

Teemu Pellinen

VARASTON KEHITTÄMINEN

Varastoinnin kriteerien määrittely

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Joulukuu 2016**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Joulukuu 2016	Tekijä/tekijät Teemu Pellinen
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka		
Työn nimi VARASTON KEHITTÄMINEN Varastoinnin kriteerien määrittely		
Työn ohjaaja Ilkka Rasehorn	Sivumäärä 42 + 4	
Työelämäohjaaja Jonas Kronqvist		
<p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli Boliden Kokkola Oy:n kunnossapidon varaston kehittäminen. Varsinaisena tavoitteena oli kehittää menetelmä varastoitavien ja ei-varastoitavien varastonimikkeiden valintaan. Valintakriteereinä päädyttiin käyttämään nimikkeen kriittisyyttä tuotantoprosessiin, kulutusta, vaadittua vasteaikaa sekä nimikkeen toimitusaikaa. Mainitut valintakriteerit olivat jo saatavilla Boliden Kokkolan kunnossapitojärjestelmän tietokannasta lukuun ottamatta vaadittua vasteaikaa. Vaadittu vasteaika määriteltiin työssä linkittäen se kyseisen nimikkeen kriittisyyteen.</p> <p>Työn tulokseksi saatiin logiikkakaavio, jossa käytettiin valittuja kriteereitä. Logiikkakaavio vastaa kunkin varastonimikkeen kohdalla kysymykseen varastoidako vai ei. Käytössä oli kunnossapidon varaston tietokanta Excel-taulukko muodossa, josta logiikkakaavion mukaisen ohjelman avulla saatiin eroteltua varastoitavat ja ei-varastoitavat nimikkeet.</p> <p>Alkuperäisenä tavoitteena oli löytää kirjallisuudesta menetelmä joka mahdollisesti pienellä soveltamisella sopisi Boliden Kokkolan käyttöön. Ilmeni kuitenkin, että kirjallisuus varastoitavan nimikkeen valintaan on hyvin vähäistä. Muutamia valmiita menetelmiä löydettiin, mutta ne eivät soveltuneet koska ne olivat joko liian yksinkertaisia, liian monimutkaisia tai menetelmässä käytettiin väärä kriteereitä. Tästä syystä päädyttiin kehittämään logiikkakaavio, jolle ei ainakaan työn suorituksen aikana löydetty kirjallisuudesta vastinetta.</p>		
Asiasanat kriittisyys, kunnossapito, varaosa, varasto, varastointi, varastonimike		

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date December 2016	Author Teemu Pellinen
Degree programme Mechanical and Production Engineering		
Name of thesis WAREHOUSE DEVELOPMENT Defining the criteria for storage		
Instructor Ilkka Rasehorn	Pages 42 + 4	
Supervisor Jonas Kronqvist		
<p>The subject of this thesis was warehouse development of Boliden Kokkola Co. The actual aim was to develop a method to select storable and non-storable warehouse items. The criteria for the selection was decided on the item's criticality for the process, consumption, required response time and item's delivery time. The mentioned criteria are already available on the database of Boliden Kokkola's maintenance system except for the required response time. Required response time is defined in this work by linking it to the item's criticality.</p> <p>As a result, a logic diagram that uses the chosen criteria was compiled. The logic diagram provides an answer for every warehouse item whether it should be stored or not. The maintenance warehouse's database was in Excel format from which the storable and non-storable items were separated with the help of a program which is based on the created logic diagram.</p> <p>The original aim was to find a method from literature that could be used in Boliden Kokkola with a little adjustment. It turned out that the literature for selecting storable warehouse item was very limited. Few methods were found but they were not suitable because of being too simple, too complex or the method used the wrong criteria. Because of this, a logic diagram was produced that had no equivalent found in literature, at least during thesis work.</p>		
Key words criticality, maintenance, spare-part, warehouse, storage, warehouse item.		

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 BOLIDEN KOKKOLA OY	3
2.1 Boliden AB	3
2.2 Boliden Kokkola	3
2.3 Boliden Kokkolan tuotantoprosessi.....	5
2.3.1 Pasutus	5
2.3.2 Rikkihapon tuotanto	6
2.3.3 Liuotus ja liuotuspuhdistus	7
2.3.4 Elektrolyysi	8
2.3.5 Sulatus, seostus ja valu	9
2.3.6 Kunnossapito-organisaatio.....	9
2.3.7 Kunnossapidon varasto	10
3 VARASTOINTI YLEISESTI	11
3.1 Valmistukseen liittyvät varastot yleisesti	11
3.2 Kunnossapidon varasto	11
3.3 Varastojen kustannusrakenne	12
3.4 Varaston tunnuslukuja	14
4 VARASTONIMIKKEEN LUOKITTELUMENETELMIÄ.....	16
4.1 ABC-analyysi	16
4.2 XYZ-analyysi	17
4.3 VED-analyysi	17
4.4 Monikriteerianalyysit	18
5 VARASTONIMIKKEIDEN OMINAISUUKSIA.....	19
5.1 Kriittisyys	19
5.2 Spesifisyys	19
5.3 Kysyntä eli kulutus.....	20
5.4 Arvo	20
5.5 Saatavuus	21
5.6 Vasteaika.....	21
5.7 Toiminnallisuus	21
5.8 Toimitusaika	21
5.9 Korjattavuus.....	22
5.10 Elinkaari.....	22
6 KIRJALLISUUDESTA LÖYDETTYJÄ MENETELMIÄ VARASTOITAVAN NIMIKKEEN VALINTAAN	23
6.1 Botter&Fortuin: Stocking strategy for service parts - a case study	23
6.2 Silver, Pyke & Peterson: A simple Decision rule	25
7 BOLIDEN KOKKOLAN VARASTON NIMIKKEISTÖN OMINAISUUDET JA NIIDEN MÄÄRITTELY	27

7.1 Kriittisyys prosessiin	27
7.2 Spesifisyys	28
7.3 Kulutus eli kiertonopeus	29
7.4 Saatavuus/toimitusaika	29
7.5 Vaadittu vasteaika	29
7.6 Säilyvyys	30
7.7 Hinta	30
7.8 Säilytettävyyys	31
8 TYÖN TULOKSENA KEHITETTY MENETELMÄ VARASTOITAVAN JA EI- VARASTOITAVAN VARASTONIMIKKEEN VALINTAAN	32
8.1 Logiikkakaavio varastoitavan nimikkeen valintaan	32
8.2 Menetelmässä käyttämättä jääneet ominaisuudet	35
8.3 Vaihtoehtoinen logiikkakaavio varastoitavan nimikkeen valintaan	36
8.4 Vaihtoehtoinen logiikkakaavio 2 varastoitavan nimikkeen valintaan	37
9 LOGIKKAKAAVION SOVELTAMINEN VARASTOTIETOKANTAAN	39
10 JOHTOPÄÄTÖKSET	41
LÄHTEET	43
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Boliden Kokkolalla on opinnäytetyötä tehdessäni käynnissä kunnossapidon varaston nimikeharmonisointiprojekti, jossa yhtenäistetään kunnossapidon varaston nimeämiskäytännöt ja lisätään tarvittaessa nimikkeille relevantti tieto. Tarvittavat tiedot on määritelty nimikeryhmittäin. Samalla tarkastellaan kunkin varastonimikkeen kulutusta ja arvioidaan ehdokkaat mahdollisesti poistettaviksi varastonimikkeiksi. Työskentelin kesällä 2016 kyseisessä projektissa nimikesuunnittelijana.

Opinnäytetyössäni onkin tarkoitus luoda kriteerit varastoinnin vaativalle varastonimikkeelle, eli määrittellä mikä nimike vaatii varastoinnin ja mikä voidaan pitää tilaustavarana. Aikaisemmin tällaisia selkeitä kriteereitä ei ole ollut käytössä. Näitä kriteereitä voidaan hyödyntää nykyisen varaston karsimisessa sekä varastointipäätöksen tekemisessä uuden nimikkeen kohdalla. Lisäksi tällä hetkellä tilaustavarana olevien laitteiden ja tarvikkeiden muuttamista varastoitaviksi voidaan arvioida. Vaatimuksena oli, että menetelmän tulee olla tarpeeksi yksinkertainen.

Työssä esitellään ensin Boliden Kokkola yleisesti sekä tehtaan tuotantoprosessin päävaiheet. Sen jälkeen luodaan katsaus kunnossapidon varastotoimintaan. Seuraavaksi käydään läpi varaston tunnuslukuja ja erilaisia varaston hallintaa helpottavia varastonimikkeistön luokittelumenetelmiä ja varastonimikkeiden erilaisia ominaisuuksia/kriteereitä.

Työn suurimmaksi ongelmaksi osoittautui lähdekirjallisuuden puute. Kunnossapidon varastointitoiminnasta on hyvin vähän kirjallisuutta. Varastotoiminnasta yleensä on paljonkin teoriaa logistiikka-alan kirjallisuudessa. Niissä kunnossapidon varastot käydään läpi lähinnä mainitsemalla, että kyseisiä varastoja on olemassa. Kirjallisuudessa keskitytäänkin valmistukseen liittyvien varastojen kohdalla lähinnä raaka-aine- puolivalmiste- ja valmistuotevarastoihin ja niiden hallintaan. Toisaalta tietoa löytyy paljon tukku- ja kaupanalan varastoista. Kunnossapidon varastotoiminta eroaa edellä mainituista kuitenkin merkittävästi esimerkiksi suuren nimikemäärän ja vaikeasti ennustettavan kulutuksen osalta.

Kunnossapidon varastotoiminnan teorian vähäisyyden lisäksi varastoitavan nimikkeen valintaan liittyvä kirjallisuus oli myös hyvin vähäistä. Menetelmiä löytyi kyllä nimikkeen varastointimäärän ja ostoerän määrittämiseen, mutta työssä aiheena olevaan kysymykseen mitä varastoida ja mitä ei, ei kuitenkaan vastannut monikaan lähde. Jotkut löydetyistä menetelmistä olivat monimutkaisia matemaattisia mene-

telmiä, jotka eivät käyneet vaatimuksena olleen menetelmän yksinkertaisuuden takia. Näissä monimutkaisissa matemaattisissa menetelmissä kriteerit hukkuvatkin erilaisten painokerrointen alle, jolloin tuloksen muodostuminen on vaikeasti hahmotettavissa.

Varastonimikkeen valintaan löytyi lopulta muutama selkeä menetelmä, jotka esitellään työssä. Toinen perustuu kaksiulotteiseen matriisiin (Botter&Fortuin), ja toinen on varaston eri kustannuksista kehitetty päättelysääntö (Silver, Pyke & Peterson). Kumpaakaan näistä ei kelpuutettu lopulta työn aiheena olevan tapauksen analysointiin, vaan siihen kehitettiin oma menetelmä. Vastaavaa menetelmää en löytänyt kirjallisuuslähteistä enkä tieteellisistä julkaisuista. Isossa osassa työn valmistumisessa olivat palaverit ja selventävät puhelinkeskustelut työelämäohjaaja Jonas Kronqvistin kanssa jolle haluankin tässä lausua kiitokseni.

2 BOLIDEN KOKKOLA OY

2.1 Boliden AB

Boliden AB on Boliden Kokkolan ruotsalainen emoyhtiö. Bolidenilla on tehtaita Ruotsissa, Suomessa ja Norjassa. Bolidenin päätuotteita ovat sinkki ja kupari. Yhtiö tuottaa myös kultaa, hopeaa ja lyijyä. Yhtiön liikevaihto vuonna 2014 oli 36 891 milj. Ruotsin Kruunua (n. 3 947milj. Euroa). (Boliden Kokkola Oy 2015.)

2.2 Boliden Kokkola

Boliden Kokkola on sinkkitehdas, joka on Euroopan toiseksi suurin sinkkitehdas. Tehdas on aloittanut toimintansa vuonna 1969. Kokkolan Boliden on Kokkolan suurin yksityinen työnantaja, jossa työskentelee yli 500 henkilöä. Sen tuotantokapasiteetti on noin 315 000 tonnia. Tehtaalla käytetään raaka-aineena sinkkirikastetta, jota saadaan Bolidenin omilta kaivoksilta. Sitä ostetaan myös kaivosyrittäjiltä Euroopasta, Pohjois-Amerikasta ja Perusta. (Boliden Kokkola Oy 2015.)

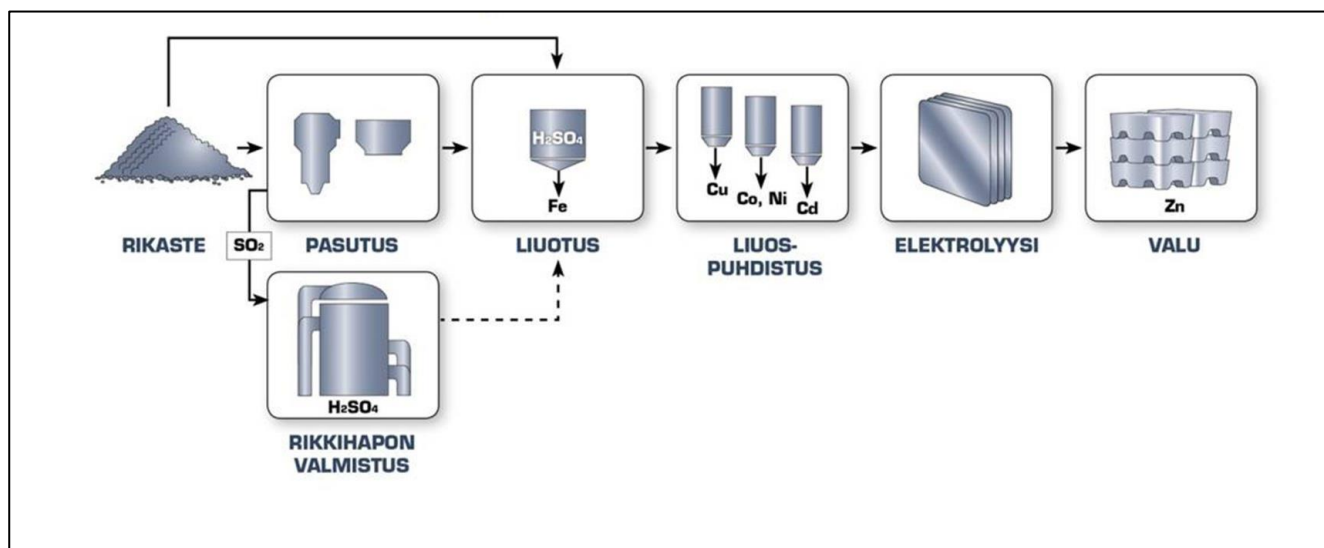


Kuva 1. Boliden Kokkolan tehdasalue

Kokkolan sinkkitehtaan päätuotteena on puhdas sinkki, jota valmistetaan kolmena erikokoisena tuotteena. Pienin on 25 kiloa painava harkko ja suurin on 4000 kiloa. Kokkolassa myös valmistetaan sinkistä valmistettuja sinkitystuotteita, joita käytetään esimerkiksi auto-, metalli-, elektroniikka-, kemikaali-, ja lääketieteellisyydessä. Vuodesta 2010 lähtien Kokkolassa on myös valmistettu rikkihappoa sivutuotteena. Vuonna 2014 Kokkolassa aloitti myös prosessivaihe, jonka ansiosta sinkkiraaka-aineesta saadaan otettua talteen hopearikastetta. (Boliden Kokkola Oy 2015.)

