

Hanna Pinomäki

Jyrsinturpeen toimituskosteuden hallinta

Vapo Oy

Opinnäytetyö
Syksy 2019
SeAMK Ruoka
Agrologi (AMK)

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Ruoka

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Suuntautumisvaihtoehto: Maatalousyrityksen tuotantoprosessit

Tekijä: Hanna Pinomäki

Työn nimi: Jyrsinturpeen toimituskosteuden hallinta

Ohjaaja: Jussi Esala

Toimeksiantaja: Vapo Oy

Vuosi: 2019

Sivumäärä: 49

Liitteiden lukumäärä: 6

Turve on monikäyttöinen materiaali, jota käytetään alueellamme erityisesti muun muassa energiantuotannossa. Polttoturpeella on tietyt sopimuksissa asetetut laatu-kriteerit, jotka sen tulee täyttää, että sitä voidaan toimittaa asiakkaalle polttoon. Kulu-neet kesät 2018 ja 2019 ovat aiheuttaneet ongelmia turpeen tuotanto- ja toimitus-kosteuksien suhteen, sillä tuotanto-olosuhteet ovat olleet poikkeuksellisen kuumia ja kuivia, ja tuotetusta turpeesta on osasta tullut kuivempaa, kuin sopimusten alara-jat sallivat.

Työssä keskityttiin yksinomaan jyrsinpolttoturpeen toimituskosteuden hallintaan, ja kosteuden nostamiselle pyrittiin löytämään kustannustehokas ja suuremmissa mit-takaavassa käyttökelpoinen keino. Työssä päätettiin ottaa lähempään tarkasteluun jyrsinpolttoturpeen seulonta seulonta-aseman avulla. Seulonta tasaa turpeen laatua poistaen siitä epäpuhtauksia ja ylisuuria kappaleita. Erityisesti haluttiin tutkia, miten eri seulontakäytännöt vaikuttavat jyrsinturpeen kosteuteen.

Projekti antoi yhdensuuntaisia tuloksia siitä, että seulonnalla pystytään nostamaan jyrsinturpeen kosteutta useita prosenttiyksikköjä. Tämän vuoksi seulonta ei välttä-mättä sovi tarkoitukseen, jos kosteutta halutaan nostaa vain muutaman prosenttiyk-sikön verran. Tällaisissa tilanteissa tulee kysymykseen esimerkiksi auman pohjatur-peen sekoittaminen kuormattavan turpeen joukkoon kuormausvaiheessa. Seulonta on kuitenkin ratkaisu tilanteessa, mikäli toimitettava auma ei ole kosteudeltaan ta-salaatuinen ja sisältää sekä liian kuivia että märkiä kohtia. Lisäksi seulonnalla voi-daan saada todella kuivastakin aumasta toimituskelpoinen, sillä kosteuden nousu voi seulonnan jälkeen olla jopa 8–12 %.

Opinnäyte toteutettiin Vapo Oy:n toimeksiannosta, ja yhteistyössä Vapo Oy:n sekä yrityksen sidosryhmien kanssa.

Avainsanat: jyrsinturve, seulonta, kosteus, laatu, kuormaus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Specialisation: Production Processes of a Farm

Author: Hanna Pinomäki

Title of thesis: Shipping Moisture Control of Milled Peat

Supervisor: Jussi Esala

Assigned by: Vapo Oy

Year: 2019

Number of pages: 49

Number of appendices: 6

Peat is a multipurpose material that is used especially as fuel in Southern Ostrobothnia. Peat should fulfil certain contract quality requirements before it can be shipped to customers. Previous summers 2018 and 2019 caused problems with production and shipping moisture of the peat, because the weather conditions were exceptionally warm and dry. Part of the produced peat was drier than the limits in the contracts indicate.

The study focused only on the shipping moisture of milled peat, trying to find a cost-efficient method to increase the moisture in a bigger scale. It examined the sieving of milled peat with a sieving station. Sieving stabilizes the quality of peat by removing impurities and oversize objects from it. It was of a special interest to study how different sieving methods affect the moisture of milled peat.

The project showed that that sieving increases the moisture percentage significantly. This is why sieving is probably not the best method when only a minor percentage increase is aimed at. In that case, one way to increase the moisture is to mix the peat from the bottom of a stack with the peat that is ready for loading. Sieving is the best way if the peat-stack is not homogenous and if it has both too dry and too wet spots. Through sieving, even a dry peat-stack can become eligible for shipping because the moisture can increase by 8–12 percentages after sieving.

The client of the thesis was Vapo Oy and it was made in co-operation with the company and its stakeholders.

Keywords: milled peat, sieving, moisture, quality, loading

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Tausta ja toimintaympäristön esittely	8
1.2 Tutkimusongelma.....	10
1.3 Toimituskosteus ongelmana	11
2 TOIMITUSKOSTEUSONGELMAN SYNTYYN JOHTANUT KEHITYS	12
3 TOIMITETTAVAN TURPEEN KOSTEUDEN HALLINTA.....	15
3.1 Aumaturpeen kosteuden säätelykeinot	15
3.2 Kosteudenhallintamenetelmän valinta ja sen perustelut	17
4 TUTKIMUS SEULONNAN KÄYTÖSTÄ KOSTEUDEN SÄÄTÖÖN	19
4.1 Tutkimusmenetelmät ja -aineistot.....	19
4.2 Seulonnan tekniikka ja peruseriaatteet	19
4.3 Seulontakokeen menetelmällinen hallinta	22
4.4 Case: Isoneva	24
4.4.1 Taustatiedot	24
4.4.2 Aumaturpeen kosteusjakauma ja energiasisältö	25
4.4.3 Seulontaolosuhteet	27
4.4.4 Seulontakalusto	28
4.5 Case: Haukineva.....	32
4.5.1 Taustatiedot	32
4.5.2 Aumaturpeen kosteusjakauma ja laatu	32
4.5.3 Seulontaolosuhteet	33
4.5.4 Seulontakalusto	34
5 SEULONTAKOKEIDEN TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU ..	36

5.1 Käsinäytteiden tulokset	37
5.2 Sääolosuhteiden vaikutus seulontaan	39
5.3 Seulonnan vaikutus kuormapainoihin	40
6 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	43
LÄHTEET	46
LIITTEET	49

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Perävaunun kairauspää, joka painetaan aumaa vasten.....	16
Kuva 2. Kuormaus voidaan suorittaa esimerkiksi kaivinkoneella.	20
Kuva 3. Isonvan seulontakalusto.	21
Kuva 4. Turvetta seulottuna kasalle odottamaan kuormaamista.....	21
Kuva 5. Kosteustiedot erän 625983 aumakairauspöytäkirjasta.	26
Kuva 6. Kosteustiedot erän 625981 aumakairauspöytäkirjasta.	27
Kuva 7. MTSA-300 seula-asema.	29
Kuva 8. 90 mm kiekkovälillä varustettu seulasto.....	30
Kuva 9. 45 mm kiekkovälillä varustettu seulasto.....	31
Kuva 10. Kosteustiedot erän 608319 aumakairauspöytäkirjasta.	33
Kuva 11. JTSA-400 seula-asema.	34
Kuva 12. Isonvan 625981 auman turpeesta otetut käsinäytteet.....	36
Kuva 13. Aumasta 608319 seulonnassa erottuneet kannot.....	42
Taulukko 1. Seulontapäivien sääolosuhteet Isonvalla.....	27
Taulukko 2. MTSA-300 seulan tekniset tiedot.....	30
Taulukko 3. JTSA-400 seulan tekniset tiedot.....	35
Taulukko 4. Sääolosuhteiden vaikutus turpeen kosteuden muutoksiin.	40
Taulukko 5. Suokohtaiset kuutiopainot.	41
Taulukko 6. Suokohtaiset kuormapainot.	41

Käytetyt termit ja lyhenteet

MWh	Energian yksikkö, megawattitunti.
toimittaja	Toimija, joka vastaa turpeen toimittamisesta.
tuottaja	Toimija, joka vastaa turpeen tuottamisesta.
toimituserä	Asiakkaalle toimitettava kuorma.
tehollinen lämpöarvo	Polttoaineessa polttokosteudessa käytettävissä olevan energian yksikkö. (Tuhka huomioitu pois.)
erä-/aumanumero	Aumakohtainen tunnistenumero, jolla eri turveaumat/-erät eritellään toisistaan.
ylikuiva turve	Sopimuksen kosteusalarajan alittavaa turvetta.

1 JOHDANTO

1.1 Tausta ja toimintaympäristön esittely

Työn toimeksiantajana toimii Vapo Oy, joka on monipuolinen energia-alan yritys. Yksi merkittävimmistä Vapon toimialoista on energiaturpeen tuotanto sekä toimitus. Turvetta tuotetaan Vapon omistamilla tai vuokraamalla turvetuotantoalueilla ympäri Suomen, ja energiaturvetta toimitetaan polttoon voima- ja lämpölaitoksille, teollisuudelle, sekä kuntien lämpölaitoksille (Vapo Oy, [viitattu 27.6.2019]).

Pohjanmaalla isompia asiakkaita on muutamia, ja pienempiä sekä polttoteknisesti vaativampia asiakkaita on useita. Suuria laitoksia alueellamme ovat Alholmens Kraft, Seinäjoen Voima, Vaskiluodon Voima Vaasa, Kokkolan Energia ja Kokkolan Voima. Pienempiin laitoksiin lukeutuvat muun muassa Kannuksen Kaukolämpö, Lapuan Energia, Vapo Nurmo (Atria), Vapo Pellettitehdas Haukineva, Kurikan Kaukolämpö jne.

Kesän 2018 loppupuolella alkoi näyttämään siltä, että viime kesänä tuotetuista turveaumoista osa tulee jäämään liian kuiviksi, eikä niiden keskikosteuksia saada enää nostettua, vaikka tehtäisiin tuotannon suhteen korjaavia toimenpiteitä. Pitäisi keksiä joitakin muita keinoja, joilla saataisiin jälkeensä viimeistään toimitusvaiheessa turpeen kosteutta nostettua. Aumat täytyy saada kuitenkin jossakin vaiheessa aina toimitettua. Esimerkiksi pelkkä toimituksen siirtäminen parin vuoden päähän ei välttämättä auta, sillä jos turve on aumassa todella kuivaa, se ei välttämättä ota edes alapäin itseensä kosteutta merkittävässä määrin.

Yhteistuumin toimitusketjupäällikkö Heta-Mari Hernesniemen kanssa päätettiin, että tämä aihe olisi oivallinen opinnäytetyötä ajatellen, sillä liian kuivien turpeiden kanssa tulee varmasti vielä ongelmia, että mihin ja milloin saadaan mikäkin auma toimitettua. Toimitusten suunnittelun kannalta olisi todella helppoa, että kaikki tuotettu turve olisi juuri sellaista, mitä sopimuksissa vaaditaan ja mitä asiakkaat haluavat. Tällaista optimistilannetta tuskin on kuitenkaan missään, kenelläkään toimijalla. Nämä vaadituista kriteereistä poikkeavat aumat kuitenkin muuttavat usein koko toimitusten suunnittelukuviota, kun niitä ei välttämättä pystytä toimittamaan haluttuun aikaan

haluttuun paikkaan. Tämän vuoksi haluttiin etsiä erilaisia keinoja, joilla ylikuivasta turpeesta saataisiin sellaista, että sitä voitaisiin riskittä toimittaa.

Tärkeä asia toimituslaadun ylläpitämisessä on Vapolle myös se, että asiakkaalta saataisiin hyviä käyttökokemuksia, ei tulisi reklamaatioita, ja yhteistyö asiakkaan kanssa olisi jatkuvaa. Vapo on viime vuosina nostanut asiakastytyväisyyden varsin hyvälle tasolle. Vapolle on erittäin tärkeää saada ylläpidettyä asiakaslähtöistä toimintaansa ja siten myös imagoaan. Vapo on tunnettu myös toimitusvarmuudestaan. (Polte 2016.) Sen suhteen ei saa tapahtua notkahdusta, vaikka tuotetun turpeen laatu vaihtelisikin. Silloin täytyy pyrkiä vain löytämään keinot laadun saamiseksi aina tietyille asiakkaalle soveltuvaksi.

