

Olli Kurikkala

**KRIITTISYYSANALYYSIN JA KÄYTTÄJÄHUOLTO-
OHJEIDEN LAADINTA HOPEAN
TALTEENOTTOLAITOKSELLE**

Boliden Kokkola

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2015**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Kokkola-Pietarsaari	Aika Toukokuu 2015	Tekijä/tekijät Olli Kurikkala
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka		
Työn nimi Kriittisyysanalyysin ja käyttäjähuolto-ohjeiden laadinta hopean talteenottolaitokselle		
Työn ohjaaja Ilkka Rasehorn	Sivumäärä 26 + 11	
Työelämäohjaaja Jonas Kronqvist		
<p>Työn tarkoituksena oli tehdä Boliden Kokkolalle kriittisyysluokitus kaikille hopean talteenottolaitoksen mekaanisille kohteille. Tällaisia kohteita ovat muun muassa prosessissa käytettävät säiliöt ja niiden sekoittimet, pumput ja moottorit. Työssä käytiin läpi yksityiskohtaisesti kaikki mekaaniset laitteet, niiden huoltohistoria, varalaitteisto sekä kaikki muut laitteen kriittisyysarvoon vaikuttavat tekijät. Kriittisyysarvoon vaikuttivat myös esimerkiksi laitteen rikkoontumisesta aiheutuvat tuotannonmenetykset ja otettiin huomioon laiterikon synnyttämät turvallisuusriskit. Kriittisyysluokitus antoi jokaiselle kohteelle kriittisyyslukeman ja -arvon, joiden perusteella voidaan tulevaisuudessa kehittää tarvittavat ennakkohuolto- ja kunnonvalvontatoimet.</p> <p>Työn toisessa osiossa tarkoituksena oli tehdä kuvalliset ohjeistukset hopean talteenottolaitoksen eri laitteistojen huoltotoimenpiteille, joita laitteiden käyttäjät voivat suorittaa. Työn tarkoitus on pienentää rajaa kunnossapidon ja laitteen käyttäjien väliltä. Lyhyin aikavälein suoritettavat tarkastustoimenpiteet sekä pienimuotoiset korjaus- ja siivoustyöt auttavat pitämään laitteistot toimintakuntoisina sekä auttavat ennakoimaan tulevia vikaantumisia.</p>		

Asiasanat Kriittisyysanalyysi, kriittisyysluokitus, ennakoiva kunnossapito, käyttäjähuolto, käyttäjäkunnossapito
--

ABSTRACT

Unit Kokkola-Pietarsaari	Date May 2015	Author/s Olli Kurikkala
Degree programme Mechanical and Production Technology		
Name of thesis OPERATOR MAINTENANCE DIRECTIONS AND CRITICAL ANALYSIS FOR SILVER COLLECTING PLANT		
Instructor Ilkka Rasehorn		Pages 26 + 11
Supervisor Jonas Kronqvist		
<p>The objective of this thesis was to create critical analysis for all the mechanical objects of Boliden Kokkola silver collecting plant. These objects are, for example, tanks, pumps, motors and tank blenders. The maintenance history, spare parts list, spare devices and all the other components that influence the critical values were studied for the thesis. The study gave critical values to every mechanical object based on which company can optimize the need of maintenance in future.</p> <p>The other part of this thesis was to create strict and simple operator driven maintenance directions with pictures for new objects in the silver collecting plant. The meaning of this work was to narrow a rift between the machine operators and maintenance crew. This kind of short timed inspections and small repair and cleaning tasks can help to keep the machines operational and predict future malfunctions.</p>		
Key words Critical value, critical analysis, maintenance, operator maintenance		

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 TUTKIMUSONGELMA	2
3 BOLIDEN KOKKOLA	3
3.1 Boliden AB	3
3.1 Prosessinkuvaus	4
4 KUNNOSSAPITO	6
4.1 Kunnossapitolajit	6
4.1.1 Huolto	8
4.1.2 Ehkäisevä kunnossapito	8
4.1.3 Korjaava kunnossapito	9
4.1.4 Parantava kunnossapito	10
4.2 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen	11
4.3 Kunnonvalvonta	12
4.4 Käyttäjäkunnossapito	14
5 KRIITTISYYSANALYYSI	16
5.1 Kriittisyyskriteerit	16
5.1.1 Tapahtuman todennäköisyyden arviointi	17
5.1.2 Materiaalivahinkojen suuruuden arviointi	18
5.1.3 Tuotantomenetyksen suuruuden arviointi	18
5.1.4 Henkilö- ja ympäristövaaran mahdollisuuden arviointi	19
5.1.5 Varalaitteen saatavuuden arviointi	20
5.1.6 Varaosan saatavuuden arviointi	20
5.2 Kriittisyysanalyysin laadinta	21
6 KÄYTTÄJÄHUOLTO-OHJEIDEN LAADINTA	23
7 TYÖN TULOKSET JA POHDINTA	24
LÄHTEET	26

LIITTEET

LIITE 1/1. S15 ja S16 alitteen sihtilaatikon puhdistus
LIITE 1/2. Courier Multiplexerin huolto
LIITE 1/3. Pumppujen aistienvaarainen kunnontarkastus
LIITE 1/4. AgVJS ja AgKLS näytteenottolinjojen huuhtelu
LIITE 1/5. Esi-, ripe- ja kertausvaahdotuskennojen pesu ja kunnan tarkastus
LIITE 1/6. PbSP1–4 ja AgSP1–2 pesu ja kunnan tarkastus
LIITE 1/7. PbLS1–4, PbSYS, AgSYS ja PbVS1 sekoittimien aistienvaarainen tarkastus
LIITE 1/8. Näytteenpalautuspumppujen aistienvaarainen kunnan tarkastus
LIITE 1/9. S15 ja S16 harakoneikkojen aistienvaarainen kunnan tarkastus
LIITE 1/10. S15 ja S16 yliterännin hampaiden harjaus
LIITE 2. Kriittisimmät kohteet

KUVIOT

KUVIO 1. Ilmakuva Boliden Kokkolan tehdasalueesta	3
KUVIO 2. Tuotantoprosessin sekä liuospuhdistuksen vaiheet	5
KUVIO 3. Kunnossapitolajit SFS-EN	7
KUVIO 4. Kunnossapitolajit PSK	7

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Tapahtuman todennäköisyyden arviointikriteerit	17
TAULUKKO 2. Materiaalivahinkojen suuruuden arviointikriteerit	18
TAULUKKO 3. Tuotantomenetyksen suuruuden arviointikriteerit	19
TAULUKKO 4. Henkilö- ja ympäristövaaran mahdollisuuden arviointikriteerit	19
TAULUKKO 5. Varalaitteen saatavuuden arviointikriteerit	20
TAULUKKO 6. Varaosan saatavuuden arviointikriteerit	21

1 JOHDANTO

Kriittisyysanalyysin pääasiallisena tarkoituksena on löytää tuotantoprosessin ongelmallisimmat ja vikaherkimmät kohteet. Tämä on tärkeä tieto etenkin suurissa teollisuuslaitoksissa, joissa tuotanto on käynnissä yötä päivää pysähtymättä. Kerätyn tiedon avulla kyetään reagoimaan kriittisimpien laitteiden vikaantumisiin, sekä ehkäisemään tarpeettomat vikaantumiset huolellisen ennakkohuoltosuunnitelman avulla.

Käyttäjähuoltotehtävien kuvallisten ohjeistuksien laatiminen liittyy myöskin olennaisesti laitteiden ennakkohuoltoon. Päivittäiset aistinvaraiset tarkastukset sekä pienet siivous- ja korjaustyöt auttavat havainnoimaan laitteissa tapahtuneet muutokset hyvissä ajoin sekä pitämään laitteet käyttökelpoisina mahdollisimman pitkään. Ohjeisiin on merkitty havainnollisesti huollon suorittajan tehtäviin kuuluvat toimenpiteet ja tarkastettavat kohteet. Täten ennakkohuollon suorittajan ei tarvitse olla täydellisesti perillä kaikista laitteen toiminnoista, vaan ohjeisiin perehtymällä hän voi suorittaa käyttäjähuoltotehtävänsä turvallisesti ja oikein.

Työssä esitellään tyypillisimmät kunnossapitolajit ja kunnossapidon merkitys teollisuuden laitteille. Työssä esitellään myös keinot, joilla kriittisyysanalyysin luominen on mahdollista sekä avataan työn ohessa eteen tulleita ongelmakohtia: Kuinka ongelmat saadaan ratkaistua sekä perustellaan ratkaisuja, joita työssä tehtiin.

Lopussa on esitelty muutamia laitteita kriittisyysanalyysin pohjalta, sekä kerrotaan mitkä seikat ovat vaikuttaneet kyseisen arvon saantiin. Työn loppuosassa on myös nähtävissä kuvalliset käyttäjähuolto-ohjeet, jotka työtä varten on laadittu. Boliden Kokkola on Euroopan johtavia sinkkituotteiden valmistaja, eikä se halua luovuttaa prosessiin tai laitteisiin liittyvää materiaalia julkiseen käyttöön. Tästä syystä suurin osa yritykselle toimittamastani materiaalista on salaista ja opinnäytetyössä esiteltävät työn tulokset ovat osittain sensuroituja.

2 TUTKIMUSONGELMA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä kriittisyysanalyysi kaikille Boliden Kokkolan hopean talteenottolaitoksen mekaanisille laitteille sekä laatia kattava kuvallinen käyttäjähuolto-ohjeistus muutamille laitoksen kohteille. Näitä tietoja käyttämällä voidaan halutessa esimerkiksi laatia muutoksia ennakkohuoltosuunnitelmaan sekä huolto- ja kunnonvalvontatoimiin. Kriittisyyslukemaa ja -arvoa määriteltäessä on otettu huomioon tapahtuman todennäköisyys, materiaalivahinkojen suuruus, tuotannonmenetysten arviointi, henkilö- ja ympäristövahinkojen riskit sekä varalaitteiden ja -osien saatavuus kuhunkin kohteeseen. Kyseisen kaltainen kriittisyysanalyysi on toteutettu jo Boliden Kokkolassa melkein kaikille osastoille ja niiden kohteille, mutta hopean talteenottolaitokselle tätä ei vielä aikaisemmin ole tehty, sillä laitos on melko uusi ja vasta aloittanut täyden toimintansa. Useat tutkimusongelmat piilevätkin juuri laitoksen uutuudessa, sillä pitkäaikaista tietoa laitteisiin suoritetuista huolloista ei ole saatavilla. Uusien laitosten ongelmana onkin yleensä niin sanottu käynnistyksen vaikeus; eli uutta laitosta avattaessa ja laitteita käyttöönotettaessa ne vaativat monesti paljon huoltoa ja rakennemuutoksia ennen kuin toiminta pääsee täydellä vauhdilla käyntiin.

