

Krister Kumpulainen

# VANERI- JA KERTOPUUTEHTAAN HAUTOMOVESIEN SÄÄTÖSELVITYS

Opinnäytetyö

Biotuotetekniikka

2020



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

<b>Tekijä/Tekijät</b>	<b>Tutkinto</b>	<b>Aika</b>
Krister Kumpulainen	Biotuotetekniikan insinööri (AMK)	Toukokuu 2020
<b>Opinnäytetyön nimi</b>		
Vaneri- ja kertopuutehtaan hautomovesien säätöselvitys		30 sivua 1 liitesivua
<b>Toimeksiantaja</b>		
Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood Oy, Punkaharjun tehta		
<b>Ohjaaja</b>		
Ritva Käyhkö, Katja Silvennoinen		
<b>Tiivistelmä</b>		
<p>Työn tarkoituksena oli saada Punkaharjun vaneri- ja kertopuutehtaan hautomovesienkierto-prosessi toimivammaksi prosessin parametrien säätöjen avulla. Ongelmana vesikierrossa oli automaation osittainen puuttuminen, jolloin pumppuja jouduttiin ohjaamaan häiriötilanteessa manuaalisesti. Manuaalijolla pumput kuitenkin saattoivat jäädä epähuomiossa 0-asentoon, mikä taas katkaisee vedenkierron vanerihautomolle, jonka seurauksena vanerihautomon pinta pääsi laskemaan liian alas. Vanerihautomon pinnantason laskua kompensoitiin ajamalla hautomoon raakavettä, mutta usein se oli turhaa, koska vettä oli järjestelmässä tarpeeksi, mutta se oli vain väärässä paikassa, eikä tieto veden olemassaolosta saavuttanut työntekijöitä. Raakavedenotosta johtuen vettä jouduttiin purkamaan järveen vedenpuhdistamolta, joka samalla lisää päästöjä vesistöön.</p> <p>Työtä lähdettiin kartoittamaan vesijärjestelmän kanssa toimivien henkilöiden haastatteluilla, ja heidän mahdollisilla parannusehdotuksillansa. Kun käyttäjiltä oli saatu koostettua parannusehdotukset, joita oli esimerkiksi viestintäkanavan perustaminen, sekä siirtopumppujen pumppausalueen kasvattaminen, aloitettiin työn kokoaminen kirjalliseen muotoonsa.</p> <p>Työtä tehdessä huomattiin, että ratkaisut ongelmiin olisi varsin helposti toteutettavissa, ja osa ratkaisuista on jo olemassa, mutta niitä ei ole vielä kytketty, esimerkkinä hautomon päätyyn asennettava valo, joka on jo olemassa, mutta sijaitsee väärässä paikassa.</p> <p>Tämä työ toimii pohjaselvityksenä, jonka pohjalta voidaan alkaa suunnittelemaan muutoksia vesienkierron parantamiseen.</p>		
<b>Asiasanat</b>		
Vedenkierron optimointi, selvitystyö, vedenpuhdistus		

Author	Degree	Time
Krister Kumpulainen	Bachelor of Engineering	May 2020
<b>Thesis title</b>		30 pages
Optimization of soaking water process in Punkaharju mills		1 pages of appendices
<b>Commissioned by</b>		
Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood Oy, Punkaharjun tehtaat		
<b>Supervisor</b>		
Ritva Käyhkö, Katja Silvennoinen		
<b>Abstract</b>		
<p>The objective of the thesis was to improve the soaking water process in Punkaharju mills through optimizing the system that for the most part already exists. The issue that occurred mainly resulted from a partly insufficient automation, and because of that, the pumps had to be operated manually whenever there were problems in the system. When operating the pumps manually, there was a possibility to accidentally leave them on 0-state, which stopped the water flow from kertopuu mill's storage pool to the plywood mill's soaking pool, thus lowering the water-level in the soaking pool. To compensate the low water-level in the pool, raw-water was pumped into the soaking pool, and often that was unnecessary, because there was enough water in the system, but it was in the wrong place and information about it did not reach the employees. Because of the added water in the pool, excess water from the process had to be discharged to the water system nearby from the mills water treatment plant which then increased the emissions to the surrounding natural water system.</p>		
<p>The work started with interviewing the people, who involved in operating the system, and hearing if they had their own opinions on how to improve the system. After the information from the interviews and meetings was gathered, such as establishment of an information channel, and increasing the pumping area of the transfer pumps, the suggestions were written down for closer analysis.</p>		
<p>During the research it was found, that most of the solutions for the improvements already existed, but had not yet been connected and thus the improvements could be very cost-effectively put into action.</p>		
<p>This thesis serves as a ground survey to start planning changes to improve water circulation system.</p>		
<b>Keywords</b>		
Water system optimization, examination, wastewater treatment		

## Lyhenteet ja merkinnät

LTO	Lämmöntalteenottojärjestelmä
COD	Jäteveden kemiallinen hapenkulutus
SKP	Savukaasupesuri

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TYÖN TARKOITUS .....	6
3	VANERIHAUTOMO .....	7
4	KERTOHAUTOMO .....	8
5	VEDENPUHDISTAMO .....	10
6	HAUTOMOVESIEN KIERTO .....	13
6.1	Vaneritehtaan vedenkierto.....	14
6.2	Kertopuutehtaan vedenkierto.....	15
7	VESITASE .....	16
8	ONGELMAKOHDAT JA RATKAISUEHDOTUKSET .....	20
9	TOIMENPITEET .....	24
10	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	25
	LÄHTEET.....	27

### KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

### LIITTEET

Liite 1. Hautomoiden ja LTO- laitosten vesienkäsittelykaavio

## 1 JOHDANTO

Metsä Woodin Punkaharjun tehtailla valmistetaan vaneria, sekä kertopuuta koti- ja ulkomaan markkinoille. Vanerin valmistukseen käytetään pääasiassa koivupuuta, ja kertopuun valmistukseen kuusipuuta. Sekä vanerin, että kertopuun valmistuksessa oleellista on puiden vesihaudonta, jotta ne saadaan pehmenemään, lämpenemään, ja sorvautumaan paremmin viiluiksi. Talvella haudonta myös sulattaa jäätyneet puut. Molemmilla tehtailla on tätä tarkoitusta varten omat hautomonsa. Kertotehtaan hautomo on ns. kamarihautomo, jossa puut laitetaan kannelliseen lokeroon, jonka jälkeen se täytetään vedellä ja kansi suljetaan. Vanerihautomo on läpiuittohautomo, johon puita lisätään niipussa, jotka uivat hautomon lävitse 24-48 tunnin aikana (Silvennoinen 2020).

