

PUUTA-esiselvityshanke

Uudet teknologiat ja mahdollisuudet
puuraaka-aineen käsittelyssä ja
jalostuksessa puunjalostuskeskuksessa



PUUTA esiselvityshanke

Uudet teknologiat ja mahdollisuudet puuraaka-aineen käsittelyssä ja jalostuksessa puunjalostuskeskuksessa

Selvityksen sisältö:

1. Pyöreän puun röntgenlajittelu
2. Polttohakkeen laadun parantaminen ja laadun seuranta erilaisten teknologioiden avulla
3. Polttohakkeen laaduttaminen uuden teknologian avulla poltto- ja selluhakkeeksi
4. Puuraaka-aineen asiakaslähtöinen laadutus ja katkonta metsässä monitoimikoneella
5. Harvennusleimikoiden arvosaantoon perustuva laaduttaminen ja katkonta sahatukeiksi ja kuitupuiksi
6. Biopolttoaineen ja energiapuun laadun parantaminen
7. Torrefiointiteknologian mahdollisuudet puuraaka-aineen lisäarvon tuottamiseksi
8. Vaneri ja viilutukkien erottelu koivutukeissa
9. Muut vaihtoehdot puun arvon lisäämiseksi tai jalostamiseksi puunjalostuskeskuksessa

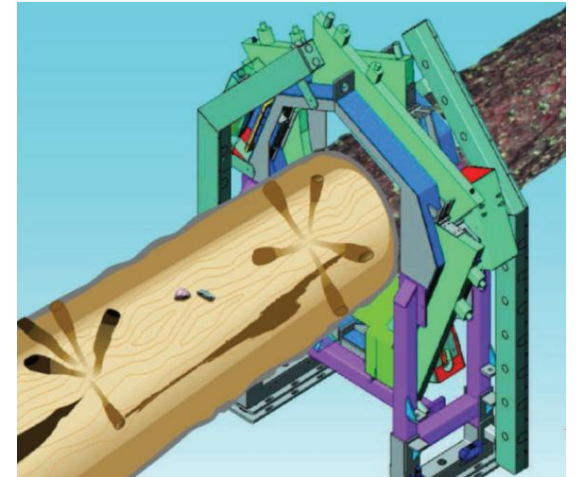
1. Pöyreän puun röntgenlajittelu



1. Pöyreän puun röntgenlajittelu

Röntgenteknologia puun lajittelussa

- ❑ Arvokas luonnonvaramme puu on aistinvaraisesti tarkasteltuna hyvin samankaltaista massaa. Puun arvoon vaikuttavat laatutekijät piilevät kuitenkin kuoren alla ja paljastuvat vasta sahauksen jälkeen.
- ❑ Raaka-aineen tehokas hyötykäyttö edellyttää tietoa tukin piilevistä laatuun vaikuttavista tekijöistä.
- ❑ Lasermittaukseen perustuvat järjestelmät tuottavat tarkkaa pintatietoa, mutta pinnan alla oleva informaatio, esimerkiksi oksaisuus, jää käyttämättä.
- ❑ Röntgenteknologia on ainoa ainetta rikkomaton mittaustekniikka, jonka avulla tukin sisätieto saadaan tehokkaasti mukaan lajitteluun.
- ❑ Röntgenteknologia on ollut yli 10 vuotta käytössä sahoilla. Tukkien röntgen lajittelu avaa seuraavia mahdollisuuksia:
 - ❑ Huomattavasti tarkempi tukin omaisuuksiin liittyvä laatulajittelu kuin perinteisellä manuaalisella laatulajittelulla
 - ❑ Tukkien tarkka mittaus kuoren alta jolla vaikutus raaka-aineen kulutukseen
 - ❑ Tukkien sahaus laadullisesti kysynnän tarpeista lähteviin dimensioihin
 - ❑ Erikoistuotteiden valmistus jossa laatu rajattu
 - ❑ Röntgenillä on helppo havaita kivet ja metalliesineet tukeista
 - ❑ Teknologia on kehitetty teollisuuden mittakaavaan – tukkien ajonopeus jopa 240 m/min



1. Pöyreän puun röntgenlajittelu

Röntgenmittalaitteet

- Markkinoilta löytyy röntgen järjestelmiä jotka on suunniteltu saha- ja vaneritukkien röntgen mittaukseen tukkilajittelun yhteydessä

OMINAISUUDET	TOISTETTAVUUS/LUOTETTAVUUS (max 50cm halkaisijalle)		
	1 suunta	2 suuntaa	4 suuntaa
Oksaindeksi			
Oksaryhmäprofiili			
Lujuuslajitteluparametrit		≥ 80 %	
Tukin osan tunnistus			
Tukin pituus			
Vieraat esineet			
Sydänpuun halkaisija	≥ 60 %	≥ 70 %	≥ 90 %
Kuoreton latvahalkaisija			
Vuosilustoindeksi			
Tiheysindeksit			
Geometriset ominaisuudet			
Lahoindeksi			



SYDÄNPUUN HALKAISIJA
Opmes AX1 tunnistaa sydänpuun, mittaa sen halkaisijan, laskee sydänpuun % -osuuden latvahalkaisijasta ja etsii suurimman oksan sydänpuun alueelta.



KUORETON HALKAISIJA
Tukkiröntgen etsii kuorettoman halkaisijan yhdensuunnan tarkkuudella.



OKSAT
Oksaryhmät, niiden määrä, esiintymistiheys ja koko sekä maksimioksan koko vaikuttavat sahatavaran laatuun ja lujuuteen.



VUOSILUSTO
Vuosiluston tiheys vaikuttaa monien tuotteiden ominaisuuksiin.



SORMIJATKOSTUOTANTO
Röntgen ilmoittaa käyttäjän määrittämien oksattomien palojen saannot tukista.

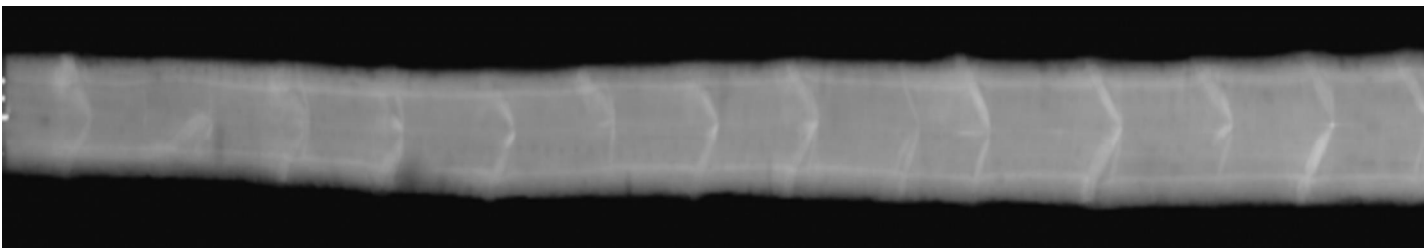
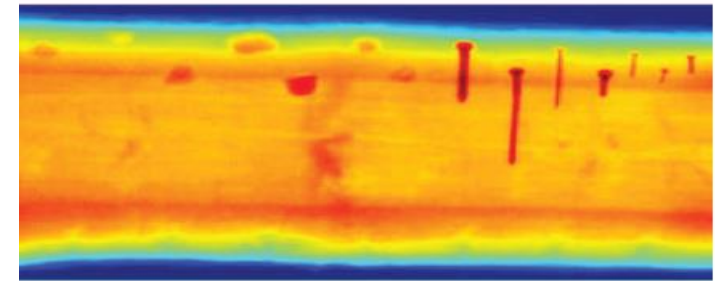


AUTOMAATTINEN LAATULUOKITUS
Röntgen laaduttaa puut ulkoisten ja sisäisten ominaisuuksien avulla. Myös sisäiset viat tunnistetaan ja voidaan huomioida.

1. Pöyreän puun röntgenlajittelu

Röntgenmittalaitteet

- ❑ Indikaatio investoinnista röntgen laitteiden osalta
 - ❑ 1 suunnan järjestelmä 170-260k€
 - ❑ 2 suunnan järjestelmä 280-375k€
 - ❑ 4 suunnan järjestelmä 780-850k€
- ❑ Laitteet sijoitettu yleensä tukkilajittelun yhteyteen
- ❑ Röntgen laitteen ympärille pitää rakentaa lyijyseinä jonka hinta arvio n. 30-50 keur



Röntgen kuvia tukeista
- Oksaindeksien avulla
määritellään tukin sisäinen laatu

1. Pöyreän puun röntgenlajittelu

Röntgenmittalaitteiden soveltuvuus puunlajittelukeskukseen

- ❑ Tukkiröntgen laitteisto sopii hyvin tukkien lajitteluun ja puunjalostuskeskukseen
- ❑ Toiminnan asiakaslähtöisyys, lajittelumäärän kokoluokka ja kannattavuus on selvitettäviä asioita
- ❑ Tukkiröntgenlajittelu vaatii käyttäjältä siihen perehtymistä jotta sen tekniset ominaisuudet, mittaussparametrit ja sitä kautta syntyvä todellinen lisäarvo saadaan ulos
- ❑ Yhtenä lisäarvo mahdollisuutena olisi ns. kokorunko toimitukset terminaaliin jotka röntgen kuvattaisiin ja katkottaisiin asiakaslaatuihin ja pituuksiin
- ❑ Puunjalostuskeskuksen ja sitä kautta menevien ja käsiteltävien puutavaralajien kustannukset ja pääoma on otettava tarkoin huomioon tuotteiden hinnoittelussa kannattavuuden säilyttämiseksi
- ❑ Tukkiröntgen ei sovellu hyvin kuitupuiden käsittelyyn koska kapasiteetti tippuu ja tukkilajittelu muut rajoitteet tulevat vastaan
 - ❑ Mikäli puunjalostuskeskuksessa käsitellään lyhyitä 2 ja 2,5 m pikkutukkeja tulee se ottaa jo mahdollisen tukkilajittelun mitoituksessa
- ❑ Tukkilajitteluun mahdollisesti tulevan röntgenin investointi vaatii asiakaslähtöisen selvityksen loppukäyttäjien kysynnästä ja sitoutumisesta lajiteltujen puiden hankkimiseen, investoinnin suuruudesta (röntgen, tukkilajittelu, varastoalue ja siirtokalusto) ja kannattavuuslaskelmat liiketoiminnan elinkelpoisuudesta

