen ETRA Megacenteristä.

Raahessa 13.6.2016

Jonne Kaarela

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	6
SISÄLLYS	7
1 JOHDANTO	10
2 SSAB	11
2.1 Raahen tehdas	11
2.2 Masuunit	12
2.3 Siilolaitokset	13
3 TEOLLINEN SEULONTA	14
3.1 Seulonnan eri alueet	14
3.2 Seulojen toimintaperiaate	14
3.3 Värähtelevät seulat	15
3.4 Epäkeskot seulat	16
3.5 Siilolaitoksilla käytettävät seulat	16
4 RAUDAN PELKISTÄMINEN MAASUUNEISSA	17
4.1 Raudan kuumennus	17
4.2 Epäsuora pelkistyminen	17
4.3 Suora pelkistyminen	18
5 SOKEOIMISPROSESSI	19
5.1 Syy sokeoimiseen	19
5.2 Seulojen sokeoiminen	20
5.3 Sokeoimisen tärkeys	21
5.4 Alitteen vaikutus uunissa	22
6 SOKEOIMISEN RATKAISUT	25
6.1 Työntekijöiden haastattelu	25
6.2 Sähkövinssi ja väkipyörä -ratkaisu	26
6.2.1 Sähkövinssi	26
6.2.2 Vaijeri	27
6.2.3 Väkipyörät	28
6.2.4 Ohjausrullat	29

6.2.5 Laitteiden asennus	30
6.2.6 Sähkövinssin asennus	30
6.2.7 Väkipyörien ja vaijerin asennus	31
6.2.8 Ohjausrullien asennus	31
6.2.9 Laitteiden testaus	32
6.3 Elementtiratkaisu	33
6.3.1 Elementtirakenne	33
6.3.2 Kiskot	34
6.3.3 Luukku	35
6.3.4 Elementtien käyttö	35
6.3.5 Elementtien testaus	36
6.4 Kelaratkaisu	36
6.4.1 Kelarakenne	36
6.4.2 Vaijeri ja luukku	37
6.4.3 Väkipyörät	38
6.4.4 Kelarakenteen testaus	38
6.5 Hylätyt ratkaisut	39
6.5.1 Jäykempi sokeamatto	39
6.5.2 Sivusta sokeoitava seula	39
6.6 Ratkaisujen vertailu ja valinnat	40
6.6.1 Sähkövinssi	40
6.6.2 Elementti	41
6.6.3 Kelarakenne	41
6.6.4 Valinta	41
6.7 Telineet sokeamatoille	41
7 KOKSISEULOJEN VAIHTO	43
7.1 Nykyinen käytäntö	43
7.2 Kippoautolla kuljettaminen	43
7.3 Trukilla nostaminen / kuljettaminen	45
7.3.1 Trukki + lava	45
7.3.2 Trukilla nosto ja kuljettaminen	45
7.4 Siilolaitoksen nosturin kisko	45
7.5 Vertailu ja valinta	46



LÄHTEET	47
LIITTEET	49
Liite 1. Sokeamaton cad-piirustus	49

# 1 JOHDANTO

Insinöörityössä kehitellään eri vaihtoehtoja nykyisille sokeoimis- ja seulanvaihtomenetelmille. Teoriaosassa kerrotaan pääpiirteittäin nykyaikaisista seulontamenetelmistä ja raudan valmistamisesta masuuneissa.

Seuraavana kerrotaan nykyisestä sokeoimismenetelmästä ja sen ongelmista. Tämän lisäksi kerrottiin miksi sokeoiminen suoritetaan, ja mitä tapahtuisi, jos sokeoimista ei suoritettaisi.

Sokeoimisen ratkaisussa esitellään eri vaihtoehtoja nykyisille menetelmille ja vertaillaan niitä ja suositellaan parasta vaihtoehtoa ja sekä asioita, joita pitää testata ennen kuin menetelmiä voidaan ottaa käyttöön. Myös lisävarusteita suositellaan, jotka auttaisivat nykyisessäkin sokeoimismenetelmässä.

Työn toisessa osassa kerrotaan ongelmasta, joka koskee koksiseulojen vaihtoa. Tässäkin osiossa esitellään eri vaihtoehtoja, miten koksiseulojen vaihto voitaisiin suorittaa. Näitä menetelmiä vertaillaan toisiinsa ja niistä suositellaan parasta vaihtoehtoa.

Työn tilaajan pyynnöstä tässä työssä ei seurata ratkaisujen toteutumista tehtaalla. Työssä pyritään esittämään erilaisia menetelmiä nykyisten menetelmien tilalle ja työn tilaaja päättää otetaanko ne käyttöön vai ei.

## 2 SSAB

SSAB on vuonna 1978 perustettu teräsyhtiö, joka on erikoistunut karkaistuihin, päästettyihin, nauha-, kvarttolevy- ja putkituotteisiin sekä rakentamisen ratkaisuihin. SSAB:n tuotantolaitokset sijaitsevat Suomessa, Ruotsissa ja Yhdysvalloissa. Laitosten yhteenlaskettu vuosittainen tuotantokapasiteetti on 8,8 miljoonaa tonnia. Suomen ja Ruotsin tuotanto perustuu masuunien käyttöön, Yhdysvalloissa käytetään valokaariuuneja ja romumetallia. Vuonna 2014 SSAB osti Rautaruukki Oyj: n. (1; 2.)

### 2.1 Raahen tehdas

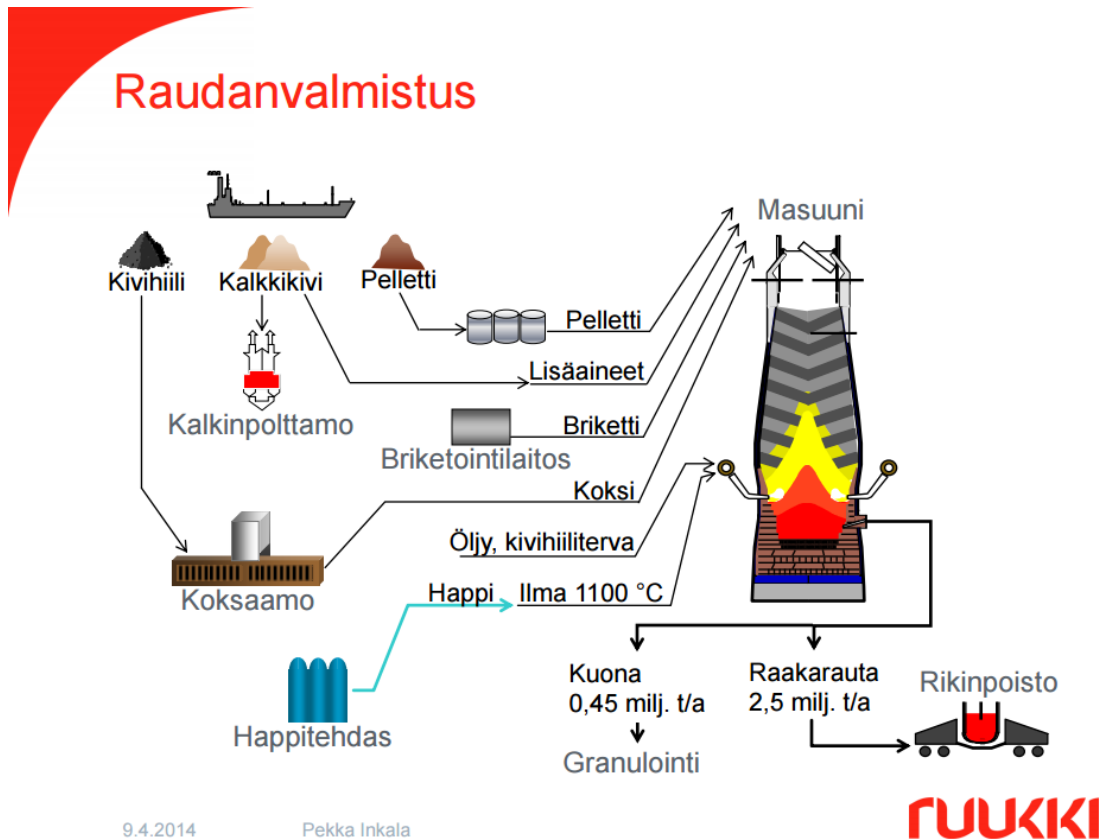
Raahen tehdas on SSAB Europeen kuuluva tehdas, joka perustuu masuunien toimintaan. Tehtaassa valmistetaan kuumavalssattua terästä, painotettuja keloja, teräslevyjä ja esikäsiteltyjä levytuotteita. Alla olevassa kuvassa näkyy Raahen tehtaan tehdasalue (3, 4.)



KUVA 1. Raahen tehtaan tehdasalue (4).

## 2.2 Masuunit

Masuuneja Raahen tehtaalla on kaksi kappaletta. Masuunit ovat jatkuvatoimisia kiulu-uuneja, joiden avulla valmistetaan raakarautaa sulatolle. Sulatolla raakaraudasta poistetaan ylimääräinen hiili, jolloin saadaan valmistettua terästä. Raudan lisäksi masuuneissa muodostuu kuonaa, joka muodostuu raudan epäpuhauksista. Kuona granuloidaan ja tällä menetelmällä saadaan valmistettua ns. masuunihiekkaa (kuva 2). Kuonan lisäksi prosessissa syntyy masuunikaasua. Vuosittainen maksimi raudan valmistus on 2,6 Mt raakarautaa. (5.)



KUVA 2. Raudan valmistuksen logistiikka (6).

### 2.3 Siilolaitokset

Molemmille masuuneille on käytössä oma siilolaitos. Ne toimivat masuunien panostettavien materiaalien välivarastona ja niissä annostellaan materiaalien määrää ja haluttu järjestys. Panostus tehdään etänä tietokoneohjelmilla masuunien ohjaamosta. Siilolaitosten tärkeimmät materiaalit ovat rautapelletti ja koksi, jotka ovat ainoat seulottavat materiaalit ja täten tärkeässä roolissa raakaraudan valmistuksessa. Siilolaitoksella on myös muita lisäaineita, kuten brikettiä, joka on ympäri Raahen tehdasta kerättyä metallipölyä, joka valetaan sementtiin. Briketöinnillä saadaan käyttöön hienomateriaali, jota ei suoraan voida sellaisenaan käyttää raudan valmistukseen sen pienestä raekoosta johtuen. Myös kuonamuodostusaineita panostetaan siilolaitosten kautta. (4; 7.)

