

Jose Suutarinen

**Uppopumppujen käyttövarmuuden parantaminen kaivosteollisuuden
vesienhallinnassa**

Insinöörityö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Insinööri amk
Kone- ja tuotantotekniikka
Kevät 2013



Koulutusala Insinööri amk	Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka
Tekijä(t) Suutarinen Jose	
Työn nimi Uppopumppujen käyttövarmuuden parantaminen kaivosteollisuuden vesienhallinnassa	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Kunnossapito Kaivannaisteknologia	Ohjaaja(t) Miettinen Miika, Happonen Jarmo Toimeksiantaja Talvivaara Sotkamo Oy
Aika Kevät 2013	Sivumäärä ja liitteet 41+3
<p>Tämän insinöörityön tarkoitus oli kehittää ideoita uppopumppujen käyttövarmuuden parantamiseksi työn tilaajalle Talvivaara Sotkamo Oy:lle. Lähestymistavassa päädyttiin ideoimaan projektisuunnitelma, jonka avulla on tarkoitus muuttaa uppopumppujen hallinnollisia käytäntöjä siten, että niiden käyttövarmuuksia voidaan vertailla ja että eri käyttövarmuutta parantavien toimenpiteiden soveltuvuuksia pystytään vertailemaan ja arvioimaan.</p> <p>Työn teoriassa käsitellään kunnossapidon ja käyttövarmuuden käsitteitä sekä luotettavuuskeskeisen kunnossapidon (Reliability Centered Maintenance) strategiaa. Työssä ideoidun projektisuunnitelman pohjalla toimii luotettavuuskeskeisen kunnossapidon lähestymistapa ennaltaehkäisevän kunnossapidon suunnitteluun ja periaatteisiin.</p> <p>Aikaansaadussa projektisuunnitelmassa käydään läpi toimenpiteitä joita suositellaan tehtäviksi uppopumppujen käyttövarmuuden parantamiseksi. Tuloksiksi voidaan siis luonnehtia niitä muutoksia mitä työn ansiosta tullaan tekemään uppopumppujen käytön ja kunnossapidon hallinnoinnissa.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Luotettavuuskeskeinen kunnossapito, uppopumppu, käyttövarmuus
Säilytyspaikka	<input type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto



School Engineering	Degree Programme Mechanical and Production engineering
Author(s) Suutarinen Jose	
Title Improving Usage Reliability of Submersible Pumps in Water Management of Mining Industry	
Optional Professional Studies Maintenance Mining Technology	Instructor(s) Miettinen Miika, Happonen Jarmo
	Commissioned by Talvivaara Sotkamo Oy
Date Spring 2013	Total Number of Pages and Appendices 41+3
<p>The purpose of the thesis was to develop ideas of how to improve the usage reliability of submersible pumps in the water management at Talvivaara Sotkamo Oy. The chosen approach ended up being a plan for a project. The aim of this project is, firstly, to develop the management procedures of submersible pumps so that the usage reliability of different pumps can be compared. Secondly, the work studies the possibility to compare and estimate different ways of improving the usage reliability.</p> <p>The concepts of usage reliability and maintenance are introduced in the theory part of the thesis. In addition, the reliability centered maintenance strategy approach is being widely presented and works as the basis of the project.</p> <p>Management procedures recommended to improve the usage reliability of submersible pumps are dealt with in the project plan. Thus, the changes made in the management of submersible pumps can be considered as the results of the thesis.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	Reliability Centered Maintenance, Submersible Pump, Usage Reliability
Deposited at	<input type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

ALKUSANAT

Tämä insinöörityö on tehty Kajaanin ammattikorkeakoulun kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman lopputyönä. Työ aloitettiin kesäkuussa 2012 Talvivaara Sotkamo Oy:n kaivoksen kunnossapidolle. Sen teko pitkittyi kevääseen 2013 asti.

Aluksi tahdonkin kiittää Talvivaaraa sekä ohjaajiani Miika Miettistä, Jarmo Haposta ja Janne Honkalaa mielenkiintoisen ja haastavan aiheen tarjoamisesta sekä kärsivällisyydestä sen teon aikana. Kielellisestä ohjauksesta kiitokset kuuluvat Eero Soiniselle, Saija Heikkiselle sekä Eirne Pölläelle. Teknisestä tuesta kiitokset Pianohuolto Ari Partaselle.

Jose Suutarinen

Sotkamo 3.4.2013

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 YRITYKSEN ESITTELY	2
2.1 Talvivaaran historia	2
2.2 Talvivaaran tuotantoprosessi	3
2.2.1 Louhinta	4
2.2.2 Malminkäsittely	4
2.2.3 Biokasaliuotus	4
2.2.4 Metallien talteenotto	5
3 KUNNOSSAPITO JA KÄYTTÖVARMUUS	6
3.1 Käyttövarmuus	6
3.1.1 Toimintavarmuus	6
3.1.2 Kunnossapidettävyyys	8
3.1.3 Kunnossapitovarmuus	9
3.1.4 Käyttövarmuuden mittarit	10
3.2 Kunnossapito	13
3.3 Kunnossapitolajit	13
3.4 Elinjaksokustannukset	14
4 LUOTETTAVUUSKESKEINEN KUNNOSSAPITO	15
4.1 Päämäärät	15
4.2 Kunnossapidon perusta	16
4.2.1 Työn määrittäminen	16
4.2.2 Resurssien määrittäminen	16
4.3 RCM-prosessi	17
4.3.1 Toiminnot ja suorituskykystandardit	17
4.3.2 Toimintahäiriö	18
4.3.3 Vikaantumistavat	18
4.3.4 Vikojen vaikutukset	19
4.3.5 Vikojen seuraukset	19
4.3.6 Vikaantumisen hallinnan tehtävien valinta	20
4.3.7 Työtehtävien suunnittelu	22

4.4 RCM-projektin tyypilliset vaiheet	23
4.4.1 Yleisen asennoitumisen selvittäminen	23
4.4.2 Pilottikohteen valinta	23
4.4.3 Perehdyttämiskurssi	23
4.4.4 Pilottiprojektin resurssien varaaminen	23
4.4.5 Pilottiprojektin toteutus	24
4.4.6 Projektin laajentaminen	24
5 UPPOPUMPUT	25
5.1 Yleistä	25
5.2 Uppopumput Talvivaarassa	26
5.3 Uppopumppujen tehtävän määrittelyminen	27
6 KÄYTTÖVARMUUDEN PARANTAMINEN	28
6.1 Käyttöpaikkojen kartoitus	29
6.1.1 Käyttöpaikkojen luokittelu	29
6.1.2 Kiinteä sähkönsyöttö	29
6.2 Uppopumppujen suorituskykykriteereiden asettaminen	30
6.2.1 Pumpuissa käytettävät materiaalit	30
6.2.2 Pumppujen skaalan harventaminen	30
6.2.3 Käyttötuntilaskuri / käyttöajan laskuri sähkönsyötössä	31
6.3 Seurantajärjestelmä	32
6.3.1 Seuranta ja historia	32
6.3.2 Hankintojen optimointi ja hallinnoinnin tiedonkulku	32
6.3.3 Kunnonvalvonta ja kunnonvalvontakierrokset	33
6.3.4 Kertyvän historiadatan analysointi	34
6.3.5 Jaksotettu kunnossapito ja ennakkohuoltotyöt	34
6.3.6 Kunnossapidon kohdistaminen	35
6.3.7 Soveltuvimman pumpun valinta	36
6.4 Pumpun käyttöönotto, käyttö ja käytöstä poistaminen	37
6.4.1 Käyttöönotto	37
6.4.2 Käyttö ja käytöstä poisto	37
6.5 Päätös projektin jatkamisesta tai lopettamisesta	38
7 YHTEENVETO	39
LÄHTEET	41

LITTEET

1 JOHDANTO

Talvivaara Sotkamo Oy on Suomen ensimmäinen biokasaliuotusta metallien erotuksessa käyttävä kaivos. Biokasaliuotuksessa toimivat mikro-organismit viihtyvät happamissa olosuhteissa. Prosessissa käytetyn PLS- liuoksen pH on alhainen ja jo itsessään metalleja syövyttävä. Vesienhallinnan virhetilanteissa sekä vuodoista aiheutuviissa suojapumppauksissa prosessiliuoksen halutunmukaista kiertoa joudutaan tehostamaan prosessiliuokseen upotettavilla uppopumpuilla.

Uppopumppujen kunnossapito onkin ollut ongelmallista. Ongelmia ovat tuottaneet uppopumpuille vahinkoa tuottavan käyttöympäristön lisäksi hajanaisesti organisoitu pumppujen seuranta sekä epäselvät vastualueet ja toimintatavat. Lisäksi vallalla on ollut ns. ”kokeileva asenne” uppopumppujen käytön kannalta, jossa käyttöön on otettu useita eri malleja monilta valmistajilta. Tämän tarkoituksena on ollut kartoittaa parhaiten Talvivaaran olosuhteisiin soveltuvat uppopumppumallit. Puutteellisesta seurannasta johtuen pumppujen käyttövarmuutta ei ole pystytty mittaamaan eikä näin ollen pumppujen soveltuvuutta ole voitu tehokkaasti vertailla.

Tässä insinööriyössä pyritään ideoimaan uppopumppujen käyttövarmuutta parantavia toimenpiteitä. Työn tavoitteena on toimia ponnahduslautana uppopumppujen käyttövarmuuden parantamiselle ja suunnitelmallisemmalle kunnossapidon ja käytön hallinnan toteutukselle.

2 YRITYKSEN ESITTELY

Talvivaara Sotkamo Oy on Talvivaara Kaivososakeyhtiö Oyj:n Sotkamossa kaivostoimintaa harjoittava tytäryhtiö. Sen erityispiirteenä toimii prosessissa käytetty bioliuotusmenetelmä, jolla metallisulfidit liuotetaan irti kivimurskeesta. Talvivaaran päätoiminto on hyödyntää Sotkamossa olevia metalliesiintymiä ja sen tuotanto keskittyy ensisijaisesti nikkelin ja sinkin tuotantoon. Talvivaaran esiintymät riittävät arviolta 46 vuodeksi. Kuusilammen ja Kolmisopen esiintymät yhdessä muodostavat yhden Euroopan suurimmista esiintymistä. Talvivaaran kaivos työllistää vakituisesti suoraan 800 henkeä, joista 500 on yhtiön omilla ja 300 urakoitsijoiden kirjoilla. [1.] [2.] Seuraavassa kuvassa on Talvivaara Sotkamo Oy:n sijainti.



Kuva 1. Talvivaaran sijainti [1].

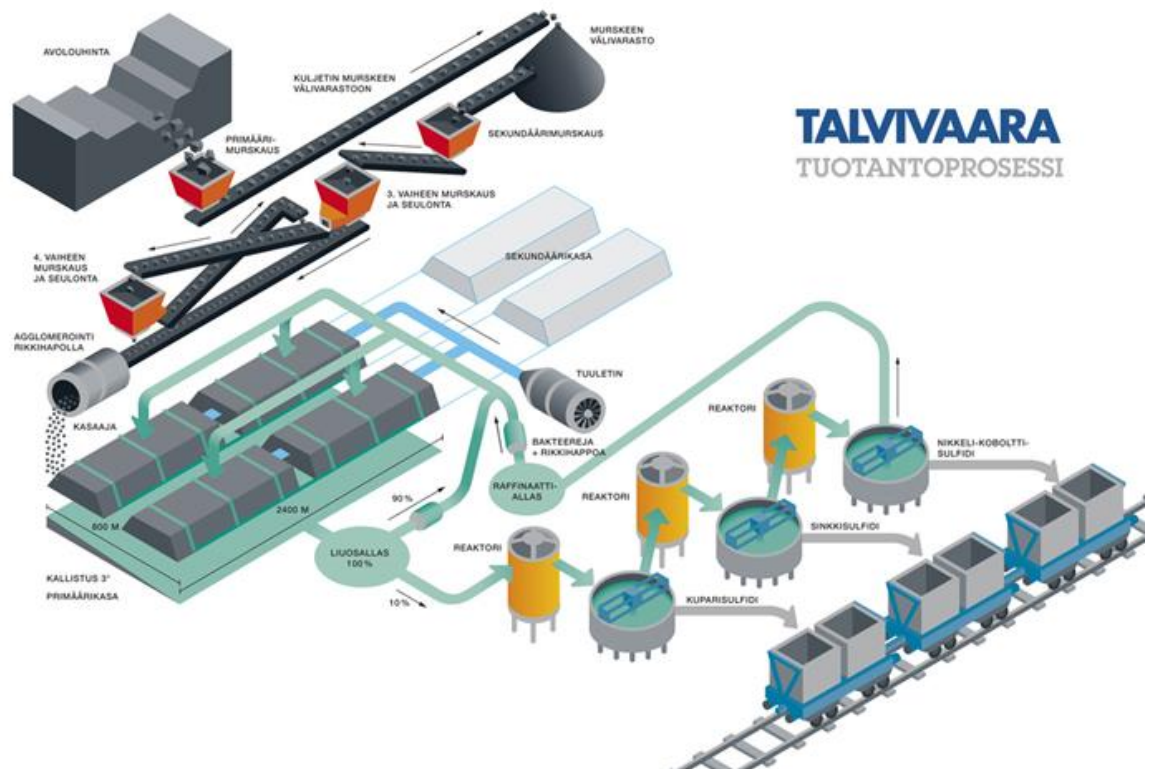
2.1 Talvivaaran historia

Esiintymät löysi alun perin Geologian tutkimuskeskus vuonna 1977. Tutkimuksissa esiintymä havaittiin suureksi mutta niin heikkolaatuiseksi, ettei niiden hyödyntäminen ollut sen aikaisilla rikastusmenetelmillä taloudellisesti kannattavaa. Kaivosoikeudet olivat Outokumpu Oyj:n hallussa, kunnes ne myytiin Outokummun entiselle työntekijälle Pekka Perälle vuonna 2003. Listautuessaan Lontoon pörssiin Talvivaaran kaivososakeyhtiö keräsi yli 300 miljoonaa

euroa. Listautuminen Helsingin pörssiin toukokuussa 2009 tuotti Talvivaaralle varat, jotka mahdollistivat syksyyn mennessä toteutettavat 22 miljoonan euron laiteinvestoinnit, ja niiden myötä tuotantokapasiteetti nousi 45 %. [2.][3.]

