

# KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU

## Ontelolaattavalukoneen huoltosuunnitelma

Juha Erkkilä

Kone- ja tuotantotekniikan opinnäytetyö  
Konetekniikka  
Insinööri(AMK)

KEMI 2012

## ALKUSANAT

Opinnäytetyö on tehty Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun konetekniikan koulutusohjelmassa. Toimeksiantajana oli Rajaville Oy.

Koulun puolesta ohjaajana toimi DI Mari-Selina Kantanen ja Rajaville Oy puolesta ohjaajana toimi DI Hannu Pihlajaviita.

Kiitän heitä molempia saamastani tuesta ja ohjauksesta opinnäytetyön aikana.

Haukiputaalla 7.3.2012

## TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu	Tekniikan ala
Koulutusohjelma	Konetekniikka
Opinnäytetyön tekijä	Juha Erkkilä
Opinnäytetyön nimi	Ontelolaattavalukoneen huoltosuunnitelma
Työn laji	Opinnäytetyö
Päiväys	7.3.2012
Sivumäärä	38 + 2 liitesivua
Opinnäytetyön ohjaaja	DI Mari-Selina Kantanen
Yritys	Rajaville Oy
Yrityksen yhteyshenkilö	DI Hannu Pihlajaviita

Opinnäytetyön aihe tuli Rajaville Oy:ltä. Tavoitteena oli tutkia ontelolaattavalukoneiden kulumista betonimassan vaikutuksesta ja kulumisen vaikutusta tehtaan tuotantoon. Tavoitteena oli myös laatia kulumisen seurantalomakkeita, joilla voidaan seurata osien loppuun kulumista ja suunnitella tämän perusteella koneiden ennakkohuollot sekä vikailmoituslomake, jolla voidaan jälkeinpäin tarkastella koneiden vikaantumista.

Koneiden aikaisemmat huoltoajankohdat oli dokumentoitu paperille, josta saatiin tarkasteltava ajanjakso koneiden kulumisen tutkimista varten. Koneiden osien kuluneisuuden tutkimustapana oli osien mittaus työntö- ja metrimitalla.

Mittaustuloksista saatiin tärkeää tietoa siitä, kuinka osat kuluvat eri aikaan ja tästä johtuen osien vaihto ei onnistu yhdellä kertaa. Kulutusosien ennakkohuollot täytyy jaksottaa usealle eri ajankohdalle ja kulutusosien seurantalomakkeilla voidaan seurata tarkasti osien kulumista tietyllä aikavälillä sekä määrittää, milloin on taloudellisesti kannattavaa vaihtaa tietyt kulutusosat.

Opinnäytetyön tuloksena Rajaville Oy saa tietoa kunnossapidon tärkeydestä, koneiden kulumisen vaikutuksista kustannuksellisesti, koneen eri osien kulumisen määrän mittaustuloksista sekä saa käyttöönsä kulutusosa- ja vikailmoituslomakkeet.

Asiasanat: kunnossapito, ontelolaattavalukone, kuluminen

## ABSTRACT

Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology	
Degree Programme	Mechanical Engineering
Name	Juha Erkkilä
Title	Maintenance Plan of Hollow-Core Slab Casting Machine
Type of Study	Bachelor's Thesis
Date	7 March 2012
Pages	38 + 2 appendices
Instructor	Mari-Selina Kantanen, MSc (Tech.)
Company	Rajaville Oy
Contact Person from Company	Hannu Pihlajaviita, MSc (Tech.), Rajaville Oy

The topic for the bachelor's thesis was commissioned by Rajaville Oy. The objective of the thesis was to explore the wear of hollow-core slab casting machines caused by concrete and also the impact of the wear on the production of the factory. The objective was also to make a control form that can help in following up the wear of the parts and then, based on to the control form, plan the preventive maintenance of the machines. The objective was also to make a service advice form, which can help to check out the reasons for the malfunction of the machines afterwards.

The previous maintenance times of the machines were documented and that showed the time frame for the examination of the wear of the machines. The research method for wear of the machine parts was the measurement of the parts with a slide caliber or a metric measure.

The measurement results gave important information the different parts wear at different times and because of that it is impossible to change all the parts at the same time. Preventive maintenance operations on the parts that wear must be divided into several different points. The control form for the machine parts can help to check out how the parts have worn at a specific time period and when it is cost-effective to change the specific wearing parts.

With this thesis will Rajaville Oy receive all information needed for the importance of maintenance, the machinewear on the expenses, and the measurements results of the amount of the wear on different parts of the machine. They will also have the control forms for the wearing parts and the service advice.

Keywords: maintenance, hollow-core slab casting machine, wearing.

## SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT.....	I
TIIVISTELMÄ.....	II
ABSTRACT .....	III
SISÄLLYSLUETTELO.....	IV
1. JOHDANTO.....	1
2. RAJAVILLE OY .....	2
3. ONTELOLAATTAVALUKONEEN PÄÄOSAT JA KÄYTTÖOLOSUHTEET .....	3
4. ONTELOLAATAN KÄYTTÖKOHTEET JA VALMISTUS .....	6
5. VALUKONEIDEN KULUMINEN BETONIMASSAN VAIKUTUKSESTA .....	8
6. VALUKONEEN KULUMISEEN VAIKUTTAVAT ASIAT .....	9
6.1. Muut kuluvat osat .....	9
6.2. Kulutusosien kestoikään vaikuttavat asiat .....	10
7. KUNNOSSAPITO.....	11
7.1. Kunnossapidon vaikutus yrityksen toimintaan .....	11
7.2. Kulumisen vaikutus betonin menekkiin .....	12
7.2.1. Syöttöruuvien kuluminen.....	12
7.2.2. Ontelotuurnien kuluminen .....	13
7.3. Mittaustulokset .....	14
8. KUNNONVALVONTA JA KULUMISEN SEURANTA .....	19
8.1. Kulutusosien materiaali .....	19
8.1.1. Syöttöruuvit.....	19
8.1.2. Ontelotuurnat.....	21
8.1.3. Massakouru .....	21
8.1.4. Sivulaidat .....	22
8.1.5. Tasoituspalkisto.....	23
8.1.6. Vaarnalistat .....	24
8.1.7. Punosohjaimet .....	25
8.2. Kulutusosien seurantalomakkeet.....	25
8.2.1. Vikailmoituslomake .....	26
9. VALUKONEEN HUOLTO-OHJELMA .....	27
10. KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄ.....	28
11. YHTEENVETO.....	30
12. LÄHDELUETTELO.....	32
13. LIITELUETTELO .....	33

## 1. JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään Rajaville Oy:n Haukiputaan tehtaassa ontelolaattavalukoneiden kulumista ja kulumisen vaikutuksia tehtaassa tuotantoon sekä koneiden huoltovälien suunnittelua.

Koneiden osien vaihtovälit on dokumentoitu yrityksessä, mutta tietoja ei ole hyödynnetty ennakkohuoltojen suunnitteluun. Opinnäytetyössä on tarkasteltu osien kulumisnopeutta sekä kulumisen vaikutusta tuotannon laatuun, muun muassa betonin menekkiin ja valunopeuden hidastumiseen.

Opinnäytetyön aihe rajattiin koskemaan vain valukoneiden kulutusosia, jotka ovat suorassa kosketuksessa betonimassan kanssa.

Tutkimustapana oli osien kuluneisuuden mittaaminen työntö- ja metrimitalla. Työ aloitettiin tutustumalla ensin vanhoihin jo tehtyihin huoltoihin, joista saatiin etsittyä tarkasteltava ajanjakso luotettavasti.