## **3 TEOLLINEN SEULONTA**

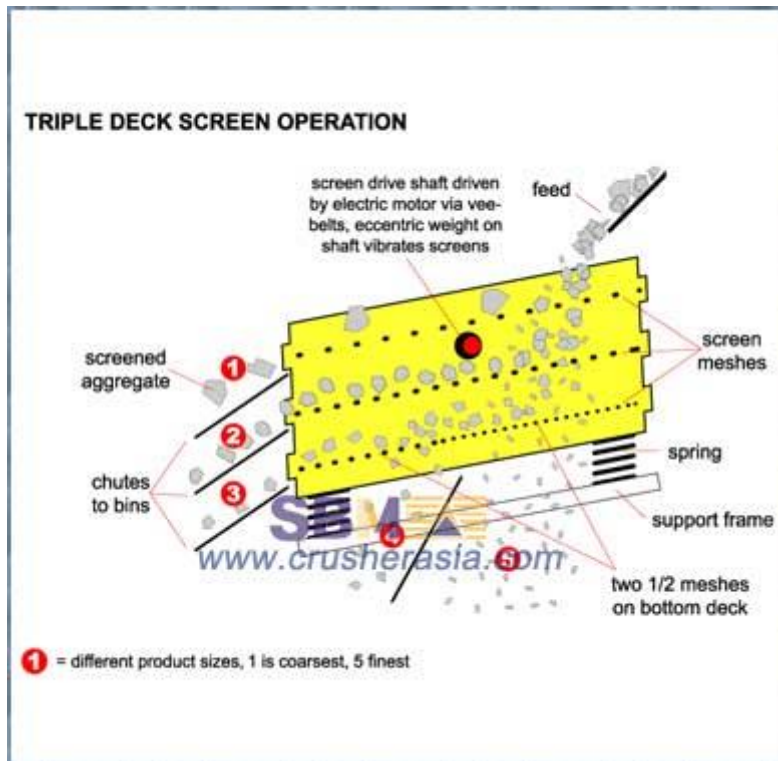
Teollisella seulonnalla tarkoitetaan kappaleiden erottelua niiden koon mukaan, teollista seulontaa on olemassa monella eri alalla. Seuraavissa luvuissa kerrotaan pääpiirteittäin teollisesta seulonnasta.

### **3.1 Seulonnan eri alueet**

Seulonta jaetaan kuiva- ja märkäseulontaan. Kuivaseulonnassa materiaali lajitellaan kappalekoon mukaan noin 300 mm:stä 5 mm:iin asti. Myös alle 5 mm:n raekokoja voidaan erotella toisistaan mutta mitä pienemmäksi seulottavan kappaleen raekoko laskee, sitä alemmaksi myös seulontaprosessin tehokkuus laskee. Märkäseulonnassa erotellaan kiinteä aines nesteestä. Märkäseulonnassa pienin seulottavan materiaalin raekoko 250 µm, jota pienempiä kappaleita ei yleensä seulota. (8.)

### **3.2 Seulojen toimintaperiaate**

Seulassa on seulaverkkoja, joissa on halutun kokoisia reikiä, joiden avulla ei toivottu aines erotellaan toivotusta. Seulaverkkojen päälle syötetään seulottavaa materiaalia ja seulan liikkeen avulla seula erottelee materiaalit toivottujen raekokojen mukaan (kuva 3). Seulaverkkojen rei'istä läpi menevää ainesta kutsutaan alitteeksi ja ainesta joka ei seuloudu, kutsutaan ylitteeksi. (8.)



KUVA 3. Havainnekuva seulan toiminnasta (9).

### 3.3 Värähtelevät seulat

Värähtelevät seulat ovat käytetyin seulatyyppi, jota käytetään hienoille ja karkeille aineksille. On olemassa muitakin seulatyyppejä karkeille ja hienoille aineksille mutta ne eivät ole enää niin yleisessä käytössä. Värähtelevien seulojen periaate on siinä, että värähdyksen avulla hienompi materiaali siirtyy alimmaisiksi ja seuloutuu verkkojen rei'istä, kun karkeampi aines kulkee purkupään verkkoja pitkin. (8.)

Nykyaikaiset värähtelevät seulat ovat tärkeimmät ja monipuolisimmat seulatyyppit, joita käytetään mineraalien ja materiaalien seulonnessa. värähtelevät seulat ovatkin tehneet muut seulatyyppit vanhanaikaisiksi, kuten täry- ja edestakaiseen liikkeeseen perustuvat seulat. Värähtelevissä seuloissa seulaverkkojen reiän muoto on yleensä nelikulmio, jonka mitat riippuvat materiaalin halutusta kappalekoosta. Seuloihin syötetään seulottava materiaali toisesta päästä ja toisessa päässä on materiaalin purkupää. Kun materiaali kulkee verkkojen päällä, materiaali seuloutuu seulan liikkeen avulla ja hienompi aines menee verkoissa ole-

vien reikien läpi. Seulat voidaan myös varustaa useammalla seulontatasolla, jolloin voidaan seulottava materiaali jakaa useampaan eri raekokoon niin halutessa. Seuloja löytyy myös monta eri mallia kuten tasaisia, laskevia ja banaanin muotoisia. (8.)

### **3.4 Epäkeskot seulat**

Epäkeskoissa seuloissa liike saadaan sähkömoottoriin kiinnitetyillä, epätasaisesti painotetuilla pyörillä, joita pyöritetään yhdellä tai useammalla sähkömoottorilla. Epäkeskoissa seuloissa seulan liike on joko pyöreää tai epäkeskoa kuten kulmittaista tai ovaaliin muotoista liikettä, riippuen painojen lukumäärästä, niiden sijainnista sekä seulan kulmasta, onko se tasainen vai laskeva. Kun painot pyörivät, ne aiheuttavat iskuliikkeen, jolla seula saadaan liikkumaan ja seulomaan materiaalia. (8.)

### **3.5 Siilolaitoksilla käytettävät seulat**

Raahan tehtaan siilolaitoksella pelletin seulontaan käytetään Schenckin valmistamia, epäkeskoja seuloja, joissa on yksi seulontataso. Moottori ja painot on sijoitettu seuloissa seulojen perän alaosaan. Seulaan syntyvä liike on ovaalin muotoinen, lähes askelmainen. Pellettiseuloissa seulaverkot ovat ns. steppi-verkkoja, jotka ovat Metso Mineralsin valmistamia. Seulaverkot eivät ole suorassa linjassa toisiinsa nähden vaan porrasmaisessa, loivassa yläkulmassa maan vetovoimaan nähden. Steppiverkkot ovat tehokkaampia seulomaan materiaalia ja seulaa voidaan operoida suuremmalla kapasiteetilla. (7; 10.)



## 4 RAUDAN PELKISTÄMINEN MAASUUNEISSA

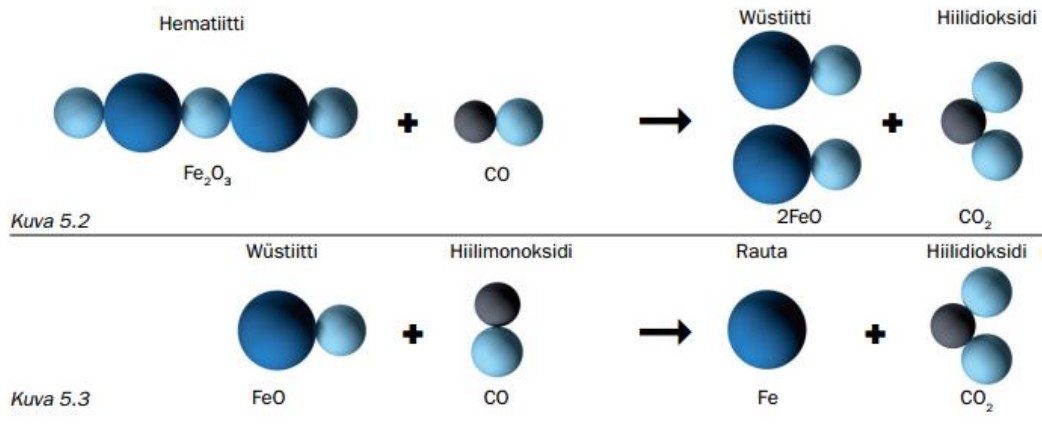
Raudan pelkistäminen tarkoittaa hapen poistamisesta rautaoksidista eli rautamalmista, jolloin saadaan valmistettua ns. raakarautaa. Masuuneilla raaka-aineet panostetaan masuuniin sen yläpuolelta. Raudan pelkistämiseen käytetään häkää, vetyä ja koksia, jota saadaan kivihiilestä. Koksi sisältää noin 90% hiiltä ja loput 10% on epäpuhtausaineita, jotka palavat tuhkasi kaksin mukana. Vetyä ja häkää muodostuu masuunissa kaksin ja öljyn palaessa. Nykyisin Raahen tehtaalla käytetään öljyn sijasta hiilipölyä pelkistämiseen. (5; 8.)

### 4.1 Raudan kuumennus

Samalla kun masuuniin panostetaan raaka-aineet, alhaalta puhalletaan hormien kautta esikuumennettua, happirikastettua ilmaa ja hiilipölyä. Kun kostea puhallusilma ja hiili palavat samanaikaisesti, muodostuu uunissa vetyä. Kuumat palamiskaasut virtaavat ylös ja sulattavat pelkistyneen raudan, jolloin sula aines vajoaa uunin alaosaan. (11; 12.)

### 4.2 Epäsuora pelkistyminen

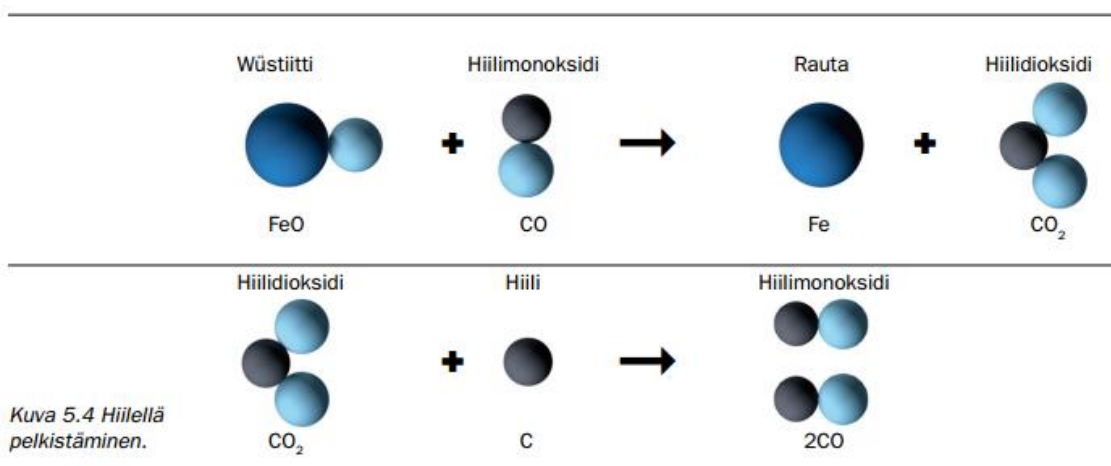
Epäsuora pelkistyminen tarkoittaa hiilimonoksidilla eli häkäkaasulla tehtävää pelkistämistä, jolloin koksissa oleva hiili ei suoraan ota osaa pelkistymiseen. Jo hieman jäähtynyt häkä, n. 400 – 1050 °C, reagoi hematiitin kanssa muodostaen vähemmän happea sisältävää wüstiittia ja hiilidioksidia. Myös osa wüstiitista pelkistyy raudaksi hiilimonoksidin avulla (kuva 4). Koska lämpötila on liian matala tällä alueella, että hiili voisi suoraan reagoida poistaen kaiken hapen raudasta, pelkistyy loppu happi vasta uunin alaosassa. (11; 12.)



KUVA 4. Epäsuoran pelkistymisen kemiallinen kaavio (11).

### 4.3 Suora pelkistyminen

Suora pelkistyminen tapahtuu uunin alaosassa, jossa häkä pelkistää wüstiittiä raudaksi ja hiilidioksidiksi. Samaan aikaan koksissa oleva hiili reagoi välittömästi hiilidioksidin kanssa muodostaen lisää häkää. Suoralla pelkistymisellä raudasta saadaan poistettua happi kokonaan. Hiili pelkistää myös sulaan liueneita rautaoksiedeja muodostaen lisää häkää (kuva 5). Jotta hiili reagoisi suoraan sulaan materiaaliin, vaatii se korkean lämpötilan. Lämpötilan on oltava yli  $1000\text{ }^\circ\text{C}$ . (11; 12.)



