

Vesistöistä poistetun nollakuitumassan hyödyntämismahdollisuudet kestävässä kunnostamisessa ja aluekehittämisessä

Case: Tampereen Hiedanranta

LAB-ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

2023

Laura Holopainen

Tiivistelmä

Tekijä(t) Laura Holopainen	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 27	Valmistumisaika 2023
Työn nimi Vesistöistä poistetun nollakuitumassan hyödyntämismahdollisuudet kestävässä kunnostamisessa ja aluekehittämisessä Case: Tampereen Hiedanranta		
Tutkinto ja koulutusala Insinööri (AMK), energia- ja ympäristötekniikan koulutus		
Toimeksiantajaorganisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja) Finnoflag Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona Finnoflag Oy:lle. Työn tarkoituksena oli havainnollistaa biotekninen hyötykäyttö nollakuidulle. Nollakuitu on selluloosatehtaasta syntyvä sivutuote, mitä on mahdollista hyödyntää bioteknisillä tavoilla laktaatiksi, biokaasuksi tai maanparannusaineeksi. Työn tavoitteena on auttaa huomaamaan, kuinka sivutuotetta on mahdollista hyödyntää niin, että sitä ei jää jäljelle ollenkaan. Teoriaosuudessa käsitellään bioteknistä hyötykäyttöä ja sen hyödyntämismuotoja. Lisäksi teoriassa tulee esille ruoppaus ja siihen vaadittavat luvat ja lait.</p> <p>Tulokset saatiin käyttämällä erilaisia laboratoriomenetelmiä laktaatin valmistamiseksi. Laboratoriotutkimuksissa saatiin syntymään hyvä laktaattiprosentti, jonka lisäksi löydettiin näkökulma siihen, miksi sivutuotteena syntyvää nollakuitua tulisi hyödyntää myös biokaasuna ja maanparannusaineena.</p>		
Asiasanat nollakuitu, ruoppaus, biotekninen hyötykäyttö, kestävä kunnostaminen		

Abstract

Author(s) Laura Holopainen	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2023
	Number of Pages 27	
Title of Publication Possibilities of recoverability of zero fiber pulp removed from the water system in sustainable rehabilitation and regional development Case: Hiedanranta of Tampere		
Degree, Field of Study Bachelor of Engineering, Energy and Environmental Engineering		
Organisation of the client (if the thesis work is commissioned by another party) Finnoflag Ltd		
Abstract <p>The thesis was commissioned by Finnoflag Ltd. The purpose of the work was to illustrate the biotechnical utilization of zero fiber. Zero fiber is a by-product of a cellulose mill, which can be utilized in biotechnological ways as lactate, biogas or soil improver. The goal of this publication is to help you discover how it is possible to get a by-product in a way that there is no by-product left. The theoretical part deals with biotechnological utilization and its utilization forms. In addition, dredging and the permits and laws required for it, are mentioned in the theory.</p> <p>To obtain the results of the work, various laboratory methods were used to prepare lactate. The result showed a good lactate percentage and a perspective on why zero fiber, a by-product, should also be used as biogas and soil improver.</p>		
Keywords zero fiber, dredging, biotechnological utilization, sustainable rehabilitation		

Sisällys

Käsitteet.....	1
1 Johdanto.....	2
1.1 Työn tarkoitus ja tavoitteet.....	2
1.2 Finnoflag Oy.....	2
2 Tampereen Lielahden alue	4
2.1 Historia.....	4
2.2 Hiedanrannan alueen suunnittelu	5
3 Nollakuitu	6
4 Ruoppaus	7
4.1 Määritelmä ja säädökset.....	7
4.2 Ruoppaustekniikat.....	7
4.3 Ruoppauksen ympäristövaikutusten seuranta	8
4.4 Tampereen Hiedanrantaan sopivin tekniikka	8
5 Ruoppaukseen liittyvä lainsäädäntö ja lupa-asiat	10
6 Biotekninen hyötykäyttö	11
6.1 Määritelmä.....	11
6.2 Bioteknisen hyötykäytön eri tavat	11
6.3 Laboratoriokokeet ja niiden tulosten analysointi.....	15
7 Kestävä kunnostaminen	22
7.1 Käytäntö	22
7.2 Hyödyt.....	22
8 Yhteenveto ja pohdinta	24
Lähteet	25

Käsitteet

Chromagar-malja (CHROMAgar™ Orientation, Becton-Dickinson): Bakteerien tunnistukseen sopiva malja. Maljalta on mahdollista tunnistaa bakteereita pesäkkeiden värin perusteella.

Eppendorf-putki: Tavaramerkki säilytysputkelle, missä on suippo pohja. Suippo pohja on hyödyksi, jos halutaan erotella soluja liuksesta sentrifugoimalla, sillä kiintein aines jää helposti pohjalle. Putket ovat kooltaan 0,5-2 ml.

Klostridi: Anaerobinen bakteeri.

Mikroskopointi: Näytteen tutkimista valomikroskoopilla, jossa hyvin ohuet ja pienet kohteet ovat valoa läpäiseviä.

MRS-malja (De Man, Rogosa & Sharpe agar -malja): Laktobasillien kasvattamiseen tarkoitettu malja.

Nollakuitu: Selluteollisuudesta ylijäänyttä lyhytkuituista puuainesta.

NMR (Nuclear Magnetic Resonance): Ydinmagneettinen resonanssiin perustuva tutkimusmenetelmä.

PMEU (Portable Microbe Enrichment Unit): Kannettava mikrobirikastusyksikkö

Ruoppaus: Koneellisesti poistettava maa-aines vesialueen pohjasta.

Sentrifugointi: Menetelmä, jossa erotellaan aineita toisistaan sentrifugilaitteen avulla. Sentrifugiputkessa pyörii suurella nopeudella seos, missä raskaimmat aineet vajoavat putken pohjalle ja kevyimmät aineet jäävät pinnalle nesteeseen.

1 Johdanto

1.1 Työn tarkoitus ja tavoitteet

Tässä opinnäytetyössä perehdytään siihen, kuinka biotekninen hyötykäyttö mahdollistaa mikrobiteknologian avulla selluloosatehtaan sivutuotteena syntyvän nollakuidun hyödynnettävyyden. Tutkimuksen avulla halutaan tuoda esille ratkaisu, joka olisi pitkäikäinen ja kestävän kunnostamisen periaatteiden mukainen. Nollakuitua on mahdollista hyödyntää kemikaaleiksi esimerkiksi laktaatiksi, biokaasuksi ja maanparannusaineeksi. Biotekninen hyötykäyttö voi olla monelle vieras käsite, vaikka toimintaa on harjoitettu jo monta vuotta. Ilmaston lämpeneminen on saanut monet ihmiset ajattelemaan kestäviä ratkaisuja omassa toiminnassaan. Kestävä kunnostaminen ei ole vain yksittäinen ratkaisu, sillä silloin ei saavuteta pitkäikäisiä tuloksia. Kestävä kunnostaminen ei aina myöskään ole nopein keino, mutta pitkän työn tuloksena tulokset ovat parempia, sillä esimerkiksi 15 vuoden jälkeen ei edelleenkään tarvitsisi miettiä saman alueen kunnostamista uudelleen. Tavoitteena tässä opinnäytetyössä on avata aihetta nollakuidusta, ja sen poistamisen menetelmistä, sekä hyödynnettävyydestä kestävin ratkaisuin.

Tutkimustulosten saamiseksi laboratoriokokeet toteutettiin Finnoflag Oy:n laboratoriossa. Eri kemikaalien mikrobiologinen tuotantomenetelmä perustuu Finnoflag Oy:n kehittämään mikrobisekaviljelmien hyödyntämiseen, jota on käytetty useissa teollisissa pilotoinneissa, sekä muun muassa EU:n Itämeren alueen ABOWE-biojalostusprojektissa vuonna 2012-2014. (Hakalehto 2016, 1-34.)

Laboratoriossa mitattiin glukoosia ja pH:ta, jotta nollakuituseos pysyy optimiarvoissa laktaatin saamiseksi. Tärkeää oli huolehtia myös nollakuituseoksen oikeasta lämpötilasta lämpökaapin avulla. Tulokset analysoitiin NMR-tekniikalla (Nuclear Magnetic Resonance) Itä-Suomen yliopiston farmasian laitoksella.

Opinnäytetyö toteutettiin toimeksiantona Finnoflag Oy:lle. Työ rajattiin nollakuidun ruoppaukseen ja hyödynnettävyyteen kestävän kunnostamisen pohjalta. Aihe olisi ollut liian laaja, jos huomioon olisi pitänyt ottaa esimerkiksi tuotantolaitosten perustaminen ja kuljetusmuotojen järjestäminen tehtaille.

1.2 Finnoflag Oy

Finnoflag Oy on vuonna 1993 Kuopioon perustettu yritys, joka on erikoistunut nopeasti kasvaville bioteknologiатеollisuuden aloille. Yritys tutkii uusin nykyaikaisin menetelmin

mikrobidiagnostiikkaa ja biojalostusteknologiaa tieteellisten tutkimusten avulla. (Finnoflag Oy b.)

Finnoflag Oy tekee tiiviisti tärkeää yhteistyötä eri toimialojen ja tutkimuslaitoksien kanssa, jotta olisi mahdollista tuottaa mikrobidiagnostiikan ja biojalostuksen alalle lisäarvoa tuovia palveluita ja tuotteita. Finnoflag Oy:n tutkimukset auttavat löytämään uusia lähestymistapoja bioteknologian saralle ympäristöystävällisin ja kestävä ratkaisujen keinoin. (Finnoflag Oy b.)