2.3 Boliden Kokkolan tuotantoprosessi

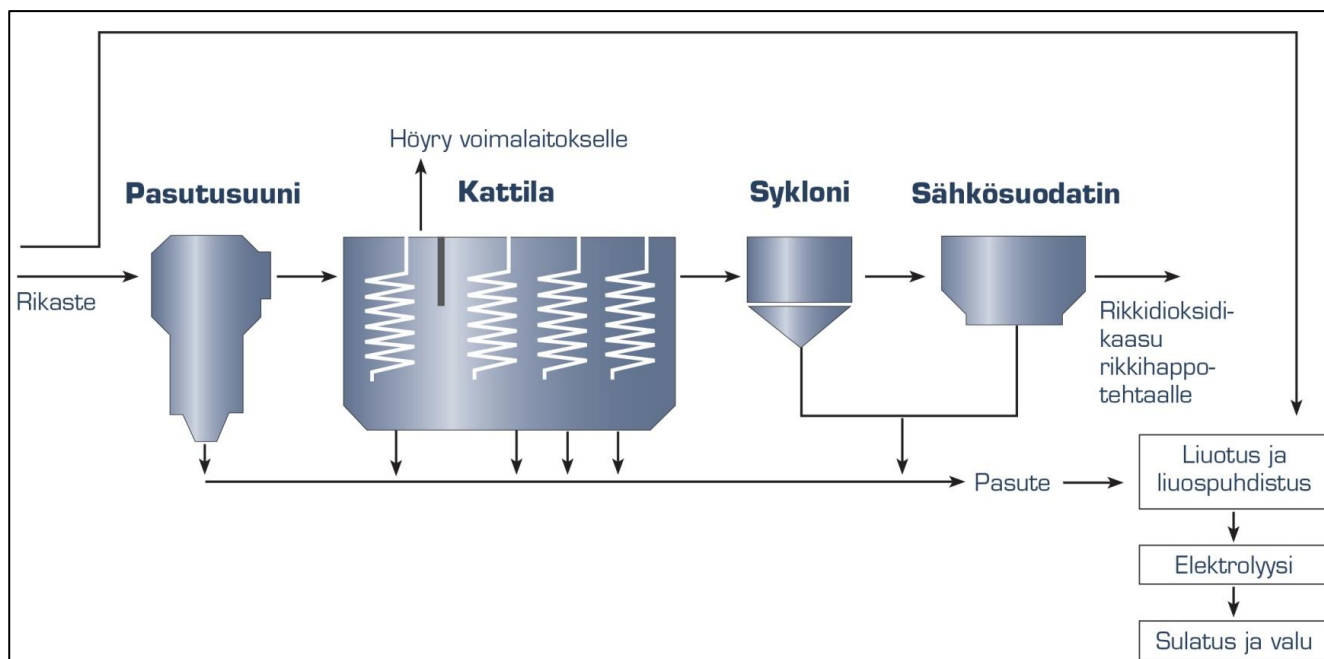
Suuri osa Kokkolan tehtaan käyttämästä sinkkirikasteesta tulee Bolidenin omilta kaivoksilta Ruotsista ja Irlannista. Rikasteita ostetaan myös muilta kaivosyhtiöiltä Euroopasta, Pohjois-Amerikasta ja Perusta. Sinkin tuotantoprosessissa on viisi eri vaihetta: pasutus, liuotus, liuospuhdistus, elektrolyysi ja valu. Raaka-aineen sinkkipitoisuus noin 50 prosenttia. Valmiin SHG-sinkin puhtausaste vähintään 99,995 prosenttia. Vuotuinen tuotantokapasiteetti on 315 000 tonnia, keskimääräinen vuorokausituotanto 863 tonnia. Prosessin kesto rikasteesta valmiiksi lopputuotteeksi 10 vuorokaudessa. Hyödynnettäviä sivutuotteita: rikkihappo, kuparisakka, höyry, sinkkisulfaattiliuos ja prosessilämpö. Vuodesta 2014 alkaen hopearikaste. (Boliden Kokkola 2013.)



Kuva 2. Tuotantoprosessin vaiheet

2.3.1 Pasutus

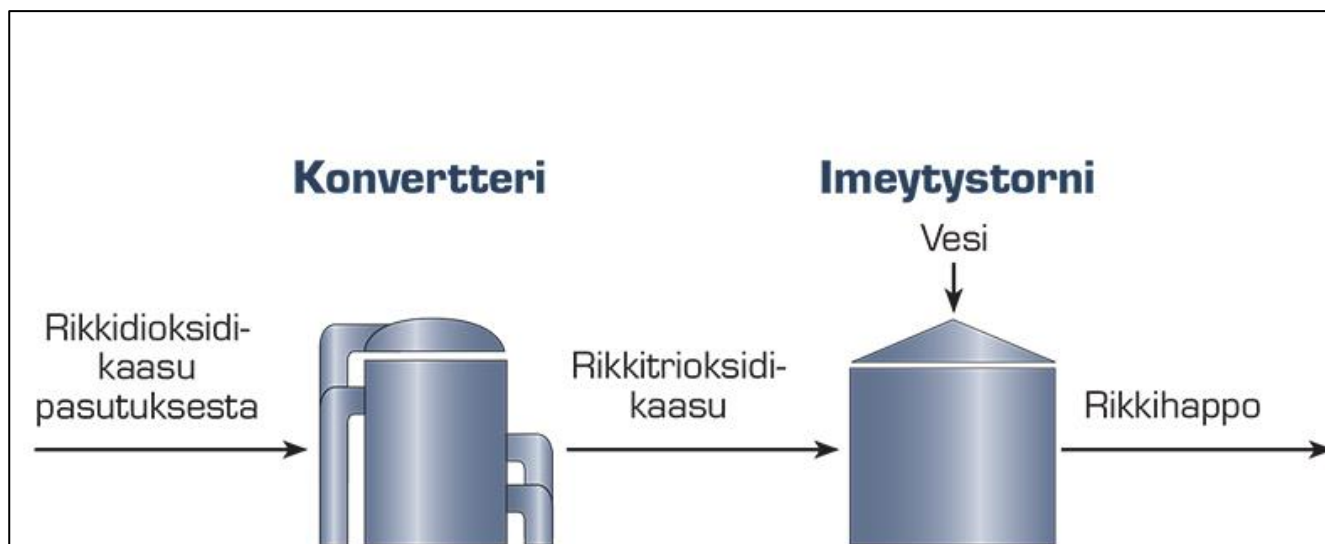
Tuotantoprosessin ensimmäisessä vaiheessa sinkkirikaste syötetään pasutusuuniin, jossa sinkkirikaste poltetaan 950 °C:ssa. Pasutusprosessin tuotteena syntyy sinkkioksidia eli pasutetta. Pasutuksessa sivutuotteena muodostuva rikkidioksidipitoinen kaasu jäädytetään ja sen sisältämä lämpö otetaan talteen höyrynä. Jäähdytynyt rikkidioksidikaasu johdetaan happotehtaalle rikkihapon raaka-aineeksi. (Boliden Kokkola 2013.)



Kuva 3. Pasutus

2.3.2 Rikkihapon tuotanto

Pasutusprosessista sivutuotteena saatava rikkidioksidi-kaasu hapetetaan happotehtaan konvertterissa rikki-trioksidiksi. Rikki-trioksidikaasu imeytetään veteen, jolloin syntyy rikkihappoa. Prosessissa muodostunut lämpöenergia otetaan talteen kaukolämpönä. (Boliden Kokkola 2013.)

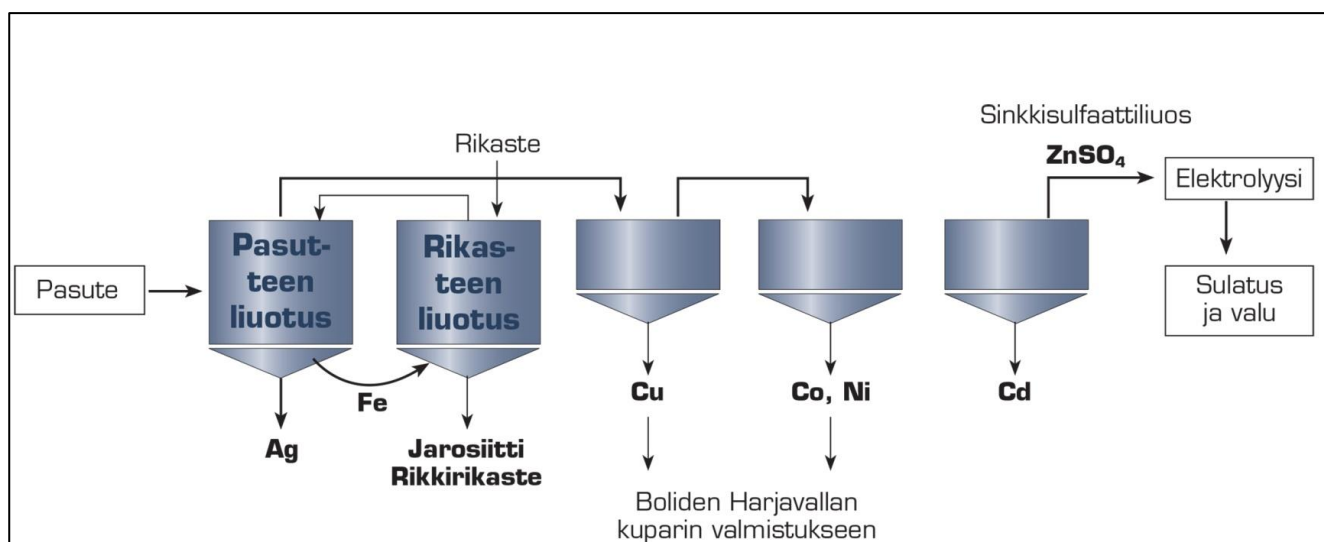


Kuva 4. Rikkihapon tuotanto

2.3.3 Liutus ja liuotuspuhdistus

Pasutettaessa syntynyt pasute ja suoraliuotusmenetelmällä käsiteltävä rikaste liuotetaan rikkihappoliuoksessa, jota saadaan elektrolyysistä niin sanottuna paluuhappona. Rauta saostetaan ja suodatetaan pois prosessista jarosiittina. Liuotuksessa syntyy sinkkisulfaattiliuosta. Parhaillaan tehtaalle rakennetaan hopean talteenottolaitosta. Prosessiin tehtävien muutosten myötä pasutteessa oleva hopea saadaan talteen hopearikasteena. (Boliden Kokkola 2013.)

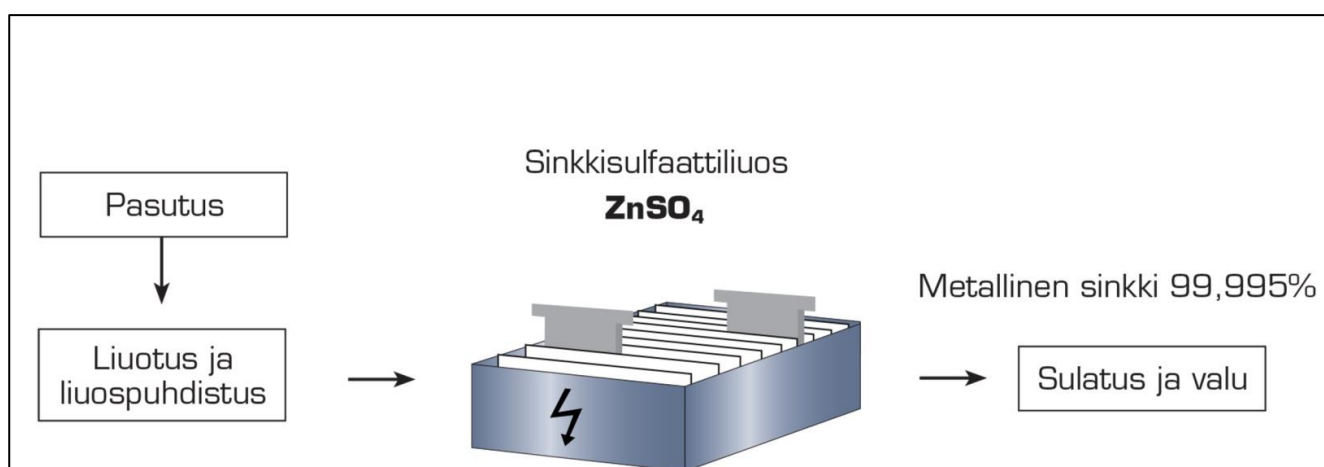
Liuotuksen jälkeen sinkkisulfaattiliuoksessa on pieniä määriä sinkin mukana liuenneita epäpuhtauksia, jotka täytyy poistaa liuoksesta ennen elektrolyysiä. Puhdistus tapahtuu kolmivaiheisella prosessilla. Puhdistuksen kolmannen vaiheen jälkeen sinkkisulfaattiliuos sisältää sinkkiä noin 150 g/l. Liuospuhdistuksen jälkeen puhdas liuos jäädytetään ja pumpataan elektrolyysiin. (Boliden Kokkola 2013.)



Kuva 5. Liuotus ja liuospuhdistus

2.3.4 Elektrolyysi

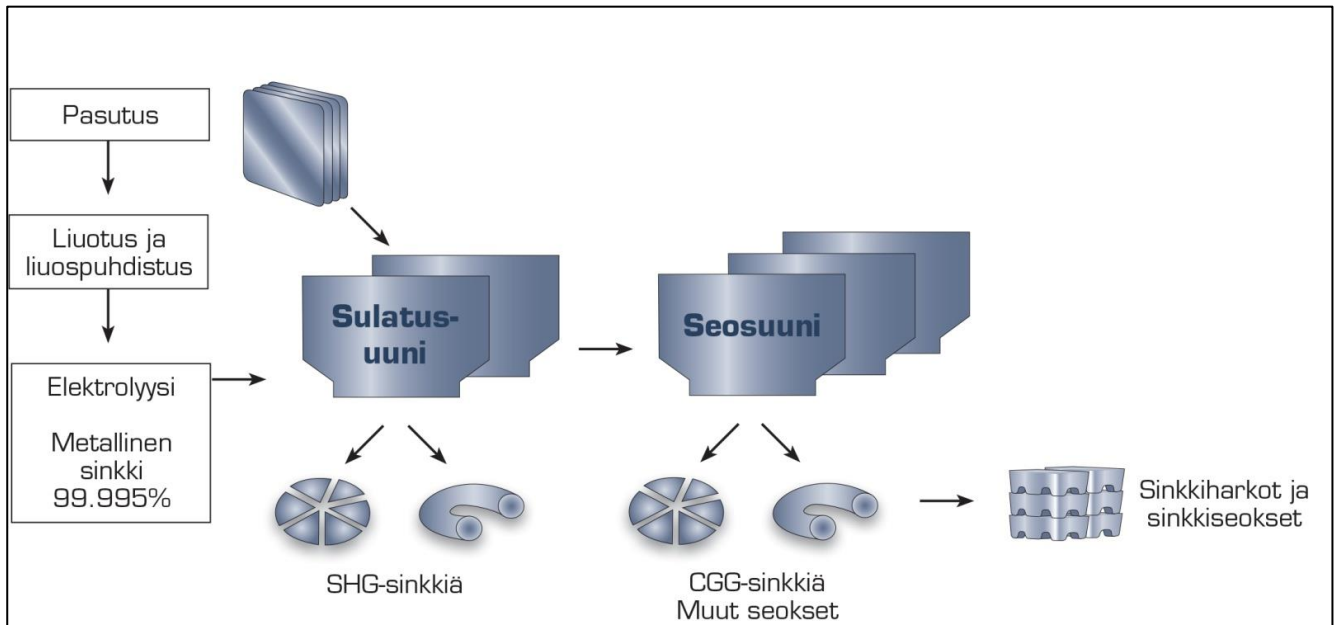
Elektrolyysissä sinkki saostuu liuoksesta alumiinilevyjen eli niin sanottujen katodien pinnalle sähkövirran avulla. Sinkkilevyjen annetaan kasvaa katodien pinnalla noin 35 tuntia. Tämän jälkeen katodit poistetaan liuoksesta ja tilalle vaihdetaan uudet katodit. Sinkkilevyt irrotetaan katodien pinnalta automaattisten irrotuskoneiden avulla. Alumiinilevyt palautetaan altaisiin. (Boliden Kokkola 2013.)



Kuva 6. Elektrolyysi

2.3.5 Sulatus, seostus ja valu

Elektrolyysistä saatavat sinkkilevyt sulatetaan valimon induktiouunissa. Sulatettu sinkki valetaan joko 25 kilon harkoiksi tai sinkkijumboiksi. Osaan tuotteista seostetaan alumiinia tai muita metalleja asiakkaiden toiveiden mukaisesti. Valun jälkeen sinkki on valmis myytäväksi tuotteeksi. (Boliden Kokkola 2013.)



Kuva 7. Sulatus, seostus ja valu

2.3.6 Kunnossapito-organisaatio

Kunnossapito on jaettu seuraavalla tavalla:

- Mekaaninen kunnossapito
- Asiantuntija- ja erikoispalvelut
- Sähkö- ja automaatiokunnossapito
- Investoinnit ja suunnittelu
- Infrastruktuuri ja jätealue.

