

macon

Hiiliviisaan
biotalouden
innovaatioekosysteemi
(HIB):
Bioresurssivirtojen
kartoitus ja
Feasibility study

21.4.2023

Kuubio – Kuusamon bioteollisuusalue



Alueelliset bioresurssivirrat

- Tarkastelun kohteena ovat olleet Kuusamon ja Taivalkosken alueen bioresurssivirtojen ja sivutuotteiden määrät ja niiden nykyinen käyttö.
- Toteutusta varten on haastateltu useita henkilöitä.

Kalantuotannon sivuvirrat

- Kalan perkuu- ja jalostusjätteiden osalta Kuusamon ja Taivalkosken alueella määrä on noin 200 tonnia vuodessa. Määrä vaihtelee hieman vuosittain ja mukana on myös jonkin verran esim. Posion alueen kalasivuvirtoja.
- Määrä perustuu haastatteluihin (Kuusamon Kala, Kalankasvatus Vääräniemi, Koillismaan Luonnonkala) sekä heiltä saatuihin lisätietoihin muista kalateollisuuden alalla toimivista yrityksistä.
- Tällä hetkellä kaikki kalan perkuun ja jalostuksen sivutuotteet menevät paikalliselle turkistarhaamolle rehuksi.
- Turkistarhauksen tulevaisuus on epävarmaa, mistä johtuen kalantuotannon sivuvirroille olisi hyvä löytää uusi loppusijoituskohde.

Poronteurastuksen sivuvirrat

- Kuusamon ja Taivalkosken alueella toimivien paliskuntien poronteurastuksen sivuvirtojen määrä on vuositasolla n. 60 tonnia. Luvussa on mukana myös naapurikuntien poroja, koska osa paliskunnista sijaitsee useamman kunnan alueella.
- Sivuvirrat menevät tällä hetkellä pääosin haudattavaksi paikallisesti.
- Lapin alueella on tehty selvityksiä ja pilotteja poronteurastuksen sivutuotteiden hyödyntämiseen liittyen.
- Osaa sivutuotteista voitaisiin hyödyntää sellaisenaan esim. koirien ruokinnassa.

Maatilojen lannat 1/2

- Kartoitettu yhteensä 14 maatilaa
- Tiloilla käytettävissä oleva kokonaispeltopinta-ala n. 1 537 hehtaaria, mikä on noin 29,4 % Kuusamon kaupungin alueella käytössä olevasta maatalousmaasta.
- Tiloista 2 ei ollut valmiita mädätysjäännöksen vastaanottoon (vähän tai vaikeakulkuiset pellot)
- Tilojen sijainti n. 18 – 50 km Mäntyselästä
- Tilojen tuottama lietelanta n. 28 750 m³ / vuosi
- 7 tilaa näki mahdolliseksi antaa ylimääräistä nurmirehua biokaasulaitokselle syötteeksi.

Maatilojen lannat 2/2

- 3 tilaa piti mahdollisena luovuttaa lantaa syötteeksi biokaasulaitokselle. Näiden tilojen yhteenlaskettu lietelantamäärä on noin 6500 m³.
- Mikäli oletetaan levitysmääräksi esim. 20 t/ha/vuosi, voisi teoreettisesti laskien em. 12 tilan pelloille levittää n. 20 000 t vuodessa nestejaetta (levitysala n. 1 000 ha) sekä noin 4 600 tonnia vuodessa kuivajaetta (levitysala n. 230 ha).
- Kun mädätysjäännöksestä mekaanisesti (esim. lingolla) erotetun neste- ja kuivajakeen väliseksi suhteiksi on esitetty esim. kuivajakeen osuutta n. 25–33 % mädätysjäännöksen kokonaismäärästä, tulisi kuivajakeen massalla 4 600 tonnia, mädätysjäännöksen kokonaismääräksi n. 13 800–18 400 tonnia vuodessa.
- Tämän perusteella voidaan olettaa, että mädätysjäännöksen levitykselle olisi olemassa Kuusamon kaupungin alueella riittävästi peltopinta-alaa.

Puhdistamolietteet

- Mäntyselän jätevedenpuhdistamo vastaanotti jätevesiä n. 950 000 m³ ja sakokaivolietteitä n. 13 600 m³. Kuivattua lietettä syntyi 2168 tonnia.
- Rukan jätevedenpuhdistamo vastaanotti n. 250 000 m³ jätevesiä. Kuivattua puhdistamolietettä syntyi n. 700 tn.
- Taivalkosken puhdistamo otti jätevesiä vastaan n. 160 000 m³ ja sakokaivolietteitä n. 1500 tonnia. Kuivattua puhdistamolietettä syntyi n. 620 tonnia.
- Kuusamon puhdistamolietteet on tähän saakka kuljetettu Ouluun biokaasulaitokselle hyödynnettäväksi.
- Taivalkosken puhdistamon lietteet ovat päättyneet puhdistamon omaan aumakompostiin.

Erilliskerätyt jätteet ja kaupan ja teollisuuden elintarvikeperäiset jätteet

- Kaupan ja teollisuuden pakattu biojäte 2500 tonnia ja yhdyskunta biojäte 3500 tonnia. Menevät biokaasun tuotantoon Ouluun.
- Elintarviketeollisuuden sivutuotteet (Kuusamon Juusto)
 - Laktoosi 1000 tonnia ja hera 300 tonnia käytetään osittain omassa tuotannossa, osa menee entsyymitehtaalle. Emäliemi n. 37 menee rehuksi sikaloihin.
- Kartonki ja pahvi n. 490 tonnia. Suomen kuitukierrätys Oy:n kautta kartonkitehtaalle raaka-aineeksi.
- Lasi n. 180 tonnia. Forssaan tai Viroon ja sieltä edelleen raaka-aineeksi uusiin lasipakkauksiin, mm. pulloiksi.
- Muovi n. 1120 tonnia. Fortumin muovinjalostamolle Riihimäelle raaka-aineeksi.
- Paperi n. 490 tonnia. Paperitehtaalle raaka-aineeksi.

Vesirutto

- Vesiruton leviämistä ja sen hyödyntämistä raaka-aineena on tutkittu eri julkisissa hankkeissa viime vuosina.
- Vesiruton määrää Koillismaan alueella on arvioitu vain Elodea I -hankkeessa, jossa arvioitiin neljän vesistön määriä. Näissä arvioitiin vuonna 2017 olevan vesiruttoa noin 10 000 tonnia.
- Elodea II -hankkeen projektipäällikkön, Ritva Nilivaaran, mukaan Kuusamon/Taivalkosken alueella vesiruttoa ei tällä hetkellä kerätä talteen eikä tarkempia tietoja sen määrästä ole olemassa.

Puunjalostusteollisuuden sivutuotteet

- Pölkky Oy on Kuusamon ja Taivalkosken alueen merkittävin puualan toimija.
- Puru n. 180 000 m³ enimmäkseen paikalliseen käyttöön.
- Kuori 100 000 m³ energiantuotantoon paikallisesti.
- Hake n. 350 000 m³ Ouluun ja Kemiin.
- Kuitupuu n. 350 000 m³ Ouluun ja Kemiin.
- Energiapuu n. 300 000 m³ on mennyt pois alueelta, mutta Kuusamon EVO:lla on halukkuutta ottaa sitä vastaan nyt.

Arvoketjut ja arvoverkostot: havaitut pullonkaulat, rajoitteet ja muut tekijät



Kalateollisuus

- Kalateollisuudessa puuttuva arvoverkoston toimija korkeamman lisäarvon tuottamiseksi kalanperkauksen ja jalostuksen sivuvirroille on erillinen rehualan toimija, joka vastaisi rehutuoannosta lemmikkieläimille.
- Alan isoista toimijoista Kuusamon Kala ja Kalankasvatus Vääräniemi olisivat mielellään yhteistyössä mukana.
- Koska kalateollisuudessa on alalla monta toimijaa alueella, tarvitaan laajaa yhteistekemistä.
- Asiaa voisi viedä eteenpäin esim. hankkeistuksen kautta: alan toimijat ilmaisivat kiinnostuksensa esimerkiksi juuri tätä kautta kehittää asiaa.

Poronteurastus

- Poron teurastuksen sivutuotteiden paremmasta hyötykäytöstä on ollut paljon uutisointia viime aikoina ja asiaa on tutkittu myös esim. Lapin Amk:n hankkeissa.
- Suurin este tai haaste poronsivutuotteiden hyödyntämisessä on ollut asianmukainen talteenotto, käsittely ja varastointi teurastamolla, sekä niihin liittyvän teknologian puute. Laitteita on kuitenkin esim. Lapin Amk:n hankkeissa kehitetty viime aikoina.
- Sodankylässä päättyi viime vuonna Leader-hanke, jossa tarkoituksena oli löytää talteenottomalleja erilaisille teurastuksen yhteydessä syntyville sivujakeille sekä kartoittaa kysyntää niiden jatkojalostukselle. Hanke pohjautui paliskuntarajat ylittävälle yhteistyölle, jolloin resursseja saatiin käytettyä tehokkaammin.
- Hanke on koettiin erittäin hyödylliseksi poromiesten keskuudessa.

Maatilojen lannat

- Biokaasuprosessissa käsiteltyjen lantojen lannoittavat ominaisuudet ovat yleensä paremmat kuin käsittelemättömien lantojen.
- Haastatelluista tiloista moni oli kiinnostunut mädätysjäännöksen vastaanottamisesta tilalleen.
- Arvoketjun suurimmaksi estäväksi/rajoittavaksi tekijäksi haastatellut tilalaiset arvelivat olevan liian suuriksi muodostuvat kuljetuskustannukset lietteen kuljetukselle.
- Peltopinta-alaa mädätysjäännöksen levittämistä varten vaikuttaisi olevan Kuusamon alueella riittävästi.

Puhdistamolietteet

- Puhdistamolietteiden hyödyntämisen arvoketjussa merkittävä rajoite on ollut tähän mennessä sopivan sijoituspaikan puute. KHO kielsi avokompostointiratkaisun Kuusamossa, koska sen jakeille ei katsottu olevan tarpeeksi paikallista käyttöä esim. viherrakentamisessa. Taivalkoskella, jossa on kompostointiratkaisu, on silläkin vaikeuksia saada kompostimultaa hyötykäyttöön eteenpäin.
- Kuusamon lietteiden vuotuiset kuljetuskustannukset lietteiden kuljettamiselle Ouluun ovat olleet n. 200 000 €.
- Asiaan on tulossa näillä näkymin muutos jo vuoden 2023 kesän aikana, kun uuden EU:n lannoiteasetuksen kansallinen asetusta astunee voimaan kesällä: uusi asetusta sallii lietteen poltossa syntyvän tuhkan käytön metsälannoitteena.
- Jos lietteen polttaminen yhdessä puunpolton kanssa onnistuu, voisi Kuusamon EVO vastaanottaa myös naapurikuntien lietteitä poltettavaksi.

Yhdyskuntabiojäte, kaupan ja teollisuuden pakattu biojäte sekä elintarviketeollisuuden sivuvirrat

Biokaasulaitoksen kannattavuus riippuu useasta tekijästä, näitä ovat esimerkiksi:

- Syötteen vastaanotto- eli porttimaksut
- Säästöt käsittelykuluissa
- Syötteen kaasuntuotto-ominaisuudet
- Kaasun hyödyntämistapa ja sen tulovirrat
- Lannoitteeseen liittyvät tulovirrat ja/tai säästöt
- Käytettävä teknologia ja laitoksen energiatehokkuus

Vesirutto

- Vesiruttoa on Koillismaan alueen vesistöissä arviolta useita kymmeniä tuhansia tonneja.
- Vesiruton arvoketjussa yksi tärkein hyötykäyttöä rajoittava tekijä on ollut sen keräämisen kalleus.
- Aiemmissä hankkeissa vesiruton potentiaalisimmaksi käyttökohteiksi on arvioitu olevan raaka-aine biokaasuksi/mädätysjäännökseksi sekä käyttö maanparannusaineena.



Tervetuloa Kuusamon biotalousalueelle!

Skenaario 1

- Maltillisen kehittymisen skenaariossa alueen kehittyminen keskittyy voimakkaasti metsätalouteen perustuvan toiminnan kehittämiseen ensin alueelle.
- Ensimmäisiä alueelle tulevia laitoksia olisivat energiapuuterminaali ja sen jalostustuotteita hyödyntävä lämpölaitos, raakapuuterminaali, energiatehokas sahalaitos.
- Puunjalostusteollisuuden lisäksi maltillisessa skenaariossa alueelle tulisi myös jätteidenkäsittelylaitos ja biokaasulaitos.

Skenaario 1:n havainnekuvaa alueesta



Energiatehokas sahalaitos 1/3

- Sahan rakentamisessa huomioidaan uuden teknologian mahdollistamat energiatehokkaat ratkaisut.
- Sahoilla käsiteltävästä puusta huomattava osuus, eli noin 12 %, päätyy biomassaksi laitoksen omaan käyttöön, yleensä lämmöntuotantoon puun kuivausta varten.
- Käytössä olevat puunkuivausmenetelmät on kehitetty aikana, jolloin biomassalla ei juurikaan ollut kysyntää ja ne ovat energiatehokkuudeltaan vanhentuneita.

Energiatehokas sahalaitos 2/3

- Perinteistä kuivausmenetelmää voitaisiin parantaa ainakin lämmön talteenottoon liittyvillä ratkaisuilla. Ratkaisut ovat sellaisia, jotka voidaan myös asentaa jo olemassa oleviin perinteisiin kuivaajiin (kamari- tai kanavakuivaajat) ja jotka toimivat teollisessa mittakaavassa.
- Ratkaisuina voivat olla esimerkiksi lämmönvaihdin, mekaaninen ilmapumppu sekä absorptiojärjestelmä.
- Skenaario 2:ssa mukana on pyrolyysilaitos, joka muodostaa energiaintegraatin sahan ja lämpölaitoksen välillä.

Energiatehokas sahalaitos 3/3

- Suunniteltu saha käyttäisi arvioltaan raaka-aineenaan 300 000-400 m³ tukkipuuta.
- Suora työllistämisvaikutus riippuu jonkin verran sahan lopullisesti kokoluokasta, mutta olisi arviolta 50 henkilöä.
- Liikevaihto yllä mainitulla tuotantokapasiteetilla olisi arviolta n. 40 M€.

Lämpölaitos

- 20 MW:n tehoisen lämpövoimalaitoksen investointihinta olisi arviolta 10 M€.
- Suora työllistämisaikutus olisi arviolta 3 henkilöä.
- Liikevaihto olisi arviolta noin 2M€

Energiapuuterminaali

- Biopolttoaineterminaalin omistus ja toimintatapa eli palvelujen tuottaminen terminaalilla määrittää liiketoimintamallin.
- Asia riippuu pitkälti siitä, paljonko terminaalin verkostoyhtiö ottaa suoraan yhtiönä vastuulleen terminaalin toimintaa vs. palkkaa enemmän alihankkijoita.
- Suora työllisyysvaikutus olisi arviolta n. 10 henkilöä, riippuen pitkälti siitä, kuinka laajoja toimintoja terminaalilla olisi.

Biokaasulaitos

- Ensimmäisessä skenaariossa laitoksella käsiteltäisiin yht. n. 3500 tonnia yhdyskuntabiojätettä, 2500 tonnia kaupan ja teollisuuden pakattua biojätettä sekä 1000 tonnia ruokateollisuuden sivuvirtoja.
- Investointikustannus laitokselle on kokonaisuudessaan n. 2,8 M€.
- Tuotettu lämpö on n. 3000 MWh ja tuotettu sähkö n. 2700 MWh.
- Laitoksen omaenergiakulu on arviolta seuraava: lämpö 700 MWh ja sähkö 550 MWh.
- Laitos työllistäisi arviolta 5 henkilöä.

