

Vastaanottaja
Arto Seppänen
Utajärven kunta

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
30.9.2015

UTAJÄRVEN KUNTA

PUUTA-HANKE

PUUNJALOSTUSKESKUKSEN SELVI- TYSTYÖ



PUUTA-HANKE
PUUNJALOSTUSKESKUKSEN SELVITYSTYÖ

Päivämäärä 30.9.2015
Laatija Jukka Jalovaara, Aku Tuppurainen, Mirja Mutikainen, Heli Uimarihuhta,
Eero Parkkola
Hyväksyjä Arto Seppänen
Kuvaus PUUTA-hanke – Puunjalostuskeskuksen selvitystyö

Viite 1510020822

SISÄLTÖ

	Johdanto	1
1.	Liiketoiminnan lähtökohdat ja tavoitteet	2
1.1	Lähtökohdat	2
1.2	Yleiset riskit	2
1.3	Tavoite	2
2.	Toiminnan yleiskuvaus	3
2.1	Puunjalostuskeskuksen määritelmä, toiminta ja tavoite	3
2.2	Yleisiä operointi-, omistus-, ja liiketoimintamalleja	3
2.3	Raaka-aineet ja tuotteet	4
2.4	Kilpailuedut	5
3.	Tarvittavat pääteknologiat	6
3.1	Kuivauksen teknologiavaihtoehdot	6
3.1.1	Rumpukuivurit	6
3.1.2	Kuljetinkuivurit	7
3.1.3	Siilokuivurit	7
3.1.4	Vastavirtakuivuri	8
3.1.5	Viirakuivuri	8
3.1.6	Lavakuivuri	8
3.1.7	Yhteenveto	8
3.2	Energiantuotannon teknologiavaihtoehdot	9
3.2.1	Höyryturbiinit ja -koneet	9
3.2.2	ORC (Organic Rankine Cycle)	9
3.2.3	Polttomoottorit	10
3.2.4	Kaasutusprosessi	11
3.2.5	Yhteenveto	12
3.3	Muun toiminnan teknologiat	12
4.	Mahdollinen asiakaskunta ja puunjalostuskeskuksen mitoitus	13
4.1	Mahdollinen asiakaskunta	13
4.2	Puunjalostuskeskuksen mitoitus	15
4.3	Kuivatun puun mahdollisia käyttökohteita	15
5.	Kuivauksen ja energiantuotannon mitoitus ja energiantarve	16
5.1	Yleistä	16
5.2	Puun kuivaus	16
5.3	Energiantuotantolaitos	17
5.4	Yhteenveto	17
6.	Tilantarvetarkastelu	17
7.	Sijaintitarkastelu	18
7.1	Yleistä	18
7.2	Maankäyttö- ja kaavoitus	18
7.3	Maaperä ja topografia	19
7.4	Suojelukohteet	20
7.5	Alueen infrastruktuuri ja kunnallistekniikka	21
7.6	Pelastus- ja paloturvallisuusasiat	22
7.7	Esityksiä sijaintivaihtoehdoista	22

8.	Kustannustarkastelu	23
8.1	Yleistä	23
8.2	Alustavat kustannusarviot	24
8.2.1	Investointiarviot	24
8.2.2	Käyttö- ja kunnossapitokustannusarviot	25
9.	Alustava budjetti- ja kannattavuuslaskelma	26
9.1	CHP-laitoksen syöttötariffi	26
9.2	Laskelman tulokset ja tulosten tulkinta	27
9.3	Arvioita puunjalostuskeskuksen lisäarvon vaikutuksesta puusta saatavan hintaan	28
10.	Alueelliset synergiatarkastelut ja vaikutukset aluetalouteen	29
11.	Liiketoimintasuunnitelma	30
12.	Yhteenveto ja johtopäätökset	31

LIITTEET

Liite 1

Benchmarking – verrokkianalyysi puuterminaaleista

Liite 2

ALUSTAVA LIIKETOIMINTASUUNNITELMA

JOHDANTO

Utajärven kunnan toimeksiannosta Ramboll Finland Oy on laatinut PUUTA -esiselvityshankkeen Puunjalostuskeskuksen selvitystyön. PUUTA (Puuraaka-aineen hyödyntäminen Utajärvellä) -hankkeen tavoitteena on määrittää ja edistää järjestelmällistä muutosta kohti uusiutuvien luonnonvarojen laajempaa ja määrätietoisempaa käyttämistä niin, että myös sivuvirtojen tuomat synergiat on huomioitu.

Selvitystyön tavoitteena oli kuvata Utajärven Mustikkakankaan alueelle sijoitettavan puunjalostuskeskuksen alustava liiketoimintamalli ja mahdollinen asiakaskunta sekä määrittää potentiaaliset keskuksen toimintaan liittyvät yritykset. Työssä on lisäksi kuvattu liiketoimintasuunnitelman pääkohdat ansaintalogiikan, kannattavuuden, kokoluokan, pääomien, riskien sekä toimintaan liittyvien kriittisten tekijöiden kannalta. Teknologia-, sijainti- ja tilantarvetarkasteluja on myös raportissa esitetty kattavasti, koska nämä ovat tärkeitä tietoja puunjalostuskeskuksen toiminnan kannalta.

Työssä tarkastellun puunjalostuskeskuksen tavoitteena on käsitellä ja jalostaa puumateriaalia palvelun tuotteillaan niin energia- kuin ainespuunkin käyttäjiä. Työn tarkasteluajankohtana on käytetty noin vuotta 2020, jolloin puunjalostuskeskus perustettaisiin.

Selvitystyön tuloksena saadaan lähtökohtia, joiden avulla voidaan tehdä päätöksiä puunjalostuskeskuksen jatkosuunnittelun suhteen. Työn kautta saatuja lähtökohtia ovat mm. puunjalostuskeskuksen mahdollinen kapasiteetti ja asiakaskunta.

1. LIIKETOIMINNAN LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET

1.1 Lähtökohdat

Puunjalostuskeskuksen liiketoiminta ja kannattavuus perustuu huonompilaatuisen puun jalostusarvon kohottamiseen, jolloin lopputuotteen laatu paranee ja laadunvaihtelut vähenevät. Lisäksi puunjalostuskeskus mahdollistaa tarvittaessa suoraan lopputuotteeksi kelpaavan puun kausi- ja puskurivarastoinnin, jolloin lopputuotteen toimitusvarmuus paranee ja toimitusajat lyhenevät. Puunjalostuskeskus tehostaa myös puuraaka-aineen käsittelyä ja lopputuotteen kuljetusta perinteiseen tienvarsikäsitteeseen ja kuljetukseen verrattuna.

Puunjalostuskeskuksen tuotteiden kokonaiskysyntään vaikuttavat ennen kaikkea asiakkaat, tuotteiden hinnat, toimitusvolyymit sekä toiminnan vakiintuminen ja toimitusvarmuus. Kannattavuuden kannalta oleellista on, että keskuksen tuoma ylimääräinen vaihe logistiikkaketjussa ei lisää merkittävästi tuotteen hintaa ja/tai toiminta tuo merkittävää lisäarvoa mm. optimaalisen tuote- ja toimitusvarmuuden kautta.

Liiketoiminnan kannalta puunjalostuskeskuksen perusta on riippuvainen monesta, usein ulkopuolisesta, tekijästä. Liiketoiminnan perustamisvaiheessa tulee varmistaa:

- Saatavilla oleva raaka-aine (volyymi ja sen vaihtelut)
- Asiakkaat (riittävä läheisyys, riittävä kysynnän volyymi ja pysyvyys)
- Keskuksen optimaalinen sijainti ja koko suhteutettuna puunhankinta-alueeseen sekä asiakkaan tarpeisiin
- Maanomistus- kaavoitus- ja luvitus- ja kysymykset laajentumismahdollisuuksineen
- Infrastruktuuri, kunnallistekniikka, pelastus- ja paloturvallisuus sekä mahdolliset rajoitteet
- Ympäristöolosuhteet
- Sisäisen toiminnan arvioitu suuruusluokka sekä tarvittavat investoinnit ja kustannukset
- Rahoitus
- Toimiva liiketoiminta- ja hallintomalli sekä muut keskeiset sopimukset

1.2 Yleiset riskit

Liiketoimintaan ja sen kannattavuuteen liittyviä yleisiä riskejä ovat:

- Luvitus-/valitusprosessit (mahdollisesti vuosien viivästys)
- Toimivan operaattorin löytyminen (alussa liiketaloudellinen kannattavuus voi olla epävarmaa)
- Useamman omistajan ja yrittäjän yhteistoimintamalli (voi olla hankala hallinnoida)
- Suhdanteiden ja puun käytön vaihtelut sekä vaikutus hintaan (lainsäädäntö, tukijärjestelmät, päästökauppa)
- Päällekkäisyys ja kilpailu laajempien puunhankintaorganisaatioiden ja vastaavien toimijoiden kanssa
- Logistisen ketjun ylimääräinen vaihe, jolloin merkittävän lisäarvon saavuttaminen on varmistettava
 - o ylimääräinen purku ja lastaus tehtävä kustannustehokkaasti
 - o merkittävää lisäkannattavuutta tuotteiden jalostuksesta, palvelusta yms.
 - o materiaalivirtojen taseus realisoitava taloudelliseksi hyödyksi

1.3 Tavoite

Puunjalostuskeskuksen toiminnan tavoitteena on luoda liiketoimintaa siellä toimiville yrityksille. Ennen varsinaista toimintaa tarvittavat selvitykset, aluesuunnitelmat ja rakentaminen voivat myös olla merkittäviä työllistäjiä. Toiminnan aikana liiketoimintaa lisäävä toiminta voidaan jakaa seuraaviin osiin:

- Liiketoiminnan johtaminen: kehitys, investoinnit ja niiden rahoitus, myynti, ansainnan varmistaminen
- Hallinto ja operatiivinen toiminta: toiminnan käytännön koordinointi, asiakasyhteyksien ja maksuliikenteen käytännön hoitaminen
- Puunjalostuskeskuksen toiminnot: varastointivalmiuden ylläpito, saapuvan raaka-aineen purku, sisäiset siirrot, puumateriaalin käsittely ja jalostus, muut mahdolliset käsittelyt, lähtevän materiaalin kuormaus ja mahdollinen toimitus
- Alueen ja laitteistojen ylläpito- ja huoltotoiminnot
- Lisäarvopalvelut: varastohallintajärjestelmä, seurantajärjestelmät ja mittausjärjestelmät sekä mittaukset ja analyysit

2. TOIMINNAN YLEISKUVAUS

2.1 Puunjalostuskeskuksen määritelmä, toiminta ja tavoite

Puunjalostuskeskuksessa tapahtuu puumateriaalin vastaanotto sekä sen jalostus halutuksi tuote- raaka-aineeksi esimerkiksi lämpölaitoksille ja puuteollisuudelle. Jalostustoiminnalla tarkoitetaan puuraaka-aineen käsittelyä (puun lajittelu, karsinta, murskaus, haketus, kuivaus, seulonta, asia- kaskohtainen tuotelajittelu) alueella sekä tuotteen toimittamista käyttäjille.

Puunjalostuskeskuksen tavoitteena on hyödyntää puuraaka-ainetta kokonaisvaltaisesti ja tuoda puulle merkittävää lisäarvoa jalostamalla sitä. Lisäarvoa saavutetaan myös erityiskysytyjen tuot- teiden, kuten kuivahakkeen, ja yleisen toimitusvarmuuden kautta.

Puunjalostuskeskuksen toimintaan ja tavoitteisiin voidaan liittää oma sähkön- ja lämmöntuotanto (CHP). Tällöin CHP-laitos tuottaa alueen toimijoille tarvittavaa sähköä ja kaukolämpöä. Samalla laitoksen hukkalämpöä hyödynnettäisiin erityisesti hakkeen tehokkaassa kuivauksessa (kuiva- hakkeen nopeasyklinen valmistus).

Vastaanotetusta materiaalista suurin osa voi olla energiapuuksi luokiteltavaa esim. ensiharven- nuksista peräisin olevaa puuta, jota jalostetaan halutuksi tuotteiksi. Puunjalostuskeskuksen voi- daan tarvittaessa integroida myös muun bioenergian (pelto- ja järvibiomassa), rakennus- ja pur- kujätteen sekä kierrätyspolttoaineen raaka-aineen käsittely ja varastointi soveltuvin osin.

Puunjalostuskeskus voi sisältää myös pelkistetympää ja yleistä terminaalitoimintaa, jolla tarkoite- taan puumateriaalin puskurivarastointia. Keskuksen toimiessa puskurivarastona, parannetaan puun hankinnan luotettavuutta, tuottavuutta ja kustannustehokkuutta.

2.2 Yleisiä operointi-, omistus-, ja liiketoimintamalleja

Puunjalostuskeskuksen operointimalli, jossa vastaanotetun materiaalin arvoa pyritään nost-amaan, poikkeaa perinteisen puutermiinalin varastointipainotteisesta mallista. Toisaalta puunja- lostuskeskus voi käsittää myös perinteisen terminaalitoiminnan, jossa korostuu runsas varasto- kapasiteetti.

Puunjalostuskeskus:

- hyödyntää puumateriaaleja hyvin monipuolisesti ja on varusteltu monipuolisella jalostus- /valmistusteknologialla
- palvelee mahdollisemman laajaa asiakaskuntaa jalostaen tarvittaessa hyvinkin yksilöityjä tuotteita asiakkaan tarpeiden mukaisesti
- toimii ympärivuotisesti
- hyödyntää liikenneyhteyksiä tarvittaessa monipuolisesti (myös rautatie)
- tuottaa energiaa omalla CHP-laitoksella ja hyödyntää hukkalämpöä itsekin

Alla olevassa taulukossa (Taulukko 2-1) on kuvattu kootusti puunjalostuskeskuksen alustavia ja mahdollisia omistus- ja liiketoimintamalleja.

Arvion mukaan eniten yritystoimintaa syntyy yksityisesti omistetussa yhtiössä, joka ostaa – liiketoiminnan johtamista ja mahdollisesti hallintoa lukuun ottamatta – yhtiön tarvitsemat palvelut, kuten esimerkiksi puunjalostuskeskuksen kunnossapitopalvelut, tuotteen valmistusta koskevat palvelut ja IT –palvelut.

Kunnan rooli on todennäköisesti ratkaiseva puunjalostuskeskuksen toiminnalliselle ja taloudelliselle onnistumiselle. Kunnan rooli onkin parhaimmillaan keskuksen perustamisen fasilitaattorina ja maanomistajana, jolloin se on mukana perustamisselvityksissä, keskuksen sijainnin järjestämisessä, kaavallisten valmiuksien luomisessa ja perustamisinvestoinneissa.

Vaiheessa III (raporttiluonnoksen luku 11) liiketoimintamalleja syvennetään ja kuvataan puunjalostuskeskuksen liiketoiminta sekä laaditaan alustava liiketoimintasuunnitelma (liiketoimintasuunnitelman runko).

Taulukko 2-1. Puunjalostuskeskuksen mahdollisia omistus- ja liiketoimintamalleja.

Omistusmallit	
Kunnallinen	Omistajina ovat kunta tai muutamat kunnat
Yrittäjä	Omistajina yksityinen yrittäjä / joitakin yksityisiä yrittäjiä (hakeyrittäjä, kuljetusyrittäjä, erillinen jalostuskeskusyrittäjä)
Raaka-aineen omistaja	Omistajina puun hankintaorganisaatio ja/tai jalostetun tuotteen hyödyntäjä
Yhteisomistus	Edellisiä yhdistävä malli
Liiketoimintamallit	
In-house:	Yhtiö hoitaa omalla organisaatiolla ja henkilöstöllä kaikki toiminnot
Ulkoistus:	Yhtiö ostaa liiketoiminnan johtamista lukuun ottamatta kaikki palvelut ulkopuolisilta palveluntuottajilta
Hybridi:	Edellisiä yhdistävä malli

2.3 Raaka-aineet ja tuotteet

Puunjalostuskeskukseen tuodaan aines- ja energiapuuksi soveltuvia ja jalostettavia puuraaka-aineita. Mustikkakankaan puunjalostuskeskuksen toiminta painottuu energiapuuvaltaiseen puumateriaaliin, jota on tarjolla paljon ja jota saadaan mm. ensiharvennuskohdeista. Raaka-aineet käsitellään ja jalostetaan asiakkaan tarpeen mukaisiksi tuotteiksi (Taulukko 2-2).

Mustikkakankaan puunjalostuskeskuksen käsittelykapasiteetin on arvioitu olevan noin 200 000 k-m³/a vuonna 2020. Kapasiteetin voidaan arvioida kasvavan ja olevan esimerkiksi vuonna 2030 300 000 k-m³. Alustavan arvion mukaan käsittelystä puumateriaalista noin kolmasosa jalostettaisiin ns. kuivahakkeeksi ja valmistetusta hakkeesta noin viidesosa käytettäisiin CHP-laitoksen energiantuotannossa.

Taulukko 2-2. Puunjalostuskeskuksen mahdollisia raaka-aineita ja tuotteita.