Käyttjähuolto-ohjeiden laatimisessa tyypillisimmät vaikeudet liittyivät kohteiden kuvaamiseen. Puutteellinen kuvauskalusto, huono valaistus sekä ahtaat tilat aiheuttivat tyypillisesti sen, että selkeän ja havainnollisen kuvan ottaminen kohteesta osoittautui usein haastavaksi tehtäväksi. Huoltokohteista muutamat olivat myös itselleni melko tuntemattomia, eli ennen kuin kykenin laatimaan muille käyttökelpoiset ohjeet laitteiden huollosta, oli minun itseni tutustuttava perinpohjaisesti laitteiden toimintaperiaatteisiin sekä tarkastettavien seikkojen tärkeyteen.

3 BOLIDEN KOKKOLA

Boliden Kokkola on Euroopan toiseksi suurin sinkkitehdas 315 000 tonnin tuotantokapasiteetillaan. Kokkolan tehdas aloitti toimintansa vuonna 1969. Boliden Kokkolan palveluksessa työskentelee yli 500 henkilöä, ja se on Kokkolan suurin yksityinen työnantaja. Päätuotteina ovat puhdas sinkki sekä siitä valmistetut sinkitystuotteet, joita käytetään esimerkiksi auto-, metalli-, elektroniikka-, kemikaali- ja lääketeollisuudessa. Sivutuotteena Boliden Kokkolassa on tuotettu rikkihappoa vuodesta 2010 lähtien. 2014 Boliden Kokkolassa aloitti toimintansa myös uusi prosessivaihe, jonka ansiosta sinkkiraaka-aineessa oleva hopea saadaan otettua talteen hopearikasteena. Tuotannosta noin 85 prosenttia menee vientiin, ja tärkeimpänä markkina-alueena toimii Eurooppa. (Boliden 2015.)



KUVIO 1. Ilmakuva Boliden Kokkolan tehdasalueesta (Boliden 2015.)

3.1 Boliden AB

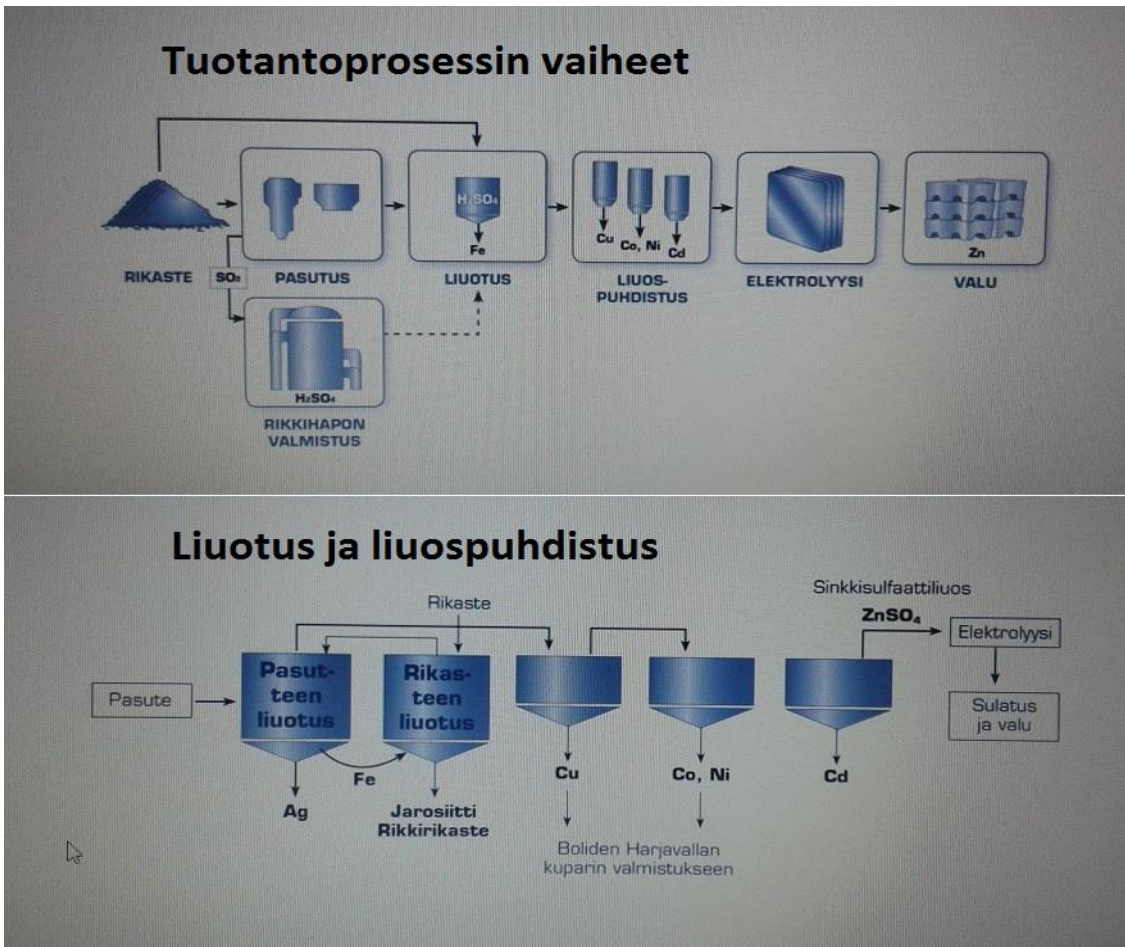
Emoyhtiö Boliden AB on Euroopan yksi johtavimpia metallialan yrityksiä, jolla on toimintaa useissa eri maissa. Bolidenin toimintaan kuuluu malminetsintää, kaivostoimintaa sekä sulatusta. Päätuotteina Bolidenillä toimivat sinkki ja kupari, mutta sivutuotteina tuotetaan myös muun muassa hopeaa, kultaa ja lyijyä. Bolidenin kaivoksia löytyy Ruotsista sekä Irlannista ja yhtiön sulatot sijaitsevat Suomessa ja Norjassa.

Boliden työllistää kaikkiaan noin 4600 henkilöä ja sen vuotuinen liikevaihto on noin 3 miljardia euroa. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Tukholmassa, Ruotsissa. (Boliden 2015.)

3.2 Prosessin kuvaus

Matka kaivoksista louhitusta maa-aineksesta valmiiksi sinkkiharkoiksi sisältää useita eri prosessi- ja työvaiheita. Sinkin valmistus Boliden Kokkolassa alkaa siitä vaiheesta, kun kaivoksista saatu rikaste saapuu laivoilla tehtaan edustalla sijaitsevaan syväsatamaan. Rikaste kuljetetaan ensin pasutolle, jossa siitä poltetaan uuneissa pois ylimääräisiä aineksia, sekä samalla haihdutetaan prosessia vaikeuttavaa vettä.

Pasutuksen yhteydessä rikasteesta haihtuvat rikkikaasut otetaan talteen, josta myöhemmin saadaan valmistetuksi rikkihappoa sivutuotteena. Pasute liuotetaan puhdistamalla, missä raaka-aine kulkee useiden erilaisten liuospuhdistuksen vaiheiden läpi. Puhdistamalla prosessiliuoksesta saadaan poistettua muun muassa kadmiumia, kuparia, nikkeliä ja kobolttia. Liuospuhdistuksesta prosessiliuos pumpataan elektrolyysille, jossa kiinteä sinkki erotellaan liuoksesta. Viimeiseksi elektrolyysissä eroteltu sinkki sulatetaan ja valetaan valmiiksi harkoiksi valimolla. Valmiita harkkoja valetaan aina 25 kilon harkoista useita tonneja painaviksi jumboharkoiksi. Hopean talteenottolaitos on sijoitettu puhdistamon yhteyteen.



KUVIO 2. Tuotantoprosessin sekä liuospuhdistuksen vaiheet (mukaillen Boliden 2015.)

4 KUNNOSSAPITO

Kunnossapidon on määritelty tarkoittavan kaikkia koneen elinkaaren aikana tehtyjä teknisiä, hallinnollisia ja liikkeenjohdollisia toimenpiteitä, joiden tarkoituksena on pitää yllä tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone kykenee suorittamaan siltä vaaditut toiminnot (SFS-EN 13306:2010.)

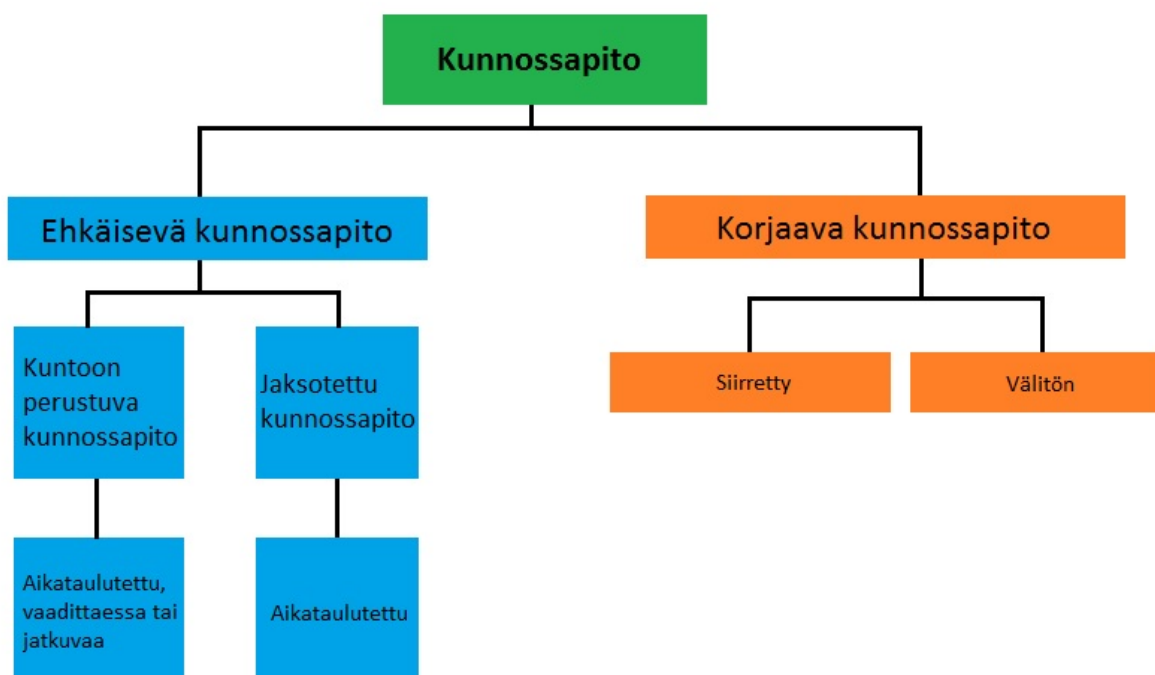
Toimiva koneiden ja laitteistojen kunnossapito on eräs tärkeimpiä osa-alueita, jonka avulla kaikenkokoiset teollisuuslaitokset saadaan pidettyä käynnissä ja tuottavana parhaan tuloksen takaamiseksi. Kunnossapito itsessään on erittäin laaja käsite ja pitää sisällään useita eri kunnossapidon alalajeja. Tässä osiossa avataan kunnossapidon määritelmiä, sen tarkoituksia sekä selvitetään niihin kuuluvaa termistöä.