## 2. RAJAVILLE OY

Rajaville Oy on yli 60-vuotta sitten perustettu yhtiö. Rajaville Oy on toiminut betonielementtivalmistajana Oulussa Alppilan kaupunginosassa aina vuodesta 1950 lähtien. Oulun kaupungin kanssa 2004 tehdyllä sopimuksella Rajavillen tehtaot siirtyivät asuntotuotannon tieltä uudelle alueelle. Oulun Korvenkylään rakennettiin uusi tehdas 2008–2009. Toinen pääosin uusi käyttööntovaiheessa oleva tehdas siirtyi yritysjärjestelyssä 2007 Haukiputaan Annalankankaalle, jossa tuotanto käynnistyi 2007. /8/

Rajaville Oy:n viimeinen omistusjärjestely on tehty vuonna 2007. Tämänhetkisen omistuksen jakavat: Parma Oy (47,5 %), Betsset Oy (17,5 %), Ruskon Betoni Oy (17,5 %) ja YBT Oy (17,5 %). /8/

Rajaville Oy:n liikevaihto vuonna 2010 oli 13 953 000 euroa ja henkilöstömäärä oli 116 henkilöä. Osakepääoma on 350 000 euroa ja osakkeiden lukumäärä 350 000 kpl. /5/

Rajavillen Oulun tehtaan tuotantoa ovat jännitetyt palkit ja pilarit, teräsbetoniset palkit ja pilarit, TT- ja TEK – laatat, siltaelementit, muut raskaat erikoiselementit sekä harmaat parveke- ja seinä-elementit. /8/

Rajavillen Haukiputaan tehtaan tuotantoa ovat ontelolaattaelementit, kuorilaattaelementit, maatalouden seinäelementit ja vaativat seinäelementit. /8/

### **3. ONTELOLAATTAVALUKONEEN PÄÄOSAT JA KÄYTTÖOLOSUHTEET**

Ontelolaatta valetaan pursotustekniikalla, joka on yleisimmin käytössä oleva tapa. Valukone koostuu pääasiassa kolmesta erillisestä osasta: voimayksiköstä, massasäiliöstä ja suutinmoduulista.

Voimayksikössä sijaitsee betonimassasäiliö ja käyttöyksikkö. Betonimassasäiliö annostelee betonimassaa suutinmoduulille automaattisesti aina tarvittaessa.

Suutinmoduulissa sijaitsevat koneen kulumisen kannalta kaikkein tärkeimmät osat, kuten syöttöruuvit, tuurnat, sivulaitakoonnat, tasoituspalkisto, massakourut ja vaarnalistat.

Jokaiselle ontelolaattatyypille on oma suutinmoduuli. Laattojen tyypit ovat: P150, P200, P265, P320, P370, P400 ja P500. /8/ Kuvassa yksi on esitetty P200-valukoneen suutinmoduuli.

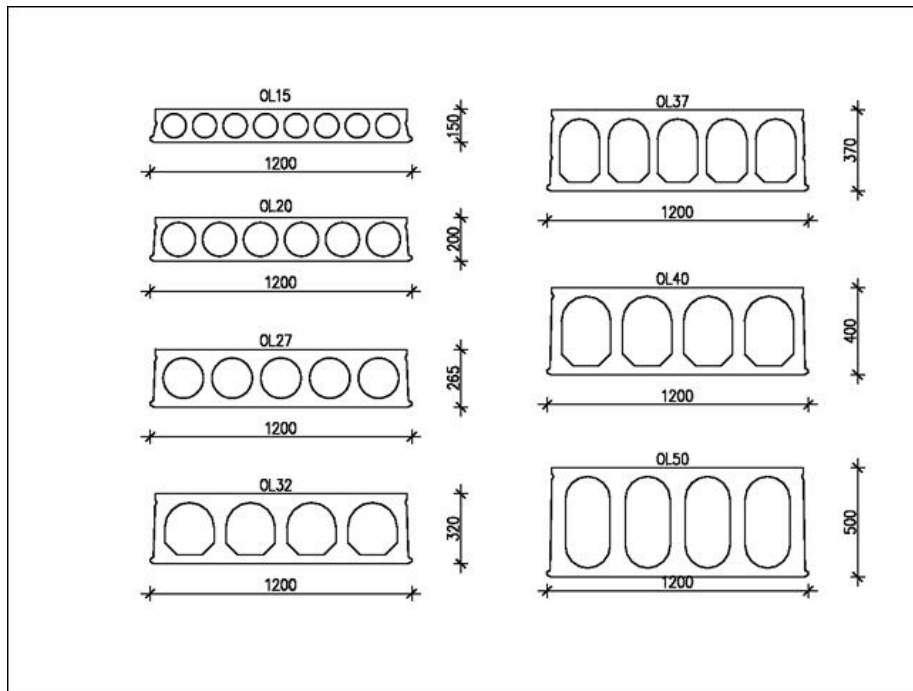
Laatan tyyppi tulee laatan korkeudesta. Kuvassa kaksi on esitetty eri ontelolaattatyypien poikkileikkauskuvat ja päämitat.

Valukoneet toimivat erittäin haastavassa ympäristössä. Koneet joutuvat jatkuvasti alttiiksi tärinälle, pölylle, kosteudelle ja betonimassan hankaavalle kulumiselle. Koneita myös nostellaan ja siirrellään useaan kertaan työpäivän aikana, joten ne altistuvat myös teräville iskuille. Kuvassa kolme on esitetty Extruder –valukone ja valmista ontelolaattaa.

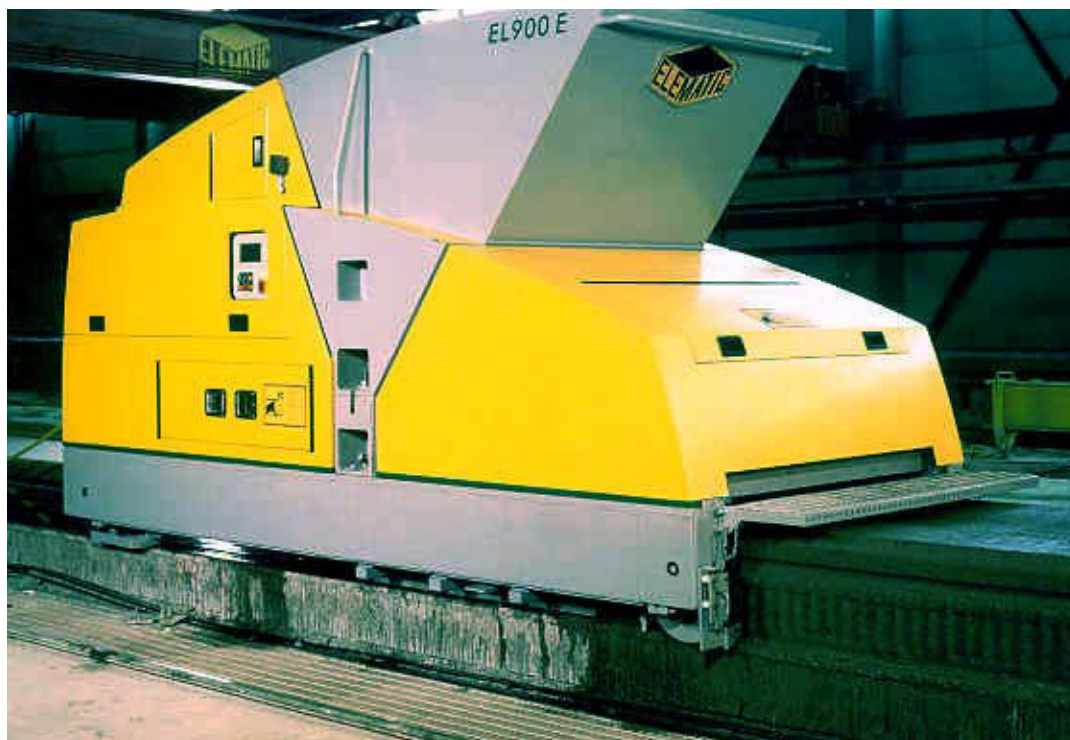




**Kuva 1. Ontelolaattavalukoneen suutinmoduuli**



**Kuva 2. Ontelolaattatyypit. /2/**



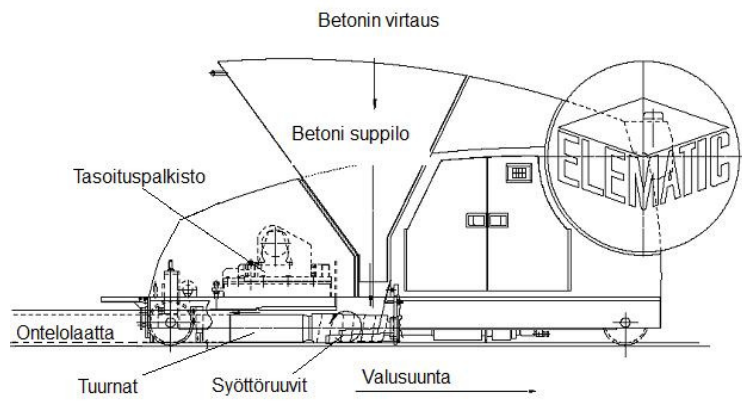
**Kuva 3. Extruder – valukone ja valmista ontelolaattaa. /3/**

## 4. ONTELOLAATAN KÄYTTÖKOHTEET JA VALMISTUS

Ontelolaattoja käytetään rakennusten ylä- ja välipohjissa. Myös erilaisissa halleissa, toimistorakennuksissa ja maanalaisissa parkkihalleissa käytetään ontelolaattoja.

