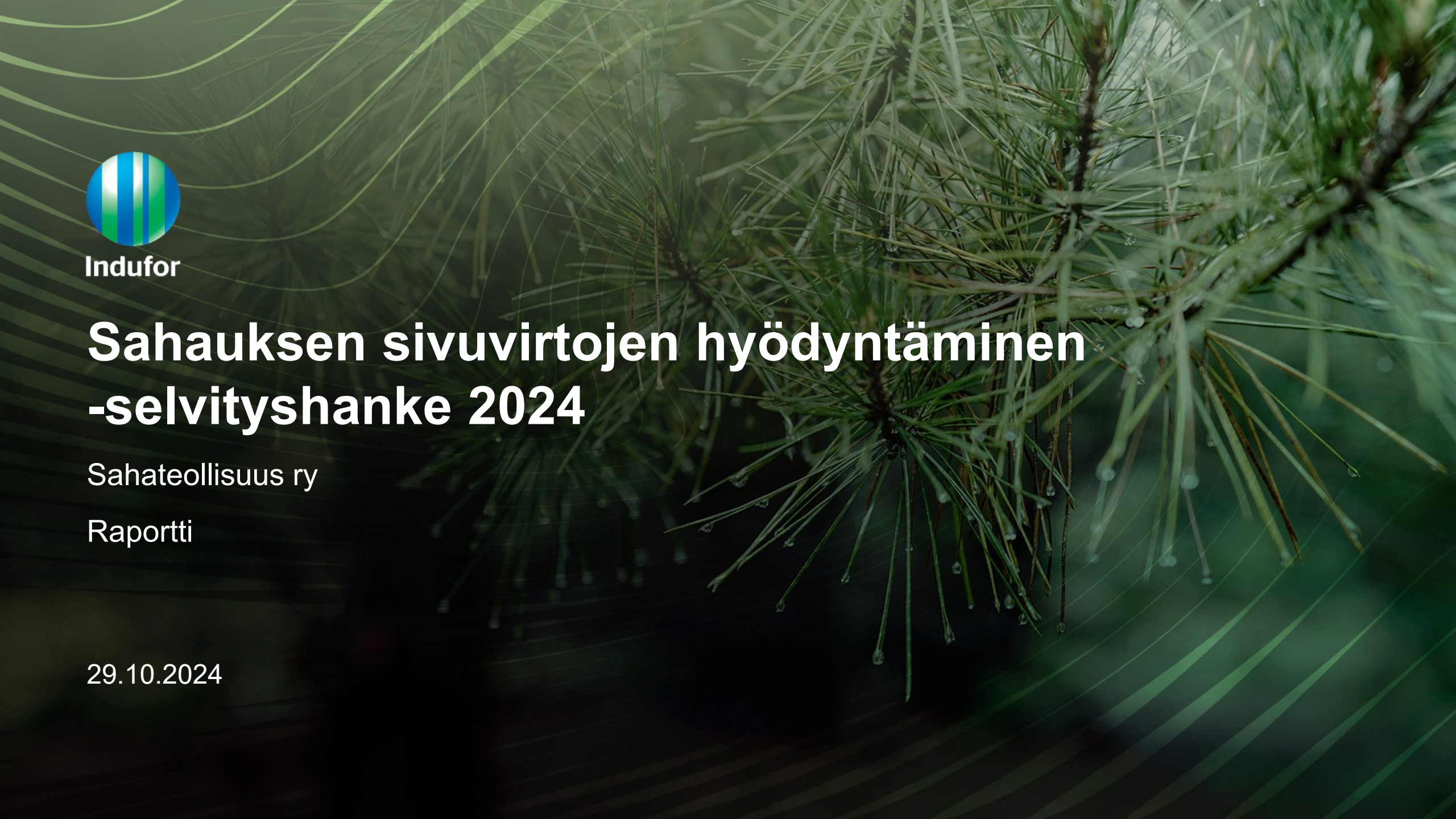


Indufor

Sahauksen sivuvirtojen hyödyntäminen -selvityshanke 2024

Sahateollisuus ry

Raportti

29.10.2024

Sisällysluettelo

1	Tiivistelmä	3
2	Selvityksen tausta	9
3	Hankkeet ja kokeilut	12
4	Teknologiat ja loppukäytöt	51
5	Toimintaympäristö	56
6	Yhteenveto ja johtopäätökset	72

Liite

1 - Maaprofiilit 74

Indufor

1 Tiivistelmä

1. Tiivistelmä – Toimintaympäristö

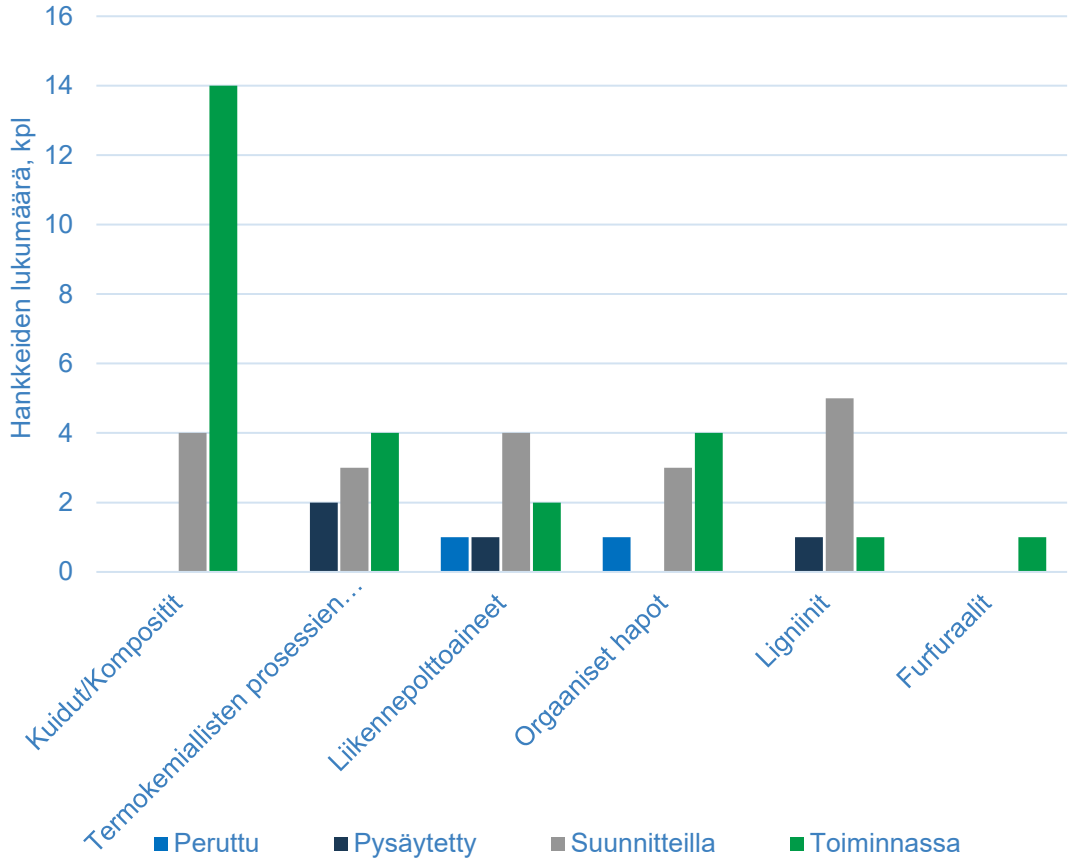
- Nykyiset insentiivit eivät ole kohdallaan ja ennakoitavuus puuttuu – tämä koskee mm. päästökauppaa ja jakeluvelvoitteita (nykyinen hallitus jäädytti jakeluvelvoiteprosessin laskeakseen keinotekoisesti polttoaineen hintaa)
- Investointi-insentiivit ovat puutteellisia
  - Pääosin EU-perusteisia – kansalliset melko pieniä
  - Haastatteluiden perusteella kohdistuvat pitkälti isoihin projekteihin
- Raaka-aineen liikkuvuus – tällä hetkellä sahanpuru liikkuu pelkästään kumipyörillä
  - Väyläviraston olisi mahdollistettava hakemuotoisen biomassan saaminen raiteille
  - High-Capacity Transport (HCT) -reittejä tarvitaan lisää
  - Normaalia suurempien (yli 60t kokonaispaino) hakerekkojen osuus kuljetuskalustossa on vielä pieni ja uutta suurempaa kalustoa tarvittaisiin lisää
- Uusittu REDIII-direktiivi koskee kaikkia puupohjaisia energiantuotantomuotoja yhdenvertaisesti. Regulatorisesti ei ole siis merkitystä tuotetaanko puusta sähköä- ja lämpöä vai liikennepolttoaineita
- Miten kaskadikäyttö tullaan huomioimaan tulevaisuuden Suomessa:
  - Energiaomavaraisuus?
  - Kilpailun vääristyminen?
  - Laitokset, jotka tuottavat tuotteita sekä materiaali- että energialoppukäyttöihin?

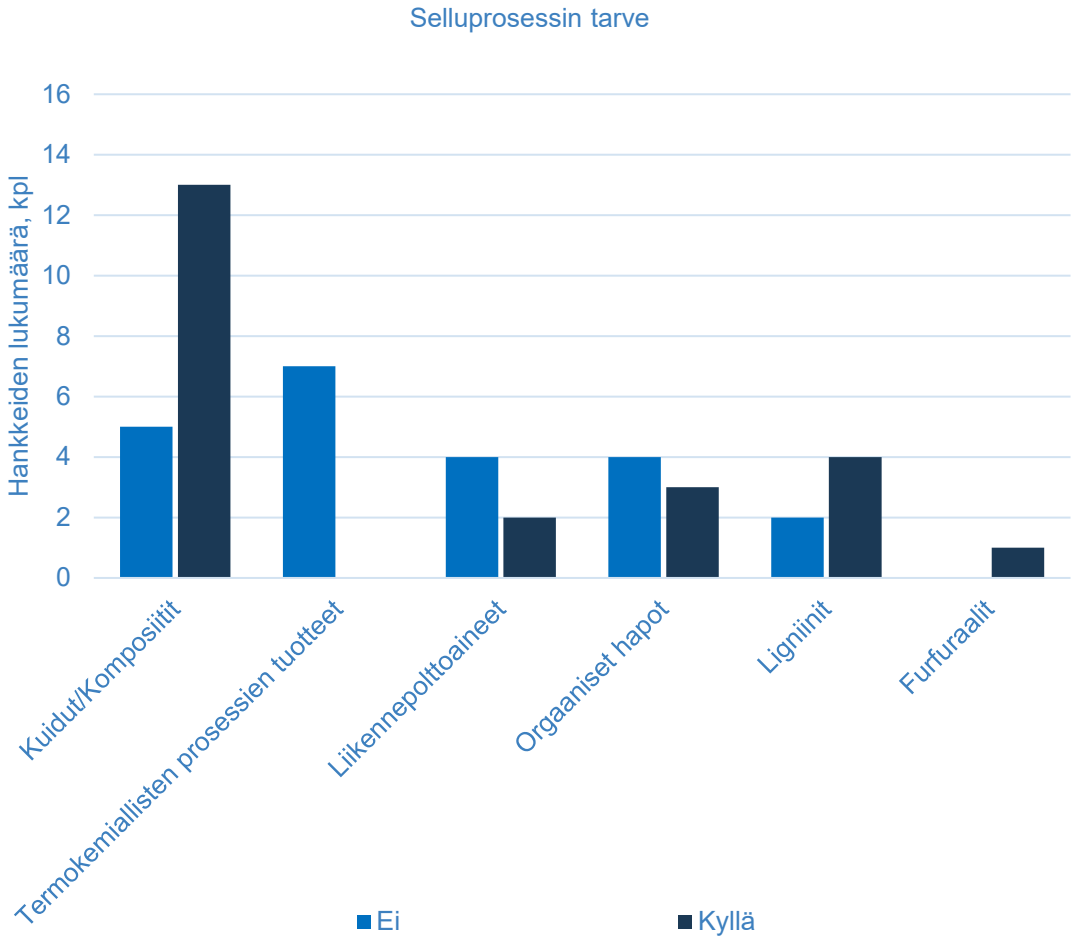
© 2024 Indufor Group

Indufor

1. Tiivistelmä – Hankkeet ja kokeilut – Suomi

Toiminnassa olevia hankkeita identifioitiin 26 kappaletta. Näistä selkeästi eniten hankkeita oli kuidut/komposiitit -tuoteryhmässä. Suunnitteilla on 19 hanketta, jotka jakautuvat melko tasaisesti eri tuoteryhmien välillä.



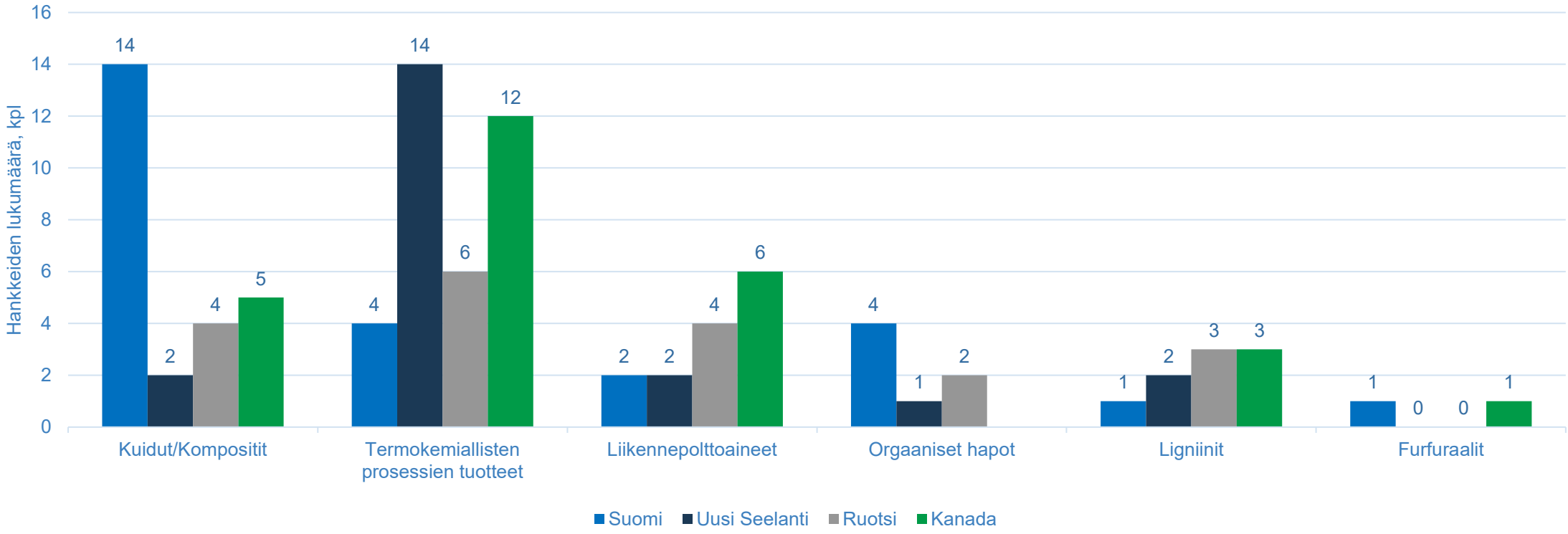


© 2024 Indufor Group

Indufor

1. Tiivistelmä – Hankkeet ja kokeilut – kansainvälinen vertailu

Suomessa ja Uudessa-Seelannissa on suurin piirtein sama määrä käynnissä olevia laitoksia, Ruotsissa ja Brittiläisessä Kolumbiassa hieman vähemmän. Toiminnassa olevia laitoksia on lukumääräisesti eniten termokemiallisten prosesseihin tuotteisiin liittyen. Suomessa on lukumääräisesti selvästi eniten kuituihin/komposiitteihin liittyviä laitoksia, Uudessa-Seelannissa termokemiallisten prosesseihin tuotteisiin liittyviä. Ruotsissa toimivat laitokset ovat jakautuneet tasaisemmin eri tuoteryhmien kesken, kun taas Brittiläisessä Kolumbiassa on eniten liikennepolttoaineisiin liittyviä laitoksia.

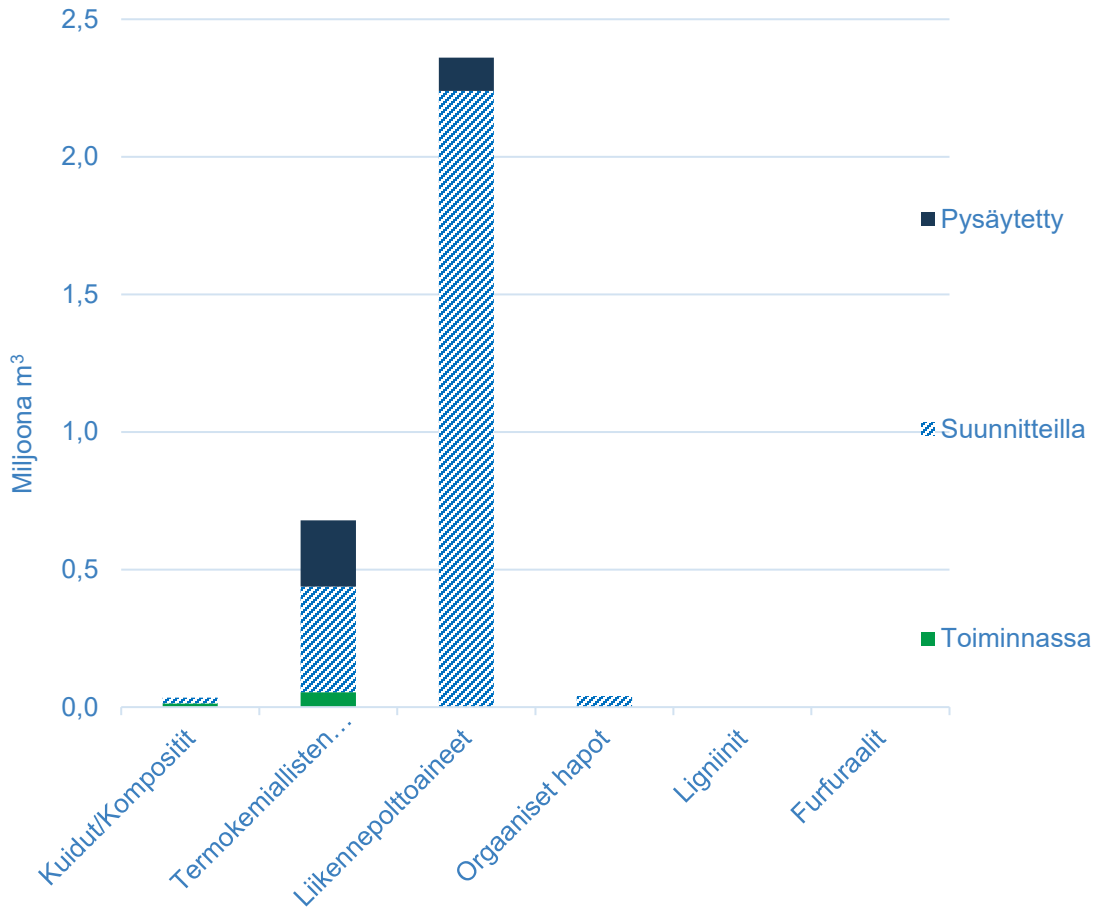


© 2024 Indufor Group

Indufor

1. Tiivistelmä – Hankkeet ja kokeilut – Puunkäyttö tuoteryhmittäin

- Suomessa toiminnassa olevien laitosten nykykäyttö on arvioitu olevan n. 70 000 kuutiota vuodessa. Suunnitteilla olevien laitosten käyttö olisi n. 2,7 miljoonaa kuutiota. Pysäytettyjen laitosten käyttömäärät ovat n. 350 000 kuutiota vuodessa.
- Käynnissä olevien hankkeiden puunkäyttö on alhaisella tasolla ja vain liikennepolttoainehankkeiden toteutuessa puunkäyttö kasvaisi merkittävästi. Nämä hankkeet eivät ole vielä teknologisesti kypsiä ja ne ovat kaupallisesti toteutettavissa vasta ensi vuosikymmenellä. Niiden vaatimat raaka-ainemäärät ovat huomattavia. Hankkeet tarvitsevat myös poliittista tukea toteutuakseen.
- Suurimman (media)huomion saavien projektien puunkäyttö on todella pientä.

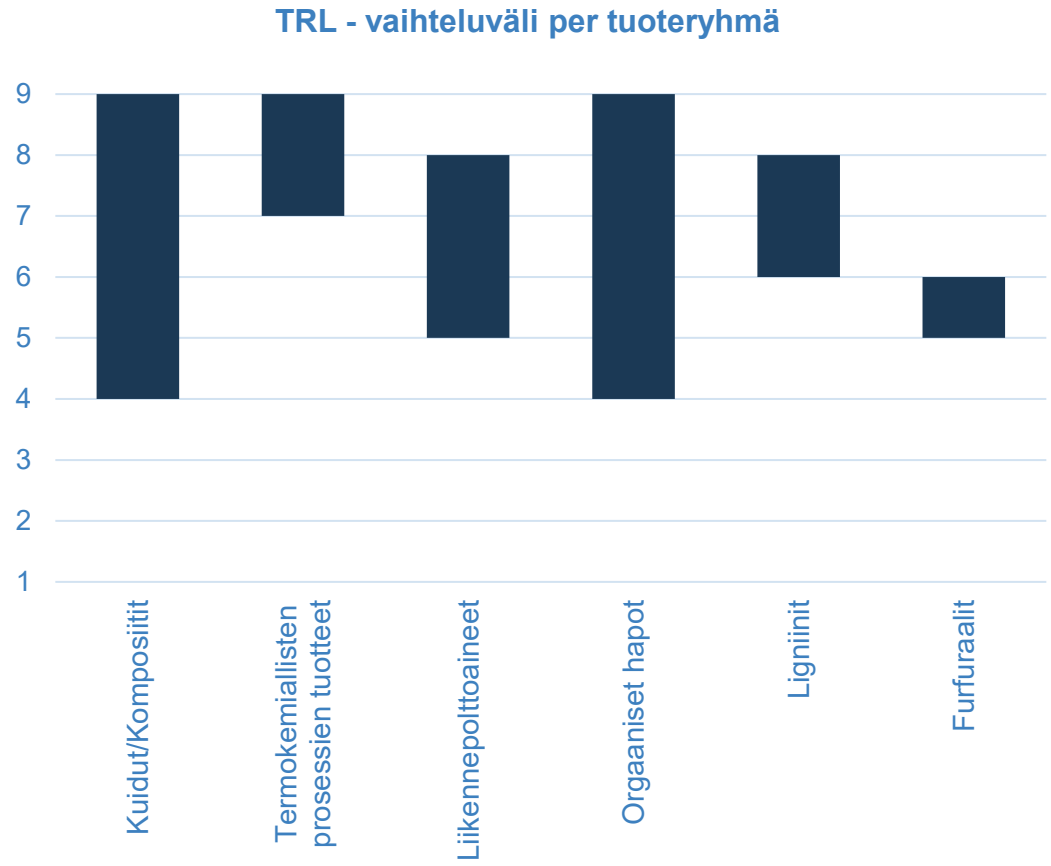


© 2024 Indufor Group

Indufor

1. Tiivistelmä – Teknologia ja loppukäytöt

- Teknologian kypsyyden näkökulmasta (Technology Readiness Level,TRL) moni tuote on, tai on ainakin lähellä, prototyyppi/demolaitosta ja osa on jo teollisen mittakaavan laitoksia. Tämän pohjalta teknologian ei pitäisi olla kaupallista läpimurtoa rajoittava tekijä. Todellisuudessa lukuisilla hankkeilla on ollut merkittäviä tuotantoteknologiaan liittyviä haasteita ja ongelmia.
- Puru on selvästi halutuin raaka-ainemuoto useimmille biotaloustuotteille – se on puhdasta ja jaekoko on homogeeninen. Lisäksi tarjonta on ympärivuotista. Täten purun käyttö vähentää esikäsittelyvaatimuksia laskien investointi- ja raaka-ainekustannuksia.
- Energiakäyttö on suuressa osassa maata ainut merkittävä loppukäyttö.



© 2024 Indufor Group

Indufor

2 Selvityksen tausta

2. Projektin tavoite ja sisältö

Tutkimuksen pääkysymykset ja -aiheet ovat seuraavat:

- Minkälaisia hankkeita ja kokeiluja on tällä hetkellä käynnissä sahojen sivuvirtojen käytölle ja hyödyntämiselle, ja onko jo kaatuneista ja keskeytetyistä hankkeista löydettävistä syitä sille, miksi niistä ei tullut kaupallisia läpimurtoja?
- Mitkä teknologiat ja sivutuotteiden käyttökohteet ovat teknillistaloudellisesti realistisia teolliseen mittakaavaan 10 vuoden aikajänteellä, entä 20 vuoden?
- Onko toimintaympäristössä tapahtumassa muutoksia, jotka johtavat tilanteeseen, jossa jollekin sahauksen sivuvirran tuotteelle uudenlaisella käyttötarkoituksella muodostuisi kysyntää?
- Minkälaisia toimintaympäristön edellytyksiä tulisi julkisen vallan tehdä, jotta korkean arvonlisän tuotteita syntyisi sahauksen sivuvirroista aiempaa enemmän?

Selvitys sisältää seuraavat analyysit:

- Käynnissä olevat hankkeet ja kokeilut sahauksen sivuvirtojen hyödyntämiseksi
- “Kaatuneet” hankkeet ja kokeilut sekä pääsyyt miksi ko. hankkeet eivät kaupallistuneet.

Selvitys painottui Suomeen, mutta tämän lisäksi mukaan valittiin kolme muuta havusahatavaran tuottajamaata, Ruotsi, Uusi-Seelanti ja Kanada, joista tehtiin yleiskatsaus tähän aihepiiriin liittyen. Kanadasta kerättiin tietoja erityisesti Brittiläisestä Kolumbiasta.

