



Pohjoinen ulottuvuus ja termisten puunesteiden raaka-aineet, ominaisuudet ja teollinen käyttö

NORPYRO (Metla)

1.5.2013 – 31.12.2014

Erkki Verkasalo

JULKINEN LOPPURAPORTTI

Toteuttajat:

Metsäntutkimuslaitos (Metla)
Yritykset (9 kpl)

30.4.2015

1. PROJEKTIN ORGANISOINTI

Projekti muodosti Metsäntutkimuslaitoksen (Metla) vastuulla olleiden tehtävien kokonaisuuden NORPYRO-konsortiossa ”Pohjoinen ulottuvuus ja termisten puunesteiden raaka-aineet, ominaisuudet ja teollinen käyttö”. Itä-Suomen yliopisto (UEF) toimi konsortion koordinaattoriorganisaationa ja Metla partneriorganisaationa, ja konsortiossa oli mukana lisäksi yhdeksän yritystä. UEF:llä ja Metlalla oli NORPYRO-konsortiossa omat rinnakkaishankkeet, joilla oli omat rahoituspäätökset Tekesiltä. Projektin kesto-aika oli 1.5.2013 – 31.12.2014.

Projektin vastuututkijana toimi professori Erkki Verkasalo Metlan Joensuun toimipaikalle, jossa oli myös kokonaisvastuu projektin toteutuksesta. Projektin päätutkijana toimi Joensuussa FT Marja Roitto 11.11.2013 – 31.12.2014. Lisäksi projektiin palkattiin määräaikaaisesti tutkimusmestari Juha Kempainen aineistojen keruutöihin Sallan toimipaikalle tammi-toukokuulle 2014 ja projektitutkija Johanna Tanner kemiallisten analyysien tekoon ja raportointiin Vantaan toimipaikalle elo-lokakuulle 2014. Projektiin osallistuivat myös professori Hannu Ilvesniemi ja tutkija Maija Ruokolainen Vantaan toimipaikalla.

Metla fuusioitui heti projektin päättymisen jälkeen eli 1.1.2015 alkaen osaksi Luonnonvarakeskusta (Luke). Projektin loppuraportoinnin, viestinnän ja muiden jälkitoimenpiteiden vastuut, samoin kuin tutkimusyhteistyösopimukset siirtyivät samalla Luonnonvarakeskukselle.

2. PROJEKTIN TOTEUTUS

2.1 Projektin sisällön toteutuminen

NORPYRO-työpaketti 1 Tutkittavan materiaalin tuottaminen (Metlan osuus):

Projektissa kerättiin puubiomassa-aineistot sekä Metlan että UEF:n tarpeisiin neljältä pohjoisen- etelä vyöhykkeeltä Suomesta (runkopuu, kuori, oksamassa): mänty päätehakkuut 13 metsikköä, 65 puuta; mänty ensiharvennukset 14 metsikköä, 70 puuta; koivu kasvatusmetsiköt 9 metsikköä, 45 puuta; mäntysahanhake ja -puru 11 tukkierästä; lisäksi UEF:n tarpeisiin harmaalepystä yksi metsikkö ja yksi puu. Runkopuupölkyt kuorittiin ja haketettiin ja oksamassat silputtiin kenttäoloissa. Kaikki näytteet pakkasvarastoitettiin ja niistä erotettiin ja toimitettiin osanäytteet laboratoriotutkimuksiin (UEF Kuopio ja Mekkijärvi, Metla Joensuu ja Vantaa). Kaikista pystypuista otettiin katkottujen pölkkyjen päistä kiekkonäytteet, joista mitattiin ikä, vuosilustot ja kevät/kesäpuun osuus, kosteus ja tiheys ja sydän/pintapuun osuus (mänty), laskettiin data ja liitettiin se kemiallisten analyysien tulostiedostoihin ja tilastotieteelliseen laskentaan. Koko aineisto kerättiin puiden kasvukauden ulkopuolella, joten tulokset koskevat puiden lepokauden aikaista fysiologista tilaa (marras-/joulukuu – maaliskuu/kuu). Aineiston alkuperän ja fysikaalisten ja kemiallisten analyysien mittatiedot yhdistettiin tulosten analysointia ja vastaista tietokannan rakentamista varten. Hake-, puru- ja kiekkonäyteaineisto kerättiin yhteen ja pakkasvarastoitettiin Joensuuhun mahdollisten jatkoprojektien tarpeisiin.