Teollisuuden kehityksen myötä prosessit ja niihin kuuluva laitteisto on kehittynyt ja vanhanaikaisten ja yksinkertaisten koneiden tilalla on siirrytty käyttämään yhä monimutkaisempia ja tehokkaampia laitekokonaisuuksia ja koneita. Tämä tarkoittaa samalla, että kunnossapidon merkitys laitteiden kunnan varmistamiseksi on kasvanut. Termodynamiikan toisessa säännössä kerrotaan, että prosessit muuttuvat alin omaan. Tämä muuttuminen tapahtuu valitettavasti aina pelkästään huonompaan suuntaan, mikä tarkoittaa, että tuotanto-omaisuus ajan mittaan kuluu ja lopulta rikkoontuu. Oikeaoppisella tuotanto-omaisuuden hoitamisella on tarkoitus säilyttää koneiden ja laitteiden kunto asiallisena, joissain tapauksissa jopa uuden veroisena. Asiallinen kunto tarkoittaa, että huoltotoimenpiteiden ansiosta kone tai laite kykenee tekemään kaiken sen työn, mikä sille on määrättykin. (Järviö & Lehtiö 2012, 17–19.)

4.1 Kunnossapitolajit

Tehokkaan johtamisen perusedellytys on, että tuotanto-omaisuuden tekeminen jaotellaan omiin lajeihinsa. Tämä jaottelu auttaa myös seuraamaan esimerkiksi kunnossapidon tehokkuutta vertailemalla muun muassa eri työlajien kustannuksia ja niihin kuluneita työtunteja. Tyypillisesti kunnossapitotoimenpiteet on jaoteltu vian havaitsemisen mukaan. Aiemmin vika oli määritelty tilaksi, jossa kone on kykenemätön hoitamaan siltä vaadittuja toimenpiteitä. Täten ehkäisevään kunnossapitoon voidaan sisällyttää kaikki ne toimenpiteet,

joita laitteelle suoritetaan ennen kuin vika pysäyttää laitteen tai koneen toiminnan. (Järviö & Lehtiö 2012, 46–47.)



KUVIO 3. Kunnossapitolajit (mukaillen SFS-EN 13306:2010)



KUVIO 4. Kunnossapitolajit (mukaillen PSK 7501:2010)

Yllä olevissa kuvissa (KUVIOT 3 ja 4) esiintyvä jaottelu auttaa ryhmittämään kunnossapitolajit luonteviksi kokonaisuuksiksi, joiden avulla voidaan hallita

tuotantolaitosten kunnossapitoa. Seuraavissa kappaleissa selvitetään yksityiskohtaisesti nämä kunnossapidon eri työkalut ja kerrotaan, mitä toimenpiteitä kukin pitää sisällään.

4.1.1 Huolto

Huollon toimenpiteet tyypillisesti kuuluvat jaksotetun kunnossapidon piiriin ja siihen kuuluu kohteen tarkastaminen, säätäminen, laitteen ja ympäristön puhdistaminen, rasvaaminen ja joissain tapauksissa myös suodattimien vaihdon ja öljynvaihdon. Pääsääntöisesti huoltotoimenpiteet ovat jaksotettuja ja sen perusteena voi toimia esimerkiksi käyttöaika, tuotantomäärä tai käytön rasittavuus. (Järviö & Lehtiö, 2012, 49.)

Huoltamalla laitetta tai konetta pidetään yllä sen käyttöominaisuuksia tai palautetaan heikentynyt toimintakyky takaisin alkuperäiseen tilaansa. Huollon toimenpiteet suoritetaan ennen vian syntymistä tai sen avulla estetään vaurion syntyminen. Huollon ja ehkäisevän kunnossapidon tehtävät ovat osittain päällekkäisiä, toisaalta tämä on ominaisuus, jota useat toimintalaitokset ajavatkin takaa. Esimerkiksi laitteen käyttäjien tekemien huoltotoimenpiteiden ja kunnossapidon tehtävien välistä kuilua halutaan hälventää parhaan mahdollisen käyttöasteen saavuttamiseksi. (Järviö & Lehtiö 2012, 50.)

4.1.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevän kunnossapidon tarkoitus on pitää yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palauttaa heikentynyt toimintakyky ennen laitteen tai koneen vikaantumista tai estää vaurioiden syntyminen. (PSK 6201:2011.)

Ehkäisevään kunnossapidon päämäärä on vähentää koneen tai sen osien toimintakyvyn heikkenemistä ja vikaantumisen todennäköisyyttä. Ehkäisevä kunnossapito suoritetaan aikataulutetusti ja tilanteen vaatiessa. Tyypillisesti ehkäisevän kunnossapidon tuloksia seuraamalla ja tarkastamalla voidaan alkaa suunnittelemaan ja aikatauluttamaan kunnossapidon tehtäviä parhaan mahdollisen tuloksen saavuttamiseksi.

Ehkäisevän kunnossapidon piiriin sisältyvät seuraavat asiat: tarkastaminen, laitteen kuntoon perustuva kunnossapito, määräystenmukaisuuden toteuttaminen, toimintakunnon

toteaminen testausten avulla, käynninvalvonta ja vikaantumisista saadun tiedon analysointi. Kohteelle suoritettavaa kunnonvalvontaa tehdään joko laitteen toimiessa tai seisokin aikana. Kunnonvalvonta voi antaa arvokasta tietoa alkavista ja oireilevista vioista tai sen avulla voidaan varmentaa kohteen moitteeton toiminta. (Järviö & Lehtiö 2012, 50.)

4.1.3 Korjaava kunnossapito

Korjaavan kunnossapidon toimenpiteet astuvat kuvaan vasta vian havaitsemisen jälkeen. Sen tavoite on saattaa kone tai laite tilaan, jossa se voi jälleen toteuttaa siltä vaaditun toiminnon. (SFS-EN 13306:2010.)

Vikaantuminen tyypillisesti estää kohteen toiminnan tai ainakin merkittävästi rajoittaa sitä heikentäen tehokkuutta, ajonopeutta tai laatua. Vikaantumiset pyritään minimoimaan ennakkohuollon toimenpiteillä, mutta tuotantolaitoksissa toisinaan tulee vastaan tilanteita, jossa laite tai kone rikkoontuu yllättäen ja vaatii välittömiä korjaustoimenpiteitä. Korjaavaan kunnossapitoon kuuluu hälytyskorjaukset, henkilökunnan käyttöseurannan perusteella ilmoittamat korjaukset tai kunnonvalvontajärjestelmän tuottamiin vikailmoituksiin perustuvat korjaustoimenpiteet. (Ansaharju 2009, 307.)

Vian ilmenemismuotoja on useita erilaisia, ne voivat ilmentyä koneen totaalisenä pysähdyksenä, ylikuumentumisena, nestevuotoina, käynnin heikentymisenä tai ylimääräisenä metelinä tai värähtelynä. Vikojen synty- ja ilmenemistapoja on useita erilaisia ja syitä on tyypillisesti useita samanaikaisesti. Seuraavaan luetteloon on listattu tyypillisimpiä kohteen vaurioitumiseen johtaneita syitä:

- Puutteellinen voitelu. Huomattava osuus kaikista teollisuuden kohteille tapahtuvista vikaantumisista johtuu tutkimusten mukaan puutteellisesta tai vääränlaisesta voitelusta.
- Ulkopuolinen isku, kuten törmäys tai kemikaaleille altistuminen.
- Korroosio, siitä aiheutuva kitka liikkuvien osien yhteydessä, mittatoleranssien muuttuminen ja hapettumisen aiheuttama koneenosien heikkeneminen.
- Materiaalin väsyminen vaihtelevien kuormitusten ja lämpötilojen vuoksi.
- Käyttäjän taitamattomuus, välinpitämättömyys tai tahallinen tuottamus.

- Pienempien komponenttien, kuten kumi- ja muovitiivisteiden haurastuminen, hajoaminen tai väsyminen.
- Kuluminen liikkuvissa koneenosissa, kuten laakereissa ja akseleissa. Eroosio eli virtaavien nesteiden, kuten öljyn sisältämien partikkeleiden aiheuttama kuluminen. (Ansaharju 2009, 306–308.)

Korjaavaan kunnossapitoon ei pelkästään lukeudu vian korjaaminen ja kohteen toimintakuntoon saattaminen, vaan vikaantumiseen johtavien syiden analysointi ja raportointi kuuluu myös näihin tehtäviin. Huolellisen selvityksen avulla voidaan ennakkohuollon toiminnoilla ehkäistä tarpeettomat vikaantumiset, kehittää parempia koneen käyttötapoja tai etsiä vaihtoehtoisia materiaaleja kohteen osille. (Ansaharju 2009, 307–308.)