2. Polttohakkeen laadun parantaminen ja laadun seuranta erilaisten teknologioiden avulla



2. Polttohakkeen laadun parantaminen ja laadun seuranta erilaisten teknologioiden avulla

Polttohakkeen laatu

- ❑ Energiapuun mittausta pidetään edelleen ongelmallisena, menetelmät ovat epätarkkoja ja kosteuden mittaus kehittymätön
- ❑ Polttohakkeen laatu määritellään yleensä sen saapumistilassa olevan energiasisällön, kosteuden ja partikkelikoon mukaan
- ❑ Polttohakkeen arvoon vaikuttaa erittäin suuresti sen kosteus – myydään energiaa ei kuutioita
- ❑ Tuoreen puun kosteus on n. 50-60 % puun massasta. Kun vapaa vesi on poistunut, soluseinämiin sitoutuneen veden suurinta mahdollista määrää kutsutaan puunsyiden kyllästymispisteeksi. Tällöin puun kosteus on noin 23 %. Tämän jälkeen kuivuminen hidastuu.
- ❑ Polttoaineen kosteus vaikuttaa olennaisesti:
 - ❑ kattilan käyttösuhteeseen
 - ❑ päästöihin
 - ❑ kattilan käyttöikään
 - ❑ teholliseen lämpöarvoon
- ❑ Polttohakkeen arvoon ja käytettävyyteen vaikuttaa myös puussa olevat epäpuhtaudet (kivet, hiekka jne.), kuoripitoisuus, lehtivihreä, neulasten määrä, hakkeen palakoko ja kosteuden tasaisuus

2. Polttohakkeen laadun parantaminen ja laadun seuranta erilaisten teknologioiden avulla

Polttohakkeen laatu

Kosteuden mittaus- ja seurantamenetelmiä

- ❑ Mittauksen tulisi sietää mahdollisimman hyvin epäkuranttia materiaalia.
 - ❑ Varsinkin talviolosuhteissa koska polttoaineen seassa saattaa olla myös lunta ja jäätä.
- ❑ Laitteiden on oltava liitettävissä käytettävään ohjausjärjestelmään.
 - ❑ Röntgen mittaus esim. kuljetin hihnalla olevan hakkeen materiaalin on-line mittaus.
 - ❑ Optisista mittauksista infrapunasäteilyn absorptiota on käytetty jo pitkään kosteuden mittaamiseen erilaisissa sovelluksissa. Useimmat sovellukset käyttävät lähi-infrapun absorptioaallonpituutta kosteuden määrittämiseen. Pystytään erottamaan myös jäätä.
 - ❑ Impedanssispektropiassa mitataan tutkittavan kohteen sähköinen taajuusspektri, jolla voidaan selvittää mittauskohteen rakennetta sekä elektrodien ja mittauskohteen vuorovaikutusta. Menetelmällä voidaan arvioida eritavalla puuhun sitoutunutta vettä/jäätä.
 - ❑ Mikroaaltotekniikkaan voidaan käyttää kosteuden mittauksessa. Mittaustavassa anturi lähettää aallon mitattavaan materiaalin ja hyväksikäyttää materiaalin omaa heijastusta mittaustuloksen analysoinnissa.

2. Polttohakkeen laadun parantaminen ja laadun seuranta erilaisten teknologioiden avulla

Polttohakkeen laatu

- ❑ Polttohakkeen laatuun vaikuttaa erittäin suuresti lähtöraaka-aineen laatu
 - ❑ Kannot, epäpuhtauksien poisto jo nostovaiheessa
 - Murskaus 4-osaan jo nostossa ja kannon hydraulinen ravistus
 - Osa kivi ja mineraaliaineesta pääsee tästä huolimatta hakkeen joukkoon
 - Osa voimaloista on rajoittanut kantojen käyttöä
 - Osa epäpuhtauksista voidaan todeta myös haketuksen/murskauksen jälkeen kuljetin hinnalla esim. röntgen laitteilla
 - ❑ Karsitut rangat ovat erittäin hyvää raaka-ainetta joskin niiden lähtökosteus pienpuuna on korkea
 - ❑ Hakkuu tähteet ja karsimattomat rangat
 - puissa olevat lehdet ja neulaset heikentävät hakkeen laatua ja lisäävät tuhkapitoisuutta
 - Karsimattomat rangat tulisi antaa kuivua niin että lehdet ja neulaset kuivuu jolloin raaka-aineen lähtökosteutta saadaan olennaisesti tiputettua ja polttoarvoa kasvatettua
 - Metsässä heti kaadon yhteydessä tehtävä haketus heikentää polttohakkeen laatua edellä kuvatuista syistä

2. Polttohakkeen laadun parantaminen ja laadun seuranta erilaisten teknologioiden avulla

Polttihakkeen laatu

❑ Polttihakkeen haketus

- ❑ Hakkeen palamiseen ja käsittelyyn liittyvä merkittävä tekijä on palakoko. Yleisesti hakepalan keskipituudeksi tavoitellaan 30-40 mm
- ❑ Toinen keskeinen ongelma on lumen siirtyminen ja sulaminen hakkeen joukkoon haketuksessa
 - Kokemusperäisesti on havaittu, että esim. laikkahakkurin syöttökuljettimen pituus vaikuttaa puissa olevan pakkaslumen karisemisen maahan ennen hakkuriin joutumista.
 - Toisaalta puumassan pieni viipymä laikkahakkurin sisällä ei sulata mahdollisesti hakkuriin menevää lunta siinä määrin kuin tehokkaissa rumpuhakkureissa, vaan lumipöly erottuu hakkeesta suhteellisen tehokkaasti lietsopuhalluksen jälkeisessä ilmalennossa.
 - Tästä syystä laikkahakkurilla hakatun polttihakkeen kosteus ei lisäännä haketuksen aikana. Em. mekanismi ei kuitenkaan toimi jäisten ja märän lumen kostuttamien puiden haketuksessa.
 - Rumpuhakkurissa syöttöjärjestelmä siirtää useissa tapauksissa hakattavan puumassan mukana tulevaa lunta/ jäätä ja tällöin kostuttaa koko hakemassan. Ns. sulan maan aikaisessa haketuksessa tätä ongelmaa ei luonnollisesti ole.

2. Polttohakkeen laadun parantaminen ja laadun seuranta erilaisten teknologioiden avulla

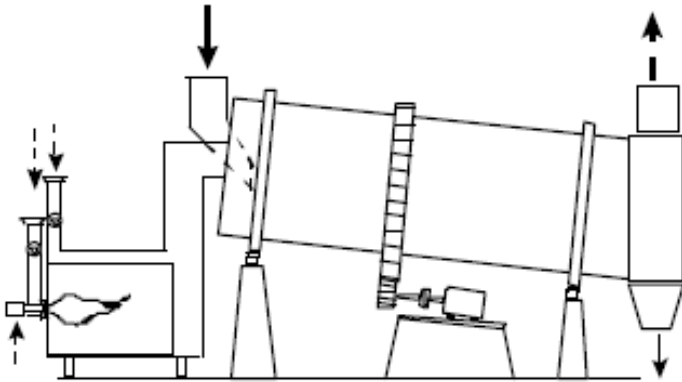
Polttohakkeen Laadun parantaminen

❑ Puuraaka-aineen ja polttohakkeen kuivaus

- ❑ Puuraaka-aineen jatkuva kuivaus on edellytys laatuhaakkeen kaupallisessa toiminnassa
- ❑ Edullisin tapa on kuivata energiapuuta korjuupaikalla tai tienvarsivarastossa yhden kesän yli
 - Eri toimijoilta saatujen kokemusperäisten tietojen mukaan avoimelle paikalle sijoitettu varastokasa kuivaa kevään ja kesän aikana jopa alle 25% kosteuteen ilman peittämistä; edellytyksenä on kuitenkin kasan tuulettuvuus alapäin ja haketus poutajakson jälkeen ennen syysateita.
- ❑ Uutena potentiaalisena hakeraaka-aineen hyödyntämiskohteena on rankahakkeen pelletointi, mikä edellyttää suoraan poltettavaksi käytettävän hakkeen pidemmälle menevää kuivaamista (noin 12–15 % kosteus).
 - Samoin rankahakkeen noin 10 mm raekokoisen ja tasalaatuisen hakkeen kuivaus puun sisältämän ns. vapaan veden kosteusprosentin alapuolelle (alle 20 %, jolloin ei ole myöskään polttoaineen homehtumisongelmaa) ja käyttö sellaisenaan pellettijärjestelmissä on yksi mahdollinen hyödyntämistapa.
- ❑ Kylmäkuivauksella tarkoitetaan ympäristön omassa lämpötilassa tapahtuvaa hakkeen kuivausta, missä voidaan hyödyntää passiivista aurinkoenergiaa. Hakeraaka-aineen varastokasojen kuivaaminen maastossa joko kokopuuna tai rankoina on useimmissa tapauksissa pienkäyttäjiäkin ajatellen riittävä polttoaineen kuivausmenetelmä.

2. Polttohakkeen laadun parantaminen ja laadun seuranta erilaisten teknologioiden avulla

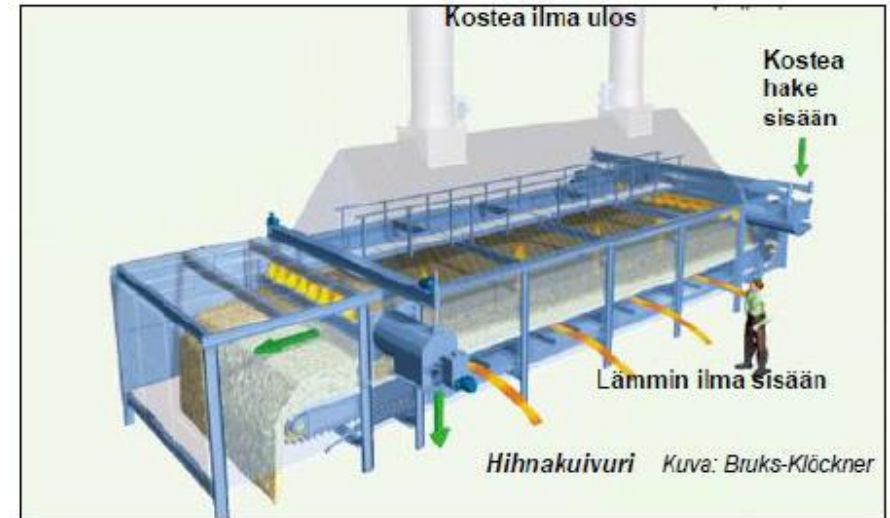
Teollisen mittakaavan kuivurit:



Rumpkuivuri

- ❑ Rumpkuivurin etuina suuri kapasiteetti, alhainen sähköteho, alhaiset käyttö- ja huoltokustannukset ja rakenteen kestävyys.
- ❑ Rumpkuivurin heikkouksia pöly- ja hajuhaitat, suuret haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöt, materiaalin kosteuden hallinta ja palovaara kuivaimen jälkeen.

Kaskadikuivuri on yleisesti käytössä Euroopassa. Sopii hyvin erilaisille materiaaleille. Suurempi investointikulu ja käyttökustannukset kuin rumpkuivurissa.



Hihnakuivuri

- ❑ Hihnakuivuri etuina sopivuus eri materiaaleille, sekundaarilämmön hyödyntäminen, kestävä rakenne, helppo säädettävyys, alhaisempi palovaarariski ja päästöt alhaisemmat.
- ❑ Hihnakuivurin heikkouksia verrattuna rumpkuivuriin ovat suurempi investointikulu, korkeampi käyttöteho ja suuremmat huoltokustannukset.

2. Polttohakkeen laadun parantaminen ja laadun seuranta erilaisten teknologioiden avulla

Polttohakkeen kuivauksen soveltuvuus puunlajittelukeskukseen

- ❑ Polttohakkeen/energiabiomassan kuivaus on perusteltavissa esimerkiksi sekundaari lämmön hyödyntämiseksi ja kuivatun raaka-aineen muuttamiseksi paremmin jatkojalostukseen soveltuvaksi tai jos kuivaamalla saadaan sen myyntiarvoa nostettua enemmän kuin mitä siitä syntyvät kustannukset ovat
- ❑ Liiketoimintasuunnitelman osalta keskeinen aihe on asiakastarpeiden selvitys ja asiakkaiden segmentointi
 - ❑ Asiakkaat kannattaa jakaa segmentteihin esim. suuret energialaitokset, keskisuuret voimalaitokset, pienet voimalaitokset ja kotitalouksien energiapuun/pellettien käyttö
 - Jokaisella näistä on omat vaatimukset ja tarpeet esim. missä muodossa ja kosteudessa energiabiomassaa voidaan käyttää
 - Mikä on toimituksen koko ja hyväksyttävä tuote
 - Muu palvelu, esim. terminaalivarasto (sidottupääoma), mittaus- ja varastohävikki
 - Valinta - kenelle tuotteiden valmistus suunnitellaan

2. Polttohakkeen laadun parantaminen ja laadun seuranta erilaisten teknologioiden avulla

Polttohakkeen kuivauksen soveltuvuus puunlajittelukeskukseen

- ❑ Polttohakkeen mahdollinen teollinen kuivausmenetelmä vaatii tapauskohtaiset teknis-taloudelliset selvitykset ennen päätöksen tekoa jonka lähtökohtana on selvityksen kysynnästä ja asiakkaista
 - ❑ Metsästä tulevan energiapuun kuivauksessa (hakkutähteet, rangat, kannot jne.) pitää huomioida jo metsässä ja ulkona tapahtuva kuivaus joka oikein tehtynä ja varastoituna alentaa puun kosteuden jopa 25 % tasoon painosta yhden kesän aikana
 - ❑ Teollisessa kuivauksessa puun kuivurit ja voimalaitoksen savukaasut ovat hyvä ratkaisu esim. puun sivutuotteiden kuivaukseen joka vaatii myös tapauskohtaiset teknis-taloudelliset selvitykset
- ❑ Energiapuun tai teollisuudessa syntyvän sivutuotteen kustannustehokas käsittely ja käyttö samalla tehdasalueella lisäävät niiden kilpailukykyä varsinkin jos ne pystyttäisiin valmistamaan jatkojalostustuotteiksi samalla tehdasalueella
- ❑ Erityisesti teollisuus haluaisi päästä puubiomassan energiasisällön mittaamiseen mutta tähän ei uskota puunmyyjien helposti suostuvan koska energiasisältö suurena on vaikeasti mielletävä tilavuuteen verrattaessa.
- ❑ Energiapuun ja puupohjaisten sivutuotteiden jalostajia voisivat olla esim. pelletin valmistus, torrefioidun pelletin valmistus, puukomposiitit, biopolttoaineet, puupohjaiset eristeet, terästeollisuuden käyttämä puuhiili, kotieläinten kuivikkeet.

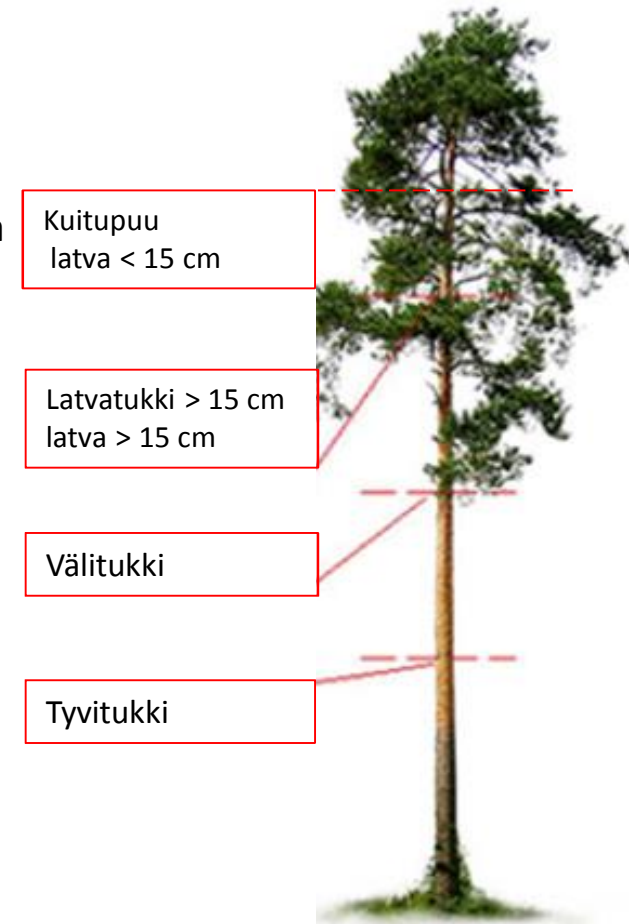
3. Hakkeen laadutus uuden teknologian avulla poltto- ja selluhakkeeksi



3. Hakkeen laadutus uuden teknologian avulla poltto- ja selluhakkeeksi

Historialliset perinteet ja rasitteet metsästä saatavan puuraaka-aineen myynnissä

- ❑ Puutavaran myynti perustuu pitkään historiaan puutavaralajien myynnissä
 - ❑ Puutavaralajit jaetaan sahatukkeihin (kuusi ja mänty), vaneritukit (koivu ja kuusi), kuitupuuhun jota käytetään sellu-, paperi- ja kartonkitehtailla ja energiapuuhun (hakkuutähteet, kannot, polttoranka, polttohake).
- ❑ Perinteinen puutavaralajijako on jäämässä jalkoihin monipuolistuvan raaka-aineen käytön takia– tähän mahdollisesti saatava muutos on herkkä asia johtuen erilaisista intresseistä
- ❑ Tukiin ja kuitupuun jako perustuu edelleenkin puun latva läpimittakohtaiseen katkontaan
 - ❑ Sahatukki läpimitat latvasta 15,0 cm ja suuremmat, pituus yleensä 3,7 m -6,1 m
 - ❑ Vaneritukit läpimitta latvasta 17 cm ja pituudet sorvin leveyden kerrannaisia
 - ❑ Kuitupuut latva minimi läpimitta 6 cm ja pituudet 2,8 - 5,5 m (vaihtelua ostajien välillä)
 - ❑ Osalla sahoista on mahdollista käyttää myös ns. pikkutukkia jonka latvaläpimitta 9 -15 cm ja tukin pituus > 2,5 m
 - Pikkutukkien määrissä olisi huomattava raaka-aineen lisä potentiaali koska sitä syntyy erittäin runsaasti esim. harvennuksen yhteydessä
 - Suomessa on runsaasti harvennusrästejä jotka tulisi hyödyntää vielä paremmin teollisuuden raaka-aineeksi



3. Hakkeen laadutus uuden teknologian avulla poltto- ja selluhakkeeksi

Poltto- ja selluhakkeen valmistus

- ❑ Poltto- ja selluhakkeen valmistus perustuu omiin puutavaralajeihin ja yleensä tehtaalla tapahtuvaan haketukseen
 - ❑ Suurin syy tähän on että sellu hakkeen täytyy olla kuoretonta ja hakkeiden pala koolle on laatuvaatimukset kun taas polttihakkeessa on kuori mukana
- ➔ Selluhaketta ja polttihaketta olisi mahdollista valmistaa yhtä aikaa jos hakkeen raaka-aine kuoritaan, puulajit lajitelleen eroon ja hakkeesta seulotaan selluhake pois ja loput energiabiomassaksi



Kokopuuuhake



Hakkuutähdehake



Sahanpuru



Kuori

➔ Polttihakkeen lajittelua on tutkittu ja siitäkin voisi löytyä käyttökelpoisia sovellutuksia lähitulevaisuudessa selluhakkeen ja polttihakkeen erottamiseksi.

3. Hakkeen laadutus uuden teknologian avulla poltto- ja selluhakkeeksi

Hakkeen laaduttaminen ja toimintakonsepti puunjalostuskeskuksessa

- ❑ Puunjalostuskeskuksen yksi keskeinen idea on vanhojen puutavaralajimenetelmien rajoitteiden hyödyntäminen niin puun käytössä kuin raaka-aineen lajittelussa ja ensiasteisessa raaka-aineen jalostuksessa
- ❑ Metsänomistajalta ostetaan leimikko kokonaisuutena
 - ❑ Puunkorjuu tehdään pelkästään jalostuskeskuksen jatkojalostustarpeita
 - ❑ Arvopuut (tukit tai muut arvokkaat laatuosat) apteerataan jo metsässä asiakas pituuksiin ja/tai toimitetaan kokorunkoina jalostuskeskukseen
 - ❑ Muut puutavaralajit toimitetaan jalostuskeskukseen jossa ne voidaan edelleen lajitella käyttökohteiden mukaan.
 - ❑ Hakkeen valmistus (kuorinta, haketus ja energiabiomassan mahdollinen kuivaus asiakastarpeen mukaan)
 - ❑ Hakkeen edelleen lajittelu erilaisiin käyttökohteisiin
 - ➔ Yo. prosessikonseptointin tarkempi kuvaus ja määrittely hankkeen 2.vaiheessa

3. Hakkeen laadutus uuden teknologian avulla poltto- ja selluhakkeeksi

Hakkeen laaduttaminen ja toimintakonsepti puunjalostuskeskuksessa

- ❑ Selluhakkeen valmistukseen ja kaupalliseen toimintaan tarvitaan yhden tai useamman ison metsäyhtiön sitoutuminen ja/tai mukaan tulo.
 - ❑ Havukuitupuiden (= havuhakkeen) määrissä tapahtuu Suomessa n. 7 milj. m³ lisäys 2017 alkaen kun isojen yhtiöiden sellulaajennukset valmistuvat – mitä todennäköisemmin tätä ei saada täysin kasaan kotimaan hankinnasta
 - ❑ Tässä olisi mahdollisuus aktivoida paikallisia metsänomistajien hoitorästien hoitoon ja valmistaa puunjalostuskeskuksessa asiakastarpeista lähteviä raaka-aineita
 - Työllistävä vaikutus ja kantorahatulojen vaikutus
 - Avain aihe olisi lähialueen passiivisten metsänomistajien aktivointi mukaan
- ❑ Puunjalostuskeskuksen liiketoimintasuunnitelman varten näiden toimintatapojen kuvaus ja asiakaskartoitus ennen investointipäätöksiä

4. Puuraaka-aineen asiakaslähtöinen laadutus ja katkonta metsässä monitoimikoneella tehtynä



4. Puuraaka-aineen asiakaslähtöinen laadutus ja katkonta metsässä monitoimikoneella tehtynä

Runkojen katkonta metsässä eri puutavaralajeihin

- ❑ Puut katkotaan metsässä yleensä seuraaviin puutavaralajeihin:
 - ❑ Tukit (puun runko-osa tyvestä aina 15 cm latvaläpimittaan asti)
 - ❑ Kuitupuut (harvennuspuut latvaläpimitta min. 6 cm, tukista yleensä latva jonka läpimitta < 15 cm))
 - ❑ Energiapuu (polttoranka, hakkuutähteet, kannot)
- ❑ Tukkien mitta- ja laatuvaatimukset perustuvat puukauppasopimuksen yhteydessä määriteltyihin puutavaralajien laatu- ja mittaehtoihin
 - ❑ Sahan tukkilajittelussa tehtävä lajittelu perustuu asiakastarpeisiin ja niistä johdettuihin mittoihin ja laatukriteereihin – puunhankinta ehdot ja sahan tarpeet eivät useinkaan kohtaa toisiaan
- ❑ Sahatavarassa oksien koko ja laatu ovat merkittävimmät tekijät käyttötarkoituksen mukaisessa lajiteltaessa



4. Puuraaka-aineen asiakaslähtöinen laadutus ja katkonta metsässä monitoimikoneella tehtynä

Runkojen katkonta metsässä eri puutavaralajeihin

- ❑ Sahojen yksilöllisiä mitta- ja laatuvaatimuksia pyritään hyödyntämään motolla tehtävässä katkonnassa mutta metsän omistajalle puukauppasopimuksen luvatut ehdot voivat olennaisesti rajoittaa todellista katkontaa
- ❑ Laatu- ja arvoapteerauksen käytettävyyttä heikentää tukeille asetetut pituus- ja läpimittarajoitukset
- ❑ Moto seuraa katkaisussa rungon läpimittaa ja pituutta
- ❑ Koneen kuljettaja joutuu määrittelemään tukin laadun
 - ❑ Motokuljettajan ammattitaito ja korjuuolosuhteet vaikuttavat huomattavasti laadutuksen ja katkonnän onnistumiseen
- ❑ Metsässä tehty katkonta määrittelee maksimaalisen taloudellisen raamin puusta saataville tuotoille – virheitä ei voi enää korjata sahalla



4. Puuraaka-aineen asiakaslähtöinen laadutus ja katkonta metsässä monitoimikoneella tehtynä

Energiapuun korjuu koneellisesti

- ❑ Suomessa on kertynyt varsin runsaasti harvennusrästejä maan itä- ja pohjois-osiin johtuen harvennusleimikoiden heikosta kysynnästä ja osittain metsänomistajien kiinnostuksesta ja halusta hoitaa harvennukset ajalleen tehdyiksi
 - ❑ Harvennuksien korjuu tulee tehdä mahdollisimman kustannustehokkaasti koska metsän omistajalle jäävä nettotulo on muutenkin pieni.
 - ❑ Metsänomistajan kannalta harvennus tulisi nähdä enemmän metsänhoitotyönä koska se nopeuttaa huomattavasti järeän ja arvokkaan tukkipuun kasvua.
 - ❑ Energiapuun leimikoiden kokoa tai yhteiskorjuuta lähellä toisiaan olevista kohteista tulisi tehostaa kustannustehokkuuden parantamiseksi
- ➔ Energiapuun koko hankinta-korjuu-tuotteistaminen-toimitus ketjussa olisi parannettavaa joka on nähtävä potentiaalia puunjalostuskeskukselle



Risutukki joka tehty hakkuu tähteistä

4. Puuraaka-aineen asiakaslähtöinen laadutus ja katkonta metsässä monitoimikoneella tehtynä

Metsäenergian korjuuta jarruttavia tekijöitä

- ❑ Leimikot pieniä ja hajallaan olevia
- ❑ Toisarvoinen asema ainespuun rinnalla
- ❑ Kantohintakysymys
- ❑ Kalliit korjuukustannukset
- ❑ Logistiikkakulu – kuivaus metsässä ja esikäsittely, kuljetusmatka
- ❑ Varastointi, kosteuden hallinta ja mittausmenetelmät
- ❑ Konekehityksen ongelmat ja eteneminen
- ❑ Laadunhallinta
- ❑ Energiapuun tukipolitiikan arvaamattomuus ja poukkoilu
- ❑ Vaikutus kasvamaan jäävälle puustolle



4. Puuraaka-aineen asiakaslähtöinen laadutus ja katkonta metsässä monitoimikoneella tehtynä

Energiapuun korjuu koneellisesti

- ❑ Metsäkoneiden laitevalmistajat ovat kehittäneet harvennuksiin ja energiapuun korjuuseen soveltuvaa konekanta
- ❑ Kuljetuskaluston ja logistiikan kehittäminen energiapuun kuljetuksiin on myös keskeisessä osassa
- ❑ Kannon nostoa on kehitetty varsinkin juuristoon jäävän kivennäisainesten puhdistamiseksi
- ❑ Metsäenergiapuu olisi hyvä jättää kuivumaan kesän yli korjuu paikalla (kosteus n. 30%)
- ❑ Hankintapuukauppa energiapuun osalta soveltuisi hyvin maatalousyrittäjien ja paikallisten pienyrittäjien toimesta tehtäväksi



4. Puuraaka-aineen asiakaslähtöinen laadutus ja katkonta metsässä monitoimikoneella tehtynä

Metsässä tapahtuvan katkonnän ja laadutuksen merkitys puunjalostuskeskuksen toiminnassa

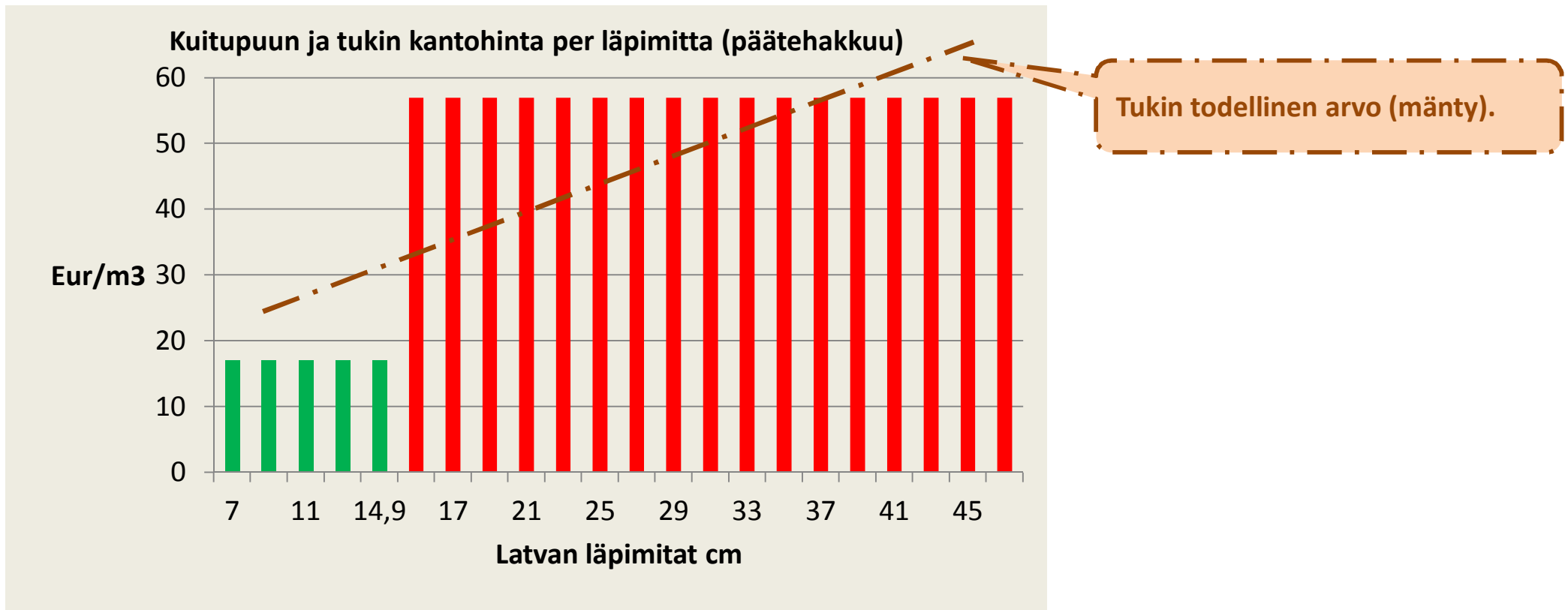
- ❑ Puunkäytön monipuolistuminen ja perinteisten puutavarapalajien jäykät mitta- ja laatuvaatimukset antavat mahdollisuuden tehdä asioita toisin puunjalostuskeskuksessa
- ❑ Motojen kehitys ja niiden nykyinenkin teknologia antaa paljon laajempia mahdollisuuksia raaka-aineen monipuolisempaan käyttöön ja katkontaan
- ❑ Onnistumisen varmistamiseksi on hyvä huomioida seuraavat tekijät:
 - Metsänomistajien kanssa olevien kaupallisten ehtojen muokkaus – win-win periaatteella jolla varmistetaan raaka-aineen saatavuus
 - Puunjalostuskeskukseen ei kannata tuoda niitä puutavaraeriä joille ei saada synnytettyä lisäarvoa koska tällä vain lisätään kustannuksia
 - Uusien ideoiden läpikäynti korjuuyrittäjien kanssa on erittäin tärkeää
 - Toiminnan keihäänkärkenä täytyy olla asiakaslähtöisyys
 - Puunjalostuskeskuksen kriittisen koon ja operaatioiden laajuuden määrittäminen jotta toiminta on kannattavaa
 - Asiakkaille lisäarvoa tuottavien tuotteiden määrittely jotka voidaan katkoa poikkeavalla tavalla jo metsässä ja/tai niiden jalostusta voidaan jatkaa puunkäsittelykeskuksessa

5. Harvennusleimikoiden arvosaantoon perustuva laadutus sahatukeiksi ja kuitupuiksi



5. Harvennusleimikoiden arvosaantoon perustuva laadutus sahatukeiksi ja kuitupuiksi

- Päätehakuussa syntyvien puutavaralajien latvaläpimitat ja hinnat
 - Tukin minimi latvaläpimitta 150 mm (kuusen ja männyn kantohinta n. 57 eur/m³)
 - Kuitupuun min latvaläpimitta 60 mm (kuusen ja männyn kantohinta n. 18 eur/m³)



5. Harvennusleimikoiden arvosantoon perustuva laadutus sahatukeiksi ja kuitupuiksi

- ❑ **Harvennushakkuussa syntyvien puutavaralajien latvaläpimitat ja hinnat**
 - ❑ Harvennushakkuu tukin minimi latvaläpimita 150 mm ja pituus >4,3 m(kuusen ja männyn kantohinta 45-48 eur/m³)
 - ❑ Harvennushakkuun pikkutukin minimi latvaläpimita 13-15 cm (10-15 cm) ja pituus >3,7 m , pikkutukin (kuusi/mänty) kantohinta n. 19-24 eur/m³)
 - ❑ Harvennushakkuissa kuitupuun min latvaläpimita 60 mm (kuusen ja männyn kantohinta n. 12-15 eur/m³)
- ❑ Nykyisin on Suomessa runsaasti jo pikkutukkia/parrutukkia käyttäviä pienpuun sahaukseen tehtyjä linjoja joilla voidaan sahata 8-15 cm latvaläpimitan (pituus > 2 m) pikkutukkeja

➔ Pikkutukeista löytyy potentiaalia puunjalostuskeskuksen tarkempaan lajitteluun joka tapahtuu suurelta osin metsässä. Päätehakkuissa kokorunkotoimitukset puunjalostuskeskukseen olisi yksi vaihtoehto laaduttaa ja katkoa koko runko tarkemmin tukeiksi, pikkutukeiksi ja kuitupuiksi.

5. Harvennusleimikoiden arvosaantoon perustuva laadutus sahatukeiksi ja kuitupuiksi

Pikkutukkien ja kuidun tarkempi jako puunjalostuskeskuksessa

- ❑ Koko runko toimitukset päätehakkuista terminaaliin – tarkempi laadutus ja katkonta
- ❑ Toisen harvennuksen kokorunkojen käsittely puunjalostuskeskuksessa
 - ❑ Pikkutukit, kuitupuut ja energiapuut – pikkutukkien asiakaslähtöiset määrämitat
 - ❑ Mahdollinen kuorinta ja tukkimitan jälkeen loppurunko selluhakkeeksi
 - ❑ Harvennuksista tulevan valikoitujen koivun kokorunkojen katkonta pikkutukeiksi (terveeksaisuus, sormijatkaminen, vianpoisto)
 - Edullinen kuitupuupohjainen raaka-aine
 - Sydäntavaran sahaus ja pintaosa selluhakkeeksi (sahauskustannus ja käsittelykustannukset)
 - ❑ Kuitupuuksi menevän haavan ja lepän valikointi pikkutukeiksi
- ❑ Ensimmäisen harvennuksen hyödyntäminen esim. energia rankoina –kuorinta –haketus osittain selluhakkeeksi ja loput polttohakkeeksi

6. Biopolttoaineen ja energiapuun laadun parantaminen



6. Biopolttoaineen ja energiapuun laadun parantaminen

Polttohake

- ❑ Polttihakkeen laatu polttoaineena määräytyy siitä saadun lämpöarvon mukaan
- ❑ 15 % kosteuspitoisuuden alenemisen on todettu parantavan hakkeen tehollista lämpöarvoa noin 8 %
 - ❑ Tehokkain tapa alentaa hakkeen kosteutta oli raaka-aineen oikea varastointimenetelmä
 - ❑ Mekaanisesti hakkeen laatuun voitiin tutkimusten mukaan vaikuttaa oikealla haketusmenetelmällä ja hakettimen kunnossapidolla
- ❑ Hakkeen lämpöarvoon vaikuttavia tekijöitä:
 - ❑ Kosteudella on suurin merkitys
 - ❑ Puuaineen kemiallinen koostumus
 - ❑ Hakkeen palakoko
 - ❑ Puuaineen tiheys
 - ❑ Neulaspitoisuus
 - ❑ Tuhkapitoisuus

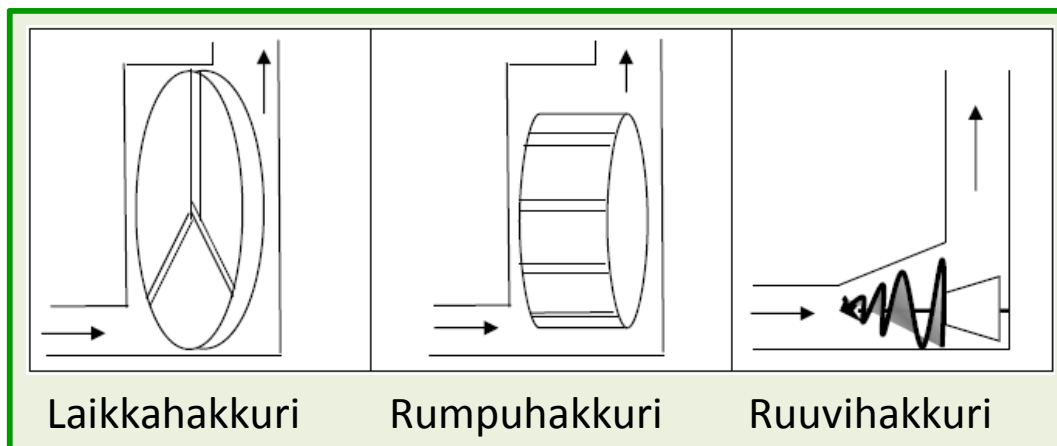
Puunkosteuden merkitys lämpöarvon muutokseen:

Polttoaine	Alkukosteus %	Loppukosteus %	Lämpöarvon kasvu, %
Kuori, suuri laitos	60	50	8,2
Hakkuutähdehake, suuri laitos	50	40	5,2
Kokopuuhake, pieni laitos	40	30	3,5

6. Biopolttoaineen ja energiapuun laadun parantaminen

Polttohake

- ❑ Polttihakkeen laatu polttoaineena määräytyy siitä saadun lämpöarvon mukaan
- ❑ Kosteuden hajontaan voidaan vaikuttaa pitämällä erillään esim. hakkuutähteistä, karsitusta kokopuurangasta ja kannoista tehty polttohake
- ❑ Hakkurin valinnalla voidaan vaikuttaa hakkeen laatuun:
 - ❑ Laikkahakkurin laatu tasaisin – vaati tasalaatuista raaka-ainetta (kokopuun tai puurankaa) , herkkä epäpuhtauksille
 - ❑ Rumpuhakkuri ja reikäseulalla voidaan vaikuttaa palakoon hajontaa, rumpuhakkuri kestää paremmin epäpuhtauksia kuin laikkahakkuri ja raaka-aineeksi soveltuu lähes kaikki energiapuu
 - ❑ Ruuvihakkuri palakoko on suuri ja se soveltuu hyvin kokorangan ja koko puun haketukseen



6. Biopolttoaineen ja energiapuun laadun parantaminen

Polttohakkeen raaka-aine

- ❑ Hakkuutähteiden palstakuivaus kesällä n. 3-4 viikkoa on tehokkain tapa tiputtaa kosteutta alle 40% ja samalla neulasten karisemisen vuoksi klooripitoisuus laskee puoleen
- ❑ Aluspuilla voidaan estää maakosteuden nousu alempiin kerroksiin ja korkeilla kasoilla saadaan sateelle altistuneiden puiden määrää vähennettyä ja pienenettyä peittävää puumäärää
- ❑ Peitetyillä varastokasoilla voidaan saada 10% alempi kosteus ja hakkuutähteillä jopa 15 % alempi kosteus kuin peittämättömillä kasoilla
 - ❑ Peittämättömän puukasojen kosteus lähtee kasvuun syyskuun alusta lähtien
- ❑ Varastopinojen korkeudella voidaan vaikuttaa pinnalta kastuvien puiden määrään ja pienentää varastopinta-alaa

6. Biopolttoaineen ja energiapuun laadun parantaminen

Biopolttoaineen ja energiapuun laadun parantaminen puunjalostuskeskuksessa

- ❑ Avain tavoite kuivata energiapuun raaka-aine metsässä tai tienvarsivarastossa esim. yhden kesän yli jolloin kosteus n. 30-25%
- ❑ Mikäli energian puun kosteus vaatimus on alle 25 % esim. pellettien valmistus tai puunjalostuskeskuksen yhteydessä olisi käytettävissä edullista sekundaari lämpö kuivaukseen niin niiden edelleen kuivaus ja haketus voitaisiin tehdä puunjalostuskeskuksessa
- ❑ Kuivauksessa osalta hyvä mittari on lämpöarvon nousu verrattuna siitä syntyviin kustannuksiin ja josta asiakas on valmis maksamaan lisäkorvauksen
- ❑ Hakkureiden valinnan varmistamiseksi on hyvä perehtyä asiakasvaatimukseen ja selvittää mikä vaihtoehto olisi myös teknis-taloudellisesti ko. toimintaa paras vaihtoehto kunnossapito ja käyttökustannukset huomioiden
- ❑ Puunjalostuskeskukseen tulisi hakea asiakkaita joiden profiili soveltuisi siellä syntyvien raaka-aineiden edelleen valmistamiseen lopputuotteiksi
- ❑ Mahdollisen CHP-laitoksen saaminen teollisuusalueelle mahdollistaisi sekundaari lämmön hyväksikäytön ja tukisi kokonaisuutta – kannattavuuslaskelmat!

7. Torrefiointiteknologian mahdollisuudet puuraaka- aineen lisäarvon tuottamiseksi



7. Torrefiointiteknologian mahdollisuudet puuraaka-aineen lisäarvon tuottamiseksi

- ❑ Pellettejä voidaan valmistaa usealla eri tavalla
 - ❑ Valkoisen kotitalouspelletin tuotanto on jo normaalia teollista toimintaa
 - ❑ Paahto- eli torrefioidun pelletin tuotanto on juuri käynnistynyt teollisuusmittakaavan tuotannossa
 - ❑ Hörypelletti on uusi teknologia jolla saadaan vielä kiinteämpi rakenne kuin torrefioidussa pelletissä

➔ **Asiakas tulee päättämään, varsinkin torrefioidun ja hörypelletin välillä, kumpi tuote sopii heille paremmin**



Kotitalouspelletti ylhäällä, paahtopelletti (torrefioitu) vasemmalla ja hörypelletti alhaalla oikealla

Pelletti	Energia KJ/tonni
Valkoinen	17,0
Torrefioitu	22,0
Höyry	19,5
Kivihili	25,2

7. Torrefiointiteknologian mahdollisuudet puuraaka-aineen lisäarvon tuottamiseksi

Höyrypelletti

- ❑ Höyrypelletin valmistuksessa käytetään höyryräjäytystä jossa biomassa höyrytetään 15–20 barin paineessa, jolloin höyry muuttaa materiaalin koostumusta. Paine käsittelyn jälkeen biohiili puhalletaan paineettomaan säiliöön sen alla olevien venttiilien kautta, jolloin rakenne rikkoutuu höyryn paisuessa.
- ❑ Tässä höyryräjäytysprosessissa syntyy biohiiltä, josta tehdyt pelletit ovat lujuudeltaan ja kosteudenkestoltaan jopa parempia kuin torrefioidut.
- ❑ Höyrypelletin jauhautumisominaisuudet ovat osoittautuneen erään voimalaitoksen koeajoissa heikonmaksi kuin torrefioidun pelletin.
- ❑ Selluteollisuuden laitekanta helpottaa höyrypellettitekniikan nopeaa kaupallistamista.
- ❑ Höyryräjäytysprosessista on jo valmis kaupallinen tuotantosovellutus.
- ❑ Kaupallisen kokoluokan laitos, jonka vuosituotanto on 200 000 tonnia on arvioitu olevan hinnaltaan 60–70 miljoonaa euroa



Höyrypelletti

7. Torrefiointiteknologian mahdollisuudet puuraaka-aineen lisäarvon tuottamiseksi

Torrefioitupelletti (paahtopelletti)

□ Torrefiointi: *matalassa lämpötilassa tapahtuva pyrolyysireaktio, jonka tarkoituksena on muuttaa puun rakennetta ja ominaisuuksia paremmin polttoainekäyttöön sopivaksi*

□ Lopputuote: biohiili

- Ensisijainen käyttökohde: kivihiilen korvaaminen rinnakkaispoltolla kivihiiivoimalaitoksissa
- Kivihiilen korvaaminen mahdollista ilman suuria teknisiä muutoksia, jos korvaavan polttoaineen ominaisuudet vastaavat kivihiiiltä
 - Tärkeimpinä ominaisuuksina: energiatiheys, polttoaineen jauhautuvuus ja polttoaineen koostumus polttoa ajatellen
 - näiden kriteerien valossa torrefioitu puu pärjää erinomaisesti

7. Torrefiointiteknologian mahdollisuudet puuraaka-aineen lisäarvon tuottamiseksi

Torrefioinnin vaiheet:

1. Polttoaine **lämmitetään** pisteeseen, jossa vesi alkaa haihtua
2. **Esikuivausvaihe** alkaa silloin, kun vesi alkaa haihtua polttoaineesta
 - Polttoaineen kosteus laskee lineaarisesti lämpötilan pysyessä vakiona
 - Vaihe jatkuu kunnes polttoaineen kosteuspitoisuus saavuttaa kriittisen pisteen
 - Tämän jälkeen kosteuden täytyy haihtuakseen tunkeutua materiaalin läpi, joka vaatii enemmän aikaa ja lämpöenergiaa
3. **Jälkikuivatus- ja keskitason lämmitysvaihe** alkaa kun lähes kaikki massaan sitoutunut vesi on haihtunut
 - Tässä vaiheessa polttoaineen lämpötila alkaa jälleen nousta lämmön tuonnista johtuen ja osa kiinteistä yhdisteistä alkaa kaasuuntua
 - Tämä vaihe kestää siihen asti, kunnes polttoaine saavuttaa 200°C lämpötilan
4. Varsinainen **torrefiointivaihe**, johon kuuluu jäähdytys ja lämmitys
 - Lämpötila nousee 300°C asti, jonka aikana tapahtuu pyrolyyttistä hajoamista, jonka seurauksena kiinteitä yhdisteitä haihtuu ja polttoaineen massa pienenee
 - Polttoaineen lämpötila pysyy huippulämpötilassa hetken ajan prosessiyksityiskohdista riippuen, jonka jälkeen lämpötila alkaa laskea.
 - Kun polttoaine jälleen saavuttaa 200°C lämpötilan, torrefiointivaiheen katsotaan loppuneen
5. Viimeinen vaihe on polttoaineen **lämpötilan laskeminen** jatkokäsittelyn kannalta haluttuun arvoon edelleen hapettomassa tilassa johtuen syttymis- ja räjähdysvaarasta

7. Torrefiointiteknologian mahdollisuudet puuraaka-aineen lisäarvon tuottamiseksi

Torrefiointiprosessin olosuhteet

- ❑ Torrefiointiprosessi tapahtuu *inerteissä* olosuhteissa polttoaineen ja hapen reagoimisen estämiseksi
- ❑ Varsinaisessa torrefiointi vaiheessa kaasuuntuvat kiinteät yhdisteet voidaan polttaa prosessin vaatiman lämmön aikaansaamiseksi -> prosessi voisi teoriassa olla **energian suhteen omavarainen**
 - ❑ Mikäli lämmön tarve on suurempi kuin poltettavista torrefiointi kaasuista saatava energiasisältö, lämpö voidaan tuoda prosessiin myös ulkopuolelta esimerkiksi maakaasua polttamalla
 - ❑ Uusilla laitoksilla on päästy prosessin omavaraiseen lämpötaseen eli prosessissa syntyy vapautuvien kaasujen ja poistoilman talteenoton kautta tarvittava energia

7. Torrefiointiteknologian mahdollisuudet puuraaka-aineen lisäarvon tuottamiseksi

Torrefioidun puun ominaisuudet

- ❑ Torrefioinnin aikana puusta haihtuu suurin osa vedestä, sekä pieni määrä kiinteitä aineita
- ❑ Torrefioinnin seurauksena 30% puun alkuperäisestä massasta haihtuu, energiasisällön pienentyessä 10%
 - ❑ Suurin osa massasta on vettä, joten torrefioinnin ansiosta **puun lämpöarvo kasvaa noin 30%** suhteessa massaan
 - energiatiheys nousee kivihiilen tasolle
- ❑ Tärkein torrefioidun puun ominaisuus on **parantunut jauhautuvuus**
 - ❑ Johtuu puun molekyylirakenteen muutoksista torrefioinnissa
 - ❑ Torrefioidun puun rakenne jauhautuvuuden osalta hyvin samankaltainen kivihiilen kanssa
 - Torrefioidun puun jauhaminen onnistuu kivihiiivoimaloiden olemassa olevilla hiilimyllyillä
 - **lisäinvestointien tarve** uusiin jauhamismenetelmiin ja biomassan käsittelyyn liittyvään laitteistoon **poistuu**
- ❑ Torrefioidun puun hydrofobisuus kasvaa -> vettä hylkivät ominaisuudet paranevat
 - ❑ Helpompi varastoida ja kuljettaa (esim. puun ulko-varastoinnin mahdollisuus)

7. Torrefiointiteknologian mahdollisuudet puuraaka-aineen lisäarvon tuottamiseksi

Torrefiointin tilanne ja tulevaisuus

- ❑ Teknologia tuoretta -> eri menetelmien edut ja haitat eivät ole vielä täysin selvillä
- ❑ Torrefiointin haasteena:
 - ❑ Teknologian kannattavuus
 - Torrefioiduille lopputuotteille ei ole vielä olemassa markkinoita ja kehitys on epäselvää
- ❑ Tulevaisuus:
 - ❑ Prosessi tulee optimoida niin, että saavutettu lopputuote on tasalaatuista ja täyttää tulevat torrefioidun polttoaineen standardit
 - Tällä tavalla torrefioidulle polttoaineelle voidaan luoda edellytykset toimivien markkinoiden aikaansaamiseksi
 - Torrefioitu pelletti voi tulla kysymykseen kivihiilen korvikkeena
 - Uuden sukupolven voimalaitosteknologialla biomassan poltto suoraan ilman torrefiointia on mahdollista, jolloin voi olla, että olemassa olevat kivihiiivoimalaitokset muutetaan osittain biomassan polttoon sopivaksi, jolloin torrefioidun polttoaineen hyödyt voimalaitoksen kannalta merkittävästi vähenevät

7. Torrefiointiteknologian mahdollisuudet puuraaka-aineen lisäarvon tuottamiseksi

Torrefioinnin tilanne ja tulevaisuus

- ❑ Puuperäisten sivutuotteiden kestävän ja taloudellisesti kannattavan hyödyntämisen lähes rajattomilla markkinoilla, kun hiilivoimalaitokset siirtyvät pois fossiilisista polttoaineista biopolttoaineisiin.
- ❑ Sivutuotteiden jalostamisen lopputuotteeksi, jonka käsittely- ja kuljetuskustannukset ovat merkittävästi tavallista puupellettiä alhaisemmat
- ❑ Biohiili voidaan kuljettaa avovaunuissa ja varastointi ei vaadi suljettuja silloja, joten koko kuljetuslogistiikka on merkittävästi yksinkertaisempaa ja halvempaa

7. Torrefiointiteknologian mahdollisuudet puuraaka-aineen lisäarvon tuottamiseksi

Torrefiointin tilanne ja tulevaisuus

- ❑ **Biohiilipelletti mahdollistaa loppukäyttäjälle:**
 - ❑ Kustannustehokkaan tavan vähentää merkittävästi CO₂ päästöjä korvaamalla jopa 50 % hiilestä kestävä kehityksen mukaisella biopolttoaineella

- ❑ **Tilaisuuden käyttää tasalaatuista uusiutuvaa polttoainetta:**
 - jonka energiasisältö on lähellä kivihiiltä
 - jolla on alhaiset polttoaineen logistiikkakustannukset
 - jota voidaan käyttää ilman lisäinvestointeja

7. Torrefiointiteknologian mahdollisuudet puuraaka-aineen lisäarvon tuottamiseksi

Suurteollisuuden tuotantoprosessi torrefioidulle pelletille

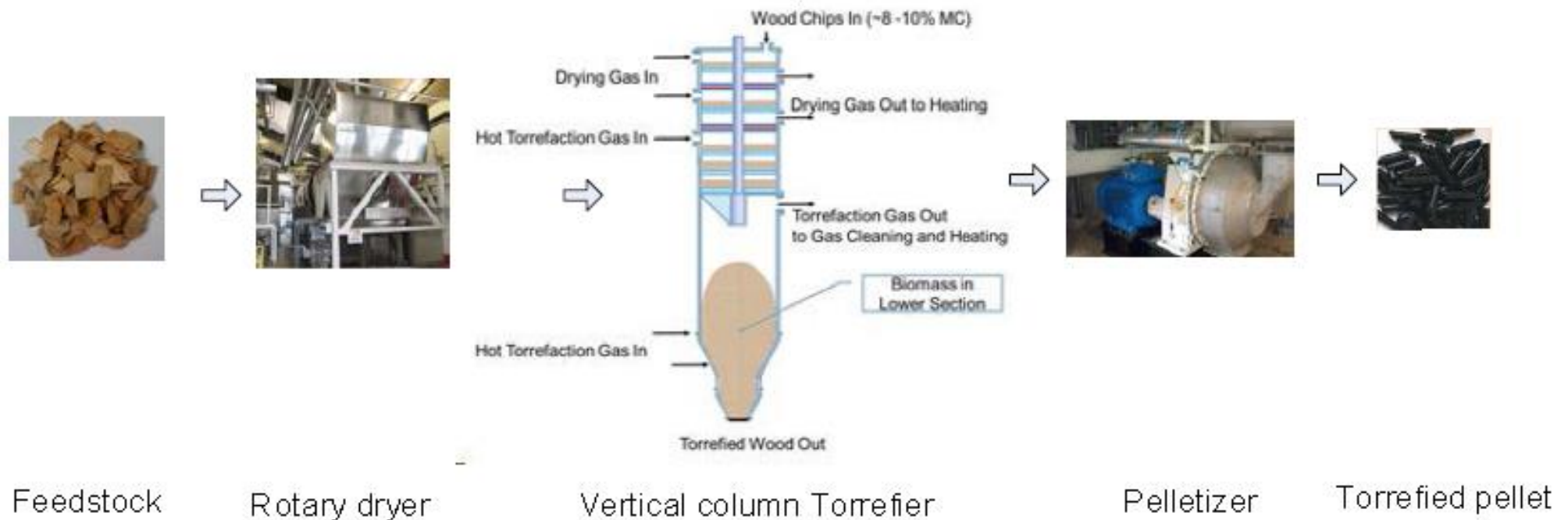


Figure 7.6 Andritz/ECN process for large scale capacity torrefied pellet production.

Esim. Andritzin /ECN valmistusteknologia jolla päästään 700.000 tonnin kapasiteetti tasoon.

7. Torrefiointiteknologian mahdollisuudet puuraaka-aineen lisäarvon tuottamiseksi

Keskisuuren torrefiointilaitoksen karkea investointikulu on esitetty seuraavassa erittelyssä:

- ✓ Laitoksen kokoluokka 30 -50 tonnia torrefioituja pellettejä
- ✓ Raaka-aine käyttö 110.000 -180.000 m³/a
- ✓ Koneiden ja laitteiden hankintahinta n. 8 meur
- ✓ Tähän tulevat päälle asennukset ja sähköistys (2 MW sähköliittymä)
- ✓ Tontti 2-3 ha
- ✓ Lämmin rakennusala 500 -1000 m²
- ✓ Varastot/betoniseinät n. 1000m²
- ✓ Asfaltoitu ala 10.000m²

7. Torrefiointiteknologian mahdollisuudet puuraaka-aineen lisäarvon tuottamiseksi

Toteutuneita hankkeita

Developer	Technology	Supplier	Location(s)	Production capacity (t/a)	Status and scale Pilot scale: 50 kg/h – 500 kg/h Demo scale: > 500 kg/h – 2 t/h Commercial : > 2t/h)
Agri-Tech Producers LLC (US/SC)	Belt reactor	Kusters Zima Corporation (US/SC)	Unknown	Unknown	Pilot stage
Airex	Cyclonic Bed reactor	Airex	Laval, QC	Unknown	Pilot stage
Airless systems	Unknown	Atmosclear	Latvia	40,000	Out of business
Atmosclear SA (CH)	Rotary drum	CDS (UK)	Latvia, New Zealand, USA	50,000	Out of business
Bioenergy Development & Production	Fluidised Bed	Bioenergy Developmt & Production	Nova Scotia, CAN	?	Pilot
Bio Energy Development North AB (SWE)	Rotary drum	Unknown	O-vik (SWE)	25,000	
BioLake B.V. (NL)	Screw conveyor	Unknown	Eastern Europe	5,000 – 10,000	Pilot stage
Earth Care Products	Rotary drum	Earth Care Products	Kansas (USA)	20,000	Demonstration / commercial
EBES AG (AT)	Rotary drum	Andritz (AT)	Frohnleiten (AU)	10,000	1 mt/hr pilot plant in commissioning
ECN (NL)	Moving bed	Andritz (AT)	Stenderup (DK)	10,000	ECN combines technology with Andritz
FoxCoal B.V. (NL)	Screw conveyor	Unknown	Winschoten (NL)		Pilot, company now bankrupt
HM3 Energy	unknown	HM3	Oregon, US	?	Pilot building Demo plant
Integro Earth Fuels, LLC (US/NC)	TurboDryer	Stopped with Wyssmont (US/NC)	Roxboro, NC	80,000	Pilot stage
New Biomass Energy	Screw reactor	New Biomass Energy	Quitman, Mississippi, USA	40,000 160,000	Existing Commissioning
New Earth Renewable Energy Fuels, Inc (US/WA)	Fixed bed	Unknown	Unknown	Unknown	Out of business
Renergy/4Energy Invest (BE)	Rotary Drum	Stramproy Green Technology (NL)	Amel (BE) , Ham (Be)	38,000	Project terminated
Renergy/4Energy Invest (BE)	Rotary Drum	Stramproy Green Technology (NL)	Ham (Be)	38,000	Project terminated
River Basin Energy	Fluidised bed reactor	River Basin Energy	Laramie, Wyoming, USA	48,000	Pilot stage
Rotawave, Ltd. (UK)	Microwave reactor	Group's Vikoma	Terrace, British Columbia (CA)	110,000	Stopped in BC, announced partnership with Cate Street capital (Maine)
Horizon Bioenergy. (NL)	Oscillating belt conveyor	Stramproy Green Technology (NL)	Steenwijk (NL),	45,000	Operational again after plant fire in Feb 2012
Thermya (FR) / Grupo Lantec (SP)	Moving bed	Thermya (Fr)	Urnieta (SP)	20,000	Early stage commissioning
Thermya (FR) / LMK Energy (Fr)	Moving bed	Thermya (Fr)	Mazingarbe (Fr)	20,000	Early stage commissioning
Topell Energy B.V. (NL)	Torbed	Torftech Inc (UK)	Duiven (NL)	60,000	Final stage of commissioning
Torr-Coal B.V. (NL)	Rotary Drum	Unknown	Dilsen-Stokkem (BE)	35,000	
Torrefaction Systems Inc. (US)	Unknown	Bepex International (US/MN)	Unknown	Unknown	Pilot
WPAC (CA)	Unknown	Unknown	Unknown	35,000	
Wyssmont	turbodryer	wyssmont	US	Unknown	Unknown

7. Torrefiointiteknologian mahdollisuudet puuraaka-aineen lisäarvon tuottamiseksi

Torrefioinnin soveltuvuus puunjalostuskeskukseen

- ❑ Torrefioinnin läpimurtoa ei ole vielä tapahtunut mutta isot hiiltä käyttävät voimalat ovat erittäin kiinnostuneita näistä paahdetuista pelleteistä
 - ❑ Osa erittäin suurista käyttäjistä tekee parhaillaan testiajoja paahdettujen pellettien suhteen
- ❑ Avain ajurit torrefioitujen pellettien käytön lisäämisessä
 - ❑ Kivihiilen mahdolliset ympäristöverot voivat muuttaa tilanteen erittäin nopeasti
 - ❑ Paine uusiutuvan energiabiomassan käyttöön on kova ilmastomuutoksen takia
 - ❑ Energiapuun korjuutukien muutokset vaikuttaa olennaisesti raaka-aineen hintaan josta käydään kädenvääntöä eri tahojen kanssa
 - ❑ Pelletin käytön subventiot ja niihin liittyvät muutokset eräissä maissa
 - ❑ EU:n tavoitteet uusiutuvan energian käytössä
- ❑ Torrefioidun puuperäisen pelletin/briketin markkinat eivät ole vielä oikein syntyneet
- ❑ Torrefioidun pelletin kaupallista hintaa ei ole vielä syntynyt koska erät ovat testaus ja kokeilu vaiheessa

7. Torrefiointiteknologian mahdollisuudet puuraaka-aineen lisäarvon tuottamiseksi

Torrefiointin soveltuvuus puunjalostuskeskukseen

- ❑ Torrefoidut pelletit soveltuisivat hyvin puunjalostuskeskukseen seuraavilla reunaehdoilla
 - ❑ Isot asiakkaat, lähinnä kivihiiuvoimalat, hyväksyvät ja aloittavat torrefoidun pelletien käytön
 - ❑ Liiketoimintakonseptin laskenta jossa varsinkin tuotteen myyntihinta, raaka-ainekustannukseen tulisi saada varmuus
 - Valtion päätökset ja selkeä pitkäjänteinen energiapuun politiikka käytön linjauksissa ja tukipolitiikassa
 - Torrefoidun pelletin markkinahinta ja laitoksen kilpailukyky
 - Pelletin kuljetuskustannukset ja siitä saatavat edut realisoituvat

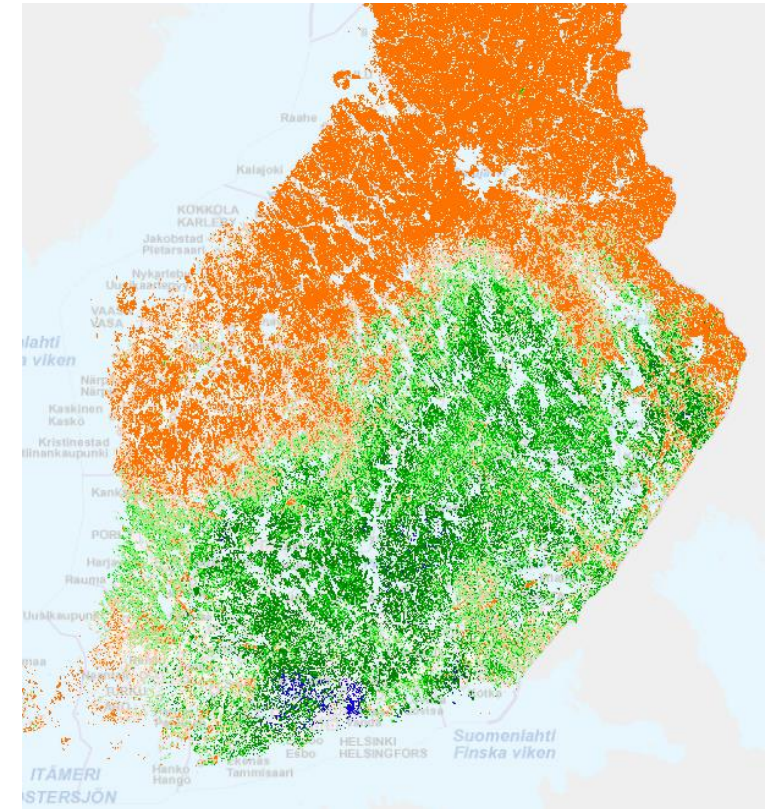
8. Vaneri ja viilutukkien erottelu koivutukeista



8. Vaneri ja viilutukkien erottelu koivutukeista

Koivun käyttö ja sen käsittelymahdollisuudet

- ❑ Vaneriteollisuuden kapasiteetin lasku tehtaiden sulkemisen kautta Suomessa on aiheuttanut ylijäämää vanerikoivun osalta osassa paikkakuntia.
- ❑ Vaneritukkien vaihtoehtoinen käyttö on sen sahaus johon voisi löytyä koivun luontaisen esiintymisen reuna-alueilla edullisempaa raaka-ainetta
- ❑ Hyvien järeiden vanerikoivujen laaduttaminen viilu-, vaneri- ja sahatukkeihin voisi olla myös yksivaihtoehto niiden käsittelyssä
- ❑ Utäjärven ympäristössä vaneritukkien määrät ovat minimaaliset joten ne on käyty hyvin lyhyesti läpi tässä selvityksessä (koko Pohjois-Pohjanmaalta hakattiin vain 5.000 m³ koivutukkaa 2014)
- ❑ Pohjanmaan alueelta on hakattu lähes 1 milj. m³ lehtipuuta josta tarkemmalla lajittelulla voisi löytyä pienpuun sahaukseen soveltuvaa raaka-ainetta



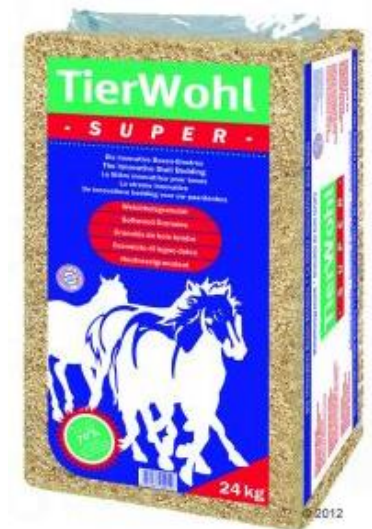
Vihreä alue on koivun pääasiallinen esiintymisalue Suomessa

9. Muut vaihtoehdot puun arvon lisäämiseksi tai jalostamiseksi puunjalostuskeskuksessa

9. Muut vaihtoehdot puun arvon lisäämiseksi tai jalostamiseksi puunjalostuskeskuksessa

Puukuivike eläimille

- ❑ Valmistettu yleensä puupurusta, höylänlastuista ja osassa mukana olkea tai muuta kasvisperäistä raaka-ainetta
- ❑ Puupuru pakattu yksilöllisesti kuluttajapakkauksiin (kuusta ja mäntyä)
- ❑ Puukuivike hevosille tai lemmikkieläimille
- ❑ Vaatii yleensä hienojakoisen pölynpoiston
- ❑ Tuotteistaminen ja markkinointi: esim. kuivausmanetelmä, suodatus ja tuotteen koostumus, imukyky ja rakenne
- ❑ Tuotanto yleensä saha- ja jatkojalostuslaitosten yhteydessä
- ❑ Toimitukset Eurooppaan.



Potentiaalinen tuote puunjalostuskeskuksen yhteyteen.

- Sopivan raaka-aineen edelleen käsittely tai sahan sivutuotteiden hyödyntäminen.
- Kuivaus sekundaari lämmöllä.

9. Muut vaihtoehdot puun arvon lisäämiseksi tai jalostamiseksi puunjalostuskeskuksessa

Puuhiili teräksen valmistuksessa

- ❑ Teräksessä on noin 98% rautaa, loppuosa on hiiltä ja muita seosaineita. Hiili on teräksen tärkein seosaine. Suuri hiilipitoisuus nostaa lujuutta ja maksimilujuus saavutetaan noin 0,6% pitoisuudella, mutta matala hiilipitoisuus parantaa teräksen sitkeyttä.
- ❑ Raakaraudan tuotannossa tarvitaan yli 400 kg hiiltä yhden raakaraudatonnin tuottamiseen
- ❑ Esim. Oulun yliopiston johdolla on selvitetty ”**Biomassan käyttöä pelkistimenä metallurgisissa prosesseissa**” projektissa mukana mm. Rautaruukki Oyj ja Gasek Oy
 - Projektissa tehdyt biomassan saatavuusarvioinnit osoittivat, että erityyppisiä biomassoja olisi Suomessa saatavilla myös pelkistinkäyttöön.
 - Metallurginen teollisuus voisi käyttää merkittäviä määriä puubiomassaa vuodessa.
 - (Suopajarvi ja Fabritius 2013), jos puuhiiltä käytettäisiin Suomen kahdessa masuunissa maksimaalinen määrä (300 000 tonnia), johtaisi puun tarpeeseen 2.4 miljoona kuutiota (~4.7 TWh). Saatavuusarvioinnin mukaan energiapuun (hakkuutähteitä, pienpuuta ja kantoja) määrä, joka voitaisiin kestävästi hyödyntää, voisi olla jopa yli 40 TWh vuodessa.

Potentiaalinen tuote puunjalostuskeskuksen yhteyteen jos puuhiilen käyttö masuuniuuneissa käynnistyisi ja mukaan lähtisi teräksiä valmistava teollisuus.



Kiitos