NORPYRO-työpaketti 2 Pohjoisen ulottuvuuden välittyminen puusta tuotettuihin nestemäisiin raaka-aineisiin:

Männyn ja koivun kiekkonäytteistä tehtiin HPLC fenolisten yhdisteiden määrittäminen, männyllä erikseen sydän- ja pintapuulla. Männyllä tehtiin UEF:ssä rinnakkaisanalyysinä NMR-profilointi sekä haihtuvien yhdisteiden määrittäminen VOC-tekniikalla. Metsikkö- ja puutason näytteistä ja sahanpurusta tehtiin valikoidut uuteaineiden ASE-analyysit (GC-FID, GC-MS). PHWE-painevesiuuttoreaktorikokeet tehtiin kolmelle näyte-erälle ja analysoitiin yhdisteet syntyneestä kiintoainefaasista ja uutetusta nesteestä yhteistyössä UEF:n kanssa (Kuopio). PHWE-kokeiden määrällisestä tavoitteesta jäätettiin jälkeen henkilöresurssipulan vuoksi (avainhenkilö siirtyi toisen työnantajan palvelukseen keuhkokuumeella 2014). Kaikille näytteille tehtiin alkuaineanalyysit hyöty- ja haitta-aineiden pitoisuuksien ja bioenergiainformaation C-O-H taseen määrittämiseksi.

Projektin tuloksia arvioitiin Metlan ja UEF:n tutkijoiden kesken ja esiteltiin ohjausryhmän kokouksissa NORPYRO-konsortiossa mukana oleville yrityksille. Tulosten arvioinnissa keskityttiin pohjoisten ja eteläisten puubiomassan lähteiden ja puun eri osien vertailuun, samoin vertailtiin männyn sydän- ja pintapuuta ja hies- ja rauduskoivua. Niin ikään arvioitiin käytettävissä olevilla menetelmillä saatujen tulosten käyttökelpoisuutta ja merkityksellisyyttä.

NORPYRO-työpaketti 3 Tulosten yhdistäminen, raportointi ja viestintä (Metlan osuus):

Metlan ja UEF:n kokeiden tuloksia tarkasteltiin rinnakkain raaka-aineen ja välituotteiden (nesteiden) kemiallisen profiloinnin ja karakterisoinnin tulosten sekä materiaali-valmistus-tuoteominaisuus ketjun perusteella. Tätä varten yhdistettiin samojen näytteiden verrokkituloksia, tarkasteltiin muutoksia aineiden kemiallisessa luonteessa läpi arvoketjun sekä pääteltiin mahdollisuuksia etsiä sopivia raaka-ainelähteitä metsästä ja sahojen sivuvirroista kun tavoitellaan tiettyjä teknokemiallisen tai bioaktiivisen hyödyn tuovia yhdisteitä erilaisesta puubiomassasta.

NORPYRO-tutkimuksista on julkaistu joulukuussa 2014 Metlan uutiskirjeartikkeli ja Maaseudun Tiede –infoartikkeli. Tuloksia on sisällytetty myös Lukessa vuonna 2015 julkaistavaan artikkeliin Metsien ekosysteemipalvelut –tietokirjassa. Männyn tuloksista on tehty pro gradu (tarkastuksessa) ja seminaariposteri (Karelia Symposium 13.4.2015). Koivun tuloksista on kirjoitettu tieteellinen artikkeli ja siitä on hyväksytty konferenssiesitelmä (ISCHP 2015, 15.-17.9.2015).

NORPYRO-konsortioista laaditaan yhteinen loppujulkaisu, joka ilmestyy vuonna 2015 Luonnonvarakeskuksen työraportteja internet-sarjassa. Kesällä 2015 järjestetään kutsuseminaari tulosten julkistamista varten. Tieteellisten artikkelien kirjoitustyö (2-3 kpl) ja tulosten viestintä käytännön foorumeilla (mm. ammattilehtiartikkelit 1-2 kpl) jatkuu projektin päättymisen jälkeen (Luken ja UEF:n NORPYRO-tutkijoiden yhteistyönä).

