



Janne Niemi

RIKKIVETYLAITOSTEN VARAOSAKARTOITUS JA LAITTEIDEN KRIITTISYYSLUOKITTELU

RIKKIVETYLAITOSTEN VARAOSAKARTOITUS JA
LAITTEIDEN KRIITTISYYSLUOKITTELU

Janne Niemi
Opinnäytetyö
Syksy 2012
Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikan koulutusohjelma, projektoinnin suuntautumisvaihtoehto

Tekijä(t): Janne Niemi

Opinnäytetyön nimi: Rikkivetylaitosten varaosakartoitus ja laitteiden kriittisyysluokittelu

Työn ohjaaja(t): Tero Hietanen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: 09/2012

Sivumäärä: 42 + 8 liitesivua

Tämä insinöörityö tehtiin Talvivaara Sotkamo Oy:lle. Työssä suunniteltiin menetelmä kenttälaitteiden kriittisyyden määrittämiseksi sekä kartoitettiin rikkivetylaitosten automaatiolaitteet ja määriteltiin niille nimikkeet.

Tällä hetkellä Talvivaaran kunnossapitojärjestelmään on liitetty käyttöpaikkojen alle laitekortit, joille voidaan määrittää varaosia nimikerekisteristä. Varaosia on kuitenkin määritetty automaatiolaitteille vain 20%.

Työn suorittamiseksi tuli kunnossapitojärjestelmään, rikkivetylaitoksiin sekä laitteiden ominaisuuksiin tutustua huolella. Vaikeat olosuhteet ja laitosten kriittisyys toivat omat haasteensa varaosien valintaan. Työtä suoritettaessa sularikin lämpötilan pitäminen oikeassa pisteessä osoittautui tärkeimmäksi asiaksi laitteiden kestävyuden, sekä prosessin toimivuuden kannalta.

Työn tuloksena saatiin määritettyä rikkivetylaitosten varaosat kunnossapitojärjestelmään sekä menetelmä, jolla laitteiden kriittisyysluokka voidaan määrittää. Kriittisyysluokan määrittäminen auttaa valitsemaan varaosille sopivia tilauspisteitä ja optimiostokeriä. Tämä parantaa laitosten käyttövarmuutta ja helpottaa kunnossapidon jokapäiväistä toimintaa.

Asiasanat: Automaatio, rikkivetylaitos, kriittisyysluokittelu, varaosakartoitus

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

SISÄLTÖ.....	4
1 JOHDANTO	5
2 TALVIVAARAN KAIVOS	7
2.1 Talvivaaran tuotantoprosessi	7
2.2 Louhinta	8
2.3 Murskaus.....	9
2.4 Biokasaliuotus	10
2.5 Metallien talteenotto	12
3 RIKKIVEDYN VALMISTUS	14
3.1 Rikkivedyn valmistuksessa käytettävät kemikaalit	14
3.2 Rikkivetylaitoksen prosessikuvaus.....	15
3.2.1 Rikin syöttöpumput.....	17
3.2.2 Rikin kiertopumput	18
3.2.3 Rikkijäähdytin	19
3.2.4 Rikkivetykehitin	20
3.2.5 Rikkivetyjäähdytin	22
3.2.6 Rikkivedyn paineentasaussäiliö.....	23
4 KRIITTISYYSLUOKITUS JA VARAOSAKARTOITUS	24
4.1 Käyttövarmuus	24
4.2 Kriittisyyskaava	26
4.3 Varaosakartoitus	31
5 KRIITTISYYSLUOKAN MÄÄRITTÄMINEN RIKIN KIERTOLINJALLE	32
6 VARAOSIEN KIINNITTÄMINEN MAXIMOON.....	36
6.1 Nimikkeen teko.....	37
6.2 Laitteen luominen käyttöpaikan alle	39
7 POHDINTA	40
LÄHTEET.....	42
LIITE 1. Kriittisyysparametrit	
LIITE 2. Kriittisyyskaava	
LIITE 3. Rikkivetylaitosten automaatiolaitteisto	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa Talvivaaran rikkivetylaitosten sähkö-, automaatio- ja instrumentointilaitteisto ja määrittellä niiden kriittisyysprosessin toiminnan sekä turvallisuuden ja päästöjen kannalta.

Talvivaarassa on tehty käyttövarmuussuunnitelma, jossa kriittisyysluokittelu on määritetty kolmiportaiseksi, ABC-luokittelulla. Käyttövarmuussuunnitelma on kuitenkin vielä melko karkealla tasolla, mikä tulee ottaa huomioon insinööriä tehtäessä. Sähkö-, automaatio- ja instrumenttiosille vaaditaan käyttövarmuussuunnitelmasta laajempaa analysointia mm. varaosien toimitusaikojen huomioon ottamisella.

Työ aloitettiin tekemällä uusi kriittisyysluokittelusuunnitelma (vanhan käyttövarmuussuunnitelman pohjalta) laajentamalla ABC-luokitusta sekä määrittämällä laitteiden kriittisyysluokka PI-kaavioiden, henkilöhaastattelujen sekä laitetoimittajien tietojen pohjalta. Varaosien kriittisyyteen vaikuttavat laitteiden toimintopaikat prosessissa, samanlaisten laitteiden kokonaismäärä, varaosien toimitusajat, varaosien hinnat, laitteiden vikaantumisaste/-väli, vaihdettavuus laitteiden välillä, (esimerkiksi ei kriittisestä kohteesta kriittiseen ja niin edelleen) Talvivaaran kokemukseen tai laitetoimittajan suositukseen perustuen.

Kartoitus ja kriittisyysluokittelu tehdään Talvivaaran kaikille tehtaille, jolloin kriittisyysluokittelu voi myöhemmin muuttua, koska kriittinen varaosa voi löytyä useammastakin paikasta. Opinnäytetyö on kuitenkin rajattu rikkivetylaitosten rikin kiertolinjan alueelle.

Työn tarkoituksena on luoda Talvivaaraan säännöstö ja työkalu automaatiolaitteiden kriittisyyden määrittämiseen sekä parantaa rikkivetylaitosten käyttövarmuutta kiinnittämällä varaosia kunnossapitojärjestelmään ja miettimällä korvaavia varaosia rikin

kiertolinjalle. Laitteiden luokittelu helpottaa kunnossapidollista toimintaa ja sen avulla varastoon sitoutunut pääoma saadaan optimaaliselle tasolle. Luokittelu myös ehkäisee tuotantotappioita ja muita yllättäviä kustannuksia, joita voivat aiheuttaa muun muassa laitoksen seisonta-aika vikatilanteessa varaosia odottaessa.

2 TALVIVAARAN KAIIVOS

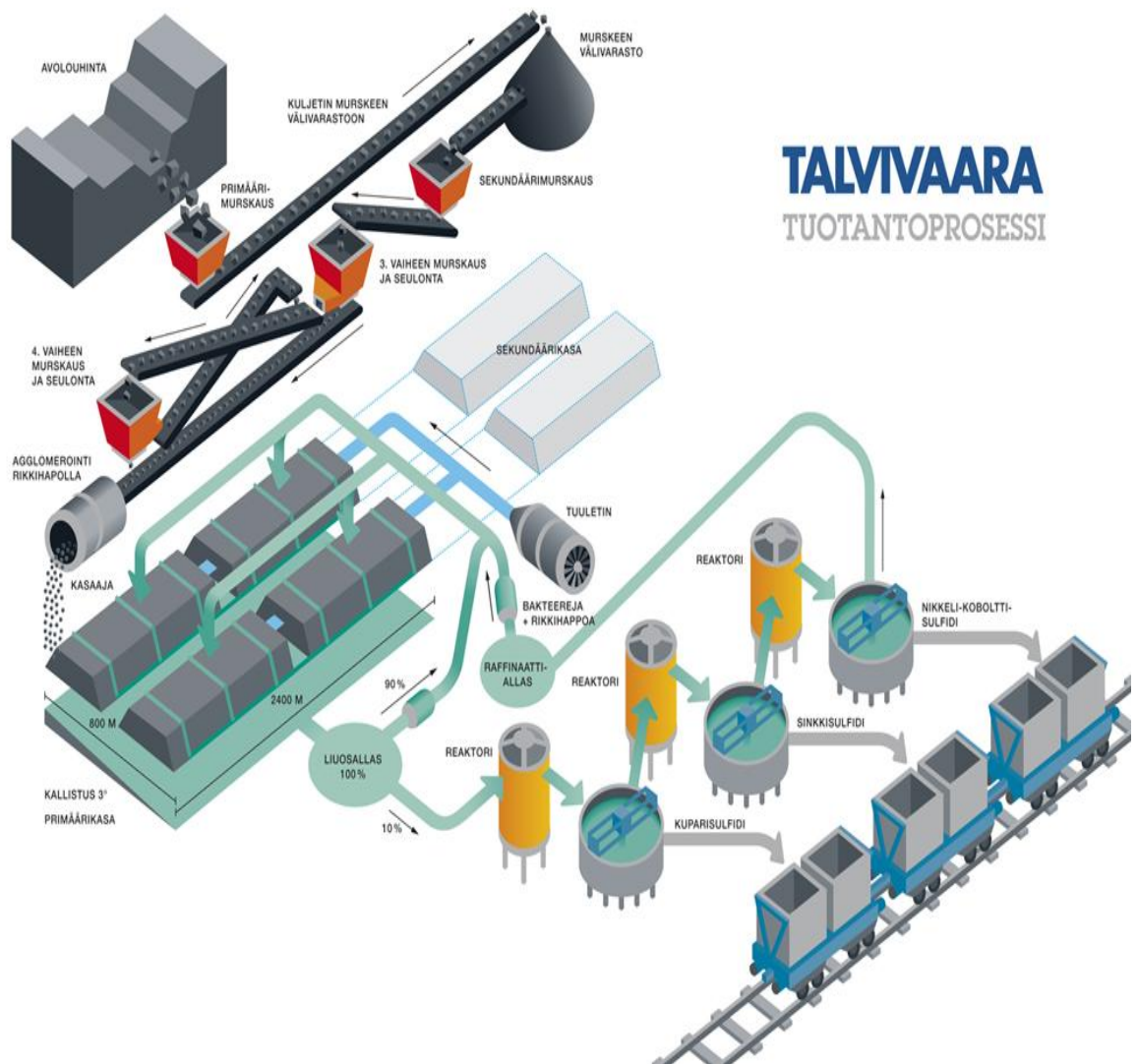
Talvivaaran kaivos sijaitsee Sotkamossa, Kainuussa. Talvivaaran esiintymät, Kuusilampi ja Kolmisoppi, muodostavat yhden Euroopan suurimmista sulfidisen nikkelin varannoista. Malmiesiintymät soveltuvat hyvin avolouhintaan, koska niiden päällä on vain ohut maakerros ja esiintymien geometrinen muoto on hyvä. Malmit voidaan louhia sivukivi-malmi-suhteella 1/1. (1.)

2.1 Talvivaaran tuotantoprosessi

Talvivaaran tuotantoprosessi koostuu neljästä päävaiheesta: louhinnasta, murskauksesta, biokasaliuotuksesta ja metallien talteenotosta. Prosessi on esitetty kuvassa 1.

Louhittu malmi murskataan neljässä vaiheessa, minkä jälkeen murske kasataan ja agglomeroidaan metalleja ja rikkihappoa sisältävällä PLS-liuoksella, jolloin pienet malmihiukkaset kiinnittyvät karkeampien pinnalle muodostaen tasakokoisia rakeita. Agglomeroinnin jälkeen malmi kasataan kahdeksan metriä korkeaksi kasaksi, jossa sitä liuotetaan bakteerien avulla puolentoista vuoden ajan. Kasan alustaan asennetun putkiston läpi puhalletaan alhaisella paineella ilmaa malmikasaan. Kasaa kastellaan liuoksella, jota kierrätetään kasan läpi, kunnes liuoksen metallipitoisuus on riittävän suuri metallien talteenottoa varten. (2.)