4.1.4 Parantava kunnossapito

Parantavan kunnossapidon päämääränä on muuttaa olemassa olevaa kohdetta siten, että sen käytettävyys, luotettavuus ja kunnossapidettävyys kasvaa. Myös koneiden ja laitteiden uudenaikaistaminen ja muuttaminen vastaamaan nykyaikaisia vaatimuksia ja uusinta tekniikkaa on parantavaa kunnossapitoa. Lähtökohtaiset tarpeet parantavalle kunnossapidolle ovat laitoksen tuotannon tehostaminen, kehittäminen tai uudistaminen. Tällaisia tarpeita tyypillisesti luovat asiakkaiden tarpeiden muutokset, paineet kustannustehokkuudesta tai siitä, että tekniikan kehitys luo mahdollisuuden kehittää toimintaa kätevämpään ja vaivattomampaan suuntaan. Parantava kunnossapito vaatii jokaisessa tapauksessa huolellista strategia- ja laitesuunnittelua. Muutostyöt voivat olla vanhan purkamista ja uudella tavalla kokoamista, komponenttien vaihtamista huoltovapaampiin ja kestävämpiin materiaaleihin tai täysin uuden rakentamista. (Ansaharju 2009, 308–309.)

Parantava kunnossapito on jaettavissa kolmeen selkeään pääryhmään. Ensimmäisessä tapauksessa kohdetta muutetaan vaihtamalla alkuperäisiä osia ja komponentteja uudensiksi, mutta kohteen toimintaperiaatetta tai suorituskykyä ei mennä muuttamaan. Esimerkkinä tästä voidaan esittää vanhojen tasavirtamoottoreiden uusiminen nykyaikaisiin taajuusohjattuihin oikosulkumoottoreihin.

Toiseen ryhmään kuuluvat erilaiset toimenpiteet, jossa kohde uudelleen suunnitellaan tai siihen tehdään rakennemuutoksia, joilla pyritään parantamaan kohteen epäluotettavuutta. Tarkoitus onkin muuttaa kohteen toimintaperiaatetta, eikä niinkään suorituskykyä.

Kolmanteen ryhmään kuuluvat muutostyöt, kuten laitteen modernisaatio, jonka tarkoitus on parantaa laitteen suorituskykyä. Useimmissa tapauksissa modernisaatio ei tule koskemaan pelkästään tiettyä laitetta, vaan koko valmistusprosessia. Esimerkkinä voitaisiin esittää tilanne, jossa vanhentuneella jyrsimellä ei kyetä enää valmistamaan uudenlaisia oviprofiileja, mutta jyrsimellä on kuitenkin vielä elinaikaa jäljellä. Tässä tapauksessa on järkevämpää uudistaa konetta uusilla komponenteilla ja rakennemuutoksilla kuin romuttaa se ja vaihtaa kokonaan uuteen. Kyseisen kaltaisia tilanteita useimmiten esiintyy sellaisissa tapauksissa, joissa valmistettavien tuotteiden elinkaari on lyhyempi kuin koneen, joka niitä tuottaa. Vanhanaikaisella koneella ei täten kyetä enää valmistamaan nykyaikaisen mukaisia tuotteita, joita markkinat ja asiakkaat tahtoisivat. Usein tämän kaltaiset modernisaatiot luokitellaankin enemmän investointitöiksi kuin kunnossapidoksi. (Järviö & Lehtiö 2012, 52.)

4.2. Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Vikojen ja vikaantumisten selvittämistä ei varsinaisesti ole mielletty kunnossapitoon kuuluvaksi toimenpiteeksi, ja tästä syystä harvoissa tuotantolaitoksissa se onkaan systemaattisesti järjestettyä. Useissa tuotantolaitoksissa kyseistä toimenpidettä vieroksutaan ja siihen suhtaudutaan negatiivisesti, sillä on katsottu, ettei resursseja kannata kohdentaa tämän alueen laite- ja osaamispuolelle.

Nykyään tuotantolaitoksissa käytössä olevissa kohteissa on runsas määrä toimintaa ohjaavia prosessoreita, jotka samalla on ohjelmoitu keräämään käynninaikaista tietoa koneen käyttötavasta, käyttötavoista ja -olosuhteista. Laitteiston keräämää tietoa analysoimalla ja pitemmällä aikavälillä seuraamalla voidaan helposti päästä käsiksi vikaantumisiin johtaneisiin syihin. Kun aletaan tunnistaa vikaantumisiin johtavia syitä, voidaan niihin reagoida uudelleen suunnittelun ja eri toimenpiteiden avulla. Tutkimukset väittävät, että tällainen toiminta vähentää vikaantumisia jopa 90 %. (Järviö & Lehtiö 2012, 52.)

Kunnossapidon standardit ovat jättäneet vikojen ja vikaantumisten selvittämisen huomiotta kokonaan. Kuitenkin asiantuntijat ovat yleisesti esittäneet mielipiteitä, joiden mukaan vikahistorian ja riskianalyysien käyttö on muodostunut erääksi tärkeimmäksi tavaksi ohjata kunnossapitoa. Vikoja analysoimalla on tarkoitus selvittää vian perussy, eli mikä aiheutti kohteen vikaantumisen sekä vikamuoto eli se tapa, miten kohteen kykenemättömyys suorittaa siltä vaadittu toiminta ilmenee. Tuloksiin tutustumalla valitaan toimenpiteet, joilla saadaan parhaassa tapauksessa varmistettua, ettei samankaltainen vikaantuminen toistu enää tulevaisuudessa. Vikojen analysoiminen vaatii kuitenkin aina erikoisosaamista mikä tuottaa tuotantolaitoksille lisäkustannuksia, joten onkin järkevää kartoittaa, kuinka suuri osa vikaantumisista tulisi analysoida. (Järviö & Lehtiö 2012, 52.)

Tavanomaisimmat menetelmät vikojen ja vikaantumisten analysointiin ovat seuraavat:

- vika-analyysi
- simulointi
- mallintaminen, rekonstruktio
- juurisyyn selvittäminen
- käytettyjen materiaalien- ja suunnittelun analyysit
- vikaantumispotentiaalin kartoitukset sekä riskinhallinta. (Järviö & Lehtiö 2012, 52.)

4.3 Kunnonvalvonta

Kunnonvalvonta määritellään jatkuvaksi toiminnaksi, jossa seurataan kohteen toimintaa erilaisten mittausten avulla, jotka voivat olla joko määräaikaista tai jatkuvia. Tyypillisesti suurissa tuotantolaitoksissa kunnonvalvonta käsitetään valvontajärjestelminä, jotka jatkuvasti mittaavat useiden eri kohteiden tilaa ja ominaisuuksia. Näitä mittauksista saatuja tietoja voidaan seurata valvomoiden mittareista sekä monitoreista ja täten saada arvokasta tietoa laitteiden kunnosta ja prosessin toiminnasta. Perusedellytyksenä kunnonvalvonnan toimivuudelle on, että sitä suorittava työntekijä tunnistaa tunnussuureet, osaa tarkastusmenetelmät, mittaustavat ja mittalaitteet. Toimivalla kunnonvalvonnalla kyetään saavuttamaan useita etuja, kuten kustannussäästöjä, turvallisuuden parantuminen ja tiedon kerääminen tuotekehitykselle. Kunnonvalvonnan avulla voidaan myös kerätä todistusaineistoa laitteen arvoista ja toiminnoista, jotka voivat osoittautua tarpeellisiksi, esimerkiksi takuutapauksissa. (Ansaharju 2009, 302.)

Kunnonvalvontaan liittyvät mittaukset voidaan luokitella seuraavasti:

- Aistinvaraiset tarkastukset. Tässä käytetään ihmisen luontaisia aisteja, kuten näkö-, kuulo-, haju- ja tuntoaisteja. Tämä on hyvin suuntaa antavaa kunnonvalvontaa ja ongelmaksi usein ilmeneekin eri henkilöiden tekemien havaintojen vertailukelpoisuus.
- Fysikaaliset perussuureet. Kohteesta voidaan mitata muun muassa lämpötilaa, painetta tai dimensiota. Lämpötilan muutokset, yleensä nousu, voi antaa tietoa jäähdytys- ja voitelujärjestelmien toimivuudesta tai pyörivien osien, kuten laakerien vikaantumisesta. Painemittaukset ovat yleensä käytössä tarkasteltaessa pneumatiikka- ja hydraulikkajärjestelmiä sekä voitelujärjestelmiä. Dimensionmuutoksia tulee mitata tarkasteltaessa koneenosien muotoja, välyksiä ja sijaintia.
- Sähköiset perussuureet, kuten jännite, virta, teho ja resistanssi antavat informaatiota sähköisten laitteiden ja komponenttien kunnosta ja toimivuudesta.
- Ainetta rikkomattomat mittaukset. Tällaisia mittauksia ovat röntgen- ja ultraäänikuvaukset, joiden avulla päästään laitetta avaamatta toteamaan alkavat vikaantumiset, joita ei ulkoapäin kykene havaitsemaan, kuten halkeamat, väsymismurtumat, korroosioauriot ja vuodot.
- Värähtely- ja äänimittaukset. Erittäin tehokas ja laajalti käytetty keino havainnoida pääasiallisesti pyörivien osien, kuten laakereiden ja vaihteistohammaspyörien vikaantumisia. Äänimittauksella voidaan tarkistaa kohteen kunto yleisellä tasolla. Kuluneen laakerin tai hammaspyörän äänen voi tunnistaa asettamalla esimerkiksi kiintoavaimen toisen pään käynnissä olevan koneen runkoon ja toisen pään korvaa vasten. Tämä menetelmä kylläkin vaatii tarkkaa osaamista ja yleensä kokeneen käyttäjän. Äänimittauksiin on nykyään olemassa myös mittareita, joiden antamia arvoja tulkitsemalla voidaan arvioida kohteen kuntoa.
- Öljyanalyysit. Mittaamalla partikkeleiden ja hiukkasten määriä ja raekokoja öljyanalyysissä kertoo laitteiston kuluneisuudesta ja öljynvaihdon tarpeellisuudesta. Analyysissä voidaan myös tarkastella, onko öljyn viskositeetti tai notkeus muuttunut ja vetää siitä omat johtopäätöksensä. (Ansaharju 2009, 303.)

4.4 Käyttäjäkunnossapito

Käyttäjäkunnossapito tarkoittaa koneen tai laitteen käyttäjän lyhyin aikavälein suorittamia tarkastus- ja siivoustoimenpiteitä sekä pieniä huolto- ja korjaustöitä. Osaltaan kyse on myös käyttöseurannasta, jossa käyttäjä aistihavainnoin jatkuvasti seuraa kohteessa tapahtuvia muutoksia esimerkiksi äänessä, värähtelyissä tai lämpötilassa (Ansaharju 2009, 301).