Raaka-aineet (sisään)	Tuotteet (ulos)
tukki- ja kuitupuu	kuivahake (kosteus <30 %, palakooltaan optimaalinen, asiakkaana erityisesti pienet lämpölaitokset)
energiapuu, muut pieniläpimittaiset rangat	selluhake (asiakkaan mukaan puulajeittain lajiteltu)
kannot, hakkuutähteet	muuten lajiteltu hake/murske (perinteinen hake)

purku-, jäte-, sivutuote- ja tähdepuut	briketti- ja pellettiraaka-aineet, valmiit briketit ja pelletit
	torrefioidut jalosteet
	erikokoiset halot ja klapit
	muut erikoisjakeet
	laadun mukaan lajiteltu kokopuu
	kuorittu kokopuu
	CHP-laitoksen tuottama energia (sähkö, kaukolämpö, hukkalämpö)

2.4 Kilpailuedut

Taulukkoon 2-3 on koottu puunjalostuskeskuksen toimintamallin tuomat kilpailuedut.

Taulukko 2-3. Kooste puunjalostuskeskuksen kilpailueduista.

Kilpailuetu	Kuvaus
Monipuoliset ja suuret puuvirrat ja volyymit	Puunjalostuskeskus mahdollistaa suurten ja monipuolisten puuvirtojen käsittelyn sekä energiapuun keräyksen laajemmalla alueella, jolloin jatkokuljetuksissa loppukäyttäjille (energialaitokset) päästään suuriin volyymeihin. Puunjalostuskeskus lisää erityisesti pienien materiaalivirtojen keräämistä, hyödyntämispotentiaalia ja kannattavuutta, kun käsittelyprosessien välillä voidaan löytää kustannuksia säästäviä synergioita.
Laatu ja toimitusvarmuus	Keskusmallisilla ratkaisuilla turvataan raaka-aineen saatavuus ja toimitusvarmuus. Varmatoiminen ja kiinteä laadukkaan raaka-aineen/tuotteen toimittaja tasaa kysynnän muutoksia ja kausivaihteluita, jolloin haasteellisiin tilanteisiin pystytään vastaamaan entistä paremmin. Taattu toimitus on tärkeää niin suurilla tuotantolaitoksilla kuin pienilläkin toimijoilla, energiapuun osalta esimerkiksi lämpölaitoksilla.
Erytisjakeiden tarjonta	Puunjalostuskeskus pystyy tarjoamaan asiakkailleen tällä hetkellä markkinoilta puuttuvia tuotteita, kuten erityisen kuivahake ja selluntuotantoon räätälöity ns. selluhake. Tuotteita voidaan jalostaa yksilöidysti asiakkaan erityistarpeiden mukaan. Pienemmät energiantuotantoyksiköt (lämpölaitokset) ovat suhteessa voimalaitoksiin vaativampia polttoaineen laadun suhteen. Jalostuskeskuksen takaama kuivempi ja tasalaatuisempi puupolttoaine (kuivahake) vaikuttaa palamisprosessin hallintaan ja vähentää käyttökatoja ja laiterikkoja.
Tieto laadusta	Asiakkaalle on mahdollista jalostaa ja toimittaa esimerkiksi valmista ja laadukasta polttoainetta mitattuine laatutietoineen. Puunjalostuskeskus mahdollistaakin paremman laadunhallinnan ja jatkokäsittelyn verrattuna tilanteeseen, jossa puupolttoainetta ostetaan suoraan metsästä.
Asiakkaan varastointivalmius	Haketta käyttävät energiantuotantolaitokset sijaitsevat usein asutustaajamissa tai vastaavissa, missä varastotilan määrä on rajallinen, kuivatusolosuhteet heikot ja haketuksen aiheuttama melu ja pölyt häiritsevää. Jalostuskeskuksen toimittama valmis hake on parempi myös näiden tekijöiden osalta.

Materiaalihävikkien pieneminen jalostuskeskuksessa	Raaka-aineen optimoidulla käsittelyllä vähennetään materiaalihävikkiä sekä nostetaan energiapuun lämpöarvoa ja kuljetusten energiatihyyttä. Varastointiajan materiaalihävikkiä pienennetään erityisesti hakkeen kuivauksella.
Materiaalihävikkien pieneminen metsässä	Keskitettyssä käsittelyssä puuta ei häviä ja unohdu hyödyntämättä jääviin kasoihin kuten metsässä. Keskuksessa ostettu puu tulee varmasti kokonaisuudessaan hyödynnettyä.
Toiminnalliset synergiat (aines- ja energiapuu)	Aines- ja energiapuukäsittelyn yhteisellä puunjalostuskeskuksella saavutetaan synergisiä hyötyjä. Hyötyjä saavutetaan: <ul style="list-style-type: none"> - Keskuksen perustamisen ja rakentamisen aikana, - Liiketoimintamallissa, kun samoja henkilöitä ja prosesseja voidaan hyödyntää monipuolisemman asiakaskunnan palvelussa, - Infrastruktuurin, logististen järjestelyiden sekä laitteiden yhteiskäytöstä, - Toiminnan kausivaihteluiden vähentymisestä.
Ulkopuoliset toimijat/ puun hankinta	Keskitetty toiminta tasaa keskuksen ulkopuolisten toimijoiden työtä tuotanto- ja lämmityskauden ulkopuolelle. Puunjalostuskeskukseen on mahdollista ostaa enemmän puuraaka-ainetta talviaikaan, jolloin hinnat saattavat olla alhaisemmat.
Omavaraisuus	Toiminta lisää alueellista luonnonvaraomavaraisuutta ja uusiutuvan energian tuotantoa. Samalla alueelle saadaan oma keskitetty energiantuotanto (CHP; sähkö, kaukolämpö, hukkalämpö).
Tarvittaessa vaihtoehto turpeelle	Sateisina kesinä turvetuotanto voi jäädä merkittävän pieneksi, jolloin energiantuotantoyksikön tulee käyttää tehokkaasti muita polttoaineita. Puunjalostuskeskus pystyy tarjoamaan normaalisti turvetta polttavalle laitoksella korvaavia ja laadultaan optimaalisia puupolttoaineita.

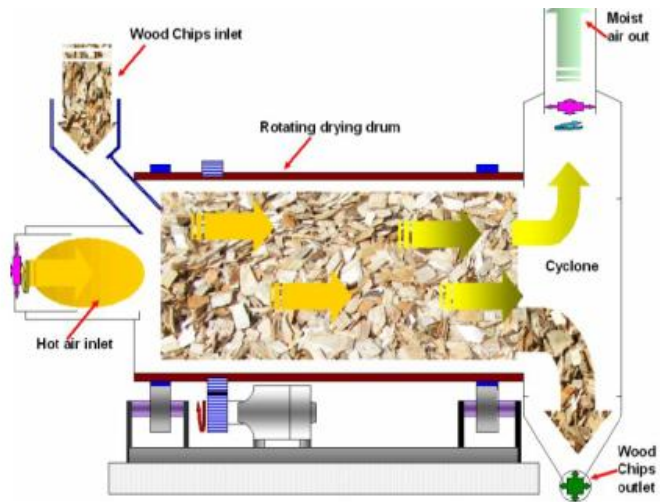
3. TARVITTAVAT PÄÄTEKNOLOGIAT

3.1 Kuivauksen teknologiavaihtoehdot

Hakkeen kuivaukseen soveltuvia teknologioita on olemassa maailmalla lukuisia ja niitä on esitetty jäljempänä. Täydellinen kuivauslaitos sisältää kuivurin lisäksi myös tarvittavat apulaitteet ja –järjestelmät, kuten mm. putkistot, pumpput, puhaltimet, säiliöt, lämmönvaihtimet, kaasun käsittelylaitteet, rakennukset, sähkö- ja automaatiolaitteet ja –järjestelmät, jne.

3.1.1 Rumpukuivurit

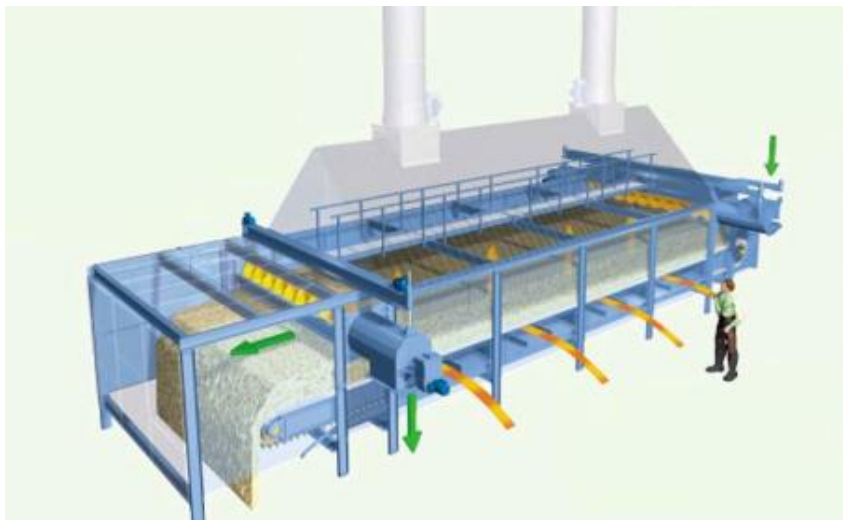
Rumpukuivurit ovat erittäin tavallisia teollisuudessa ja suuremmissa pellettejä valmistavissa laiteyksiköissä. Rumpukuivureita käytetään etupäässä kuoren ja hakkeen kuivaukseen (kuva 3-1). Rumpukuivurissa biomassa syötetään kuivurin rummun toiseen päähän annostelukuljettimella. Kuumaa ilmaa puhalletaan ja imetään biomassan läpi kuivausrumpuun. Kuivuriin sisään puhallettavan ilman lämpötila on useimmiten välillä 80 - 180 °C. Kuivausrummussa materiaali siirtyy kuivauksen aikana hitaasti eteenpäin rummun pyöriessä. Rummun pyöriessä hake sekoittuu, ja sekoittuminen saa aikaan tasaisen kuivumisen.



Kuva 3-1. Pyörivä rumpukuivuri.

3.1.2 Kuljetinkuivurit

Kuljetinkuivureissa, hihna- tai patjakuivurissa (kuva 3-2) märkä kuori tai hake syötetään sisään hihnan alkupäästä. Syöttöpäässä olevan tasoitusruuvin avulla biomassa hajautuu koko kuivurin leveydelle. Hihnalle levitetty kuori tai hakepatja kulkeutuu hitaasti eteenpäin kuivauksen aikana. Kuumaa kuivausilmaa puhalletaan alhaalta päin kuivaustasoon kuori/hakepatjan läpi. Ilmaa voidaan myös imeä patjan läpi ylhäältä alaspäin. Kuivuminen alkaa alaosasta, ja hakkeen ulostulos ylin, kostea kerros kuoritaan pois ja kierrätetään takaisin kuivurin alkupäähän uudelleen kuivattavaksi. Alempi haluttuun loppukosteuteen kuivunut hake tai kuori siirretään kuljettimella suoraan polttoon, varastoon tai jatkokäsittelyyn. Kostea kuorta tai haketta annostelevan syöttöruuvin korkeutta säädetään sopivaan korkeuteen sen mukaan mikä on materiaalin kosteuspitoisuus.



Kuva 3-2. Hihna- tai patjakuivuri (esimerkki kuljetinkuivurista).

3.1.3 Siilokuivurit

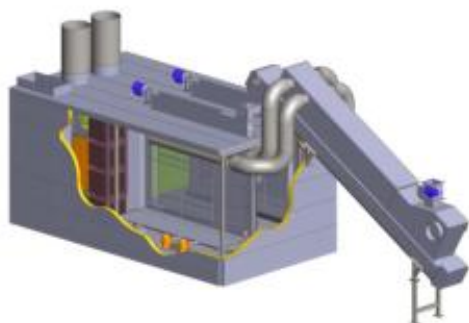
Hyvin rakennetussa siilokuivurissa voidaan kuivata puuhaketta edellyttäen että siilo, hakkeen ulostulo ja kuljettimet on mitoitettu niin, ettei hake pääse pakkautumaan ja muodostamaan holvia. Mikäli hakkeen kuivaukseen käytetään viljakuivuria, pitää rakennetta muuttaa siten, ettei hakkeen holvaantuminen aiheuta toimintahäiriöitä.

Siilokuivurissa kuljettimen avulla kostea hake siirtyy kuivurin yläosaan ja hajaantuu ruuvien avulla koko siilokuivurin leveydelle. Kuivattu hake poistuu siilon alaosan kautta. Kuuma kuivausilma puhalletaan hakkeen läpi ja kostea ilma imetään ulos. Se, miten nopeasti kuiva hake kulkeutuu ulos, riippuu hakkeen kosteuspitoisuudesta. Kuivausprosessia seurataan ulosmenon kohdalla.

3.1.4 Vastavirtakuivuri

Vastavirtakuivuri on rakennettu kuten siilokuivuri, jossa kuivausilma kulkee hakkeen liikkumissuuntaa vastaan. Jotta kuivausilma ei menisi oikotietä hakekuivurin läpi, on käytössä sekoitin, joka hajottaa hakkeen muodostamat ilmakehanavat.

Hakekuivuri voi olla myös konttityyppinen kondensoiva vastavirtakuivuri, jossa käyttäjä syöttää kuivurin järjestelmään arvioidun lähtökosteuden ja halutun loppukosteuden. Kuivurin ajotapa perustuu matemaattiseen malliin, ja sitä voidaan korjata optiona olevalla hakkeen kosteusmittauksella. Kuivausilman lämpö tuotetaan vesi-ilma lämmönvaihtimella. Kuivattava materiaali syötetään kuivurin sulkusyöttimelle.



Kuva 3-3. Vastavirtatyyppinen hakekuivuri.

3.1.5 Viirakuivuri

Viirakuivurissa kuivaukseen käytettävä ilma lämmitetään nesteestä ilmaan lämmönvaihtimella. Lämmönvaihtimen kierrossa käytetään vesi-glykoli seosta. Kuivurin tarvitsema lämpö voidaan tuottaa hukkalämmöllä tai matalapainehöyryllä. Kuivattavaa materiaalia levitetään viiralle yleensä ruuvipurkaimella.

Kuivauksen säätö tehdään säätämällä viiran nopeutta ja materiaalin läpi menevän kuivausilman määrää. Kuivauksen säätö on täysin automaattinen, ohjaukseen käytetään biomassan kosteuden mittausta kuivurin jälkeen.

3.1.6 Lavakuivuri

Lavakuivuri rakenne on hyvin yksinkertainen. Kuivauskontin pohja on reijitetty, kuivausilma johdetaan kontin pohjan läpi puhaltimella hakepatjaan alapäin. Toisella poistopuhaltimella imetään hakepatjan läpäissyt kostunut kuivausilma yläpuolelta pois. Kuivausta nopeutetaan sekoittamalla kuivattavaa haketta kuivauskontissa olevilla lamelleilla joita liikutetaan edestakaisin hydraulisylinterin avulla.

3.1.7 Yhteenveto

Suosittellemme, että Utajärven puunjalostuskeskuksen kuivausteknologiavaihtoehtoksi valitaan joko rumpukuivuri, kuljetinkuivuri tai vastavirtakuivuri, koska nämä vaihtoehdot ovat toimivaksi todettuja hakkeen kuivausteknologioita useissa kaupallisissa sovelluksissa.

3.2 Energiantuotannon teknologiavaihtoehdot

Pieni- ja mikromuotoinen sähkön ja lämmön yhteistuotanto (CHP) voi perustua moniin erilaisiin teknologioihin ja polttoaineratkaisuihin. Vaihtoehtoina ovat mm. kaasu- ja dieselmoottorit (kaasutussovellukset), mikroturbiinit, höyryturbiinit ja –koneet, Stirling –moottorit ja polttokennot. Tässä selvitystyössä tarkastellaan vain kaasumoottoreita (kaasutussovellukset), höyryturbiineja ja –koneita sekä ORC-prosessia, koska niiden kokoluokka ja tekniikan kehitysaste soveltuvat Utajärven puunjalostuskeskuksen energiantuotantoon. Lisäksi nämä teknologiat voivat hyödyntää helposti puuta polttoaineena.

Täydellinen CHP-laitos sisältää päälaitteiden (kattila/kaasutin, höyryturbiini/kaasumoottori) lisäksi myös tarvittavat apulaitteet ja –järjestelmät (putkisto, pumput, säiliöt, lämmönvaihtimet, polttoaineen käsittelylaitteet, savukaasun käsittelylaitteet, vedenkäsittelylaitteet, rakennukset sekä sähkö- ja automaatiolaitteet ja -järjestelmät, jne.).

3.2.1 Höyryturbiinit ja -koneet

Höyryturbiineissa paineistettu höyry kulkee turbiinin läpi siipien läpi, jotka pyörittävät generaattoria. Kattilan ja höyrykoneen yhdistelmään perustuvassa CHP -voimalassa polttoaineesta vapautuvalla lämpöenergialla tuotetaan höyrykattilassa höyryä, joka johdetaan sähkögeneraattoria pyörittävään höyrykoneeseen. Höyrykoneessa korkeapaineista höyryä käytetään liikuttamaan sylinterissä mäntää, joka voidaan kampiakselin avulla yhdistää generaattoriin tuottamaan sähköä. Höyrykone on höyryturbiinia taloudellisempi vaihtoehto alle 1 MWe laitoksissa, koska höyryturbiinien hyötysuhde on alhainen eteenkin osakuormilla. Yli 1 MWe laitoksissa höyrykoneen asemasta käytetään yleisesti höyryturbiinia.