KUVA 5. Suoran pelkistymisen kemiallinen kaavio (11).

## 5 SOKEOIMISPROSESSI

Seulojen sokeoimisella tarkoitetaan seulaverkkojen tukkimista, niin ettei seula erottele tavaroita. Pellettiseulat ovat ainoat seulat, jotka sokeoidaan siilolaitoksilla. (6.)

### 5.1 Syy sokeoimiseen

Seulojen sokeoiminen suoritetaan, kun alitteita kuljettavilla palautekuljettimilla on huoltoa. Yleensä huollot pyritään ajoittamaan masuunin remonttien yhteyteen, jolloin seuloja ei tarvitse sokeoida kuin toisella siilolaitoksella. Kun vain toiseen masuuniin panostetaan, ei toisen siilolaitoksen materiaaleja tällöin tarvitse seuloa. Joskus hätätilanteissa kuitenkin joudutaan sokeoimaan molempien siilolaitoksien seulat. Seulat joudutaan sokeoimaan mahdollisen alitesuppilon ja seulan tukkeutumisen vuoksi. Alitesuppilo sijaitsee seulan pohjassa ja se ohjaa alitteen palautekuljettimelle (kuva 6). Kun palautekuljettimen hihna ei liiku ja alitetta putoaa hihnalle, alkaa tämä tilanne muodostaa kasaa hinnan päälle. Palautekuljettimen ollessa pitkään pysähdyksissä, on mahdollista, että alitemäärä kasvaa niin isoksi, että alitesuppilo sekä seula tukkeutuvat. Seulojen ja alitesuppilon aukaiseminen olisi isompi operaatio kuin seulojen sokeoiminen. Tästä syystä seulat sokeoidaan. (7.)





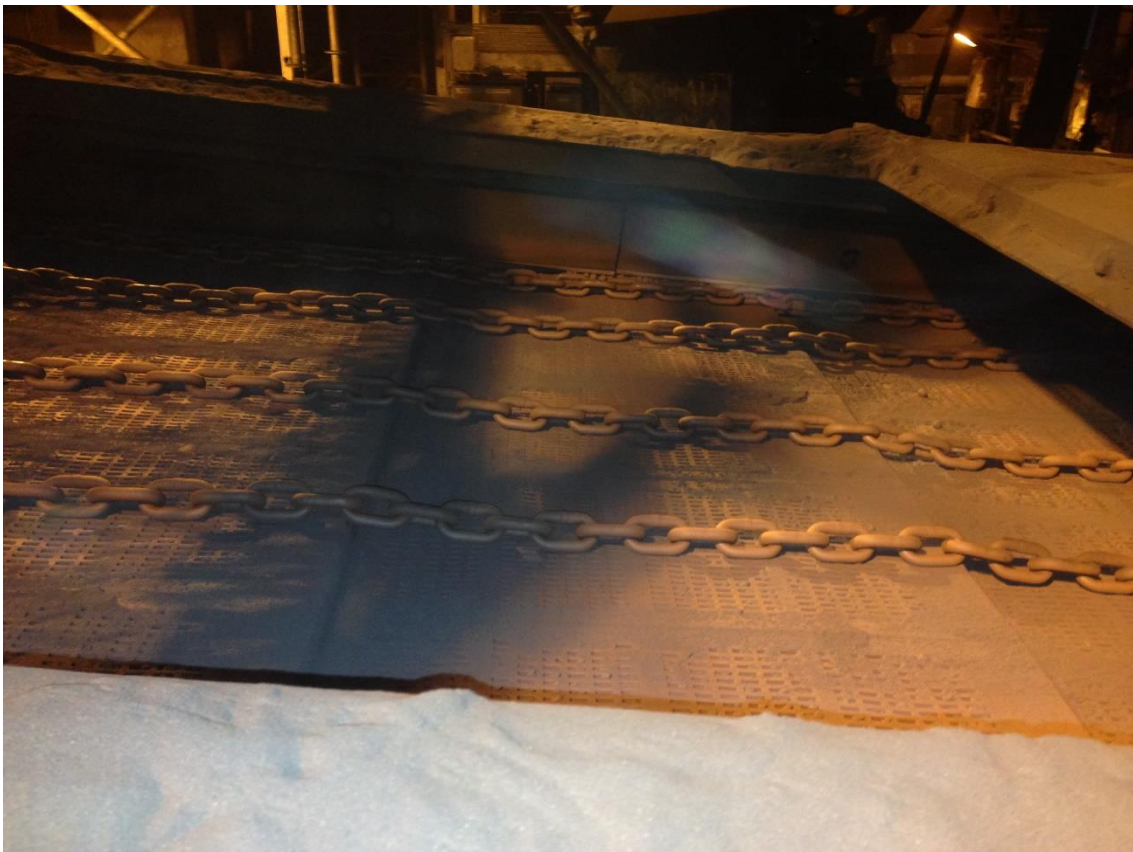
*KUVA 7. Sokeamatto lattialla.*

### 5.3 Sokeoimisen tärkeys

Tällä hetkellä sokeoiminen tehdään käsin, 2-4 työntekijän avulla ja se on fyysisesti rasittava ja hidas menetelmä. Talvella seuloissa käytetään myös lenkkiketjuja (kuva 8), joiden tarkoitus on pitää verkkojen reiät avoinna, ettei alite pääse jäätymään reikiin ja tukkimaan niitä. Lenkkiketjut vaikeuttavat sokeoimista, koska niiden rakenne ei ole tasainen. Tämän takia mattoa syötettäessä matto tökkii ketjujen lenkkeihin ja seulan sokeoiminen hidastuu. Koska menetelmä on hidaskäyttöinen, joudutaan seulojen sokeoiminen aloittamaan aikaisin ennen kuljettimen huoltoa, mikä aiheuttaa alitteen kulkemisen panostettavan materiaalin mukana masuunin uuniin. (6.)

Kun sokeoiminen aloitetaan siilolaitoksilla, samaan aikaan aloitetaan ns. ulkoseulonta. Ulkoseulonta suoritetaan ulkona. Ulkoseulonnassa pelletti lastataan

autolla seulaan ja seulonnan jälkeen pelletti siirretään kuljettimien avulla siilolaitoksen pellettisiiloihin. Tällä tavalla saadaan suurin osa alitteesta poistettua materiaalista, mutta seulonnan tehokkuus ei ole niin hyvä kuin siilolaitoksien seulojen tehokkuus. Vaikkakin ulkoseulonta on hyvä menetelmä alitteen poistamiseen pelletin seasta, muodostuu uutta alitetta, kun seulottu pelletti kuljetetaan siilolaitokseen kuljettimilla. Uutta alitetta muodostuu, kun pelletit hankaavat toisiinsa hihnalla, sekä kuljettimien taittokohdissa, missä pelletti putoaa kuljettimelta toiselta. (14.)



*KUVA 8. Talvisin seuloissa käytettävät ketjut seulaverkkojen päällä.*

#### **5.4 Alitteen vaikutus uunissa**

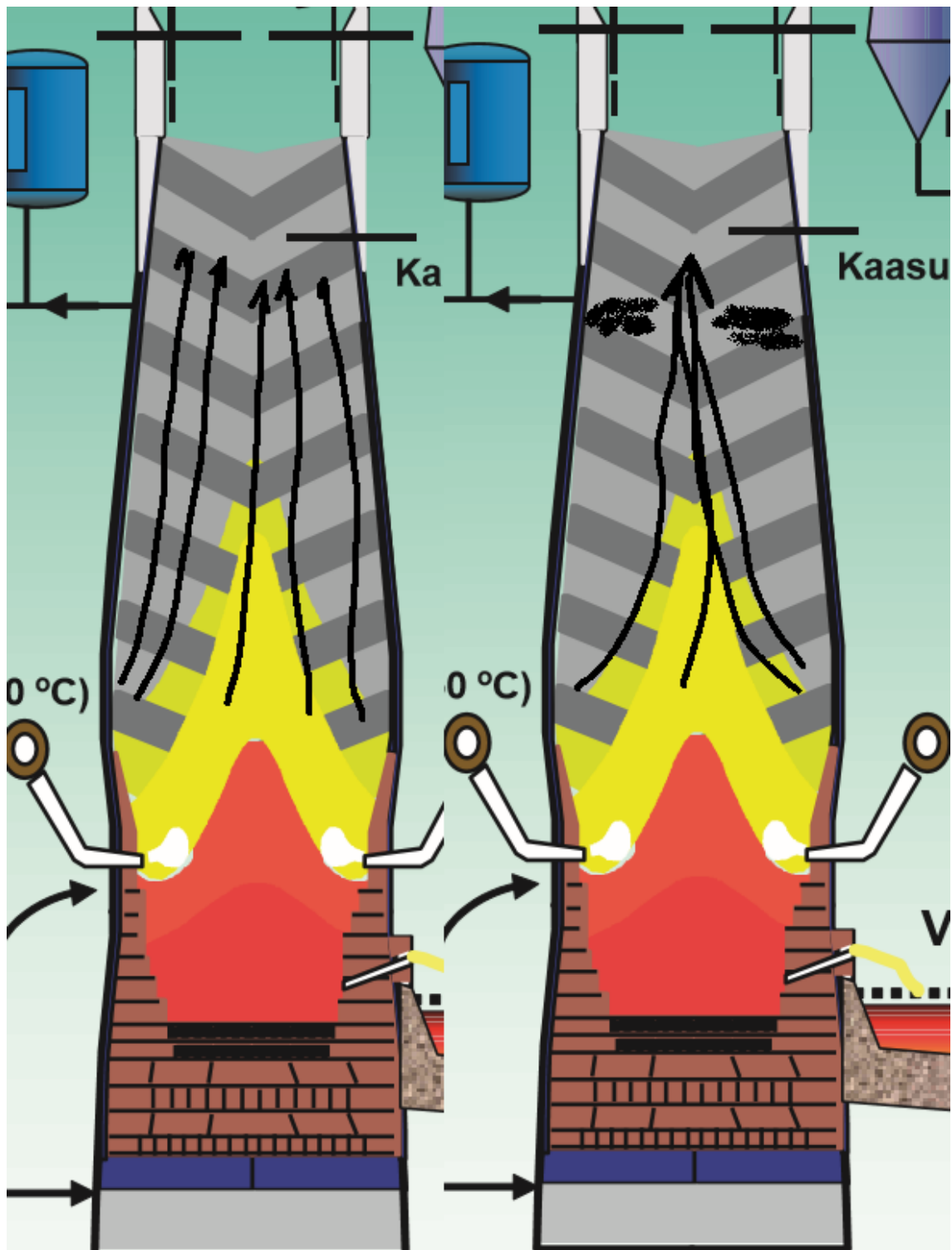
Alite on erittäin hienoa ainesta, pääasiassa pölyä, joka irtoaa pellettien ja koksien pinnasta materiaalin putoillessa ja hankautuessa. Kun alitetta kulkeutuu uuniin

panostuksen mukana, on mahdollista, että alite pääsee kerääntymään suurempien rakeiden väliin ja luo alueita, joissa ilma ei pääse kulkemaan lävitse. Tämä aiheuttaa epätasaisuuksia uunin kaasujen virratessa ylöspäin, mikä vaikuttaa raudan pelkistymiseen ja jota kutsutaan läpipuhallukseksi. Kun hiilimonoksidi eli häkä ei pääse kulkemaan tasaisesti uuniin pohjalta ylös, jää osa rautaoksidista pois epäsuorasta pelkistymisestä. (7.)