Käyttäjäkunnossapito mahdollistaa vikaantumisiin ja ongelmiin puuttumisen niiden alkuvaiheessa ja täten vähentää merkittävästi konerikkoja ja tarpeettomia pysähdyksiä. Pahimmassa tapauksessa konerikot johtavat tuotannon täyspysähdykseen tai aiheuttavat vakavia henkilö- tai ympäristövahinkoja. Tyypillisesti käyttäjäkunnossapidon kaikille kohteille tuotantolaitoksissa on valmistettu räätälöidyt ohjeet tai laitteen käyttäjä on muulla tavoin perehdytetty erityisesti seuraamaan koneen toimintaa ja kriittisiä kohtia (Konecranes 2014).

Käyttäjäkunnossapito tuo mukanaan monenlaisia etuja ja parantaa yhteydenpitoa koneen käyttäjän ja kunnossapitohenkilökunnan välillä. Mikäli laitteen pienimmätkin huolto- ja korjaustoimet on sysätty kunnossapitohenkilökunnan vastuulle, voi herkästi koneen käyttäjä asennoitua käyttämäänsä laitteeseen välinpitämättömästi ja jättää havaitsemansa vikakohdat raportoimatta, koska koneen kunnan seuranta ja siitä huolehtiminen ei hänelle kuulu. Tutkimustulokset kertovat myös, että jopa 40 % laitteen vikaantumisista voidaan ehkäistä pelkästään pitämällä kohteen ympäristö ja olosuhteet puhtaina ja asianmukaisina. Tästä esimerkkinä voidaan esittää sorvi, joka on metallilastujen peitossa. Toisten mielestä on hyvä merkki kun voidaan nähdä, että koneella on tehty töitä. Kuitenkin ajan mittaan roskat ja metallilastut kulkeutuvat koneen liikkuviin osiin kuluttaen näitä nopeasti ja aiheuttaen vikaantumisen, joka olisi ollut estettävissä pelkästään säännöllisen siivoamisen avulla. Metallilastut tekevät myös työympäristöstä sorvin käyttäjälle vaarallisen kompastumis- ja loukkaantumisvaaran vuoksi (Konecranes 2014).

Käyttäjäkunnossapito koostuu kolmesta osa-alueesta:

- EOP (Equipment operating procedures) eli laitteen käyttämiseen liitettävät toimenpiteet.

- OIM (Operator involved maintenance) tarkoittaa niitä toimenpiteitä, joita laitteen käyttäjä suorittaa yhdessä kunnossapitohenkilökunnan kanssa. Näitä ovat esimerkiksi käyttäjän tekemät työtilaukset ja vikailmoitukset sekä kohteen valmistelu sellaiseen tilaan, että kunnossapitohenkilökunnan on mahdollista suorittaa heille osoitettu huolto- tai korjaustyö.
- OPM (Operator performed maintenance) tarkoittaa käyttäjäkunnossapitoa sen tyypillisimmässä muodossa, eli käyttäjän tekemiä tarkastuksia sekä pieniä korjaus- ja huoltotöitä (Numminen A. 2005).

5 KRIITTISYYSANALYYSI

Kriittisyysanalyysin pääasiallisena tarkoituksena on kartoittaa kriittisimmät tuotannon kohteet sekä selvittää, mitä työkaluja on käytettävissä vikaantumisten ja ongelmien minimoimiseksi. Laitteet käydään läpi yksityiskohtaisesti ja selvitetään niiden vikahistoriaa tutkimalla tyypillisimmät viat ja häiriöt. Nämä kyseiset häiriöt poistamalla saadaan kasvatettua yrityksen käyttöastetta säästämällä tuotannonmenetyksissä, materiaalimenetyksissä ja korjauskustannuksissa, samalla saadaan parannettua yrityksen turvallisuutta. Kriittisyysanalyysi täten paljastaa häiriöistä aiheutuvat kokonaiskustannukset sekä antaa viittauksia siitä, kuinka paljon yrityksen tulisi panostaa kunkin kohteen kunnossapitoon ja ennakkohuoltoon. (Helle 2005, 100–101.)

5.1 Kriittisyyskriteerit

Hopealaitoksen mekaanisille kohteille tekemässäni kriittisyysanalyysissä mukailin Jonas Kronqvistin luomaa kaavaa, joka on ollut käytössä muissakin Boliden Kokkolan osastoiden kohteissa. Tämä helpottaa yrityksen sisällä tulosten vertailua, sillä käytettävä kaava on kaikille sitä tarvitseville tuttu. Jouduin muuttamaan muutamia arvoasteikkoja alkuperäisestä niiden arvioinnin vaikeuden vuoksi, koska hopean talteenottolaitos on verrattain uusi lenkki tuotantoprosessissa ja täten kohteiden pitkäaikaista huoltohistoriaa ei ollut saatavilla.

Kriittisyyden suhteellista suuruutta laskiessa kaavaan on sijoitettu kuusi arvoa, jotka ovat:

- T, tapahtuman todennäköisyys
- M, materiaalivahinkojen suuruus
- K, tuotantomenedyksen arviointi
- HY, henkilö- ja ympäristövaaran mahdollisuus
- VL, varalaitteen saatavuus
- VO, varaosan saatavuus

Kriittisyyden suhteellinen suuruus (R) saatiin laskettua seuraavasta lausekkeesta:

$$R = T \times (M + K + HY + VL + VO)$$

Kriittisyyden suhteellisen arvon teoreettiseksi maksimiksi muodostui 68. Jotta laitteiden merkitys prosessin kannalta tulisi selvemmin esille, kriittisyyden suhteellinen suuruus prosessin kannalta laskettiin seuraavasta lausekkeesta:

$$R = T \times K$$

Kriittisyyden suhteellisen arvon (r) teoreettiseksi maksimiksi prosessin kannalta muodostui 16.

Kriittisyysanalyysin tulosten perusteella laitteet jaetaan kolmeen eri luokkaan, niiden kriittisyyden mukaisesti. A, B ja C luokkiin, joista A luokan laitteet ovat kriittisimpiä ja C luokan laitteet vähiten kriittisiä. (Kronqvist, 2015.)

5.1.1 Tapahtuman todennäköisyyden arviointi

Tapahtuman todennäköisyyden arvioinnissa arvioitiin, kuinka monta vikaantumista kyseiselle laitteelle sattuu vuosittain. Painokertoimina arvioinnissa käytettiin taulukon 1 arvoja. Jos laitteella sattui vikoja neljä kertaa vuodessa tai useammin, painokertoimeksi muodostui 4. Mikäli vikoja esiintyi harvemmin kuin kerran vuodessa, painokertoimeksi muodostui 0. (Kronqvist, 2015.)

TAULUKKO 1. Tapahtuman todennäköisyyden arviointikriteerit

Painokerroin T	Kuvaus
4	Vikaantuminen ≥ 4 kertaa vuodessa
3	Vikaantuminen 3 kertaa vuodessa
2	Vikaantuminen 2 kertaa vuodessa
1	Vikaantuminen kerran vuodessa
0	Vikaantuminen harvemmin kuin kerran vuodessa

5.1.2 Materiaalivahinkojen suuruuden arviointi

Materiaalivahinkojen suuruuden arvioinnissa arvioitiin, kuinka suuret kunnossapito- sekä materiaalikustannukset kyseisellä laitteella oli vuodessa. Apuna tässä arvioinnissa käytettiin edellisten vuosien kunnossapito- sekä materiaalikustannustietoja kyseisistä laitteista. Painokertoimina arvioinnissa käytettiin taulukon 2 arvoja. Jos materiaalivahinkojen suuruus vuodessa kyseiselle laitteelle on yli 100 000 € vuodessa, painokertoimeksi muodostui 4. Jos materiaalivahinkojen suuruus jää vuodessa alle 2000 €, painokertoimeksi muodostui 0. (Kronqvist, 2015.)

TAULUKKO 2. Materiaalivahinkojen suuruuden arviointikriteerit

Painokerroin M	Kuvaus
4	Materiaalivahinkojen suuruus vuodessa > 100 000€
3	Materiaalivahinkojen suuruus vuodessa 40 000 - 100 000€
2	Materiaalivahinkojen suuruus vuodessa 15 000 - 40 000€
1	Materiaalivahinkojen suuruus vuodessa 2000 - 15 000€
0	Materiaalivahinkojen suuruus vuodessa < 2000€

5.1.3 Tuotantomenetyksen suuruuden arviointi

Tuotantomenetyksen suuruuden arvioinnissa arvioitiin, kuinka suuret tuotannonmenetykset tai huonosta laadusta johtuvat menetykset kyseinen laite aiheuttaa, jos laite ei ole toimintakuntoinen. Arvioinnissa on otettu huomioon myös varalaittejärjestelmä. Painokertoimina arvioinnissa käytettiin taulukon 3 arvoja. Jos tuotantomenetyksen suuruus kyseiselle laitteelle on yli 100 000 €, painokertoimeksi muodostui 4. Jos tuotantomenetyksen suuruus jää alle 2 000 € painokertoimeksi muodostui 0. (Kronqvist, 2015.)

TAULUKKO 3. Tuotantomenetyksen suuruuden arviointikriteerit

Painokerroin K	Kuvaus
4	Tuotantomenetyksen suuruus vuodessa > 100 000€
3	Tuotantomenetyksen suuruus vuodessa 50 000 - 100 000€
2	Tuotantomenetyksen suuruus vuodessa 20 000 - 50 000€
1	Tuotantomenetyksen suuruus vuodessa 5000 - 20 000€
0	Tuotantomenetyksen suuruus vuodessa < 5000€

5.1.4 Henkilö- ja ympäristövaaran mahdollisuuden arviointi

Henkilö- ja ympäristövaaran arvioinnissa arvioitiin, miten kyseinen laite vaikuttaa ympäristöön, jos sen toimintatapa poikkeaa normaalista. Arvioinnissa arvioitiin myös onko kyseisen laitteen kohdalla jotain sellaista, joka voi aiheuttaa henkilövahingon. Määrääväksi painokertoimeksi määriteltiin se tekijä henkilö- tai ympäristövaaran mahdollisuudesta, jonka arvo oli suurempi. Painokertoimina arvioinnissa käytettiin taulukon 4 arvoja. Jos kyseisellä laitteella on vikaantumisen yhteydessä mahdollisuus aiheuttaa henkilö- tai ympäristövaaraa, painokertoimeksi muodostui 1. Jos kyseisellä laitteella ei ole henkilö- tai ympäristövaaran mahdollisuutta, painokertoimeksi muodostui 0. (Kronqvist, 2015.)