2 Tampereen Lielahden alue

2.1 Historia

Tampereen Lielahden alueella oleva Hiedanranta on aiemmin toiminut sellutehdasalueena yli 100 vuotta. Kaikki alkoi vuonna 1913, kun J. E. Enqvist Oy perusti sulfiittiselluloosatehtaan. 1930-luvulla tehdas sai uuden ranskalaisen omistajan, sillä sota ja lama vaikeuttivat laajentumista. 1940-luvun lopulla tehdas alkoi rakentumaan uudelleen. 1965-luvulla tehtaan uudeksi omistajaksi tuli G. A. Serlachius Oy, joka osti tehtaan oman teollisuustuotannon jatkeeksi laajenemismahdollisuuksien vuoksi. (Hiedanranta a.)

Vuonna 1985 selluloosan valmistus lopetettiin, mutta tilalla jatkettiin vielä ligniinin ja kemihierteen tuottamista. 2000-luvulla omistajaksi vaihtui M-Real. Toiminta kesti vuoteen 2008 saakka, jolloin Näsijärven pohjaan oli ajettu nollakuitua, eli puuperäistä jätettä, jopa 1,5 miljoonaa kuutiota. (Hiedanranta a.) Nollakuitua ajettiin jätevesin mukana Näsijärveen aina 1950-luvulle saakka, sillä se oli sen aikaisten lainsäädösten mukaista (Ramboll Finland Oy 2017, 7). Kuvassa 1 on esitetty 1920-luvulla käynnissä oleva Lielahden sulfiittiselluloosatehdas.



Kuva 1. Lielahden sulfiittiselluloosatehdas (Suomen Metsäyhdistyksen kokoelma / Metsätaloudellinen Valistustoimisto 1920)

2.2 Hiedanrannan alueen suunnittelu

Hiedanrannan keskustamaisen kaupunginosan alueelle on suunniteltu 25 000 asukkaalle koteja. Alue tulisi koostumaan kolmesta osa-alueesta: järvikaupunki, uusi Lielahden ja keskusta. Näiden alueiden ansiosta yhdistyisi asuminen, työ, palvelut ja vapaa-aika. (Hiedanranta b.)

Järvikaupunki on veden äärelle rakentuva 40 ha saari, joka tarjoaa kodin noin 5 000 asukkaalle 229 000 k-m² (kerrosalaneliömetri) alueelta. Työpaikkoja tulee olemaan noin 300 henkilölle. Saareen rakentuu rivi-, pien- ja kerrostaloja, joiden korkeudet vaihtelevat kahden ja kahdeksan kerroksen välillä. Suuressa osassa saarella on hyvät raitiotien kulkuyhteydet, sillä autoilua halutaan minimoida. Raitiotie yhdistää Hiedanrannan keskustan ja Santalahden suunnan. Raitiotiekadun varteen on suunniteltu palveluiden keskittymistä. (Hiedanranta b.)

Lielahden alue rakentuu noin 332 000 k-m² alueelle, ja se tarjoaa työpaikkoja noin 4 400 ihmiselle. Asukkaita on kaavailtu noin 5000 henkilön verran, vaikka Lielahden alue tulee keskittymäänkin vahvasti kauppa-, palvelu- ja tuotantoalueeseen. (Hiedanranta b.)

Hiedanrannan keskusta rakentuu noin 590 000 k-m² alueelle tarjoten työpaikkoja 3 300 henkilölle, ja kodin noin 9 800 asukkaalle. Hiedanrannan keskusta sijoittuu Näsijärven rannalle eri liikennemuotojen solmukohtaan. Näin ollen se tekee asumisesta viihtyisää, sillä keskustassa yhdistyy kaupat ja palvelut, hyvä joukkoliikenne ja vehreät kadut. Keskustan kiintopisteeksi on valittu korkeat rakennukset umpikortteleineen, jotka luovat tiiviin ja tehokkaan tunnelman. Kaupalliset palvelut sijoittuvat keskustan ytimeen korkeiden rakennusten juureen. (Hiedanranta b.)

3 Nollakuitu

Nollakuitu on ylijäänyttä puuainesta, jota syntyy selluteollisuudessa. Toiselta nimeltä nollakuitua voidaan kutsua kuitulietteeksi. Nollakuitu sisältää hajoamatonta puuainesta, kuitua, ligniiniä, selluloosaa ja kuorimassaa. (Ramboll Finland Oy 2017, 7.) Laadullisesti nollakuituun vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi valkaisutekniikka ja puuaines. Kiintoainesta on yleensä noin 10 %, eli nollakuitu on hyvin vesipitoista. Happamuus on pH-arvoltaan 4-5. (Ramboll Finland Oy 2019, 5.)

Lielahdesta nostetusta nollakuidusta on tutkittu haitta-ainepitoisuuksia metallien, epäorgaanisten ja orgaanisten aineiden osalta. Näytteenotto syvyyden kasvaessa kasvoivat myös huokosveden pitoisuudet nikkelin ja sinkin osalta. Myös elohopean, kuparin, koboltin ja arseenin pitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen (214/2007, Liite) eli valtioneuvoston asetuksen mukaan, jossa on määritetty kynnsarvot maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnille. Elohopea on ainoastaan ylittänyt alemman ohjearvon, mutta mikään metalli ei ole ylittänyt ylempää ohjearvoa. Valtioneuvoston asetuksen (1308/2015, Liite 1 C2) mukaan kadmium, lyijy, elohopea ja nikkelpitoisuudet ylittivät vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun sisämaan pintavesien enimmäisarvon. (Kiukas & Niemelä 2018.)

PIMA-asetuksen (214/2007, Liite) kynnsarvot ylittivät useissa näytteissä dioksiinien ja furaanien osalta vanhemmissa nollakuitukerrostumissa. PIMA-asetuksen (214/2007, Liite) kynnsarvo ylittyi myös joidenkin orgaanisten yhdisteiden eli polyaromaattisten hiilivetyjen, pestisidien ja klooribentseenien osalta. Alempi ohjearvo ylittyi heksaklooribentseenin ja toluenin pitoisuuksissa. Erilaisia orgaanisia happoja ja niiden metyylijohdannaisia todettiin myös huokosvedessä huomattavia pitoisuuksia. (Kiukas & Niemelä 2018.)

Nollakuitu ja siihen sitoutuneet haitta-aineet eivät itsestään tule poistumaan, joten se on otettava huomioon asuinaluetta suunniteltaessa (Pyykkö & Lehtovaara 2011; Kiukas & Niemelä 2018). Lindholm-Lehto ym. (2015) mukaan pohjasedimenttiin varastoituneet haitta-aineet voivat vapautua, jos olosuhteet muuttuvat. Esimerkiksi kevät- ja syyskierto aiheuttavat sedimentin sekoittumista.

Tampereen Hiedanrannassa sijaitseva nollakuitumassa on haitallinen, sillä talvisin jäät eivät jäädy nollakuidun hajoamisesta vapautuvan lämmön takia. Tästä voi seurata onnettomuuksia jäällä. Vedenpinnan ollessa matalalla syntyy myös hajuhaittoja. Hajuhaitat syntyvät, kun orgaaninen aines hajoaa hapettomissa olosuhteissa orgaaniseksi rasvahapoiksi ja rikkiyhdisteiksi. Tämä häiritsee etenkin lähellä olevaa asutusta. (Ramboll Finland Oy 2017, 11.)

4 Ruoppaus

4.1 Määritelmä ja säädökset

Ruoppauksella poistetaan koneellisesti vesistöjen pohjasta maa-ainesta ja lietettä. Ruoppausprosessi on nelivaiheinen prosessi, missä nostamisen jälkeen ruopattu massa siirretään välivarastointipaikalle, jonka jälkeen se sijoitetaan lopulliseen kohteeseen tai käsitellään. (Ympäristöministeriö 2015, 17.) Jotta mahdollisilta ympäristöhaitoilta voitaisiin selvittää, on ruoppaustoiminta suunniteltava hyvin. Ruoppaustoiminnan toteuttaja on vastuussa lainmukaisuudesta ja mahdollisesti aiheutuvista haitallisista seurauksista. (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2022.)

Jos ruopattava massa on yli 500 m³ tilavuudeltaan, täytyy aluehallintovirastolta (AVI) aina hakea lupa. Haettava lupa on aluehallintovirastolle tehtävä hakemus. (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2022.) Maksuton ilmoitus riittää 30 vuorokautta aiemmin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle (ELY-keskus) ruopattavan massan ollessa tilavuudeltaan enintään 500 m³ (Ympäristöministeriö 2015, 10).

4.2 Ruoppaustekniikat

Ruoppaustekniikoista yleisimpiä ovat kauharuoppaajat ja imuruoppaajat. Kauharuoppaus on mekaaninen menetelmä, jossa poistetaan tiivistä sedimenttiä. Se on varma tapa poistaa massaa, sillä tiivis sedimentti on kuivaa ja varmempaa kuljettaa esimerkiksi läjitysalueille. Kauharuoppausta voidaan tehdä kahmari-, kuokka- tai pistokauhalla. Kauharuoppauksessa on oltava tarkkana, että vesistöön ei pääse leviämään pilaantunutta massaa. Tarvittaessa alue on rajattava. (Ympäristöministeriö 2015, 18-19.) Nykypäivänä kauharuoppaus on parantunut tekniikaltaan, sillä automaatio ja kauhojen rakenteet ovat kehittyneet. Kauharuoppaajien kauhat ovat tarkentaneet ruoppausjälkeä, joten ruoppausta on mahdollista tehdä esimerkiksi paljon ohuempana kerroksena. (Riipi 1997, 33.)