Indufor

2. Tuoteryhmät

Kuidut/komposiitit

- puumuovikomposiitti *(wood plastic composites – WPC)*
- biomuovikomposiitti *(bioplastic composites – BPC)*
- puukuitueriste *(wood fibre insulation board)*

Termokemiallisten prosessien (pää)tuotteet

- biohiili *(biochar)*
- aktiivihiili *(activated carbon)*
- pyrolyysiöljy *(pyrolysis oil/bio crude)*

Liikennepolttoaineet, jotka saadaan

- termokemiallisista ja katalyyttistä prosesseista, esim. biokaasu *(biogas)* ja metanoli *(methanol)*
- syntyvät sokerialustasta (esim. etanoli - *ethanol*)

Orgaaniset hapot, jotka tulevat sokerialustasta

- maitohappo *(lactic acid)*
- polymaitohappo *(polylactic acid – PLA)*
- meripihkahappo *(succinic acid)*
- levuliinihappo *(levulinic acid)*

Ligniinit *(lignins)*

Furfuraalit *(furfurals)*

 © 2024 Indufor Group

Indufor

3 Hankkeet ja kokeilut

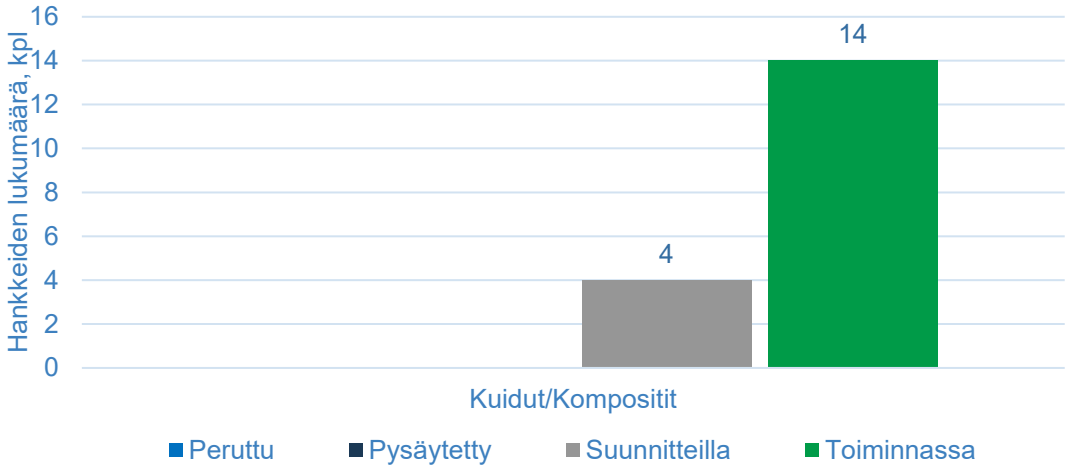
3

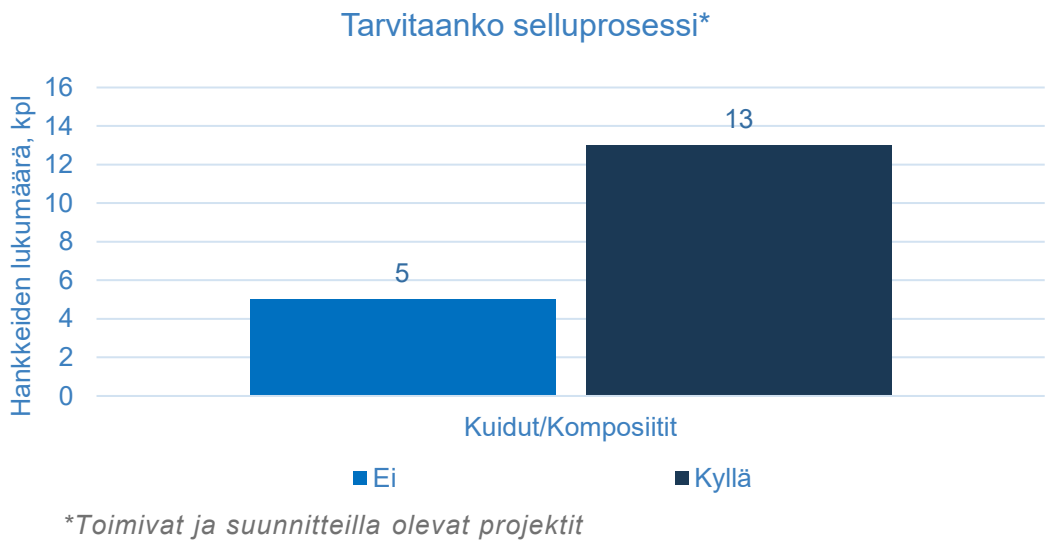
3.1 Hankkeet ja kokeilut - Kuidut ja komposiitit

Indufor

3.1 Hankkeet ja kokeilut – Kuidut/komposiitit

Lukuisia pienehköjä toiminnassa olevia hankkeita. Tuoteryhmässä isohko määrä erilaisia ja erilaatuisia tuotteita.





**Toimivat ja suunnitteilla olevat projektit*

- **Puumuovikomposiitti (wood plastic composites – WPC):** Vain Lunawood tekee pieniä määriä ja käyttää lämpöpuun kutterinlastua ja kierrätysmuovia. UPM ProFi (puumuovikomposiitti) tehdään Saksassa, jossa raaka-aineena on tarrapaperin jäte ja kierrätysmuovi. UPM:lla on Suomessa vain tuotekehitystä.
- **Biomuovikomposiitti/biokomposiitit (bioplastic composites – BPC):** UPM:llä on vielä tuotantoa Suomessa, mutta 18.6.2024 yhtiö ilmoitti suunnittelevansa Biocomposites-liiketoiminnasta luopumista. Stora Ensolla ei ole tuotantoa Suomessa. Ruotsissa ollut tuotanto myytiin vuoden 2023 lopulla pois. Pienempiä tuottajia Suomessa ovat esim. Sulapac, Woodly, ja Woodio. Materiaalit ovat pääosin sellupohjaisia, mutta tuotteissa on mukana myös puukuitua, ilman selluprosessia. Puukuitu on murskattua havuhaketta ja/tai havupurua.
- **Puukuitueriste (wood fibre insulation board):** Suomessa on kehitteillä yksi hanke (Fiberwood). Halutuin raaka-aine on kuusihake. Tuotteesta riippuen, ehkä myös puru ja kuori voisivat olla osin sopivia raaka-aineita. Markkinoilla on myös ollut jo kauemmin sellu- ja kierrätyspaperipohjaisia eristeitä. Niiden valmistajia ovat esim. Ekovilla ja Termex.
- **Biovaahto (biofoam):** pakkausmateriaalit ja eristeet, tehdään samalla vaahdotustekniikalla kuin puukuitueristeet. Suomessa valmistajina ovat Fiberwood ja Woamy, Ruotsissa esim. Stora Enso. Raaka-aine voi olla sellukuitupohjaista ja/tai suoraan puukuitua.
- **Turvetta korvaavat kasvualustat:** sekoitus sammalta, puukuituja, biohiiltä, ja turvettakin sekä kompostia. Havupuukuidut soveltuvat hyvin. Suomessa valmistajina mm. Kekkilä ja Biolan.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

3.1 Hankkeet ja kokeilut – Kuidut/komposiitit

Rakennuseristeillä on merkittävä vakiintunut markkina Suomessa ja globaalisti. Energiatehokkuusvaatimukset tukevat kysyntää.

Puumuovikomposiittien markkinaosuus on vielä pieni verrattuna perinteiseen sahatavaraan esim. terassilankkutuotteissa, mutta se on kasvava markkina. Terassilautojen, joka on tällä hetkellä puumuovikomposiittien päätuoteryhmä, lisäksi puumuovikomposiittien tuoteryhmässä on suuri määrä erilaisia ja erilaatuisia tuotteita. Tuotteissa käytettävän puukuidun pitää olla puhdasta ja kuoretonta. Tuotteen etuina ovat huoltovapaus ja hyvä säänkestävyys.

UPM:n biomuovikomposiitti/biokomposiitit ovat tuotannossa Suomessa (esim. UPM Formi tuotteet). Niiden raaka-aine on sellupohjaista materiaalia ja/tai sellun-tuotannon sivuvirtaa, esimerkiksi mäntyöljyä. Tuotteissa voi olla mukana myös puukuituja, esimerkiksi 40% raaka-aineseoksesta voi olla puujauhetta, joka on jauhettua purua ja/tai haketta, lopputuotteesta riippuen. Jos tuotteet menevät elintarvikekosketukseen, asettaa se sahan sivutuotteille raaka-aineena tiukat puhtausvaatimukset.

UPM ilmoitti 18.6.2024, että yhtiö suunnittelee koko Biocomposites-liiketoiminnasta luopumista, joka käsittää kaikkien sekä Lahdessa ja Bruchsalissa, Saksassa sijaitsevien biokomposiittituotantolaitosten sulkemista. Biokomposiitit ovat olleet osa UPM:n liiketoimintaa 15 vuotta, mutta liiketoiminta ei ole kyennyt kasvamaan tarpeeksi kannattavasti yhtiön mielestä. Stora Enso myi Ruotsin (Hylte) biomuovikomposiittituotantonsa ja Hylten paperitehtaansa loppuvuodesta 2023. Uusi omistaja on ruotsalainen sahayhtiö Sweden Timber Group, jonka sahat ovat toimittaneet puukuidun Stora Enson bio-muovikomposiitin tuotantoon. Biomuovikomposiitti yhtiön uusi nimi on WoodComposite AB ja yhtiö jatkaa uuden omistajan alaisuudessa tuotantoa kuten tähänkin asti. Pienemmät toimijat Suomessa, esimerkiksi Paptic, Sulapac, Woodly, ja Woodio, käyttävät jo jossain määrin sahojen sivuvirtoja ja puukuituja tuotteissaan, ja voisivat käyttää sellupohjaisten raaka-aineiden lisäksi tai sijaan, mutta todelliset käyttömäärät ovat kuitenkin vielä pieniä. UPM:n tuotanto Suomessa ei myöskään käytä isoja volyymeja sahan sivuvirtoja.

Puukuitueristeillä, jotka korvaavat mineraalivillaeristeitä (kivi- ja lasivilla) sekä solumuovi ja muovikuitueristeitä (styroksi), on suuri markkinapotentiaali. Globaalin rakennuseristeteollisuuden markkinan on arvioitu olevan noin 25 miljardin euron arvoinen, ja Suomessa pelkästään rakennusten lämmöneristeiden markkinoiden kokonaisvolyymi on noin 5 milj. m^3 vuodessa. Rakennusten energiatehokkuuden säännösten kiristymisen EU:ssa pitäisi kasvattaa eristemateriaalien kysyntää ja markkinaa lähivuosina. Puukuitueristeessä, joka tehdään vaahdotustekniikalla, kuusihake on halutuin raaka-aine, sillä se vaahtoutuu parhaiten. Puru ja kuori eivät vaahtoudu niin helposti kuin kuusihake, mutta purua ja kuorta voitaneen käyttää raaka-aineena ”alemman” laatuluokan tuotteissa. Samoin puukuidusta tehtyjen biovaahtopakkausmateriaalien, jotka korvaavat solumuovipohjaisia pakkauspehmusteita, markkinoiden voidaan olettaa kasvavan. Stora Enso tekee näitä sellun nollakuidusta, jota raaka-ainetta on saatavilla selluntuotannon ”ylijäämänä”, mutta näitä valmistetaan yhtälailla suoraan puukuidusta samalla vaahdotustekniikalla kuin puukuitueristeitä.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

3.1 Hankkeet ja kokeilut – Kuidut/komposiitit

Rakennuseristeillä on merkittävä vakiintunut markkina Suomessa ja globaalisti. Energiatehokkuusvaatimukset tukevat kysyntää.

Kun turpeen nostoa on rajoitettu, niin turvetta korvaavissa kasvualustoissa voidaan olettaa olevan kasvupotentiaalia. Puukuidun käyttö kasvualustoissa onkin nyt tutkimuksen alla. Puukuituja ei kuitenkaan vielä ole käytetty isoja määriä kasvualustoissa. Purua voidaan käyttää myös kuivikkeena turpeen sijaan.

Yhtenä tuotteena voidaan mainita myös puupurupuristeiden, esimerkiksi kuormalavojen jalat ja välituet. Näitä voidaan valmistaa puu- ja purupuristeesta. Suomessa ei ole näiden tuotteiden valmistusta, mutta mm. Latviassa ja Keski-Euroopassa on (esimerkiksi Pfeifer, Euroblock ja Binderholz). Pfeifer ja Binderholz ovat myös merkittäviä sahureita.

 © 2024 Indufor Group

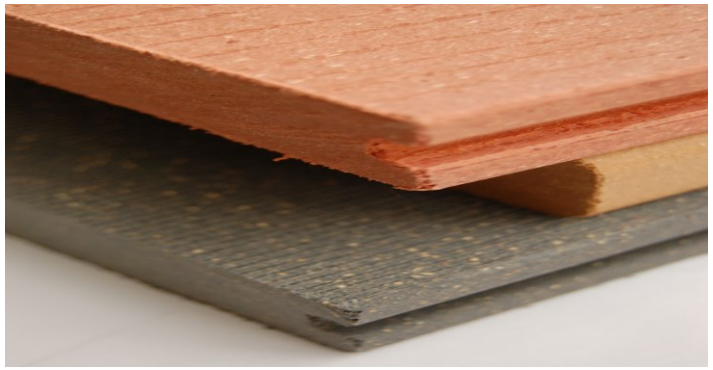
Indufor

3.1 Hankkeet ja kokeilut – Kuidut/komposiitit

Puumuovikomposiitit: Markkinoiden koko on vielä pieni, mutta kasvava markkina - vain 10 % verrattuna sahatavaramarkkinoiden kokoon. Tuoteryhmän alla on iso määrä erilaisia ja erilaatuisia tuotteita.

Puumuovikomposiitit

Käytetään kierrätyspuuta tai neitseellistä puukuitua. Puukuidun pitää olla puhdas, siinä ei saa olla likaa tai kuorta. Muovi on yleensä kierrätysmuovia (polyeteeni, polypropeeni tai muu). Tuotanto on pitkälle automatisoitua ja erilaisia ja eri muotoisia tuotteita voidaan valmistaa puristamalla tai valamalla. Etuja ovat tuotteen mekaaninen kestävyys ja lujuus, kestävyys sääolosuhteiden vaihteluita vastaan ja huoltovapaus. Päätuotteet ovat esim. terassilankut.



Tyypillinen tehdas/projekti		Biomassa/puu raaka-aine	
Työvoiman tarve	40-50 henkeä (UPM:n tehdas Saksassa)	Raaka-aine	Useita puulajeja käytetään, puukuitujen ja muovin sekoitus.
Investoinnin suuruus	12 Meur (UPM:n tehdas Saksassa)	Biomassan tarve/kulutus	Raaka-ainekerroin noin 1.3, riippuen puukuitujen ja muovien sekoitussuhteesta.
Tyypillinen kapasiteetti	3-5 miljoonaa juoksumetriä vuodessa. (UPM tehdas Saksassa)		

Tuotantoteknologia	
Teknologian status	Toimiva teknologia. Puukuitujen, puumassan, muovin ja lämmitetyn hartsin sekoitus, sitten ruiskupuristus/ruiskuvalu.
Tuotannollinen mittakaava	Kasvava – isommat maailmanluokan valmistajat lisäävät kapasiteettia investoinneilla

 © 2024 Indufor Group

Indufor

3.1 Hankkeet ja kokeilut – Kuidut/komposiitit

Biomuovikomposiitit: Vain muutama % globaalista muovin tuotannosta, mutta kasvava tuotanto. Kasvua lisää kysyntä ympäristöystävällisille materiaaleille eri teollisuudenaloilla, kuten rakennus, auto- ja kuluttajatuoteteollisuudessa.

Biomuovikomposiitit

Luonnonkuiduilla vahvistetut biopohjaiset muovihartsit (biopolymeerit), joissa polymeerimatriisi on biohajoava. (esim. lignoselluloosa, selluloosa, tärkkelys, ligniini, hemiselluloosat, kitiini, pektiini ja proteiinit). Käytetään esim. ruoka-astioissa ja muissa pakkauksissa.

Globaalien biomuovimarkkinoiden koon ennustetaan kasvavan 7,6 miljardista dollarista vuonna 2021 15,5 miljardiin dollariin vuonna 2028.
Arvioitu CAGR on siten yli 10%.
Euroopan biomuovimarkkinoiden koko on noin 3 miljardia USD vuonna 2023.
Koko maailman muovimarkkinan koko on erittäin suuri, vuonna 2021 noin 600 miljardia euroa vuodessa.

Tyypillinen tehdas/projekti		Biomassa/puu raaka-aine	
Työvoiman tarve	15-20 henkeä	Raaka-aine	Monia puulajeja, sellupohjaiset puukuidut, puukuidut sivutuotteista, kierrätysmuovi.
Investoinnin suuruus	5-15 Meur	Biomassan tarve/kulutus	Esim. StoraEnson (nyk. Sweden Timber) laitoksella Ruotsissa puukuidun osuus on noin 8 tonnia/vuosi.
Tyypillinen kapasiteetti	5 000-15 000 tonnia/vuosi lopputuotetta		

Tuotantoteknologia	
Teknologian status	Vakiintunut tekniikka. Kaksoisruuviekstruusio on tärkein biokomposiittien valmistusmenetelmä. Prosessissa puukuidut sekoitetaan biopohjaiseen polymeeriin, joka sitten puristetaan kasaan ja pelletoidaan. Pellettejä voidaan käyttää muiden prosessien, kuten ruiskupuristuksen, raaka-aineena.
Tuotannollinen mittakaava	Todelliset tuotantomäärät suuremmassa mittakaavassa edelleen pientä. Tuotekehitystä on erityisesti täysin biohajoavien, kierrätettävien ja öljypohjaiseen polymeeriin verrattuna vahvempien biomuovikomposiittien kehityksessä.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

3.1 Hankkeet ja kokeilut – Kuidut/komposiitit

Puukuitueristeet: Energiatehokkuuden säännösten kiristyminen EU:ssa kasvattaa eristemateriaalien kysyntää. Kasvupotentiaalia on, sillä esim. Euroopassa mineraali ja muovi/styroksi-pohjaisten eristeiden markkinaosuus on yli 80 %.

Puukuitueriste

Levymäisiä puukuitueristeitä voi pitää kuitulevyn alalajina. Raaka-aine on yleensä havupuuta, ja valmistusprosessi on samankaltainen kuin huokoisella kuitulevyllä. Puukuitueristelevyjä ei kuitenkaan tiivistetä kuten huokoisia kuitulevyjä tai kovalevyjä, ja sen tiheys on selvästi alhaisempi kuin huokoisen kuitulevyn. Koska levyt tulevat eristyskäyttöön ja kilpailevat muiden eristeiden (esim. mineraalivillan) kanssa, ne ovat myös selvästi paksumpia kuin esimerkiksi tuulensuoja- tai sisäkattolevyinä käytettävät kuitulevyt.

Potentiaalinen markkina tuotteelle on iso, sillä globaalin rakennuseristeteollisuuden markkinan on arvioitu olevan noin 25 miljardin euron arvoinen.
Esim. Euroopassa lasi ja - kivivillan ja muovi/styroksi pohjaisten tuotteiden kokonaismarkkinaosuus on yli 80 %, joten puukuitueristeillä on hyvä tilaisuus ottaa lisämarkkinaa.
Suomessa rakentamisen lämmöneristeiden kokonaiskäyttö on noin 5 milj. m^3 vuodessa.

Typical mill setup		Wood raw material	
Työvoiman tarve	35 henkeä (teollisen mittakaavan laitos Euroopassa, keskisuuri laitos)	Raaka-aine	Kuusihake halutuin, myös tuore (pyöreä) havupuu joka murskataan. Myös kierrätyspuun käyttöä harkitaan.
Investoinnin suuruus	40 Meur (teollisen mittakaavan laitos Euroopassa, keskisuuri laitos)	Biomassan tarve/kulutus	60 000 m^3 kiintokuutiota puuta, kun tuotanto on 300 000 m^3 eristettä.
Tyypillinen kapasiteetti	300 000 m^3/vuosi valmista eristettä, (teollisen mittakaavan laitos Euroopassa, keskisuuri laitos)		

Tuotantoteknologia	
Teknologian status	Vakiintunut tekniikka, Puukuitueristelevyjä valmistavat mm. saksalaiset STEICO ja Holzwerk Schneider sekä norjalainen Hunton. Steicolla on tuotantoa Puolassa ja Ranskassa. Holzwerk Schneiderilla Saksassa ja Sveitsissa ja Huntonilla Norjassa. Euroopassa useita investointiprojekteja suunnitteilla.
Tuotannollinen mittakaava	Kasvava, isoimpien uusien tehtaiden vuosituotantokapasiteetti eristettä jo yli 1 miljoona m^3/vuodessa.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

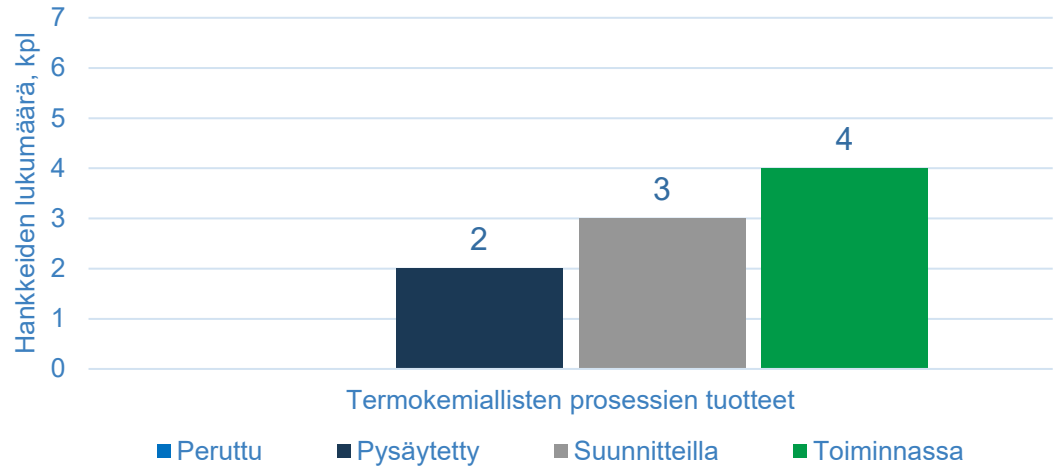
3

3.2 Hankkeet ja kokeilut - Termokemiallisten prosessien (pää)tuotteet

Indufor

3.2 Hankkeet ja kokeilut – Termokemiallisten prosessien (pää)tuotteet

Biohiilihankkeita on toiminnassa useampia kun taas bioöljyprojektit ovat olleet vastatuulessa. Selluprosessin vaade vähäinen.



- **Biohiili (biochar):** Muutamia laitoksia mm. Carbofex Nokialla, PUHI Oy Hämeenlinnassa ja GRK Utajärvellä on jo käynnissä sekä uusia projekteja esim. Taaleri Joensuun Biocoal Oy on tulossa. Kehittyvä markkina. Toimivaa teknologiaa hyvin saatavilla.
- **Aktiivihiili (activated carbon):** Tällä hetkellä on yksi tehdas käynnissä Ilomantsissa. Toimivaa teknologiaa löytyy.
- **Pyrolyysiöljy/Bioöljy (pyrolysis oil/bio crude):** Bioöljyn tuottaminen Joensuussa (Fortum) ja Lieksassa (Green Fuel Nordic) on pysäytetty, osin teknologiaongelmien ja osin markkinalähtöisten kannattavuusongelmien vuoksi. Bioöljyn käytettävyys voimalaitoksissa on asettanut haasteita; bioöljyn korkea vesipitoisuus, happamuus ja syövyttävyys. Tuotteen jatkojalostus korkeamman jaloste-asteen polttoaineeksi voisi olla yksi vaihtoehto, joskin se on osin haastavaa.

Suomessa on suunnitteilla isoja projekteja vihreän metanolin valmistamiseksi. Siinä puun kaasutuksella ja vihreän vedyn yhdistämisellä tuotettaisiin metanolia. Puu-raaka aineena voivat olla mm. sahojen hake, puru ja metsien energiapuu.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

3.2 Hankkeet ja kokeilut – Termokemiallisten prosessien (pää)tuotteet

Sahojen sivutuotteet sopivat hyvin biohiilen tuotantoon. Vihreän metanolin valmistus nostaisi sahojen sivutuotteiden kulutusta merkittävästi.

Sahojen sivutuotteet soveltuvat hyvin biohiilen tuotantoon. Biohiilellä on monia käyttötarkoituksia polttoainekäytön lisäksi, lopputuotteesta riippuen mm. maaperän parannusaineena ja hulevesien suodatuksessa. Isoa kasvupotentiaalia uskotaan olevan metallurgiasegmentissä, jossa biohiiltä käytetään ruostumattoman teräksen sulatuksessa fossiilisen kivihiilen ja biokoksia ferrokromisulatossa koksin korvaajana. Aktiivihiili on biohiilen korkeamman jalosteasteen tuote, jolla on käyttökohteita esimerkiksi elintarvike- ja lääketeollisuudessa.

Kotimaisissa lämpövoimaloissa bioöljyä voitaisiin käyttää korvaamaan kevyttä polttoöljyä, mutta tämä vaatisi jonkin verran investointeja lämpövoimalaitoksiin, jotta ne voisivat käyttää bioöljyä ja kestäisivät bioöljyn ominaisuuksia. Bioöljyn tuottajien, kuten Lieksan hanke, pitäisi löytää isoja öljynjalostajia, esimerkiksi Neste, jatkojalostamaan bioöljystä liikennepolttoainetta. Ongelmana tässä on ollut se, että esimerkiksi Lieksan tuotantomäärät ovat isoille öljynjalostajille verrattain pieniä, ja bioöljyn jalostaminen vaatisi öljynjalostamolla omat prosessinsa. Isoilla öljynjalostajilla ei ole ollut mielenkiintoa käynnistää näin pienille määrille omaa prosessia.

Vihreän metanolin valmistamisesta on suunnitteilla Suomen Säätöenergia (SSE)/Northern BioMethanol Oy:n jalostamohanke Nurmekseen. Tämän lisäksi SSE:llä on suunnitelmissa neljän samanlaisen hankkeen suunnittelu (mm. Pieksämäki ja Savonlinna). SSE:n prosessi perustuu puuraaka-aineen kaasutussynteesin ja vihreän vedyn yhdistämiseen metanolin tuottamisessa. Sahojen sivuvirrat, mm. sahanpuru ja hake, soveltuvat tähän prosessiin hyvin. Suunnitellut projektit ovat isoja, esim. Nurmeksen laitoksen tuotanto olisi 80 000-100 000 tonnia/vuosi metanolia ja raaka-aineen kulutus noin 350 000 m^3/vuosi. Jos useampi näistä suunnitelmista toteutuisi, olisi sahojen sivuvirtojen käyttötarve pelkästään SSE:lle yli miljoona kuutiometriä vuodessa.