Höyryturbiinien hyötysuhde on pienessä kokoluokassa huono. Turbiinin hyötysuhde uusimmissa suurissa CHP-voimalaitoksissa voi olla jopa yli 40 %, mutta pienemmissä jäädyään normaalisti 15 - 35 %. Koska höyryturbiineissa ja -koneissa höyryntuotanto tapahtuu erillisessä kattilassa, soveltuu polttoaineeksi mikä tahansa kiinteä, nestemäinen tai kaasumainen fossiilinen tai biopolttoaine. Näin ollen metsäenergia soveltuu mainiosti höyryturbiinien ja -koneiden energialähteeksi.

3.2.2 ORC (Organic Rankine Cycle)

ORC -prosessissa kuumen kaasun lämpöenergia muutetaan mekaaniseksi energiaksi samantyyppisessä höyryturbiinissa kuin höyryprosessissakin. ORC -prosessissa kiertoineena veden sijasta on sopiva orgaaninen neste. Kiertoineena voidaan käyttää esimerkiksi öljyä. Orgaanisen lämmönsiirtoaineen ansiosta ORC -prosessi toimii alhaisemmassa lämpötilassa kuin höyryyn perustuvat prosessit ja soveltuu siten paremmin käytettäväksi pienessä kokoluokassa.

ORC -prosessin sähkön tuotannon hyötysuhde on tyypillisesti noin 15 - 20 % (lämpöä 60 - 70 %), ja se on siten höyryprosesseja tehokkaampi pienessä kokoluokassa (alle 1 MW sähköä). ORC -prosessin vahvuuksia ovat tekniikan yksinkertaisuus, mahdollisuus kattavaan automatisointiin sekä vähäinen huollon tarve. Lisäksi sähköhyötysuhde heikkenee höyryprosesseja loivemmin osakuormalla ajettaessa, ja prosessi voi hyödyntää myös matalampia lämpötiloja. ORC-tekniikkaa pidetään taloudellisesti erityisen lupaavana tekniikkana biomassapohjaiseen CHP -tuotantoon kokoluokassa 200 - 1500 kWe. Sopivia käyttökohteita tässä kokoluokassa ovat mm. erilaiset teolliset kohteet sekä kaukolämpö.



Kuva 3-4. 1000 kW:n ORC-laitteisto.

1) Regeneraattori, 2) Lauhdutin, 3) Turbiini, 4) Generaattori, 5) Kiertopumppu, 6) Palamisilman esilämmitin, 7) Höyrystin, 8) Kuuman veden lähtö, 9) Kuuman veden paluu, 10) Lämmönsiirtoöljyn tulo, 11) Lämmönsiirtoöljyn lähtö

3.2.3 Polttomoottorit

Polttomoottoreita on käytetty pitkään sähköntuotannossa, ja niitä on saatavilla muutaman kilowatin aggregaateista aina megawattiluokan moottoreihin. Moottorivoimalaitoksille on tyypillistä korkea hyötysuhde, laaja tehoalue sekä suhteellisen monipuolinen polttoainevalikoima. Muita etuja ovat lyhyt rakennusaika sekä modulaarinen rakenne. Toisaalta polttomoottorit ovat usein meluisia ja vaativat moniin muihin tekniikoihin verrattuna paljon huoltoa.

Pienet, alle 200 kW:n moottorit perustuvat usein autojen dieselmoottoreihin. Kaikkein pienimpiä moottoreita lukuun ottamatta lähes kaikki alle 1 MWe:n moottorit ovat tehon kasvattamiseksi turboahdettuja. Kaasu- ja dieselmoottorien sähköhyötysuhde on koosta riippuen tyypillisesti 30 – 45 % ja kokonaishyötysuhde 75 - 90 %.

Tehon lisäksi polttomoottorit voidaan lajitella polttoaineen perusteella kaasu-, diesel- ja kaksoispolttainemoottoreihin. Suuremmat CHP -käytössä olevat polttomoottorit ovat yleensä kaasukäyttöisiä mäntämoottoreita. Useat käytössä olevista polttomoottoreista on mahdollista muuntaa käyttämään myös biopolttoainetta tai puukaasua. Dieselmoottoreita käytetään varavoiman tuottajina, ja kaksoispolttainemoottorit ovat teknisesti hyvin lähellä perinteisiä dieselmoottoreita. Kaksoispolttainemoottoreissa dieselpolttoaineen sekaan suihkutetaan kaasua yleensä imuilman mukana.

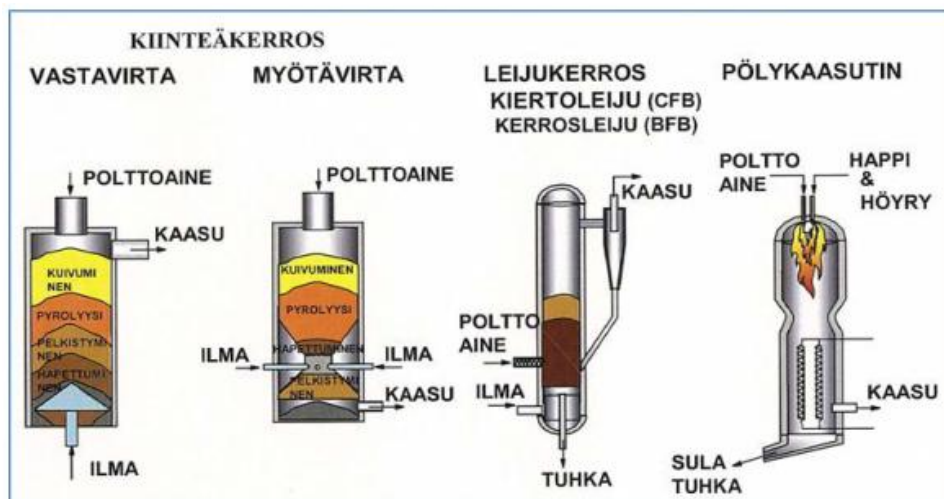


Kuva 3-5. GE Jenbacherin 350 kWe:n 8-sylinterinen kaasumoottori.

Kaasumootorit soveltuvat parhaiten kohteisiin, joissa sähkön ja lämmön tarve on melko tasainen ja joissa vaaditaan hyvää sähköntuotannon hyötysuhdetta. Sopivia kohteita ovat täten hotellit, kylpylät, sairaalat, koulurakennukset, kasvihuoneet, konepajat, sahat sekä kaukolämpökohteet.

3.2.4 Kaasutusprosessi

Kaasutus ja syntyneen kaasun poltto moottorissa on yksi parhaista teknologioista tehdä sähköä pienessä kokoluokassa. Tällöin puhutaan kokoluokasta 10 kWe aina 1000 kWe:n sähkötehoon saakka. Energialähteenä voivat tällöin olla metsähake, mekaanisen metsäteollisuuden sivutuotteet tai mahdollisesti muut biomassat. Kuvassa 3-6 on esitetty eri kaasutusprosesseja.



Kuva 3-6. Puun kaasutusteknologiat.

Puunkaasutuksessa valtaosa tekniikoista perustuu myötävirtakaasutukseen. Myötävirtakaasutuksessa polttoaine ja hapetuskaasut menevät samaan suuntaan. Myötävirtakaasutuksessa kaasu johdetaan pyrolysoituvan puun joukkoon, jolloin puusta vapautuvat haihtuvat aineet osittain hapettuvat. Näin syntyneet reaktiotuotteet pakotetaan vielä kulkemaan reaktorin kurkun läpi, jolloin palamisvyöhykkeen läpäisseet tervat krakkaantuvat kuumassa hiilipedissä. Hiilen kaasureaktiot jäädyttävät kaasun lämpötilan noin 800 C:een, jolloin syntyy vain vähän tervaa sisältävä kaasu. Kaasu voidaan edelleen jäädyttää ja suodattaa sekä johtaa ahtaamattomalle kaasumoottorille polttoaineeksi.

Menetelmän suurimpia puutteita on, että se soveltuu hyvälaatuiselle lähes tuhkattomalle ja palamaiselle polttoaineelle sekä heikko hiilikonversio tuhkaa sisältävillä polttoaineilla (tuhkaa pitää määräjain poistaa). Tavanomaisilla polttoaineilla esiintyy usein holvaantumista, jonka aikana tervoja kulkeutuu tuotekaasuun.

Viime vuosikymmeninä kaasutusta on kehitetty myös vastavirtakaasutuksena, jossa siis polttoaine ja hapetuskaasu menevät vastakkaisiin suuntiin. Haasteena tässä menetelmässä on epäpuhdas kaasu, joka koostuu pääasiassa tervayhdisteistä. Tämä aiheuttaa kaasun kuljetusputkistojen tukkeutumista. Toisaalta vastavirta kontaktilla päästään parempaan hiilikonversioon eli polttoaine saadaan kaasutettua täydellisemmin.

3.2.5 Yhteenveto

Suosittellemme, että Utajärven puunjalostuskeskuksen energiantuotantoteknologiavaihtoehdoksi valitaan joko höyryturbiiniin tai ORC-prosessiin perustuva CHP-laitos, koska nämä vaihtoehdot ovat toimivaksi todettuja energiantuotantoteknologioita useissa kaupallisissa pienen mittakaavan (< 10 MW) sovelluksissa. Vaikka puunkaasutukseen perustuvassa CHP-laitoksessa saavutetaan höyryturbiiniin tai ORC-prosessiin perustuvaa CHP-laitosta korkeampi sähköntuotto suhteessa tuotettuun lämpömäärään (korkeampi rakennusaste), niin johtuen kaupallisen kokoluokan pienestä mittakaavasta (noin 30–40 kW sähköä ja 80–100 kW lämpöä) ja sitä seuraavasta suuresta yksikköjen lukumäärästä (noin 50 kpl) emme suosittele kaasutustekniikkaa puunjalostuskeskuksen CHP-laitoksen teknologiaksi.

CHP-laitoksen lämpö käytetään puun kuivaukseen ja Mustikkakankaan alueen teollisuusyritysten lämmön tarpeeseen. Tällöin Mustikkakankaan alueen nykyiset lämmöntuotantolaitokset jäisivät varalaitoksiksi. CHP-laitoksen sähköstä osa käytetään itse puunjalostuskeskuksen sähköntarpeen kattamiseen ja loppuosa myydään.

3.3 Muun toiminnan teknologiat

Puunjalostuskeskuksessa käytetyt muun kuin energiantuotannon ja kuivauksen teknologiat määntyvät ennen kaikkea asiakaskunnan tarpeiden mukaan. Arvioidut teknologiatarpeet ovat alustavia ja tarkentuvat puunjalostuskeskuksen hankkeen ja suunnitelmien edetessä. Tarvittavat teknologiat voidaan jakaa eri toiminnallisiin ryhmiin:

- Materiaalikuljetukset ja -siirrot sekä varastointi
- Puumateriaalien jalostus ja tuotteiden valmistus (ilman kuivausta)
- Laadunhallinta ja lisäarvopalvelut (materiaaliseuranta, mittaukset)
- Lisäksi liiketoiminnan suunnittelussa ja johtamisessa sekä toiminnan operoinnissa ja hallinnassa käytetään pääasiassa yleisiä IT-laitteistoja ja -ohjelmistoja.

Alla olevassa taulukossa () on listattuna Utajärven puunjalostuskeskuksen mahdollisia teknisiä ratkaisuja/teknologioita jaoteltuna em. toiminnallisiin ryhmiin.

Taulukko 3-1. Teknisiä ratkaisuja/teknologioita jaoteltuna em. toiminnallisiin ryhmiin.

Materiaalikuljetukset ja -siirrot sekä varastointi
Aita ja portti (automatoitu kulunvalvonta, rahtiseuranta)
Vastaanottoasemat (optiona myös rautatiekuljetukset)
Vaaka-asemat
Puumateriaalin lajitteluun liittyvät laitteistot ja siirtokoneet
Työkoneet (trukit, pyöräkuormaajat, kauha- ja kourakoneet)
Kuljettimet (mm. ruuvit, hihnat)
Melun- ja pölyntorjuntalaitteet ja -koteloinnit
Katetut varastointitilat, siilot ja aumat
Kenttäalue, viemärinti ja tarvittaessa öljyn- ja kiintoaineenerotus

Puumateriaalien jalostus ja tuotteiden valmistus
Hakettimet ja murskaimet (kiinteä/mobiili)
Kuorintalaitteet
Seulat ja (metallin)erottimet
Laadunhallinta ja lisäarvopalvelut
Erilaiset online-mittarit, lähettimet ja näyttöpäätteet materiaalivirtojen määrän sekä laadun seuraamiseksi ja dokumentoinniksi
Näytteenottolaitteistot (automaattiset ja manuaaliset)
Erilliset mittaustilat ja -laitteistot (mm. kosteus, tiheys, tuhka, rikki, epäpuhtaus, lämpöarvo) tiedot raaka-aineen alkuperästä, käsittelyhistoriasta, tuotteen laatuominaisuuksista (lisäarvoa standardien mukaisesta tietokannasta, jota voi myös asiakas voi hyödyntää helposti)
Sähköisen tiedon keskusta (valvomo) ja tietokannat (tiedot raaka-aineen alkuperästä, käsittelyhistoriasta, tuotteen laatuominaisuuksista standardien mukaisesti)
Muuta
Henkilökunnan sosiaalililat ja niiden liittyvät tekniikat
Valaistus
Huoltotilat työkoneille ja laitteille
Palonsammutus- ja hälytysjärjestelmät
Energia-, vesi- ja tietoliikenneverkostot

4. MAHDOLLINEN ASIAKASKUNTA JA PUUNJALOSTUSKESKUKSEN MITOITUS

4.1 Mahdollinen asiakaskunta

Aines- ja energiapuun käsittävä puunjalostuskeskus lisää asiakastyyppeiden lukumäärää ja materiaali- ja palvelutuotteiden yhteiskysyntää verrattuna esim. ainoastaan energiapuuta käsittelevään keskukseseen. Mahdollisia asiakastyyppejä ovat

- Metsä- ja puuteteollisuus; sahat, höyläämöt, puurakentaminen, vaneritehtaot, puusta valmistetut tuotteet, muut puutuotevalmistajat
- Massateollisuus; mekaaninen-, puolikemiallinen- ja selluteollisuus
- Polttoainevalmistajat; pelletti-, briketti-, klapi-, biohiili-, biodiesel-, bioöljy-, bioetanoli-valmistajat
- Energiantuotantolaitokset; voima- ja lämpölaitokset

Mahdollinen asiakaskunta riippuu olennaisista puunjalostuskeskuksen sijainnista ja logistisista olosuhteista suhteessa asiakkaisiin. Asiakaskohtaiset potentiaalit ja merkittävyydet riippuvat yrityksen toiminnan sekä puuraaka-aineiden käytön (laatu ja määrä) mukaan.

Pääsääntöisesti puunjalostuskeskuksiin ostetaan puuta kiintokuutiometreinä ($k\text{-m}^3$) ja myös myydään kiintokuutiometreinä, varsinkin mikäli keskusta käytetään lähinnä vain puun varastona parantamanaan toimitusvarmuutta ja laatua sekä tasaamaan raaka-ainevirtaa. Kun puu haketaan, lopputuotetta syntyy irtokuutiometreinä ($i\text{-m}^3$) ja lopputuote myydään yleisesti energiasällön mukaan megawattitunteina (MWh).

Keskimääräisiä muuntolukuja:

- Hakkeen irtokuutiometrin energiasisältö (tehollinen/alempi lämpöarvo) on 0,7–0,9 MWh riippuen hakkeen kosteudesta ja sisällöstä (puulajista).
- Kiintokuutiometri rankapuuta (kokopuuta tai tukkipuuta) vastaa keskimäärin 2,5 irtokuutiometriä haketta ja noin 2 MWh energiaa.

- Rankapuun irtotiheys on noin 0,8 tonnia kiintokuutiometriä kohti riippuen puun kosteudesta.
- Hakkeen irtotiheys on 0,3–0,4 tonnia irtokuutiometriä kohti riippuen hakkeen kosteudesta ja sisällöstä (puulajista).

Mahdollisiksi puunjalostuskeskuksen asiakkaisiksi valittiin puuta käyttäviä yrityksiä Oulun seudun (Oulu, Muhos, Tyrnävä, Liminka, Kempele, Lumijoki, Siikajoki) ja Oulunkaaren (ii, Pudasjärvi, Simo, Utajärvi, Vaala) sekä valikoidusti myös Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun alueelta (Paltamo, Pyhäntä, Vuolijoki, Otanmäki, Kontiomäki). Asiakaskunta koostui sekä energia- että ainespuun käyttäjästä, joiden niiden etäisyys Utajärveltä on enintään 120 km.

Puunhankintakyselyyn vastanneilla yrityksillä on yhteensä noin 190 000 k-m³/a, josta noin 54 % on kokopuuta/tukkipuuta/kuitupuuta (noin 105 000 k-m³/a), noin 35 % metsähaketta (noin 65 000 k-m³/a) ja noin 11 % sahateollisuuden sivutuotteita eli lähinnä kuorta ja purua (noin 20 000 k-m³/a).