Imuruoppauksessa hydraulisen menetelmän avulla pyritään poistamaan löyhä sedimentti pumppujen avulla, ja siirtämään liete kuljetusvälineeseen, loppusijoituspaikkaan tai jatkokäsittelyyn. Imuruoppauksessa on tärkeää varoa ylimääräisiä roskia tai isoja kappaleita, sillä se voi aiheuttaa herkästi laitteen tukkeutumisen. Ruoppaus voidaan tehdä myös hopperikalustolla, missä sedimentti imetään suoraan ruumaan, josta se pudotetaan tai pumpataan suoraan läjitysalueelle. (Ympäristöministeriö 2015, 19.)

On olemassa myös erikoisruoppaus, jossa yhdistetään kauha- ja imuruoppauksen etuja. Nämä edut ovat suuren kiintoainepitoisuuden saavuttaminen ja ympäristöstä suljettu järjestelmä. Ruopattava sedimentti on myös mahdollista jäädyttää, ja nostaa sellaisenaan

ylös käsiteltäväksi. Näin tehdään, jos haitta-ainepitoisuudet ovat korkeat. (Ympäristöministeriö 2015, 19.)

4.3 Ruoppauksen ympäristövaikutusten seuranta

Ympäristövaikutukset voivat vaikuttaa joko suoraan tai välillisesti ruoppaustoiminnassa. Ruoppaus saattaa aiheuttaa hetkellisesti veden samentumista. Vaikutus on lyhytaikainen ja paikallinen, mutta talousvedenottoa se saattaa häiritä, ellei esimerkiksi ruopattavaa aluetta rajata. Ruoppauksesta aiheutuu vähiten ympäristöhaittoja kasvuston ja pieneliöiden suhteen, jos sitä ei suoriteta kesällä, sillä se on herkintä aikaa elinkierron suhteen. (Ympäristöministeriö 2015, 19.)

Ympäristövaikutukset pienenevät, jos ruoppaus suunnitellaan hyvin ja valitaan oikeat tekniikat. Ympäristön kannalta hyvä tekniikka olisi suljettu kahmarikauha, sillä kiintoaines ei karkaisi veteen niin helposti. Myös vesitiiviys on entisestään parantunut kahmarikauhoissa. Imuruoppaajien ympäristövaikutukset ovat pienentyneet, sillä ruoppauksen tarkkuus ja tehokkuus ovat parantuneet automaatio- ja paikannusjärjestelmien avulla. Sedimentin karkaaminen on estetty paremmin irrotusvaiheen tekniikassa, sekä ylimääräisen veden kerääminen on myös vähentynyt. (Riipi 1997, 35.) Ruoppauksen tarkkuutta voidaan parantaa paikannus- ja ohjaustekniikkaa käyttämällä. Myös erilaisilla suodatinkankailla voidaan rajoittaa suspensoituneen nollakuidun leviämistä sen ruoppauksen aikana, sillä ne estävät hienoaineksen pääsyn kankaan läpi. (Ympäristöministeriö 2004, 16-20.) Ruoppauksen ympäristövaikutuksia voidaan seurata tarkkailusuunnitelman avulla. Suunnitelmassa tulee esittää kriteerit, joiden avulla voidaan seurata ettei mitattavat arvot ylitä ennustettuja arvoja. Haitallisia ympäristövaikutuksia ei saa syntyä yli arvioidun määrän. Tarkkailusuunnitelma saattaa sisältää esimerkiksi vedenlaadun mittaamista, pohjaeliöiden ja kasvustojen tutkimista, ja haitallisten aineiden seuranta pohjaeläimistä ja sedimentistä. Tarkkailusuunnitelman on tärkeää olla selkeä ja hyvin määritelty, sillä tarkkailutoimet ovat kalliita. Mittauksia on tehtävä tasasin väliajoin ja tuloksia seurattava ahkerasti. (Ympäristöministeriö 2004, 32.)

4.4 Tampereen Hiedanrantaan sopivin tekniikka

Jätelain (646/2011, 1 luku 8§) etusijajärjestyksen mukaan tulisi vähentää mahdollisesti jätteeksi päätyvien ruopattavien aineiden määrää ja haitallisuutta vesistöstä. Toiminnanharjoittajan tekniset ja taloudelliset edellytykset noudattavat etusijajärjestyttä, jonka vuoksi ruoppausmassoja olisi hyvä hyödyntää. (Ympäristöministeriö 2015, 13.) Näistä syistä Tampereen Hiedanrannassa oleva nollakuitu tulisi mieluiten poistaa. Sopivin tekniikka voisi olla erikoisruoppaus, mikä yhdistää imuruoppauksen ja kauharuoppauksen

etuja. Siinä massa suljettaisiin ympäristöstä, ja samalla saataisiin suuri kiintoainepitoisuus. Itsessään kauharuoppaus saattaisi olla hidas tekniikka, mutta jos sen yhdistää imuruoppaukseen, nopeutuu prosessi huomattavasti. Kauharuoppaus saattaa aiheuttaa pyörteitä veteen. Ympäristöministeriön (2015, 19) mukaan imuruoppaus voi olla hieman haasteellinen puupaloille, mutta Näsijärvessä oleva nollakuitu ei sisällä kovin suuria puupaloja.

5 Ruoppaukseen liittyvä lainsäädäntö ja lupa-asiat

Ruoppaukseen haettava lupa on vesilain (587/2011, 11 luku 3 §) mukaan tehtävä hakemus aluehallintovirastolle. Jos ruoppaus voi aiheuttaa vesistön pilaantumista, on AVI:lta haettava ympäristösuojelulain (527/2014, 4 luku 27 §) mukaista lupaa. Lupa on haettava myös silloin, jos se ei edellytä vesilain (587/2011) mukaista lupaa. (Ympäristöministeriö 2015, 8.)

Jos koneellisesti ruopattava massa on enintään 500 m³ tilavuudeltaan, on tehtävä maksuton ilmoitus vähintään 30 vuorokautta aiemmin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle (ELY-keskus) ja vesialueen omistajalle vesilain (587/2011, 2 luku 6 §) mukaan. ELY-keskukselle tehtävä ruoppausilmoituksen sisältö on säädetty Vesilaissa (587/2011, 2 luku 15 §) ja vesitalousasioihin liittyvässä valtioneuvoston asetuksessa (1560/2011, 4 luku 30 §). Vesilain (587/2011, 3 luku 3 §) mukaan on oltava lupa ruoppaukseen, jos ruoppaus muuttaa pohjaveden määrää tai laatua, sekä vesistön korkeutta, asemaa, syvyyttä, virtaamaa, rantaa tai vesiympäristöä. (Ympäristöministeriö 2015, 10.)

Tarkkailusuunnitelman avulla pyritään noudattamaan ruoppaus- ja läjityshankkeiden lupien noudattamista Ympäristösuojelulain (527/2014, 1 luku 1 §) mukaan. Jos riittävän yksityiskohtaista suunnitelmaa ei saada laadittua ympäristön laadun tarkkailusta, voidaan luvanhakijaa vaatia pyytää tekemään erillinen tarkkailusuunnitelma Ympäristösuojelulain (527/2011, 1 luku 3 §) mukaan. Suunnitelma on palautettava määrätylle lupaviranomaiselle tiettyyn ajankohtaan mennessä. (Ympäristöministeriö 2004, 32.)

6 Biotekninen hyötykäyttö

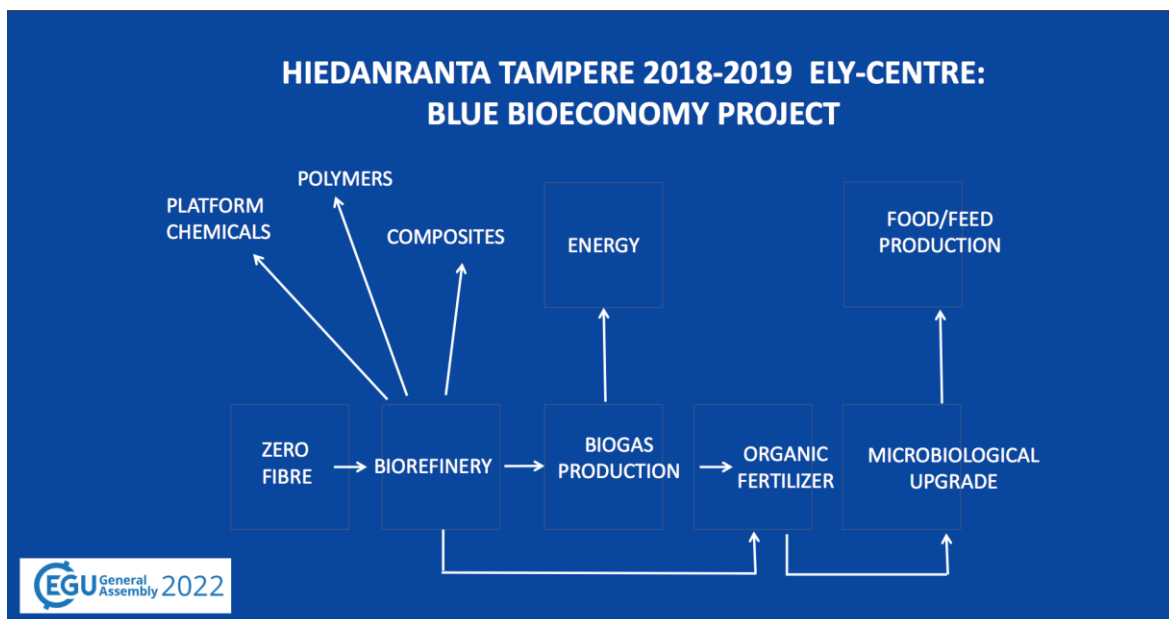
6.1 Määritelmä

Bioteknikka tutkii modernin biotekniikan ja teollisen biotekniikan avulla tuhansista molekyyleistä ja geneeistä koostuvia eläviä organismeja. Näitä eläviä organismeja voidaan hyödyntää muun muassa kemikaaleissa tai polttoaineissa. (Suomen Bioteollisuus ry.) Moderni biotekniikka on geenitekniikka, jota voidaan hyödyntää muun muassa lääketieteessä. Modernia biotekniikkaa voidaan hyödyntää myös rokotteiden ja lääkkeiden hyödyntämisessä, kantasoluhoidossa ja geeniterapiassa. (Kantor-Aaltonen & Laurila, 2014.) Tässä opinnäytetyössä keskitytään enemmän teolliseen biotekniikkaan.