Myös metaanin (biokaasun) valmistus orgaanisen massan mädätyksellä hapettomissa oloissa puusta (ml. sahojen sivutuotteista) on yksi mahdollisuus. Näin tehdään jo maatalouden sivuvirroista joillakin isoimmilla maatiloilla. Tekniikasta on jo kokeiluja käynnissä Suomessa, ja prosessi on pienestä lähtien skaalautuva ja sopii jo yhden sahan mittakaavaan. Metaanin voi myös nesteyttää.

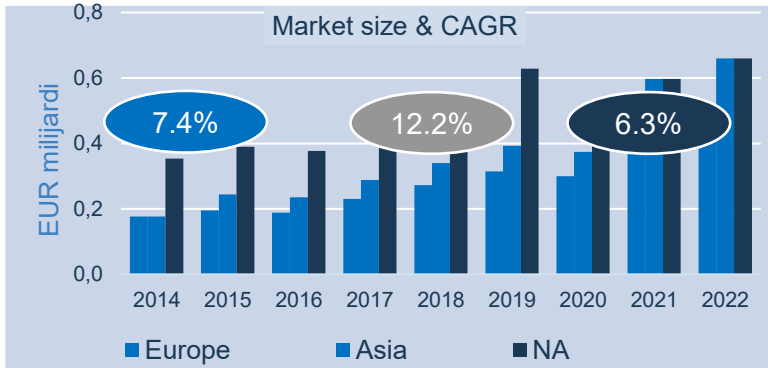
Indufor

3.2 Hankkeet ja kokeilut – Termokemiallisten prosessien (pää)tuotteet

Biohiili: Kasvava markkina, mahdollinen isojen raaka-ainemäärien käyttäjä. Isoja käyttömääriä esim. metallurgia-segmentissä, jossa biohiiltä käytetään ruostumattoman teräksen sulatuksessa fossiilisen kivihiilen korvaajana.

Biohiili

Biohiilet ovat biomassoista pyrolyysissä valmistettuja hiilipitoisia kiinteitä aineita. Biohiili on hiilen kaltainen aine, jolla on korkeampi lämpöarvo.
Biohiiltä käytetään teollisuus- ja asuinpolttoaineena, lannoitteena maaperän laadun parantamiseen ja sadon lisäämiseen, hiilensidonnassa pelloilla ja maaperässä, hulevesien suodatus, metallurgiassa etc.
Biohiilen valmistuksessa syntyvällä ylijäämäenergialla sekä pyrolyysiöljyllä ja -kaasuilla voidaan korvata fossiilisia polttoaineita.



Tyypillinen tehdas/projekti		Biomassa/puu raaka-aine	
Työvoiman tarve	30-40 henkeä (Taaleri Joensuu), 10-12 henkeä (Puhi Oy Hämeenlinna)	Raaka-aine	Puun sivutuotteet, sahanpuru, kuori, pienpuu/energiapuu, kierrätyspuu, maatalouden sivuvirrat, myös risut, kannot, olki, jne.
Investoinnin suuruus	20 Meur Taaleri Joensuu, ison mittakaavan laitos. Noin 1-2 Meur Puhi Oy Hämeenlinna, pieni/keskisuuri laitos	Biomassan tarve/kulutus	Tehdaskoot vaihtelevat: 250 000 m³/vuosi (Taaleri Joensuu) 20 000–30 000 m³/vuosi (Puhi Oy Hämeenlinna)
Tyypillinen kapasiteetti	60 000 tonnia/vuosi (Taaleri Joensuu), 3000 – 5000 tonnia/vuosi (Puhi Oy Hämeenlinna)	Hinta	Tukkuhinta esim. maatalouden käytössä välillä 250-750 euroa/tonni.

Tuotantoteknologia	
Teknologian status	Saatavilla oleva toimiva teknologia, eri laitetoimittajia. Murskattu biomassa --> biomassan pyrolyysi 350-800°C:ssa -> tuloksena biohiili ja sivutuotteet.
Tuotannollinen mittakaava	Vielä melko pientä teollisessa mittakaavassa, suurinta Pohjois-Amerikassa jossa enemmän jo keskisuuria valmistajia. Vähän isoja tuotantolaitoksia globaaleilla markkinoilla.

 © 2024 Indufor Group

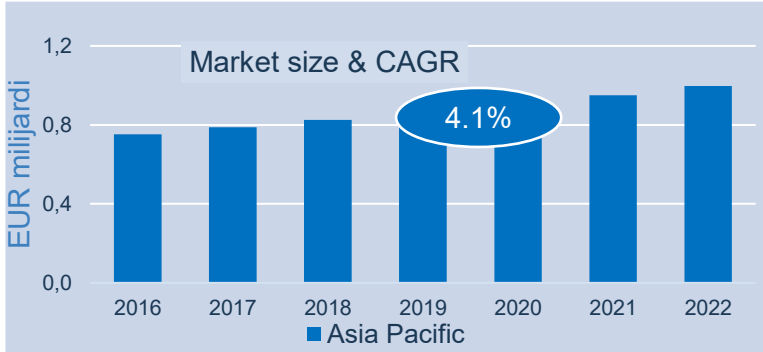
Indufor

3.2 Hankkeet ja kokeilut – Termokemiallisten prosessien (pää)tuotteet

Aktiivihiili: Erittäin korkeassa lämpötilassa jatkojalostettu biohiili. Monia loppukäyttökohteita. Erittäin huokoinen rakenne, joten suodattaa hyvin eri aineita. Tällä hetkellä vain yksi tehdas Suomessa, Vapo/Neova Ilomantsissa.

Aktiivihiili

Valmistukseen käytetään puuta ja esim. kookospähkinän kuoria. Tuotetta käytetään adsorptioon, esimerkiksi veden ja jäteveden käsittelyyn ja suodatukseen, elintarvike- ja juomateollisuudessa sivumakujen ja värien poistamiseen/suodatukseen, autoteollisuudessa päästöjen hallintaan/suodatukseen, aktiivihiilisuodatin, sekä lääketeollisuudessa.



Tyypillinen tehdas/projekti		Biomassa/puu raaka-aine	
Työvoiman tarve	40-50 henkeä koko tuotantoketjussa (Vapo/Neova Suomi)	Raaka-aine	Puu, turve, muut biomassat, puru ja hake, maailmalla esim. kookospähkinän kuoret käytetty raaka-aine.
Investoinnin suuruus	30 Meur (Vapo/Neova Suomi)	Biomassan tarve/kulutus	20 000 tonnia/vuosi (Vapo/Neova Suomi)
Tyypillinen kapasiteetti	5 000 tonnia/vuosi (Vapo/Neova Suomi)	Hinta	Teollisten vesienkäsittelyjen aktiivihiilen myyntihinta oli noin 2 500 euroa/tonni vuonna 2023 Euroopassa.

Tuotantoteknologia	
Teknologian status	Vakiintunut tekniikka. Biomassa hiiltyy ensin 1000-2000°C:ssa, sitten se aktivoidaan 850-950°C:ssa höyryllä (ilmalla tai hiilidioksidilla).
Tuotannollinen mittakaava	Kasvava, suuria tehtaita löytyy Kiinasta, Intiasta ja USA:sta.

© 2024 Indufor Group

Indufor

3.2 Hankkeet ja kokeilut – Termokemiallisten prosessien (pää)tuotteet

Pyrolyysiöljy/bioöljy: Suomessa ollut kaksi tehdasta, mutta tehtaat kohdanneet teknologia- ja kannattavuushaasteita. Bioöljyn käytettävyys voimalaitoksissa on tuonut haasteita (korkea vesipitoisuus, happamuus ja syövyttävyys).

Pyrolyysiöljy, bioöljy

Pyrolyysiöljy on nestemäinen aine, joka saadaan pyrolyysiprosessissa (kuivatislaus, jossa materiaalia lämmitetään hapettomassa tilassa) ja sitä seuranneessa jäähdytyksessä. Se on sekoitus eri molekyylejä, jotka koostuvat yleensä yli 200:sta eri yhdisteestä, jotka ovat seurausta pyrolyysissä käsiteltyjen tuotteiden depolymeroinnista eli molekyyliketjujen hajoamisesta. Pyrolyysiöljyä voidaan käyttää lämmön- ja sähköntuotannossa korvaamaan fossiilisia polttoöljyjä, raskaan polttoöljyn korvaaminen kaukolämmöntuotannossa, tai jalostaa edelleen liikenteen polttoaineeksi, esim. biodiesel.

Maailman pyrolyysiöljymarkkinoiden arvoksi arvioitiin 300 miljoonaa USD vuonna 2020.
Markkinan kasvuvauhdiksi (CAGR) arvioidaan 4 % vuosittain vuodesta 2021 vuoteen 2031 ja saavuttaen 460 miljoonan USD arvon vuoden 2031 loppuun mennessä. Erityisesti Yhdysvalloissa ja Kanadassa pyrolyysiöljyn kysyntä kasvaa teollisuuden dieselmoottoreiden ja polttokattiloiden kasvavan käytön vuoksi.

Tyypillinen tehdas/projekti		Biomassa/puu raaka-aine	
Työvoiman tarve	25-35 henkeä	Raaka-aine	Sahanpuru, puuhake ja muu puubiomassa, metsähake. Puulajin valinta vaikuttaa prosessin saantoon ja lopputuotteen laatuun.
Investoinnin suuruus	25 Meur	Biomassan tarve/kulutus	150 000 tonnia/vuosi.
Tyypillinen kapasiteetti	30 000 tonnia/vuosi		

Tuotantoteknologia	
Teknologian status	Biomassaa kuumennetaan ilman happea reaktorissa noin 500-600 °C:n lämpötilassa -> Biomassa kaasutetaan, kondensoidaan ja sitten nesteeksi muodostunut pyrolyysiöljy/bioöljy saadaan ulos prosessista.
Tuotannollinen mittakaava	Kasvava – mutta ei vakiintunut, markkinoita vielä kehitettävä. Tällä hetkellä pyrolyysiöljyn pääasiallinen loppukäyttösegmentti on kaukolämmön tuotanto.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

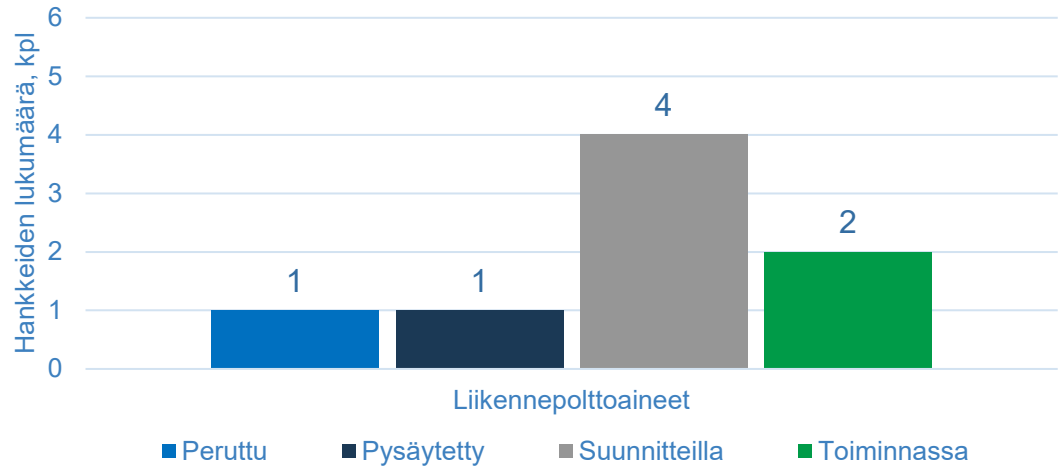
3

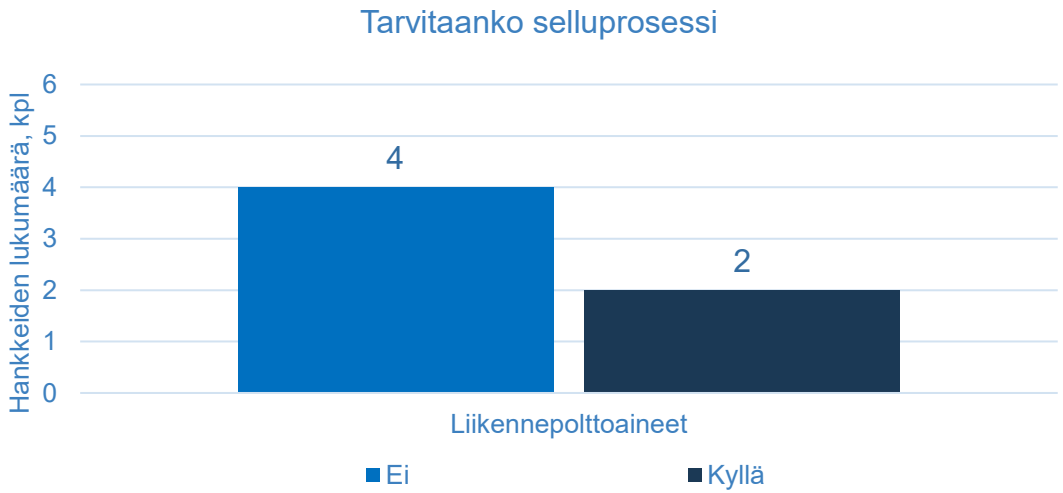
3.3 Hankkeet ja kokeilut - Liikennepolttoaineet

Indufor

3.3 Hankkeet ja kokeilut – Liikennepolttoaineet

Bioetanolihankkeet ovat olleet vastatuulessa pitkälti teknisten haasteiden johdosta. Suunnitteilla on kuitenkin myös uusia laitoksia.





- ST1:n Kajaanin tehdas, jossa **bioetanolia** tuotettiin sahanpurusta, on pysäytetty, ja samoin yhtiön Pietarsaaren investoinnista luovuttiin. Kajaanin tuotanto kohtasi teknologisia haasteita, sillä havusahanpurun ligniini kondensoitui prosessissa reaktoriin estäen tehtaan käynnin täydellä kapasiteetilla, sillä koko reaktori oli pestävä usein. ST1 Kajaani olisi täydellä tuotantomäärällä käyttänyt noin 80 000 tonnia sahanpurua vuodessa. Kajaani oli toisen sukupolven eli 2G-etanolin valmistaja, joka käyttää raaka-aineena yksinomaan syötäväksi kelpaamatonta raaka-ainetta, joten raaka-aine ei kilpaile ruuantuotannon kanssa.

- Maailmalla toimivat bioetanolilaitokset ovat tuotannoltaan 10-15 kertaa isompia kuin Kajaani. Nämä isot bioetanolilaitokset ovat lähinnä ensimmäisen sukupolven (1G) tehtaita, jotka käyttävät raaka-aineena sokeri-, tärkkelys- ja öljypitoisia kasveja, kuten sokeriruokoa ja maissitärkkelystä. Isoimmat tehtaat ovat USA:ssa ja Brasiliassa ja bioetanoli menee pääsääntöisesti polttoainekäyttöön.

- BioEnergo (Pori) ja NordFuel (Haapavesi) ovat vielä suunnitteluasteella. Näissä projekteissa on tarkoitus käyttää raaka-aineena sahanpurua ja haketta sahoilta sekä metsien energiapuuta. Raaka-ainekäyttö per laitos on arvioitu olevan noin 350 000–600 000 m^3/vuosi. Laitosten päätuote olisi bioetanoli ja sivutuotteena biokaasu ja ligniini.

- **Bioöljy**: Mäntyöljypohjaiset tuotannot sellun sivuvirrasta ovat käynnissä (UPM Lappeenranta ja Neste), ja valmistettu bioöljy jalostetaan korkeamman jalosteasteen tuotteeksi. Mäntyöljyn valmistus puuhakkeesta ilman sellun valmistusta on kallista, suoraan erotus vie niin paljon energiaa, että valmistus ei ole kannattavaa. Nesteellä pääraaka-aine on elintarviketeollisuuden ja kasvintuotannon jäte- ja tähderaaka-aineet, mutta myös mäntyöljy on käytössä ja Nesteellä on suunnitelmissa myös lisätä puuraaka-aineen, esim. mahdollisesti purun, käyttöä.

 © 2024 Indufor Group

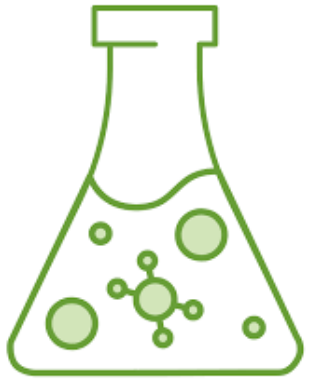
Indufor

3.3 Hankkeet ja kokeilut – Liikennepolttoaineet

Katalyyttinen hydropyrolyysiöljy: Drop-in liikennepolttoaineiden tuotantoon ja kemianteollisuuden raaka-aineeksi. Voidaan käyttää sellaisenaan liikennepolttoaineena

Katalyyttinen hydropyrolyysiöljy

Pyrolyysiöljy on nestemäinen aine, joka saadaan pyrolyysiprosessissa (kuivatislaus, jossa materiaalia lämmitetään hapettomassa tilassa) ja sitä seuranneessa jäähdytyksessä. Se on sekoitus eri molekyylejä, jotka koostuvat yleensä yli 200 eri yhdisteestä, jotka ovat seurausta pyrolyysissä käsiteltyjen tuotteiden depolymeroinnista eli molekyyliketjujen hajoamisesta. Pyrolyysiöljyn ominaisuuksien optimoimiseksi ja laadun parantamiseksi on kehitetty katalyyttiseksi hydropyrolyysiksi kutsuttu tuotantotapa, jossa käytetään hyödyksi katalyyttejä ja vetykrakkausta (vedyn avulla molekyylien hajottaminen).



Maailman pyrolyysiöljymarkkinoiden arvoksi arvioitiin 300 miljoonaa USD vuonna 2020. Markkinan kasvuvauhdiksi (CAGR) arvioidaan 4 % vuosittain vuodesta 2021 vuoteen 2031, saavuttaen 460 miljoonan dollarin arvon vuoden 2031 loppuun mennessä. Kysyntää ohjaa uusiutuvien liikennepolttoaineiden regulaatio erityisesti EU:ssa ja USA:ssa.

Tyypillinen tehdas/projekti

Työvoiman tarve	100 henkeä
Investoinnin suuruus	1 000 MEUR
Tyypillinen kapasiteetti	200 000 tonnia/vuosi

Biomassa/puu raaka-aine

Raaka-aine	Sahanpuru, puuhake ja muu puubiomassa, metsähake, kierrätyspuu. Puulajit vaikuttavat jollain tasolla prosessin saantoon ja lopputuotteen laatuun.
Biomassan tarve/kulutus	1 000 000 m^3/vuosi

Tuotantoteknologia

Teknologian status	Biomassaa kuumennetaan ilman happea reaktorissa, jossa katalyyttipeti noin 500-600 °C:n lämpötilassa ->. Hydropyrolyysin jälkeen muodostuneet kaasut ohjataan myös katalyyttiä sisältävään vetykäsittelyyn, jossa kaasut lopuksi nesteytetään biopolttoaineeksi.
Tuotannollinen mittakaava	Demolaitoksia. Kaupallisia hankkeita kehitteillä ympäri maailmaa.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

3.3 Hankkeet ja kokeilut – Liikennepolttoaineet

Etanoli: Globaalit markkinat biopolttoaineille kasvavat ja biopolttoaineiden kysyntä on nousussa johtuen tiukentuvista ympäristölainsäädännöistä ja kuluttajien kasvavasta ympäristötietoisuudesta.

Etanoli

Etanoli on väritöntä ja syttyvää nestettä. Ensimmäisen sukupolven (1G) etanolia tuotetaan pääasiassa maissitärkkelyksestä, vehnästä ja sokeripitoisista kasveista, kuten sokerijuurikkaasta ja sokeriruo'osta. 2G-etanolia valmistetaan yksinomaan syötäväksi kelpaamattomista raaka-aineista, esim. selluloosasta ja lignoselluloosasta peräisin olevista raaka-aineista, kuten puusta, maatalousjätteistä, oljesta, ruohosta ja erilaisista teollisuus- ja jopa yhdyskuntajätteistä. 2G-etanolin tuotanto ei ole vielä täysin kaupallista (kaupallistamisen alkuvaihe).

Maailmanlaajuinen etanolin tuotanto oli 112 miljardia litraa (noin 70 miljardia USD) vuonna 2023. Etanolilla on kolme pääasiallista loppukäyttösegmenttiä; polttoaine, teollinen käyttö ja juomat. Polttoaine on tällä hetkellä ylivoimaisesti tärkein loppukäyttö, jonka osuus etanolin kulutuksesta on 80-90 %.
Koko globaalin biopolttoaineiden markkinoiden arvon odotetaan kasvavan 7 %:n (CAGR) vuosivauhdilla, ja saavuttavan yli 350 miljardin USD arvon vuonna 2032. Erityisesti bioetanolin ja biodieselin kysyntä on kasvussa globaaleilla markkinoilla.

Tyypillinen tehdas/projekti		Biomassa/puu raaka-aine	
Työvoiman tarve	200-250 henkeä suoraan ja välillisesti koko tuotantoketjussa (BioEnergo Pori)	Raaka-aine	Maissitärkkelys, sokeriruoko, sokerijuurikas, maniokki, bagassi, maissi, vehnän olki, puuhake, sahanpuru.
Investoinnin suuruus	200 Meur (BioEnergo Pori)	Biomassan tarve/kulutus	320 000 m^3/vuosi (BioEnergo Pori) kokonaisraaka-aineen käyttö.
Tyypillinen kapasiteetti	60 000 m^3/vuosi bioetanolia (BioEnergo Pori		

Tuotantoteknologia	
Teknologian status	1G etanolia valmistetaan pääasiassa fermentoimalla (eli käyttämällä) biomassan sokereita alkoholiksi eli etanoliksi hiivan avulla. 2G etanolin valmistus on samanlainen prosessi, mutta kun raaka-aineena käytetään esim. puuta, prosessi vaatii myös raaka-aineen happo- ja entsyymikäsittelyn, kuten sellunkeiton prosessissa.
Tuotannollinen mittakaava	Kasvu – laajamittaista, enimmäkseen keskittynyt Yhdysvaltoihin, Brasiliaan, EU:n alueelle ja Kiinaan.

 © 2024 Indufor Group

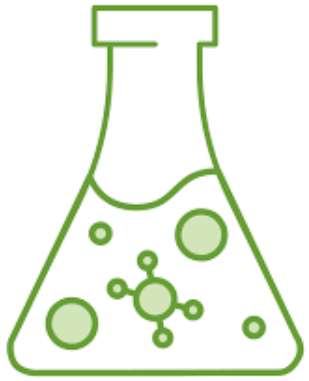
Indufor

3.3 Hankkeet ja kokeilut – Liikennepolttoaineet

Biometanoli: käytetään biopolttoaineena ja kemianteollisuuden raaka-aineena. Biometanoli on tärkeä raaka-aine muovien, liuottimien ja muiden kemikaalien valmistuksessa.

Vihreä metanoli

Metanoli eli alkoholi, normaaliolosuhteissa olomuodoltaan väritön neste. Vihreä metanoli valmistetaan käyttämällä prosessissa uusiutuvia energialähteitä ja siten että ilmakehään ei pääse haitallisia kaasuja. Vihreä metanoli on siis synonyymi puhtaalle, uusiutuvalle metanolille.
Biometanoli: valmistetaan kaasuttamalla kestävistä biomassoista, mm. karja, maatalouden –ja metsätalouden jätteistä/sivuvirroista ja yhdyskuntajätteistä.
e-metanoli: vety ja CO_2 yhdistetty. Vety saadaan vedestä, josta vety on pilkottu uusiutuvan sähkön avulla, ja hiilidioksidi $C0_2$ otettu talteen esim. sellutehtaan tai CHP-laitoksen savukaasuista.



Vihreän metanolin globaali markkinakoko on arvioitu olevan noin 225 miljoonaa USD vuonna 2022. Markkinan oletetaan kasvavan yli 50 prosentin CAGR:llä vuosina 2023-2030.

Kova kasvu johtuu pääasiassa eri maiden hallitusten ohjelmista ja kannustimista puhtaamman uusiutuvan energian edistämiseksi ja uusiutuvan polttoaineen kulutuksen lisäämiseksi maailmanlaajuisesti. Metanolilla nähdään isoja kasvunäkymiä esim. laivojen polttoaineena.

Tyypillinen tehdas/projekti

Työvoiman tarve	40-50 henkeä välitön, 100 henkeä yhteensä (SSE Nurmes -hanke)
Investoinnin suuruus	250 Meur, (SSE, Nurmes -hanke)
Tyypillinen kapasiteetti	100 000 tonnia/vuosi (SSE, Nurmes)

Biomassa/puu raaka-aine

Raaka-aine	Sahanpuru, hake, kierrätyspuu, energiapuu, myös latvukset ja oksat.
Biomassan tarve/kulutus	350 000 m^3/vuosi (SSE, Nurmes -hanke)

Tuotantoteknologia

Teknologian status	Biometanolin valmistuksessa biomassa kaasutetaan hapen kanssa, sitten kaasu kondensoidaan eli kaasu muutetaan nesteeksi, metanoliksi. Prosessissa tarvittava vety tuotetaan veden elektrolyysillä aurinko- ja tuulivoimalla tuotetulla sähköllä.
Tuotannollinen mittakaava	Perinteistä metanolia tuotetaan valtavia määriä lähinnä maakaasusta. Teknologiat biometanolin tuottamiseksi ovat kuitenkin kehittyneet. Tuotanto vaatii korkean alkuinvestoinnin.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

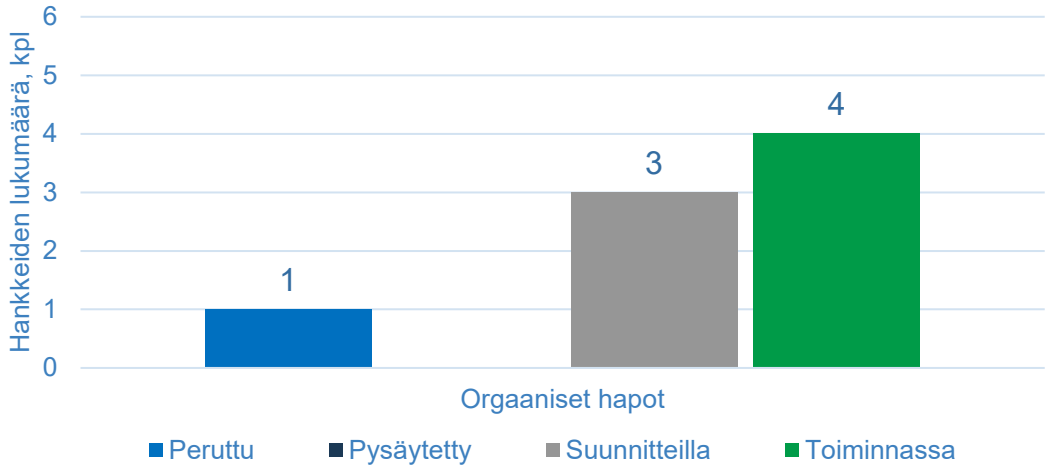
3

3.4 Hankkeet ja kokeilut - Orgaaniset hapot (sokerialustasta)

Indufor

3.4 Hankkeet ja kokeilut – Orgaaniset hapot (sokerialustasta)

Montinutran Vilppulaan suunnittelema laitos saanut paljon huomiota mutta käynnissä on jo muutamia, mutta pieniä, laitoksia.