Välillä masuuneilla panostetaan alitteitakin uuniin hallitusti, jolloin tiedetään alitteen määrä uunissa ja sen sijainti siellä ja uunin käynti on tasaista. Kun seulat ovat sokeoituneina ja alitetta pääsee uuniin, eikä alitteen määrä ole tiedossa taikka hallinnassa, voi alite aiheuttaa läpipuhallusta. Jotta rautaoksidi, joka ei epäsuorasti pelkisty, saadaan pelkistettyä, joudutaan lisäämään hiilipölyn ja/tai koksen määrää uunissa, mikä taas lisää kustannuksia raudanvalmistuksessa. Kuinka paljon koksia ja hiilipölyä lisätään uunin, riippuu alitteen määrästä ja siitä, kuinka paljon se vaikuttaa epäsuoraan pelkistymiseen. (7.)

Alla olevassa kuvassa näkyy karkeasti kuvattuna kaasujen virtaukset. Vasemalla näkyvät virtaukset silloin, kun alite ei ole muodostanut kaasuille estettä uunissa. Oikealla näkyy, miten ilma joutuu kiertämään, kun alite tukkii kaasun kulkemisen suoraan ylös päin, jolloin alitteen yläpuolella oleva rautamalmi eli pelletti ei ota osaa epäsuoraan pelkistymiseen.





KUVA 9. Masuunin laitteisto ja kaasujen virtaus. Vasemmalla ei ole alitetta, oikealla puolella uuniin on kertynyt alitetta (6).



## 6 SOKEOIMISEN RATKAISUT

Kun sokeoimisen kehittämistä mietittiin, opinnäytetyön tilaajan halusi työhön useamman ratkaisun. Myös työntekijöitä haastateltiin ratkaisuja suunniteltaessa, jotta heidän, jotka työn tekevät, mielipide tulee esille ennen kuin päätöksiä tehdään.

### 6.1 Työntekijöiden haastattelu

Ennen kuin uusia ratkaisuja sokeoimisen suorittamiseen aloitettiin miettimään, haastateltiin masuunin vuorohuoltomiehiä eli työntekijöitä, jotka sokeoimisen suorittavat. Vuorohuoltomiehiä on 10, 2 työntekijää vuorossa, ja jokaista työparia haastateltiin erikseen. Työntekijöiden haastatteluissa ilmeni, että jokaisen työntekijän mielestä sokeoimista olisi hyvä parantaa ja helpottaa. Vaikkakin nykyinen sokeoiminen pystytään suorittamaan nopeasti, ovat sen suorittamisen vaatimat toimet hankalia ja raskaita seulojen rakenteen vuoksi.

Haastatteluissa kyseltiin työpareilta heidän mielestään toimivia ratkaisuja sokeoimisen helpottamiseen. Kahden eri vuoron työntekijät olivat sitä mieltä, että ainoa ja paras keino on sokeamaton laskeminen seulaan ylhäältä, väkipyörien ja sähkövinssin avustuksella. Kahdella muulla vuorolla ei ollut omia ideoita, mutta he pitivät sähkövinssin kokeilua hyvänä ideana. Viimeinen vuoro oli sitä mieltä, että ainoa toimiva ratkaisu on asentaa seulaan kääntyvät levyt, jotka sokeoinnin aikana kääntyvät ja peittävät seulaverkot. Tästä ideasta kuitenkin luovuttiin heti, koska hyvin pölyisissä ja kuormittavissa olosuhteissa ei niiden toimivuudesta voi olla varmuutta, sekä tämä menetelmä olisi vaatinut suuria muutoksia seulan rakenteeseen.

## 6.2 Sähkövinssi ja väkipyörä -ratkaisu

Sähkövinssillä sokeamatto laskettaisiin seulan sisään seulan yläpuolelta teräs-vaijerin ja väkipyörien avulla. Tällä keinolla sokeoiminen voitaisiin suorittaa ilman hankalia ja epäergonomisia työasentoja ja vähentäen tarvittavaa fyysistä voimaa.

### 6.2.1 Sähkövinssi

Sähkövinssiksi valittiin YALE :n RPE -sarjan laite (kuva 10), joka oli ainoa malli, jossa on riittävä pölynsuojaus, IP54. Malliksi valittiin kunnossapitomestarin suosituksesta RPE 6-5, 500 kg:n kapasiteetilla. Mallia on saatavilla valo- ja voimavirta versioina.



KUVA 10. YALE :n valmistama RPE-sarjan sähkövinssi + vaijeri (15).

Tekniset tiedot:

- Malli: RPE 5-6
- Kapasiteetti: 500 kg
- Käyttöjännite 400V/230V
- Paino ilman vaijeria: 32,8 kg
- Nostonopeus 6,5m/min
- Hinta: 400V, 2270€ / 230V 2520€ (Etra, 0% alv.)

### 6.2.2 Vaijeri

Vaijeriksi valittiin YALE :n valmistama, RPE-sarjan vinsseihin tarkoitettu vaijeri.

Tekniset tiedot:

- Malli: Vintturivaijeri RPE 5-6
- Kapasiteetti: 500 kg
- Halkaisija: 6 mm
- Pituus 38 m
- Hinta 230 € (Etra, 0% alv.)

### 6.2.3 Väkipyörät

Väkipyöräksi valittiin YALE :n valmistamat väkipyörät (kuva 11). Tällä voitiin varmistaa laitteiden yhteensopivuus sekä piirustuksista huomattiin, ettei ole mahdollista, että kaapeli voisi mennä pyörän ja rungon väliin ja juuttua sinne, jos vaijeri löystyy.



*KUVA 11. YALE: n valmistamat väkipyörät (16).*

Tekniset tiedot:

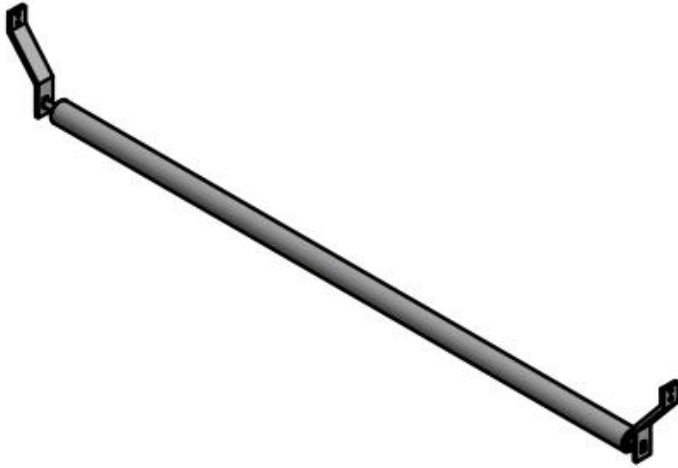
- Kapasiteetti: 1000 kg
- Paino: 3 kg
- Vaijerin suurin halkaisija: 7 mm
- Yksipyöräinen
- Kiinnitys salpakoukulla

#### 6.2.4 Ohjausrullat

Ohjausrullia (kuva 12) tarvitaan vain seuloihin, joiden takana on kävelytaso syöttäjälle. Taso estää sokeamaton laskemisen suoraan seulan takaa. Rullat ohjaavat mattoa seulan sisään mahdollisimman suoraan, ilman että mattoa tarvitsee nostaa lattialta seulan sisään. Rullien toimittajaksi valittiin Paakkola Conveyors. Rulliksi valittiin PCS teräsrullat, jotka sopivat kylmiin olosuhteisiin, joten niitä voidaan käyttää talvellakin. Rullan pidikkeet, joilla rullat kiinnitetään tasoon, valmistetaan itse Raahen tehtaalla. Pidikkeisiin tehdään taivutukset, pulttien reiät ja reiät itse rullalle. Pidikkeitä ei voida tehdä standardimitoilla, koska kaikki tasot ovat erilaisia, joten pidikkeiden taivutuskulmat ja pituudet pitää mitata jokaiselle tasolle erikseen. Pidikkeet tulevat syöttäjän kävelytasoihin kiinni kahdella pultilla, jolloin pidikkeet eivät pääse liikkumaan, ja pidikkeiden väliin tulee itse rulla, joka pysyy paikallaan pidikkeiden rei'issä. Rullien määrä riippuu tason pituudesta ja maton taipumisesta, mutta vähintään kahta rullaa joudutaan käyttämään seuloihin, joissa taso on seulan takana. Yksi rulla tulee tason taakse, mikä estää maton hankautumisen tason alakulmaan ja loput rullat tai rulla tulevat tason alapuolelle. Ohjausrullan pidikkeisiin, jotka ovat lähimpänä seulaa, voidaan myös hitsata lenkit, joihin matto voidaan kiinnittää sokeoimisen ajaksi.

Rullan tiedot:

- Malli: PCS 63 - 20 A – 2000
- Rullan paino: 11,5 kg
- Rullan pyörivien osien paino 6,3 kg
- Sallittu kuorma: 380 kg



*KUVA 12. Ohjausrullan rullarakenne.*

#### **6.2.5 Laitteiden asennus**

Ennen asennusta on varmistuttava, että vaijeri saadaan asennettua niin, ettei se hankaa mihinkään. Joidenkin seulojen yläpuolella on putkia ja muita rakenteita, jotka vaikeuttavat vaijerin asennusta. Jotta seuloissa voidaan käyttää tätä sokeoimismenetelmää, on vaijerin reitti ja väkipyörien sijainnit tarkistettava. Sokeoimisen pitää toimia ilman, että väkipyörät ja vaijeri koskevat muihin rakenteisiin. Näin ne pääsevät liikkumaan vapaasti, kun seuloja sokeoidaan.

#### **6.2.6 Sähkövinssin asennus**

Sähkövinssi asennetaan seulan läheisyyteen vapaalle paikalle ja kiinnitetään pulteilla lattiaan. Jos seulan läheltä ei löydy paikkaa lattialta, joka ei olisi kulureiteillä, voidaan vinssi kiinnittää myös seinään. Vinssi voidaan asentaa yli 2 m korkeuteen, koska laitteessa on 2 m pitkä kaapeli ohjaimelle, joten laitteen korkealle asennus ei ole este laitteen käytölle. Aluksi laitteelle saadaan virta jatkojohdon avulla siilolaitoksen pistorasiakeskuksesta. Myöhemmin on mahdollista vetää laitteille omat virtajohdot, jolloin jatkojohtoja ei tarvita. Mutta ottaen huomioon, että laitteita käytetään noin 5 kertaa vuodessa ja lisäksi hätätilanteissa, onnistuu laitteen käyttäminen myös jatkojohdolla.

### 6.2.7 Väkipyörien ja vaijerin asennus

Väkipyörien paikat katsotaan valmiiksi ennen asennusta, jonka jälkeen ne ripustetaan kattoon kiinnitettyjen nostosilmukoiden avulla. Väkipyörissä on valmiina koukku tätä varten. Samaan aikaan kun väkipyöriä asennetaan, myös vaijeri asennetaan väkipyöriin. Vaijeria kuljetetaan mukana väkipyöriä asennettaessa, jotta voidaan varmistua, että vaijerilla on vapaa liikkuvuus. Ennen asennusta vaijeri kiinnitetään sähkövinssiin. Väkipyörien asennus alkaa sähkövinssiä lähimmästä väkipyörästä, jonka kautta vaijeri kulkee. Väkipyörissä on saranalla oleva avausmekanismi, jota käytetään, että vaijeri saadaan pujotettua pyöriille. Vaijerin päässä oleva salpakoukku ei ole irrotettava ja se on liian suuri kulkeakseen pyörien lävitse, joten pyörät ovat avattava, jotta vaijeri saadaan väkipyöriin. Lopuksi vaijerin koukkuun lisätään sokeamatto ja katsotaan, että vaijeri liikkuu vapaasti eikä hankaa mihinkään. Samalla myös katsotaan, että sähkövinssi toimii niin kuin pitääkin. (Kuvat 13 ja 14.)