Hautomovedet puhdistetaan biologisen vedenpuhdistamon avulla, joka sijaitsee vanerihautomon yhteydessä. Hautomoiden vettä kierrätetään, ja sekoitetaan keskenään, jolla veden pH-tasot saadaan pidettyä optimitasolla vedenpuhdistusprosessin kannalta, eikä erillistä pH:n säätölaitteistoa tarvita (Silvennoinen 2019). Veden puhdistaminen on tärkeää, sillä hautomovedet kiertävät lämmöntalteenottoyksiköiden (LTO-yksiköiden) kautta, ja likaantuneet vedet tukkisivat järjestelmän. Vedenpuhdistaminen on myös suoritettava siksi, että vettä joudutaan purkamaan järveen altaiden ollessa liian täynnä, sekä seisakkaikoina, kun altaat ajetaan tyhjiksi niiden puhdistamista varten. Ympäristölupa vaatii vesistöön purettavien vesien fosfori- ja COD-päästöjen mittaamista, eikä järveen purettava hautomo vesi pysyisi annetuissa arvoissa ilman veden puhdistamista. (Silvennoinen 2019.)

## 2 TYÖN TARKOITUS

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli saada parannettua prosessin vesikiertoa niin, että vettä on oikeaan aikaan oikeassa paikassa, ja sitä on siellä riittävästi. Samalla tarkoituksena oli saada myös järveen purettavan veden määrää sekä raakaveden määrää pienemmäksi prosessista.

Työssä paneudutaan hautomoiden toimintaan ja hautomovesienkierron säätöön, sekä ohjaukseen. Työtä varten haastateltiin hautomovesien kanssa työskenteleviä työntekijöitä, sekä prosessi- ja automaatioinsinöörejä, joilta saatiin myös mahdollisia parannusehdotuksia prosessin ohjaukseen.

Työtä varten oli myös muodostettava laskennallinen vesitase, jonka avulla voitaisiin arvioida esimerkiksi hautomoalaiden pinnankorkeuden muutoksia tehtäessä muutoksia järjestelmään. Vesitaseesta tulisi olemaan hyötyä myös jatkossa, sillä sen avulla pystyttäisiin laskemaan pinnankorkeuden muutoksia esimerkiksi hautomoiden seisakkityhjennyksen aikana.

### **3 VANERIHAUTOMO**

Vanerihautomossa koivutukit uivat nipuissa koko altaan lävitse, ja aikaa puuden läpimenoon kuluu minimissään noin vuorokausi. Sopiva haudonta-aika vanerinvalmistuksessa käytettävälle koivupuulle on 1-2 vuorokautta. Tukit niputetaan tukinkäsittelykentällä, ja lastataan hautomoon aamu- ja iltavuoron aikana. Nippuihin lisätään myös muutamia havupuutukkeja, jotta ne kelluvat paremmin hautomossa. Nipussa on keskimäärin 22 m<sup>3</sup> puuta, ja yksi nippu nostaa vedenpinnan tasoa hautomossa noin yhdellä sentillä. Nippuja on parhaimmillaan hautomoaltaassa hieman yli 50 kappaletta, jolloin puun määrä hautomossa on noin 1100 m<sup>3</sup>. Vettä on tärkeää olla tarpeeksi hautomossa, jotta tukkiniput eivät jää pohjaan kiinni ja puut pääsevät liikkumaan vapaasti eteenpäin. Nippuja myös hajoaa uitossa ja pohjaan painuneet uppopuut haittaavat nippujen uimista altaassa (Matikainen 2019). Kuvassa 1 näkyy vanerihautomon pääty, josta puut syötetään hautomoon.



Kuva 1. Näkymä vanerihautomon puiden syöttöpäästä.

Kun niput ovat kulkeneet hautomon lävitse, niiden ympäriltä poistetaan ketjut, joilla ne ovat sidottu, ja tukit nostellaan kuljettimelle, joka vie ne kuorittavaksi, ja katkaistavaksi. Sen jälkeen tukit jatkavat matkaansa sorville, jossa niistä sorvataan viilua vanerin valmistukseen.

Vanerihautomon vedenpinnan taso pyritään pitämään 2,18 metrissä. Kun pinnankorkeus nousee 2,2 metriin, alkaa vedenpuhdistamolta puhdistetun veden purku järveen, jotta hautomoaltaaseen ei synny tilannetta, jossa allas vuotaa ylitse. Veden purkaminen järveen jatkuu niin kauan, kunnes pinnankorkeus on jälleen 2,18 metrissä. (Turtiainen 2019.)

#### 4 KERTOHAUTOMO

Kertotehtaan hautomo on toteutettu niin sanottuna kamarihautomona, jossa kuoritut ja 2,62 metrin mittaisiksi katkaistut puut nostetaan erilliseen haudontakamariin, ja lokero täytetään vedellä. Tukit sahataan valmiiksi mittaan, jotta ne voidaan nostella suoraan hautomosta sorveille vievälle kuljettimelle. Kuvassa 2 näkyy kertopuuhautomo, jonka kamaria ollaan juuri tyhjentämässä puista.



Kuva 2. Näkymä kertotehtaan hautomokamareista.

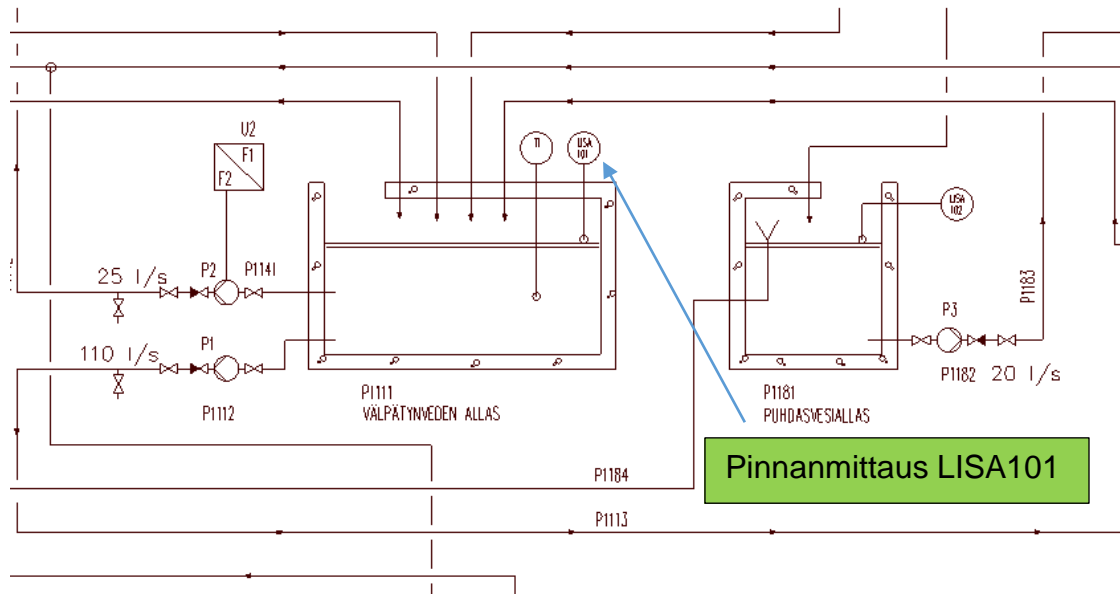
Hauduttuaan kamarissa 16 tunnin ajan, puut nostellaan sieltä kuljettimelle, joka kuljettaa ne edelleen sorvattavaksi. Kamareita on yhteensä 12 kpl ja ne ovat tilavuudeltaan noin 235 m<sup>3</sup>/kpl, ja puuta yhteen kamariin laitetaan noin 120 m<sup>3</sup>, jonka jälkeen ne täytetään vedellä (Laukkanen 2019). Kerrallaan kamareita on haudonnassa 6-8 kpl. Yhden, puilla täytetyn kamarin täyttäminen vedellä, laskee vedenpinnan tasoa varastoaltaassa noin 13 cm (taulukko 1), ja näin ollen olisikin suotavaa pitää altaassa jokin ”puskuri” määrä vettä, jolloin vesi ei pääse menemään liian vähiin, ja sitä riittää sekä LTO:lle, että hautomoaltaiden täyttöön ja vanerihautomolle pumpattavaksi.

