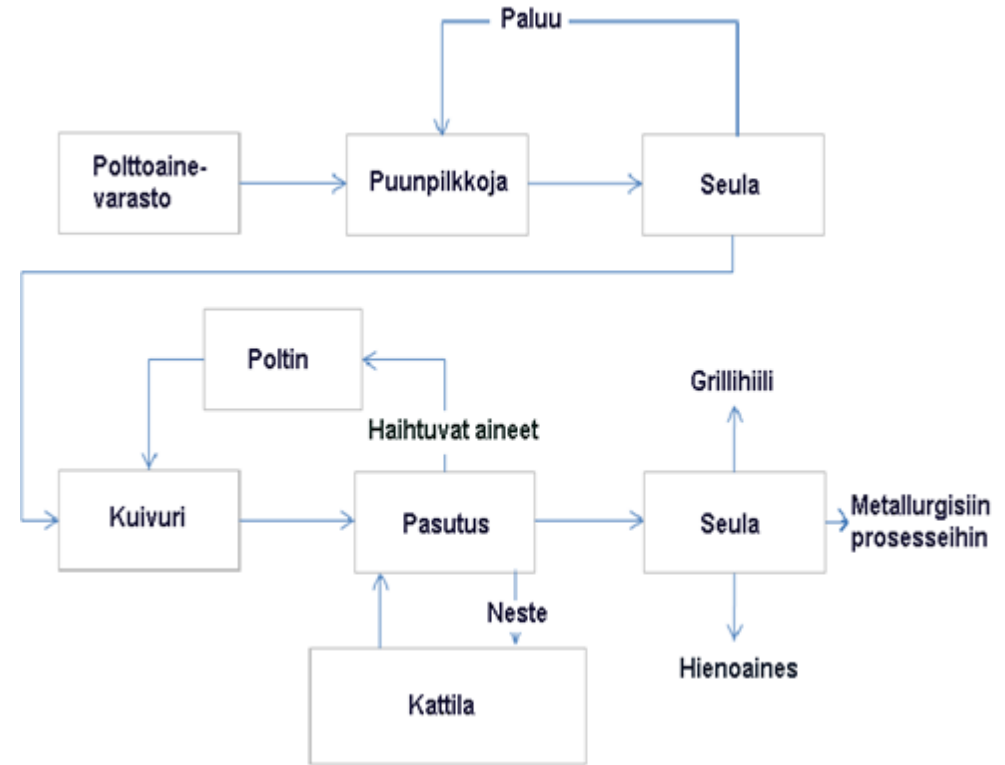




Biopolttoaineen torrefiointi

Torrefioinnilla tarkoitetaan biopolttoaineen lämpökäsittely- sekä muunto-prosessia hydrofiilisestä materiaalista hydrofobiseksi. Prosessi suoritetaan 250-300 °C:ssa inertissä ympäristössä (savukaasut). Näissä lämpötiloissa tehtävällä kuivan puun lämpökäsittelyllä muutetaan selluloosan, hemiselluloosan sekä ligniinin (puun pääkomponentit) välistä sitoutumista. Hemiselluloosa on puun vähiten lämpöä kestävä komponentti ja siitä muodostuu suurin osa torrefioinnissa syntyvistä aineosista. Hemiselluloosan pilkkoutuminen aikaansaa lisäksi tiettyjä muutoksia ligniinin rakenteeseen vaikuttamatta kuitenkaan merkittävästi selluloosaan.

Prosessi kehitettiin ensimmäisenä Ranskassa 1930- luvulla. Ennen 1980-luvun alkua prosessia ei oltu paljoa dokumentoitu. Todennäköisesti alkusysäyksenä oli 1970- luvulla ollut öljykriisi. Tuolloin tuotetta haluttiin käyttää metallurgisiin sovelluksiin. Ranskaan rakennettiin pieni tuotantolaitos (tähän saakka ainoa) ja vuonna 1988 siinä tuotettiin 10 000 tonnia torrefioitua puuta. Tuotetta käytettiin ennenkaikkea pelkistimenä alumiinin tuotantoon tarkoitetuissa sähköuneissa..



PECHINEY Electrometallurgy:n yhteydessä olevan torrefiointilaitoksen prosessikaavio

Torrefioidun puun analyysit

Taulukossa 1 vertaillaan raaka- sekä torrefioitua puuta eri lämpötiloissa [Pentananunt 1990]. Taulukko osoittaa, että kosteuspitoisuuden alenemisen lisäksi myös haihtuvien aineiden osuudet pienenevät. Vety- sekä happopitoisuus alenee kun taas hiilipitoisuus puolestaan kasvaa. Tämän seurauksena materiaalin lämpöarvo kasvaa n. 10-15% torrefiointiajasta sekä –lämpötilasta riippuen (katso energian- sekä massantuotto).

Taulukko 1 a: Puun, puuhiilen sekä torrefioidun puun nopea analysointi (kosteus-%)

Torrefioitu puu		Kosteus-pitoisuus	Haihtuvat aineet	Hiili	Tuhka
Viipymäaika (h)	Lämpötila C				
2	250-260	4,0	66,47	28,55	0,98
	260-270	3,8	62,85	32,36	0,98
3	250-260	3,5	65,71	30,24	0,54
	260-270	3,2	65,71	30,24	0,65
Puu		11,3	69,8	18,2	0,74
Puuhiili		5,8	31,90	59,9	2,40

Taulukko 1 b: Puun, puuhiilen sekä torrefioidun puun alkuaineanalyysi (kuiva-aine-%)

Torrefioitu puu						H/C	O/C
Viipymäaika (h)	Lämpötila C	C	H	O	N		
2	250-260	59,98	5,40	33,35	0,25	1,08	0,41
	260-270	60,98	5,10	32,69	0,21	1,00	0,40
3	250-260	63,44	5,10	30,72	0,18	0,96	0,39
	260-270	64,37	5,00	29,80	0,17	0,94	0,38
Puu		51,91	6,10	41,0	0,10	1,40	0,60
Puuhiili		82,16	3,30	11,9	0,10	0,48	0,11

Energia- ja massatuotto

Taulukossa 2 on luetteloitu eri viitteissä raportoituja massa- sekä energia-tuottoja ja millaisia reunaehtoja tutkimuksessa käytettiin. Taulukon mukaan massatuotto vaihtelee välillä 43-87 % puulajista, lämpötilasta sekä viipymisajasta riippuen. Energiatuotossa on myös suuria vaihteluita. Alhaisin energiatuotto on 50 % ja korkein n. 93 %. Jotkut tulokset ovat näitäkin korkeampia. [Prins 2006] raportoi n. 95 % massatuoton sekä vastaavia tuloksia energiatuotossa lehtikuusen lämpökäsittelyllä. Kuitenkaan tässä tapahtuvaa prosessia ei pidä käsitellä torrefiointina, koska rakenteelliset muutokset tässä puulajissa ovat hyvin vähäisiä.

Taulukko 2: Massa- sekä energiatuotto torrefioinnissa

raaka-aine	Massasaanto (%)	Energiasaanto (%)	Lämpöarvo (MJ/kg)	Lämpö (°C)	Viipymäaika (min)
Vehnäolki	72,0	77,0	20,7	270	30
Ruokohelpi	71,0	78,0	20,8		
Paju	80,0	86,0	21,7		
Vehnäolki	55,1	65,8	22,6	290	30
Ruokohelpi	61,2	69,0	21,8		
Paju	72,0	79,2	21,9		
Paju	87,0	95,0	19,4	250	30
Paju	67,0	79,0	21,0	300	10
Puujäte	56,0	65,0	22,8	270	30
Puujäte	54,0	62,0	23,0		60
Puujäte	43,0	50,0	23,1		90
Koivu	68,9	88,3	21,1	280	120
Mänty	72,1	92,9	22,3		
Bagassi	64,7	82,8	19,8		

Käynnissäolevat projektit (Kevät 2009)

1. UMEÅ/ ÖVIK: Ruotsalainen Energimyndigheten on vuonna 2009 myöntänyt 41 miljoonaa kruunua kahdelle projektille joissa pyritään parantamaan biopolttoaineeksi tarkoitettun biomassan jalostusta. Örnköldsvikissä sijaitsevan kehittäislaitoksen rakentamiseen ohjataan yli 27 miljoonaa kruunua.

2. BO2PELLETS: ECN, ECONCERN sekä CHEMFO pääsivät vuonna 2007 sopimukseen [Econcern 2007] biopolttoaineen torrefiointi- sekä pelletointilaitoksen rakentamisesta. Suunnitelmia on kuitenkin siirretty tulevaisuuteen todennäköisesti viime vuosien rahamarkkinoiden epävakaa tilanteen vuoksi.

3. Torfech Group: pohjoismainen yritys, joka valmistaa TORBED®-merkkisen poltto- sekä kaasutusreaktorin vakuuttaen, että 60 000 tonnia torrefioitua polttoainetta/vuosi tuottava laitos tulee olemaan rakenteilla ja että toimeksianto tullaan saamaan vuoden 2010 alussa [Dodson 2009].

3. Airless Systems Ltd: Tämä englantilainen yritys korostaa omaavansa maailmanlaajuisesti patentoidun torrefiointitekniikan. Ei kuitenkaan ole tietossa että he olisivat rakentaneet mitään laitosta. Kotisivujensa mukaan he mitoittavat sekä valmistavat kuivaus-, torrefiointi- sekä jäähdytysjärjestelmiä [Airless Systems 2009].

4. American refining & Biochemical Inc. Sai vuonna 2008 1 M\$ Pennsylvanian hallitukselta 60 000 tonnia/vuosi tuottavan torrefiointilaitoksen rakentamiseen.

5. Bioware on pieni yritys, joka on irtautunut University of Campinas/ Brazil- yliopistosta. Yritys on kehittänyt yhteistyössä yliopiston tutkijoiden kanssa kapasiteetiltaan 100 kg/h olevan torrefiointilaitoksen [Felfli 2009]. Laitosta käytetään pilottilaitoksena tutkimus- sekä kehitystoiminnassa.

Prosessikemia

Puu koostuu kolmesta pääkomponentista; selluloosasta, hemi-selluloosasta sekä ligniinistä. Nämä kolme ainetta ovat kemiallisesti heikosti sitoutuneita polymeerejä. Yli 200 °C lämpötiloissa tehtävällä kuivan puun lämpökäsittelyllä näiden sitoutumisten rakennetta muutetaan [Bourgois 1988]. Bourgois raportoi, että röntgenanalyysissä havaitussa paahdetun puun selluloosan rakenteessa ei esiinny suuria muutoksia.

Puukomponenttien osuuksissa ei esiinny suuria eroja kovan sekä pehmeän puun välillä. Kuitenkin hemiselluloosan koostumuksessa on eroja kovan sekä pehmeän puun välillä. Kovan puun hemiselluloosa sisältää 80-90 % ksyleeniä, kun taas pehmeä puu sisältää 60-70% glucomannania sekä 15-30% arabinogalaktania [Prins 2005]. Ksylaani on lämpöherkempi kuin muut komponentit ja tämä selittää korkeammat massahäviöt kovan puun sekä oljen torrefioinnissa.

Huomio:

Kattavan lähdeluettelon saamiseksi ota yhteyttä: Hassan Salman / ETC.

The logo for ETC, consisting of the letters 'ETC' in a bold, italicized, red sans-serif font.

***Hassan Salman
+46 911 23 23 87***