Käytettävä laattatyyppeä valitaan pääasiassa kantavuuden perusteella. Asuinrakennuksissa tärkeä valintakriteeri on myös ääneneristys.

Ontelolaatat valetaan pursotustekniikalla. Valualustan valmistelun jälkeen, kun valualustalle on esijännitetty jännepunokset, voidaan valukone nostaa valualustalla kulkevien kiskojen päälle. Sen jälkeen voidaan asettaa jännepunokset valukoneessa oleviin punosohjareihin. Tämän jälkeen lasketaan valualustalle vettä, joka kulkee valukoneen edessä koko valutapahtuman ajan. Betonimassa valuu betonisuppilosta syöttöruuveille, jotka pursottavat betonimassan ontelotuurnien ympärille. Valukoneen sivulaidat, tasoituspalkisto ja valualusta rajaavat laatan ulkomuodon. Pursotus sekä sivulaitojen että ontelotuurnien edestakainen liike saavat aikaan betonimassan tiivistymisen. Tätä tiivistymistä kutsutaan leikkaustiivistymiseksi. Leikkaustiivistyminen tapahtuu vastakkaisiin suuntiin tapahtuvista liikkeistä. Laatan yläpinnan valmistele tasoituspalkiston edestakainen liike ja viimeistelee silotuslevy. Syöttöruuvien aiheuttama pursotusvoima työntää konetta eteenpäin valualustalla olevia kiskoja pitkin. Valukoneen liikkeessä jää jälkeä kovettumatonta ontelolaattaa ja laatanpintaa ei tarvitse enää jälkeänpäin erikseen viimeistellä. /3/ Kuvassa neljä on esitetty betonimassan kulku valukoneessa.



**Kuva 4. Betonimassan kulku valukoneessa. /3/**

## **5. VALUKONEIDEN KULUMINEN BETONIMASSAN VAIKUTUKSESTA**

Betonimassassa käytetyt raaka-aineet vaikuttavat oleellisesti koneen kulutusosien kestoikään. Betonimassassa käytetyn aggregaatin kovuus vaihtelee eripuolilla maailmaa. Kulutusosien kulumiseen vaikuttavat siis kivilaadun kovuus ja myös sen geometrinen muoto. Kiviaines voi olla joko murskattua tai luonnonkiveä. Murskattu kiviaines on kuluttavampaa koneen kulutusosille juuri geometrisen muotonsa vuoksi. Sen muoto mahdollistaa taas lujemman sidoksen verrattuna luonnonkiveen. Rakeinen kiviaines toimii myös koneen osien puhdistajana. Se hioo liikkuessaan koneen osien ympärillä osiin tarttuneen betoniaineksen pois samalla kuluttaen koneen osia. /3/

Betonimassan koostumus vaihtelee eri laattatyypeittäin seossuhteiden vaikutuksesta: suuremmilla laattatyypeillä, esim. P500, betonimassa on koneita kuluttavampaa kuin pienemmillä laattatyypeillä.

## 6. VALUKONEEN KULUMISEEN VAIKUTTAVAT ASIAT

Ontelolaatan alapinnan rajaa valualusta. Valukoneen sivulaidat rajaavat ontelolaatan sivut. Yläpinnan rajaa tasoituspalkisto ja lisäksi yläpinnan vielä viimeistelee silityslevy. Syöttöruuvit pyörivät massasäiliön alla, syöttöruuvien avulla betonimassa siirtyy ontelotuurnien ympärille. Syöttöruuveja ja ontelotuurnia on valukoneissa neljä, viisi, kuusi tai kahdeksan kappaletta riippuen laattatyyppistä ja siitä, minkä kokoinen suutinmoduuli on käytössä.

Betonimassa pakkautuu tiiviiksi ontelolaatan muotoon syöttöruuvien pursotuksen sekä sivulaitojen, ontelotuurnien ja tasoituspalkiston edestakaisten pitkittäisliikkeiden johdosta. Massan pursotus työntää myös konetta eteenpäin.

Sivulaitojen ja tasoituspalkiston edestakainen liike sekä ontelotuurnien keinuliike ovat edellytys ontelolaatan valun onnistumiselle. Nämä edellä mainitut liikkeet saadaan aikaan käyttöakseleille asennetuilla epäkeskoolkeilla. Epäkeskoliike saadaan siirrettyä edellä mainitulle osille erilaisilla työntötangoilla. Tällainen epäkeskoliike aiheuttaa kulumista laakereissa, nivelissä, holkeissa, tapeissa, liitoksissa ja vaimentimissa. Kun liitoskohdat kuluvat väljiksi, pienenee epäkeskoliike tai se lakkaa jopa kokonaan. Näistä kulumisista aiheutuvat valettuihin ontelolaattoihin virheitä ja laattojen sortumisia valun aikana. Myös ontelolaatan lujuus alkaa heiketä, kun osat alkavat olla todella kuluneita.

Myös koneen nopeus, siihen tehdyt säädöt ja huollot vaikuttavat kulumisnopeuteen. Koneessa käytettävällä suutinmoduulilla on myös vaikutus siihen, kuinka nopeasti osat kuluvat. Mitä korkeampaa laattaa koneella valetaan sitä nopeammin osat kuluvat.

### 6.1. Muut kuluvat osat

Muihin kulutusosiin luetaan rullaketjut, ketjupyörät, laippalaakerit, ajopyörät ja niiden laakerit sekä hammashihnat ja niiden hihnapyörät. Näiden osien kunnonseuranta voidaan tehdä helposti silmämääräisesti ja näin nähdä ennakkoon osien vaihtotarve.

Edellä mainittuja osia saattaa vaurioittaa myös laakeritiivisteiden vioittuminen ja näin ollen laakeriin pääsee betonilietettä, joka vaurioittaa laakeripintoja. Myös koneiden pesun aikana pitää huomioida, ettei painepesurin vesisuihkua suunnata suoraan laakereihin, koska myös sitä kautta vesi pääsee suoraan laakerin pintoihin ja näin ollen vaurioittaa laakeria.

Valukoneissa on myös erilaisia sähkökomponentteja. Näitä ovat moottorit, kaapelit, logiikkaohjaus sekä kosketusnäyttö. Nämä osat voivat vaurioitua helposti vääränlaisesta käytöstä. Myös koneen pesu painepesurilla voi vaurioittaa näitä herkkiä sähköosia.

## **6.2. Kulutusosien kestoikään vaikuttavat asiat**

Kulutusosien kestoikään vaikuttavat useat tekijät. Tekijöitä ovat betonimassaan käytetyt raaka-aineiden ominaisuudet, kunnossapito ja säädöt. Myös käyttäjällä on mahdollisuus nopeuttaa osien kulumista, jos kone puhdistetaan huonosti käytön jälkeen, koska eri osien väliin kovettunut betoni voi rikkoa konetta.

Myös kulutusosien materiaalivalinnalla on suuri merkitys siinä, että kuinka nopeasti jotkin osat kuluvat. Valukoneen kulutusosat on valmistettu kulutuskestävästä Ni-hard –valuteräksestä, joka kestää hyvin hankautumista. Sillä on myös hyvä kemiallisen kulutuksen kesto.