## 5 VEDENPUHDISTAMO

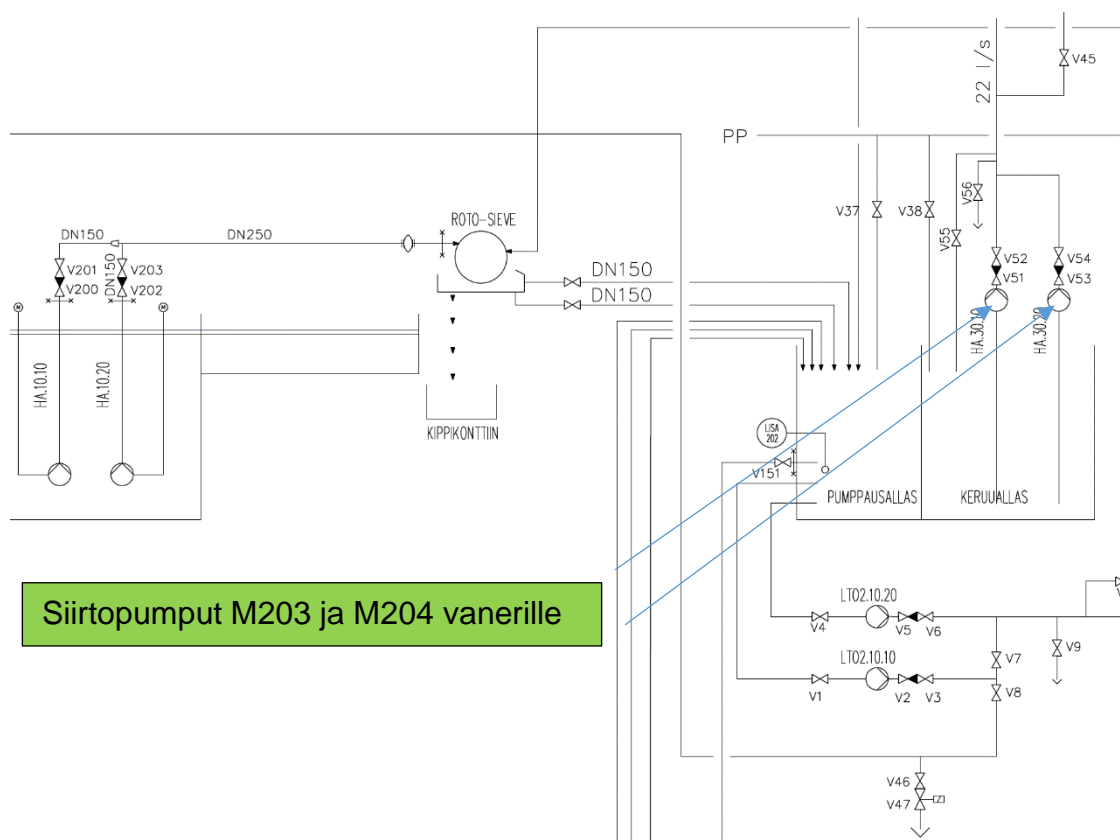
Vanerihautomon yhteydessä oleva vedenpuhdistamo on niin sanottu flotaatiopuhdistamo, jossa vesi puhdistetaan ”flokkaamalla” kiintoainepartikkelit vaahdoksi altaan pinnalle, joka sitten kaavitaan pois. Veden pH-tason tulee olla neutraalilla tasolla (pH 5-7), ja lämpötilan 35°C, jotta puhdistamo toimii tehokkaimmin, ja bakteerit eivät pääse kuolemaan (Kujala 2020). Veden pH saadaan pidettyä sopivalla tasolla sekoittamalla hautomovesiä keskenään, sillä vanerihautomon veden pH on yli 7, ja kertohautomon pH alle 7 johtuen käytettävistä puulaaduista. Näin ollen erillistä pH säätölaitteistoa ei tarvita. Vesi johdetaan flotaatiopuhdistukseen sekä väljätytyn veden altaasta, polymeerin sekoitusaltaasta, että dispersiovetenä.

Dispersiovesi otetaan flotaatioaltaan puhtaasta päästä alitteena, ja se paineistetaan paineistusastiassa 4 barin paineeseen, jotta se saadaan kyllästettyä hapella ja muodostamaan pientä kuplaa tullessaan puhdistusaltaaseen. Tämä tehostaa yhdessä polymeerin ja alumiinisulfaatin kanssa flokkien muodostumista veteen ja niiden nousemista pintaan. Vedessä olevat epäpuhtaudet kiinnittyvät flokkeihin, ja muodostavat vaahtoa altaan pinnalle. Altaan päällä oleva pyörivä kaavari kaappii veden pinnalle muodostuneen vaahton lietealtaaseen, ja alitteena saatava puhdistettu vesi johdetaan sekä dispersiovedeksi, että puhtaan veden altaaseen. Lietealtaaseen kaavittu liete puristetaan kuivaksi suotonauhapuristimen avulla, jonka jälkeen se kulkeutuu lavalle, ja siitä edelleen poltettavaksi hakkeen seassa Punkavoiman kattilaan. Kuvassa 3 näkyy koko vedenkierron PI-kaaviosta otettu osa, jossa näkyy vedenpuhdistamon toiminta.





Kuva 4. Suurennos vedenpuhdistamon PI-kaaviosta (Vesienkäsittelykaavio 2018)