2.2 Projektin yhteistyö

NORPYRO-konsortion ohjausryhmä kokoontui yhteensä viisi kertaa, joista kaksi projektissa mukana olleiden yritysten isännöiminä (viimeisin 14.12.2014). Tulosten julkistamisesta sopimiseksi järjestetään vielä loppukokous toukokuussa 2015. Ohjelmaan kuului myös yritysvierailuja yhteistyöstä sopimiseksi ja tiedon jakamiseksi.

Metlan projektiryhmä piti säännöllisesti työpalavereja ja Metlan ja UEF:n projektit tutkijapalavereja lync-neuvotteluina ja laboratoriovierailuina. Metlan projekti teki opinto- ja yhteistyömatkan Tromssaan (UIT, BioForsk) ja Trondheimiin (NTNU) 11.-13.6.2014, josta laadittiin matkaraportti NORPYRO-konsortion sisäiseen jakeluun (5.8.2014). Norja-yhteistyön tavoite oli lisätä tietoa NORPYRO-konsortion tarpeisiin soveltuvasta tutkimusmetodologiasta ja luoda pohjaa vastaisille yhteishankkeille (pohjoisen ulottuvuuden vaikutukset, tutkimusmenetelmien ja laboratorioinfrastruktuurin soveltaminen).

3. PROJEKTIN PROJEKTIN TULOSTEN HYÖDYNTÄMISNÄKYMÄT JA MUUT VAIKUTUKSET

3.1 Teknologisen ja muun osaamisen kehittyminen ja yhteistyö

Projektissa saatujen tulosten mukaan pohjoisen ja etelän väliset erot kiinnostavien uuteaineiden esiintymisessä näyttävät tulevan enemmän esille kuumavesiuutossa kuin pyrolyysiprosesseissa, ja ilmeisesti uuteaineita voidaan myös erottaa kuumavesiuutossa tarkemmin ja paremmin niiden alkuperäinen kemiallisten yhdisteiden koostumus säilyttäen samoin kuin teknisesti helpommin. HPLC-analyysien ja ASE-analyysien mukaan luontaisessa puussa eroja esiintyy alueiden välillä mutta erot ovat selvempiä yksittäisten metsiköiden ja puunosien välillä. Sama näyttää koskevan haihtuvien yhdisteiden esiintymistä VOC-analyysien perusteella. Tällä on merkitystä puubiomassan raaka-aineiden hankinnassa, lajittelussa ja erottelussa tähdittäessä haluttuja uuteaineita sisältäviin

raaka-ainelähteisiin – tai pyrittäessä välttämään niitä. Tähän asti on ollut käytettävissä tietoa vain uuteaineiden kokonaispitoisuudesta, mutta tässä projektissa pystyttiin tunnistamaan yleiset ja vähemmän yleiset uuteaineet ja yksilöimään niiden pitoisuuksia erilaisissa ja eri alkuperiä edustavissa puubiomassapohjaisissa raaka-aineissa.

Männyn ensiharvennuspuusta ja päätehakkuiden pintapuusta löydettiin kolme ja päätehakkuiden sydänpuusta 11 fenolista yhdistettä. Pitoisuudet olivat sydänpuussa ja sahanpurussa suuremmat kuin kahdessa muussa em. ryhmässä, joissa ne olivat sinänsäkin pienet ja samalla tasolla. Vanilliinihappoa oli enemmän ensiharvennuspuussa kuin muissa em. ryhmissä. Pinosylviiniä ja pinosylviinimonometyylietteriä esiintyi seuraavassa pitoisuusjärjestyksessä: sydänpuu, sahanpuru, pintapu, ensiharvennukset. Pohjoisessa esiintyi enemmän vanilliinihappoa ja tiettyjä lignaaneja kuin etelässä, tosin geneettinen vaikutus on suuri erällä yhdisteillä (mm. pinosylviini). ASE-analysien mukaan männyn uuteaineiden kokonaispitoisuus oli 2,0-4,5 %, kasvoi etelästä pohjoiseen erityisesti ensiharvennuksissa ja keski- ja latvarungossa (varsinkin lignaaneilla ja triglyserideillä), ja oli päätehakuissa odotetusti suurempi kuin ensiharvennuksissa. Kuoressa ja oksissa pitoisuus oli hieman suurempi kuin runkopuussa. Sahanpurussa pitoisuus oli lähes sama etelässä ja pohjoisessa (n. 3 %). Sahanpurussa oli selvästi enemmän rasvahappoja ja vähemmän triglyseridejä kuin runkopuussa ja oksamassassa. Männystä tunnistettiin kuusi rasvahappoa ja kahdeksan hartsihappoa, stilbeenejä, lignaaneja, sitosterolia ja uutteissa oli myös sokereita. Pohjoisen ja eteläisen sahanpurun paineistetun kuumavesiuuton reaktoriajoissa (PHWE, lämpötila 120°, virtausnopeus 20 kg/m, paine 20 bar) saatiin alkuperäisestä määrästä uuteaineita 33 % ja 39 %. Tulos on päinvastainen kuin mihin aikaisempi tietämys viittaisi. Uutteesta tunnistettiin jopa enemmän erilaisia yhdisteitä kuin pienten näytteiden analyyseistä.