2.2 Talvivaaran tuotantoprosessi

Talvivaaran tuotantoprosessi jaetaan neljään päävaiheeseen: louhinta, malminkäsittely, biokasaliuotus ja metallien talteenotto. Seuraavassa kuvassa esitellään Talvivaaran tuotantoprosessia.



Kuva 2. Talvivaaran tuotantoprosessi [4].

2.2.1 Louhinta

Louhintamenetelmäksi on valittu laajamittainen avolouhinta, jossa tavoitteeksi on asetettu 35 - 60 miljoonaa tonnia vuodessa riippuen kertyvän sivukiven määrästä. Arvioiden mukaan kaivoksen koko toiminta-aikana keskimääräinen malmi-sivukivi-suhde on noin 1:1. Louhinnan jälkeen malmi lastataan louheenkuljetusajoneuvoihin, joilla se kuljetetaan murskaukseen. [4.]

2.2.2 Malminkäsittely

Avolouhinnan jälkeen malmi murskataan pieniksi rakeiksi biokasaliuotusta varten. Murskaus on nelivaiheinen ja se aloitetaan karkeamurskauksella. Murskausvaiheet muodostavat prosessikierron, joiden välissä malmirakeet seulotaan kunnes niistä 80 % yltyä tavoiteltuun 8 mm raekokoon. Tämän jälkeen murske kasataan ja agglomeroidaan pyörivässä rummussa PLS-liuoksella. Agglomeroinnissa hienot malmihiukkaset kiinnittyvät karkeampien pinnalle muodostaen tasakokoisia rakeita. Tällaisista rakeista tehdyt kasat läpäisevät hyvin vettä ja ilmaa ollen biokasaliuotuksessa liukenemisreaktiolle suotuisia tapahtumapaikkoja. Agglomeroinnin jälkeen malmi siirretään kuljetushihnalla kasausrakenteelle, joka kasaa malmin bioliuotusta varten primäärikasaksi. [4.]

2.2.3 Biokasaliuotus

Bioliuotusprosessia esiintyy luonnossa spontaanisti. Siinä mikro-organismit reagoivat malmin, veden ja ilman kanssa liuottaen malmista metalleja. Bioliuotusreaktio on eksoterminen eli siinä vapautuu lämpöä. Näin ollen se soveltuu myös Itä-Suomen subarktisiin olosuhteisiin.

Talvivaarassa bioliuotusprosessia tehostetaan biokasaliuotuksella.

Biokasaliuotus on jaettu primääri- ja sekundääri vaiheisiin. Ne ovat liuotusmekanismeiltaan samankaltaiset. Molemmassa bioliuotusreaktiota nopeutetaan ja ylläpidetään kiertokastelun avulla. Kiertokasteluliuos sisältää pääasiassa vettä, mikrobeja, liuennetta metalleja ja rikkihap-

poa. Reaktio vaatii toimiakseen myös ilmaa, jota puhalletaan tuulettimilla kasan läpi alhaisella paineella.

Malmin murskaaminen edistää liukenemista. Kiertokastelun tarkoitus on kierrättää liuosta kasan läpi sen metallipitoisuuden kasvattamiseksi. Sen ollessa tarpeeksi suuri johdetaan kiertokastelusta jatkuva linja metallien talteenottoon.

Malmia liuotetaan ensin primäärikasalla 13 - 14 kuukautta, minkä jälkeen primäärikasa puretaan ja malmi siirretään sekundäärikasaan, missä liuotus jatkuu kolmen vuoden ajan. Näin menetellään, jotta sekundääriliuotuksessa malmista saataisiin liuotettua nekin osat, mitkä primääriliuotuksessa jäivät liukenematta. Samalla Sekundäärikasa on malmin loppusijoituspaikka. Liuotuskasat ovat 8 metriä korkeita, 400 metriä leveitä ja 1200 metriä pitkiä. Malmin kierto Primäärikasalta Sekundäärikasalle on dynaaminen. Tämä johtuu siitä, että kasojen kasaaminen on hidas prosessi ja kasaussuunnasta katsottuna kasan alkupään malmi kerkiää sijoilleen kuukausia aikaisemmin kuin loppupään malmi. Tästä johtuen sen purkamisen voidaan aloittaa aikaisemmin. [4.]

2.2.4 Metallien talteenotto

Talteenotossa metalleja sisältävä kiertoliuos johdetaan saostusreaktoreihin, joissa metallisulfidit saostetaan liuoksesta kemikaalien avulla. Saostusreaktoreita on kolme ja niissä metallisulfidit saostetaan järjestyksessä: Cu, Zn, ja lopuksi Ni ja Co, joista jälkimmäiset saostetaan samassa reaktorissa. Saostuksen jälkeen liuoksesta poistetaan rauta ja se neutraloidaan. Puhdistettu liuos johdetaan tämän jälkeen takaisin liuotuskiertoon.

Tuotantoprosessin lopputuotteina syntyvät sulfidit kuljetetaan sopimusasiakkaiden jalostamoihin. [4.]

3 KUNNOSSAPITO JA KÄYTTÖVARMUUS

3.1 Käyttövarmuus

Käyttövarmuus määritellään standardin SFS-IEC 50 (191) mukaisesti seuraavalla tavalla: ”Käyttövarmuus on kohteen kyky olla tilassa, jossa se kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa ja tietyllä ajanhetkellä tai tietyn ajanjakson aikana, olettaen että ulkoiset resurssit ovat saatavilla.” [5]

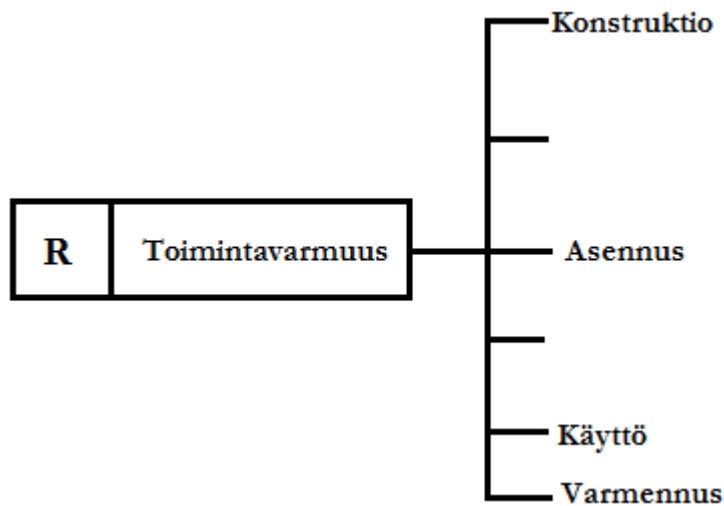
Käyttövarmuuskäsite sisältää toimintavarmuuden, kunnossapidettävyyden, kunnossapitovarmuuden, käytön varmuuden ja käyttäjien taidot. (Kaavio 1)



Kaavio 1. Käyttövarmuuden osatekijät [5].

3.1.1 Toimintavarmuus

Toimintavarmuus tarkoittaa kohteen kykyä suorittaa vaadittu toiminto vaaditun ajanjakson määräytyissä olosuhteissa.[6]. Toimintavarmuus voidaan määritellä myös todennäköisyydeksi kvalitatiivisen määritelmän mukaan. [7]. Seuraavassa kaaviossa on esitetty toimintavarmuuteen vaikuttavat tekijät.



Kaavio 2. Toimintavarmuus [6].

Toimintavarmuus voidaan eritellä seuraavalla tavalla:

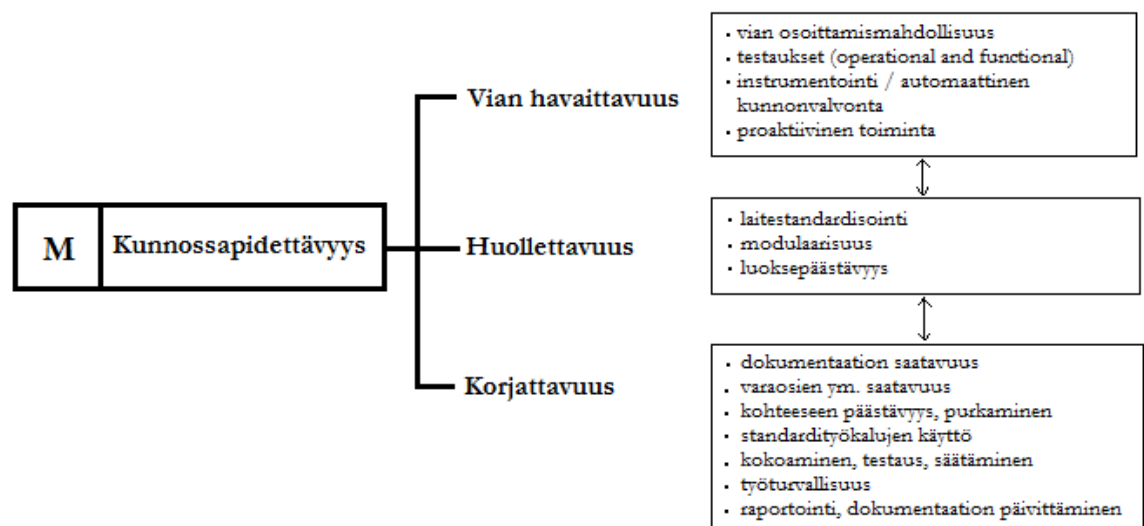
- Konstruktioon kuuluvat koneen suunnittelun lähtötiedot, materiaalit ja niiden mitoitus sekä suunnitteluperiaatteet.
- Rakenteelliseen kunnossapitoon sisältyy luoksepäästävyys, vian etsinnän helppous sekä korjauksen helppous (kuten esimerkiksi tekninen vaativuus, turvallisuus ja erikoistyökalujen käyttö).
- Asennukseen sisältyy itse asennuksen tekninen suorittaminen, luovutus ja käyttöopastus, kunnossapitosuunnitelmat ja dokumentaatiot. Dokumentaation täytyy olla konekohtaisesti sovitettu.
- Huoltoon kuuluu ennakoiva kunnossapito sekä huollon toteutus.
- Käyttöön sisältyy paitsi fyysinen kykeneminen, niin myös koulutus ja motivaatio.
- Varmennukseen sisältyy saatavuus ja valintatapa.

[6.]

Toimintavarmuus mielletään siis kohteen ominaisuudeksi. Kunnossapidettävyyden ominaisuus, joka ilmaisee miten hyvin kohde on pidettävissä toimintakunnossa tai palautettavissa - kuntoon, jos kunnossapito suoritetaan vaadittuja menetelmiä ja resursseja käyttäen määritellyissä olosuhteissa. Jotkut toimintavarmuuden ja kunnossapidettävyyden käsitteiden alueet ovat päällekkäisiä ja rajanveto voi olla joskus vaikeaa. [6.]

3.1.2 Kunnossapidettävyyden

Käyttövarmuuteen kuuluu myös kunnossapidettävyyden. Se kuvaa kohteen kykyä olla palautettavissa toimintakuntoon, mikäli olosuhteet vastaavat ennalta määriteltyjä ja jos kunnossapito tapahtuu suunnitellun mukaisia resursseja ja menetelmiä käyttäen. Seuraavassa kaaviossa on esitetty kunnossapidettävyyden vaikuttavat tekijät. [6.] [8.]