- Suomessa on käynnissä vain muutamia projekteja, vaikka toimivaa teknologiaa on jo olemassa. Projektit eivät ole lyöneet odotetusti läpi kaupallisesti, koska tuotteita ei ole saatu myytyä niin nopeasti, kuin oli suunniteltu.
- Esimerkiksi Montinutra uuttaa kuusen sahanpurusta hemiselluloosan erilleen. Tästä yritys tekee Kuusikumi™-uutetta, jota käytetään raaka-aineena esim. kosmetiikka ja- elintarviketeollisuudessa. Montinutra on kokeillut myös kuoren jalostamista (tanniinit) nahan parkitsemiseen.
- Montinutralla on suunnitteilla laitos Metsä Groupin Vilppulan sahan yhteyteen. Jos projekti toteutuu, laitos aloittaa tuotannon vuonna 2026. Investoinnin suuruus on n. 20 miljoonaa euroa ja täydellä kapasiteetilla laitos veisi n. 20 % Vilppulan sahanpurusta.
- Isoimmat volyymit tässäkin tuoteryhmässä ovat mäntyöljypohjaiset tuotannot sellun sivuvirroista. Esimerkiksi Fintoil Hamina, Forchem Rauma ja Kraton Chemical Oulu (ex-Arizona Chemicals), jossa lopputuotteina ovat mm. mäntyhartsit, mäntyöljytisleet, hartsi, rasvahappo ja mäntypiki.

 © 2024 Indufor Group

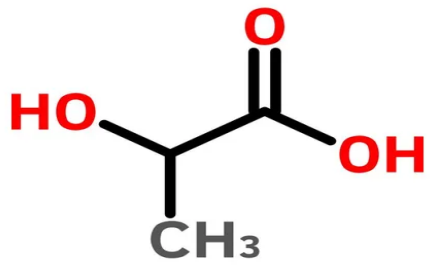
Indufor

3.4 Hankkeet ja kokeilut – Orgaaniset hapot – sokerialustasta

Maitohappo: Kysynnän arvioidaan kasvavan 6-7 %/vuosi kansainvälisesti. Kasvua tukee käyttö esimerkiksi elintarviketeollisuudessa ja lääkeaineiden valmistuksessa.

Maitohappo

Maitohappo kuuluu C3-kemialliseen rakennusaineeseen. Maitohappoa tuotetaan biomassasta peräisin olevien sokereiden mikrobikäymisellä. Maitohappo on bulkkikemikaali, nestemäinen aine, jolla on pitkä historia; perinteisesti sitä on käytetty laajalti säilöntäaineena ja happamuudensäätöaineena.



Maitohapon globaalit markkinat ovat 600 000 tonnia /vuosi. Tuotanto on keskittynyt, sillä kaksi globaalia tuottajaa kattavat 55 % koko maailman valmistuskapasiteetista. Maitohapon tuotanto on keskittynyt pääasiassa Aasian ja Tyynenmeren alueelle, seuraava isoin tuotantoalue on USA.

Tyypillinen tehdas/projekti		Biomassa/puu raaka-aine	
Työvoiman tarve	60-70 henkeä	Raaka-aine	Maissitärkkelys, sokeriruoko, sokerijuurikas, maniokkitärkkelys/kassava, maissi ja vehnän olki tällä hetkellä käytetty, myös puuhake ja sahanpuru käy.
Investoinnin suuruus	150 Meur	Biomassan tarve/kulutus	300 000 tonnia/vuosi
Tyypillinen kapasiteetti	125 000 tonnia/vuosi		

Tuotantoteknologia

Teknologian status	Maitohappoa tuotetaan fermentoimalla / käyttämällä biomassassa olevaa glukoosia tai sakkaroosia.
Tuotannollinen mittakaava	Keskittynyt tuottajapuoli, sillä kaksi globaalia tuottajaa kattavat 55 % koko maailman valmistuskapasiteetista.

 © 2024 Indufor Group

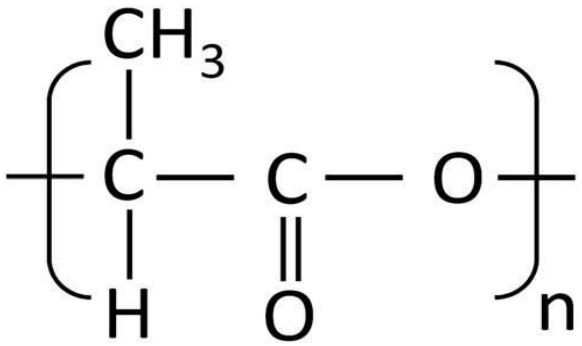
Indufor

3.4 Hankkeet ja kokeilut – Orgaaniset hapot – sokerialustasta

Polymaitohappo: eli polylaktidi, biopolymeeri. Käytetään biomuovin valmistukseen. Soveltuu hyvin kuituekstruusioon, jossa voi korvata polypropeenin (PP).

Polymaitohappo (PLA)

PLA on kompostoituva (biohajoava) biomuovi. PLA-sovelluksia ovat elintarviketeollisuuden tuotteet esim. läpinäkyvät leipomo- ja ruoka-astiat ja kannet, ruokailuvälineet, tuoreen ruoan pakkaukset , kahvikapselit kertakäyttöisiin kahvinkeittimiin, ostoskassit, myös kantolaatikot jne. PLA on suosittu ja sen tekniset ominaisuudet ovat hyviä, esim. lelujen, 3D- tulostuksessa.



Polymaitohapon markkinoiden koon ennustetaan kasvavan noin 2,4 miljardiin USD vuoteen 2030 mennessä, nykyisestä noin 700 miljoonan USD tasosta vuonna 2023. Vuosikasvu (CAGR) vauhti on noin 16 % vuodesta 2021 vuoteen 2030. Pohjois-Amerikka on suurin markkina, seuraavana Eurooppa.

Tyypillinen tehdas/projekti		Biomassa/puu raaka-aine	
Työvoiman tarve	60-70 henkeä	Raaka-aine	Maissitärkkelys, sokeriruoko ja sokerijuurikas, maniokkitärkkelys/kassava tällä hetkellä käytetty, myös puuhake ja sahanpuru käy.
Investoinnin suuruus	50-100 Meur	Biomassan tarve/kulutus	100 000–250 000 tonnia/vuosi (käyttösuhde noin 2.0-2.5 raaka-ainetta per tuotettu tonni)
Tyypillinen kapasiteetti	50 000-100 000 tonnia/vuosi.		

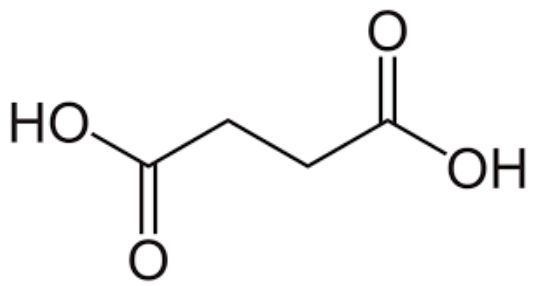
Tuotantoteknologia	
Teknologian status	Vakiintunut tekniikka. Fermentoitu/käytetty maitohappo polymeroidaan (molekyylien yhdistäminen) PLA:ksi.
Tuotannollinen mittakaava	Markkinoiden suosituin biomuovi eli biopolymeeri ja ainoa, jota valmistetaan maailmanluokan tuotantolaitoksissa, eritysesti USA:ssa, jossa muutama iso tehdas.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

3.4 Hankkeet ja kokeilut – Orgaaniset hapot – sokerialustasta

Meripihkahappo: Markkinoiden oletetaan kasvavan, kun biopohjaisen meripihkahapon valmistus kasvaa.

Meripihkahappo			
Suurin osa meripihkahapon tuotannosta on bensiinipohjaista. Myös biopohjaisen meripihkahapon, joka on peräisin sokereiden käymisestä, tuotanto on kasvamassa. Meripihkahappo on bulkkikemikaali, nestemäinen aine. Meripihkahappoa voidaan käyttää hapettumisenestoaineena ja happamuudensäätöaineena ja maun vahvistajana elintarvikkeissa juomissa ja makkaroissa, sekä orgaanisena välituotteena farmaseuttisissa tuotteissa ja teknisissä muoveissa, hartseissa, jne.			Vuonna 2021 meripihkahapon globaalien markkinoiden koko oli noin 200 miljoonaa USD. Vuosikasvu (CAGR) on noin 10 % vuosina 2022-2030. Aasian ja Tyynenmeren alue, pääasiassa Kiina, on suurin loppukäyttäjä markkina-alue yli 40 prosentin osuudellaan, seuraavaksi tulevat Eurooppa ja Pohjois-Amerikka.
Tyypillinen tehdas/projekti		**Biomassa/puu raaka-aine**	
Työvoiman tarve	40-50 henkeä	Raaka-aine	Vehnä, maissi, lignoselluloosasta johdettu sokeri tai durran/hirssin jyvien tärkkelys. Myös puuhake ja sahanpuru käyvät.
Investoinnin suuruus	70 Meur	Biomassan tarve/kulutus	15 000 tonnia/vuosi
Tyypillinen kapasiteetti	15 000 tonnia/vuosi		
Tuotantoteknologia			
Teknologian status	Vakiintunut tekniikka. Meripihkahappoa saadaan kun biomassan sokerit hydrolysoidaan (hydrolyysi on kemiallinen reaktio, jossa yhdiste hajoaa vettä lisättäessä takaisin lähtöaineikseen) ja sen jälkeen fermentoidaan/käyttäminen.		
Tuotannollinen mittakaava	Edelleen pieni mittakaava.		

 © 2024 Indufor Group

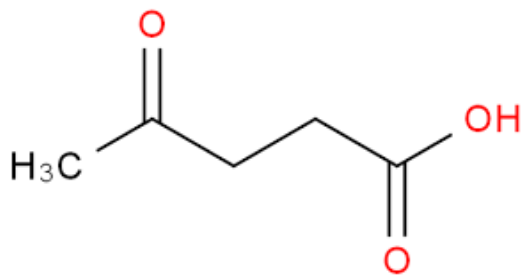
Indufor

3.4 Hankkeet ja kokeilut – Orgaaniset hapot – sokerialustasta

Levuliinihappo: Monipuolinen kemiallinen välituote. Biopohjainen levuliinihappo on vielä suhteelliseen uusi tuote. Keskittynyt tuotanto, muutama iso yhtiö dominoi markkinaa.

Levuliinihappo

Levuliinihappo on myrkytön, orgaaninen yhdiste ja huoneenlämmössä valkoinen kiinteä aine. Levuliinihapon monipuoliset kemikaaliset ominaisuudet tekevät siitä monikäyttöisen kemiallisen välituotteen. Se voidaan muuntaa moniin hyödyllisiin kemiallisiin tuotteisiin, kuten liuottimiin, torjunta-aineisiin, rikkakasvien torjunta-aineisiin, polymeerihartseihin, kosmetiikkaan ja polttoainekomponenttien raaka-aineeksi ja se on myös lääkkeiden, maatalouskemikaalien ja hienokemikaalien esiaste.



Biomassasta valmistettu biopohjainen levuliinihappo on vielä suhteelliseen uusi tuote. Maailmanlaajuisesti toiminnassa on vain kaksi isoa tehdasta, joiden yhteenlaskettu kapasiteetti on noin 15 000 tonnia/vuosi. Aasian ja Tyynenmeren alue on levuliinihapon suurin markkina-alue, niin tuotannon kuin loppukäytön suhteen. Koko maailman tuotanto on noin 30 000 tonnia/vuosi.

Tyypillinen tehdas/projekti		Biomassa/puu raaka-aine	
Työvoiman tarve	50-60 henkeä	Raaka-aine	Lignoselluloosasta johdettu sokeri, durran/hirssin jyvien tärkkelys, ja kuitupuu, hake, sahanpuru.
Investoinnin suuruus	50-100 Meur	Biomassan tarve/kulutus	20 000 tonnia/vuosi
Tyypillinen kapasiteetti	5 000-10 000 tonnia/vuosi		

Tuotantoteknologia	
Teknologian status	Kehittyvä teknologia. Biomassan sokereiden happohydrolyysi (hydrolyysi jossa mukana happoa), ja/tai toinen tekniikka on biomassan sokereiden fermentointi/käyttäminen.
Tuotannollinen mittakaava	Pieni mittakaava edelleen.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

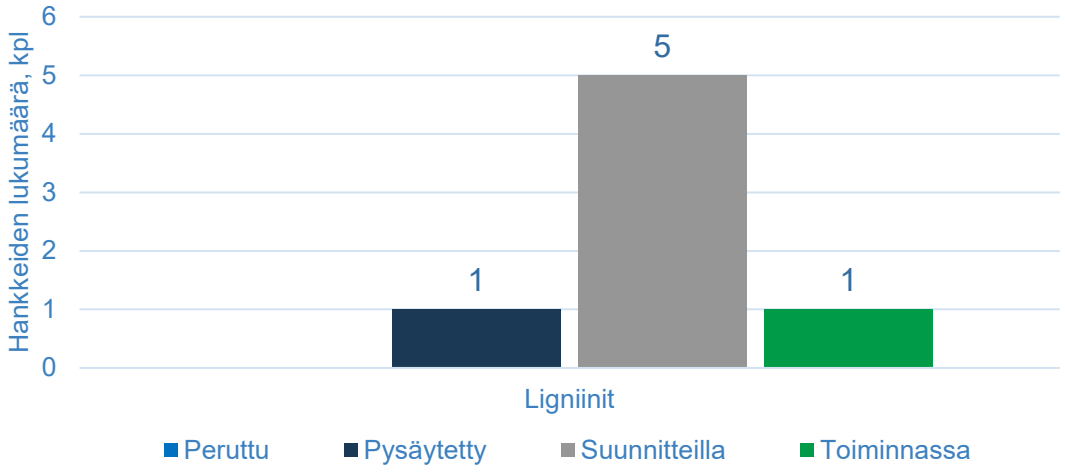
3

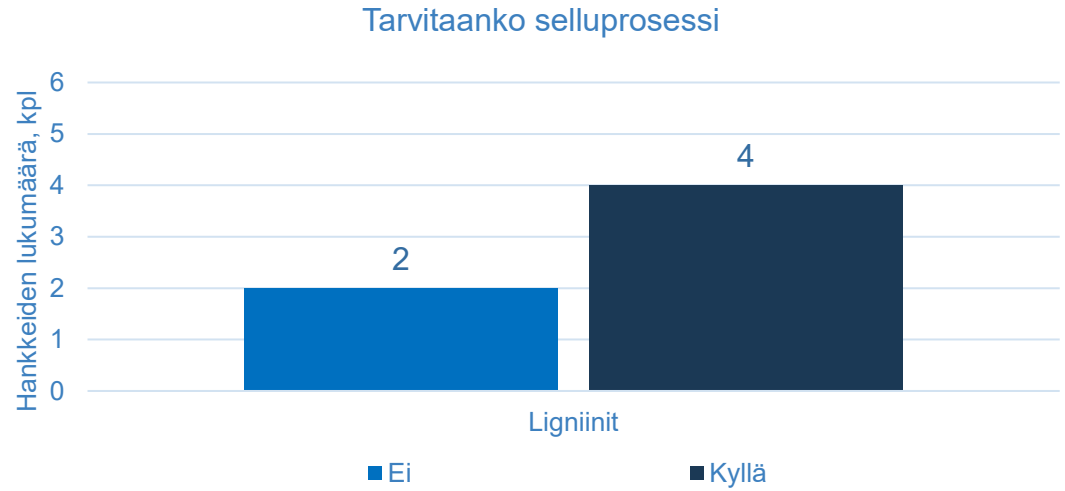
3.5 Hankkeet ja kokeilut - Ligniinit

Indufor

3.5 Hankkeet ja kokeilut – Ligniinit

Stora Enson Sunilan tehdas on melko laajasti tunnettu ja lukuisia muita laitoksia on suunnitteilla. Tuotanto selluprosessin sivuvirroista on järkevää.





- Tunnetuin toiminnassa oleva projekti on Stora Enso Sunilan tehdas, jossa ligniinistä jalostetaan mm. grafiittihiiltä akkuihin.
- Lisäksi suunnitteilla on mm. Metsä Fibre Äänekosken projekti (mukana myös Andritz ja Dow), VTT:n & Andritz:n (ligniOx-projekti) ja LignoSpheren (Otaniemi start-up) projektit.
- BioEnergon (Pori) ja NordFuel:in (Haapavesi) projekteissa, joissa päätuote on bioetanoli, myös ligniini on tarkoitus erottaa ja jalostaa eri jatkojalosteiksi. BioEnergolla on tarkoitus jalostaa tuotannosta tuleva ligniini korvaamaan öljypohjaista bitumia asfaltin raaka-aineena. Bitumi on seos, joka sitoo asfaltin valmistuksessa käytetyt raaka-aineet yhteen.
- Ligniinin erotus puu-aineesta ilman selluprosessia vie erittäin paljon energiaa ja siksi usea ligniinihanke perustuu sellun sivuvirrasta tulevan ligniinin hyödyntämiseen. Ligniiniä saadaan sivutuotteena esim. bioetanolin tuotannossa, kuten tulisi esim. BioEnergo (Pori) ja NordFuel (Haapavesi) projekteissa.
- Ligniinille on paljon eri käyttökohteita. Siitä voidaan valmistaa erilaisia kemikaaleja ja materiaaleja, esim. puutuoteteollisuuteen korvaamaan fenolihartseja liimojen raaka-aineena ja pinnoitteissa. Ligniinistä voidaan jalostaa teknisiä hiiliä ja siitä voidaan valmistaa bio-bitumia korvaamaan öljypohjaista bitumia asfaltin raaka-aineena. Ligniinistä voidaan valmistaa öljypohjaisia tuotteita korvaavia valmisteita, joita käytetään eri muovi- ja kumituotteissa ja esim. betonin valmistuksessa betonin notkistajana. Se, onko ligniini erotettu sellun sivuvirrasta, kraft-ligniini, vai onko se erotettu esim. bioetanolin valmistuksen yhteydessä, vaikuttaa ligniinin ominaisuuksiin ja siihen, missä eri käyttökohteissa sitä voidaan käyttää.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

3.5 Hankkeet ja kokeilut – Ligniinit

Kasvava kysyntä kemianteollisuudessa, biomateriaaleissa ja biopolttoaineissa. Tuotannon korkeiden alkuinvestointien vuoksi taloudellinen kannattavuus riippuu pitkälti markkinahinnan kehityksestä.

Ligniinit

Ligniini on monimutkainen kasviperäinen polymeeri, jota on lähes kaikkien kuivan maan kasvien soluseinämissä. Puu koostuu 20–30-prosenttisesti ligniinistä, joka on luonnollinen ja voimakas sideaine.
Ligniinejä käytetään esimerkiksi seuraavissa:
Biopolttoaineet: ligniinistä voidaan tuottaa bioöljyjä ja biokaasuja, jotka toimivat uusiutuvina energianlähteinä.
Biomateriaalit: ligniinipohjaisia materiaaleja voidaan käyttää biokomposiiteissa, polymeerien tuotannossa ja hiilimateriaaleina.
Kemikaalit: ligniini voidaan muuntaa erilaisiksi biokemikaaleiksi, joita käytetään liimoissa, hartsissa ja muissa kemian tuotteissa.

Maailman selluteollisuus tuottaa vuosittain noin 50–70 miljoonaa tonnia ligniiniä. Noin 98 % ligniinistä poltetaan, ja vain pieni osa hyödynnetään korkean lisäarvon lopputuotteiksi.
Ligniiniä erotetaan eniten selluntuotannon sivuvirroista. Ligniinin erotus puu-aineesta ilman selluprosessia vie paljon energiaa, ja myös muille tuleville jakeille on oltava järkevä loppukäyttö.
Ligniiniä on nykyään kaupallisesti saatavilla useisiin loppukäyttöihin komposiiteista ja pinta-aktiivisista aineista monenlaisiin hartseihin.

Tyypillinen tehdas/projekti		Biomassa/puu raaka-aine	
Työvoiman tarve	200-250 henkeä suoraan ja välillisesti täydessä käynnissä (BioEnergo Pori)	Raaka-aine	sellupuu (havupuu) ja hake, sellun sivuvirrasta. Muita raaka-aineita ovat sahanpuru ja lignoselluloosatähteet.
Investoinnin suuruus	200 Meur (BioEnergo Pori). 100 Meur StoraEnso Sunila, esittelymittakaavan tehdas. Täysi tehdas useampi sata Meur.	Biomassan tarve/kulutus	320 000 m^3/vuosi (BioEnergo Pori) kokonaisraaka-aineen käyttö, puru, hake, jne.
Tyypillinen kapasiteetti	70 000 tonnia/vuosi (BioEnergo Pori), 50 000 tonnia/vuosi Sunila StoraEnso		

Tuotantoteknologia	
Teknologian status	Teknologinen kehitys on keskeisessä asemassa ligniinien tuotannossa sahanpurusta. Prosessit, kuten biokemiallinen hydrolyysi ja ligniinin erotus ja jalostus, mahdollistavat sahanpurun muuntamisen ligniinituotteiksi. Haasteina ovat kuitenkin korkeat investointikustannukset ja prosessien monimutkaisuus, jotka vaativat korkealaatuista teknologiaa ja erityisosaamista
Tuotannollinen mittakaava	Kasvava, tunnetuin toiminnassa oleva projekti on Stora Enso Sunilan tehdas, jossa ligniinistä jalostetaan mm. grafiittihiiltä akkuihin.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

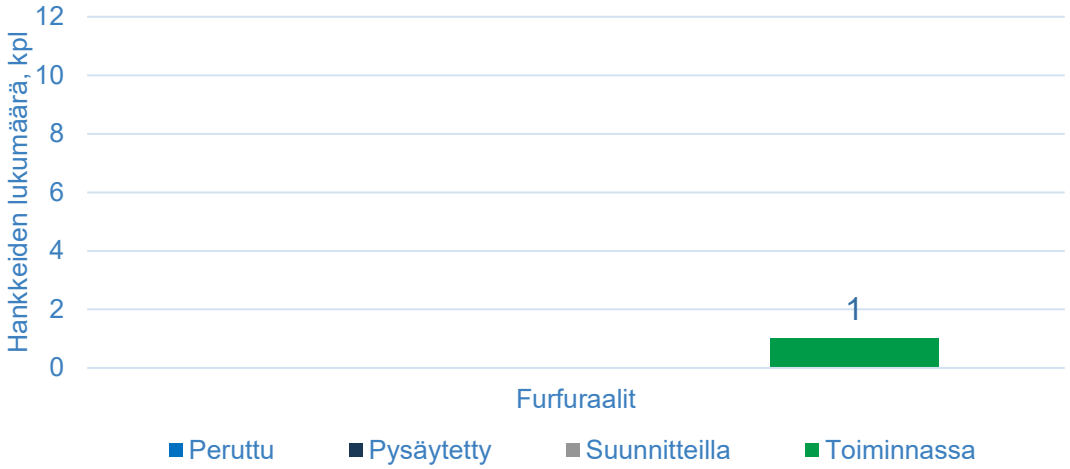
3

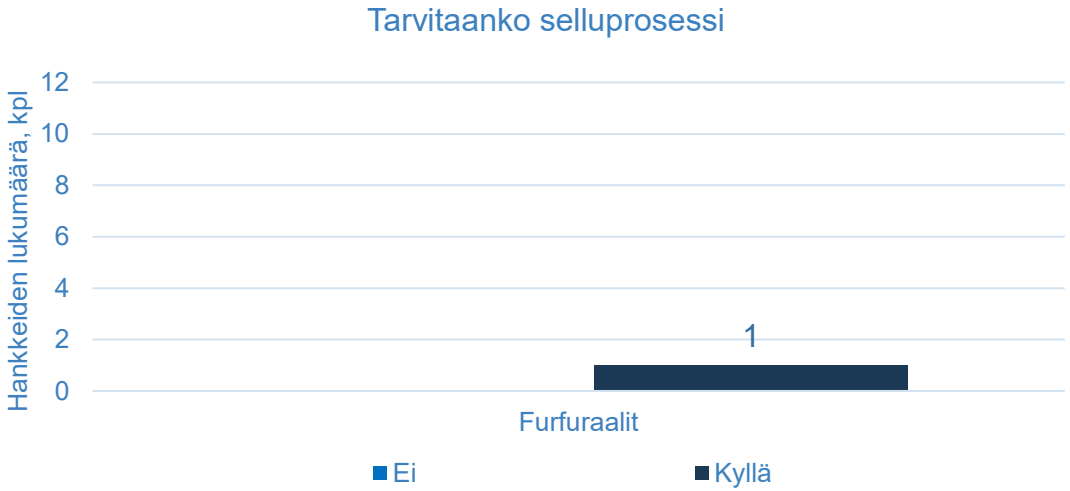
3.6 Hankkeet ja kokeilut - Furfuraalit

Indufor

3.6 Hankkeet ja kokeilut – Furfuraalit

Vain yksi pilottiprojekti on käynnissä Suomessa. Olki on puuta sopivampi raaka-aine ja tuotanto onkin keskittynyt Aasiaan.





- Vain Oulun yliopistolla on pilottiprojekti, FurBio-projekti, joka on osa ExpandFibre-ekosysteemiä ja ohjelmia. Projekti keskittyy kehittämään furfuraalipohjaisia hartseja korvaamaan fossiilipohjaiset hartseja sekä luonnonkuituvahvisteisia biopohjaisia biokomposiitteja.
- Projektiin kuuluu tutkimustoimintaa Oulun kestävän kemian tutkimusyksikössä ja kuitu- ja partikkelitekniikan tutkimusyksikössä. FurBio-hankkeen odotetaan tuottavan ratkaisuja komposiittiratkaisuihin, pinnoitteisiin ja liimoihin, joita käytetään muun muassa vene-, lentokone- ja autoteollisuudessa. FurBio-hanke on alkanut syksyllä 2022 ja sen on tarkoitus päättyä syksyllä 2025.
- FurBio-projektin ohjausryhmän jäseninä ovat: Brightplus, Fortum, Inhan tehtaat, Metsä Spring, Valve Ventures ja Woodio.
- Furfuraaleja tehdään tällä hetkellä kustannustehokkaasti Kiinassa oljesta, ja olki on hyvä ja helppokäyttöinen raaka-aine furfuraalien tekoon, joten valmistus havupuun sivuvirroista ei liene lähitulevaisuudessa mikään volyymituote. Furfuraaleja on mahdollista jalostaa myös esim. bioetanoliprosessin sivuvirroista.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

3.6 Hankkeet ja kokeilut – Furfaalit

Tärkeä kemianteollisuuden raaka-aine. Furfuraaleja tehdään tällä hetkellä kustannustehokkaasti Kiinassa oljesta.

Furfuraalit

Furfuraalia tuotetaan teollisesti lignoselluloosabiomassan hydrolyysillä, josta syntyy pentoosia (aine jossa on 5-hiilimolekyyliä), ja sitten pentoosin dehydraatiolla (veden poisto) käyttäen rikkihappoa katalyyttinä. Furfuraali on tärkeä uusiutuva, ei-öljypohjainen kemianteollisuuden raaka-aine. Sitä voidaan muuntaa erilaisiksi liuottimiksi, polymeereiksi, polttoaineiksi ja muiksi hyödyllisiksi kemikaaleiksi erilaisilla katalyyttisillä pelkistyksillä.
Kysyntä tulee pääasiassa teollisuudesta, kuten maatalouskemikaalit, öljynjalostamot, maalit ja pinnoitteet, sekä lääketeollisuus. Sitä käytetään eräiden muovien, selluloosa-asetaatin ja vernissan valmistuksessa.

Maailman furfuraalimarkkinoiden markkina-arvo oli 500 miljoonaa USD vuonna 2022, ja ennustetaan nousevan 860 miljoonaan dollariin vuoteen 2032 mennessä. Markkinoiden vuosikasvuksi (CAGR) oletetaan 5,5 % vuodesta 2022 vuoteen 2032.
Aasian ja Tyynenmeren alue hallitsee markkinoita, ja sen jälkeen tulevat Pohjois-Amerikka ja Eurooppa.
Kiinan osuus maailman furfuraalituotannosta on noin 85 % (500 000 tonnia/vuosi). Sen jälkeen tuottajia ovat Brasilia, Intia ja Etelä-Afrikka, joissa maissa käytetään sokeriruokojätettä raaka-aineena.

Tyypillinen tehdas/projekti

Työvoiman tarve	50-60 henk.
Investoinnin suuruus	5-20 Meur
Tyypillinen kapasiteetti	50 000-100 000 tonnia/vuosi

Biomassa/puu raaka-aine

Raaka-aine	Maissintähkät, puuvillansiementen kuoret, olki, sokeriruokojäte ja riisin kuoret. Sellunvalmistuksen sivutuotteet ovat myös tärkeä raaka-aine furfuraalin tuotannossa. Puu ei ole niin hyvä ja toivottu raaka-aine kuin esim. olki.
Biomassan tarve/kulutus	60 000-120 000 tonnia/vuosi

Tuotantoteknologia

Teknologian status	Vakiintunut tekniikka. Furfuraalia tuotetaan teollisesti lignoselluloosabiomassan hydrolyysillä, josta syntyy pentoosia (aine jossa on 5-hiilimolekyyliä), ja sitten pentoosin dehydraatiolla (veden poisto) käyttäen rikkihappoa katalyyttinä.
Tuotannollinen mittakaava	Kehittynyt. Teknologia on ollut käytettävissä jo vuosikymmeniä. Markkinoiden koko on kohtuullinen, ja markkinat kasvavat melko nopeasti.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

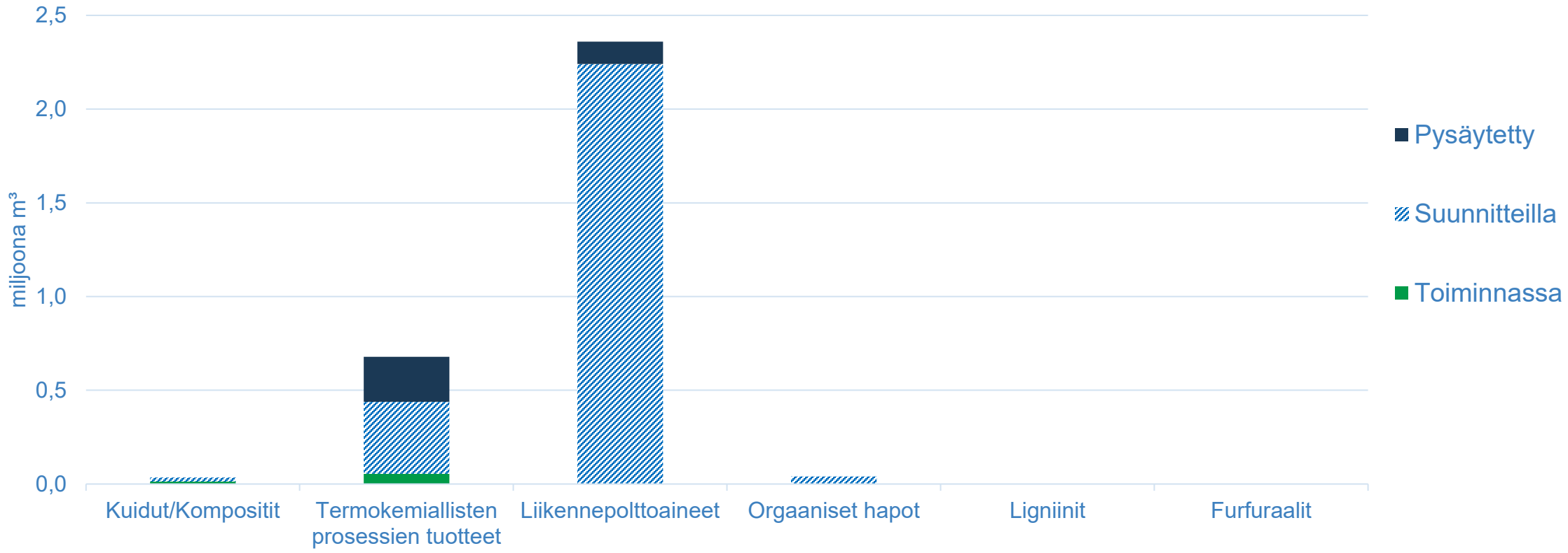
3

3.7 Hankkeet ja kokeilut - Hankkeiden puunkäyttö

Indufor

3.7 Puun käyttö per tuoteryhmä

Toiminnassa olevien laitosten nykykäyttö Suomessa on arvioitu olevan n. 70 000 m^3 vuodessa, ja päätuotteet tässä ryhmässä ovat biohiilituotteet. Suunnitteilla olevien laitosten käyttö olisi n. 2,7 miljoonaa m^3, ja suurimmat puun käyttäjät tässä ryhmässä ovat bioetanoli ja biometanolihankkeet. Pysäytettyjen laitosten käyttömäärät ovat n. 350 000 m^3 vuodessa, joista suurimmat pysäytetyt laitokset ovat ST1 Kajaani (bioetanoli) ja Fortum Joensuu (bioöljy).



© 2024 Indufor Group

Indufor

3

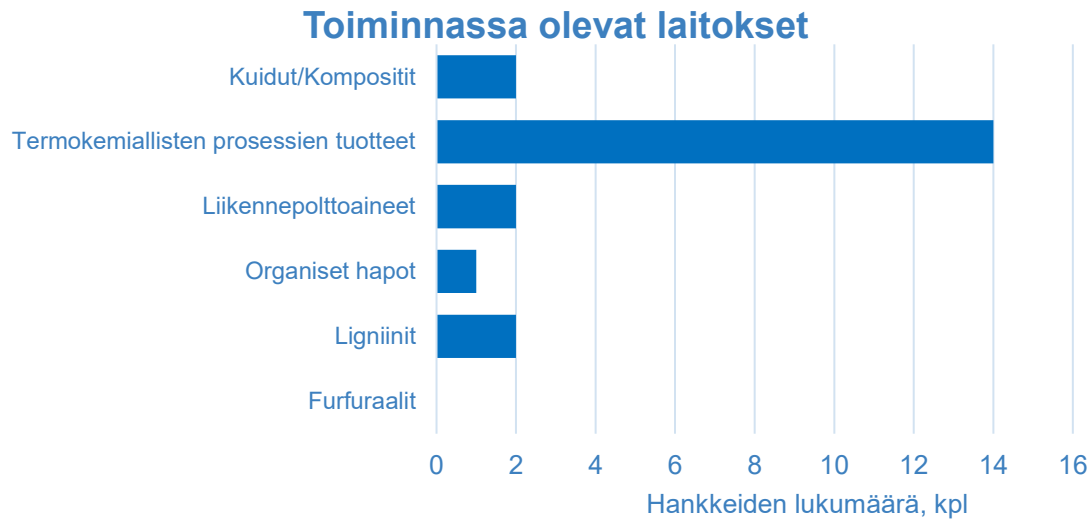
3.8 Hankkeet ja kokeilut - Vertailumaat

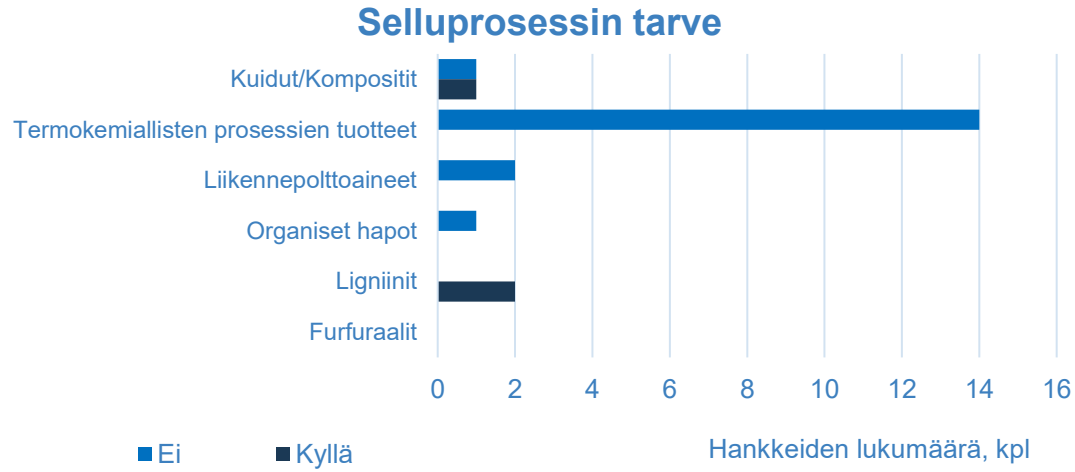
Indufor

3.8 Hankkeet ja kokeilut – Uusi-Seelanti

Tähän mennessä pääasiallinen edistysaskel on ollut puun muuntaminen biohiileksi.

- Uudessa-Seelannissa on n. 20 käynnissä olevaa biotuotehanketta sekä pieni joukko hankkeita, jotka ovat edelleen piirustuspöydällä tai suunnitteluvaiheessa. Tähän mennessä pääasiallinen edistysaskel on ollut puun muuntaminen biohiileksi.
- Useimmat kaupalliset hankkeet ovat melko pieniä ja keskittyvät (puu)biomassan muuntamiseen biohiileksi, puuhiileksi tai aktiivihiileksi.
- Uudessa Seelannissa ei ole kaupallisen mittakaavan hankkeita liikennepolttoaine-, uuttamis- tai furfurals-tuotteissa.





 © 2024 Indufor Group

Indufor

3.8 Hankkeet ja kokeilut – Uusi-Seelanti

Tähän mennessä pääasiallinen edistysaskel on ollut puun muuntaminen biohiileksi.

- Uudessa-Seelannissa ei ole puumuovi- ja/tai bio(muovi)komposiittien valmistusta ollenkaan. Yksi paikallinen yritys (NZ Woodtex) valmistaa puukuitu(eriste)levyjä, käytännössä akustiikkalevyjä. Raaka-aineena käytetään radiata-mäntyä. Prosessissa puukappaleista höylätään/vuollaan puukuituja ja sideaineena on sementtiä ja vettä. James Hardiella oli puukuitusementtilevy-tehdas lähes kolme vuosikymmentä, mutta tehdas suljettiin vuonna 2020. Tuotteiden kysyntä laski ja itse tehdas oli vanhanaikainen.

- Toimivia biohiilen tuottajia on ainakin 13 kappaletta. Useimmat näistä ovat pieniä laitoksia, jotka toimivat markkinatilanteen mukaan. Joukossa on myös muutama isompi laitos. Puun lisäksi raaka-aineena käytetään myös muuta biomassaa. Aktiivihiilen valmistajia on yksi (Activated Carbon New Zealand), joka käyttää juuri sahateollisuuden sivuvirtoja pääraaka-aineena.

- Energiayhtiö Z yhdessä Norske Skogin ja maatalous- ja metsätalousministeriön tuella aloittivat vuonna 2013 tutkimushankkeen ”Stump to Pump”, jossa selvitettiin, miten metsätalouden- ja metsäteollisuuden puusivuvirroista voitaisiin saada enemmän lisäarvoa muuntamalla ne nestemäisiksi biopolttoaineiksi. Hanke kesti hieman yli vuoden. Hanke osoitti teknisen toteutettavuuden, mutta sitä pidettiin kaupallisesti kilpailukyvyttömänä Uuden-Seelannin ympäristössä, jossa ei ollut olemassa hallituksen tukimekanismeja biopolttoaineille. Air New Zealand ja muut kumppanit ovat viimeisten kolmen vuoden aikana tutkineet kestävien biolentopolttoaineiden valmistamista, mutta ovat pääosin päätyneet samoihin tuloksiin kuin Stump to Pump -projekti. Ilman hallituksen tukea hankkeet on nähty kaupallisesti kilpailukyvyttöminä.

- Yksi yritys (Futurity) erottaa tällä hetkellä kaupallisesti ligniiniä selluteollisuuden jäämistä. Tämä yritys pyrkii myös erottamaan puusokerit ja muut kemikaalit suoraan neitseellisestä puukuidusta ja sillä on teknologiasopimuksia menetelmien toteuttamiseksi, mutta toistaiseksi he eivät ole onnistuneet vielä saamaan näistä kaupallisia projekteja. Esteet vaikuttavat olevan rahoitukseen liittyviä. Oji (Japani) on saanut valtion rahoitusta "biohub"-tutkimukseen, jossa yritys erottaa ligniinin ja muita kemikaaleja sellun mustasta lipeästä.

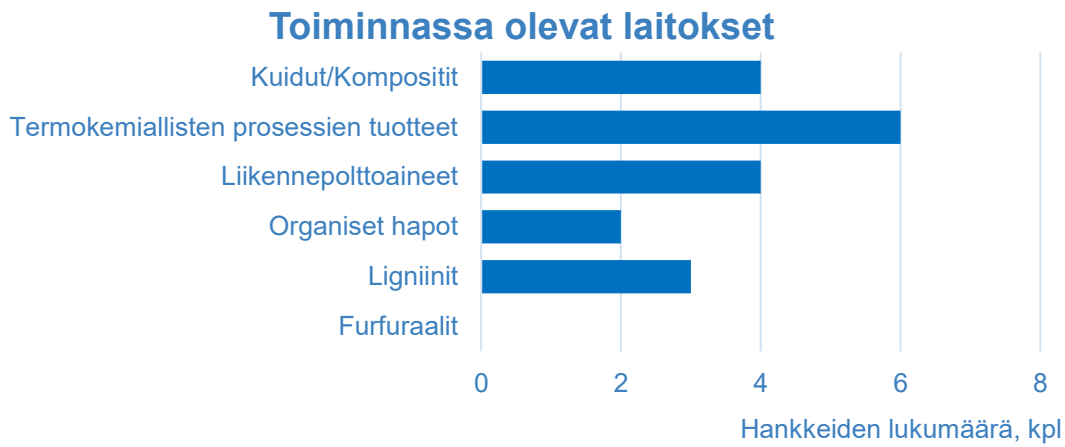
 © 2024 Indufor Group

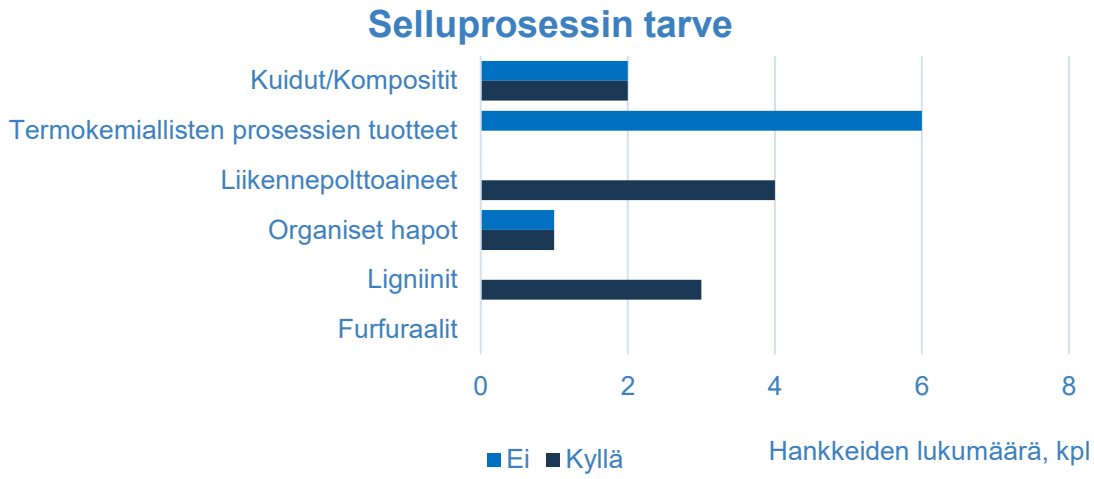
Indufor

3.8 Hankkeet ja kokeilut – Ruotsi

Myös Ruotsissa hankkeet ovat keskittyneet biohiilen kehittämiseen.

- Ruotsin hankkeista lukumääräisesti suurin osa liittyy termokemialliseen prosessiin, erityisesti biohiileen. Toiseksi eniten hankkeita on kuituja/komposiitit-tuoteryhmässä.
- StoraEnso on ollut yksi edelläkävijöistä kuidut/komposiitit tuoteryhmässä. Lisäksi yhtiöllä on biovaahtotuotantoa. Perinteisistä metsäyhtiöistä myös Södralla on aktiivista toimintaa. Södra valmistaa biometanolia, ja on juuri ilmoittanut perustavansa ligniinin erottamis- ja jalostuslaitoksen, ligniinin erotus sellun sivuvirrasta, Mönsteråsin sellutehdas, sekä myös ilmoittanut perustavansa tanniinin erottamisen ja jalostuslaitoksen, tanniinin erotus puun kuoresta, Värön sellutehdas.
- Tällä hetkellä useimmissa niistä yrityksistä, joilla on integroidut biokemian laitokset, tuotanto keskittyy biopolttoaineiden kehittämiseen ja valmistukseen. Esimerkiksi Domsjö Fabriker, joka valmistaa selluloosaa tekstiilien (viskoosi) valmistukseen, tuottaa myös bioetanolia sekä ligniiniä. Yhtiö on myös on Ruotsin suurin biokaasun tuottaja. Domsjö Fabriker:n taustalla on Intialainen monialayritys. Domsjö Fabriker perustuu ex Modo:n sellutehtaan ympärille.
- Vuodesta 2010 lähtien biotalouden kasvu on ollut pääasiassa biopohjaisissa lääkkeissä ja puu- sekä ei-puupohjaisissa biomuoveissa. Samoin biodieselin osuus on hieman lisääntynyt, kun taas bioetanoli on pysynyt samana kyseisenä ajanjaksona.
- Osa yrityksistä kehittää ja valmistaa kemikaaleja tai materiaaleja (esim. Arizona Chemicals) kun taas osa keskittyy prosessien kehittämiseen (esim. Bioendev – torrefiointiprosessi ja Värmlandsmetanol – prosessi metanolin valmistamiseksi puusta).





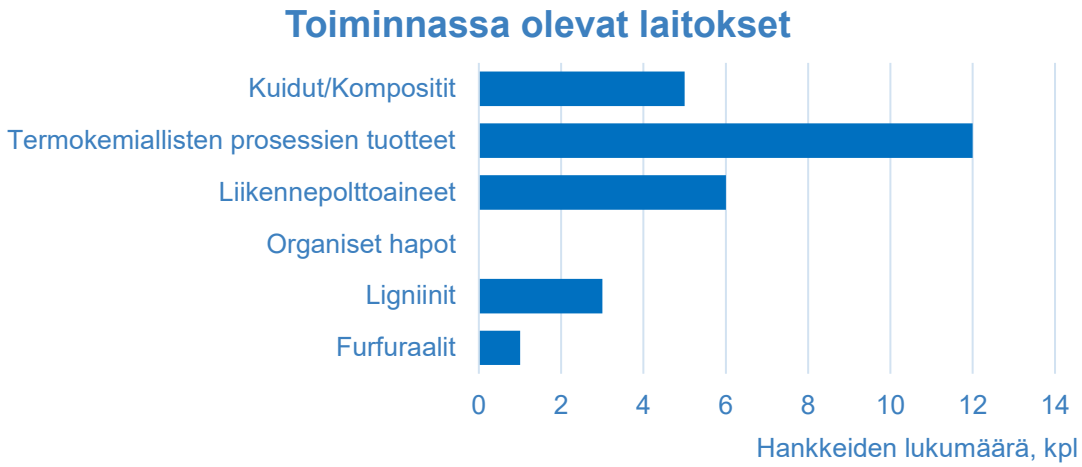
 © 2024 Indufor Group

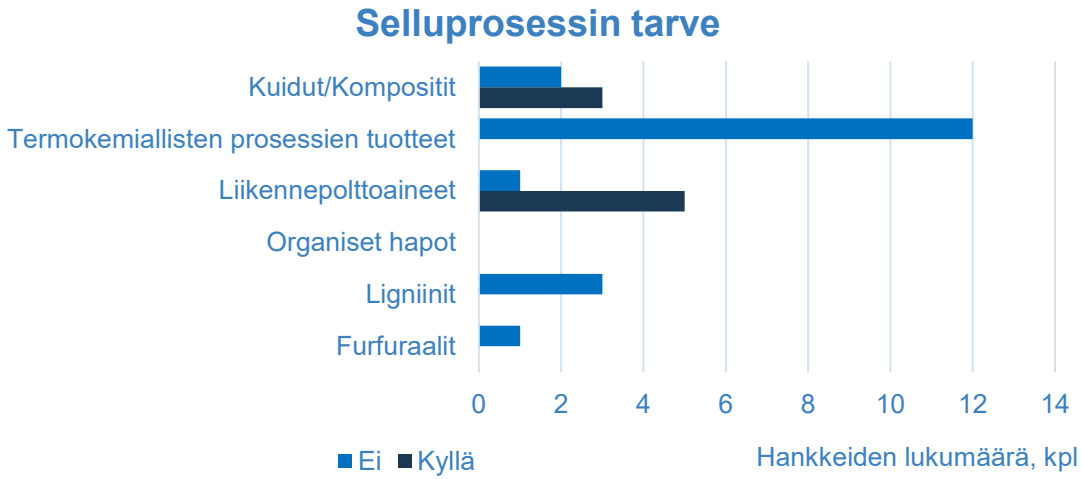
Indufor

3.8 Hankkeet ja kokeilut – Kanada

Ontario on ollut aktiivinen biotuotteiden kehittämisessä. Brittiläisen Kolumbian hankkeet ovat keskittyneet termokemiallisten prosessien päätuotteisiin, lähinnä biohiileen.

- Investoinnit komposiittien tuotantoon ovat lisääntyneet erityisesti Ontariossa.
- On olemassa useita laitoksia, jotka keskittyvät termokemiallisten prosessien päätuotteisiin. Hankkeita löytyy Brittiläisestä Kolumbiasta, Quebecistä ja Ontariosta. CHAR Technologies on mukana useamman biohiililaitoksen tuotannossa ja kehittämisessä Kanadassa. Lisäksi, valtion kannustimilla tuetaan pienimuotoisten laitosten kehittämistä alkuperäisyhteisöissä tukemaan paikallista taloutta siellä, missä puumaista raaka-ainetta on saatavilla.
- Useat yritykset tekevät tutkimusta ja valmistavat biopolttoaineita, joskin esim. Parkland peruutti äskettäin Burnabyn (BC) tuotantolaitoksensa lisäinvestoinnin biopolttoaineiden tuotantoon, sillä Yhdysvaltain inflaatiota hillitsevä laki tekee tämän hankkeen toteuttamisesta Kanadassa vähemmän taloudellisesti kannattavaa kuin Yhdysvalloissa.
- FPInnovations tutkii parhaillaan levuliinihapon tuotantoa. Tämän lisäksi Kanadassa ei juuri ole tällä hetkellä muiden orgaanisten happojen tutkimusta tai tuotantoa.
- West Fraser tuottaa ligniiniä LignoForce-järjestelmän avulla Albertassa, joka on kehitetty FPInnovationsin ja NORAM Engineeringin kanssa. Prosessissa käytetään kraftmassan mustalipeää. Lisäksi tutkitaan mäntyöljyn ligniinin tuotantoa, myös sellunvalmistuksen sivutuotteista.
- FPInnovationin Thunder Bayn (Ontaario) tehtaalla tutkitaan parhaillaan furfuraalien tuotantoa.





© 2024 Indufor Group

3.8 Hankkeet ja kokeilut – Kanada

Provinsseilla on omat politiikkansa ja kannustimensa luonnonvarojen suhteen, mikä näkyy myös biotuotesektorin kehityksessä.

- Kanadan politiikka luo kehyksiä ja kannustimia edistyneiden biotuotteiden kehittämisen edistämiseksi. Näiden kannustimien muotoilussa keskitytään yleensä enemmän Net-Zero -tavoitteiden saavuttamiseen tai metsäsektorin- ja metsäteollisuuden kehittämiseen/saneeraamiseen (nuorentamiseen), kuin vain kiertotalouden edistämiseen.

- Kanadan metsäministerien neuvosto julkaisi Kanadan metsäbiotalouden puiteohjelman vuonna 2019, joka sisältää neljä pääperiaatetta pitkälle kehitettyjen metsätuotteiden, mukaan lukien biopolttoaineiden, kehittämisen tukemiseksi.

- Luonnonvarojen hoito on provinssien vastuulla, joten jokaisella provinssilla on erilaiset politiikat, kannustimet ja pääpainopistealueet, esimerkiksi:

  - Brittiläisessä Kolumbiassa (BC) hallitus mukauttaa metsätuotepolitiikkaansa lisäarvotuotteiden kehittämiseen ja jäännöskuidun hyödyntämiseen. Erityisesti biopolttoaineiden rahoitusohjelmat on suunnattu kotimaisen teollisuuden kehittämiseen. Ensisijainen painopiste näissä politiikoissa on kuitenkin edelleen innovatiivisissa puutuotteissa, kuten massiivi- ja insinööripuutuotteissa, sillä edistyneitä puutuotteita tarvitaan lisää rakentamisessa asuntopulasta kärsivässä BC:ssä.
  - Ontariossa biotalouden tutkimus- ja innovaatiokeskuksella (CRIBE) on valtuudet tukea tutkimusta ja innovaatioita metsäbiotalouden alueella. He ovat tähän mennessä rahoittaneet 38 hanketta, mukaan lukien ligniinituotteiden, biohiilen, biokemikaalien, biokomposiittien ja biomuovien kehittämishankkeet.

- Yliopistot, joilla on vahvat metsäohjelmat, kuten University of British Columbia, Lakehead University (Ontario) ja University of Laval (Quebec), tekevät tutkimusta edistyneistä biotuotteista, usein yhteistyössä teollisuuden kanssa. FPInnovations, voittoa tavoittelematon T&K-järjestö, tekee yhteistyötä yliopistojen ja teollisuuden kanssa tuottaakseen ja julkistaakseen tutkimusta edistyneistä metsäbiotuotteista. Natural Resources Canada tekee myös tutkimusta. On olemassa paljon esimerkkejä kumppanuuksista näiden osapuolten välillä sekä teollisuuden kanssa.

- Net-Zero Emissions Accountability Act ja Clean Fuel Regulations ovat kannustaneet innovaatioita ja edistäneet puhtaampien teknologioiden ja vähähiilisempien polttoaineiden käyttöönottoa. Kanadalla on merkittävä fossiilisten polttoaineiden infrastruktuuri, ja biopolttoaineita pidetään keinona siirtyä puhtaampaan energiaan ja silti hyödyntää osaa tästä polttoainevalmistuksen infrastruktuurista.

- Yhdysvaltain ”US Inflation Reduction Act” saattaa rohkaista kanadalaisia biopolttoaineiden tuottajia siirtämään tuotantonsa Yhdysvaltoihin parempien tukien vuoksi. Vuodesta 2025 alkaen IRA:han kuuluva ”Clean Fuel Production Credit” tarjoaa merkittävän verokannustimen yhdysvaltalaisille puhtaiden liikennepolttoaineiden tuottajille. Tukea saa myös vientiin suuntautuvalle tuotannolle.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

4 Teknologiat ja loppukäytöt

Indufor

4. Teknologiat ja loppukäytöt – Raaka-aine ja lopputuotemarkkinat

Pisteytysmatriisi: raaka-aine

- 5 pistettä: Kaikki puulajit ja puutavaralajit ovat soveltuvia. Ei vaadi selluprosessia.
- 3 pistettä: Osittaisia raaka-ainerajoituksia. Vaatii tyypillisesti selluprosessin vaikkakin teoriassa mahdollista ilman sitä.
- 1 piste: Havupuuaines ei soveltuva/haluttu. Vaatii selluprosessin.

Pisteytysmatriisi: lopputuotemarkkinat

- 5 pistettä: Jo olemassa olevat laajat kansainväliset ja kotimarkkinat. Hyvät kysynnän kasvunäkymät. Ei merkittäviä markkinoille pääsyn esteitä.
- 3 pistettä: Kehittyvät kansainväliset ja kotimarkkinat. Kehittyvät kysynnän kasvunäkymät.
- 1 piste: Ei vakiintunutta kysyntää koti- tai vientimarkkinoilla.

Tyoteryhmä	Kuidut/komposiitit	Termokemiallisten prosessien tuotteet	Liikennepolttoaineet	Orgaaniset hapot	Ligniinit	Furfuraalit
Markkinat	5	5	5	2	3	2
Raaka-aineen sopivuus	4	5	4	2	3	1
Yhteensä	9	10	9	4	6	3

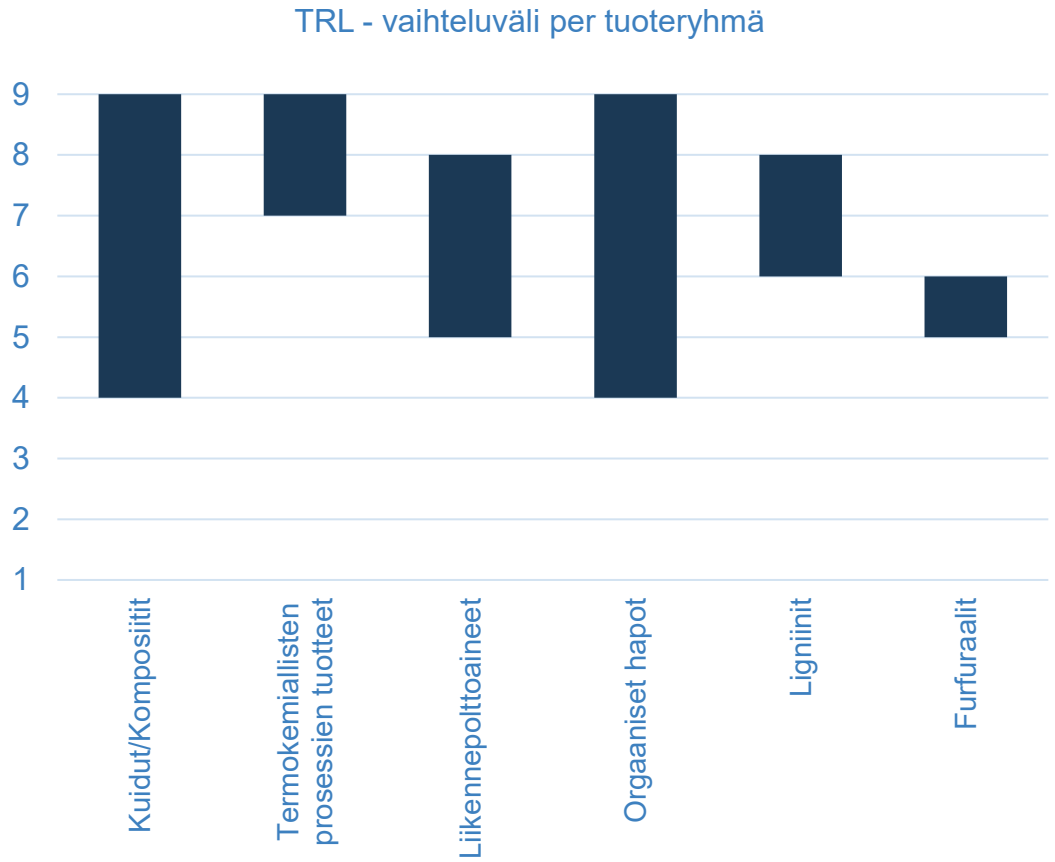
 © 2024 Indufor Group

Indufor

4. Teknologiat ja loppukäytöt – Technology Readiness Level (TRL)

Teknologian kypsyyden näkökulmasta moni tuote on, tai ainakin lähellä, prototyyppi/demolaitosta ja osa on jo teollisen mittakaavan laitoksia. Tämän pohjalta, teknologian ei pitäisi olla kaupallista läpimurtoa rajoittava tekijä. Todellisuudessa lukuisilla hankkeilla on ollut merkittäviä tuotantoteknologiaan liittyviä haasteita ja ongelmia

Vaihe	TRL	
Tutkimus	1	Idea tasolla
	2	Arvioitu konsepti
	3	Demonstroitu soveltuvuus
Kehitys	4	Kokeellinen prototyyppi
	5	Teknisesti edustava prototyyppi
	6	Teollinen prototyyppi
Käyttöönotto	7	Tuotantoprototyyppi
	8	Demolaitos
	9	Teollinen laitos ja kaupallinen sovellettavuus.



 © 2024 Indufor Group

Indufor

4. Teknologiat ja loppukäytöt – Technology Readiness Level (TRL)

Kuidut/komposiitit

Biopohjaisten komposiittien valmistusprosessien ja uusien materiaalien kehittäminen, jossa yhdistyvät puun ja muovin parhaat ominaisuudet, ovat keskeisessä asemassa. Tämä kehitys parantaa tuotteiden suorituskykyä ja kestävyyttä ja mahdollistaa ympäristöystävällisten ja korkealaatuisten tuotteiden valmistuksen, jotka voivat kilpailla perinteisten materiaalien kanssa. Biopohjaisten komposiittien valmistus sisältää raaka-aineiden, kuten sahanpurun ja muiden luonnonkuitujen, yhdistämisen biopohjaisiin polymeereihin. Tämä prosessi vähentää riippuvuutta fossiilisista raaka-aineista ja tarjoaa kestävämmän vaihtoehdon perinteisille muoveille ja komposiiteille. Tuoteryhmässä on jo teollisen mittakaavan tuotantolaitoksia esim. puukuitueriste- ja puumuovikomposiittituoteryhmissä, kun taas esim. biomuovikomposiittituoteryhmässä moni hanke on vasta prototyyppi vaiheessa.

Termokemiallisten prosessien tuotteet

Teknologinen kehitys termokemiallisten prosessien alalla, kuten pyrolyysi ja kaasutus, ovat keskeisessä asemassa. Termokemiallisten prosessien avulla tuotetaan mm. erilaisia biopolttoaineita ja pyrolyysistä saatava bioöljy voidaan jalostaa biopolttoaineiksi, kuten biodieseliksi ja bioetanoliksi. Kaasutuksen synteesikaasu voidaan puolestaan muuntaa metanoliksi ja ammoniakiksi, sekä synteettisiksi polttoaineiksi. Biopolttoaineiden ja biokemikaalien tuotantoteknologiat kehittyvät jatkuvasti. Yksi keskeinen haaste on näiden teknologioiden kaupallistaminen ja skaalaaminen, sillä prosessit ovat usein monimutkaisia ja vaativat merkittäviä investointeja. Pyrolyysin pullonkauloja ovat korkeat alkuinvestoinnit ja prosessissa syntyvän bioöljyn epästabiilisuus, mikä vaatii lisäkäsittelyä ennen käyttöä polttoaineena. Kaasutuksen pullonkauloja ovat prosessin korkea energiankulutus ja teknologian monimutkaisuus. Biohiilituotteissa toimivaa teknologiaa on hyvin saatavilla ja eri mittakaavan toimijoita on useampia.

Liikennepolttoaineet

Liikennepolttoaineissa, kuten termokemiallisten prosessien tuotteissa, pääprosessit ovat pyrolyysi ja kaasutus, jotka mahdollistavat esim. sahanpurun muuntamisen biopolttoaineiksi, ja fermentointiprosessi (käymisprosessi), jossa sahanpuru ensin esikäsitellään happo- ja entsyymikäsittelyn avulla, ja hydrolysoidaan entsyymien avulla sokereiksi, jotka sitten fermentoidaan etanoliksi. Pyrolyysi tuottaa bioöljyä ja synteesikaasua, kun taas kaasutus tuottaa biometanolia ja biokaasua. Nämä teknologiat ovat kehittyneet huomattavasti viime vuosina, mutta haasteita ovat edelleen korkeat alkuinvestoinnit ja teknologian monimutkaisuus. Näiden teknologioiden toiminta optimaalisesti edellyttää monimutkaista prosessinhallintaa ja korkealaatuisia laitteita, ja tuotteiden jalostus lopputuotteiksi, kuten biometanoliksi tai synteettiseksi bensiiniksi, vaatii lisäprosesseja ja -investointeja, joka lisää koko tuotantoketjun monimutkaisuutta. Puulla on huono hyötysuhde tietyissä tuotteissa verrattuna kilpaileviin raaka-aineisiin→ tuotettu yksikkö vaati paljon puumateriaalia vs. kilpailevat raaka-aineet.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

4. Teknologiat ja loppukäytöt – Technology Readiness Level (TRL)

Orgaaniset hapot

Teknologinen kehitys on keskeisessä asemassa orgaanisten happojen tuotannossa sahanpurusta. Prosessit, kuten biokemiallinen hydrolyysi ja fermentointi, mahdollistavat sahanpurun tehokkaan muuntamisen orgaanisiksi hapoiksi. Näiden prosessien kehitys ja optimointi parantavat tuotannon tehokkuutta ja kannattavuutta. Haasteina ovat kuitenkin korkeat investointikustannukset ja prosessien monimutkaisuus, jotka vaativat korkealaatuista teknologiaa ja erityisosaamista. Tästä johtuen useat uudet hankkeet eivät ole lyöneet läpi kaupallisesti niin nopeasti, kuin on usein kuviteltu. Puu on myös ”kova” materiaali ja hankalampi jalostaa verrattuna moneen muuhun kilpailevaan raaka-aineeseen. Puun rakenne perustuu, ja on kehittynyt vuosituhansien aikana selviämiseen ankarissa luonto-olosuhteissa, joten puun rakenne vastustaa bakteeriprosessia enemmän verrattuna esim. maatalouden yksivuotiset kasvit. Teknologisesti isoimmat volyymit tässä tuoteryhmässä ovat mäntyöljypohjaiset tuotannot sellun sivuvirroista.

Ligniinit

Prosessit, kuten biokemiallinen hydrolyysi ja ligniinin erotus ja jalostus, mahdollistavat sahanpurun tehokkaan muuntamisen arvokkaiksi ligniinituotteiksi. Näiden prosessien kehitys ja optimointi parantavat tuotannon tehokkuutta ja kannattavuutta. Kuten orgaanisien happojen kohdalla, haasteina ovat kuitenkin korkeat investointikustannukset ja prosessien monimutkaisuus, jotka vaativat korkealaatuista teknologiaa ja erityisosaamista. Ligniinin erotus puu-aineesta ilman selluprosessia vie erittäin paljon energiaa ja siksi usea ligniinihanke perustuu teknologisesti sellun sivuvirrasta tulevan ligniinin erottamiseen ja hyödyntämiseen.

Furfuraalit

Suomen olosuhteissa furfuraalin tuotantoon sahanpurusta soveltuvat parhaiten yhden ja/tai kahden vaiheen prosessit, jotka hyödyntävät paikallisia raaka-aineita ja uusiutuvia energialähteitä. Entsymaattinen prosessi voi tarjota ympäristöystävällisen lisän näihin menetelmiin, vähentäen kemikaalien tarvetta ja parantaen energiatehokkuutta. Yhdistetty prosessi tarjoaa vaihtoehdon, joka voi vähentää ympäristövaikutuksia ja parantaa prosessitehokkuutta. Suomessa furfuraalien tuotannossa on vain yksi pilottiprojekti käynnissä. Maailmalla furfuraaleja tuotetaan kustannustehokkaasti erityisesti Aasiassa käyttäen olkea raaka-aineena, joskin prosessi on ympäristöä kuormittava, sillä siinä käytetään suuria kemikaalimääriä.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

5 Toimintaympäristö

Indufor

5. Toimintaympäristö

Kansainvälisesti käytetty PESTEL-analyysi yhdessä teknologisen valmiuden tason arvioinnin kanssa tarjoaa kattavan kehyksen yksittäisten tuotteiden ulkoisten ja teknologisten tekijöiden arvioimiseen. Tähän strategiseen PESTEL-analyysiin kuuluvat seuraavat makroympäristötekijät: Poliittinen, Ekonominen, Sosiaalinen, Teknologinen, Ekologinen ja Lainsäädäntö.

Kukin yllä mainituista makroympäristötekijöistä analysoitiin ja pisteytettiin seuraavasti.

Poliittinen: Jos EU-päätökset ja Suomen hallituksen politiikka suosivat tuotteen käyttöä sekä valmistusta, ja antavat siten tuotteelle merkittävän edun, niin tuote saa täydet 5 pistettä. Jos poliittiset tekijät haittaavat tai estävät tuotteen menestystä, saa tuote vain 1 pisteen.

Ekonominen/Taloudellinen: Tuotetta tukeva vahva taloudellinen ympäristö antaa 5 pistettä, kun taas sen kasvua estävät taloudelliset haasteet antavat vain 1 pisteen. Ukrainan sota, energiakriisi sekä korkojen nousu ovat vaikuttaneet tuotteiden kysyntään ja raaka-aineiden hintoihin.

Sosiaalinen: Miten raaka-aineen käyttö ja tuotteen teollinen valmistaminen vaikuttavat aluetalouden kautta ihmisten elämään, ml. työllistymisen. Läheinen hankinta-alue ja suuri työllistäminen antaa tuotteelle 5 pistettä.

Teknologinen: Tuotteen korkea teknologinen kypsyys/taso antaa 5 pistettä. Jos on teknis-tuotannollisia haasteita niin tuote saa alhaiset pisteet.

Ekologinen/Ympäristöllinen: Miten EU:n ja vihreän siirtymän direktiivit ja säännöstöt tukevat ko. tuotetta. Jos tuote on ympäristön kestävyyden tavoitteiden ja määräysten mukainen, se saa korkean (5) pistemäärän. Jos ympäristönäkökohdat aiheuttavat riskejä, pisteytys on alhaisempi.

Lainsäädäntö: Ko. pisteytykseen pätee osin sama kuin poliittisiin ja ekologisiin/ympäristöllisiin makrotekijöihin: EU:n ja Suomen vihreän siirtymän lait ja direktiivit – miten tukevat tuotetta ja mikä on ekologinen/ympäristöllinen vaikutus.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

5. Toimintaympäristö (PESTEL) – Suomi

PESTEL-analyysi antaa korkeimmat pisteet termokemiallisten prosessien tuotteille, tähän tuoteryhmään kuuluu mm. biohiili. Kuidut/komposiitit tuoteryhmässä teknologisen kypsyyden taso vaihtelee mikä selittää alhaisempaa teknologista pisteytystä. Liikennepolttoaineissa on tyypillisesti iso investointitarve, joka hieman laskee ekonomista pistearvoa ko. tuoteryhmässä. Lisäksi biopolttoaineiden jakeluvelvoitetta on alennettu. Näiden päätösten, lakien ja säädösten muutokset aiheuttavat tuottajille ja investoijille riskiä.

Tuoteryhmä	Kuidut/ komposiitit	Termo-kemiallisten prosessien tuotteet	Liikenne-polttoaineet	Orgaaniset hapot	Ligniinit	Furfuraalit
Poliittinen .	5	5	4	5	4	4
Ekonominen	4	5	4	3	2	3
Sosiaalinen	5	5	5	5	5	5
Teknologinen	3	4	4	4	4	4
Ympäristöllinen	4	4	4	4	3	3
Lainsäädäntö	5	5	4	4	4	4
Yhteensä	**26**	**28**	**25**	**25**	**22**	**23**

 © 2024 Indufor Group

Indufor

5. Toimintaympäristö (PESTEL) – Suomi – Kuidut/komposiitit

Melko heterogeeninen tuoteryhmä monine loppukäyttöineen. Biopohjaisilla muoveilla suotuisat ympäristövaikutukset. Biomuovituotteiden kaupallinen läpimurto teollisen mittakaavan valmistusmääriin ja kaupallistamiseen vie aikaa.

Poliittinen	• Suurimmassa osassa viimeaikaisesta tutkimuksesta on painotettu pääasiassa tuotteiden ja sovellusten kehittämistä hiilivarastointipolitiikan näkökulmasta. • Puukuitujen tulisi olla PEFC/FSC-sertifioituja.
Ekonominen	• Käytettävien materiaalien, raaka-aineiden suuri vaihtelevuus, valmistusprosessien laaja kirjo ja hyvin erilaiset loppukäyttöalueet. • Euroopan komposiittituotannon määrä ollut vahvassa kasvussa, lähes 20% kasvu 2020-luvun alkupuolella. • Yritykset haluavat vaikuttaa näillä tuotteilla myönteisesti yrityskuvaansa. • 250 miljardia euroa vihreisiin toimenpiteisiin/tuotteisiin on jo käytettävissä RRF:stä (EU:n elpymis- ja palautumistukiväline, Recovery & Resilience Facility).
Sosiaalinen	• Tuotteiden käytön lisääntyminen ja positiivinen käyttökokemus näistä uusista tuotteista tukee tuotteiden hyväksyntää ja jatkokysyntää. • Erityisesti nuoremmat ja innovatiiviset kuluttajat hyväksyvät uudet materiaalit. • Yleisesti useat tahot hyväksyvät uudet kestävän kehityksen materiaalit. • Puukuitujen tulisi olla PEFC/FSC-sertifioituja.
Teknologinen	• Teknologisen kypsyyden taso vaihtelee Suomessa tuotteiden välillä mikä vaikuttaa kaupallisten läpimurtojen mahdollisuuksiin. • Elintarvike- ja logistiikkateollisuuden tuotteiden valmistuksessa olisi kiinnitettävä enemmän huomiota materiaalikomponenttien, kuten muovimatriisin ja kasvikuitujen, tyyppiin, luonteeseen ja kehittämiseen. • Yleisesti useat tahot hyväksyvät uudet kestävän kehityksen materiaalit.
Ekologinen	• Biopohjaiset muovit ja niiden yhdisteet aiheuttavat pienemmän ympäristövaikutuksen kuin öljypohjaiset muovit ja yhdisteet useissa vaikutusluokissa: ilmaston lämpeneminen, fossiilisten polttoaineiden käytön vähentäminen, ja tietyt vaikutukset ihmisten terveyteen. • REACH-asetus koskee myös kuitu- ja komposiittituotantoa. Tämä asetus vaatii, että kaikki käytetyt kemikaalit rekisteröidään ja arvioidaan. • Puusta valmistetut pakkaukset tuottavat vain kolmanneksen hiilidioksidipäästöistä verrattuna kartonkipakkauksiin, vaikka molemmat ovat täysin biopohjaisia ja kompostoitavia.
Lainsäädäntö	• EU-komissio edistää sellaisen kannustavan ympäristön luomista, joka mahdollistaa puhtaan teknologian tuotantokapasiteetin laajamittaisen käyttöönoton, jotta voidaan saavuttaa Euroopan kunnianhimoiset ympäristötavoitteet. • Suomessa ympäristölainsäädäntö on tiukkaa ja säätelee muun muassa teollisuuden päästöjä, jätteiden käsittelyä ja kemikaalien käyttöä. Kuitujen ja komposiittien valmistus sahanpurusta edellyttää, että tuotantolaitokset noudattavat ympäristönsuojelustandardeja.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

5. Toimintaympäristö – Suomi – Termokemiallisten prosessien tuotteet

Biohiilituotteiden valmistus on kasvanut. Pyrolyysiöljy/bioöljy on kohdannut tuotanto- ja markkinointihaasteita. Puun käyttö puun kaasutussynteesillä vihreän metanolin valmistuksessa käyttäisi isoja raaka-ainemääriä.

Poliittinen	• EU-komissio on esitellyt välineet todelliseen kiertotalouteen siirtymiseksi EU:ssa. • Bioöljy/pyrolyysiöljy ja vihreän metanolin (myös metaani biomassan mädätyksellä) käyttö vaihtoehtona fossiilisille polttoaineille liikenteessä ja energiantuotannossa voi auttaa vähentämään päästöjä ja lisäämään energiaomavaraisuutta, joten biopolttoaineista on tullut osa EU:n ilmasto- ja energiapolitiikkaa.
Ekonominen	• Heterogeeninen raaka-aine aiheuttaa merkittävää vaihtelua tuotannon tehokkuudessa ja laadussa → huolellinen markkinasegmenttien valinta. • Eri raaka-aineiden vaihtelevuus ja eri ominaisuudet aiheuttavat vaihtelua tuotantolaitosten kokonaisinvestoinneissa. • Polttoaineiden hintojen epävarmuus vaikuttaa suuresti prosessin taloudelliseen kannattavuuteen.
Sosiaalinen	• Uusien biopolttoaineiden valmistuksen sosiaalinen hyväksyttävyys on yleensä positiivinen, sillä niiden valmistus tuo työtä ja toimeentuloa alueellisesti. • Kestävän biopolttoainetuotannon sosiaaliset näkökohdat eivät kuulu suoraan RED:n (Renewable Energy Directive) kestävyyskriteerien piiriin, vaan niitä käsitellään epäsuorasti niin sanotuilla "raportointivelvollisuuksilla”.
Teknologinen	• Heterogeeniset raaka-aineet aiheuttavat merkittävää vaihtelua tuotannon tehokkuudessa ja laadussa. • Raaka-aineen vaihtelevuus vaikuttaa suunnitellun prosessin avainindikaattoreiden (KPI) seurattavuuteen ja luotettavuuteen. • Uusiutuvan energian tuotannolla edistetään mm. myös vihreän vedyn tuotantoa.
Ekologinen	• Tuotteilla on potentiaalia korvata fossiilista hiiltä hiilidioksidipäästöjä aiheuttavissa teknologisissa prosesseissa. • Tuotteissa on potentiaalia hiilen kierrätykseen. • Monivaiheinen termokemiallinen menetelmä voi olla energiaa säästävä prosessi. • Nämä prosessit tarjoavat mahdollisuuden saavuttaa negatiivisia nettohiilipäästöjä ilmakehässä, mikä edistää ilmaston lämpenemisen hillitsemistoimia.
Lainsäädäntö	• Euroopan bioenergiapolitiikan päätavoitteet ovat aina olleet kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen, riippuvuuden vähentäminen fossiilisista tuontipolttoaineista ja energian hankintalähteiden monipuolistaminen. • Eurooppalainen biohiilen sertifiointijärjestelmä (EBC). Biohiilelle on myös vapaaehtoisia sertifiointiohjelmia.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

5. Toimintaympäristö (PESTEL) – Suomi – Liikennepolttoaineet

Poliittisilla päätöksillä on erittäin merkittävä rooli markkinan kehittymisessä, ja biopolttoaineiden jakeluvelvoitteen alentaminen on näkynyt projektien etenemisissä. Kuluttajien uskotaan kuitenkin suhtautuvan myönteisesti biopolttoaineisiin.

Poliittinen	• EU:n energiadirektiiviä on tarkistettu lisäämällä tavoitteita uusiutuvan energian käytölle liikenteessä – tavoitteena on vähintään 29 % osuus liikenteessä käytettävästä energiasta vuoteen 2030 mennessä tai kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen 14,5 % liikenteen energiankäytössä. • Suomen liikenne- ja viestintäministeriö julkaisi toukokuussa 2021 fossiilivapaan liikenteen tiekartan, jonka tavoitteena on puolittaa liikenteen kasvihuonekaasupäästöt vuoteen 2030 mennessä, käyttäen perusvuotena vuotta 2005, ja saavuttaa nollapäästöt vuoteen 2045 mennessä. • Biopolttoaineiden käyttö vaihtoehtona fossiilisille polttoaineille liikenteessä voi auttaa vähentämään päästöjä ja lisäämään energiavarmuutta, joten biopolttoaineista on tullut osa EU:n ilmasto- ja energiapolitiikkaa.
Ekonominen	• Esikäsittelyn tekniikka ja itse käymisprosessin tehokas tekniikka ovat tärkeitä bioetanolin tuotannon kannattavuuden kannalta. • Selluloosaetanolin (puusta) kaupallista tuotantoa haittaavat korkeat tutkimus- ja tuotantokustannukset, eikä se ole vielä lyönyt läpi kaupallisesti isossa mittakaavassa, ja sen tuotannon kannattavuuden lisäämiseksi tarvitaan vielä lisätyötä.
Sosiaalinen	• Euroopan bioenergiapolitiikan päätavoitteet ovat aina olleet kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen, riippuvuuden vähentäminen fossiilisista tuontipolttoaineista ja energian hankintalähteiden monipuolistaminen. • Biopolttoaineiden sosiaaliset vaikutukset Euroopassa nähdään enimmäkseen myönteisinä, esimerkiksi uusien työpaikkojen luomisen (biopolttoainetehtaan perustaminen voi tuoda satoja uusia työpaikkoja) alueelle ja tulomahdollisuuksien monipuolistamisen kautta.
Teknologinen	• Bioöljyn jalostaminen korkeamman jalostusasteen bensiini ja diesel- tuotteiksi on kehittyvä tekniikka, jonka järjestelmien toimivuudesta on vähän julkista tietoa saatavilla (jalostajat pitävät tiedon itsellään). • Selluloosaetanolin (puusta) kaupallista tuotantoa haittaavat korkeat tutkimus- ja tuotantokustannukset ja sen tuotannon kannattavuuden lisäämiseksi ja tehostamiseksi tarvitaan vielä lisätutkimusta.
Ekologinen	• Biopolttoaineiden pitkän aikavälin kestävyys riippuu monista tekijöistä, mukaan lukien sijoitetun pääoman tuotto ja resurssien ja raaka-aineen käytön tehokkuudesta. • Bioetanolin valmistaminen jätteestä/sivuvirroista tuottaa arvokasta polttoainetta ja nostaa käytetyn raaka-aineen käyttöarvoa. • Puubiomassan, ja laajemmin ottaen lignoselluloosamateriaalien, käytön kokonaisympäristövaikutuksia bioetanolin valmistuksessa on syytä tarkastella sen kestävyyden varmistamiseksi. • Käymisprosessissa syntyvän hiilidioksidin (CO_2) talteenotto parantaa entisestään bioetanolin tuotannon kasvihuonekaasutasapainoa.
Lainsäädäntö	• EU:n energiadirektiiviä on tarkistettu lisäämällä tavoitteita uusiutuvan energian käytölle liikenteessä – tavoitteena on vähintään 29 prosentin osuus liikenteessä käytettävästä uusiutuvasta energiasta vuoteen 2030 mennessä tai kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen 14,5 prosentilla liikenteen energiankäytössä. • Suomen liikenne- ja viestintäministeriö julkaisi toukokuussa 2021 fossiilivapaan liikenteen tiekartan, jonka tavoitteena on puolittaa liikenteen kasvihuonekaasupäästöt vuoteen 2030 mennessä käyttäen perusvuotta 2005 ja saavuttaa nollapäästö vuoteen 2045 mennessä.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

5. Toimintaympäristö (PESTEL) – Suomi – Orgaaniset hapot

Tiukat ympäristölainsäädännöt ja kemikaalilainsäädäntö asettavat vaatimuksia prosessien kestävyyteen ja turvallisuuteen. Tuotteiden kysyntä on kuitenkin kasvussa teollisuuden, elintarviketeollisuuden ja lääkeaineiden valmistuksessa.

Poliittinen	• EU:n rahoitusinstrumentit, kuten Horizon Europe ja Life Programme, tarjoavat rahoitusta tutkimus- ja kehityshankkeisiin, jotka keskittyvät biotalouteen ja kestävään kehitykseen. Näitä rahoituksia voidaan hyödyntää myös orgaanisten happojen tuotantoprosessien kehittämiseen sahanpurusta ja muista sahauksen sivuvirroista. • Paikallisella tasolla kunnat voivat asettaa omia ympäristönsuojeluvaatimuksiaan, jotka voivat vaikuttaa tuotantolaitosten sijoittumiseen ja toimintaan. Kuntien kaavoitus ja ympäristölupaprosessit ovat keskeisiä tekijöitä laitosten perustamisessa.
Ekonominen	• Arvokkaiden orgaanisten happojen, kuten maitohapon, levuliinihapon, muurahaishapon, etikkahapon, 2,5-furaanikarboksyylihapon (FDCA) ja sokerihappojen (esim. glukonihapon ja glukosamiinihapon) katalyyttinen synteesi uusiutuvista hiilivaroista on erittäin kiinnostavaa kestävää kemianteollisuutta. • Orgaanisten happojen kysyntä on kasvussa teollisuuden, elintarviketeollisuuden ja lääkeaineiden valmistuksessa. Markkinahinnat voivat kuitenkin vaihdella merkittävästi, ja korkeiden alkuinvestointien vuoksi taloudellinen kannattavuus riippuu pitkälti markkinakysynnän ja lopputuotehintojen kehityksestä.
Sosiaalinen	• Kuluttajien kasvava ympäristötietoisuus lisää kestävien ja ympäristöystävällisten tuotteiden kysyntää. Orgaanisten happojen tuotanto sahanpurusta ja sahojen sivuvirroista/hakkeesta tarjoaa ympäristöystävällisiä vaihtoehtoja fossiilisille raaka-aineille, mikä vastaa kuluttajien odotuksiin.
Teknologinen	• Selluloosa on hydrolysoitava glukoosiksi liukoisuusongelman voittamiseksi suuremman happosaannon saamiseksi. • Mikrobiologiset fermentoinnit ovat tunnettu prosessi orgaanisen jätteen biomassan laajamittaiseen biokonversioon arvokkaiksi orgaanisiksi hapoiksi. • Usein tarvitaan käynnistettyjä metabolisia toimintoja, jotka maksimoivat orgaanisen hiilen muuttamisen orgaanisiksi hapoiksi epästeriileissä olosuhteissa. • Jos käytetään katalyyttisiä prosesseja, tehokkaiden ja valikoitujen katalyyttien suunnittelu on välttämätöntä biomassan hajottamisessa haluttuja tuotteita varten. • Vain yhdellä erotusmenetelmällä on vaikea erottaa orgaanisia happoja tehokkaasti käymis-/katalyyttisestä liemestä.
Ekologinen	• Biomassapohjainen tuotanto voi johtaa merkittävään kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen. Huomionarvoista on, että 24:llä, kaikkiaan 25 biokemikaalista, on pienemmät kasvihuonekaasupäästöt verrattuna fossiilisista polttoaineista peräisin oleviin vastaaviin kemikaaleihin. • Varovaisten oletusten mukaan (raaka-aine saanto vain 25 % ja korkea vaadittava erotusenergian kulutus prosessissa) biokemikaalit voivat vähentää kasvihuonekaasupäästöjä jopa lähes 90 % vs. perinteiset tuotteet.
Lainsäädäntö	• Ympäristölainsäädäntö: Suomessa on tiukat ympäristönsuojelua koskevat lait, jotka vaikuttavat teollisiin prosesseihin. Orgaanisten happojen tuotantolaitosten tulee noudattaa esimerkiksi jätelain, vesilain ja ilmansuojelulain säädöksiä. • Kemikaalilainsäädäntö: Orgaanisten happojen tuotannossa käytettävät kemikaalit ja niiden käsittely ovat tiukasti säädeltyjä. REACH-asetus (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) edellyttää, että kaikkien kemikaalien käyttö on turvallista ja dokumentoitua.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

5. Toimintaympäristö (PESTEL) – Suomi – Ligniinit

Teknologinen kehitys on keskeisessä asemassa ligniinien tuotannossa sahanpurusta. Prosessit kuitenkin mahdollistavat sahanpurun muuntamisen ligniinituotteiksi. Haasteina ovat korkeat investointikustannukset ja prosessien monimutkaisuus.

Poliittinen	• EU:n jäsenvaltiot ovat edelleen vahvasti riippuvaisia biomassan käytöstä saavuttaakseen ilmastotavoitteensa, joko energian tuotannossa, jossa biomassan osuus uusiutuvasta energiasta on edelleen yli 50 % (lähes 60 % vuonna 2020), tai biotalouden kautta, jossa fossiilipohjaisia tuotteita korvataan uusilla biopohjaisilla tuotteilla, esim. ligniinipohjaiset uudet tuotteet.
Ekonominen	• Ligniinituotannon integrointi biojalostamon (sellutehdas) kanssa perustuu ligniinin kustannustehokkaaseen uutto/erotusmenetelmään sellun sivuvirrasta. • Ei-sellumassasta ligniinin erottamiseksi tarvitaan lisätutkimusta eri tekniikoiden teknis-taloudellisesta kannattavuudesta, ja esim. kahden tai useamman erotus/uuttomenetelmän integroinnista. • Ligniinien kysynnän uskotaan kasvavan kemianteollisuudessa, biomateriaaleissa ja biopolttoaineissa ja näin lisäävän markkinamahdollisuuksia.
Sosiaalinen	• Ligniinien tuotanto sahanpurusta ja sahojen sivuvirroista tarjoaa ympäristöystävällisiä vaihtoehtoja fossiilisille raaka-aineille, mikä vastaa kuluttajien odotuksiin. Lisäksi uusiutuvan energian ja biotuotteiden tuotanto voi luoda uusia työpaikkoja ja parantaa paikallista taloutta, erityisesti maaseutualueilla, missä sahanpurua ja sahojen sivutuotteita pääsääntöisesti tuotetaan ja tulee markkinoille.
Teknologinen	• Teknologinen kehitys on keskeisessä asemassa ligniinien tuotannossa sahanpurusta. Prosessit kuten biokemiallinen hydrolyysi ja ligniinin erotus ja jalostus, mahdollistavat sahanpurun muuntamisen myös ligniinituotteiksi. • Uutto/erotus olosuhteet ja tekniikat vaikuttavat ligniinin saantoon per raaka-aine tonni, ja itse ligniinin lopputuoteominaisuuksiin.
Ekologinen	• Ligniinien käyttö esimerkiksi biopolttoaineiden, biokemikaalien ja biomateriaalien tuotannossa voi vähentää hiilidioksidipäästöjä merkittävästi verrattuna fossiilisiin raaka-aineisiin perustuvaan tuotantoon.
Lainsäädäntö	• Lainsäädäntö vaikuttaa merkittävästi ligniinien tuotantoon. Ympäristölainsäädäntö, kuten EU teollisuuspäästödirektiivi, asettaa vaatimuksia päästöjen hallinnalle ja jätteiden käsittelylle. REACH-asetus edellyttää kemikaalien rekisteröintiä ja arviointia, mikä varmistaa kestävän ja turvallisen tuotannon. Nämä säädökset varmistavat kestävän tuotannon, mutta voivat lisätä hallinnollista taakkaa ja kustannuksia.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

5. Toimintaympäristö (PESTEL) – Suomi – Furfuraalit

Tiukat ympäristölainsäädännöt ja poliittiset muutokset voivat asettaa haasteita, jotka vaativat jatkuvaa sopeutumista ja innovointia. Näiden tekijöiden ymmärtäminen ja niihin reagointi on keskeistä furfuraalien tuotannon menestyksen kannalta Suomessa ja kansainvälisesti.

Poliittinen	• Kansainväliset ja kansalliset säädökset, kuten REACH-asetus EU:ssa ja ympäristölainsäädäntö Yhdysvalloissa, vaikuttavat myös merkittävästi furfuraalien markkinoihin. Nämä säädökset edellyttävät, että kemikaalit tuotetaan ympäristöystävällisesti ja turvallisesti. • Poliittiset muutokset ja sääntelyn epävarmuudet voivat vaikuttaa furfuraalien tuotannon suunnitteluun ja investointeihin. Esimerkiksi muutokset ympäristölainsäädännössä tai taloudellisissa kannustimissa voivat joko kiihdyttää tai hidastaa tuotantokapasiteetin kasvua.
Ekonominen	• Furfuraalien, kuten muiden kemikaalien, markkinat ovat globaalit, ja niiden kysyntä tulee pääasiassa teollisuudesta, kuten maatalouskemikaalit, öljynjalostamot, maalit ja pinnoitteet, sekä lääketeollisuus. • Kysyntä biopohjaisille ja ympäristöystävällisille kemikaaleille tullee kasvamaan erityisesti Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa tiukkojen ympäristösäädösten vuoksi. • Yksi merkittävimmistä kasvutekijöistä on siirtymä kohti uusiutuvia kemikaaleja ja biopohjaisia tuotteita, mikä lisää furfuraalien kysyntää. • Furfuraaleja tehdään tällä hetkellä kustannustehokkaasti Kiinassa oljesta.
Sosiaalinen	• Furfuraalin tuotantoprosessit sisältävät kemikaalien käsittelyä, mikä vaatii tarkkoja työterveys- ja turvallisuustoimenpiteitä. Suomen työlainsäädäntö asettaa vaatimuksia työpaikkojen turvallisuudelle ja työntekijöiden suojelulle vaarallisilta aineilta. Näiden sääntöjen noudattaminen on välttämätöntä työntekijöiden turvallisuuden varmistamiseksi ja mahdollisten onnettomuuksien ehkäisemiseksi.
Teknologinen	• Furfuraalin valmistukseen on olemassa useita toimivia teknologioita, joista suurin osa käyttää ei-puupohjaista lignoselluloosabiomassaa, esim. oljen käyttö Kiinassa. • Nykyiset furfuraaliprosessit, esim oljesta Kiinassa, käyttävät prosessissa paljon kemikaaleja, syövyttäviä happokatalyyttejä, joka johtaa saasteongelmiin esim. vesistöjen saastumiseen paikallisesti.
Ekologinen	• Furfuraalin tuotannossa noudatettavat ympäristöstandardit ovat tiukat, ja yritysten on varmistettava, että niiden toiminta ei aiheuta haittaa ympäristölle. Teollisuuden päästöjä koskeva direktiivi (IED) asettaa rajat päästöille ilmaan, veteen ja maaperään, mikä edellyttää tehokkaita päästöjen hallintajärjestelmiä. • Kemikaalien käyttö, kuten happokatalyytit hydrolyysissä, voi aiheuttaa ympäristöongelmia, jos jätevesiä ei käsitellä asianmukaisesti. Biphaasinen/kaksivaiheinen liuotinjärjestelmä voi parantaa prosessien tehokkuutta ja vähentää haitallisten kemikaalien käyttöä.
Lainsäädäntö	• Furfuraalin tuotannossa noudatettavat ympäristöstandardit ovat tiukat, ja yritysten on varmistettava, että niiden toiminta ei aiheuta haittaa ympäristölle. Teollisuuden päästöjä koskeva direktiivi (IED) asettaa rajat päästöille ilmaan, veteen ja maaperään, mikä edellyttää tehokkaita päästöjen hallintajärjestelmiä.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

5

5.1 Toimintaympäristö - Vertailumaat

5.1 Toimintaympäristö (PESTEL) – Uusi-Seelanti

Uuden-Seelannin poliittiset ja yhteiskunnalliset päätökset näyttävät johtavan nykytilanteessa siihen, että sahojen sivuvirtoja hyödyntäviä, kaupallisen mittakaavaan uusia tuotteita ja käyttökohteita ei näytä syntyvän.

Poliittinen

- Uudella-Seelannilla on uusi hallitus, jonka tähänastinen toiminta viittaa siihen, että hallitus ei ole erityisen kiinnostunut ilmastonmuutoksesta.
- Vaikka ilmastonmuutostavoitteet säilyvät ja nollahiililakia ei todennäköisesti kumota, monet tukipolitiikan välineet todennäköisesti lopetetaan.
- Rajoitetun valtion tutkimusrahoituksen lisäksi Uudessa-Seelannissa ei ole erityistä politiikkaa tai poliittista välinettä kiertobiotalouskonseptien tukemiseksi tai sen tukemiseksi, että kehitysprojekteja syntyisi uusissa biotuotteissa.

Ekonominen

- Tietyt yksityiset toimijat (esimerkiksi Fonterra, New Zealand Post, Spark, Hynds Group, Food Cap) ovat ottaneet haasteeksi saavuttaa nettonollapäästöt vuoteen 2050 mennessä (tai aiemmin) ja yleensä vähentää hiilijalanjälkeään. Tätä pidetään osana yritysten sosiaalista vastuuta, vaikka tulevaisuudessa todennäköisesti joka tapauksessa fossiilisia polttoaineita käyttävien yritysten kustannukset muodostuvat korkeammiksi kuin käyttäen uusiutuvia energiamuotoja.
- Korkea inflaatio ja kasvaneet polttoainekustannukset voivat saada kuluttajat harkitsemaan kulutustaan uudelleen, tai omaksumaan vähähiilisiä käytäntöjä, mutta sen ei uskota vaikuttavan uusiutuvien energiamuotojen tai biotuotteiden käyttöönottoon, jotka koetaan usein kalliimpina.

Sosiaalinen

- Yhteiskunnassa on kasvanut tietoisuus ilmastonmuutoksen ja hiilijalanjäljen pienentämisen tarpeesta. Prosessi on hidas ja muutos orgaaninen. Liike on edelleen suhteellisen hidasta.
- Viime vuosina kohonneet elinkustannukset ovat johtaneet tilanteeseen, että ihmisten huomio on arjen kustannuksista selviämisessä. Tämä tilanne on lykännyt uusien vähähiilisten, biopohjaisten tuotteiden käyttöä, jotka usein koetaan kalliina, ”luksus” –tuotteina.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

5.1 Toimintaympäristö (PESTEL) – Uusi-Seelanti

Peräkkäiset Uuden-Seelannin hallitukset ovat tehneet vähän aloitteita edistääkseen kiertobiotaloutta ja investointeja biopohjaisiin tuotteisiin. Hallitukset ovat omaksuneet kannan, jonka mukaan tällaisten aloitteiden on edistyttävä taloudellisesti sääntelemättömässä ympäristössä.

Teknologinen

- Uudessa-Seelannissa on monia perustekijöitä investointien houkuttelemiseksi, mutta ainakaan biopohjaisten kemikaalien ja uusiutuvien energialähteiden alalla sitä ei pidetä erityisen innovatiivisena maana missään merkittävässä mittakaavassa.
- Uusi-Seelanti ei myöskään näytä olevan muissa maissa kehitettyjen teknologioiden varhainen omaksuja. Vahva ”wait and see” mentaliteetti.
- Uuden-Seelannin hallitukset investoivat rajallisesti innovointiin, lukuun ottamatta muutamia valittuja aloja, esimerkiksi maito-/meijeriala.

Ekologinen

- Ilmastonmuutoksen vaikutukset ovat viime aikoina tuntuneet maassa, mutta tämän vaikutusta maan väestön mielialaan on vaikea arvioida, mukaan lukien vaikutus kulutuksen vähentämiseen, kierrätykseen ja raaka-aineiden uudelleenkäyttöön.
- Toimenpiteitä materiaalien uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen on tehty, mutta ne ovat pienehköjä ja huonosti rahoitettuja.

Lainsäädäntö

- Useita ilmastonmuutoksen hillitsemiseen tähtääviä lakeja ja asetuksia on kumottu tai niitä ei tueta. Vaikka nykyinen hallitus periaatteessa kannattaa ilmastonmuutoksen torjuntaa, se on itse asiassa ryhtymässä enemmän toimiin, jotka kumoavat nämä pyrkimykset. Säännökset rakennetun ympäristön kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisestä ovat voimassa toistaiseksi, mutta voivat myös kärsiä hallituksen haluttomuudesta edistää niitä tehokkaasti.
- Peräkkäiset Uuden-Seelannin hallitukset ovat tehneet vain vähän aloitteita edistääkseen kiertobiotaloutta ja investointeja biopohjaisiin tuotteisiin, vaan ovat mieluummin omaksuneet kannan, jonka mukaan tällaisten aloitteiden on edistyttävä taloudellisesti sääntelemättömässä ympäristössä.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

5.1 Toimintaympäristö (PESTEL) – Ruotsi

Biopolttoaineiden jakeluvelvoitteen lasku on esimerkki poliittisten päätösten lyhytnäköisyydestä. Sahauksen sivuvirroilla on laajahko (myös lastulevy- ja etenkin pellettiteollisuus) asiakaskunta.

Poliittinen

- Ruotsin hallitus on asettanut tavoitteeksi olla fossiilivapaa hyvinvointiyhteiskunta vuoteen 2045 mennessä. Tavoite sisältää biotalouden edistämisen. Ruotsilla on myös biotaloutta tukeva poliittinen kehys, mukaan lukien kansallinen biotalousstrategia.
- Ruotsin metsälaki edellyttää kestävää metsänhoitoa, joka varmistaa metsäbiomassan pitkän aikavälin saatavuuden biotaloudelle.
- Politiikassa on havaittavissa epävarmuutta vihreän teknologian kannustimien suhteen. Ruotsissa päätettiin viedä kansallisen uusiutuvien biopolttoaineiden jakeluvelvoitemalli EU-velvoitteen minimitasoiseksi vuonna 2024. Erona Suomeen on se, että Ruotsin jakeluvelvoitemallissa ei esimerkiksi ole mukana biometaania.

Ekonominen

- Biotalouden on arvioitu olevan n. 8-10 % Ruotsin kokonaisarvonlisäyksestä ja n. 20 % viennin kokonaisarvosta 2020-luvulla. Ruotsin biotaloudella on hyvät kasvumahdollisuudet, ja sen arvioitu markkina-arvo on 500 miljardia kruunua vuoteen 2030 mennessä. Ruotsin biotaloudessa on merkittävää kasvupotentiaalia, mutta resurssien tehokkaampaan käyttöön tarvitaan mm. digitalisaatiota ja jatkuvaa tuotesuunnittelua.
- Ruotsissa on moninkertainen puupellettien tuotanto Suomeen verrattuna, ja lisäksi maassa on kaksi lastulevytehdasta, jotka tarjoavat kysyntää sahauksen sivutuotteille.

Sosiaalinen

- Ruotsalaiset suhtautuvat yleisesti hyvin myönteisesti biopohjaisiin tuotteisiin ja uusiutuvaan energiaan, pellettien kotitalouskäyttö hyvä esimerkki.
- Valtaosa metsä-/hakkuutähteistä käytetään tällä hetkellä lämmitykseen ja sähköntuotantoon yhdessä puupellettien kanssa, ja näin uskotaan jatkuvan myös lähitulevaisuudessa.
- Ruotsin metsäteollisuudella on pitkät perinteet kestävästä metsänhoidosta, jota yhteiskunta kunnioittaa, joka sitä kautta tukee biotaloustuotteiden asemaa ja kehitystä.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

5.1 Toimintaympäristö (PESTEL) – Ruotsi

Ruotsissa on paljon puhetta uusista biotuotteista mutta todellisia, laajamittaisia kaupallisia läpimurtoja on melko rajallisesti.

Teknologinen

- Ruotsilla näyttäisi olevan vahva biotalouden tutkimus- ja kehityskapasiteetti, jossa on mukana useita johtavia tutkimuslaitoksia (mm. Bioinnovation, Bio+ ja RI.SE.) ja eri yrityksiä. Induforin haastatteluissa kuitenkin mainittiin, että yhteistyökumppaneita/toimijoita tarvittaisiin lisää, jotka auttavat yhdistämään teollisuuden ja raaka-aineet paremman integraation saavuttamiseksi.
- Yksi johtavista eurooppalaisista puuraaka-aineen käyttöön perustuvista biojalostamoista sijaitsee Domsjössä, Ruotsissa. Laitos käyttää uusiutuvaa puuta raaka-aineena ja prosessoi sen erilaisiksi biotaloustuotteiksi, kuten perus sellutuotteiksi ja sen lisäksi biometanoli ja ligniini -tuotteiksi.
- Suurten loppukäyttäjäteollisuuksien tuki (esim. Outukumpu/Envigas, biohiili) tuotteen ja teknologian kehittämiseen nähdään tärkeänä.

Ekologinen

- Biotalous on ratkaiseva tekijä siirtymisessä kestävään hyvinvointiyhteiskuntaan.
- Ruotsin hallituksen mukaan ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi fossiilisten raaka-aineiden ja - polttoaineiden käyttöä on vähennettävä merkittävästi, ja kasvava biotalous voi edistää ilmastohyötyjä ja kestävää kehitystä tarjoamalla vaihtoehtoja fossiilisille tuotteille.
- Fossiilisten tuotteiden korvaaminen uusilla biopohjaisilla tuotteilla on ratkaisevaa Ruotsin pyrkimyksissä olla hiilineutraali vuoteen 2045 mennessä. (Suomen sama tavoite on saavuttaa hiilineutraalisuus vuoteen 2035 mennessä).