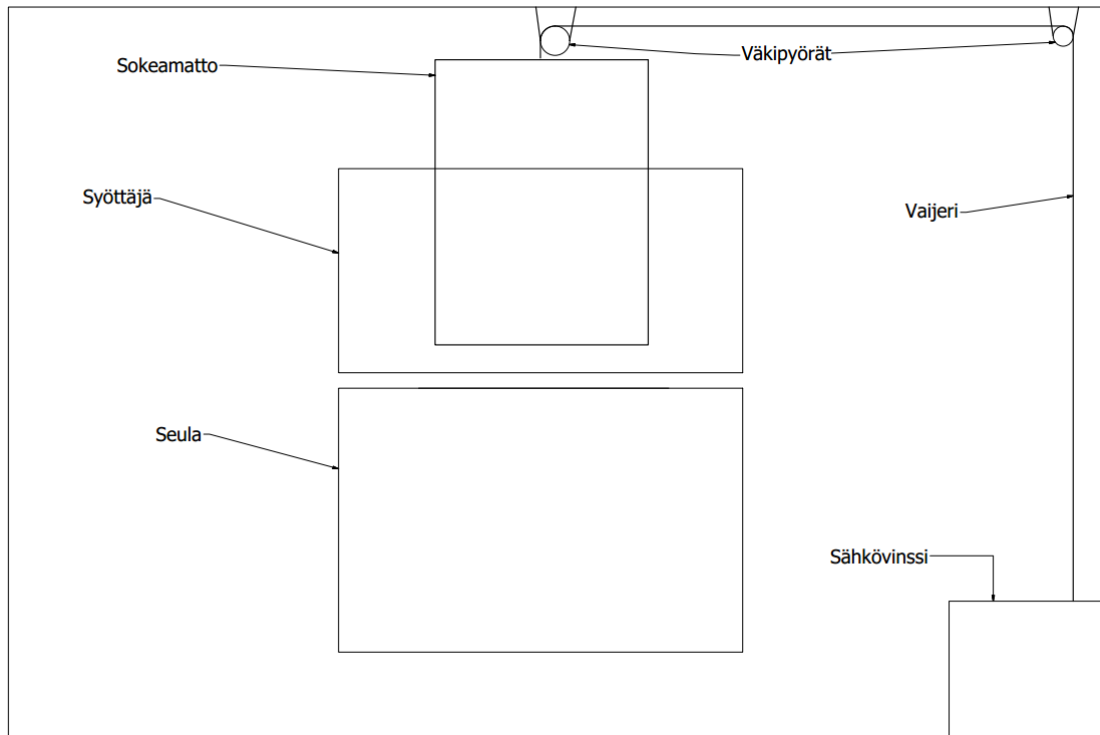
### 6.2.8 Ohjausrullien asennus

Aluksi otetaan mitat rullien pidikkeitä varten, jotta ohjausrullat saadaan asennettua. Kun pidikkeet on valmistettu oikeisiin mittoihin ja niihin on tehty tarvittavat reiät, voidaan niiden asennus aloittaa. Ennen kuin pidikkeet voidaan asentaa pitää niille katsoa paikat tasosta, johon ne kiinnitetään. Kun paikat ovat katsottu, porataan tasojen palkkeihin reiät pulttikiinnitystä varten. Pidikkeisiin valittiin pulttikiinnitys, jotta alarullat voidaan irrottaa nopeasti mahdollisen seulan vaihdon vuoksi. Näin ne eivät ole tiellä, kun seula vedetään ulos. Kiinnitysreikien porauksen jälkeen laitetaan ensimmäinen pidike kiinni palkkiin ja samalla nostetaan toinen pää rullasta ja laitetaan se sille kuuluvaan reikään. Samalla varmistetaan, että rulla toimii ja pyörii halutulla tavalla. Tämän jälkeen laitetaan myös toinen pidike rullan toiseen päähän ja kiinnitetään pidike palkkiin. Lopuksi katsotaan, että rulla pysyy paikallaan, tarkastetaan että pidikkeiden mitat ovat oikeat ja vesivaa'alla tarkastetaan, että rulla on vaakatasossa. Tämä sen vuoksi, että sokeamaton kulkiessa rullien päällä, se ei ajaudu pidikkeisiin vaan se pysyy rullien päällä. Yksi rulla asennetaan tason päätyyn palkin tasalle ja loput rullat tai

rulla tulevat tasojen alle. Tason alle tulevien rullien määrä riippuu tason pituudesta seulan sijaintiin nähden.

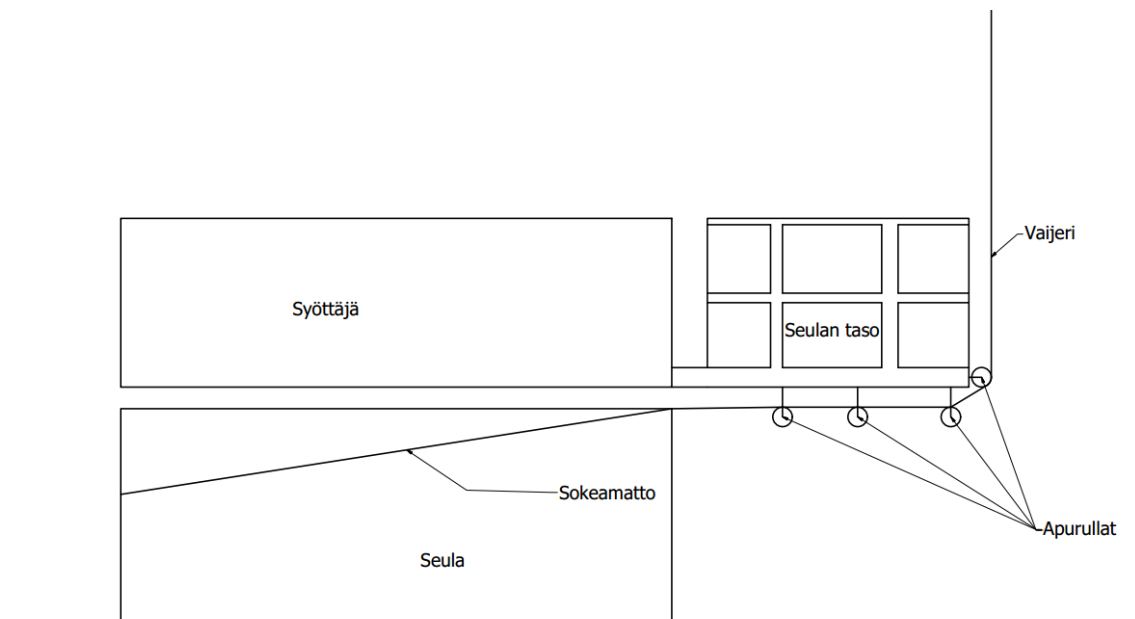
### 6.2.9 Laitteiden testaus

Lopuksi testataan laitteet kokonaisuudessaan, katsotaan että vaijeri liikkuu vaapaasti ja matto kulkee rullien päällä suorassa. Kun on varmistuttu, että kaikki laitteet toimivat kuten pitää, nostetaan sokeamatto takaisin ylös, odottamaan seuraavaa sokeoimista.



*KUVA 13. Havainnekuva sokeoimisesta seulan takaa, matto ulkona. Ei mittakaavassa.*





KUVA 14. Havainnekuva sokeoimislaitteista sivusta, matto sisällä.

### 6.3 Elementtiratkaisu

Elementtiratkaisu koostuu yksittäisistä, toisiinsa kiinnitettävistä paloista, jotka työnnetään seulan sisään kiskojen avulla. Elementit kiinnittyvät toisiinsa muodostaen kourun seulan sisään, estäen seulonnan tapahtumisen.

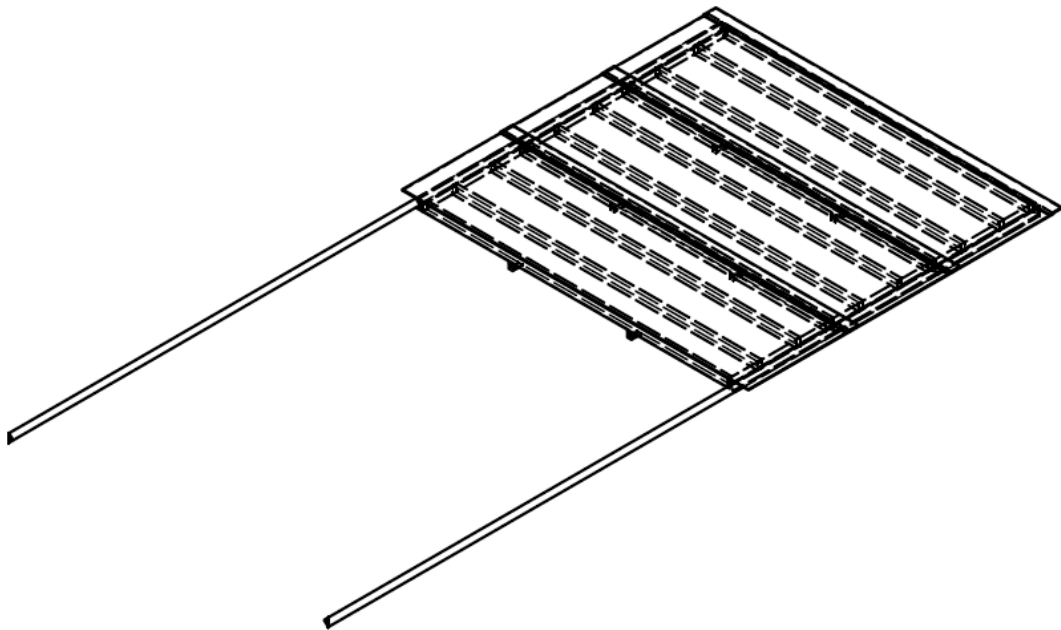
#### 6.3.1 Elementtirakenne

Elementin runko valmistetaan putkipalkeista, jotka hitsataan toisiinsa kiinni. Putkipalkkien ulkomitat ovat 20 mm ja 40 mm, palkkien seinämän paksuus on 2mm. Elementin pituudeksi tulee 0,5 m ja leveydeksi noin seulan sisäleveys, näin yhden elementin painoksi muodostuu noin 16,8 kg näillä mitoilla. Rungon alaosaan hitsataan kulmarautaa muistuttavat palat, jotka toimivat koukkuina joiden avulla elementit kiinnittyvät toisiinsa. Palat hitsataan siihen pätyyn, joka osoittaa seulan perään päin, jolloin toinen elementti voidaan nostaa toisen perään. Sivupalkit valmistetaan leikkaamalla ja hitsaamalla v-urat kiskoja varten, joita pitkin elementit kulkevat seulan sisään. Uran molemmille sisäpinnoille liimataan toiselta puolelta etsattu, 3 mm paksu etsattu teflonkalvo, etsaus auttaa teflonin liimautumista teräkseen. Liimana käytetään kaksikomponenttiliimaa. Rungon päälle kiinnitetään sokeamatto, joka on leveydeltään n. 100 mm runkoa

leveämpi, jotta matto taittuu seulan seinämiä vasten, muodostaen kourun ja tiivistäen elementin ja seulan seinämän. Maton pituus on sama kuin rungon, eli 0,5 m. Toiseen päähän mattoa, päähän joka menee seulaan edeltä, kiinnitetään palanen mattoa, joka toimii suojana elementtien välillä, estäen alitteen putoamisen niiden välistä. Mattojen kiinnitys runkoon tapahtuu vetoniiteillä eli ns. popniiteillä, runkoon ja mattoihin tehdään reiät niittejä varten. Se kuinka tiheään reikiä mattoihin ja runkoon tehdään, riippuu maton lujuudesta, koska matto ei saa repeytyä sokeoimisen aikana, joten elementti testataan ennen käyttöä. Koska seulaverkkojen yhteispituus on 4 m, tarvitaan 8 elementtiä, että koko seula on sokeoitu.