Noin 37 % puunhankinnan kokonaispotentiaalista on ainespuun käyttäjiä (noin 70 000 k-m³/a) ja noin 63 % (noin 120 000 k-m³/a) energiapuun käyttäjiä.

Taulukossa 4-1 on yhteenvedo mahdollisen asiakunnan puunhankinnasta ja puulajeista sekä loppukäytöstä perustuen kyselyn tuloksiin.

Taulukko 4-1. Yhteenvedo mahdollisen asiakaskunnan puunhankinnasta.

Yritys	Puunhankinta, vuodessa (k-m ³)	Puulaji	Loppukäyttö
A	60 000	Pikkutukki	Ainespuu
B	10 000	Kuitupuuta, pikkutukki	Ainespuu
C	1 000	Tukkipuu	Ainespuu
D	25 000	Kokopuu	Energiapuu
E	25 000	Metsähake	Energiapuu
F	22 000	Metsähake (1/2), kuori ja puru (1/2)	Energiapuu
G	10 500	Kuori ja puru (2/3), metsähake (1/3)	Energiapuu
H	6 500	Metsähake	Energiapuu
I	6 500	Kokopuu	Energiapuu
J	6 000	Metsähake (2/3), kuori ja puru (1/3)	Energiapuu
K	5 500	Metsähake	Energiapuu
L	4 000	Metsähake (2/3), kokopuu (1/3)	Energiapuu
M	3 000	Metsähake	Energiapuu
N	2 000	Metsähake (2/3), kokopuu (1/3)	Energiapuu
O	2 000	Metsähake	Energiapuu
P	1 000	Metsähake	Energiapuu
Yhteensä	190 000		Ainespuu energiapuu
Yhteensä	105 000	Tukkipuu/kokopuu/kuitupuuta	
Yhteensä	65 000	Metsähake	
Yhteensä	20 000	Kuori ja puru	
Yhteensä	70 000		Ainespuu
Yhteensä	120 000		Energiapuu

4.2 Puunjalostuskeskuksen mitoitus

Edellä esitetyn tiedon perusteella Utajärven puunjalostuskeskuksen koko voisi olla noin 200 000 k-m³/a, joka energiana arvioituna vastaa noin 400 000 MWh/a (400 GWh/a). Tämä on suunnitteen nykyisen käytön mukainen taso, jos oletetaan, että kaikki em. yritysten puunhankinnan potentiaalista saadaan puunjalostuskeskuksen asiakkaiksi.

Lisäksi sähköpostikyselyn vastauksena saatiin L&T Biowatin Oulun seudun puunhankinta, joka on noin 100 000 k-m³/a. Tästä 65 % on energiapuuta (valtaosa metsähaketta), 25 % kuitupuuta ja 10 % tukkipuuta. Tätä ei ole otettu huomioon puunjalostuskeskuksen kokoa arvioitaessa, koska L&T Biowatilla on alueella omia terminaaleja, jotka nähtiin kilpailevaksi toiminnaksi.

Toisaalta myös puunjalostuskeskuksen kilpailijat (esim. Vapo Oy) saattavat ainakin osaltaan olla myös asiakkaita, jos kilpailijoiden hakkeen laatua voitaisiin parantaa jalostamalla sitä edelleen puunjalostuskeskuksessa. Lisäksi puun käytön ennustetaan lisääntyvän Oulun alueella. Näiden molempien syiden takia tulevaisuuden vaihtoehtona tarkastellaan puunjalostuskeskusta, jonka koko on 50 % suurempi kuin nykyisen käytön perusteella arvioitu koko eli 300 000 k-m³/a, joka energiana arvioituna vastaa noin 600 000 MWh/a (600 GWh/a).

Puunjalostuskeskuksen kokovaihtoehdot on esitetty taulukossa 4-2.

Taulukko 4-2. Puunjalostuskeskuksen kokovaihtoehdot.

	Nykykäyttö	Puunkäytön kasvu ja lisääntynyt asiakaskunta
Puunjalostuskeskuksen koko	200 000 k-m ³ vuodessa 400 000 MWh vuodessa	300 000 k-m ³ vuodessa 600 000 MWh vuodessa

Kyselyiden mukaan puuta hankitaan metsänomistajilta, metsänhoitoyhdistyksiltä, urakoitsijoilta sekä energiapuun toimittajilta. Tärkeimpinä laatuvaatimuksina loppukäyttöä ajatellen mainittiin puun kosteus ja palakoko (ei pitkiä tikkuja) sekä tiedostettuina ongelmina puun epähomogeenisuus (mm. laatu- ja kosteusvaihtelut) sekä toimitusvarmuus ja toimitusajat, minkä takia raaka-ainevirta saattaa olla epätasaista.

Kyselyiden mukaan hankitun puun kosteus on ollut keskimäärin 50 % vuotuisista sääolosuhteista riippuen. Kuitenkin tarvetta olisi selvästi tätä kuivemmalle puulle. Arvion mukaan kuivattavan puun määrä voisi olla noin 100 000 k-m³/a ja loppukosteuspitoisuus noin 25 %. Tämä arvio perustuu siihen, että energiapuun kokonaiskäytöstä (120 000 k-m³/a) noin 80 % käytetään pienissä ja usein myös miehittämättömissä lämpökeskuksissa (< 10 MW), jotka hyötyvät kuivemmasta ja tasalaatuisemmasta metsähakkeesta (ns. kuiva laatuhaake) vähentyneinä käyttökatkoksina ja parantuneena laitoshyötysuhteena.

4.3 Kuivatun puun mahdollisia käyttökohteita

Kuivan puun käyttö on ensiarvoisen tärkeää puun kaasutukseen perustuvissa pienissä lämpölaitoksissa, jotka vaativat toimiakseen häiriöttä polttoa kuivempaa ja tasalaatuisempaa puuhaketta. Puun kuivauksella voidaan välttää myös kuivuri-investointi suuremman kokoluokan biopolttoaineen kaasutuslaitoksissa.

Kuivaa haketta voitaisiin mahdollisesti käyttää myös öljykäyttöisissä huippu- ja varavoimalaitoksissa öljyn sijaan sekä olemassa olevissa voimalaitoksissa käynnistys-, tuki- ja varapolttoaineena korvaamaan öljyä. Myös suunnitteilla olevat isot voimalaitokset voisivat ehkä käyttää osittain tavallista metsähaketta kuivempaa haketta varsinkin, jos niiden on vaikeaa saada lähialueelta biopolttoainetta ja jotka siksi harkitsevat biopolttoaineen tuontia ulkomailta.

Lisäksi kuivalle puulle voisi tulevaisuudessa löytyä kysyntää myös pelletin (valkoinen eli tavallinen pelletti tai musta eli biohiilipelletti) tai briketin raaka-aineena, jos Oulun seudun lämpölaitokset alkaisivat käyttää pellettiä tai brikettiä polttoaineena korvaamaan metsähaketta tai suuremmat kivihiiltä polttoaineena nyt käyttävät voimalaitokset siirtyisivät käyttämään biohiiltä kivihiilen sijaan.

5. KUIVAUKSEN JA ENERGIANTUOTANNON MITOITUS JA ENERGIANTARVE

5.1 Yleistä

Seuraavassa esitetyt energiatarvetarkasteluun liittyvät arviot ovat alustavia, joita tulee tarkentaa puunjalostuskeskuksen suunnitelmien edetessä.

Puunjalostuskeskuksen energiankulutus muodostuu pääasiassa

- kuivauksen vaatimasta lämpö- ja sähköenergiasta
- energiantuotannon sähkönkulutuksesta.

Näiden toimintojen energiankulutus on arvioitu myöhemmin tässä luvussa.

Lisäksi energiaa kuluu

- työkoneissa (polttoaine)
- puunkäsittelylaitteissa (haketus, murskaus, kuorinta, pilkkominen, metallin erotus, seulonta, yms.), kuljettimissa, pakkaus- ja paalaus- sekä pelletointilaitteissa ja laadunhallinnassa (sähkö)
- rakennuksissa (sähkö ja lämpö)
- tukilaitteista, kuten mm. IT, kulunvalvonta ja valaistus (sähkö).

Näiden toimintojen energiankulutusta ei arvioida, mutta se on mukana puunjalostuskeskuksen käyttökustannusarviossa (raporttiluonnoksen luku 8).

Puunjalostuskeskuksen energiantarve riippuu sen käyttöajasta vuodessa. Mahdollisimman pitkä käyttöaika parantaa jalostuskeskuksen kannattavuutta, joten käyttöaika tulisi pyrkiä maksimoimaan. Tässä työssä on oletettu, että puunjalostuskeskuksen käyttöaika täydellä teholla (huipun käyttöaika) on noin 6 000 h/a. Tämä tarkoittaa, että jalostuskeskus kävisi täydellä teholla noin 8 kk vuodessa (lokakuu-huhtikuu) ja olisi poissa käytöstä kesäajan (toukokuu-syyskuu). Todellisuudessa tilanne ei ole tällainen, vaan laitos käy koko ajan, mutta suuremmalla teholla lämmityskauden aikana ja pienemmällä teholla (välillä jopa minimiteholla) kesällä sekä pitää noin 1 kk:n pituisen kesäseisokin keskikesällä.

5.2 Puun kuivaus

Puun kuivaamiseen tarvitaan lämpöenergiaa keskimäärin noin 1,1 MWh/haihdutettu vesitonni kuivausteknologiasta riippuen.

Puumateriaalin kuivauksen vaatima energiantarve riippuu siitä, kuinka paljon puuta kuivataan. Jos oletetaan, että puumateriaalia (metsähaketta) kuivataan 100 000 k-m³/a (kts. luku 3) keskimäärin noin 50 % kosteuspitoisuudesta noin 25 % kosteuspitoisuuteen, kuivauksen vaatima energiantarve on suunnilleen:

- Lämpöenergia: noin 24 000 MWh/a
- Sähköenergia: noin 1 200 MWh/a

Kuivurin nimellisteho on noin 17 k-m³/h laskettuna huipun käyttöajalla 6 000 h/a.

5.3 Energiantuotantolaitos

CHP-laitoksen tulee siis pystyä tuottamaan puun kuivauksen vaatima lämpöenergia (noin 24 000 MWh) ja lisäksi Mustikkakankaan alueen muun toiminnan vaatima lämpöenergia. Tällä hetkellä Mustikkakankaan alueen lämpöenergia tuotetaan noin 1 MW:n tehoisella hakekattilalla ja jaellaan noin 1 km:n pituisen lämpöverkon kautta alueen yrityksille. Viime vuonna (2014) hakekattila tuotti lämpöenergiaa 1 800 MWh.

Tulevaisuudessa Mustikkakankaan alueen yritysten (ilman puunjalostuskeskusta) lämmöntarpeen arvioidaan suunnilleen kominkertaistuvan nykytasosta, jolloin lämmöntarve on 5 000 – 6 000 MWh/a. Tällöin lämmöntarve yhteensä olisi noin 30 000 MWh/a, joka huipun käyttöajalla 6 000 h/a laskettuna tarkoittaa noin 5 MW nimellistehoa, joka valitusta energiantuotantoteknologiasta riippuen vastaa sähkötehoa suunnilleen 1 MW. CHP-laitoksen kooksi saadaan siis 1 MW sähköä ja 5 MW lämpöä, joka tuottaa energiaa noin 6 000 MWe ja noin 30 000 MWth vuodessa. CHP-laitoksen kokonaishyötysuhteen arvioidaan olevan vähintään 80 %.

CHP-laitoksen (1 MWe/5 MWth) omakäyttösähköteho on noin 10–15 % laitoksen nimellistehosta eli noin 100–150 kW, joka vastaa energiana noin 800 MWh/a. CHP-laitos kuluttaa myös hieman omakäyttölämpöä, mutta sen arvioidaan voitavan kattaa laitoksen hukkalämmöllä. Sähkön (ja lämmön) lisäksi CHP-laitos tarvitsee toimiakseen puupolttoainetta, jonka tarve on noin 45 000 MWh/a. Tästä määrästä reilu puolet (noin 25 000 MWh/a) arvioidaan voitavan kattaa Mustikkakankaan alueen yritysten tuottamalla polttokelpoisella jätetuulla, josta pääosa on kosteaa kuorta ja sahanpurua (sahausjätettä).

Tällöin ostopolttoaineen määrä CHP-laitokselle olisi noin 20 000 MWh/a eli noin 10 000 k-m³/a, joka on siis noin 3-5 % puunjalostuskeskukselle tulevasta puusta ja noin 10 % kuivattavasta puupolttoaineesta.

5.4 Yhteenveto

Puunjalostuskeskuksen kuivauslaitteiston ja CHP-laitoksen koko ja tuotanto/kapasiteetti sekä energiantarve samoin kuin Mustikkakankaan alueen yritysten energiantarve tulevaisuudessa (tarkasteluvuonna 2020) on esitetty taulukossa 5-1.

Taulukko 5-1. Puunjalostuskeskuksen kuivauslaitteiston ja CHP-laitoksen koko ja tuotanto/kapasiteetti sekä energiantarve samoin kuin Mustikkakankaan alueen yritysten energiantarve tulevaisuudessa.

	Koko	Tuotanto/kapasiteetti	Energiantarve
Kuivuri	17 k-m ³ /h	100 000 k-m ³ /a	24 000 MWh/a (lämpö) 1 200 MWh/a (sähkö)
CHP-laitos	1 MW (sähkö) 5 MW (lämpö)	6 000 MWh/a (sähkö, brutto) 4 000 MWh/a (sähkö, netto) 30 000 MWh/a (lämpö)	800 MWh (sähkö) 45 000 MWh/a (polttoaine)
Mustikkakankaan alueen yritykset			6 000 MWh/a (lämpö)

6. TILANTARVETARKASTELU

Puunjalostuskeskuksen tilantarve muodostuu puumateriaalin jalostamiseen tarvittavista alueista sekä vastaanotto-, liikennöinti-, varastointi- sekä tukitoiminta- ja huoltoalueista. Lisäksi tilantarpeessa tulee huomioida CHP- ja kuivausyksikön rakennus- ja operointialueet tarvittavine tekniikoinen.

Alueen teknologioiden ja toimintojen lisäksi puunjalostuskeskuksen tilantarve riippuu käsiteltävän puumateriaalin kiertoajasta. Toimintamallissa, jossa puuta kuivataan ulkopuolelta tuotavan ener-

gian (hukkalämmön) avulla, päästään huomattavasti nopeampaan puumateriaalin kiertoaikaan, jolloin myös tarvittavien alueiden koko pienenee verrattuna perinteiseen puuterminaaliin. Jalostustoiminnan osalta tavoitteena on pitää raaka-aine- ja tuotevarastot pieninä.

Jalostustoiminnan ohelle alueelle tulee varata tilaa myös perinteiselle puuvarastoinnille mahdollisen asiakaskunnan mukaisesti. Puun pitkäaikaisvarastoinnit vaativat jalostustoimintaan verrattuna suhteessa enemmän tilaa.

Puunjalostuskeskusta vastaavat alueet ovat pääsääntöisesti ainakin osittain asfaltilla päällystettyjä. Aluekohtaisesti tämä voi olla kaavassa tai ympäristöluvassa määritelty vaatimuskin, mutta siitä on myös käytännön hyöty toiminnan kannalta (mm. epäpuhtauksien ja hävikin väheneminen sekä jäte/hulevesien helpompi hallinta).

Taulukossa 6-1 on esitetty puunjalostuskeskuksen tilantarvearvio. Puunjalostuskeskuksen tilantarpeeseen liittyvät arviot ovat hyvin alustavia, joita tulee tarkentaa suunnitelmien edetessä. Alustavan arvion mukaan asfaltoituja alueita ovat jalostustoiminnan alue sekä osittain perinteisempi varastointialue, jolle voidaan varastoida noin 50 000 k-m³ puuta (kokopuu ja metsähake) kasakarkeuden olleessa noin 6 m.

Taulukko 6-1. Puunjalostuskeskuksen tilantarvearvio.

	Nykykäyttö	Puunkäytön kasvu ja lisääntynyt asiakaskunta
Puunjalostuskeskuksen tilantarve	6 – 8 ha (asfaltoitua/katettua 3,5 ha)	8 – 10 ha (asfaltoitua/katettua 5 ha)

7. SIJAIN TITARKASTELU

7.1 Yleistä

Sijaintitarkastelu perustuu näkemykseen, jossa Utajärven puunjalostuskeskus sijoittuu Mustikkakankaan teollisuusalueelle. Mustikkakankaan teollisuusalue sijaitsee valtatie 22:n eteläpuolella noin 2 km Utajärven keskustaaajamasta itään.

Alustavassa sijaintitarkastelussa esitetyissä näkökulmissa ja arvioissa on hyödynnetty Mustikkakankaan aluetta koskevia taustatietoja ja avointa paikkatietoaineistoa. Alustavaa sijaintitarkastelua tulee tarkentaa puunjalostuskeskus-hankkeen edetessä.