Teollisen biotekniikan tuotantoprosessissa tuotetaan luonnon raaka-aineista uusia arvokkaita aineita ympäristöystävällisesti (Kantor-Aaltonen & Laurila, 2014). Nämä uudet arvokkaat aineet ovat usein kaupallisia tuotteita (kemikaaleja, polttoaineita ja elintarvikelisäaineita), joita on tuotettu mikro-organismien tai niiden avulla tuotettujen entsyymien avulla (Suomen Bioteollisuus ry).

6.2 Bioteknisen hyötykäytön eri tavat

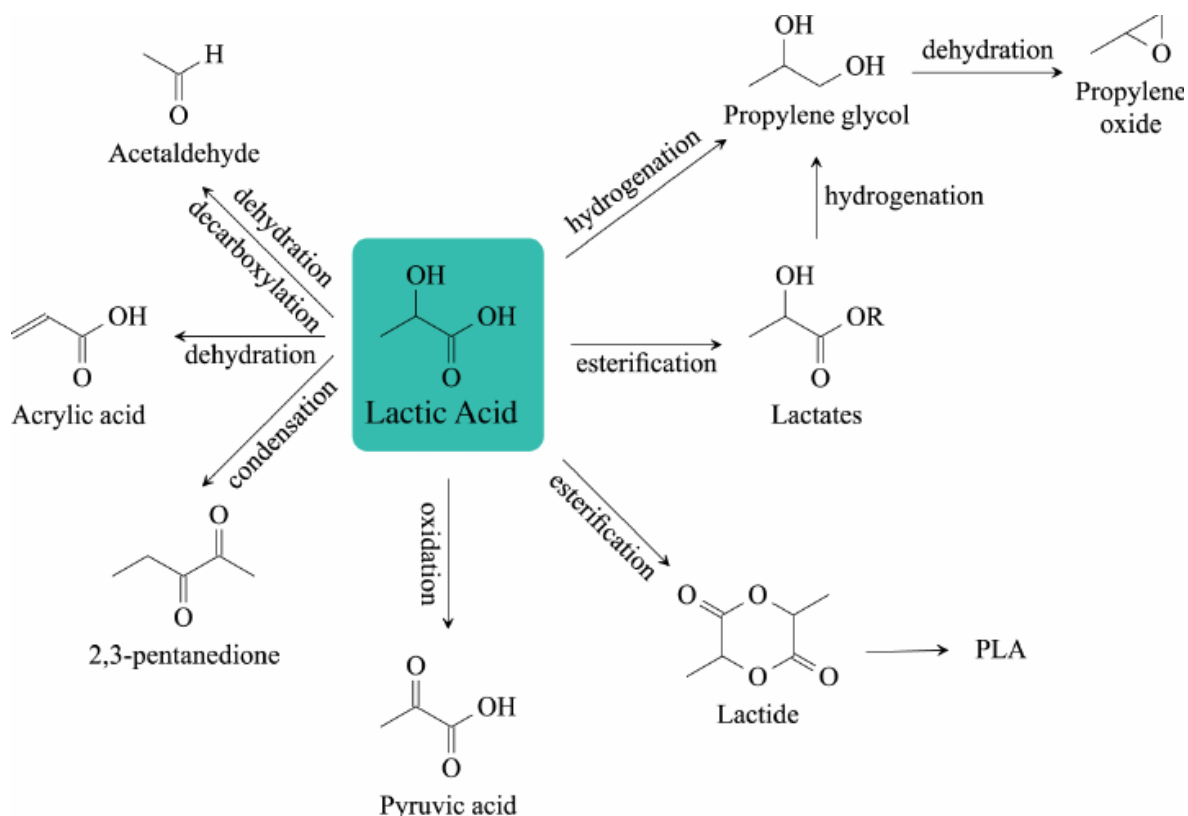
Tässä opinnäytetyössä perehdytään kolmeen eri biotekniseen hyödyntämistapaan, sillä nollakuidun avulla on mahdollista hyödyntää kaikkia näitä kolmea eri tapaa. Kuviosta 1 nähdään, että nollakuitua on mahdollista hyödyntää biojalostamossa komposiiteiksi, polymeereiksi ja erilaisiksi kemikaaleiksi, esim. laktaatiksi. Biokaasutuotannon avulla saadaan biokaasua energiaksi. Nollakuitua voidaan biojalostamossa muuntaa myös orgaaniseksi lannoitteeksi. (Hakalehto ym. 2022.)



Kuvio 1. Nollakuidun biotekniset hyödyntämismallit (Hakalehto ym. 2022, 3)

Maitohappo ($C_3H_6O_3$) on karboksyylihappo (2-hydroksipropaanihappo), joka esiintyy luonnossa. Maitohappoa voidaan käyttää elintarvike-, lääke-, tekstiili- ja nahkateollisuudessa, sekä hapetus- ja säilöntäaineena. Maitohappoa voidaan valmistaa kemiallisella synteessillä tai bioteknologisella fermentoinnilla. Bioteknologinen fermentointi on suositumpi menetelmä ympäristösyistä. Myös maitohapon korkean puhtauden, alhaisen energiavaatimuksen ja tuotantolämpötilan vuoksi fermentointi on suositumpi menetelmä. (Vijayakumar ym. 2008, 245.)

Laktaatti ($C_3H_5O_3$) on maitohapon suola (2-hydroksipropionaatti), jota saadaan esteröitymisreaktion avulla. Karboksyylihappo ja alkoholi saa yhdistettynä aikaan esteröitymisen. Reaktiotuotteena syntyy esterä ja vettä. Kuvion 2 avulla huomataan, että maitohapon ja laktaatin rakennekaava on melkein sama. OR-ryhmä kuvaa muodostuvaa esterä, eli tässä tapauksessa laktaattia. (Janssen 2013, 35.)



Kuvio 2. Maitohappo kemiallisten reaktioiden lähtöaineena (Janssen 2013, 35)

Hygroskooppisten ja emulgointiominaisuuksien vuoksi laktaattia voidaan käyttää esimerkiksi lääketeollisuudessa lisäaineena dermatologisten lääkkeiden synteisissä (Martinez ym. 2013, 70).

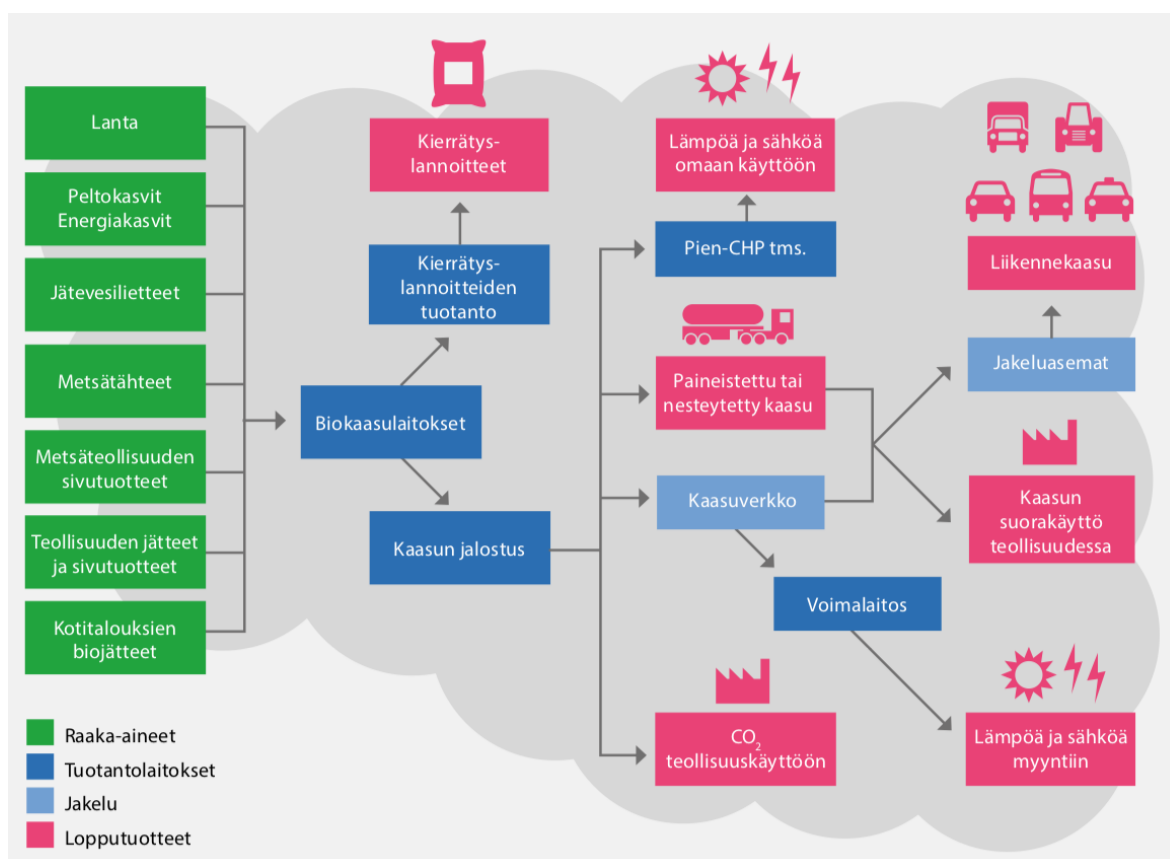
Maanparannusaineena on mahdollista hyödyntää humusta, sillä se sitoo hyvin itseensä ligniiniä jopa 30 %. Humusta saadaan helposti puusta, esimerkiksi nollakuidusta. (Kousa & Raiskio.) Esimerkiksi pellossa tämä multavan ominaisuuden sisältämä maanparannusaine voi säilyä jopa kymmenen vuotta pellossa (Mantsinen). Puukuitu voi sitoa myös vesiliukoisia ravinteita itseensä ja muuttaa ne vaikealiukoiseen muotoon, jolloin ravinnepäästöt veteen pienenevät. Ravinteet liukenevat maaperään vasta sitten, kun nollakuitu maatuu luonnollisesti. (Mantsinen.)