### 6.3.2 Kiskot

Seulan sivuseinien sisäpuolelle kiinnitetään kolmion muotoiset v-kiskot molemmille puolille. Kiskot valmistetaan teräksestä ja ne kiinnitetään pulteilla seulaan. Kiskojen liukupinnat koneistetaan mahdollisimman sileiksi, jotta teflonin ja teräksen kitkakerroin olisi mahdollisimman pieni. Seulan purkupäässä oleviin kiskojen päätyihin hitsataan palat, jotka pysäyttävät elementit, että ne eivät voi pudota ylitesuppiloon (kuva 15).



*KUVA 15. Kolme elementtiä peräkkäin kiskoilla.*

### 6.3.3 Luukku

Seulan takaseinään valmistetaan luukku (kuva 16), josta elementit työnnetään seulan sisään ja jonka keskikohdalle kiskot kiinnitetään. Luukkuun tulee koko mitaltaan kumitiiviste, jonka tarkoituksena on estää alitteen pääseminen ulos seulan perästä ja tiivistää seulan perän ja elementin toisiinsa. Luukku kiinnitetään seulaan sille valmistetuilla saranoilla, jotka tulevat sekä ylä- ja alaosaan. Alaosan saranat toimivat itse saranoina, mutta yläosan saranat toimivat lukitusena luukulle.



*KUVA 16. Elementtejä varten tehty luukku seulan perään.*

### 6.3.4 Elementtien käyttö

Elementit työnnetään seulan sisään yksi kerrallaan, kuitenkin niin että edellisen elementin "koukkuina" toimivat kulmaraudat jäävät seulan ulkopuolelle, jolloin seuraava elementti voidaan kiinnittää kiskoilla olevaan elementtiin ja sisään menevä elementti saadaan ohjattua kiskoille.

### 6.3.5 Elementtien testaus

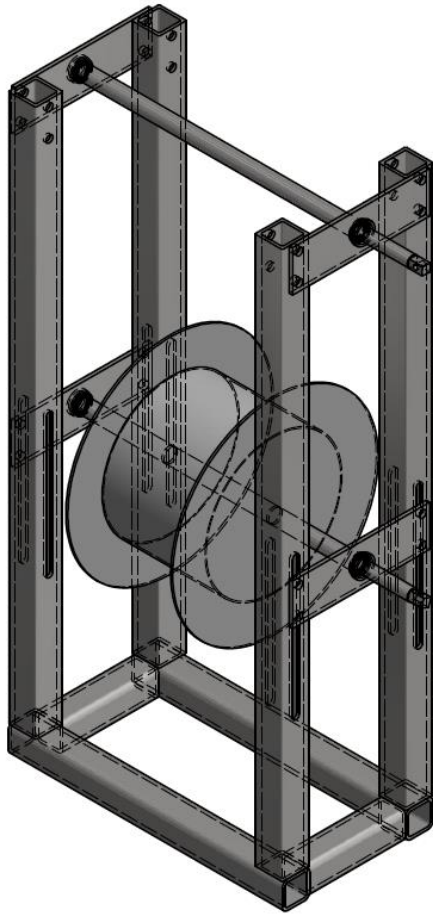
Elementtien testaus on hyvin vaikeaa ilman konkreettista asennusta seuloihin. On kuitenkin olemassa mallinnusohjelmia, joilla voidaan tietokoneella simuloida seulontaa ja testata kestäkö elementti seulonnan rasituksia. Simulointia varten pitäisi kuitenkin tehdä monia mittauksia seulonnasta, että saadaan kaikki tarpeelliset tiedot voimista, joita elementteihin kohdistuu.

## 6.4 Kelaratkaisu

Kelaratkaisulla matto vedetään seulan sisälle käyttäen apuna vaijeria ja väkipyöriä.

### 6.4.1 Kelarakenne

Kelarakenteen runko on rakennettu putkipalkeista, joissa on kaksi akselia, toiseen akseliin kiinnitetään kela ja toiseen kampi (kuva 17). Voimansiirto akseleiden välillä tapahtuu ketjua ja ketjupyöriä käyttäen. Runkoon tulee kiinni kappale, jolla kelan pyöriminen voidaan estää, jolloin vaijeri ei pääse löystymään liikaa, kun seula on sokeoitu. Vaijeri kuitenkin jätetään hieman löysälle, jotta se ei vaurioita kela tai muita osia, kun seula liikkuu käytön aikana.

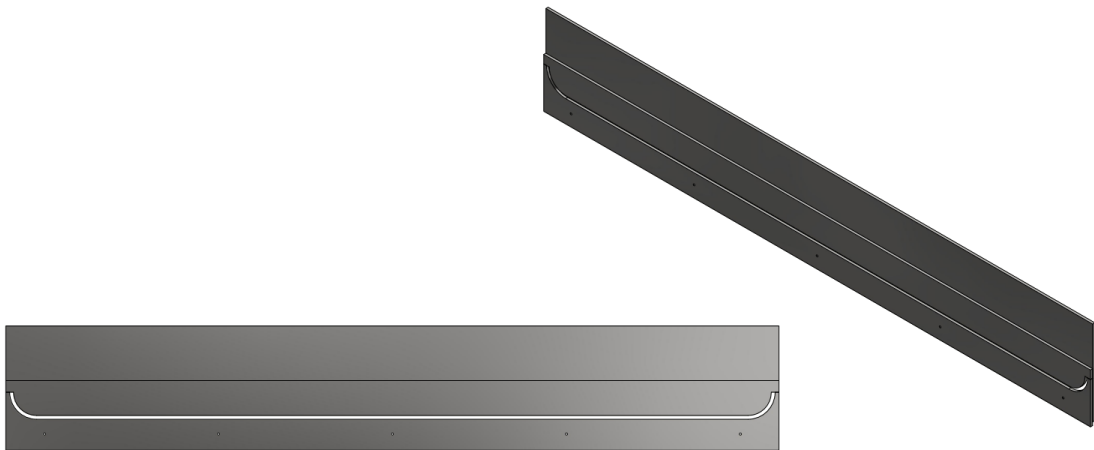


*KUVA 17. Esimerkki kelarakenteesta.*

#### **6.4.2 Vaijeri ja luukku**

Kelaan kiinnitetään 6 mm vaijeri, joka väkipyörien avulla vedetään seulan etuosasta, ylitesuppiloon tehtävän reiän kautta, seulan lävitse ulos seulan perästä. Kun sokeoiminen ei ole käynnissä, kiinnitetään vaijeri seulan takaseinään, seulan sisäpuolelle. Tätä ratkaisua varten seulaan takaseinään kiinnitetään pulteilla ja muttereilla kaksiosainen luukku (kuva 18). Molempiin luukkujen osiin tulee kumitiiviste seulan ja luukun väliin. Luukku on myös suunniteltu niin, että ylä- ja alaosan väliin jää sokeamaton paksuinen rako, kun luukku suljetaan. Matto asettuu tiiviisti ylä- ja alaosan välillä, eikä alite pääse tulemaan ulos seulan perästä. Raon muoto ei myöskään ole suora vaan sivuista ylöspäin kaareutuva, joka mukaillee sokeamaton muotoa seulan sisällä. Ainoastaan luukun yläosa on

liikkuva ja saranoitu. Luukun kiinnitys toteutetaan seulan sivuun ja luukkuun kiinnitetyillä hakasilla, joihin kiinnitetään ns. peitekiinnikekumit, jotka pitävät luukun paikallaan. Kun sokeoiminen on käynnissä, sokeamaton ulkopuolella olevaan päätyyn on kiinnitetty metallipalat molemmille puolille, jotta sokeamatto ei voi pudota seulan sisään ja tukkia ylitesuppiloa. Kun seula ei ole sokeoituna, luukkujen väliin asetetaan lyhyt palanen sokeamattoa, joka ei myöskään voi pudota seulan sisään tai sen ulkopuolelle.



*KUVA 18. Esimerkki seulaan tehtävästä luukusta sokeamattoa varten.*

#### **6.4.3 Väkipyörät**

Väkipyöriä käytetään vaijerin ohjaamiseen ylitesuppilolta kelalle. Väkipyörien lukumäärä riippuu kelan sijainnista ja reitistä mitä pitkin vaijerin halutaan kulkevan. Ainakin yhden väkipyörän sijainti on vakio. Ylitesuppiloon kiinnitettävä väkipyörä tulee olla vaaka-akselilla keskellä suppiloa ja pystyakselilla seulaverkkojen tasalla. Tällä varmistutaan, että vaijeri vetää mattoa seulaverkkoja pitkin eikä yläviistoon, vaikeuttaen kelaamista tai alaviistoon, jolloin vaijeri hankaa seulaverkkoja. On myös huomioitava, että väkipyörän kulma on sama kuin seulaverkoilla, jotta vaijeri kulkee suorassa väkipyörään nähden.

#### **6.4.4 Kelarakenteen testaus**

Kelarakenteen toimintaperiaate on itsessään hyvin yksinkertainen, suurin ongelma on vaijerin mahdollinen kuluminen seulan sisällä. Tämän vuoksi olisi hyvä testata erilaisia saatavilla olevia vaijerityyppejä. Erilaisia vaijereita voidaan

asentaa eri seuloihin ja seurata niiden kulumista seulan sisällä. Testien aikana katsotaan miten pelletti ja talvisin käytettävät lenkkiketjut vaikuttavat vaijerin kuntoon. Testausta olisi hyvä tehdä niin kauan, kunnes saadaan haluttuja tuloksia. Jos vaijeri kestää esimerkiksi seuraavaan seulanvaihtoon asti, voidaan seulan vaihdon aikana vaijerista lyhentää seulan sisällä oleva pätkä, n. 4,5m. Tämän jälkeen tehdään tarvittavat toimenpiteet, jotta tätä sokeoimismenelmää voidaan käyttää myös seuraavan sokeoimisen aikana.

## **6.5 Hylätyt ratkaisut**

Hylätyissä ratkaisuissa on toimimattomia menetelmiä, jotka ovat syystä tai toisesta kannattamattomia. Niitä ei otettu mukaan suositeltuihin menetelmiin.

