

Mauno Tapani Kulmala

**Vaskiluodon Voima Oy:n Seinäjoen voimalaitoksen
polttoainejärjestelmän nykytilan selvitys ja
kehitysehdotukset puuperäisillä polttoaineilla toimivaksi.**

Opinnäytetyö

Kevät 2013

Tekniikan yksikkö

Kone- ja tuotantotekniikka

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Mauno Tapani Kulmala

Työn nimi: Raportti polttoainejärjestelmän kehitysehdotuksista Vaskiluodon Voima Oy:n Seinäjoen voimalaitoksella

Ohjaaja: Jukka Pajula

Vuosi: 2013

Sivumäärä: 51

Liitteiden lukumäärä: 4

Tämä opinnäytetyö tehtiin Vaskiluodon Voima Oy:n omistamalle Seinäjoen voimalaitokselle. Työssä tutustutaan voimalaitoksen polttoaineen käsittelyjärjestelmän laitteisiin ja rakenteisiin.

Työssä tehtiin polttoaineen käsittelyjärjestelmän nykytilan selvityksen lisäksi suunnitelmaa polttoaineen käsittelyjärjestelmän kehittämiseksi paremmin toimivaksi.

Tutkimusta tehtiin voimalaitoksen käyttöhenkilökunnalle tehdyin kyselytutkimuksin nykytilan selvittämiseksi ja tuotantojärjestelmään kirjattuihin vikoihin tutustumalla.

Lopuksi tehtiin tutkimukset ja ehdotukset paremmin soveltuvista laitteista laitokselle.

Avainsanat: polttoaineet, ominaisuudet, energiantuotanto, energiapuu

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Author: Mauno Tapani Kulmala

Title of thesis: Report of the fuels systems with development suggestions at the
Seinäjoki Power plant of Vaskiluodon Voima Oy

Supervisor: Jukka Pajula

Year: 2013 Number of pages: 51 Number of appendices: 4

This thesis has been prepared for the Seinäjoki power station of Vaskiluodon Voima Oy to explore the fuel process system apparatus and construction of the power station.

This thesis is a research of the fuel process system of today with a fuel process system development in the future.

The research was carried out by interviews of the personnel and getting acquainted with the faults recorded in the manuals.

Finally the investigations were made and the suggestions of the better equipment to be used at the plant were made.

Keywords: fuels, attributes, energy production, energy wood

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO	5
KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET.....	7
1 JOHDANTO	10
1.1 Opinnäytetyön taustaa	10
1.2 Opinnäytetyön tavoite	10
1.3 Työn rakenne.....	11
1.4 Voimalaitoksen esittely	12
2 PUUPOLTTOAINEET JA LAITTEIDEN KOSKETUSPINNAT	14
2.1 Puupolttoaineet.....	14
2.2 Kuluminen.....	15
2.3 Kitka.....	16
2.4 Kovahitsaus	18
2.5 Laserpinnoitus.....	19
2.6 Terminen metalliruiskutus	20
2.7 Keraamiset pinnoitteet	20
2.8 Muovipinnoitteet.....	21
3 KULJETTIMIEN LIUKUPINTOJEN KITKAVERTAILU	22
4 ONGELMAT PUUPERÄISTEN POLTTOAINEIDEN KÄSITTELY- JA KULJETINLAITTEISSA SEVOLLA 2012.....	23
5 LAITTEIDEN NYKYTILA JA KEHITYS	24
6 MUUT KEHITYSTYÖT	46
7 TULOKSET	47
8 YHTEENVETO	49
LÄHTEET	50
LIITTEET.....	52

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Sevo (Sevo esite 1988).....	12
Kuvio 2. Sevon asemapiirros (Sevo esite 1988).	13
Kuvio 3. Sevon prosessikaavio (Sevo esite 1988).	13
Kuvio 4. Kovuusmittauskone SeAMK:in materiaalilaboratoriossa.....	19
Kuvio 5. Kitkakoe puu / vaneri.	21
Kuvio 6. Kitkakoe puu / PE-muovi.....	22
Kuvio 7. Peräpurkukuljetin.	24
Kuvio 8. Kolapurkain.	25
Kuvio 9. Taskupurkaimen kulunut seinälevy.	26
Kuvio 10. Repijätelat.	26
Kuvio 11. Repijätelan laakeri ja.....	27
Kuvio 12. Hihnakuuljetin.	28
Kuvio 13. Hihnakuuljettimen moottori, nestekytin ja vaihde.	29
Kuvio 14. Magneetti.	30
Kuvio 15. Bakker Magnetics hihnamagneettierotin.	31
Kuvio 16. Kiekkoseulassa kertynyttä muovikuitua.....	32
Kuvio 17. Kiekot epäjärjestyksessä.	32
Kuvio 18. Kiekkojen järjestys oikein.	33
Kuvio 19. Hihnaohjuri (pitkällä hihnakuuljettimella).	34
Kuvio 20. Varastosiilon ruuvipurkain.	35
Kuvio 21. Varastosiilon ruuvipurkaimen sisimmät lehdet.	36
Kuvio 22. Jakokolakuuljetin.....	38
Kuvio 23. Säätoluukku.	39
Kuvio 24. Kattilasiilon alaosa, ruuvipurkaimen kääntölaitteet ja kolakuuljetin.	40
Kuvio 25. Kolakuuljettimet 2 ja 3.	41
Kuvio 26. Polttoainelinjan kolakuuljettimen rataan taustalaippa.....	42
Kuvio 27. Syöttöruuvin kotelo kolakuuljettimen alapuolella.....	42
Kuvio 28. Syöttöruuvin katkennut akseli ja uusi IMAGRO M materiaalia.	43
Kuvio 29. Sulkusyötin.....	44
Kuvio 30. Tunkijaruuvi.....	45

Taulukko 1. Kitkakertoimia (Taulukot.com, [Viitattu 26.1.2013]).	17
--	----

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

Arttu	Tuotannon ohjausjärjestelmä.
Hihnakaavari	Hihnakuiljettimien päissä olevat poikittais-, aura-, tai irtopalamalliset hihnanpuhdistimet.
Hihnakuiljetin 1	Vastaanottorakennuksen kellarista seulomoon nouseva hihnakuiljetin.
Hihnakuiljetin 2	Seulomorakennuksesta varastosiilolle nouseva hihnakuiljetin.
Hihnakuiljetin 3	Varastosiilokellarista kattilasiilujen yläpäähän nouseva pitkä hihnakuiljetin.
Jakokolakuiljetin	Kattilasiiloihin polttoaineen jakava metallikolin varustettu kuiljetin.
Jakolaite	Kääntyvä jakopelti joka jakaa joko siiloon tai toiseen siiloon menevälle hihnakuiljettimelle.
Karbiidikovuus	Rautametallin mikrokovuus.
Kattilasiilot	3 kpl lieriömäisiä polttoainesiiloja kattilarakennuksessa.
Kolakuiljettimet	1 kpl L=8 m pitkä kolakuiljetin 2-kattilasiilosta pitkälle 2-kolakuiljettimelle siirtävä kuiljetin.
Kolakuiljettimet	3 kpl, pituus 32 m kattilasiilujen alapäästä polttoainetta siirtäviä kuiljettimia.1-,2- ja 3-polttoainelinjat.
Kolapurkain	Vastaanottorakennuksen pitkittäiskolakuiljetin.
Magneetti	Edellisen hihnakuiljettimen yläpäässä oleva metallia polttoaineesta erotteleva sähkömagneetti.

Metsätähdehake	Eli hakkuutähdettä on muun muassa avohakkuissa metsään jäävät oksat, latvukset neulasineen ja lehtineen.
Murskain	Kahdella kiekkoterin varustetulla akselilla oleva murskain.
Näytteenotin	Hihnakuljettimelta koukkaava, polttoaine-näytteen ottava laite.
PE	Polyeteenimuovi.
Peräpurkukuljetin	Vastaanottorakennuksen poikittainen kolakuljetin.
Repijätelat	Kolapurkaimen päässä olevat polttoainemassa ”pöyhivät” putki-akselit joissa hitsattu polttoainemassaa repiviä lattarautoja.
Ruuvipurkaimet	Jokaisessa siilossa olevat kierukkaruuvipurkaimet purkavat polttoaineen seuraaville kolakuljettimille.
Ruuvipurkain	Varastosiilosta polttoainetta seuraavalle hihnakuljettimelle siirtävä 8 m pitkä kierukkaruuvipurkain.
Seula	Metallikiekkoakseleilla varustettu koteloitu seula.
Sevo	Vaskiluodon Voima Oy:n Seinäjoen voimalaitos.
Sprinklerlaitteet	Automaattisen palosammutusjärjestelmän laitteet.
Sulkusyöttimet	6 kpl lokeromaisia syöttimiä siirtävät polttoaineen kattilan ”polviosaan” 2- ja 3-polttoainelinjoilta ja 3 kpl siirtää ”tunkijaruuveille” 1-polttoainelinjalta.
Syöttöruuvit	Ø400 kolakuljettimien pohjassa olevia kierukkaruuveja jotka ottavat polttoainetta alapuolisiin sulkusyöttimiin.
Säätöluukut	Säätöluukuilla voidaan annostella polttoaine kattilasiiloihin.

Tunkijaruuvit	3 kpl Ø 400 kierukkaruuvikuljettimia työntää polttoainetta kattilaan 1 polttoainekolakuuljettimen sulkusyöttimien alapuolella.
Varastosiiilo	2000 m ³ nettotilavuinen ylöspäin kapeneva polttoainevarasto.
Ø	Halkaisijamitta.

1 JOHDANTO

Energiantuotannosta suurin osa maailmassa perustuu fossiilisten polttoaineiden käyttöön (IEA 2007). Vuoteen 2030 mennessä energian kokonaiskulutus kasvaa vuodessa noin kaksi prosenttia (IEA 2006).

Fossiilisten polttoainevarojen hinta ja niukkuus kannustavat tuottamaan energian muulla tavalla ja muilla polttoaineilla. Euroopan unionin asettamalla päätöksellä jäsenmaat sitoutuvat vähentämään päästöjä vuoteen 2020 mennessä 20 prosenttia. Fossiilisille polttoaineille yhtenä korvaajana pidetään bioenergiaa. (Euroopan komissio 2010.)

1.1 Opinnäytetyön taustaa

Voimalaitoksessa on enenevässä määrin lisätty puuperäisten polttoaineiden käyttöä turpeen nostojen haitanneiden sateisten kesien ja poliittisten päätösten johdosta. Ongelmien aiheutuminen kuljetinjärjestelmässä puuperäisillä polttoaineilla luo pohjan tälle tutkimus- ja kehitystyölle.

1.2 Opinnäytetyön tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää ja suunnitella kiinteän polttoaineen kuljetinjärjestelmän mahdollisimman hyvät laite-, materiaali- ja käyttöratkaisut puuperäisiä polttoaineita käytettäessä.

Tavoitteena on kirjata järjestelmässä aiheutuneet ongelmatilanteet, laitteiden nykytila, tutustua vastaavien polttolaitosten tekemisiin ratkaisuihin, tehdä materiaalikokeita ja vertailuja ja valita tällä hetkellä parhaita markkinoilla olevia materiaaleja kohteisiin, joiden pohjalta laaditaan kehitysehdotukset.

Aihe rajattiin käsittämään ainoastaan voimalaitoksen kuljetinlinja numero 1: den laitteet, vastaanottokuljettimilta aina varastosiilolle asti. Joka käsittää vastaanottokuljettimet, repijätelat, hihnakuljettimet, mangneetti, seula, murskain,

näytteenottolaitteet, jakolaite, varastosiilo 1. Lisäksi työn piiriin kuuluu pitkä hihnakuljetin, säätöluukut, kattilasiilot, kattilarakennuksen polttoainelinjat, syöttöruuvit, sulkusyöttimet ja tunkijaruuvit.

1.3 Työn rakenne

Työssä selvitetään kuljetinjärjestelmässä aiheutuneet ongelmatilanteet ja laitteiden nykytila, joiden pohjalta laaditaan kehitysehdotukset.

Ongelmatilanteet kartoitetaan henkilöstöhaastatteluin ja arttu-järjestelmään kirjattujen vikojen listasta, minkä jälkeen tutkitaan laitteiden ja rakenteiden nykyistä kuntoa mm. huoltoseisokin aikana laitemittauksin ja silmämääräisesti. Laitteiden tarkastuksia ja mittauksia tehtiin myös ennakkohuoltokierroksilla.

Voimalaitoksen käyttö- ja kunnossapitohenkilökunnille tehtiin kirjallinen kyselytutkimus alkuvuodesta 2012 puuperäisten polttoaineiden aiheuttamista ongelmista kuljetinjärjestelmässä jonka tulokset (liitteessä 1). Määräaikaan mennessä 29.2.2012 vastauksia tuli kuudelta henkilöltä.

Laiteparannus suunnitelmia tehtiin materiaalivertailuin, kovuuskokein, liukukokein sekä tutustuen erilaisiin tutkimuksiin, ammattihenkilöiden kokemuksiin, laitevalmistajien ohjeisiin ja vastaavien polttolaitosten tekemiin ratkaisuihin.

1.4 Voimalaitoksen esittely



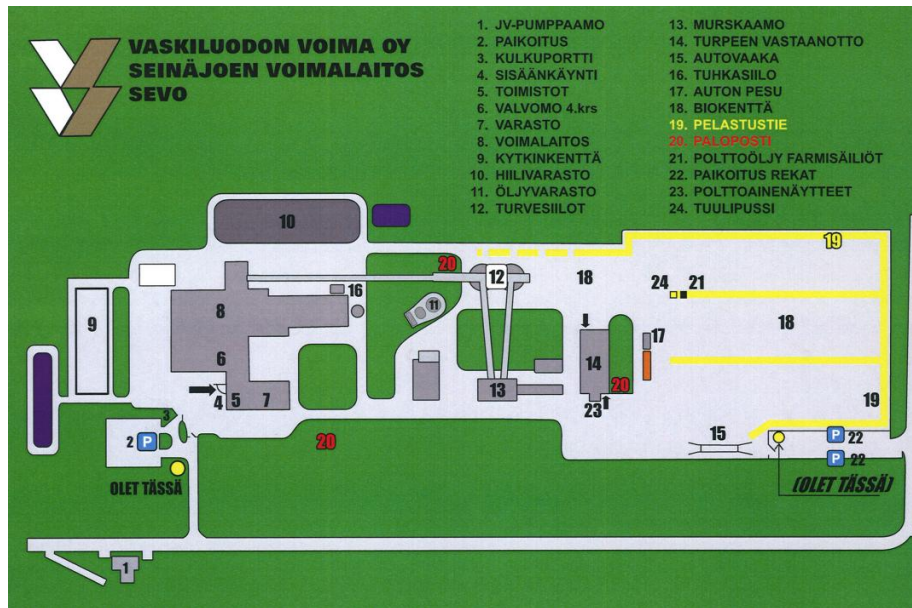
Kuvio 1. Sevo (Sevo esite 1988).