## 7. KUNNOSSAPITO

Kunnossapito on yksi suurimmista yrityksen kustannuksista. On arvioitu, että se on pääoma- ja raaka-ainekustannusten jälkeen suurin menoerä yrityksissä.

### 7.1. Kunnossapidon vaikutus yrityksen toimintaan

On tärkeää ymmärtää, että kunnossapito on yritysten suurin kontrolloimaton kustannuserä. Hyvin johdetuissa yrityksissä onkin panostettu siihen, että kunnossapito saadaan hallintaan ja kustannukset kontrolliin. /4/

Taulukossa yksi on esitetty kunnossapidon mahdollistamat parannuspotentiaalit.

**Taulukko 1. Kunnossapidon vaikutus liiketoimintaan /4/**

<b>TULOKSEN KASVUNA</b>	
Tuotteen laatu	→ Parempi hinta
Käytettävyys	→ Lisämyynti
Toimintavarmuus	→ Asiakastyytyväisyys
Laitoksen imago	→ Työvoiman saanti
Eliniän jatkaminen	→ Sijoitetun pääoman tuotto
<b>KUSTANNUSTEN SÄÄSTÖNÄ</b>	
Energian säästö	→ Laadukkaat laitteet ja säädöt
Raaka-aineet	→ Hylkytuotteet
Osaamisen siirto uuteen investointiin	→ Kokemuksen hinta
Organisaation laadukas toiminta	→ Kunnossapidon tehokkuus ja hinta
<b>YHTEISKUNNAN KANNALTA</b>	
Raaka-aineiden käyttö	→ Luonnonvarat
Turvallisuus	→ Tapaturma-alttius ja omaisuusvahingot
Ympäristöarvot	→ Jäte- ja ympäristövaikutukset, kierrätys
Ammattitaito (koulutus)	→ Työllisyys
Kasvu	→ Työllisyys, verotulot
Infrastruktuuri	→ Paremmat toimintaedellytykset



## **7.2. Kulumisen vaikutus betonin menekkiin**

Kun valukoneen osat alkavat kulua, lisääntyy samalla myös betonimassan menekki ontelolaatassa. Sivulaitoja voidaan säätää kulumisen mukana ja näin saadaan laatan leveys pidettyä toleranssissa. Tasoituspalkistoa voidaan myös säätää ja korkeus saadaan pidettyä toleranssissa. Syöttöruuvien ja ontelotuurnien kuluessa niiden halkaisija pienenee koko ajan. Samalla, kun ruuvit ja tuurnat kuluvat lisääntyy myös betonimassan menekki.

### **7.2.1. Syöttöruuvien kuluminen**

Syöttöruuvien kierteenharjaksen kuluessa matalammaksi betonimassan kuluttavasta vaikutuksesta pienenee myös syöttöruuvien kierroksella siirtämä massan määrä. Syöttöruuvien kuluessa hidastuu myös koneen eteneminen, koska syöttöruuvit työntävät valukonetta eteenpäin samalla kun valaa ontelolaattaa. Valunopeuden hidastuminen vaikuttaa suoraan päivän aikana valettuihin neliömääriin. Valunopeus uusilla syöttöruuveilla on 2,5 m/min ja ruuvit vaihdetaan, kun valunopeus on pudonnut 0,5 m/min. Tällöin kuluneilla syöttöruuveilla yhden 120 metriä pitkän valupetin valamiseen kuluu 12 minuuttia enemmän aikaa. Tehtaalla valetaan keskimäärin viisi petiä päivässä, jolloin menetetään noin tunti tuotannosta. /3/ Syöttöruuvien kuluminen myös heikentää ontelolaatan lujuutta, koska betonimassa ei tiivisty loppuun kuluneilla syöttöruuveilla tarpeeksi. Kuvassa viisi on esitetty P200 -valukoneen syöttöruuvit ja ontelotuurnat.

Syöttöruuvien kuluminen lisää tasoituspalkiston kulumista johtuen siitä, että kuluneet syöttöruuvit alkavat työntämään betonimassaa ylöspäin tasoituspalkistoa vasten. Tästä johtuen ontelolaatan lujuus alkaa heiketä. Kuvasta viisi näkee reunasyöttöruuvien kuluneisuuden verrattuna keskimmäisiin syöttöruuveihin.



**Kuva 5. Vasemmalla syöttöruuvit ja oikealla ontelotuurnat**

### **7.2.2. Ontelotuurnien kuluminen**

Alla olevassa taulukossa on esitetty laskelmia ontelotuurnien kulumisesta ja niistä voidaan havaita, kuinka paljon pienikin kuluminen ontelotuurnan halkaisijassa lisää betonimassan määrää valmiissa ontelolaatassa. Betonin kulutuksen määrää selittää osittain se, että yhdellä tuurnasarjalla valetaan suuria määriä ontelolaattaa. Seuraavista taulukoista on nähtävissä, kuinka paljon ylimääräistä betonimassaa kuluu laatan valamiseen, kun ontelotuurnat kuluvat. Taulukossa kuluminen on porrastettu viiden ja kymmenen millimetrin välein ja jokaiselle laattakoolle on tehty oma laskelma, joissa on käytetty ontelolaatalle pituutta yksi metri. Laskemisen helpottamiseksi laattatyypin P320, P370, P400 ja P500 ontelotuurnan muodoksi on laitettu suorakaide.

Taulukko 2. Betonimassan menekin muutos (%) ontelotuurnan kulumisen vaikutuksesta

Laattatyyppi	Ontelotuurnan halkaisija [mm]	Betonimassa [m <sup>3</sup> ]/m	Muutos [%]
<b>P200</b>	155	0,120	-
	150	0,127	6
	145	0,134	12
<b>P265</b>	185	0,174	-
	180	0,181	4
	175	0,188	8
Laattatyyppi	Ontelotuurnan halkaisija [m]	Betonimassa [m <sup>3</sup> ]/m	Muutos [%]
<b>P320</b>	0,229x0,250	0,143	-
	0,224x0,245	0,153	7
	0,219x0,240	0,162	13
<b>P370</b>	0,166x0,260	0,222	-
	0,161x0,255	0,232	5
	0,156x0,250	0,244	10
<b>P400</b>	0,221x0,320	0,183	-
	0,216x0,315	0,193	6
	0,211x0,310	0,204	12
<b>P500</b>	0,170x0,400	0,251	-
	0,165x0,395	0,265	6
	0,160x0,390	0,279	11

### 7.3. Mittaustulokset

Valukoneille tehtyjen huoltojen kunnossapidon kirjanpidosta selvitettiin koneille tehdyt osien vaihdot. Samalla saatiin selvitettyä mittausten aikavälillä valmistuneet koneiden valumäärät. Luvun edessä oleva miinus tarkoittaa, paljonko osa on kulunut alkuperäisestä mitastaan. Mittauksissa on käytetty toleranssia  $\pm 1$  mm.

P200 -valukoneen reunasyöttöruuveilla valaa ontelolaattaa melkein puolet vähemmän kuin keskimmaisilla ruuveilla. Valuneliöillä 20700 m<sup>2</sup> ruuvien loppupään harjakorkeudeksi

mitattiin -6 mm. Keskimmaisilla syöttöruuveilla valuneliöt olivat 43 200 m<sup>2</sup>, loppupään syöttöruuvien harjakorkeus oli -9 mm.

Ontelotuurnien kulumisessa ei ollut suurta eroa reuna- ja keskituurnien osalta. Valuneliöillä 20 700 m<sup>2</sup> kuluminen oli reunatuurnilla -9 mm ja keskimmaisilla tuurnilla -7 mm.

Tasoituspalkistolla valaa ontelolaattaa noin 18 000 m<sup>2</sup>. Tasoituspalkisto kuluu puhki onteloiden kohdalta johtuen betonimassan kovasta puristusaineesta syöttöruuvien loppupäässä.