### **6.5.1 Jäykempi sokeamatto**

Metallilangalla vahvistettua mattoa mietittiin otettavaksi käyttöön nykyiseen sokeointimenetelmää. Tästä kuitenkin luovuttiin, koska metallilankavahvistainen matto olisi nykyistä painavampi, eikä se ole yhtä taipuisa kuin kangasvahvistettu matto. Tämä aiheuttaa ongelmia ahtaissa paikoissa, joissa mattoa pitäisi saada seulan sisään mutta se ei taivu niin paljon kuin sen pitäisi. Tämän vuoksi jäykemmän maton käyttö ei ole käytännöllistä.

### **6.5.2 Sivusta sokeoitava seula**

Myös seulaa sivusta sokeoitavaa ratkaisua mietittiin. Siinä sokeointi tehdään jokaisen seulaverkon kohdalle erikseen, mutta tämä ei ole seulaverkkojen nousun vuoksi toimiva ratkaisu. Koska seulaverkkojen nousu on pieni, täytyy seulaverkkojen päälle sijoitettavien sokeointipalojen olla myös hyvin ohuita. Tämä sen vuoksi, koska palat pitäisi olla molemmilta puolilta kumitettuja sekä niiden väliin jäävän metallirakenteen jäykkä, jotta se ei taipuisi. Alapuolella on oltava kumitus estämään alitteen putoamisen seulaverkkojen lävitse, sekä yläpuolella on oltava

kumitus estämään uuden alitteen muodostumisen. Sokeapalat kiinnitettäisiin seulaan seulan ulkopuolelta, niin että kiinnitys vetää sokeapaloja alaspäin verkkoja kohti. Tämä kuitenkin aiheuttaa keskiosan kohoamista, jos materiaali ei ole tarpeeksi jäykkää, jolloin tiivistystä ei tapahdu ja alite pääsee putoamaan alite-suppiloon. Mutta jos sokeapalojen jäykkyyttä eli paksuutta kasvatetaan, kasvaa myös niille tehtävien aukkojen koko. Nämä toimenpiteet muodostavat seulan sivuihin yhden ison, portaita muistuttavan aukon.

Myös seulojen alapuolelle asennettavia sokeapaloja mietittiin, mutta tämä aiheuttaisi talvisin alitteen mahdollisen jäätyminen seulaverkkojen reikiin tukkien ne kokonaan. Kun sokeoiminen lopetettaisiin, olisivat seulaverkot edelleen tuossa ja alitetta kulkisi hallitsemattomasti uuniin pelletin mukana, eikä verkkojen reikiä voitaisi puhdistaa muuten kuin vetämällä seula pois syöttäjän alta ja irrottamalla alitteen käsin rei'istä.

## **6.6 Ratkaisujen vertailu ja valinnat**

Vertailussa ja valinnassa mietittiin ratkaisujen toteutusta ja helppokäyttöisyyttä. Elementti- ja kelaratkaisulle on edellytykset toimia kaikissa sokeoitavissa seuloissa, koska rakenteet eivät ole ratkaisujen esteenä. Sähkövinssin käyttöä rajoittavat seulan yläpuolella olevat rakenteet, jolloin tätä ratkaisua ei voida käyttää kaikkiin seuloihin halutulla tavalla. Seuraavassa on otteita ratkaisujen kriittisistä kohdista ja lopuksi valinta parhaasta vaihtoehdosta.

### **6.6.1 Sähkövinssi**

Sähkövinssiä ei voida käyttää kaikissa seuloissa koska aiemmin mainitut, seulan yläpuoliset rakenteet ovat esteenä sen käytölle. Kuitenkin koneella avustettu menetelmä nykyisestä seulontamenetelmästä on työntekijälle helpompi tapa sokeoida seuloja. Tällä tavalla voidaan säilyttää tuttu menetelmä sokeoida seuloja ilman fyysistä rasitusta ja hankalia työasentoja. Kuitenkin osa seuloista joudutaisiin sokeoimaan vanhalla hankalalla tavalla, tai työssä mainituilla kahdella muulla tavalla.



### 6.6.2 Elementti

Elementin käyttö on ratkaisuista hankalin, koska nykyisellä seulaverkkotyypillä ei ole mahdollista tukea elementtiä sen keskeltä, koska seulaverkot eivät ole taseisia vaan porrasmaisia. Tämä voi aiheuttaa vääränlaisella rakenteella elementin vääntymisen keskeltä ja jumittumisen seulan sisään. Vaikka tarpeeksi kestävä rakenne löytyisikin, elementin paino voi kasvaa liian suureksi ollakseen käytännöllinen. Tämän lisäksi ongelmaksi voi muodostua alitepöly kiskojen ja teflonkalvon välillä, joka määrästä riippuen kasvattaa kitkakerrointa ja voi jumittaa elementit kiskoille.

### 6.6.3 Kelarakenne

Kelan käyttö olisi yksinkertainen ja helposti toteutettava menetelmä, koska se voidaan toteuttaa jokaiseen seulaan. Ongelmaksi voi kuitenkin muodostua vaijerin kestävyys seulan sisällä, koska vaijeri on seulan sisällä, kun seula ei ole sokeoituna. Kelan tilalla voidaan myös käyttää sähkövinssiä mutta sen antama hyöty on vain mattoa sisään vedettäessä.

### 6.6.4 Valinta

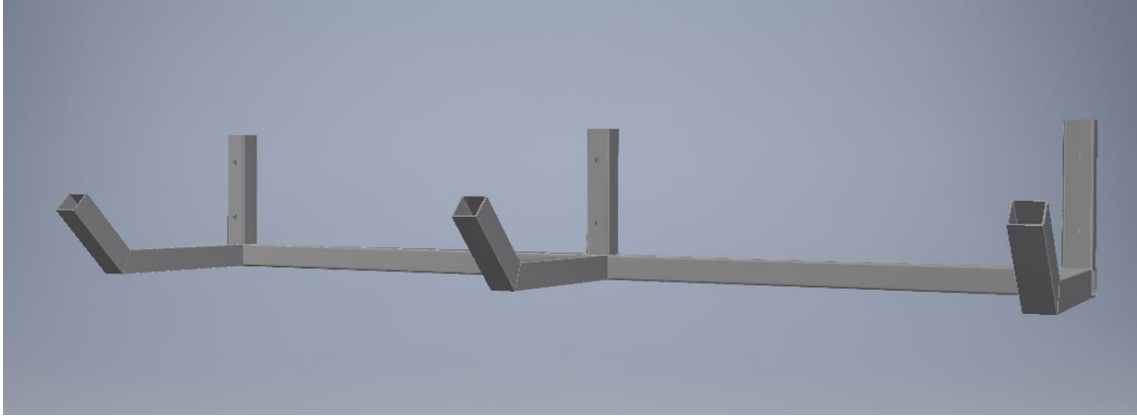
Paras vaihtoehto on kelaratkaisu, sillä se on yksinkertainen ja sitä voidaan käyttää jokaisessa seulassa. Kela ja väkipyörät ovat helppoja asentaa, kaikki muut osat paitsi laakerit ja vaijeri voidaan valmistaa tehtaan omista materiaaleista ja tehtaan omissa tiloissa. Vaijerin kestävyys on kuitenkin mahdollisesti rajoittava tekijä.

Jos vaijerin kestävyys ei ole riittävä kelan käyttämiseen, on sähkövinssin käyttö silloin ainoa vaihtoehto. Elementtiratkaisu ei ole järkevästi toteutettava ratkaisu tällä seulaverkolla. Sähkövinssin käytön huonot puolet ovat, että osa seuloista joudutaan silti sokeoimaan vanhalla tavalla ja sokeamaton kannatinrullat voidaan joutua purkamaan seulanvaihdon tieltä.

## 6.7 Telineet sokeamatoille

Nykyisin sokeamatot ovat yleensä lattialla ja kulkureiteillä tai seinään nojassa sokeoinnin jäljiltä, koska niille ei ole säilytyspaikkoja. Tätä varten olisi

hyvä rakentaa joko seiniin kiinnitettävät tai lattialle laitettavat telineet säilytystä varten mahdollisimman lähelle seuloja. Näissä sokeamatot olisivat valmiina odottamassa sokeoimista ja mattoja voidaan säilyttää niissä, kun niitä ei käytetä (kuva 19).



*KUVA 19. Seinään kiinnitettävä sokeamattoteline.*

## **7 KOKSISEULOJEN VAIHTO**

Koksiseulojen vaihtamista haluttiin helpottaa niin, ettei kyseiseen toimenpiteeseen tarvittaisi vuokratyövoimaa.

### **7.1 Nykyinen käytäntö**

Nykyisin seulojen vaihtoa varten tarvitaan ulkopuolisen yrityksen apua, koska tehtaalla ei ole itsellään ole riittävän suurella nostokapasiteetilla varustettuja kuljetusajoneuvoja. Siilolaitosten sisällä on koksiseuloille omat nosturit, mutta nämä nosturit on tarkoitettu nostoihin siilolaitoksien sisällä. Nosturin kiskoa, jota pitkin nosturi kulkee, ei ole mahdollista korottaa, koska siilolaitoksen laitteet ja rakenteet ovat esteenä eikä kiskon pituus riitä nostamaan seulaa ulos asti.

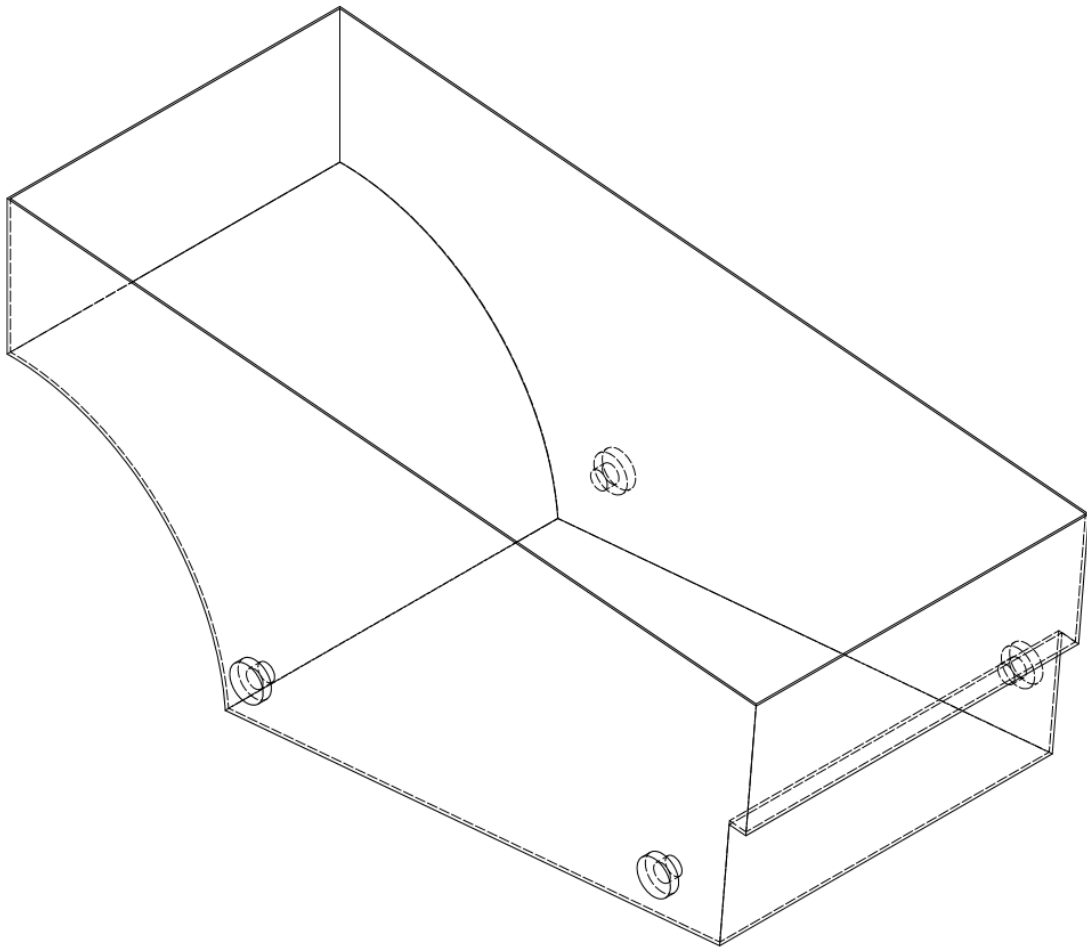
Koksiseuloja on molemmilla siilolaitoksilla kaksi, yhteensä neljä. Verrattuna pellettiseuloihin, joita on 5 + 7, aiheuttaa yhdenkin koksiseulan vioittuminen ongelman raudantuotannossa. Tämän vuoksi koksiseulojen kunnossapidosta huolehtiminen on yksi tärkeimmistä kohteista tehtaan masuuneilla, koska ilman koksia eivät masuunit voi valmistaa raakarautaa. Koksiseuloja voidaan myös korjata siilolaitoksen sisällä ja seulan vaihto suoritetaan vasta seuraavan remontin yhteydessä, milloin se ei ole käytössä.