Nollakuitu sopii hyvin fosfori- ja typpipitoisille maille, sillä kuidussa olevat mikrobit estävät esimerkiksi typen joutumista vesistöihin hyödyntämällä kasveista vapautuvaa typpeä. Nollakuitua voidaan käyttää sellaisenaan, tai sitä voidaan myös kalkittaa tai kompostoida ennen käyttöä. (Vesiensuojelun tehostamisohjelma 2021, 9 & 13.)

Biokaasua syntyy hapettomissa olosuhteissa, kun orgaaninen aines hajoaa erilaisten mikrobin vaikutuksesta hapettomissa olosuhteissa. Hajoamisen seurauksena muodostuu

myös hiilidioksidia ja orgaanista mädätysjäännöstä. Kun biokaasun tuotto on hallittua, yleensä suljetussa reaktorissa tapahtuvaa, voidaan puhua mädätyksestä, anaerobisesta käsittelystä tai biokaasutuksesta. (Sitra 2016, 10.)

Kuviosta 3 voidaan huomata, kuinka laaja-alainen biokaasutuotanto on. Raaka-aineina voidaan käyttää useampia orgaanisia aineita, mitkä muuten saattaisivat päätyä vain esimerkiksi maahan. Raaka-aineet kuljetetaan biokaasulaitoksiin, missä niitä voidaan jatkojalostaa kaasuiksi. Biokaasulaitoksissa jää polton yhteydessä massaa, mitä voidaan jatkojalostaa kierrätyslannoitteiksi. (Sitra 2016, 4.)



Kuvio 3. Biokaasuntuotanto (Sitra 2016, 4)

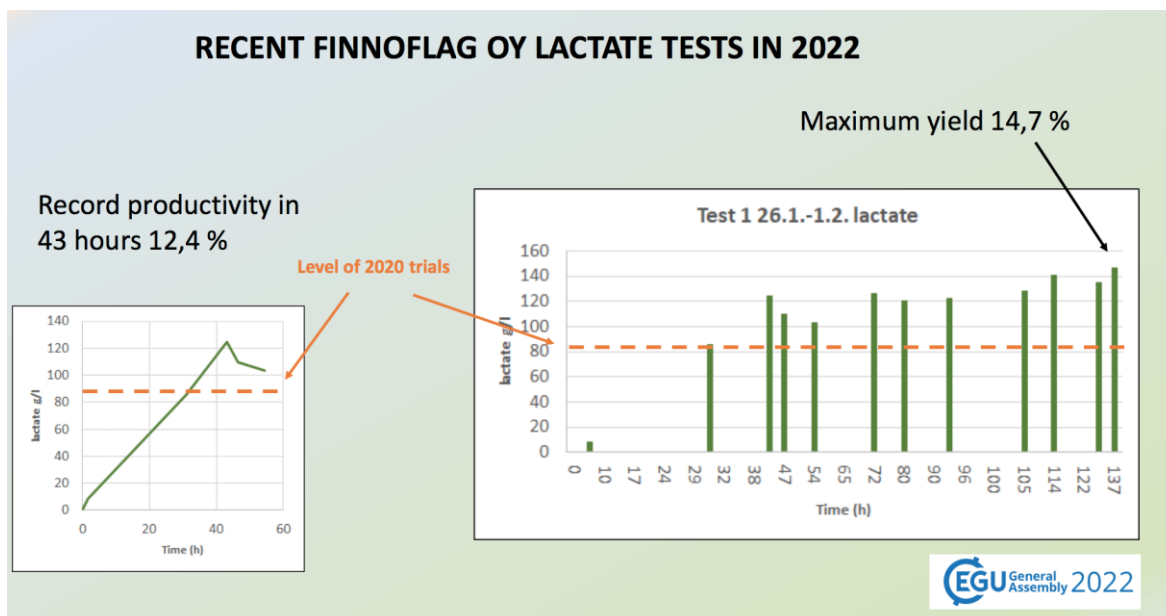
Kaasun jalostuksessa syntyy useita lopputuotteita useisiin erilaisiin tarkoituksiin. Pienellä sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksella, mikä tuottaa yhtä aikaa sähköä ja lämpöä, saadaan omaan käyttöön tuotettua lämpöä ja sähköä. Kaasua on mahdollista jalostaa myös hiilidioksidiksi teollisuuskäyttöön. Kaasuverkkojen avulla on mahdollista siirtää voimalaitoksiin asti kaasua, mitä saadaan myytyä eteenpäin. Myös paineistettua tai nesteytettyä kaasua on mahdollista siirtää jakeluautojen avulla jakeluasemille. Sieltä ihmiset saavat tankattua autoihin polttoainetta. Paineistettua tai nesteytettyä kaasua on mahdollista jakaa myös suoraan käyttöön teollisuudelle. (Sitra 2016, 13.)

6.3 Laboratoriokokeet ja niiden tulosten analysointi

Ensimmäinen koe tehtiin Sininen Biotalous –hankkeen raportissa kuvatulla tavalla käyttäen pienempiä, laboratoriomittakaavan tilavuuksia. Sininen Biotalous tarkoittaa liiketoimintaa, missä pyritään edistämään vesiosaamista ja uusiutuvien vesiluonnonvarojen kestäväää käyttöä. Sininen Biotalous -hankkeen keskeinen ajatus on tuottaa nollakuidusta mikrobiologisen käsittelyn ja bioteknisen hyötykäytön avulla erilaisia hyödynnettävissä olevia kemikaaleja, biopolttoaineita ja lannoitemateriaaleja. Hankkeessa valituilla käsittelymenetelmillä saavutettaisiin näiden materiaalien tuottaminen ympäristön kannalta kestäväällä tavalla. (Ramboll Finland Oy 2019, 4-5.)

Ensimmäisessä kokeessa lähtöaineina käytettiin hydrolysoidun nollakuidun, käsitellyn ja käsittelemättömän nollakuidun sekä märehitijöiden mikrobimassan seosta. Seoksen pH:ta kontrolloitiin suhteessa muihin parametreihin välillä 4,2-6,7. Mikrobien kasvuolosuhteet säädettiin anaerobiseksi tai mikroaerobiseksi kaasumaisella tyypellä. Mittauksia tehtiin ja näytteitä kerättiin 3,5-8,0 tunnin välein, ja prosessia säädettiin mittausten, kuten glukoosipitoisuuden, perusteella.

NMR–tekniikka on tehokas kokeellinen menetelmä, mikä on saatavilla molekyylytason ja atomin rakenteen selvittämiseen. NMR–tekniikan avulla voidaan esimerkiksi tutkia proteiinien rakenteita makromolekyylytasolla, tai pelkästään yksittäisiä yhdisteitä. NMR–tekniikka hyödyntää atomien magneettikenttiä, joita sekä fysikaaliset että kemialliset reaktiot hyödyntävät. Kumpaakin reaktiota voidaan tutkia mittaamalla tiettyjä parametrin arvoja, kuten esimerkiksi kemiallisen vaihdoksen muutokset. Ympäristötieteissä NMR–tekniikka tulee olemaan tärkeä, sillä kun laitteet ja tekniikat kehittyvät, voidaan ratkaista ongelmia, johon ei ole ennen osattu välttämättä vastata. Tällainen ongelma voisi olla esimerkiksi näytteen tutkiminen ilman fysikaalista tai kemiallista esikäsittelyä. Näin ollen tutkittava näyte pysyisi alkuperäisessä muodossaan, eikä esikäsittelyn aiheuttamat fysikaaliset tai kemialliset reaktiot vaikuttaisi tulokseen. (Nanny ym. 1997, 3-4.) Laktaatin pitoisuudet mitattiin NMR–tekniikalla (Nuclear Magnetic Resonance) Itä-Suomen yliopiston farmasian laitoksella. Tulokset on esitetty ajan funktiona Kuviossa 4. Voidaan huomata, että laktaattipitoisuudet saadaan nousemaan varsin nopeasti kokeen alkuvaiheessa. Kokeen jatkuessa laktaattipitoisuuksissa ei tapahtunut rajuja vaihteluita, mutta 137 tunnin kohdalla saadaan suurin laktaattipitoisuus 14,7 %. Koe osoitti, että varsin lyhyellä aikavälillä saadaan varsin hyviä tuloksia laktaattipitoisuudessa.