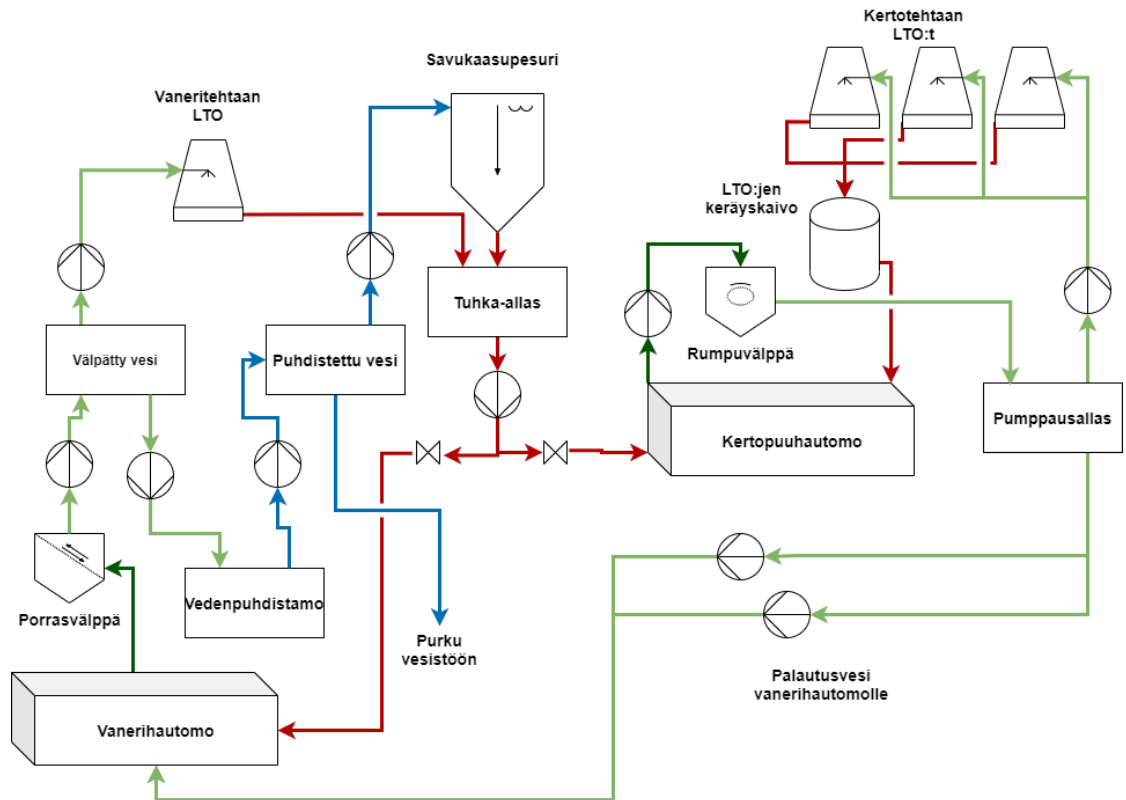


Kuva 5. Kertopuutehtaan pumppaamo (Vesienkäsittelykaavio 2018)

## 6 HAUTOMOVESIEN KIERTO

Vettä tehtaiden toiminnassa tarvitaan sekä voimalaitoksella, jossa tuotetaan prosessien vaatimaa höyryä ja kaukolämpöä, että puiden haudonnassa, palo-vesijärjestelmässä ja itse prosesseissa, muun muassa lämmönvaihtimissa. Voimalaitoksen tarvitsema vesi kulkee omassa kierrossaan, ja sen avulla tuotetaan prosessilaitteiden, kuten kuivauskoneiden ja kuumapuristinten tarvitsemaa höyryä. Tarvitsemansa lisäveden voimalaitos ottaa suoraan järvestä, ja ennen päätymistä höyrykiertoon sille suoritetaan humuksen- ja suolanpoisto.

Hautomovedet ovat omana kokonaisuutenaan, eivätkä liity voimalaitoksen höyryntuotantoon kuin savukaasupesurin osalta. Hautomovesiä käytetään ainoastaan puiden haudonnassa, kuivauskoneiden lämmöntalteenotoissa, sekä voimalaitoksen savukaasupesurissa. Tällä tavoin hautomovesi saadaan lämmitettyä prosessin ja siinä tarvittavien laitteiden tuottamaa energiaa hyödyntämällä, ja samalla kokonaisenergiankulutus saadaan pidettyä pienempänä. Veden kiertoa tehtaiden hautomoilla on kuvattu yksinkertaistetussa kuvassa 6. Kuvaan on laitettu ainoastaan vesivirrat, eikä esimerkiksi savukaasupesurille tulevaa savukaasuvirtaa, eikä LTO:ille tulevia ilmavirtoja ole piirretty kuvaan. Kuvaan on lisäksi yritetty värien avulla selventää vesien lämpötiloja, sekä niiden puhtautta. Punaiset nuolet kuvaavat lämmintä vettä, siniset kylmää, ja vihreään vaaleampi sävy puhtaampaa, ja tummempi likaisempaa vettä. Kertopuu-hautomo on kuvassa esitetty yhtenä kokonaisuutena, eikä varastoallasta ja hautomokamareita ole erotettu erilleen. Vedenkiertojärjestelmän toimintaa kuvataan tarkemmin seuraavissa kappaleissa.



Kuva 6. Yksinkertaistettu kaavio hautomovesien kierrosta (Kumpulainen 2020)

## 6.1 Vaneritehtaan vedenkierto

Voimalaitoksen savukaasupesuri ottaa tarvitsemansa veden vanerihautomon yhteydessä olevan vedenpuhdistamon puhdistetun veden altaasta, ja pesurilta vesi laskee vapaalaskuputkea pitkin vanerihautomon tuhka-altaaseen, jossa lentotuhka laskeutuu altaan pohjalle, eikä näin ollen lähde kiertoon (kuva 6). Tuhka-altaasta pesurin lämmittämä vesi pumpataan edelleen vanerihautomon haudonta-altaaseen, sekä kertopuutehtaan varastoaltaaseen.

Hautomovettä lämmitetään lisäksi vanerin kuivauskoneilta tulevan poistoilman lämmöntalteenoton avulla, sekä lisäksi tarvittaessa voimalaitoksen tuottaman primäärihöyryn avulla lämmitettävällä patterilla. Vanerin LTO ottaa tarvitsemansa veden myöskin puhdistetun veden altaasta, mutta LTO:oon ajetaan myös tarpeen vaatiessa raakavettä lisänä, jotta LTO-tornin lämpötila ei nouse liian korkeaksi. Tätä varten LTO:ssa on lämpötila-anturi, joka antaa käskyn

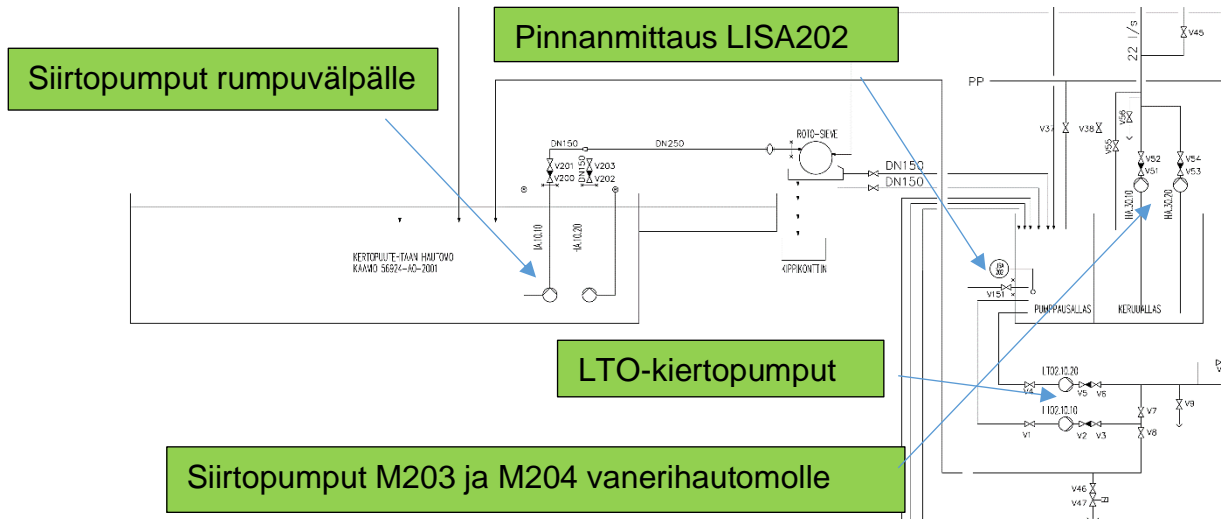
raakavesiventtiilille avautua, mikäli lämpötila alkaa nousta liian korkeaksi. Kuivauskoneiden poistoilmaa on myös jäähdytettävä ja pestävä siksi, että ympäristöön ei pääse hajuhaittoja.