Koivusta löydettiin 19 fenolista yhdistettä. Pohjoisessa esiintyivät gallokatekiini, neolignaani ja lignaani 1 runsaampina ja katekiini ja lignaani 3 runsaampina määrinä kuin etelässä. Runkopuussa olivat rasvahapot, triglyseridit ja steryyliesterit vallitsevia, ja betulinolia ja steroleja oli pienehköjä määriä. Betulinoli oli selvästi vallitseva uuteaine kuoressa ja tärkeä oksamassassa. Runkopuuhun verrattuna oli betulinolia oksamassassa lähes kaksinkertaisesti ja kuoressa 5-10-kertaisesti. ASE-analysien mukaan koivun uuteaineiden kokonaispitoisuus oli runkopuussa vain 0,5-1,5 %, ja suurempi rauduskoivulla kuin hieskoivulla. Oksamassassa uuteaineita oli 1,5-2,5 % ja kuoressa 6-15 %, näissä tapauksissa hieskoivussa enemmän kuin rauduskoivussa. Koivusta tunnistettiin kuusi rasvahappoa, beta-sitosterolia, ksylitolia, lupeolia, betulinolia ja myös sokereita ja tunnistamattomiksi jääneitä yhdisteitä. Koivun aineisto oli sinänsä melko suppea johtopäätösten tekoon, ja alueelliset erot olivat epäselvät.

Alkuainepitoisuuksien erot olivat pienet alueiden välillä, mutta puulajien ja puunosien välillä oli vaihtelua. Pääravinteiden (P ja K, N) ja hivenaineiden (Mg, Mg, Mn, Zn, B) pitoisuuksissa oli merkityksellisiä eroja metsiköiden sekä sydän- ja pintapuun välillä. Sydänpuussa eräitä hivenaineita oli pohjoisessa enemmän kuin etelässä. Prosesseissa ja tuotteissa haitallisia aineita ei löytynyt merkityksellisiä määriä, mutta Al oli yleisin männyn kuoressa ja Pb esiintyi koivun kuoressa yli määritysrajan. C-O-H suhteissa oli jossain määrin eroja puulajien ja puunosien välillä, jota tulosta voidaan hyödyntää optimoitaessa bioenergiatuotteiden ja biojalosteiden raaka-aineiden valmistusta biotuotetehtaissa ja termisten nesteiden valmistuksessa.

Puutuoteteollisuuden sivutuotteet, tässä tapauksessa sahanpuru, kuori ja hake ovat logistisesti helpommin saavutettavissa ja tehokkaammin hankittavissa kuin metsäbiomassa ja sen ositteet. Toisaalta biomassan alkuperän kontrollointi puutuotetehtailla on vaikeaa, joka johtaa raaka-aineen arvokkaan alkuperätiedon menetyksiin. Lisäksi hankinta- ja jalostusketju vaikuttaa raaka-aineen kemiallisen profiilin säilymiseen alkuperäisenä. Täsmähankinnan etuna suoraan metsästä olisikin mahdollisuus raaka-aineen valikointiin parhaalla mahdollisella tavalla puusto-, kasvualue- ja maaperätietojen perusteella ja saada käyttöön tuoretta raaka-ainetta. Tässä projektissa päästiin alkuun kriteereiden määrittämiseksi optimaalisille hankintakohteille ja puusto-ositteille, kun tavoitellaan tiettyjä uuteaineita. Käytännössä raaka-aineen tarvitsija joutuu tekemään kompromisseja hankinnan helpouden ja varmuuden sekä valintatarkkuuden välillä. Valinnan

tarkkuutta heikentää lisäksi puubiomassan kemiallisten ominaisuuksien vaihtelu yksittäisten metsiköiden välillä, mm. puiden genetiikkaan ja paikalliseen kasvuympäristöön liittyvistä syistä.