Vaskiluodon Voima Oy:n omistama Seinäjoen voimalaitos, Sevo (kuviot 1 ja 2) sijaitsee noin kuusi kilometriä Seinäjoen keskustasta Kyrkösjärven rannalla. Voimalaitos tuottaa sähköä 125 megawatin teholla ja kaukolämpöä 100 megawatin teholla.

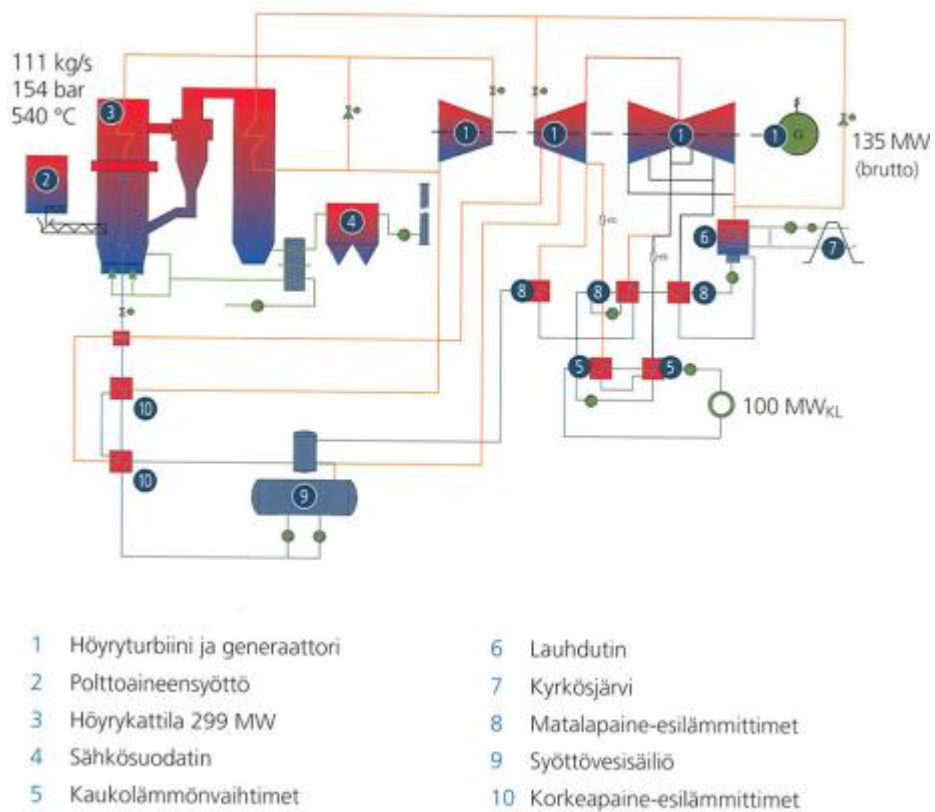
Voimalaitoksen kiertoleijukattilassa polttoaineena käytetään turvetta ja enenevässä määrin biopolttoaineita, joista merkittävänä osana puuperäiset polttoaineet.

Höyryturbiini on kolmiosainen väliottolauhdeturbiini (kuvio 3), jossa on säädetyt väliotot kaukolämmönvaihtimille sekä välipaine- että matalapaineosassa. Väliottoja on yhteensä kuusi kappaletta.

Seinäjoen voimalaitosta rakennettaessa on kiinnitetty huomiota erityisesti ympäristötekijöihin. Kattilatyypin valinnassa ratkaisevana perusteena olivat ympäristöpäästöt. Kiintoaineen erotuksessa käytetään sähkösuodatinta. (Sevo esite 1988).



Kuvio 2. Sevon asemapiirros (Sevo esite 1988).



Kuvio 3. Sevon prosessikaavio (Sevo esite 1988).

2 PUUPOLTTOAINEET JA LAITTEIDEN KOSKETUSPINNAT

2.1 Puupolttoaineet

Sevon puupolttoaineina käytetään kuorta, sahanpurua, kutteria, metsähaketta, suokantohaketta, metsäkantohaketta, kreosoottikyllästettyä puuta, lauta-/paaluhaketta ja puhdasta kierrätyspuuta (Hiipakka 2012).

Puun rakenneaineista tärkeimpiä ovat selluloosa, hemiselluloosat, ja ligniini. Männyssä, koivussa ja kuusessa selluloosaa on 40–45 % ja hemiselluloosia 25–40 % kuiva-aineen painosta. Männyyn ja kuusen hemiselluloosapitoisuus on alhaisempi (25–28 %) kuin lehtipuiden, esimerkiksi koivun (37 %). Ligniinipitoisuus havupuilla on 24–33 % ja lehtipuilla 16–25 %. Ligniini sitoo kuidut toisiinsa ja antaa puulle mekaanisen lujuuden. Ligniini sisältää paljon hiiltä ja vetyä, eli lämpöä tuottavia aineita. Puussa on myös uuteaineita (terpeeneja, rasva-aineita ja fenoleja), joita voidaan uuttaa puusta orgaanisilla neutraaleilla liuottimilla. Puun pihka esimerkiksi koostuu näistä aineista. Uuteaineita puussa yleensä on alle 5 %, kuoressa niitä voi olla 30–40 %. Pihkapitoisuus männyllä on 2,5–4,8 %, kuusella 1,0–2,0 % ja koivulla 1,1–3,6 %. (Jensen 1977, 446; Hakkila & Heiskanen 1978, 448-459; Kärkkäinen 1971, 248 ; Sjöström 1978, 241 ; Verkasalo 1988 ,3.)

Puupolttoaineiden laatu Sevolla on päätetty pitää kosteuspitoisuuden osalla K 3 eli maximi 60 % ja partikkelikoko P 3 eli 95 % < mm, hake 60 mm, puru 20 mm ja kuori 200 mm.

Puupolttoaineen mukana polttolaitokseen tulee kovia, hiovia partikkeleita, kuten hiekkaa. Myös puupolttoaineen kuitumaisuus, pitkä palakoko ja kosteus aiheuttavat kitkaa ja vaativat suurempia tehoja voimalaitoksen laitteissa. Partikkelit ja kitka puolestaan aiheuttaa kulumista laitteissa. Kovien hiovien partikkeleiden poisto polttoaineesta ei taloudellisesti ole kannattavaa.

Kosteuden minimointiin voidaan vaikuttaa peittelemällä aumoina varastoidut puupolttoaineet esimerkiksi tervapaperilla joka on Ruotsissa yleistä mikä ei aiheuta voimalaitoksen prosessiinkaan joutuessa ongelmia. Ruotsissa tehdyn tutkimuksen mukaan peitetystä hakkuutähteistä tehty hake on talvella noin 10 %

kuivempaa kuin peittämättömästä hakkuutähteestä tehty hake (Hillebrand & Nurmi 2000, 56).

2.2 Kuluminen

Kuluvalta pinnalta materiaalin irtoaminen usein tapahtuu eri mekanismien vaikutuksista. Tärkeimmäksi voidaan kuitenkin määritellä kulumismekanismi johon on kiinnitettävä eniten huomiota. Kulumisvaurioiden syyt teollisuudessa kulumismekanismien kesken jakautuvat seuraavasti. (Koivisto ym. 1999, 27.)

-abasiivinen kuluminen	55 %
-adhesiivinen kuluminen	15 %
-väsymiskuluminen	15 %
-tribokemiallinen kuluminen	15 %

Abrasiivinen kuluminen on vastinpintojen välissä olevan partikkelin tai pintojen ulokkeiden aiheuttamaa naarmuuntumista, seurauksena materiaalia poistuu kappaleen pinnasta. Abrasiivinen kuluminen, josta myös käytetään nimitystä hiontakuluminen, jaetaan kahteen tapaukseen, joita nimitetään kahden ja kolmen kappaleen abraasioiksi. Kahden kappaleen abraasiassa kova materiaali liikkuu toista pehmeämpää materiaalia vasten, jolloin kovemman materiaalin pinnankarheus kuluttaa pehmeämpää pintaa. Kolmen kappaleen abraasiassa kahden materiaalin välissä on teräviä ja kovia partikkeleja, jotka riippuen materiaalien ominaisuuksista kuluttavat toista pintaa tai molempia pintoja. Yleensä abrasiivinen kuluminen alkaa kahden kappaleen abraasiona kolmen kappaleen abrasiiviseksi kulumiseksi, jossa pinnoista irronneet pintojen välissä olevat kulumispartikkelit ovat muokkauslujittumisesta johtuen kovettuneet. (Parikka & Lehtonen 2000, 9.)

Adhesiivinen kuluminen tapahtuu, kun riittävän suuri pintapaine kahden metallipinnan välillä saa aikaan muodonmuutosta, josta seurauksena on mikrohitsejä pintojen välillä, jolloin tapahtuu kylmähitsautuminen. Liikkeen jatkuessa hitsit murtuvat heikomman "perusaineen" puolelta ja tapahtuu pinnan

kuluminen. Adheesiivisen kulumisen kannalta on edullista, kun metallipintojen välillä on epäpuhtauksia ja metalleja peittää paksu oksidikalvo. Myös materiaalien valinta niin, että niiden välille ei muodostu metallienvälisiä yhdisteitä parantaa kulumiskestävyyttä. Metalliparin ollessa kiderakenteiltaan toisistaan poikkeava, on kuluminen vähäisempää (esimerkiksi teräs / Albro Mn). (Impomet Oy, [Viitattu 20.8.2012].)

Väsymiskuluminen edellyttää pitkäaikaista vaihtelevansuuntaista tai -suuruista mekaanista rasitusta. Kuormitettaessa materiaalin pintaa siihen vaikuttaa maksimipuristusjännitys ja pinnan alapuolella maksimileikkausjännitys. Ensimmäiset materiaalin myötämisisilmiöt tapahtuvat pinnan alapuolella tästä syystä, näin pinnan alle muodostuu toistuvien kuormitusten, plastisten dislokaatioliikkeiden ja deformaatioiden seurauksena säröjä, jotka etenevät jokaisella kuormanvaihtoluvulla lopulta aikaansaaden kulumispartikkelin irtoamisen. Päästyään alkuun vaurioituminen jatkuu kiihtyvällä nopeudella yleensä pinnanlaadun huononemisen seurauksena. (Parikka & Lehtonen 2000, 10.)

Tribokemiallisesta kulumisesta puhutaan silloin, kun kuluva pinta reagoi ympäristössä olevien esimerkiksi korroosiota tai hapettumista aiheuttavien aineiden tai voiteluaineiden kanssa. Materiaalien kulumiseen vaikuttavat ratkaisevasti kuluttavan ja kuluvan pinnan toimintaolosuhteet ja materiaaliominaisuudet. Nämä muodostavat tribologisen kulumismekanismiin, jolla pinnasta irtoaa materiaalia. (Koivisto, Laitinen, Niinimäki, Tiainen, Tiilikka & Tuomikoski 1999, 27.)

Iskukulumisessa metallin pintaa kohdistuu iskumainen kuormitus, jolloin kuluminen tapahtuu muodonmuutoksena tai murtumisena. Iskukulumisessa ratkaisevaksi tekijäksi muodostuvat metallin sitkeys ja lujuus (Impomet Oy, [Viitattu 20.8.2012].)

2.3 Kitka

Kitka (voima) on kappaleen liikettä vastustava voima. Kappaleen liikkeessä kyseessä on liukukitkasta. Liukukitkaan eivät vaikuta pintojen pinta-alat eivätkä

nopeudet. Pyörän pyöriessä vallitsee vierimiskitka, joka on pienempi kuin liukukitka. Lepokitka vaikuttaa levossa alustaan nähden olevaan kappaleeseen. Ennen liikkeelle lähtöä vaikuttaa suurin lepokitka eli lähtökitka. (Hautala & Peltonen 2007, 32, 33.)

Liikekitka on pienempi kuin lepokitka. Kitkakertoimen arvo riippuu kosketuksissa olevista pinnoista katso (taulukko 1). Materiaalien välisiä kitkakertoimen arvoja, jotka ovat paljaita lukuja, näkyy esimerkiksi (taulukossa 1).

Kitkasta johtuva vastus aiheuttaa kulumista ja myös energian hukkaa prosessilaitteilla. Vähentämällä kitkaa saadaan säästettyä runsaasti energiaa ja rahaa.

Taulukko 1. Kitkakertoimia (Taulukot.com, [Viitattu 26.1.2013]).

Kitkakertoimia (ohjeellisia)		
Ainepari	Lepokitkakerroin	Liikekitkakerroin
teräs ja jää	0,027	0,014
teräs ja teräs (voitelu)	0,11	0,05
teräs ja teräs (ei voitelua)	0,15	0,12
kumi ja jää (märkä)	0,1	0,08
kumi ja jää (kuiva)	0,2	0,15
kumi ja asfaltti (märkä)	0,6	0,5
kumi ja asfaltti (kuiva)	0,8	0,7
puu ja kivi	0,7	0,3
puu ja puu	0,5	0,3
teflon ja teflon	0,04	0,04

Kitkakertoimeksi kutsutaan kuormittavan voiman ja kitkavoiman suhdetta kaavan (1) mukaisesti, joka pysyy vakiona kuorman kasvaessa.

$$\mu = F / N \quad \text{kaava (1)}$$

jossa

μ on kitkakerroin

F on vetoon käytetty voima

N on tukivoima eli vaakapinnalla vedettävän kappaleen paino.

Liikutettaessa kappaletta, vasten oleva pinta-ala ei vaikuta kitkavoiman suuruuteen. Kitkavoiman suuruuteen liikenopeus ei yleensä vaikuta. Pintojen laatu vaikuttaa kitkakertoimeen.

Kitka muuttuu energiaksi kaavan (2) mukaisesti.

$$W = F * s \quad \text{kaava (2)}$$

jossa

W on energia

F on kappaletta liikuttava voima

s on partikkelin kulkema matka.

Tällöin partikkeliin varastoitunutta energiaa muuttuu lämmöksi.