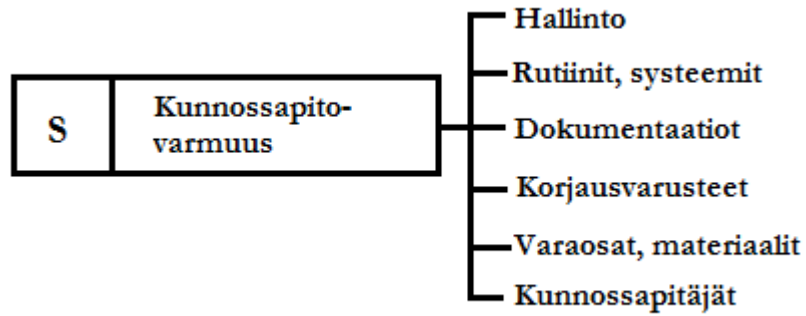


Kaavio 3. Kunnossapidettävyyden [6].

Standardin PSK 6201 mukainen jako on: ”kunnossapidettävyyden todentaminen, luoksepäästävyys, vaihdettavuus, testattavuus, diagnostiikka, huollettavuus, sekä vian paikannettavuus.” [6].

3.1.3 Kunnossapitovarmuus

Seuraavassa kaaviossa on esitetty kunnossapitovarmuuteen vaikuttavat tekijät:



Kaavio 4. Kunnossapitovarmuus [6].

”Kunnossapitovarmuus kuvaa kunnossapito-organisaation kykyä suorittaa vaadittu toiminto tehokkaasti määrätyissä olosuhteissa vaaditulla ajanhetkellä tai ajanjaksona. (Annetut olosuhteet viittaavat sekä kohteeseen itseensä että paikkaan, jossa kohdetta käytetään ja kunnossapidetään.)” [6].

3.1.4 Käyttövarmuuden mittarit

Kunnossapidettävyyttä tai kohteen kunnossapito-ominaisuuksia voidaan arvioida, mitata ja määrittellä erilaisten aikamääreiden mukaan. Tärkeimmät näistä tekijöistä on PSK 6201 standardin mukaan esitetty seuraavassa taulukossa: [6.]

Taulukko 1. Aikakäsitteet [6].

Vikaantumisväli (TBF) Time Between Failures						
UT	DT	UT	Seisokkiaika DT Down Time			Toimintakelpoisuus aika (UT) Up Time
Ei-käyttöaika (NUTI) Non Utilized Time	Käyttöaika (UTI) Utilized Time Seisokkiaika (DT) Down Time	Ei-käyttöaika (NUTI) Non Utilized Time				Käyttöaika (UTI) Utilized Time
Joutoaika (IT) Idle Time Valmiusaika (SBT) Standby Time	Ulkoisen toimintakyvyttömyysaika (ESD) External Disable Time		Seisokkiaika (DT) Down Time			Käyntiaika (OT/OTBF) Operating time Vikaantumisaika (TTF) Time To failure
	Ehkäisevä kunnossapitoaika (PMT) Preventive Maintenance Time		Käytön seisokkiaika (ODT) Production Shut Down Time	Käytön tarpeen ylittävä kunnossapitoaika (EMT) Maintenance Time Exceeding Production needs	Käytön seisokkiaika (ODT) Production Shut Down Time	
	Häiriökorjausaika (RT) Repair Time		Kunnossapitoseisokkiaika (TTM) Maintenance Shut Down Time (Time To Maintain)			Käynnin aikainen kunnossapitoaika (MODT) Maintenance Time During Operating Time
		Häiriötoipumis-aika (CMT/TTR) Break Down maintenance Time (Time To Restoration)		Ehkäisevä kunnossapitoaika (PMT/PDT) Preventive Maintenance Down Time		Käynnin aikainen ehkäisevä kunnossapitoaika (PDOT) Preventive Maintenance During Operating Time
		Häiriökorjausaika (RT) Repair Time	Odotus aika (WT) Waiting Time	Jaksotettu kunnossapitoaika (SMT) Predetermined Maintenance Time Kuntoon perustuva kunnossapitoaika (CBT) Condition Based Maintenance Time		Käynnin aikainen jaksotettu kunnossapitoaika (SDOT) Predetermined Maintenance During Operating Time Käynnin aikainen kuntoon perustuva kunnossapitoaika (PDOT) Condition Based Maintenance Time During Operating Time

Järviön mukainen tarkempi käsitteiden määrittely on seuraava:

Käyntiaika on ajanjakso, jolloin kohde suorittaa vaadittua toimintoa.

Käyttöaika on ajanjakso, joka tarvitaan vaaditun tuotantomäärän tuottamiseen. Käyttöaika sisältää käyntiajan sekä käytön ja kunnossapidon vaatimat seisokit.

Vikaantumisaika (ITF) on kohteen käyttöaika käyttöönotosta vikaantumiseen tai kunnostamisesta tai korjauksesta seuraavaan vikaan.

Vikaantumisväli (TBF) on kahden peräkkäisen vikaantumisen välinen ajanjakso.

Vikataajuus on tarkastelujaksolla vioittuneiden laitteiden lukumäärän suhde tarkastelujakson alussa kunnossa olleisiin laitteisiin. Yhden laitteen tapauksessa vikataajuus on vikojen lukumäärän suhde tarkastelujakson pituuteen.

Häiriötoipumisaika (tuotantoon palauttamisaika) on toimintakelpoisuuden palauttamiseen kuluva aika (alasajoon, korjaukseen, odottamiseen ja ylösajoon kulunut aika)

Kunnossapitoaika on häiriökorjauksiin ja suunniteltuun kunnossapitoon kuluva toimenpide ja viiveaika.

Enimmäiskorjausaika on aika, joka enintään saa kulua kohteen tiettyyn korjaukseen.

Seisokkiaika on ajanjakso, jolloin järjestelmä ei ole tuotannossa käytön tai kunnossapidon vaatimien toimenpiteiden vuoksi.

Viiveaika on aika, jolloin mitään varsinaista korjausta ei voida kohteelle tehdä osien toimitusajan tai muun esteen vuoksi.

Logistinen viive on ajanjakso, jolloin kunnossapitotoimenpidettä ei voida suorittaa johtuen tarpeesta hankkia kunnossapitoresursseja.

Hallinnollinen viive on ajanjakso, jolloin häiriökorjaus ei ole mahdollista hallinnollisista syistä.

Tekninen viive on kunnossapitotoimenpiteeseen liittyvien välttämättömien teknisten apu-toimenpiteiden vaatima aika.

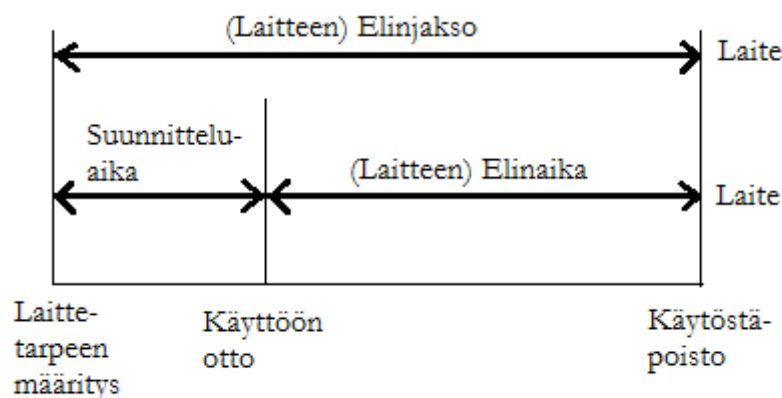
Vaatimustenmukaisuus on tuotteen, prosessin tai palvelun spesifikaation mukaisuus.

Varmennus on yhtä useampi kohteessa oleva keino toteuttaa vaadittu toiminto.

Virheikäytön esto on laitteiden ja järjestelmien tekninen ominaisuus, jolla estetään niiden virheellinen käyttö tai vaaran aiheuttaminen ympäristölle.

Elinjakso (life cycle) on ajanjakso, joka alkaa kun järjestelmä tai laitetarve määritellään ja päättyy, kun ao. järjestelmä tai laite romutetaan tai siirtyy toiseen käyttöön. Elinjakso koneiden ja laitteiden yhteydessä (kaavio 5).

Elinkaari on ajanjakso, joka alkaa kun valmistaja määrittelee uuden tuotteen ja päättyy, kun valmistaja poistaa tuotteen lopullisesti tuoteohjelmastaan. Elinkaari-käsitettä suositellaan käytettäväksi puhuttaessa tuotteista ” [6]. Kaaviossa 5 on laitteen elinjaksoon liittyviä käsitteitä.



Kaavio 5. Laitteen elinjaksoon liittyviä käsitteitä [6].

Elinaika (life time) on aika, jolloin kohde pystyy suorittamaan vaaditut toiminnot, päättyen kun kohde ei enää ole teknisesti tai taloudellisesti korjattavissa. (kaavio 5).

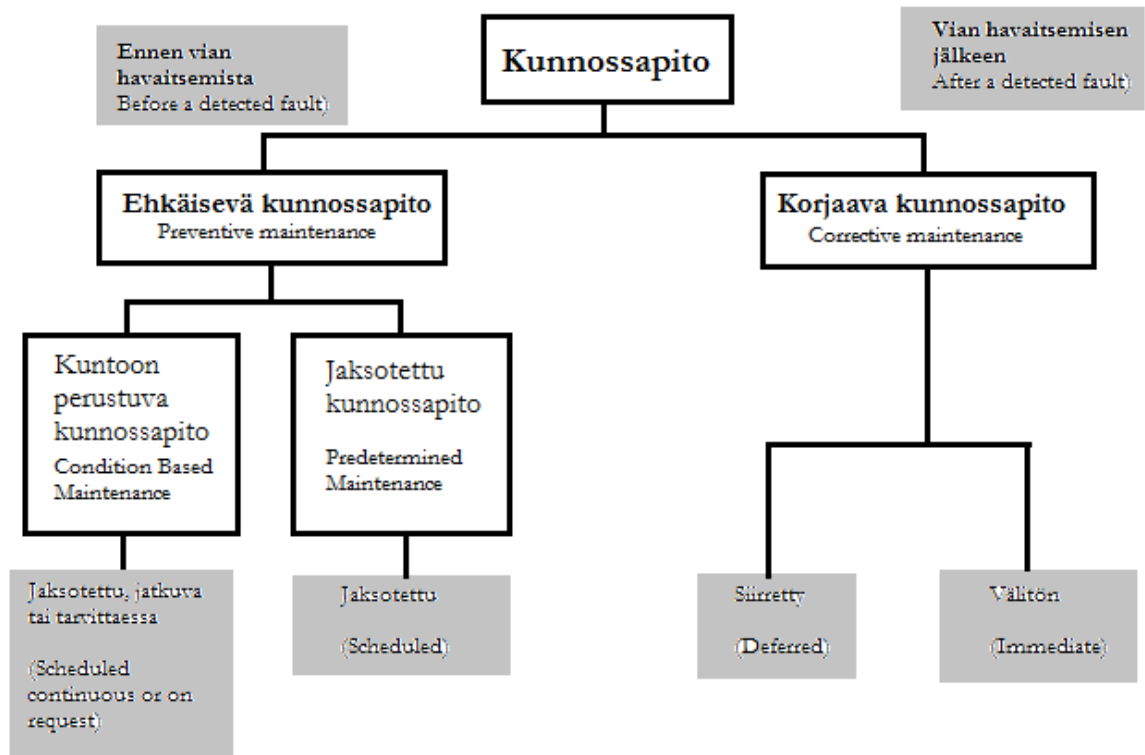
Hyödyllinen käyttöikä on tietyissä olosuhteissa ajanjakso, joka alkaa tietynä ajanhetkenä ja päättyy, kun vikataajuus ei ole enää hyväksyttävissä tai kun kohde voidaan todeta korjauskelvottomaksi vian tai jonkun muun tapahtuman vuoksi. [6.]

3.2 Kunnossapito

Kunnossapito on tehtyjen investointien pitämistä toimintakuntoisina koko niiden elinkaaren ajan maksimaalisen tuoton saavuttamiseksi, luotettavan toiminnan varmistamiseksi sekä ympäristö- ja turvallisuusriskien hallitsemiseksi. [9.] [10.] Kunnossapitoa ja huoltotöitä tehokkaasti ohjaamalla organisaatiot voivat parantaa laitteidensa suorituskykyä ja pidentää niiden elinkaarta. [9].