Lähteenä tässä työssä käytettiin asiantuntijalähteitä sekä kirjallisia lähteitä. Näiden lisäksi valtaosa tekstistä on kirjoitettu oman käytännön kokemuksen perusteella, jolloin tekstin lähteenä toimii kirjoittaja itse, ellei ole toisin mainittu. Puhuimme opinäytetyön ohjaavan opettajan Jussi Esalan kanssa, että on soveliaista käyttää omia tietoja ja kokemuksia lähteenä tällaisessa tapauksessa, kun itsellä on runsaasti kokemusta alalta. Olen toiminut turvetuotannon parissa pienestä lähtien, sillä meillä itsellämme on perheyritys, ja olemme toimineet Vapon Keski-Suomen alueella turvetuotannon pääurakoitsijana 1990-luvun alusta saakka. Lisäksi olemme toimineet kuormausurakoitsijana Etelä-Pohjanmaan alueella reilun kymmenen vuoden ajan. Itse aloin virallisesti työskennellä turvetuotannon eri työvaiheiden parissa heti traktorikortin saatuani. Keväällä 2018 pääsin Vapolle kesän ajaksi turvetuotannon työnjohtajaksi ja samalla suoritin ammattikorkeakoulun erikoistumisharjoittelun. Talven 2018–2019 ajan toimin Vapolla ajojärjestelijänä, ja hoidin kollegojeni kanssa Vapon Länsi- ja Keski-Suomen alueen turve- ja hakekuljetuksien järjestelyjä. Keväällä 2019 siirryin taas kesän ajaksi turpeen tuotantopuolelle työnjohtotehtävien pariin. Käytännössä polttoaineen koko tuotanto-toimitus -ketju on tullut tutuksi kaikkien osapuolien kannalta. Niin Vapon, kuin tuotanto-, kuormaus- ja kuljetusyrittäjien sekä asiakkaidenkin näkökulmasta. Täten koen omien tietojeni riittävän useassa tilanteessa lähdemateriaaliksi.

1.2 Tutkimusongelma

Vaikka eri laitosten polttoaineiden laatukriteerit voivat olla erilaisia, on polttoaineen oikea kosteus jokaisen asiakkaan kohdalla todella merkittävä tekijä. Tässä työssä perehdymme jyrsinpolttoturpeen kosteuden hallintaan, erityisesti liian kuivan turpeen ongelmiin.

Sääolosuhteiltaan vaihtelevat kesät ovat luoneet todellisia haasteita turpeen laadun ylläpitämiseksi halutulla tasolla. Etenkin kesä 2018 toi tullessaan ongelmia, sillä normaalia pidemmät kuumat ja kuivat jaksot kuivattivat turpeen kentällä hetkessä. Normaalisti jyrsinturve vaatii 2–4 kääntökertaa kuivuakseen, mutta viime kesänä oli aika ajoin kentän pinnan lähtökosteus niin pieni, että kääntövaihe voitiin jättää kokonaan välistä, ja karheta turve suoraan jyrsinnän jälkeen karheelle.

Lähtökohtaisesti kuivat olosuhteet toivat omat haasteensa tuotteen oikean kosteuden (38–41 %) saavuttamiselle. Lisäksi ajoittain erittäin tuuliset sääolosuhteet pakottivat pitämään tuotannosta taukoa, mikä aiheutti sen, että turve pääsi kuivumaan liian kuivaksi kentällä.

Erityisesti kesän 2018 jälkeen niin Vapolla kuin muillakin yrityksillä on varastoissaan jyrsinturpeen laatukriteerit alittavaa polttoainetta, sillä usealla asiakkaalla kosteuden alaraja on 38 %. Tämä muodostaa ongelmia toimituksien suunnittelussa ja toteutuksessa, sekä aiheuttaa usein lisäkustannuksia vähintään kuormausvaiheessa.

Työssä oletuksena on, että jyrsinturpeen kosteuden hallintaan löytyy soveltuvia sekä kustannustehokkaita keinoja. Nämä keinot ja toimintamallit riippuvat muun muassa toimitettavan polttoaineen lähtökosteudesta ja laadusta, asiakkaasta ja asiakkaan tarpeista, vallitsevista olosuhteista (esimerkiksi sää), sekä tapauskohtaisista muuttuvista tekijöistä (urakoitsijat, saatavilla oleva kalusto jne.). Työn tavoitteena on esitellä muutamia toimivia keinoja kosteuden ja laadun tasaamiseksi, sekä osoittaa millä niistä on eniten potentiaalia yleisessä käytössä. Lisäksi tavoitteena on osoittaa, että esivalinnan perusteella soveltuvimmaksi arvioidulla menetelmällä on todella tehoa kosteuden säätelyssä.

1.3 Toimituskosteus ongelmana

Tärkein syy, miksi Vapo halusi tutkittavan ylikuivan turpeen toimitusongelmaa, oli se, että toimituskosteuksien täytyy pysyä sopimuksissa määritellyissä rajoissa. Turpeessa ei mielellään saisi olla suuria kosteusvaihteluita toimituserien välillä. Esimerkiksi jos kosteus hyppää 38 %:sta 50 %:iin päivän aikana, se voi tuottaa laitoksella suuria ongelmia. Yleensä mitä pienempi laitos, niin sitä herkempi se on laadunvaihtelulle. Yksi liian kostea kuorma kylmällä kelillä saattaa aiheuttaa laitoksen alasajon.

Kun turve on kuivaa ja hienojakoista, se on erittäin räjähdysherkkää. Käytännössä kun turve alittaa 38 % kosteuden, pölyräjähdysriski nousee. Ja kuten Bioenergia ry:n (2015, s 23) Torjutaan turvepaloja -tausta-aineistossa kerrotaan, turpeen kosteuden alittaessa 30 %, syttymän vaara on suuri. Sen mukaan ei vaadita kuin ruokalusikallinen riittävän kuivaa ja hienojakoista turvetta sopivana seoksena ilmassa, ja se voi humahtaa syttyä kipinän vaikutuksesta. Pölyräjähdys voi tapahtua missä turpeen käsittelyvaiheessa tahansa, kun toimitaan kuivan turpeen parissa. Mutta räjähdys tapahtuessa laitoksella, voidaan joutua toimittajana suuriin ongelmiin. Ainoastaan yli 60 % kosteuden ylittävä, vasta kentästä jyrsitty turve ei pala (Bioenergia ry 2015, 23).

Kesällä 2018 nostetut jyrsinpolttoturpeet ovat olleet useilla toimittajilla liiankin kuivia. Esimerkiksi Alholmens Kraftin laitoksella Pietarsaaressa tapahtui pölyräjähdys turpeen vastaanottohallissa lokakuussa 2018 (Keskipohjanmaa 2018). Räjähdys voi levittää kyteviä palopesäkkeitä laajallekin alueelle.

Jos turve ei ole ollut sopimuksen ehdot täyttävää, ja räjähdys aiheuttanut turve pystytään kohdentamaan tietylle toimittajalle, voi siitä koitua seuraamuksia turpeen toimittaneelle yritykselle. Esimerkiksi vakuutusyhtiö voi pahimmassa tapauksessa tällaisissa tilanteissa evätä korvaukset. (Marttila 2019.)

Poltettavan turpeen joukossa ei saa olla myöskään epäpuhtauksia tai ylisuuria kappaleita. Epäpuhtaudet ovat muun muassa kiviä, hiekkaa, metallia ja muovia. Epäpuhtauksiksi ei lueta kantoja tai jäätyneitä turvepaakkuja eli kameja. Jos ne ovat haitallisen suuria polttoturpeen joukossa, ne luetaan ylisuuriksi kappaleiksi. (Bioenergia ry 2017, s 9 & 11.)

2 TOIMITUSKOSTEUSONGELMAN SYNTYYN JOHTANUT KEHITYS

Viime vuosina on ollut monta huonoa kesää turvetuotannon kannalta. Talvi 2017–2018 oli taas turpeen polton kannalta erittäin otollinen, sillä pakkaset olivat kovia ja talvi jatkui pitkään. Turvetta kului lämmityskauden aikana kaiken kaikkiaan 66 696 terajoulea, mikä on 24 % aiempaa vuotta enemmän (Tilastokeskus 2019). Lisäksi sähkön hinta oli vielä keväällä lämmityskauden loppupuolella niin hyvä, että monet yhteistuotantovoimalaitokset olivat toiminnassa pitkälle kesään, kuten esimerkiksi paikallinen Seinäjoen Voimalaitos. Tilanne oli keväällä 2018 se, että varastot riittivät tyydyttävästi lämmityskauden loppuun, mutta ilman hyvää turvetuotantokesää oltai-siin voitu olla jopa ongelmassa toimitusvarmuuden kanssa.

Tuotanto alkoi keväällä 2018 nopeasti ja yllättäen, ja kuivuus jatkui keväästä lähtien läpi koko kesän. Ilman merkittäviä sadejaksoja tuotantokentät pääsivät kuivumaan muutenkin kuin pelkästään pinnasta. Käytännössä pelto kuivui syvältä pinnan ala-puolelta, ja turve oli jo ennen irrottamisvaihetta eli jysintää selvästi tavanomaista kuivempaa. Joissakin tapauksissa turve oli niin kuivaa, että se voitiin karheta jysin-nän jälkeen ilman kääntämisvaihetta ja kuivattelua. Yleensä turve vaatii n. 2–4 kään-tökertaa kuivuakseen, ellei sade ehdi sitä välissä kastella.

Kesä 2018 oli myös keskimääräistä tuulisempi. Tuotantovaiheita pyrittiin ajoitta-maan kaikkein kuivimpina ja kuumimpina vuorokausina mahdollisuuksien mukaan yöajalle, sillä silloin yleensä tuuli tyyntyy, ja tuottaminen on paloturvallisempaa. Vii-leämmällä säällä konetyöt ovat myös miellyttävämpiä tehdä kuin päivän paah-teessa. Tuotantotoiminnassa on käytössä yleiset tuulirajat. Tuulen ollessa 4–7 m/s paloriski kasvaa ja valvontaa on tehostettava, ja kun tuulen nopeus ylittää 10 m/s tuotantotoimet on lopetettava. (Koivula 2018.)

Kesällä 2018 palokunta antoi vielä erillisen lisämääräyksen, jossa tuuliraja pudotet-tiin viiteen metriin sekunnissa kaikissa työvaiheissa pois lukien palaturpeen pintaan-veto (Vapo 2018c). Tuulitaukoja pääsi muodostumaan lisää, ja tämä osaltaan ai-heutti sen, että kentällä olevat turpeet pääsivät kuivumaan entisestään, kun kar-heamis- ja keruuvaiheita jouduttiin siirtämään myöhemmäksi. Oli taidosta ja tuurista,

mutta myös edellä mainituista seikoista kiinni, että jotkut tuotantoyksiköt saivat pysymään tuotetun turpeen kosteuden vaadituissa rajoissa, mutta joillakin taas kosteus pääsi laskemaan liian alhaiseksi.

Vapolla on sopimuksittain vaihtelevat kosteustaulukot, joiden perusteella tuottajalle maksetaan tuotetusta turpeesta. Kuutioperusteisessa maksumenetelmässä tuotetulle aumakuutiolle on määritelty perushinta, jota voidaan alentaa turpeen kosteuden poiketessa sovitusta loppukosteudesta. Jos taas tuottaja pystyy tuottamaan turpeen juuri sovittuun kosteuteen, siitä maksetaan perushinnan lisäksi bonusta. Perushinnat sekä vähennys- ja lisäprosentit ilmoitetaan sopimuksien hintataulukoissa. Hinnoittelumekanismi johtaa siihen, että turvetta ei tahallisesti tai yleensä edes huolimattomuuttaan tuoteta liian kuivana tai märkänä, vaan vaihtelevien sääolosuhteiden vuoksi kosteuden hallinta on joskus erittäin haasteellista.

Vapolla oli kesän 2018 jälkeen jonkin verran varastoissaan 38 % kosteusrajan alittavaa turvetta. Osassa aumoista keskikosteus alitti tuon lukeman, ja osassa oli reilusti ylikuivia kohtia ja seassa kosteampaa turvetta, mutta auman keskikosteus pysyi yli sallitun rajan. Tällaista epätasalaatuista aumaa pystyy taitava kuormantekijä sekoittelemaan hyväksi lastausvaiheessa, mutta aina välttämättä pelkkä sekoittelu pyöräkuormaajalla ei tuo halutunlaista, riittävän tasalaatuista lopputulosta – etenkin silloin se voi olla haastavaa ja riskialtista, jos asiakas on vaativampi ja hänen kriteerinsä tiukemmat.

Ylikuivan turpeen käytöstä aiheutuvia riskejä voidaan pienentää myös laitoksen päässä. Esimerkiksi Seinäjoen Voimalla on käytössä vesisumutusjärjestelmä polttoainekuljettimilla. Vesisumutuksessa hyödynnetään vesijohtovettä sekä laitoksen paineilmajärjestelmää. Korkeapaineistettu vesi sitoo n. 70 % ilmassa leijailevasta turvepölystä, joten sumutuksen ansiosta pölyräjähdysriski pienenee huomattavasti, ja lisäksi kuljetintunneleiden viikoittainen käsinpesu vähenee. (Schrodenius 2019, 21.)