Biokaasulaitos

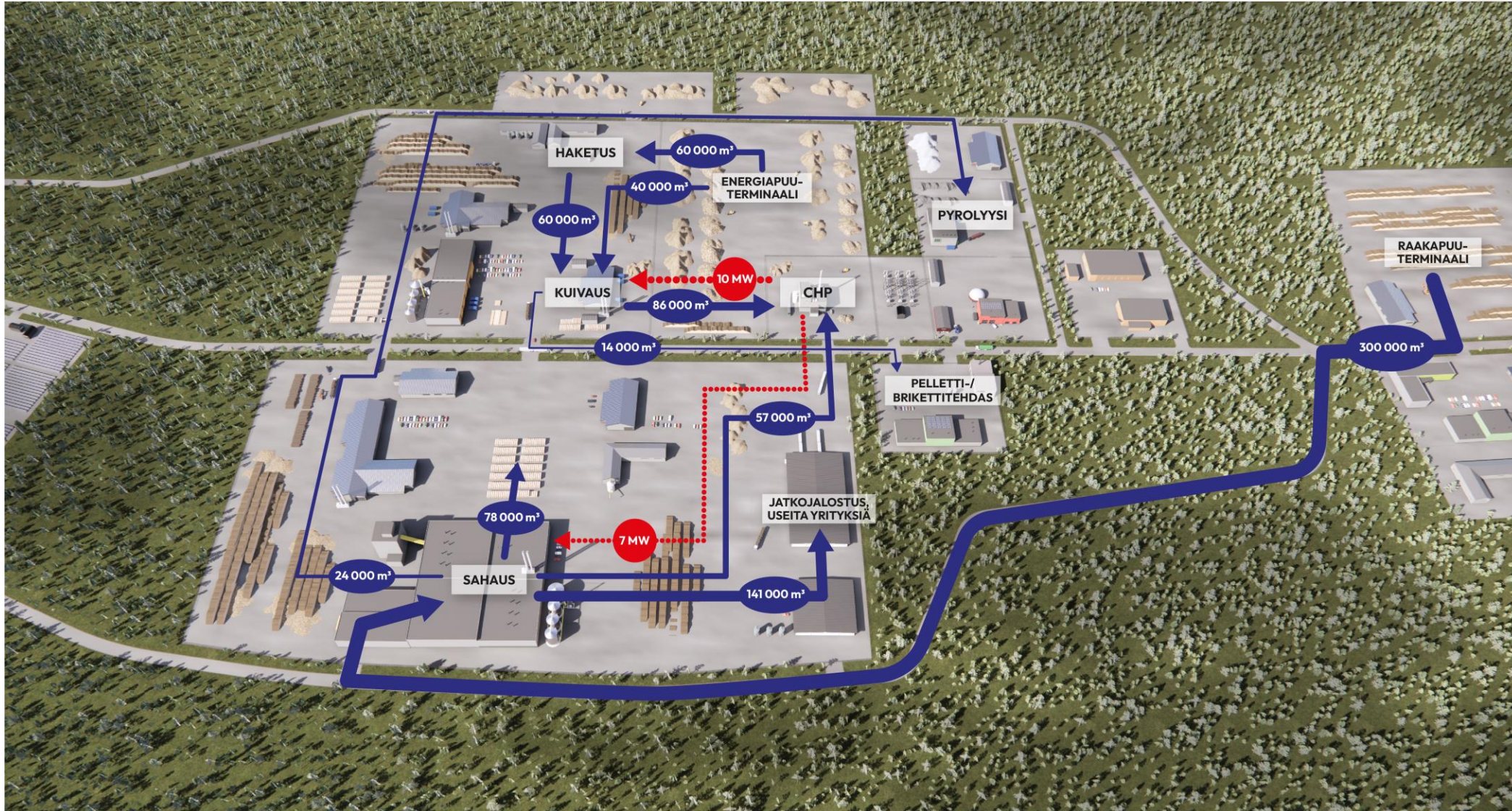


macon

**Optio: LNG-tankkausasema,
investointikustannus n. 1,6 M€.**



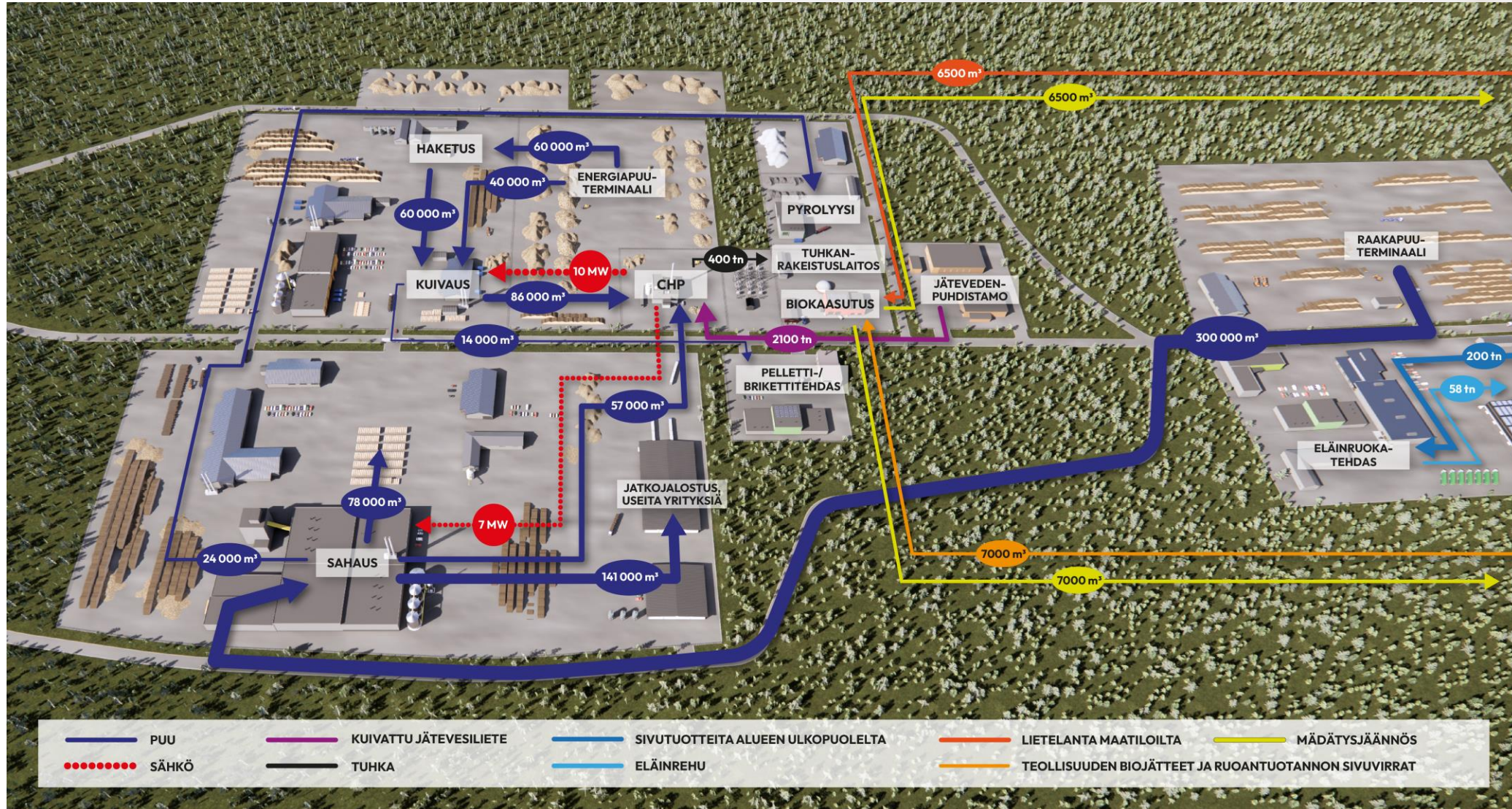
Havainnekuvaa puutoimintojen osalta alueella:



Skenaario 2

- Skenaariossa 2 on mukaan otettu mukaan mm. korkeamman luokan sahateollisuuden sivutuotteiden jalostus pyrolyysin avulla (pyrolyysiöljy ja biohiili), mikä voisi mahdollistaa korkeamman jalostusasteen ja arvon sivutuotteille.
- Mukana on myös biokaasulaitoksen laajennusoptio, jossa mukana olisi myös lietereaktori maatilojen lantoja varten.
- Skenaariossa 2 on mukana myös lemmikkirehutehdas, joka parhaassa tapauksessa tuottaisi myyntiin rehua alueen kaavassa merkatulle vähittäismyyntialueelle.

Skenaario 2:n toimintoja



Pyrolyysilaitos 1/2

- Pyrolyysilaitokset ovat Suomessa vielä suhteellisen harvinaisia, mutta esimerkiksi nopea pyrolyysi on jo todistettavasti toteuttavissa kaupallisesti kannattavasti.
- Uusia pyrolyysiöljytuotteistuksia on kehitteillä. Pyrolyysiöljyä voidaan käyttää raaka-aineena nestemäisten bioöljytuotteiden jalostuksessa. Nopealla pyrolyysillä valmistettu pyrolyysiöljy on kestävä vaihtoehto fossiilisille öljytuotteille.
- Pyrolyysillä on mahdollista tuottaa myös biohiiltä. Biohiilellä on lukuisia potentiaalia käyttökohteita esimerkiksi ilman ja vesien suodatuksessa, kompostoinnissa, maanparannuksessa, kosmetiikassa, lääketeollisuudessa sekä akku- ja metalliteollisuudessa.

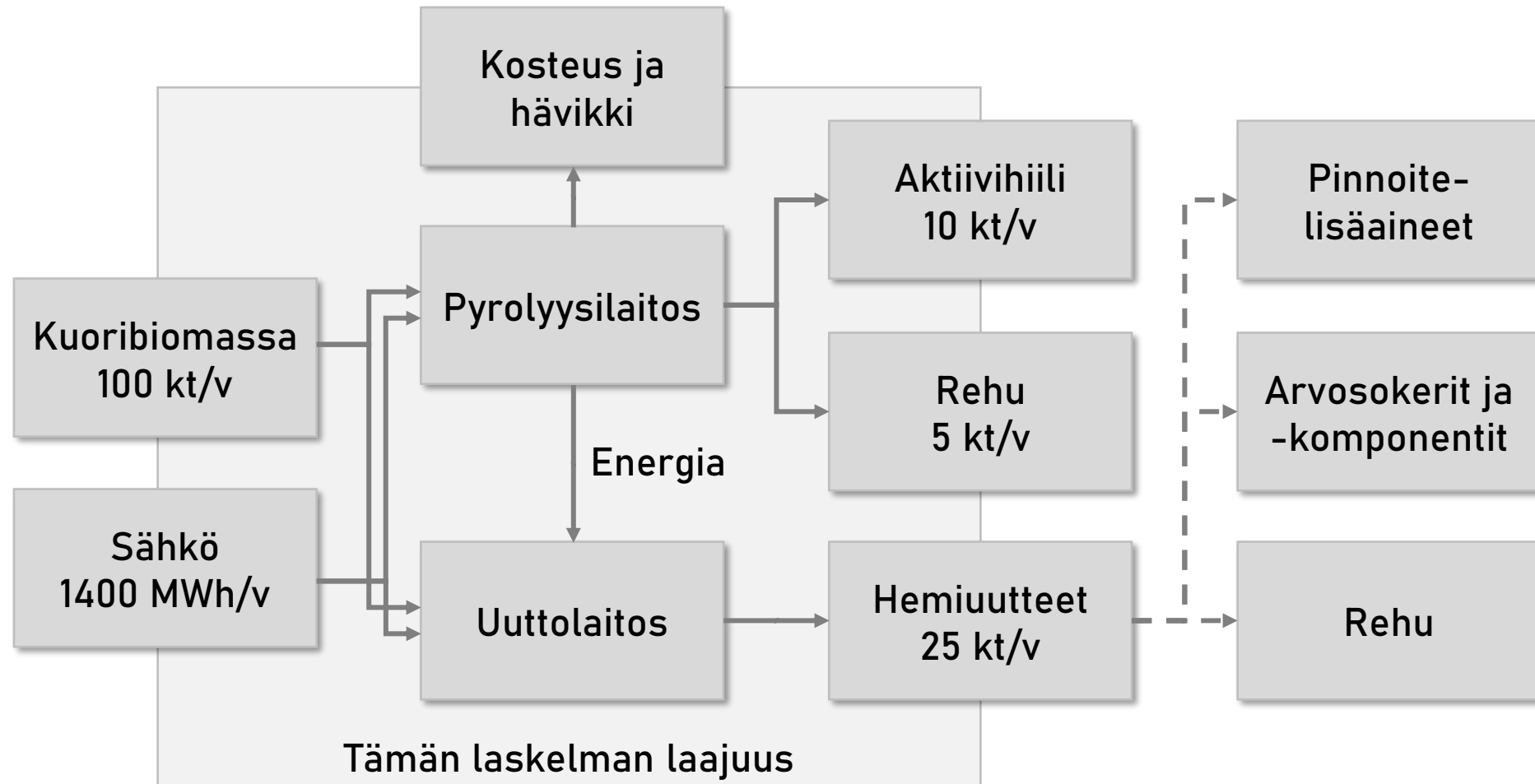
Pyrolyysilaitos 2/2

- Pyrolyysilaitoksen kokonaisinvestointi olisi arviolta 25 M€.
- Laitos käyttäisi polttoaineenaan sahapurua, jota tämän kokoluokan laitokseen tarvittaisiin vielä enemmän kuin suunniteltu uusi saha tuottaa.
- Toiminnassaan laitos tuottaisi täydellä kapasiteetilla n. 24 000 tonnia pyrolyysiöljyä. Tämän hetkisillä hinta-arvioilla kyseinen määrä tarkoittaisi noin 7,2 M€ liikevaihtoa.
- Laitos työllistäisi toimiessaan arviolta 10 henkilöä.

Uuton yhdistäminen pyrolyysiin

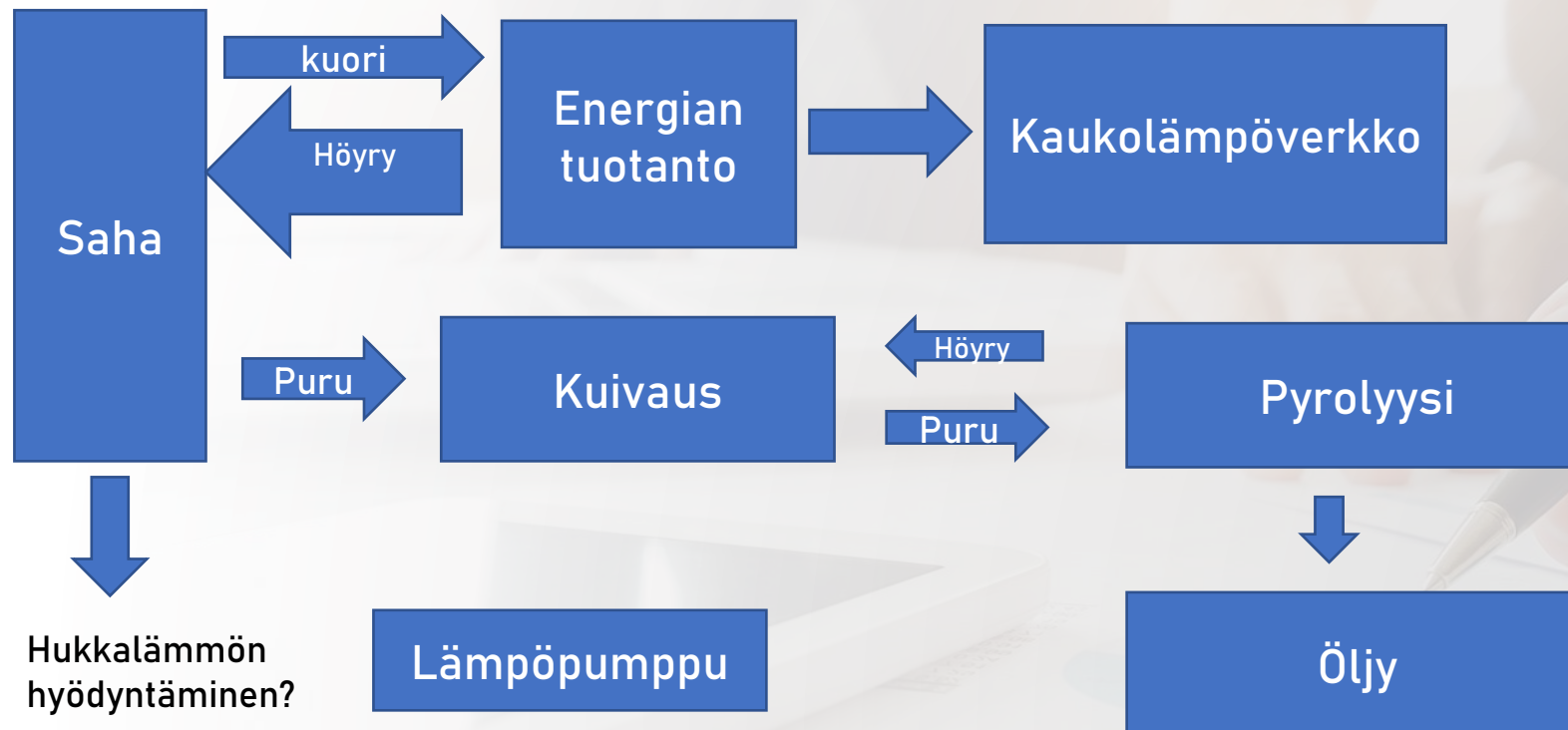
- Pyrolyysi voidaan yhdistää uuttoon. Uutto tuottaa hyviä arvoyhdisteitä.
- Esiselvityksessä on esitetty yhdistetyn suuren pyrolyysi- ja uuttolaitoksen (100 kt/v) suuntaa-antava kannattavuusrakenne.
- Investointi vaikuttaa hyvin kannattavalta:
 - Nettonykyarvo 74 miljoonaa euroa
 - Sisäinen korkokanta 14 %
 - Investoinnin takaisinmaksuaika kuusi vuotta
- Laskelma on herkkä mm. tuotosten oletetuille arvoille.

Pyrolyysi- ja uuttolaitoksen yleiskuva



Energiaintegraatti

- Integroimalla sahalaitoksen, lämpölaitoksen ja pyrolyysilaitoksen toiminnot, voidaan saavuttaa kustannus- ja energiasäästöjä.



Eläinruokatehdas 1/3 (kalan perkuun ja fileoinnin sivutuotteet & poronteurastus)

- Kalan perkuu- ja jalostusjätteitä voisi hyödyntää eläinruokatehtaan raaka-aineina. Kuusamon kalalla tästä on ollut jo kohtuullisen pitkälle vietyjä investointisuunnitelmia joitakin vuosia sitten. Tällöin suunnitteilla oli kuivaukseen perustuva valmistusmenetelmä, jolloin valmistettaisiin raakaruokaa, jonka suosio on viime vuosina noussut.
- Toinen vaihtoehto voisi olla valmistaa kuivaruokaa, joka sisältää myös hiilihydraatteja.
- Hiilihydraattipitoinen raaka-aine voisi olla esimerkiksi peruna tai kaura. Vehnä ja riisikin ovat mahdollisia periaatteessa.
- Sekoitussuhde olisi noin (hiilihydraattipitonen raaka-aine: proteiinipitoinen sivutuote) 100:20-30.
- Kannattavan tehtaan pitäisi olla tuotannossa arviolta normaalin työviikon verran viikossa. Myös poronteurastuksen sivutuotteita on mahdollista käyttää (lihankaltaiset sivutuotteet).
- Investointi n. 2,5 M€ sisältäen automaation. Toteutustapa on joustava joko konttimalleina tai valmiiseen tilaan. (JPT-Industria Oy)
- Kannattavuuden kannalta aina parempi, mitä pidempiä ajoja pystytään tekemään.
- Työllistäisi 1-2 henkilöä vuorossa.

Eläinruokatehdas 2/3: hiilihydraattipitoisten raaka-aineiden paikallinen saatavuus

- Paikallisten hiilihydraattipitoisten raaka-aineiden saatavuus vaikuttaa heikolta. Hiilihydraattiosa pitäisi tuoda kauempaa.

Kunta / alue	Käytössä oleva maa-talousmaa yht. (ha)	Rehu-nurmet (ha)	Rehu-ohra (ha)	Mallas-ohra (ha)	Kaura (ha)	Seosvilja (ha)	Muut viljat (ha)	Vihanta-vilja (ha)	Laidun (ha)	Peruna (ha)	Kesan -not (ha)	Nurmet väh. 5 v. (ha)
Kuusamo	5 220	4 393	24	0	0	0	0	237	117	1	310	41
Taivalkoski	1 609	1 485	0	0	0	0	0	0	35	1	35	42
Posio	3 307	3 044	0	0	0	0	0	0	74	0	69	100
Suomussalmi	2 450	1 863	0	0	0	16	0	39	160	0	115	305
P-Pohj. ELY-keskus yht.	239 900	111 900	48 200	100	30 100	8 200	400	2 300	5 800	3 300	7 500	3 900
Koko maa	2 268 030	797 705	377 950	69 834	331 460	40 913	4 630	19 259	51 235	20 368	70 889	20 501

Eläinruokatehdas 3/3 (kalan perkuun ja fileoinnin sivutuotteet & poronteurastus)

- Eswecom Ltd Oy on yritys joka harjoittaa kalankuivausta lemmikkieläinten rehuksi. Yhtiön toimitusjohtajan mukaan kuivausmenetelmä on erittäin varteenotettava menetelmä lemmikkieläinrehun valmistamiseen.
- Polar Pet on puolestaan yritys, joka tarjoaa kotimaisia poron ja peuran kuivattuja osia sekä hirven ja karitsan luita koirien ajanvietteeksi.
- Raaka-aineena voisi käyttää esim. pientä sivutuotekalaa kokonaisena tai jauhaa kalanperkauksen sivutuotteita massaksi kuivaukseen.
- Sekä Eswecom Ltd Oy että Polar Pet:n työllistävät 1-4 henkilöä.