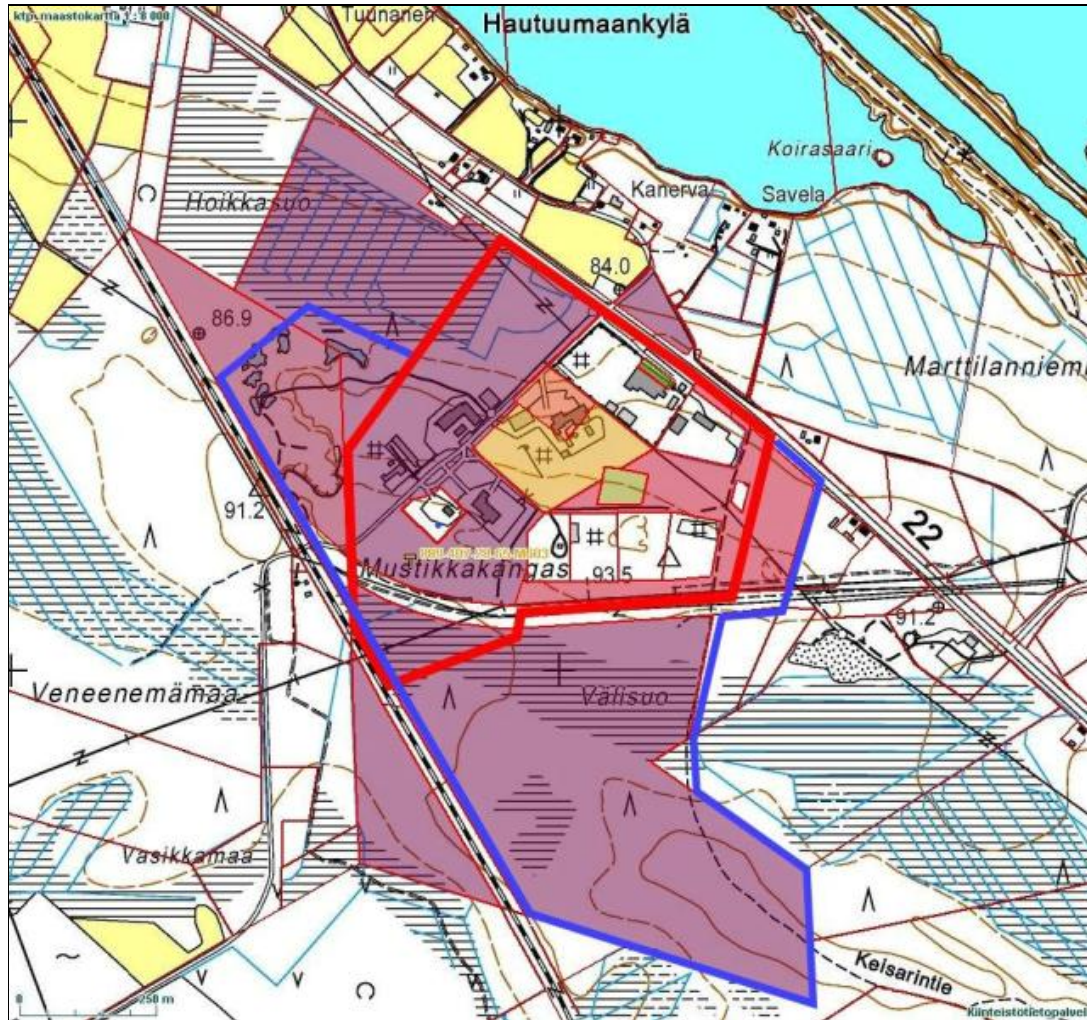
7.2 Maankäyttö- ja kaavoitus

Puunjalostuskeskuksen sijoittamisessa tulisi suosia kaavoitettuja tai muuten suotuisia alueita huomioiden myös ympärillä olevat toiminnot ja herkät alueet, kuten asutus. Hyviä sijoituspaikkoja voivat olla esimerkiksi käytöstä poistetut kohteet, joissa on ollut jo aiemmin raskasta liikennettä ja luonteeltaan joltain osin vastaavaa toimintaa. Tällaisia ovat esimerkiksi maa-aineksen ottoalueet, ratapihat tai teollisuusalueet.

Keskuksen alustavaksi sijaintipaikaksi suunniteltu Mustikkamaan teollisuusalue on lähtökohtaisesti monelta osin soveltuva. Mustikkamaan aluetta suosii myös suhteellisen valmiit liikennöintiyhteydet ja alueen yrityksiin liitettävät synergiaedut, kuten keskitetyt energiaratkaisut ja materiaalivirtojen monipuolinen hyödyntäminen.

Mustikkamaan alueen asemakaavan päivitys käynnistyy syksyllä 2015 ja kaavaehdotuksen on tarkoitus valmistua vuoden 2016 loppuun mennessä. Päivityksen osallistumis- ja arviointisuunnitelma on hyväksytty kunnanhallituksen toimesta 30.6.2015 (Kuva 7-1).

Kaavapäivityksen taustalla on Mustikkakankaan teollisuusalueen nykyisten toimijoiden laajennustarpeet, joita ei voida toteuttaa nykyisen kaavan puitteissa. Lisäksi kaava-alueella on lisäonttien tarve. Kaavamuutokseen liittyy myös yksittäisiä teknisiä tarkennuksia. Kaavamuutoksen yhteydessä arvioidaan myös mahdollisia liikennejärjestelyjen muutostarpeita.



Kuva 7-1. Voimassa olevan asemakaavan rajaus (punainen viiva) sekä laajennusalueen alustava rajaus (sininen viiva). Punaisella maalatut alueet ovat kunnan omistuksessa. (Lähde: Mustikkakankaan teollisuusalueen asemakaavan muutos ja laajennus; Osallistumis- ja arviointisuunnitelma)

7.3 Maaperä ja topografia

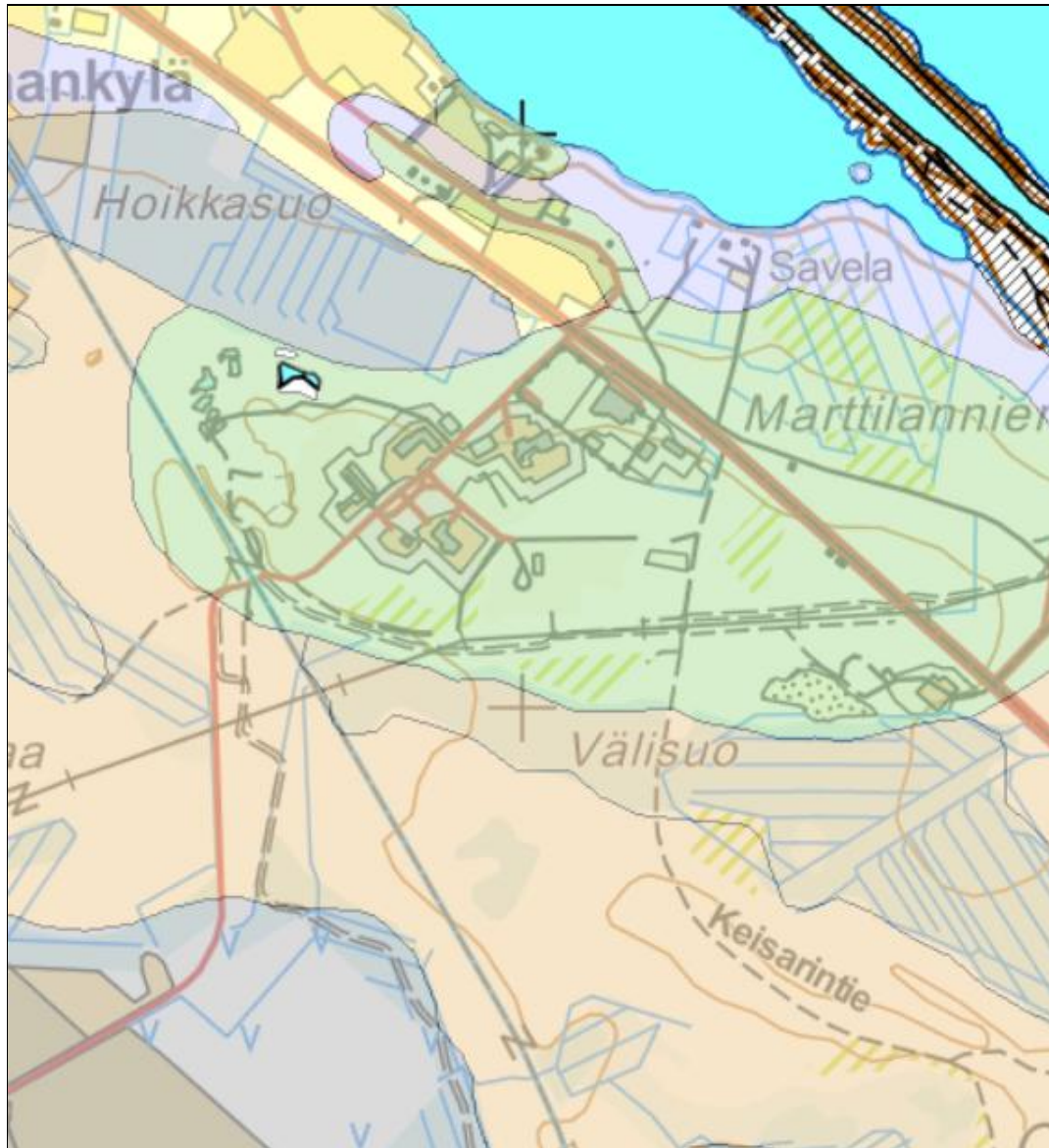
Puunjalostuskeskus tulisi perustaa luonnostaan kantavalle ja suhteellisen tasaisella alueella, jolloin kustannuksia lisäävät pohjarakentamiset ja maansiirtotyöt vähenevät. Merkittävät korkeusvaihtelut vaikeuttavat lisäksi toimivien ja turvallisten liikennejärjestelyiden toteuttamista, mikä voi entisestään lisätä rakennuskustannuksia.

Alueen maaperätiedot on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 7-2). Hoikkasuon alueella oleva sininen väri edustaa pinta- ja pohjamaalajiltaan turvemaata. Kyseinen alue on karttatarkastelun perusteella suhteellisen tasaista.

Mustikkakankaan teollisuusalueen nykyisten rakennusten alueella vallitseva pintamaalaji on hiekkamoreeni ja pohjamaalaji hiekka (kartan taustaväri vihreä). Alueen länsiosa on tietojen mukaan entistä maanottoaluetta.

Nykyisten teollisuusrakennusten eteläpuolella sijaitsee Välisuon alue, jossa pintamaalaji on turve. Välisuon eteläpuolella sekä teollisuusalueen länsipuolella on laaja alue, jossa pinta- ja pohjamaalaji on hiekkamoreeni (kartan taustaväri vaaleanruskea). Välisuon eteläpuolella maasto viettää länteen.

Karttatarkastelun perusteella Mustikkakankaan tasaisimmat alueet sijaitsevat hiekkamoreeni/hiekka-alueilla (vihreä taustaväri). Rakentamisen kannalta merkittäviä korkeusvaihteluita voi esiintyä hiekkamoreeni/hiekka-alueen länsireunalla sekä hiekkamoreenialueella (ruskea taustaväri) Keisarintien länsipuolella. Toimivien kenttätasauksen saavuttamiseksi ko. alueilla tulee tehdä enemmän maa-ainesten leikkausta/täyttöä.



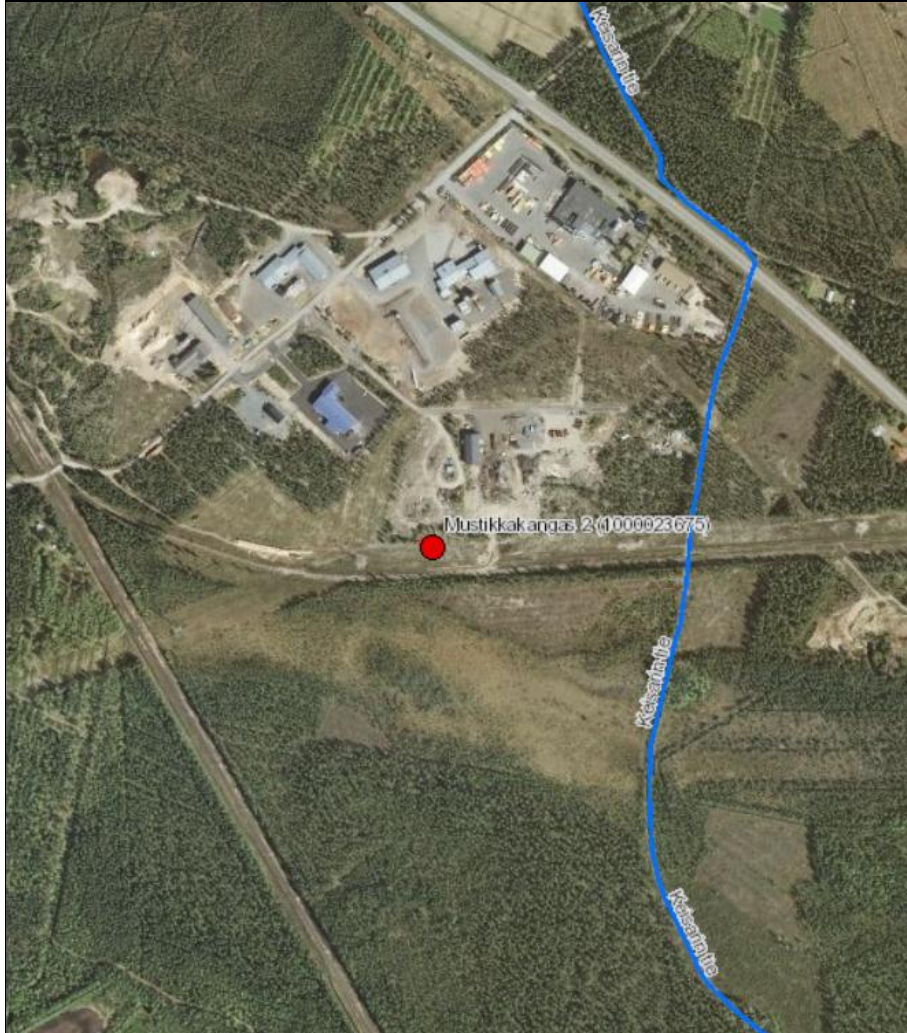
Kuva 7-2. Mustikkakankaan teollisuusalueen maaperä. (Lähde: GTK:n avoin paikkatietoaineistoista)

7.4 Suojelukohdeet

Puunjalostuskeskuksen sijoittamisessa tulee huomioida kohdealueen suojellut kohteet, kuten luonnonsuojelu- ja Natura-alueet sekä rakennetut kulttuuriympäristöt (RKY). Keskuksen sijoittaminen suojeltujen kohteiden alueelle voi vaatia lisäselvityksiä ja luvankäsittelyä.

Mustikkakankaan läpi kulkee Keisarintie, joka on viivamainen RKY-kohde (Kuva 7-3). Utajärven kunnalta saatujen tietojen mukaan Keisarintien sijainti on suojeltu, mutta tietä voidaan käyttää ja sitä voidaan levenittää käyttötarpeen mukaan.

Avoimen paikkatietoaineiston mukaan alueella sijaitsee lisäksi luokittelematon aluemainen mui-
naisjäännös (Mustikkakangas 2, 1000023.675).



Kuva 7-3. Mustikkakankaan teollisuusalueen suojellut kohteet. (Lähde: SYKE, avoin paikkatietoaineisto)

7.5 Alueen infrastruktuuri ja kunnallistekniikka

Perustettavan puunjalostuskeskuksen sijaintitarkastelussa tulee huomioida alueen valmiit infrastruktuurit ja kunnallistekniikat sekä niiden täydentämismahdollisuudet. Valmiit rakenteet ja liittymismahdollisuudet esimerkiksi vesihuolto- ja sähköverkkoon pienentää perustamiskustannuksia. Puunjalostuskeskuksen toiminnan kannalta kriittisimmät tekijät liittyvät liikennereitteihin. Puunjalostuskeskusta palvelevien liikenneväylien tulee olla turvallisia sekä tiloiltaan, kantavuudeltaan, kunnoltaan ja kapasiteetiltaan riittäviä.

Mustikkakankaan teollisuusalue sijoittuu Oulu – Kontiomäki – Kajaani-rautatien ja valtatie 22:n väliin. Alueelle on aiemmin johtanut myös teollisuus-/pistoraide, joka on purettu. Alueen kaavatieverkko on pääosin rakennettu.

Koko nykyinen kaavoitusalue on kunnallisen vesihuollon piirissä (vesijohto ja viemärointi). Alueelle sijoittuu 20 kV:n sähkölinjoja, minkä lisäksi sen etelärajalla on 110 kV:n voimansiirtolinja.

7.6 Pelastus- ja paloturvallisuusasiat

Puunjalostuskeskuksen perustamisvaiheessa ja erityisesti liikennesuunnittelussa tulee huomioida pelastus- ja paloturvallisuusasiat. Puunjalostuskeskuksessa käytetään paljon terveydelle riskialttiita laitteita ja koneita. Lisäksi keskuksessa varastoidaan ja käsitellään suuria määriä palavaa materiaalia.

Alueelle tulee ollakin esteetön ja turvallinen pääsy myös poikkeus- ja onnettomuustilanteissa. Soveltuvien liikennejärjestelyjen lisäksi alueella voidaan panostaa palontorjuntaan esimerkiksi automaattisin sammuusjärjestelmien tai palovesipostein.