## 6.2 Kertopuutehtaan vedenkierto

Kertopuutehtaalle vesi tulee voimalaitoksen savukaasupesurilta. Savukaasupesurin veden virtaamaa vaneri- ja kertohautomon varastoaltaan välillä ohjataan venttiilien avulla voimalaitokselta. Savukaasupesurilta vesi ohjataan suurimmaksi osaksi kertopuutehtaan varastoaltaaseen, jonne johdetaan myös kertotehtaan kuivauskoneiden lämmöntalteenotoista tulevat vedet. Varastoallas on mitoiltaan 9,6 metriä leveä, ja 77 metriä pitkä. Kuvassa 6 varastoallas, sekä hautomokamarit on merkitty yhdeksi kokonaisuudeksi ja nimetty kertopuuhautomoksi.

Vedenpinnan taso altaassa pyritään pitämään noin 2,4-3,7 metrin korkeudella, jolloin altaassa on vettä noin 1780 – 2700 m<sup>3</sup>. Varastoaltaasta vesi jatkaa kuluaan siten, että pumpput syöttävät vettä varastoaltaasta rumpuväljän lävitse pumppausaltaaseen niin kauan, kunnes varastoaltaan pinnan taso laskee 2,4 metriin, tai pumppausaltaassa pinta nousee 1,90 metriin.

Varastoaltaassa olevien pumppujen hystereesiksi oli asetettu 7 senttimetriä, eli pumppausaltaan saavuttaessa ylärajan, pumpput sammuvat, ja käynnistyvät uudelleen vasta kun pinta laskee asetetun 7 senttimetriä 1,90 metristä 1,83 metriin. Pumppausaltaan pinnanmittaus tapahtuu johtokykyyn perustuvan anturin avulla, ja sitä ohjataan LISA-202 säätöpiirin avulla. Kuvassa 7 näkyvät kertotehtaan varastoaltaan pumpput (HA.10.10 ja HA.10.20), rumpuvälppä (ROTO-SIEVE), 2-LTO-pumput (LTO2.10.10 ja LTO2.10.20), vanerihautomolle siirtävät pumpput (HA.30.10 ja HA.30.20), sekä pinnanmittausanturi LISA-202. Pumppauskaivosta vettä pumpataan jatkuvasti kertopuutehtaan LTO- yksiköihin, sekä vanerihautomolle silloin, mikäli sinne mahtuu vettä.



Kuva 7. Osa PI-kaaviosta, jossa näkyy kertopuuuhautomo (Vesienkäsittelykaavio 2018)

## 7 VESITASE

Jotta pinnanmuutoksia pystyttiin arvioimaan, oli muodostettava vesitase, jonka avulla voitiin laskea, kuinka paljon esimerkiksi kertotehtaan hautomokamarin täyttäminen vaikuttaa vedenpinnantasoon varastoaltaassa. Laskelmaan syötettiin tiedot virtaamista vuosilta 2018 ja 2019, koska se koettiin riittäväksi tarkasteluväliksi. Tällä aikavälillä tarkasteltaessa laskelmassa näkyisi myös uuden kertopuulinjan avauksen vaikutus käytettyjen vesien määrään.

Laskelmaa varten oli olemassa CADS- kuvat, joista luettiin altaiden mitat, ja haastatteluiden avulla saatiin tieto, kuinka paljon puuta kertopuutehtaan hautomokamariin kerralla syötetään (taulukko 1). Taulukon avulla pystytään laskemaan, kuinka paljon vettä on varastoaltaassa, sekä hautomokamareissa yhteensä, sekä kamarin täytön vaikutusta varastoaltaan pinnankorkeuteen.

Taulukko 1. Kertopuuhautomon sekä varastoaltaan vesitase.

Kertohautomon varastoallas			Kertohautomon lokero		
leveys		9,5 m	leveys		7,4 m
pituus		76,8 m	pituus		6 m
vedenpinnan korkeus		3,6 m	korkeus		4,77 m
Vesimäärä		2626,56 m <sup>3</sup>	tilavuus		211,788 m <sup>3</sup>
			Puiden määrä/lokero		120 m <sup>3</sup>
			Vesimäärä/lokero		91,788 m <sup>3</sup>
Yhden hautomolokeron täytön vaikutus varastoaltaan pinnankorkeuteen (puiden kanssa)					
		0,125806 m			
Yhden hautomolokeron täytön vaikutus varastoaltaan pinnankorkeuteen (ilman puita)					
		0,29028 m			
			Haudonnassa olevat lokerot		6 kpl
			Veden määrä hautomoissa+varastoaltaassa yht.		
					7081,848 m <sup>3</sup>

Vanerihautomon osalta työntekijöiltä saatiin tieto, kuinka paljon yhden koivu-tukkinipun nostaminen vaikutti hautomon pinnantasoon, josta saatiin altaiden mittojen perusteella laskettua keskimääräinen nipun koko, joka oli noin 22 m<sup>3</sup> (taulukko 2). Taulukon avulla voidaan laskea puun, sekä veden määrä hautomossa muuttamalla "VP-taso" ja "nippujen määrä" solujen arvoja.

Taulukko 2. Vanerihautomon vesitase.

Vanerihautomo					
Leveys		29 m			
Pituus		76,5 m			
VP-taso		2,3 m			
laskennallinen tilavuus (puut+vesi)					
		5102,55 m <sup>3</sup>			
todellinen tilavuus					
		7600 m <sup>3</sup>			
erotus		2497,45 m <sup>3</sup>			
Nippujen määrä		54	joiden vaikutus vedenpintaan		0,01 m/nippu
Puuta/nippu		22,185 m <sup>3</sup>			
Puuta hautomossa		1197,99 m <sup>3</sup>			
Vesimäärä		3904,56 m <sup>3</sup>			

Taseeseen tarvittiin lisäksi systeemiin syötettyjen vesien määrät. Tiedot syöte-tyistä vesistä saatiin korjaamohenkilökunnan ylläpitämästä vesiseurannasta,



Taseessa otettiin huomioon lisäksi myös flotaatiopuhdistukseen tulevan virtaaman kokonaismäärä, sekä puunkäytön määrä vuosilta 2018 ja 2019, jolloin pystyttiin arvioimaan vedenkäyttö suhteessa käsiteltyyn puumäärään (taulukko 4). Kuten taulukosta käy ilmi, virtaama flotaatiopuhdistamolle on kasvanut 5 % vuodesta 2018 vuoteen 2019, mutta samalla vedenkäyttö on tehostunut, sillä vesistöön puretun veden määrä suhteessa puhdistamolle tulevaan virtaukseen on pienentynyt 4 %.