Aurinkovoimala

- Alueelle on varattu 5 hehtaarin alue aurinkovoimalalle.
- Kuusamon korkeudella olevan 5 hehtaarin aurinkovoimalan voidaan arvioida tuottavan vuosittain noin 7000 MWh. Luku on arvioitu Kuusamon kanssa samalla korkeudella olevan Simon kunnan aurinkovoimapuisto investointisuunnitelman pohjalta.

Pellettitehdas

- Energiapuutermiinalin valmista tuotetta voisi suoran energiakäytön lisäksi ohjata myös puupelletin tuotantoon.
- 20 000 tonnin kapasiteetin pellettitehtaan investointi on n. 1,5 M€.
- Tehdas työllistäisi arviolta viisi henkilöä.



Kiitos!

Feasibility study:

Koillismaan biotalouden kehittämisen ja kehittämisen skenaariot



Tiivistelmä

Kehittämissyhtiö Naturpolis Oy ja sen hallinnoima Hiiliviisaan biotalouden innovaatioekosysteemi -hanke hankki esiselvityksen, feasibility studyn, Koillismaan biotalouden kehittämisen ja kehittämisen skenaarioista. Macon toteutti tämän toteutettavuustutkimuksen (feasibility study) Hiiliviisaan biotalouden innovaatioekosysteemi -hankkeen toimeksiannosta hyödyntäen asiaan liittyviä, aiempia selvitystöitä.

Selvitys pitää sisällään Koillismaan biotalouden toimijoiden arvoketjujen ja -verkostojen selvittämisen sekä resurssivirtojen tarkastelun. Resurssivirtojen tarkastelussa saatiin selville myös avaintoimijoiden näkemyksiä siitä, millaisia kehityskohteita ja -toimenpiteitä vaaditaan, että resurssivirrat saataisiin hyödynnettyä paremmin. Selvitykseen sisältyvät myös tulevaisuusskenaariot Kuusamon uudesta teollisuusalueesta. Tulevaisuusskenaariot painottavat etenkin maksimaalisen skenaarion tapauksessa innovatiivisia toteutuksia, uudenlaista teknologiaa ja monimuotoisia energiaratkaisuja.

Feasibility studyn aluksi kartoitettiin Koillismaan biotalouden keskeisten toimijoiden bioresurssivirtojen määrät ja se, miten ne tällä hetkellä hyödynnetään. Tiedot perustuvat aikaisempiin selvityksiin, tilastotietoihin sekä lukuisiin tehtyihin haastatteluihin tämän työn toteutuksessa. Tämän perusteella saatiin muodostettua arviot mahdollisista bioresurssivirtojen arvoketjujen/-verkostojen kehityskohteista.

Skenaariotarkasteluissa tarkastellaan 0-skenaarion (tämänhetkinen tilanne) lisäksi 1) maltillisen kehittymisen skenaariota, jossa tarkastellaan alueen ensimmäisiä mahdollisia veturitoimijoita, joista on jo pitkälle vietyjä suunnitelmia ja investointilaskelmia. Veturitoiminnot keskittyvät voimakkaasti puunjalostukseen. Maksimaalisen kehittymisen skenaariossa mukaan otetaan tarkasteluun erityisesti puun pyrolyysin tuomat mahdollisuudet, eli bioöljyn ja biohiilen tuotannon sekä uuton yhdistäminen pyrolyysiin. Esitetyt laskelmat eri laitosten kohdalla perustuvat haastatteluihin, referenssilaitosten tietoihin sekä asiantuntijoiden käyttämiseen eri kustannuserien varmistamiseksi.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	2
1 Kuusamon ja Taivalkosken alueen biotalouden arvoketjut ja -verkot sekä resurssivirrat	5
1.1 Kalanperkaus ja -jalostus	5
1.1.1 Kalankasvatus Vääräniemi Oy	5
1.1.2 Kuusamon Kala Oy	5
1.1.3 Koillismaan Luonnonkala Oy	6
1.2 Kuusamon Juusto Oy	6
1.3 Maatilojen lannat	6
1.3.1 Haastattelujen taustan ja sisällön kuvaus	6
1.3.2 Haastattelujen keskeisimmät havainnot	7
1.4 Paliskunnat	9
1.5 Puunjalostusteollisuus	10
1.6 Erilliskerättävät jätteet	10
1.7 Voimalaitosten tuhka	11
1.8 Vesirutto	11
1.9 Jätevedenpuhdistamoiden lietteet	11
1.9.1 Kuusamon puhdistamot	11
1.9.2 Taivalkosken jätevedenpuhdistamo	11
1.10 Johtopäätelmät kartoitetuista arvoketjuista	12
1.10.1 Kalanperkaus ja -jalostus	12
1.10.2 Maatilojen lannat	12
1.10.3 Poron teurastuksen sivutuotteet	12
1.10.4 Puunjalostusteollisuus	13
1.10.5 Erilliskerättävät jätteet	13
1.10.6 Voimalaitosten tuhka	13
1.10.7 Vesirutto	13
1.10.8 Jätevedenpuhdistamoiden lietteet	13
2 Kuusamon biotalousalue	14
2.1 0-skenaario	14
2.2 Maltillisen kehittymisen skenaario	14
2.2.1 Alueelle tällä hetkellä suunniteltuja ja aloitettuja investointihankkeita	15
2.2.2 Lähialueille suunnitellut ja toteutetut investointihankkeet	15
2.2.3 Jätevedenpuhdistamo	15
2.2.4 Lämpölaitos	16
2.2.5 Biokaasulaitos	18

2.2.6	Energiatehokas sahalaitos	20
2.2.7	Yhteenveto	21
2.3	Maksimaalinen kehittyminen	22
2.3.1	Lemmikinruokatehdas	23
2.3.2	Pyrolyysi	25
2.3.3	Yhdistetty pyrolyysi- ja uuttolaitos	25
2.3.4	Saha, pyrolyysilaitos ja lämpölaitos: energiaintegraatti	26
2.3.5	Aurinkopuisto	27
2.3.6	Pellettitehdas.....	29
2.3.7	Yleisimpien lupien käsittelyaikoja.....	29
2.3.8	Yhteenveto	29
3	Johtopäätökset ja suositukset	30
	Lähdeluettelo	31

1 Kuusamon ja Taivalkosken alueen biotalouden arvoketjut ja -verkotot sekä resurssivirrat

Feasibility studyn aluksi kartoitettiin Koillismaan biotalouden keskeisten toimijoiden bioresurssivirtojen määrät ja se, miten ne tällä hetkellä hyödynnetään. Tiedot perustuvat aikaisempiin selvityksiin, tilastotietoihin sekä lukuisiin tehtyihin haastatteluihin tämän työn toteutuksessa.

1.1 Kalanperkaus ja –jalostus

1.1.1 Kalankasvatus Vääräniemi Oy

Kalankasvatus Vääräniemi Oy tuottaa useita eri kalalajeja edustavia poikasia, ruoka- ja onkikalaa usean kalankasvattamon voimin. Kalankasvatus Vääräniemi hallitsee koko tuotantoketjun aina mädistä täysikasvuisiin kaloihin.

Kalankasvatus Vääräniemi tulee avaamaan uuden kalanperkaamon Kuusamon keskustaan. Samaan kiinteistöön muuttaa myös Kuusamon Kala Oy:n kalanjalostuslaitos, joka tulee hyödyntämään tuotannossaan osittain Kalankasvatus Vääräniemen kalaa.

Kalankasvatus Vääräniemen toimitusjohtaja Kari Vääräniemi arvioi, että kun uusi perkaamo valmistuu, tulee yhtiön vuosittainen perkuusivutuotteiden määrä olemaan arviolta noin 100 tonnia vuositasona. Määrä sisältää uuden valmistuvan perkaamon perkuusivutuotteet sekä pienemmän Hossan perkaamon perkuusivutuotteet.

Sivutuotteet menevät tällä hetkellä paikalliselle turkistarhalle rehuksi. Vääräniemen mukaan alalla on huoli, minne sivutuotteet tulevaisuudessa sijoitettaisiin, jos turkistarhaus alueella loppuu. Sivutuotteet säilytetään sivutuotekylmiössä, jossa ne käsitellään hapolla ja kerätään kannelliseen tynnyriin.

Sakokaivon liete ja rasvanerottimeen kertynyt rasva toimitetaan tällä hetkellä Kainuuseen. Vääräniemi ei tiennyt tarkempaa loppusijoituspaikkaa näiden sivutuotteiden osalta. Sakokaivon lietettä ja rasvanerottimeen kertynyttä rasvaa kertyy vuodessa arviolta 50–100 tonnia ja tyhjennys pitää tehdä neljä kertaa vuodessa.

1.1.2 Kuusamon Kala Oy

Kuusamon Kala Oy on perustettu keväällä 2020, kun se osti Kuusamon Kalajalosteen liiketoiminnan. Yrityksen tuotevalikoimaan kuuluvat tällä hetkellä erilaiset kylmä- ja lämminsavukalat, graavikalat, paistotuotteet, raa'at kalatuotteet sekä erilaiset puoli- ja täyssäilykkeet.

Kuusamon Kala tulee avaamaan uuden kalanjalostuslaitoksen Kuusamon keskustaan. Samaan kiinteistöön muuttaa myös Kalankasvatus Vääräniemen kalanperkaamo, jonka perattua kalaa Kuusamon Kala tulee hyödyntämään jalostuslaitoksessaan.

Kuusamon Kalan fileoinnin sivutuotteet (noin 35–40 tonnia/vuosi) menevät sivutuotekylmiöön, jossa ne tarvittaessa käsitellään hapolla ja kerätään kannelliseen tynnyriin. Fileointijätteet, friteerausöljyt ja muut käytetyt öljyt sekä laskeutukseen kertynyt liete toimitetaan paikallisille turkistarhoille rehuksi.

Toimitusjohtaja Juha Korhosen mukaan on todella tärkeää, että sivutuotteille olisi jatkossakin järkevä sijoituspaikka, jos paikalliset turkistarhat lopettavat jossain kohti toimintansa.

Lisäksi Korhonen kertoi, että hän oli noin 10 vuotta sitten tehnyt laskelmia lemmikkien makupala tuotannosta, jossa voitaisiin hyödyntää raaka-aineena kalanjalostuksessa syntyviä fileoinnin sivutuotteita. Investointi ei lopulta toteutunut: yksi iso pääsyy toteutumattomuuteen oli se, että toiminnalle ei löytynyt lopulta erillistä yrittäjää.

Korhonen toi lisäksi esille, että eläinruokatehdasta voisi kyllä olla tarpeen arvioida uudelleen, jos siihen vielä löydettäisiin ulkopuolinen toimija. Korhonen myös kuvasi tiettyjä trendejä eläinruokien suhteen tällä hetkellä, mm. raakaruoka yleistymistä sekä mainitsi hyväkatteiset makupalatyypit ruoat.

1.1.3 Koillismaan Luonnonkala Oy

Kuusamon Kala Oy:n Juha Korhonen kertoi myös Koillismaan Luonnonkala Oy:n toiminnasta ja sivutuotemääräarvioista. Koillismaan Luonnonkala on kuusamolaisien ja posiolaisten ammattikalastajien omistama yhtiö. Yhtiöllä on uudenaikaiset alkutuotannon käsittely- ja pakastetilat. Yhtiö toimii lisäksi kalastajien yhteisenä markkinointiyhtiönä. Se myy kalastajien pyytämää kalaa sekä tuoreena että pakasteena. Tällä varmistetaan parempi toimitusvarmuus asiakkaille. Muikku on yleisin saaliskala, mutta lisäksi sesongin mukaan tarjolla on myös siikaa, haukea, ahventa, särkeä, kiiskiä ja madetta.

Korhonen arvioi, että Koillismaan Luonnonkalan ja alueen muiden kalasatamien toiminnasta syntyy vuositasolla vähintään 50 tonnia kalan perkuu- ja jalostussivutuotteita. Sivutuotteet menevät paikallisille turkistarhoille Kuusamossa.

1.2 Kuusamon Juusto Oy

Kuusamon Juuston historia alkaa vuodelta 1951, kun perustettiin Kuusamon Osuusmeijeri. Ensimmäinen juusto valmistettiin vuonna 1961. Nykyisen nimensä Kuusamon Juusto sai 2012. Kuusamon Juuston valikoimaan kuuluu lukuisia erilaisia juustotuotteita. Vuosituotanto on noin 4 miljoonaa kiloa.

Sivutuotteena juustojen valmistuksessa syntyy juustoheraa, josta erotellaan heraproteiini (300 tonnia) ja laktoosi (1000 tonnia), jotka jalostetaan jauheiksi. Jauheet sisältyvät Kuusamon tuotevalikoimaan. Lisäksi juuston valmistuksessa syntyy emälientä (37 tonnia), joka toimitetaan rehuksi sikaloihin.

1.3 Maatilojen lannat

Koillismaan alueella syntyviä lantamääriä arvioitiin maatilojen haastatteluiden avulla.

1.3.1 Haastattelujen taustan ja sisällön kuvaus

Tilat haastateltiin tammi-maaliskuulla 2023. Kartoituksessa keskityttiin maatilojen mahdollisuuksiin toimittaa lanta- ja/tai nurmirehusyötteitä suunnitellulle biokaasulaitokselle sekä toisaalta maatilojen mahdollisuuksiin ottaa vastaan biokaasulaitoksen, sivutuotteena tuottamaa mädätysjäännöstä, käytettäväksi peltolannoitteena.

Haastateltaville tiloille laadittiin vakiomuotoinen, yhteensä 10 kysymystä käsittävän kokonaisuus, jossa em. pääaiheita kartoitettiin tarkemmin mm. tuotettavien lantamäärien, viljelyksessä olevan peltopinta-alan sekä tilan käytössä olevan (mädätysjäännöksen nestejakeen) varastokapasiteetin osalta. Yhtenä kysymyksenä kartoitettiin myös maantietmatkan pituutta tilalta Mäntyselän alueelle. Yhteensä kartoituksessa haastateltiin

14 tilaa, joista 11 kpl edusti lypsykarjatiloja ja 3 kpl naudanlihantuotantotiloja. Lihantuottajajaloista kahdella tuotanto perustui ns. itseuudistuvaan emolehmäkarjaan. Kaikki haastatellut tilat sijaitsevat Kuusamon kaupungin alueella, n. 18–50 km:n etäisyydellä Mäntyselän alueesta. Jokaisesta haastattelusta tilasta kirjoitettiin erillinen, tilakohtainen haastatteluraportti. Raportit on toimitettu erillisinä liitteinä.

Haastattelun aluksi esiteltiin lyhyesti Feasibility studya haastateltaville tiloille. Esittelyssä kerrottiin Mäntyselän alueelle suunniteltavan ns. 1-linjaista biokaasulaitosta, jossa syötteenä tulisi olemaan mm. yhdyskuntien, kaupan ja teollisuuden erilliskerättyä (pakattua) biojätettä sekä mahdollisesti maatalouden (liete)lanta ja ylimääräisiä nurmirehueriä. Laitoksen syötekapasiteetiksi kerrottiin n. 7 000–10 000 tonnia vuodessa. Lisäksi esittelyssä kuvattiin hieman tarkemmin laitoksen sivutuotteena syntyvää mädätysjäännöstä, mainiten mm. sille todennäköisesti jo laitoksella tehtävästä neste- ja kuivajakeiden erottamisesta.

1.3.2 Haastattelujen keskeisimmät havainnot

Haastateltujen tilojen käytössä oleva yhteenlaskettu peltopinta-ala on n. 1 537 hehtaaria. Kyseinen ala muodostaa n. 29,4 %, kaikesta Kuusamon kaupungin alueella käytössä olevasta maatalousmaasta (LUKE 2022). Mainitun LUKE:n tilaston mukaan Kuusamossa on käytössä olevaa maatalousmaata 5 220 ha. Haastateltujen tilojen peltoviljely perustuu, alueelle tyypilliseen tapaan, nurmiperäiseen viljelyyn. Varsinaista viljanviljelyä ei ole, vaan viljaa voidaan kylvää pellon uudistamisen yhteydessä suojaviljaksi, jolloin peltolohko toimii toisesta satovuodesta alkaen taas seuraavaan uudistamiseen saakka pelkkänä nurmisadon tuottajana. Suojaviljaksi kylvetty sato korjataan rehuviljaksi karjalle ja korjuu voi tapahtua esim. ns. kokoviljasäilörehuna, jolloin viljaa ei tuleennuteta, vaan se korjataan vihreänä. LUKE:n tilaston mukaan Kuusamon pelloista 4 393 ha oli korkeintaan 5 vuotta vanhana rehunurmena, edustaen 84,2 %:a kokonaispeltopinta-alasta.

Haastatellun 14 tilan vuosittain tuottama lietelantamäärä on n. 28 750 m³. Jos kyseisestä määrästä vähennetään tilat (2 kpl), jotka katsoivat, ettei heillä ole edellytyksiä laajempaan yhteistyöhön, jää lietelantamääräksi n. 21 250 m³/vuosi. Kolme tilaa piti mahdollisena myös lietelannan toimittamista biokaasulaitoksen syötteenä. Näiden tilojen yhteenlaskettu lietelantamäärä on n. 6 500 m³/v., jolloin tilakohtaisiksi määriksi jää 1 500 m³, 2 000 m³ ja 3 000 m³.

Haastatelluista tiloista puolet, eli 7 kpl, näki mahdolliseksi ylijäämäisen nurmirehun toimittamisen biokaasuprosessin syötteenä. Tilakohtaiset, vuosittaiset määrät voivat vaihdella paljonkin, riippuen lähinnä kunkin satovuoden sääolosuhteista. Haastatelluista tiloista ainoastaan yhdeltä tilalta annettiin tarkempi numeerinen arvio ylijäämänurmijakeiden määrästä ja se oli kyseisellä tilalla n. 100 t/vuosi.