Mekaaniseen kunnossapitoon kuuluu kunnossapidon työnjohto, työsuunnittelu ja työntekijät. Asiantuntija- ja erikoispalveluihin kuuluvat kehitystoiminta, ennakkohuollot, osto ja kunnossapidon varasto. Sähkö- ja automaatiokunnossapito pitää nimensä mukaisesti sisällään sähkö- ja automaatioon liittyvät asiat. Investointeihin ja suunnitteluun kuuluvat projektit. Infrastruktuuri ja jätealue pitää sisällään rakennukset, kiinteistötekniikan ja jätealueen. Pääasiallinen kunnossapidon korjaava toiminta on keskittynyt keskuskorjaamoon, mutta osastoilla on myös omat kunnossapidon korjaamonsa sekä oma kunnossapidon henkilökunta.

2.3.7 Kunnossapidon varasto

Kunnossapidon varasto koostuu itse asiassa kolmesta erillisestä päävarastosta: keskusvarastosta, teräsvarastosta sekä kemikaalivarastosta. Nykyään uuden nimikkeen varastointipäätös tehdään osastojen teknisten vastuuhenkilöiden toimesta lähinnä tapauskohtaisen arvioinnin mukaan ilman mitään sovittua toimintamallia. Kun varastonimikkeen varastomäärä alittaa hälytysrajan, menee siitä kunnossapitojärjestelmän kautta automaattisesti ilmoitus osto-osastolle, minkä pohjalta tehdään tilaus määritellyn tilauserän mukaan. Tilaus vastaanotetaan keskusvarastolle missä sen kunto tarkastetaan ja nimike varastoidaan asianmukaiseen varastoon.

3 VARASTOINTI YLEISESTI

3.1 Valmistukseen liittyvät varastot yleisesti

Varastot voidaan ryhmitellä fyysisessä mielessä sen mukaan, mikä on säilytettävä materiaali tai käyttötarkoitus. Varastot ryhmitellään käyttötarkoituksen mukaan valmistukseen tai jakeluun liittyviksi varastoiksi. Valmistukseen liittyvät varastot ovat jossain määrin välttämättömiä palvelleen välittömästi jalostusta, ja ne sijaitsevat teollisuuslaitosten yhteydessä. (Hokkanen 2002, 146.)

Valmistukseen liittyviä varastoja ovat:

- Raaka-ainevarastot
- Puolivalmiste- eli välivarastot
- Valmiste- eli tuotevarastot
- Tarvikevarastot
- Työvälinevarastot.

3.2 Kunnossapidon varasto

Kunnossapidon varasto tarvitaan toimittamaan kunnossapidon vaatimat varaosat ja tarvikkeet. Kunnossapidon varaston voidaan katsoa olevan yhdistetty tarvike- ja työvälinevarasto, jotka mainittiin edellisessä luvussa:

- Tarvikevarastossa säilytetään valmisprosessissa tarvittavia apuaineita ja tarvikkeita, esimerkiksi voiteluaineita, pakkaustarvikkeita ja varaosia.
- Työvälinevarastossa säilytetään tarvittavia työvälineitä. Työvälinevarastolle on ominaista, että nimikkeitä on paljon, mutta kunkin nimikkeen varastomäärä pieni. (Hokkanen 2002, 147.)

Kunnossapidon päätehtävä on palvella kunnossapitoa tarjoten tarvittavat tarvikkeet ja varaosat mahdollisimman hyvällä palveluasteella niin, että puuttuvista varaosista ei aiheudu ylimääräistä tuotannon keskeytystä tai hidastumista.

Kunnossapidon varaston päätehtävä on siis varastoida varaosia valmistusprosessiin kuuluviin laitteisiin. Muihin materiaaleihin verrattuna varaosilla on seuraavia erityispiirteitä:

- korkeat palveluvaatimukset
- satunnainen ja vaikeasti ennustettava kysyntä
- yksittäisten osien korkeat hinnat
- varaosanimikkeiden suuri määrä
- vaihteleva toimittajien määrä. (Huiskonen 2001.)

Tästä syystä kunnossapidon varastonhallintakin tulisi olla eri tavalla ohjattua kuin muilla varastotyypeillä. Yllä mainittujen ominaisuuksien perusteella varaosia voidaan jaotella/ryhmitellä, mikä auttaa varaston analysointia ja antaa työkaluja varaston hallintaan. Esimerkiksi palveluvaatimuksen voidaan katsoa vaihtelevan sen mukaan, kuinka kriittinen kyseinen varaosa on tuotantoprosessille. Kysynnän ennustettavuutta voidaan arvioida muun muassa historiatiedoilla ja osan tyyppillä; onko se kuluva vai rikkoutuva.

3.3 Varastojen kustannusrakenne

Varaston eli vaihto-omaisuuden kustannuksen ovat aina yrityskohtaisia. Pääasialliset kustannustekijät ovat:

- Vaihto-omaisuuden (käyttöpääoman) korkokustannukset
- Varastoitamiseen tarvittavien tilojen kustannukset
- Hävikin, vanhenemisen ja epäkurantin kustannukset

Nämä kolme kustannustekijää voivat olla vuodessa 15-50% varaston arvosta, eli miljoonan euron varastossa 150 000 – 500 000 euroa. Tuotekohtaisiin kustannuksiin vaikuttavat tuotteen ominaisuudet kuten koko, tekninen vanheneminen ja epäkuranttisuus. (Sakki 2003, 82.)

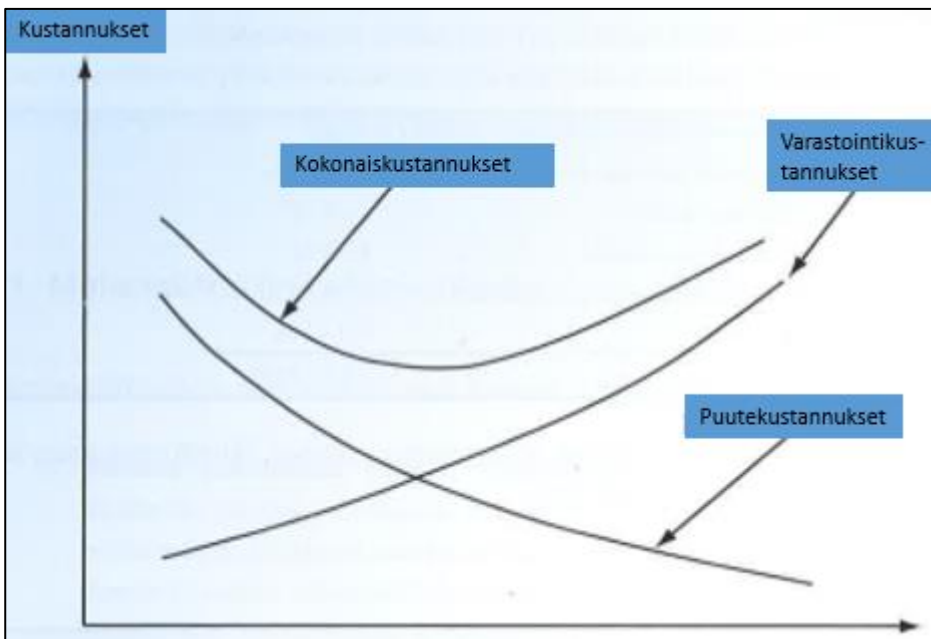
Vaikka varastoinnin kustannukset ovat hyvin tapauskohtaisia, on kiinteiden kustannusten osuus kuitenkin merkittävin. Kiinteisiin kustannuksiin kuuluvat rakennukset, rakennusten kunnossapito, koneet ja laitteet. Varastoinnissa tila maksaakin eniten, jos varastoitavan kappaleen hintaa ei oteta huomioon. On

siis tärkeää miettiä varastoitavien tavaroiden määriä sekä varastojen tilankäyttöä ja teknologioita (Karhunen 2004, 404).

Varastotilan ja hävikin kustannukset suhteessa varaston arvoon lasketaan seuraavalla tavalla (Sakki, 2003, 83):

$$\text{varastotilan ja hävikin kustannus} = \frac{\text{tilojen ja hävikin kustannukset}}{\text{vaihto - omaisuuden arvo}} (\%)$$

Kokonaiskustannuksia ajateltaessa varastotasoissa pitää ottaa huomioon useita tekijöitä. Hyvä tapa on ajatella asiaa palvelutason kautta. Puute- ja varastointikustannukset tulisi säätää sellaisiksi, että tietty palvelutaso voidaan ylläpitää mahdollisimman pienillä kustannuksilla. Varaston palvelutasoon vaikuttavat toimitustiheys, ennustettavuus, tiedonvälityksen nopeus ja asiakas- ja toimittajayhteistyön taso. (Haverila 2009, 445.)



Kuva 8: Varastotason vaikutus kustannuksiin (Haverila 2009, 445.)

3.4 Varaston tunnuslukuja

Varaston tunnuslukujen avulla voidaan helpottaa varaston hallintaa. Valmisteverastot ja kaupan alan varastot ovat yrityksen vaihto-omaisuutta. Varastoihin liittyvät tunnusluvut perustuvatkin yleensä varaston ja sen nimikkeistön arvoon ja nimikkeistön liikkuvuuteen.

Vaihto-omaisuuden käytön tehokkuutta mitataan varaston kierrolla. Varaston kierto on tavaroiden käytön suhde varaston arvoon vuoden aikana (Sakki 2003, 79).

$$\text{varaston kierto} = \frac{\text{vuoden käyttö tai myynti (hankintahinnoin)}}{\text{varastojen (keski)arvo (hankintahinnoin)}} \quad (3.1)$$

Varaston kiertonopeuden laskemiseen on kuitenkin useita tapoja. Kunnossapidon varaston seurantaan soveltuu ehkä paremmin kappalemääräisen kulutuksen seuraaminen. Kappalemääräinen kiertonopeus seuraa sitä, kuinka usein varasto vaihtuu tietyn ajanjakson aikana. Esimerkiksi jos varastossa on vuoden aikana keskimäärin 10 nimikettä, ja kulutus on 20 nimikettä, varaston kiertonopeus on 2. (Salmivuori, 2010, 83)

$$\text{varaston kiertonopeus} = \frac{\text{toimitukset varastosta}}{\text{keskimääräinen varasto}} \quad (3.2)$$

Varastointi aiheuttaa paljon kustannuksia, mutta ei anna varastoitavalle nimikkeelle/tavaralle mitään lisäarvoa useimmissa tapauksissa muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta (juustot, viinit). Varaston pysähdysaika kertoo, kuinka kauan varastonimike seisoo varaston hyllyllä tuottamatta mitään lisäarvoa. Pysähdysaika eli DOS (days of supply) lasketaan varaston arvon ja vuosikulutuksen arvon suhteen avulla. Kulutus tulee joko historiatiedosta tai ennusteesta (Sakki 2003, 80).

$$\text{varaston pysähdysaika} = 365 \times \frac{\text{vaihto-omaisuuden arvo}}{\text{vuosimyynti (-kulutus)}} (d) \quad (3.3)$$

Jälleen kunnossapidon varastoon soveltuu ehkä paremmin kappalemääräisen kulutuksen käyttäminen varaston pysähdysajan laskemiseen tämän tiedon ollessa helpommin saatavilla:

$$\text{varaston pysähdysaika} = 365 \times \frac{\text{kappalemääräinen varaston koko}}{\text{kappalemääräinen kulutus}} (d) \quad (3.4)$$

Varaston kiertonopeuden vertailussa yritysten välillä käytetään vaihto-omaisuuden osuutta. Siinä vaihto-omaisuuden arvo suhteutetaan yrityksen liikevaihtoon (Sakki 2003, 80).

$$\text{vaihto - omaisuuden osuus} = \frac{\text{vaihto-omaisuuden arvo}}{\text{liikevaihto}} (\%) \quad (3.5)$$

Kate-kierron laskemisessa kerrotaan myyntikateprosentti kiertonopeudella, missä myyntikate on myyntihinnan ja muuttuvien kustannusten erotus. Kate-kierto on yksinkertainen versio pääoman tuottoasteesta (Sakki 2003, 80).

$$\text{kate - kierto} = \text{myyntikate}(\%) \times \text{varastonkierto} \quad (3.6)$$

Kaksi viimeistä tunnuslukua vaihto-omaisuuden osuus ja kate-kierto eivät sovellu kunnossapidon varaston kohdalla kovinkaan hyvin hyödynnettäviksi vaan ovat enemmänkin kaupan alan varastoon soveltuvia.

Oletettavasti sitä hitaampi on kiertonopeus mitä pidempi on tuotteen toimitusaika. Tästä kertoo toimitusajan ja varaston pysähdysajan suhdeluku, ohjaustaito. Toimitusajan ollessa kolme, ja pysähdysajan kuusi viikkoa, ohjaustaito on 0,5. Loogisesti ajatellen samaan tulokseen tulisi päästä myös toimitusajan lyhentyessä kahteen viikkoon. Ohjaustaidossa toimitusaika kytkeytyy varaston kiertoon, ja juuri lyhyt toimitusaika on yksi prosessiajattelun tärkeitä kysymyksiä ja riippuu tilaajan ja toimittajan yhteistyön laadusta (Sakki 2003, 83).

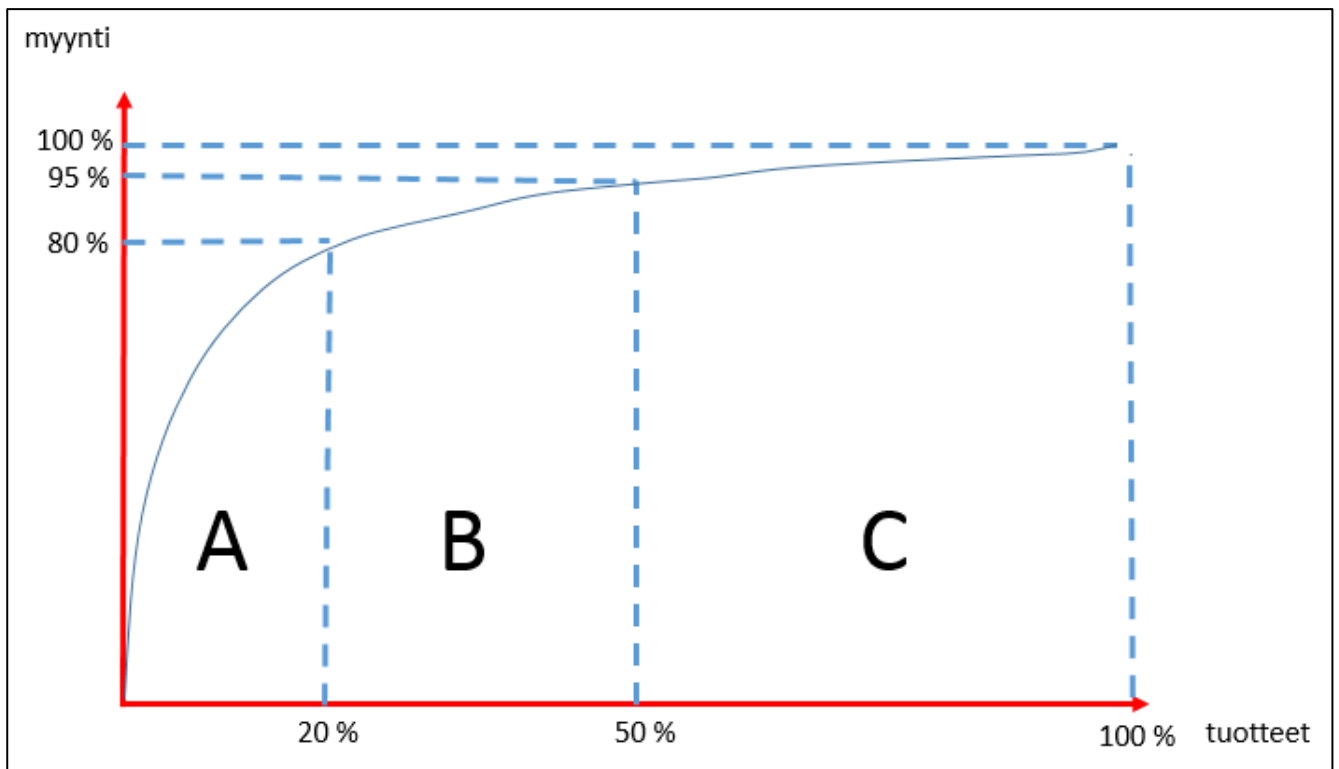
$$\text{ohjaustaito} = \frac{\text{toimitusaika}}{\text{varaston pysähdysaika}} \quad (3.7)$$

4 VARASTONIMIKKEEN LUOKITTELUMENETELMIÄ

Jotta voidaan määrittellä varastoitavat nimikkeet, on varaston nimikkeistö luokiteltava eri ryhmiin joidenkin kriteerien perusteella. Varastonimikkeiden luokitteluun on olemassa useita menetelmiä. Tässä käyn läpi joitakin yleisimpiä luokittelumenetelmiä lyhyesti.