Päätimme juuri tavoitellun tasalaatuisuuden takia painottaa tämän opinnäytetyön turpeen seulonnan tutkimiseen. Vaikka kosteuden nostamiseksi on useampia keinoja, ovat monet niistä sellaisia, joissa taitavalla tekijällä on suuri merkitys. Seulonta

tapahtuu seula-aseman kautta, ja siten sekoitustapahtuman tekeminen koneistustusti ja hieman automatisoidummin vähentää epätasalaatuisen lopputuloksen riskiä. Vaikkakin myös seulottaessa täytyy olla tarkkana; jos aumassa on sekä kuivia että märkiä kohtia, tulee niitä lastata sopivassa suhteessa seulalle, että lopputuotteesta tulee kosteudeltaan halutunlaista. Eli myös seulottaessa lastaajan tulee tietää mitä on tekemässä, jotta turpeesta saadaan oikeanlaista. Silloin ei saa seuloa liian suuria määriä ylikuivaa tai vastaavasti märkää turvetta kuormaan.

3 TOIMITETTAVAN TURPEEN KOSTEUDEN HALLINTA

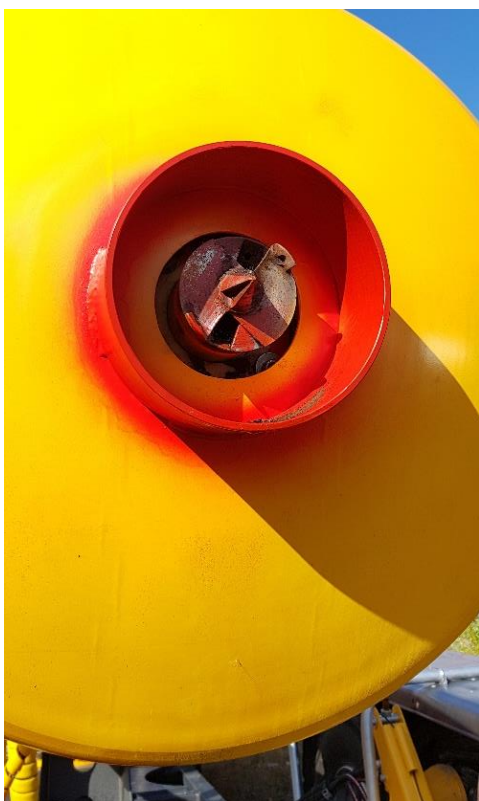
3.1 Aumaturpeen kosteuden säätelykeinot

Mahdollisia keinoja turpeen kosteuden nostamiseksi kuormausvaiheessa ovat muun muassa aumanpohjaturpeen sekoittaminen kuormattavaan turpeeseen, lumen sekoittaminen kuormattavan turpeen joukkoon, ja auman kasteleminen palo-perävaunulla, jota voidaan toki tehdä muulloinkin kuin kuormausvaiheessa. Lisäksi puhutaan, että turpeen seulonta oikein kostealla säällä, mieluusti syksyllä, nostaisi turpeen kosteutta.

Näistä yleisimmin käytetty keino on aumanpohjan sekoittaminen kuormattavan turpeen joukkoon. Tämä on käytännön toiminnan ja kuormausvaiheen taloudellisuuden kannalta järkevimpiä keinoja, sillä se tapahtuu käytännössä miltei samalla panostuksella kuin itse kuormausvaihekin. Pohjan sekoittaminen tarkoittaa sitä, että kauhallista otettaessa kauhaistaan riittävän syvältä siten, että joukkoon tulee otettua myös auman alapäin kostunutta pohjakerrosta, ja myös varsinaiseen aumaan kuumumatonta alusturvetta. Näin aumanpohjaturve sekoittuu kätevästi kuormanteon lomassa kuormattavan turpeen joukkoon. Siinä vaaditaan kuitenkin kuorman tekijältä taitoa ja tarkkuutta, että pohjaturvetta ei mene liikaa tai liian vähän kuormaan. Lisäksi sitä täytyy mennä riittävän pieninä annoksina, ettei se aiheuta laitoksella ongelmia. Pohjasta otettua turvetta voi olla hankala saada riittävän hyvin sekoittumaan kuorman joukkoon, ja tässäkin kuorman tekijän ammattitaito korostuu.

Lumen sekoittaminen kuormattavan turpeen joukkoon voidaan suorittaa erikseen tarkoituksella, ja lumen sekoittumista voi tapahtua myös tahattomasti itsestään. Jos kuormattava auma on auki, ja turpeen päälle sataa lunta, sitä joutuu kuormauksen yhteydessä myös kuormaan. Lunta saa sataa kuitenkin melko paljon, että se merkittävästi nostaa keskikosteutta, ja lumen koostumus vaikuttaa myös lopputulokseen, riippuen onko kyseessä kuiva pakkaslumi vai märkä räntä (Huutonen 2014). Kuiva ja hienojakoinen lumi sekoittuu turpeeseen myös helpommin ja paremmin, kun taas märkää ja raskasta lunta on vaikea saada sekoittumaan tasaisesti.

Auman kasteleminen paloperävaunulla on melko teoreettinen keino, sillä sitä ei ole Vapon tasolla tehty kovinkaan paljoa, eikä sen todellisia vaikutuksia kosteuden nousuun ole tutkittu. Kastelua on toteutettu muun muassa siten, että paloperävaunun avulla on suihkutettu vettä kairarei'istä suoraan auman sisälle (Pikkutupa 2019). Kairareiät ulottuvat miltei auman pohjaan saakka, ja niitä syntyy aumakairauksien yhteydessä yleensä n. 8 kpl per auma. Kairaus tehdään auman päältä pystysuuntaisesti, joten reiät voivat olla jopa 8 metriä syviä. Reiän halkaisija on n. 10 cm (kuva 1). Niihin saadaan halutessaan paljonkin vettä uppoamaan, mutta sitä ei ole tutkittu, että miten vesi liikkuu auman sisällä. Saattaa olla, että se jää hyvin paikallisestikin aumaan, sillä oikein kuiva ja hienojakoinen turve ei ime hyvin vettä itseensä.



Kuva 1. Perävaunukairan kairauspää, joka painetaan aumaa vasten.

Turpeen seulonta on myös yksi vaihtoehto. Joillakin alueilla Suomessa jyrshinturpeen seulontaa tehdään Vapo-tasolla enemmänkin, mutta esimerkiksi Pohjanmaan alueella vähemmän. Yleensä jyrshinturvetta seulotaan toimituslaadun parantamiseksi, siten että turpeen joukosta saadaan vaikkapa kantoja ja kiviä pois, sillä jotkut pienet asiakkaat voivat vaatia sen polttoteknisistä syistä. Vapossa on kuitenkin paljon puhuttu siitä, että seulonnalla pystyisi merkittävästi nostamaan turpeen

kosteutta, jos seulonnan suorittaisi oikeanlaisella säällä. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että ilmankosteuden pitäisi olla mahdollisimman suuri, ja mieluusti saisi sataa vettä tai märkää lunta seulonnan aikaan.

3.2 Kosteudenhallintamenetelmän valinta ja sen perustelut

Tähän tutkimukseen potentiaalisia keinoja kosteuden nostamista ajatellen olisi ollut useampia, vaikkapa kaikki aiemmin mainitsemistani. Työssä haluttiin kuitenkin lähteä syventymään sellaiseen kosteudenhallintamenetelmään, jota voitaisiin ajatella käytettävän suuremmassakin mittakaavassa yleisesti Suomen tasolla. Eli käytännössä sen pitäisi olla jotain mahdollisimman koneellistettua ja helposti toteutettavaa, sekä samalla kustannustehokasta. Päätimme yhdessä toimitusketjupäällikkö Heta-Mari Hernesniemen sekä operaatiopäällikkö Petri Pikkutuvan kanssa, että kokeilisimme turpeen seulontaa ja keskittyisimme seulonnan tulosten tutkimiseen. Mahdollisesti tarpeen mukaan seulontaan voisi vielä yhdistää muitakin keinoja, kuten aumanpohjan sekoittamista kuormattavan turpeen joukkoon, jos pelkkä seulonta ei toisi haluttua lopputulosta.

Jos seulontakokeilu onnistuisi odotetulla tavalla, olisi se tehokas keino käsitellä suuria määriä turvetta kerrallaan, ja tulosta tulisi nopeasti. Seulonnassa olisi lisäksi muitakin etuja, kun turpeen laadusta saataisiin kokonaisvaltaisesti parempaa. Juuri tavoitellun tasalaatuisuuden takia päätettiin painottaa tämä opinnäytetyö turpeen seulonnan tutkimiseen. Vaikka kosteuden nostamiseksi on useampia keinoja, ovat monet niistä sellaisia, joissa taitavalla tekijällä on suuri merkitys. Seulonta tapahtuu seula-aseman kautta, ja siten sekoitustapahtuman tekeminen koneistetusti ja hie-
man automatisoidummin vähentää epätasalaatuisen lopputuloksen riskiä. Vaikkakin myös seulottaessa täytyy olla tarkkana; jos aumassa on sekä kuivia että märkiä kohtia, tulee niitä lastata sopivassa suhteessa seulalle, että lopputuotteesta tulee kosteudeltaan halutun kaltaista. Eli myös seulottaessa lastaajan tulee tietää mitä on tekemässä, jotta turpeesta saadaan oikeanlaista. Silloin ei saa seuloa liian suuria määriä ylikuivaa tai vastaavasti märkää turvetta kuormaan.

Ja ennen kaikkea Vapolla haluttiin, että seulonnasta saataisiin jonkinlaisia tutkimustuloksia kosteudenmuutosten osalta, kun niitä ei juurikaan aiemmin oltu saatu, vaan

tieto tuotannosta vastaavien operaatiopäälliköidenkin tasolla perustui olettamukseen. Seulontaa haluttiin lähteä tutkimaan tarkemmin, sillä siitä ei oltu aiemmin tehty sellaisia tutkimuksia, jotka palvelisivat tarkoitustamme. Aiemmissa 80- ja 90-luvuilla tehdyissä tutkimuksissa oli keskitytty lähinnä epäpuhtauksien ja ylisuurten kappaleiden poistamiseen turpeesta, sekä seulan toimintaan yleensä. Esimerkiksi 1995–1996 vuosina tehdystä seulontatutkimuksesta ilmenee, että seulotusta turpeesta on tullut kuivempaa kuin seulomattomasta turpeesta. Tämä johtui taas osaksi siitä, että seulotut kuormat oltiin lastattu auman kuivemmasta keskiosasta, ja seulomattomat kuormat oltiin lastattu auman reunoilta, joissa kosteutta on yleensä merkittävästi enemmän kosteuden kapillaarisen nousun vuoksi. Tällaiseen kuormausmalliin oltiin ajautettu kirjoittajien mukaan vahingossa lastausteknisistä syistä. Kantomatka auman keskeltä seulalle oli lyhyempi, ja seulomatonta kuormattaessa taas kantomatka auman tienpuoleiselta reunalta autolle oli lyhyempi. (Laaksoharju ym. 1996, 22.)

Tutkimuksessa päädyttiin lopputulokseen, ettei seulonta muuta turpeen toimituskosteutta. Todetaan kuitenkin myös se, että jää arvoitukseksi, miten esimerkiksi huono sää vaikuttaa seulottavan turpeen kosteuteen. Tutkimuksen aikana sää oli poutainen ja pakkanen oli aika-ajoin jopa kireää. Tutkimuksessa ei muutenkaan tarkoituksenhakuisesti pyritty kosteuden muutoksiin. (Laaksoharju ym. 1996, 22.)

4 TUTKIMUS SEULONNAN KÄYTÖSTÄ KOSTEUDEN SÄÄTÖÖN

4.1 Tutkimusmenetelmät ja -aineistot

Turpeen seulonta tapahtuu mullan tai jyrshinturpeen seulontaan tarkoitetuilla seula-
asemalla. Tässä tapauksessa käytettiin molempia seuloja; ensimmäisessä seulon-
takokeilussa käytettiin pienempää multaseulaa, ja toisessa kokeilussa käytettiin te-
hokkaampaa jyrshinturveseulaa. Toimintaperiaate on molemmilla seuloilla sama. En-
sisijainen tarkoitus seulonta-asemalla on seuloa ja samalla kuormata turve auton
kyytiin. (Vapo Oy, JTSA-400 käyttö- ja huolto-ohjeet, [viitattu 4.9.2019], 4.) Vaihto-
ehtoisesti voidaan myös seuloa muutamien kuormien kokoisia eriä valmiiksi odotta-
maan, joista autonkuljettaja itse pystyy tekemään kuorman sitten hakuhetkellä. Ny-
kyään turpeen lastaus on mennyt hyvin pitkälti siihen, että kuljettajat tekevät itse
kuormansa, koska menekki ei ole enää niin suurta kuin aiemmin.