Haastatelluista tiloista 3 kpl oli harkinnut tai harkitsi haastatteluhetkelläkin investoimista omaan maatilamittakaavan biokaasulaitokseen. Yhdelläkään kyseisistä tiloista, investoinnista omaan laitokseen ei ollut kuitenkaan tehty lopullista päätöstä haastatteluajankohtaan mennessä. Yleisin perustelu ko. hankkeiden lykkäämiseen tai peräti hankkeesta luopumiseen oli lähinnä investoinnin taloudellinen riski suhteessa maatilankokoon. Omaan laitosinvestointia harkinneet tilat olivat kaikki isomman kokoluokan maidontuottajatiloja.

Haastateltavista tiloista valtaosa piti mahdollisena ainakin jonkinlaista yhteistyötä suunnitteilla olevan biokaasulaitoksen kanssa. Mädätysjäännöksen vastaanottoa pelloilleen ei pitänyt mahdollisena 2 tilaa. Toinen tiloista perusteli kantaansa sillä, että noin puolet tilan viljelyksistä on vaikeakulkuisia suopeltoja, joille mädätysjäännöksen levitys ei haastateltavan mukaan välttämättä onnistuisi. Tämän syyn takia haastateltava katsoi, ettei tilalta olisi myöskään mielekästä toimittaa lietelantaa laitoksen syötteenä, vaan se olisi parasta edelleenkin levittää nykyiseen tapaan pelloille. Tämäkin tila oli kuitenkin valmis toimittamaan syötteenä

ylijäämärehua, jota haastateltava kertoi muodostuvan vuosittain vaihtelevia määriä, riippuen lähinnä satokauden sääolosuhteista.

Sen sijaan suuri lypsykarjatila, joka ei myöskään nähnyt mädätysjäännöksen hyödyntämistä mahdolliseksi tilallaan, perusteli kantaansa sillä, että tilalla on eläinmäärään nähden liian vähän peltopinta-alaa käytettävissä. Kyseisellä tilalla oli vaikeuksia lietelantamäärän sijoittamisessa jo nykyiselläänkin. Toisaalta tilan tuottama vuotuinen lietelannan määrä on niin suuri (n. 5 500 m³), ettei sitä ole mahdollista toimittaa syötteeksikään biokaasulaitokselle. Tältä tilalta ei myöskään ole mahdollista tuottaa ylijäämäistä nurmirehua syötteeksi, sillä kaikki rehu menee tarkasti karjan ruokintaan. Tämä tila olikin yksi niistä tiloista, joka paraikaakin harkitsi omaa, maatilamittakaavaista biokaasulaitosta.

Tiloilta, jotka näkivät mahdolliseksi mädätysjäännöksen vastaanoton lannoitteeksi pelloilleen, ilmoitettiin kyseiseen tarkoitukseen sopivaksi peltoalaksi yhteensä n. 1 230 hehtaaria. Osa tiloista ei ilmoittanut kaikkia viljelyksiään mahdolliseen mädätysjäännöksen lannoitekäyttöön, vaan varasi ko. tarkoitukseen esimerkiksi sen osan pelloista, johon ei tällä hetkellä riittänyt tilan käytössä olevaa karjan lantaa. Vuosittaiseksi peltojen uudistamisalaksi (esim. kyntöön perustuen) em. 12 tilalta ilmoitettiin yhteensä n. 230 ha. Kun huomioidaan vuosittainen uudistamisala, tarkoittaa se, että vuositason em. n. 1 230 hehtaarin kokonaisalasta on nurmipintaisena peltona n. 1 000 ha, jolle alalle voitaisiin siis tarvittaessa levittää esimerkiksi mädätysjäännöksen nestejakeetta. Vastaavasti uudistettavana olevalle n. 230 ha:n alalle, voitaisiin vuosittain levittää mädätysjäännöksen kuivajakeetta.

Mädätysjäännöksen hehtaariohaiset levitysmäärät määräytyvät sekä neste- että kuivajakeen osalta ensisijaisesti ko. lannoitteiden ravinneainepitoisuuksiin perustuen. Viime kädessä hehtaariohaisia lannoitusmääriä säätelevät Ruokaviraston julkaisemat pääravinneaineiden ns. typpi- ja fosforidirektiivit. Viimeisimmissä, Ruokaviraston (2023) julkaisemissa ja vuotta 2023 ehdollisesti koskevissa ”direktiiveissä” on orgaaniselle lannoitteelle rajoitettu kokonaistypen maksimimääräksi 170 kg/ha vuodessa ja vastaavasti fosforille, kun kyseessä ovat monivuotiset nurmipellot, viljavuusluokan mukaan 11–46 kg/ha vuodessa.

Luonnonvarakeskus LUKE:n ja erään biokaasuntuottajan, dokumenteissaan määrittelemä karkean tason levitysmäärä vaihtelee tasolla n. 15–30 t/ha (Kapuinen 2016; Jeppo Biogas Ab 2023). Mikäli oletetaan levitysmääräksi esim. 20 t/ha/vuosi, voisi teoreettisesti laskien em. 12 tilan pelloille levittää n. 20 000 t vuodessa nestejakeetta (levitysala n. 1 000 ha) sekä noin 4 600 tonnia vuodessa kuivajakeetta (levitysala n. 230 ha). Kun mädätysjäännöksestä mekaanisesti (esim. lingolla) erotetun neste- ja kuivajakeen väliseksi suhteiksi on esitetty esim. kuivajakeen osuutta n. 25–33 % mädätysjäännöksen kokonaismäärästä, tulisi kuivajakeen massalla 4 600 t, mädätysjäännöksen kokonaismääräksi n. 13 800–18 400 t vuodessa. Kyseinen mädätysjäännöksen kokonaismäärän vaihteluväli, kun toisaalta huomioidaan laitokselle suunniteltu vuosittainen syötemäärä (n. 7 000–10 000 t) tuskin jää ainakaan epärealistisen pieneksi arvioksi. Kaiken kaikkiaan alustavaksi vaikutelmaksi jää, että mädätysjäännöksen levitykselle olisi olemassa Kuusamon kaupungin alueella riittävästi peltopinta-alaa.

Mädätysjäännöksen levityskaluston suhteen maatilat ovat omavaraisempia nestejakeen osalta. Tähän tarkoitukseen soveltuen löytyy kaikilta 12 tilalta vähintään lietelantavaunu. Yhdeksällä näistä tiloista vaunu oli varustettu myös multausratkaisella, jolloin nestejake on sijoitettavissa suoraan maanpinnan alapuolelle. Sen sijaan kuivajakeen levitystä silmällä pitäen, ns. kuivalantavaunu löytyy vain neljältä tilalta. Tämä johtuu pitkälti siitä, että valtaosassa tiloja lietelantala on nykyisin ainoa lannanpoistoratkaisu, jolloin kuivalantavaunuille ei ole yksinkertaisesti käyttöä. Kuivajakeen peltolevitykseen liittyen on siis nähtävissä tarvetta ulkopuolisten urakoitsijoiden käytölle.

Kartoituksen perusteella maatiloilla on käytettävissään jonkin verran varastokapasiteettia nestejakeelle. Kyselyssä 7 tilaa 12:sta kertoi heillä olevan jonkin verran tilapäistä kapasiteettia käytettävissään. Useammallakin tilalla kyseinen kapasiteetti tosin rajoittui esimerkiksi kesäaikaan, jolloin karja on pääosin

ulkolaitumella ja lietalantasäiliöt on ajettu keväällä tyhjiksi kylvötöiden yhteydessä. Kahdella tilalla, joilla oli käytössään joko 2 tai 3 säiliötä, haastateltava innostui visioimaan edestakaisesta liikenteestä, jolloin mädätysjäännöksen nestejaetta tuotaisiin yhteen säiliöön ja toisesta säiliöstä otettaisiin ns. ”raakaa” lietalantaa, toimitettavaksi biokaasulaitoksen syötteeksi. Ympärivuotisempaa varastokapasiteettia olisi tämän kyselyn perusteella käytettävissä mahdollisesti kahdella tilalla. Toisella näistä, nykyisen emolehmäkarjan lannanpoistoratkaisu oli kuivalantala, joten tilan n. 900 m³:n lietalantasäiliö oli täysin käyttämättömänä. Toisella lihantuotantotilalla puolestaan useamman lietalantasäiliön ylimääräinen kapasiteetti suhteessa karjan tuottamaan lietalantamäärään oli n. 1 500 m³ vuodessa.

Keskusteltaessa eri tiloja edustavien haastateltavien kanssa heidän kiinnostuksestaan yhteistyöhön suunnitellun biokaasulaitoksen kanssa, nousi yleisimmäksi kysymyksen tai joissain tapauksissa jopa huolen aiheeksikin, millaisella kustannustasolla yhteistyötä voitaisiin harjoittaa. Yhteistyön kerrottiin riippuvan joko mädätysjäännöslannoitteen hintojen tai kuljetuskustannusten tai molemmista yhteensä muodostuvien kustannusten tasosta. Erityisesti ensimmäisten haastateltavien keskuudessa, joilla heilläkin tilan etäisyyttä Mäntyselän alueelle kertyi vähimmilläänkin yli 30 kilometriä, pisimmillään jopa 45 km, nousi epäily, olisiko mädätysjäännöslannoite hinnaltaan kilpailukykyinen, nimenomaan pitkien kuljetusmatkojen takia.

Liian pitkiksi koettujen kuljetusmatkojen vuoksi ”kallistuttiin” monella tilalla erityisesti ”raa’an” lietalannan syötteeksi kuljetuksen osalta sille kannalle, että lietalanta kannattaa pitää omalla tilalla. Keskustelujen yhteydessä mainittiin, että kuljetukset luultavimmin tulisivat tapahtumaan ulkopuolisten urakoitsijoiden toimesta, kun heräsi epäily, että jotkut haastateltavat mieltivät, tulisivatko kuljetukset hoidettaviksi tilojen omalla kalustolla.

Kaiken kaikkiaan pääosa tiloista suhtautui yhteistyömahdollisuuksiin suunnitellun biokaasulaitoksen kanssa mielenkiinnolla ja positiivisessa hengessä. Usealta tilalta erikseen kyseltiin myös mahdollisista aikatauluista, milloin esimerkiksi mädätysjäännöslannoitteita voisi olla aikaisintaan saatavissa. Haastateltavien kanssa keskusteltaessa nousi yleisimmän eli peltolannoituskysymyksen ohella muutamia muitakin aiheita keskusteluun. Eräältä tilalta, joka aikaisemmin oli harjoittanut mansikan viljelyä n. 2 hehtaarin pinta-alalla, kyseltiin mädätysjäännöslannoitteiden mahdollisesta sopivuudesta mansikkamaiden lannoitukseen. Toisen tilan edustaja kyseli puolestaan kiinnostuneena, olisiko suunniteltuun laitokseen liittyen tulossa kaasun tankkausasemaa liikenteelle, huomioiden sekin, että Kuusamo on vilkas matkailupaikkakunta. Kolmannen tilan haastateltava oli puolestaan kiinnostunut urakointiyhteistyöstä, sillä hän kertoi kalustoonsa kuuluvan kaksi kuorma-autoa sekä etukuormaajalla varustetun traktorin. Kuorma-autoista toinen (ns. kasettiauto) olisi haastateltavan mukaan sopiva kuivajakeen ja toinen auto nestejakeen kuljetukseen.

1.4 Paliskunnat

Porojen teurastuksesta syntyvien sivutuotteiden määrää on arvioitu kuuden paliskunnan osalta, jotka osittain tai kokonaan sijaitsevat Kuusamon tai Taivalkosken alueella. Vuosittain teurastettujen porojen määrät on saatu paliskuntien edustajilta tai alueen teurastamoilta. Teurastuksesta syntyvien sivutuotteiden määrät on joko saatu suoraan keskitetyiltä poroteurastamoilta tai arvioitu, kun on tiedetty vain teurastettujen porojen määrä. Arvioinnissa on käytetty olettamuksena, että 70 % teurastetuista poroista on vasaaja ja 30 % aikuisia poroja ja käytetty keskimääräisiä hirvaan ja vaatimen painoja. Sivutuotteiden suhteelliset osuudet on arvioitu Lapin Ammattikorkeakoulun julkaiseman poron teurastuksen kehittämisen painopisteet, Majuri ja Muuttoranta (2019) -julkaisun mukaisesti.

Taulukko 1. Kuusamon ja Taivalkosken alueella sijaitsevien paliskuntien vuosittaiset sivuvirtamäärät poron teurastuksesta.

Paliskunta	Sivuvirta yhteensä (tonnia)	Ruoansulatus-elinten osuus (tonnia)	Muiden elinten osuus (tonnia)	Päiden ja koparoiden osuus (tonnia)
Alakitkan paliskunta	5,60	3,47	1,06	1,06
Akanlahden paliskunta	3,75	2,33	0,71	0,71
Oivangin paliskunta	19,63	12,17	3,73	3,73
Hossa-Irnin paliskunta	0,13	0,08	0,02	0,02
Kallioluoman paliskunta	5,04	3,12	0,96	0,96
Taivalkosken paliskunta	32,00	19,84	6,08	6,08
Yhteensä	66,14	41,01	12,57	12,57

1.5 Puunjalostusteollisuus

Kollismaan alueen veturiyrityksenä mekaanisessa puunjalostuksessa toimii Pölkky Oy, jolla on Koillismaalla kaksi tuotantolaitosta Kuusamossa sekä yksi tuotantolaitos Taivalkoskella. Muut alan teolliset toimijat ovat marginaalisia Kuusamon ja Taivalkosken alueella verrattuna Pölkkyyn. Taulukossa 2 on arvioituja määriä puunjalostusteollisuudessa syntyvistä sivuvirroista ja niiden nykyisistä käyttökohteista.

Taulukko 2. Puunjalostusteollisuuden sivuvirrat.

Sivuvirta	Määrä m ³ /v	Nykyinen käyttöpaikka
Kuitupuu	350 000	Oulu ja Kemi
Energiapuu	300 000	Ei käyttöä
Puru	180 000	Paikallinen käyttö lämpölaitoksissa, noin 50 000–100 000 m ³ myydään ulos
Kuori	100 000	Paikallinen käyttö lämpölaitoksissa
Hake (sellu)	350 000	Oulu ja Kemi
Höylänlastu	50 000	Osittain tuotteistettu lemmikkien kuivikkeeksi Pölkky Oy:ssä

1.6 Erilliskerättävät jätteet

Yhdyskuntien biojätettä syntyy alueella noin 3500 tonnia sekä kaupan ja teollisuuden pakattua biojätettä 2500 tonnia. Biojäte menee tällä hetkellä Oulun biokaasulaitokselle. Kartonki ja pahvia syntyy noin 490 tonnia ja ne menevät Suomen kuitukierrätys Oy:n kautta kartonkitehtaalle raaka-aineeksi. Lasia syntyy noin 180 tonnia ja se viedään Forssaan tai Viroon ja sieltä edelleen raaka-aineeksi uusiin lasipakkauksiin. Muovia

syntyy noin 1120 tonnia ja se viedään Fortumin muovinjalostamolle Riihimäelle raaka-aineeksi. Paperia syntyy noin 490 tonnia ja se päättyy paperitehtaalle raaka-aineeksi.

1.7 Voimalaitosten tuhka

Kuusamon EVO hyödyntää tällä hetkellä voimalaitostensa tuhkan rakeistuslaitoksella, joka on rakennettu Pajatien EVO:n lämpölaitoksen ja Adven Oy:n voimalaitoksen yhteyteen. Laitoksen kapasiteetti on 10 000 tonnia rakeistettua tuhkaa vuodessa ja tarkoituksena on ottaa tuhkaa vastaan myös lähikuntien alueelta. Vuoden 2023 aikana on tarkoitus myydä 500 tonnia rakeistettua tuhkaa metsänparannusaineeksi.

1.8 Vesirutto

Kanadanvesirutto eli vesirutto on haitannut Koillismaan alueen vesistöjen virkistyskäyttöä ja kalastusta jo monia vuosia. Vesiruton määriä ja hyötykäyttöselvityksiä on tehty mm. Elodea I ja Elodea II -hankkeissa. Hankkeissa on selvitetty mm. vesiruton kustannustehokkaita keruumenetelmiä vesistöistä, tehty teknillistaloudellisia selvityksiä vesiruton hyötykäytöstä maanparannus- ja lannoitekäytössä sekä arvioita vesiruton määrästä tiettyjen järvien suhteen Koillismaalla.

Elodea I -hankkeessa vesiruton määrää arvioitiin kaikuluotauksen avulla Torankijärvellä, Elijärvellä, Yli-Kitkalla, Joukamojärvellä ja Kuusamojärvellä vuonna 2016. Kaikuluotausta käyttämällä ei pystytty erottamaan uposkasveja toisistaan, mikä aiheuttaa vesiruton kokonaismäärän arvioinnille epävarmuuksia mitattujen vesistöjen suhteen. Hankkeessa toteutettujen mittausten perusteella vesiruttoa löytyi n. 10 000 tonnia. Tähän perustuen voidaan arvioida, että vesiruttoa löytyisi Koillismaan vesistöistä jopa 10-kertainen määrä.

1.9 Jätevedenpuhdistamoiden lietteet

1.9.1 Kuusamon puhdistamot

Kuusamon uusi kirkonkylän jätevedenpuhdistamo käsittelee Kuusamon keskustaajaman ja sen lähialueiden asukkaiden (n. 12 000) yhdyskuntajätevedet. Jätevedenpuhdistamolla käsitellään myös useiden yritysten ja palveluiden jätevedet sekä sako- ja umpikaivolietteet koko kunnan alueelta. Vuosittain käsitelty jäteveden määrä puhdistamolla on noin 950 000 m³. Kuivattua puhdistamolietettä puhdistamolla syntyy vuodessa n. 2170 tonnia. Rukan jätevedenpuhdistamo käsittelee vuosittain jätevesiä noin 250 000 m³. Kuivattua puhdistamolietettä syntyy vuodessa noin 700 tonnia. Lietteet on tähän asti kuljetettu Ouluun biokaasulaitokselle hyödynnettäväksi.

1.9.2 Taivalkosken jätevedenpuhdistamo

Taivalkosken jätevedenpuhdistamo käsittelee vuosittain noin 160 000 m³ jätevesiä. Tiivistettyä lietettä syntyy vuodessa noin 620 tonnia. Jätevedenpuhdistamon mukaan aumakompostituotetta on vaikeuksia saada ohjattua eteenpäin. Toiveissa olisikin, että lietteet saataisiin hyötykäytettyä jollain muulla tapaa.