3.3 Kunnossapitolajit

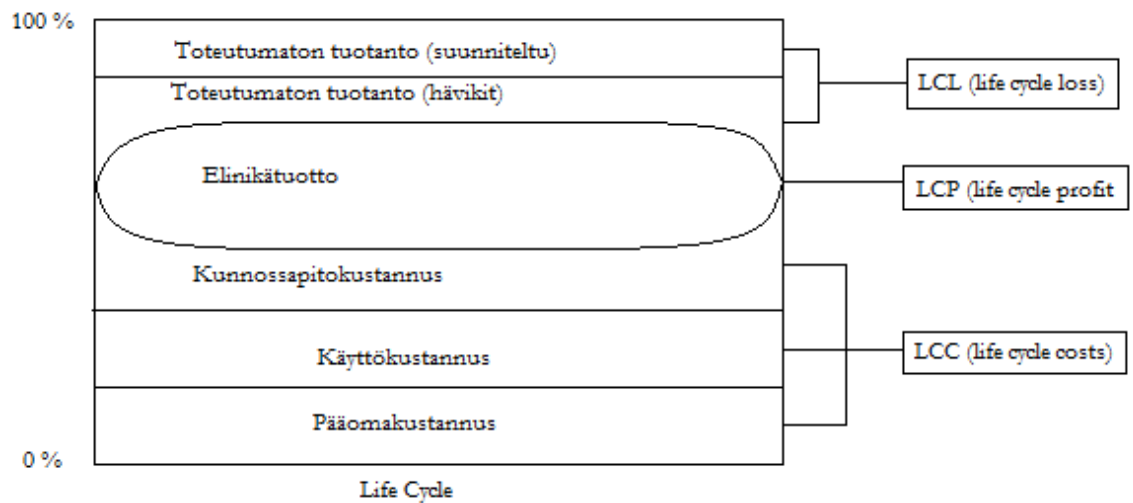
Standardin SF-SEN 13306 mukaan kunnossapidon pääajit voidaan jakaa seuraavasti: (kaavio 6: Kunnossapitolajit)



Kaavio 6. Kunnossapitolajit [6].

3.4 Elinjaksokustannukset

Hankittavan investoinnin valinta on perinteisesti tehty hinnan ja laadun perusteella. Silloin jää kumminkin ottamatta huomioon muut tuotteen elinkaaren aikana aiheutuvat kustannukset, ja tuote voi osoittautua yllättävän kalliiksi käyttää. Siksi investointivaihtoehtoja vertailtaessa kannattaa huomioida myös tuotteen suunnitellun pitoajan kunnossapito-, käyttö- ja epäkäytettävyyuskustannukset. Tätä varten on kehitetty elinjaksokustannusanalyysi, joka tunnetaan myös termillä LCC- analyysi. (Life Cycle Cost-analyysi) Periaate on esitetty seuraavassa kaaviossa. (Kaavio 7: LCC-periaate) [6.] [11.]



Kaavio 7. LCC-periaate [10].

Pumpun elinajan aikana pääoma ja käyttökustannusten pitäisi säilyä suhteellisen vakiona.

4 LUOTETTAVUUSKESKEINEN KUNNOSSAPITO

Luotettavuuskeskeinen kunnossapito kehitettiin alun perin lentokoneiteollisuuden tarpeisiin, kun tarvittiin systemaattinen menetelmä koneiden käyttövarmuuden parantamiseksi. Siinä pyritään vähentämään kunnossapidon määrää minimiin silti vaarantamatta laitteen tai laitoksen toimintaa. Luotettavuuskeskeinen kunnossapidon tarkoituksena on harjoittaa systemaattista kunnossapitoa, jossa jätetään kaikki turha pois ja keskitytään olennaiseen. [13.]

4.1 Päämäärät

RCM (Reliability Centered Maintenance) on metodi, jonka avulla suunnitellaan kunnossapitettävän kohteen kunnossapito. [6]. Merkittävimmät päämäärät ovat:

- Priorisoida prosessien laitteet ja näin kohdistaa kunnossapito sellaisiin laitteisiin, joissa sitä eniten tarvitaan. Tavanomaisimmat priorisointikriteerit ovat kustannukset, turvallisuus, ympäristövaikutukset sekä laatu.
- Selvittää laitteiden vikaantumismekanismit ja näin luoda pohja oikeiden, tehokkaiden kunnossapitomenetelmien käytölle.
- Kunnossapidon piiriin saatetaan myös sellaiset rajat ja turvalaitteet, jotka prosessin toimiessa ovat ”passiivisia”.
- Laatia valmiit toimintaohjeet käytettäväksi vikaantumisen ilmettyä sellaisille laitteille, joille ei löydy tehokkaita ehkäisevän kunnossapidon menetelmiä.
- Koneiden henkilökunta oppii seuraamaan kriittisten komponenttien toimintaa.

[13.]

4.2 Kunnossapidon perusta

4.2.1 Työn määrittäminen

RCM varmistaa tuotantovälineiden toiminnan kuudessa vaiheessa. Ensimmäisenä tuotantovälineiden toiminnot määritetään. Toiseksi määritellään, mitä kunnossapidon on pyrittävä tekemään. Kolmanneksi määritellään tarkasti, mitä kussakin tapauksessa vikaantuminen tarkoittaa. Sen jälkeen voidaan määrittellä vikaantumisen aiheuttajat ja niiden seurannaisilmiöt kussakin vikaantumistilanteessa. Viidenneksi arvioidaan kaikki vikaantumistavat ja niiden seuraukset. Kuudentena voidaan edeltävien vaiheiden jälkeen luotettavasti määrittellä vikaantumistapojen hallintamenetelmät ja strategiat. [6.]

4.2.2 Resurssien määrittäminen

Kun kunkin tuotantovälineen kunnossapitovaatimukset on tarkasti määritelty, siirrytään määrittelemään mitä resursseja vaaditaan kyseisten tehtävien suorittamiseksi. Resurssit muodostuvat ihmisistä ja asioista. Selvitetään seuraavat asiat:

- Kuka suorittaa toimenpiteet (koulutettu kunnossapitäjä, koneen käyttäjä, alihankkija). Lisäksi on huomioitava mahdollinen koulutus ja modernisaatiotarve.
- Mitä varaosia ja työkaluja (mukaan lukien kunnonvalvonnanlaitteet) tarvitaan kunkin tehtävän suorittamiseksi.

Resurssien käyttämisestä voidaan laatia tarkka suunnitelma vasta, kun resurssivaatimukset on selkeästi tiedostettu. Tarkan resurssien käyttösuunnitelman ansiosta kunnossapitotehtävät voidaan tehdä oikein ja tehokkaasti tuotantovälineiden toimintakyvyn varmistamiseksi. [6.]

4.3 RCM-prosessi

RCM-prosessin avulla on tarkoitus määritellä, mitä on tarpeellista tehdä tuotantoprosessin toiminnan varmistamiseksi, jotta mikä tahansa tuotantoväline jatkuvasti tekee siltä haluttua toimintoa sen hetkessä toimintaympäristössä.

Tästä määritelmästä seuraa seitsemän kysymystä, jotka on kysyttävä jokaisen laitteen arvioinnin yhteydessä:

- Mitkä ovat laitteen toiminnot ja suorituskykystandardit sen tämänhetkessä toimintaympäristössä?
- Mitä tapahtuu kun laite rikkoontuu (mitkä toiminnot jäävät tapahtumatta)?
- Mikä aiheuttaa kunkin laitteen toiminnon puuttumisen/vajaatoiminnan?
- Mitä tapahtuu kunkin vikaantumisen yhteydessä?
- Mitä vahinkoja kukin vikaantuminen aiheuttaa?
- Mitä voidaan tehdä kunkin vikaantumismallin havaitsemiseksi riittävän ajoissa tai vikaantumisen estämiseksi?
- Mitä tehdään, jos sopivaa ehkäisevää toimenpidettä ei löydy?

[6.]

4.3.1 Toiminnot ja suorituskykystandardit

Vasta laitteiden toimintojen määrittelyn jälkeen on mahdollista määritellä mitä kunnossapidolla yritetään saavuttaa. Siksi on tärkeää myös määritellä mitä ymmärretään käsitteellä vika.

RCM-prosessin ensimmäisessä vaiheessa määritellään tuotantovälineiden toiminnot ja suorituskykystandardit kussakin käyttöympäristössä. Laitteiden käyttäjät yleensä tietävät parhaiten, miten laitteella saadaan paras tulos koko organisaation kannalta ja siksi heidän osallistumisensa RCM-prosessiin on tärkeää. [6.]

4.3.2 Toimintahäiriö

Vain jonkinasteinen vikaantuminen voi estää laitetta toimimasta odotetulla tavalla. Kunnossapidon tavoitteet asetetaan tuotantovälineen toimintojen ja suorituskykyvaatimusten pohjalta, mutta ennen kuin voidaan valita ja käyttää tehokkaita kunnossapidon menetelmiä on tunnistettava erilaiset mahdolliset vikaantumiset. RCM-prosessi tekee tämän kahdessa vaiheessa:

- Ensiksi, missä olosuhteissa vikaantuminen voi tapahtua.
- Seuraavaksi selvitämme mitkä tilanteet/tapahtumat voivat aiheuttaa vikaantumisen.

RCM-piireissä käsite toimintahäiriö kattaa laitteen täydellisen pysähtymisen lisäksi myös vaja-toiminnan, jolloin laitteen toimintatapa ei vastaa annettuja odotuksia. [6.]

4.3.3 Vikaantumistavat

Toimintahäiriöiden määrittelyjen jälkeen siirrytään selvittämään niitä jonkinasteisella todennäköisyydellä aiheuttavia syitä. Tämä sisältää kaikki vikaantumistapaukset, jotka ovat jo tapahtuneet kyseisellä tai samankaltaisella tuotantovälineellä samanlaisissa toimintaympäristöissä sekä ne vikaantumiset, joita yritetään estää käytössä olevilla ennakkohuolto-ohjelmilla ja kaikki ne mahdolliset tapahtumat joiden esiintymisriski on suuri.

Perinteisesti vikaantumistilojen sisältämien vikaantumisten syyt ovat olleet joko tuotantovälineiden ”rappeutuminen” tai normaali kuluminen. Joka tapauksessa listoille otetaan mukaan myös inhimillisistä syistä aiheutuneet vikaantumiset ja suunnitteluvirheet. Kussakin tapauksessa on tärkeää tunnistaa vikaantumisten alkusyyt, jotta ne voidaan toimintoja muuttamalla poistaa. [6.]

4.3.4 Vikojen vaikutukset

Neljäntenä vaiheena RCM-prosessissa on jokaisen listatun vian vaikutusten selvittäminen. Määrittelyjen kuuluu sisältää tiedot joiden avulla vikojen seurausvaikutusten arvioiminen on mahdollista. Määrittelyissä käsitellään seuraavia asioita:

- Mistä nähdään, että vikaantuminen on tapahtunut.
- Millaisia riskejä vikaantuminen aiheuttaa terveydelle tai ympäristölle.
- Miten vikaantuminen vaikuttaa tuotantoon tai toimintaan.
- Mitä konkreettisia vahinkoja vikaantuminen aiheuttaa.
- Mitkä ovat korjaustoimenpiteet.

[6.]

4.3.5 Vikojen seuraukset

Yksityiskohtainen vikaantumistapojen analysointi tuottaa usein tuhansia mahdollisia vikaantumistapoja. Jokainen näistä vaikuttaa yritykseen jollakin tavalla, vaikka seuraukset ovat erilaisia. RCM-prosessissa vikojen seuraukset jaetaan neljään ryhmään:

- Piilevien vikojen seuraukset: Piilevillä vioilla ei ole suoraa vaikutusta, mutta ne käynnistävät ketjureaktioita, jotka kehittyvät suureksi joukoksi vikaantumisia, joilla on vakavammat seuraukset.
- Turvallisuus ja ympäristöseuraukset: Vikaantumisella on turvallisuuseurauksia, jos se aiheuttaa vammautumista tai hengenmenon. Ympäristöseuraukset aiheuttavat erilaisia säädökset ylittäviä päästöjä tai haittoja.
- Toiminnalliset seuraukset: Vikaantuminen vaikuttaa tuotantoon (määrä, laatu, asiakaspalvelu tai käyttökustannukset välittömien korjauskustannusten lisäksi).

- Ei-toiminnalliset seuraukset: Tässä ryhmässä vikaantuminen ei aiheuta turvallisuuteen eikä toimintaan liittyviä seurauksia. Seuraukset ovatkin vain korjauksista aiheutuvia välittömiä kustannuksia.

RCM-prosessissa käytetään näitä ryhmiä strategisen päätöksenteon pohjana. Tällaisessa jäsennellyssä muodossa vikaantumisen seurausten perusteella tehtävät kunnossapitotoimet voidaan keskittää kohteisiin, joiden seuraukset ovat organisaation toiminnan kannalta suurimmat. Lisäksi henkilöstöä rohkaistaan ajattelemaan ehkäisevän kunnossapidon mahdollisuuksia laajemmin vikaantumisen estoon keskittymisen sijasta. [6.]