4.1 ABC-analyysi

ABC-analyysissä nimikkeet luokitellaan kulutuksen arvon mukaan. Esimerkiksi luokkien jako voisi olla kulutuksen mukaan prosentiosuuksien mukaan A=80%, B=15% ja C=5%. Eli A-ryhmä aiheuttaa 80% varaston kokonaisvolyymistä, B-ryhmä 15% ja C-ryhmä 5%. Pareton lain (20/80-sääntö) mukaan nimikemäärältään pienin (20%) ryhmä on tällä menetelmällä ryhmä A ja pienin ryhmä C. Ryhmäjako ja ryhmien määrä voidaan tietysti määrittellä tapauskohtaisesti. ABC-analyysi ei yksinään kuitenkaan sovellu kunnossapidon nimikkeistön hallintaan. Esimerkiksi varaosan kriittisyys jää tässä analyysissä huomioimatta. (Haverila 2009, 457.)



Kuva 9. Kuvio havainnollistaa tilannetta, jossa A-ryhmään on otettu 80 % myyntivolyymista, B:hen seuraavat 15 % ja C:hen viimeiset 5 %. Tuotteista A-ryhmässä on 20 %, B:ssä 30 % ja C:ssä 50 %. (Logistiikan Maailma.)

4.2 XYZ-analyysi

XYZ-analyysi on ABC-analyysin muunnos. XYZ-analyysissä luokittelu tehdään kappalemääräisen kulutuksen mukaan, ja ryhmäjako voidaan tehdä Pareton lain mukaisesti kuten ABC-analyysissä. (Sakki 2014, 67.)

4.3 VED-analyysi

VED-analyysi jakaa nimikkeet kolmeen ryhmään sen perusteella kuinka kriittinen kyseinen varaosa on tuotantoprosessille: elintärkeä (vital), tärkeä (essential) vai tarpeellinen (desired). Elintärkeän osan rikkoutuminen pysäyttää tuotannon, tärkeän osan rikkoutumisen vaikutukset voidaan tilapäisesti sietää erityisjärjestelyin ja tarpeellinen osa ei suoraan vaikuta tuotantoon vaan voidaan korvata pidemmän ajan

kuluessa. Myöskään VED-analyysi ei välttämättä ole yksinään riittävä varastointitarpeen määrittämiseen. (Botter ja Fortuin 2000, 662.)

4.4 Monikriteerianalyysit

Monikriteerianalyysit ovat yleensä monimutkaisia matemaattisia menetelmiä, joissa käytetään varastoitavan nimikkeen eri ominaisuuksista johdettuja painokertoimia. Näihin matemaattisiin monikriteerianalyysihin ei paneuduta tässä työssä enempää, sillä vaatimuksena on mahdollisimman yksinkertainen menetelmä varastoitavien ja ei-varastoitavien nimikkeiden valintaan.

5 VARASTONIMIKKEIDEN OMINAISUUKSIA

Varaosavaraston koko tulisi määräytyä sen mukaan, kuinka kalliiksi tuotannolle tulee rikkoutunut osa, joka puuttuu varastosta pidentyneen korjausajan takia verrattuna kyseisen osan varastointikustannuksiin. Huomioon tulisi ottaa myös varastoinnin takia vanhentuvat varaosat ja niiden mukana menetetty pääoma. (Kennedy 2002, 208.)

5.1 Kriittisyys

Varaosan kriittisyys on ensimmäinen tekijä arvioitaessa varastoinnin tärkeyttä. Kriittisyys määräytyy pääosin sen perusteella mikä on sen vikaantumisen ja puuttuvan varaosan vaikutus prosessiin. Tätä voidaan kuvata varastonimikkeen prosessikriittisyydeksi. Varaosan puuttumisen kustannusvaikutus voi olla moninkertainen sen hintaan ja varastointikustannuksiin nähden, jolloin tavallinen ABC-analyysi on riittämätön määriteltäessä varastoitavia nimikkeitä. (Huiskonen, J 2001, 129). Huiskonen jakaa prosessikriittisyyden esimerkinomaisesti kolmeen ryhmään: (1) Vika on korjattava ja varaosat oltava saatavilla välittömästi. (2) Vika voidaan sietää väliaikaisjärjestelyillä lyhyen ajan jonka varaosan hankkiminen kestää. (3) Vika ei ole kriittinen prosessille ja se voidaan korjata ja hankkia varaosat pidemmän ajan kuluessa. Kriittisyyden arviointiin varastoinnin kannalta onkin tärkeintä tietää aika, jossa nimike täytyy olla saatavilla.

Teollisuuden laitteiden kriittisyysluokitteluun on olemassa standardoituja menetelmiä. Yksi näistä on PSK standardi PSK 6800: Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa. PSK Standardisointi on teollisuuden ja sitä palvelevien yritysten yhteinen kehitysyksikkö. PSK:n laatimat standardit ovat käytännönläheisiä ja menetelmätyyppisiä työkaluja, ja niiden kehyksinä käytetään eurooppalaisia sekä kansainvälisiä tuotestandardeja. (PSK-standardisointi.)

5.2 Spesifisyys

Kunnossapidon varastonimikkeen spesifisyys on yksi asia joka pitää olla selvillä arvioitaessa varastoinnin tärkeyttä. Varastossa on yleensä standardi- eli yleisosa joita käytetään yleisesti useissa eri kohteissa, minkä takia niitä on saatavilla useilta eri toimittajilta sekä spesifisiä, vain tiettyyn tarkoitukseen tai lait-

teeseen tehtyjä osia. Standardiosien saatavuus ja toimitusnopeus ovatkin yleensä hyvät useiden toimittajien ja isojen volyymien takia. Spesifisempien osien suhteen asia on kuitenkin päinvastainen; toimittajia on vähän ja volyymit pieniä, jolloin toimittajat ovat haluttomia varastoimaan tällaisia tuotteita jolloin vastuu saatavuudesta on hyvin pitkälle käyttäjällä. (Huiskonen 2001, 129.)

5.3 Kysyntä eli kulutus

Kysyntä eli kunnossapidon varaston ollessa kyseessä kulutus pitää sisällään volyymien ja ennustettavuuden. Kunnossapidon varastonimikkeille on tyypillistä, että joukossa on paljon nimikkeitä jotka ovat kulutukseltaan hyvin vähäisiä ja epätasaisia. Näiden nimikkeiden hallinta onkin hankalaa. Kyseessä ollessa korkean prosessikriittisyyden omaava kappale joka on vielä hinnaltaan kallis, yhdistyy moni epäedullinen ominaisuus varaston kannalta mistä on seurauksena varastoitavien nimikkeiden määrän ja varaston rahallisen arvon kasvu, jotta saadaan katettua vaikeasti ennustettavat varastotarpeet. Taas voidaankin todeta, että toimittajat ovat haluttomia varastoimaan pienen volyymien tuotteita jolloin vastuu saatavuudesta on käyttäjällä. (Huiskonen 2001, 130.)

Kulutuksen ennustettavuus on suoraan verrannollinen osan vikaatiheyteen ja näin ollen historiatietoon kyseisen osan kulutuksesta. Hallinnan kannalta osat onkin hyvä jakaa kulutuksen ennustettavuuden suhteen ainakin kahteen eri kategoriaan: sattumanvaraisesti vikaantuviin osiin ja ennustettavasti kuluviin osiin. Kulutuksen ennustettavuus vaikuttaa siis osaltaan valintaan varastoinnin ja tarpeen mukaan tehtävän hankinnan välillä. (Huiskonen 2001, 130.)

Kunnossapidon varaston ennustettavuutta helpottaa osaltaan ennakkohuoltosuunnitelma, joko itse tai laitevalmistajan tekemä. Sen avulla tiedetään tarkasti tarveajankohta ennakkohuoltoihin tarvittaville varaosille.

5.4 Arvo

Varastonimikkeen arvo on yksi tärkeä ominaisuus varastoinnin mielekkyyttä arvioitaessa. Korkea arvo on hyvin epäedullinen varastoinnin kannalta niin loppukäyttäjälle kuin toimittajallekin. Kun kyseessä on kallis varastonimike, varastoinnille pyritäänkin etsimään parempia vaihtoehtoja. Korkean arvon

omaavien nimikkeiden kohdalla voikin olla järkevää käydä neuvotteluja toimittajien kanssa varastoinnista ja toimituksesta, miten ne saadaan edullisimmin järjestettyä saatavuuden kärsimättä. Toisaalta matalan arvon omaavien nimikkeiden kohdalla täydennykset on tehtävä siten että hallinnolliset kustannukset pysyvät järkevällä tasolla nimikkeen itsensä hintaan verrattuna. Yleensä korkean arvon omaavat nimikkeet siis pyritään pitämään poissa omasta varastosta. (Huiskonen 2001, 130.)

5.5 Saatavuus

Saatavuus kertoo varaosan hankinnan helppoudesta. Standardoidut osat ovat yleensä yleisesti saatavilla ja helppo ja nopea hankkia. Spesifisemmät, vain tiettyyn laitteeseen käyvät osien hankinta voi olla hankalampaa ja toimitusajat pidemmät.

5.6 Vasteaika

Vasteaika voidaan ymmärtää laitteen rikkoutumisen ja sen taas kuntoon saattamisen väliseksi ajaksi. Vasteaika on jokin sovittu aika, joka korjaamiseen saa korkeintaan kulua. (Botter ja Fortuin 2000, 662.)

5.7 Toiminnallisuus

Toiminnallisuus kertoo, onko kyseinen varaosa kriittinen laitteen toiminnalle. Toiminnallinen osa pysäyttää laitteen toiminnan tai haittaa sen toimintaa merkittävästi. Kosmeettinen osa ei haittaa laitteen toimintaa ollenkaan tai vain vähissä määrin. (Botter ja Fortuin 2000, 662.)

5.8 Toimitusaika

Toimitusaika kertoo ajan osan tilaamisen ja varastoon vastaanottamisen välillä. (Botter ja Fortuin 2000, 662.)

5.9 Korjattavuus

Korjattavuus kertoo osan korjattavuudesta eli voidaanko osaa korjata sen rikkouduttua vai onko aina ainoa vaihtoehto uusina osia. (Botter ja Fortuin 2000, 662.)

5.10 Elinkaari

Kyseisen nimikkeen elinkaari riippuu laitteen tämänhetkisen version jäljellä olevasta käyttöajasta. Onko käytössä oleva laite vanha ja seuraava hankittava vastaava laite eri mallia johon kyseinen varaosa ei enää käy, vai onko liittyvä laite uutta mallia? (Botter ja Fortuin 2000, 662.)

6 KIRJALLISUUDESTA LÖYDETTYJÄ MENETELMIÄ VARASTOITAVAN NIMIKKEEN VALINTAAN

Tässä luvussa tehdään lyhyt katsaus kahteen erilaiseen menetelmään, jotka on kehitetty määrittämään mikä varastonimike tulisi varastoida ja mikä ei. Rego ja Mesquita ovat tehneet aiheeseen liittyvän kirjallisuustutkimuksen ”Spare parts inventory control: a literature review”. Tutkielmassa on oma kappaleensa menetelmille, joilla voidaan määrittellä varastoinnin vaativa varastoartikkeli.

6.1 Botter&Fortuin: Stocking strategy for service parts - a case study

Julkaisussa Botter ja Fortuin luovat varastointistrategian monikansalliselle yhtiölle joka kehittää, valmistaa, myy, ylläpitää ja huoltaa teollisuudessa käytettyjä sähkölaitteita. Kohteena on varsinaisesti palvelutoiminnan, eli ylläpidon ja huollon varasto, jota voidaankin verrata kunnossapidon varastoon. Pääkysymykset ovat mitkä varaosat on syytä varastoida, missä ne varastoidaan ja mikä määrä kutakin varastoitavaa osaa tulee olla varastossa. Yhtenä osana tutkielmaa on siis menetelmän määrittely varastoitavan varaosan/varastonimikkeen valintaan johon keskitytään tässä yhteydessä.

Botter ja Fortuin määrittelevät kunkin varaosan kriittisyyden, jotta voidaan erotella tärkeät osat muista. Tähän he käyttävät VED-analyysiä (VED = vital, essential, desirable)

- (V) Vika on korjattava ja varaosat oltava saatavilla välittömästi
- (E) Vika voidaan sietää väliaikaisjärjestelyillä lyhyen ajan jonka varaosan hankkiminen kestää
- (D) Vika ei ole kriittinen prosessille ja se voidaan korjata ja hankkia varaosat pidemmän ajan kuluessa. (Huiskonen 2001, 129.)

VED-analyysissä varaosat tulee siis jakaa mainittuihin kolmeen ryhmään. Varaosan kriittisyyden arviointi voi olla vaikea tehtävä ja siinä voi olla tapauskohtaisesti monia puolia. Esimerkkejä kriittisyyden määrittämisessä käytettävistä parametreistä taulukossa 1.

Taulukko 1. Kriittisyyden määrittelyyn käytettyjä parametreja (Botter ja Fortuin, 2000, 662)

Number	Factor	Comment
1	Response time	Maximum time between a call for help and restoration of the system's functionality, as agreed by contract
2	Functionality	Effect of the failure of an item on the system's availability: an item is functional if the system cannot function without it, or merely cosmetic if the system can continue to run without it, possibly with some minor restrictions
3	Consumption	Total demand for an item, per unit of time, expressed in number of units or in money
4	Stage of the life cycle	Newly developed, established and to be continued, or soon to be phased out
5	Price	An item can be (relatively) cheap or expensive
6	Purchase lead time	Time between placing an order at the supplier of an item and the moment it is available for use
7	Repairability	The possibility to restore an item's functionality after failure

Vaatimuksena Botterilla ja Fortuinilla on mahdollisimman yksinkertainen ja käytännöllinen tapa valita varastoitavat artikkelit. Lopulta varaosan kriittisyyden mittareiksi jääkin ainoastaan toiminnallisuus ja kulutus. Esimerkiksi vasteaikaa ei käytetä koska se voi olla samalle osalle eri asiakkaille eri pituinen riippuen sopimuksista.

Toiminnallisuuden määritelmä tässä on se, onko osa rikkoutuessaan siihen liittyvässä laitteessa toiminnan keskeyttävä (toiminnallinen) vai toimintaa korkeintaan vähän rajoittava (kosmeettinen). Toiminnallisen osan jakaminen VED-mallin V- ja E-luokkaan voi olla vaikeaa, joten Botter ja Fortuin käyttävät vain E- ja D-luokkia jolloin toiminnalliset osat kuuluvat E-luokkaan ja kosmeettiset osat D-luokkaan.

Kulutusta mitataan tässä tapauksessa yksikköinä, ei rahallisena arvona. Varaosien jako kulutuksen mukaan tehdään XYZ-analyysin avulla; korkean kulutuksen osat kuuluvat X-ryhmään ja matalan kulutuksen osat Z-ryhmään. Y-ryhmään kuuluvat osat jotka ovat kulutukseltaan X- ja Y-ryhmien välissä.

Kun yhdistetään nämä kaksi kriittisyyden ulottuvuutta, toiminnallisuus ja kulutus, saadaan taulukko 2 joka auttaa valitsemaan varastoinnin vaatimat osat. Taulukossa on kuusi segmenttiä ja jokainen niistä

edustaa varaosaryhmää jolla on ominainen toiminnallisuuden ja kulutuksen yhdistelmä. Ryhmä EX pitää esimerkiksi sisällään kaikki toiminnalliset osat jotka ovat kulutukseltaan suuria. Ryhmän DZ osat taas ovat kosmeettisia ja vähäkulutuksisia. Ryhmien koko riippuu siitä, miten kulutukset XYZ on määritelty. Päätös varastoitavista nimikkeistä voidaan tehdä tämän taulukon perusteella. Voidaan valita varastoitavaksi esimerkiksi ainoastaan toiminnalliset osat. Nämä päätökset kuuluvat yrityksen johdolle.