Tutkimus suoritettiin kahtena case-tyyppisenä käytännön tutkimuksena. Ensimmäi-
nen seulontakokeilu tapahtui Isonevalla Kurikassa, ja jälkimmäinen Haukinevalla
Peräseinäjoella. Tutkimuspaikat ja vastaavasti kuormausurakoitsijat valittiin huolella
Vapon kokemukseen ja ennakkoymmärrykseen perustuen.

Tutkimus suunniteltiin toteutettavaksi siten, että ensin tutkitaan aumoista jo ole-
massa olevia kosteustietoja. Turvetta seulottaessa otetaan näytteitä tasaiseen tah-
tiin seulottavasta aumaturpeesta, seulotusta turpeesta, sekä seulan ylitteestä. Näin
pystytään parhaiten hahmottamaan turpeen kosteusrakennetta ja sitä, miten se
muuttuu seulottaessa. Lisäksi kosteustarkastelussa käytetään apuna laitosnäyt-
teitä, sillä laitoksen puolesta saadaan vielä kuormakohtaiset kosteustiedot.

4.2 Seulonnan tekniikka ja perusperiaatteet

Jyrshinturve kuormataan esimerkiksi pyöräkuormaajalla tai kaivinkoneella (kuva 2)
kuormausritilän läpi seulalle. Seulottaessa kamit, kannot ja isommat kivet erottuvat
kuormattavasta turpeesta, ja siirtyvät poikittaiskuljetinta pitkin maahan seulonta-

aseman viereen (kuva 3). Puhdas jysinturve putoaa seulan läpi alapuoliselle kuljettimelle, joka taas siirtää turpeen kuormauskuljettimelle. Kuormauskuljetinta pitkin turve kulkeutuu auton kyytiin. Ja jos kuormausta ei haluta tai pystytäkään suoraa auton kyytiin, turve putoaa kuljettimen päästä maahan kasalle (kuva 4). (Vapo Oy, JTSA-400 käyttö- ja huolto-ohjeet, [viitattu 4.9.2019], 4.)

Voimanlähteenä toimii maataloustraktori, jonka voimanottoakselilta voima välittyy eri vaihteistojen kautta seulalle ja kuljettimille. Poikittaiskuljettimen voimansiirto on toteutettu sen sijaan hydraulisesti. Seulan akselit pyörivät ketjuvälityksen avulla. Seulaa käytetään 1000 rpm voiman ulosoton pyörimisnopeudella. (Vapo Oy, JTSA-400 käyttö- ja huolto-ohjeet, [viitattu 4.9.2019], 4.)



Kuva 2. Kuormaus voidaan suorittaa esimerkiksi kaivinkoneella.



Kuva 3. Isonvan seulontakalusto.

Seulassa ja kuormauskuljettimessa on molemmissa hydraulisesti toimiva kaltevuu-
den säätö. Säädöt lukitaan mekaanisilla lukkoilla paikoilleen. Seulaa päällä olevan
kuormausritilän asentoa voidaan myös muuttaa siten, että kuormaus voidaan suo-
rittaa molemmin puolin seula-asemaa. Kuormauskuljettimen päässä olevaa pää-
tyä/huppua voidaan säädellä hydraulisesti tarpeen mukaan riippuen kuormaustilan-
teesta ja auton etäisyydestä. (Vapo Oy, JTSA-400 käyttö- ja huolto-ohjeet, [viitattu
4.9.2019], 4.) Sillä pystytään hieman säätämään, että missä kulmassa turve tulee
kuljettimelta ja miten kauas se lentää.



Kuva 4. Turvetta seulottuna kasalle odottamaan kuormaamista.

4.3 Seulontakokeen menetelmällinen hallinta

Seulonnan tavoite on tämän projektin tapauksessa saada ylikuivat turveaumat toimitettua jonkinlaisella aikaikkunalla. Etenkin kesän 2018 jälkeen varastossa on paljon kuivaa turvetta, mutta myös vanhat, kuivat aumat ovat ongelma. Vanhoja varastoja pitäisi saada myytyä pois, sillä niissä on merkittävästi pääomaa sitoutuneena.

Seulonnalla voi olla tapauskohtaisesti erilaisia tavoitteita, mutta päätavoite seulonnalla yleensä on saada turpeesta epäpuhtaudet ja ylisuuret kappaleet erilleen. Turpeen tasalaatuisuus ja puhtaus ovat joillekin asiakkaille ehdoton edellytys, että polttoainetta pystytään polttamaan ongelmitta. Pääsääntöisesti suuremmat laitokset sietävät enemmän laatuvaihteluja ja pienemmät toimijat puolestaan joutuvat olemaan tarkempia laadun kanssa. Erityisesti tarkemmille asiakkaille on hyvä toimittaa seulottua turvetta, ellei asiakkaalla ole murskaa käytettävissä, ja mikäli aumassa tiedetään olevan vaikkapa kantoja ja kiviä seassa (Pikkutupa 2019).

Tässä kokeessa oli kuitenkin päätavoitteena selvittää jyrshinturpeen kosteuskäyttämistä seulottaessa. Tavoitteena oli tasata kosteusvaihteluja ja nostaa tarpeen mukaan keskikosteutta. Lisäksi oletimme, että ainakin Isonvan aumojen kohdalla pohjakosteutta olisi päässyt jonkin verran nousemaan aumaan; varsinkin toisessa aumoista, joka sijaitsi kentällä kantamattomalla alustalla. Haukinevan aumassa pohjakosteuden nousun vaikutus ei liene niin suuri, koska auma oli aivan uusi. Käytännön kokemuksen kautta on huomattu, että varsinkin oikein kuivalla turpeella vaatii aikaa, että se imee kosteutta itseensä. Joissakin tapauksissa on havaittu, että vesi ei kovin hyvin nouse tai kulkeudu turpeessa, mutta tähän vaikuttaa ilmeisesti ainakin turpeen maatuneisuusaste ja raekoko; karkeampi ja rahkaisempi turve imee paremmin kosteutta kuin hienojakoisempi ja pölymäisempi turve.

Olettamus oli, että ilmankosteus sekä mahdollinen vesi- ja lumisade vaikuttaisivat turpeen kosteuteen merkittävästi. Ennen koetta tiedostimme myös sen, että jos auman pohjaa kuormataan oikein paljon joukkoon, ei enää tiedetä mikä tekijä on vaikuttanut loppupeleissä seulotun turpeen kosteuteen ja paljonko. Se taas vääristää jonkin verran tuloksia, jos haluamme tutkia pääosin seulonnan vaikutusta. Tämän vuoksi kuormaajia ohjeistettiin, että pohjaa ei otettaisi suuria määriä mukaan, ellei

ole ihan pakko. Pohjaturpeen ottaminen mukaan voi olla ainut keino saada ylikuivan auman keskikosteus nousemaan vastaanottajan asettamalle tasolle.

Todellisuudessa auman pohjaa menee väkisinkin jonkun verran kuormattavan turpeen sekaan. Ennemmin kuitenkin niin päin, kuin että jätettäisiin käyttökelpoisia aumanrippeitä aumanpohjalle. Loppupeleissä tutkittiin kuitenkin turpeen kosteuden nousua kokonaisuudessaan, ei pelkästään yhden tai kahden tekijän vaikutusta siihen. Sen vuoksi ei ole suurta merkitystä, vaikka tehtäisiin jonkin verran muitakin kosteuteen vaikuttavia toimenpiteitä samalla.

Haukinevalla seulonta jouduttiin toteuttamaan isommalla yksiköllä, koska kyseisellä yrityksellä oli kuormauskalusto muutenkin Haukinevalla. Tiesimme, että isompi yksikkö tuo omat haasteensa, sillä jo pelkästään seulonnan suorittavia työntekijöitä on useita, ja samalla työn jälki on erilaista, eikä siten välttämättä vertailukelpoista keskenään. Päätimme kuitenkin kokeilla seulontaa myös Haukinevalla, jos vain mahdollista. Näin saataisiin hieman enemmän dataa kosteuksista, kuormapainoista ym. Isonevan tutkimusta voidaan kuitenkin sanoa tarkemmaksi jo lähtötilanteen kannalta, ja siihen panostimme enemmän.

Pohdinnan perusteella tutkimushypoteesiksi nousee, että huolellisesti toteutetulla seulonnalla pystytään säätämään toimitettavan turpeen kosteutta jonkin verran ja parhaimmillaan 2–5 prosenttiyksikön muutokset ovat mahdollisia.

4.4 Case: Isoneva

4.4.1 Taustatiedot

Isoneva sijaitsee Kurikassa, Polvenkylän eteläosassa. Seulonnan suoritti urakoitsija Antti Mäkinen, joka toimii tuotanto- ja kuormausurakoitsijana Isonevalla. Seulonnan kohteeksi valikoitui kaksi jysinturveauma. Ensimmäisenä seulottu auma (erä 625981) oli kooltaan 2 731 m³, ja toisena seulottu auma (erä 625983) oli puolestaan kooltaan 3 361 m³ (Potra, [viitattu 9.7.2019]). Tuotantovuosi on molemmilla ollut 2015, mikä selviää eränumeron kolmannesta numerosta, joka määräytyy aina vuosiluvun perusteella.

Aumat valikoituivat seulontakokeiluun, koska niiden keskikosteus oli ennakkotiedon perusteella liian alhainen. Aumat olivat lisäksi jo niin vanhoja, että se seikka myös puolsi niiden poisajamista. Lisäksi aumat olivat melko pieniä, ja seulonta siten helppoa toteuttaa, kun ennen aloittamista ei tietty varmaksi, millaista turpeesta tulee seulottuna ja kenelle asiakkaista se soveltuisi parhaiten käyttöön. Myös sijainnilla oli merkitystä, koska aumat haluttiin ajaa meneillään olleen toimituskauden aikana pois. Lisäksi toinen auma oli kentällä talvitien varressa ja toinen oli tuotannon kannalta oleellisessa paikassa tien vieressä, johon tarvittiin tilaa uusille aumoille.

Valintaan vaikutti myös odotettavissa oleva toimitusetäisyys ja sitä kautta aiheutuvat kuljetuskustannukset. Kokeiluun haluttiin ottaa sellainen suo, mistä olisi maantieteellisesti järkevää ajaa jollekin sellaiselle asiakkaalle, joka olisi mahdollisimman lähellä, ja jolta saisimme toimitettavasta turpeesta hieman paremman hinnan, sillä seulonta lisää turpeen kuluja. Tässä tapauksessa Kurikan Kaukolämpö olisi paras vaihtoehto asiakkaaksi. Isonevalta toimitettiin myös Seinäjoen Voiman SKELL:lle sekä Vaskiluodon Voimalle Vaasaan.

4.4.2 Aumaturpeen kosteusjakauma ja energiasisältö

Auman 625983 keskikosteus oli 26,6 % ja auman 625981 taas 30,2 % (Vapo 2015). Ne olivat reilusti alle yleensä vaaditun 38 % kosteuden alarajan. Kuten kuvan 5 taulukosta näkee, aumassa 625983 on ollut vain kaksi kosteudeltaan hyvää ja sopimusrajojen puitteisiin menevää kohtaa. Kaikki muut kairauspisteiden näytteenottokohdat ovat olleet reilusti ylikuivia. Erässä 625981 on ollut taas hieman enemmän kosteampia kohtia (kuva 6). Kairaustulosten tarkastelun ja vertailun helpottamiseksi aumakairauspöytäkirjoihin merkittiin ylikuivat kohdat punaisella ja kosteammat kohdat vihreällä. Auman 625983 tarkemmat kairaustiedot löytyvät liitteestä 1 ja auman 625981 tarkemmat kairaustiedot voi nähdä puolestaan liitteestä 2.

Isonivan erien turve on laadultaan heikosti maatunutta, käytännössä miltei kuivike-turvelaatua. Polttoturpeen laadusta mainittakoon, että pääsääntöisesti pitkälle maatunut turve on parhainta energiaturvetta, sillä sen hiilipitoisuus ja lämpöarvo tekevät siitä energiakäyttöön hyvin soveltuvaa, tehokasta polttoturvetta (Bioenergia ry 2017, s 11). Yleensä siis mitä tummempaa, maatuneempaa, hienojakoisempaa ja painavampaa turve on, sitä enemmän siinä on energiaa. Ja taas mitä vaaleampaa, rauhaisempaa, karkeampaa ja kevyempää turve on, niin siinä on taas vähemmän energiaa. Vaaleampi turve myös imee itseensä huomattavasti suuremman määrän vettä kuin tummempi turve.

Lämpöarvoltaan Isonivan turve on heikompaa kuin Haukinevan erän turve. Esimerkkinä kerrottakoon, että Haukinevan 608319 erän lämpöarvo on ollut 5,589 MWh/t, kun taas Isonivan turpeen lämpöarvo on ollut 5,372 MWh/t (Finas 2018). Isonivan 2015 vuoden aumoista ei löytynyt ollenkaan energiamääritystä, joten esitetty lukema on suon samalta alueelta vuodelta 2018, ja käy täten vertailukohdaksi (Pikkutupa 2019).