Kuvio 4. Laktaattitestin tulokset (Hakalehto ym. 2022, 4)

Laboratoriossa järjestettiin myös toinen koe, missä pienoismittakaavassa kahdeksan erilaisen näytteen avulla haluttiin selvittää, miten hydrolysoitu nollakuitu reagoi erilaisissa olosuhteissa erilaisten lisäaineiden lisäämisen jälkeen. Ensimmäiseksi tehtiin hydrolyysi käyttäen vuonna 2021 Lielahdesta nostettua nollakuitua. Nollakuitumassaa oli säilytetty talven yli ulkona ja sen jälkeen huoneenlämmössä. Hydrolyysissä nollakuituun lisättiin vettä ja entsyymejä. Massaa pidettiin +50 °C lämpötilassa 20 tuntia, jonka jälkeen mitattiin glukoosin pitoisuudeksi 139 mmol/l ja pH:ksi 6,1.

Koetta varten tehtiin seos, joka sisälsi hydrolysoitua nollakuitua, lihaluujauhetta, kalkkia ja pienen määrän käsittelemätöntä nollakuitua. Seosta siirrettiin kahdeksaan kasvatusruiskuun 5 ml / ruisku. Jokaiseen ruiskuun lisättiin myös 10 ml hydrolyysissä muodostunutta nestettä, jonka pH säädettiin arvoon 6,4. Ruiskujen glukoosipitoisuus oli kokeen alkaessa noin 100 mmol/l. Kokeen järjestelyt on esitetty taulukossa 1.

Ruisku	Aerobinen / Anaerobinen	Neste	Kuplitusaine	Kuplitusaika	Lisätty klostridikasvustoa
1	Aerobinen	1 ml vettä	Ilma	0 h	Ei
2	Aerobinen	1 ml vettä	Ilma	4 h	Ei
3	Aerobinen	1 ml piimää	Ilma	4 h	Ei
4	Aerobinen	1 ml piimää	Ilma	46 h	Ei
5	Anaerobinen	1 ml vettä	Typpi	4 h	Ei
6	Anaerobinen	1 ml piimää	Typpi	4 h	Ei
7	Anaerobinen	1 ml piimää	Typpi	46 h	Ei
8	Anaerobinen	1 ml piimää	Typpi	4 h	Kyllä

Taulukko 1. Ruiskujen sisältö PMEU-laitteessa

Kuvassa 2 on kasvatusruiskut siirrettyä PMEU-laitteeseen, jossa aloitettiin ilmalla ja typellä kuplitus. PMEU-laite on tehostetussa mikrobien havaitsemisprosessissa käytettävä innovatiivinen instrumentti. Laite on suunniteltu siten, että se rakentaa mikrobeille optimaalisen kasvu ympäristön, joka johtaa mikrobien nopeaan kasvuun. PMEU-laitteella voidaan tutkia hiivoja, bakteereita, homeita ja muita mikrobeja. (Hakalehto & Heitto 2012, 80-82.) Optimaalinen kasvu ympäristö saadaan muun muassa säätämällä laitteen lämpötilaa ja johtamalla kaasuseos- tai ilmavirtoja ruiskuihin. Laitetta voidaan käyttää niin laboratoriossa kuin kentällä näytteenotto paikan vieressä. (Finnoflag Oy a.) Kun kuplitus oli kestänyt 30 minuuttia ruiskuun 8 lisättiin anaerobiset klostridit eli *Clostridium*-bakteerit. Koe kesti 46 tuntia.



Kuva 2. Valmiit ruiskut PMEU-laitteessa

PMEU-kasvatuksen alkaessa ruiskuista 1 (lisätty vettä) ja 3 (lisätty piimää) otettiin näytteet NMR-analyysiin. Ruiskusta 2 otettiin näyte maljaviljelyä varten. Maljaviljely tehtiin ChromAgar Orientation –maljoilla (Beckton Dickinson) ja MRS agar –maljoilla (De Man, Rogosa & Sharpe). Maljat siirrettiin lämpökaappiin +35 °C lämpötilaan ja pesäkkeet laskettiin kahden vuorokauden kuluttua.

Kaikista ruiskuista otettiin näytteet 21 h ja 46 h kuluttua kokeen alkamisesta. Näytteet sentrifugoitiin ja pipetoitiin säilytysputkiin NMR-analyysiä varten. Ne säilytettiin pakastimessa analyysiin asti. Näytteistä (21 h) mitattiin glukoosipitoisuudet ja näytteistä 1-3 tehtiin maljaviljelyt ChromAgar Orientation –maljoilla. Glukoosipitoisuudet mitattiin veren glukoosipitoisuuden mittaamiseen tarkoitettulla mittarilla.

Glukoosipitoisuudet 21 tunnin näytteissä olivat seuraavat:

- Ruisku 1: 0,7 mmol/l
- Ruisku 2: 1,1 mmol/l
- Ruisku 3: 3,1 mmol/l
- Ruisku 4: 1,4 mmol/l
- Ruisku 5: 1,0 mmol/l
- Ruisku 6: 1,8 mmol/l
- Ruisku 7: 1,3 mmol/l
- Ruisku 8: 1,2 mmol/l

Maljaviljelyjen tulokset on esitetty taulukossa 2. Aerobisissa ruiskuissa 1-3 valtalajina näytti esiintyvän ChromAgar Orientation –maljalla sinisenä kasvava pyöreäsoluinen bakteerikanta, jonka solut olivat mikroskoopilla tarkasteltuna pyöreitä, todennäköisesti enterokokki. Myös MRS-maljalla esiintyi kasvua, mikä kertoi maitohappobakteerien läsnäolosta.

Näyte	Pesäkeluku ChromAgar Orientation – maljoilla. (pmy = pesäkkeen muodostava yksikkö)
Ruisku 2, 0 h näyte	3,5 x 10 ⁴ pmy/ml Bacillus careus –tyyppi 1 x 10 ⁵ pmy/ml turkoosi litteä pyöreä [°] 1 x 10 ⁵ pmy/ml hyvin pieni sininen 9 x 10 ³ pmy/ml Bacillus sp. –tyyppi, vaalea 1,5 x 10 ⁶ pmy/ml pieni vaalea
Ruisku 1, 21 h näyte	1,4 x 10 ⁶ pmy/ml enterokokkityyppi ^{°°} 1 x 10 ⁵ pmy/ml bacillustyyppi paljon enterokokkityypin pesäkkeitä
Ruisku 2, 21 h näyte	1 x 10 ⁵ pmy/ml bacillustyyppi paljon enterokokkityypin pesäkkeitä
Ruisku 3, 21 h näyte	7 x 10 ⁵ pmy/ml vaalea ^{°°°} 2,8 x 10 ⁶ pmy/ml enterokokkityyppi 3 x 10 ⁵ pmy/ml pieni vaalea

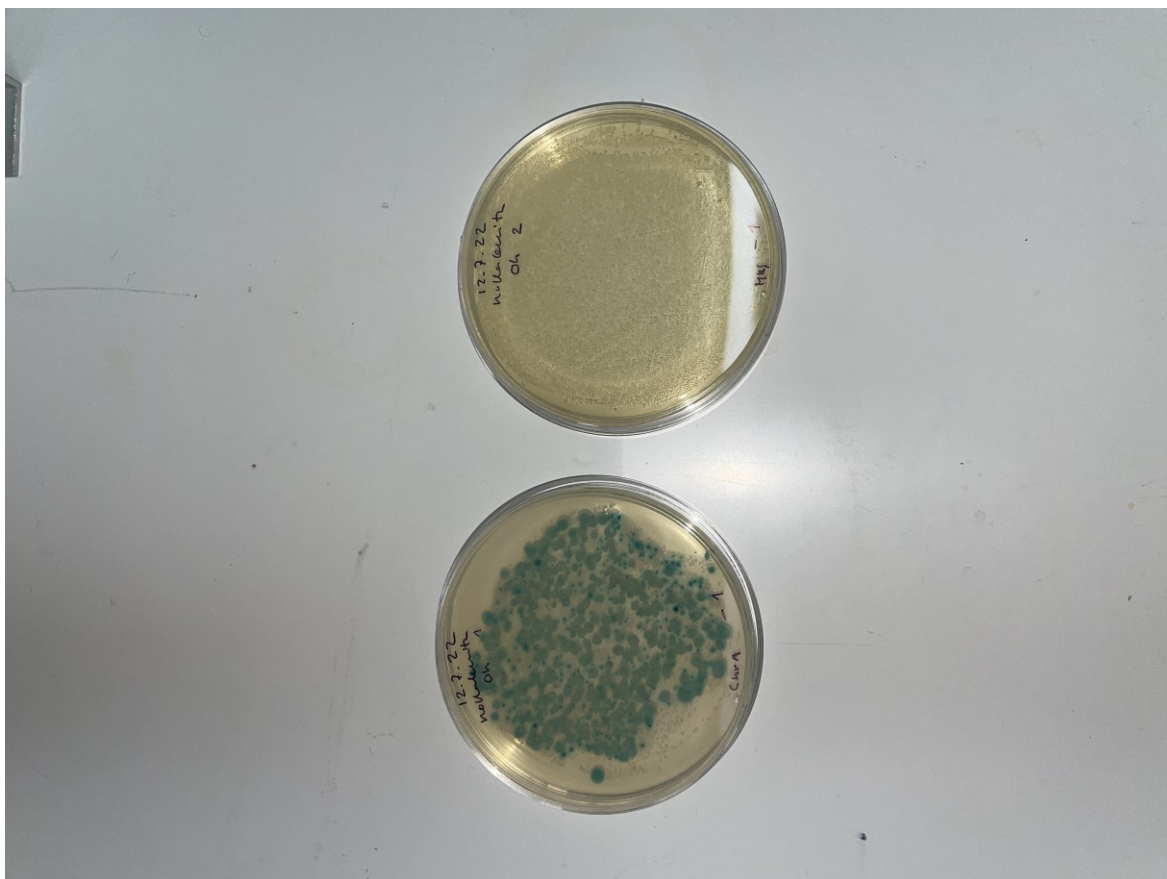
[°] = Mikroskoopissa pitkiä sauvoja, uivat vilkkaasti.