Sivulevyillä valaa noin 70 000 m<sup>2</sup> ontelolaattaa. Sivulevyihin kuluu kuoppa syöttöruuvien loppupään kohdalla. Mittauksien perusteella sivulevyssä oli noin -5 mm syvä kuoppa sivulevyn keskimmaisen palan kohdalla. Sivulevyn kulumaa muualta ei voinut mitata ilman suurempaa koneen purkamista. Vanhoja huoltoja seuraamalla saatiin selvitettyä, kuinka paljon sivulevyillä oli keskimäärin valettu ennen niiden vaihtoa. Sivulevyjen käyttöikä jatkaa paljon se, että niitä voidaan säätää niiden kulumisen mukaan.

P265 -valukoneen reunasyöttöruuveilla valaa ontelolaattaa melkein puolet vähemmän kuin keskimmaisilla ruuveilla. Valuneliöillä 26 700 m<sup>2</sup> ruuvien loppupään harjakorkeudeksi mitattiin -8 mm. Keskimmaisilla syöttöruuveilla valuneliöt olivat 43 300 m<sup>2</sup>, loppupään syöttöruuvien harjakorkeus oli -5 mm.

Ontelotuurnien kulumisessa ei ollut suurta eroa reuna- ja keskituurnien osalta. Valuneliöillä 94 000 m<sup>2</sup> kuluminen oli reunatuurnilla -10 mm ja keskimmaisilla tuurnilla -5 mm.

Tasoituspalkistolla valaa ontelolaattaa noin 20 000 m<sup>2</sup>. Tasoituspalkisto kuluu puhki onteloiden kohdalta johtuen betonimassan kovasta puristusaineesta syöttöruuvien loppupäässä.

Sivulevyillä valaa noin 70 000 m<sup>2</sup> ontelolaattaa. Sivulevyihinkin kuluu kuoppa syöttöruuvien loppupään kohdalla. Mittausten perusteella sivulevyssä oli noin -3 mm syvä kuoppa sivulevyn keskimmäisen palan kohdalla. Sivulevyn kulumaa muualta ei voinut mitata ilman suurempaa koneen purkamista. Vanhoja huoltoja seuraamalla saatiin selvitettyä, kuinka paljon sivulevyillä oli keskimäärin valettu ennen niiden vaihtoa. Sivulevyjen käyttöikää jatkaa paljon se, että niitä voidaan säätää niiden kulumisen mukaan.

Massakourulla oli valettu noin 17 000 m<sup>2</sup> ontelolaattaa ja se oli kulunut päästä noin 10 mm lyhemmäksi.

P320 -valukoneen reunasyöttöruuveilla valaa ontelolaattaa melkein puolet vähemmän kuin keskimmaisilla ruuveilla. Valuneliöillä 46 000 m<sup>2</sup> reunaruvien loppupään harjakorkeudeksi mitattiin -6 mm. Keskimmaisilla syöttöruuveilla valuneliöt olivat 46 000 m<sup>2</sup>. Loppupään syöttöruuvien harjakorkeus oli -3 mm.

Ontelotuurnien kulumisessa ei ollut suurta eroa reuna- ja keskituurnien osalta. Valuneliöillä 46 000 m<sup>2</sup> kuluminen oli reunatuurnilla -9x5 mm ja keskimmaisilla tuurnilla -8x3 mm.

Tasoituspalkistolla valaa ontelolaattaa noin 19 000 m<sup>2</sup>. Tasoituspalkisto kuluu puhki onteloiden kohdalta johtuen betonimassan kovasta puristusaineesta syöttöruuvien loppupäässä. Palkistolla oli valettu mittaushetkellä 18 600 m<sup>2</sup> ontelolaattaa ja se oli kulunut puhki. Puhki kuluneen reiän vahvuus oli 6 mm ja levyn vahvuus muualta oli kulunut -2 mm.

Sivulevyillä valaa noin 70 000 m<sup>2</sup> ontelolaattaa. Sivulevyihinkin kuluu kuoppa syöttöruuvien loppupään kohdalla. Mittauksien perusteella sivulevyssä oli noin -5 mm syvä kuoppa sivulevyn keskimmäisen palan kohdalla. Sivulevyn kulumaa muualta ei voinut mitata ilman suurempaa koneen purkamista. Vanhoja huoltoja seuraamalla sain selvitettyä, kuinka paljon sivulevyillä oli keskimäärin valettu ennen niiden vaihtoa. Sivulevyjen käyttöikää jatkaa paljon se, että niitä voidaan säätää niiden kulumisen mukaan.

P370 -valukoneen reuna syöttöruuveilla valaa ontelolaattaa melkein puolet vähemmän kuin keskimmaisilla ruuveilla. Valuneliöillä 6 680 m<sup>2</sup> ruuvien loppupään harjakorkeudeksi mitattiin -4 mm kaikkien ruuvien osalta.

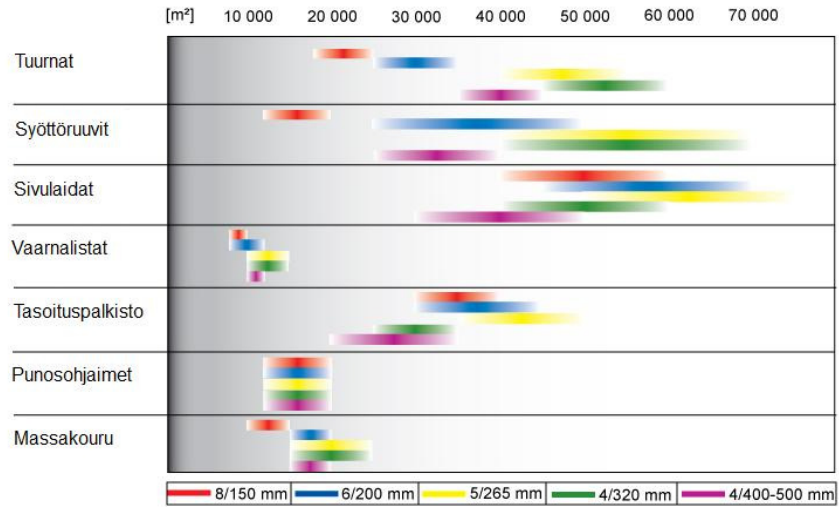
Ontelotuurnien kulumisessa ei ollut suurta eroa reuna- ja keskituurnien osalta. Valuneliöillä 6 680 m<sup>2</sup> kuluminen oli reunatuurnilla -0x1 mm kaikkien tuurnien osalta.

Tasoituspalkistolla valaa ontelolaattaa noin 15 000 m<sup>2</sup>. Tasoituspalkisto kuluu puhki onteloiden kohdalta johtuen betonimassan kovasta puristusaineesta syöttöruuvien loppupäässä.

Sivulevyillä valaa noin 70 000 m<sup>2</sup> ontelolaattaa. Sivulevyihin kuluu kuoppa syöttöruuvien loppupään kohdalla. Mittauksien perusteella sivulevyssä oli noin -2 mm syvä kuoppa sivulevyn keskimmäisen palan kohdalla. Sivulevyn kulumaa muualta ei voinut mitata ilman suurempaa koneen purkamista. Vanhoja huoltoja seuraamalla saatiin selvitettyä, kuinka paljon sivulevyillä oli keskimäärin valettu ennen niiden vaihtoa. Sivulevyjen käyttöikää jatkaa paljon se, että niitä voidaan säätää niiden kulumisen mukaan.

P400 ja P500 -valukoneilla oli valettu vain vähän valuneliöitä, joten niistä ei voinut suorittaa kulutuksen mittauksia. Liitteenä olevalla kulutusosien seurantalomakkeella voi helposti alkaa seuraamaan näiden ja muidenkin koneiden kulutusosien vaihtoajankohtia.

Elematic Oy toimittaa valukoneita ja valukoneiden kulutusosia. Taulukossa kolme on esitetty heidän arvionsa osien ennustettavissa olevasta käyttöiästä konekohtaisesti.