Taulukko 2. Varastonimikkeet jaettuna segmentteihin toiminnallisuuden ja kulutuksen perusteella (Botter ja Fortuin 2000, 664)

↑ Functionality	D Desirable (cosmetic)	DX	DY	DZ
	E Essential (functional)	EX	EY	EZ
		X fast moving	Y	Z slow moving
	Percentage consumption in units →			

6.2 Silver, Pyke & Peterson: A simple Decision rule

Silver, Pyke ja Peterson esittävät seitsemän tekijää, jotka vaikuttavat siihen varastoidako tavara vai ei:

1. Järjestelmäkustannukset varastoinnista (kirjanpidon ylläpito, ennustaminen jne.) aikayksikköä kohti
2. Varastonimikkeen yksikköhinta
3. Tilauskustannukset varastoimattomalle nimikkeelle
4. Varastonimikkeen hankinnasta aiheutuvat kiinteät kulut, kummassakin yhteydessä
5. Varastointikustannukset aikayksikköä kohden joihin on laskettu mukaan vanhentuvista nimikkeistä aiheutuvat kulut
6. Kulutus
7. Toimitusaika

Tässä Silver, Pyke ja Petersenin esittämä yksinkertainen päättelysääntö perustuu Werner Poppin julkaisuun. Menetelmässä tehdään seuraavat olettamat:

1. Yksikköhinta on sama varastoitavalle ja ei varastoitavalle nimikkeelle.
2. Hankinnasta aiheutuvat kiinteät kulut ovat samat varastoitavalle ja ei varastoitavalle nimikkeelle.
3. Tilausmäärän ei tarvitse olla kokonaisluku päättelysääntöä toteutettaessa. Todellinen tilausmäärä toteutuu tietysti kokonaisina.
4. Toimitusaika on merkityksetön ja varastoimattoman nimikkeen tilaamisesta ei aiheudu lisäku-
luja.

Seuraava päättelysääntö on saatu vertaamalla varastoimattomasta nimikkeestä aiheutuvaa kustannusta varastoinnista aiheutuvaan kustannukseen:

Älä varastoi nimikettä, jos jompikumpi seuraavista lausekkeista on totta (muuten varastoi nimike):

$$c_s > A/E(i) \quad (6.1)$$

tai

$$E(t)vr > \frac{E(i)}{2A} \left[\frac{A}{E(i)} - c_s \right]^2 \quad (6.2)$$

missä

- c_s = järjestelmäkustannukset varastoinnista aikayksikköä kohti
- A = varastonimikkeen hankinnasta aiheutuvat kiinteät kulut
- $E(i)$ = odotettu (tai keskimääräinen) aikaväli yksittäisten kulutustapahtumien välillä
- $E(t)$ = odotettu (tai keskimääräinen) kulutustapahtuman koko nimikeyksikköinä
- v = nimikkeen yksikköhinta (\$/yksikkö)
- r = varastointikustannukset (\$/\$/aikayksikkö)

7 BOLIDEN KOKKOLAN VARASTON NIMIKKEISTÖN OMINAISUUDET JA NIIDEN MÄÄRITTELY

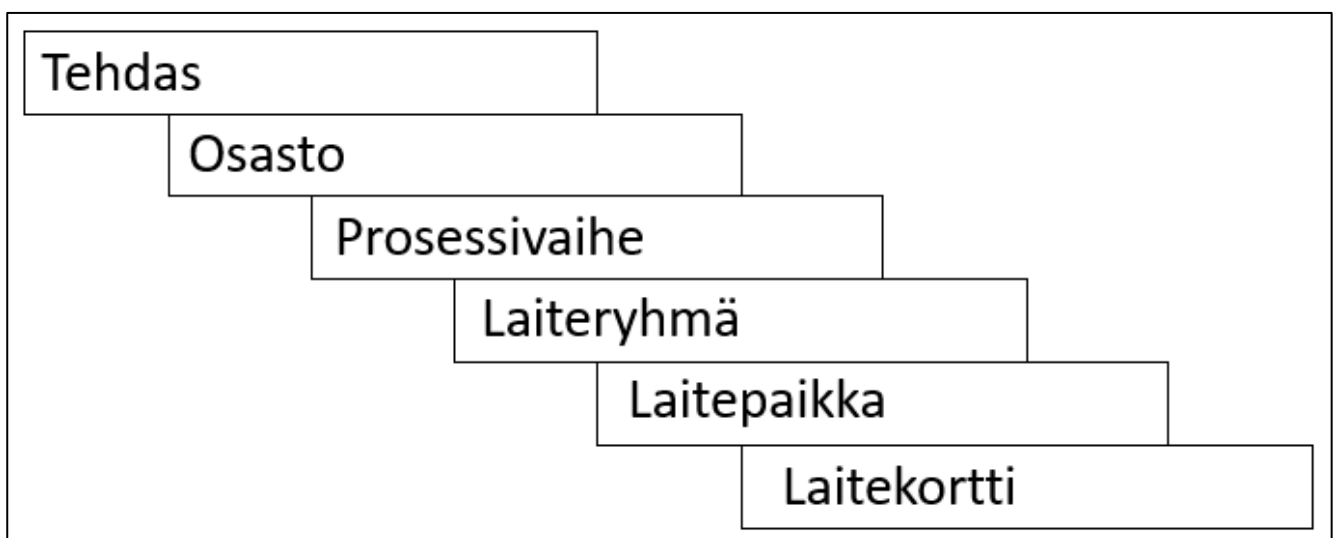
Tässä luvussa käydään läpi ominaisuudet, joita Boliden Kokkolan kunnossapidon varastoitavien nimikkeiden määrittelyyn on käytettävissä ja miten ne määräytyvät.

7.1 Kriittisyys prosessiin

Boliden Kokkola on määritellyt kriittisyyden prosessiin laitepaikkatasolla kriittisyysluokkiin A, B ja C:

- A. Laitteella ei ole varalaitetta. Laitteen vikaantuminen pysäyttää tai häiritsee tuotantoa merkittävästi, tai laitteen vikaantuminen voi aiheuttaa ympäristö- tai henkilövaaran mahdollisuuden.
- B. Laitteella on varalaitte. Varalaitteen vikaantuminen pysäyttää tai häiritsee tuotantoa merkittävästi.
- C. Laitteella on varalaitte. Varalaitteen vikaantuminen ei pysäytä tai häiritse tuotantoa merkittävästi.

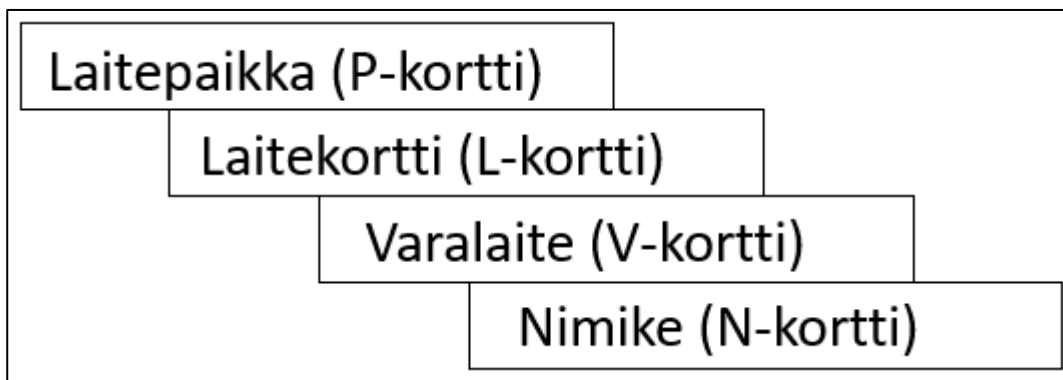
Luokittelu vastaa hyvin pitkälle VED-analyysin mukaista luokittelua. Laitepaikka sijoittuu tehtaassa hierarkiassa kuvassa 10 esitetyllä tavalla. Vastaava kuvaus hierarkiasta esimerkkeineen on esitetty liitteessä 1. Liitteessä 2 on ote laitepaikkojen kriittisyysluokittelusta.



Kuva 10: Laitepaikan sijoittuminen tehtaassa.

Kunnossapidon Arttu-järjestelmässä laitepaikoilla on L-kortit, jotka on siis luokiteltu edellä mainittuihin ryhmiin kriittisyyden mukaan. L-korttiin liittyvät V-kortit eli varalaitteet ja taas V-kortteihin liittyvät N-kortit eli varsinaiset nimikkeet. Laitepaikkana (L-kortti) voi olla esimerkiksi pumppuyksikkö (sisältäen moottorin ja itse pumpun). Tähän laitepaikkaan liittyvät erilliset varalaitteet (V-kortit) pumppu ja moottori. Näihin varalaitteisiin taas voi liittyä nimikkeitä (N-kortteja), joita voi tässä tapauksessa olla esimerkiksi pumpun ja moottorin laakerit tai akselitiivisteet.

Kuvatun hierarkian mukaan varastonimikkeet saadaan luokiteltua kriittisyysluokkiin A, B ja C. Eli jos L-kortin kriittisyysluokka on A, ovat kaikki siihen liittyvät V- ja N-kortit myös kriittisyysluokkaa A. Nimike ja varalaite voi liittyä useampaan laitepaikkaan, missä tapauksessa määrääväksi kriittisyydeksi tulee korkeimman kriittisyyden omaava laitepaikka.



Kuva 11: Hierarkia kunnossapidon Arttu järjestelmässä.

7.2 Spesifisyys

Spesifisyys jakaa varaosat yleiskäyttöisiin eli standardoituihin ja spesifisiin osiin jotka käyvät vain tiettyihin laitteisiin. Tätä jakoa ei ole tehty nykyisessä järjestelmässä, ja se pitää tehdä, jos tätä kriteeriä päädytään käyttämään varastoitavan nimikkeen valintaan kehitettävässä menetelmässä. Tämä jako voitaisiin tehdä esimerkiksi seuraavin periaattein:

- Jos varaosa on standardoitu, se on yleiskäyttöinen.

- Jos varaosa käy useampaan eri laitteeseen/tiettyyn määrättyyn lukumäärään laitteita, se on yleiskäyttöinen.
- Jos osaa saa paikallisesti jostakin lähialueen tarvikeliikkeestä suoraan ostamalla, se on yleiskäyttöinen.
- Jos toimitusaika on määritellyn rajoissa, niin osa on yleiskäyttöinen.
- Piirustukselliset osat ovat aina spesifejä.

7.3 Kulutus eli kiertonopeus

Varaston hallinnassa käytetään SAP:ia. Kun varaosaa tarvitaan, kulutustapahtuma ja uusi saldo kirjautuvat SAP tietokantaan. Varaosan kulutus saadaan näin suoraan SAP järjestelmästä, joka on yhteydessä kunnossapidon Arttu-järjestelmään.

7.4 Saatavuus/toimitusaika

Saatavuus voidaan tässä yhteydessä käsittää toimitusajaksi. Toimitusaika saadaan SAP järjestelmästä historiatiedon perusteella. Tämä määräytyy ajasta, joka keskimäärin kuluu tilauksen tekemisestä siihen, kun osa otetaan varastossa vastaan.

7.5 Vaadittu vasteaika

Vaadittua vasteaikaa ei ole suoraan saatavilla. Jos päädytään vaaditun vasteajan käyttämiseen varastoitavan nimikkeen määrittelyssä, vaadittu vasteaika linkitetään kriittisyyteen. Tällöin kullekin nimikkeelle määritellään vaadittu vasteaika nimikkeen kriittisyyden perusteella.

Kriittisyys A

Kriittisyyden A omaaville laitteille ei ole varalaitetta. Tämän kriittisyysluokan alla oleville nimikkeille ei tarvitse määrittää vaadittua vasteaikaa koska ne varastoidaan aina varalaitteen puuttumisesta johtuen.

Kriittisyys B

Kriittisyyden B omaavalla laitteella on varalaite ja vikaantuminen pysäyttää tai häiritsee tuotantoa merkittävästi. Tämän kriittisyydsuokan alla oleville nimikkeille määritellään vaadittu vasteaika niin, että varalaitteen käyttöönoton jälkeen varaosat ehditään tilata ja rikkoutunut laite ehditään korjata ennen korvaavan laitteen uudelleenrikkoa. Laitteiston monimuotoisuudesta johtuen jää harkittavasti määritelläänkö kaikille kriittisyyden B omaaville laitteiden osille sama vaadittu vasteaika vai määritelläänkö se varalaitetyypin mukaan. Arvioidaanko esimerkiksi pumppujen ja moottorin osien vaadittu vasteaika erikseen.

Kriittisyys C

Kriittisyyden C omaavalla laitteella on varalaite ja sen vikaantuminen ei pysäytä tai häiritse tuotantoa merkittävästi. Näin ollen tämän kriittisyydsuokan alla oleville nimikkeille vaadittu vasteaika voidaan määritellä väljemmin kuin kriittisyyden B tapauksessa. Tässäkin tapauksessa jää harkittavaksi määritelläänkö kaikille tämän kriittisyyden omaaville laitteiden osille sama vaadittu vasteaika vai määritelläänkö se varalaitetyypin mukaan (esim. pumput, moottorit).

7.6 Säilyvyys

Säilyvyyttä ei ole suoraan saatavilla. Jos päädytään käyttämään säilyvyyttä varastoitavan nimikkeen määrittelyssä, pyritään se selvittämään tapaus/tuoteryhmäkohtaisesti. Esimerkiksi erilaisille kumeille ja laakereille löytyy yleisesti tietoa niiden säilyvyydestä.

7.7 Hinta

Nimikkeen hinta on saatavilla suoraan SAP järjestelmästä. Hintaa ei kuitenkaan pidetä kovin merkittävänä tekijänä tässä työssä. Tämä siksi, että todennäköisesti tuotannon hidastuminen ja etenkin tuotannon kokonaan pysähtyminen puuttuvan varaosan takia tulee monin verroin kalliimmaksi, kuin varastoidun varaosan pääomakustannukset.

7.8 Säilytettävyyys

Säilytettävyyttä ei ole suoraan saatavilla vaan säilytysolosuhteet on selvitettävä kullekin nimikkeelle, jos se katsotaan tarpeelliseksi varastointitarpeen määrittelyyn. Suurin osa nimikkeistä on varastoitu lämmitettyyn varstohalliin ja säilytysolosuhteet ovat oikeat. Osa nimikkeistä on varastoituna tilanpuutteen vuoksi lämmittämättömään teräsvarastoon jossa olosuhteet eivät ole oikeat kaikille varastonimikkeille. Väärissä olosuhteissa varastoitujen nimikkeiden määrä on kuitenkin pieni. Säilytettävyyden ei katsota olevan kovinkaan merkittävä tekijä varastoitavan nimikkeen määrittelyssä.

8 TYÖN TULOKSENA KEHITETTY MENETELMÄ VARASTOITAVAN JA EI-VARASTOITAVAN VARASTONIMIKKEEN VALINTAAN

Työn vaatimukseksi asetettiin se, että menetelmä on tarpeeksi yksinkertainen. Botter&Fortuinin matriisi (TAUL 6.2) voisi hyvinkin soveltua juuri yksinkertaisuutensa puolesta. Heidän menetelmässään kuitenkin jää liian moni tekijä huomioimatta. Botter&Fortuin käyttävät tutkielmassaan yksittäisen nimikkeen varastointimäärän määrittelyyn kolmiulotteista matriisia, jolloin mukaan saadaan kolme varastonimikkeen ominaisuutta. Tämä olisi jo parempi kuin varastoitavan nimikkeen valinnassa käytetty kaksiulotteinen matriisi. Työssäni katsottiin tarpeelliseksi kuitenkin neljän ominaisuuden saaminen kriteereihin mukaan, jolloin kolmiulotteinen matriisi jäi myös pois vaihtoehdoista.

Silver, Pyke & Petersonin yksinkertaisessa päättelysäännössä käytetään varastoinnin eri kustannuksia, kulutusta ja kulutuserän kokoa. Päättelysäännön yksi oletama on, että toimitusaika on merkityksetön. Tämä ei pidä paikkaansa Boliden Kokkolan tapauksessa. Toinen puute päättelysäännössä on se että kriittisyys jää huomioimatta. Näiden puutteiden takia tämä menetelmä ei sovellu Boliden Kokkolan tapauksessa.

Vaatimuksena oli siis mahdollisimman yksinkertainen menetelmä. Lähtökohtana se, että varaosan puutteesta ei aiheudu ylimääräistä seisokkia tarkoittaen sitä, että ylimääräisten seisokkiaikojen kustannuksia tuotannolle ei tarvitse arvioida. Tämä yksinkertaistaa vaadittavaa menetelmää ja tuo siihen varmuutta.

Työssäni päädyttiin käyttämään logiikkakaaviota varastoitavan ja ei-varastoitavan nimikkeen valintaan. Logiikkakaavioon on helppo tuoda niin monta muuttujaa kuin on tarpeen, se on yksinkertainen ja sen periaate on helppo hahmottaa verrattuna esimerkiksi kolmiulotteiseen matriisiin.