^{°°} = Mikroskoopissa kokkeja yksittäin, kaksittain ja lyhyempiä ketjuja. Á enterokokkityyppi.

^{°°°} = Mikroskoopissa isoja säännöllisiä sauvoja.

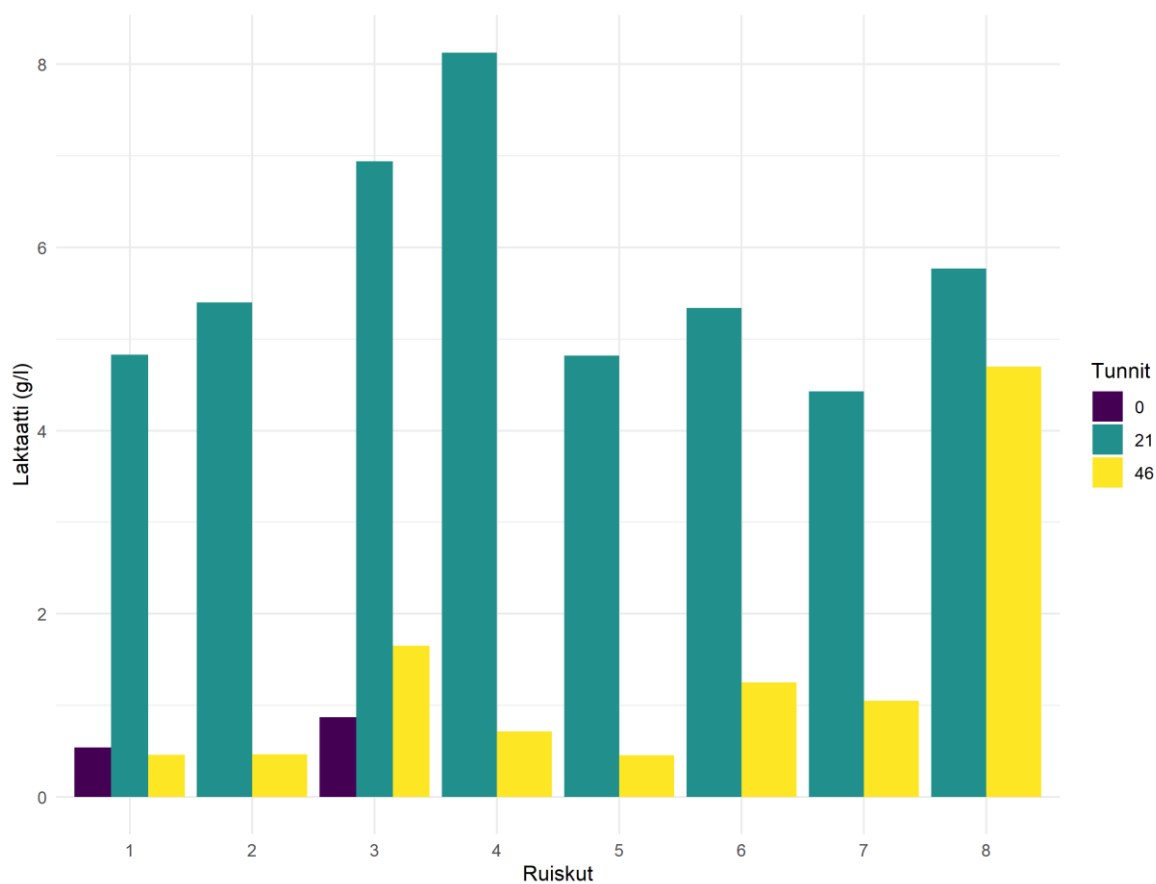
Taulukko 2. Maljaviljelyn tulokset

Kuvasta 3 voidaan huomata, kuinka bakteerit ovat kasvaneet ChromAgar Orientation - ja MRS-maljoilla. ChromAgar Orientation -maljalla bakteerikannat muodostavat erivärisiä ja erimuotoisia pesäkkeitä, minkä perusteella niitä voidaan alustavasti luokitella erilaisiin ryhmiin. Kuvassa 3 yläpuolella on MRS-malja ja alapuolella ChromAgar Orientation –malja.



Kuva 3. ChromAgar Orientation - ja MRS-maljat

Kuviossa 5 on esitetty kokeessa mitatut laktaattipitoisuudet, jotka olivat pieniä verrattuna aiempaan laboratorioskokeeseen (maksimi yli 120 g/l). Korkein pitoisuus 8,3 g/l mitattiin 21 h näytekeralla näytteestä 4, johon oli lisätty piimää, ja jota kuplitettiin ilmalla koko kokeen ajan. Kaikissa näytteissä laktaattipitoisuudet putosivat kokeen jatkuttua 46 h.



Kuvio 5. Laktaattipitoisuudet kasvatusruiskuissa 21 h ja 46 h kuluttua kokeen aloituksesta

Laboratoriossa PMEU-laitteella toteutetussa mikrobiviljelyssä ei saavutettu samoja kemikaalien tuottotasoja kuin suurempia koetilavuuksia käytettäessä tai teollisessa mittakaavassa suuremmissa reaktioliemen tilavuudessa. Tämä osoittaa riittävän prosessitilavuuden tarpeellisuuden hyödynnettäessä epäseptistä mikrobi prosessia. PMEU-laitteella tapahtuva kuplitus haihduttaa pois ruiskussa olevia aineita, joten tulokset jäävät heikoiksi kemikaalien tuottamisessa. Laktaattipitoisuuksien pieneneminen kokeen kestäessä osoittaa mikrobien kuluttaneen laktaattia glukoosipitoisuuksien pienennyttyä. Jo 21 tunnin kohdalla glukoosipitoisuudet olivat kaikissa ruiskuissa pienet, 0,7-3,1 mmol/l.

7 Kestävä kunnostaminen

7.1 Käytäntö

Kestävällä kunnostamisella pyritään poistamaan haitta-aineet maaperästä mahdollisimman ympäristöystävällisesti ja taloudellisesti, jotta vaikutukset näkyisivät myös yhteiskunnassa positiivisesti. Kestävässä kunnostamisessa hyötyjen pitää olla suuremmat kuin haitat. Käytännössä kestävä kunnostaminen on hanke, jossa koko sen elinkaaren ajan huomioidaan järjestelmällisesti kestävä kehitys. Kestävä kunnostaminen ei siis ole maaperän kunnostushankkeen yksittäinen prosessi. Usein käytännössä kestävä kunnostaminen voi pitää sisällään varsin yksinkertaisiakin ja maalaisjärkeen perustuvia käytäntöjä. Esimerkiksi päästöjen määrää voidaan laskea. Riskinarvioinnin lisäksi on tärkeää huomioida myös kunnostussuunnittelu ja kunnostusmenetelmän valinta, sillä ne ovat tärkeitä kestävä kunnostamisen vaiheita. Kestävä kunnostaminen, mikä tavoittelee kestävä kehitystä, on aina tapaus- ja kohdekeskeistä, sillä mikään yksittäinen kunnostusmenetelmä ei ole luokiteltavissa kestäväksi tai ei-kestäväksi. (Pirkanmaan ELY-keskus 2022, 8-9.)

7.2 Hyödyt

Suomessa tehdään liian laajassa mittakaavassa maaperän kunnostuksia. Tähän syynä on pilaantuneen maaperän ja puhdistustarpeen määrittely ilman riskiperusteita. (Syke 2019, 22.) Kestävä kunnostaminen saatetaan kokea yleensä vaikeaksi, sillä hyvin usein ajatellaan, että budjetti kasvaa ja aikataulu pitenee. Tarkasti suunniteltu kunnostushanke, -suunnittelu ja vaihtoehtojen läpikäyminen eivät kasvata budjettia tai aikataulua. Parhaimmassa tapauksessa kunnostushanke, mikä ei ole ristiriidassa hankkeen muiden tavoitteiden kesken hyödyttää siis työntilajaa. (Pirkanmaan ELY-keskus 2022, 10.)

Yhteiskunnallisesti kestävä kunnostaminen voi saada aikaan viestinnän ja vuorovaikutuksen lisäämistä. Tämä näkyy siten, että hanke on helpompi hyväksyä myös sosiaalisesti, jos tiedottaminen ja palautteiden kerääminen on avointa. Myös negatiiviset palautteet on hyvä käsitellä avoimesti ja julkisesti, jotta ei käy niin, että hankkeen toteuttajan käsissä ei ole enää koko hanke. (Pirkanmaan ELY-keskus 2022, 10.)

Taloudellisesti kestävä kunnostaminen voi tuoda suoria säästöjä, sillä kunnostamisessa kannattaa keskittyä vain sellaisiin alueisiin, jotka kaipaavat esimerkiksi haitta-aineiden poistoa. Kustannukset alenevat, jos kestävä kunnostaminen toteutetaan riskiperusteisen kunnostustavoitteen kannalta. Riskiperusteinen kunnostustavoite tarkoittaa kestävä

kunnostamisen toteuttamista pienemmällä määrällä maa-ainesta. (Pirkanmaan ELY-keskus 2022, 10.)

Kestävä kunnostaminen näkyy myös välillisesti esimerkiksi työn toteuttajassa. Mielikuva vastuullisesta ja taloudellisesti hyvin etenevästä hankkeesta saa kuluttajat näkemään yrityksen mielenkiintoisena, ja täten tekemään ostopäätöksen. Voidaan huomata, että kestävä kunnostaminen ei vaikuta irrallisesti talouteen, yhteiskuntaan tai ympäristöön. Jos esimerkiksi kunnostetaan sellaisia alueita, mitkä eivät vaadi kunnostusta, näkyvät nämä kustannukset suoraan asuntojen neliöhinnoina. Ympäristövaikutukset voivat olla myös negatiivisia, jos maaperää kaivetaan turhaan. (Pirkanmaan ELY-keskus 2022, 10.)