**Taulukko 3. Kulutusosien elinkaari /1/**

## **8. KUNNONVALVONTA JA KULUMISEN SEURANTA**

Kunnonvalvonnassa valukoneen toimintaa tarkkaillaan ja mitataan määräajoin. Tavoitteena on löytää koneen alkavat vikaantumiset hyvissä ajoin, ennen kuin ne alkavat vaikuttaa koneen toimintaan tai alkavat huonontaa tuotteen laatua. /3/

Kunnonvalvontaan kuuluu ontelolaattojen mittojen tarkastus. Seuranta suoritetaan mittaamalla laatan ulkomittoja, onteloiden halkaisijoita, onteloiden keskeisyyttä, punosten sijaintia sekä vaauran syvyyttä ja sen sijaintia. Myös ontelotuurnien, syöttöruuvien ja massakourujen kuluneisuutta tarkastellaan silmämääräisesti ja mittaamalla.

Valukoneiden kulumista voidaan seurata myös ontelolaattojen lujuusraporteista. Raporteista voidaan helposti nähdä, milloin valukone ei enää tiivistä tarpeeksi betonia. Kun betoni ei enää tiivisty tarpeeksi, voidaan siitä päätellä syöttöruuvien olevan jo todella kuluneet.

### **8.1. Kulutusosien materiaali**

Kulutusosat valmistetaan Ni-hard – valuraudasta. Ni-hard on kromi-nikkelseosteinen valkoinen valurauta, joka kestää hyvin hankauskulumista ja jolla myös hyvä kemiallinen kestävyys. Tasoituspalkiston kulutuslevyn materiaali on hardox 400 – kulusterästä.

#### **8.1.1. Syöttöruuvit**

Syöttöruuvien kulumista seurataan helpoiten silmämääräisesti tarkastamalla. Mittausten perusteella suurin kuluminen tapahtuu pääasiassa syöttöruuvien kierteen viimeisessä harjaksessa sekä reunimmaisissa syöttöruuveissa. Pienimmissä syöttöruuveissa viimeisen harjaksen korkeus on noin 10 mm ja isommissa syöttöruuveissa harjas on noin 30 mm korkea. Kun tämä kyseinen harjas on kulunut kokonaan pois, ei syöttöruuvi enää tiivistä betonimassaa tarpeeksi. Samalla myös valukoneen valunopeus hidastuu.



Syöttöruuvien kulumista voidaan seurata helpoiten syöttöruuvien viimeisen harjaksen korkeutta mittaamalla. Mittaus voidaan suorittaa esimerkiksi 10 valupetin jälkeen, kun ruuveilla on valettu ensin 15 000 m<sup>2</sup> ontelolaattaa. Syöttöruuvien vaihdon ajankohta täytyy laskea tehtaalla erikseen: milloin koneen kulku on hidastunut niin hitaaksi, että sen vuoksi jää esimerkiksi yksi valupeti valamatta työpäivän aikana. Myös ontelolaattojen lujuusraportteja seuraamalla voidaan havaita, milloin betonimassa ei enää tiivisty kunnolla ja ontelolaatan lujuus alkaa heiketä. Kuvassa kuusi on esitetty ontelolaattakoneen massan syöttöruuvi.

Syöttöruuveilla valaa karkeasti arvioiden noin 20 000-70 000 m<sup>2</sup> ontelolaattaa. /1/



**Kuva 6. Ontelolaattakoneen syöttöruuvi**

### 8.1.2. Ontelotuurnat

Ontelotuurnien kulumista seurataan myös silmämääräisesti ja mittaamalla. Mittaus voidaan suorittaa esimerkiksi 10 valupetin jälkeen, kun tuurnilla on valettu ensin 15 000 m<sup>2</sup> ontelolaattaa. Myös laadunvalvontapöytäkirjoista voidaan havaita onteloiden halkaisijan pienentyminen valmiissa laatassa. Ontelotuurnien kuluessa valmiissa laatassa olevien onteloiden halkaisija pienenee ja samalla lisääntyy myös betonimassa kulutus. Myös ontelolaatan paino nousee tarpeettomasti johtuen kuluneista ontelotuurnista ja betonimassan lisääntymisestä ontelolaatassa. Ontelotuurnien kuluneisuudelle pitää määrittää tehtaalla erikseen jokin alaraja, milloin tuurnat on vaihdettava. Kuvassa seitsemän on esitetty ontelotuurna.

Yhdellä ontelotuurnasarjalla valaa karkeasti arvioiden noin 25 000-60 000 m<sup>2</sup> ontelolaattaa. /1/



**Kuva 7. Oikealla ontelolaattavalukoneen tiivistystuurna**

### 8.1.3. Massakouru

Massakourun kuluneisuutta seurataan silmämääräisesti ja mittaamalla. Massakourun kuluvin osa sijaitsee aivan massakourun loppupäässä. Massakouru vaihdetaan viimeistään siinä vaiheessa, kun on havaittavissa jossain kohtaa loppuun kulumista. Kuvassa

kahdeksan on nähtävissä, kuinka massakouru alkaa kulua. Kuvassa yhdeksän on esitetty uusi massakouru.

Yhdellä massakourusarjalla valaa keskimäärin noin 15 000-25 000m<sup>2</sup> ontelolaattaa. /1/



**Kuva 8. Loppuun kulunut massakouru**



**Kuva 9. Uusi massakouru**

#### **8.1.4. Sivulaidat**

Sivulaidat kuluvat mitausten perusteella epätasaisesti. Suurin kuluminen tapahtuu samassa kohtaa, missä on syöttöruuvien loppupää. Sivulaitojen mittaus on hankala suorittaa, koska sivulaidat pitäisi irrottaa pois paikoiltaan mittauksen ajaksi, jotta mittaustulos olisi luotettava. Mittauksen vaikeus tulee siitä, että sivulaitoihin kuluu kuoppa syöttöruuvien loppupään kohdalle. Sivulaita pitäisi irrottaa pois paikaltaan, jotta sivulaidan vahvuus voitaisiin mitata tarkasti myös muualta ja saataisiin tarkka mittaustulos ns. kuoppakulumisesta. Kuoppakuluminen johtuu siitä, että tiivistysvaiheessa suurin paine betonimassassa on tässä syöttöruuvien loppupään kohdalla.

Sivulaitoja voidaan kulumisen mukana säätää lähemmäksi toisiaan, jolloin ontelolaatta ei pääse sivuttaissuunnassa levenemään yli sallitun toleranssin. Säätömahdollisuus myös jatkaa sivulaitojen elinkaarta huomattavasti. Kuvassa 10 on esitetty kuoppakulumisen kohta syöttöruuvien loppupään kohdalla.

Sivulaidoilla valaa keskimäärin noin 30 000-75 000 m<sup>2</sup> ontelolaattaa. /1/



**Kuva 10. Sivulaidan kuoppakuluminen**

### **8.1.5. Tasoituspalkisto**

Mitattaessa tasoituspalkiston kulumista havaittiin tasoituspalkin kuluvan kuopalle jokaisen ontelolaatan onteloiden kohdalta. Tämä kuoppakuluminen johtuu siitä, että onteloiden kohdalla palkisto joutuu suuremman puristuspuheen alaiseksi kuin kannaksen kohdalla. Tasoituspalkiston mittaaminenkin on vaikeaa, jos kulutuslevy on paikoillaan mittauksen aikana. Paikoillaan olevasta kulutuslevystä on mahdoton saada tarkkaa mittaustulosta.

Valukone P32 -tasoituspalkin mittausta suoritettaessa havaittiin, että kun kuoppa oli kuusi millimetriä syvä, oli se kulunut puhki. Tästä voi päätellä, että kun levyn vahvuus on uutena kahdeksan millimetriä, niin levy oli kulunut muualta tasaisesti noin kaksi millimetriä. Tällöin tasoituspalkilla oli valuneliöitä takanaan noin 19 000 m<sup>2</sup>. Kuvassa 11 on esitetty kohta, josta tasoituspalkiston kulutuslevy alkaa kulua kuopalle.

Yhdellä tasoituspalkiston kulutuslevyllä valaa noin 20 000-50 000 m<sup>2</sup> ontelolaattaa. /1/



**Kuva 11. Tasointuspalkiston kulutuslevyn kuluminen**

### **8.1.6. Vaarnalistat**

Vaarnalistan kulumista seurataan silmämääräisesti ja mittaamalla nostouran syvyyttä valmiista ontelolaatasta. Vaarnalista kuluu enemmän sen alkupäästä, jolloin se lyhenee kuluessaan. Koska vaarnalistan loppupää kuluu hitaammin, nostoura ontelolaatassa pysyy melko pitkään vakiona. Vaarnalista on vaihdettava viimeistään siinä vaiheessa, kun yksi sen kiinnitysruuveista on kulunut irti. Kuvassa 12 on esitetty vaarnalistan kiinnityskohta sivulaidan keskimmäisessä kappaleessa.