1.10 Johtopäätelmät kartoitetuista arvoketjuista

1.10.1 Kalanperkaus ja -jalostus

Kalateollisuuden sivutuotteiden hyödyntämisestä haastatellut henkilöt kertoivat, että kalanperkuusta ja -jalostuksesta syntyvät sivutuotteet menevät tällä hetkellä paikalliselle turkistarhalle rehuksi. Koska turkistarhauksen jatkuminen on hyvin epävarmaa tulevaisuudessa, kertoivat haastateltavat henkilöt, että uudenlainen sivutuotteiden jalostusmahdollisuus olisi erittäin tervetullut.

Koiranruokatehtaalle, joka hyödyntäisi raaka-aineena kalojen perkuu- ja jalostuksen sivutuotteita, voisi hyvinkin olla potentiaalia alueella. Erityisesti lemmikkien raakaruokinta on viime vuosina lisääntynyt voimakkaasti. Kuten luvussa 1.1. kerrottiin, on lemmikinruokatehdasta mietitty alueelle jo aiemmin. Tällöin suunnitelmissa oli valmistaa lemmikinruokaa kuivausmenetelmällä. Mietittäessä arvoketjuja ja -verkkoja, on puuttuva palanen tällä hetkellä ulkopuolinen jalostaja, joka keräisi alueen kalatalouden toimijoiden jalostukseen sivutuotteet yhteen ja jalostaisi niistä sopivaksi arvioidulla tavalla korkeamman jalostusluokan tuotteita kuin turkistarhaamorehu.

1.10.2 Maatilojen lannat

Lantojen osalta haastatelluilta maataloilta löytyi pääosin yleisesti kiinnostusta yhteistyöhön biokaasulaitoksen kanssa, jos siellä tulevaisuudessa käsiteltäisiin myös maatalalietteitä. Iso osa tiloista oli kiinnostuneita vastaanottamaan mädätysjäännöstä, mikä on luonnollista, sillä mädätysjäännöksessä ravintoaineet ovat paremmin imeytyvässä muodossa kuin raaka-aineliitteessä. Kolme tilaa oli lisäksi halukkaita myös luovuttamaan lietalantoja biokaasulaitoksen raaka-aineksi. Nurmirehua arvioi voivansa toimittaa seitsemän tilaa. Selvitystyön perusteella maatilojen lietalantojen hyödyntämisen kiertotalouden mukaisessa hyödyntämisessä haasteellisin kohta arvoketjussa ovat lietalannan ja mädätysjäännöksen kuljetuskustannukset peilattuna mädätysjäännöksen hintaan.

1.10.3 Poron teurastuksen sivutuotteet

Poronteurastuksen sivutuotteet päätyvät Kuusamon alueella selvityksen mukaan pääsääntöisesti haudattavaksi ja jonkin verran niitä on viety aiemmin Honkajoki Oy:lle. Sivutuotteiden hautaaminen on kiertotaloudessa viimeinen vaihtoehto, jota pitäisi käyttää. Kuitenkin poron teurastuksen sivutuotteille vaikuttaisi olevan tällä hetkellä enemmän kysyntää kuin on tarjontaa (Mattila & Sauvala 2022) koirien ruokana. Mattila ja Sauvala (2022) arvelevat, että poron teurastuksen sivutuotteiden tuotteistamisen yksi isoimmista haasteista on lainsäädäntö. Sivutuotteiden säilytyksessä tulee huomioida sivutuoteastioiden merkinnät sekä säilytys. Tämän lisäksi raakaruokarehulla on tiukemmat mikrobivaatimukset sivutuotteiden hyödyntämiselle verrattuna kuumennusprosessin kautta valmistettavalle eläinrehulle. Lisäksi poron sivutuotteiden hyödyntämisessä pitää muistaa, että rehualan toimijoiden tulee rekisteröityä ja hakea laitoshyväksyntää Ruokavirastosta. Kuitenkin mikäli sivutuotteita ei käsitellä, riittää pelkkä rekisteröityminen. Rehulaitoshyväksyntä on kohtuullisen arvokas prosessi, minkä takia voisi olla järkevää perustaa yksi rehualan laitos, jossa kalatalouden ja poron teurastuksen sivutuotteita voitaisiin käsitellä. (Mattila ja Sauvala 2022)

1.10.4 Puunjalostusteollisuus

Puunjalostusteollisuuden arvoketjun/-verkoston arvioinnissa korostuu erityisesti paikallisen käytön lisääminen ja isompi arvonlisäys. Pyrolyysiteknologian kehittyessä puunjalostuksen sivutuotteista on mahdollista tulevaisuudessa jalostaa korkeamman lisäarvon tuotteita.

1.10.5 Erilliskerättävät jätteet

Erilliskerättävien jätteiden osalta biojäte olisi mahdollista hyödyntää paikallisesti biokaasun tuotannossa, mikä onkin huomioitu tämän selvitystyön maltillisessa skenaariossa.

1.10.6 Voimalaitosten tuhka

Kuusamossa on jo tuhkan rakeistuslaitos, jossa tuhka rakeistetaan käytettäväksi metsänparannusaineena, mikä on tällä hetkellä järkevä tapa hyödyntää tuhka.

1.10.7 Vesirutto

Vesiruton määriä Koillismaan vesistöissä on arvioitu Elodea I -hankkeessa, jossa tutkittujen vesistöjen osalta vesiruttoa löytyi yhteensä noin 10 000 tonnia (Karjalainen ym. 2017). Koska kyseisessä hankkeessa kartoitettiin vain muutama vesistö, on vesiruton todellinen määrä oletettavasti huomattavasti korkeampi. Vesiruton hyödyntämismahdollisuuksia on kartoitettu lisäksi Elodea II -hankkeessa, jossa potentiaalisimmiksi hyödyntämiskohteiksi vesirutolle arvioitiin biokaasutus, lannoitekäyttö sekä maanparannusaineena hyödyntäminen. Vesiruton hyötykäyttöä jatkotutkitaan keväällä 2023 alkaneessa Biomassat kierto Koillismaalla -hankkeessa.

1.10.8 Jätevedenpuhdistamoiden lietteet

Jätevedenpuhdistamoiden lietteitä voisi olla mahdollista hyödyntää raaka-aineena biokaasun tuotannossa. Ongelmallisuus biokaasun tuotannossa ovat mahdolliset mädätysjäännöksessä esiintyvät raskasmetallit ja muut haitta-aineet.

Sen sijaan EU:n uusi lannoiteasetus sallii lietteenpoltossa syntyvän tuhkan käytön jatkossa metsälannoitteena. Tutkimuksissa on havaittu, että jäteveden sisältämät lääkejäämät, mikromuovit ja typpi palavat poltossa. Lisäksi tuhkan raskasmetallipitoisuus on alle ohjearvon. Tuhkaan jää jäljelle pääasiassa fosforia sekä muita hivenaineita. Kuusamo ja Rovaniemi tulevat olemaan kansallisia tiennäyttäjiä yhdyskuntalietteiden poltossa, kun lannoiteasetus astuu voimaan. Kuusamon EVO:n on tarkoitus aloittaa lietteen poltto kesällä 2023. EVO:lla on tarkoituksena polttaa tulevaisuudessa mahdollisesti myös lähikuntien puhdistamoiden lietteitä. Lietteiden kuljetus Ouluun on maksanut Kuusamon EVO:lle vuositasolla noin 200 000 €. (Tekniikka & Talous 2023)

2 Kuusamon biotalousalue



Kuva 1. Havainnekuva Kuusamon biotalousalueen sisäänkäynnistä.

Skenaariotarkasteluissa tarkastellaan 0-skenaarion (tämänhetkinen tilanne) lisäksi 1) maltillisen kehittymisen skenaariota, jossa tarkastellaan alueen ensimmäisiä veturitoimijoita sekä maksimaalisen kehittymisen skenaariota 2), jossa mukaan otetaan tarkasteluun erityisesti puun pyrolyysin tuomat mahdollisuudet, eli bioöljyn ja biohiilen tuotannon sekä uuton yhdistäminen pyrolyysiin. Lisäksi maksimaalisen kehittymisen skenaariossa tarkastellaan myös lemmikinruokatehtaan toteutettavuutta sekä pellettitehdasta. Esitetyt laskelmat eri laitosten kohdalla perustuvat haastatteluihin, referenssilaitosten tietoihin sekä asiantuntijoiden käyttämiseen eri kustannuserien varmistamiseksi.

2.1 0-skenaario

Kirkonseudun asemakaavan muutos ja laajennus Mäntyselän teollisuusalueella on luonnosvaiheessa ja on ollut näkyvillä Kuusamon kaupungintalolla maankäytön osastolla 30.11.2022-31.1.2023. Kaava on tarkoitus saada hyväksyntään keväällä 2023. Kaava-alue sijaitsee noin kolmen kilometrin päässä Kuusamon keskustaaajamasta lounaaseen. Suunnittelualue on pääsoin metsätalousvaltaista rakentamatonta aluetta. Suunnittelualueen keskivaiheilla sijaitsee vuonna 2021 valmistunut jätevedenpuhdistamo, joka on tunnistettu teollisuusalueen osayleiskaavassa paikalliseksi veturitoimijaksi alueen kehittämisessä. (FCG 2020). Lisäksi alueelle on suunniteltu useita logistiikka-alueita, joista puutavaraterminaalialueita jo rakennetaan.

2.2 Maltillisen kehittymisen skenaario

Alueen maltillinen kehittyminen pohjautuu teollisuusalueesta tehtyyn FCG:n (2020). Kaavaselostuksessa on viitteellisesti laadittu vaiheittainen kehityssuunnitelma tavoitetilään pääsemisestä. Kehityssuunnitelma on jaettu kaavaselostuksessa kolmeen osaan sen mukaan, miten niiden on ajateltu ajallisesti toteutuvan huomioiden se, että toteutuneiden investointien osuutta put -materiaaleja voitaisiin hyödyntää in put -materiaaleina tulevissa investointikohteissa.

Tämän feasibility studyn osalta tarkastellaan maltillisen kehittymisen skenaariossa erityisesti kaavaselostuksen 1. ja 2. vaiheita, joiden suunnitelluista investoinneista osa on jo toteutunut tai on rakenteilla sekä osa suunnitteluvaiheessa. Kaavaselostuksen viitteellisessä vaiheittaisessa kehityssuunnitelmassa tapahtuneet muutokset on huomioitu. Alempana tarkastellaan alueelle suunniteltuja, rakenteilla olevia ja jo olemassa olevia investointihankkeita.

2.2.1 Alueelle tällä hetkellä suunniteltuja ja aloitettuja investointihankkeita

Kuusamon kaupunki, kehittämissyhtiö Naturpolis Oy, Kuusamon energia- ja vesiosuuskunta EVO sekä energiayhtiö Adven Oy ovat tehneet puitesopimuksen Mäntyselän alueen kehittämiseksi. Parhailaan alueelle suunnitellaan muun muassa lämpövoimalaitosta sekä biokaasulaitosta. Alueelle on suunnitella myös uudenlainen sahalaitos, joka vastaisi kokoluokaltaan Pölkky Oy:n Kitkan tuotantolaitosta. Lisäksi alueelle on rakenteilla puutermiinali.

2.2.2 Lähialueille suunnitellut ja toteutetut investointihankkeet

Metsä Fibren vuoden 2023 kolmannella neljänneksellä käynnistyvällä tehtaalla on aluetaloudellisia vaikutuksia myös Koillismaahan alueelle. Metsä Group on perustanut uuden Kajaanin puunhankintapiirin osana valmistautumista biotuotetehtaan puunhankintaan. Uusi hankintapiiri käsittää Kainuun maakunnan ja Koillismaahan. Tehtaalla tulee olemaan vaikutuksia Koillismaalle, mm. puutavaran, puukaupan ja puunjalostuksen osalta.

Kaidi Finland Oy suunnitteli rakennuttavansa Kemiin biopolttoainejalostamon. Kaidi oli kiinnostunut ostamaan esiprosessoitua energiapuuta mm. Koillismaahan alueelta tehtaan raaka-aineeksi. Tehtaan piti alkuperäisen suunnitelman mukaan valmistua vuonna 2020. Hanke on viivästynyt useita kertoja ympäristölupaprosessin haasteiden takia. Vuoden 2023 tammikuussa tuli tieto, että Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on jättänyt Vaasan hallinto-oikeuden palauttaman Kaidin biopolttoainejalostamon hakemuksen tutkimatta, koska Kaidi on ilmoittanut, että se ei tule täydentämään hakemusta. Kaidilla on kuitenkin mahdollisuus laittaa tulevaisuudessa uusi biopolttoainejalostamo koskeva hakemus vireille aluehallintovirastoon. (AVI 2023)

Boreal Bioref on suunnitellut Kemijärvelle biojalostamo, jonka investointikokoluokka on arviolta miljardi euroa. Tehtaan piti käynnistyä vuonna 2020, mutta se on viivästynyt, kun biojalostamon taustayhtiö Boreal Bioref asetettiin konkurssiin keväällä 2022. Hankkeetta on tämän jälkeen vienyt eteenpäin Vataset Teollisuus Oy, mutta tilannetta on vaikeuttanut erimielisyys osakkeiden merkinnöistä alkuperäisessä Boreal Biorefissa. Kesällä 2022 biojalostamo sai positiivisen päätöksen KHO:lta biojalostaman ympäristö- ja vesitalouslupiin (KHO 2022). Maaliskuun 2023 lopussa uutisoitiin hankkeen menevän julkisselvitykseen (Talouselämän 2023).

2.2.3 Jätevedenpuhdistamo

Kuusamon uusi jätevedenpuhdistamo avattiin Mäntyselän alueelle lokakuussa 2021. Samalla lopetettiin jätevesien vastaanotto vanhalle Torangin puhdistuslaitokselle. Sekä Mäntyselän että Rukan jätevedenpuhdistamoiden jätevesilietteet kuljetetaan tällä hetkellä Ouluun syötteiksi biokaasuntuotantolaitokseen. Tähän syynä on KHO:n kielteinen päätös paikallisesta aumakompostointiratkaisusta, koska jakeille ei katsottu olevan riittävästi paikallista käyttöä esim. viherrakentamisessa. Lietteitä on ajateltu myös voivan käyttää Mäntyselän alueelle suunnitellun biokaasulaitoksen syötemateriaaleina, mutta tällä hetkellä biokaasulaitoksen suunnittelutyössä lietteet eivät ole mukana syötemateriaaleina.

Suunnitelmat lietteiden hyödyntämisestä ovat nyt tarkentuneet, mikä liittyy EU:n uuteen lannoiteasetukseen, jonka mukaisesti lietteen poltosta syntyvä tuhkaa voidaan jatkossa käyttää metsälannoitteena. Sitä koskeva kansallinen asetus tulee voimaan kesällä 2023. Kun kansallinen asetus astuu voimaan, on Kuusamon EVO:n tarkoitus alkaa polttaa lietettä lämpövoimalaitoksessaan kiinteän polttoaineen seassa. Muutoksella olisi merkittävä vaikutus taloudellisesti, sillä pelkästään vuosittaiset kuljetuskustannukset lietteen kuljettamiseen Ouluun ovat vuosittain lähes 200 000 €. (Tekniikka & Talous)

2.2.4 Lämpölaitos

50 GWh:n kapasiteetille suunnitellun lämpölaitoksen kokonaisinvestointi on arviolta noin 10 miljoonaa euroa. Tämän kokoluokan laitoksen liikevaihto olisi arviolta noin 2 miljoonaa euroa. Materiaalikulut ovat vuodessa noin 0,2 miljoonaa euroa ja muodostuvat lähes kokonaan laitoksen polttoaineen, eli puunjalostuksen sivutuotteiden hankinnasta. Laitos työllistäisi arviolta 2–3 henkilöä. Taulukossa 3 on listattuna luvat, joita uuden biopolttolaitoksen perustaminen saattaa vaatia. Tämän kokoluokan laitos luokitellaan keskikokoiseksi laitokseksi.

Taulukko 3. Biopolttolaitosten tarvitsemat luvat ja muut hallinnolliset menettelyt. (ELY menettelykäsikirja 2022)

Menettely (laki, vastuuviranomainen)	Bio-CHP-laitos		Biolämpölaitos		Bio-CHP:n ja biolämmön pientuotanto (polttoainetehto < 1MW)
	Suuri (polttoainetehto ≥ 50 MW)	Keskikokoinen (polttoainetehto vähint. 1 MW mutta alle 50 MW)	Suuri (polttoainetehto ≥ 20 MW)	Keskikokoinen (polttoainetehto vähint. 1 MW mutta alle 20 MW)	
Alueidenkäytön suunnittelu					
Kaavoitus (MRL, Maakunnan liitto tai kunnan rakennusvalvontaviranomainen)	Kyllä	Ehkä	Kyllä	Ehkä	Ehkä
Suunnittelutarvekaisu (MRL, kunnan rakennusvalvontaviranomainen)	–	Ehkä	–	Ehkä	Ehkä
Poikkeamispäätös (MRL, kunnan rakennusvalvontaviranomainen)	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä
Tuotantolaitoksen suunnittelu					
YVA (YVAL, ELY-keskus)	Ehkä	–	Ehkä	–	–
Tutkimuslupa (Muinaismuistolaki, Museovirasto)	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä
Natura-arviointi (LSL)	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä	–
Tutkimuslupa (LunL, Maanmittauslaitos)	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä
Tuotantolaitoksen rakentaminen, päivittäminen ja verkkoon liittäminen					
Voimalaitosten rakentamista ja käytöstä poistamista koskevat ilmoitukset (Sähkömarkkinalaki, Energiavirasto)	Kyllä	Kyllä	–	–	–
Ympäristölupa (YSL, AVI tai kunnan ympäristönsuojeluviranomainen)	Kyllä	Ehkä (joko lupa tai toiminnan rekisteröinti)	Kyllä	Ehkä (joko lupa tai toiminnan rekisteröinti)	Ehkä
Toiminnan rekisteröinti (YSL, kunnan ympäristönsuojeluviranomainen)	–	Ehkä (joko lupa tai toiminnan rekisteröinti)	–	Ehkä (joko lupa tai toiminnan rekisteröinti)	–
Rakennuslupa (MRL, kunnan rakennusvalvontaviranomainen)	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Rakennuksen purkulupa (MRL, kunnan rakennusvalvontaviranomainen)	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä
Rakennuksen purkamisilmoitus (MRL, kunnan rakennusvalvontaviranomainen)	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä
Kajoamislupa (Muinaismuistolaki, Museovirasto)	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä
Vesilupa (VL, AVI)	Ehkä	Ehkä	–	–	–
Käsittely- ja varastointilupa (KemTurvL, Tukes)	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä	–
Käsittely- ja varastointi-ilmoitus (KemTurvL, pelastusviranomaisen)	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä
Poikkeus luontotyyppien suojelusta (LSL, ELY-keskus)	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä
Poikkeus rauhoitussäännöksistä ja eliölajien suojelusta (LSL, YM, ELY-keskus)	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä
Ilmoitus Natura-alueeseen vaikuttavasta toimenpiteestä (LSL, ELY-keskus)	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä
Poikkeus vesiluontotyyppien suojelusta (VL, AVI)	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä
Lentoestelupa (Ilmailulaki, Traficom)	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä	–
Hankelupa suurjännitejohdon rakentamiseen (Sähkömarkkinalaki, Energiavirasto, TEM)	Ehkä	Ehkä	–	–	–
Kiinteän omaisuuden käyttöoikeus					
Päästölupa (Päästökauppalaki, Energiavirasto)	Kyllä	Ehkä	Kyllä	–	–
Lunastuslupa (LunL, Maanmittauslaitos, valtioneuvosto)	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä
Yhdyskuntateknisten laitteiden sijoittaminen (MRL, kunnan rakennusvalvontaviranomainen)	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä
Ilmoitus johdon sijoittamisesta toisen vesialueelle (VL, ELY-keskus)	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä
Kunnan suostumus (Sähkömarkkinalaki, kunta)	Ehkä	Ehkä	–	–	–
Tuotantolaitoksen käyttäminen					
Rekisteröiminen (Sivutuotelaki ja EU:n sivutuoteasetus, kunnaneläinlääkäri, Ruokavirasto)	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä
Hyväksyminen (Sivutuotelaki ja EU:n sivutuoteasetus, kunnaneläinlääkäri, Ruokavirasto)	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä
Painelaitteen rekisteröinti (Painelaitelaki, Tukes)	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä	Ehkä

2.2.5 Biokaasulaitos



Kuva 2. Havainnekuva biokaasulaitoksesta.

Mäntyselän alueelle suunniteltu biokaasulaitos on tämänhetkisten suunnitelmien mukaan mitoitettu prosessoivan vuosittain yhteensä noin 7000 tonnin edestä yhdyskunnan, kaupan ja teollisuuden biojätteitä sekä elintarviketeollisuuden sivuvirtoja. Laitos on tarkoitus rakentaa modulaarisen laitossuunnitteluideologian mukaisesti, missä toteutettava kokonaisuus rakennetaan vakioiduista moduuleista. Tällainen menetelmä mahdollistaa ratkaisujen hyvän muokattavuuden asiakkaan tarpeisiin.

Biokaasulaitoksen syötteinä on aiemmin harkittu myös jätelietteitä, mutta tämänhetkisen suunnitelmien mukaan niitä ei ole tarkoitus hyödyntää. Laitoksen suunnittelu on kuitenkin laadittu niin, että lietereaktori voidaan toteuttaa myös jälkikäteen niin, että se ei aiheuttaisi putkituksia lukuun ottamatta muutoksia laitostekniikassa.

Laitoksen vuosittainen tuotettu lämmön määrä on arviolta noin 3000 MWh ja tuotettu sähkön määrä noin 2700 MWh. Laitoksen omaenergiakulun on arvioitu olevan lämmön osalta noin 700 MWh ja sähkön osalta noin 550 MWh. Budjettihinta-arvion mukaan kokonaisinvestointi laitoksen hankintaan olisi 2 790 000 €. Investointiavustus huomioiden investoinnin nimellisarvoksi saadaan $2\,790\,000\text{ €} - 837\,000\text{ €} = 1\,953\,000\text{ €}$. Operatiivisiksi kustannuksiksi laitokselle on arvioitu vuositasolla 233 700 €. Laitoksen operointiaikana sen arvioidaan työllistävän neljä ihmistä.

Biokaasulaitos on lupien näkökulmasta melkoisen monimutkainen kokonaisuus. Eri lupien tarve riippuu laitoksen kokonaiskonseptista sekä siitä, millaisia biomassoja laitoksella hyödynnetään. Taulukossa 4 on esitetty biokaasulaitokseen liittyviä lupakäytänteitä ja hallinnollisia menettelyjä. Biokaasulaitos on Mäntyselän kaavaselostuksen luonnoksessa sijoitettu alueella erityisalueelle (E), joka on varattu jätteiden käsittelyyn ja hyödyntämiseen liittyviä toimintoja varten. Alueelle saa rakentaa jätteen käsittelyyn, kierrätykseen sekä energiantuotantoon liittyviä rakennuksia, rakenteita ja varastokenttiä.

Koska suunniteltu biokaasulaitos on kokoluokaltaan alle 35 000 tonnia jätteitä vuodessa käsittelevä, ei YVA-menettelyä lähtökohtaisesti tarvita, jos toiminnan ei katsota, huomioiden myös muiden hankkeiden yhteisvaikutus, aiheuttavan laadultaan ja laajuudeltaan merkittäviä ympäristövaikutuksia. Taulukossa 4 on ELYN (2022) menettelykäsikirjan mukaiset luvat, joita pienen (käsiteltävä raaka-aineiden määrä alle 20 000 tonnia vuodessa) kokoluokan biokaasulaitoksen perustamisessa tulee tarkastella.

Taulukko 4. Pienen kokoluokan (käsiteltävä raaka-aineiden määrä alle 20 000 tonnia vuodessa) biokaasulaitoksen perustamisessa tarkasteltavat luvat ja niiden tarvearvio.

Menettely (laki, vastuuviranomainen)	Tarve
Kaavoitus (MRL, Maakunnan liitto tai kunnan rakennusviranomainen)	Ehkä
Suunnittelutarveratkaisu (MRL, kunnan rakennusviranomainen)	Ehkä
Poikkeamispäätös (MRL, kunnan rakennusviranomainen)	Ehkä
YVA (YVAL, ELY-keskus)	Ei
Natura-arviointi (LSL)	Ehkä
Tutkimuslupa (LunL, Maanmittauslaitos)	Ehkä
Ympäristölupa (YSL, AVI tai kunnan ympäristönsuojeluviranomainen)	Kyllä
Rakennuslupa (MRL, kunnan rakennusviranomainen)	Kyllä
Rakennuksen purkulupa (MRL, kunnan rakennusvalvontaviranomainen)	Ei
Rakennuksien purkuilmoitus (MRL, kunnan rakennusvalvontaviranomainen)	Ei
Kajoamislupa (Muinaismuistolaki, Museovirasto)	Ei
Vesilupa (VL, AVI)	Ei
Käsittely- ja varastointilupa (KemTurvL, Tukes)	Ehkä
Käsittely- ja varastointi-ilmoitus (KemTurvL, Tukes)	Kyllä
Poikkeus luontotyyppien suojelusta (LSL, ELY-keskus)	Ei
Hankelupa suurjännitejohdon rakentamiseen (Sähkömarkkinalaki, Energiavirasto, TEM)	Ei
Voimalaitosten rakentamista ja käytöstä poistamista koskevat ilmoitukset (Sähkömarkkinalaki, Energiavirasto)	Ei
Biokaasun ja biometaanin putkiston rakentamislupa (Valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta, Tukes)	Ehkä
Kaasun varastoinnin rakentamislupa (Valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta, Tukes)	Ehkä
Kaasun varastointi-ilmoitus (Valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta, pelastusviranomainen)	Kyllä

Lunastuslupa (LunL, Maanmittauslaitos, valtioneuvosto)	Ei
Yhdyskuntateknisten laitteiden sijoittaminen (MRL, kunnan rakennusvalvontaviranomainen)	Ehkä
Ilmoitus johdon sijoittamisesta toisen vesialueelle (VL, ELYkeskus)	Ei
Kunnan suostumus (Sähkömarkkinalaki, kunta)	Ehkä
Rekisteröiminen (Sivutuotelaki ja EU:n sivutuoteasetus, kunnaneläinlääkäri, Ruokavirasto)	Kyllä
Syötteenä käytettävän eläimistä saatavien syötteiden hyväksyminen (Sivutuotelaki ja EU:n sivutuoteasetus, kunnaneläinlääkäri, Ruokavirasto)	Kyllä, jos käytetään eläinperäisiä raaka-aineita.
Laitoshyväksyntä lannoitteille (Lannoitevalmistelaki, Ruokavirasto)	Ehkä
Päästölupa (Päästökauppalaki, Energiavirasto)	Ei
Painelaitteen rekisteröinti (Painelaitelaki, Tukes)	Ehkä
Turvallisuusilmoitukset	Ehkä

2.2.6 Energiatehokas sahalaitos



Kuva 3. Havainnekuva puunjalostusalueesta.

Puunjalostuksen osalta alueelle suunnitellaan rakennettavan sahalaiteos. Sahan rakentamisessa huomioidaan uuden teknologian mahdollistamat energiatehokkaat ratkaisut ja sahan sivuvirtojen mahdollisimman resurssiviisas käyttö. Saha käyttäisi raaka-aineenaan vuosittain noin 300 000 m³ pikkutukkia.

Sahoilla käsiteltävästä puusta huomattava osuus, eli noin 12 %, päätyy biomassaksi laitoksen omaan käyttöön, yleensä lämmöntuotantoon puun kuivausta varten. Käytössä olevat puunkuivausmenetelmät on kehitetty aikana, jolloin biomassalla ei juurikaan ollut kysyntää ja ne ovat energiatehokkuudeltaan vanhentuneita. Kuivauksen energiatehokkuutta voisi olla mahdollista tehostaa jopa 60 %. Puunjalostuksessa syntyvä biomassa olisi mahdollista hyödyntää muualla sen sijaan, että se käytetään kuivurin lämmöntuotantoon.

Perinteistä kuivausmenetelmää voitaisiin parantaa ainakin lämmön talteenottoon liittyvillä ratkaisuilla. Ratkaisut ovat sellaisia, jotka voidaan myös asentaa jo olemassa oleviin perinteisiin kuivaajiin (kamari- tai kanavakuivaajat) ja jotka toimivat teollisessa mittakaavassa. Ratkaisuissa kuivausolosuhteet pysyvät käytännössä samoina kuin ilman näitä ratkaisuja eli kuivauksen laatu pystytään pitämään samana. Ratkaisuina voivat olla esimerkiksi lämmönvaihdin, mekaaninen ilmapumppu sekä absorptiojärjestelmä. Näistä lämmönvaihtimen hyöty on sen edullinen hinta, ja asennuksen jälkeen sen käyttökustannukset ovat erittäin pienet. Haittapuolena on, että saatu hyöty on prosentuaalisesti suhteellisen pieni. Mekaanisen ilmapumpun tärkein hyöty on, että energiantarve pienentyy ja ulkoisen lämpöenergian tarve teoriassa poistuu kokonaan. Haitta tässä menetelmässä on todella suuri sähköenergian tarve, joka koostuu lähinnä kompressorin kulutuksesta. Absorptiomenetelmä tuottaa ylijäämälämpöä ja lisää hieman sähkönkulutusta. Erona mekaaniseen ilmapumppuun on se, että absorptiomenetelmän pääasiallinen energianlähde on lämpö. Taulukossa 5 on esitetty, mitä lupia sahalaiteosin perustaminen yleensä vähintään vaatii. Lisäksi sahalaiteosin perustamisessa, tapauksen mukaan, voidaan soveltaa taulukon 4 tietoja siltä osin, kuin ne sahalaiteosin toiminnassa näyttäytyvät. Sahalaiteosin luvitus tapahtuu yleensä kuntakohtaisesti, joten tarkemmat lupavaatimukset selviävät vasta tarkemmassa investointitarkastelussa.

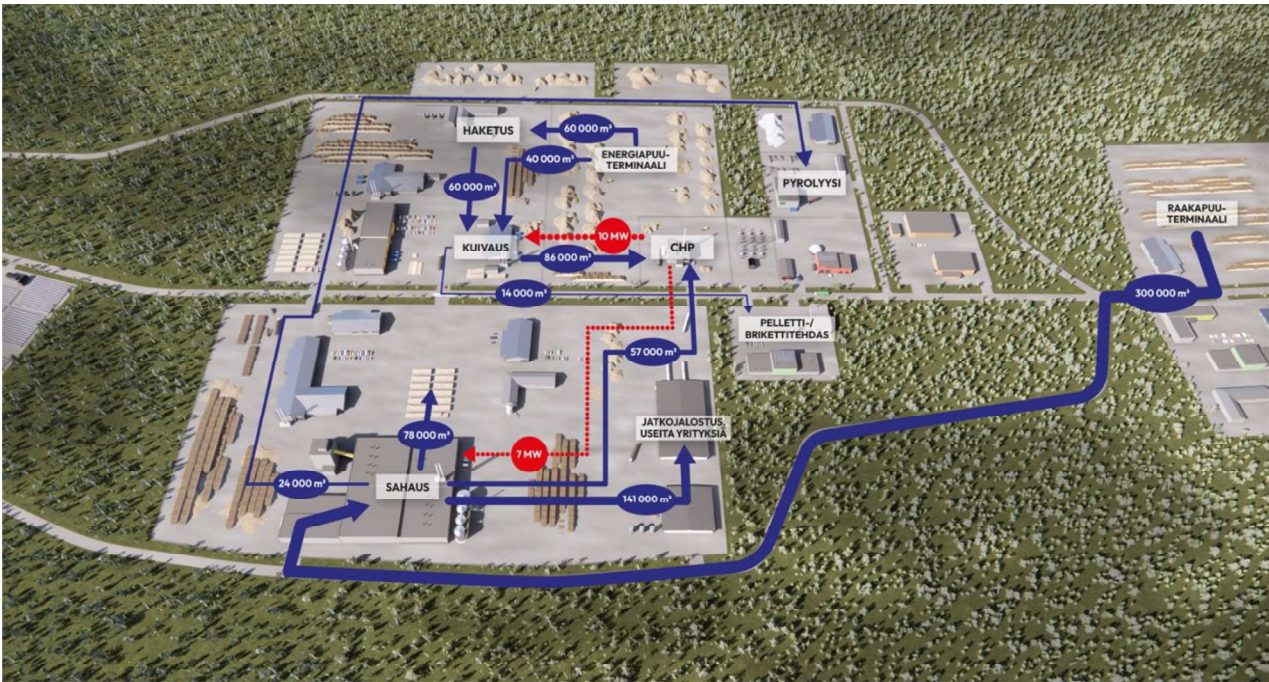
Taulukko 5. Sahalaiteosin tarvittavia luvituksia.

Lupa	Tarve
Rakennuslupa	Kyllä
Ympäristölupa	Kyllä
Energiantuotantolupa	Kyllä
Vesi- tai ilmansaasteiden hallintaa koskevat luvat	Ehkä

Tässä esitetyn kokoluokan kokonaisinvestointi on arviolta 70 miljoonaa euroa. Liikevaihto olisi arviolta noin 40 miljoonaa euroa ja liike-tulos tämän perusteella 2 miljoonaa euroa. Saha työllistäisi arviolta 50 henkilöä.

2.2.7 Yhteenveto

Maltillisen kehittymisen skenaariossa alueelle perustettavien toimintojen perusteella uutta liikevaihtoa syntyy uuden sahalaiteosin, lämpölaiteosin, biokaasulaiteosin, energiapuuterminaalin ja ainespuuterminaalin osalta yhteensä noin $(40+2+1,2+3+22,5) = 68,7$ miljoonaa euroa vuotuista liikevaihtoa. Laitokset työllistäisivät yhteensä arviolta noin 70 henkilöä. Kuvassa 4 on havainnollistettu puunjalostukseen liittyviä toimintoja alueella.



Kuva 4. Puunjalostustoimintojen materiaalivirtoja.

Tuotantolaitosten varsinaisten työntekijöiden lisäksi alue työllistäisi myös tukipalveluiden kautta. Esimerkiksi siivouspalvelut ja vartiointipalvelut on tavallista ulkoistaa. Siivouspalveluiden osalta maltillisen kehityksen skenaariossa alueen laitosten voidaan arvioida tarvitsevan 4 henkilötyövuotta. Vartiointin osalta työllistävyys määräytyy sen mukaan, miten vartiointi päätetään järjestää; Tuleeko alueelle esimerkiksi porttivartiointi ja milloin portilla on vartija paikalla. Vartiointin voidaan arvella työllistävän 1–4 henkilötyövuoden verran riippuen täysin vartiointiratkaisusta.

Suoria kustannussäästöjä maltillisessa skenaariossa tulee kuljetuskustannuksista arviolta noin puoli miljoonaa euroa, kun jätevesilietteitä ja biojätteitä ei enää kuljeteta Ouluun biokaasulaitokselle hyödynnettäväksi. Käytettävän kuorma-autoyhdistelmän mukaan täyden auton kuljetus yhdensuuntaisen matkan Ouluun 200 km aiheuttaa arviolta noin 200–300 kg:n suorat CO₂eq-päästöt (SYKE y-hiilari 2020). Vuositasolla lietteiden kuljetukset Ouluun ovat vaatineet noin sadan rekkalastin kuljettamisen Ouluun. Jos oletetaan myös biojätteiden vaatineen saman verran kuljetuskapasiteettia, on kuljetuksista aiheutuva CO₂-ekv-päästövähenevä arviolta 40–60 tonnia vuodessa.

2.3 Maksimaalinen kehittyminen

Maksimaalisessa kehitymisessä puunjalostus on edelleen isossa roolissa pyrolyysilaitoksen muodossa. Pyrolyysin teollista käyttöä on tutkittu paljon viime vuosina ja teknologiat ovat kehittyneet. Jalostettu pyrolyysiöljy on potentiaalinen vaihtoehto fossiilisille öljytuotteille. Puun pyrolyysinesteitä voitaisiin käyttää myös kasvinsuojeluaineina. Biohiilellä on lukuisia potentiaalisia käyttökohteita esimerkiksi ilman ja vesien suodatuksessa, kompostoinnissa, maanparannuksessa, kosmetiikassa, lääketieteellisyydessä sekä akku- ja metalliteollisuudessa. Lisäksi pyrolyysiin on mahdollista yhdistää myös uutto-prosessi. Uutto tuottaa hemiselluloosaa, ja siitä saatavia mahdollisia lopputuotteita ovat esim. arvosokerit ja -komponentit, pinnoitelisäaineet sekä rehu.

Pyrolyysilaitoksen lisäksi alueelle sijoittuisi tässä skenaariossa myös pellettitehdas. Pelletin kysyntä on viime vuosina kasvanut ja samaan aikaan tuotanto on kasvanut viime vuosina Suomessa vain vähän. Tilannetta hankaloitti entisestään Ukrainan sodan alkaminen helmikuussa 2022, minkä myötä pelletin tuonti Venäjältä loppui.

2.3.1 Lemmikinruokatehdas

Kalanjalostuksen ja poron teurastuksen sivutuotteita voitaisiin hyödyntää rehun valmistuksessa lemmikeille. Sivutuotteiden hyödyntämistä käsitellään sekä kuivaruonan ("nappulat") että raakaruonan valmistuksen näkökulmasta.

2.3.1.1 Kuivaruokatehdas

Koillismaan alueella syntyviä kalatalouden ja poron teurastuksen sivutuotteita voisi olla mahdollista käyttää eläinruoan valmistamiseen. Kuivaruonan ("nappulat") valmistamiseen sekoitussuhde hiilihydraattiosan ja proteiinin välillä on tyypillisesti yleensä 100:20-30 (hiilihydraatti:proteiini). Lisäksi ruokiin lisätään yleensä myös ravitsemuksellisia lisäaineita, kuten vitamiineja ja hivenaineita. Hiilihydraatiksi voidaan käyttää esimerkiksi kauraa, perunaa tai riisiä. Vehnän käyttö ei ole nykypäivänä kovin suosittua, koska siitä saattaa aiheutua mahavaivoja.

Koillismaan alueelta kartoitetuille kalanjalostuksen ja poron teurastuksen sivutuotteiden määrälle pyydettiin alustavaa arviota JPT-Industria Oy:ltä. JPT-Industria toimittaa modulaarisia ja räätälöityjä lemmikinruokatehtaita. JPT-Industrian edustajan mukaan tässä Feasibility studyssa kartoitettujen syötteen määrän perusteella investointihinta JPT-Industrian toimittamalle modulaariselle lemmikinruokatehtaalle olisi noin 2,5 miljoonaa euroa sisältäen automaation. Tuotantoprosessi koostuu seuraavista osista:

1. Annostelu
2. Jauhatus
3. Sekoitus
4. Ekstruusio
5. Kuivaus
6. Jälkirasvaus
7. Jäähdytys
8. Seulonta

Tuotantoprosessin kapasiteetti olisi 2–2,5 tonnia/h. Tehdas työllistäisi vuorossa 1–2 henkilöä. Yleisellä tasolla arvioiden kyseisen kaltaisen tehtaan pitäisi olla toiminnassa viikoittain noin 40 tuntia, jotta toiminta olisi kannattavaa. Tuotannossa on hyvä pyrkiä pitkiin tuotantosarjoihin, sillä ylös- ja alasajot ottavat oman aikansa.

2.3.1.2 Raakaruoka

Lemmikkien raakaruokat ovat viime vuosina kasvattaneet suosiotaan. Raakaruokaa ei kypsennetä tai käsitellä, minkä ansiosta ravinteet ja hyvät bakteerit säilyvät ravinnossa. Suomen suurin lemmikkien raakaruonanvalmistaja on Snellman-konserniin kuuluva MUSH.

Kalan osalta lemmikkien raakaruoassa käytetään tyypillisesti niin lohta ruotoineen kuin myös kotimaista sisävedenkalaa kuten kuhaa, haukea, särkeä tai lahnaa ruotoineen. Kalan käytöstä lemmikinruokana on huomioitava se, onko kala jauhettu kokonaisuina vai onko hyödynnetty perkuujätteistä esimerkiksi vain pää

ja ruodot. Valmistajat eivät koiranruokamarkkinoilla välttämättä ilmoita tarkemmin, mitä osia kalasta on ruokaan käytetty. Kokonainen kala on erittäin hyvää ravintosisälöltään, mutta sen sijaan hyvä fileointi ei jätä paljoa lihaa ruotoihin. (Lehtonen 2014.) Kuusamon Kalan toimitusjohtaja Juha Korhosen mukaan kalojen päät ovat haluttua tavaraa lemmikinruoaksi.

Poron käytön osalta tarkastelemalla suomalaisia raakaruokatoimijoita selviää, että porosta käytetään raakaruokiin ainakin lihaa, mahaa, keuhkoa, luuta, maksaa ja rustoa ja määrittelemättömästi ”sisäelimiä”.

Yksi vaihtoehto sivutuotteiden hyödyntämiselle raakaruokana olisi kuivausmenetelmän käyttö. Kuivausmenetelmällä valmistettuja lemmikinruokia Suomen markkinoilla ovat mm. kuivatut pienet muikut. Tämän lisäksi kalan perkuujätteitä voitaisiin hyödyntää niin ikään kuivaamalla. Perkuujätteitä (mm. kalanpäitä) voisi jauhaa ja tämän jälkeen puristaa kiinteäksi ja tämän jälkeen kuivata eläinrehuksi. Yllä kuvatun kaltaista perkuujätteiden hyödyntämisestä on mietitty Kuusamon alueella jo aiemmin, mutta tällöin suurin haaste oli löytää toiminnalle ulkopuolinen yrittäjä. Jussi Rantakankaan opinnäytetyössä on esitelty siirreltävän kalankuivaamon rakentamisen periaatteet (Rantakangas 2014). Taulukossa 6 on esitetty mitä lupia lemmikinruokatehtaan perustamiseen liittyy ja arviot niiden tarpeesta.

Taulukko 6. Lemmikinruokatehtaan perustamiseen liittyvät luvat.

Lupa	Tarve
Rakennuslupa	Kyllä, jos kiinteä rakennus.
Ympäristölupa	Ehkä, pienemmillä määrillä ilmoitus riittää
Rekisteröityminen rehualan toimijaksi	Kyllä
Rekisteröinnin lisäksi hyväksyntä	Ehkä
Vaara-analyysi ja kriittisten hallintapisteiden järjestelmä (HACCP)	Kyllä
Lääkerekhun valmistajaksi hyväksyminen	Ehkä
TSE-asetuksen mukainen hyväksyminen	Ehkä
Sivutuoteasetuksen mukainen hyväksyminen	Kyllä
Elintarvikehuoneiston hyväksyminen laitokseksi	Kyllä
Elintarvikkeiden sekä muiden eläin- ja kasvipäristöisten tuotteiden vientitodistukset	Kyllä, jos vientiä on ulkomaille.

2.3.1.3 Yhteenveto

Lemmikkiiruokatehtaan perustamiselle voisi olla potentiaalia, mutta asia vaatii lisäselvityksiä ja tietoja kalanjalostustoimijoilta. Tällä hetkellä kalajätteen koostumustietoja ei kerätä kattavasti. Lemmikkiiruokien tarkempi reseptiikka on yleisesti liikesalaisuus. Kalankäytön osalta ei ole selvää, onko eri valmistajien tuotteissa käytetty kokonaista kalaa vai perkuujätteitä, kuten kalanpäitä ja ruotoja. Niin ikään lihojen osalta osa valmistajista saattaa ilmoittaa prosenteissa, paljonko ruoassa on käytetty tiettyä lihaa ja muita elimiä, mutta näiden suhteellista osuutta ei ole ilmoitettu.

Kuivaruonan osalta huomion arvoista on, että Luonnonvarakeskuksen tilastojen perusteella Kuusamon, Taivalkosken, Posion ja Suomussalmen alueella ei viljellä ollenkaan kauraa. Rehuohraa viljellään Kuusamossa 24 hehtaarin alueella sekä perunaa Kuusamon ja Taivalkosken alueella kummassakin yhden hehtaarin alueella. Näin ollen kuivaruonan osalta lemmikkieläinruoan hiilihydraattiraaka-aine pitäisi tuoda muualta. On huomionarvoista, että eläinrehun valmistusta ei voida toteuttaa samoissa tiloissa kuin elintarviketuotteen valmistusta, joten toimintaa ei voida järjestää samoissa tiloissa kalanjalostuslaitosten kanssa.

2.3.2 Pyrolyysi

Pyrolyysilaitokset ovat Suomessa vielä suhteellisen harvinaisia, mutta esimerkiksi nopea pyrolyysi on jo todistettavasti toteutettavissa kaupallisesti kannattavasti ja uusia pyrolyysiöljytuotteistuksia on kehitteillä. Pyrolyysiöljyä voidaan käyttää raaka-aineena nestemäisten bioöljytuotteiden jalostuksessa. Nopealla pyrolyysillä valmistettu pyrolyysiöljy on kestävä vaihtoehto fossiilisille öljytuotteille.

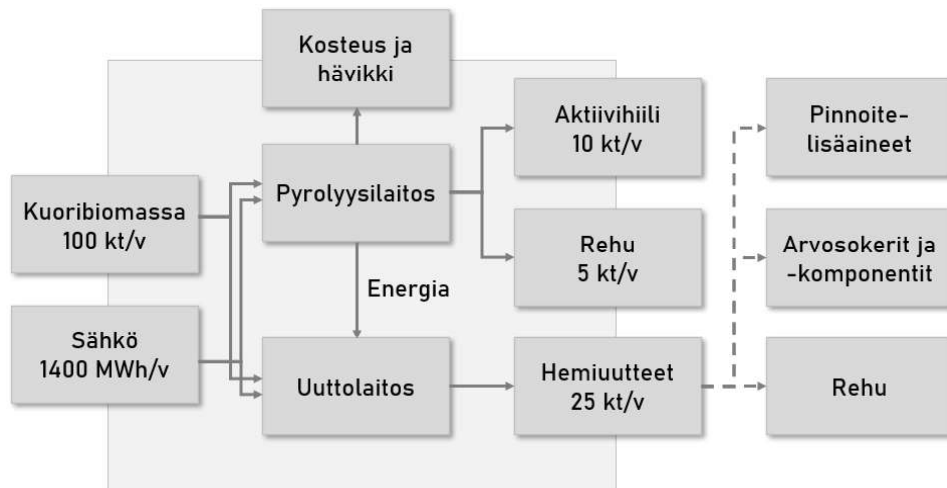
Pyrolyysiöljyä tuottava laitos, jonka kapasiteetti 24 375 tonnia pyrolyysiöljyä vuodessa, käyttäisi raaka-aineenaan noin 80 000 tonnia sahanpurua. Investointikulut laitokselle olisivat arviolta 25 miljoonaa euroa. Liikevaihto laitoksella olisi noin 7,2 miljoonaa euroa, jolla saataisiin liiketuloksena miljoona euroa. Laitos pystyisi laskelmien mukaan maksamaan muuttuvat ja kiinteät kustannukset sekä poistot. Laitos työllistäisi arviolta 8 henkilöä.

2.3.3 Yhdistetty pyrolyysi- ja uuttolaitos

Pyrolyysillä on mahdollista tuottaa myös biohiiltä. Biohiilellä on lukuisia potentiaalisia käyttökohteita esimerkiksi ilman ja vesien suodatuksessa, kompostoinnissa, maanparannuksessa, kosmetiikassa, lääketeollisuudessa sekä akku- ja metalliteollisuudessa. Yhdistetyssä pyrolyysi- ja uuttolaitoksessa pyrolyysin raaka-aineena käytettäisiin puun kuoribiomassaa.

Pyrolyysi voidaan yhdistää myös uuttoon. Uutto tuottaa hyviä arvoyhdisteitä. Uutto ei auta pyrolyysissä, mutta se vähentää hiilen ja tervan muodostusta. Uutto ei myöskään vaikuta pyrolyysinesteen alkuainesuhteisiin eikä kaasun muodostukseen. Lisäksi pyrolyysistä vapautuvaa energiaa voidaan hyödyntää uutossa.

Yhdistetyn suuren pyrolyysi- ja uuttolaitoksen kokonaisinvestointikustannus on alustavien arvioiden mukaan noin 80 miljoonaa euroa, missä pyrolyysilaitoksen investoinniksi on arvioitu 40 miljoonaa euroa ja samoin uuttolaitoksen 40 miljoonaa euroa. Uutolla ja pyrolyysillä on mahdollista tuottaa useita erilaisia lopputuotteita ja jatkojalosteita. Laitoskokonaisuuden kapasiteetti raaka-aineen eli kuoribiomassan osalta on 100 000 tonnia vuodessa. Kuvassa 5 on esiteltyä yhdistetyn pyrolyysi- ja uuttolaitoksen prosessiä.



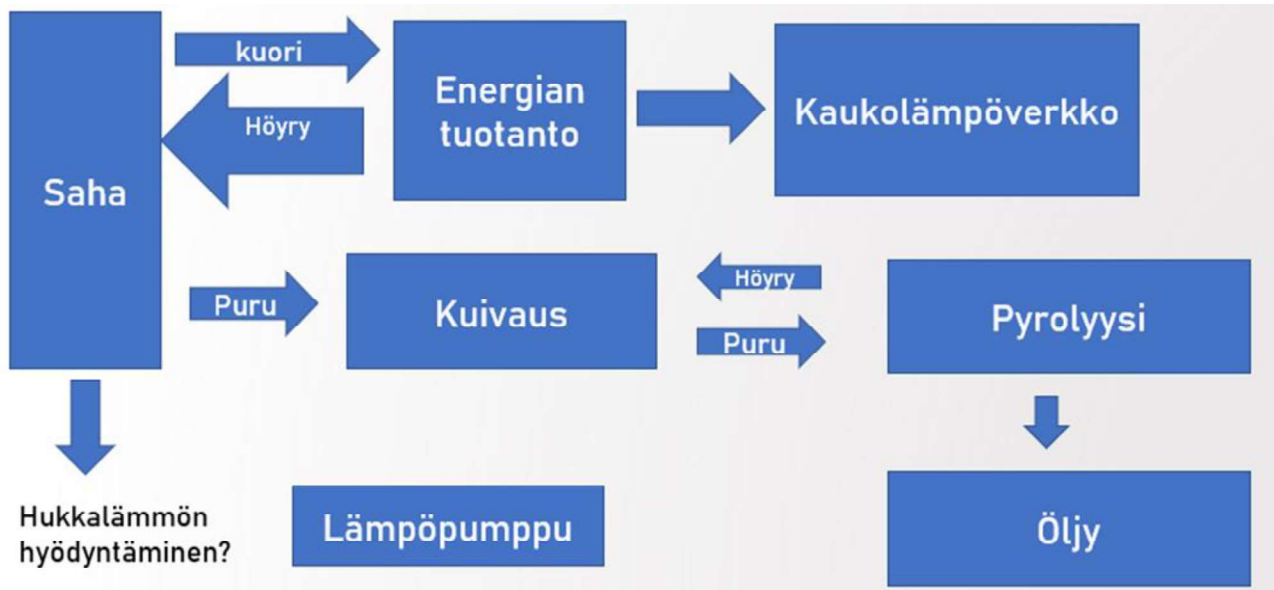
Kuva 5. yhdistetyn pyrolyysi- ja uuttolaitoksen prosessi.

Tuottamalla yhdistetyssä uutossa ja pyrolyysissä hemiuutteita, aktiivihiiltä ja rehua voidaan alustavien laskelmien perusteella arvioida laitospokkonaisuuden olevan erittäin kannattava. Laskelmien perusteella laitospokkonaisuudelle saatiin nettohyötyarvoksi 74 miljoonaa euroa, sisäiseksi korkokannaksi 14 % ja takaisinmaksuajaksi 6 vuotta. Laitos työllistäisi arviolta 8 henkilöä.

2.3.4 Saha, pyrolyysilaitos ja lämpölaitos: energiaintegraatti

Alueen sahan toiminnot voisivat olla yhdistettävissä lämpölaitoksen ja pyrolyysilaitoksen kanssa, mikä tuottaisi synergiaetuja. Kuvassa 6 on esitettyä sahan, pyrolyysilaitoksen ja lämpölaitoksen energiaintegraatti.

Sahan toiminnassa syntyy arviolta noin 11 % kiinto-m³ purua laskettuna kuorettoman tukin tilavuudesta. Purun määrä vaihtelee käytettävän sahateknologian, haketuksen ja tukkiluokkien mukaan. Purua voisi olla mahdollista hyödyntää pyrolyysilaitoksen raaka-aineena. Mikäli pyrolyysilaitoksella on parempaa maksukykyä raaka-ainehankintaan kuin lämpölaitoksella, paranee sahan sivutuotekannattavuus vastaavasti. Sahan mekaanisen ilmapumpun ylijäämälämpöä voitaisiin hyödyntää kaukolämmön tuottamiseen sekä rakennusten lämmittämiseen tai kuoren kuivaamiseen.



Kuva 6. Energiaintegraatti: saha, pyrolyysi ja kaukolämpölaitos.

2.3.5 Aurinkopuisto

Mäntyselän alueelle on varattu 5 hehtaaria aurinkopuiston perustamista varten. Suunnilleen samalla korkeusasteella Kuusamon kanssa sijaitsevan Simon kunnan alueelle on suunniteltu yli 50 hehtaarin kokoista aurinkopuistoa. Kyseisen kokoisen aurinkopuiston on arvioitu voivan tuottaa vuosittain 70 000 MWh sähköä. Tämän perusteella viiden hehtaarin kokoisen puiston voitaisiin arvioida tuottavan sähköä vuosittain vajaat 7000 MWh. Voimalan teho olisi arviolta noin 7 MW. Vastaavan kokoisten aurinkopuistojen investointikulut ovat arviolta 2–3 miljoonaa euroa.

ELY-keskus luokittelee teollisen mittakaavaan aurinkovoimaloiksi vähintään yhden MW:n tehoiset voimalat. ELY-keskus on koostanut tiedot, mitä lupia ja menettelyitä saatetaan tarvita aurinkovoimalan perustamiseen. ELY-keskuksen mukaan aurinkoenergiajärjestelmän rakentamiseen ei ole Suomessa olemassa valtakunnallista yhtenäistä ohjeistusta. Taulukossa 7 on esitelty teollisen aurinkovoimalan perustamisessa tarkasteltavat luvat.

Taulukko 7. Aurinkovoimalan perustamiseen liittyvät luvat.