2.4 Kovahitsaus

Kovahitsauksessa kulumiskestävyys saadaan aikaan perusaineen pinnalle tuoduilla kovilla karbiideilla. Näin ollen makrokovuutta eli perusmassan kovuutta mittaamalla (kuvio 4) ei saada käsitystä pinnoitteen kulumiskestävydestä, jonka ratkaisee karbiidien tyyppi ja määrä karbiidikovuus on yhtä kuin mikrokovuus

perusmassassa. Huomioitava että HRC-kovuus ilmaisee vain perusmassan kovuuden. Nyrkkisääntönä todetaan että hitsauslisäaineen kovuus on oltava 1,6 x kuluttavan partikkelin kovuus. (Impomet Oy,[Viitattu 20.8.2012].)



Kuvio 4. Kovuusmittauskone SeAMK:in materiaalilaboratoriossa

2.5 Laserpinnoitus

Laserpinnoitus on pinnoitushitsausmenetelmä, jossa lämpö siirretään työkappaleeseen lasersäteellä. Lisäaine ja perusaine sulatetaan laserilla siten, että lisäaineen muodostaman pinnoitteen ja perusaineen väliin syntyy sulaliitos. Lisäaine tuodaan prosessiin yleensä jauhemaisena, joskin lankaakin voidaan käyttää (Ketek 2005).

Suurin osa koneenosista, jotka kunnostetaan laserpinnoituksella, ovat erilaisia akselityyppisiä osia, joiden materiaali on nuorrutusterästä tai martensiittista ruostumatonta terästä. Nämä kunnostetaan useimmiten noin 40...50 HRC kovuudella stelliillä (esim. Stelliitti 21) tai martensiittista ruostumatonta terästä (esim. AISI 431) käyttäen. Pinta koneistetaan mittaansa pinnoituksen jälkeen, jolloin saadaan kunnostuksella usein alkuperäistä paremmin kohteessa kestävä pinta. Jos tarvitaan yli 3 mm korjauskerros, voidaan käyttää ensin halpaa teräsjauhetta täyttökerrokseen (Ketek 2005).

Kulumismuotoihin liittyy usein vielä korroosio ja korotettu lämpötila. Erilaiset kulumisen muodot vaativat myös pinnoitemateriaalilta erilaisia ominaisuuksia. Adheesiivista kulumista vastaan käytetään yleisimmin stelliittejä ja Ni-Cr-B-Si-seoksia, kun taas abrasiivista kulutusta vastaan käytetään karbideja sisältäviä

metallimatriisikomposiittejä, joissa metallimatriisiin sekoitetaan volframi-, kromi-, titaani- ja vanadiini- tai muita karbideja. Laserpinnoitus on suhteellisen kallista verrattuna tavanomaisiin menetelmiin (Ketek 2005).

2.6 Terminen metalliruiskutus

Termistä ruiskutusta voidaan pitää kaikkein monipuolisimpana pinnoitusmenetelmänä tekniikan laajan pinnoitemateriaalivalikoiman ansiosta. Terminen ruiskutus

- vähentää kulumista (*adheesio, abraasio, eroosio*)
- estää korroosiota
- täyttää ja korjaa kuluneita ja väärin työstettyjä koneenosia sekä paikkaa huokosia
- vaikuttaa sähköisiin ominaisuuksiin (*eristys, johtavuus*)
- vaikuttaa pintaominaisuuksiin (*ulkonäkö, kitka*). (Fincoat 2011.)

Pinnoitus tuo lisää osalle tai laitteelle käyttöikä ja vähentää varaosien sekä huollon tarvetta. Eli hyvä kovapinnoitus suojaa myös rahan kulumiselta. Yhteistä kaikille pinnoituksille on pyrkimys parantaa kappaleen pintaominaisuuksia. Suurin hyöty pinnoitteista tulee, kun koneenosa on mahdollista suunnitella ja valmistaa edullisemmista materiaaleista ja pinnoittaa vain kulutukselle alttiit pinnat. Suuria prosessiteollisuuden koneenosia on mahdollista pinnoittaa paikan päällä, jolloin kokonaiskustannukset ja seisokkiaika saadaan minimoitua. Huoltojen tarpeen vähentyminen, pidempi käyttöikä, rakenteiden keveneminen ja pienempi kitka merkitsevät laitteiden luotettavampaa toimintaa ja pienempiä käyttökustannuksia (Fincoat 2011).

2.7 Keraamiset pinnoitteet

Keraamiset pinnoitteet ovat yksi korjaus vaihtoehto kulutus- ja korroosion suojauksessa, millä saavutetaan kulutusta kestävä matalakitkainen pinta.

Pinnoitetta voidaan lisätä jälkeinpäin myös vanhan päälle. Pinnoitteen asennusaika on lyhyt, minkä ansiosta säästyy laitteen korjauskustannuksia.

2.8 Muovipinnoitteet

Muovipinnoitteita voidaan asentaa teollisuuden laitteisiin ja rakenteisiin esimerkiksi liimaamalla, ruiskuttamalla tai mekaanisesti. Pinnoite voidaan tarvittaessa vaihtaa tai lisätä. Muovipinnoitteella kitka on pieni. Muovipinnoitteen laadun valintaan vaikuttavat prosessissa käsiteltävät kemikaalit.

3 KULJETTIMIEN LIUKUPINTOJEN KITKAVERTAILU

Kitkavertailu (kuviot 5 ja 6) suoritettiin kolakuljettimen kolien alapuolista liukupintamateriaalia vertaillen, jota vasten polttoaine liikuu. Kitkan suuruus vaikuttaa laitteiden energiankulutukseen ja liukupintojen kulumiseen.

Kitkavertailua suoritettiin liikuttamalla kuivaa ja märkää puuta vanerin tai PE-muovin pinnalla. Puu, paino ja naru painoivat 5900 g. F-arvot mitattiin digitaalisella jousivaalla, jotka taulukoitiin excel-tietokoneohjelmaan laskien kitkakertoimet kaavalla (1).

$$\mu = F / N \quad \text{kaava (1)}$$

jossa

μ on kitkakerroin

F on vetoon käytetty voima

N= mg on pinnan tukivoima, eli vaakapinnalla se on vedettävän taakan paino, joista on laskettu keskiarvot ja keskihajonnat. Tuloksista on laadittu excel-kuvaajat (liite 2).



Kuvio 5. Kitkakoe puu / vaneri.



Kuvio 6. Kitkakoe puu / PE-muovi.

4 ONGELMAT PUUPERÄISTEN POLTTOAINEIDEN KÄSITTELY- JA KULJETINLAITTEISSA SEVOLLA 2012

Vaskiluodon Voima Oy:n Seinäjoen voimalaitoksen kuljetinjärjestelmä on suunniteltu pääosin turpeen käsittelyä varten. Nykyisin enenevässä määrin kuitenkin on käytetty puuperäisiä polttoaineita, joiden siirto ja käsittely vaatii laitteilta erilaista mekaanista kestävyyttä ja erilaisia rakenneratkaisuja kuin alunperin on suunniteltu.

Puupolttoaineista aiheutuvista ongelmista muodostuu jopa satojen tuhansien eurojen kustannukset laitteiden kulumisen, työkustannusten, laitoksen tehorojoitusten ja mahdollisten seisokkien takia.

Liitteenä olevassa luettelossa (liite 1) on Sevon käyttö- ja kunnossapitohenkilökunnalle tehdystä haastattelututkimuksesta ja Arttu-tuotannonohjausjärjestelmästä kirjattuja puuperäisten polttoaineiden aiheuttamia ongelmia Sevon polttoaineen käsittely- ja kuljetinlaitteissa. Haastattelua tehtiin kirjallisesti ja suullisesti, ja siihen osallistui runsaasti käyttö- ja kunnossapitohenkilöitä.

5 LAITTEIDEN NYKYTILA JA KEHITYS

Seuraavassa käydään läpi polttoaineen käsittelyjärjestelmää alkaen vastaanottoasemasta.

Peräpurkukuljetin. Vastaanottokolakuljetin (kuvio 7) on valmistettu taivutetuista sivulevyistä, näiden välillä olevista IPE-palkeista sekä keskilinjalla olevista kahdesta U-muotoon taivutetuista pituussuuntaisesta palkista, joista myös tukijalat kannattavat purkainta. Sivulta purkain on taivutettujen sivulevyjen varassa.

Pohjan muodostaa lankutus, jonka päällä on vaneri, jota vastaan siirrettävä materiaali on. IPE-palkkien päällä sijaitsevat kiskokourut ja näiden päällä liukukiskot ketjuille.

Materiaali siirretään eteenpäin kolamatoilla, joita on kaksi kappaletta purkaimessa. Kolamatto käsittää liukukiskojen (Polyeteeni 1000) päällä olevat ketjut ja näiden välissä olevat kolat.

Veto- ja taittoakseli ovat putkirakenteisia ja kummassakin on neljä ketjupyörää, joissa ketju kulkee. Vetoakselin pyörimisliike aikaansaadaan akselin toisessa päässä olevalla kartiopyörävaihdemoottorilla.



Kuvio 7. Peräpurkukuljetin.

Nykytila/kehitys: Liukupinta vanerien paksuus on 5.1.2012 noin 17 mm. Ketjun liukukiskot 20 mm Polyeteeni 1000 ovat kuluneet noin 6–7 mm urille ketjun reunan lattojen kohdilta. Kolat ja ketjut ovat ehjät. Ketjut ja ketjupyörät olivat vielä hyvät 4.6.2012. Pohjavaneri on kulunut.

Vaneri vaihdettiin PE 1000 -muoviksi 2012 vuosihuollossa. Ketjun PE 1000 -materiaalin liukukiskot tulee myös uusia 20 mm. Ketjupyörät tulee valmistaa Hardox 400 -materiaalista. Kuluneen ketjupyörien hampaat voi myös täytehitsata LAVA 600 tai vastaavalla kova-hitsauslangalla, hitsaukset tulee hioa samaan linjaan muiden ketjupyörien hampaiden kanssa.

Kolapurkain eli taskupurkain. Kolapurkain (kuvio 8) on rakenteeltaan samanlainen kuin peräpurkukuljetin.



Kuvio 8. Kolapurkain.

Kuljettimen pituus vetoakselista taittoakseliin on 27 m ja leveys 3,980 m. Kuljetinketju on M360-B-315 tyyppinen ja sen pituus on 56,7 m. Pohjalevyjä on 81 m² kuvassa vihreät PE 1000 UHMW -materiaalista kuten myös ketjun alapuoliset kulutuskiskot.

Vaihteina on KUMERA TD3500 lieriövaihteita 2 kpl ja KUMERA VM2160 hammasvaihteita 2 kpl. Sähkömoottoreina on 2 kpl HXUR / W408 G4 22kW / 1000 r / min. Laakereina kuljettimessa on 22228CC / W33 2 kpl ja 23156CCK / W33 pallomaiset kartiorullalaakerit 2 kpl.

Vetoakseli on \varnothing 521 mm putkea 25 mm seinämällä, johon on hitsattu 4 kpl vetorattaita ja putken päihin on hitsattu kahteen laippaan hitsatut umpiakselit, joista putken päästä 645 mm etäisyydellä on tulppahitsit ja toinen laippa on hitsattu ulkoreunasta putken reikään 6 mm:n pienahitsillä. Uloimmat hitsaukset pyrkivät kulumaan polttoaineen joutuessa vetoakselin ja seinän väliin. **Vetoakselin hitsaukset tulee tarkistaa ja vahvistaa jokaisessa huoltoseisokissa.** Taittopään akseli on \varnothing 355,6 x 10 putkea sileillä \varnothing 540 ketjupyörillä, putkeen hitsattu akselit laipoilla.



Kuvio 9. Taskupurkaimen kulunut seinälevy.

Nykytila/kehitys: 1-taskupurkaimen taittopäähän kertyy puuperäistä polttoainetta. PE-1000 UHMW -materiaaliset ketjun alapuoliset liukukiskot ovat kuluneet 6–7 mm. urille. Kun liukukiskot ovat kuluneet yli 7 mm urille, ketjun holkki alkaa hangata liukukiskoon ja holkin kuluminen alkaa. Kestää jopa useita vuosia ennen kuin 20 mm paksu liukukisko tai 6 mm seinämällä oleva ruostumaton ketjuholkki on liiaksi kulunut. Liukukiskot on vaihdettava ensimmäisenä. Ketjupyörät on täytehitsattu ruostumattomalla materiaalilla ja ovat vielä hyvät. Ketjut uusittiin huollossa 2012.

Seinävanerien (kuvio 9) alaosat vaihdettiin vuosihuollossa 2012 PE 1000 -materiaaliksi. Kuljettimen päädyn ohjaimet on vuorattu 2012 huollossa ruostumattomalla 304 L materiaalilla, kun aiemmat "mustat raudat" puupolttoaine on kuluttanut puhki.

Repijätelat. Repijätelojen (kuvio 10) tarkoitus on hajottaa ja syöttää polttoaine kolapurkaimelta tasaisena virtana alapuolelta poikittaissuuntaisesti lähtevälle hihnakuljettimelle. Repijälatoilla (80 x 120) varustetut repijätelaputket 2 kappaletta (\varnothing 457), jonka molemmissa päissä on akselit, jotka ovat pystylaakereilla kiinni runkorakenteessa. Repijätelan pyörimisliike saadaan aikaan telan toisessa päässä olevalla kartiovaihdemoottorilla. Repijätelat sijaitsevat aina alekkain pareittain.



Kuvio 10. Repijätelat.



Kuvio 11. Repijätelan laakeri ja seinän / akselin välinen tiivistepesä.

Nykytila/kehitys: Alempi repijätela on vaihdettu kokonaan uuteen 2012 huollossa. Alempi vaihde on kiinnitetty akseliin spesial kartioholkein, joiden piirrustukset (liitteessä 3) joilla estetään akselin sovitteen löystyminen vaihdelaatikon holkkiin. Aiemmin akselin/vaihdelaatikon sovite oli kulunut väljäksi. Repijätelan ja seinän väliin on jäänyt puuta ja turvetta, joka on kuluttanut akselia ja telan päädyn hitsaussaumaa. Akselin läpimenot ja samoin kuin telan päädyt uudessa telassa on rst-materiaalia. Tiivisteinä grafiittiset punostiivisteet, vaihdelaatikko on vaihdettu 2012 huollossa.