Kenttä-auma 625983 sijaitsi sellaisella aumanpohjalla, jossa ei ollut koskaan aiemmin ollut aumaa. Aumanpohja ei ollut tämän vuoksi niin tiivis ja hyvä kuin pitäisi, ja kosteus oli päässyt kapillaarisesti nousemaan keskimääräistä enemmän pohjan kautta. Auman alaosasta noin puoli metriä oli selvästi kosteampaa kuin muu auma.

Erä 625981 sijaitsi puolestaan kantavan tien varressa vanhemmalla ja tiiviimmällä aumanpohjalla, ja siinä aumassa kosteus ei ollut päässyt niin paljoa nousemaan pohjan kautta. Auman pohjasta reilu 30 cm oli kosteampaa kuin muu auma.

PÄÄLLEAJOUMAN KAIRAUSTEN SYÖTTÖTIEDOT

		KAIRAUS 23		KAIRAUS 24		KAIRAUS 25		KAIRAUS 26		KAIRAUS 27		KAIRAUS 28	
		Kair.kork 3,60	Päältä kairattu	Kair.kork 4,60	Päältä kairattu	Kair.kork 3,40	Päältä kairattu	Kair.kork 2,70	Päältä kairattu	Kair.kork 4,40	Päältä kairattu	Kair.kork 4,30	Päältä kairattu
Syvyys		Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%
0-0.5		1,0	32,4	1,0	20,5	1,0	20,6	1,0	40,4	1,0	30,5	1,0	23,4
0.5-1		1,0	23,8	1,0	18,5	1,0	24,2	1,0	31,7	1,0	26,2	1,0	19,7
1-2		2,0	17,6	2,0	40,7	2,0	19,5	2,0	31,8	2,0	37,5	2,0	34,1
2-3		2,0		2,0						2,0		2,0	
3-4				2,0									
4-5													
5-6													
6-7													
7-8													

		KAIRAUS 29		KAIRAUS 30		KAIRAUS 0		KAIRAUS 0		KAIRAUS 0			
		Kair.kork 4,80	Päältä kairattu	Kair.kork 4,40	Päältä kairattu	Kair.kork	Päältä kairattu	Kair.kork	Päältä kairattu	Kair.kork	Päältä kairattu		
Syvyys		Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%		
0-0.5		1,0	37,0	1,0	24,5								
0.5-1		1,0	34,5	1,0	29,5								
1-2		2,0	35,3	2,0	34,2								
2-3		2,0		2,0									
3-4		2,0											
4-5													
5-6													
6-7													
7-8													

Kuva 5. Kosteustiedot erän 625983 aumakairauspöytäkirjasta (Vapo 2015).

PÄÄLLEAJOUMAN KAIRAUSTEN SYÖTTÖTIEDOT

Syvyys	KAIRAUS 9		KAIRAUS 10		KAIRAUS 11		KAIRAUS 12		KAIRAUS 13		KAIRAUS 14	
	Kair.kork	Päältä kairattu	Kair.kork	Päältä kairattu	Kair.kork	Päältä kairattu	Kair.kork	Päältä kairattu	Kair.kork	Päältä kairattu	Kair.kork	Päältä kairattu
	2,60		4,20		3,40		2,60		3,80		3,60	
Syvyys	Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%
0-0.5	1,0	21,3	1,0	30,1	1,0	22,4	1,0	39,4	1,0	35,1	1,0	32,8
0.5-1	1,0	22,8	1,0	27,5	1,0	23,3	1,0	38,2	1,0	39,3	1,0	30,6
1-2	2,0	24,3	2,0	27,6	2,0	43,9	2,0	27,3	2,0	24,2	2,0	31,9
2-3			2,0						2,0		2,0	
3-4												
4-5												
5-6												
6-7												
7-8												
Syvyys	KAIRAUS 15		KAIRAUS 16		KAIRAUS 0		KAIRAUS 0		KAIRAUS 0			
	Kair.kork	Päältä kairattu	Kair.kork	Päältä kairattu	Kair.kork	Päältä kairattu	Kair.kork	Päältä kairattu	Kair.kork	Päältä kairattu		
	4,10		4,00									
Syvyys	Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%		
0-0.5	1,0	40,6	1,0	28,7								
0.5-1	1,0	41,5	1,0	36,5								
1-2	2,0	28,6	2,0	30,0								
2-3	2,0		2,0									
3-4												
4-5												
5-6												
6-7												
7-8												

Kuva 6. Kosteustiedot erän 625981 aumakairauspöytäkirjasta (Vapo 2015).

4.4.3 Seulontaosuhteet

Ensimmäinen seulontakokeilu tapahtui Isonvalla 12.1.2019. Seulontaa jatkettiin lisäksi päivinä 21.1. ja 23.1. sekä vielä 27.1. Seulontapäivien sääolosuhteet esitetään taulukossa 1.

Taulukko 1. Seulontapäivien sääolosuhteet Isonvalla.

12.1.2019	ajankohta	aamu / päivä
	lämpötila	-1,4 °C
	sade	0 mm
	lumensyvyys	11 cm
	tuuli	4,2 m/s
	suhteellinen kosteus	77 %
21.1.2019	ajankohta	aamu / päivä
	lämpötila	-20,6 °C
	sade	0 mm
	lumensyvyys	29 cm
	tuuli	0,0 m/s
	suhteellinen kosteus	85 %

23.1.2019	ajankohta	päivä
	lämpötila	-4,1 °C
	sade	0 mm
	lumensyvyys	30 cm
	tuuli	0,2 m/s
	suhteellinen kosteus	93 %
27.1.2019	ajankohta	päivä
	lämpötila	-21,7 °C
	sade	0 mm
	lumensyvyys	31 cm
	tuuli	0 m/s
	suhteellinen kosteus	85 %

Tarkat säätiedot saatiin käyttöön Vapon oman sääaseman kautta. Tiedot tallentuvat sääasemilta WeatherLink-palveluun, ja niitä pystyy takautuvasti internetistä tarkastelemaan. (WeatherLink, [viitattu 2.7.2019].) Lumen syvyyttä Vapon käyttämällä sääasemilla ei pysty tarkastelemaan, joten syvyystieto otettiin Ilmatieteenlaitoksen Havaintojen lataus -palvelusta, josta saa haettua menneitä säätietoja. (Ilmatieteenlaitos, [viitattu 2.7.2019].)

Isonen sääasema sijaitsee tukikohdassa, 400 metrin päässä 625981 -auman paikasta. Kenttäaumalle 625983 oli sääasemalta matkaa 1160 metriä (Luuta, [viitattu 26.9.2019]), mutta säätiedot vastaavat hyvin todellisen seulontahetken sääolosuhteita.

4.4.4 Seulontakalusto

Seulonta tapahtui Peatmaxin valmistamalla MTSA-300 multaseulalla (kuva 7), joka on teholtaan pienempi kuin Haukinevalla käytetty seula-asema. Teimme seulonnat eri seuloilla, koska kyseiset seulat sattuivat sijaitsemaan seulonnan aloitushetkillä maantieteellisesti otollisissa paikoissa. MTSA-300 haettiin Honkajoelta Isonenvalle, ja tämä Honkajoella ollut seula oli silloin ainut vapaana oleva, käyttökelpoinen seula.

Seulonta tehtiin Isonenvalle pienemmällä seulalla kuin Haukinevalla, mutta tämä oli siinäkin mielessä mielekkäämpää, että Isonenvalle kuormaus tapahtui kaivinko-

neella, koska Mäkisen Antilla ei ollut pyöräkuormaajaa käytettävissään. Jos kokeilussa olisi ollut suurempi seula käytössä, olisi kuormauskone muodostanut pullonkaulan seulonnassa, sillä kaivinkoneella on huomattavasti hitaampaa kuormata kuin pyöräkuormaajalla. Lisäksi Isonvan aumat olivat sen verran pieniä, että suurempaa kalustoa ei oltaisi edes tarvittu seulontaan.



Kuva 7. MTSA-300 seula-asema (Viitanen 2019).

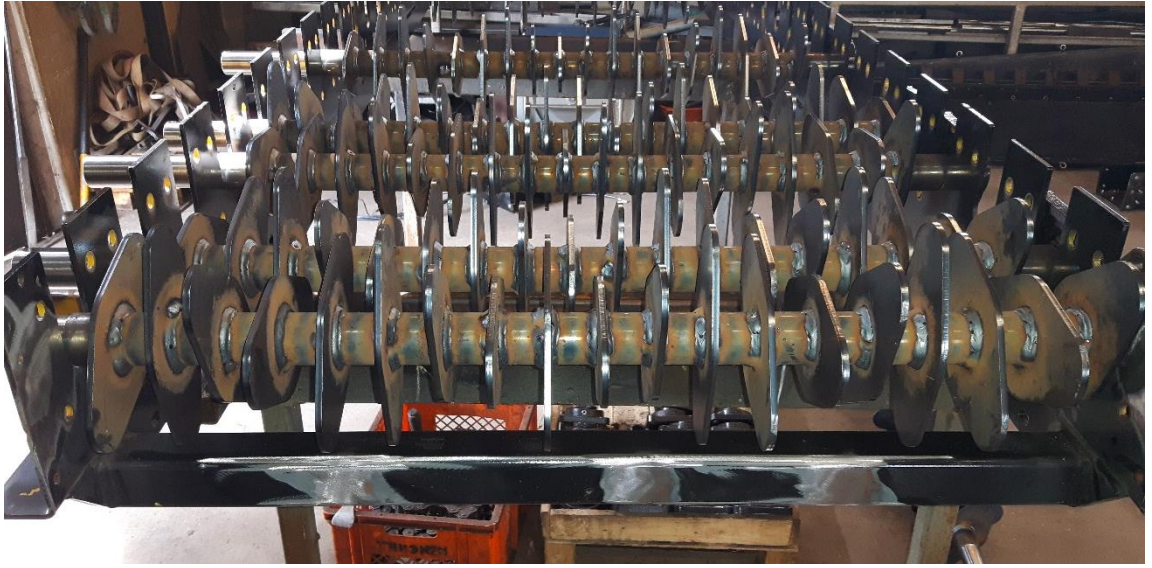
Taulukko 2. MTSA-300 seulan tekniset tiedot (Peatmax Oy, [viitattu 4.9.2019]).

Tekniset tiedot	MTSA-300
Työteho	300 – 350 m ³ /h
Vetokoneen tehontarve	60 kW
Hydrauliikka	1 kpl, 2-toiminen
Paino	11 300 kg
Lastauskorkeus	3,7-5,3 m
Syöttökorkeus	3,5-4,0 m
Ulosoton kierrosluku	1 000 rpm
Kuljetuspituus / leveys / korkeus	18,4 / 3,5 / 4,9 m

MTSA-300 seula on varustettu ellipsin muotoisilla rautakiekoilla, ja seuloja on tehty sekä 90 mm sekä 45 mm kiekkoväleillä (Vapo, [viitattu 26.9.2019]). Isonevalla käytetyn MTSA-300:n kiekot olivat seulastossa 90 mm välein (kuva 8). Havainnollistavana esimerkkinä kuva myös 45 mm kiekkovälillä olevasta kasetista (kuva 9). 90 mm kasetissa kiekot ovat käytännössä noin puolet harvemmassa.



Kuva 8. 90 mm kiekkovälillä varustettu seulasto (Mäkinen 2019).



Kuva 9. 45 mm kiekkovälillä varustettu seulasto (Viitanen 2019).

4.5 Case: Haukineva

4.5.1 Taustatiedot

Haukinevalla seulonnan suorittivat kuormausurakoitsija Kuljetus Ylilampi Oy:n työntekijät. Yritys hoitaa valtaosan Vapon Etelä-Pohjanmaan alueen jyrsinpolttoturvekuormauksista, tuottaa Vapolle turvetta Lännen ja Lounaan alueella sekä toimii Vapolle kuljetusyrittäjänä.

Haukinevalla seulontaan valikoitui yksi jyrsinurveauma, joka oli suurempi kuin Iso-nevan aumat. Kooltaan auma (erä 608319) oli kaiken kaikkiaan 12 179 m³. Auma oli tuotettu kesällä 2018. Aumasta seulottiin kaiken kaikkiaan n. 5036 m³, joka on n. 41 % koko auman koosta. (Potra, [viitattu 9.7.2019].)

Haukinevan sijainti antaa enemmän mahdollisuuksia asiakkaiden suhteen kuin Iso-nevan, sillä se sijaitsee melko keskeisellä paikalla maakunnassa Peräseinäjoen ja Jalasjärven rajalla. Seulonta antaa taas vielä enemmän mahdollisuuksia, kun turpeen laadusta saadaan parempaa, niin esimerkiksi Kurikkaan voidaan toimittaa myös kyseisestä Haukinevan aumasta turvetta. Kurikka on kuitenkin pienempänä asiakkaana melko vaativa, ja tämä seikka tulee pitää päällimmäisenä mielessä etenkin talvipakkasilla toimituksia suunnitellessa.

4.5.2 Aumaturpeen kosteusjakauma ja laatu

Haukinevan erässä oli seassa paljon kantoja, ja turve oli kuivaa. Auman keskikosteus oli 35,5 % (Vapo 2018b). Seulonnan toivomme parantavan turpeen laatua myös kantoisuuden osalta. Useinhan seulontaa käytetään jyrsinurpeella nimenomaan epäpuhtauksien sekä ylisuurten kappaleiden poistamiseen, ei niinkään kosteuden muuttamiseen.

Kuten kuvasta 10 näkee, myös Haukinevan erässä on ollut melko vähän riittävän kosteita pisteitä (merkitty vihreällä), kun taas ylikuivia kohtia on ollut reilusti (merkitty punaisella), jopa 73 % kairauspisteiden kokonaismäärästä. Lisäksi nämä kosteam-

mat kairauspisteet eivät ole olleet mitään kovin kosteita, eivätkä ne siten ole päässeet juuri vaikuttamaan keskikosteuteen. Auman tarkemmat kairaustiedot löytyvät liitteestä 3.

Pohjakosteuttakaan ei päässyt merkittävästi nousemaan aumaan, sillä turve ehti olla aumassa vain noin puoli vuotta. Lisäksi aumanpohja oli hyvä, kantava ja melko kuiva, joten muutenkin kosteus olisi päässyt nousemaan siinä paljon hitaammin, kuin vaikkapa Isonen kenttäaumassa 625983.

PÄÄLLEAJOAUMAN KAIRAUSTEN SYÖTTÖTIEDOT

	KAIRAUS 1		KAIRAUS 2		KAIRAUS 3		KAIRAUS 4		KAIRAUS 5		KAIRAUS 6	
	Kair.kork	Päältä	Kair.kork	Päältä	Kair.kork	Päältä	Kair.kork	Päältä	Kair.kork	Päältä	Kair.kork	Päältä
	3,50	kairattu	7,00	kairattu	5,40	kairattu	3,20	kairattu	6,90	kairattu	5,90	kairattu
Syvyys	Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%
0-1	1,0	29,0	1,0	29,4	1,0	38,6	1,0	33,8	1,0	28,6	1,0	31,3
1-2	2,0	36,2	2,0	37,6	2,0	28,5	2,0	36,1	2,0	36,0	2,0	38,0
2-3	2,0		2,0		2,0				2,0		2,0	
3-4			2,0	27,4	2,0	31,5			2,0	42,7	2,0	40,4
4-5			2,0						2,0		2,0	
5-6			2,0	36,0					2,0	40,9		
6-7												
7-8												
	KAIRAUS 7		KAIRAUS 8		KAIRAUS 0		KAIRAUS 0		KAIRAUS 0			
	Kair.kork	Päältä	Kair.kork	Päältä	Kair.kork	Päältä	Kair.kork	Päältä	Kair.kork	Päältä		
	7,10	kairattu	6,60	kairattu								
Syvyys	Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%	Massa	Kost%		
0-1	1,0	31,3	1,0	30,5								
1-2	2,0	41,8	2,0	41,3								
2-3	2,0		2,0									
3-4	2,0	37,2	2,0	34,0								
4-5	2,0		2,0									
5-6	2,0	34,1	2,0	33,5								
6-7												
7-8												

Kuva 10. Kosteustiedot erän 608319 aumakairauspöytäkirjasta (Vapo 2018b).

4.5.3 Seulontaolosuhteet

Sääolosuhteita emme pystyneet kovin tarkasti seuraamaan Haukinevan seulonnan yhteydessä, sillä seulonta tapahtui todella oma-aloitteisesti ja itsenäisesti urakoitsijan puolesta. Isonen tapauksessa oli huomattavasti helpompi kommunikoida ura-

koitsijan kanssa esimerkiksi aikatauluista, sillä hän itse suoritti seulonnan. Haukinevan tapauksessa taas seulontaa suorittivat useammat eri työntekijät, ja vaikka urakoitsijan kanssa oltiin jonkin verran puhelimitse yhteydessä, ei saatu tarkkaa tietoa siitä, milloin mitään oli varmuudella tehty.

Ongelmaksi muodostui myös se, että turvetta seulottiin suurempia määriä kerrallaan kasalle odottamaan kuormausta ja kuljetusta, ja kuljettajat tekivät sitten itse kuormat. Haukinevan tapauksessa säätiöjen puuttuessa olosuhteiden vaikutusta seulontaan ja erityisesti toimitettavan turpeen kosteuteen ei ollut mahdollista tutkia.

4.5.4 Seulontakalusto

Haukinevalla seulonta tehtiin jyrshinturpeen seulontaan tarkoitetulla Peatmaxin JTSA-400 seula-asemalla (kuva 11), joka on kaikkein suurin Vapon käytössä oleva seulamalli. 400-mallin seulaa on tehty vain kaksi kappaletta n. 20 vuotta sitten, eikä teknisiä tietoja ole juurikaan saatavissa. Erään arvion mukaan (Lehti 2019) JTSA-400:n kapasiteetti on n. 30 % suurempi kuin MTSA-300:n, eli n. 400–450 m³ tunnissa. 400-mallin seulassa on harvat ellipsin muotoiset rautakiekot, ja niitä on seulastossa n. 100 mm välein (Viitanen 2019). Kuvaa isomman seulan kiekoista ei ole.



Kuva 11. JTSA-400 seula-asema (Lehti 2019).

Taulukko 3. JTSA-400 seulan tekniset tiedot (Vapo Oy [viitattu 4.9.2019]).

Tekniset tiedot	JTSA-400
Työteho	400 – 450 m ³ /h
Vetokoneen tehontarve	100 kW
Hydrauliikka	1 kpl, 2-toiminen
Paino	15 000 kg
Korkeus	3,8 – 5,5 m
Ulosoton kierrosluku	1 000 rpm
Kuljetuspituus / leveys / korkeus	21,14 / 3,85 / 3,8 m

5 SEULONTAKOKEIDEN TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Työn päätavoite oli selvittää seulontakäytänteiden vaikutusta jyrshinturpeen kosteuteen. Kosteuden muutosta seurattiin sekä seulontahetkellä otettujen käsinäytteiden, että laitoksella otettujen kosteusnäytteiden perusteella. Tämän lisäksi tutkittiin ja vertailtiin kuormapainoja ja niistä pystyy välillisesti arvioimaan toimitetun turpeen kosteutta. Sääolosuhteiden vaikutusta toimitetun turpeen kosteuteen arvioitiin vain Isonen van osalta.



Kuva 12. Isonen van 625981 auman turpeesta otetut käsinäytteet.

Käsinäytteet olivat helpoin tapa toteuttaa näytteenotto maastossa. Käytännössä turvetta otetaan näytepussiin riittävä määrä, mieluummin koko pussillinen. Näyte kerätään halutusta kohdasta siten, että se edustaisi mahdollisimman kattavasti tuotetta. Käsi upotetaan syvälle turpeeseen näytettä otettaessa, sillä pinnasta auma/kasa on yleensä kosteampi, ja pinnan mukaan ottaminen voisi vääristää tulosta. Yhteen pussilliseen kerätään useita pienempiä osanäytteitä, jotta tuloksesta saadaan totuudenmukainen.

Seulontatilanteessa näytteitä otettiin sekä suoraa aumasta, seulotusta turpeesta sekä ylitteestä (kuva 12). Näitä kolmen näytteen eriä otettiin aina silloin tällöin seulonnan edetessä. Näin päästiin hieman vertailemaan mitä on ollut turpeen lähtökosteus, mitä siitä on tullut, kun se on seulottu, ja mikä on ollut poistuneen ylitteen kosteus.

5.1 Käsinäytteiden tulokset

Käsin otetut näytteet uunitettiin Haukinevalla Vapon omassa laboratoriossa, ja näytteiden tulokset ovat koottuna liitteenä oleviin Excel-taulukoihin suokohtaisesti (liitteet 4 ja 5). Isonevan seulonnasta on otettu huomattavasti kattavammin ja suurempi määrä näytteitä, mitä taas Haukinevan seulonnasta. Tämä taas johtuu siitä, että Isonevalla näytteet otti Mäkisen Antti, sama henkilö, joka suoritti myös seulonnan. Näin saatiin Isonevan aumojen osalta kattava ja tasainen näyteotanta. Haukinevan seulonnan kohdalla taas jouduimme tekemään niin, että Vapon laboratoriotyöntekijä kävi hakemassa näytteitä aina, kun ehti. Niitä ei ole otettu siis säännöllisesti seulonnan edetessä.

Mutta kuten voimme sekä Isonevan että Haukinevan osalta taulukoiden kosteustuloksista suoraa päätellä, seulonnalla on kosteutta nostava vaikutus. Havainnollistamisen helpottamiseksi taulukkoihin merkittiin vihreällä värillä sellaiset näytteet, joiden osalta kosteuden muutos on ollut halutun kaltaista, eli kosteus on saatu seulonnalla nousemaan. Taulukkoihin on taas merkitty punaisella sellaiset näytekokonaisuudet, joissa muutos on ollut negatiivinen ja kosteus on laskenut.

Isonevalla otettiin yhteensä 27 eri näytekokonaisuutta, joista 22:ssa kosteus oli noussut, ja vain 5:ssä kosteus oli laskenut. Eli Isonevalla n. 81,5 % tuloksista oli sellaisia kuin tavoiteltiinkin. Haukinevalla otettiin näytekokonaisuuksia huomattavasti vähemmän, yhteensä 14 kpl. Niistä 11:ssä kosteus oli noussut ja 3:ssa laskenut. Haukinevalla siis n. 78,6 % tuloksista oli halutun kaltaisia. Kokonaisuudessaan siis seulontakokeet menivät oikein hyvin.

Taulukoita tarkastellessa pystyy toteamaan, että ne näytekokonaisuudet, joissa tapahtui kosteuden laskua, olivat melko märkiä lähtökosteudeltaan. Eli jos aumassa

lähtökosteus on ollut korkea, on seulonta tasannut kosteutta ja seulotusta turpeesta on tullut kokonaisvaltaisesti kuivempaa. Tämä on taas positiivinen asia.

Taulukoihin on laskettuna vielä lisäksi se, että paljonko kosteuden muutos on ollut prosentteina kullakin näytekokonaisuudella. Kuten taulukosta voi todeta, muutokset ovat todella suuria. Laskettuna on myös, paljonko kosteuden muutos on ollut keskimäärin päivässä, sekä paljonko se on ollut koko seulontajakson aikana. Isonevan auma 625981 seulottiin yhden päivän aikana, ja sen keskimääräinen kosteuden muutos on käsinäytteiden perusteella ollut 7,79 %. Isonevan auma 625983 seulottiin kolmena eri päivänä, ja sen keskimääräinen kosteuden muutos on ollut 12,37 %. Haukinevan 608319 aumaa seulottiin useampana eri päivänä, ja auman keskimääräinen kosteudenmuutos on ollut 8,69 %.

Täytyy muistaa, että nämä tulokset ovat kuitenkin vain suuntaa antavia, sillä turve ei ole tuotteena koskaan täysin tasalaatuista, ja näytteet kattavat aina vain todella pienen osan koko todellisesta turvemäärästä. Tutkimus on siis tehty vain antamaan yleiskäsitystä seulonnan vaikutuksesta. Jos haluttaisiin päästä tarkempiin tuloksiin, täytyisi näytteitä ottaa huomattavasti tätä enemmän.

Edellä käytyjen tulosten perusteella suurin muutos on tapahtunut Isonevan kenttäaumassa 625983, toiseksi suurin muutos Haukinevan 608319 aumassa, ja pienin muutos Isonevan tien vieressä sijainneella 625981 aumassa. Oli ennalta arvattavaa, että suurin muutos tulee tapahtumaan Isonevan kenttäaumalla, sillä tiedettiin, että siinä pohjakosteus on päässyt eniten nousemaan kapillaarisesti aumaan. Kaiken kaikkiaan Isonevalla saatiin seulonnalla hyvin sekoitettua aumassa ollutta kuivaa ja märkää turvetta, ja siten saatiin turpeen kosteutta tasattua todella hyvin.

Oli myös odotettavissa, että Haukinevan auman seulonnassa tapahtuu suuria kosteusmuutoksia, sillä seulonnan loppuvaiheessa kosteus alkoi karata liiankin suureksi. Ajojen ollessa käynnissä seurasimme turpeen kosteuskehitystä laitosten päässä tehtävien näytteiden perusteella, ja huomasimme, että laitoksille alkaa mennä liian märkää turvetta. Sen jälkeen seulonta päätettiin välittömästi lopettaa.