8.1 Logiikkakaavio varastoitavan nimikkeen valintaan

Käytetyt kriteerit ovat nimikkeen kriittisyys, kulutus, vaadittu vasteaika sekä toimitusaika. Botter & Fortuinin matriisissa kriteereinä olivat pelkästään kriittisyys ja kulutus, joten tässä menetelmässä tulee kaksi ulottuvuutta lisää, eli vaadittu vasteaika ja toimitusaika.

Valittujen kriteerien määräytyminen käy seuraavasti:

Kriittisyys määräytyy kuten luvussa 8 on esitetty kolmeen luokkaan A, B ja C.

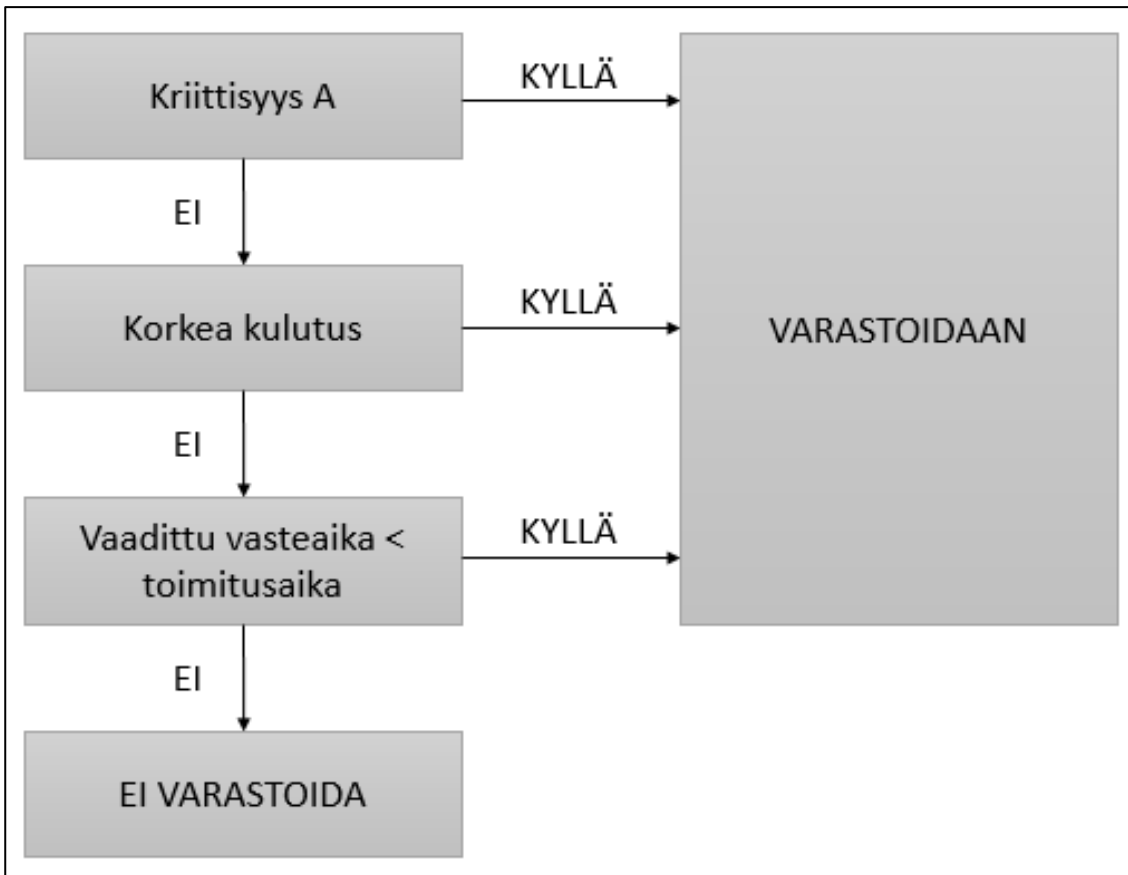
Kulutus: Varastonimikkeet jaetaan kahteen ryhmään korkean ja matalan kulutuksen mukaan. Kulutus on korkea, jos nimikettä kuluu X kappaletta vuodessa ja jos vähäisempi, kulutus on matala. Kulutuksen ollessa tarpeeksi korkeaa, nimike kannattaa varastoida jo senkin takia, että hankinta tulee edullisemmaksi isommissa erissä.

Vaadittu vasteaika määräytyy siis nimikkeen kriittisyyden mukaan kuten luvussa 8 on esitetty:

- kriittisyyden A nimike ei tarvitse vaadittua vasteaikaa koska se varastoidaan aina
- kriittisyyden B nimikkeen vaadittu vasteaika määrätään niin että rikkoutunut laite ehditään korjata ennen seuraavaa rikkoa.
- kriittisyyden C nimikkeen vaadittu vasteaika voi olla väljempi kuin kriittisyyden B.

Toimitusaika määräytyy kuten luvussa 8 on kerrottu eli se on nimikkeen tilaushetken ja tavaran vastaanoton välinen aika. Piirustuksellisissa osissa toimitusaika on aika missä osa saadaan valmistettua tai teetettyä alihankkijalla. Alihankkijan tapauksessa siis normaali toimitusaika tilaushetkestä osan vastaanottoon.

Kuvassa 12 on esitetty logiikkakaavio missä määräytyy varastoinnin tarve neljän kriteerin, kriittisyyden, kulutuksen, vaaditun vasteajan ja toimitusajan perusteella.



Kuva 12: Logiikkakaavio joka antaa varastointipäätöksen

Logiikkakaavion toiminta:

- Ensimmäisessä vaiheessa kaikki kriittisyyden A nimikkeet varastoidaan.
- Toisessa vaiheessa, jos kulutus on määritelty korkeaksi, nimike varastoidaan.
- Kolmannessa vaiheessa, jos nimikkeelle määritelty vaadittu vasteaika on pienempi kuin toimitusaika, nimike varastoidaan.

Tämän logiikan mukaan muissa tapauksissa varastointi on tarpeetonta ja nimike voidaan määrittellä tarveperusteisesti hankittavaksi.

8.2 Menetelmässä käyttämättä jääneet ominaisuudet

Luvussa 8.1 kuvatussa menetelmässä jää käyttämättä mahdollisista ominaisuuksista spesifisyys, säilyvyys, hinta ja säilytettävyyys. Seuraavassa perustelen hieman miksi näitä kriteereitä ei käytetty tässä työssä.

Spesifisyys:

Luvussa 7 mainittiin seuraavat asiat joiden perusteella spesifisyyden voisi määritellä:

- Jos varaosa on standardoitu, se on yleiskäyttöinen
- Jos varaosa käy useampaan eri laitteeseen/tiettyyn määrättyyn lukumäärään laitteita, se on yleiskäyttöinen.
- Jos osaa saa paikallisesti jostakin lähialueen tarvikeliikkeestä suoraan ostamalla, se on yleiskäyttöinen.
- Jos toimitusaika on määritellyn rajoissa, niin osa on yleiskäyttöinen.
- Piirustukselliset osat ovat aina spesifejä.

Mainitut asiat liittyvät aika pitkälle muihin ominaisuuksiin. Ehkä paras tapa spesifisyyden määrittelyyn on ensimmäiseksi mainittu, eli se, onko kyseinen osa standardoitu vai ei. Jos osa on standardoitu, se vaikuttaa todennäköisesti saatavuuteen ja toimitusaikaan, jotka ovat jo ominaisuuksia sinällään. Yllä myös mainittu useampaan laitteeseen soveltuvuus linkittyy osaltaan kulutukseen, jolloin tämäkin on jo otettu huomioon sen tärkeimmän vaikuttavuuden suhteen. Piirustukselliset osat ovat aina spesifejä. Piirustuksellisten osien suhteen ehkä tärkeintä on tietää, millä aikataululla osa saadaan tehtyä tai teetettyä. Tämä taas on sama kuin toimitusaika eli tulee huomioitua siinä.

Säilyvyys:

Säilyvyys kertoo ajan, jonka tuote kestää käyttökelpoisena varastoituna. Jos säilyvyyttä aiotaan käyttää kriteerinä varastoitavan nimikkeen valintaan, täytyy sitä verrata kiertonopeuteen. Jos kiertonopeus on pidempi kuin nimikkeen säilyvyys, on varastointi kallista vanhentuneiden osien takia. Vanhentuneita osia ei todennäköisesti ole ryhmässä ”korkea kulutus” (ks. kuva 12). Sen sijaan mahdollisesti vanhentu-

via tuotteita voi olla ryhmissä ”Kriittisyys A” sekä ”vaadittu vasteaika < toimitusaika”. Nämä ovat ryhmiä joita ei voi enää karsia osien kriittisyyden vuoksi. Säilyvyys onkin näin ollen enemmän varastointimäärään vaikuttava tekijä kuin siihen varastoidako osa vai ei. Säilyvyyden seurantaan tulisikin kehittää jokin toinen menetelmä.

Hinta:

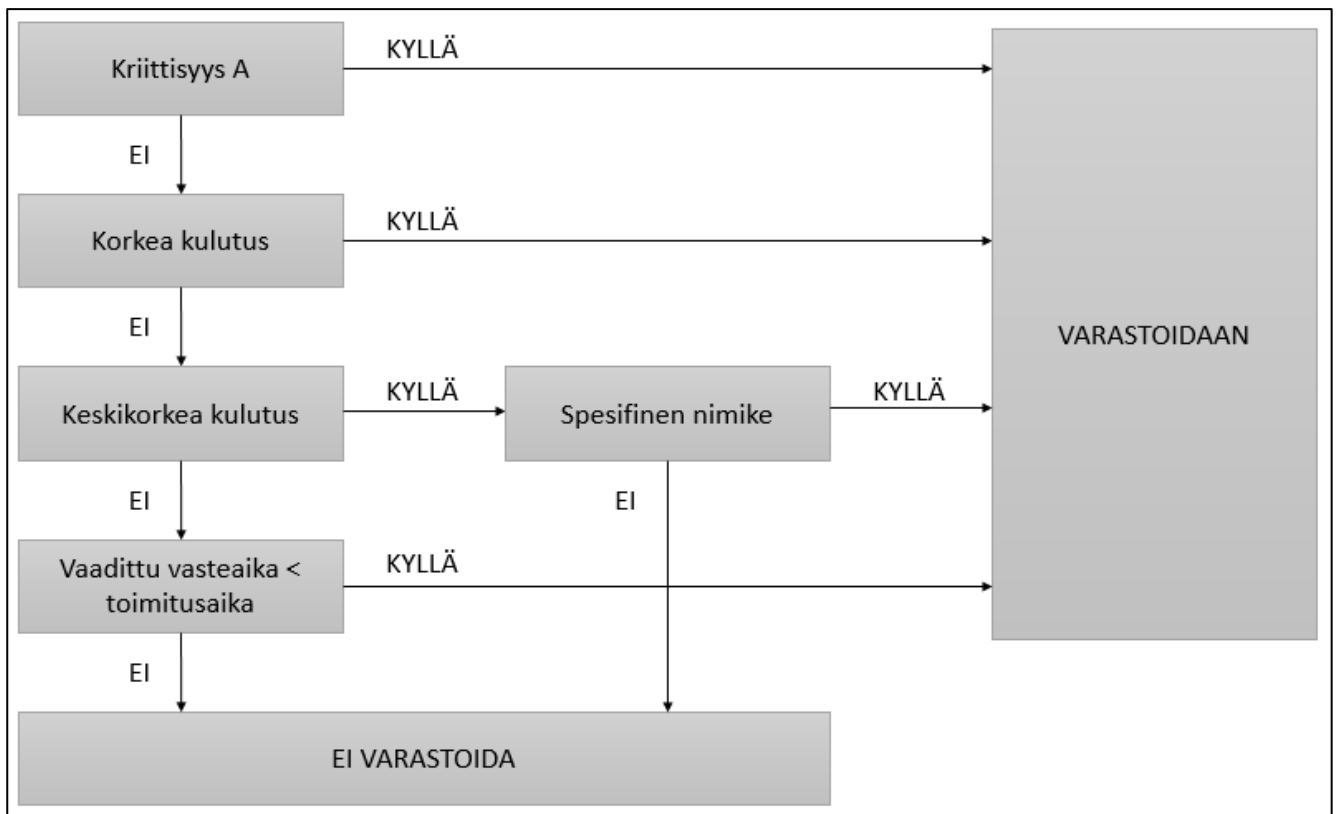
Vaikka varastonimikkeen hinta onkin varastointikustannuksiin suuresti vaikuttava tekijä, jätettiin se tässä pois kriteereistä. Perusteena on se, että todennäköisesti tuotantomenetykset ovat aina suuremmat kuin osan hinnan perusteella varastoimatta jätetty nimike.

Säilytettävyyys:

Säilytettävyyys katsottiin tässä työssä niin pieneksi tekijäksi, että se jätettiin kriteereistä pois. Säilytettävyyden huomioinnissa tiedetään olevan tälläkin hetkellä puutteita, kuten mainittiin luvussa 7.

8.3 Vaihtoehtoinen logiikkakaavio varastoitavan nimikkeen valintaan

Kuvassa 13 on esitetty vaihtoehtoinen logiikkakaavio varastoitavan nimikkeen valintaan. Erona ensimmäiseen vaihtoehtoon tässä on se, että kulutus on jaettu kolmeen ryhmään; korkea, keskikorkea ja matala kulutus. Lisäksi uutena tekijänä mukaan on otettu nimikkeen spesifisyys.

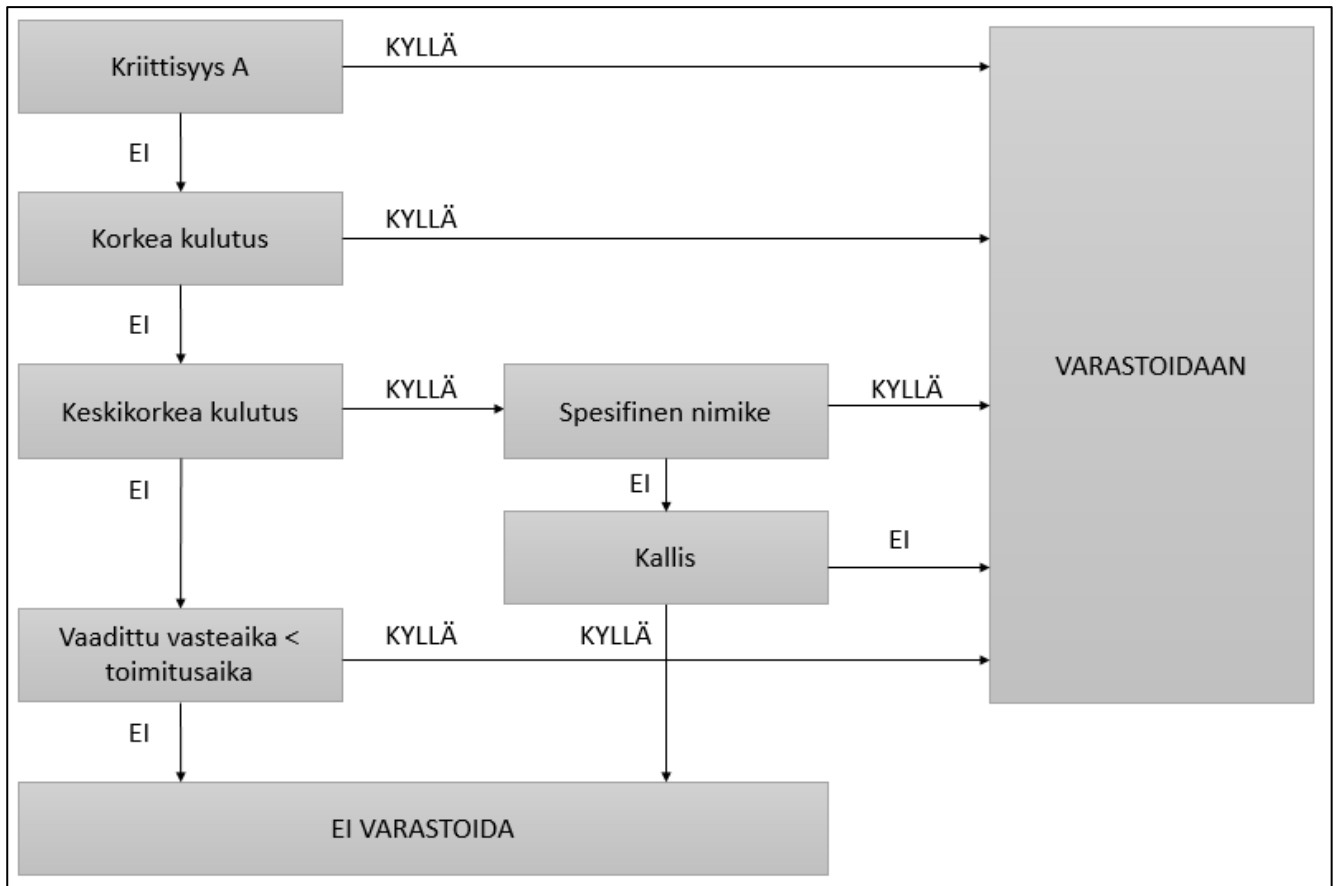


Kuva 13. Vaihtoehtoinen logiikkakaavio joka antaa varastointipäätöksen

Spesifisyys määräytyy tässä toimitusajan ja saatavuuden varmuuden mukaan. Jos nimikettä saa hankittua paikallisesti hyvin lyhyellä toimitusajalla (esim. 1-2 päivää) ja suurella varmuudella, on nimike yleiskäyttöinen, muussa tapauksessa spesifinen. Tätä tietoa ei välttämättä ole saatavissa suoraan historiatiedon eli tilauksen ja tavarantoimituksen välisestä ajasta, sillä tavaraa ei aina välttämättä hankita nopeimmalta toimittajalta. Tämän vuoksi spesifisyyden määrittely näillä kriteereillä vaatii todennäköisesti jonkin verran työtä.