Repijätelojen repijälatat tulee pinnoittaa kovahitsaamalla Corodur 65:lla. Telan putken ja seinän väliin jäävät puupolttoainepalat tulee poistaa säännöllisesti esimerkiksi puukkosahalla, etteivät ne kuluta akselia eikä telanpään hitsauksia. Repijätela uusittaessa tulee akselin päälle tehdä ruostumaton kulutusholkki seinän läpimenon kohdalle (kuvio 11), joka tulee kovapinnoittaa hitsaamalla tai termisellä metalliruiskutuksella, joka lukitaan akseliin hitsilukituksella tai kuusiokoloruuveilla.

Hihnakuljetin. Hihnakuljettimen (kuvio 12) runko muodostuu kahdesta L-palkista, joiden välisiteenä on putkipalkki. Yläpuolen rullatelineissä olevat rullat (3 kpl/teline) kannattavat polttoainemateriaalia kuljettavaa hihnaa. Paluupuolen hihnaa kannattaa korvakkeiden varassa oleva yksimittainen rulla. Kuljetin roikkuu tunnelin osuudella katosta lattarautojen varassa. Taittopäässä kuljetinta on vahvistettu ja se tukeutuu lattiaan. Vetopää on putkipalkkirakenteinen ja tukeutuu tunnelin päähän. Vetopäässä on kumipäälysteinen vetorumpu, joka saa hihnan liikkeelle rummun akselilla olevan hammasvaihdemoottorin avulla. Vetopään lähellä on hihnan kiristys toteutettu kolmen rummun avulla. Keskimmäinen rumpu liikkuu kiristystarpeen mukaan alaspäin painojen avulla. Taittopäässä on kumipäälysteinen taittorumpu, jossa hihnan kulkusuunta kääntyy takaisinpäin.



Kuvio 12. Hihnakuljetin.

Nykytia/kehitys: Talvisin kylmä polttoaine on aiheuttanut kuljetinhihnan vetotelan ”sutimista” kylmennyttä kovettunutta hihnaa vasten. Hihna on uusittu 2011. Vetoakseli on kulunut vaihteiston (kuvio 13) kohdalta, akseli on sorvattu paikanpäällä 2012 suoraksi mittaan $\varnothing 108,46$ ja vaihteen holkki on koneistettu samaan mittaan. Vaihteelle on tehty huolto samaan aikaan. Kuljetinrullat ovat alkuperäisiä, osaan rullia on uusittu laakerit ja tiivisteet rikkoutumisien vuoksi. Kuljetintunneleissa on lämmitysputkisto, jossa pyritään pitämään tarvittava lämmityskierto. Kuljetintunnelit pestään kerran viikossa. Talvisin on pyrittävä olemaan kastelematta kylmentynyttä kuljetinhihnaa.

Kuljettimien pudotuskohdissa muodostuu kompostoituneen puupolttoaineen hengitykselle haitallisen kaasun kasautumista, joka tulisi poistaa ilmastointia

parantamalla joko painovoimaista tai koneellista poistoa käyttäen. Työterveyslaitos on tehnyt mittaukset asiasta keväällä 2011.

Polttoainematon vahvuuden mittauksen tunnistinpelti "saulus" on vaihdettu 2012 ruostumattomasta materiaalista Duplex-materiaaliin, puupolttoaine oli kuluttanut vanhan puhki.



Kuvio 13. Hihnakujujettimen moottori, nestekytin ja vaihde.

Magneetti. Joka on mitoiltaan 2,0 m leveä 1,8 m kuljettimen suunnassa (kuvio 14) hihnakuljettimen vetopäässä hihnan yläpuolella oleva ja ilman itsepuhdistusta. Teholtaan 2,23-11,4 kW tasajännitteinen. Maksimi kuljetinhihnan nopeus pitkittäiserottelussa 3,5 m / sekunnissa. Kuljetinhihnan suurin kaltevuuskulma on noin 20°.



Kuvio 14. Magneetti.

Nykytila/kehitys: Kierrätyspuupolttoaineella usein on tullut magneetti täyteen puukappaleita, joissa on ollut rautaa esimerkiksi nauvoja tai vastaavaa. Ja koska tukoshälytyksiä ei magneetissa ole, on nousevalta hihnalta pudonnut polttoainetta yli hihnan reunojen hihnakuljettimen paluupuolelle ja hihnan kiristystelan kotelorakenteen alaosaan aiheuttaen metallien ohi magneetin pääsyn, joka on aiheuttanut lisääntyntä siivous tarvetta.

Tarve olisi magneetin automaattiselle tyhjäykselle, joka olisi mahdollista toteuttaa automatisoiden hätäpurkauskuljettimen kautta tapahtuvan poiston tai asentamalla seuralle nousevan hihnakuljettimen tunneliin poikittainen itsepuhdistuva hihnamagneettierotin tai (kuvion 15) mukainen hihnamagneetti nykyisen mangneetin tilalle raudanpoistosuppiloineen.



Kuvio 15. Bakker Magnetics hihnamagneettierotin.
(Luminer Oy 2012).

Seula. Runko muodostuu kahdesta U-200 muotoon taivutetusta (Fe37B) levystä, joiden välillä on sidepalkit (AISI 316). Akselistoja on 26 kpl, 4 kpl vetoakselia, akselisto A:ta on 13 kpl ja akselisto B:tä 9 kpl. Akselistot ovat $\varnothing 114,3 \times 89,3$ putkea, johon on hitsattu 20 kpl 5-kulmaista kiekkoa, joiden reunat ovat kovahitsattuja (Impomet) ja joiden päissä on pyöröteräsakselit (Imacro M). Akselit on kiinnitetty pysty-laakereilla edellä mainittuihin U-200 palkkeihin. Akseleilla on niin sanottu tiivistepesä (Fe37B), jossa on 2 kpl akselitiivistettä akselin ympärillä. Tiivistepesän yläpuolella on sivulevyt (AISI 316). Käyttölaitteet (sähkömoottori ja vaihde) siirtävät liikkeen vetoakselille josta akselin toisen pään ketjuilla teho siirretään muille akseleille. Vaihteina on KUMERA lieriöhammasvaihteet ja sähkömoottorit ovat IEC 38F 265.

Nykytila/kehitys: Kiekot ja akseliputket kuluvat eniten hihnakuljettimelta putoavan polttoainevirran kohdalta. Akselit ovat kuluneet halkaisija mitasta 5mm. Akseleita on uusittu 8 kpl ja laakerit vaihdettu 9: ään akseliin huollossa 2012. Seinän ja akselin päätylaipan väliin kiillautuu puuperäistä polttoainetta joka on joskus alkanut kytää ja aiheuttanut automaattisen palosammutusjärjestelmän laukeamisen ja hälytyksen aluehälytyskeskukseen.

Akseleiden päätylaippoihin on hitsattava ulokkeet jotka vähentävät kitkan muodostumista ja mahdollisesti estävät puutavaran jäämistä seinän ja akselin laipan väliin, hitsaus onnistuu seulan alapuolelta mitään purkamatta. Seulan kiekkojen kylkiin tulee hitsata ulokepala kuitujen akselin ympärille kerääntymisen (kuvio 16) vähentämiseksi.



Kuvio 16. Kiekkoseulassa kertynyttä muovikuitua.

Murskain. Murskaimen runko on hitsattu, kotelomainen, syöttöaukko on 1800 x 1000 mm. Kaksiroottorinen. Napavaihdemoottorit ovat 105 / 75 kW ja 75 / 45 kW, alennusvaihteet 2 kpl ovat Kumera TBM 3315K, I= 25:1 ja I= 31, 5:1. Roottoreiden laakerit ovat 24034 CC/W33 tyyppiset. Suunniteltu suorituskyky murskaimella on puuainekselle vain noin 70–150 m³ / h.

Nykytila/kehitys: Vaihteet ovat kiinnitetty roottoreiden akseleille omavalmisteisilla kiristettäville kartioholkeilla. Kantomurskaa ja pitkänomaista risuhaketta käytettäessä polttoaineen syöttöä linjalle on jouduttu pitämään mahdollisimman pienenä murskaimen tehottomuuden vuoksi. Murskaimen roottoreiden kiekkojen hampaiden kärjet ja kuluvat reunat on kovahitsattu LAVA 600 mig-langalla. 1-turvelinjan murskain on tällä hetkellä tehoton koska murskainkiekkopakat ovat löystyneet ja menneet epäjärjestykseen katso (kuvio 17). Murskain on usein ollut puupolttoaineesta ja tehottomuudesta johtuen tukossa / jumissa. Kiekot ovat alkuperäisessä järjestyksessä (kuviossa 18). Turvetta käytettäessä ongelmia ei murskaimessa ole ollut vähäisen murskaustarpeen johdosta. Murskaimen kiekkojen välistä pääsee läpi pitkiäkin puukappaleita murskaantumatta jotka tuottavat mahdollisia ongelmia murskaimen jälkeisessä laitteissa.

Murskain on kunnostettava tai uusittava ja muutettava suuremmalle murskauskapasiteetille sopivaksi.



Kuvio 17. Kiekkot epäjärjestyksessä. Kuvio 18. Kiekkojen järjestys oikein.

Näytteenotin. Vasaranäytteenotin ottaa hihnakuljettimelta liikkuvasta materiaalivirrasta näytteen, joka siirtyy erillisellä hihnakuljettimella näytemurskaimen ja sekoitussäiliön kautta sekundäärinäytteenottomelta pyörityspöydän näyteastioille. Murskattu näyte kaadetaan jälkisekoitussäiliöön, jonka tilavuus on 100 litraa. Sekoitetusta näytteestä pieni osa otetaan manuaalisella näytteenottomella ja loput palautetaan takaisin prosessin käyttöön palautus kolakuljettimella.

Nykytila/kehitys: Puuperäinen polttoaine on tehnyt tukoksia suppilo-osissa ja muutoksia on tehty suppilorakenteissa, joiden kartiokkuus on tehty menosuuntaan aukeavaksi

Keskusvoitelu. Lincoln-korkeapainekekusvoitelupumput 2 kpl rasvalle ja öljylle. Rasvavoitelu johdetaan rasvasäiliöstä seula/murskain rakennukseen nousevan hihnakuljettimen vetotelan ja kaikkien taittotojen laakereille sekä seulan ja murskaimen akseleiden laakereille. Öljyvoitelu johdetaan öljysäiliöstä Ø 6 mm (ulkohalkaisija) ruostumattomien putkien kautta seulan akseleiden ketjuille. Keskusvoitelu on toiminut moitteettomasti.

Hihnakuljetin. Seula/murskain rakennuksesta lähtevä hihnakuljetin on rakenteeltaan samanlainen kuin seula/murskain rakennukseen tulevakin hihnakuljetin. Näytteenotin sijaitsee tämän hihnakuljettimen alkupäässä seula/murskainrakennuksen sisäpuolella.

Nykytila/kehitys: Työterveyslaitos on tehnyt pitoisuusmittaukset kompostoituneen puupolttoaineen hengitykselle haitallisen kaasun muodostumisesta keväällä 2011. Hihna ajautuu usein sivuun, polttoainelaadusta johtuen, eli eri painoinen polttoaine putoaa eri kohtaan hihnaa ja painaa hihnaa sivuun.

Hengitykselle haitallisen kaasun kasautumista hihnakuljettimilla, tulisi vähentää ilmastointia parantamalla joko painovoimaista tai koneellista poistoa käyttäen.

Pitkällä hihnakuljettimella on todettu (kuvion 19) mukaisen hihnaohjurin keskittävän tehokkaasti hihnaa, joka tulisi asentaa myös muille hihnakuljettimille.



Kuvio 19. Hihnaohjuri (pitkällä hihnakuljettimella).

Jakolaite. Jakolaite (Haarasuppilo) on varustettu kahdella pudotusaukolla. Jakoläpällä jaetaan materiaalivirta jompaankumpaan pudotusaukkoon, toinen suoraan siiloon ja toinen jakohihnakuljettimelle joka vie polttoaineen toiseen siiloon. Jakoläpän liike aikaansaadaan sen akselilla olevalla kierukkavaihdemootorilla, vaihde CTKM,3160 I= 630:1 B1, moottori on 2,2 kW 1500 r / min, vaihde on kiinnitetty jakoläpän akseliputkeen kiristettävällä kartioholkillä. Läpän kääntymiskulma 78°.

Nykytila/kehitys: Ongelmat aiheuttaneet kartiokiinnityksen luistamisen joko läpän ja seinän väliin on jäänyt polttoainetta tai rajakytkimet olleet väärässä paikoissa. Jakoläpän kääntöliike tulisi tehdä suoraan akseliin kiinnitettyä vipua paineilmasylinterillä kääntäen, jota ohjataan magneettiventtiilillä ja liiketunnistimina tulee olla induktiivianturit, jolloin päästään eroon sähkömoottorista, vaihteistosta ja ongelmallisista kartiokiinnityksistä.



Kuvio 20. Varastosiilon ruuvipurkain.

Varastosiilo ja ruuvipurkain. Ruuvipurkain (kuvio 20) muodostuu kiinteästä rungosta, joka on siilon lattiaosassa kiinni (\emptyset on noin 1 m). Tämän sisäpuolella on pyörivä runko, joka on kiinteässä rungossa kuulakääntökehän varassa (\emptyset on noin 5 m). Kiinteässä rungossa on kaksi käyttölaiteyksikköä, jotka pyörittävät pyörivää runkoa kuulakääntökehässä olevan hammastuksen avulla. Pyörivässä rungossa on ruuvikierukka, jonka pituus noin 10 m, joka on ristikuulalaakerin välityksellä kiinni rungossa. Ruuvikierukan rungon puoleisessa päässä on tämän käyttölaite. Kiinteän rungon yläpäässä on hattu ristikuulalaakerin välityksellä kiinni. Tämän navan (hattu, kiinteä-/pyörivä runko) kokonaiskorkeus on noin 7 m, \emptyset on noin 5 m. Ajettaessa pysyy hattu paikoillaan ruuvikierukan ja kiinteän rungon pyöriessä, jos siilossa oleva polttoaine peittää hatun.



Kuvio 21. Varastosiilon ruuvipurkaimen sisimmät lehdet.

Nykytila/kehitys: Talvella 2011 ruuvipurkaimen sisin lehti (kuvio 21) oli repeytynyt ja lehti kokonaisuudessa kulunut ja kallistunut ohenemisen johdosta. Myös ruuvin laakeri vioittui ja oli vaihdettava uuteen. Pienillä kierrosnopeuksilla ruuvi on pysähtynyt.