Koko aineisto kerättiin puiden kasvukauden ulkopuolella, joten tulokset koskevat puiden lepokauden aikaista fysiologista tilaa (marras-/joulukuu – maaliskuu/kuu). Kasvukauden aikana tiedetään puiden kemiallisen koostumuksen, erityisesti sokerien pitoisuuden muuttuvan verrattuna lepokauteen.

Kirjallisuus- ja internet-hakujen ja opinto- ja yhteistyömatkan perusteella saatiin tietoa muiden kasvilajien kemiallisista erityispiirteistä pohjoisessa valo-, lämpö- ja kosteusilmastossa. Uuteaineanalyysien valinnassa on käytetty hyväksi myös Metsäklusteri Oy:n / FIBIC Oy:n EffFibre ja FuBio –hankkeissa saatuja kokemuksia. Hankkeen tulokset tulevat tuottamaan vertailevaa tietoa myös HPLC- ja NMR-menetelmien soveltuvuudesta puubiomassan fenolisten yhdisteiden analysointiin.

Julkaisut, raportit ja opinnäytteet (aikajärjestyksessä)

Roitto, M. & Verkasalo, E. 2014. NORPYRO-matkakertomus, Norja. Metla Joensuu, 5.8.2014. 7 s. + liitteet 2 kpl.

Siwale, W., Roitto, M. & Verkasalo, E. 2014. Metla and NORPYRO. Wood Material Science Practical Training Report. University of Eastern Finland, Faculty of Science and Forestry, Joensuu. 14.8.2014. 20 s.

Verkasalo, E. 2014. Puun biojalostaminen: lisäarvotuotteita puun eri osista ja puunjalostuksen sivuvirroista. Julkaisussa: Salo, K. (toim.). 2015. Metsätietokirja - Metsien ekosysteemipalvelut Suomessa. Luonnonvarakeskus (Luke). Ilmestyy vuonna 2015.

Verkasalo, E., Roitto, M., Tanner, J. & Ilvesniemi, H. 2014. Puubiomassasta etsitään uusia kemiallisia yhdisteitä teollisuudelle. Maaseudun Tulevaisuus, Maaseudun Tiede. Liite 4/2014, 15.12.2014. S. 17. http://issuu.com/mttelo/docs/maaseudun_tiede_4-2014/0

Siwale, M. 2015. Phenolic Compounds in Stem Wood of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Grown in Different North-South Regions in Finland. University of Eastern Finland, Faculty of Science and Forestry. Master's Thesis, Wood Material Science. 49 s.

Roitto, M., Siwale, W., Tanner, J., Ilvesniemi, H., Julkunen-Tiitto, R. & Verkasalo, E. 2015. Characterization of Extractives in Finnish Birch Raw Materials from Different Climatic Regions for Value-Added Chemical Products. Julkaisussa: Bouffard, J.-F., Achim, A., & Blanchet, P. (eds.). ISCHP 15 International Scientific Conference on Hardwood Processing, September 15-18, 2015, Quebec City, Canada. Proceedings. Ilmestyy syyskuussa 2015.

Raatikainen, O. & Verkasalo, E. (toim.). 2015. NORPYRO - pohjoinen ulottuvuus ja termisten puunesteiden raaka-aineet, ominaisuudet ja teollinen käyttö. Tekesin rahoittaman tutkimusprojektin loppujulkaisu. Luonnonvarakeskuksen työraportti. Ilmestyy vuonna 2015.

Muu tutkimustuloksista tiedottaminen (aikajärjestyksessä)

Verkasalo, E. 2013. Puutieteen tutkimus, ohjelmat ja yhteishankkeet Metlassa. Navitas Kehitys Oy:n hallituksen ja johtoryhmän tutustuminen Metlan toimintaan, Joensuu, 20.9.2013. Esitelmä (Power Point, 35 s.).