8.4 Vaihtoehtoinen logiikkakaavio 2 varastoitavan nimikkeen valintaan

Kuvan 14 logiikkakaavioon on tuotu muuttujaksi vielä nimikkeen hinta. Nimikkeistö on jaettu kalliisiin ja halpisiin nimikkeisiin. Logiikkakaavion mukaan kulutukseltaan keskikorkea ja spesifisyydeltään yleiskäyttöinen nimike on varastoitava, jos se on halpa, ja ei-varastoitava, jos se on kallis.



Kuva 14. Vaihtoehtoinen logiikkakaavio 2 joka antaa varastointipäätöksen

9 LOGIikkAKAAVION SOVELTAMINEN VARASTOTIETOKANTAAN

Luvussa 8 esitettyä logiikkakaaviota (KUVA 12) sovelletaan tässä Boliden Kokkolan keskusvaraston tietokantaan. Koeluontoiseen menetelmän kokeiluun saatu keskusvaraston tietokanta pitää sisällään 9671 nimikettä. Tarvittavat parametrit ovat nimikkeen kriittisyys, kulutus, toimitusaika, ja vaadittu vasteaika kuten edellä on kuvattu.

Kunkin nimikkeen kriittisyys saatiin kunnossapidon Arttu-järjestelmän tietokannasta otetusta excel tiedostosta. Esimerkkiotos Arttu-järjestelmän tietokannasta on nähtävissä liitteessä 3. Tiedostossa ovat nimikkeiden kaikki liitokset laitepaikkoihin. Yksittäisellä nimikkeellä voi olla useita liitoksia eri laitepaikkoihin ja laitepaikoilla eri kriittisyydet. Tästä johtuen kyseisen tiedoston koko olikin yli 90000 riviä, sillä kukin nimikkeen ja laitepaikan liitos vie yhden rivin. Yksittäisen nimikkeen kriittisyys täytyy määriä korkeimman kriittisyyden omaavan liittyvän laitepaikan mukaan. Tämän periaatteen mukaan suodatettiin nimikkeille oikeat kriittisyydet. Kaikille nimikkeille ei oltu määritelty liittymiä laitepaikkoihin jolloin niille ei saatu määritettyä myöskään kriittisyyttä. Kriittisyyden puuttuessa oletetaan kriittisyyden olevan luokassa C.

Kulutus ja toimitusaika saatiin SAP järjestelmästä otetusta raportista (esimerkkiotos LIITE 4). Raportti on otettu vuoden 2014 alun vuoden 2016 marraskuun lopun väliseltä ajanjaksolta. Raportista näkyy kunkin nimikkeen kokonaiskulutus kyseisellä ajanjaksolla, minkä perusteella saatiin laskettua vuotuinen kulutus. Raportissa on myös kerrottu päivämäärät, jona kyseinen nimike on viimeksi otettu vastaan varastoon ja viimeksi luovutettu varastosta. Nimikkeen viimeisen vastaanoton ja luovutuksen eli kulutus-tapahtuman välinen aika kertoo toimitusajan. Kyseisessä raportissa vastaanoton ja luovutuksen erotus oli osalla nimikkeistä negatiivinen tai nolla. Näissä tapauksissa todennäköisesti viimeisen luovutuksen eli kulutustapahtuman vuoksi oston hälytysraja ei ole lauennut tai viimeinen tilaus ei ole vielä ehtinyt perille varastoon. Näitä nimikkeitä ei otettu huomioon tässä testiajossa. Myös nimikkeet joilla toimitusaika edellä mainitulla menetelmällä laskettuna oli yli vuoden, jätettiin testiajossa huomiotta. Lisäksi karsittiin pois nimikkeet, joilla oli jokin muu varastointiyksikkö kuin kappalemäärä (esim. mitta tai paino).

Edellä mainitun karsinnan jälkeen testikantaan jäi 2287 nimikettä. Vaadittujen tietojen saanti isommalle nimikemäärälle vaatisi SAP vastuuhenkilöltä lisätöitä. Kyseinen otos on kuitenkin riittävä menetelmän koeluontoiseen tarkasteluun, ja varsinaisessa menetelmän soveltamisessa tiedot tulee kerätä kaikille nimikkeille.

Menetelmä vaatii, että korkean kulutuksen raja sekä vaadittu vasteaika määritellään. Korkean kulutuksen rajana on tässä käytetty 12 kappaleen vuosikulutusta. Vaadittua vasteaikaa ei tarvitse määritellä kriittisyyden A omaaville nimikkeille koska ne varastoidaan aina. Kriittisyyden B omaaville nimikkeille määritellään tässä vaadituksi vasteajaksi 7 päivää, ja kriittisyyden C omaaville nimikkeille 21 päivää. Kun logiikkakaavio ajettiin näillä parametreilla tietokannassa, varastoitavien nimikkeiden määräksi saatiin 1623 kappaletta, ja ei-varastoitavien nimikkeiden määräksi 664 kappaletta otoksen kokonaismäärän ollessa 2287 nimikettä. Tämä tarkoittaa että 29 prosenttia nimikkeistä voitaisiin tämän menetelmän perusteella poistaa varastosta. Kyseisen nimikemäärän poistaminen varastoitavista nimikkeistä toisi jo merkittäviä säästöjä varsinkin, jos poistettavien osuus on samaa luokkaa testiajon ulkopuolelle jäävien nimikkeiden joukossa. Kuvassa 15 on kuva excel taulukosta, jonka avulla menetelmää sovellettiin. Taulukon sarake F antaa vastauksen kysymykseen varastoidako nimike vai ei muiden parametrien perusteella.

Kun menetelmää sovelletaan tulevaisuudessa varastonimikkeiden vähentämistarkoituksessa, pitää korkea kulutus ja vaaditut vasteajat miettiä tarkoin. Maltillisemmalla korkean kulutuksen rajalla ja kireämällä vaadituilla vasteajoilla ei-varastoitavien nimikkeiden määrä tietysti muuttuu.

	A	B	C	D	E	F
1						
2		Korkea kulutus (kpl/v)	12			
3		Vaadittu vasteaika (pv), kriittisyys B	7			
4		Vaadittu vasteaika (pv), kriittisyys C	21			
5						
6	TAKO	NIMI	KRIITTISYYS	KULUTUS kpl/v	TOIMITUSAIKA pv	VARASTOINTIPÄÄTÖS
165	126307	ROTAMETRI 0.8-8L/MIN 3/8IN A-5BA VIRTO	B	1,7	10	varastoon
166	126546	HIHNAPYÖRÄ 150 SPZ 3/TAPER-LOCK 2012	A	0,7	6	varastoon
167	295811	KYTKINVAROKE OS 400 D03HP	B	0,0	2	ei varastoon
168	127598	VARMISTIN 35X1.5 FE DIN 471 SEEGER	A	1,7	232	varastoon
169	127603	VARMISTIN 45X1.75 FE DIN 471 SEEGER	A	13,7	8	varastoon
170	127612	VARMISTIN 75X2.5 FE DIN 471 SEEGER	A	1,4	2	varastoon
171	299612	RENGAS 160.0235	C	0,0	12	ei varastoon
172	301157	HAMMASTETTU ALUSLAATTA 8MM SNOR 551411		0,0	18	ei varastoon
173	127638	VARMISTIN 22X1 FE DIN 472 SEEGER	A	0,0	14	varastoon
174	127733	KAULANIPPA R1/4 NO 512 SUORA	B	2,1	13	varastoon
175	128619	RFM SKIMMAUSLASTA 210X130X8 (780059)	A	126,8	110	varastoon
176	128728	LIITÄNTÄLETKU 19X200MM LHR LAATU 1732	C	21,6	36	varastoon
177	128838	PUTKIKAULUS 76.1X3.0MM PN10 1.4432	B	49,7	6	varastoon
178	129347	LAKAISUHARJA VS-305/400		53,5	11	varastoon
179	131625	VAROKEPESÄ 25A/D II	A	1,0	28	varastoon
180	308682	KUUSIORUUVI M20X220 A4-80 DIN 931	C	0,0	17	ei varastoon
181	131696	LASIPUTKISULAKE 5X20MM 0.2A		20,6	4	varastoon
182	131717	PIENOISSULAKE 5X20MM 0.4A T	C	27,4	4	varastoon
183	135356	KYTKINKUMI NO 3 25X50 RTS-4130		54,9	16	varastoon
184	310776	TAPER-LOCK-HOLKKI 35MM 2517		0,0	8	ei varastoon
185	312267	POP-NIITTI 1.85X25MM ALU K16		0,0	10	ei varastoon

Kuva 15. Näkymä excel taulukosta, johon on sovellettu kehitettyä logiikkakaaviota.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tuloksena saatiin yksinkertainen ja helppokäyttöinen menetelmä varastoitavan ja ei-varastoitavan varastonimikkeen määrittelyyn. Menetelmän soveltaminen on helppoa nimenomaan historiatiedon avulla jo varastossa oleviin nimikkeisiin. Uusille nimikkeille on todennäköisesti tiedossa osan kriittisyys, toimitusaika ja vaadittu vasteaika, mutta ei historiatietoon perustuvaa kulutusta. Uuden nimikkeen kohdalla kulutus pitääkin arvioida. Arvioinnin perustana voidaan käyttää osaltaan joko laitevalmistajan tekemää tai itse tehtyä ennakkohuoltosuunnitelmaa. Tämä ei tietenkään riitä arvioimaan odottamatonta laiterikkoa. Kulutuksen arvioinnissa voikin käyttää apuna esimerkiksi samankaltaisten nimikkeiden kulutusta, jos sellaisia löytyy. Verrokin puuttuessa arviointi voikin olla haastavaa, jolloin ehkä varmin ratkaisu on aluksi varastoida nimike ja tehdä lopullinen päätös varastoinnista historiatiedon kerääntyttyä.

Menetelmällä tuloksena saatu ei-varastoitavien nimikkeiden joukko pitää myös pystyä jotenkin hallitsemaan. Näille tilattaville nimikkeille täytyy ylläpitää samanlaista ”varastotietokantaa” kuin varastoitavillekin nimikkeille. Sanottakoon tätä ei-varastoitavien nimikkeiden varastoa varjovarastoksi. Tämän varjovaraston tietokannassa pitää siis olla tiedossa osien kriittisyys, kulutus, vaadittu vasteaika ja toimitusaika kuten myös kaikki muu tieto, joka on varastoitavillakin nimikkeillä. Ilman tätä varjovaraston tietokantaa ei-varastoitavista nimikkeistä ei ole hallitusti mitään tietoa oikeastaan minkään tässä menetelmässä käytetyn kriteerin tai muunkaan ominaisuuden suhteen. Tämän varjovaraston tietokannan avulla voidaan taas tehdä päätöksiä varastoinnin tarpeellisuudesta, jos esimerkiksi nimikkeen kulutus kasvaa tai sen kriittisyysluokitus muuttuu. Varjovarastossa tulisi olla listattuna ainakin spesifit, eli sellaiset osat joita ei saa hankittua heti paikallisesti.

Ei-varastoitavien nimikkeiden tilaamisajankohtaa määritettäessä kannattaa käyttää apuna ennakkohuoltosuunnitelmaa. Ennakkohuollolta pitäisikin tulla tieto ostoon hyvissä ajoin ennen itse huollon tapahtumista. Aikaa tilaamiseen pitäisi olla enemmän kuin toimitusaika. Tässä olisikin hyvä olla jonkinlainen esimerkiksi automaattinen hälytysjärjestelmä ennakkohuoltoajankohdan lähestyessä.

Varastoimatta jättämispäätös tehdään tässä työssä kehitetyssä menetelmässä viime kädessä vaaditun vasteajan ja toimitusajan suhteen. Tällöin toimitusajan on oltava lyhempi kuin vaadittu vasteaika. Tästä johtuen, kun ei-varastoitava nimike rikkoutuu yllättäen, pitää osa saada tilaukseen mahdollisimman pian. Tämä tarkoittaa sitä, että laitteen rikkoutunut osa pitää selvittää saman tien ja tarkistaa onko osa tilaustavaraa. Tilaustavaran ollessa kyseessä pitää osan tarve ilmoittaa saman tien ostoon ja kyseisen osan

tilaus lähteä mahdollisimman nopeasti, että toimitusaika pysyy alle vaaditun vasteajan. Tämä voisi olla esimerkiksi vastuussa olevan kunnossapidon työnjohtajan tehtävä.

Luvussa 9 sovellettiin logiikkakaaviota keskusvaraston tietokantaan. Se sopiikin menetelmään hyvin koska keskusvarastossa on pääasiassa kappalemääräisesti varastoituja nimikkeitä. Teräs- ja kemikaali-varastossa on enemmän paino-, tilavuus- ja pituusmääräisesti varastoitua nimikkeistöä. Työssä kehitetty logiikkakaavio ei sovellu tällaisen nimikkeistön käsittelyyn suoraan. Tämä johtuu siitä, että korkea ja matalaa kulutusta on vaikea määrittellä tällaisilla tuotteilla niiden erilaisen luonteen takia. Esimerkiksi jotakin tuotetta kuluu kerralla 0,1m ja jotakin toista 10m. Tällaisiin nimikkeisiin kulutuksen tilalla olisi parempi käyttää kulutustapahtumaa, eli mikä on korkea ja mikä matala kulutustapahtumien määrä tietyssä ajassa.

Lopuksi voidaan sanoa, että kehitetty menetelmä vähensi varastoitavien nimikkeiden määrää jopa yllättävän tehokkaasti, 29% luvussa 9 käytetyillä parametreilla. Maltillisemmilla parametreilla (korkea kulutus 6 kpl/v, vaadittu vasteaika kriittisyydelle B 5 pv ja kriittisyydelle C 14 pv), menetelmä antoi ei-varastoitavien nimikkeiden osuudeksi 19%. Yhdeksätoista prosentinkin varaston nimikemäärän pieneminen tuo jo merkittäviä säästöjä.

LÄHTEET

Boliden Kokkola 2013: Rikasteesta metalliksi - sinkin tuotantoprosessi.

Botter, R. & Fortuin, L., 2000. Stocking strategy for service parts – a case study, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 20 Iss 6 pp. 656 – 674.

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. *Teollisuustalous*. Tampere: Hämeen kirjapaino Oy.

Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2002. *Johdatus logistiseen ajatteluun*. Jyväskylä: Kopia Oy.

Huiskonen, J. 2001. *Maintenance spare parts logistics: Special characteristics and strategic choices*. Lappeenranta University of Technology. Lappeenranta.

Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2004. *Kuljetukset ja varastointi*. Helsinki: WS Bookwell Oy.

Kennedy W.J., Patterson, J.W & Fredendall, L.D. 2002. *An overview of recent literature on spare parts inventories*. Clemson University. Clemson, SC, USA.

Logistiikan Maailma. Varastonohjaus. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Varastonohjaus>.

Popp, W. 1965. Simple and Combined Inventory Policies, Production to Stock or to Order. *Management Science*, v. 11-9, p. 868-873.

PSK 6800. 2008. *Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa*. PSK Standardisointiyhdistys ry.