Vaarnalistalla valaa noin 9000–13 000 m<sup>2</sup> ontelolaattaa. /1/



**Kuva 12. Vaarnalista**

### **8.1.7. Punosohjaimet**

Punosohjaimia kuluttavat ainoastaan jännepunokset, jotka roikkuvat valun aikana niiden varassa. Punosohjaimet pitävät jännepunosten korkeuden oikeana valmiissa ontelolaatassa. Punosohjaimia voidaan säätää aina niiden kuluessa. Ohjainten kuluneisuutta seurataan silmämääräisesti ja mittaamalla punosten korkeutta valmiissa ontelolaatassa.

Yhdellä punosohjainsarjalla valaa noin 10 000-20 000 m<sup>2</sup> ontelolaattaa. /1/

### **8.2. Kulutusosien seurantalomakkeet**

Seurantalomakkeissa tarkastellaan valukoneen kuluvia osia, jotka ovat suorassa kosketuksessa betonimassan kanssa. Näin ollen ne ovat myös kaikkein kulumisherkeimmät osat. Tärkeimmiksi kulutusosiksi listattiin syöttöruuvit, ontelotuurnat, sivulaidat ja hiertopalkisto. Tarkempi erittely ja seurantalomake löytyvät liitteestä yksi.

Lomakkeesta löytyvät tarkastettavat kohteet sekä tarkastusajankohta tiettyjen valuneliöiden välein. Tarkastusmittauksia tehdään kolme kertaa ja niistä saadaan laskettua helposti keskimääräinen kulutusosien vaihtojako tiettyjen valuneliöiden välein.

### **8.2.1. Vikailmoituslomake**

Vikailmoituslomakkeesta voi seurata jälkeenpäin koneiden vikaantumista: millaisissa olosuhteissa vika on ilmennyt, onko sama vika toistuva ja aiheutuuko vika käyttäjästä, olosuhteista vai koneesta itsestään. Lomakkeen täyttövelvollisuus on työntekijöillä, jotka koneita käyttävät. Myös kunnossapitohenkilökunnan pitää täyttää lomake jokaisesta odottamattomasta konerikosta.

## 9. VALUKONEEN HUOLTO-OHJELMA

Kaikkien valukoneiden käyttäjien on tutustuttava valukoneiden käyttö- ja huolto-ohjeisiin huolella. Käyttöohjeista löytyvät koneen tärkeimmät tarkastus- ja huolto-ohjeet, joita koneen virheettömän toiminnan kannalta tulisi noudattaa.

Liitteenä oleva huoltojen seurantalomake on tarkoitettu kunnossapitohenkilökunnan täytettäväksi jokaisesta tehdystä kulutusosahuollosta. Seurantakorttiin on lueteltu valukoneen eri kulutusosia sekä joitakin tärkeimpiä varaosia koneen käytön kannalta. Seurantalomakkeeseen kirjataan aina, kuinka paljon vaihdettavalla osalla on valuneliöitä takanaan. Tämä kirjaus tehdään jokaiselle osalle kolme kertaa, jolloin saadaan laskettua osan keskimääräinen elinkaari. Tällä pyritään estämään osien kulumisen loppuun ja estämään yllättävät tuotantokatkokset. Kaikkia koneen mukana tullessa huoltokirjassa määrättyjä huoltoja sekä tarkastuksia on silti noudatettava.

Tehtyjen mittausten perusteella valukoneen eri kulutusosien kulumisen tapahtuu valuneliöiden perusteella eri tahdissa, joten koneille suunniteltua yhtä huoltoajankohtaa kulutusosien vaihdolle on miltei mahdotonta toteuttaa. Ainoastaan syöttöruuvit ja ontelotuurnat voitaisiin vaihtaa samanaikaisesti. Lisäksi sivulaitojen ja tasoituspalkiston etäisyyttä voidaan säätää, jolloin laatan ulkomuodot pysyvät koko ajan toleranssien sisällä. Tämä sivulaitojen ja tasoituspalkiston säätömahdollisuus jatkaa niiden käyttöikää huomattavasti. Osien kulumisnopeuteen vaikuttaa suuresti myös huollot, puhdistus, säädöt ja paikalliset olosuhteet.

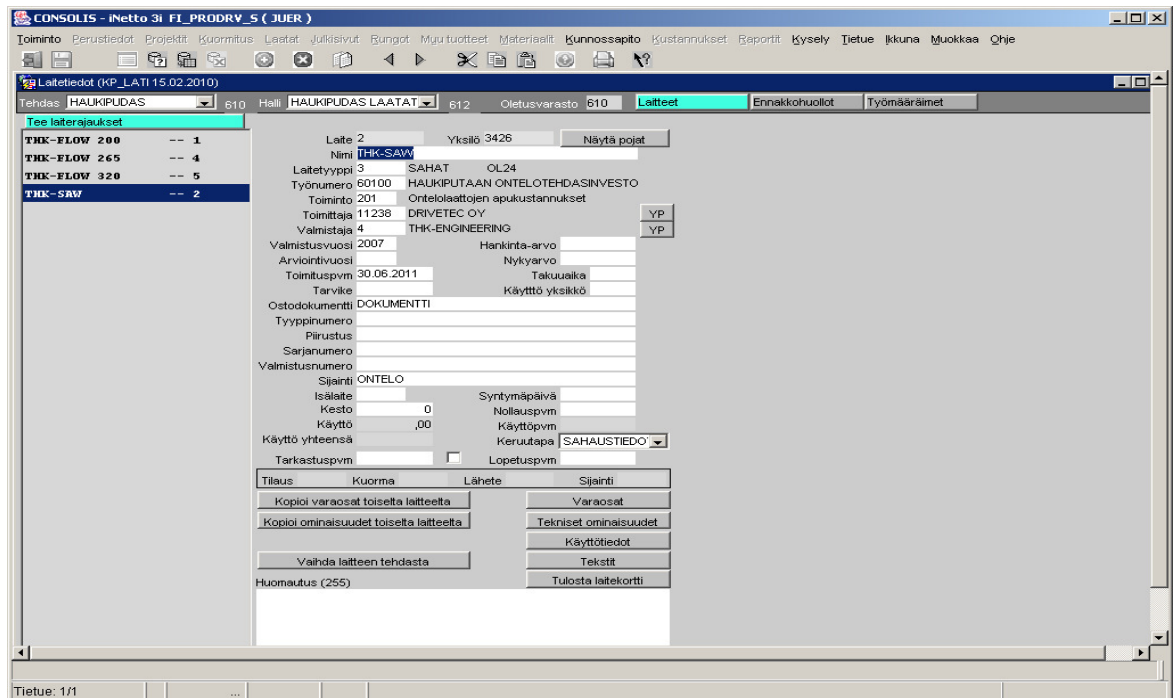


## 10. KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄ

Rajaville Oy:lla ei aikaisemmin ollut käytössään sähköistä kunnossapitoseurantaa, vaan tehdyt huollot oli kirjattu ylös paperille. Kun huollot kirjataan sähköiseen kunnossapitojärjestelmään, ovat tehdyt huollot ja varaosavarasto helposti kaikkien tarkastettavissa. Tulevien ennakkohuoltojen seuranta on helppoa ja nopeaa, koska järjestelmästä on helposti tarkastettavissa ennakkohuoltojen ajankohdat.

Varastossa olevista varaosista ei ollut aikaisemmin pidetty tarkkaa kirjanpitoa, vaan varastossa olevien varaosien määrä oli pääosin kunnossapito henkilöstön muistin varassa. Tästä aiheutui koneiden huolloissa turhaa viivästymistä, kun tarvittavia varaosia jouduttiin tilaamaan koneen jo ollessa epäkunnossa.