Syöttöaukkoa johon ruuvipurkain syöttää, suurennettiin syksyllä 2012 noin 80mm:iin kun se aiemmin oli vain 20 mm ruuvipurkaimen lehdestä aukon reunaan. Ruuvipurkaimen minimi pyörimisnopeus on nostettu 15 Hz:iin ja polttoaineen ajo muutettu pienellä kattilakuormalla ajettaessa jaksottaiseksi, eli automatiikka käynnistää varastosiilojen purun suhteellisen isolle purkunopeudelle (15 Hz) kattilasiilojen pintojen laskiessa ja pysäyttää ruuvipurkaimet kattilasiilojen täytyessä. Eli ruuvipurkaimia ei enää ajeta pienillä kierroksilla jos polttoaineen tarve on pieni laitoksella.

Ruuvin kääntömoottorin virran kulutusta tulisi seurata ruuvia tyhjänä ajettaessa jolla voitaisiin ennustaa kääntölaakerin kuntoa.

Syöttöaukon alaosassa on rappu, jota tulisi madaltaa tai poistaa kokonaan koska sitä ei puupolttoaineella tarvita ja se aiheuttaa mahdollisesti polttoaineen kulussa kitkaa.

Ruuvissa tulee olla hampaita kehällä niin paljon että ne suojaavat lehteä kulumiselta ja kuluneet hampaat on vaihdettava uusiin.

Hihnakuljetin (Pitkäkuljetin). Hihnakuljettimen runko muodostuu kahdesta L-palkista, joiden välisiteenä on putkipalkki. Yläpuolen rullatelineessä olevat rulla (3 kpl / teline) kannattavat polttoainemateriaalia kuljettavaa hihnaa. Paluupuolen hihnaa kannattaa korvakkeiden varassa oleva yksimittainen rulla. Kuljetin roikkuu tunneliosuudella katosta lattojen varassa. Taittopäässä kuljetinta on vahvistettu ja se tukeutuu lattiaan. Vetopää on putkipalkkirakenteinen ja tukeutuu tunnelin päähän. Vetopäässä on ns. vetorumpu, joka saa hihnan liikkeelle rummun akselilla olevan hammasvaihdemoottorin avulla. Taittopäässä on taittorumpu, jossa hihnan kulkusuunta kääntyy takaisinpäin. Hihnan kiristys toimii siten, että taittorumpu liukuu taaksepäin vaijerien vetämänä vastapainon avulla. Polttoainetta hihnakuljettimella ajetaan enintään 700 m² / h. Hihnan nopeus on 74,4 m / min. Kuljetinhihnan kokonaispituus on 426,5 m ja leveys 1,6 m. Tyyppi EP 630/5-3/1.

Nykytila/kehitys: Varastosiiloista putoava polttoaine on aiheuttanut hihnakuljettimen sivusuuntaista siirtymää koska pudotussuppiloissa oleva ohjauspelti on vääntynyt Varastosiilojen ruuvipurkainten samanaikaiset samat suunnat ovat myös vaikuttaneet hihnakuljettimelle putoavan polttoaineen kasautumiin toiseen reunaan, sama ongelma on turpeella ja puulla. Kuljetin rullat ja hihnakaavarit eivät puupolttoaineen käytön johdosta ole enempää rasituksella kuin turpeella.

Pudotussuppilon ohjauspelti tulee tarkastaa ja kunnostaa säännöllisesti. Kuljetinrullien tarkastus on tehtävä joka viikko ja vialliset rullat uusittava. Hihnakaavarit tulee tarkastaa ja kunnostaa vuosihuollossa.

Jakokolakuljetin. Kolakuljetin (kuvio 23) on koururakenteinen, joka on välipohjalla ja irrotettavalla kannella varustettu kuljetin. Kouru on vuorattu sivuilta ruostumattomalla levyllä AISI 316, pohjassa on vaihdettava pulttikiinnitteinen levy (AISI 316). Materiaalin siirto tapahtuu niin sanotun kolamaton avulla, jossa kola on kiinnitetty kummastakin päästä kuljetinketjuun. Kuljetinketjut kulkevat veto- ja taittopäässä ketjupyörillä. Vetopään akselilla oleva hammasvaihdemoottori saa kolamaton liikkeelle. Ketjun kiristys tapahtuu taittopään akselia siirtämällä. Kuljetin

on varustettu kolmella purkauspisteellä (moottoriluukulla). Pohja + sivut on vuorattu 100 mm:n eristeellä sekä myös pellitetty. Kuljettimen nopeus on max. 21,7 m / min.



Kuvio 22. Jakokolakuljetin.

Nykytila/kehitys: Kesän 2012 huollossa on vaihdettu kolat, ketjut ja liukukiskot (PE 1000). Vetorattaat ovat vanhat jotka on aikaisemmin täytehitsattu ruostumattomalla materiaalilla ja jyrstetty oikeaan muotoonsa. Veto ja taittopään akseleiden tiivisteiden kohdat tulee kovahitsata LAVA 600 materiaalilla joka on kohtuudella koneistettavissa.

Säätöluukut. Säätöluukkujen (kuvio 23) rungot muodostuvat U-muotoisista palkeista, joiden välissä säätöluukku liikkuu hahloissa. Säätöluukku liikkuu kiinni / auki asentoon lieriöhammasvaihdemoottorin käyttämän ketjupyörävälityksen avulla.



Kuvio 23. Säätoluukku.

Nykytila/kehitys: Säätoluukku 2:een on uusittu ”taittopään” akseli, ketjupyörät, laakerit, ketjut ja vetoakselin ketjupyörät ja laakerit 2012. Kaikissa luukuissa ei ole sisimpien akseleiden rasvausmahdollisuutta tällä hetkellä.

Rasvausmahdollisuus tulee asentaa kaikille laakereille.

Kattilasiilot ja ruuvipurkaimet. Kattilasiiloja on kolme nettotilavuudeltaan 170 m³ / kpl sisähalkaisija 6000 mm, korkeus 8000 mm joissa jokaisessa on LPE 2 R-6 ruuvipurkaimet, joiden halkaisija on 500 mm ja niiden pyörimisnopeutta ohjataan invertterillä.



Kuvio 24. Kattilasiilon alaosa, ruuvipurkaimen kääntölaitteet ja kolakuljetin.

Nykytila/kehitys: Ruuvipurkaimien lehdet ovat kuluneet epänormaalisti kaikissa kattilasiiloissa puuperäisten polttoaineiden käytön myötä. Ruuvipurkaimien kääntöhammaskehät ja vaihteiston akselilla oleva kääntöratas on kulunut 2 ja 3 siiloissa. Käännön vaihdelaatikoiden kiinnitykset suppiloiden kylkiin ovat melko heikot (kuvio 24) ja pääsevät todennäköisesti joustamaan ja löystymään jolloin hammaskosketus muuttuu vinoksi. 1-siilon 2012 vuosihuollossa asennetussa ruuvipurkaimessa laakerien kohdat ei ole koneistettu runkoon nähden oikeisiin kohtiin tai laakerit on asennettu väärälle etäisyydelle toisistaan ja on näin ollen jouduttu tekemään 8 mm paksu halkaistu lisärengas reikä \varnothing 285 ja ulkohalkaisija \varnothing 370 päätylaakeripesän ja rungon väliin. Ruuvipurkaimen lehti on kova-hitsattu Corodur 65 mighitsauslangalla, kuin myös runkoputkeen on hitsattu kovahitsipalkoja. Lehtiin on hitsattu taskut joissa on hampaat, jotka ovat Miilux 500 terästä (kovuus n. HRC 51), Hardox 500 terästä (kovuus n. HRC 51) ja Haponkestävää mat eriaalia, johon on kovahitsattu noin 4 palkoa päällekkäin Corodur 65 mighitsauslankaa (kovuus hitsin kärjestä n. HRC 59,8). Jotka on asennettu 2012 vuosihuollossa kestävyystutkimusta varten, joista tehty ”kartta”

myöhempää tarkastelua varten (liite 5). 3-siilon kääntö-hammaskehä ja kääntöratas on uusittu kesän 2012 huollossa. 2-siilon ruuvipurkaimen vaihteen akselitiivisteet on uusittu 2012 huollossa. Marraskuulla 2012 tehdyssä tarkastuksessa todettiin Miilux ja Hardox hampaat olleen pahasti kuluneet, päätettiin kokeilla BMH hampaita ja Wogadur- kovahitsattuja hampaita ruuveissa. Hampaita tulee olla 6 kpl kehällä ruuvin lehden kulumisen vähentämiseksi jotka kuohkeuttaa paremmin polttoainemassa. Kuluneet hampaat tulee vaihtaa uusiin aina tarkastuksen yhteydessä.

Ruuvipurkaimien käynnön vaihteet tulee asentaa siten että vaihteen ratas vastaa suorassa ja hampaan molemmat kyljet kääntöhammaskehän hampaisiin. Vaihteen kiinnityspultit ja mutterit tulee lukita lukitusaluslevyin. Lisäksi tulisi tutkia vaihteistojen lisätukemista tai kääntölaitteen muuttamista helpommin tuettavaksi alaspäin roikkuvaksi planeettavaihteeksi.

Kolakuljettimet. Kattilapuolen kolakuljettimia (kuvio 25) on 1 kpl pituus on 8 m ja leveys on 1000 mm, 3 kpl kolakuljettimia joiden keskipituus on 32 m ja leveys on 1000 mm. Ketjutyyppejä on M315-A-200 spesial, jossa kolajako on 800mm. Ketjupyörien materiaali on Hardox 400. Liukukiskot ketjujen alla on 40 x 120 mm polyeteeni HD 1000. Kuljettimen pohja on 10 mm SIS 2333. Sivut ovat 6 mm SIS 2333 ja kannet ovat 3 mm Al Mg 3.



Kuvio 25. Kolakuljettimet 2 ja 3.

Nykytila/kehitys: 3-kolakuljettimeen uusittu vetorattaat 2012 huollossa. Liukukiskot (PE-muovia) ovat kuluneet 16 mm urille, joissa ketjun reunalatat

liukuvat urissa ja ketjujen ruostumattomat holkit liukuvat muovikiskon pinnassa. Polttoainelinjojen kolakuljettimen ketjupyörien uusi takavastinlaippa (kuvio 26) (materiaali ruostumaton ja kovahitsattu ulkopinta ja pulttien välit ulkopinnalta) korvaa mutterit koska polttoaine oli kuluttanut mutterit pois 2-polttoainelinjan lyhyellä kolakuljettimella syksyllä 2011. Nykyiset vetorattaat ovat Hardox 400 materiaalia. Rattaat voidaan valmistaa myös karkaistavasta materiaalista.



Kuvio 26. Polttoainelinjan kolakuljettimen rattaan taustalaippa.

Syöttöruuvit. Syöttöruuvit Ø400, joiden pituus on 1,5 m, 7 kpl syöttävät edellä mainittujen kolakuljettimien pohjaosasta polttoaineen sulkusyöttimille. Pyörimisnopeus on pudotettu SEW-vaihteilla 50 r / min, moottorit ovat 4 kW, 1500 r / min.



Kuvio 27. Syöttöruuvien kotelo kolakuljettimen alapuolella.

Nykytila/kehitys: Syöttöruuvien vetopään akselit kuluvat kotelon (kuvio 27) päätytiivisteen kohdalta, tiivistepesän rasvarenkaan polttoaineella tukkeutumisen ja polttoaineessa olevien partikkeleiden, akselin ja tiivisteen välissä tapahtuvan hankauksen johdosta.

Kolakuljetin 2:n syöttöruuvi 3:n vaihde ja moottori on uusittu ja kolakuljetin 2:n syöttöruuvi 2:n moottori on uusittu. 3-kolakuljettimen syöttöruuvi 3:n vaihde ja moottori on uusittu 2012 huollossa. Syksyllä 2012 2/2 syöttöruuvi katkesi vaihteen ja laakerin välisestä kohdasta ja valmistettiin uusi akseli IMAGRO M materiaalista (kuvio 28) kovahitsaten läpimenotiivisteen kohta LAVA 600 langalla. Akseleiden ”poksitiivistet” on vaihdettu kaikkiin syöttöruuveihin 10 mm fluograf tiivisteeksi vuosihuollossa 2012. Akseleiden tiivisteiden kohdat on hitsattu ruostumattomalla mig-langalla jotka olisi syytä täytehitsata LAVA 600 langalla paremman kulumiskestävyyden vuoksi, koneistus kärkisorvissa on hankalaa koneen värinän takia. Mahdollista on myös valmistaa uudet suuremmat tiivistepesät ja valmistaa akselille kovapinnoitetut kulutusholkit kuusiokololukituksella. Tarkastusluokkuja tulisi suurentaa tukkeumien poiston helpottamiseksi. Rasvausautomaatti tulee hankkia hoitamaan tiivisteiden voitelun. Tiivisteinä voidaan käyttää myös teflon materiaalisia naruja. Tiivistepesän rasvarenkaan tilalla voidaan käyttää akselin kehälle pingoitettua ja päistään lukittua joustaa.



Kuvio 28. Syöttöruuvien katkennut akseli ja uusi IMAGRO M materiaalia.

Sulkusyöttimet. Sulkusyöttimet (kuvio 29) 6 kpl syöttävät polttoaineen 2- ja 3-polttainelinjoilta kattilan syklonin ”polviosaan” ja 1-polttainelinjalta 3 sulkusyötintä syöttävät ”tunkijaruuveille” 3 kpl.

Sulkusyöttimet kaikki 9 kpl ovat 6-lokeroisia, halkaisijamitaltaan noin Ø800 mm olevia, kahdenpuolen laakeroituja on 6 kpl 2- ja 3-polttainelinjoilla. 1-polttainelinjalla on 3 kpl vain toiselta puolelta laakeroituja syöttimiä. Sähkömoottorilta 15 kW 1500 r / min pyörimisnopeus on pudotettu vaihteella ketjuvälitteisesti 19 r / min nopeuteen.



Kuvio 29. Sulkusyötin.

Nykytila/kehitys: Terät uusittu 2012 huollossa (kovahitsatut teränkärjet).1-paljan 1 sulkusyöttimen vaihde uusittu 2012 huollossa. Vaihteiden akseleilla olevia vetorattaita on vaihdettu myös huollossa murtotappien kuluttamien reikien kunnostamisen ja pronssisten liukulaakereiden vaihdon vuoksi, murtotappireiät tulee kunnostaa karkaistuin holkein. Ketjukoteloissa olevat murtotappien vaihtoluukut tulee suurentaa murtotappien vaihdon helpottamiseksi. Kuluneet vastaterät tulee kovahitsata LAVA 600 langalla ja koneistaa suoraksi ja teräväksi. Kuluneiden vastaterien vaihto ja vällys roottoriin tulee säätää huoltoseisokissa.