Menettely (laki, vastuuviranomainen)	Teollinen aurinkovoimala (> 1 MW)
Kaavoitus (MRL, Maakunnan liitto tai kunnan rakennusviranomainen)	Sisällytetty Mäntyselän alueen kaavaluonnokseen.
Suunnittelutarveratkaisu (MRL, kunnan rakennusviranomainen)	Kyllä
Poikkeamispäätös (MRL, kunnan rakennusviranomainen)	Ehkä
YVA (YVAL, ELY-keskus)	Ehkä

Tutkimuslupa (Muinaismuistolaki, Museovirasto)	Alueelle tehty inventointi, jossa ei löydetty kiinteitä muinaisjäännöksiä tai muita arkeologiseen kulttuuriperintöön kuuluvia kohteita. Inventointi on riittävä, mutta, kaavaselostuksessa tulee todeta tehty inventointi ja sen tulokset.
Natura-arviointi (LSL)	Ehkä
Tutkimuslupa (LunL, Maanmittauslaitos)	Ehkä
Voimalaitosten rakentamista ja käytöstä poistamista koskevat ilmoitukset (Sähkömarkkinalaki, Energiavirasto)	Kyllä
Rakennuslupa (MRL, kunnan rakennusviranomaisen)	Ehkä
Toimenpidelupa (MRL, kunnan rakennusvalvontaviranomaisen)	Ehkä
Rakennuksien purkulupa (MRL, kunnan rakennusvalvontaviranomaisen)	Ei
Rakennuksen purkamisilmoitus (MRL, kunnan rakennusvalvontaviranomaisen)	Ei
Kajoamislupa (Muinaismuistolaki, Museovirasto)	Ei, alueelta ei löydetty muinaisjäännöksiä selvityksessä.
Poikkeus luontotyyppien suojelusta (LSL, ELY-keskus)	Ei
Poikkeus rauhoitussäännöksistä ja eliölajien suojelusta (LSL, YM, ELY-keskus)	Ei
Ilmoitus Natura-alueeseen vaikuttavasta toimenpiteestä (LSL, ELY-keskus)	Ei
Hankelupa suurjännitejohdon rakentamiseen (Sähkömarkkinalaki, Energiavirasto, TEM)	Ei
Lunastuslupa (LunL, Maanmittauslaitos, valtioneuvosto)	Ehkä
Yhdyskuntateknisten laitteiden sijoittaminen (MRL, kunnan rakennusvalvontaviranomaisen)	Ehkä
Ilmoitus johdon sijoittamisesta toisen vesialueelle (VL, ELYkeskus)	Ehkä
Kunnan suostumus (Sähkömarkkinalaki, kunta)	Ehkä

2.3.6 Pellettitehdas

Pellettimarkkinat ovat olleet vakaassa kasvussa viime vuosina, ja tämän lisäksi Ukrainan sota on aiheuttanut tilanteen, jossa pelletille on Suomessa paljon enemmän kysyntää kuin on tuotantoa. 20 000 tonnin vuotuisen kapasiteetin pellettitehtaan investointiarvo on noin 1,5 miljoonaa euroa. Toiminnassa olleessaan tehdas työllistäisi arviolta noin viisi henkilöä. Pellettitehtaalle voidaan arvioida tarvittavan samat luvat kuin sahalaitokselle.

2.3.7 Yleisimpien lupien käsittelyaikoja

Taulukossa 8 on lueteltuna joidenkin yleisimpien lupien käsittelyaika-arvioita. On huomion arvoista, että eri lupien käsittelyajat vaihtelevat sekä alueellisesti että ajankohdallisesti.

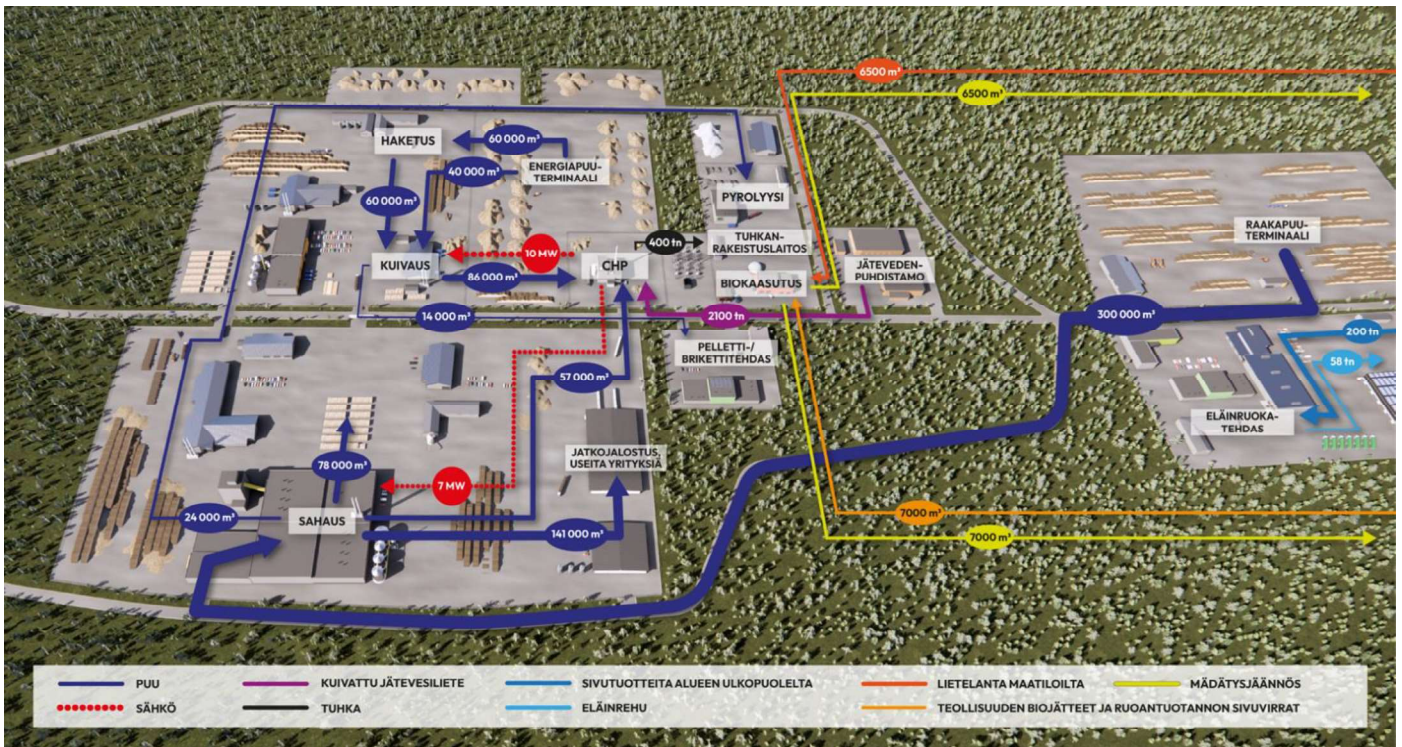
Taulukko 8. Yleisimpien lupien käsittelyaikoja.

Lupa/prosessi/menettely	Käsittelyaika
YVA	min. 1 vuosi
Ympäristölupa	Suurin osa alle vuoden, paljon vaikuttaa toimiala sekä se, kuinka hyvin ympäristölupahakemus on valmisteltu.
Rakennuslupa	Yleensä kuukaudesta muutamaan kuukauteen
Toimenpidelupa	Yleensä kuukaudesta muutamaan kuukauteen
Poikkeamislupa	Max. 3 kuukautta
Suunnittelutarveratkaisu	Max. 3 kuukautta

2.3.8 Yhteenveto

Yhdistetty pyrolyysi- ja uuttolaitos, lemmikinruokatehdas sekä pellettitehdas työllistäisivät yhteensä arviolta noin 15 henkilöä. Uutta liikevaihtoa syntyisi arviolta noin 20+1+3=24 miljoonaa euroa. Investointikustannukset uusille laitoksille olisivat arviolta yhteensä noin 85 miljoonaa euroa. Maksimaalisen kehityksen skenaariossa puunjalostuksen sivutuotteille voidaan luoda huomattavaa lisäarvoa; Sahanpurun jalostaminen pyrolyysillä bioöljyksi tuo raaka-aineelle yli 5 miljoonan euron lisäarvon, kun 2 miljoonaa euron arvoinen raaka-aine jalostetaan 7,2 miljoonan euron arvoiseksi tuotteeksi.

Yhdistetyssä uutossa ja pyrolyysissä alustavien laskelmien ja tämänhetkisten puusivutuotteiden ja valmiiden jalostustuotteiden hintojen mukaan vuosittainen jalostettava 100 000 tonnia puun kuoribiomassaa maksaisi raaka-ainehankintana 3 miljoonaa euroa. Kuoribiomassasta jalostettavien tuotteiden arvo voisi olla noin 20 miljoonaa euroa perustuen tämänhetkisiin arvioihin myyntihinnasta. Kuvassa 7 on havainnollistettu maksimaalisen skenaarion toimintoja alueella



Kuva 7. Maksimaalisen skenaarion toimintoja alueella.

Maksimaalisen skenaarion toiminnoilla on toteutuessaan myös merkittäviä hiilikädenjälkivaikutuksia. Pyrolyysiöljyllä voidaan korvata esimerkiksi kevyttä ja raskasta polttoöljyä. Pyrolyysiöljyn tehollinen lämpöarvo on noin puolet kevyen ja raskaan polttoöljyn lämpöarvosta (Motiva 2021). 24 375 tonnia pyrolyysiöljyä vastaa energiasisällöltään siis n. 12 000 tonnia kevyttä tai raskasta polttoöljyä. Kyseinen määrä raskasta polttoöljyä poltettuna aiheuttaa n. 38 800 tonnin CO₂-eq-päästöt. (SYKE y-hiilari 2020). Koska pyrolyysiöljyllä tuotettu energia tuottaa yli 90 % vähemmän kasvihuonekaasuja, on hiilikädenjälkivaikutus merkittävä.

Maksimaalisen skenaarion myös välilliset työllisyysvaikutukset kasvavat: siivous työllistäisi arviolta kaksi henkilötyövuotta lisää. Skenaariossa 2 alueelle voisi mahdollisesti avautua myös esimerkiksi lounasravintola. Lounasravintola, jossa tehdään töitä vain yhdessä vuorossa, työllistäisi arviolta 2–4 henkilöä.

3 Johtopäätökset ja suositukset

Alueen veturitoimiala on metsäteollisuus. Alueen toiminta tulee rakentumaan alussa vahvasti sen ympärille. Pyrolyysi on teollisena toimialana suhteellisen nuori, mutta on kehittynyt paljon viime vuosina. Tässä työssä esitetyn alustavan laskelman mukaan yhdistetty pyrolyysi- ja uuttolaitos vaikuttaisi erittäin potentiaaliselta ja taloudellisesti kannattavalta vaihtoehdolta investoinniksi alueelle. Pyrolyysilaitoksen myötä alueelle voisi syntyä skenario 2:ssa myös pyrolyysi- ja uuttotuotteiden jatkojalostusta korkean lisäarvon tuotteiksi. Tämä tukisi myös alueen tavoitetta olla pelkkien raaka-aineiden sijaan myös valmiiden tuotteiden tuottaja. Pyrolyysilaitoksen osalta suosituksena on alkaa valmistella investormateriaalia.

Kalanjalostuksen sivutuotteiden osalta alueelle on jo aikaisemmin mietitty ja tehty tarkempiakin laskelmia, mutta ongelmaksi muodostui aiemmin se, että kalanjalostustoimija ei halunnut itse operoida laitosta vaan olisi halunnut siihen ulkopuolisen toimijan. Kalanjalostuksen sivutuotteiden korkeamman lisäarvon

jatkohyödyntämiseen tarvittaisiin yrittäjä, joka keskitetysti hoitaisi sivutuotteiden keruun eri toimijoilta ja jatkojalostuksen alueella. Poron teurastuksen osalta sivutuotteiden parempaa hyödyntämistä voitaisiin kehittää esimerkiksi hankkeistuksen kautta. Hankkeistukseen voitaisiin benchmarkata esimerkiksi Parasta palkisilta! -hanketta (2022), jossa tarkoituksena oli löytää talteenottomalleja erilaisille teurastuksen yhteydessä syntyville sivujakeille sekä kartoittaa kysyntää niiden jatkojalostukselle. Toisaalta poron teurastuksen sivutuotteita voisi hyödyntää sama taho kuin kalanjalostuksen sivutuotteita. Ehdituksena onkin, että sekä poron teurastuksen että kalanjalostuksen sivutuotteiden parempaa hyödyntämistä vietäisiin eteen päin hankkeistuksen avulla. Hankkeeseen osallistettaisiin aiheeseen liittyvät sidosryhmät ja luotaisiin alueelle sopiva liiketoimintamalli sivutuotteiden hyödyntämiseen.

Biokaasulaitos arvioitiin tässä työssä alueen varhaisen vaiheen toimijoihin ja sen saaminen alueelle mahdollisimman pian on perusteltua jo siksi, että säästettäisiin merkittävä määrä kuljetuskustannuksia, kun biojätettä ei tarvitsisi kuljettaa Ouluun asti hyödynnettäväksi. Biokaasulaitokselle tehdyssä investointisuunnitelmassa on optio myös lietereaktorille, jossa voitaisiin hyödyntää maataloilta saatavaa lietelantaa. Haastattelujen perusteella lietettä olisi saatavilla tarpeeksi alueen maataloilta ja mädätysjäännöksellekin vaikuttaisi löytyvän tarpeeksi käyttöä alueellisesti lannoitteena. Biokaasun jalostaminen liikennekäyttöön on myös yksi vaihtoehto energian tuotannon lisäksi. Kaasun jakeluaseman perustamisen kannattavuus perustuu pitkälti paikallisen ja ohikulkevan raskaan liikenteen määriin ja kuljetusliikkeiden kiinnostukseen investoida kaasukäyttöisiin autoihin tulevaisuudessa.

Lähdeluettelo

AVI. 2023. Kaidin Kemian biopoltoainetalostamon ympäristö- ja vesitalouslupaprosessi on päättynyt ilman lupaa toiminnalle. AVI. Saatavilla: <https://avi.fi/tiedote/-/tiedote/69963882>

ELY. 2022. Uusiutuvan energian tuotantolaitosten lupamenettelyt ja muut hallinnolliset menettelyt. ELY. <https://www.ely-keskus.fi/documents/44517405/0/Menettelyk%C3%A4sikirja+2022.pdf/Od83b61b-a18e-7d54-5083-41ffbaedd2bf?t=1667475643062>

FCG. 2020. Teollisuusalueen osayleiskaava. FCG. Saatavilla: <https://www.kuusamo.fi/tiedostot/teollisuusalueen-oyk-ehdotus-selostus/>

Jeppo Biogas Ab. 2023. Lannoitetuotanto. Jeppo Biogas Ab. Saatavilla: <https://jeppobiogas.fi/tuotteet/lannoitetuotanto/>.

Kapuinen, P. 2016. <https://biobisnesta.fi/wp-content/uploads/2018/01/Orgaanisen-jnnksen-ravinnekytt.pdf>. Biobisnestä Pirkanmaalle –hanke. Saatavilla: <https://biobisnesta.fi/wp-content/uploads/2018/01/Orgaanisen-jnnksen-ravinnekytt.pdf>

KHO. 2022. KHO piti voimassa Kemijärven biotuotetehtaalle myönnetyn ympäristö- ja vesitalousluvan. KHO. Saatavilla: <https://www.kho.fi/fi/index/ajankohtaista/tiedotteet/2022/khopitivoimassakemijarvenbiotuotetehtaallemyonnetynymparisto-javesitalousluvan.html>

Lehtonen, J. 2014. Koiran raakaruokinta. Nordic Katiska. Saatavilla: https://www.katiska.eu/wp-content/uploads/2014/07/koiran_raakaruokintasuunnitelma.pdf

LUKE. 2022. Käytössä oleva maatalousmaa 2022 (ennakko). LUKE. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/kaytossa-oleva-maatalousmaa/kaytossa-oleva-maatalousmaa-2022-ennakko>

Majuri, K. ja Muuttoranta, K. Poroteurastuksen kehittämisen painopisteet. 2019. Lapin Ammattikorkeakoulu. <https://www.virtuaaliteurastamo.fi/wp-content/uploads/2021/06/Poroteurastuksen-kehittamisen-painopisteet.pdf>

Motiva. 2021. Biopolttoaineiden lämpöarvoja.

https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia/tietolahteita/biopolttoaineiden_lampoarvoja

Parasta palkisilta! -hanke. 2022. Parasta palkisilta! -hankkeen loppuraportti. Sodankylän kunta. Saatavilla:

<https://www.sodankyla.fi/wp-content/uploads/2022/12/loppuraportti-final.pdf>

Rantakakangas, J. 2014. Siirreltävä kalankuivaamo. Karealia-ammattikorkeakoulu. Saatavilla:

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/75299/Rantakangas_Jussi.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ruokavirasto. 2023. Ehdollisuuden opas on julkaistu – ehdollisuus on viljelijätukien perusehto.

Ruokavirasto. Saatavilla: <https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/uutiset/ehdollisuuden-opas-on-julkaistu/>

Syke. 2020. Y-HIILARI Hiilijalanjälki -työkalu. Saatavilla: [https://www.syke.fi/fi-](https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Kulutus_ja_tuotanto/Laskurit/YHiilari)

[FI/Tutkimus_kehittaminen/Kulutus_ja_tuotanto/Laskurit/YHiilari](https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Kulutus_ja_tuotanto/Laskurit/YHiilari)

Talouselämä. 2023. Kemijärven pieleen mennyt selluhanke menee nyt julkisselvitykseen – ”Järjestely on mahdollisesti ollut sopimaton”. Talouselämä. Saatavilla: [https://www.talouselama.fi/uutiset/kemijarven-](https://www.talouselama.fi/uutiset/kemijarven-pieleen-mennyt-selluhanke-menee-nyt-julkisselvitykseen-jarjestely-on-mahdollisesti-ollut-sopimaton/2aec3406-790b-43bc-9565-d7cf44e44642)

[pieleen-mennyt-selluhanke-menee-nyt-julkisselvitykseen-jarjestely-on-mahdollisesti-ollut-sopimaton/2aec3406-790b-43bc-9565-d7cf44e44642](https://www.talouselama.fi/uutiset/kemijarven-pieleen-mennyt-selluhanke-menee-nyt-julkisselvitykseen-jarjestely-on-mahdollisesti-ollut-sopimaton/2aec3406-790b-43bc-9565-d7cf44e44642)

Tekniikka & Talous. 2023. Yhdyskuntalietettä aletaan polttaa puun seassa – Suomi sallii kohta lietetuhkan levittämisen metsään lannoitteeksi. Tekniikka & Talous. Saatavilla:

<https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/yhdyskuntalietetta-aletaan-polttaa-puun-seassa-suomi-sallii-kohta-lietetuhkan-levittamisen-metsaan-lannoitteeksi/00c6beac-4be8-4118-b398-1a10271da230>