Verkasalo, E. 2013. Functional biomass production, sourcing and raw material properties. University of Eastern Finland (UEF), Wood Materials Science Masters Programme. 13.11.-9.12.2013. Luennot 8 h. ja ryhmäharjoitukset 4 h.

Verkasalo, E. 2013. Sahojen raaka-aineen saatavuus ja taseet Pohjois-Suomessa. Lausunto lappilaisille puutuote yrityksille. Moniste, 1 s. + liitteet. 17.12.2013.

Verkasalo, E. & Sikanen, L. 2013. Metti-WoodSci hankkeen anti UEF:n ja Metlan tutkimusyhteistyölle. Wood Material Science Workshop, University of Eastern Finland, Joensuu, 3.6.2013. Esitelmä (PowerPoint, 27 s.).

Verkasalo, E., Roitto, M., Ilvesniemi, H., Tanner, J. & Byman, O. 2014. NORPYRO project Wood-based raw materials, their characteristics and potential for further products from thermal liquids: effects of northern – southern origin. UIT Universitet i Tromsø, BioForsk Arctic Agriculture, Hult & Skog og Landskap Regionkontor Nord-Norge, Tromsø. Esitelmä (PowerPoint, 26 s.).

Verkasalo, E., Roitto, M., Ilvesniemi, H., Tanner, J. & Byman, O. 2014. Wood Science and Technology at Metla Finland and NORPYRO project Wood-based raw materials, their characteristics and potential for further products from thermal liquids: effects of northern – southern origin. NTNU, Trondheim, Norway. Esitelmä (PowerPoint, 26 s. ja 43 s.).

Verkasalo, E. & Sikanen, L. 2014. Optimal raw materials, their sources and value chains for wood-based biorefinery processes. IEA Bioenergy Task 34 – Pyrolysis Group, Joensuu, 28.10.2014. Esitelmä (PowerPoint, 26 s.).

Verkasalo, E. & Raatikainen, O. 2014. Sahojen sivutuotteista ja metsäbiomassasta arvoaineita kemian teollisuudelle. Metlan uutiskirje PUU 2/2014. 17.12.2014. Verkkokirjoitus. <http://www.metla.fi/uutiskirje/puu/2014-02/uutinen-4b.html>

Verkasalo, E. & Sikanen, L. 2015. Optimal raw materials, their sources and value chains for wood-based biorefinery processes – Case NORPYRO. VTT Biotechnology Group in Joensuu, 2.2.2015. Esitelmä (PowerPoint, 26 s.).

Siwale, M., Julkunen-Tiitto, R., Roitto, M. & Verkasalo, E. 2015. Phenolic Compounds in Stem Wood of Scots Pine from Different North-South Regions in Finland. 1st Karelia Symposium “Next Generation Wood”, Joensuu, April 13th, 2015 Poster.

Roitto, M., Siwale, W., Tanner, J., Ilvesniemi, H., Julkunen-Tiitto, R. & Verkasalo, E. 2015. Characterization of Extractives in Finnish Birch Raw Materials from Different Climatic Regions for Value-Added Chemical Products. ISCHP 15 International Scientific Conference on Hardwood Processing, September 15-18, 2015, Quebec City, Canada. Esitelmä (hyväksyty).

Muut tuotokset

- 1) Puubiomassa-aineistojen vuosilustoanalyysien ja kemiallisten analyysien suunnitelmat ja työohjeet (työpaperit 3 kpl)
- 2) Hankittujen puubiomassa-aineistojen koosteet (2 kpl)
- 3) Kiekkonäytteiden tiheys-, kosteus- ja sydän-/pintapuumittaustietojen koosteet (2 kpl)
- 4) Kemiallisten analyysien tuloskoosteet (HPLC, GC-FID, GC-MS, NMR, VOC, alkuaineet (5 kpl)
- 6) Hankkeen esitesivu Tekesin Green Growth –ohjelman esittelyä varten (Termisiä nesteitä ja optimaalisia raaka-aineita teolliseen käyttöön)
- 8) Hankkeen tulosraportit ohjausryhmälle (5 kpl)

3.2 Tulosten hyödyntämisenäkymät

Projektissa on tuotettu uutta strategista tietoa männyn ja koivun puubiomassan eri ositteiden ja männyn sahanpurun kemiallisen koostumuksen ja niistä saatavien termisten nesteiden ja uutteiden ja hyödyntämiskelpoisten ominaisuuksien arvioimiseksi käytännössä mahdollisissa raaka-aine- ja tuotantoketjuissa. Uusi tieto avaa projektin kaikkiaan seitsemällä toimialalla toimiville yrityksille mahdollisuuden arvioida erilaisesta puubiomassasta saatavissa olevien nesteiden ja fraktioiden

hyödynnettävyyttä tulevaisuuden liiketoiminnassaan sekä myytävänä että ostettavana raaka-aineina. Pohjoisen ulottuvuuden yhteydet termisiin pyrolyysi- ja uutetuotteisiin on mielenkiintoinen mahdollisuus, mutta käytännössä edelleen hyödyntämätön. Yleisellä tasolla tiedetään, että pohjoisella kasvuvyöhykkeellä kasvavien puiden tietyissä osissa on runsaasti eräitä potentiaalisesti hyödynnettäviä hienokemikaaleja ja että kasvukauden pituus ja valo-, lämpö- ja kosteussuhteet vaikuttavat näiden pitoisuuksiin. Tähän viittaa myös puuvartisten ja myös eräiden muiden kasvilajien tutkimus muista pohjoisista maista.

Projektin ansiosta voidaan tehdä päätelmiä puubiomassan potentiaalisista lähteistä mainittuihin käyttötarkoituksiin silloin kun tavoitellaan uuteaineita, tässä tapauksessa teknokemian alan tuotteisiin tai bioaktiivisiin käyttötarkoituksiin elintarvike- ja kosmetiikka-alalla. Raaka-aineen lähteitä voidaan priorisoida määrällisen ja laadullisen saatavuuden kannalta myös termisiin prosesseihin.

NORPYRO-konsortioon osallistuneet yritykset ovat keskeisiä toimijoita kehitettäessä metsäbiomassasta saatavien kemiallisia yhdisteitä sisältävien nesteiden jalostusketjuja Suomessa. Yritykset ovat valmiita testaamaan projektissa saatuja tuloksia omassa tuotekehitystyössään ja raaka-ainekäytännössään. Yritysten tulosodotukset konsortiosta eivät olleet alun perin lähitulevaisuudessa vaan ne näkivät hyödyntämisen aikajänteen hyvin pitkänä, ymmärtäen riskit ja epäonnistumisen mahdollisuudet. Konsortioon osallistui yhteensä yhdeksän yritystä (Berner Oy, Ekopine Oy, Fortum Oyj, Group 49 Oy, Hätälä Oy, Oy Lunawood Ltd., Momentive Specialty Chemicals Oy, Navitas Kehitys Oy, Nor-Maali Oy).

Tulosten hyödyntäjiä on löytynyt projektin loppupuolella myös kahdesta konsortion ulkopuolisesta biotuote- ja bioenergia-alan yrityksestä. Ne ovat suunnittelemassa tuotannollisia investointeja ja etsimässä tapoja raaka-aineiden hankinnan parantamiseen sekä raaka-aineissa esiintyvien hyötyaineiden kaupalliseen käyttöön teollisuuskemikaaleissa tai kuluttajatuotteissa tai haitta-aineiden kontrollointiin valmistusprosesseissa. Uusien biojalostamoiden valmistuminen lähitulevaisuudessa tuottaa todennäköisesti uusia termisesti hyödynnettäviä sivuvirtoja, joista voidaan konvergoida raaka-ainekemikaaleja teollisuuden käyttöön.

Metlan projektissa yhdistettiin aineiston alkuperän ja fysikaalisten ja kemiallisten analyysien mittaustiedot tulosten analysointia ja vastaista tietokannan rakentamista varten ja kaikki kerätyt hake-, puru- ja kiekkonäytteet on koottu kaksoiskappaleina pakkasvarastoon Joensuuhun odottamaan hyödyntämistä jatkoprojekteissa. Tämä ainutlaatuinen, systemaattisesti kerätty ja analysoitu aineisto odottaa hyötykäyttöä.

3.3 Projektin välilliset vaikutukset muissa organisaatioissa ja elinkeinoelämässä

NORPYRO-konsortio on vahvistanut Metlan (nyttemmin Luken) ja UEF:n metsäbiomassoihin pohjautuvan biotalouden osaamisen ja asiakaspalvelukyvyn kehittämistä sekä sisäisen että keskinäisen verkostoitumisen kautta että yritysysteistyön kautta, samoin kuin molempien osapuolten tutkimusosaamista. UEF:n kemian ja ympäristötieteen tutkimus on saanut konsortion kautta yhteyden Metlan (Luken) puuraaka-aineiden fysikaalisen ja kemiallisen tutkimuksen, biomateriaalien erotusteknologian ja kuumavesiuuton ja metsästä lähtevän aineistojen hankinnan hallitseviin tutkimusryhmiin. Metlan (Luken) tutkimus on vastaavasti saanut yhteyden teknokemian teollisuutta ja pesu- ja puhdistusaine, kosmetiikka- ja elintarvikealaa palveleviin UEF:n biokemian, bioteknologian ja ympäristötieteiden tutkimusryhmiin, ja pystynyt laajentamaan tämän mukaisesti myös omaa yritysysteistyötä. Konsortion kestoajana on myös aloitettu keskustelut pitkän aikavälin tutkimuslaboratorioyhteistyöstä ja tilojen ja laitteiden yhteiskäytöstä Metlan (Luken) ja UEF:n kesken.

Metlan (Luken) ja UEF:n käytännön tutkimusyhteistyö on käynnistymässä edellä mainittujen norjalaisten yliopistojen kanssa laboratorioanalyysien käyttökelpoisuuden testauksessa ja metodologisen osaamisen jakamisessa Metlan edustajien Norjaan tekemän opinto- ja yhteistyömatkan pohjalta (luonnonkasveilla käytettyjen kemiallisten ja fysiologisten analyysimenetelmien soveltaminen puumateriaaleille ja metsäpuille). Vastaavaa yhteistyötä on mahdollista käynnistää belgialaisen Gentin yliopiston kanssa UEF:n edustajien projektinsa puitteissa tekemän vierailun pohjalta. Metla (Luke) on jo sinänsä yhteistyössä tämän yliopiston kanssa (Trees4Future -projekti, COST FP1303 –projekti).

NORPYRO-konsortiossa mukana olleiden, eri toimialoja edustavien yritysten yhteistyö on vahvistanut potentiaalisesti arvoketjuja ja yritysten välistä yhteistyötä. Sahat sekä puubiomassan hankkijat saavat mahdollisuuden kokeilla raaka-ainetoimituksia sivutuotteidensa pohjalta kokonaan uusiin arvoketjuihin.

Biotuoteteollisuuden merkitys ja kasvumahdollisuudet ovat kohonneet entisestään projektin kestoajana Suomessa. Kansallinen biotaloustrategia painottaa uusiutuviin luonnonvaroihin, kiertotalouteen ja puhtaisiin teknologioihin perustuvien, merkittävää arvonlisää raaka-aineelle, työlle ja pääomalle antavien tuote- ja palvelukonseptien ja tuotannollisen toiminnan kehittämistä ja monipuolistamista. Toukokuussa 2015 muodostettavan uuden hallituksen ohjelma tulee painottamaan biotaloutta ja hajautettuja strategioita. Täten tämän projektin aikaansaamille ja edelleen jalostettaville tuloksille on nähtävissä runsaasti käyttöä lähitulevaisuudessa.

Konsortion tulokset vahvistavat sen pääasiallisella kohdealueella eli Pohjois-Karjalassa ja muualla Itä-Suomessa toimivan elinkeinoelämän, erityisesti metsätalouden, sahateollisuuden, biojalostamoalan ja puubiomassan kemiallisten yhdisteiden jatkojalostukseen nojautuvan teollisuuden liiketoimintaa ja sen monipuolistamista, osaamista ja työllistävyyttä. Tuotannollisia investointeja suunnittelevat yritykset ovat saaneet projektin kautta tarpeellisia tietoja raaka-aine- ja tuotestrategiansa suunnittelua varten ja puubiomassan toimittajat omien toimintastrategioiden, toimitusketjujen ja sivutuotemarkkinoiden kehittämistä varten.