Tunkijaruuvit. Tunkijaruuvit (kuvio 30) 3 kpl ovat Ø 400 mm, pituus on 4,5 m ja ne syöttävät polttoaineen kattilaan 1-polttoainelinjan puolella. Lehden korkeus on noin 90 mm. Sähkömoottorit ovat 4 kW ja vaihteet siirtävät pyörimisvoiman suoraan tunkijaruuvin akselille.



Kuvio 30. Tunkijaruuvi.

Nykytila/kehitys: Huollossa 2012 on vaihdettu kunnostettu 1-tunkijaruuvi. 2-tunkijaruuvin "ruuhi" eli ruostumaton kouru jossa ruuvi on sisällä ja jossa polttoaine kulkee kattilaan oli kulunut puhki, joka kunnostettiin huollossa 2012.

Kouru on myös mahdollista pinnoittaa sisäpuolelta termisellä metalliruiskutuksella paremmin kulutusta kestäväksi tai valmistaa kulutusta kestävämmästä materiaalista. 2-ruuvien lehti oli kulunut osin n. 80 mm korkeaksi kun alkuperäinen mitta on 110 mm.

Ruuvien lehti tulee kovahitsata Corodur 65 langalla, vähintään 3 palkoa että saavutetaan maksimi kovuus hitsatussa pinnassa.

6 MUUT KEHITYSTYÖT

Kosteuden minimointiin voidaan vaikuttaa peittelemällä aumoina varastoidut puupolttoaineet tervapaperilla mikä on Ruotsissa yleistä, joka ei aiheuta voimalaitoksen prosessiinkaan joutuessa ongelmia. Ruotsissa tehdyn tutkimuksen mukaan peitetystä hakkuutähteistä tehty hake on talvella noin 10 % kuivempaa kuin peittämättömästä hakkuutähteestä tehty hake (Hillebrand & Nurmi 2000).

Polttoainevirtaa vastaanotosta murskaamolle on jouduttu rajoittamaan murskan ylikuorman takia noin 10–15% turpeeseen verrattuna. Kuljettimien ajonopeus tulee olla eri polttoaineilla erilainen tukkeutumien estämiseksi seulalla ja murskaimella. Vastaavalla laitoksella on käytössä automaattinen kuljettimien nopeuden säätöminen kuorma-autoilijan kulkukortin viivakoodin mukaan. Taajuusmuuttajakäyttöjä tulee lisätä hihnakuljettimien voiman siirtoon. Liukupinnoille myös vähemmän kitkaa ja kulumista aiheuttavien materiaalien valintoja tulee tehdä.

7 TULOKSET

Opinnäytetyötä tehtiin joulukuusta 2011 aina tammikuulle 2013 asti, jonka aikana otettiin käyttöön jo tehtyjä kehitysehdotuksia. Tuloksiin on päästy materiaalitestauksin, haastatteleamalla eri voimalaitosten henkilökuntia vastaavista kehitystöistä ja tämänhetkisten markkinoilla olevien, kohteiden vaatimukset ja ominaisuudet täyttävien materiaalien valinnoilla. Erilaisten pinnoite- ja materiaalivaihtoehtojen selvityksien myötä ollaan saavutettu kulutusta kestävämpiä ratkaisuja kuljetinlaitteissa. Työn sisältäminä tuloksina voidaan mainita opinnäytetyön aikana toteutettuja kehityksiä:

Kolakuljettimien pohja- ja seinälevyjien kitkavertailussa PE 1000 materiaali todettiin olevan pienempikitkaista kuin vaneri (liite 2). PE 1000 otettiin käyttöön vastaanottoaseman "peräpurku kuljettimen" pohjalevynä ja "taskupurkaimen" seinälevy materiaaleina 2012. Kuljettimen päädyn ohjaimet on vuorattu 2012 huollossa ruostumattomalla 304 L materiaalilla. Myös alempi repijätela uusittiin 2012. Alemman repijätelan vaihteen kiinnitys tehtiin akselille kartioholkein (liite 3). Seinän läpi menevän repijätelan akselin ruostumaton kulutusholkki asennettiin tiivisteiden kohdalle. Repijätelan päätylevy ja akseli muutettiin ruostumattomaksi materiaaliksi 2012. Polttoainematon vahvuuden mittauksen tunnistinpelti "saulus" vaihdettiin 2012 ruostumattomasta materiaalista Duplex-materiaaliin. Varastosiilon ruuvipurkain vaihdettiin uuteen, jossa otettu uusia materiaaleja käyttöön hampaissa, lehdessä ja vaipassa. Myös ruuvipurkaimen syöttöaukko on suurennettu materiaalivirran parantamiseksi. Ruuvipurkaimen minimi pyörimisnopeus on nostettu 15 Hz:iin ja polttoaineen ajo muutettu pienellä kattilakuormalla ajettaessa jaksottaiseksi, eli automatiikka käynnistää varastosiilojen purun suhteellisen isolle purkunopeudelle (15 Hz) kattilasiilojen pintojen laskiessa ja pysäyttää ruuvipurkaimet kattilasiilojen täytyessä. Eli ruuvipurkaimia ei enää ajeta pienillä kierroksilla, jos polttoaineen tarve on pieni laitoksella. Kattilasiilojen ruuvipurkaimien lehteä ja vaippaa on kovahitsattu ja lehtiin asennettu taskut, joissa ovat Corodur- ja Wogadur-kovahitsatut hampaat, jotka todettu kestävämmän paremmin kuin kulutusteräksiset hampaat (liite 4).

Kolakuljettimilla kattilarakennuksessa vetorattaiden uudet takavastinlaipat on asennettu 2012, joilla estetään rattaiden kiinnitys pulttien kulumisen. Katkenneen syöttöruuvien akselin materiaaliksi muutettu ja vaihdettu Imacro M jonka murtolujuus on 60 % parempi kuin alkuperäisen materiaalin.

Muita kehitysehdotuksia tullaan mahdollisesti toteuttamaan lähitulevaisuudessa, esimerkkinä hihnamagneetista ja uusista murskaimista on tarjouskyselyt tehty.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyö oli ajankohtainen voimalaitoksen käytettävyyden ja kehityksen kannalta. Kehitystyötä tehtiin koko opinnäytetyön ajan materiaalivalintoihin vaikuttamalla ja erilaisia laite ratkaisuja tehden, laitteiden ajotapaa muuttamalla ja tuoden esiin ongelmakohtia, joita tulee jatkossa parantaa muun muassa tutkimuksessa ehdotetuin toimenpitein. Kehitystyössä oli mukana laitoksen eri osastojen henkilökuntaa ja yhteistyötä tehtiin myös eri voimalaitosten kanssa vaihtaen kokemusperäisiä tietoja vastaavista ongelmista.

Tämä työn aihe on ollut erittäin haasteellinen ja ajankohtainen Vaskiluodon Voima Oy:n Seinäjoen voimalaitokselle energian tuotannon nykyisen kehityksen kannalta ja jota tulee edelleen tutkia ja kehittää.

LÄHTEET

- Euroopan komissio. 2010. Euroopan energiapolitiikka. [www-lähde]. Euroopan komissio. [Viitattu 15.3.2012]. Saatavissa: http://europa.eu/legislation_summaries/energy/renewable_energy/en0009_fi.htm.
- Fincoat. 2011. Terminen ruiskutus. [www-dokumentti]. Fincoat Osakeyhtiö. [Viitattu 11.12.2012]. Saatavissa: [http://www.fincoat.fi/terminen ruiskutus/](http://www.fincoat.fi/terminen_ruiskutus/)
- Hakkila, P. & Heiskanen, V. 1978. Puun ja puutavaran ominaisuuksia. Tapion taskukirja. 18. painos. Jyväskylä: Keskusmetsälautakunta Tapio. S. 448-459.
- Hautala, M. & Peltonen, H. 2007. Insinöörin (AMK) Fysiikka Osa 1. Lahti: Lahden Teho-Opetus Oy.
- Hillebrand, K. & Nurmi, J. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Alakangas E. (toim.). VTT Tiedotteita 2045.
- Hipakka, J. 2012. Biopolttoaineiden osuudet energiamäärästä Sevolla 1999-2011.
- IEA. 2007. International Energy Agency. World Energy Outlook. [www-lähde]. International Energy Agency. [Viitattu 23.3.2011]. Saatavissa: http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2007/key_stats_2007.pdf.
- IEA. 2006. International Energy Agency. World Energy Outlook. [www-lähde]. International Energy Agency. [Viitattu 23.3.2010]. Saatavissa: <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2006/weo2006.pdf>.
- Impomet Oy. Ei päiväystä. Kovahitsaus ohje. [www-lähde]. Impomet Oy. [Viitattu 20.8.2012]. Saatavissa: http://www.impomet.com/media/downloadable_files/hitsaajan_kasikirja/osio-b_kovahitsaus.pdf
- Jensen, W. 1977. Puukemia. Turku: Suomen Paperi-insinöörien Yhdistyksen oppi- ja käsikirja 1.
- Ketek. 2005. Laserpinnoitus. [www-lähde]. Keski-Pohjanmaan Teknologikeskus. [Viitattu 8.12.2012]. Saatavissa: <http://www.ketek.fi/tiedostot/Hi4jRdD3.pdf>
- Koivisto, K., Laitinen, E., Niinimäki, M., Tiainen, T., Tiilikka, P. & Tuomikoski, J. 1999. Konetekniikan materiaalioppi. Helsinki: Edita.
- Kärkkäinen, M. 1971. Puu, sen rakenne ja ominaisuudet. Helsinki: Ylioppilastukiry.

Luminer Oy. Ei päiväystä. Bakker Magnetigs magneettierotin kuva. [www-lähde].
Luminer Oy. [Viitattu 15.1.2013]. Saatavissa: <http://www.luminer.fi/>

Parikka, R. & Lehtonen, J. 2000. Kulumismekanismit ja niiden merkitys
vierintälaakereiden eliniälle. [www-lähde]. Valtion tekninen tutkimuskeskus.
[Viitattu 23.1.2013]. Saatavissa:
<http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/pognos/prognos/pdf/kulumismekf.pdf>

Sevo esite. 1988. Vaskiluodon Voima Oy Seinäjoen Voimalaitos.

Sjöström, E. 1978. Puukemia. Teoreettiset perusteet ja sovellutukset. Otaniemi.

Taulukot.com. Ei päiväystä. Kitkakertoimia (ohjeellinen). [www-lähde].
Taulukot.com. [Viitattu 26.1.2013]. Saatavissa:
http://www.taulukot.com/index.php?search_id=mekaniikka_termodynamiikka&lang=fi

Verkasalo, E. 1988. Polttohakkeen ja -hakepuun mittaus. Työtehoseuran
metsätiedote 447. Helsinki: Työtehoseura.

LIITTEET

**LIITE 1. Ongelmat puuperäisten polttoaineiden syötössä
sevolla 2012**

LIITE 2. Kitkavertailutaulukot

**LIITE 3. Repijätelan vaihteen ja akselin spesiaalien
kiinnitysholkkien Cads-piirrokset**

**LIITE 4. Polttoaine-siilon ruuvipurkaimen hampaiden
kulutukestävyyden testaus**

LIITE 1. Ongelmat puuperäisten polttoaineiden syötössä sevolla 2012

Vastaanotto varastokentällä (biokenttä)

- Vastaanotto varastokentän suuri palokuorma (Palokaluston hankintatarve kasvaa).
- Pitkäaikainen säilytys muuttaa murskatun ja haketetun puuaineiden kosteutta / terveysriskitekijöitä / mikrobitoimintaa (kasat kuumenee). Valvonta ja kunnossapitotarvetta varsinkin talvella lumen aurauksineen ja muun huollon takia.
- Kippaaville autoille rakennuksen sisäkorkeus ei ole riittävä, siitä aiheutuu lavan puhdistustarvetta, rakennuksen katon vaurioita, rakennuksessa olevien sprinkler-putkien, muiden putkien, johtojen, nosto-ovien ja niiden palkkien korjaustarvetta kun kuljettaja ei ehdi laskea lavaa riittävän alas lähtiessään ulos vastaanotto rakennuksesta.
- Puuaineita pyöräkuormaajalla vastaanottotaskuun siirrettäessä haketta valuu kauhasta kuljetusreitille ja aiheuttaa epäsiisteyttä ja siivoustyön lisääntymistä. Myös autokuljetuksiin aiheutuu viivästystä ja odottelua.
- 1-turvelinjan repijätelan ja seinän väliin jää puuta joka kuluttaa akselia.
- 1-taskupurkaimen taittopäähän kertyy puuperäistä polttoainetta.
- 1-turvelinjan alemman repijätelan vaihdelaatikko pitää epänormaalia ääntä, onko vaihdelaatikko kovalla rasituksella?

Kuljettimilla / magneetilla / seulalla / murskaimessa

- Työterveyslaitoksen tekemien mittauksien mukaan puupöly, mikrobi ja jotkin kaasupitoisuudet ovat hyvin korkeita kuljettimien alkupäissä tehdyissä mittauksissa, mahdollisesti kuljettimien yläosissa ilmaa kevyempien aineiden pitoisuudet ovat korkeampia. Ilmanvaihtoa on lisättävä

polttoaineen pudotuskohdissa. Hengityssuojaimena käytettävä P3 tyyppin suojainta.

- Polttoainelinjoja ajettu puupolttoaineella turvepolttoaineille tarkoitetulla syöttönopeudella jolloin helpommin on laitteet menneet tukkoon.
- Kierrätyspuupolttoaineen mukana tulee paljon rautaa, magneetti on tyhjennettävä jopa 2 kertaa kuorman aikana. Mangneetin siirtoon toivottu samanlaista vinssiä kuin 2-linjan magneetissa.
- Mangneetin täyttymisen takia polttoainetta pursuaa yli hihnakuuljettimen, joka aiheuttaa lisääntyntä siivoustarvetta seula-murskain rakennuksessa.
- Seulan akseleiden ympärille kertyy muovikuituja, joka on peräisin mahdollisesti ruokohelpipaaleista tai risutukeista.
- Seula ja murska päästää oksia läpi. Saattavat tehdä tukoksia muualle.
- Seulan akseleiden päässä olevan reunimmaisen pyöreän kiekon ja seinärakenteiden väliin kiilaantuu puupolttoainetta aiheuttaen kitkaa ja on aiheuttanut syttymisen josta johtuen joitakin kertoja sprinkler-laitteiden laukeamisen.
- Murskan teräkiekkopakat ovat löystyneet ja terät menneet epäjärjestykseen (kuvio 17) ja myös terät tylsyneet joka aiheuttaa murskan tehottomuutta, tukoksia ja jumittumista.
- Murskatussa materiaalissa esiintyy paljon tikkuja, puun kuoren ”remmiä”, paalausnarua ja metallia, jotka aiheuttavat murskan tukoksia / ylikuormitustilanteita / korjaus- ja huoltokustannuksia.
- Murskaamon ongelmana on myös kivet, joita tulee lähinnä turvekuormien ja kantohakkeen mukana sekä lastauspaikkojen pohjilta tehtäessä kuormia. Ne aiheuttavat kipinöidessään palohälytyksiä joista aiheutuu turhia kustannuksia palo- ja pelastusorganisaatiossa, kunnossapidolle sekä puhtaanapidolle.