TAULUKKO 4. Henkilö- ja ympäristövaaran mahdollisuuden arviointikriteerit

Painokerroin HY	Kuvaus
1	Henkilö- tai ympäristövaara olemassa
0	Ei henkilö- tai ympäristövaaraa olemassa

5.1.5 Varalaitteen saatavuuden arviointi

Varalaitteen saatavuuden arvioinnissa arvioitiin, kuinka nopeasti päälaitteen tilalle saadaan varalaite, jos se on poissa ajosta. Arvioinnissa huomioitiin varalaitejärjestelmä sekä mahdollisuus korvata laite muualta prosessista lainatulla laitteella. Painokertoimina arvioinnissa käytettiin taulukon 5 arvoja. Jos kyseisellä laitteella ei ole varalaitetta saatavana tai laitteen korjaus kestää pidempään kuin useamman viikon, painokertoimeksi muodostui 5. Jos kyseisellä laitteella on varalaite saatavilla ja se on käytettävissä heti ilman viivettä tai pienellä viiveellä, painokertoimeksi muodostui 0 tai 1. (Kronqvist, 2015.)

TAULUKKO 5. Varalaitteen saatavuuden arviointikriteerit

Painokerroin VL	Kuvaus
5	Ei varalaitetta saatavana
4	Varalaite saatavana (toimitusaika useita viikkoja)
3	Varalaite saatavana (toimitusaika 3-5 vuorokautta)
2	Varalaite saatavana (toimitusaika 1-2 vuorokautta)
1	Varalaite paikanpäällä (käytettävissä pienellä viiveellä)
0	Varalaite paikanpäällä (käytettävissä heti)

5.1.6 Varaosan saatavuuden arviointi

Varaosan saatavuuden arvioinnissa arvioitiin kyseisen laitteen varaosatilanne. Kyseisen laitteen varaosan arvioinnissa käytettiin apuna kunnossapitojärjestelmän varaosaluettelon tietoja. Painokertoimina arvioinnissa käytettiin taulukon 6 arvoja. Jos kyseisen laitteen varaosan toimitusaika on useita viikkoja, painokertoimeksi muodostui 3. Jos kyseisellä laitteella on varaosat tehtaan varastossa, painokertoimeksi muodostui 0. (Kronqvist, 2015.)

TAULUKKO 6. Varaosan saatavuuden arviointikriteerit

Painokerroin VO	Kuvaus
3	Varaosa saatavana (toimitusaika useita viikkoja)
2	Varaosa saatavana (toimitusaika 3-5 vuorokautta)
1	Varaosa saatavana (toimitusaika 1 vuorokausi)
0	Varaosa saatavana (heti varastossa)

5.2 Kriittisyysanalyysin laadinta

Työn alussa kävimme palaverissa läpi työelämänohjaajan kanssa työn tavoitteet ja rajasimme työn kohteet koskemaan pelkästään laitoksen mekaanisia kohteita. Tällaisia kohteita ovat muun muassa pumput, säiliöt, moottorit, hydraulikkalaitteistot ja sekoittimet. Täten rajauksen ulkopuolelle jäivät esimerkiksi laitteistoille vievät putkistot, venttiilit sekä sähkö- ja automaatiolaitteet.

Boliden Kokkolan osastot käyttävät ARTTU -ohjelmistoa, joka on kattava kunnossapidon tietojärjestelmä. Ohjelmisto sisältää kunnossapitokortiston, johon kuuluvat muun muassa kaikkien kohteiden laitepaikka- ja laitekortit. Laitepaikkakorttiin on listattu kaikki työhöni sisältyvät kohteet josta myös selviää kaikki komponentit, joista laitteisto kokonaisuudessaan koostuu. Laitepaikkakortti ilmoittaa myös, missä kukin kohteista sijaitsee. Yksittäisen laitteen laitekortista sen sijaan löytyvät kaikki varaosatiedot, eli kuinka paljon yrityksen omalla varastolla on kyseiseen kohteeseen sopivia varaosia. Laitekorttiin on kirjattu myös kohteen huoltohistoria, eli kaikki kohteelle suoritettut huolto-, vaihto- ja korjaustoimenpiteet.

Yllämainittuja kortistoja tutkimalla sain työhöni suurimman osan tiedosta, jonka avulla kykenin arvioimaan ja pisteyttämään tietyt kriittisyysanalyysiin kuuluvat osa-alueet. Tukea kortistosta saamilleni tiedoille sain haastatteleamalla tehtaan henkilökuntaa palavereissa ja työn ohella. Yrityksen omasta intranetistä sain kerättyä tietoa kerätystä hopearikasteen

määrästä ja sen nykyisistä markkinahinnoista, jotka auttoivat laskemaan kustakin kohteesta aiheutuvat tuotannonmenetykset.

6 KÄYTTÄJÄHUOLTO-OHJEIDEN LAADINTA

Työni toisena osa-alueena oli laatia Boliden Kokkolan hopean talteenottolaitoksen muutamalle tärkeimmälle kohteelle kuvalliset käyttäjähuolto-ohjeet, joiden avulla työn suorittaja voi huoltaa ja tarkastaa vaaditut kohteet. Kuvalliset ohjeet toimivat apuvälineenä jopa kokeneille työntekijöille ja mahdollistavat työn suorituksen, vaikkei huoltoa suorittavalla henkilöllä olisikaan kohteen huollosta aikaisempaa kokemusta. Käyttäjähuolto ei kuulu varsinaisesti kunnossapidon viralliseen sanastoon, vaan on käytössä Boliden Kokkolan omassa sanastossa. Aihe kuitenkin käytännössä tarkoittaa samaa kuin käyttäjäkunnossapito, ja on esitelty luvussa 4.4 Käyttäjäkunnossapito.

Työn alussa käytiin läpi työelämänohjaajan kanssa, mitä käyttäjähuolto-ohjeilla haetaan ja minkälaiset niiden tulisi olla. Tavoitteena oli luoda kuvalliset ohjeet, joihin on mahdollisimman havainnollisesti esitetty kutakin työvaihetta koskevat toimenpiteet. Lopputuloksena on niin sanotut askel askeleelta -ohjeet, joihin on kuvien lisäksi liitetty numeroidut työvaiheet siinä järjestyksessä, missä ne tulee suorittaa. Osaan kohteista on myös liitetty varoituksia, jotka työn suorittajan tulee huomioida oman ja muiden työntekijöiden turvallisuuden takaamiseksi.

Hopean talteenottolaitoksella oli jo valmiiksi ilmoitettu kohteet, joille laitteiden käyttäjien tuli suorittaa määräaikaista huolto-, korjaus- ja siivoustoimenpiteitä. Kohteilla ei kuitenkaan ollut aikaisempia huolto-ohjeita, vaan huollon suorittajat oli koulutettu tarvittaviin tehtäviin kokeneemman työntekijän toimesta. Työssäni käytin paljon aikaa tutustumalla kohteisiin paikan päällä, valokuvaamalla niitä ja haastattelemalla laitteiden käyttäjiä. Laitteen käyttäjät näyttivät minulle myös käytännössä, kuinka he ovat aikaisemmin huoltaneet laitteita. Tämän tiedon tueksi tutustuin alan kirjallisuuteen ja käytin koulun kursseilta saamiani tietoja ja materiaaleja lopullisten huolto-ohjeiden laatimiseksi. Viimeisessä vaiheessa käsittelin kuvat, kasasin ne kollaasimuotoon ja lisäsin tarvittavat tekstit kuvankäsittelyohjelmalla.

7 TYÖN TULOKSET JA POHDINTA

Työn tarkoituksena oli laatia Boliden Kokkolan Oy:n vuonna 2014 toimintansa aloittaneelle hopean talteenottolaitokselle mekaanisten kohteiden kriittisyysanalyysi sekä kuvalliset ohjeistukset käyttäjähuollon tehtäville. Työn tekeminen oli mielestäni melko haastavaa, mutta samalla mielekästä ja lopulta palkitsevaa. Koen, että opinnäytetyöni ja siitä saadut tulokset antavat työn tilaajalle arvokasta tietoa, jota voidaan käyttää hyväksi myös tulevaisuudessa. Omasta mielestäni asetetut tavoitteet saavutettiin ja työn loppu tulemana hopean talteenottolaitokselle saatiin laadittua käyttökelpoiset arvot kunkin mekaanisen kohteen kriittisyydestä. Lisäksi tehtiin toimivat, havainnolliset käyttäjähuolto-ohjeet.

Kriittisyysluokitukset auttavat henkilökuntaa tunnistamaan prosessin eri vaiheiden kriittisimmät kohteet ja optimoimaan tarvittavan kunnossapidon määrän laitekohtaisesti. Uuden prosessivaiheen lyhytaikaisen huoltohistorian vuoksi suosittelen kuitenkin, että työssä käsiteltyjen kohteiden kriittisyys määritellään muutaman vuoden kuluttua uudelleen. Kriittisyyslukemiin vaikuttavat tekijät johtuvat monesti uusissa tuotantolaitoksissa niin sanotuista käynnistysongelmista, jotka kehitystyön ja ajoarvojen optimoinnin myötä vähenevät. Tämä voi johtaa siihen, että kohteet jotka omassa analyysissäni on arvioitu erittäin kriittisiksi, voivatkin muutaman vuoden kuluttua kuulua johonkin muuhun kriittisyysluokkaan. Työn liitteistä löytyy lista kriittisimmistä kohteista, osa tiedoista on sensuroitu.

Käyttäjähuolto-ohjeiden laatiminen auttaa laitteiden käyttäjiä työnsä suorittamisessa sekä helpottaa uusia työntekijöitä oppimaan tehokkaan ja oikean tavan huoltaa heille osoitetut kohteet. Kuvalliset ohjeet, jotka sisältävät vain tarvittavan määrän tekstiä tekevät aiheeseen tutustumisesta myös helppoa ja mielekästä. Parhaassa tapauksessa ohjeiden noudattaminen opettaa laitteiden käyttäjille uusia toimintamalleja, jotka parantavat laitteiden käytettävyyttä ja vähentävät vikaantumisia. Työn liitteistä löytyy lista laatimistani käyttäjähuolto-ohjeista.