Taulukko 5. Puunkäytön suhde flotaatiovirtaamaan.

<b>Puunkäyttö:</b>				Ero edell. vuoteen
<b>2018</b>			<b>2019</b>	
<b>Koivu</b>		<b>Koivu</b>		
166000 m3			140000 m3	-16 %
<b>Havu</b>		<b>Havu</b>		
294070 m3			324345 m3	10 %
yht.		yht.		
460070			464345	
<b>kokonaispuunkäytön kasvu</b>				
	1 % '=		4275 m3	
<b>2018</b>			<b>2019</b>	
<b>Puhdistettu vesi/m3 puuta</b>				
0,8875715 m3			0,92472192 m3	
<b>Järveen puretun veden määrä suhteessa flotaatiovirtaamaan</b>				
			-4 %	
<b>Flotaatiovirtaama</b>				
408345 m3			429390 m3	
<b>Flotaatiovirtaaman kasvu</b>				
	5 % '=		21045 m3	
<b>Järveen purettu puhdistettu vesi/ flotaatiovirtaus</b>				
13 %			9 %	

Taseesta kävi myös ilmi, että kokonaispuunkäyttö oli lisääntynyt vuodesta 2018 noin 1 % verran, eli 4250 m<sup>3</sup>. Koivua oli käytetty noin 10 % vähemmän vuonna 2019, kuin vuonna 2018 kun taas havupuuta oli käytetty vuonna 2019 noin 16 % enemmän, kuin vuonna 2018. Havupuun käytön nousu johtuu uuden kertopuulinjan valmistumisesta, ja koivun käytön väheneminen osittain vuonna 2019 pidetyistä lakoista.

Työssä tehtiin myös yksinkertaisempi laskuri työntekijöiden käyttöön (taulukko 5). Laskurin avulla työntekijät voivat arvioida kulloisenkin tilanteen mukaan, paljonko esimerkiksi purkua järveen on lisättävä, että päästään haluttuun pinnankorkeuteen. Tästä on apua esimerkiksi suunniteltaessa kesäseisakilla tapahtuvaa hautomoiden tyhjennystä, kun osataan arvioida tyhjennykseen kuluva aikaa.

Taulukko 6. Työntekijöiden käyttöön tehty laskuri.

Kertohautomon varastoallas		Kertohautomon lokero		Haudonnassa olevat lokerot	9 kpl				
leveys	9,5 m	leveys	7,4 m						
pituus	76,8 m	pituus	6 m						Muuttamalla arvoja keltaisiin soluihin, ohjelma laskee uudet arvot
vedenpinnan korkeus	3,1 m	korkeus	4,77 m						
Vesimäärä	2261,76 m <sup>3</sup>	tilavuus	211,788 m <sup>3</sup>	Veden määrä hautomoissa+varastoaltaassa yht.	6798,867 m <sup>3</sup>	Kokonaisveden määrä, jolla molemmat hautomot tulivat	7768,572		
		Puiden määrä/lokero	120 m <sup>3</sup>	Nippujen määrä vanerihautomossa	54	joiden vaikutus vedenpintaan +1cm/nippu			
		Vesimäärä/lokero	91,788 m <sup>3</sup>	Puuta hautomossa	1214,514 m <sup>3</sup>				
Yhden hautomolokeron täytön vaikutus varastoaltaan pinnankorkeuteen (puiden kanssa)	0,125806 m			Vesimäärä	3711,015 m <sup>3</sup>				
Yhden hautomolokeron täytön vaikutus varastoaltaan pinnankorkeuteen (ilman puuta)	0,29028 m								
Vanerihautomo		Pumppujen tehot ja vaikutukset pinnankorkeuteen		Kerto varastoaltaan pinnanmuutos		Vaneri pinnanmuutos			
Leveys	29,4 m	Siirtopumppu vanerille	220 m <sup>3</sup> /h	0,301535088 m/h		0,097816905 m/h			
Pituus	76,5 m	Purku järveen	5 m <sup>3</sup> /h	0,00685307 m/h		0,002223111 m/h			
VP-taso	2,19 m								
laskennallinen tilavuus (puut+vesi)									
	4925,529 m <sup>3</sup>								
todellinen tilavuus									
	7600 m <sup>3</sup>								
erotus	2674,471 m <sup>3</sup>								

## 8 ONGELMAKOHDAT JA RATKAISUEHDOTUKSET

Nykyisellään systeemi on altis käyttäjien tekemille virheille, sillä pumppuja, jotka kierrättävät vettä kertohautomolta vanerihautomolle jouduttiin välillä ohjaamaan manuaalisesti, mikäli vedenpinta varastoaltaassa oli syystä tai toisesta päässyt nousemaan liian korkeaksi. Tällöin pumput saattoivat jäädä epähuomiossa 0-asentoon, jolloin ne kierrättävät vettä ainoastaan kertotehtaan LTO-järjestelmässä, ja veden pinta vanerihautomossa pääsee laske-

maan liian alas. Vanerihautomon vedenpinnan laskusta johtuen sinne joudutaan ajamaan raakavettä, jolla varmistetaan puiden tasainen hautuminen ja nippujen liikkuminen altaassa. Raakaveden ajaminen prosessiin varsinkin talviaikaan laskee kuitenkin altaiden lämpötilaa. Vanerihautomolla olevalla höyrypatterilla voidaan vesiä lämmittää tarpeen vaatiessa, mutta tähän kuluu turhaan energiaa. Kun pumpput jälleen kytketään automaattiasentoon, niin silloin vettä on yleensä ylimäärin järjestelmässä, ja sitä joudutaan purkamaan vesistöön vedenpuhdistamolta, ja pahimmassa tapauksessa altaat tulvivat ylitse.

LTO- järjestelmät toimivat siten, että kuivauskoneilta tulevan kuumen poistoilman joukkoon ruiskutetaan vettä, joka sitoo itseensä lämpöä. LTO-torniin ruiskutettu vesi johdetaan keräyskaivoon (kuva 9), joka on saanut tehtaalla lempinimen ”kiljupönttö”. Keräyskaivoa käytetään lämpimän veden keräämiseen, jotta lämpöhäviöt saadaan pidettyä pienempänä ja näin ollen LTO:n hyötysuhdetta nostettua.