Vuonna 2011 Rajaville Oy:n tehtailla otettiin käyttöön iNetto – kunnossapitojärjestelmä. Järjestelmään kirjattiin kaikkien tuotannossa olevien koneiden pohjatiedot. Varaosien tiedot kirjataan järjestelmään aina silloin, kun uusia varaosia tilataan. Näin pyritään ehkäisemään, ettei järjestelmään tulisi ”ylimääräisiä varaosia”. Järjestelmään kirjataan myös koneiden ennakkohuollot, josta ne voi helposti tarkastaa. Myös työmääräimen saa tulostettua, jolloin kunnossapito henkilökunta tietää varata tarvittavat varaosat ja työvälineet jo valmiiksi ennen kuin aloittaa huoltotoimenpiteitä. Kuvassa kolmesta on esitetty iNetto – kunnossapitojärjestelmän laitekortti.



**Kuva 13. iNetto – kunnossapitojärjestelmän laitekortti //**

Kunnossapitojärjestelmän laitekortista on helposti tarkistettavissa koneen tuleva ennakkohuolto. Varaosa -kentästä nähdään, onko tulevaan huoltoon varastossa tarvittavat varaosat sekä niiden varastomäärä. Laitekorttiin voidaan myös kirjata ylös, jos koneen huollossa tai käytössä on ilmennyt jotain ongelmia.

Kunnossapitojärjestelmän käyttö on aloitettu kesällä 2011 ja siitä johtuen sinne ollaan vasta keräämässä tarvittavia varaosalistoja. Järjestelmään voisi alkaa myös keräämään koneiden työtunnit ja valukoneiden valumäärät tarkasti ylös. Näin saataisiin aina nopeasti ajankohtaista tietoa tietyn koneen työtunneista ja valumääristä.

## 11. YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä Rajaville Oy Haukiputaan tehtaalla käytössä olevien ontelolaattakoneiden kulumiseen sekä kuluneiden valukoneiden käytön vaikutuksiin tehtaassa tuotannossa. Valukoneille laadittiin kulumisen seurantalomakkeita, joilla voi seurata osien kulumista loppuun ja pystyä suunnittelemaan ennakkohuollot. Työn tekemistä helpotti se, että olin ollut aikaisemmin töissä ontelolaattatehtaalla tuotannossa ja koneiden toiminta oli minulle tuttua.

Opinnäytetyötä tehdessäni eteeni tuli uusia asioita liittyen koneiden kunnossapitoon. Opinnäytetyön tekemistä vaikeutti se, että tutkimusjaksolla valukoneilla valettiin vuodenaika huomioon ottaen vähän valuneliöitä. Vanhoja huoltodokumentteja tutkimalla löytyivät kulutusosien edelliset vaihtoajankohdat. Päivämäärien perusteella löytyi iNetto -järjestelmästä neliömäärät, kuinka paljon koneilla oli valettu kyseisellä aikavälillä. Samalla pystyi myös suorittamaan tarvittavat kulutusosamittaukset luotettavasti. Työ oli antoisaa, koska oli todella mielenkiintoista tehdä mittauksia ja laskea eri osien kulumisnopeutta sekä sai tutkia osien kulumisen vaikutusta koneen toimintaan.

Valukoneiden kulumista tutkiessani yllätyin siitä, että kuinka paljon niiden pienikin kuluminen lisää tuotantokustannuksia. Betonimassan menekki kasvaa huomattavasti, jos valukoneen ontelotuurnat ajetaan aivan loppuun. Olisikin mielenkiintoista tietää, milloin ontelotuurnien ja syöttöruuvien vaihtoajankohta on taloudellisesti kannattavaa yrityksen laskelmien mukaan: ontelotuurnien kuluminen aiheuttaa betonin menekin kasvua ja näin nostaa laatan painoa tarpeettomasti. Syöttöruuvien kuluminen hidastaa koneen kulkua ja kuluneilla syöttöruuveilla valaminen voi aiheuttaa jopa yhden valupetin valamatta jäämisen työpäivän aikana.

Koneen rakenteesta johtuen kaikkien osien huoltoa ei voi toteuttaa yhdellä huoltokerralla, koska eri kulutusosat kuluvat eritahdissa. Lisäksi joidenkin kulutusosien säätömahdollisuus kulumisen mukaan lisää niiden elinkaarta huomattavasti.

Olisi tärkeää saada kaikki koneiden parissa työskentelevät henkilöt ymmärtämään koneiden huoltojen, puhdistuksen ja oikeanlaisen käytön vaikutus koneiden virheettömään toimintaan. Samalla estettäisiin turhien tuotantokatkosten syntymistä, josta aiheutuu yritykselle vuositasolla huomattavia taloudellisia menetyksiä.

Tehtaan muillakin koneilla olisi suotavaa olla tarkat ennakkohuoltosuunnitelmat. Huoltojen joustavuutta helpottaa se, että melkein jokaiselle koneelle löytyy korjauksen ajaksi varakone, jota voi käyttää huollon ajan. Huoltojen suunnittelu ei kuitenkaan saisi perustua siihen, että aina on mahdollisuus käyttää huollon aikana varakonetta. Varakoneiden tarkoitus on se, että niiden käyttö sallittaisiin vain odottamattoman konerikon sattuessa.

## 12. LÄHDELUETTELO

- /1/ Elematic Oy Ab, 2012 Company profile
- /2/ Elementtisuunnittelu, [WWW-dokumentti],  
[<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>], 3.1.2012
- /3/ Honkala, Jari, Ontelolaattavalukoneen huolto-ohjelma, Tampereen  
Ammattikorkeakoulu, Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, Opinnäytetyö,  
2008
- /4/ Järviö, Parantainen, Piispa, Åström, Kunnossapito, 4, Kp-Media Oy, 2007
- /5/ Kauppalehti, [WWW-dokumentti],  
[<http://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/rajaville+oy/20048474>], 9.10.2011
- /6/ Pce Engineering Oy Ab, huoltokirja, 21004, 1.1.2012
- /7/ Rajaville Oy, iNetto -kunnossapitojärjestelmä, 30.8.2011
- /8/ Rajaville Oy, kotisivu, [WWW-dokumentti], [[www.rajaville.fi](http://www.rajaville.fi)], 3.1.2012

## **13. LIITELUETTELO**

LIITE 1 Kulutusosaseurantalomake

LIITE 2 Vikailmoituslomake

## Liite 1. Kulutusosaseurantalomake

<b>Käytetyt vara- ja kulutusosat</b>					
<b>Kohde</b>	Tarkastus, kun valettu m <sup>2</sup>	I vaihto m <sup>2</sup>	II vaihto m <sup>2</sup>	III vaihto m <sup>2</sup>	Valettu keskim. m <sup>2</sup>
<b>Ruuvit</b>					
Laitaruuvit	15 000				
Keskimmäiset ruuvit	15 000				
Ruuvien akselit	100 000				
Syöttöruuvien laakerit	40 000				
Akselitiivisteet	100 000				
Ketju- ja ruuvienketjupyörät	20 000				
Syöttöruuvien ketjupyörät	25 000				
Hihnapyörät	200 000				
<b>Tuurnat</b>	15 000				
Pitkittäissuuntainen epäkesko-liikehdintä	20 000				
Kiilahihnan liikkuvuus	25 000				
Hihnapyörät	200 000				
Keinuliike	20 000				
<b>Sivulaidat</b>					
Kulutuslevyn, kyljet	30 000				
Vaarnalistat	6 000				
Kumivaimentimet	30 000				
Epäkeskorenkaat	20 000				
Liitokset	20 000				
<b>Hiertopalkki</b>					
Kulutuslevy	20 000				
Viisteet	40 000				
Epäkeskorenkaat	20 000				
Akselit	50 000				
Laakerit	30 000				
Nivelet, holkit, tapit ja liitokset	60 000				
Hammashihna	40 000				
Punosohjurit	10 000				
Massakouru	10 000				

## Liite 2. Vikailmoituslomake

<b>Kone</b>	
<b>Päiväys/ilmoittaja</b>	
<b>Tarkka kuvaus viasta</b>	
<b>Päiväys/mitä korjattu</b>	
<b>Käytetyt varaosat</b>	