Puolentoista vuoden primääriliuotuksen jälkeen kasa siirretään sekundäärialustalle, missä liuotusta jatketaan, jotta metallit saadaan talteen myös huonosti liuenneista kasan osista. Tällaisia kohtia ovat esimerkiksi kasan kaltevat reunat ja mahdolliset saostumat kasan sisällä. Sekundäärikasa on myös liuotetun malmin loppusijoituspaikka. (2.)



KUVA 1. Talvivaaran tuotantoprosessi (2)

2.2 Louhinta

Talvivaarassa käytettäväksi louhintamenetelmäksi on valittu avolouhinta. Malmin arvioitu vuosituotanto vaihtelee runsaasta 35 miljoonasta 60 miljoonaan tonniin riippuen kunakin vuonna kertyvästä sivukiven määrästä. Keskimääräinen sivukivi-malmi-suhde kaivoksen koko toiminta-aikana on arvioiden mukaan noin 1/1. (3, s. 30.)

Malmia ja sivukiveä louhitaan poraamalla ja räjäyttämällä. Porauskalustona käytetään dieselkäyttöisiä, hydraulisia telaketjuporavaunuja. Räjäytetty malmi ja sivukivi lastataan kaivinkoneilla raskaisiin louheenkuljetusajoneuvoihin, louhintatapahtuma on esitetty kuvassa 2. Ne siirtävät malmin louhoksen ulkopuolella sijaitsevalle esimurskaimelle. Sivukivi siirretään sekundäärikasoihin tai läjitysalueelle. (3, s. 30.)



KUVA 2. Malmin louhinta ja lastaus (5)

2.3 Murskaus

Louhoksen läheisyydessä tapahtuvan esimurskauksen jälkeen kuljetinjärjestelmä siirtää malmin metallien talteenottolaitoksen luona olevaan hienomurskaamoon. Hienomurskaamossa malmi murskataan kolmivaiheisesti, kunnes saavutetaan tarvittava raekoko. Malmin raekoolla on suuri merkitys, koska liuotus tapahtuu sitä nopeammin, mitä pienempiä rakeet ovat. Liian pientä raekoko on kuitenkin syytä välttää, koska hyvin pieni raekoko kasvattaa murskauskustannuksia ja heikentää kasojen vakautta sekä veden ja ilman läpäisykykyä. (3, s. 31.)

Seuraavaksi murskattu malmi agglomeroidaan pyörivässä rummussa. Agglomeroinnissa malmiin lisätään PLS-liuosta, jotta hienojakoiset ja karkeat malmirakeet yhdistyvät. Tämä valmisteluvaihe varmistaa, että kasatussa malmissa ilman ja veden läpäisy on riittävä liuotusprosessia varten. Agglomeroinnin jälkeen malmi siirretään kuljettimilla kasauslaitteistolle. Kasauslaitteisto syöttää malmia kahdeksan metrin korkuiseksi primäärikasaksi, jossa malmia liuotetaan puolentoista vuoden ajan. (3, s. 31.)

2.4 Biokasaliuotus

Biokasaliuotus on prosessi, jossa metalleja liuotetaan malmista bakteerikatalyyysin avulla. Bakteerien toimintaa biokasaliuotuksessa voidaan kiihdyttää lisäämällä malmiin agglomeroinnin yhteydessä bakteeriliuosta. Talvivaaran prosessissa käytetään alueella luonnostaan esiintyviä bakteereja. Prosessin raaka-aineena on kasauslaitteistolla (Kuva 3) kasattava murskattu malmi, jota ilmastamalla ja kastelemalla liuotus käynnistetään. Kasan pohjalle asennetaan putkisto, jonka kautta malmiin puhalletaan ilmaa matalapainepuhaltimilla. Päältä päin kasaa kastellaan liuoksella, ja liuosta kierrätetään kasan läpi, kunnes liuksen metallipitoisuus on riittävän korkea metallien talteenottoa varten. Liuotusta tehostetaan ja nopeutetaan tarkkailemalla ja säätämällä useita fysikaalis-kemiallisia ja mikrobiologisia prosessiparametreja, kuten kasteluliuksen happamuutta, liuksen määrää, talteenotettavan metallipitoisen liuksen virtaa ja ilmastuksen määrää. Kun riittävä metallipitoisuus on saavutettu, liuksesta johdetaan jatkuva sivuvirta metallien talteenottoon ja kiertoon lisätään sopivien liuotusolosuhteiden ylläpitämiseksi joko puhdasta vettä tai puhdistettua prosessivettä. (3, s. 31.)



KUVA 3. Kasauslaitteisto (5)

Koko liutus- ja metallienerotusprosessi tapahtuu suljetussa kierrossa, joten se on kestävä ja ympäristöystävällinen ratkaisu. Kun malmia on liutettu puolitoista vuotta primäärialustalla, kasa puretaan ja malmi siirretään ja kasataan uudelleen sekundäärialustalle. Siellä liutusta jatketaan, jotta metallit saadaan talteen myös primäärikasan huonosti liuenneista osista. (3, s. 31.)

Ensimmäisen noin 18 kuukautta kestävästä kasaussaiheesta jälkeen malmia puretaan kaivinkoneilla ja kuljetetaan sekundäärialustalle jatkoliutusta varten. Kaivinkoneiden purkaessa malmia kasauslaitte seuraa sen perässä ja kasaa uutta malmia avolouhoksesta. Toisen liutusvaiheen jälkeen liutettu malmi jää pysyvästi sekundäärikasoihin. (3, s. 32.)

2.5 Metallien talteenotto

Talvivaaran metallien talteenottoprosessissa arvometallit saostetaan kemikaalien avulla kiertoliuoksesta. Bioliuotuksesta saatavasta metallisulfaattiliuoksesta erotetaan arvometallit rikkivedyn avulla erillisiksi tuotteiksi. Erotusta hallitaan säätämällä rikkivetyannostusta ja liuoksen happamuutta. Metallisulfidien saostus tapahtuu saostusreaktoreissa vaiheittain. Kiintoaineen ja nesteen erotus tapahtuu sakeutinaltaissa.

Sakeutinaltaita on yhteensä 19 (kuva 4). Tuotteena saatavat metalliyhdisteet – kuparisulfidi, sinkkisulfidi sekä koboltti- ja nikkelisulfidin seos – kuljetetaan jatkojalostusta varten Talvivaaran asiakkaiden jalostuslaitoksiin. Tärkeimpiä prosessissa tarvittavia kemikaaleja ovat kalkkikivi, poltettu kalkki, lipeä sekä rikkivety, joka tuotetaan paikan päällä elementtirikistä ja vedystä. Kalkkia käytetään liuoksen puhdistuksessa, puhdistettu liuos palautetaan takaisin kasan kiertoliuokseksi. Metallien talteenottoprosessissa syntyy neutralointisakkaa sekä metallihydroksidi/kipsisakkaa. Neutralointisakka loppusijoitetaan suodatinkuivana sivukivikasoihin. Muut hydroksidi- ja kipsisakat loppusijoitetaan siihen tarkoitukseen rakennettuun kipsisakka-altaaseen. (3, s. 32.)



KUVA 4. Sakeutinallas (5)

3 RIKKIVEDYN VALMISTUS

Rikkivetyä valmistetaan kuumentamalla rikki 445–455 asteen lämpötilaan rikkivetykehittimessä. Vety kuplitetaan kuuman rikin läpi, jolloin kaasut reagoivat vapauttaen lämpöä.

Vety on prosessissa rajoittava tekijä. Prosessi pysähtyy vedyn katkaisusta. Prosessissa syntyvä lämpö poistetaan jäähdyttämällä kiertorikkiä.

3.1 Rikkivedyn valmistuksessa käytettävät kemikaalit

Rikkivedyn valmistuksessa käytetyt kemikaalit sekä korkeat lämpötilat ja paine tuovat omat haasteensa putkilinjojen ja laitteiden kestävyys- ja käyttöasteeseen sekä prosessin oikeaoppiseen ajamiseen. Näiden seikkojen takia laitteistojen oikeat materiaalivalinnat ovat erittäin tärkeitä.

Elementtirikki on huoneenlämmössä keltainen epämetalli. Rikkipölyn räjähdysraja on 35–1400 g/m³ ja sen itsesyttymislämpötila on 232 astetta. Palavasta rikistä muodostuu myrkyllistä rikkidioksidia. Rikki sulaa 115,2 asteessa ja muuttuu noin 200 asteessa punaiseksi nesteeksi, joka syttyessään palaa sinisellä liekillä. Rikin käyttäytymisen erikoisuus on sen viskoosi alue 140–260 asteen välillä. Sulan rikin viskositeetti nousee rajusti 160 asteen kohdalla ja laskee uudelleen 260 asteen jälkeen.

Vety on ilmaa kevyempi, väritön ja hajuton kaasu. Puhdas vety ei ole vaarallista hengittää, mutta voi aiheuttaa tukehtumisen, jos pitoisuus on suuri. Vety-ilmaseos on laajalla alueella räjähtävä. Vedyn syttymislämpötila on 580 astetta.

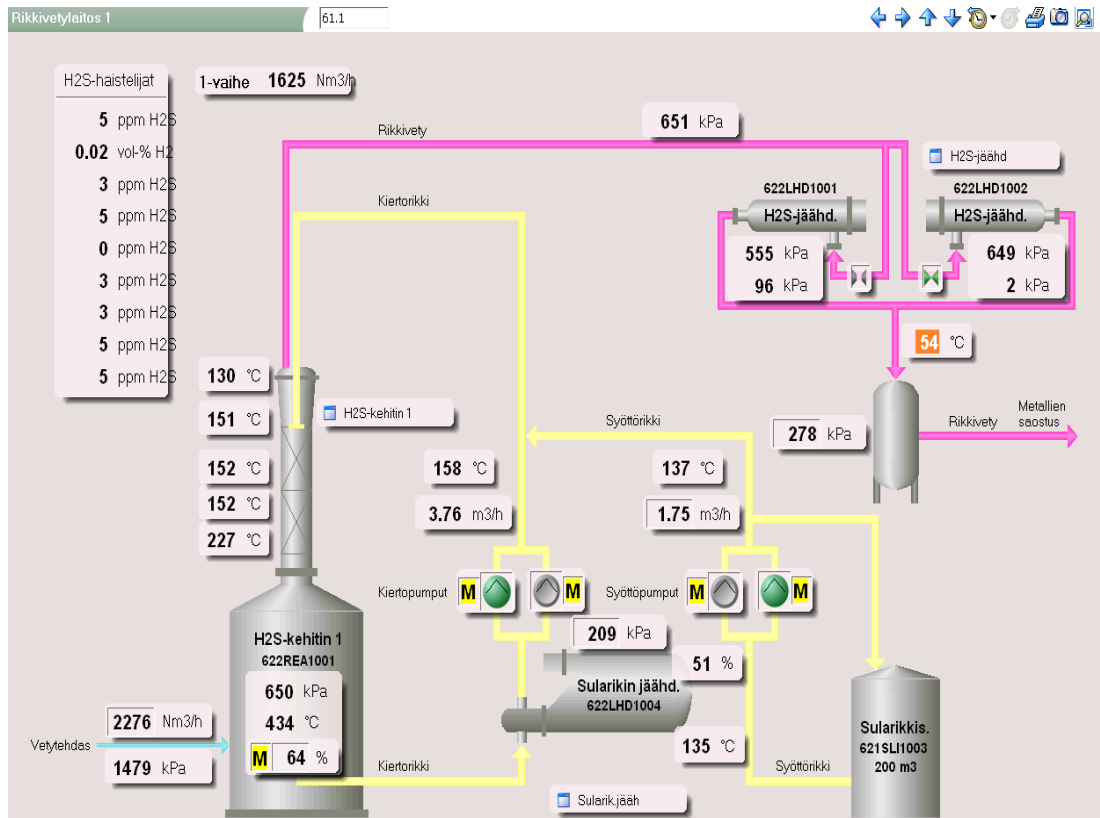
Typpi on väritön, hajuton ja mauton, hieman ilmaa kevyempi kaasu. Yhdestä litrasta nestemäistä typpeä saadaan noin 700 litraa kaasumaista typpeä. Typpeä käytetään laitoksen inertointiin, joka tarkoittaa kaasutilan pesua

inerttikaasulla. Laitteistoja ja putkia inertoidaan, jotta tarvittavat huoltotyöt voidaan tehdä turvallisesti. Inertoimalla poistetaan myös huoltotöiden yhteydessä laitteisiin ja putkiin päässyt ilma.

Rikkivety on ilmaa raskaampi, palo-/räjähdysvaarallinen ja erittäin myrkyllinen kaasu. Syttyminen on mahdollista, kun pitoisuus ilmassa on 4,3 – 45,5 tilavuusprosenttia. Itsesyttymislämpötila on 260 astetta. Saostuksissa käytettävä rikkivety on noin 99 % H₂S-kaasua. Mahdolliset syttymiset rajoittuvat normaaliajossa lähinnä saostusreaktoreiden kaasutiloihin. Siitä huolimatta missä tahansa tilassa voi syntyä räjähdysvaara putkien tai laitteistojen vuotaessa. Rikkivety hapettaa metalleja ja muodostaa metallisulfideja.

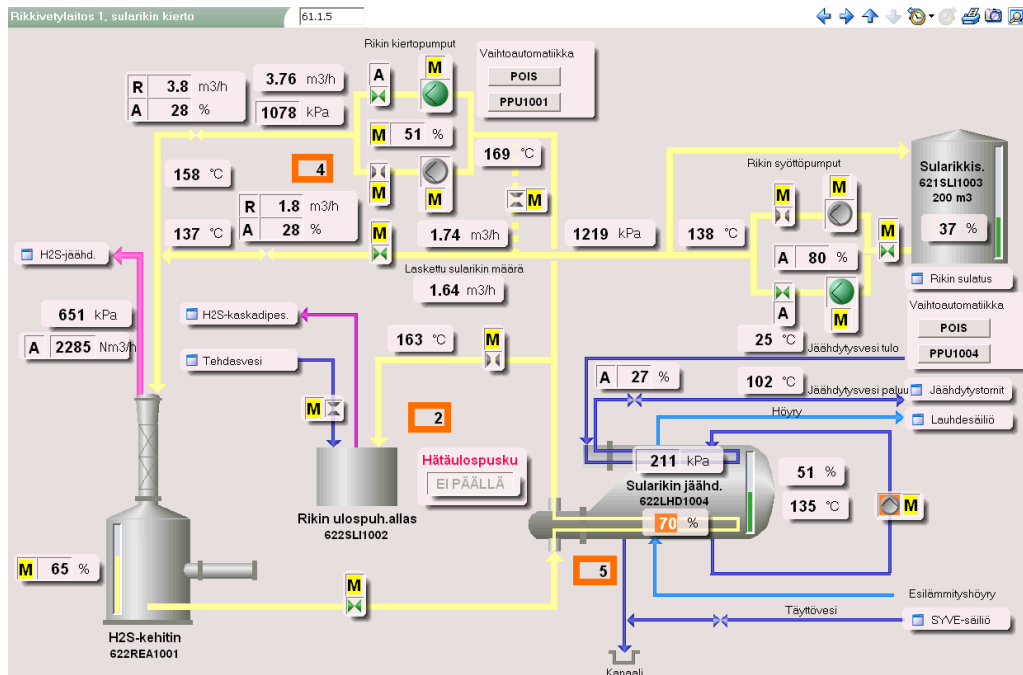
3.2 Rikkivetylaitoksen prosessikuvaus

Kuvassa 5 on esitetty rikkivetylaitos 1:n prosessikuvaus, kuvassa 6 on tarkempi kuvaus rikin kiertolinjasta. Rikkivetykehittämiä on kaksi kappaletta ja molemmilta kehittimeltä lähtee oma linjasto omalle laitokselleen, rikkivetylaitoksille 1 ja 2. Laitokset ovat lähes identtisiä.



KUVA 5. Rikkivetylaitos 1:n prosessikuvaus

Rikin kiertolinja lähtee reaktorin pohjalta ja kulkee rikkijäädyttimen kautta takaisin reaktorin huipulle (kuva 6).



KUVA 6. Rikin kiertolinja

3.2.1 Rikin syöttöpumput

Sularikkisäiliöltä tuleva sularikki pumpataan rikin syöttöpumppujen (kuva 7) kautta rikkivetykehittimeen. Rikin syöttöpumput ovat kahdennettuja, toinen käytössä ja toinen varalla. Pumpuilla syötetään korvausrikkiä reagoivan rikin tilalle. Molemmat pumput ovat yhtäaikaan käytössä, kun reaktoria täytetään ylösajossa. Pumput ovat höyrylämmitteisiä.



KUVA 7. Rikin syöttöpumput

3.2.2 Rikin kiertopumput

Rikin kiertopumput (kuva 8) ovat kahdennettuja ja ne ovat myös varavoiman päässä. Pumpuilla kierrätetään rikkiä kehittimen pohjalta jäähdytyksen kautta takaisin kehittimen huipulle. Näin voidaan säätää kehittimen lämpötilaa.



KUVA 8. Rikin kiertopumput

3.2.3 Rikkijäähdytin

450-asteista sulaa rikkiä kierrätetään rikkijäähdyttimen (kuva 9.) kautta takaisin kehittimen torniin, ohjaamaan reaktorin lämpötasapainoa. Jäähdyttimen läpi kulkee vesikierto, joka jäähdyttää sulaa rikkiä. Jäähdyttimen jälkeen rikki on noin 140-asteista.



KUVA 9. Rikkijäähdytin

3.2.4 Rikkivetykehitin

Rikkivetykehitin (kuva 10.) on 10,5 metriä korkea ja 3,6 metriä halkaisijaltaan oleva sylinteri, jonka päällä on 14,3 metriä korkea ja 1,06 metriä halkaisijaltaan oleva jäähdystorni. Reaktorin sisään tulee kolme vedyn syöttöputkea ja kolme lämmitysvastuspakettia. Reaktorin sisällä on myös kahdeksasta tasosta muodostuva välipohjarakenne, joka pakottaa vedyn ja kuuman rikin kosketuksiin keskenään.

Jäähdystorni koostuu yhtenäisestä 9,9 metrin suorasta putkesta, jonka täyteenä on kaksi 4,6 metrin korkuista racing-rengaspatjaa jakamassa ja hidastamassa sulan rikin valumista alaspäin. Jäähdystornin yläpää on laajeneva kartio, jossa nousevan rikkivedyn virtausnopeus pienenee ja kaasun mukana kulkeutuvat pisarat saadaan erotettua tuotteesta mahdollisimman tehokkaasti. Jäähdystornin tehtävä on jäähdyttää kehittimeltä tulevaa tuotekaasua ja puhdistaa tuotekaasusta höyrystynyt rikki ja rikkipisarat johtamalla tuotekaasukaasu kiertorikin läpi. Jäähdystornissa

rikkivety jäähtyy noin 200 asteeseen, jonka kautta rikkivety se kulkee vielä rikkivetyjäähdytimeen.



KUVA 10. Rikkivetykehitin

3.2.5 Rikkivetyjäähdytin

Rikkivetyjäähdyttimet (kuva 11.) ovat kahdennettuja. Jäähdyttimen tehtävä on jäähdyttää rikkivety noin 40 asteeseen. Jäähdyttimeen voi myös kulkeutua tuotekaasun mukana höyrystynyttä rikkiä ja rikkipisaroita, mikäli jäähdytystornissa kulkeva kiertorikki ei ole ollut tarpeeksi viileää. Tähän saakka tuotekaasun mukana päässyt höyrystynyt rikki ja rikkipisarot kiteytyvät ja tarttuvat jäähdyttimen pohjalle ja putkistoon. Jäähdyttimet täytyy välillä sulattaa, jotta ne saadaan puhdistettua kiteytyneestä rikistä. Sulatus tapahtuu jäähdyttimien pohjassa sijaitsevilla lämpövastuksilla. Varalla oleva jäähdytin otetaan käyttöön puhdistuksen ajaksi.



KUVA 11. Rikkivetyjäähdytin

3.2.6 Rikkivedyn paineentasaussäiliö

Jäähdytetty rikkivety kerätään paineentasaussäiliöön (kuva 12.). Säiliön paine on noin 5,5 bar ja tilavuus 10 m³. Säiliöstä rikkivety virtaa prosessiin omalla paineellaan. Paineentasaussäiliön pohjalla on lämpövästus, jotta tänne saakka päässyt rikki saadaan sulatettua ja tyhjennettyä tarvittaessa.

Rikkivedyn paineentasaussäiliöitä asennetaan lähitulevaisuudessa kaksi kappaletta lisää. Uudet säiliöt tulevat rikkivetyjäähdyttimien ja paineentasausventtiilin väliin puskuriksi tasoittamaan reaktorin painehäviöitä. Paineentasaussäiliöissä oleva tuotekaasu on noin 30-asteista.



KUVA 12. Rikkivedyn paineentasaussäiliö

4 KRIITTISYYSLUOKITUS JA VARAOSAKARTOITUS

Laitteiden kriittisyyden määrittämiseksi tarvitaan tarkat tiedot laitteiden tyypeistä sekä missä ne sijaitsevat. Tämän lisäksi prosessin toiminta tulee tuntea hyvin. Varaosakartoitus auttaa näiden tietojen selvittämisessä, jolloin kriittisyysluokka saadaan mahdollisimman luotettavaksi. Kriittisyyden määrittäminen auttaa myös käyttövarmuutta parantavien tekijöiden selvittämisessä.

Rikkivetylaitoksen käyttövarmuuden parantamiseksi tuli tehdä uusi kriittisyysluokittelutyökalu sekä selvittää, mitä automaatiolaitteita laitoksella on käytössä ja löytyykö niille nimikkeellisiä varaosia.

4.1 Käyttövarmuus

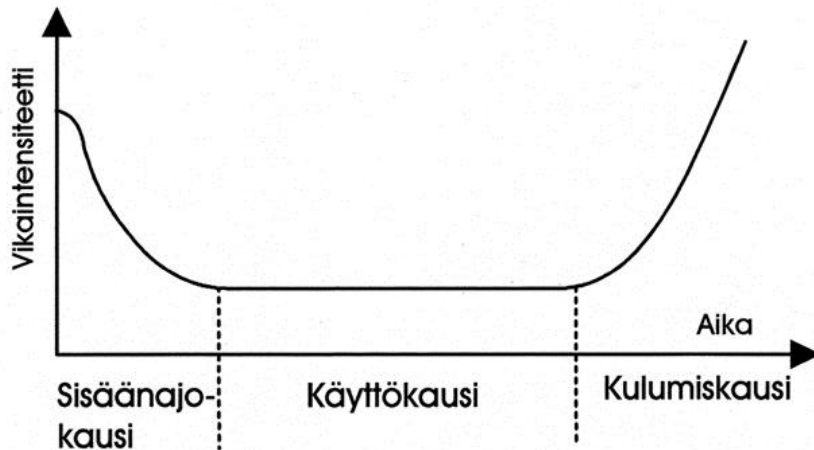
Käyttövarmuus tarkoittaa kohteen kykyä olla tilassa, jossa se pystyy suorittamaan siltä vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa ja tietyllä ajan hetkellä tai tietyn ajanjakson aikana (6. s, 36). Käyttövarmuutta voidaan mitata useilla eri tekijöillä:

- Käyntiajalla tarkoitetaan aikaa, jolloin kohde suorittaa vaadittua toimintoa.
- Vikaantumisaika on aika käyttöönotosta, kunnostamisesta tai korjauksesta vikaantumiseen.
- Vikaantumisväli on kahden peräkkäisen vikaantumisen välinen aika.
- Vikataajuus tarkoittaa tarkastelujaksolla vioittuneiden laitteiden lukumäärän suhdetta tarkastelujakson alussa ehjiin laitteisiin.
- Häiriökorjausaika on korjaustoimenpiteeseen kuluva aika.

- Enimmäiskorjausaika on aika, joka enintään saa kulua kohteen korjaukseen.
- Seisakkiaika on aika, jolloin tuotanto on pysähdyksissä käytön tai kunnossapidon vaatimien toimenpiteiden vuoksi.
- Viiveaika tarkoittaa aikaa jolloin korjausta ei voida suorittaa varaosien toimitusajan tai muun esteen vuoksi.
- Virheikäytön esto on laitteiden ja järjestelmien tekninen ominaisuus, jolla estetään tai vaikeutetaan virheellinen käyttö tai vaaran aiheuttaminen. (6. s, 43-45)

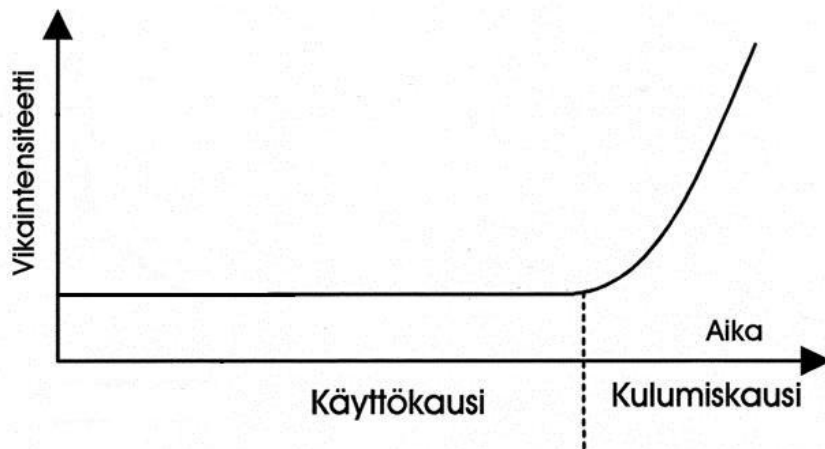
Jotta käyttövarmuutta voitaisiin parantaa, on tärkeää pystyä ennakoimaan laitteiden vikaantumista sekä vikaantumisesta aiheutuvia tappioita. Kun pystytään arvioimaan kuinka kauan tietty laite pysyy ehjänä ja pystyy suorittamaan siltä vaaditut toiminnot, voidaan myös valita laitteiden varaosille sopivat tilauspisteet ja optimiostoerät. Kun tiedetään laitteen vikaantumisesta aiheutuvat turvallisuusriskit ja tuotannon katkeamisesta aiheutuvat taloudelliset tappiot, voidaan myös miettiä laitteelle korvavaa vaihtoehtoa eri hinta- ja laatuluokassa. Käyttövarmuuden parantamista rikin kiertolinjalle on pohdittu luvussa 5.

Vikaantumiseen vaikuttaa useita eri tekijöitä, kuten olosuhde, materiaalivalinnat, ajotapa ja muiden laitteiden luotettavuus. Perinteinen vikaantumistodennäköisyysmalli on niisanottu uima-allasmalli, joka on esitetty kuvassa 13.



KUVA 13. Vikaantumistodennäköisyys aluksi (4)

Kun laitetta on käytetty pidemmän aikaa ja oikeanlainen ajotapa on löytynyt, sisäänajokauden vikatodennäköisyys poistuu ja käyttökausi pitenee. Nyt vikaantumistodennäköisyys tulee näyttämään kuvan 14 mukaiselta.

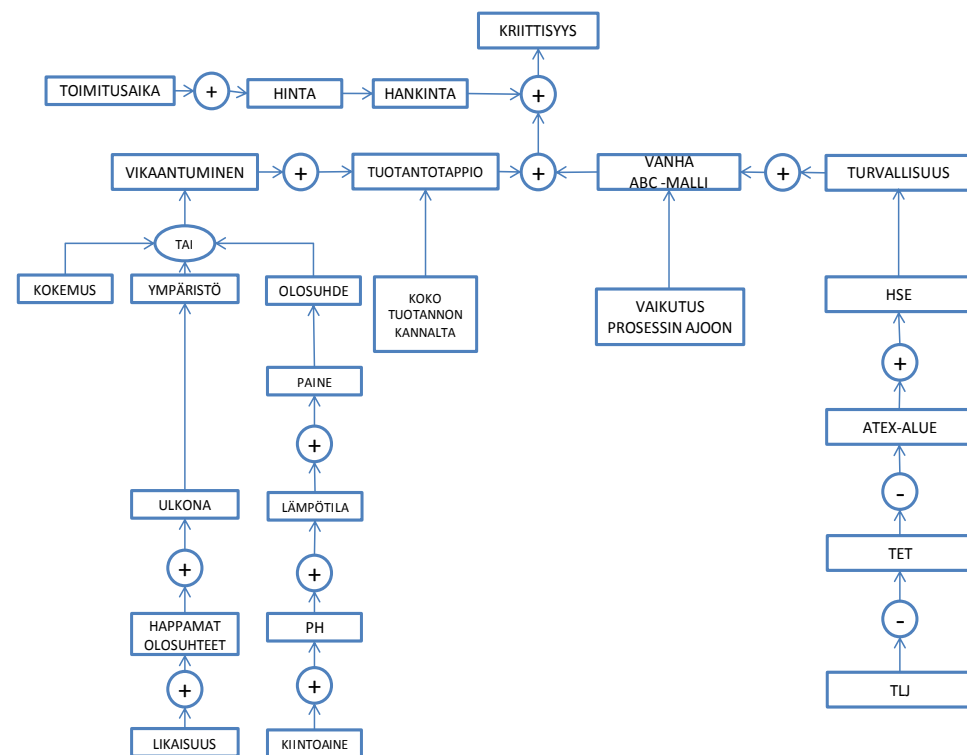


KUVA 14. Vikaantumistodennäköisyys myöhemmin.

4.2 Kriittisyyskaava

Vaikka kentälaitteille määriteltiinkin kriittisyysluokka A,B,C haluttiin laitteille myös tarkempi, numeerinen kriittisyysarvo. Tätä varten tuli kriittisyydelle

keksiä matemaattinen kaava, jota voitaisiin käyttää myöhemmin automaatiolaitteiden kriittisyysluokituksissa. Kriittisyyteen vaikuttaa useita eri tekijöitä ja ne määritettiin vuokaavioon (kuva 15). Lisäksi tehtiin Excel- taulukko kriittisyyteen vaikuttavista parametreista (liite 1) ja Excel-taulukko, johon laitteen tiedot voidaan syöttää, jolloin excel laskee kriittisyyden (liite 2). Liitteestä 2 on poistettu hintatiedot.



KUVA 15. Kriittisyysvuokaavio

Kriittisyys koostuu viidestä tekijästä: vikaantuminen, hankinta, tuotantotappio, ABC-luokitus ja turvallisuus. Kaikki neljä ensinmainittua päätekijää voivat saada maksimissaan 60 pistettä ja turvallisuus 80 pistettä, joten kriittisin mahdollinen laite on 320 pistettä. Tarkemmat pisteytysparametrit on esitetty liitteessä 1.

Vikaantumista voidaan ennakoida parhaiten kokemuksen myötä. Kun kokemusta on riittävästi, voidaan vikaantumisaika arvioida vuosina ja vuodet

voidaan pisteyttää. Kun laitos on nuori eikä vikaantumista voida vielä arvioida kokemuksen perusteella, voidaan arviointiin käyttää vaihtoehtoisesti laitteen olosuhdetta. Olosuhteeseen vaikuttavat prosessiaineen ominaisuudet paine, lämpötila, Ph ja kiintoaineen määrä. Ominaisuuksia ei kuitenkaan voida käyttää esimerkiksi toimilaitteiden, asennoittimien ja I/O-korttien vikaantumisen arviointiin, koska ne eivät ole kosketuksissa prosessiaineen kanssa. Tällaisten laitteiden kestävyys arvioinnissa tulee miettiä laitteen ympäristöolosuhteita, kuten sijaitseeko se ulkona, happamassa- tai erittäin likaisessa ympäristössä. Mikäli laite on kosketuksissa prosessiaineen kanssa, mutta ympäristöolosuhteet aiheuttavat siihen enemmän vikaantumista, käytetään arviointiin ympäristöolosuhdetta.

Tuotantotappioita voidaan arvioida laitteen rikkoutumisesta aiheutuvan seisakin pituudella ja sillä, miten seisakki vaikuttaa koko Talvivaaran tuotantoon. Esimerkiksi rikkivetylaitoksen seisakki aiheuttaa tuotannon menetyksiä, mutta kahdennuksen takia saadaan yhdeltä laitokselta kuitenkin vielä 75 % tarvittavasta rikkivedystä, mikä tarkoittaa, että rikkivetylaitoksen laitteet saavat 50 pistettä tuotantotappiosta. Happilaitos taas voi olla alhaalla kuukausia, mutta sen seisakki aiheuttaa lopputuotteen laadun heikkenemistä, joten sen laitteet saavat 10 pistettä. Vetylaitokset ovat kahdennettuja, joten ne saavat 30 pistettä. Pisteytyksessä on käytettävä myös harkintaa siltä osin, että kaikki rikkivetylaitoksen laitteet eivät kuitenkaan automaattisesti saa 50:tä pistettä, koska kaikkien laitteiden rikkoutuminen ei kuitenkaan aiheuta tehtaan alasajoa.

ABC-luokitus on operaattoreiden määrittämä arvio siitä aiheuttaako laitteen rikkoutuminen muutoksia prosessin ajamisessa tai aiheuttaako se pahimmillaan tehtaan alasajon. A-luokan laite saa 60 pistettä, B 30 pistettä ja C 0 pistettä. ABC-luokitusta on käsitelty tarkemmin luvussa 5.

Turvallisuuden pisteyttämisessä voidaan miettiä, voiko laitteen rikkoutuminen aiheuttaa ympäristötuhoja, jolloin laite saa 40 pistettä. Mikäli

rikkoutuminen voi aiheuttaa myös henkilövahinkoja, tulee pisteitä 70. Jos laite sijaitsee atex-alueella se saa vielä 10 pistettä. Laitteille voidaan vaatia valmistajalta TET-luokitus, joka tarkoittaa turvallisuuden eheystasoa. Talvivaarassa TETistä käytetään nimeä SIL safety integrity level. Minkään yksittäisen laitteen SIL-luokitus ei kuitenkaan riitä, vaan jokaisen piirin laitteen täytyy olla SIL-luokiteltuja. Kaikki turvalogiikoiden perässä olevat laitteet ovat Talvivaarassa SIL-luokiteltuja, mutta SIL -laitteita voi olla myös yksittäisinä. Nämä tekijät vähentävät turvallisuudesta yhteensä 20 pistettä.

Laiteen kriittisyyteen vaikuttaa myös hinta, toimitusaika ja se kuinka paljon laitetta on käytössä koko tehdasalueella. Matala hinta nostaa kriittisyyttä, koska tällaista osaa on mahdollista ostaa enemmän varastoon. Kalliin laitteen ostaminen on ongelmallista taloudellisista syistä, minkä vuoksi kalliit laitteet eivät saa pisteitä.

Koska varaston arvo ja tila ovat rajallisia, ei varastoon kannata hankkia laitetta, jolla on lyhyt toimitusaika. Lyhyt toimitusaika ei nosta kriittisyyttä, koska varaosaa ei tarvitse olla jatkuvasti varastossa.

Laitteiden kokonaismäärä vaikuttaa ostotarpeeseen, koska voidaan ajatella, että mitä enemmän tiettyjä laitteita on käytössä, sitä enemmän niitä kuluu. Toisaalta, jos kriittisyys määritellään Talvivaaran jokaiselle laitteelle, voidaan kriittisyystaulukosta nähdä monessako paikassa samanlainen laite on kriittinen. Tämä taas voi vähentää laitteen varaosatarvetta, mikäli laitetta on käytössä useassa paikassa, mutta se on kriittinen vain muutamassa paikassa. Tällöin kriittiselle laitteelle voidaan ottaa sen rikkoutuessa, varaosa jostain ei kriittisestä paikasta. Näiden seikkojen vuoksi laitteiden määrää ei otettu huomioon kriittisyyttä laskettaessa.

Rikin kiertolinjan automaatiopiirien laitteiden kriittisyys laskettiin uutta kriittisyyskaavaa käyttäen, syöttämällä tarvittavat tiedot kriittisyystaulukoon. Laitteille määritetyt kriittisyyspisteet ja kaavan laskemat tulokset on nähtävissä liitteestä 2. Kriittisyystaulukosta nähdään, että kaikkein kriittisimmäksi

laitteeksi osoittautui, piirien 622HSZ-3337 ja 622-HSZ-3537 valveguard 240 pisteellä. Tämän laitteen korkeaan kriittisyyteen vaikuttaa pitkä toimitusaika, matala hinta, vaikeat ympäristöolosuhteet sekä mahdollinen riski aiheuttaa ympäristövahinkoja. Laitteen rikkoutuessa sillä on myös välitön vaikutus prosessin ajoin ja erittäin suuri merkitys tuotannon kannalta.

Vähiten kriittisimmäksi laitteeksi osoittautui rikin kiertopumppuja ohjaava taajuusmuuttaja 95 pisteellä. Matalaan kriittisyyteen vaikuttaa muunmuassa lyhyt toimitusaika, korkea hinta sekä laitteen kahdennus. Laite ei myöskään sijaitse Atex-alueella, vaan paineistetussa sähkötilassa.

Laitteille saatiin uusi ABC-luokitus määrittämällä kokonaiskriittisyyden (Kkr) pisteille raja-arvot. C-luokan laitteita ovat kaikki alle 110 pisteen laitteet. B-luokan laitteita ovat kaikki 110–220 pisteen laitteet. A-luokan laitteita ovat kaikki yli 220 pisteen laitteet. Taulukkoa tarkastelemalla huomataan, että ABC-luokitus laskee monen laitteen kohdalla, verrattuna vanhalla ABC-mallilla määritelyyn kriittisyyteen. Varastokapasiteetin ollessa rajallinen, kriittisyysluokan aleneminen onkin hyvä asia, jotta voidaan paremmin arvioida, mitä laitteita varastoon todella kannattaa hankkia ja varastoida.

Kaikkia kriittisyyteen ja siihen vaikuttaviin tekijöihin liittyviä asioita ei voitu ottaa huomioon, koska niiden määrittäminen pisteiksi oli mahdotonta. Yhtenä esimerkkinä voidaan mainita laitteen korjausmahdollisuus paikan päällä. Korjausmahdollisuus vähentäisi kriittisyyttä, mutta sitä olisi vaikea arvioida jo pelkästään sen vuoksi, löytyykö korjaukseen tarvittavia varaosia, kuten esimerkiksi taajuusmuuttajille I/O-kortteja. Kun kaikille laitteille on määritelty kriittisyys, voidaan vaikkapa kalleimmille laitteille ostaa varastoon korjaus- ja varaosasarjoja, kuten venttiileille tiivisteitä, taajuusmuuttajille I/O-kortteja ja pumpuille pumpun pesiä.

4.3 Varaosakartoitus

Rikkivetylaitoksien automaation on suunnitellut konsultointiyritys Sweco industry Oy. Varaosakartoitus aloitettiin tarkastelemalla Swecon tekemää laitelistaa automaatiolaitteista. Laitteiden tiedoissa oli kuitenkin puutteita ja listaan ei ollut täysin luottamista. Tämän takia tuli tehdä tarkastuksia myös kentällä, ottamalla ylös laitteiden tyyppikoodeja ja selvittämällä niistä teknisiä tietoja. Venttiilien DN-luvun puuttuessa, ne voitiin tarkastaa PI-kaaviosta. Yksi haaste varaosien kartoituksessa oli laitevalmistajien vanhentuneet tyyppikoodit, jolloin uusi tyyppikoodi tuli selvittää laitevalmistajalta.

Kun laitteiden tyypit saatiin selville, voitiin Maximosta katsoa, löytyykö laitteelle nimikkeellinen varaosa. Laitteiden tyypit ja nimikkeet on listattu liitteeseen 3, mikäli laitteelle ei löydy nimikettä, tulee se tarpeen mukaan luoda. Varaosat tullaan myöhemmin lisäämään Maximoon massa-ajona. Massa-ajon jälkeen tulee työnjohtajien päivittää varaosien tietoja sitä mukaan, kun kentälle hankitaan uusia laitteita. Näin kunnossapitojärjestelmä pysyy ajan tasalla ja helpottaa jokapäiväistä työskentelyä.

5 KRIITTISYYSLUOKAN MÄÄRITTÄMINEN RIKIN KIERTOLINJALLE

Talvivaarassa on käytössä kolmiportainen kriittisyysluokitus eli luokat A-, B- ja C.

A-luokitus tarkoittaa, että laitteen rikkoutuessa sillä on välitön vaikutus prosessin ajoon. B-luokan laitteella ei ole välitöntä vaikutusta prosessin ajoon, ja C-luokan laitteella ei ole vaikutusta prosessin ajoon. A- ja B-luokan laitteiden rikkoutuminen voi aiheuttaa laitoksen alasajon. C-luokan laitteita ovat yleensä esimerkiksi paikalliset mittaukset, kuten lämpötila tai paine, joista ei mene tietoa järjestelmään, eikä valvomoon. Tämä malli on kuitenkin vanha ja melko karkea. Tämän takia kriittisyydelle tuli määrittää tarkempi kaava, mihin otettiin vanha ABC-luokitus yhdeksi tekijäksi. Redundanttisuus eli laitteen kahdentaminen voi laskea kriittisyysluokan A:sta B:hen.

Työ aloitettiin tutustumalla rikkivetylaitosten toimintaan PI-kaavioiden avulla, sekä haastatteleamalla vastuuhenkilöitä. Kriittisyysluokat määriteltiin laitteille yhdessä operaattoreiden kanssa käymällä automaatiopiirit läpi PI-kaaviosta. Käyttövarmuuden parantamiseksi pohdittiin myös mahdollisia korvaavia laitteita.

Ensimmäinen piiri rikinkiertoelinjassa on kehittimen pohjaventtiilin lukituspiiri, johon kuuluvat venttiili, toimilaite ja valveguard. Venttiili on on/off -venttiili, eli tuotannon ollessa käynnissä venttiili on auki ja alasajossa venttiili on kiinni. Tämä venttiili sijaitsee rikkivetykehittimen pohjalla ja sitä kautta sularikki kulkee jäähdyttimen kautta takaisin kehittimen huipulle. Tämän piirin laitteet ovat kriittisyysluokassa A, koska laitosta ei voida käynnistää, mikäli venttiili ei avaudu. Mikäli venttiili vuotaa, tai ei mene kiinni alasajossa, joudutaan kehitin ja kiertorikkilinja tyhjentämään ja spoolaamaan, mikä vie ainakin 5 päivää. Näitä venttiilipaketteja on käytössä yhteensä kaksi kappaletta,

molemmilla laitoksilla oma ja niiden toiminnassa on ollut jonkin verran ongelmia.

Rikkijäähdyttimen jälkeen linjassa on lämpötilanmittaus sularikistä, ennen rikin kiertopumppuja. Lämpötilan mittaus on tärkeä rikin kierolinjassa, sillä linjan tarkoitus on nimenomaan säädellä rikkivetykehittimen lämpötilaa. Kriittisyysluokka on kuitenkin B, sillä pumppujen jälkeen linjassa on vielä toinen lämpötilanmittaus. Vaikka toinen mittaus hajoaisi, voidaan laitosta vielä ajaa toisen mittauksen toimiessa. Lämpötilamittaukset kestävät hyvin, koska anturit sijaitseva putken sisällä suojataskussa.

Paineen mittaus säätelee rikin kiertopumppujen käyntiä. Pumput ovat kriittisyysluokassa B, koska ne ovat kahdennettuja jolloin vain toinen pumppu on käynnissä ajon aikana. Koska pumput ovat samanlaiset myös toisella laitoksella, voidaan hätätapauksessa ottaa toiselta laitokselta varalla oleva pumppu. Pumppuja on särkynyt jonkin verran ylösajossa. Pumppujen hajoaminen ylösajossa johtuu yleensä liian tyhjältä linjasta sekä siitä, että pumppuihin on päässyt sakkautumaan jäähtynyttä rikkiä. Jokaisella pumpulla on myös oma taajuusmuuttaja. Paineenmittaus on kriittisyysluokassa B, koska tämän jälkeen on vielä virtausmittaus. Koska kyseessä on kuitenkin lukituspiiri, täytyy paineenmittauksen vikaantuessa järjestelmään buggeroida sellainen arvo, joka on lukituksen ylä- ja alarajan välissä. Paineanturi on kosketuksessa 140–200 asteisen sulan rikin kanssa, mikä on otettava huomioon varaosaa mietittäessä. Anturin ja lähettimen välissä on syytä olla riittävän pitkä kapillaariputki, jotta lähetin ei pääse kuumenemaan liikaa. Käyttövarmuuden parantamiseksi voidaan miettiä paineanturin kalvon materiaalin vaihtamista paremmaksi. Tällä hetkellä kalvo on materiaalia AISI 316L.

Jotta toinen pumppu voidaan ottaa käyttöön ja toinen sulkea, on pumppujen perässä On/off -venttiilit. Toiminnassa olevan pumpun venttiili on auki ja varalla olevan kiinni. Näiden kriittisyysluokka on kahdennuksesta johtuen B. Venttiileillä on myös toimilaitteet ja rajakytkimet.

Pumppujen jälkeen linjassa on virtausmittari, jonka kriittisyysluokka on A. Virtaus on tärkeää tietää, ettei se pääse liian matalalle. Liian matala virtaus voi aiheuttaa pumppujen sakkautumisen ja tyhjä linja pumppujen käydessä hajoittaa pumpun. Virtaus vaikuttaa myös kehittimen lämpötilaan ja pinnankorkeuteen. Jotta virtausmittari voidaan vaihtaa, täytyy rikin kiertolinja sulkea ja tyhjentää, mikä antaa muutaman päivän aikaa uuden virtausmittarin hankkimiseen. Mikäli virtausmittarin toimitusaika on riittävän lyhyt, ei sitä tarvitse olla jatkuvasti varastossa.

Linjan viimeinen lämpötilamittaus sijaitsee kehittimen huipulla, joka säätelee säätöventtiiliä 622HV-3319 ja 622HV-3519 kehittimen huipun lämpötilan mukaan. Venttiileihin kuuluvat toimilaitteet ja asennoittimet. Kaikkien laitteiden kriittisyysluokka on A. Lämpötila-anturit ovat kestäneet hyvin, koska ne ovat suojataskussa. Korkean lämpötilan ja hapettavuuden takia suojataskun materiaaliksi kannattaa valita AISI 310S.

Toimilaite on tällä hetkellä Metson B1CU11/40C. C-kirjain tyyppikoodin lopussa tarkoittaa, että se on tehty kestämiin kylmiä olosuhteita. Koska toimilaite sijaitsee kuumassa paikassa, varaosaksi kannattaa valita B1CU11/40HL, joka on tehty kestämiin nimenomaan kuumia olosuhteita -20C...120C. L-kirjain tyyppikoodin lopussa tarkoittaa pidempää kestävyyttä, tämä toimilaite on myös jonkin verran halvempi, kuin B1CU11/40C.

Rikkivetylaitoksilla on yhteensä kahdeksaa erityyppistä sähkösaattokaapelia. Kaapelit ovat metallivaippaisia vakiovastuskaapeleita ja niistä jokaisesta tehtiin nimike Maximoon. Sähkösaatot sekä putkien eristykset osoittautuivat erittäin tärkeiksi laitoksen käyttövarmuuden kannalta. Sähkösaattojen ja eristysten tarkoitus on pitää laitoksen laitteet ja putkilinjat 138 asteessa. Näin varmistetaan, ettei rikki pääse jähmettymään.

Sähkösaattojen yhteydessä on myös lämpötila-anturit, jotta tiedettäisiin linjan lämpötila. Nämä mittaukset on kuitenkin todettu epävarmoiksi, koska anturit sijaitsevat saattojen vieressä putken pinnalla eristeen alla, jolloin

lämpötilalukema on todellista korkeampi. Varmempi lämpötilamittaus voitaisiin saavuttaa, mikäli linjoihin asennettaisiin enemmän lämpötilamittauksia, esimerkiksi siten, että pitkässä putkilinjassa on mittaus sekä alku että loppupäässä. Lyhyessä linjassa mittaus voitaisiin siirtää linjan alkupäästä keskelle. Mittauspisteitä ei kuitenkaan voida lisätä putkien sisään, sillä putkiin ei haluta enempää reikiä.

Toinen käyttövarmuutta parantava tekijä olisi linjojen pitäminen 116 asteessa, eli vain vähän yli rikin kiehumispisteen. Tämä vähentäisi korkeasta lämpötilasta sekä viskoosista aiheutuvia vaurioita.

6 VARAOSIEN KIINNITTÄMINEN MAXIMOON

Talvivaara Sotkamo Oy:n kunnossapitojärjestelmä on IBM:n valmistama Maximo. Maximo helpottaa kunnossapidon, oston ja varaston toimintaa. Kunnossapitojärjestelmän yksi tärkeä merkitys kunnossapidossa on kustannusten seuranta. Tämä mahdollistaa kustannustehokkaampien menetelmien suunnittelun ja kustannusten optimoinnin. Maximolla voidaan hallita parantavan, korjaavan ja ennakoivan kunnossapidon töiden suunnittelua, toteutusta ja valmistumista. Töistä voidaan muodostaa tarvittaessa laajempia kokonaisuuksia, kuten projekteja ja seisokkeja. Työ voi kohdistua käyttöpaikkaan, laitteeseen tai mihin tahansa Talvivaara Oy:n kohteeseen.

Toinen tärkeä ominaisuus kunnossapidon kannalta on Maximon käyttöpaikkahierarkia. Hierarkiassa näkyy käyttöpaikat ja niiden alla olevat laitepaikat, joiden alle voidaan lisätä laitteiden teknisiä tietoja sekä nimikkeellisiä varaosia. Hierarkian ansiosta voidaan esimerkiksi nähdä heti, minkälaisia varaosia tietyllä käyttöpaikan laitteella on. Kun varaosalla on nimikenumero, nähdään myös, onko sitä varastossa ja millä hyllypaikalla. Näin kunnossapidon jokapäiväinen toiminta helpottuu.

Rikkivetylaitosten varaosakartoituksen jälkeen voidaan selvittää, kuinka paljon kriittisiä varaosia löytyy nimikkeellisinä ja onko ne kiinnitetty laitteiden varaosiksi. Varaosat, joille ei ole nimikettä, luodaan tarvittaessa ja näille määritellään tilauspisteet ja optimiostokerät sekä kiinnitetään varaosiksi Maximossa. Laitteen kriittisyysluokka on myös mahdollista saada nähtäväksi Maximossa. Jos kriittisyys määritetään jokaiselle käyttöpaikalle, voidaan Maximosta tarkastella kuinka monella käyttöpaikalla tietty laite on kriittinen. Näin ostotarpeita voidaan helpommin arvioida ja turhat varaosat eivät pääse kuormittamaan varastoa.

6.1 Nimikkeen teko

Kuvassa 16 on esitetty, kuinka Metson toimilaitteesta tehdään nimike. Kuvassa olevat kentät on numeroitu ja ne käydään kohta kohdalta läpi.

The screenshot shows the MAXIMO software interface for creating a new item. The main form has several fields: 1) Nimike (114235), 2) TOIMILAITTE, B1CU1140HL, METSO, 4) Materiaaliryhmä (6010), 5) Materiaalikoodi (601017), and 6) Tekninen vastuuhenkilö (JUUKAKU). A 'Pitkä kuvaus' dialog box is open, showing the long description: 'TOIMILAITTE, B1CU1140HL, METSO', '-20...+110C', and 'Toimittaja: 100692 Metso Automation'. The dialog box has 'OK' and 'Peruuta' buttons.

KUVA 16. Nimikkeen luominen: 1) nimikenumero 2) lyhyt kuvaus 3) pitkäkuvaus 4) materiaaliryhmä 5) materiaalikoodi 6) tekninen vastuuhenkilö.

Nimikenumero on juokseva luku, mikä määräytyy automaattisesti. Lyhyt kuvaus on kenttä johon kirjoitetaan nimikkeen perustiedot. Kaikki tekstit kirjoitetaan aina isoilla kirjaimilla. Mittayksiköt kirjoitetaan käyttäen SI-yksiköiden mukaisia kirjaimia, poikkeuksina litra (L) isolla kirjaimella. Nimi-kentän alussa ei saa olla yhtään välilyöntiä. Nimikekenttä jaetaan osakenttiin pilkulla ja yhdellä välilyönnillä. Kahta tai useampaa peräkkäistä välilyöntiä ei saa olla.

Nimikkeen kuvauskentässä on käytettävissä 100 merkkiä. Kahden eri nimikkeen kuvauskentässä ei saa olla sisällöltään täysin samanlaista tekstiä. Nimitystä täydennetään tyyppi-, koko-, materiaali-, ym. tiedoilla, joiden avulla nimikkeet erotetaan toisistaan.

Kuvauskenttä jaetaan osakenttiin seuraavassa järjestyksessä: nimikkeen nimi perusmuodossa, nimikkeen tyyppi tai mitat, tarkentavia tietoja nimikkeestä, nimen tarkenne tai laitteen tyyppi, johon nimike kuuluu. materiaali, jos tarvetta. Valmistaja tulee kuvauskenttään viimeiseksi.

Jos nimikkeen tiedot eivät mahdu nimikkeen lyhyeen kuvaukseen, tiedot liitetään nimikkeen pitkään kuvaukseen. Pitkään kuvaukseen voidaan laittaa tarkempia tietoja, kuten laitetoimittajan tietoja, atex -luokituksia, huomautuksia ja huoltotietoja.

Materiaaliryhmä on tärkeä oston kannalta, sen alta löytyy materiaalikoodit.

Materiaalikoodi yksilöi nimikkeen tarkemmin materiaaliryhmään

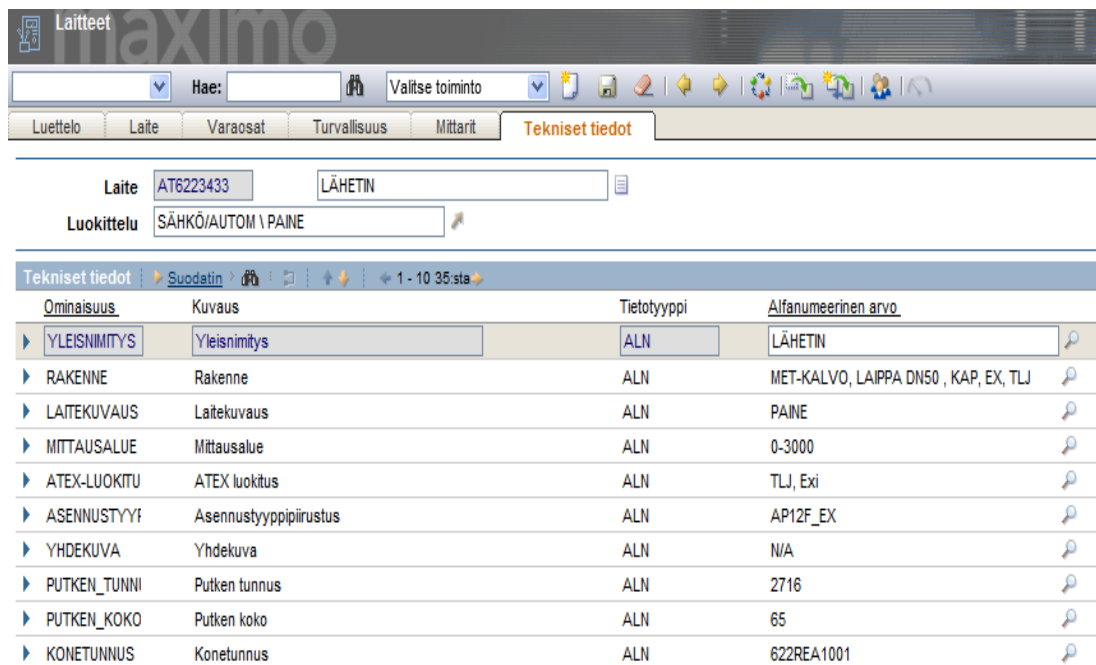
Tekninen vastuhenkilö on Talvivaaran työntekijä, joka haluaa, että tietystä tuotteesta tehdään nimike. Hän myös tuntee nimikkeen käyttökohteen.

Seuraavaksi nimike täytyy liittää varastoon, missä määritellään muunmuassa tilauspiste, mikä tarkoittaa uusintatilausta. Kun tilauspiste on nolla, uusintatilaus lähtee, kun saldo on nolla. Tilauspisteen määrittäminen on tärkeää kriittisten varaosien kannalta silloin täytyy ottaa huomioon kuinka pitkä toimitusaika varaosalla on. Mikäli kriittinen laite on helposti rikkoutuva ja sillä on pitkä toimitusaika, kannattaa tilauspisteeksi valita suurempi kuin nolla.

Varaosien tilaamisessa on kuitenkin huomioitava myös varaston arvo, sekä hyllytilat. Mikäli varaosa on iso ja harvoin hajoava, sitä ei välttämättä kannata tilata varastoon, varsinkin, jos se saadaan tarvittaessa nopeasti toimitettua.

6.2 Laitteen luominen käyttöpaikan alle

Laitteen pystyy lisäämään käyttöpaikan alle valitsemalla laitteet välilehden. Laitteella kerrotaan mihin käyttöpaikkaan se liittyy ja siihen voidaan syöttää teknisiä tietoja. Laitteelle voidaan määrittää varaosia nimikerekisteristä. Varaosan määrittäminen tulee tehdä harkitusti, jotta oikeaan paikkaan tulee varmasti oikea osa, esimerkiksi Atex-alueelle merkitty ei Atex -laite voi aiheuttaa turvallisuusriskin. Laitteen tekniset tiedot -välilehti on esitetty kuvassa 17.



The screenshot shows the Maximo system interface for a device. The top navigation bar includes tabs for 'Luettelo', 'Laitte', 'Varaosat', 'Turvallisuus', 'Mittarit', and 'Tekniset tiedot'. The 'Tekniset tiedot' tab is active. Below the navigation bar, there are input fields for 'Laitte' (AT6223433) and 'LÄHETIN', and a 'Luokittelu' field with the value 'SÄHKÖ/AUTOM \ PAIN'. Below this is a table of technical data.