Työtä suorittaessani opin paljon uutta eritoten kunnossapidon merkityksestä jatkuvan prosessin toimivuuden kannalta ja sain paljon uutta tietoa hopearikasteen

talteenotto-prosessin kulusta ja eri vaiheista. Eritoten käyttäjähuolto-ohjeita laatiessani pääsin myös tutustumaan paljon aikaisempaa syvemmin eri koneiden ja laitteiden tarkemmasta toimintaperiaatteesta. Uskon tämän olevan erittäin arvokasta tietoa tulevia työelämän tarjoamia haasteita ajatellen.

LÄHTEET

Boliden 2015. Kohdeyrityksen internet sivut. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.boliden.com/>. Luettu 20.3.2015.

Numminen A. Kunnossapitolehti. 1/2005. ODR osana käynnissäpito – ja kunnossapitotoimintaa. Kunnossapitoyhdistys ry.

Ansaharju, T. 2009. Koneenosat ja kunnossapito. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Järviö, J & Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito: tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Helsinki: KP-Media Oy.

Konecranes. 2014. Käyttäjäkunnossapito (ODR). Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.konecranes.fi/kunnossapito/tyostokonehuolto/konsultaatio-ja-kehityspalvelut/kayttajakunnossapito>. Luettu 15.4.2015.

Helle, A. 2004. Teollisuuden käynnissäpidon prognostiikka. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/symposiums/2005/S236.pdf>. Luettu 21.4.2015.

SFS-EN 13306. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. 2010. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

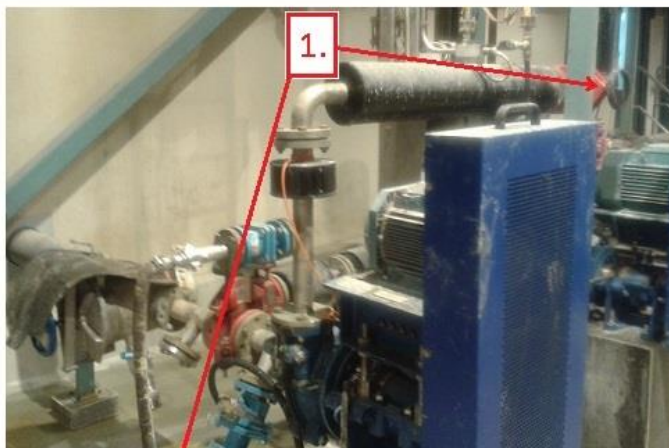
PSK 7501. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. 2010. PSK Standardintyhdistys Ry.

PSK 6201. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. 3. painos. 2011. PSK Standardintyhdistys Ry.

Työn nimi: S15 ja S16 alitteen sihtilaatikon puhdistus

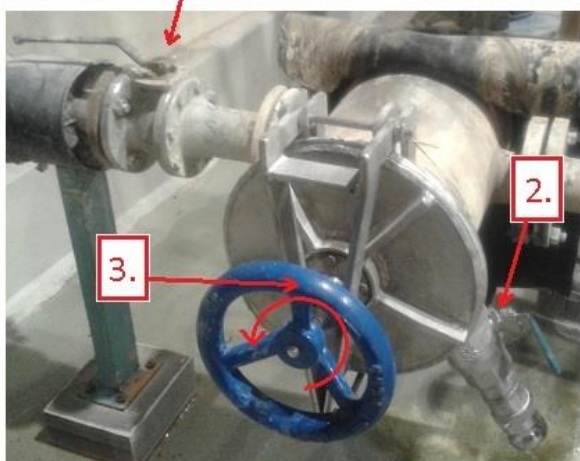
Paikka: AgR -laitos, pumppukoppi

BOLIDEN



Varmista ennen työn suorittamista, että alite-pumppu on kytketty pois päältä ja turvakytkin on käännetty OFF -asentoon!

1. Käännä pumpun imu- sekä painepuolen linjojen venttiilit kiinni asentoon
2. Tyhjennä linja liuoksesta avaamalla tyhjennysnatsan venttiili
3. Avaa sihtilaatikon kansi
4. Avaamisen jälkeen poista sihtilaatikon sisältä ylimääräiset roskat ja kokkareet sekä pese lopuksi vedellä
5. Puhdistuksen jälkeen laita tiivistekumi paikoilleen ja sulje sihtilaatikon kansi.
6. Sulje tyhjennysnatsan venttiili ja avaa pumpun imu- ja painepuolen venttiilit



Työn nimi: Courier multiplexerin huolto

BOLIDEN

1. Käännä ohjausyksiköistä DAILY SAMPLE-, MAINTENANCE- ja aliapinekytkimet kuvan mukaiseen asentoon.
2. Avaa klipsit ja nosta näytteenottoletku pois laitteesta.
3. Huuhtelee letku ja siihen liitetyt osat huolellisesti liasta ja kaminpalasista.
4. Puhdista metallisuulake erityisen huolellisesti, jos suutin on tukossa vaihda se uuteen.
5. Aseta näytteenottoletku takaisin paikoilleen, käännä klipsit kiinni -asentoon ja käännä ohjausyksiköiden kytkimet.
6. Pese lopuksi multiplexerin lattiataso vedellä.



Työn nimi: Pumppujen aistienvarainen kunnontarkastus

AgVJS, AgKLS, AgRPS1-4, PbSYS, PbVS1, AgSYS, PbLS1-2, PbSS1-2
ja Pumppukopin pumput

BOLIDEN

1. Tarkista, ettei pumppu vuoda liuosta pesästä, akselin tyvestä tai siihen liitettyjen linjojen laipoista.
2. Tarkista, että pumpun akselin ja hihnojen, sekä sähkömoottorin suojakotelot ovat ehjiä ja kunnolla kiinni.
3. Tarkista, että pumpun sähkömoottorilta lähtevät johdot ja niiden suojaukset ovat ehjiä.
4. Tarkista, ettei pumppu pidä tavallisuudesta poikkeavaa ääntä tai normaalia voimakkaampaa värinää.
5. **Havaitessasi ongelmia ota yhteyttä kunnossapitoon!**

HUOM! Varo kuumia pintoja ja liuoksia

**Työn nimi: PbVS1, AgVJS ja AgKLS näytteenottoelinjojen
huuhtelu****SMZ BOLIDEN**

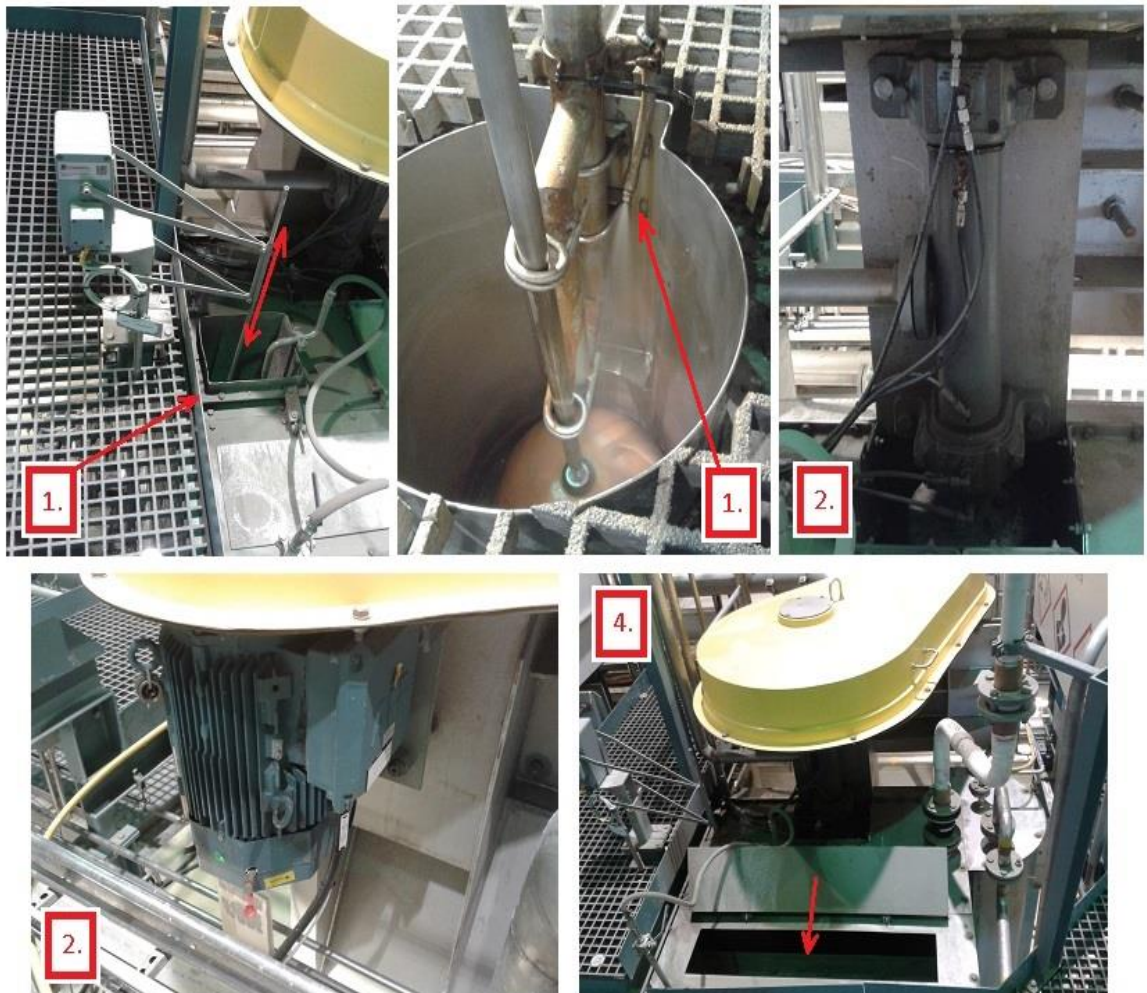
1. Kytke pumppu pois päältä ja käännä turvakytkin OFF -asentoon.
2. Käännä säiliön pohjaventtiili kiinni -asentoon.
3. Käännä pumpun yhteydessä olevat muut venttiilit kiinni -asentoon niin, että huuhteluvesi menee pelkästään näytteenottoelinjaan.
4. Kiinnitä vesiletku huuhtelunatsaan ja avaa huuhtelunatsan venttiili.
5. Avaa vesihanavan venttiili ja anna veden juosta näytteenottoelinjaa pitkin muutaman minuutin ajan.
6. Sulje huuhtelunatsan ja vesihanavan venttiilit ja lopuksi käännä muutkin venttiilit siihen asentoon missä ne olivat ennen työn aloitusta.