4.3.6 Vikaantumisen hallinnan tehtävien valinta

Vikaantumisen hallinnan tehtävät jaetaan kahteen ryhmään:

- Proaktiiviset tehtävät: tällaisia tehtäviä tehdään ennen kuin vikaantuminen on kehittynyt niin pitkälle, että laite ei toimi. RCM jakaa nämä tehtävät kolmeen eri ryhmään: jaksotettu korjaus, jaksotettu uusiminen sekä kunnonvalvonta. Viimeksi mainittuun sisällytetään myös ne toimenpiteet, joihin ryhdytään kunnonvalvonnan havaintojen perusteella.
- Korjausohjeet, toimintaohjeet: jos ei ole mahdollista määritellä laitteelle tehokasta, ehkäisevää toimintamallia, niin laaditaan ohjeet, joiden mukaan toimitaan laitteen lopettaessa toimintansa. Tähän ryhmään kuuluvat mm. vian etsintä sekä korjaava kunnossapito. Näitä toimenpiteitä tehdään laitteen ollessa rikki.

Vikaantumisia voi kriittisissä tapauksissa hallita huomattavan järeitä keinoja käyttäen, kuten uudelleensuunnittelu, vikasietoisten rakenteiden käyttö, varmentaminen, jne. Toimivan laitteen kohdalla on mahdollista käyttää eriasteista monitorointia, käynninvalvontaa tai laitteen toimintatarpeiden valvontaa.

Usein kunnonvalvonnassa käytetään ihmisen aisteja. Tämän toimintatavan hyviä puolia ovat:

- Ihminen on hyvin joustava ja havaitsee monia vikavaihtoehtoja.
- Ihminen pystyy havainnoimaan samanaikaisesti monella aistilla.
- Havainnointi on lähes ilmaista, jos se tehdään normaalien työtehtävien ohessa. Havainnoinnin laatuun vaikutetaan kouluttamalla ja kokemuksen kartuttamisen kautta.
- Ihminen pystyy arvioimaan oirehtivan vian vakavuutta, kun taas laite pystyy välittämään lukeman.

Haittapuolia taas ovat:

- Kun vika havaitaan aisteilla, se on edennyt jo kovin pitkälle (eli tarkastuksia on tehtävä usein ja vasteen oltava nopea).
- Aistihavainto on subjektiivinen, joten yhtenäisen kriteeristön käyttö voi olla vaikeaa. Lisäksi havainnot riippuvat kokemuksesta, koulutuksesta ja jopa havainnoijan mielentilasta.

[6.]

Jaksotettu korjaus ja jaksotettu uusiminen

Jaksotetuissa korjaustöissä tehdään toimenpiteitä laitteen kunnosta riippumatta joko eliniän lopussa tai siitä riippumatta kuten osan uudelleen valmistaminen tai laitteen tai sen osien määräaikaistarkastukset. Jaksotetussa uusimisessa laitteen osa tai osakokonaisuus uusitaan kunnosta riippumatta joko sen eliniän lopussa tai eliniästä riippumatta. Menetelmät yhdessä tunnetaan nimellä ennakoiva kunnossapito.

Kunnonvalvonta

Kunnonvalvonnan tehtävät perustuvat oirehtivien vikojen tarkkailuun. Oirehtivat viat ovat vikoja, joiden kehittyminen on alkanut ja ne voidaan tunnistaa. Oirehtivat viat pyritään havaitsemaan kunnonvalvonnalla niin, että ne pystytään korjaamaan suunnitellusti. Ennustava ja ehkäisevä kunnossapito ja kunnonvalvonta kuuluvat tähän kategoriaan.

Vian etsintä

Ne toimenpiteet joiden avulla tutkitaan piileviä toimintoja vikaantuneiden osien löytämiseksi kuuluvat vian etsintään. Erotuksena kunnonvalvontaan on, että kunnonvalvonnassa päämääränä on löytää osia, jotka eivät ole vielä lakanneet toimimasta.

Korjaava kunnossapito

Korjaavassa kunnossapidossa laitetta käytetään kunnes se rikkoontuu. Laitteelle ei tehdä mitään vikaantumisen hallintaan kuuluvia toimenpiteitä.

[6.]

4.3.7 Työtehtävien suunnittelu

RCM-toimintatavassa pyritään laitekohtaiseen vikaantumisten seurauksien selvittämiseen ja tapauskohtaiseen kunnossapitotehtävien määrittelyyn. Prosessin seurauksena tärkeysjärjestykseen asetetuista seurausvaikutuksista voi tarkasti päättää, mitkä ehkäisevän kunnossapidon keinot ovat käyttökelpoisia, kuinka usein niitä tulee käyttää ja kuinka koulutettua kunnossapitäjää tarvitaan. Kun eri vikaantumisille on arvioitu seurannaisvaikutusten määrä ja arvo, voidaan perustellusti päättää mitä on järkevää tehdä. Mikäli jokin vika jää taloudellisesti järkevien tai teknisesti mahdollisten ehkäisykeinojen ulkopuolelle, kyseistä vikaantumistilannetta varten voidaan ennakkoon valmistaa toimintamalli.

Kun priorisoinnin seurauksena ehkäisevän kunnossapidon toimet kohdistetaan vain niihin kohteisiin joissa ne ovat tehokkaita, vähenevät rutiininomaiset työtehtävät merkittävästi. Lisäksi jäljelle jääneen suunnitellun kunnossapidon määrä on paljon pienempi kuin tavanomaisin keinoin tehtynä. Rutiinien määrän vähetessä myös työtehtävät tulee tehtyä kunnolla. Taloudellisesti kannattamattomien tehtävien jäädessä pois, päädytään huomattavasti tehokkaampaan kunnossapitotoimintaan. [6.]

4.4 RCM-projektin tyypilliset vaiheet

4.4.1 Yleisen asennoitumisen selvittäminen

Ensimmäisenä tehtävänä on pitää muutaman tunnin mittainen esittely yrityksen johdolle, osastojen vetäjille ja henkilöstöryhmien edustajille. Esittely voi olla yleisluontoinen ja sen perusteella on tarkoitus tehdä ensimmäinen päätös projektin jatkamisesta. [6.]

4.4.2 Pilottikohteen valinta

Mikäli projektia päätettiin jatkaa, muodostetaan pieni työryhmä, jonka tehtävänä on valita projektille 2-3 pilottikohdetta. Kohteiksi kannattaa valita kunnossapidon kannalta hankalimmat kohteet. Normaalisti kohteita ei saada selville ennen kuin työryhmä on kokoontunut 12- 15 kertaa. Työryhmien jäsenet perehdytetään käyttövarmuuskeskeisen kunnossapidon periaatteisiin. [6.]

4.4.3 Perehdyttämiskurssi

Perehdyttämiskurssille osallistuu eri pilottikohteista 2-3 henkilöä, jotka edustavat käytön ja kunnossapidon esimies/johtotasoa. Kurssin päätteeksi tehdään toisen kerran päätös projektin jatkamisesta. [6.]

4.4.4 Pilottiprojektin resurssien varaaminen

Perehdyttämiskurssilla olleet työryhmäläiset tekevät seuraavat asiat:

- Vahvistetaan pilottikohteet ja määritetään kullekin kohteelle tavoitteet (mielellään nykytila → tavoitetila).
- Arvioidaan jokaisessa kohteessa laitteiden tarkastukseen tarvittava aika.

- Nimetään projektille vetäjä sekä avustajat.
- Nimetään ne henkilöt, jotka osallistuvat projektiin.
- Suunnitellaan projektiin osallistuvien peruskoulutus.
- Laaditaan tarkat aikataulut ja kokoontumispaikat tuleville kokoontumisille.

Kun työryhmä on valmis, asioita tarkastellaan vielä kriittisesti ja tehdään päätös kolmannen kerran projektin jatkamisesta. [6.]

4.4.5 Pilottiprojektin toteutus

Tähän vaiheeseen sisältyvät seuraavat asiat:

- Toteutetaan projektiin osallistuvien peruskoulutus (osallistujat, avustajat).
- Vedetään läpi RCM-kokoukset (tuloksien käsittelyt).
- Auditoidaan työryhmien laatimat suositukset/parannusehdotukset.
- Toteutetaan suositukset/parannusehdotukset.
- Tarkastetaan toimenpiteidentulokset.
- Tiedotetaan tulokset ylimmälle johdolle.
- Sovitaan jatkotoimenpiteistä.

[6.]

4.4.6 Projektin laajentaminen

Laaditaan kannattavuuslaskelmat mihin prosesseihin RCM-metodia on järkevää ja kannattavaa soveltaa. Jotkut tehtaat ovat päättäneet keskittää RCM-metodin soveltamisen ongelma-alueisiin, toiset kaikkiin tuotantovälineisiin. [6.]

5 UPPOPUMPUT

5.1 Yleistä

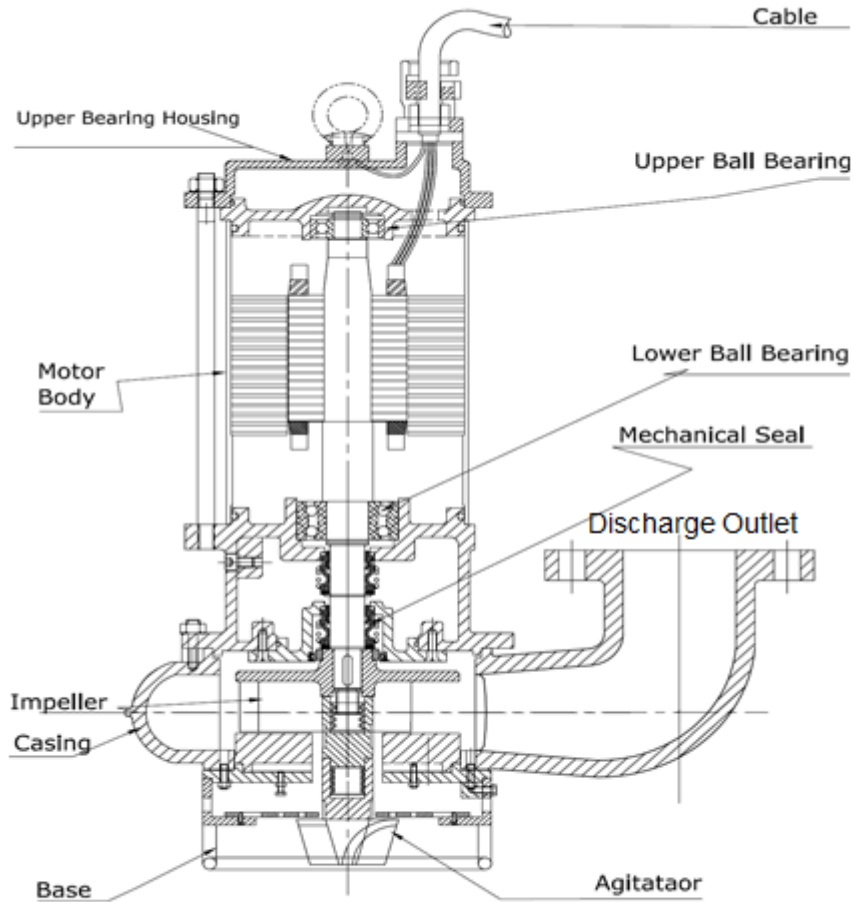
Uppopumput ovat nesteen liikutteluun tarkoitettuja, nesteeseen upotettavia, väliaikaisesti asennettavia pieniä pumppuja. Uppopumppujen suurimpia etuja muihin pumpputyyppeihin nähden on nesteeseen upottamisesta johtuva kavitaation puute. Niitä käytetään laajalti erilaisissa olosuhteissa eri tarkoituksiin, kuten uima-altaan tyhjennykseen, rakennustyömaalla, veneissä ja teollisuudessa. Niiden tekniset ominaisuudet riippuvat siitä, mitä käyttötarkoitusta varten ne ovat. Vaaditaanko sovelluksessa suurempaa nostokorkeutta vai tilavuusvirtaa, millaista nestettä pumpataan, tai onko pumpulle muita erityisvaatimuksia kuten esim. Atex-luokitusta.

Uppopumput voidaan jakaa pumpattavan nesteen perusteella seuraavalla tavalla:

- Puhdasvesi uppopumppu
- Likavesi uppopumppu
- Harmaavesipumppu
- Lietepumppu
- Haponkestävä uppopumppu

Puhdasvesipumput soveltuvat nimensä mukaisesti vain puhtaan veden pumppaamiseen. Tulvien, kellareiden ja erilaisten säiliöiden tyhjentämiseen riittää puhtaalle vedelle tarkoitettu uppopumppu. Likavesipumput ja harmaavesipumput sopivat likakaivoihin ja viemäreihin ym. paikkoihin missä pumpataan jätevettä. Lietepumput soveltuvat raskaammille lietemäisille nesteille joissa on huomattavasti kiintoainetta mukana. Haponkestävät uppopumput soveltuvat happamille nesteille joiden pH- arvo on niin alhainen että ne syövyttävät metallia ja ovat täten liian vahingollisia ympäristöjä mustaraudasta valmistettujen pumppujen toiminnalle. [13.] Seuraavassa kuvassa on uppopumpun leikkauskuva.