Yksi merkittävimmistä ongelmakohtista vedenkierrossa on kertopuutehtaan 1 ja 2 LTO:n keräyskaivon pintavahdin jumiutuminen. Kyseinen kaivo sijaitsee kertotehtaan sivustalla, korjaamon päätyovien vieressä. Kaivossa oleva pintavahti on kohomallinen, ja se liikkuu metallitangon varassa. Kertotehtaan LTO:ssa kiertävä vesi sisältää pihkaa, koska sitä liukenee veteen puista sekä haudonnassa, että kuivauskoneelta tulevan poistoilman mukana. Keräyskaivossa on olemassa ylivuotoputki, mutta se on tulpattu, koska pintavahdin jumiutuessa vesi pääsee karkaamaan sadevesikaivoon ja siitä edelleen vesistöön, eikä itse jumiutumista huomata. Keräyskaivo, sekä tulpattu ylivuotoputki näkyy kuvassa 9. Nyt pintavahdin jumiutumisen huomaa, kun vesi alkaa tulvimaan kaivosta ylitse tukkikentälle. Ylivuotoputkeen olisikin syytä hankkia johdotokykyyn perustuva anturi, joka ilmoittaisi, kun vettä alkaa tulvimaan ylitse, ja antaisi hälytyksen. Tällöin ongelmaan ehditään puuttumaan välittömästi, ja vettä ei pääse karkaamaan kierrosta. Tällainen ratkaisu onkin toteutettu vaneerin LTO:ssa, ja se olisi helposti sekä edullisesti toteutettavissa myös kertopuutehtaan LTO:jen keräyskaivon ylivuodossa.



Kuva 8. Kertopuutehtaan LTO:jen keräyskaivo.

Veden riittävyttä haudonnassa saataisiin myös parannettua nostamalla kertotehtaan varastoaltaan alarajaa 2,4 metristä 3 metriin, eli pumput lakkaisivat syöttämästä vettä vanerihautomolle varastoaltaan pinnan laskiessa 3 metrin tasolle. Tällöin vettä olisi tarpeeksi varastossa sekä täyttämään kertotehtaan hautomokamarit, että LTO-kiertoon, ja tarvittaessa myös vanerihautomolle palautettavaksi. Samalla tulisi määrittää myös varastoaltaan ylärajaksi esimerkiksi 3,9 metriä, jolloin vedenpinnan saavuttaessa tuon tason, pumput pakko-syöttäisivät vettä vanerihautomolle, vaikka siellä olisikin pinnankorkeus ylärajalla. Tämä siksi, että on parempi purkaa puhdistettua vettä vesistöön, kuin se, että altaat tulvivat pihalle, ja vedet valuvat sadevesiviemäreistä puhdistamattomana järveen. Pumput voisi sammua, kun pinta on pudonnut esimerkiksi 3,7 metriin, tämä 0,2 metrin lasku varastoaltaan pinnankorkeudessa tarkoittaisi vanerihautomon pinnassa noin 7 senttimetrin nousua. Tätä varten tulisi kuitenkin hankkia lisää logiikkaa, jotta pumput, ja rajat saadaan ”keskustelemaan” keskenään.

Siirtämällä vanerihautomon ylärajaa 2,19 metristä 2,15 metriin, jäisi hautomoaltaaseen paremmin tilaa, mikäli kertotehtaan varastoaltaan pinta pääsee noustamaan liian korkealle. Vanerihautomo tulvii vedenpinnan mennessä yli 2,3 metrin ja jos raja siirretään 2,15 metrin tasolle, jäisi altaaseen varaa pakko-syöttää vettä tuo 15 senttimetriä, joka vastaa kertotehtaan varastoaltaassa 45 senttimetrin korkeutta, eli 3 hautomokamarin tyhjennyksen verran. Tällä tavoin veden määrä saataisiin pysymään riittävänä vanerihautomolla, sekä välttyttäisiin altaiden tulvimiselta häiriötilanteessa.

Nykyisellään savukaasupesurilta tulevan veden määrää hautomoiden välillä ohjataan voimalaitokselta käsin manuaaliohjatulla venttiilillä. Venttiilin ohjauksesta voisi vetää myös komennon pumpulle, joka palauttaisi jatkuvasti saman määrän vettä vanerihautomolle, kuin savukaasupesurilta (SKP) menee kertotehtaalle. Tämä tasaisi vedenpintojen heittelyä.

Vanerihautomon täyttöpään seinustalle olisi myös hyvä asentaa valo, joka ilmoittaa hautomon olevan täysi, jolloin hautomon täyttäjät osaavat lopettaa puiden lastauksen hautomoon ja näin ollen välttämään hautomon tulvimisen. Tällainen valo on jo olemassa, mutta se näkyy kuivauskoneella, eikä itse hautomolla. Tämäkin ratkaisu on helposti toteutettavissa vetämällä johdot samasta lähdestä, kuin jo olemassa olevalle valolle, ja laittamalla uusi valo hautomon päätyyn.

Vedenpuhdistamonhoitajalta tuli myös parannusehdotuksena perustaa esimerkiksi WhatsApp-ryhmä, jonne voisi ilmoittaa aina, kun prosessiin tehdään muutoksia, ja miksi näin on toimittu. Ryhmän jäseniksi tulisivat esimiehet, voimalaitos, sekä muut, jotka ovat prosessin kanssa tekemisissä. Tästä olisi suuri apu esimerkiksi vikatilanteessa, ja sen selvittelyssä. Tällä hetkellä muutoksia ei kirjata mihinkään, eikä myöskään syitä, miksi muutoksiin on päädytty. Tämä johtaa siihen, että vikatilanteessa kuluu turhaan aikaa siihen, kun yritetään jäljittää vian syytä. Vian etsimiseen voi pahimmillaan kulua jopa tunteja. Ryhmä perustettaisiin jo olemassa oleviin työpuhelimisiin, eikä kenenkään tar-

vitsisi käyttää omaa puhelintaan tarkoitukseen. Toisena vaihtoehtona olisi perustaa vaikka sähköposti-ryhmä, tai jokin muu vastaava viestinvälitys kanava, jolla saataisiin ihmiset pidettyä ajan tasalla mahdollisista muutoksista.

## 9 TOIMENPITEET

16.3.2020 pidetyssä palaverissa olivat paikalla laatu- ja turvallisuuspäällikkö Katja Silvennoinen, vastaava suunnittelija Iiro Kapanen, kunnossapitoinsinööri Juha Ketolainen, sekä allekirjoittanut. Keskustelimme mahdollisuudesta nostaa kertotehtaan varastoaltaan alarajaa 2,4 metristä 3 metriin niin, että pinnan ollessa alarajalla, se samalla estäisi M203 ja M204- pumppujen vedensyötön vanerihautomolle, vaikka sinne mahtuisikin vettä. Tällä toimenpiteellä pyrittäisiin varmistamaan riittävä veden määrä varastoaltaassa haudontakamarien täyttämiseksi. Vedenpinnan tason noustessa 3,2 metriin saisivat pumput jälleen luvan syöttää vettä vanerihautomolle, mikäli siellä on tilaa.

Pumpuille olisi myös asetettava yläraja, jolla ne alkaisivat pakkosyöttämään vettä vanerihautomolle, vaikka sitä sinne ei sillä hetkellä mahtuisikaan. Tämä siksi, että välttyttäisiin altaan ylivuodolta, sekä siksi, että olisi parempi purkaa puhdistettua vettä järveen, kuin tulvittaa allasta pihalle.