Lainsäädäntö

- Ruotsilla on biotaloudelle tukikehys, mukaan lukien Ruotsin metsälaki ja ympäristölaki. Haastateltujen yritysten mukaan, kyseisten lakien ja säädösten olisi oltava pitkäaikaisia, jotta ne hyödyttäisivät uusia (bio)tuotteita.
- Ruotsi on osapuolena useissa kansainvälisessä sopimuksissa, jotka tukevat luonnonvarojen kestävää käyttöä ja biologisen monimuotoisuuden suojelua.

© 2024 Indufor Group

Indufor

5.1 Toimintaympäristö (PESTEL) – Kanada

Kanadan politiikassa on rakenteita ja kannustimia, jotka edistävät biotuotteiden kehittämistä. Resursseja jaetaan ja yhteistyötä tehdään teollisuuden, valtion ja tutkimuslaitosten välillä.

Poliittinen

- Kanadan hallitus on asettanut Net-Zero-tavoitteet vuodelle 2050, jota tukevat erilaiset poliittiset rakenteet ja kannustimet.
- Liittovaltion rahoitusaloitteita on vähähiilisen teknologian, materiaalien ja biotuotteiden kehittämiseksi. Esimerkiksi Net-Zero Accelerator ”kiihdytin”, 8 miljardia Kanadan dollaria ja Clean Growth Program (CGP) ,155 miljoonaa Kanadan dollaria.
- Eri provinsseilla on myös tarjolla rahoitusta ja kannustimia metsäbiotalouden edistämiseksi ja teollisuuden kiinnostuksen lisäämiseksi. Esimerkkeinä BC Indigenous Forest Bioeconomy Program ja muualla maassa mm. Ontario Centre for Research & Innovation in the Bio-Economy (CRIBE) ja Nova Scotian Greenspring Bioinnovation Hub-ohjelmat.

Ekonominen

- Korkea inflaatio ja kohonneet polttoainekustannukset voivat saada kuluttajat harkitsemaan kulutustaan. Ihmiset ovat ottaneet käyttöön vähähiilisempiä käytäntöjä, mutta perinteinen fossiilisten polttoaineiden teollisuus ja tuotanto on edelleen tärkeä osa Kanadan taloutta.
- Hiilen/hiilipäästöjen hinnoittelupolitiikka on edelleen kiistanalaista/epäselvää.

Sosiaalinen

- Yhteiskunnassa on kasvanut tietoisuus tarpeesta torjua ilmastonmuutosta ja pyrkiä kohti pieniä hiilidioksidipäästöjä. Tämä on kuitenkin edelleen haastavaa Kanadan tapauksessa, jossa infrastruktuuri on suunnattu yksityisautoille ja julkinen liikenne on yleistä ainoastaan kaupunkikeskuksissa.
- BC:n alueella merkittävä panostus asuntojen saatavuuden parantamiseen ja kiireelliseen asuntorakentamistarpeeseen on johtanut siihen, että kehittämisen päähuomio on puurakentamisen ja uusien puutuotteiden kehittäminen, uusien biotuotteiden sijaan.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

5.1 Toimintaympäristö (PESTEL) – Kanada

BC:n alueella kiireellinen asuntotarve on johtanut puurakentamisen ja uusien puutuotteiden kehittämiseen, uusien biotuotteiden sijaan.

Teknologinen

- Merkittävää tutkimustoimintaa harjoittavat Natural Resources Canada, FPInnovations ja yliopistoihin liittyvät tutkimuslaitokset ja ryhmät. Näiden osapuolten ja teollisuuden välillä on merkittävää yhteistyötä.
- Erityisesti biopolttoaineisiin, ligniineihin ja komposiittituotteisiin liittyen tehdään merkittävää tutkimusta.

Ekologinen

- Ilmastonmuutoksen vaikutukset ovat yhä enemmän kanadalaisten mielessä. Muutaman viime kesän aikana metsäpalot ovat tuhonneet Länsi-Kanadan, Luoteisterritorioiden sekä Pohjois-Québecin ja Ontarion metsiä, mikä näkyy ihmisten ajatuksissa ja mielipiteissä.
- Metsien hävittäminen, erityisesti koskien vanhoja metsiä BC:ssä ja karibun elinympäristöä Quebecissä ja Ontariossa, on yhä useammin mielenosoitusten kohteena ja siitä kerrotaan lisääntyvästi tiedotusvälineissä. Tämä vaikuttaa paikallisiin sahoihin ja sivutuotteiden tarjontaan.

Lainsäädäntö

- Canadian Net-Zero Emissions Accountability Act, josta tuli laki 29. kesäkuuta 2021, kirjaa lainsäädännössä Kanadan sitoumuksen saavuttaa nettonollapäästöt vuoteen 2050 mennessä. Tämän lainsäädännön tukemiseksi on annettu erilaisia poliittisia aloitteita.
- Kanadan Clean Fuel Regulations tukee biopolttoaineiden kehittämistä. Monet tällä hetkellä tuotannossa olevista laitoksista käyttävät kuitenkin maatalouden raaka-aineita ja sivutuotteita, kuten maatalousjätteitä, rypsiä tai soijaa, metsäteollisuuden sivutuotteiden sijaan.

© 2024 Indufor Group

Indufor

6 Yhteenveto

6. Yhteenveto

Termokemiallisten prosessien tuotteet saavat korkeimmat kokonaispisteet.

- Termokemiallisten prosessien tuotteet saavat korkeimman kokonaispistemäärän kun otetaan huomioon raaka-aine, lopputuotemarkkina, teknologinen valmius, sekä toimintaympäristöanalyysit. Tuoteryhmä saa korkeimmat pisteet teknologisen kypsyyden, raaka-aineen sekä toimintaympäristön näkökulmasta.
- Myös kuidut / komposiitit sekä liikennepolttoaineet rikkovat 40 pisteen rajan. Kuidut / komposiitit saavat korkeimmat pisteet teknologisesta valmiudesta sekä lopputuotemarkkinoiden osalta kun taas liikennepolttoaineiden osalta korkein pistemäärä tulee lopputuotemarkkinoista.
- Ligniinien sekä furfuraalien osalta teknologinen valmius antaa tuoteryhmien korkeimmat pistemäärät.

Tuoteryhmä	Kuidut / komposiitit	Termo-kemiallisten prosessien tuotteet	Liikenne-polttoaineet	Orgaaniset hapot	Ligniinit	Furfuraalit
TRL (1-9)	8	8	7	6	7	6
Lopputuotemarkkinat (1-5)	5	5	5	2	3	2
Raaka-aine (1-5)	4	5	4	2	3	1
Toimintaympäristö (PESTEL)	26	28	24	25	23	23
Yhteensä	**43**	**46**	**40**	**35**	**36**	**32**

 © 2024 Indufor Group

Indufor

Liite 1 - Maaprofiilit

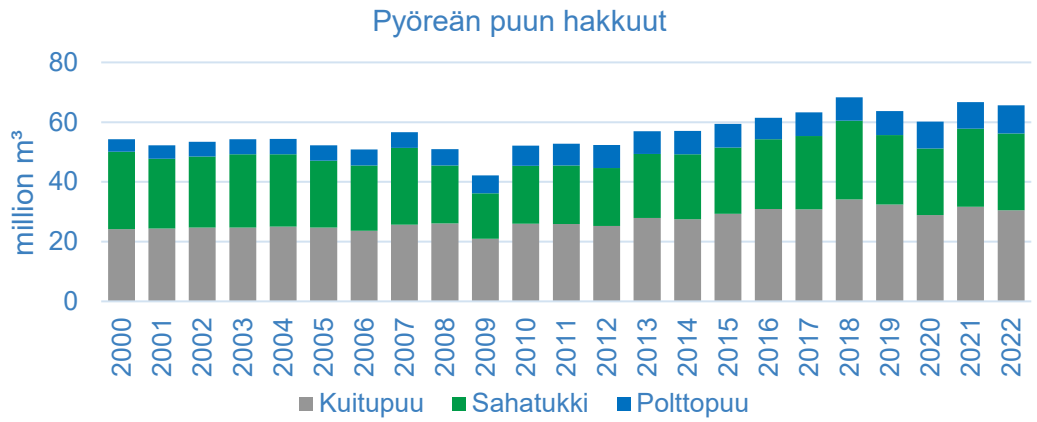
Liite 1 – Maaprofiilit – Suomi

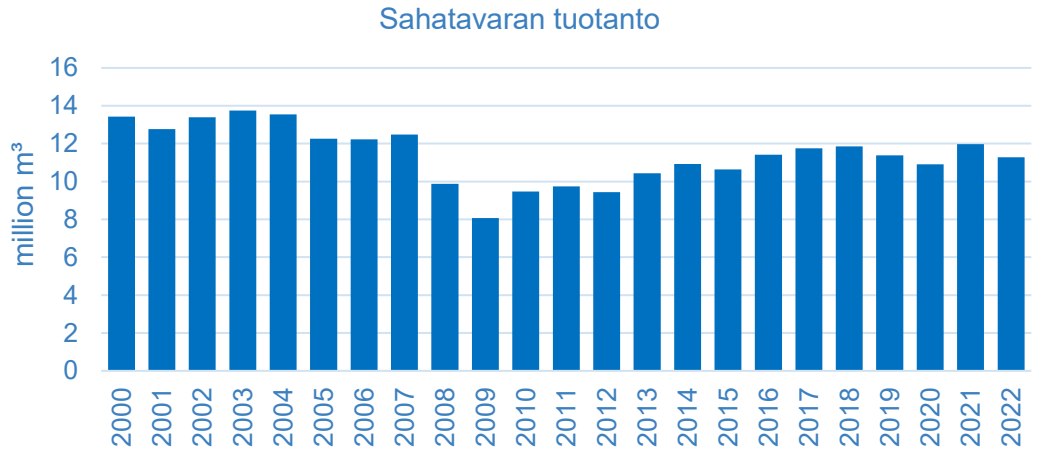
Metsien kokonaiskasvu on lähes 110 milj. m³/v. Kestävä korjuutaso noin 80 milj. m³/v. Kestävästä puunkorjuutasosta noin 90 % eli 70–75 milj. m³/v on korjattu keskimäärin viime vuosina.

Suomessa metsät ovat pääosin yksityisten omistamia (59 %), erityisesti Etelä- ja Keski-Suomessa. Suurin osa Etelä- tai Keski-Suomessa sijaitsevista puunjalostusyrityksistä joutuu tukeutumaan yksityismetsänomistajiin puunraaka-aineen hankinnassa. Valtion metsät, 26 % kokonaismetsäalasta, sijaitsevat pääosin Pohjois-Suomessa ja osittain Itä-Suomessa. Loput 6 % kuuluvat kunnille, seurakunnille, yhteismetsille ja muille pienille yhteisöille.

Suomessa on viimeisten viiden vuoden aikana tuotettu keskimäärin 11–12 miljoonaa m³ sahatavaraa vuodessa. Tuotanto jakautuu tasan kuusen (*Picea abies*) ja männyn (*Pinus sylvestris*) kesken. Vain 0,5 % tuotannosta on lehtipuuta.

Vuosittainen vanerintuotanto on ollut 1,0 miljoonan m3:n tasolla, jossa koivuvanerin ja koivuviilutuotannon osuus on ollut n. 40 % tuotantomääristä ja kuusivanerin 60 %. LVL (kuusi) tuotanto vaihtelee 200 000–300 000 milj. m³/v. Sellun tuotanto noin 10 miljoonaa tonnia per vuosi. Suomessa on vain yksi lastulevytehdas ja yksi kuitulevytehdas. Pelletin tuotanto on noin 350 000 tonnia/vuosi.





.

 © 2024 Indufor Group

Indufor

Liite 1 – Maaprofiilit – Ruotsi

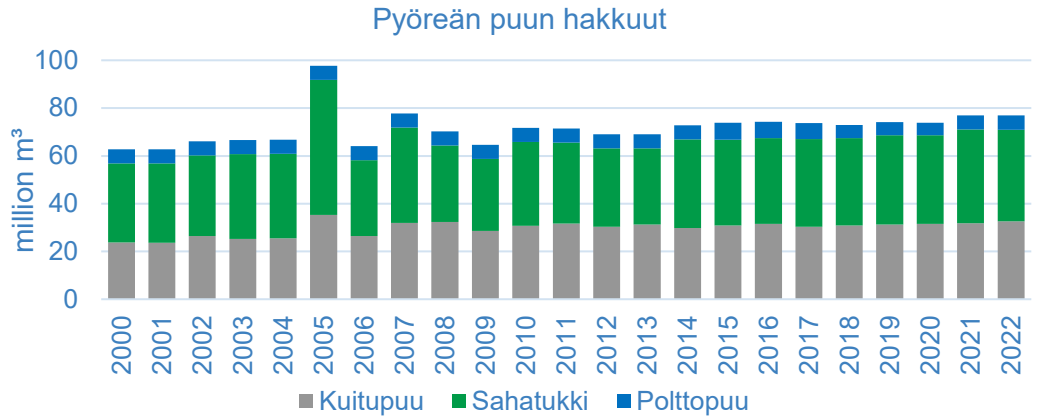
Metsien kokonaiskasvu on lähes 116 milj. m³/v. Kestävä korjuutaso noin 95–100 milj. m³/v. Kestävästä puunkorjuutasosta noin 90 % eli 85–90 milj. m³/v on korjattu keskimäärin.

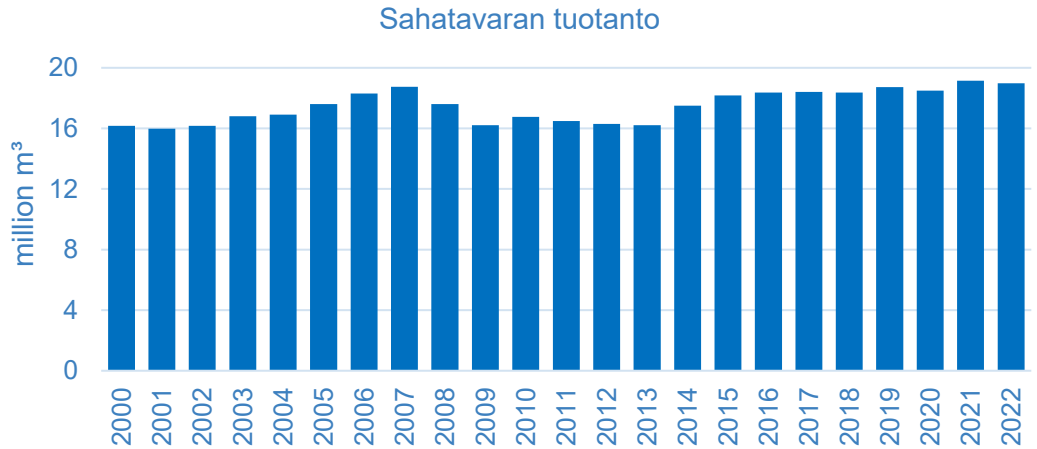
Hakkuumäärät ovat lisääntynyt 24 % vuodesta 2000. Havutukin osuus on 53 % ja havukuitupuun 37 % kokonaiskorjuumääristä.

Ruotsin metsien omistusrakenne on yhdistelmä perheyrityksiä/yksityisiä mm. maanviljelijöitä ja laajaa metsäteollisuuden yritysomistusta Suomeen verrattuna. Valtion omat metsät ja valtion yhtiöt omistavat metsäalueesta noin 20 %.

Ruotsin sahatavaran tuotanto oli noin 19 miljoonaa kuutiometriä vuonna 2022. Yli 60 % tuotetusta sahatavarasta on mäntyä. Sellun tuotanto noin 12 miljoonaa tonnia per vuosi. Ruotsissa on kaksi lastulevytehdasta ja yksi vaneritehdas. Ruotsi on iso pelletin tuottaja verrattuna Suomeen. Pelletin vuosituotanto on noin 1,8 miljoonaa tonnia/v, eli viisikertainen verrattuna Suomeen.

.





 © 2024 Indufor Group

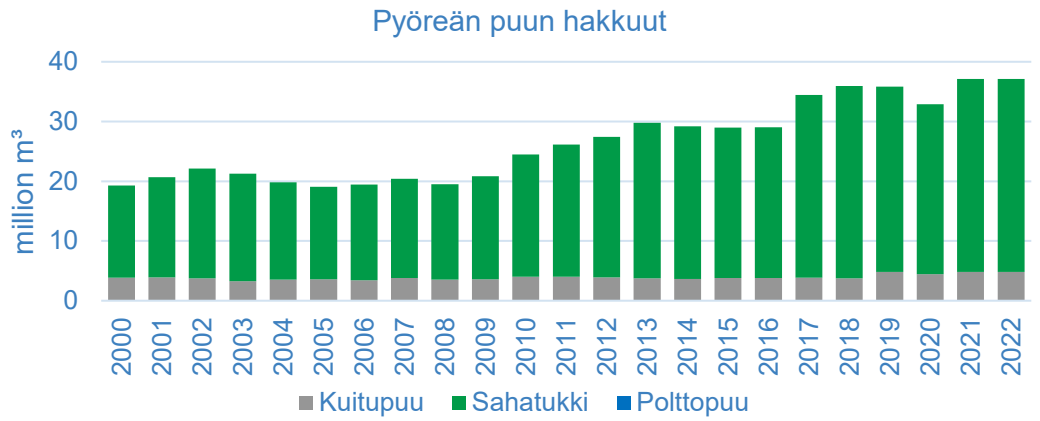
Indufor

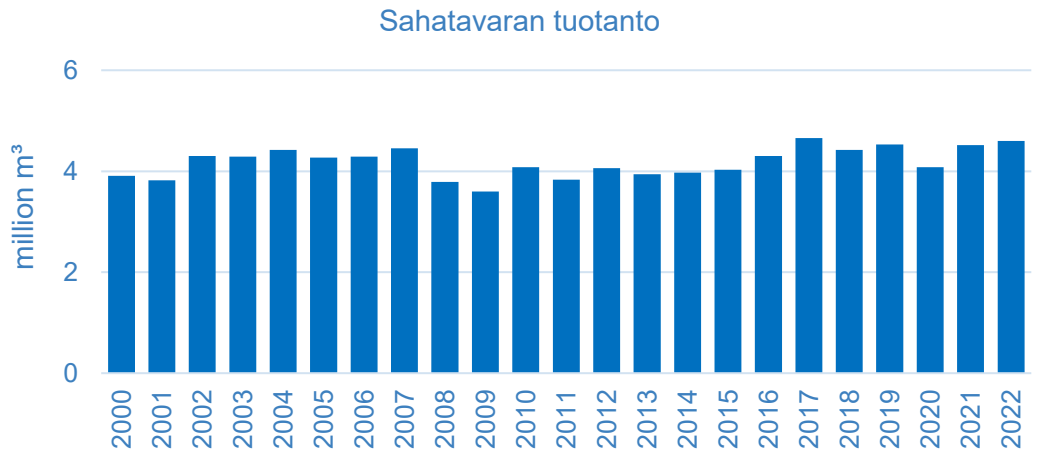
Liite 1 – Maaprofiilit – Uusi-Seelanti

Uudessa-Seelannissa on noin 10 miljoonaa hehtaaria metsää (Suomessa 26.3 Mha), mikä kattaa 38 % maan pinta-alasta. Vallitseva istutuspuulaji, radiata-mänty, kasvatetaan tyypillisesti 25–35 vuoden kiertoajalla. Uuden-Seelannin istutusvaroista tuleva puuvirta on noin 30–35 miljoonaa m³/vuosi.

Uusi-Seelanti käytti vuonna 2022 kotimaassaan omilla tehtailla noin 14 miljoonaa m³ ja vientiin meni 20 miljoonaa m³. Sahateollisuus käsittelee suurimman osan tukkeista noin 8 milj. m³/v, ja sahatavaran tuotanto Uudessa-Seelannissa on ollut suhteellisen vakaata viime vuosina. Puun vienti on merkittävää, 60 % hakkuumääristä, ja josta suurin osa viedään, lähes 90 %, Kiinaan. Sekä puun hakkuut että puun vienti ovat kaksinkertaistuneet viimeisen 20 vuoden aikana.

Maassa on muutama suurempi saha, jotka tuottavat yli 300 000 m³/v sahatavaraa. Maassa on myös pienempiä sahoja. Vuosituotanto on pysynyt vakaana noin 4 miljoonassa m³ ja vienti 1,5 miljoonaa m³ pääasiassa Yhdysvaltoihin (27 %), Kiinaan (18 %) ja Australiaan (17 %). Uudessa-Seelannissa on kaksi lastulevytehdasta, kolme MDF tehdasta ja kolme vaneritehdasta. Selluntuotanto noin 1.3 miljoonaa tonnia/vuosi ja pelletin tuotanto noin 75 000 tonnia/vuosi.





 © 2024 Indufor Group

Indufor

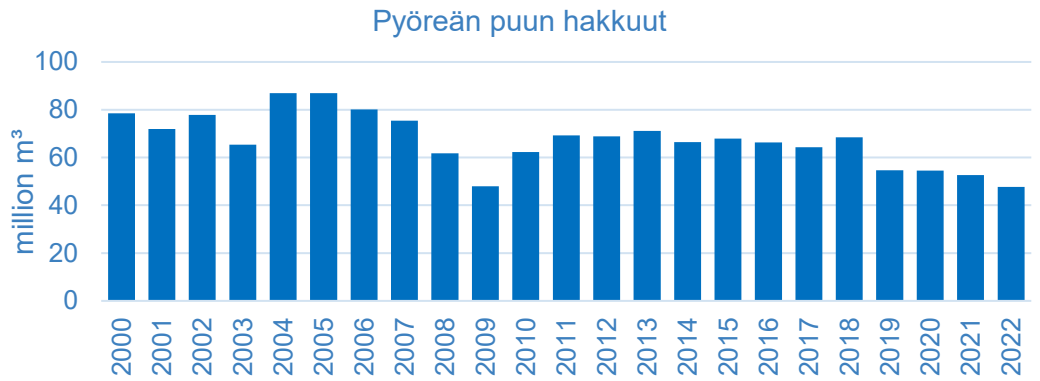
Liite 1 – Maaprofiilit – Brittiläinen Kolumbia, Kanada

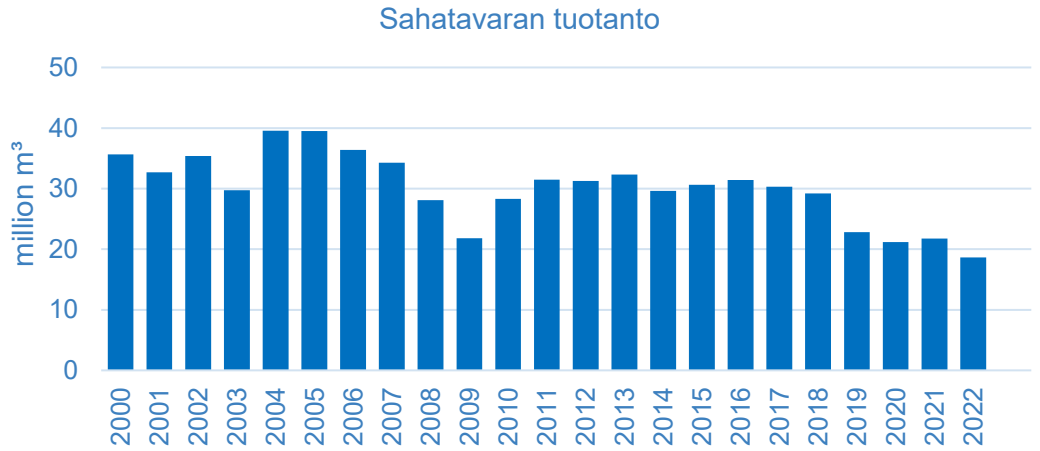
Brittiläisen Kolumbian hakkuumäärät ovat laskeneet huomattavasti viime vuosina vuosikymmenen 1990 lopun laajojen metsätuhojen (mountain pine beetle) ja suojelurajoitusten sekä metsäpalojen vuoksi. Vuosikymmenen 2000 alun hakkuumääristä 80–90 miljoonaa m³/vuosi on pudottu tasoon noin 50 miljoonaa m³/vuosi.

BC:n metsäteollisuutta hallitsee viisi suurta tuottajaa, joilla on yhteensä 28 sahaa ja useita muita tuotantolaitoksia, kuten sellu-,paperi-, pelletti- ja jalostuslaitoksia sekä vaneri ja OSB tehtaita. BC:ssä on kaksi MDF tehdasta. BC:ssä on myös paljon pienempiä ja keskisuuria sahayrityksiä, joiden kapasiteetti on vähintään 100 000 m³/vuosi sahatavaraa.

Viimeaikaiset hakkuurajoitukset ovat johtaneet joidenkin tehtaiden sulkemiseen, mikä on vaikuttanut suuriin tuottajiin, kuten sahayritys Canforiin. Canfor sulki äskettäin Chetwynin sahan, tuotanto 250 000 m³/vuosi sahatavaraa ja pellettitehtaansa, tuotanto 120 000 m³/vuosi pellettiä, sekä myös Houstonin sahan, tuotanto 600 000 m³/vuosi sahatavaraa.

Selluntuotanto BC:ssä noin 9 miljoonaa tonnia/vuosi ja pelletin vuosituotanto on noin 1,3 miljoonaa tonnia/v.





Liite 1

© 2024 Indufor Group

Indufor

Indufor Oy
Kaivokatu 10 A
FI-00199 Helsinki
FINLAND
Tel. +358 50 331 8217

Indufor Asia Pacific (Australia) Pty Ltd
Level 8, 276 Flinders Street, Melbourne
PO Box 425, Flinders Lane, VIC 8009
AUSTRALIA
Tel +61 39639 1472

Indufor Asia Pacific
7th Floor, 55 Shortland St
Auckland City 1143
NEW ZEALAND
Tel. +64 9 281 4750

Indufor North America LLC
1025 Connecticut Avenue, NW Suite 1000
Washington, DC 20036
USA
Tel. +1 202 677 5312

Indufor China
2-401 No. 690 Bibo Road
Pudong District, Shanghai
CHINA
indufor@induforgroup.com

https://induforgroup.com/

Indufor