8 Yhteenveto ja pohdinta

Opinnäytetyö havainnollistaa hyvin, kuinka laktaatista saadut tulokset sopivat hyvin laktaatin tuottamiseen nollakuidusta. Laktaatti on arvokas kemikaali, jota voidaan myydä muun muassa erilaisille teollisille yrityksille. Näin ollen yritykset voivat käyttää saatua kemikaalia eteenpäin heidän valmistamissaan tuotteissa. Nollakuidun hyödyntäminen maanparannusaineena ja biokaasuna mahdollistaa myös sen, että sellutehtaan sivutuotteena syntyvää nollakuitua on mahdollista hyödyntää ilman, että tuotetta jää ollenkaan jäljelle. Tärkeimpänä tuloksena voidaan pitää saatua laktaatin osuutta jatkojalostetussa nollakuidussa, sillä laktaattia voidaan käyttää muun muassa lisäaineena erilaisissa valmisteissa muissa tuotantolaitoksissa. Myös käyttömahdollisuudet biokaasun tuotannossa ja maanparannusaineena osoittavat että kasvihuonekaasupäästöjä on mahdollista alentaa, mikäli nollakuitua hyödynnetään tehokkaasti.

Hiedanranta on moderni kaupunginosa, joka valmistuessaan tarjoaa asukkaille, työpaikoille, julkiselle liikenteelle ja kaupoille ympäristöystävällisen alueen. Aluekehittämisessä on tärkeää saavuttaa ympäristöystävällinen ja huoleton alue, jolloin kaupunginosassa voidaan nauttia huolettomia vuosia ilman, että tarvitsee olla uudisrakentamassa tiloja. Pohdittavana voisi olla tuotantolaitosten rakentaminen ja nollakuidun läjittäminen väliaikaisesti ennen jatkojalostusta. Hiedanrannan lähellä sijaitsee laitos, jossa biokaasua voisi esimerkiksi valmistaa. Tämä poistaisi ongelman uusien laitosten rakentamisesta. Toisaalta kemikaaleista saatava teollinen arvo on biokaasun arvoa suurempi, kun tuotantoprosessi saadaan kehitettyä valmiiksi. Biokaasua tai maanparannusainetta voidaan valmistaa kemikaalien tuotannon jäännösfraktiosta. Tulisi myös pohtia, miten lämpötila ja nollakuidun massa säilyisi mahdollisimman tasaveroisena isoissa kattiloissa.

Lähteet

Finnoflag Oy a. PMEU Device. Viitattu 16.2.2023. Saatavissa

http://www.finnoflag.com/PMEU_eng.html

Finnoflag Oy b. Welcome to the Finnoflag website. Viitattu 2.6.2022. Saatavissa

<http://www.finnoflag.com/>

Hakalehto, E. 2016. Microbiological Industrial Hygiene. New York : Nova Science Publishers, Incorporated.

Hakalehto, E. & Heitto, L. 2012. Minute microbial levels detection in water samples by Portable Microbe Enrichment Unit Technology. Environment and Natural Resources Research 4/2012, 80-82.

Hakalehto, E., Heitto, A., Adusei-Mensah, F., Holopainen, L., Laatikainen, R. & Kivelä, J. 2022. Record level productivity of lactate from a century-old cellulosic deposit on the lake bottom in Tampere, Finland. EGU General Assembly 2022.

Hiedanranta a. Hiedanrannan historia. Viitattu 12.4.2022. Saatavissa

<https://hiedanranta.fi/hiedanranta/historia/>

Hiedanranta b. Nykyinen ja tuleva Hiedanranta. Viitattu 15.5.2022. Saatavissa

<https://hiedanranta.fi/hiedanranta/>

Janssen, M. 2013. Market potential of biorefinery products. Teoksessa Sandén, B & Petterson, K. (toim.) Systems Perspectives on Biorefineries. Chalmers University of Technology. Viitattu 1.12.2022. Saatavissa

https://www.researchgate.net/publication/268673891_Market_potential_of_biorefinery_products

Jätelaki 646/2011.

Kantor-Aaltonen, C. & Laurila, H. 2014. Mitä bioteknologia on? Biotalous.fi-sivusto Viitattu 25.4.2022. Saatavissa <https://www.biotalous.fi/mita-bioteknologia-on/>

Kiukas, R. & Niemelä, P. 2018. Nollakuidun kompostointi DTS- menetelmällä. Digi Toilet Systems Oy. Viitattu 7.1.2023. Saatavissa <https://www.dtso.fi/wp-content/uploads/2018/02/lielahden-0-kuidun-kompostointi-dts-menetelmalla.pdf>

Kousa, M. & Raiskio, S. Puukuidun käyttö maanparannusaineena Repekkalan tilalla Valkealassa. Ilmastoviisas ja muutosjoustava ruokajärjestelmä pellolta kuluttajalle (MURU) – valtakunnallinen tiedonvälityshanke. Viitattu 16.1.2023. Saatavissa <https://www.ilmastoviisas.fi/alueelliset-esimerkit/puukuidun-kaytto-maanparannusaineena-repekkalan-tilalla-valkealassa/>

Mantsinen, R. Puukuitujen hyvät ominaisuudet. Humuspehtoori Oy. Viitattu 2.12.2023 Saatavissa <https://www.humuspehtoori.fi/ajankohtaista/puukuitujen-hyvat-ominaisuudet>

Martinez, F. A. C., Balciunas, E. M., Salgado, J. M., González, J. M. D., Converti, A & de Souza Oliveira, R. P. 2013. Lactic acid properties, applications and production: A review.

Nanny, M. A., Minear, R. A. & Leenheer, J. A. 1997. Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy in Environmental Chemistry. New York: Oxford University Press.

Trends in Food Science and Technology 30/2013, 70-83. Viitattu 4.12.2022. Saatavissa rajoitetusti <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.11.007>

Pirkanmaan ELY-keskus. 2022. Kestävän kunnostamisen parhaat käytännöt. Opas 5 | 2022. Viitattu 27.5.2022. Saatavissa <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/184559/Kestävän%20kunnostamisen%20parhaat%20käytännöt.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ramboll Finland Oy. 2017. Lielahden nollakuidun hyötykäyttö. Viitattu 1.6.2022. Saatavissa <https://docplayer.fi/170516079-Hiedanranta-lielahden-nollakuidun-hyotykaytto.html>

Ramboll Finland Oy. 2019. Hiedanrannan järvisedimentin nollakuidun hyödyntäminen. Espoo.

Riipi, T. 1997. Ruoppaus- ja läjitystekniikoiden valinta maalajien ominaisuuksien ja ympäristövaikutuksien perusteella. VTT Valmistustekniikka. Viitattu 2.7.2022 Saatavissa <https://docplayer.fi/9977522-Ruoppaus-ja-lajitystekniikoiden-valinta-maalajien-ominaisuuksien-ja-ymparistovaikutuksien-perusteella.html>

Sitra. 2016. Biokaasusta kasvua. Biokaasuliiketoiminnan ekosysteemien mahdollisuudet. Sitran selvityksiä 111. Viitattu 20.5.2022. Saatavissa <https://www.sitra.fi/app/uploads/2017/02/Selvityksia111-2.pdf>

Suomen Bioteollisuus ry. Biotekniikan teemaviikko. Viitattu 25.4.2022. Saatavissa <https://www.finbio.net/teemaviikko/biotekniikka-suomessa>

Suomen Metsäyhdistyksen kokoelma / Metsätaloudellinen Valistustoimisto. 1920.

Lielahden sulfiittiselluloosatehdas. Viitattu 20.12.2022. Saatavissa

<https://www.finna.fi/Record/lusto.knp-86259?lng=en-gb>

SYKE. 2019. Pilaantuneiden maa-alueiden puhdistukseen liittyvät päätökset vuonna 2017.

Suomen ympäristökeskuksen raportteja 10 | 2019. Viitattu 1.5.2022. Saatavissa

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/299787/SYKEra_10_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista 214/2007.

Valtioneuvoston asetus vesitalousasioista 1560/2011.

Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta 1308/2015.

Vesien suojeleminen ja tehostaminen 2021. Kipsi, kuitu ja rakennekalkki – opas viljelijöille.

ProAgria hankejulkaisut 10. Viitattu 2.5.2022. Saatavissa

https://proagria.fi/sites/default/files/attachment/maanparannusaineet_opas_viljelijöille_digitalinen-julkaisu.pdf

Vesilaki 587/2011.

Vijayakumar, J., Aravindan, R., & Viruthagiri, T. 2008. Recent trends in the production, purification and application of lactic acid. Chemical and Biochemical Engineering Quarterly, 2/2008, 245.

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. 2022. Rannan ruoppaus. Viitattu 2.6.2022.

Saatavissa <https://www.ymparisto.fi/fi->

[FI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Rantojen_kunnostus/Rannan_ruoppaus/Rannan_ruoppaus/8226](https://www.ymparisto.fi/fi-Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Rantojen_kunnostus/Rannan_ruoppaus/Rannan_ruoppaus/8226)

Ympäristöministeriö. 2004. Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. Ympäristöopas 117.

Viitattu 4.6.2022. Saatavissa <https://www.ym.fi/download/noname/%7B7DCA31D2-28A0-4459-B217-D898DDBFA60A%7D/31650>

Ympäristöministeriö. 2015. Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. Ympäristöhallinnon ohjeita 1 | 2015. Viitattu 2.6.2022. Saatavissa

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/154833/OH_1_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ympäristönsuojelulaki 527/2014.