Torstaina 30.4.2020 kävimme Juha Ketolaisen kanssa säätämässä kertopuuhautomon pumppauskopissa olevaa LISA-202 anturia siten, että lisäsimme vanerihautomoon siirtävien pumppujen pumppausaikaa. Pumppausaikaa saatiin pidennettyä sillä, että nostimme hystereesin  $0,010 \rightarrow 0,015$ . Tämä siis tarkoittaa sitä, että pumput pumppaavat vettä 15 cm alueella välillä 175 cm-160 cm, kun entinen asetus oli 180 cm-170 cm. Pinnan ylärajaa päädyttiin siirtämään hieman alaspäin, koska tehdessämme säätöjä, huomasimme, että vesi alkaa tulvimaan keruualtaan ja pumppausaltaan välistä pinnankorkeuden näyttäessä 180 cm.

Hautomovesien kanssa työskenteleville henkilöille perustettiin viestintäkanava WhatsApp-ryhmän muodossa. Tarkoituksena oli saada tieto liikkumaan paremmin työntekijöiden välillä, mikäli systeemiin oli jouduttu tekemään muutoksia. Tällä tavoin voitaisiin vähentää häiriötilanteissa syyn selvittämiseen kuluva aikaa, ja työntekijöillä olisi parempi kuva siitä, mitä on tehty, ja miksi.

## 10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli saada hautomovedenkiertoa parannettua siten, että vettä on oikeaan aikaan oikeassa paikassa riittävästi. Samalla saataisiin myös vähennettyä sekä raakaveden, että järveen purettavan veden määrää. Tarvittavat lähtötiedot työn tekemiseen saatiin kokoon haastattelemalla hautomovesien kanssa työskenteleviä henkilöitä. Heiltä saatiin myös hyviä parannusehdotuksia, kuinka systeemi saataisiin toimivammaksi. Haastatteluiden myötä kävi ilmi, että tieto ei liikkunut kunnolla hautomovesien kanssa työskentelevien henkilöiden välillä, ja siihen kaivattiin parannusta. Työn aikana perustettu WhatsApp-ryhmä onkin osoittanut toimivuutensa, ja siitä on tullut työntekijöiltä hyvää palautetta. Ryhmän ansiosta häiriötilanteisiin reagoiminen on nopeutunut huomattavasti, ja ongelmat on saatu nopeammin selvitettyä, kun tieto on liikkunut henkilöltä toiselle.

Työtä varten oli myös muodostettava hautomovesille vesitase, jotta pystyttiin laskemaan, kuinka paljon esimerkiksi 10 senttimetrin muutos kertopuutehtaan varastoaltaan pinnankorkeudessa vaikuttaa vanerihautomon pinnankorkeuteen. Vesitaseesta tehtiin lisäksi suppeampi versio työntekijöiden käyttöön, jonka avulla he voivat tarkastella muun muassa systeemissä olevan veden kokonaisuutta, sekä pumppauksen ja järveen purkamisen vaikutusta altaiden pinnankorkeuteen.

Jotta vedenkiertoa saataisiin vielä parannettua lisää, täytyisi hommata lisää lojikkia, jotta pumput saataisiin keskustelemaan toistensa kanssa, ja osaisivat palauttaa saman verran vettä vanerihautomolle kertopuutehtaan varastoaltaasta, kuin sinne tulee voimalaitoksen savukaasupesurilta. Tällöin altaiden pinnankorkeuksissa ei tapahtuisi heittelyliikettä, ja vedenpinnantasot pysyisivät oikealla alueella prosessin kannalta.

Kertopuutehtaan LTO:jen keräyskaivon ylivuotoputkeen olisi myös suositeltavaa asentaa anturi, joka ilmoittaa, mikäli kaivo alkaa tulvimaan ylitse. Tällöin

vältytään kaivon turhasta tulvittamisesta tukkikentälle, ja osataan mennä puhdistamaan kaivossa oleva pinnanmittausuimuri pihkasta. Itse anturi, ja sen asennus ei vaatisi juurikaan rahallista investointia, mutta sillä olisi suuri apu vesienkierron häiriöiden havainnoinnissa.

M203 ja M204 pumppujen säädöllä oli positiivisia vaikutuksia veden riittävyyteen vanerihautomolla, mutta pumppausaluetta olisi syytä vieläkin kasvattaa veden riittävyyden varmistamiseksi. Ehdottaisin kokeilemaan pumppausaluetta välillä 1,75 m-1,55 m. Tällöin pumppausalue olisi tuo 0,2 m, jolla pumput M203 ja M204 siirtäisivät vettä vanerille. Tämä lisäisi veden liikkuvuutta vanerihautomolle, eikä vesi pääsisi kertymään kertopuutehtaan varastoaltaaseen.

**LÄHTEET**

Hautomoiden ja LTO- järjestelmän vesienkäsittelykaavio. Rev.-M 2018

Kapanen, I. 2019-2020. Haastattelut Punkaharjulla Metsä Wood:n tehtailla.

Kujala, A. 2020. Luento XAMK:n Savonniemen kampuksella Savonlinnassa  
6.3.2020

Laukkanen, L 2019. Haastattelut Punkaharjun Metsä Wood:n tehtailla.

Matikainen, M. 2019-2020 Haastattelut Punkaharjulla Metsä Wood:n tehtailla.

Puronaho, S. 2019-2020. Haastattelut Punkaharjun Metsä Wood:n tehtailla.

Silvennoinen, K 2019-2020. Haastattelut Punkaharjun Metsä Wood:n tehtailla.

Turtiainen, M. 2019. Haastattelut Punkaharjun Metsä Wood:n tehtailla.

## KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Näkymä vanerihautomon puiden syöttöpäästä. ....	8
Kuva 2. Näkymä kertotehtaan hautomokamareista. ....	9
Kuva 3. Osa PI-kaaviosta, jossa näkyy vedenpuhdistamo (Vesienkäsittelykaavio 2018).....	11
Kuva 4. Suurennos vedenpuhdistamon PI-kaaviosta (Vesienkäsittelykaavio 2018).....	12
Kuva 5. Kertopuutehtaan pumppaamo (Vesienkäsittelykaavio 2018) .....	12
Kuva 6. Yksinkertaistettu kaavio hautomovesien kierrosta (Kumpulainen 2020) .....	14
Kuva 7. Osa PI-kaaviosta, jossa näkyy kertopuuhautomo (Vesienkäsittelykaavio 2018).....	16
Kuva 9. Kertopuutehtaan LTO:jen keräyskaivo. ....	22
Taulukko 1. Kertopuuhautomon sekä varastoaltaan vesitase. ....	17
Taulukko 2. Vanerihautomon vesitase.....	17
Taulukko 3. Vedenkulutus-raportti.....	18
Taulukko 4. Systeemiin syötetyt vedet. ....	18
Taulukko 5. Puunkäytön suhde flotaatiovirtaamaan. ....	19
Taulukko 6. Työntekijöiden käyttöön tehty laskuri. ....	20

Liitteet: