

LÄMPÖLAITOS

HEVOSENLANTA OSASYÖTTEENÄ LÄMMÖN JA SÄHKÖN TUOTANNOSSA

POLTTO

Palaminen on kemiallinen reaktio, missä polttoaineesta oleva hiili reagoi hapen kanssa. Reaktio vapauttaa lämpöä ja lopputuotteena syntyy hiilidioksidi sekä vettä ja muita yhdisteitä polttoaineesta riippuen. Vapautunut lämpö voidaan muuttaa sähköksi, hyödyntää kaukolämpönä tai sähkön ja lämmön yhteistuotannossa (CHP). Prosessissa syntyvän tuhkan osalta käyttökohteita ovat esimerkiksi maanrakentamiskohteet ja hevoselannan käytön ei pitäisi estää tuhkan lannoitekäyttöä, mikäli se on muiden käytettyjen polttoaineiden puolesta mahdollista (Tuominen 2018).

Hevoselanta sopii energiantuotannon polttoaineeksi parhaiten monipolttoaineyksiköissä, eli rinnakkaispoltossa muun polttoaineen seassa. Useimmissa tapauksissa poltto on toteutettu yhdessä puuhakkeen kanssa, seoksessa, jossa lantaa on ollut 5–15 %.

RINNAKKAISPOLTTO JA POLTTOKATTILAT

Lannan kannattava polttoainekäyttö edellyttää vähintään 1 megawatin kokoisena polttokattilan. Jos tällaisen laitoksen kokonaispolttoainemäärästä olisi 15 % hevoselantaa, voisi siten arviolta hyödyntää noin 50 hevosen lantamäärät. Hevoselannan suurempi pitoisuus polttoaineen joukossa voi haastaa laitteistoa ja kattilan tehokkuuden täysimääräistä hyödyntämistä. Pienemmissä laitokoluokissa hevoselannan poltto voidaan nähdä enemmänkin keinona hävittää hevoselantaa kuin saada siitä energiataloudellista hyötyä. (Arffman ym. 2018.)

Lannan poltto on mahdollista niin arinakattiloissa että suurien laitosten leijupetikattiloissa. Haasteena kattiloille on myös lannan polttamisesta syntyvä korroosioriski. Liikkuva-arina soveltuu kohtalaisesti hevoselannan polttoon. Se mahdollistaa tuhkan siirtämisen palotilasta, joka on huomioitava, koska hevoselannan tuhka sulaa suhteellisen alhaisessa lämpötilassa. (Arffman ym. 2018.)

Yleisesti ottaen suuremmat polttolaitokset soveltuvat helpommin lannan polton tiukkoihin lämpötila- ja päästövaatimuksiin ja lannan laatutekijöiden muutoksiin. Suuremmissa energia- tai lämpölaitoksissa savukaasupesuri mahdollistaa lämmöntalteenoton kosteista savukaasuista, jolloin lannan kosteus ei muodostu samantyyppiseksi ongelmaksi, kuin usein pienemmissä laitoksissa. Tiukat lämpötilavaatimukset savukaasulle (viipymä vähintään 2 sekuntia 850°C) polttoprosessissa ovat ongelma pienen kokoluokan kattiloille, kuin myös vuotuisten päästömittausten aiheuttamat kustannukset. Myös savukaasun puhdistuslaitteistoon saattaa joutua investoimaan, mikäli asetettuihin päästörajoihin, ei muuten pääse. (Arffman ym. 2018.)

Säädökset täyttävää tekniikkaa löytyy useilta laitevalmistajilta. Uusissa kattiloissa tulee olla mittasuhteet, jotta päästömittaukset pystytään tekemään kerran vuodessa. (Arffman ym. 2018.)

On olemassa myös pelkästään kosteamman materiaalin polttamiseen soveltuvia kattiloita, jotka kuivaavat lantaa ennen polttoa. Tällaisella olisi mahdollista, polttaa lantaa huomattavasti suuremmalla seossuhteella, mutta kustannukset ovat huomattavasti suuremmat. Swebo Biothermin 200 kW:sta ylöspäin olevien kattiloitten hinnat olivat 250 000 € alkaen. (Havukainen ym. 2018.)

Elenia Oy on suorittanut Hämeenlinnassa Fortumin Horsepower -hevoselannalla koepolttoja Vanajan voimalaitoksella. Kyseinen polttoaine ei käytännössä toiminut voimalaitoksella. Kokeessa todettiin, että kattilat likaantuivat voimakkaasti ja oletettua suurempi lannan kosteus oli merkityksellinen annostusten vuoksi. (Muranen 2019.) Onnistuneita, mutta lyhytkestoisia koepolttoja on tehty pienessä kokoluokassa esimerkiksi Ariterm Biocomp kattilalla varustettuna Multijet 120 palopäällä. Koepoltot olivat seospolttona 17 % suhteella puupelletin joukossa. (Tuominen 2018.)

HEVOSENLANTA RAAKA-AINEENA

Puupohjaiset kuivikkeet soveltuvat hyvin polttoprosessissa käytettäväksi. Puupellettiä on lannassa arvioituna 20-30 %, joten tällainen kuivikelanta on suhteellisen kostea. Kutteria käytettäessä kuivikkeen osuus nousee, jolloin se soveltuu polttoon vielä paremmin. Poltettaessa lannan laatuun tulee kiinnittää huomiota, se ei saisi sisältää vierasesineitä kuten metallia, oksia, hiekkaa kiviä, lunta taikka pitkiä heinän korsia, jotka voivat tukkia syöttölaitteiston. Tämä käytännössä tarkoittaa sitä, että talleista kerätty lanta soveltuu parhaiten polttokäyttöön. Lannan tulisi olla myös mahdollisimman kuivaa, joten lantalan tulisi olla katettu, ettei sadevesi kastele lantaa entisestään.

Hevoselannan ongelmallisuus poltossa johtuu pääasiassa sen sisältämästä kloorista ja alkaleista. Poltossa niistä muodostuu korroosiota aiheuttavia ja likaavia alkaliklorideja, jotka myös reagoiessaan leijupetipoltossa aiheuttavat ongelmia. Kloorin, natriumin ja kaliumin määrällä on vaikutusta myös tuhkan sulamisominaisuuksiin. (Grönroos ym. 2016.)

Hevoselannan tehollinen lämpöarvo saapumistilassa on 1,5-7,4 MJ/kg. (Alakangas ym. 2016; Tanskanen 2017). Lämpöarvoon vaikuttavat käytetyt kuivikkeet sekä lannan kosteus ja tuhkapitoisuus. Myös lannan tuoreudella on merkitystä, polttoon käytettävän lannan varastointiajaksi suositellaan maksimissaan 3-6 kuukautta (Tanskanen 2017). Lämpöarvoa voidaan parantaa lantaa kuivaamalla. Pelletöinnillä voidaan myös vaikuttaa positiivisesti palamisominaisuuksiin. (Rantanen 2018.) Kaikkiaan pelkästään lannan lämpöarvon osalta, sitä ei voi nähdä kannattavuuden näkökulmasta erityisen haluttuna polttoaineena.

LÄMPÖLAITOS

HEVOSENLANTA OSASYÖTTEENÄ LÄMMÖN JA SÄHKÖN TUOTANNOSSA

YMPÄRISTÖNÄKÖKULMIA

Tallin lantalan rakenteiden tulee estää lannan ja mahdollisten valumavesien pääsy pinta- ja pohjavesiin. Lannan kuljetuksista syntyviä päästöjä voidaan pienentää maltillisten kuljetusväylien ja yhteiskuljetusten muodossa.

Ravinteiden kierrätyksen ja lannan maanparannusvaikutusten kannalta hevosennan polttoainekäyttö ei ole optimaalinen vaihtoehto. Poltossa menetetään orgaanisten aineiden lisäksi lannan ravinteita muun muassa typpeä. Poltosta syntyy tuhkaa, jota voidaan tapauskohtaisesti hyödyntää lannoitekäytössä.

Kohtalaisen tiukat vaatimukset ja päästöraja-arvot varmistavat lannanpolton suunnitelmallisuutta ja ympäristövaikutusten huomiointia. Hevosennan polttoprosessissa syntyviä ympäristövaikutuksia voivat lisätä lannan kuivaamisprosessi (Mäihäniemi 2017). Myös lantalaatu ja kuivikevalinnat vaikuttavat osaltaan päästöihin. Esimerkiksi häkäpäästöihin voi vaikuttaa, jos lanta on kostea ja polttoaineiden sekoittuminen vaikuttaa savukaasu- ja hiukkaspäästöihin (Grönroos ym. 2016). Turvepohjaisen kuivikkeen poltosta syntyvät hiilidioksidipäästöt ovat huomattavasti puupohjaisia kuivikkeita suuremmat (Mäihäniemi 2017). Polttolaitoksen sijainnissa tulisi huomioida mahdolliset pölyämisvaikutukset ja hajuhaitat (Hallituksen esitys 95/2018).

Lannan poltto suuremmissa laitoksissa mahdollistaa paremmin päästöraja-arvoissa pysymisen, mutta pienpolton osalta raja-arvoissa voi olla vaikea pysytellä. Lannan polton päästöt ovat lähellä puhtaana puun polttoa, joten verrattuna esimerkiksi fossiilisiin polttoaineisiin on kuivikelannan poltto ympäristöstävällisempää. (Mäihäniemi 2017.)

Kaikkiaan lannan lisääminen lämpölaitosten polttoaineeksi voi nostaa hieman tuotantoyksikön päästöjä. Mutta sen merkityksen odotetaan jäävän vähäiseksi, koska hevosennan osuus on pieni kokonaispolttoainemäärästä ja lannalla todennäköisesti korvattaisiin jonkun muun polttoaineen käyttöä. (Hallituksen esitys 95/2018.)

LAINSÄÄDÄNTÖ JA LUVITUS

Lannan luovutuksesta suositellaan tehtävän kirjallinen sopimus, joka tulee liittää esimerkiksi tilan ympäristökorvauksen ilmoitukseen (Ruokavirasto 2020).

Tuotantoeläinten lannan polttoainekäyttöä koskeva EU:n sivutuotelaainsäädännön muutos (Komission asetukset (EU) N:o 1262/2017) tuli voimaan 2.8.2017. EU-asetusmuutos aiheutti muutostarpeita sekä kansalliseen sivutuote- että ympäristölainsäädäntöön. Nämä lakimuutokset astuivat voimaan 15.11.2018. Hevosennan käyttö energiatuotannossa helpottui näiden lakimuutosten myötä, eikä lannan poltto vähintään 1 ja alle 50 megawatin energiantuotantoyksikössä edellytä jätteenpolttolupaa.

Lakimuutosten myötä lannan poltto pienissä ja keskisuurissa polttolaitoksissa katsotaan energiantuotannoksi. (Ruokavirasto 2020b.)

Edellä mainitussa EU komission asetuksessa annetaan vaatimus mitata savukaasujen päästöjä vuosittain kaikilla lantaa polttavilla laitoksilla. Päästöjen raja-arvot: rikkidioksidi 75 mg/m³, typen oksidit ilmaistuna typpidioksidina 300 mg/m³ ja hiukkaset 15 mg/m³. On kuitenkin huomioitava, että poltettaessa lantaa seospolttona päästöraja-arvoja sovelletaan kansallisesti PIPO-asetuksen (1065/2017 Valtioneuvoston asetus keskisuurten energiantuotantoyksiköiden ja -laitosten ympäristönsuojeluvaihtoehtojen laskeutumisen mukaisesti. (Ruokavirasto 2020b.) Lisäksi asetus vaatii myös poltosta syntyvien palokaasujen lämmittämistä joko kahdeksi sekunniksi yli 850 asteeseen tai 0,2 sekunniksi yli 1100 asteeseen. Tämä tulee varmentaa lämpötilan jatkuvalla seurannalla. Tarvittavan lämpötilan varmistamiseksi kattiloihin tulee asentaa myös lisäpoltin. (Tuominen 2018.)

LÄHTEET

Alakangas, E., Hurskainen M., Laatikainen-Luntama J. & Korhonen, J. 2016
 Arffman, M. Arffman, S. & Lehtinen, J. 2018
 Grönroos, J., Luostarinen, S., Manninen, K. & Saastamoinen, M. 2016
 Hallituksen esitys 95/2018
 Havukainen, J., Oksala, J. & Rantala, T. 2018
 Muranen, E. Sähköpostikeskustelu 25.11.2019.
 Mäihäniemi, M. 2017
 Tuominen, R. 2018
 Rantanen, H. 2018
 Ruokavirasto 2020a
 Ruokavirasto 2020b

LÄMPÖLAITOS

HEVOSENLANTA OSASYÖTTEENÄ LÄMMÖN JA SÄHKÖN TUOTANNOSSA

ENERGIANTUOTANTO LANNAN HYÖDYNTÄMISVAIHTOEHTONA ROVANIEMELLÄ

Lannan hyödyntämiseen polttoaineena on olemassa muutamia erilaisia vaihtoehtoja Rovaniemellä. Tallikohtainen polttaminen ei tule lainsäädännön lämpötila- ja savukaasumittaus vaatimusten myötä kannattavaksi. Oman polttolaitoksen rakentaminen Mäntyvaaran tallialueelle olisi myös erittäin kallis investointi, sillä tallit ovat sähkölämmitteisiä, eikä lämmönjakoverkosta ole alueelle rakennettu. Pien-/mikro CHP-laitoksen rakentaminen on vielä haastavampi prosessi. Maatila- tai korttelikokoluokan CHP-laitoksia ei ole Suomessa juurikaan rakennettu muutamia maatilojen bio-kaasulla toimivien tai puuhakkeen kaasutukseen perustuvien laitoksien lisäksi. PienCHP-tekniikka ei ole vakiinnuttanut asemaansa Suomessa vielä. Suuremman kokoluokan CHP-laitoksia on suomessa satoja.

Yhtenä vaihtoehtona on käsitelty Napapiirin Energia ja Vesi Oy:n Suosiolan voimalaitosta, joka on CHP-laitos, joka tuottaa niin lämpöä kuin sähköä. Pääsääntöisinä polttoaineina toimivat erilaiset puujakeet kuten, latvusmassat, sahanpuru ja muut metsäteollisuuden sivuvirrat ja kierrätyspuu. Myös turvetta käytetään noin 20–40 % kokonaispolttoainemäärästä. (Promaint-lehti 2020) Kaukolämpöä tuotettiin. Energiantuotannossa syntynyt tuhka rakeistetaan metsälannoitekäyttöön. (Napapiirin Energia ja Vesi Oy 2020)

Rovaniemen seudulla syntyvät lantamäärät ovat verrattain vähäisiä Napapiirin Energia ja Vesi Oy:n Suosiolan polttolaitoksen volyymiä ajatellen. Laitoksen polttoprosessin ja jäännöstuhkan laadun varmistaminen mahdollisen käyttöönnoton myötä sekä hevosenlannan laadun varmistaminen ennen käyttöä, nostavat polton kustannuksia saavutettaviin hyötyihin nähden. Mikäli kuivikelannan laatua ei varmennettaisi ennen laitokselle toimittamista, olisivat käytön riskit kohtuuttomat polttolaitokselle. Kuitenkin polttolaitoksen uuteen ympäristölupa hakemukseen on otettu mukaan hevosenkuivikelanta yhdeksi poltettavaksi jakeeksi. (Pekala & Strandman 2019.)

Vaihtoehtona on esitetty myös Alakorkalon lietteenpolttolaitosta, joka on ensimmäinen kyseistä tekniikkaa hyödyntävä teollisen mittakaavan pilottilaitos. Polttolaitoksen toiminta on käynnistynyt heinäkuussa 2019. Laitoksen prosessia ei ole vielä saatu vakiinnutettua, ja vielä ei pystytä arvioimaan pystyisikö lantaa tulevaisuudessa polttamaan lietteenpolttolaitoksella. Lannan ja muiden kuivempien jakeiden vastaanottaminen polttolaitokselle tarkoittaisi, että laitokselle tulisi rakentaa erillinen kiinteän polttoaineen vastaanotto. Tämä on huomioitu polttolaitosinvestoinnin yhteydessä ja vastaanoton rakentamisen kannattavuutta on tarkoitus arvioida myöhemmin, kun on todettu, että prosessi toimii jätevesilietteellä. (Pekala 2019.)

Lannan palo-ominaisuuksien ja suurien investointien myötä helppoin tapa olisi löytää Rovaniemen alueelta olemassa oleva lämpö- tai energialaitos, joka voisi ottaa lantaa vastaan tekemättä suurempia investointeja. Soveltuvassa laitoksessa tulisi pystyä sekoittamaan ja syöttämään lanta-puuseos kattilaan, jonka tekniikka soveltuu estämään sulavan ja paakkuuntuvan tuhkan tuomat ongelmat. Kattilassa tulee olla myös toinen poltin, joka varmistaa kattilan palolämpötilan pysymisen vaatimuksien vaatimalla tasolla sytytyksen, alarajan kuin myös mahdollisten vikatilanteiden syntyessä. Lisäksi erityisesti talviajan osalta tulisi varmistaa kattiloiden talviajan riittävän lämpötehon saavuttaminen hevosenlanta osasyötteellä. Toiminnan taloudellisuuden kannalta on todennäköistä, että lannasta tulisi periä porttimaksua.

Hirvaalla sijaitseva Mikkonen Oy:n voisi toiminnan laajuuden ja sijainnin näkökulmasta olla potentiaalinen lämpöyrittäjä, joka voisi osana energiapalveluitaan polttaa hevosenlantaa. Myös Lapin koulutuskeskus REDUN lämpölaitos voisi soveltua hevosenlannan polttoon. Näiden kohteiden osalta tulisi selvittää tekniikan, päästöjen ja kannattavuuden osalta hevosenlannan soveltuvuus laitosten osasyötteeksi. Tällaisia koepoltoja varten tulisi hakea rahoitusta omalle projektille.

POLTON RAAKA-AINEITA

Puupohjaisia raaka-aineita hyödyntäviin lämpölaitoksiin voi puukuivitettu hevosenlanta sopia poltettavaksi. Rovaniemen Suosiolan pienempi lämpölaitos voisi kooltaan mahdollistaa noin 150 hevosen lannan hyödyntämisen. Tämä mahdollistaisi liki puolet Rovaniemen alueella (30 km säteellä) syntyvän hevosen kuivalannan hyödyntämisen. Ja isomman lämpölaitoksen kuten Suosiolan mitoitus mahdollistaisi helposti koko Rovaniemen hevosenlanta määrän. Laadun osalta hevosenlanta on kuitenkin haasteellinen poltettava raaka-aine.

Lannan laadun varmistamiseksi lanta tulisi kerätä talleista, eikä ulkoalueelta. Katettu lantala tai vaihtolava olisivat soveltuvat varastointitavat, muun muassa sadevesien välttämiseksi. Yleisesti ottaen kuivikelannan tulisi olla puupohjaista, eikä se saisi sisältää liikaa maa-ainesta, kiviä, metallia, oksia taikka suurta määrää olkea, jotka voivat vaikeuttaa polttolaitoksien kuljettimien, syöttölaitteiden tai polttoprosessin toimintaa. Kuivikelannan energiapitoisuus laskee nopeasti, joten logistiikkaketjun tulee olla toimiva, mikäli lantaa ei polteta suoraan tiloilla. Lantala tulisi toimittaa 2–3 kuukauden välein polttolaitokselle.

Polttolaitoksella lannasta tulee ottaa kosteuspitoisuus, jotta se pystytään sekoittamaan (arviolta 5–15 %) sopivaan suhteeseen kuivemman polttoaineen kanssa. Polttoaineen tasainen sekoitus voi olla haasteellista joillekin toimijoille. Mitä pienemmästä kattilasta on kyse, sitä tarkempaa sekoittamissuhteen tulee olla, jotta polttoprosessi tapahtuu tehokkaasti täyttäen samalla lämpötila ja päästövaatimukset.

LÄMPÖLAITOS

HEVOSENLANTA OSASYÖTTEENÄ LÄMMÖN JA SÄHKÖN TUOTANNOSSA

LANNAN LOGISTIIKKA

valtaosalla talleista on käytössä vaihtolava lannan varastointiin ja kuljetukseen. Vaihtolavoille kertyvä lanta tyhjenetään useimmissa tapauksissa noin kerran kuukaudessa tai kerran kahdessa kuukaudessa. Talleilla, joilla on kiinteä lantala, lantalat on tyhjenetty kerran tai kaksi vuodessa, joka tulee huomioida lantahuollon sopimuksissa lantaa polttolaitokselle toimittaessa.

Tallitoimijoista vain muutamilla on omia kuljetuskalustoja, mutta vaihtolavojen kuljettamiseen sopivaa kalustoa löytyy useilta kuljetusalan toimijoilta., joten kuljetuspalveluiden saatavuus ei muodostu ongelmaksi. Lannan vastaanoton voidaan olettaa toimivan aina jäteaseman ollessa auki, joten lannan kuljetuspalveluita voidaan kilpailuttaa kattavasti alan toimijoilla. Kiinteitä lantaloita rakentaneiden tallien kohdalla tulee huomioida kuivikelannan lastaaminen kuljetusta varten. Vastaanoton ja kuljetusten yhteydessä tulee huomioida kaluston ja ajankäytön osalta myös mahdollinen lannan jäätyminen kiinni vaihtolavoihin.

Suosiolan voimalaitos, Alakorkalon lietteenpolttolaitos ja Redun lämpölaite sijaitsevat noin 5 kilometrin etäisyydellä sekä Mikkonen Oy:n lämpölaite Hirvaalla on noin 18 kilometrin päässä Mäntyvaarasta. Kohteisiin on hyväkuntoiset ja ruuhkattomat kulkyhteydet. Lyhyillä kuljetusetäisyyksillä suurin merkitys on logistiikan toimivuudella, jolloin lantakuorman lastauksen on sujutava ongelmitta hevostallilla, samoin kuin kuorman purkamisen laitokselle

Hevosennannan kuljetukseen käytettävien kuorma-autojen tuottamat päästöt tai kuljetusetäisyydet eivät muutu merkittävästi sijoittamiskohteen muuttuessa Rovaniemen lähialueella. Alla olevassa taulukossa on esitetty logistiikan kustannuksia vaihtolavojen tyhjennyksestä 65 euron tuntihinnonitellulla.

Taulukko. Logistiikan kustannukset (Föhr & Ranta 2017)

Etäisyys (km)	Ajo (min)	Lavan käsittely (min)	Yhteisaika (min)	Tapahtuma (€/kuorma)
10	30	15	45	49
20	45	15	60	65
30	60	15	75	81
40	75	15	90	98
50	90	15	105	114
60	105	15	120	130

LIIKETOIMINTAA

Mäntyvaaran tallien lannan kuljettamisen ja käsittelyn yhteenlasketut kustannukset ovat olleet noin 25 euroa tonnilta. Kuljetuksen hinta Mäntyvaarasta Alakorkaloon on edellisen taulukon mukaisesti 49 euroa ja Hirvaalle 65 euroa vaihtolavalta Mäntyvaarassa käytetyillä vaihtolavoilla lannan määrä on keskimäärin noin 8 tonnia, jolloin kuljetuksen jälkeen käsittelyn hinnaksi jää 16-19 euroa tonnilta. Lannan vastaanottamisessa polttolaitokseen tulo ei niinkään perustu sen lämpötuottoon, vaan enemmänkin raaka-aineen edullisuuteen ja siitä saataviin porttutuottoihin. Kuitenkaan kestävästi toimittaessa talleilta perittävä porttimaksu ei voisi olla paljota tätä suurempi, sillä suuremmat porttimaksut voivat olla esteenä lannan saamiseen energiatuotannon raaka-aineeksi

TOIMIJOITA

Raaka-aineen tuottajat ovat merkittäviä toimijoita lämpö- ja energialaitosten toiminnan osalta. Hevosennannan ja muiden jakeiden kuljettamiseen käsittelypaikalle tarvitaan kuljetusyrittäjiä, suurimmalla osalla talleista ei ole itsellään kuljetuskalustoa.

Esillä olevien vaihtoehtojen osalta lannan polttamiselle lämpö- tai energialaitoksella on useita toimijoita. Isompien toimijoiden osalta Napapiirin Energia ja Vesi Oy (Neve) on Suosiolan voimalaitoksen ympäristöluvan myötä ottaneet askeleita hevosennannan hyödyntämiseen. Suosiolassa lannan poltto vaatisi lisähankkeella tehtäviä polttokokeita. Lietteenpolttolaitoksen myötä Neven kanssa toimijana polttolaitoksessa Endev Oy, mutta heidän osaltaan lannanpolton käynnistäminen ei ole toistaiseksi todennäköistä.

REDU ja lämpöyrittäjä Mikkonen Oy ylläpitävät lämpölaitoksia. Heidän osalta orastavaa kiinnostusta lannanpolton testauksille on noussut REDU kanssa käytävissä keskusteluissa. Mikkonen Oy:n osalta toiminnan kiinnostusta ei ole hankkeen aikana kartoitettu. Toiminnan kehittämiseen ja hankkeistamiseen on hyvä hyödyntää tutkimusorganisaatioita.

LÄHTEET

[Föhr, J. & Ranta, T. 2017](#)

[Napapiirin Energia ja Vesi Oy 2020](#)

[Pekkala, S. Sähköpostikeskustelu 16.7.2019.](#)

[Pekkala, S. & Strandman, A. Haastattelu 16.9.2019.](#)

[Promaint-lehti 2020](#)