Mutta ennen kuin seulontoja alettiin tekemään, olisi voinut olettaa, että Isonevan tien vieressä sijainnut auma saataisiin seulonnalla paremmin kastumaan kuin Haukinevan tien vieressä sijainnut auma. Sen vuoksi, että Isonevan auma oli melko

vanha, ja Haukinevan auma taas oli aivan uusi. Haukinevan aumalla oli todella lyhyt aika kerätä itseensä kosteutta esimerkiksi kapillaarisesti. Voi taas olla, että todellisuudessa Haukinevan aumassa oli enemmän epätasalaatuisuutta, ja aumassa saattoi olla todella märkiäkin kohtia, mitkä nostivat seulotun turpeen lopullista kosteutta. Mutta todennäköisimpänä syynä pidän, että kuormattavan turpeen joukkoon oli otettu ajoittain reilusti pohjaturvetta joukkoon. Kuten jo aiemmin mainittua, Haukinevalla kävivät useammat eri työntekijät seulomassa turvetta, eikä seulontaa ole voitu suorittaa samalla tavalla jokaisena kertana. Isonen tapauksessa taas seulonta on tehty mahdollisimman samalla tavalla koko seulonnan ajan, sillä ohjeistus on annettu vain yhdelle tekijälle, joka noudatti ohjeistusta parhaansa mukaan, eikä pohjaa otettu kuormatessa merkittävässä määrin mukaan.

5.2 Sääolosuhteiden vaikutus seulontaan

Tarkoituksena oli alun perin tutkia enemmänkin sääolosuhteiden vaikutusta seulontaan ja seulotun turpeen kosteuteen. Käytännön haasteiden vuoksi päästiin tutkimaan pelkästään Isonen seulontaolosuhteita.

Todellisuudessa sääolosuhteet olivat kuitenkin seulontahetkellä kuivemmat mitä aluksi suunniteltiin, sillä jokaisena seulontapäivänä oli pakkasta. Olisi hyvä ollut olla verrokkina sellainenkin seulontapäivä, jolloin lämpötila olisi ollut mieluusti reilusti plussan puolella. Saimme kuitenkin hieman vertailukohtaa, sillä joinakin päivinä oli reilusti pakkasta ja toisina päivinä taas vähemmän. Ilmankosteus oli kaikkina seulontapäivinä suhteellisen suurta, myös pakkaspäivinä.

Kun tarkastelee seulonnassa tapahtuneita kosteuden muutoksia päiväkohtaisesti, niistä ei pysty löytämään suoranaista yhteyttä esimerkiksi ilman suhteelliseen kosteuteen, vallinneeseen lämpötilaan tms. Alla oleva taulukko 4 havainnollistaa asiaa:

Taulukko 4. Sääolosuhteiden vaikutus turpeen kosteuden muutoksiin.

<i>pvm</i>	<i>ilmankosteus</i>	<i>kosteuden muutos</i>	<i>lämpötila</i>
12.1.2019	77 %	7,79 %	-1,4 °C
21.1.2019	85 %	-6,83 %	-20,6 °C
23.1.2019	93 %	5,51 %	-4,1 °C
27.1.2019	85 %	12,70 %	-21,7 °C

Kuten taulukosta näemme, yhtäläisyyksiä ei löydy. Suurin kosteuden nousu on tapahtunut kaikkein kireimpänä pakkaspäivänä, jolloin on vallinnut 85 % suhteellinen ilmankosteus. Taas kun ollaan oltu toisessa ääripäässä, ja turve on kuivunut lähtökosteuteen verrattuna, on ollut myös melkein yhtä paljon pakkasta ja tismalleen sama ilmankosteus.

Kun taas verrataan esimerkiksi 12. ja 23. päivää, voidaan huomata, että 12. päivänä on tapahtunut suurempi kosteuden muutos kuin 23. päivänä, vaikkakin silloin ilman-kosteus on ollut huomattavasti pienempi. 12. päivänä on toki ollut leudompaa kuin 23. päivänä, mutta edellä todettujen havaintojen perusteella sillä ei ole merkitystä.

5.3 Seulonnan vaikutus kuormapainoihin

Yksi tapa tutkia turpeen kosteuden muutoksia, on verrata laitoksilta saatuja vaaka-tietoja eli kuormapainoja keskenään. Riippuu toki turpeen laadusta, kuinka raskasta se on, mutta Haukinevan kohdalla saimme hyvän vertailukohdan, kun samaa aumaa toimitettiin sekä seulomattomana että seulottuna laitoksille. Isonen tapauksessa taas molemmat aumat toimitettiin kokonaan seulottuna, joten niiden turpeiden painomuutoksia en pystynyt tutkimaan sen tarkemmin. Isonen kuormapainoja on kuitenkin hyvä verrata Haukinevan kuormapainoihin, jotta päästään käsitykseen siitä, kuinka erilaisia näiden soiden turpeet todella ovat. Taulukoista 5 ja 6 näkee hyvin, miten paljon kevyempää ja rahkaisempaa Isonen turve on.

Kaikki verrokkikuormat ovat ajettu saman kuljetusyrityksen samankokoisilla puoliperävaunuyhdistelmillä. Lisää tietoja ja tarkemmat erittelyt löytyvät liitteenä olevasta Kuormapainojen kehitys seulottaessa -taulukosta. Alla oleviin taulukoihin 5 ja 6 on tiivistetty painojen kehitys suokohtaisesti.

Taulukko 5. Suokohtaiset kuutiopainot.

KUUTIOPAINOITTAIN		
Haukineva	keskim. kuutiopaino, seulomaton	344 kg
	keskim. kuutiopaino, seulottu	351 kg
Isoneva	keskim. kuutiopaino, seulottu	264 kg
Haukineva	turpeen suurin kuutiopaino, seulomaton	369 kg
	turpeen suurin kuutiopaino, seulottu	393 kg
Isoneva	turpeen suurin kuutiopaino, seulottu	303 kg
Haukineva	turpeen pienin kuutiopaino, seulomaton	311 kg
	turpeen pienin kuutiopaino, seulottu	321 kg
Isoneva	turpeen pienin kuutiopaino, seulottu	226 kg

Taulukko 6. Suokohtaiset kuormapainot.

KUORMAPAINOITTAIN (94 m3)		tn, brutto	kg, netto
Haukineva	keskim. kuormapaino, seulomaton	53,39	32374
	keskim. kuormapaino, seulottu	54,56	32999
Isoneva	keskim. kuormapaino, seulottu	46,33	24781
Haukineva	suurin yksittäinen kuormapaino 94 m3 autolla, seulomaton	56,35	34660
	suurin yksittäinen kuormapaino 94 m3 autolla, seulottu	59,14	36920
Isoneva	suurin yksittäinen kuormapaino 94 m3 autolla, seulottu	49,34	28440
Haukineva	pienin yksittäinen kuormapaino 94 m3 autolla, seulomaton	49,3	29220
	pienin yksittäinen kuormapaino 94 m3 autolla, seulottu	51,68	30160
Isoneva	pienin yksittäinen kuormapaino 94 m3 autolla, seulottu	42,12	21220

Mutta kuten taulukoista voi nähdä, tulokset ovat olleet yhdensuuntaisia. Vertailin painoja kuudella eri tavalla; kuutiopainoja kolmella, ja samoin kuormapainoja kolmella eri menetelmällä (liite 6). Tarkastelin keskimääräisiä kuutio- ja kuormapainoja, sekä suurimpia että pienimpiä yksittäisiä kuutio- ja kuormapainoja. Jokaisessa kuudessa vertailumenetelmässä pystyy Haukinevan kuormien kohdalla huomaamaan, että seulotusta turpeesta on saatu merkittävästi painavampaa kuin seulomattomasta turpeesta. Tämä taas suoraan kertoo sen, että turpeesta on saatu märempää, sillä kosteampi turve painaa enemmän kuin kuiva turve. Epäpuhtaudet ja ylisuuret kappaleetkaan eivät enää paina turpeen joukossa, sillä ne saatiin hyvin seulonnalla pois.

Esimerkiksi Haukinevan aumassa oli melko paljon kantoa seassa ennen seulontaa (kuva 13). Seulonnassa saatiin pienetkin kannot ja puun palat erottumaan loppu- tuotteesta pois. Kantokasan kooksi arvioin 85 m^3 (pituus 10 m, leveys 5 m ja keskimääräinen korkeus 1,7 m), mikä on kaiken kaikkiaan n. 0,7 % koko auman koosta, ja kokonaisuudessaan seulotun turpeen määrästä n. 1,7 %.



Kuva 13. Aumasta 608319 seulonnassa erottuneet kannot.

6 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työssä haluttiin saada pääsääntöisesti vastauksia siihen, onko seulonta oikeasti toimiva keino jyrshinturpeen kosteuden nostamiseen isommassa mittakaavassa. Joi-tain käytännön kokeita oli aiemminkin tehty, mutta ne olivat ristiriidassa yleisten kä-sitysten ja kokemusten kanssa.

On havaittu, että turpeen kosteus jo itsessään voi nousta toimitusvaiheessa n. 2 %, vaikka turve pelkästään kuormattaisiin suoraan autoon (Pikkutupa 2019). Oletimme, että lopputulokseen vaikuttaa paljonko turpeen joukkoon päätyy kosteampaa sekoit-tusmateriaalia, ja minkä laatuista sekoitusmateriaali on; onko se kosteaa turvetta, lunta, vettä tms. Lisäksi seulontakokeilujen kautta haluttiin saada vastauksia siihen, vaikuttaako esimerkiksi sääolosuhteet seulotun turpeen kosteuteen ja kuinka paljon. Tulokset antavat kuitenkin ymmärtää, että sääolosuhteilla ei ole kosteuden osalta merkitystä seulonnan lopputulokseen ainakaan, jos seulonta suoritetaan talvipak-kasella.

Erittäin olennaisesti seulonnan lopputulokseen kuitenkin vaikuttaa kuormaajan osaaminen. Jyrshinturpeen kate ei salli paljoa lisätöitä, ja se asettaa toiminnalle melko tiukat taloudelliset rajat (Lehti 2019). Seulonnan ja kuormauksen tulee olla tehokkaasti toteutettuja. Tämä rajaa myös tiettyjä muuten käytännössä mahdollisia menetelmiä ja toimintatapoja pois, sillä lisähintaa turvekuutiolle tai megawatille muodostuu hyvin nopeasti.

Oletuksena oli, että turpeen toimituslaatu yleisesti ottaen paranee, kun epäpuhtau-det sekä ylisuuret kappaleet saadaan seulonnalla eroteltua pois, ja samalla turve sekoittuisi tasalaatuisemmaksi. Oletettiin myös, että kosteutta saadaan varmasti edes jonkin verran muutettua parempaan suuntaan, sillä seulonnan kosteusvaiku-tuksista oli puhuttu niin paljon Vapossa yrityksen sisällä. Sen vuoksi uskallettiin läh-teä seulontakokeiluun, eikä edes oikeastaan pidetty vaihtoehtona sitä, että tur-peesta voisi tulla entistäkin kuivempaa.

Näin jälkeensä tarkasteltuna voimme sanoa, että olemme erittäin tyytyväisiä case-tutkimusten tuottamiin tuloksiin. Vaikka projektin varrella tuli jonkin verran mutkia

matkaan, emmekä saaneet aivan kaikkia tuloksia käytettyä hyödyksi niin kuin ajatelimme, saimme loppupeleissä vastauksia alussa asetettuihin kysymyksiin. Tutkimus eteni ja saimme sen päätökseen pääsääntöisesti niin kuin olimme suunnitelleetkin.

Haukinevalla seulonta toteutettiin isommalla yksiköllä ja kalustolla. Tämä sujui järkevästi niin, sillä Kuljetus Ylilampi Oy:llä oli kuormauskalusto muutenkin Haukinevalla. Tiesimme, että isompi yksikkö tuo omat haasteensa, sillä jo pelkästään seulonnan suorittavia työntekijöitä on useita, ja siten työn jälki on erilaista eikä välttämättä vertailukelpoista keskenään. Päätimme kuitenkin kokeilla seulontaa myös Haukinevalla, mikäli se olisi vain mahdollista. Näin saataisiin hieman enemmän dataa kosteuksista ja kuormapainoista ynnä muusta. Isonvan tutkimusta voidaan kuitenkin sanoa tarkemmaksi jo lähtötilanteen kannalta, ja siihen panostimme enemmän.