Ominaisuus	Kuvaus	Tietotyyppi	Alfanumeerinen arvo
▶ YLEISNIMITYS	Yleisnimitys	ALN	LÄHETIN
▶ RAKENNE	Rakenne	ALN	MET-KALVO, LAIPPA DN50 , KAP, EX, TLJ
▶ LAITEKUVAUS	Laitekuvaus	ALN	PAIN
▶ MITTAUSALUE	Mittausalue	ALN	0-3000
▶ ATEX-LUOKITUS	ATEX luokitus	ALN	TLJ, Exi
▶ ASENNUSTYYPI	Asennustyyppi	ALN	AP12F_EX
▶ YHDEKUVA	Yhdekuva	ALN	N/A
▶ PUTKEN_TUNNI	Putken tunnus	ALN	2716
▶ PUTKEN_KOKO	Putken koko	ALN	65
▶ KONETUNNUS	Konetunnus	ALN	622REA1001

KUVA 17. Laitteen tekniset tiedot

7 POHDINTA

Tämän insinööriyön tavoitteena oli rikkivetylaitosten käyttövarmuuden parantaminen helpottamalla kunnossapidettävyyttä Maximon avulla. Maximo on suhteellisen helppokäyttöinen ja monipuolinen kunnossapitojärjestelmä, mutta sen hyödynnettävyys vaatii järjestelmän jatkuvaa päivittämistä sekä kaikille sitä käyttäville henkilöille riittävää opastusta. Tässä insinööriyössä etsittiin nimikkeet rikkivetylaitosten automaatiolaitteille. Kun varaosia muutetaan tulevaisuudessa erityyppisiksi, täytyy nimike vaihtaa myös Maximossa, jotta järjestelmän tiedot pysyvät ajan tasalla ja niihin voidaan luottaa. Puutteelliset ja väärät tiedot Maximossa voivat hankaloittaa kunnossapitoa ja pahimmillaan pysäyttää tuotannon.

Laitteiden kriittisyyden määrittäminen auttaa valitsemaan käyttöpaikoille oikeanlaiset varaosat sekä niiden tilauspisteet ja optimiostoterät. Näin laitosten käyttövarmuus paranee ja varastojen tavaravirrat pysyvät kohtuullisina. Kriittisyyden tietäminen auttaa myös hintavertailussa laitteen laatua mietittäessä. Laatua voidaan arvioida laitteen ominaisuuksien mukaan. Esimerkiksi lakatut I/O-kortit kestävät paremmin kuin lakkaamattomat. Laitteille on määriteltävä mitkä olosuhteita, kuten lämpötiloja, ne kestävät ja niistä on myös saatavilla hiukan kalliimpia pitkäkestoisia versioita.

Vikaantumisen arviointi on tärkein tekijä mietittäessä sopivaa laitetta ja sen automaattista tilauspistettä. Laitteiden vikaantumisen syyn selvittämiseen voidaan käyttää automaatiolaitteiden diagnostiikkatietoja. Diagnosointivaiheeseen siirrytään, kun laitteen mittaustuloksissa on havaittu merkittäviä muutoksia. Tässä vaiheessa pyritään määrittämään muutosten aiheuttaja.

Kaikenkaikkiaan insinööriyön tekeminen oli mielenkiintoista ja opettavaista. Työtä tehdessä kenttälaitteet, Maximo sekä rikkivedyn valmistusprosessi

tulivat erittäin hyvin tutuiksi ja uskonkin näiden tuntemisesta olevan hyötyä myös tulevaisuudessa.

LÄHTEET

1. Mineraalivarannot. Talvivaaran kaivososakeyhtiö Oyj. Saatavissa: <http://www.talvivaara.com/toiminta/mineraalivarannot> Hakupäivä 20.6.2012
2. Tuotantoprosessi. Talvivaaran kaivososakeyhtiö Oyj. Saatavissa: <http://www.talvivaara.com/toiminta/Tuotantoprosessi> Hakupäivä 11.7.2012
3. Vuosikertomus 2009. Talvivaaran kaivososakeyhtiö Oyj. Saatavissa: 11.7.2011
4. Johdanto luotettavuustekniikkaan. Kunnossapito – menestystekijä. Saatavissa: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_62_johdanto_luotettavuustekniikkaan.html Hakupäivä 2.9.2012
5. Kuvagalleria 2009. Talvivaaran kaivososakeyhtiö Oyj. Saatavissa: http://www.talvivaara.com/media-en/picture-gallery/Picture_bank Hakupäivä 20.08.2012
6. Järviö Jorma. 2007 Kunnossapidon julkaisusarja 2007. Kunnossapito n:o 10. KP-Media Oy

Kriittisyysparametrit

VIKAANTUMINEN					
KOKEMUS					
ARVIO vuosina	>5	2-5	<2		
PISTEET	0	30	60		
OLOSUHDE					
PAINE bar	0...20	20...40	>40	<0	
PISTEET	0	10	15	15	
LAMPOTILA C	< -20	-5...-20	-5...40	40...100	>100
PISTEET	15	10	0	10	15
Ph	<2	2...4	4...10	10...12	>12
PISTEET	15	10	0	10	15
Kiintoaine g/l	<200	200...500	>500		
PISTEET	0	10	15		
YMPÄRISTÖ					
ULKONA	EI	KYLLÄ			
PISTEET	0	20			
HAPPAMAT OLOSUHTEET	EI	KYLLÄ			
PISTEET	0	20			
ERITTÄIN LIKAINEN	EI	KYLLÄ			
	0	20			
TUOTANTOTAPPIO					
ARVIO TAPPIOSTA					
PISTEET	0	10	30	50	60
ABC -LUOKITUS					
MÄÄRITELTÄVÄ					
LUOKKA	C	B	A		
PISTEET	0	30	60		
TURVALLISUUS					
MÄÄRITELTÄVÄ					
VAIKUTUS	EI VAIKUTUSTA	YMPÄRISTÖÖN	HENKILÖIHIN		
PISTEET	0	40	70		
ATEX -ALUE	EI	KYLLÄ			
PISTEET	0	10			
SIL -LUOKITUS	EI	KYLLÄ			
PISTEET	0	-10			
TLJ	EI	KYLLÄ			
PISTEET	0	-10			
HANKINTA					
NÄHDÄÄN MAXIMOSTA					
HINTA e	<1000	1000 - 5000	>5000		
PISTEET		15	30		
TOIMITUSAIKA vrk	0 - 14	14 - 30	>30		
PISTEET	0	15	30		

Kriittisyystaulukko

LAITE				HANKINTA			
POS	KUVAUS	VALMISTA TYPPI	NIMIKE	TOIMITUSAIKA	HINTA		
622HSZ-3337 HS1	PALLOVENTTIILI	METSO	FLRF 310	108978	52	0	30
622HSZ-3337 HS2	TOIMILAITE	METSO	B1JU12/55H	108979	30	0	30
622HSZ-3337 HS3	VALVEGUARD	METSO	VG8568XS1ASL	108980	30	0	30
622TI-3427 TI-36	LÄMPÖTILA-ANTURI	ENDRESS+H	TR15-E1A2A1C		14	0	15
622TI-3427 TI-36	LÄMPÖTILAÄHETIN	ENDRESS+H	TMT184-B	111279	14	0	15
622PCZ-3433 PC1	PAINELÄHETIN	ENDRESS+H	PMP55-BA22Q	108747	30	0	30
622PCZ-3433 PC2	PUMPPU	FRIATEC	RMKN32/160H	111616	1	0	0
622PCZ-3433 PC3	TAUUSMUUTTAMA	VACON	NXP 00165 A2H	101804	10	0	0
622PCZ-3433 PC4	PUMPUN MOOTTO	ABB	M3KP132SMD2	109953	10	0	0
622HS-3457/345	TULPPAVENTTIILI	XOMOX	127 ISO FIS	106881	28	0	15
622HS-3457/345	TOIMILAITE	XOMOX	XD090S10A1-F	200716	4	0	0
622HS-3457/345	MAGNETTIVENTTII	NUMATICS	L22IA4524Q00	107122	33	0	30
622HS-3457/345	RAJAKYTKIN	SOLDO	SIB 60281	200754	5	0	0
622FI-3430 FI-36	VIRTAUSLÄHETIN	ENDRESS+H	83F50-AD2SAA	108716	26	0	15
622TCZ-3319 TCZ	LÄMPÖTILAÄHETIN	ENDRESS+H	TMT182	106663	8	0	0
622TCZ-3319 TCZ	TULPPAVENTTIILI	XOMOX	127 ISO FIS	200636	56	0	30
622TCZ-3319 TCZ	TOIMILAITE	METSO	B1CU11/40HL	200735	4	0	0
622TCZ-3319 TCZ	ASENNOITIN	METSO	ND9103PX1	200748	30	0	30

VIKANTUMINEN													
KOKEMUS	OLOSUHDE											YMPÄRISTÖ	
KESTÄVYYS KK	PAINE bar	LÄMPÖTIL PH	KIINTOAINE g/l									ULKONA HAPPAAM, ERITTÄIN LIKAINEN	
0	6	400	3	300	0	15	10	10	10	0	k		
0					0	0	15	0	k		k	E	20
0					0	0	15	0	k		k	E	20
0	10	200	3	300	0	15	10	10	10	0	k	E	20
0					0	0	15	0	e		k	E	20
0	10	200	3	300	0	15	10	10	10	0	k	E	20
0					0	0	15	0	e		k	E	20
0	10	200	3	300	0	15	10	10	10	0	k	E	20
0					0	0	15	0	e		k	E	20
24					0	0	15	0	e		k	E	20
30					0	0	15	0	e		k	E	20
0					0	0	15	0	e		k	E	20
0	10	200	3	300	0	15	10	10	10	0	k	E	20
0					0	0	15	0	e		k	E	20
0	10	200	3	300	0	15	10	10	10	0	k	E	20
0					0	0	15	0	e		k	E	20
0					0	0	15	0	e		k	E	20
0					0	0	15	0	e		k	E	20

ABC		TURVALLISUUS					
	EI, YMPÄRISTÖ	ATEX-ALU	TET	TU			
	E, Y, H	k/e	k/e	k/e			
A	Y	K	K	K	40	10	-10
A	Y	K	K	K	40	10	-10
A	Y	K	K	K	40	10	-10
B	Y	K	E	E	40	10	0
B	Y	K	E	E	40	10	0
B	Y	K	K	K	40	10	-10
B	Y	K	K	K	40	10	-10
B	E	e	K	K	0	0	-10
B	Y	K	K	K	40	10	-10
B	Y	K	E	E	40	10	0
B	Y	K	E	E	40	10	0
A	Y	K	K	K	40	10	-10
A	Y	K	K	K	40	10	-10
A	Y	K	K	K	40	10	-10
A	Y	K	K	K	40	10	-10

PISTEET				Kkr
VIKAANTI	TUOTANT	ABC	TURVALLI	
	0, 10, 30, 50			PISTEET ABC
35	50	60	30	205 B
40	50	60	30	225 A
40	50	60	30	240 A
35	30	30	50	190 B
20	30	30	50	175 B
35	30	30	30	185 B
35	30	30	30	125 B
20	30	30	0	95 C
20	30	30	30	140 B
35	30	30	50	190 B
20	30	30	50	160 B
30	30	30	50	200 B
20	30	30	50	160 B
35	50	60	50	210 B
20	50	60	30	190 B
35	50	60	30	235 A
20	50	60	30	175 B
20	50	60	30	205 B