PSK standardisointi. PSK Standardisointiyhdistys ry. Saatavissa: http://www.psk-standardisointi.fi/Alasivut/PSK_lyhyesti.htm.

Sakki, J. 2003. *Tilaus-toimitusketjun hallinta, Logistinen B-to-B-prosessi*. Espoo: Hakapaino Oy.

Sakki, J. 2014. *Tilaus-toimitusketjun hallinta, digitalisoitumisen haasteet*. Vantaa: Jouni Sakki Oy.

Salmivuori, J. 2010. *Vaihto-omaisuuden hallinta PK-yrityksessä*. Jyväskylä. WS Bookwell Oy.

Silver, E. A., Pyke, D. F., Peterson, R. 1998. *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons. 372-378.

Kunnossapito
RA

3. PERUSTEET PAIKKA- JA LAITETIEDOISTA KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄSSÄ

Laitepaikka eli PANU:

- PANU on laitepaikan tunnus; korttityyppi = P
- On prosessin osa, joka sisältää yhden tai useamman kunnossapidettävän kohteen
- Laitepaikka on hierarkkinen käsite
- Laitetunnus on laitteen yksilöllinen tunnus, jolla laite liitetään tietokantaan

Laitepaikkahierarkia:

- 50 = Sinkkitehdas
- 50XX = Osasto
 - » Satama = 03
 - » Tuotetoimisto = 06
 - » Pasutto = 10
 - » Rikkihappo = 15
 - » Puhdistamo = 20
 - » Elektrolyysi = 30
 - » Valimo = 40
- 5020XX = Prosessivaihe
 - » 502010 = Pasutteen liuotus
- 502010XX = Laiteryhmä
 - » 50201016 = NR-Reaktorit ja Rännit --> SAP I/O 4090201016
- 50201016XX = Laitepaikka
 - » 5020101612 = NR2-Reaktori

Rakennuspaikkahierarkia (rakennukset ja piha-alueet):

- 60 = Sinkkitehdas
- 60XX = Osasto
 - » Satama alue = 52
 - » Pasutto = 11
 - » Rikkihappo = 81
 - » Puhdistamo = 21
 - » Elektrolyysi = 31
 - » Valimo = 41

Käytössä olevat laitekortti tyypit:

- mekaaninen laite = L
- sähkölaite = S
- automaattilaitte = I

A - Laitteella ei ole varalaitetta. Laitteen vikaantuminen pysäyttää tai häiritsee tuotantoa merkittävästi. Tai laitteen vikaantuminen voi aiheuttaa ympäristö- tai henkilövaaran mahdollisuuden.

B - Laitteella on varalaitte. Varalaitteen vikaantuminen pysäyttää tai häiritsee tuotantoa merkittävästi.

C - Laitteella on varalaitte. Varalaitteen vikaantuminen ei pysäytä tai häiritse tuotantoa merkittävästi.

VALINTA	T	Tunnus	Nimi	Tärk.
P		5020101010	PASUTTEEN KOLAKULJETIN K1	B
P		5020101015	PASUTTEEN KOLAKULJETIN K2	B
P		5020101020	PASUTTEEN KOLAKULJETIN K3	B
P		5020101025	PASUTE-ELEVAATTORI K4	A
P		5020101030	K5-RUUVIKULJETIN	A
P		5020101035	K0:N PASUTERUUVI	B
P		5020101050	K10 PASUTTEEN RUUVIKULJETIN	
P		5020101055	K11 PASUTE-ELEVAATTORI	
P		5020101060	K12 PASUTTEEN RUUVIKULJETIN	
P		5020101064	PASUTTEEN PUNNITUSSILLO	
P		5020101070	NR1:N PASUTERUUVI	A
P		5020101072	NR2:N PASUTERUUVI	A
P		5020101074	NR3:N PASUTERUUVI 1	C
P		5020101076	NR3:N PASUTERUUVI 2	C
P		5020101220	NR1:N PASUTERUUVI VANHA	A
P		5020101510	PHLV LÄMMÖNVAIHDIN 1	
P		5020101512	PHLV LÄMMÖNVAIHDIN 2	
P		5020101514	PHLV LÄMMÖNVAIHDIN 3	
P		5020101516	PHLV PAINEEKOROTUSPUMPUT	
P		5020101518	PHLV PUTKISTO	
P		5020101610	NR1-REAKTORI	A
P		5020101612	NR2-REAKTORI	A
P		5020101614	NR3-REAKTORI	A
P		5020101616	NR4-REAKTORI	B
P		5020101618	NR-IEN RÄNNIT	
P		5020101624	HR1A-REAKTORI	A
P		5020101628	HR2-REAKTORI	C
P		5020101630	HR3-REAKTORI	C
P		5020101632	HR4-REAKTORI	C
P		5020101642	HR-REAKTOREIDEN RÄNNIT	
P		5020101646	RR1-REAKTORI	B
P		5020101648	RR2-REAKTORI	B
P		5020101650	RR5-REAKTORI	B
P		5020101652	RR-IEN RÄNNIT	
P		5020101654	RR-IEN YLIVUOTOSÄILIÖ	
P		5020101710	VHR1 REAKTORI 369 M ³	
P		5020101720	VHR2 REAKTORI 369 M ³	
P		5020101730	VHR3 REAKTORI 369 M ³	
P		5020101740	VHR4 REAKTORI 369 M ³	

TUNNUS	MITT	IMQ2	IMQ3	TYYPPI	VALPO	VAKS_TUNNUS	JARQ	PERISTANSIOMI	KKOTA_TUNNUS	KKOTY_TUNNUS	TUNNUS2	IMM
19	100203	UPEKKAALAMERIKS3		N	1	KPL	1	15.11.1959 16:52 C		S	PH04	OHJUSKAS-PHALLI11
20	426461	VAPOTUUKSE140X100MUMENKO-36090-4		N	1	KPL	1	24.8.2000 0:0 A		S	PH13	KATILAIKRAV_KOMEXTOPAK_5 VASEN3
21	433825	PSTOTULPPA5N16A400V	VAHEVAHON16A	N	1	KPL	100	24.8.2000 0:0 A		S	PH15	KATILAIKRAV_KOMEXTOPAK_5 VASEN3
22	287933	PSTORASIAU_45-6-RU	242205-5	N	1	KPL	100	24.8.2000 0:0 A		S	PH15	KATILAIKRAV_KOMEXTOPAK_5 VASEN3
23	420203	APJIKOSKETIVPAKKAUSKU11V	3600490-1	N	1	KPL	100	24.8.2000 0:0 A		S	PH15	KATILAIKRAV_KOMEXTOPAK_5 VASEN3
24	420208	TURVAKYTKN25A TIKV3-APAMEN	3600469-7	N	1	KPL	100	24.8.2000 0:0 A		S	PH15	KATILAIKRAV_KOMEXTOPAK_5 VASEN3
25	420208	TURVAKYTKN25A TIKV3-APAMEN	3600468-7	N	1	KPL	1	15.11.1959 16:52 C		S	PH06	KYSYPOHATULPPA
26	420203	APJIKOSKETIVPAKKAUSKU11V	3600490-1	N	1	KPL	1	15.11.1959 16:52 C		S	PH06	KYSYPOHATULPPA
48	448466	MOOTTORIHANNAVAHDE RST0V18L40TF	ZKX_MRS326	N	1	KPL	3	25.4.2013 16:51 C		S	LM040	DUJIZRUHALLIN
49	420209	APJIKOSKETIVPAKKAUSKU11V	3600490-1	N	1	KPL	50	15.11.1959 16:52 B		S	WH18	ZN-2-UMFRU110H-1J2
50	426461	VAPOTUUKSE140X100MUMENKO-36090-4		N	1	KPL	1	15.11.1959 16:52 B		S	WH18	ZN-2-UMFRU110H-1J2
51	173553	KUMAAPELLI-HOTK-F_462.5 P100		N	1	M	80	15.11.1959 16:52 B		S	WH18	ZN-2-UMFRU110H-1J2
52	433827	PSTOTULPPA125X58AP6H400V	242205-5	N	1	KPL	70	15.11.1959 16:52 B		S	WH18	ZN-2-UMFRU110H-1J2
53	257933	PSTORASIAU_45-6-RU	242205-5	N	1	KPL	60	15.11.1959 16:52 B		S	WH18	ZN-2-UMFRU110H-1J2
54	420208	TURVAKYTKN25A TIKV3-APAMEN	3600469-7	N	1	KPL	40	15.11.1959 16:52 B		S	WH18	ZN-2-UMFRU110H-1J2
55	426461	VAPOTUUKSE140X100MUMENKO-36090-4		N	1	KPL	50	11.1.2000 0:0 B		S	WH21	ZN-2-UMFRU12
56	433826	PSTOTULPPA32A	VAHEVAHON32A	N	1	KPL	40	11.1.2000 0:0 B		S	WH21	ZN-2-UMFRU12
57	123712	PSTORASIAU_632-6-RU	242207-1	N	1	KPL	30	11.1.2000 0:0 B		S	WH21	ZN-2-UMFRU12
59	156276	TURVAKYTKN102F 361TM 36 422.35	364756-3	N	1	KPL	20	11.1.2000 0:0 B		S	WH21	ZN-2-UMFRU12
59	270359	MOOTTORIBSKV1500RPM EC-10MLA48B3	K3BP_10MLA83_400-830V_50HZ	N	1	KPL	1	14.2.2015 0:0 B		S	WH23	LO MD JA4C-PUR 21
60	270359	MOOTTORIBSKV1500RPM EC-10MLA48B3	K3BP_10MLA83_400-830V_50HZ	N	1	KPL	1	14.2.2015 0:0 B		S	WH24	LO MD JA4C-PUR 22
61	270359	MOOTTORIBSKV1500RPM EC-10MLA48B3	K3BP_10MLA83_400-830V_50HZ	N	1	KPL	31	14.2.2015 0:0 B		S	WH25	LO MD JA4C-PUR 23
62	433826	PSTOTULPPA32A	VAHEVAHON32A	N	1	KPL	50	11.1.2000 0:0 A		S	WH27	SUOLUNNASEKOTIN
63	123712	PSTORASIAU_632-6-RU	242207-1	N	1	KPL	40	11.1.2000 0:0 A		S	WH27	SUOLUNNASEKOTIN
64	426461	VAPOTUUKSE140X100MUMENKO-36090-4		N	1	KPL	51	19.12.2007 0:0 A		S	WH27	SUOLUNNASEKOTIN
65	420209	APJIKOSKETIVPAKKAUSKU11V	3600490-1	N	1	KPL	20	15.11.1959 16:52 A		S	WH27	SUOLUNNASEKOTIN
66	420208	TURVAKYTKN25A TIKV3-APAMEN	3600469-7	N	1	KPL	1	15.11.1959 16:52 A		S	WH27	SUOLUNNASEKOTIN
67	420209	APJIKOSKETIVPAKKAUSKU11V	3600490-1	N	1	KPL	20	15.11.1959 16:52 A		S	WH30	SUOLUNNASEKOTIN
68	420208	TURVAKYTKN25A TIKV3-APAMEN	3600469-7	N	1	KPL	1	15.11.1959 16:52 A		S	WH30	SUOLUNNASEKOTIN
69	426461	VAPOTUUKSE140X100MUMENKO-36090-4		N	2	KPL	4	30.1.2018 0:0 B		S	WH31	SUOLUNNASEKOTIN
70	433825	PSTOTULPPA5N16A400V	VAHEVAHON16A	N	2	KPL	3	30.1.2018 0:0 B		S	WH31	SUOLUNNASEKOTIN
71	257933	PSTORASIAU_45-6-RU	242205-5	N	2	KPL	2	30.1.2018 0:0 B		S	WH31	SUOLUNNASEKOTIN
72	420209	APJIKOSKETIVPAKKAUSKU11V	3600490-1	N	1	KPL	1	15.11.1959 16:52 A		S	WH34	SUOLUNNASEKOTIN
73	420208	TURVAKYTKN25A TIKV3-APAMEN	3600469-7	N	1	KPL	1	15.11.1959 16:52 A		S	WH34	SUOLUNNASEKOTIN
74	47773	ASENUSKONKAKAABELIJUNIK42.5x2.55	60243	N	62		1	15.11.1959 16:52 A		S	WH32	SUOLUNNASEKOTIN
81	173222	PAHEKTYMIDET-460		N	1	KPL	32	17.7.2015 0:0 C		S	LM200	LO LUNNASEKOTIN 20HGR LAMMYS
83	322102	KULUPAKYTKN10E1L125.01	364759-1	N	2	KPL	50	15.11.1959 16:51 C		S	WH01	KORKEAPAINEPUMPUU4621
84	442920	PAINETTYMUMIFTA1113.FTA300V11H46A	0720796.50-VAHRE6A	N	1	KPL	20	4.11.2016 16:36 A		S	WH60	JT38.PHALLIN

Nimike	ArvVarSaapMäärä	ArvVarLuovMäärä	Kokonaiskulutus	Kok.varasto	KokVarKieN	Viim.saap	Viim luov.
Summa	4552796 ***	4544892 ***	3467378 ***	490 198,29 ***	3,95		
100005	LAAKERI EE 6Z (KLNJ 3/4 Z)	0 KPL	2 KPL	3 KPL	0,44	1.4.2006	22.4.2016
100007	PÄÄTYLEVY BKO-445657-1	1 KPL	0 KPL	1 KPL	0	11.7.2014	4.9.2008
100069	URAKUULALAAKERI 6007	25 KPL	24 KPL	5 KPL	4,94	8.7.2016	29.8.2016
100071	URAKUULALAAKERI 6009	2 KPL	4 KPL	2 KPL	1,12	10.8.2016	1.8.2016
100072	URAKUULALAAKERI 6010	0 KPL	-2 KPL	4 KPL	0	10.11.2008	2.6.2016
100074	URAKUULALAAKERI 6012 2RTS1	2 KPL	2 KPL	1 KPL	2	16.7.2014	16.7.2014
100075	URAKUULALAAKERI 6013	1 KPL	1 KPL	2 KPL	0	24.5.2016	16.5.2016
100077	URAKUULALAAKERI 6015 2RS1	16 KPL	11 KPL	15 KPL	1,12	12.11.2015	8.12.2015
100082	URAKUULALAAKERI 6020	15 KPL	14 KPL	5 KPL	3,55	11.10.2016	3.10.2016
100085	URAKUULALAAKERI 6024	6 KPL	6 KPL	2 KPL	3	13.7.2015	6.7.2015
100086	URAKUULALAAKERI 6026	28 KPL	26 KPL	4 KPL	6,99	22.3.2016	15.3.2016
100104	URAKUULALAAKERI 6001 2Z	8 KPL	7 KPL	5 KPL	2,02	16.5.2016	5.4.2016
100106	URAKUULALAAKERI 6003 2Z	1 KPL	2 KPL	2 KPL	0,87	21.11.2014	14.11.2014
100108	URAKUULALAAKERI 6005 2Z	8 KPL	7 KPL	5 KPL	1,33	12.11.2015	28.4.2016
100111	URAKUULALAAKERI 6008 2Z	4 KPL	4 KPL	4 KPL	1,26	29.5.2015	25.5.2015
100114	URAKUULALAAKERI 6201	1 KPL	4 KPL	1 KPL	1,78	28.1.2016	15.1.2016
100115	URAKUULALAAKERI 6202	0 KPL	0 KPL	3 KPL	0	22.10.2013	4.10.2013
100117	URAKUULALAAKERI 6204	7 KPL	4 KPL	6 KPL	1,04	4.2.2016	1.2.2016
100118	URAKUULALAAKERI 6205	4 KPL	3 KPL	3 KPL	0,96	30.4.2015	22.4.2015
100120	URAKUULALAAKERI 6207	4 KPL	3 KPL	3 KPL	1,07	19.5.2014	13.5.2014
100121	URAKUULALAAKERI 6208	14 KPL	14 KPL	3 KPL	7,93	25.2.2016	5.9.2016
100122	URAKUULALAAKERI 6209	18 KPL	16 KPL	5 KPL	9,29	8.9.2016	27.9.2016
100123	URAKUULALAAKERI 6210	20 KPL	18 KPL	4 KPL	4	27.5.2015	3.10.2016
100124	URAKUULALAAKERI 6211	16 KPL	13 KPL	5 KPL	3,16	27.5.2015	25.4.2016
100125	URAKUULALAAKERI 6212	18 KPL	9 KPL	12 KPL	1,01	2.10.2014	24.7.2015
100131	URAKUULALAAKERI 6218 2Z	0 KPL	0 KPL	1 KPL	0	12.4.2013	12.4.2013