Työssä koettiin niin onnistumisia kuin epäonnistumisiakin. Epäonnistumisiin lukeutuvat muun muassa Haukinevan seulonnan tapauksessa seurannan puutteellisuus, mistä aiheutui useampia pienempiä ongelmia myöhemmässä vaiheessa. Esimerkiksi sääolosuhteista ei pystytty pysymään ajan tasalla, sillä ei tiedetty minä ajankohtana mikäkin turve-erä oli seulottu ja toimitettu. Tässä olisi voinut auttaa vielä perusteellisempi ohjeistus, ja se, että seulontaa olisi käyty itse seuraamassa päivittäin paikan päällä, tai oltaisiin oltu aktiivisesti puhelimitse yhteydessä sekä urakoitsijaan että työntekijöihin. Tämä olisi kuitenkin käynyt työlääksi, ja melko varmasti häirinnyt urakoitsijan työntekoakin. Optimaalinen vaihtoehto tulosten seurannan kannalta olisi ollut valita sama urakoitsija seulomaan ja kuormaamaan myös Haukinevan auma, mutta se ei olisi ollut logistisesti ja taloudellisesti järkevää, sekä niin ison auman kuormaaminen olisi muutenkin ollut hidasta kaivinkoneella.

Epäonnistumisena mainittakoon myös seulontojen ajoitukset sellaiseen vuodenaikaan, ettei todellista huonon ja kostean sään vaikutusta pystytty tutkimaan. Opinäytetyön tekeminen olisi pitänyt aloittaa jo syksyllä, ja seulontaa olisi pitänyt päästä kokeilemaan esimerkiksi sateisella syyspäivällä, jolloin tulokset olisivat voineet olla toisenlaisia ja merkittäviä eroja olisi voinut syntyä.

Muilta osin tutkimus kuitenkin onnistui, ja saatiin riittävästi vertailukelpoista materiaalia kerättyä koko tutkimuksen ajalta. Etenkin käsinäytteiden tuloksiin voi olla tyytyväinen, sillä ne olivat hyvin pitkälti sellaisia kuin toivottiinkin, eli kosteus lähti reilusti nousuun. Ongelmaksi muodostui lopuksi kuitenkin se, että kosteuden nousua ei pystynyt hallitsemaan. Näin jälkeempäin on kuitenkin vaikea nimetä tiettyjä syitä tähän kosteuden nousun hallitsemattomuuteen Haukinevalla, kun ei tiedetä mitä seulonta- ja kuormausvaiheessa on tarkalleen ottaen tapahtunut. Mutta yksi syy on luultavasti se, että sekaan on joutunut liikaa pohjaturvetta.

Työllä pystytään tulososiossa esitettyjen tunnuslukujen perusteella todentamaan, että seulonnalla voidaan merkittävästi nostaa jyrshinturpeen kosteutta. Kosteuden muutokset olivat yllättävän suuria. Aluksi ajateltiin, että muutos voisi olla 2–5 % luokkaa, mutta todellisuudessa muutokset olivat 8–12 % verran. Ja mielenkiintoista oli, ettei sekään rajoittanut kosteuden nousua, että Haukinevan auma oli uutta tuotantoa. Tämä kertoo mitä oletettavimmin sen, että seulonnalla saadaan hyvin sekoitettua turvetta ja siitä, että kosteusvaihtelut auman sisällä saadaan seulonnalla tasatua.

Työn avulla pystytään todentamaan, että seulonta on toimiva ratkaisu kosteuden nostamiseen. Se ei kuitenkaan ole kaikkein potentiaalisin keino, jos turpeen toimituskosteutta tarvitsee nostaa vain muutaman prosenttiyksikön verran. Sellaiseen muutokseen riittänee pohjan mukaan ottaminen ja turpeen sekoittaminen kuormausvaiheessa, mikä tulee huomattavasti edullisemmaksi kuin seulonta. Jos taas tarvitaan suurempaa kosteuden nostoa, on seulonta varmempi ja tehokkaampi vaihtoehto. Siihen jos yhdistää vielä pohjan mukaan ottamisen, saadaan vielä suurempia muutoksia aikaan.

Opinnäytetyöstä jäi Vapolle numeerista faktatietoa siitä, että mitä seulonta todella jyrshinturpeen kosteudelle tekee. Tulokset olivat yhdensuuntaisia ja selkeitä, ja ne antoivat lopullisen varmuuden sille, että seulontaa pystyy ja uskaltaa käyttää keinona kosteuden nostamiseksi. Mitä tahansa aumoja ei kuitenkaan kannata alkaa seulomaan, vaan kannattaa miettiä kuljetusmatkat ja asiakkaat sillä tavoin, että turpeesta jäisi mahdollisimman paljon katetta. Kuten jo aiemmin työssä mainittua, jyrshinturpeen kate ei salli paljoa lisätöitä saati, jos auma on laadullisesti ja sijainniltaan sellainen, että kate jäisi muutenkin pieneksi.

LÄHTEET

- Bioenergia ry. 27.11.2017. Energiaturpeen laatuohje. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 8.7.2019]. Saatavana: https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/energiaturpeen_laatuohje_-_vtt-m-05993-17._polttoaineluokitus_ja_laadunvarmistus_naytteenotto_ja_ominaisuuksien_maaritys.html
- Bioenergia ry:n paloturvallisuusneuvottelukunta. 12.3.2015. Torjutaan turvepaloja - tausta-aineisto. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 23.7.2019]. Saatavana: <https://docplayer.fi/54151487-Torjutaan-turvepaloja-tausta-aineisto.html>
- Eurofins Labtium Oy. Finas (Finnish Accreditation Service). 8.11.2018. Testausse-
lostet; polttoaineanalyysi. [PDF-tiedosto]. [Viitattu 21.10.2019]. Vaatii käyttöi-
keuden.
- Huutonen, M. Yle. 7.1.2014. Sademääristä. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 3.9.2019].
Saatavana: <https://yle.fi/saa/sademaarista/7015058>
- Ilmatieteenlaitos. Ei päiväystä. Havaintojen lataus -palvelu. [Verkkosivu]. [Viitattu
2.7.2019]. Saatavana: <https://ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus#!/>
- Keskipohjanmaa. 12.10.2018. Alholmens Kraftin palon vahinkoja arvioidaan ensi
viikolla – tuotanto voimalassa jatkuu. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 8.7.2019]. Saa-
tavana: <https://www.keskipohjanmaa.fi/uutinen/551618>
- Lehti, J. 12.7.–22.7.2019. Seulojen tekniset tiedot. [Henkilökohtainen sähköposti-
viesti]. Vastaanottaja: Hanna Pinomäki. [Viitattu 12.7.–22.7.2019].
- Marttila, E. 12.7.2019. Toimittajan vastuut ja vakuutusasiat. [Henkilökohtainen
sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Hanna Pinomäki. [Viitattu 12.7.2019].
- Peatmax Oy. Ei päiväystä. Esite; MTSA-300 multaseulan tekniset tiedot. [PDF-tie-
dosto]. [Viitattu 4.9.2019]. Saatavana Peatmax Oy:n tietokannasta.
- Pikkutupa, P. 2019. Operaatiopäällikkö, Vapo Oy. Suullinen tiedoksianto; keskus-
telut vuoden 2019 ajalta.
- Polte-lehti. 2016. Uusi organisaatio; Vapo järjestäytyi uudelleen asiakasta varten.
[Verkkajulkaisu]. [Viitattu 23.7.2019]. Saatavana: [http://polte-
lehti.fi/2016/01/uusi-organisaatio-vapo-jarjestyi-uudelleen-asiakasta-varten/](http://polte-lehti.fi/2016/01/uusi-organisaatio-vapo-jarjestyi-uudelleen-asiakasta-varten/)
- Schrodenius, V. 2019. Pölynhallinta turvetuotannossa. Savonia-ammattikorkea-
koulu. Tekniikan ja liikenteen ala, energiatekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäyte-

työ. [Viitattu 12.8.2019]. Saatavana: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/190814/Schroderus_Ville.pdf;jsessionid=027B209AFD68D068AF605348976578DB?sequence=2

Sisäasianministeriö. 2012. Opas turvetuotantoalueiden paloturvallisuudesta. [PDF-tiedosto]. Helsinki. [Viitattu 18.7.2019]. Saatavana: http://www.pelastustoimi.fi/download/36382_312012.pdf?12e8e2eff77bd488

Tilastokeskus. 28.3.2019. Energian kokonaiskulutus kasvoi 2 prosenttia vuonna 2018. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 18.7.2019]. Saatavana: https://www.stat.fi/til/ehk/2018/04/ehk_2018_04_2019-03-28_tie_001_fi.html

Vapo Oy. 11.4.2018a. Tuotannon ajolupakoulutus; turvetuotannon palosuojelu. [PP-esitys]. [Viitattu 18.7.2019]. Saatavana Vapo Oy:n tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.

Vapo Oy. 2015. Aumakairauspöytäkirjat Isonvan aumoista 625981 ja 625983. Saatavana Vapon tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.

Vapo Oy. 2018b. Aumakairauspöytäkirjat Haukinevan aumasta 608319. [Saatavana Vapon tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.

Vapo Oy. 24.5.2018c. Toimenpiteet turvetuotannossa tulipalojen ehkäisemiseksi. Lisämääräys. Peräseinäjoki, Haukineva. Saatavana Vapo Oy:n tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.

Vapo Oy. 9.2.1996. Jyrsinturpeen seulonta kuormauksen yhteydessä. Laitekehitysprojekti. Saatavana Vapon kirjastosta. Vaatii käyttöoikeuden. [Viitattu 4.9.2019].

Vapo Oy. Ei päiväystä. Luuta-järjestelmä; Vapon turvetuotantoalueiden yleinen tietojenhallinta-järjestelmä. [Verkkosivu]. [Viitattu 26.9.2019]. Vaatii käyttöoikeuden.

Vapo Oy. Ei päiväystä. MTSA-300 pikaohje; 2010 eteenpäin. [Word-tiedosto]. [Viitattu 26.9.2019]. Saatavana Vapon tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.

Vapo Oy. Ei päiväystä. Potra; Vapon varastokirjanpito-ohjelma. [Tietokoneohjelma]. [Viitattu 9.7.2019]. Vaatii käyttöoikeuden.

Vapo Oy. Ei päiväystä. Seulonta-asema JTSA-400 käyttö- ja huolto-ohjeet. [Viitattu 4.9.2019]. Saatavana Vapon tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.

Vapo Oy. Ei päiväystä. Yritysesittely; energiaturve. [Verkkosivu]. [Viitattu 27.6.2019]. Saatavana: <https://www.vapo.fi/energiaturve/>

Viitanen, J. 9.1.2019 & 3.9.2019. Seulojen tekniset tiedot ja käyttö. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Hanna Pinomäki. [Viitattu 9.1.2019 & 3.9.2019].

Weatherlink. Ei päiväystä. Sääpalvelu. [Verkkosivu]. [Viitattu 2.7.2019]. Saatavana: <https://www.weatherlink.com/> Vaatii käyttöoikeuden.

LIITTEET

- Liite 1. Vapo Oy. 2015. Kairauspöytäkirja Isoneva 625983. Saatavana OneDrivesta: https://epedufi-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/hanna_pino-maki_seamk_fi/EV-v1HJBUBdCsyMObC-2kjMBJFJKJQ9dV3DvQGI-pyp6TVQ?e=lt5Wu6 Vaatii käyttöoikeuden.
- Liite 2. Vapo Oy. 2015. Kairauspöytäkirja Isoneva 625981. Saatavana OneDrivesta: https://epedufi-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/hanna_pino-maki_seamk_fi/EdDGD6facz9LITuo8tLLKgsB6KSI-laG_6gTjWP4KigrVLQ?e=eBr3Bb Vaatii käyttöoikeuden.
- Liite 3. Vapo Oy. 2018. Kairauspöytäkirja Haukineva 608319. Saatavana OneDrivesta: https://epedufi-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/hanna_pino-maki_seamk_fi/EYgK-OIAOmHsD7oBP9NiZoBENXC3rXnZ-KMLxBlwOyFLng?e=BFnnpnH Vaatii käyttöoikeuden.
- Liite 4. Vapo Oy. 2019. Isonevan kosteustulokset 12.1.-27.1.2019. Saatavana OneDrivesta: https://epedufi-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/hanna_pino-maki_seamk_fi/EccKRg4yfiRLpAdHssXisKMB7kqDv-8-02KUrcu_XUaPSw?e=2Avc8e Vaatii käyttöoikeuden.
- Liite 5. Vapo Oy. 2019. Haukinevan kosteustulokset 31.1.-12.2.2019. Saatavana OneDrivesta: https://epedufi-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/hanna_pino-maki_seamk_fi/EYGf7ps52J5MkNO0KZa8Uk8Ba1kr7l0n_3Cuy1pLaW4N6A?e=Ci9jrf Vaatii käyttöoikeuden.
- Liite 6. Vapo Oy. 2019. Laskelma kuormapainojen kehitys seulottaessa. Saatavana OneDrivesta: https://epedufi-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/hanna_pino-maki_seamk_fi/EWWWs-fSZJtJHhZ8BhZcpN38B6LIhzRDPX1d2zAp5QN6bfQ?e=wktJ1a Vaatii käyttöoikeuden.