CROSS SECTION & AGITATOR PHOTOS



Cross Section of Slurry Submersible Pump

Kuva 3. Uppopumpun leikkauskuva [14].

5.2 Uppopumput Talvivaarassa

Talvivaarassa uppopumppuja käytetään bioliuotusprosessin vesienhallinnan tukemiseen. Tehtäviin kuuluu mm. prosessiliuoksen vuototilanteissa suojapumppaus sekä häiriötilanteissa liuoksen prosessikierron sujuvoittaminen. Käyttöympäristönä bioliuotuksen vesienhallinta on uppopumpuille hyvin vahingollinen johtuen prosessiliuoksen alhaisesta pH:sta ja paikoin uppopumppujen valmistajasuositukset ylittävästä lämpötilasta. Prosessiliuoksen lämpötila vaihtelee 0 ja 60 celsiusasteen välillä vuodenaikasta riippuen. Talvivaarassa on ollut käytössä eri valmistajien uppopumppuja, joista jokaiselta valmistajalta monen teholuokan pumppuja.

Pumppujen kunnossapito on ollut RTF-strategian (Run To Failure) mukaista. Tämä tarkoittaa, että pumput ovat olleet korjaavan kunnossapidon varassa. Lisäksi ne ovat olleet tietojärjestelmän nimikerekisterin ulkopuolella. Tämä johtuu siitä, että pumput on luokiteltu kriittisyydeltään vähäisiksi eivätkä vikaantumiset ole merkittävästi häirinneet bioliuotusprosessia. Tästä johtuen niiden käyttöhistoriaa ei ole saatavilla eivätkä uppopumput ole kuuluneet kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmän piiriin.

Pumppujen hankinnassa ja käytössä on ollut vallalla kokeileva asenne, mikä tarkoittaa sitä että eri pumppumalleja on otettu kokeiltaviksi useilta valmistajilta. Hankinnoille ei myöskään ole ollut selviä toimintamalleja eikä vastuuhenkilöitä. Käytössä uppopumppuja on BVH:n (Bioliuotus ja vesienhallinta) alueella ollut arviolta keskimäärin noin 170 kpl, joista huoltoon on lähetetty noin 10 kpl/kk. Tämän seurauksena käytössä on ollut ja on monenmallisia ja -merkkisiä pumppuja. Usean eri pumpputyypin käyttö on johtanut ongelmiin mm. varaosien, sekä käytössä vaadittavien osien (liittimet yms.), hallinnassa. Tilanne vaatii käytettävän pumpun tapauskohtaisuuden takia suhteellisesti enemmän työtunteja, kuin mihin yksinkertaisemmalla ja yksipuolisemmalla pumppuvalikoimalla päästäisiin. Lisäksi käytettävän pumpun soveltuvuutta eri käyttöpaikoille käyttöönottilanteissa ei yleensä ole ollut mahdollista arvioida kovin tarkkaan. Myös on jouduttu käyttämään runsaasti jatkojohtoja, joista osa on rikkoontuessaan yksinkertaisesti jätetty jäätyneen ym. syiden takia kentälle.

5.3 Uppopumppujen tehtävän määrittäminen

Ehdotan että uppopumppujen tekemäksi ”työksi” määritellään RCM:n kunnossapidon perustan mukaisesti bioliuotusprosessin prosessiliuoksen kierron sujuvoittaminen häiriötilanteissa. Käytännössä tämä tarkoittaa prosessiliuoksen pumppaamista paikasta toiseen putkilinjan lävitse. Prosessiliuoksen pH, jonka pumppaamista uppopumpun tulee kestää, vaihtelee 2,4 ja 12 välillä ja sen lämpötila 0:n ja 60:n asteen välillä.

6 KÄYTTÖVARMUUDEN PARANTAMINEN

Opinnäytetyössäni lähdin tarkastelemaan uppopumppujen tilannetta, kunnossapitoa ja niiden käyttövarmuuden parantamista RCM:n teorian lähtökohtia sivuten. Ero puhtaaseen RCM-lähestymistapaan tulee lähinnä siitä, että jätän projektin hallinnollisen puolen käsittelyn vähemmälle huomiolle, sekä aiheen projektinomaisesta lähestymistavasta.

Uppopumppujen käyttö tuo lisäarvoa Talvivaaran bioliuotusprosessille lähinnä välillisesti eivätkä pumput siis suoraan osallistu itse bioliuotusprosessiin muulla tavalla kuin liikuttamalla prosessiliuosta halutun mukaisesti. Pyrittäessä parantamaan yksittäisen uppopumpun, tai uppopumppujen tehtäväksi määritellyn bioliuotusprosessin vesienhallinnan sujuvuuden käyttövarmuutta, tulee siis ottaa huomioon sen kriittisyys sen prosessin osan kannalta, mihin se kuuluu. Tämän takia ehdottaisin seuraavanlaista uppopumppujen käyttövarmuuden parantamisprojektia:

Uppopumpuille luodaan seurantajärjestelmä ja ne saatetaan väliaikaisesti tai pysyvästi kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmän piiriin. Seurantajärjestelmävaiheessa tarkoituksena on kerätä pumpppujen kierrosta, käytöstä, käyttötunneista ja rikkoontumisista historiadataa, jonka perusteella on mahdollista laskea kunkin pumpputyypin keskimääräinen vikaantumisväli kullakin käyttöpaikalla tai kenttäolosuhteissa yleensäkin ja arvioida vikaantumismekanismien tyyppi. Tämän jälkeen on pumpuille mahdollista määrittää jaksotetun kunnossapidon jakson pituus sekä mahdollisesti muita kohdistetun kunnossapidon toimenpiteitä.

Tällaisella projektilla pystyttäisiin parantamaan käyttövarmuuden kaikkia osa alueita. Pumpun soveltuvuutta verrattaessa tarkasteltaisiin konstruktiota, korjauksen helppoutta, varaosien ym. saatavuutta. Vian havaittavuus ei ole yhtä oleellinen asia kuin tietää keskimääräinen vikaantumisväli, mutta tämän jälkeen huollettavuus ja korjattavuus vaikuttavat kunnossapidettävyyden kautta pumpun käyttökustannuksiin. Kunnossapitovarmuuteen projekti vaikuttaisi rutiinien tarkastamisen, paremmin kerätyn dokumentaation sekä varaosien ja materiaalien yhtenäistämisen kautta.

Mikäli Talvivaara päättää siirtyä uppopumppujen kunnossapidossa jaksotettuun huoltoon RTF-strategian sijaan, on historiadatasta mahdollista määrittellä myös optimaalinen huoltoväli. Lisäksi historiadatasta voidaan laskea kunkin pumpputyypin elinjaksokustannukset vertail-

taviksi, mikä mahdollistaa Talvivaaran olosuhteisiin soveltuvimpien pumpputyypin valinnan. (Liite 1)

6.1 Käyttöpaikkojen kartoitus

Jotta voitaisiin alkaa parantamaan uppopumppujen käyttövarmuutta, pitää olla tiedossa missä niitä käytetään. Tieto käyttöpaikoista on oleellista seurantarjestelmän ylösajon kannalta, jotta pumppujen kiertoa voidaan seurata. Käyttöpaikkojen kartoitus mahdollistaa myös tehokaiden käyttökunnontarkastuskierrosten suunnittelun.

6.1.1 Käyttöpaikkojen luokittelu

Käyttöpaikkojen kartoituksen jälkeen voidaan arvioida, voiko käyttöpaikkoja luokitella erilaisiin ryhmiin niiden vaihtelevuuden, olosuhteiden tai kiinteän sijainnin perusteella. Jonkinasteinen luokittelu voi myöhemmin helpottaa käyttökunnontarkastuskierrosten suunnittelussa, sekä niiden pohjalta voidaan tehdä muita uppopumppujen asennusta ja käyttöä helpottavia toimenpiteitä.

6.1.2 Kiinteä sähkönsyöttö

Käyttöpaikkojen kartoituksen jälkeen voidaan arvioida, mitkä käyttöpaikoista voidaan luokitella pikemminkin kiinteiksi kuin väliaikaisiksi. Näille käyttöpaikoille on järkevää rakentaa kiinteä sähkönsyöttö. Tällöin vältetään vetämästä sähkölinjaa aina uudestaan samalle paikalle, mikä vähentää työtuntien määrää. Lisäksi kentälle jää usein rikkoontuneita jatkojohtoja lojumaan, mikä turmelee työympäristön viihtyvyyttä ja yleistä siisteyttä sekä varmastikin heikentää asentajien yleistä asennetta käyttämäänsä laitteistoa kohtaan. On rakennettava kiinteät sähkönsyötöt sinne, missä ne vähentävät jatkojohtojen käyttöä ja niiden rikkoutumista.

6.2 Uppopumppujen suorituskykykriteereiden asettaminen

Uppopumppujen suorituskyvyille asetettavien kriteereiden tulee pohjautua niille määritellyn työtehtävän asettamiin vaatimuksiin, eli happaman, metallia syövyttävän prosessiliuoksen pumppaamiseen sekä laajalti käytettynä kenttätyökaluna hallinnan helppouteen ja tehokkuuteen. Lisäksi yksittäisen pumppauspaikan asettamat kriteerit on otettava huomioon kuten vaadittu nostokorkeus, tuotto, teho ja pumpattavan liuoksen määrä.

6.2.1 Pumpuissa käytettävät materiaalit

Pumput ja niissä käytettävät materiaalit tulee valita olosuhteiden ja käytön (pumpuille määritellyn työtehtävän) asettamien kriteereiden mukaan. Talvivaarassa pumppujen olosuhteiden pahin haaste muodostuu prosessiliuoksen alhaisesta pH:sta sekä paikoitellen korkeista lämpötiloista. Ehdotan että Talvivaaran käyttämien pumppujen tulee olla haponkestävistä materiaaleista rakennettu sekä, mikäli mahdollista, rakenteissa tulisi suosia sellaista kokoonpanoa, mikä kestää mahdollisimman korkeita lämpötiloja.

6.2.2 Pumppujen skaalan harventaminen

Pumppujen hallintaa ja kunnossapitoa saadaan tehostettua harventamalla pumppujen skaalaa pienimpään mahdolliseen. Käytettyjen pumppujen ollessa keskenään samanlaisia ja mahdollisesti samalta toimittajalta päästään yhtenäisempään huoltologistiikkaan, varaosahallintaan ja käytön hallintaan. Tämä näkyy etuna käytön ja varaosahallinnan kannalta muun muassa siinä, että keskenään samanlaiset pumput vaativat käyttöön otettaessa vähemmän erilaisia liittimiä ja erikokoisia letkuja. Lisäksi tilattavien pumppujen suuremmasta volyymistä toimittajaa kohden muodostunee Talvivaaralle neuvotteluvaltti toimitushintaan. Käytettäviä pumppumalleja karsimalla helpottuu pumppujen käsittely seurantajärjestelmässä ja erityisesti se parantaa seurantajärjestelmän tuottaman historiatiedon vertailukelpoisuutta.

Hallinnan kannalta on järkevämpää käyttää haponkestävistä materiaaleista tehtyjä pumppuja myös niissä yksittäisissä tapauksissa missä haponkestävää pumppua ei tarvittaisi. Kentällä joudutaan kiireellisissä tapauksissa ottamaan lähin toimiva pumppu ja sijoittamaan se kriitti-

sempään tehtävään. Kokemus on osoittanut, että vaikka lähin pumppu ei olisikaan ollut haponkestävä, niin se voi epähuomiossa silti tulla helposti sijoitetuksi olosuhteisiin, mihin se ei sovellu. Tästä aiheutuu välittömien huoltokustannusten lisäksi turhia lisätyötunteja niin pumppujen kenttäasentajille kuin kunnossapidosta vastaavalle henkilöstöllekin.

Skaalan harventamisen toteutuksessa ja pumppujen suorituskykykriteereiden asettamisessa tulee ottaa käyttöhenkilöstön mielipiteet huomioon. Ehdotan, että pumput harvennettaisiin enintään kolmeen teholuokkaan (malliin), joista kukin on haponkestäviä. Teholuokat voisivat olla n. 2 kW, 5-6 kW ja 8-12 kW. Tässä rajauksessa 18 kW ja 54 kW teholuokan pumput jäisivät rajauksen ulkopuolelle. Rajaus jättää tarkoituksella 18- 54 kW uppopumput käytöstä pois, sillä niitä ei ole markkinoilla saatavilla haponkestävinä. Tapauksissa joissa tarvitaan suurempaa pumppaustehoa, voidaan käyttää useampaa pienempää pumppua. Aikaisemmin käytetyistä pumpuista on pidetty yllä exel-listaa, jonka pohjalta voisi olla helpointa miettiä parhaiten Talvivaaralle sopivia kokoluokkakajoja.

6.2.3 Käyttötuntilaskuri / käyttöajan laskuri sähkönsyötössä

Pumppuihin on hyvä idea asentaa käyttötuntilaskurit, mikäli se on mahdollista eikä se koidu liian kalliiksi. Tämä helpottaisi huomattavasti seurantajärjestelmän ylläpitoa, sillä silloin vikaantumisen nopea havaitseminen ei muodostuisi vikaantumisten historiatiedon paikkansapitävyyden ja tarkkuuden kannalta kriittiseksi. Jos käyttötuntilaskuria ei ole mahdollista asentaa, on seurantajärjestelmän ylösajovaiheessa tärkeää ylläpitää pumppujen kunnontarkkailua, kunnes saadaan suurin piirtein selville niiden keskimääräinen vikaantumistiheys.

Mikäli käyttöpaikkojen luokituksen jälkeen päädytään rakentamaan kiinteät sähkönsyötöt kiinteiksi määritellyille käyttöpaikoille, kannattaa selvittää onko mahdollista järjestää tällaisille paikoille sähkönsyöttöön perustuvaa käyttöpaikkakohtaista käyttötuntilaskuria.

6.3 Seurantajärjestelmä

Uppopumppujen soveltuvuuden vertailemiseksi tulee olla tiedossa niiden käyttöhistoria eri käyttöpaikoilla. Siksi uppopumput ja niiden käyttöpaikat tulee luoda Talvivaaran käyttämään tietojärjestelmään siten, että yksittäiset pumpput on mahdollista sijoittaa ohjelmassa eri käyttöpaikoille. Kun pumppuja sijoitetaan tietojärjestelmässä käytön mukaan käyttö-, varasto- tai huoltopaikoille, pumppujen ja käyttöpaikkojen historiatietoihin alkaa kertyä tieto siitä, mikä pumppu on missäkin ollut ja kuinka kauan. Lisäksi pumpun rikkoontuessa on tiedossa, kuinka kauan se on kentällä ollut ja montako kertaa kyseinen yksilö on jo korjattu. Tällä tavalla pumppujen keskimääräiset elinjaksojen pituudet alkavat selvitä sekä se, kuinka eri toimintatavat vaikuttavat elinjaksojen pituuteen ja elinjaksokustannuksiin.

6.3.1 Seuranta ja historia

Uppopumppujen historiatietoa kerätään seurannan avulla. Sen lisäksi että uppopumppujen sijaintien tulee olla tiedossa, täytyy historiadataan päivittyä tieto rikkoontumisista ja huollossa käynneistä. Tätä varten uppopumppu tulee seurantajärjestelmässä sijoittaa aina sille käyttöpaikalle, varastoon tai huoltoon, missä se sattuu olemaan. Jotta pumpput saadaan sijoitettua oikein ja ajoissa omille paikoilleen, tulee kentällä olevien pumppujen seuranta varten suunnitella kunnonvalvontakierrokset.

6.3.2 Hankintojen optimointi ja hallinnoinnin tiedonkulku

Uppopumppuihin on sidottu yhtiön pääomaa. Samaan aikaan kun käyttövarmuudesta huolehditaan, tulee pyrkiä pienimpään mahdolliseen sidottuun pääomaan. Tästä johtuen uppopumppujen hankinnassa kannattaa harkita hankintaprosessin järjeistämistä. Projektin alkuvaiheessa uusien pumppujen tilaaminen kannattaa antaa yhden henkilön tehtäväksi, jotta sekavasta tilanteesta päästään mahdollisimman nopeasti eteenpäin.

Projektin edetessä historiatiedosta alkaa hahmottua pumppujen tilaustarve sekä keskimääräinen vesienhallinnan vaatima vähimmäiskapasiteetti. Näiden tietojen pohjalta voidaan määri-

tellä pumpuille tilausraja sen perusteella, kuinka monta niistä on rikkoontunut korjauskelvottomiksi.

Tilausraja tarkoittaa sitä, että kun varastoitavan nimikkeen kappalemäärä alittaa varastossa sille määritellyn rajan, jolla toimitusvarmuuden ja logistiikan aiheuttamista epävarmuustekijöistä ja viiveestä johtuen tilataan ennakkoon uusia nimikkeitä ennen varaston tyhjennmistä tai tuotannon vaarantumista. Nimikkeen tilausraja määritellään siten, että nimikkeisiin sidotun pääoman määrä on pienin mahdollinen tuotantovarmuuden turvaamiseksi. Normaalisti tilausrajoja käytetään tuotannossa tarvittaville tuotettavan tuotteen osille.

Uppopumppujen tapauksessa tilausrajaa kannattaa käyttää selkeyttämään hankintakäytäntöjä. Tilaustarpeen ja tilausrajan selkeytyessä kaikille seurantajärjestelmän käyttäjille, ei tapahdu ns. ”ristiin tilaamista” eikä jouduta tekemään ylimääräistä työtä saapuvan prosessin vastaanottamisessa, taloushallinnassa tai varastoinnissa.

Seurantajärjestelmän käyttö itsessään tehostaa osastojen välistä sisäistä tiedonsiirtoa korjauskelvottomiksi rikkoontuneiden sekä käytössä olevien pumppujen määrien kannalta.

6.3.3 Kunnonvalvonta ja kunnonvalvontakierrokset

Mikäli käyttötuntilaskuria ei ole järkevää eikä mahdollista asentaa, on pumppujen kuntoa valvottava käyttötuntien porrastetulla seurannalla. Käyttötunnit tulee jakaa esim. 24 tunnin jaksoihin niin, että kaikkien käytössä olevien pumppujen käyttökunto tarkastetaan vähintään päivittäin. Tällä tavalla saadaan haarukoitua vikaantumisten ajankohtaa eikä vikaantuminen jää huomaamatta ainakaan vuorokautta pidemmäksi ajaksi. Tämä on seurantajärjestelmän kannalta oleellista, koska sillä pyritään keräämään mahdollisimman tarkkaa historiatietoa, ja mikäli vikaantumisia ei havaita vähintäänkin siedettäväksi määritellyssä ajassa, ei historiatieto ole tarpeeksi tarkkaa analysointia varten eikä sen pohjalta voida tehdä oikeita johtopäätöksiä.

Kunnonvalvontakierrokset tulee suunnitella mahdollisimman yksinkertaisiksi ja lyhyiksi. Lyhyet ja selkeät kunnonvalvontakierrokset ehkäisevät inhimillisen virheen vaikutusta historiatiedon kartuttamisessa, ja ne tehostavat ja varmentavat kenttähenkilöstön toimintaa verrattuna pitempiin ja monimutkaisempiin reitteihin.

Alkutilanteessa ennen kuin yksittäisen pumppumallin vikaantumisväli on selvinnyt, joudutaan pumppuja edelleen pitämään kentällä vikaantumiseen asti (Liite 2). Sen jälkeen kun vikaantumisväli on saatu selville, voidaan pumppu hakea odottamaan huoltoa ennen toimintakunnon lamaannuttavan vikaantumisen tapahtumista (Liite 3).

6.3.4 Kertyvän historiadatan analysointi

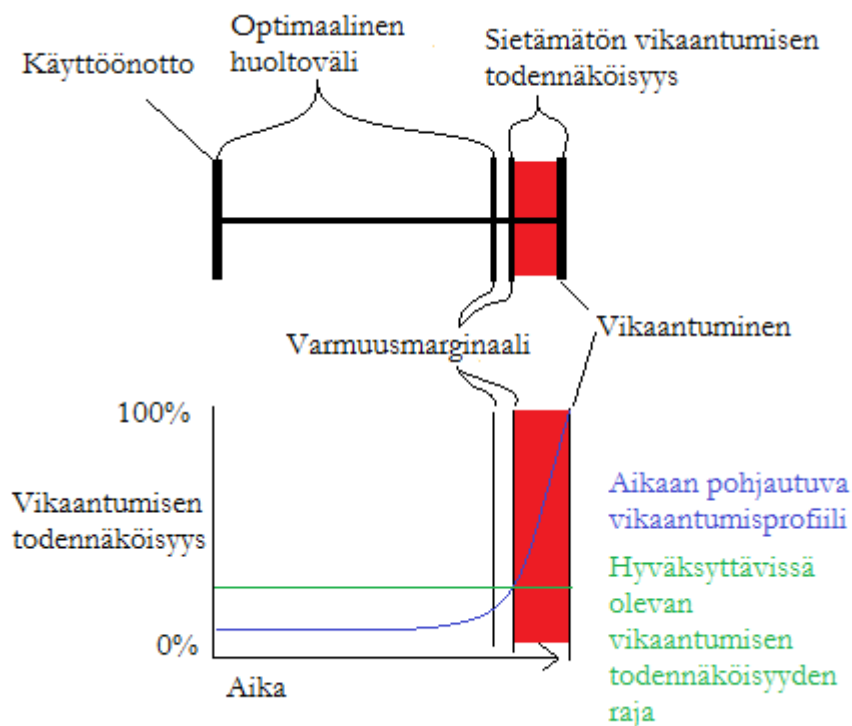
Kun seurantajärjestelmää on ylläpidetty tarpeeksi kauan, alkaa pumppujen vikaantumismekanismin profiili selvitä. Lisäksi selviää pumppumallien keskimääräiset vikaantumistiheydet elinkaaren eri vaiheissa sekä keskimääräinen elinkaarien pituus. Tämä mahdollistaa LCC-analyysin teon vertailuun valituille pumppumalleille. LCC-kustannusanalyysin perusteella voidaan tehokkaasti vertailla eri pumppujen aiheuttamia elinjaksokustannuksia suhteessa niiden tuomiin elinjaksotuottoihin.

6.3.5 Jaksotettu kunnossapito ja ennakkohuoltotyöt

Kenttäolosuhteissa käytössä oleville laitteille, joihin olisi kallista ja epäkäytännöllistä asentaa käyttökuntoa reaaliaikaisesti mittaavia antureita, ei ole mielekästä tehdä reaaliaikaiseen kunnontarkkailuun perustuvaa kunnossapitoa tai huoltoa. Sen sijaan niiden kuntoa voidaan arvioida kuluneiden aktiivisten käyttötuntien mukaan. Kunhan historiatietoa on kerääntynyt tarpeeksi analysointia varten, saadaan sen tuloksena selville laitteiden vikaantumisprofiilit, keskimääräiset vikaantumistiheydet ja yleisimmät vikaantumisten syyt. Tämän tiedon perusteella voidaan pumppuille arvioida optimaalinen huoltoväli.

Optimaalisen huoltovälin pituus määräytyy aktiivisten käyttötuntien mukaan olettaen, että vikaantumisprofiili on ajasta ja olosuhteista riippuvainen. Ajasta riippuvaisessa vikaantumisprofiilissa vikaantumisen todennäköisyys nousee käyttötuntien kuluessa. Vikaantumisen todennäköisyyden lähestyessä hyväksytyksi määritellyn tason rajaa on syytä tehdä pumppulle yleisimpiä vikaantumistapoja ehkäisevät huoltotoimenpiteet. Huoltotoimenpiteet tulee tosin tarpeen vaatiessa ajoittaa hallinnollisesta ja logistisesta viiveestä johtuen sopivaksi katsotun varmuusmarginaalin päähän ennen vikaantumisen todennäköisyyden hyväksytyksi määritellyn rajan ylittymistä.

Vikaantumisen todennäköisyyden hyväksytyyn rajan voi määrittellä siitä hetkestä käyttötuntien aikajanalla, kun vikaantumisprofiilin kuvaaja alkaa jyrkentyä nopeammin, kuin mihin huoltoorganisaation kunnonvalvonta pystyy reagoimaan. Uppopumppujen vahvuus tässä tilanteessa on mahdollisen vikaantumisen pysähtyminen huoltoon otettaessa, eikä huollon aikataulu ole vian kehittymisen kannalta kriittinen. Seuraavassa kaaviossa on esitetty huoltovälin pituuden määrittely vikaantumisen todennäköisyyskäyrän perusteella.