### **7.2 Kippoautolla kuljettaminen**

Kippoauto on tehtaan alueella ympäri vuorokauden toimiva kuorma-auto, joka kuljettaa suuria metallisia jätekippoja tyhjennettäväksi. Kippoautossa on kippojen nostoa varten nostolaite, jolla kipot voidaan nostaa maasta auton lavalle ja takaisin. Nostolaiteeseen on kiinnitetty neljä lenkkiketjua, joiden päissä on renkaat nostoa varten. Kippojen sivuissa on hitsatut nostotapit, joihin lenkkiketjujen päissä olevat renkaat pujotetaan, ja kippo voidaan nostaa. Kippoauto peruutetaan kipun taakse, niin että kippo ja kippoauto ovat samassa suunnassa. Tämä siitä syystä, että kippoauton nostolaitteet eivät liiku sivuttaissuunnassa.

Tätä menetelmää voidaan mahdollisesti soveltaa myös seulojen vaihtoon, joka vaatisi, että samanlaiset nostotapit hitsattaisiin koksiseuloihin. Ongelmaksi voi

muodostua seulan muoto, koska seula ei ole saman muotoinen kuin jätekipot. Seula on hieman pitempi eikä seulan pohja ole tasainen. Jotta seulan nosto olisi mahdollista pitäisi tapit sijoittaa yhtä etäälle seulan painopisteestä (kuva 20). Tällä varmistetaan, että kaikille ketjuille kohdistuu saman verran painoa, nostotapahtuma on turvallinen ja seula ei voi "kaatua" noston aikana. Jotta tähän lopputulokseen päästäisiin, voidaan ketjuja joutua lyhentämään. Tähän tarkoitukseen on olemassa koukkuja, joihin ketjun lenkki pujotetaan, jolloin ketjun pituus, joka on osana nostoa, muuttuu. Tällä menetelmällä ketjua ei tarvitse rikkoa muuttaakseen sen pituutta. Seula voi olla myös epävakaa kippoauton lavalla, jolloin voidaan taljaa käyttämällä seula kiinnittää kippoauton lavaan, jolloin se ei pääse kaatumaan lavalta.



*KUVA 20. Seula, jossa on hitsatut tapit sivuilla, ei mittakaavassa.*

### **7.3 Trukilla nostaminen / kuljettaminen**

Trukilla nostamiseen on kaksi eri vaihtoehtoa: seula nostetaan trukilla ajoneuvon lavalle, joka vie seulan kunnostettavaksi tai sekä nosto että kuljetus tehdään trukilla. Molemmissa tapauksissa seulaa varten olisi hyvä rakentaa nostoteline, jotta trukilla nostettaessa seula saadaan pidettyä tasapainossa. Telineeseen tehdään reiät trukin piikkejä varten. Nostotelineen tarkoitus on tuoda vaukautta nostoon ja kuljetukseen, että seula ei pääse liikkumaan tai putoamaan trukin piikeiltä. Seulan painon vuoksi, n. 5500 kg, joudutaan trukkia lainamaan muualta tehtaalta, koska masuuneilla olevassa trukissa ei ole tarpeeksi nostokapasiteettia seulan nostamiseen.

#### **7.3.1 Trukki + lava**

Nostoteline tuodaan siilolaitoksen eteen trukilla ja seula lasketaan nosturista nostotelineeseen. Tämän jälkeen trukki nostaa seulan telineen avulla ajoneuvon lavalle ja ajoneuvo kuljettaa seulan kunnostettavaksi.

#### **7.3.2 Trukilla nosto ja kuljettaminen**

Seulan nostaminen lisäksi voidaan myös kuljetus toteuttaa trukilla. Tässä tilanteessa kuitenkin kuljetus voi olla vaarallista, koska näkyvyys trukin sisältä voi olla huono seulan peittäessä näkökenttää. Tähän voidaan vaikuttaa käyttämällä isompaa trukkia, jolloin seula ei peitä näkökenttää kokonaan.

### **7.4 Siilolaitoksen nosturin kisko**

Koska nosturin kisko ei nykyään ulotu tarpeeksi pitkälle ulos siilolaitoksesta, ei seuloja voida nostaa kokonaan siilolaitoksen ulkopuolelle. Koska siilolaitosten oviaukkojen kohdat ovat kapeita, ei kippoautolla eikä trukilla voida tehdä isoja käännöksiä siilolaitoksen edessä. Nosturin kiskoa pitää siksi pidentää niin, että seula voidaan nostaa kokonaan siilolaitoksen ulkopuolelle, jolloin nostotyön tekevän koneen ei tarvitse kääntyä. Tällöin kippoauto tai trukki voidaan ajaa suoraan ja helposti seulan lähelle, ja seula saadaan nostettua ja viedä korjattavaksi.

## 7.5 Vertailu ja valinta

Kun ratkaisuja vertailtiin, tultiin siihen tulokseen, että helpoin tapa olisi käyttää kipppautoa seulan nostoon. Koska kipppautot ovat töissä ympäri vuorokauden, myös seulan vaihto on mahdollista suorittaa milloin vain.

Trukilla nostaminen olisi myös toimiva ratkaisu, mutta se vaatii trukin lainaamista muualta tehtaalta sekä mahdollisesti auton, jossa on lava, seulan kuljettamista varten. Lisäksi nostoa varten pitää rakentaa teline, jotta seula on tasapainossa noston aikana. Telineelle pitäisi myös tehdä tilaa säilytystä varten, josta se olisi helposti saatavilla, ja kipppauton käyttö tulisi helpommaksi. Kuitenkin nykyinen käytäntö tilata vaihtoon kone ja työntekijä tehtaasta ulkopuoliselta yhtiöltä, olisi noston kannalta trukin käyttöä käytännöllisempi. Trukki pitäisi saada käyttöön aina kun sitä tarvitaan ja trukin tulisi olisi tarpeeksi suuri, jotta seulan kuljettaminen voitaisiin suorittaa turvallisesti. Jos trukkia käytettäisiin vain nostamiseen, ei trukista näkyvyys tulisi esteeksi, vaan trukin vierellä voi olla työntekijä näyttämässä merkkiä, jotta nosto onnistuu turvallisesti.

Loppujen lopuksi päätöksessä tulee miettiä, mikä tapa on yksinkertaisin tapa nostaa ja vaihtaa seula. Koska seuloja ei vaihdeta, ellei vaihtoaikaa ole erikseen päätetty, ei trukin käyttäminen ole mahdotonta. Noston kannalta kipppauto olisi helpoin, mutta koska vaihto tehdään yleensä remonttien yhteydessä, on aikaa myös tehdä järjestelyt trukille, tai trukille ja lava-autolle, jolloin niiden käyttö on mahdollista.

## Lähteet

1. SSAB lyhyesti. 2016. SSAB. Saatavissa: <http://www.ssab.fi/SSAB-konserni/Tietoja-SSABsta/SSAB-lyhyesti> Hakupäivä 9.5.2016
2. SSAB historia lyhyesti. 2016. SSAB. Saatavissa: <http://www.ssab.fi/SSAB-konserni/Tietoja-SSABsta/SSAB-lyhyesti/History> Hakupäivä 9.5.2016
3. Ruukin toimipisteet. 2014. Rautaruukki Oyj. Saatavissa: <http://www1.ruukki.fi/Ota-yhteytta/Ruukin-toimipisteet> Hakupäivä 19.5.2016
4. Yleiset turvallisuusohjeet. 2015. Sisäinen dokumentti. SSAB
5. Raudanvalmistuksen yleisturvaohje ja kaasuturvallisuusohje. 2015. Sisäinen dokumentti. SSAB
6. Masuunien hiili-injektio. 2014. Sisäinen dokumentti. Ruukki Metals Oy
7. Maliniemi, Pertti. kunnossapidon kehitysinsinööri, SSAB Europe Oy, Siilolaitoksen toiminta ja seulojen sokeoimisen toimintaperiaate keskustelut. 14.1.2014
8. Wills, Barry A & Napier-Munn, Tim. 2006. Wills' Mineral Processing Technology. 7. Edition. Oxford: Elsevier Science & Technology Books.
9. How vibrating screens work. Shanghai Shibang Machinery Company. Saatavissa: <http://www.crusherasia.com/how-to-work/Vibrating-Screen.htm> Hakupäivä 9.6.2016
10. Trellex seulaverkot. 2003. Metso Minerals. Saatavissa: [http://www.metso.com/miningandconstruction/Ma-Tobox7.nsf/DocsByID/F35FAA0270B73195C1256D3C0030E5AD/\\$File/Screening\\_Media\\_FI.pdf](http://www.metso.com/miningandconstruction/Ma-Tobox7.nsf/DocsByID/F35FAA0270B73195C1256D3C0030E5AD/$File/Screening_Media_FI.pdf) Hakupäivä 9.5.2016
11. Teräskirja 9. painos. 2014. Metallinjalostajat ry. Saatavissa: [http://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/teraskirja\\_flip/Teraskirja.html#p=1](http://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/teraskirja_flip/Teraskirja.html#p=1) Hakupäivä 9.5.2016

12. Seppänen, Risto, kunnossapitopäällikkö, Alitteen vaikutus uunissa toimintaperiaate keskustelut SSAB Europe Oy. 15.4.2014
13. Pellettiseulan cad-piirustus. 1984. Sisäinen dokumentti. Rautaruukki oy.
14. Lahtinen, Antti, kunnossapitomestari, Ulkoseulonta toimintaperiaate keskustelut. 15.4.2014
15. Yale RPE electric rope winch. 2016. Yale liftings solutions (pty) ltd. Saatavissa: <http://www.yale.co.za/index.php/wire-rope-winch/rpe> Hakupäivä 9.6.2016
16. Yale pulley block. 2016. Yale liftings solutions (pty) ltd. Saatavissa: <http://www.yale.co.za/index.php/pulley-blocks-snatch-blocks/pulley-blocks> Hakupäivä 9.6.2016



# LIITTEET

## Liite 1. Sokeamaton cad-piirustus