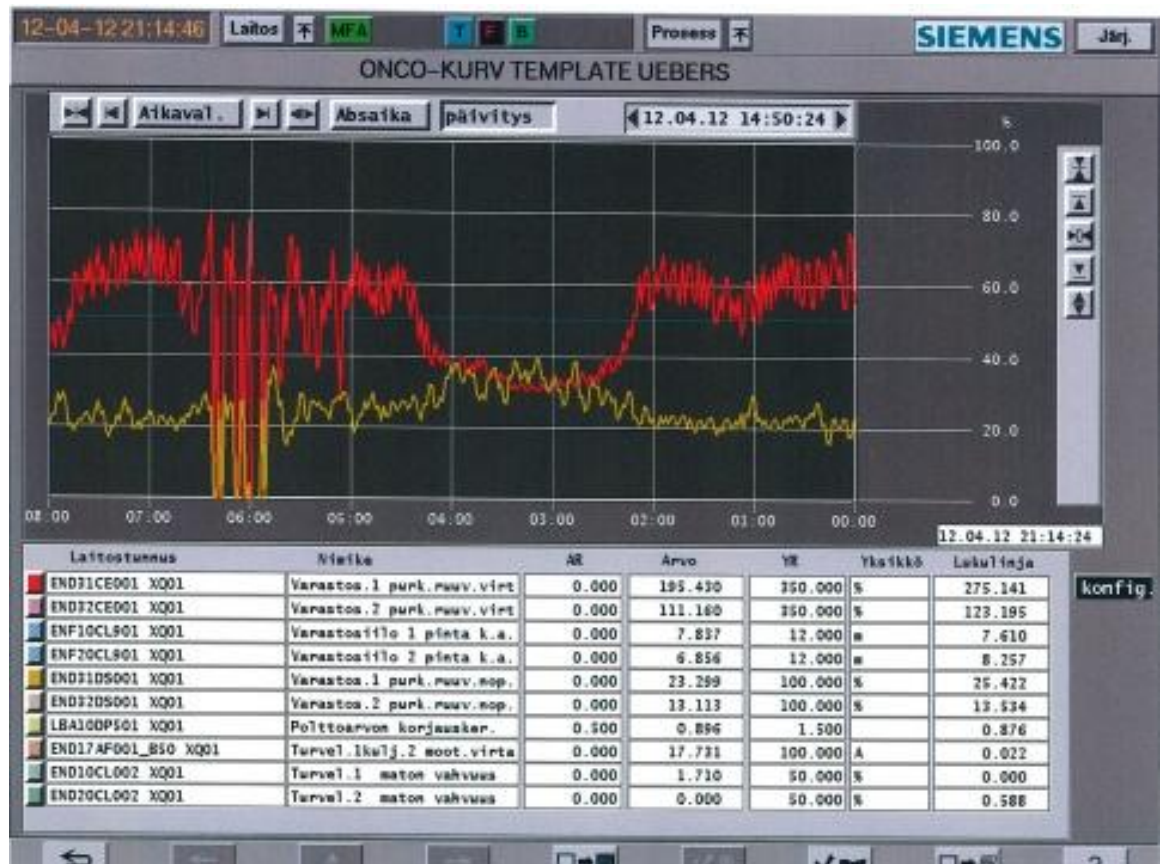
- Tukoksien tai kivien tullessa polttoaineen mukana murskaimessa kipinöinti aiheuttanut sprinkler-laitteiden laukeamista, jonka jälkeen seulan alapuolinen hihnakuljettimen osa on täytynyt polttoaine / vesi lastilla joka ei lähde nousemaan hihnakuljettimella ennen kuin märkä aine on laskettu alaosan luukusta tyhjäksi.
- Puupolttoaineissa on talvikaudella lunta ja jäätä jolloin ne voivat aiheuttaa kuljetinhihnojen luistamista, sivulle kulkeutumista, joka taas osaltaan vaikuttaa linjojen kapasiteettiin, kuljetinhihnan kulumiseen ja huolto- ja kunnossapitotyökuuluihin.
- Seulalta lähtevä hihnakuljetin ajautuu sivusuunnassa eri painoisilla polttoaineilla eri kohtaan ja aiheuttaa sivurajalle menoa useasti.

Näytteenottolaitteessa

- Murskatun tavaran tikut aiheuttanut tukoksia näytteenottimen murskaan.
- Märkä polttoaine aiheuttanut tukoksia näytteenottimen murskaan, sekoittimeen ja kuljettimiin.
- Epätasainen massavirta polttoainelinjoilla (johtuen vastaanoton pohjakolan nopeudesta, jääkameista yms. epäpuhtauksista) voi aiheuttaa näytteenottimen tukoksia, toiminnan katkoksia ja korjaustarpeita.

Varastosiilolla

- Ruuvipurkaimien lehtien voimakas kuluminen.
- Varastosiilo 1:ssä on ollut purkainruuvien pyörimisongelmia, kääntö pysähtyy tietyssä kohtaa siiloa kun ongelmallinen polttoaine kasaantuu tietylle alueelle. Joskus on jouduttu tyhjentämään siilo kauhakuormaajalla. Huonosti murskaantuneen polttoaineen aiheuttama suurentunut tehontarve sähkömoottorilla.
- Seuraavassa kuvassa näkyy varastosiilon ruuvipurkaimen moottorin epätasainen kuormitus valvomon monitorin käyrästössä.



Varastosiiilo 1:n ruuvipurkaimen moottorin kuormituskäyrä valvomon monitorissa.

- 23.8.2012 Polttoaineen syöttö varastosiiilo 1:stä vastustanut, siilo on ollut täynnä ja pääosin metsätähdehaketta.

Kolakuljettimella

- Kattilarakennuksen kolakuljettimella puuperäistä polttoainetta kertynyt vetoakselin rattaan ja kuljettimen seinämän väliin aiheuttaen rattaan kiinnitysmuttereiden pois kulumisen, jolloin vetoratas on irronnut tilastaan ja tehnyt lommoja kuljettimen kotelorakenteeseen.

Kattilasiiloilla

- Ruuvipurkaimien lehtien voimakas kuluminen ja huonosti murskaantuneen polttoaineen aiheuttama suurentunut tehontarve ruuvin moottoreilla.

Kolakuljettimet kattilarakennuksessa

- ”Pätkäkuljettimen” eli lyhyen 2-kolakuljettimen vetorataan kiinnitys pulttien mutterit oli kuluneet puupolttoaineen tukittua rataan ja kuljettimen seinän väliin.
- 1 polttoainelinjan kolakuljettimella keskimmäisen syöttöruuvien kohdalle kertynyt puun oksia jotka tukkineet syöttöaukon joka todettiin vasta seisokissa marraskuulla 2012.

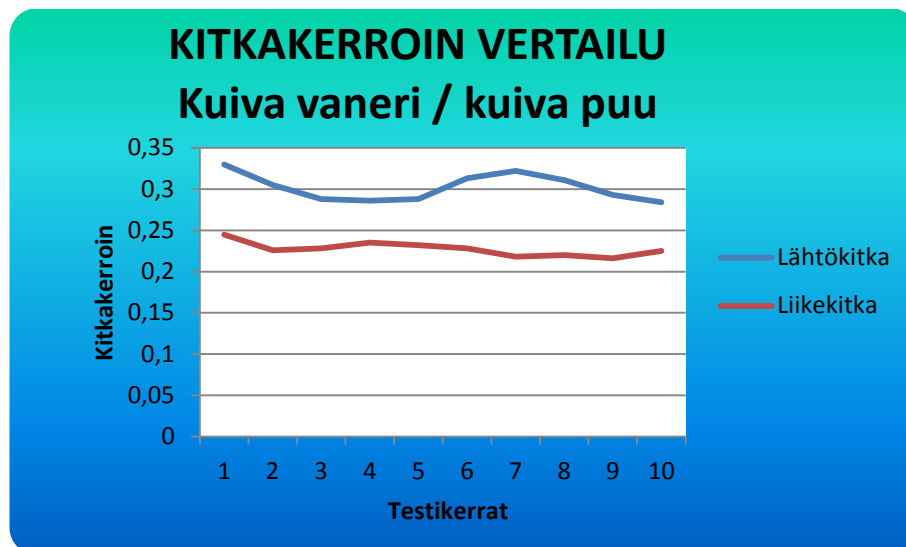
Syöttöruuveilla, sulkusyöttimillä ja tunkijaruuveilla

- Huonosti murskaantunut puupolttoaine jumittanut syöttöruuvia. Syöttöruuvien vetopään akselit kuluvat kotelon päätytiivisteen kohdalta tiivistepesän rasvarenkaan polttoaineella tukkeutumisen ja polttoaineen partikkeleiden akselin ja tiivisteen väliin pääsyn ja siinä tapahtuvan hankauksen johdosta.
- Isot polttoainepartikkelit ja tylsyneet vastaterät aiheuttavat sulkusyöttimien jumiutumisen ja murtotappien katkeamisia. Vaihteen akselilla olevan vetorataan murtotappireikien kuluminen myös edesauttaa murtotappien katkeamisia.
- Kulumista tunkijaruuvien lehdissä ja runkorakenteessa.

LIITE 2. Kitkavertailutaulukot

Kuiva vaneri / kuiva puu

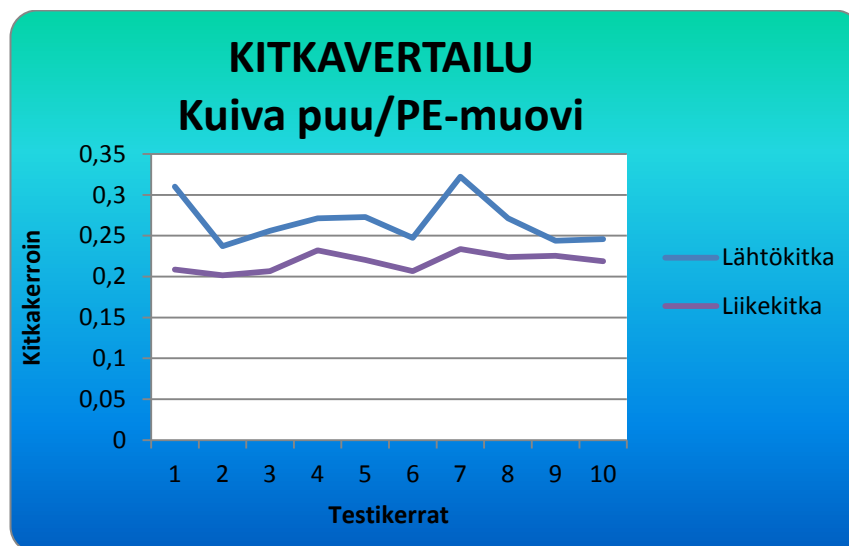
N= 57,87	Lähtökitka		Kitkakerroin		$\mu = F/N$	
	F	μ	F	μ	liikekitka	Kitkakerroin
	19,13	0,33	0,33	14,22	0,245	
	17,66	0,305	0,305	15,4	0,226	
	16,67	0,288	0,288	13,24	0,228	
	16,58	0,286	0,286	13,63	0,235	
	16,67	0,288	0,288	13,43	0,232	
	18,14	0,313	0,313	13,24	0,228	
	18,64	0,322	0,322	12,65	0,218	
	18,05	0,311	0,311	12,75	0,22	
	16,97	0,293	0,293	12,55	0,216	
	17,06	0,284	0,284	13,04	0,225	
Keskiarvo	17,557	0,302	KA	13,415	0,2273	
Keskihajonta	0,9043	0,0165	KH	0,8571	0,0086	



Kitkavertailu kaavio kuiva vaneri / kuiva puu.

Kuiva puu / PE- muovi

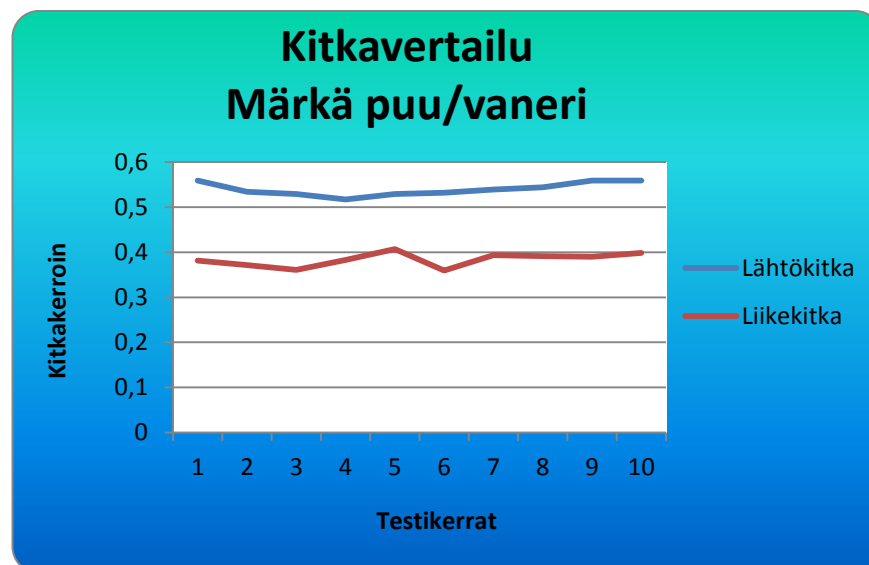
Lähtö		Liike	
F	μ	F	μ
17,9523	0,310218	12,0663	0,208507
13,734	0,237325	11,6739	0,201726
14,8131	0,255972	11,9682	0,206812
15,696	0,271229	13,4397	0,23224
15,7941	0,272924	12,753	0,220373
14,3226	0,247496	11,9682	0,206812
18,639	0,322084	13,5378	0,233935
15,696	0,271229	12,9492	0,223764
14,1264	0,244106	13,0473	0,225459
14,2245	0,245801	12,6549	0,218678
15,4998	0,267838	12,60585	0,21783
1,650621	0,028523	0,656041	0,011336



Kitkavertailu kaavio kuiva puu / PE-muovi.