Työn nimi: Esi-, ripe-, ja kertausvaahdotuskennojen pesu ja kunnan tarkastus

BOLIDEN

1. Tarkista kohokuilusta, ettei kohon päälle ole tippunut roskia ja testaa kohon varresta nostamalla, että koho liikkuu kevyesti molempiin suuntiin. Tarkista kohon pesun toimivuus.
2. Tarkista, että sähkömoottorin sähköjohdot sekä niiden suojaukset ovat ehjiä. Tarkista samalla, että sekoittajan automaattivoitelun letkut ja niiden liittimet ovat ehjiä eivätkä vuoda öljyä.
3. Tarkista, ettei kennoon liitettyjen linjastojen laippaliitoksissa näy vuotoja.
4. Lopuksi pese vedellä kennoon luukusta kovettuneet kokkareet ja kennoon kansi.



Työn nimi: PbSP1-4 ja AgSP1-2 pesu ja kunnon tarkastus**WIMZ BOLIDEN**

1. Pese vesiletkulla prässin sivuilla olevat ritilätasot, sekä prässin ympärille irronnut lika ja irtokamit. Irtokamit voi huuhdella alas kuiluun.
 2. Tarkista, että prässin hydraulivarren suojakumi on ehjä.
 3. Tarkista, että öljysäiliölle ja sylinterille kulkevat hydrauliletkut sekä niiden liitokset ja suojaukset ovat ehjiä eivätkä vuoda öljyä.
- 4. Mikäli havaitset hydraulilaitteistossa ongelmia, ota yhteys kunnossapitoon!**

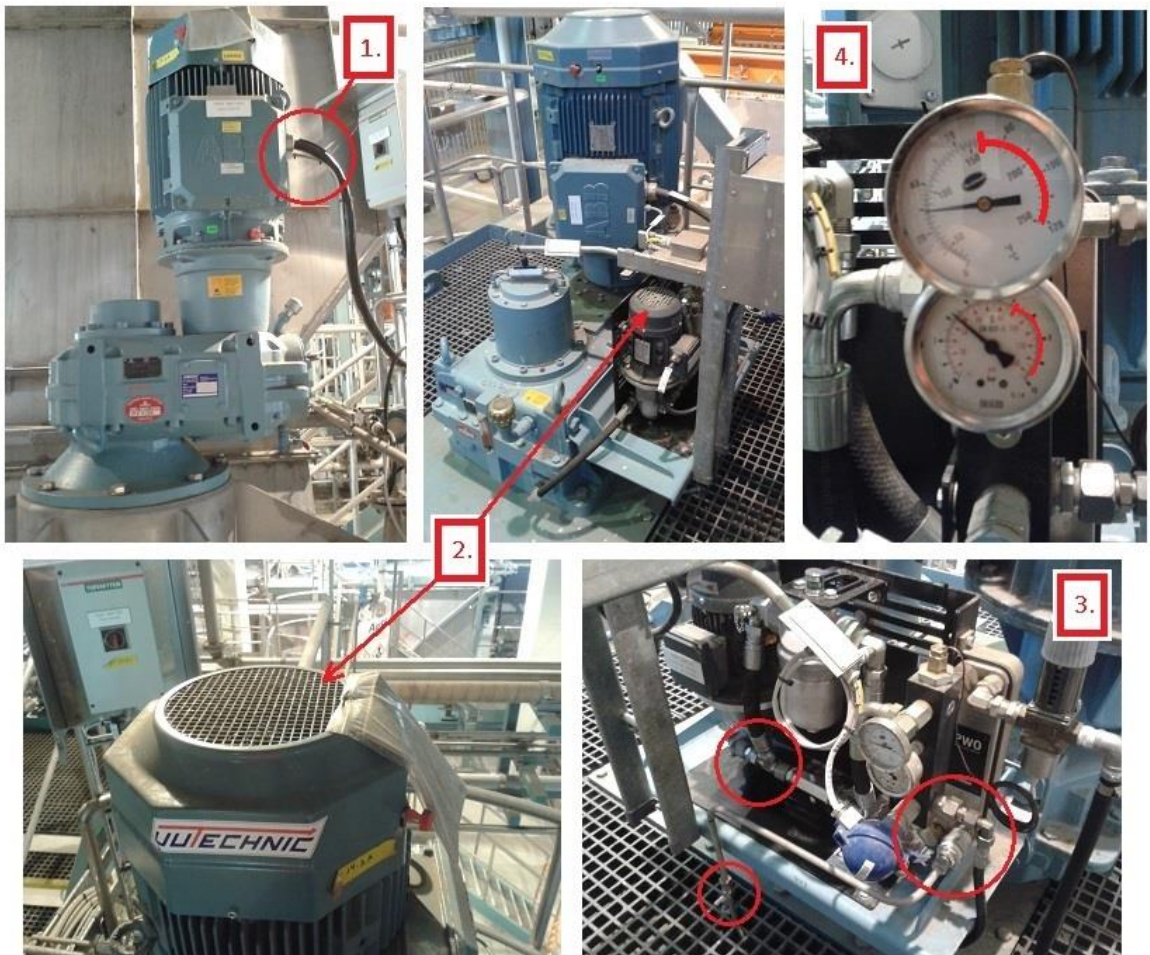


**Työn nimi: PbLS1-4, PbSYS, AgSYS ja PbVS1 sekoittimien
aistinvarainen tarkastus**

BOLIDEN

1. Tarkista, että sähkömoottorille menevät sähköjohdot ja niiden suojaukset ovat ehjiä.
2. Tarkista, että sähkömoottorin propellin suojaukset ovat paikallaan ja ehjiä.
3. Tarkista, että öljysäiliöltä koneikolle ja vaihteelle kulkevien hydraulilinjojen liitokset ja suojaukset ovat ehjiä. (koskee vain PbSYS ja PbVS1)
4. Tarkista koneikon kyljessä olevista mittareista, etteivät öljyn paine ja lämpötila ole normaalista poikkeavia. (PbSYS ja PbVS1)
5. Kuulostele, ettei sekoittaja pidä normaalista poikkeavaa ääntä tai värähtelyä.
6. **Havaitessasi ongelmia ota yhteyttä kunnossapitoon!**

HUOM! Varo pyöriviä moottorin osia ja kuumia pintoja!



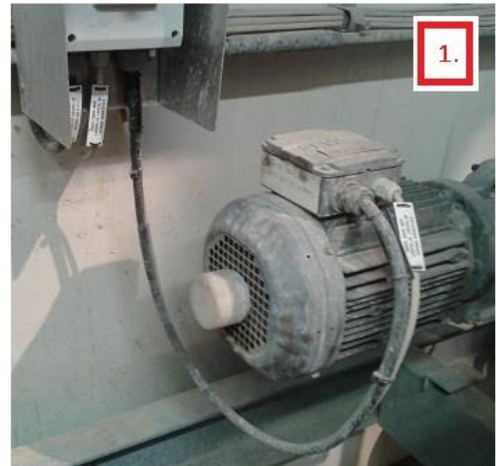
**Työn nimi: näytteenpalautuspumppujen aistinvarainen
kunnon tarkastus**

AgVJS, AgRPS1-4, AgKLS

BOLIDEN

1. Tarkista, että sähkömoottoriin kytketyt johdot, liitokset ja niiden suojaukset ovat ehjiä. Tarkista samalla, että propellin suojakotelo on paikallaan ja ehjä.
2. Tarkista, ettei pumppu vuoda liuosta kannen välistä, eikä siihen kytkettyjen linjojen laipoista.
3. Tarkista tiirauslasista pumpun etupuolelta, että pumpun kamppi pyörii tasaisesti ja kevyen näköisesti. Tarkista samalla lasista, ettei pumpun sisällä näy nestettä. Mikäli nestepinta näkyy lasia vasten, on pumpun letku todennäköisesti rikkoutunut.
4. Kuulostele, pitääkö pumppu tai moottori normaalista poikkeavaa tärinää tai ääntä.
5. **Havaitessasi ongelmia ota yhteys kunnossapitoon!**

HUOM! Varo pyöriviä moottorin osia!

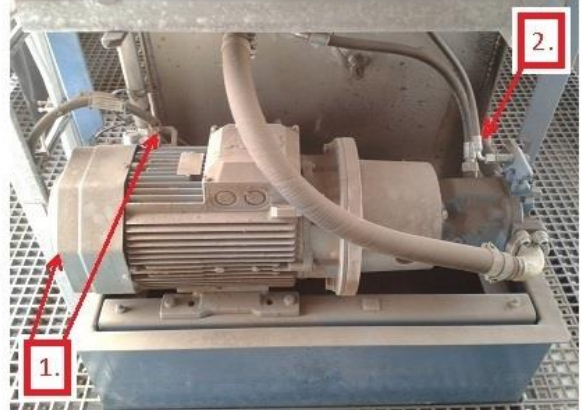


Työn nimi: S16 ja S15 harakoneikkojen aistinvarainen kunnontarkastus

BOLIDEN

1. Tarkista, että kaikki sähkökaapilta moottorille menevät johdot ja niiden suojaukset ovat ehjiä. Katso samalla, että sähkömoottorin propellin suojus on kunnolla kiinni ja ehjä.
2. Tarkista, että koneikon, öljysäiliön ja moottorin kaikki öljyletkut, letkuliittimet ja niiden suojaukset ovat ehjiä eivätkä tiputa öljyä.
3. Tarkista, ettei haran vaihde vuoda öljyä liitoskohdista.
4. Tarkista öljysäiliön kyljessä olevista mittareista öljyn lämpötila ja neste-pinta.
5. Kuulostele pitääkö harakoneikko normaalista poikkeavaa tärinää tai meteliä.
6. **Havaitessasi ongelmia ota yhteys kunnossapitoon!**

HUOM! Varo kuumia pintoja ja pyöriviä pumpun osia!



Työn nimi: S15 ja S16 yliterännin hampaiden harjaus**SEIMZ BOLIDEN**

1. Avaa sokat, jotka lukitsevat kannen ja nosta kansi ylös.
2. Katso, että ylite valuu ränniin hampaiden raosta tasaisesti.
3. Mikäli rännin hampaiden välit ovat kamittuneet, irrota kami kopauttamalla rännin kylkeen esimerkiksi rassilla. Jossei tämä auta, harjaa hampaan välit puhtaaksi varrellisella teräsharjalla.

HUOM! Älä kurottele sakeuttimen sisään, putoamisvaara!