Rikkivetylaitosten automaatiolaitteisto

622-	LAITE	VALMISTAJA	TYYPPI	KPL	DN	PN	NIMIKE
PC-3401/3601	PAINELÄHETIN	ENDRESS+H	PMP41-GE13P2PC1X1	2			111628
PC-3401/3601	VENTTIILI	PFEIFFER	26d	2	40	40	
PC-3401/3601	TOIMILAITE		BR31a	2			
PC-3401/3601	ASENNOITIN		3730-4	2			109186
PCZ-3325/3525	PAINELÄHETIN	ENDRESS+H	PMP48-GE13SBHCEKH	2		40	108747
FCZ-3308/3508	ANTURI	ENDRESS+H	80F40-RD2SAAB7AEAS	2	80/1	40	
FCZ-3308/3508	ANTURI	ENDRESS+H	80F80-RD2SAAC7AEAS	2	80/1	40	108715
FCZ-3308/3508	LÄHETIN	ENDRESS+H	KTS. ANTURI	2			112275
FCZ-3308/3508	LÄHETIN	ENDRESS+H	KTS. ANTURI	2			
FCZ-3308/3508	SÄÄTÖVENTTIILI	SAMSON	3241-7	2	80	16	112178
FCZ-3308/3508	TOIMILAITE		3277	2			106909
FCZ-3308/3508	ASENNOITIN		3730-4	2			109186
PIZ-3362/3383	PIZ-35 PAINELÄHETIN	ENDRESS+H	PMP48-GE13SBHCEKH	4		40	108747
FC-3351/3466	FC-355 ANTURI	ENDRESS+H	72F50-SE0AARDEA6AH		50	40	
FC-3351/3466	FC-355 LÄHETIN	ENDRESS+H	KTS. ANTURI				
FC-3351/3466	FC-355 SÄÄTÖVENTTIILI	SAMSON	3241-7	4	50	16	
FC-3351/3466	FC-355 TOIMILAITE		3277	4			109184
FC-3351/3466	FC-355 ASENNONITIN		3730-4	4			109186
HSZ-3352/3372	HSZ-3 VENTTIILI	XOMOX	127 ISO FIS	12	50	40	200636
HSZ-3352/3372	HSZ-3 TOIMILAITE		XRP RS090	12			200726
HSZ-3352/3372	HSZ-3 RAJAKYTKIN		SIB 60281	12			200754
HSZ-3363/3382	HSZ-3 VENTTIILI	XOMOX	127 ISO FIS	4	25	40	200633
HSZ-3363/3382	HSZ-3 TOIMILAITE		XRP RS050	4			200724
HSZ-3363/3382	HSZ-3 RAJAKYTKIN		SIB 60281	4			200754
FCZ-3389	FCZ-3589 ANTURI	ENDRESS+H	80F15-CD2SBAB7AEAS		15	40	
FCZ-3389	FCZ-3589 LÄHETIN	ENDRESS+H	KTS. ANTURI				
FCZ-3389	FCZ-3589 SÄÄTÖVENTTIILI	SAMSON	3241-7	2	15	16	
FCZ-3389	FCZ-3589 TOIMILAITE		3277	2			106909
FCZ-3389	FCZ-3589 ASENNONITIN		3730-4	2			109186
HI-3353/3373	HI-355 SÄÄTÖVENTTIILI	METSO	M1MT025APF	4	25	40	112173
HI-3353/3373	HI-355 TOIMILAITE		B1JU8/25C	4			108854
HI-3353/3373	HI-355 ASENNONITIN		ND9102PX2-CG6	4			200746
HS-3355/3373	HS-355 VENTTIILI	XOMOX	KVK-ETE	4	100	16	112147
HS-3355/3373	HS-355 TOIMILAITE		XRP RS130	4			200728
HS-3355/3373	HS-355 RAJAKYTKIN		SIB 60281	4			200754

Rikkivetylaitosten automaatiolaitteisto

HI-3356/3376 HI-355	SÄÄTÖVENTTIILI	XOMOX	KVK-ETE	4	100	16	112147
HI-3356/3376 HI-355	TOIMILAITE		XRP RS130	4			200728
HI-3356/3376 HI-355	ASENNOITIN		ND9102PX2-CG6	4			200746
HS-3358/3378 HS-355	VENTTIILI	XOMOX	KVK-ETE	4	15	40	200702
HS-3358/3378 HS-355	TOIMILAITE		XRP RS012	4			200722
HS-3358/3378 HS-355	RAJAKYTKIN		SIB 60281	4			200754
HSZ-3361/3381 HSZ-3	VENTTIILI	XOMOX	127 ISO FIS	4	200	16	200696
HSZ-3361/3381 HSZ-3	TOIMILAITE		XRP RS630	4			200734
HSZ-3361/3381 HSZ-3	RAJAKYTKIN		SIB 60281	4			200754
HSZ-3360/3380 HSZ-3	VENTTIILI	XOMOX	127 ISO FIS	4	50	16	200636
HSZ-3360/3380 HSZ-3	TOIMILAITE		XRP RS090	4			200726
HSZ-3360/3380 HSZ-3	RAJAKYTKIN		SIB 60281	4			200754
HSZ-3365/3385 HSZ-3	VENTTIILI	XOMOX	127 ISO FIS	4	200	16	200696
HSZ-3365/3385 HSZ-3	TOIMILAITE		XRP RS630	4			200734
HSZ-3365/3385 HSZ-3	RAJAKYTKIN		SIB 60281	4			200754
HSZ-3367 HSZ-3567	VENTTIILI	XOMOX	127 ISO FIS	4	50	40	200636
HSZ-3367 HSZ-3567	VENTTIILI	XOMOX	127 ISO FIS	2	25	40	200633
HSZ-3367 HSZ-3567	TOIMILAITE		XRP RS090	4			200726
HSZ-3367 HSZ-3567	TOIMILAITE		XRP RA050	2			200711
HSZ-3367 HSZ-3567	RAJAKYTKIN		SIB 60281	6			200754
TI-3369 TI-3569	ANTURI	ENDRESS+H	TR15-E1A2A1J0I3100+	2		40	
TI-3369 TI-3569	LÄHETIN	ENDRESS+H	TMT184 (sis.TE:n kood	2			111279
HSZ-3436 HSZ-3636	VENTTIILI	XOMOX	127 ISO FIS	2	50	25	200636
HSZ-3436 HSZ-3636	TOIMILAITE		XRP RS090	2			200726
HSZ-3436 HSZ-3636	RAJAKYTKIN		SIB 60281	2			200754
PC-3401 PC-3601	PAINELÄHETIN	ENDRESS+H	PMP41-GE13P2PC1X1	2			111628
PC-3401 PC-3601	VENTTIILI	PFEIFFER	26d	2	40	40	
PC-3401 PC-3601	TOIMILAITE		BR31a	2			
PC-3401 PC-3601	ASENNOITIN		3730-4	2			109186
LI-3472/3409 LI-3672	LÄHETIN	ENDRESS+H	FMD77-10A7F32DBAB	2		40	108731
LI-3472/3409 LI-3672	LÄHETIN	WEKA	37384/29710-R-NI+ 34	2		40	
TIZ-3407 TIZ-3607	ANTURI	ENDRESS+H	TR13-BAB3EBSXK3100	2		40	
TIZ-3407 TIZ-3607	LÄHETIN	ENDRESS+H	TMT182 (sis.TE:n kood	2			106663
TIZ-3473	ANTURI	ENDRESS+H	TR15-E1A2A1COK3100	1		40	
TIZ-3473	LÄHETIN	ENDRESS+H	TMT182 (sis.TE:n kood	1			106663
HS-3459/3460 HS-365	VENTTIILI	XOMOX	127 ISO FIS	4	50	40	200636
HS-3459/3460 HS-365	TOIMILAITE		XRP RS090	4			200726
HS-3459/3460 HS-365	RAJAKYTKIN		SIB 60281	4			200754
PC-3425 PC-3625	PUMPPU	ABB	M3KP160MLB2B3	4			
PC-3425 PC-3625	TAAJUUSMUUTTAJA		NXP00315A2H1SSVA1/	4			101800
PC-3425 PC-3625	PAINELÄHETIN	ENDRESS+H	PMP48-GE13S2PCEKH:	2		40	

Rikkivetylaitosten automaatiolaitteisto

FC-3421 FC-3621	ANTURI	ENDRESS+H	83F50-RD2SAAB7AEAF	2		40	108716
FC-3421 FC-3621	LÄHETIN	ENDRESS+H	KTS. ANTURI	2			
FC-3421 FC-3621	SÄÄTÖVENTTIILI	XOMOX	127 ISO FIS	2	50	40	200636
FC-3421 FC-3621	TOIMILAITE	METSO	B1CU11/40C	2			200735
FC-3421 FC-3621	ASENNOITIN		ND9103PX2	2			200748
HS-3429 HS-3629	VENTTIILI	XOMOX	127 ISO FIS	2	65	40	106881
HS-3429 HS-3629	TOIMILAITE		XRP RS090	2			200726
HS-3429 HS-3629	RAJAKYTKIN		SIB 60281	2			200754
HS-3428 HS-3628	VENTTIILI	XOMOX	127 ISO FIS	2	65	40	106881
HS-3428 HS-3628	TOIMILAITE		XRP RS090	2			200726
HS-3428 HS-3628	RAJAKYTKIN		SIB 60281	2			200754
PC-3463 PC-3663	PAINELÄHETIN	ENDRESS+H	PMP41-GE13S2PC1X1	2			111628
PC-3463 PC-3663	SÄÄTÖVENTTIILI	SAMSON	3241-7	2	50	16	
PC-3463 PC-3663	TOIMILAITE		3277	2			106909
PC-3463 PC-3663	ASENNOITIN		3730-4	2			109186
HSZ-3343 HSZ-3543	VENTTIILI	XOMOX	127 ISO FIS	6	50	40	200636
HSZ-3343 HSZ-3543	TOIMILAITE		XRP RS090	6			200726
HSZ-3343 HSZ-3543	RAJAKYTKIN		SIB 60281	6			200754
PCZ-3340 PCZ-3540	PAINELÄHETIN	ENDRESS+H	PMP48-GE13SBHCEKH	2		40	108747
PCZ-3340 PCZ-3540	VENTTIILI	PFEIFFER	14b	2	100	16	110094
PCZ-3340 PCZ-3540	TOIMILAITE		BR31a	2			
PCZ-3340 PCZ-3540	ASENNOITIN		3730-4	2			109186
HSZ-3337 HSZ-3537	PALLOVENTTIILI	METSO	FLRF 310-H	2	3"		108978
HSZ-3337 HSZ-3537	TOIMILAITE	METSO	B1JU12/55H	2			108979
HSZ-3337 HSZ-3537	VALVEGUARD	METSO	VG8568XS1ASLT1	2			108980
TI-3427 TI-3627	ANTURI	ENDRESS+H	TR15-E1A2A1C0I3100+	2			
TI-3427 TI-3627	HETIN	ENDRESS+H	TMT184-B	2			111279
PCZ-3433 PCZ-3633	PAINELÄHETIN	ENDRESS+H	PMP55-BA22QA 1SG1C	2			108747
PCZ-3433 PCZ-3633	TAAJUUSMUUT	VACON	NXP 00165 A2H1SSVA1	4			101804
PCZ-3433 PCZ-3633	PUMPPU	ABB	M3KP132SMD2B3	4			
HS-3457/3458 HS-365	TULPPAVENTTIILI	XOMOX	127 ISO FIS	4	65		106881
HS-3457/3458 HS-365	TOIMILAITE	XOMOX	XD090S10A1-F10	4			200716
HS-3457/3458 HS-365	MAGNEETTIVEN	NUMATICS	L22IA4524Q00080 + M	4			107122
HS-3457/3458 HS-365	RAJAKYTKIN	SOLDO	SIB 60281	4			200754
FI-3430 FI-3630	VIRTAUSANTURI	ENDRESS+H	83F50-RD2SAAB7AEAF	2	50		108716
FI-3430 FI-3630	VIRTAUSLÄHETIN	ENDRESS+H	83F50-AD2SAAB7AEAF	2			108716
TI-3434 TI-3634	LÄMPÖTILA-ANTURI	ENDRESS+H	TR15-E1A2A1C0I3100+	2			
TI-3434 TI-3634	LÄMPÖTILALÄHETIN	ENDRESS+H	TMT184	2			111279
TCZ-3319 TCZ-3519	LÄMPÖTILA-ANTURI	ENDRESS+H	TPR100-EXX2K3A00	2			
TCZ-3319 TCZ-3519	LÄMPÖTILALÄHETIN	ENDRESS+H	TMT182	2			106663
TCZ-3319 TCZ-3519	TULPPAVENTTIILI	XOMOX	127 ISO FIS	2	50		200636
TCZ-3319 TCZ-3519	TOIMILAITE	METSO	B1CU11/40C	2			200735
TCZ-3319 TCZ-3519	ASENNOITIN	METSO	ND9103PX1	2			