Märkä puu / vaneri

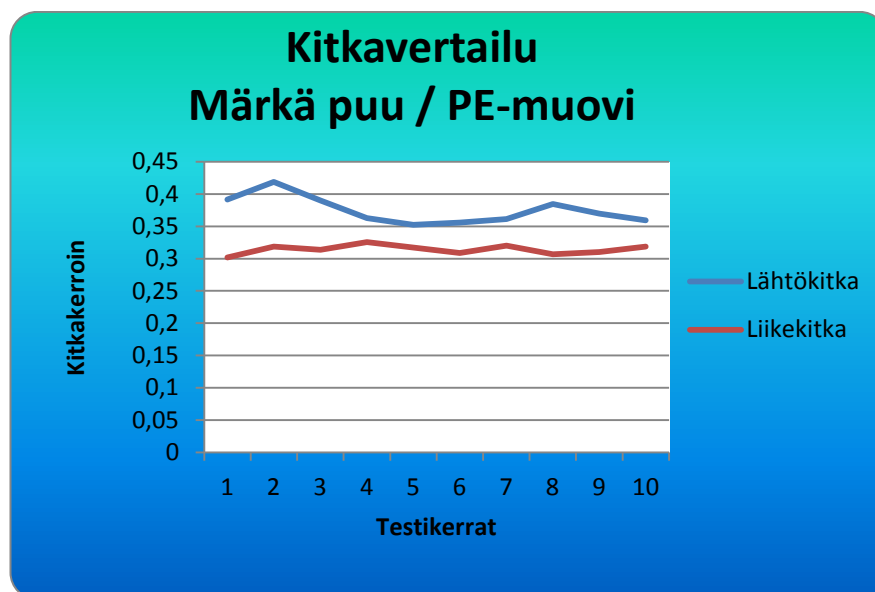
	Lähtö		Liike	
	F	μ	F	μ
	32,373	0,559409	22,0725	0,381415
	30,9015	0,533981	21,4839	0,371244
	30,6072	0,528896	20,8953	0,361073
	29,9205	0,51703	22,1706	0,38311
	30,6072	0,528896	23,544	0,406843
	30,8034	0,532286	20,7972	0,359378
	31,1958	0,539067	22,7592	0,393281
	31,4901	0,544152	22,6611	0,391586
	32,373	0,559409	22,563	0,389891
	32,373	0,559409	23,0535	0,398367
Keskiarvo	31,26447	0,540253	22,20003	0,383619
Keskihajonta	0,866457	0,014972	0,906268	0,01566



Kitkavertailu kaavio märkä puu / vaneri.

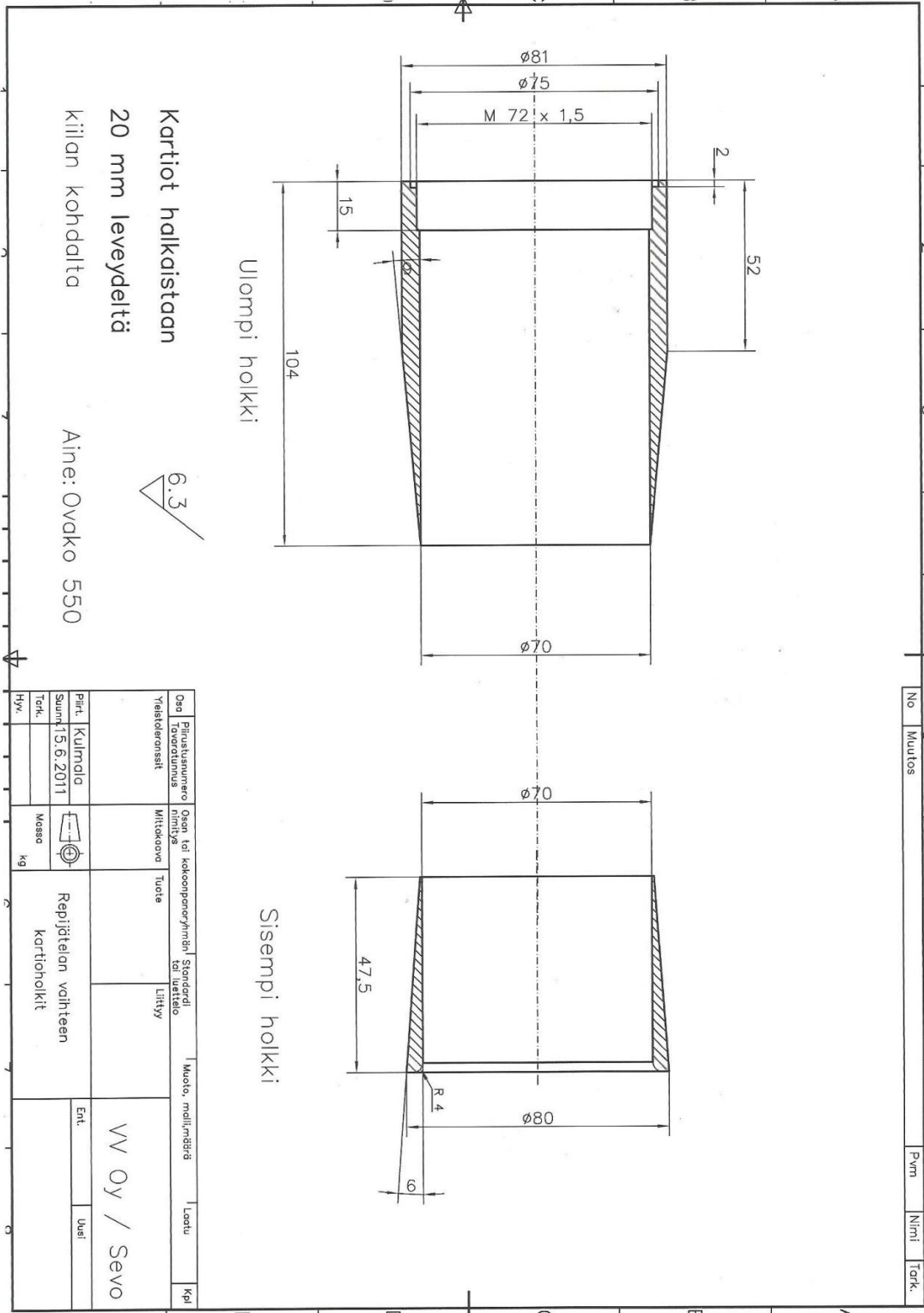
Märkä puu / PE-muovi

	Lähtö		Liike	
	F	μ	F	μ
	22,6611	0,391586	17,4618	0,301742
	24,2307	0,418709	18,4428	0,318694
	22,563	0,389891	18,1485	0,313608
	20,9934	0,362768	18,8352	0,325474
	20,4048	0,352597	18,3447	0,316998
	20,601	0,355988	17,8542	0,308523
	20,8953	0,361073	18,5409	0,320389
	22,2687	0,384806	17,7561	0,306827
	21,3858	0,369549	17,9523	0,310218
	20,7972	0,359378	18,4428	0,318694
Keskiarvo	21,6801	0,374635	18,17793	0,314117
Keskihajonta	1,217389	0,021037	0,418892	0,007238

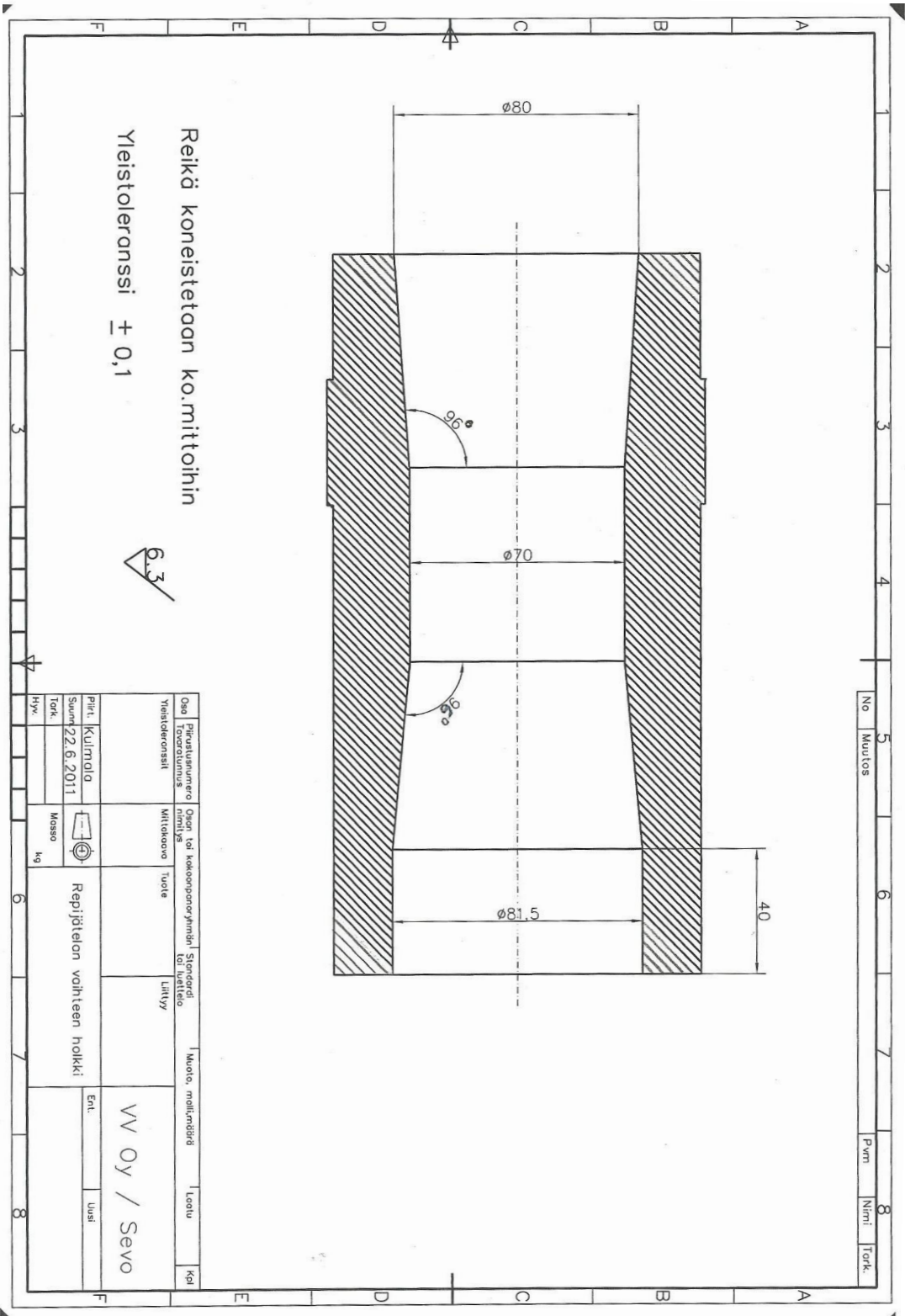


Kitkavertailu kaavio märkä puu / polyeteeni muovi.

LIITE 3. Repijätelan vaihteen ja akselin spesiaalien kiinnitysholkkien Cads-piirroksat



No	Muutos	Pvm	Nimi	Tark.		
Osa	Piirustusnumero Tavaratunnus	Osan tai kokoonpanoryhmän nimitys	Standardi tai luettelo	Muoto, malli,määrä	Laatu	Kpl
Yleistoleranssit		Mittakaava	Tuote	Liittyy	VV Oy / Sevo	
+ 0,1 -						
Piirt.	Kulmala		Repijätelan vaihteen ulomman kartioholkin kiristys/ ulosvetorengas		Ent.	Uusi
Suunn.	22.6.2011					
Tark.					Massa	kg
Hyv.						



LIITE 4. Polttoaine-siilon ruuvipurkaimen hampaiden kulutukestävyyden testaus

8.9.2012 Pa-siilossa 1 tehdyssä tutkimuksessa todettiin että HST + C (Corodur 65 hitsatut) hampaat olivat vähiten kuluneet. Vaihrettiin HST + C hampaiksi numerot 2, 7 ja 10 joilla oli ajettu alle kuukausi.



Pa-siilo 1, ruuvipurkaimen hammas numero 6.

6.11.2012 PA-siilo 1 tehdyssä tarkastuksessa Miilux ja hardox hampaat oli kuluneet taskun reunan tasalle. Vaihrettiin Corodur- ja wogadur-kovahitsattuihin hampaisiin.



Pa-siilo 1, ruuvipurkaimen kuluneet Miilux-hampaat 7.11.2012.

Polttoainesiilo 1:n ruuvipurkaimen kuluneisuuden seuranta Kulmala/2012

Asennusaika: 13.6 .2012

Hampaat (materiaali) :

Numero

0= HST+C

1= Hardox 500

15=Miilux

2=Miilux

16=Miilux

3=HST+C

17=Miilux

4=Hardox 500

18=Miilux

5=Miilux

19=Miilux

6=HST+C

20=Miilux

7=Hardox 500

21=Miilux

8=Miilux

22=Miilux

9=HST+C

23=Miilux

10=Miilux

24=Miilux

11=Miilux

25=Miilux

12=Miilux

26=Miilux

13=Miilux

14=Miilux

HST+C= Haponkestävä materiaali jossa Corodur kovahitsaus kärjessä 59,8 HRC

Miilux=Miilux Oy:n spesial materiaali

Hardox=SSAB:n kulutusterästä.

**Polttoainesiilo 3:n ruuvipurkaimen hampaiden kuluneisuuden seuranta
Kulmala/2012**

Asennusaika: 19.6.2012

Hampaat (materiaali) :

Numero

0= HST+C

1= HST+C

15=HST+C

2=Hardox 500

16=HST+C

3=Miilux

17=HST+C

4=HST+C

18=HST+C

5=Hardox 500

19=HST+C

6=Miilux

20=HST+C

7=HST+C

21=HST+C

8=Hardox 500

22=HST+C

9=Miilux

23=HST+C

10=HST+C

24=HST+C

11=HST+C

25=HST+C

12=HST+C

26=HST+C

13=HST+C

14=HST+C

HST+C=Haponkestävä materiaali jossa Corodur kovahitsaus hampaan kärjessä 59,8 HRC

Miilux= Miilux Oy:n spesiaali materiaali

Hardox 500= SSAB:n kulutusteräs