Nykyisen Mustikkakankaan teollisuusalueella tehdyssä palotarkastuksessa (25.5.2015) alueelta ei löytynyt huomautettavaa.

7.7 Esityksiä sijaintivaihtoehtoista

Alustavia puunjalostuskeskuksen sijaintivaihtoehtoja Mustikkakankaan alueelta on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 7-4).

Alue A, jonka ala on noin 3 ha, sijaitsee nykyisellä kaava-alueella. Suhteellisen tasaisesta alueesta yli on pinta- ja pohjamaalajiltaan turvemaata (kuvan sininen taustaväri) ja täten heikommin kantavaa. Alueen läpi kulkee puro/noro, jonka merkittävyyttä ei voida arvioida pelkän karttatarkastelun perusteella, sekä sähkölinja. Nykyisessä kaavassa alueelle on sijoitettu myös rakentamisesta vapaita viheralueita. Alue A on nykyisen asemakaava-alueen ainut vapaita tontteja sisältävä alue.

Alue B (ala noin 2,5 ha) sijaitsee asemakaavan alustavalla laajennusalueella. Tasaisen alueen pintamaalaji on hiekkamoreeni ja pohjamaalaji hiekka, joten lähtökohtaisesti alue voisi olla kantavuudeltaan puunjalostuskeskukselle soveltuvaa. Alue on ilmakuvan perusteella pääosin puutonta ja sen läpi kulkee sähkölinja.

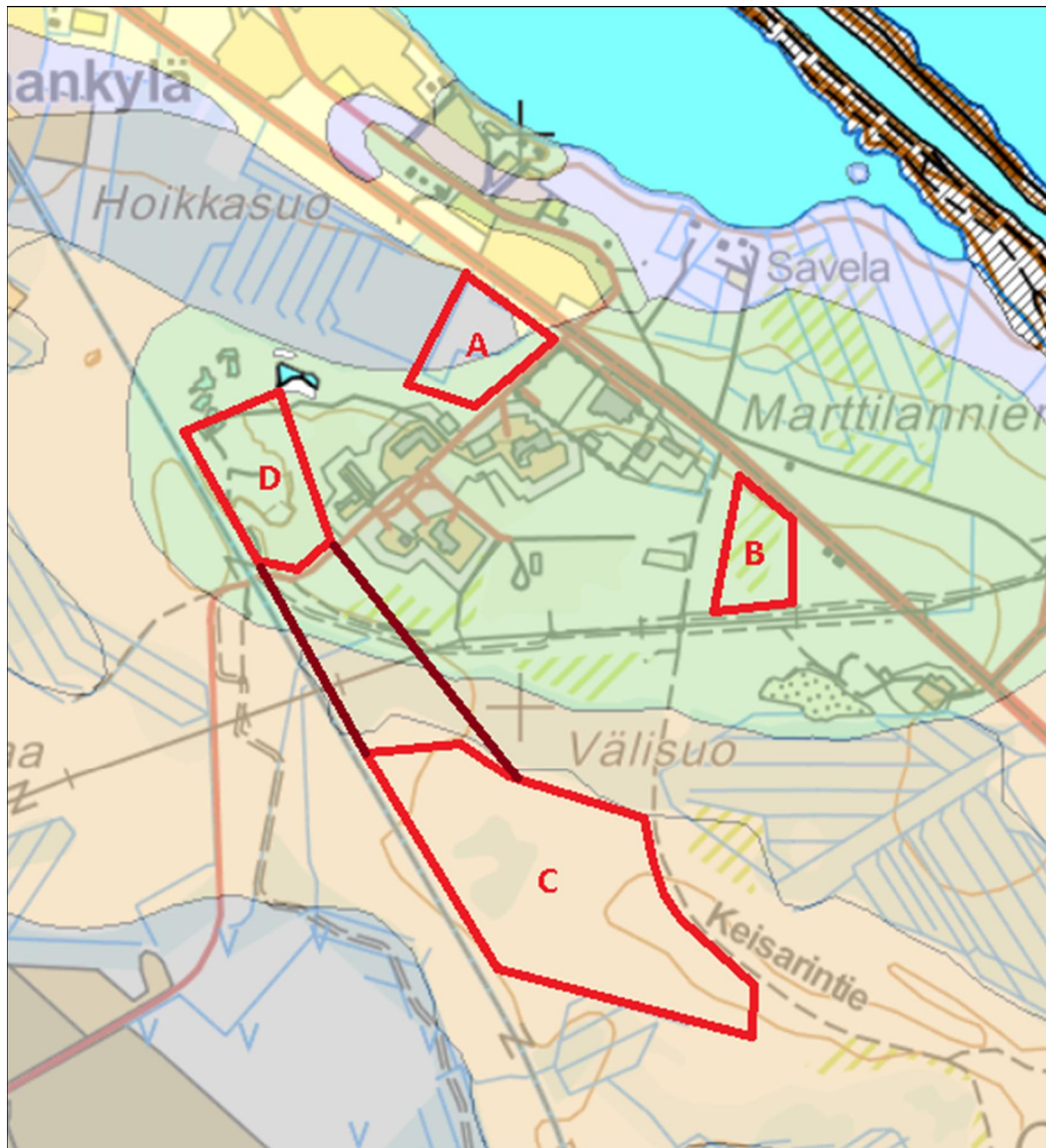
Alueita A ja B yhdistää maantien välitön läheisyys.

Alue C (ala noin 15,0 ha) sijaitsee asemakaavan alustavalla laajennusalueella. Länteen viettävän alueen pinta- ja pohjamaalaji on hiekkamoreeni, joten lähtökohtaisesti alue voisi olla kantavuudeltaan puunjalostuskeskukselle soveltuvaa. Korkeusvaihtelujen takia alueella tulee todennäköisesti tehdä maansiirtotöitä. Alue rajautuu pohjoisessa pintamaalajiltaan turpeiseen suomaiseen alueeseen ja idässä sijainniltaan suojeltuun Keisarintiehen. Alue C on ilmakuvan perusteella metsää ja sen länsireunalla kulkee rautatie.

Alue D (ala noin 4,5 ha) sijaitsee B:n ja C:n tavoin asemakaavan alustavalla laajennusalueella. Alueen pintamaalaji on hiekkamoreeni ja pohjamaalaji hiekka, joten lähtökohtaisesti alue voisi olla kantavuudeltaan puunjalostuskeskukselle soveltuvaa. Korkeusvaihtelujen takia alueella tulee tehdä maansiirtotöitä. Alue on pohjoisessa rajattu alustavasti vesialtaksiin ja lännessä rautatiehen. Karttatarkastelun perusteella alue D on topografialtaan vaihtelevaa ja koillisosa vaatii täyttöä soveltuakseen kenttäalueeksi. Alue D on ilmakuvan perusteella pääosin puutonta. Alueen taustatietojen ja ilmakuviin perusteella aluetta on käytetty aiemmin maanottoon.

Välittömästi alueen D itäpuolella sijaitsee Mustikkakankaan nykyinen lämpölaite hakekenttineen. Alueita C ja D yhdistää rautatien välitön läheisyys.

Yhdistämällä alueet C ja D saataisiin yhteisalaksi noin 30 ha. Alustavan arvion mukaan alueiden C ja D välissä pohjamaa on kantavuudeltaan heikompaa.



Kuva 7-4. Maaperän ja topografian kannalta alustavasti soveltuvimmat puunjalostuskeskuksen sijainnit Mustikkakankaan alueelta. (Lähde, maaperä: GTK:n avoin paikkatietoaineistoista)

8. KUSTANNUSTARKASTELU

8.1 Yleistä

Yleisesti tarkastellen puunjalostuskeskuksen kustannuksiin vaikuttavat toiminnan laajuus ja monipuolisuus, asiakaskunnan tarpeet, käytettävät teknologiat, liiketoiminnan hallintorakenteet sekä alueen ympäristöolosuhteista riippuvat tekijät. Kone- ja laitteistoinvestoinnit kasvavat jalostus- ja prosessointiasteen sekä käsittelyvolyymien mukaan.

Myös laadunhallintaan tehtävät panostukset, kuten asfaltoidut ja katetut varastointialueet, auto-maatio sekä online-tyyliset mittaukset lisäävät kustannuksia, mutta voivat olla myös kannattavuuden lähtökohtia. Esimerkiksi puunkäsittelyalue voidaan toteuttaa maapohjaisena, jolloin kentän pintarakenteessa huomioidaan lähinnä vain liikenteen tarvitsema kantavuus sekä alueen tasoitus. Tuotelaadun varmistamiseksi kenttäalue voi olla suotavaa asfaltoida. Asfaltointi vähentää puumateriaalien epäpuhtauksia (kiviä, hiekkaa) ja helpottaa puun käsittelyä kuten haketusta sekä vähentää hävikin määrää. Katetut varastointialueet edistävät puun kuivumista ja parantavat toimintavarmuutta vaihtelevien sääolosuhteiden ja hankalien vuodenaikojen aikaan.

Koska keskus-/terminaalityyppisessä toiminnassa syntyy jonkin verran lisäkustannuksia verrattuna tilanteeseen, jossa esimerkiksi energiapuu (hake) toimitetaan metsästä suoraan käyttöpaikalle ja välivarastoidaan siellä, voidaan lisäkustannuksia pyrkiä kompensoimaan mm. seuraavilla tavoilla:

- Jalostusasteen ja materiaalin lisäarvon kautta, mikä mahdollistaa korkeamman hinnan
 - Synergioiden kautta ja siitä saatava kustannushyöty
 - Kuivaus – onko edullista/ilmaista hukkalämpöä tarjolla
- Nopea ja tehokas kuormaus – maksimikuormien hyödyntäminen sekä sisään tulevassa että ulos lähtevässä materiaalivirrassa
- Sisäisen logistiikan (mm. vastaanotto ja varastointi) kehittäminen
- Työaikojen pidentäminen hyödyntäen työskentelyä kahdessa tai jopa kolmessa vuorossa ruuhkahuippujen aikana
- Muun liiketoiminnan kehittäminen, mikä lisää liiketoimintavolyymia
 - Sivutuotteiden hyödyntäminen teollisuuslaitoksissa - teolliset symbioosit
 - Turvetuotannon ja puunjalostuskeskuksen hyödyntäminen
 - Toimintamalli, jossa aines- ja energiapuun ohella käsitellään myös esimerkiksi kierrätyspolttainetta, rakennus- ja purkujätettä, pelto- ja järvibiomassaa, jne.
 - Lämpöyrittäjäisyys

8.2 Alustavat kustannusarviot

Sekä investointi- että käyttö- ja kunnossapitokustannusarviot on laskettu olettaen puunjalostuskeskuksen koon olevan keskimäärin noin 250 000 k-m³/a, kuivattavan puun määrän noin 100 000 k-m³/a ja varastoitavan puun määrälle noin 50 000 k-m³/a. Kaikki kustannusarviot ovat ilman arvonlisäveroa (alv 0 %) ja vastaavat tämän päivän hintatasoa ja lainsäädäntöä eikä niissä ole otettu huomioon hinta- ja kustannustasojen mahdollisia nousuja tulevaisuudessa.

8.2.1 Investointiarviot

Investointikustannuksiin liittyvät arviot ovat hyvin alustavia, ja niitä tulee tarkentaa puunjalostuskeskuksen suunnitelmien edetessä. Tässä työssä esitettyjen investointikustannusarvioiden tarkkuus on tasoa +/-30 %. Etenkin alueen rakentamisen (investointikustannukseltaan merkittävä) kustannuksia on vaikea arvioida tarkasti ilman tietoa puunjalostuskeskuksen tarkasta sijainnista ja sijoituspaikan rakentamisolosuhteista (alueen nykytila, pohjaolosuhteet).

Mahdollisen raideliikenneyhteyden vaatimia investointeja eikä infran parantamiseen liittyviä investointeja (mm. maantienyhteyden parantaminen) ei ole mukana investointiarvioissa.

Alueen rakentamisen yksikkökustannuksina on pidetty murskekentän kohdalla 20 €/m² ja asfaltoidun kenttäalueen kohdalla 35 €/m². Yksikkökustannusarviot perustuvat vastaavien samankaltaisten alueiden toteutuneisiin kustannuksiin. Arvioissa lähtötilanteena on pidetty hyvän pohjamaan omaavaa puutonta, mutta rakentamatonta aluetta, josta pintamaat kuoritaan ja kantavuutta nostetaan raskaan liikenteen vaatimusten mukaan.

Investointiarvio on muutettu vuosikustannukseksi (€/a) käyttäen annuiteettimenetelmää, jossa investoinnin hankintahinnan ja jäännösarvon erotus jaetaan pitoaikaa vastaaville vuosille yhtä suuriksi pääomakustannuksiksi eli annuiteeteiksi, jotka sisältävät poistot ja käytettävän laskentakorkokannan mukaiset korkokustannukset (annuiteetti on vakio).

Investoinnin kuoletusaika (pitoaika) 20 vuotta ja laskentakorko 5 % sekä jäännösarvo 0 % hankintahinnasta.

CHP-laitoksen, kuivauslaitteiston (kuivurin) ja puunjalostuskeskuksen muiden toimintojen vaatimien laitteiden investoinnit perustuvat raporttiluonnoksen luvuissa 3,4 ja 5 esitettyihin mitoituksiin ja teknisiin ratkaisuihin.

Puunjalostuskeskuksen muut toiminnot sisältävät mm. kuorintalaitteiden, hakkureiden, pyörökuormaajien ja muiden työkoneiden, kuljettimien, seulojen ja metallinerottimien, lajittelulaitteiden, varasto- ja huoltotilojen, vaaka/vastaanottoaseman ja laadunhallintalaitteiden vaatimat investoinnit (pelletointi-, briketointi- ja/tai torrefiointilaitokset eivät sisälly).

Täydellinen kuivauslaitos sisältää kuivurin lisäksi myös tarvittavat apulaitteet ja –järjestelmät, kuten mm. putkistot, pumput, puhaltimet, säiliöt, lämmönvaihtimet, kaasun käsittelylaitteet, rakennukset, sähkö- ja automaatiolaitteet ja –järjestelmät, jne.

Täydellinen CHP-laitos sisältää päälaitteiden (kattila/kaasutin, höyryturbiini/kaasumoottori) lisäksi myös tarvittavat apulaitteet ja –järjestelmät (putkisto, pumput, säiliöt, lämmönvaihtimet, polttoaineen käsittelylaitteet, savukaasun käsittelylaitteet, vedenkäsittelylaitteet, rakennukset sekä sähkö- ja automaatiolaitteet ja -järjestelmät, jne.).

Taulukossa 8-1 on arvioitu CHP-laitoksen, kuivauslaitteiston (kuivurin) ja puunjalostuskeskuksen alueen maanrakennuksen ja muiden toimintojen vaatimien laitteiden investoinnit.

Taulukko 8-1. Puunjalostuskeskuksen alueen rakentamisen, muiden toimintojen vaatimien laitteiden, kuivauslaitteiston ja CHP-laitoksen investointikustannusarviot

	Investointikustannusarvio (k€)	Osuus (%)
CHP-laitos	6 000 – 7 000	55
Kuivauslaitteisto	1 000 – 1 500	10
Puunjalostuskeskuksen alueen (6-10 ha) maanrakennus	2 000 – 3 000	20
Puunjalostuskeskuksen muut toiminnot (ilman alueen rakentamista)	1 500 – 2 500	15
Yhteensä	10 000 – 14 000	100
Vuosikustannus yhteensä	800 – 1 100 k€/a	

8.2.2 Käyttö- ja kunnossapitokustannusarviot

Käyttökustannuksia arvioitaessa on käytetty seuraavia lähtötietoja:

- CHP-laitoksen puupolttoaineen hinta: 18 €/MWh (eli 35 €/k-m³), sama hinta ostopuupolttoaineelle ja omalle Mustikkakankaan alueen puupolttoaineelle (lähinnä sahausjätettä)
- Lämmön hinta: 0 €/MWh (jos oletetaan, että CHP-laitoksen tuottama lämpö on ilmaista kuivauslaitteistolle)
- Lämmön myyntihinta ulkopuolisille (Mustikkakankaan alueen yritykset): 65 €/MWh
- Sähkön hinta: 0 €/MWh (jos oletetaan, että CHP-laitoksen tuottama sähkö on ilmaista CHP-laitokselle ja kuivauslaitteistolle)
- Sähkön myyntihinta valtakunnan verkkoon: 50 €/MWh
- Henkilökustannus: 50 000 €/a
 - o CHP-laitos: 1 henkilö jatkuvassa ja keskeytymättömässä 3-vuorotyössä
 - o Kuivauslaitteisto: 1 henkilö jatkuvassa ja keskeytymättömässä 3-vuorotyössä
 - o Puunjalostuskeskuksen muu toiminta: 2 henkilöä jatkuvassa ja keskeytymättömässä 2-vuorotyössä

Kunnossapitokustannusten (mm. korjaukset ja huollot) on arvioitu olevan noin 2-5 % investointikustannusarviosta vuodessa investoinnista riippuen.

Puun hankintakustannuksia ei ole otettu huomioon käyttökustannuksina.

Taulukossa 8-2 on annettu CHP-laitoksen, kuivauslaitteiston (kuivurin) ja puunjalostuskeskuksen muiden toimintojen vaatimien laitteiden käyttö- ja kunnossapitokustannusarviot.

Taulukko 8-2. Puunjalostuskeskuksen muiden toimintojen vaatimien laitteiden, kuivauslaitteiston ja CHP-laitoksen käyttö- ja kunnossapitokustannusarviot.

	Polttoaine- kustannus (k€/a)	Henkilö- kustannus (k€/a)	Kiinteä kustannus (k€/a)	Käyttö- ja kunnossapito- kustannus- arvio (k€/a)	Osuus (%)
CHP-laitos	800	250	100 – 200	1 150 – 1 250	60
Kuivauslaitteisto	0	250	50	300	15
Puunjalostuskeskuksen muut toiminnot (ilman puun hankintaa)	50 – 100	300	100 – 150	450 – 550	25
Yhteensä	850 – 900	800	250 – 400	1 900 – 2 100	100
Osuus (%)	45	40	15	100	

CHP-laitoksen, kuivauslaitteiston (kuivurin) ja puunjalostuskeskuksen muiden toimintojen vaatimien laitteiden käyttökustannukset perustuvat raporttiluonnoksen luvuissa 3, 4 ja 5 esitettyihin mitoituksiin ja teknisiin ratkaisuihin.

9. ALUSTAVA BUDJETTI - JA KANNATTAVUUSLASKELMA

9.1 CHP-laitoksen syöttötariffi

Uusi sähköä ja lämpöä tuottava puupolttoainevoimalaitos (CHP-laitos) voidaan liittää syöttötariffijärjestelmään. Hyväksymisen yleisenä edellytyksenä on, että puupolttoainevoimalaitos sijaitsee Suomessa, se on liitetty sähköverkkoon ja sillä on taloudelliset ja toiminnalliset edellytykset sähköntuotannolle 12 vuoden ajan.

Voimalaitoksen tulee olla siis täysin uusi, eikä se ole voinut saada aiemmin valtiontukea. Tämä tarkoittaa, että jos puupolttoainevoimalaitos päättää hakea investointitukea ja saa sitä, ei se tämän jälkeen voi hakea syöttötariffijärjestelmään. Puupolttoainevoimalaitosten osalta generaattoreiden nimellistehon tulee olla vähintään 0,1 MW ja korkeintaan 7 MW. Voimalaitoksen tulee tuottaa myös lämpöä hyötykäyttöön vähintään 50 % hyötysuhteella. Puupolttoainevoimalaitoksille maksettavan syöttötariffin suuruus on takuuhinta vähennettynä sähkön markkinahinnan (Nord Poolin Suomen aluehinta) kolmen kuukauden keskiarvolla. Takuuhinta on 83,5 €/MWh. Enimmillään tukea kuitenkin maksetaan 53,5 €/MWh, joka maksetaan kun sähkön markkinahinnan kolmen kuukauden keskiarvo on 30 €/MWh.

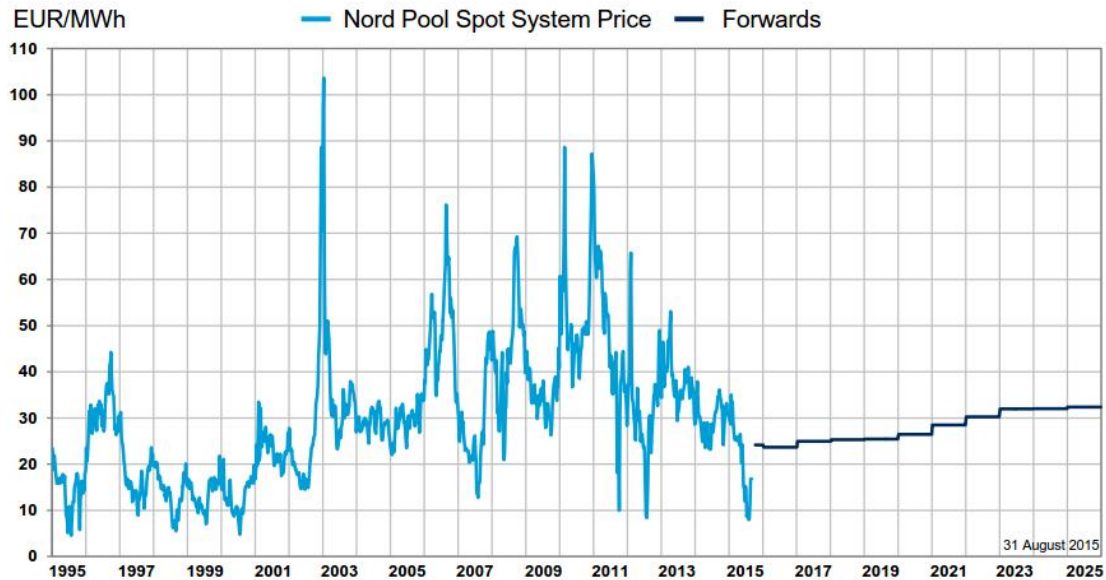
Syöttötariffin lisäksi puupolttoainevoimalaitokset voivat saada sähköntuotannosta lämpöpreemioita 20 €/MWh edellyttäen, että sähköteholtaan yli 1 MW voimalaitoksen hyötysuhde on vähintään 75 %. Puupolttoainevoimalaitoksen saama syöttötariffin ja lämpöpreemion määrä on rajoitettu 750 000 euroon neljältä perättäiseltä vuosineljännekseltä eli maksimissaan 9 milj. euroa 12 vuodelta laitosta kohden. Lisäksi puupolttoainevoimalaitoksia hyväksytään syöttötariffin piiriin, kunnes niitä on enemmän kuin 50 kpl ja niiden nimellissähköteho ylittää 150 MW. Tällä hetkellä ainoastaan yksi metsähaketta käyttävä puupolttoainevoimalaitos Posiolla (0,8 MWe/4 MWth) on hyväksytty syöttötariffin piiriin vuoden 2014 alusta lukien.

Jos sähkön markkinahinnan keskiarvon oletetaan olevan 50 €/MWh seuraavan 12 vuoden ajan noin vuodesta 2020 eteenpäin, voisi puunjalostuskeskuksen CHP-laitos saada syöttötariffijärjestelmän kautta valtakunnan verkkoon myymälleen sähköenergialle (noin 48 000 MWh) tukea noin 2,5 milj. euroa eli noin 210 000 euroa vuodessa, kun laitoksen hyötysuhteen oletetaan olevan vähintään 80 %. Tämä voisi olla noin 35 % CHP-laitoksen investointikustannuksesta, mikä on

todennäköisesti enemmän, kuin mitä CHP-laitos voisi saada investointitukea (suuruusluokka 15–25 % laitoksen investointikustannuksesta).

Kuvassa 9-1 on esitetty arvio sähkön markkinahinnan (Nord Poolin Pohjoismaiden aluehinta) kehityksestä nykyyhetkestä vuoteen 2025. Kuvan perusteella selvitystyössä käytetty sähkön markkinahinnan keskiarvo 50 €/MWh saattaa olla liian suuri.

Wholesale price for electricity



Kuva 9-1. Arvio sähkön tukkuhinnan kehityksestä 2015-2015. (Lähde, Fortum)

9.2 Laskelman tulokset ja tulosten tulkinta

Alustava budjetti- ja kannattavuuslaskelma (taulukko 9-1) on laadittu puunjalostuskeskuksen kahdelle kokoskenaariolle: nykykäyttö (VE1, koko 200 000 k-m³ vuodessa) ja puunkäytön kasvu ja lisääntynyt asiakaskunta (VE2, koko 300 000 k-m³ vuodessa). Puunjalostuskeskuksen mitoitus on tarkemmin perusteltu ja kuvattu raporttiluonnoksen luvussa 4.2. Laskelmassa ei ole otettu huomioon puun hankintakustannuksia eikä kuivatun ja jalostetun puun myyntituottoja.

Taulukko 9-1. Alustava budjetti- ja kannattavuuslaskelma.

	VE1 (k€/a)	VE2 (k€/a)
Kustannukset		
- investoinnit	800	1 100
- käyttö- ja kunnossapito	1 900	2 100
- yhteensä	2 700	3 200
Tuotot		
- syöttötariffi	210	210
- lämmön myynti	390	390
- sähkön myynti	200	200
- yhteensä	800	800
Erotus	-1 900	-2 400

Taulukosta voidaan vetää johtopäätös, että kuivatun ja jalostetun puun myynnistä pitää saada vuodessa vaihtoehdosta riippuen 1,9–2,4 milj. euroa enemmän kuin puun ostosta puunjalostuskeskukselle, jotta puunjalostuskeskus tekee nollatulosta eikä pyöri tappiolla.

Puunjalostuskeskus ostaa ja käsittelee puuta vuositasolla vaihtoehdosta riippuen 200 000–300 000 k-m³ (eli noin 400–600 GWh) ja myy vastaavan määrän. Tällöin vaihtoehdossa 1 (VE1) puusta tulisi saada keskimäärin noin 4,7 €/MWh korkeampi hinta kuin ostettavasta puusta ja vaihtoehdossa 2 (VE2) vastaavasti noin 4,0 €/MWh korkeampi hinta kuin ostettavasta puusta.

Jos ostettavan puun hinta on keskimäärin 18 €/MWh, niin myytävästä puusta pitäisi saada keskimäärin siis vähintään noin 22 €/MWh eli vähintään noin 4 €/MWh (noin 22 %) korkeampi hinta kuin ostettavasta puusta, jotta puunjalostuskeskus ei tekisi tappiota ja toiminta olisi kannattavaa.

Jos selvitystyössä käytettäisiin sähkön markkinahinnan keskiarvona esim. 40 €/MWh, niin syöttötariffin tuotto kasvaisi noin 50 000 euroa vuodessa, mutta samalla sähkön myynnistä saatava tuotto vähenisi 40 000 euroa vuodessa eli tuloa tulisi vain noin 10 000 euroa. Tämä laskelma osoittaa, että puunjalostuskeskuksen kannattavuus ei ole kovinkaan herkkä sähkön markkinahinnan muutoksille.

Jos taas myytävän lämmön hintaa nostetaan 10 €/MWh (65 → 75 €/MWh), niin lämmön myynnistä saadaan tuottoa noin 60 000 euroa enemmän. Tällöin myytävästä puusta pitäisi saada keskimäärin noin 3,9–4,6 €/MWh korkeampi hinta kuin ostettavasta puusta puunjalostuskeskuksen koosta riippuen.

Tuottoja suurempi vaikutus puunjalostuskeskuksen kannattavuuteen on investointi- sekä käyttö- ja kunnossapitokustannusten minimoimisella. Jos esimerkiksi CHP-laitoksella käytetyn puupolttoaineen hinta laskisi 5 €/MWh (eli 10 €/k-m³), niin käyttökustannukset laskisivat noin 100 000 euroa vuodessa, jolloin myytävästä puusta pitäisi saada keskimäärin noin 3,8–4,5 €/MWh korkeampi hinta kuin ostettavasta puusta puunjalostuskeskuksen koosta riippuen. Vaikka puu olisi ilmaista CHP-laitokselle, niin myytävästä puusta pitäisi saada noin 2,7 €/MWh enemmän kuin ostettavasta puusta, jotta puunjalostuskeskus ei tekisi tappiota.

9.3 Arvioita puunjalostuskeskuksen lisäarvon vaikutuksesta puusta saatavan hintaan

Ramboll teki loppuvuodesta 2014 Miktech Oy:n toimeksiannosta Biomass Value Supply Chain-selvitystyön, jonka yhteenvetoraportti on julkinen. Selvitystyössä arvioitiin taloudellisia hyötyjä, joita voima- tai lämpölaitos saa optimoidusta laadusta varmistavasta metsähakkeen toimitusketjusta. Selvityksen aikana haastateltiin laitoksia ja toimitusketjun toimijoita sekä hyödynnettiin myös aiheesta aiemmin tehtyjä raportteja.

Alla olevat hyödyt ovat laitoksiin kohdistuvia hyötyjä. Kaiken A ja O oli metsätähteen oikeanlainen varastointi eli mitä kuivempaa sen parempi lämpöarvo ja parempi hinta. Selvityksen tuloksenahan havaittiin myös hyötyjä muulle toimitusketjulle.

Selvityksen tuloksia olivat mm.

- Konkreettisimmat hyödyt optimoidusta toimitusketjusta kohdistuvat laitosten polttoainetalouteen, kattilan hyötysuhteisiin ja muihin energian tuotantokustannuksiin. Hakkeen laadun paraneminen saa myös aikaan vähemmän epäpuhtauksista aiheutuvia tuotantokatkoksia laitoksilla.
- Pienemmillä laitoksilla polttoainelaatu nähdään kannattavan toiminnan peruspilarina. Paremman ja tasalaatuisemman polttoaineen kokonaisyödyt arvioidaan isoilla voimalaitoksilla vähäisemmiksi kuin pienemmillä lämpölaitoksilla, sillä isojen laitosten laite- ja teknologia on sallivampaa huonolle hakkeen laadulle ja laitemitoituksella helpommin hallittavissa. Lisäksi suurilla laitoksilla voidaan massojen sekoituksella ja syötöllä säätää polttoainelaadusta, pienillä laitoksilla tämä ei ole mahdollista, jolloin luottamus koko toimitusketjussa on ensiarvoisen tärkeää.

- Taloudellisia säästöjä laitoksella syntyy myös hakkeen hyvästä saatavuudesta, kun kustannuksiltaan merkittävien poikkeustilanteiden (alasajot, öljyn varakäyttö) määrä vähenee. Laitoshan maksaa materiaalista lämpöarvon perusteella, joten isolle laitokselle on sama miten ja millaisena materiaali heille kuljetetaan, jolloin merkittävimmät säästöt syntyvät poikkeustilanteiden välttämällä. Tietysti jos isollekin laitokselle tulee kokoajan huonolaatuista materiaalia, niin laitoksen kokonaishyötysuhde heikkenee.
- Kuivemman hakkeen tuomat hyödyt suhteellisesti matalampien hankinta-, toimitus- ja loppukäyttökustannusten kautta luo perusteita hakkeen laatuhinnoittelulle (€/MWh).

Laitoshyödyistä tehtiin laskentamalli, jonka tuloksista on esitetty ote alla.

	Esimerkki 1:	Esimerkki 2:		
	<ul style="list-style-type: none"> • Voimalaitoksen hakekäyttö 50 000 MWh/a • Hake muodostuu kokopuusta • Normaali varastointi, jolloin vesipitoisuus 45% • Palakoossa ongelmia, epäpuhtauksia hakkeessa • Hakkeen saatavuudessa ongelmia 	<ul style="list-style-type: none"> • Voimalaitoksen hakekäyttö 50 000 MWh/a • Hake muodostuu kokopuusta • Erittäin hyvät varastoinnit, jolloin vesipitoisuus 30% • Palakoossa vähän ongelmia ja vähän epäpuhtauksia hakkeessa • Hakkeen saatavuudessa ei ole ongelmia 		
	Esim. 1	Esim. 2		
Korjuutapa (kokopuu)				
Vaikutus raivattavaan metsään	219	219	ha vähemmän	Hyöty toimitusketjulle*
Vaikutus korjuukustannuksiin	346 136	346 136	eur vähemmän	Hyöty toimitusketjulle*
Korjuu / varastointi				
Vaikutus lämpöarvoon	0.58	1.44	MWh/t	Laitoshyöty**
Vaikutus hyötysuhteeseen	1	3	%	Laitoshyöty**
Vaikutus laitoksen tuloihin	0.3	2.6	eur/t	Laitoshyöty**
Vaikutus maksettua hintaan	11.5	28.8	eur/t	Hyöty toimitusketjulle**
Vaikutus raivattavaan metsään	55	100	ha vähemmän	Hyöty laitokselle ja toimitusketjulle**
Vaikutus kuljetukseen (50 km)	2 292	4 167	km vähemmän	Hyöty laitokselle ja toimitusketjulle**
Vaikutus kattilapäästöihin	90	165	CO2 t vähemmän	Hyöty yhteiskunnalle**
Vaikutus kuljetuskustannuksiin	49 000	91 000	eur vähemmän	Hyöty laitokselle ja toimitusketjulle**
Käyttöhäiriöt/huolto				
Vaikutus kustannuksiin	0.80	0.37	eur/MWh	Lisäkustannus laitokselle
Vaikutus kustannuksiin	40 000	18 500	eur/a	Lisäkustannus laitokselle
Hakkeen saatavuus				
Vaikutus kustannuksiin	294 000	183 750	eur/a	Lisäkustannus laitokselle

* = verrattuna rankapuukorjuuseen ** = verrattuna 55 % kosteuspitoisuuteen

Tämän esimerkin pohjalta laitos voisi maksimissaan maksaa 15 % kuivemmasta hakkeesta noin 17 €/t (noin 13,5 €/k-m³) enemmän. Tämä tarkoittaisi noin 7 €/MWh. Win-win-pohjalta voidaan arvioida, että taloudellinen hyöty jakaantuisi tasan laitokselle ja toimitusketjulle, eli hyvää haketta toimitavan toimitusketjun saama lisähinta olisi luokkaa 3–4 €/MWh, joka taas jakaantuu jos-sain määrin toimitusketjun eri osille.

Sekä Miktechille tehdyssä selvityksessä että muissa Rambollin tekemissä selvitystöissä pienet lämpölaitokset ovat itse arvioineet voivansa maksaa noin 10 % lisähintaa hyvälaatuisesta ja kuivasta hakkeesta.

10. ALUEELLISET SYNERGIATARKASTELUT JA VAIKUTUKSET ALUETALOUTEEN

Alla olevaan taulukkoon 10-1 on koottu puunjalostuskeskuksen toiminnan kautta muodostuvia synergiaetuja ulkopuolisille toimijoille sekä vaikutuksia aluetalouteen. Merkittävimmät edut arvioidaan muodostuvan puunjalostuskeskuksen laadukkaan tuotetarjonnan sekä työllistävyytsvaikutusten kautta. Myös mahdollinen TKI-toiminta voi olla merkittävää.

Taulukko 10-1. Puunjalostuskeskuksen toiminnan synergiaedut ja vaikutukset aluetalouteen.

	CHP (energia)	
	<ul style="list-style-type: none"> - Alueellinen ja luotettava energiatuotanto, sähköä ja lämpöä -yritykset, kunta, kotitaloudet - Hukkalämmön hyötykäyttö hakkeen kuivauksessa parantaa laatua ja toimitusvarmuutta - asiakkaat - Puunjalostuskeskukselle soveltumattoman sivuvirta/jättemateriaalin hyödyntäminen - alueen toimijat 	
ARVOKETJUN YLÄVIRTA (raaka-aineet)	PUUNJALOSTUSKESKUS (perustaminen ja toiminta)	ARVOKETJUN ALAVIRTA (tuotteet)
<ul style="list-style-type: none"> - Ostovarmuus puulle - metsänomistajat - Työn lisääntyminen, puunkorjuun tehostuminen ja korjuualueiden kasvaminen - puunvälittäjät, puunkorjuu-, kuljetus-, ja huoltoyrittäjät, työkooneiden valmistajat/toimittajat - Kausivaihtelevuuden tasaantuminen - puunkorjuu-, kuljetus-, ja huoltoyrittäjät - "Jätteestä raaka-aineeksi", puujätettä, -sivuvirtaa jalostetaan - alueen toimijat - Metsäbiomassan arvonnousu - metsänomistajat, yhteiskunta 	<ul style="list-style-type: none"> - Tarvittavat selvitykset/yleissuunnitelmat, luvitukset, kaa-voitus - kunta, suunnittelijat, konsultit - Rakentamissuunnitelmat - suunnittelijat - Alueen ja infran rakentaminen - maanrakentajat, rakennus-, LVI- ja sähköurakoitsijat - Työkoneiden ja -laitteiden teknisten rakenteiden, mittalaitteiden ym. investoinnit, pystytykset, huollot - valmistajat, -toimittajat, -huoltajat, rakennusurakoitsijat - Kiinteistöhuolto ja -valvonta - isännöinti-, kiinteistöhoito-, turva-alayrittäjät - IT-palveluiden osto ja ylläpito - palveluntarjoajat - Käytön ja talouden tarkkailu ja raportointi - konsultit 	<ul style="list-style-type: none"> - Uusien ja yksilöityjen tuotteiden tarjonta - asiakkaat - Tasalaatuisuus ja varmat toimitukset, myös suuressa mittakaavassa - asiakkaat - Ostetun materiaalin alkuperä- ja laatutieto - asiakkaat - Asiakkaan varastointitarpeiden ja -alueiden vähentyminen - asiakkaat - Vaihtoehtoinen polttoaine turpeelle huonoina tuotantovuosin - asiakkaat - Työn lisääntyminen, kuljetukset - kuljetus-, ja huoltoyrittäjät, työkoneiden valmistajat/toimittajat
<p>LI SÄKSI:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Materiaalihävikit vähenevät tehokkaan puunkorjuun ja hyvien käsittely- ja varastointiolo-suhteiden myötä. Kuljetuskustannukset pienenevät (energia)tehokkaiden kuljetusten kautta - hyötyä koko ketjulle - Välilliset hyödyt aluetalouteen - yhteiskunta, lähiseudun palveluntarjoajat; majoitus, huoltotoiminta, polttoaineenjako, kunnat, Mustikkakankaan toimijat - Alueen "biotalousbrändi" ja omavaraisuus vahvistuu - lähiseutu, kunnat, Mustikkakankaan toimijat - Tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminta (TKI) lisääntyy puunjalostuskeskuksen toimissa mahdollisesti pilot-ympäristönä - VTT, Luonnonvarakeskus, Oulun yo, OAMK, metsäalan toimijat; OTSO, Tapio, yhteistyökorkeakoulut ja -ammattikoulut - Koulutusmahdollisuudet puunjalostuskeskuksen tai sen arvoketjuissa - harjoittelijat, oppisopimukset 		

11. LIIKETOIMINTASUUNNITELMA

Puunjalostuskeskuksen alustava liiketoimintasuunnitelma on esitetty liitteessä 3.

12. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

PUUTA- esiselvityshankkeeseen kuuluvassa puunjalostuskeskuksen selvitystyössä tarkasteltiin Utajärven kunnan Mustikkakankaan teollisuusalueelle mahdollisesti noin vuonna 2020 perustettava puunjalostuskeskusta.

Työssä tehtiin sähköpostikysely puuta käyttävien Oulun seudun ja Oulunkaaren alueen yrityksille, jotta puunjalostuskeskuksen koko ja myytävän puun laji/tyyppi saatiin selville. Lisäksi selvitettiin puunjalostuskeskuksen laiteteknologiavalintoja ja niiden mitoitus. Puunjalostuskeskuksen tilantarve määritettiin puunjalostuskeskuksen kapasiteettiin ja toiminnan laatuun perustuen ja ehdotettiin mahdollisia sijoituspaikkoja puunjalostuskeskukselle Mustikkakankaan alueelle. Lopuksi tehtiin taloudellinen tarkastelu sisältäen kustannusarvioiden määrittämisen, budjetin ja kannattavuuden laskennan sekä alustavan liiketoimintasuunnitelma laatimisen.

Selvitystyön keskeiset tulokset ovat:

- Puunjalostuskeskuksen koko on 200 000–300 000 k-m³ vuodessa, mikä vastaa energiana 400–600 GWh.
- Kuivattavan puun määrä on 100 000 k-m³ vuodessa, mikä vaatii energiaa 24 000 MWh.
- Varastoitavan puun määrä on noin 50 000 k-m³.
- Puusta noin on 35 % ainespuuta, joka lähes kokonaan tukkipuuta, ja 65 % energiapuuta, josta noin 55 % on metsähaketta, noin 25 % kokopuuta ja loppu 20 % kuorta ja purua.
- Kuivauksen vaatima lämpö ja sähkö tuotetaan CHP-laitoksella, joka perustuu joko perinteiseen höyryturbiiniprosessiin tai ORC-tekniikkaan, laitoksen koko on 1 MWe/5 MWth.
- CHP-laitos käyttää vuodessa puuta 45 000 MWh ja tuottaa lämpöä myytäväksi 6 000 MWh ja sähkö myytäväksi 4 000 MWh.
- Kuivauslaitteisto perustuu joko rumpu- tai vastavirtakuivaukseen höyryllä tai lämpimällä vedellä, kapasiteetti 17 k-m³ tunnissa.
- Puunjalostuskeskuksen tilantarve on 6–10 ha riippuen puunjalostuskeskuksen toiminnan volyymista.
- Puunjalostuskeskuksen investointikustannusarvio on 10–14 milj. euroa (0,8–1,1 milj. euroa vuodessa) sisältäen CHP-laitoksen, kuivauslaitteiston ja puunjalostuksen alueen maanrakentamisen ja muiden toimintojen vaatimien laitteiden investoinnit
- Puunjalostuskeskuksen käyttö- ja kunnossapitokustannusarvio on 1,9–2,1 milj. euroa vuodessa sisältäen CHP-laitoksen, kuivauslaitteiston ja puunjalostuksen muiden toimintojen vaatimien laitteiden (ilman puun hankintaa) käytön ja kunnossapidon.
- Puunjalostuskeskuksen pitää saada kuivatun ja jalostetun puun myynnistä vuodessa 1,9–2,4 milj. euroa enemmän kuin puun ostopuusta, jotta puunjalostuskeskus tekee nollatulosta eikä pyöri tappiolla. Tämä tarkoittaa, että puunjalostuskeskuksen tulisi saada keskimäärin 4,0–4,7 €/MWh korkeampi hinta kuin ostettavasta puusta.
- Pienet lämpölaitokset ovat itse arvioineet voivansa maksaa noin 10 % lisähintaa hyvälaatuisesta ja kuivasta hakkeesta, koska laitoksen käytettävyyys ja hyötysuhde paranevat sekä öljyn käyttö vähenee hakkeen tasaisemman laadun ja paremman saatavuuden johdosta.

Ramboll Finland Oy

Jukka Jalovaara
Projektipäällikkö

Mirja Mutikainen
Liiketoimintapäällikkö

Lähteet

- Avoimet paikkatietoaineistot (Paikkatietoikkuna, Oiva-ympäristö- ja paikkatietopalvelu, Maanmittauslaitos, GTK)
- Henkilöhaastattelut
- Sähköpostivastaukset
- Yleinen tiedonhaku yritysten verkkosivuilta
- Sähkön ja lämmön yhteistuotanto biomassasta, VTT, 2013
- Fortum, Investor / Analyst material, September 2015
- Sähkön pientuotannon kilpailukyvyyn ja kokonaistaloudellisten hyötyjen analyysi, Gaia, 2014
- Opas sähkön pientuottajalle, Motiva, 2012
- Tietoja pienistä lämpölaitoksista vuodelta 2013, Kuntaliitto
- Micro- ja pien-CHP, teknologia- ja laitekantaselvitys sekä kannattavuuden tarkastelu ta-pausesimerkin avulla, Iin Micropolis, 2013
- Kuivuritekniikan selvitys, Iin Micropolis, 2013
- Pienimuotoisen sähkön ja lämmön tuotannon tilannekatsaus – laitteet ja niiden käyttöön-otto, Oulun yliopisto, 2012
- Solid biomass fuel terminal concepts and a cost analysis of a satellite terminal concept, VTT, 2015
- Kainuun biomassaterminaaliverkostohankkeen toteutettavuusselvitys, Pöyry, 2010
- Polttohakkeen tuotantokustannukset, JAMK, 2014
- Biopolttoaineterminaalit – ohjeistus terminaalien perustamiselle ja käytölle, VTT, 2011
- Kiinteiden biopolttoaineiden terminaaliratkaisut tulevaisuudessa, VTT, 2014
- Pohjoisen biotalous – näkökulmia ja mahdollisuuksia Pohjois-Suomessa, Oulun yliopisto, 2014
- Biopolttoaineterminaaliselvitys, NISCluster, 2014
- Biopolttoaineterminaalin perustaminen, Iin Micropolis, 2011
- Energiatarveselvitys – Mustikkakankaan Teollisuusalue, Enegia, 2015

LIITE 1

BENCHMARKING – VERROKKIANALYYSI PUUTERMINAALISTA

Osana selvitystyötä on tarkasteltu lyhyesti terminaalityyppisiä kohteita kirjallisuudesta saatuihin tietoihin perustuen. Kohteet on jaettu kahteen taulukkoon. Ensimmäisessä taulukossa on listattu toteutuneita kohteita ja toisessa taulukossa suunniteltuja kohteita.

Benchmark – analyysi toteutuneista terminaalityyppisistä kohteista (*kursiivilla merkityt perustuvat asiantuntija-arvioon*).

Toimijat ja perustamisvuosi	Raaka-aineet	Asiakkaat/käyttökohteet	Tuotteet ja määrät	Tekniikat	Alueen koko (Iikim.)	Muuta
Jyväskylän Energia (JE) - Muurame 2010	JE:n puuhankinta.	Keljonlahden voimalaitos, 16 km (JE)	Hake. <i>Suuret määrät, vaihtelee (Keljonlahti 1 200 GWh/a)</i> . Yhtäaikainen varastointi maks. hakeena 70 GWh (85 000 m ³)	Haketin, pyöräkuormaaja, hakeaumojen lämpötilamittaus. Ei katettuja varastoja.	1,5 ha, asfaltoitua 1 ha.	Alue entinen kaatopaikka. Terminaali tyhennetään viimeistään keuhäsin, jolloin ei kerry ylivuotista haketta seuraavaksi talveksi.
Laatuenergia -Pihtipudas 2010	Pihtipuutaan alueen energia-puuta sekä jätepuuta.	Lähiseudun lämpölaitokset.	Hake. Toiminnan alussa 50 GWh/a haketa. Tavoite 100 GWh/a.	2-vaiheinen säädettävä murskain (75 kW+160 kW) + rumpuhakkuri. Hihnakuljettimet ja työkoneet. <i>Ei katettuja varastoja.</i>	3 ha, asfaltoitua 1 ha. Aluevaraus 6 ha.	Puhdas puu hakettimille, muu murskaimelle. Murskainteknologia on VTT:n tutkimustyön tulos. Investointiarvio ollut 2 milj. € Työllistää nyk. 7 hlöä (metsästä hakkeeksi)
Rovaniemen Energia (RE) – Mustikkamaa JH-Metsäenergia Oy operoi. Puuterminali; 1992. Biopolttaineterminaaliksi 2000-luvulla.	Pääosa nuorten metsien energia-puuta karsittuna/karsimattomana sekä hakkuutähteet.	Suosiolan voimalaitos. Myöh. Mustikkamaan uusi voimalaitos.	Hake. Noin 400 GWh/a.	Kiinteä haketin (maks. kapasiteetti 450 m ³ /h)	2 ha (2011), asfaltoitua. Laajenee.	Työllistää nyk. 4 henkilöä (ennen uutta voimalaitosta). Ympäristölupa.

Euran Energia (EE) – Surunkylä	<i>Energia-puu.</i>	Lämpöyrittäjän välivarasto, lämpölaitokset.		<i>Mobiilihaketin.</i> Katettu varasto.	370 m2 (1 500 i-m3).	
Euran Energia (EE) - Miharintie	<i>Energia-puu.</i>	Lämpöyrittäjän välivarasto, lämpölaitokset.		<i>Mobiilihaketin.</i> Katettu varasto.	300 m2 (1 000 i-m3).	
JHT-Yhtiö – Kaskinen JH-Metsäenergia Oy operoi. 2014	Massapuu- ta(??)	Kasvihuoneteollisuuden ja lämpölaitosten tarpeisiin.	Tavoite 200 000 i-m3/a (potentiaali moninkertainen)	Haketin ja työkoneet. Katettuja varastotiloja.		Sataman yhteydessä.
Jalasjärven Lämpö (JL) – Jalasjärvi 2006		Oman pelletitehtaan ja lämpökeskuksen käyttöön.	Noin puolen vuoden polttoainemäärän kapasiteetti.	Haketin ja kuivain. (Puun käsittely- ja kuivaus-terminaali)		Pelletitehtaan ja lämpökeskuksen yhteydessä.
Storan Enso (SE) - Pelkolan puuterminaalii	Venäläinen tuontipuu.	<i>Yhtiön tehtaot Imatralla, Anjalankoskella?</i>				Tulevaisuudessa puuterminaalii tarpeen on arvioitu vähenevät, kun puut käsitellään Venäjällä.
Mm. Pirkanmaan puuterminaalieja 1)Orivesi 2)Parkano 3)Vesilahti 4)Hämeenkyrö 5)Kangasala 6)Kihniö 2x 7)Parkano 3x 8)Pälkäne 2x 9)Ruovesi 2x 10)Sastamala 4x 11)Urjala 2x 12)Valkeakoski 13)Ylöjärvi		<i>Puuterminaalii omistamien yhtiöiden oma tarve.</i>			1)3 ha, 2)3 ha, 3)7,1 ha, 4)40 ha, 5)0,5 ha, 6)4+? ha 7)2+3+3 ha 8)<1 ha 2x 9)3,5+14 ha 10)2,5+0,6+1+0,5ha 11) 1+1 ha 12) 2,5 ha 13) 4 ha	Tietoa vähän. Kohteita radan varressa. Osalla ympäristölupa.
Kontiomäki – Vuosaari						
Helppo Lämpö Oy (HL) –						Ei tietoja. http://www.help

Kauhavan puutermiinaali						polam- po.fi/helppo- lampo-oy
JH- Metsäenergia – Ilmajoki						Ei tietoja.
Vaskiluodon Voima – Kurjennevan puutermiinaali						Ei tietoja.

Benchmark – analyysi suunnitelluista terminaalityyppisistä kohteista (*kursiivilla merkityt perustuvat asiantuntija-arvioon*).

Toimijat ja perustamisvuosi	Raaka-aineet	Asiakkaat/käyttökohteet	Tuotteet ja määrät	Tekniikat	Alueen koko (likim.)	Muuta
Kokkalahti – Saarijärvi			200 GWh/a			Radan varrella.
Ylä-Kainuun puutermiinaali						Radan varrella. Investointiarvio 5,0 milj. € (kasvaa mahd. biotehtaiden myötä)
Parkanon puutermiinaali						

LIITE 2
ALUSTAVA LIIKETOIMINTASUUNNITELMA

Erillinen dokumentti