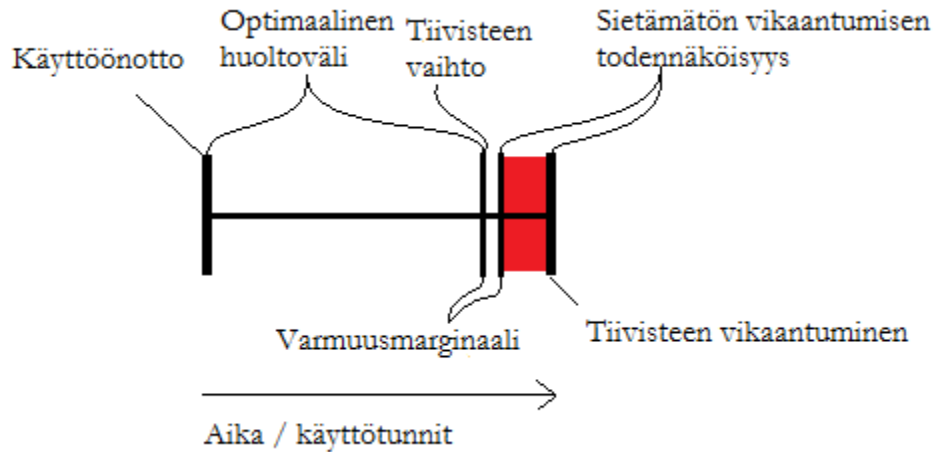


Kaavio 8. Huoltovälin pituuden määrittely vikaantumisen todennäköisyyskäyrästä

6.3.6 Kunnossapidon kohdistaminen

Vikaantumisprofiilien ja keskimääräisen vikaantumisvälin lisäksi vikaantumistietojen analysoiminen paljastaa myös eri vikaantumistyyppit sekä niiden todennäköisyydet ja esiintymistajuuudet. Tämän perusteella voidaan alkaa harkita, mitä kunnossapitotoimia on järkevää ruveta tekemään pumpuille paikanpäällä itse. Mikäli ensimmäinen pumpussa vikaantuva osa on halpa, helppo vaihtaa eikä vaadi erikoisosaamista eikä -työkaluja, voi sen vaihtaminen olla paras ta tehdä paikanpäällä.

Esimerkiksi jos kuvitellaan tilanne, jossa uppopumpun akselin tiiviste on todennäköisimmin ensimmäisenä vikaantuva osa ja se on halpa, nopea ja helppo vaihtaa, niin sen huoltaminen paikanpäällä on järkevämpää kuin ulkoisen huoltopalvelun käyttö. Lisäksi valmistajien kanssa kannattaa neuvotella mahdollisuudesta sijoittaa valmistajan oma huoltoteltta Talvivaaran kivi-voksen alueelle tällaisia pienempiä vikaantumisia varten. Seuraavassa kaaviossa on esitetty kunnossapidon kohdistamisen periaate vikaantumisherkeimmän osan mukaan.



Kaavio 9. Kunnossapidon kohdistaminen.

6.3.7 Soveltuvimman pumpun valinta

Optimaalisen huoltovälin selvittyä vikaantumistiheydestä sekä muiden käyttövarmuutta parantavien toimenpiteiden jälkeen voidaan laskea kunkin vertailuun valitun pumpputyypin kokonaiskustannukset. Kokonaiskustannuksiin vaikuttavat mm. hankintakustannukset, vikaantumisvälin pituus suhteessa huoltokustannuksiin ja yksittäisen pumpun elinkaareen, huoltologistiikan tehokkuus ja nopeus eli hyödynnettävissä oleva käyttöaika suhteessa aikaan, jonka pumppu ei ole käytettävissä jne.

6.4 Pumpun käyttöönotto, käyttö ja käytöstä poistaminen

Pumppujen elinjakson kannalta on tärkeää, että ne asennetaan käyttöpaikoille oikein. Valmistajan suositusten mukainen asennus takaa, ettei pumppujen vikaantumistaajuus tiheene virheellisestä asennuksesta johtuvan pumppausasennon tai jonkun muun inhimillisen virheen seurausten vaikutuksesta.

Uppopumppujen käyttövarmuuteen ja sen parantamiseen liittyy myös ne hallinnolliset ja systemaattiset toimenpiteet, mitä tehdään käyttöönotto-, käyttö- ja käytöstäpoistamisvaiheissa.

6.4.1 Käyttöönotto

Pumpun käyttöönottovaiheessa se tulee yksilöidä seurantajärjestelmää varten omalla tunnukseksi, jolle sen historiatieto alkaa kertyä. Lisäksi ennen käyttöönottoa sen toimivuus tulee tarkastaa. Talvivaaraan saapuessa uudet pumput menevät yleensä ensiksi varastolle ja sieltä käyttöpaikoille. Varastolle saapuessaan pumppu tulee merkitä seurantajärjestelmässä varastolla olevaksi, sen jälkeen sille käyttöpaikalle mille se tulee.

Uppopumpun saapuessa Talvivaaralle niiden asennus-, käyttöohjeiden ja teknisten tietojen on oltava pumppukohtaisesti lähetyksen mukana. Kyseiset tiedot tulee ladata pumpun nimikkeeseen alle tietojärjestelmään niin, että ne ovat kaikkien saatavilla. (Liite 2)

6.4.2 Käyttö ja käytöstä poisto

Käytettäessä tulee huolehtia siitä, että valmistajan käyttöohjeita ja suosituksia noudatetaan. Lisäksi voidaan laatia Talvivaaran omia käyttö- ja kentälle asentamistapoja, joilla varmennetaan uppopumppuyksilön pisin mahdollinen elinkaari eliminoimalla väärinkäytön tuomat vikaantumiset ja vikaantumiseen johtavat virhetilat. Vääränlaiset asennukset lyhentävät pumpun vikaantumisväliä. Tilanteet kuten mm. kuivana pumppaus, jäätyminen ja vääränlainen asento ovat osin oikealla asennustavalla vältettävissä. Käytöstä poiston tarpeen arvioinnin suorittaa huoltoliike pumppua huollettaessa.

6.5 Päätös projektin jatkamisesta tai lopettamisesta

Kunhan seurantajärjestelmää on ylläpidetty tarpeeksi historiatiedon analysoinnin pohjalta tehtäviin toimenpiteisiin ja niiden vaikutusten arviointiin ja optimointiin ja projektin tuottamat säästöt on saatu laskettua, voidaan arvioida, onko projektista saatu jo se hyöty, mitä siitä haluttiin ja verrata sen tuomia säästöjä sen aiheuttamiin kustannuksiin. Mikäli seurantajärjestelmän ylläpito tuottaa enemmän kustannuksia, kuin mitä sen prosessia lisää optimoimalla voidaan arvioida olevan säästöä tuovia vaikutuksia, voidaan se lopettaa.

Projektin päätteeksi luodaan hyvät toimintamallit, jotta toimintatavoilla saadaan säästettyä rahaa ja osastojen väliset vastualueet on saatu selvitettyä

7 YHTEENVETO

Talvivaaran bioliuotusprosessissa käytetään oppopumppuja prosessiliuoksen kierron sujuvoittamiseen. Oppopumppujen hallinnointikäytännöt ovat olleet hajanaisesti organisoituja. Toimintatavat ja vastuualueet ovat olleet epäselviä, sekä pumppujen käytön seuranta vajaavaista. Lisäksi käytössä on ollut ominaisuuksiltaan eroavia erikokoisia ja -mallisia pumppuja. Näistä tekijöistä johtuen oppopumppujen käyttövarmuuksia ei ole pystytty tarkasti arvioimaan eikä vertailemaan.

Tämän insinöörityön tarkoituksena oli kehittää ideoita ja ohjeita oppopumppujen käyttövarmuuden parantamiseksi. Olosuhteista johtuen paras tapa käyttövarmuuden parantamiseksi on kehittää oppopumppujen hallinnointia siihen suuntaan, että pumppujen käyttövarmuuksia pystytään vertailemaan ja arvioimaan.

Työssä lähestytään oppopumppujen käyttövarmuuden parantamista historiatiedon keräämiseen ja analysointiin tähtäävän projektin avulla. Analysoinnin perusteella tehtävät käyttövarmuutta parantavat toimet vaikuttavat pumppujen elinjaksoihin, käyttö- sekä käyttämättömyysaikoihin ja sitä kautta suoriin ja epäsuoriin elinjaksoikustannuksiin. Hankalimpana osana ei olekaan käyttövarmuuden parantaminen vaan eri oppopumppujen käyttövarmuutta parantavien toimenpiteiden vertailu, sillä niihin vaikuttavat monet tekijät. Siksi tässä työssä esitetyn suunnitelman ei ole tarkoituskaan olla täysin loppuun asti mietitty, sillä parhaat toimitatavat selviävät vasta myöhemmissä vaiheissa. Myöhemmin selviää esimerkiksi, missä suhteessa on järkevintä käyttää ennakoivaa ja korjaavaa kunnossapitoa mahdollisimman pienien kustannusten aikaansaamiseksi sekä käytännön kannalta parhaiden toimintatapojen tarkat määrittelyt.

Toteutusvaiheessa projektille kannattaa luoda realistinen vaihekohtainen aikataulu niiltä osin kuin se on mahdollista. Projektin onnistumisen kannalta sen eteenpäin vieminen on tärkeää. Lisäksi tulosten saavuttamiseksi tullaan tarvitsemaan kunnossapidon ja oppopumppuja käyttävän osaston välille tiedonkulun parantamista ja yhtenäisten käytäntöjen tarkentamista. Kunnossapidon ja käytön hallinnan toimintatapojen kehittäminen ja uusien strategioiden suunnittelu vaativat pohjakseen usein syvempää perehtymistä, minkä hankkiminen on työn takana. Alkua tästä selvitystyöstä on tässä työssä jo tehty, mutta suositeltavaa kuitenkin on,

ettei sitä jätetä pelkästään tämän työn varaan, vaan sitä jatketaan aktiivisesti koko projektin ajan.

Projektisuunnitelman kannalta työssä on kumminkin onnistuttu luomaan suunta uppopumppujen käyttövarmuutta parantaville toimenpiteille ja hallinnontason muutoksille. Sen pohjalta voidaan päästä etenemään uppopumppujen osalta hallinnolliseen selkeyteen ja parhaiden mahdollisten käytäntöjen löytymiseen.

LÄHTEET

1. Talvivaaran kaivos, Talvivaaran kaivososakeyhtiö Oyj (Luettu: 10.11.2012)
[www-dokumentti] http://www.talvivaara.com/toiminta/Talvivaaran_kaivos
2. Wikipedia, Talvivaara (Luettu 10.11.2012) [www-dokumentti]
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Talvivaara>
3. Talvivaaran historia, Talvivaaran kaivososakeyhtiö Oyj (Luettu 10.11.2012)
[www-dokumentti] <http://www.talvivaara.com/yhtio/historia>
4. Talvivaaran tuotantoprosessi, Talvivaaran kaivososakeyhtiö Oyj (Luettu 11.11.2012)
[www-dokumentti] <http://www.talvivaara.com/toiminta/Tuotantoprosessi>
5. Sanna Leinonen, Kajaanin ammattikorkeakoulu, Käyttövarmuustekniikan luentomateriaali
6. Järviö J, Elokuu 2006, Kunnossapito, Hamina, Kunnossapitoyhdistys ry, s: 32-38, 41-43, 125-132, 136-140, ISBN 952-99458-2-5
7. Virtanen Ilkka, Special edition 3 – 1976, Liiketaloudellinen aikakausikirja, Tuotantojärjestelmän toimintavarmuuden käsitteestä ja tunnusluvuista (Luettu 18.11.2012)
[www-dokumentti] http://lipas.uwasa.fi/~itv/publicat/LTA_76-3.pdf
8. Käyttövarmuus, käytettävyys, luotettavuus, Ramentor Oy, Teoria (Luettu 20.11.2012) [www-dokumentti]
<http://www.ramentor.com/etusivu/teoria/kayttovarmuus/>
9. Kunnossapidon, huoltopalvelujen ja liikkuvan työn hallinta, Solteq (Luettu 15.12.2012) [www-dokumentti]
<http://www.solteq.com/fi/Liiketoimintaa%20tukevat%20ratkaisut/Kunnossapito%20ja%20huoltopalvelujen%20hallinta/Sivut/Etusivu.aspx>
10. Sanna Leinonen, Kajaanin ammattikorkeakoulu, Kunnossapidon perusteet, luentomateriaali

11. Salmikuukka Jukka, Tekninen tiedotus, MET-Julkaisuja, Käyttövarmuuden hallintamenetelmät, s: 9
12. Pätäri Ville-Veikko, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Diplomityö, Kunnossapitomittariston määrittäminen ja kunnossapidon kehittäminen (Luettu 19.12.2012) [www-dokumentti] <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/66310/nbnfi-fe201011253034.pdf?sequence=3>
13. Wikipedia, Submersible pump (Luettu 20.12.2012) [www-dokumentti] http://en.wikipedia.org/wiki/Submersible_pump
14. SB Pump Industries (Luettu 16.2.2013) [www-dokumentti] <http://www.sbpumpsindia.com/Slurry-Submersible-Pump.html>

