



# SUOMALAISET BIO- JA KIERTOTALOUDEN PROSESSITEKNIIKAN PILOTOINTIYMPÄRISTÖT

Kirjoittajat: Mika Härkönen, Venja Henningsen, Anu Kaukovirta-Norja

Luottamuksellisuus: Julkinen

<b>Raportin nimi</b> SUOMALAISET BIO- JA KIERTOTALOUDEN PROSESSITEKNIIKAN PILOTOINTIYMPÄRISTÖT	
<b>Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot</b> Työ- ja elinkeinoministeriö Mika Aalto Elinkeino- ja innovaatio-osasto PL 32, 00023 Valtioneuvosto	<b>Asiakkaan viite</b> EIO/LRT/Mika Aalto
<b>Projektin nimi</b> Suomalaiset bio- ja kiertotalouden pilotit -selvitys	<b>Projektin numero/lyhytnimi</b> 108769 / BioPilot selvitys
<b>Raportin laatija(t)</b> Mika Härkönen, Venja Henningsen, Anu Kaukovirta-Norja	<b>Sivujen/liitesivujen lukumäärä</b> 57
<b>Avainsanat</b> pilotointi, koetehdas, biotalous, kiertotalous, prosessiteknikka	<b>Raportin numero</b> VTT-R-00596-16
<b>Tiivistelmä</b> <p>Selvityksessä on koottu Suomessa toimivat bio- ja kiertotalouden prosessiteknikan "open access" pilotointiympäristöt. Bio- ja kiertotalouden prosesseilla tarkoitetaan tässä yhteydessä melko laajasti metsä-, kemian- ja polttoaineteollisuuden sekä teollisen biotekniikan ja elintarviketeknologian tyypillisiä tuotantoprosesseja. Selvityksessä pääpaino on julkisten toimijoiden, kuten tutkimuslaitosten, yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen yhteydessä toimivien pilotointiympäristöjen esittelyssä. Lisäksi mukaan on otettu sellaisten yritysten pilotointiympäristöt, joista ulkopuolisten on mahdollista ostaa tutkimuspalveluja. Myös alalla toimivat yritysruusutot yms. osaamiskeskittymät sekä alan teollisuuden omat pilotit ovat mukana selvityksessä, mutta näiden osalta luettelo ei ole kattava.</p> <p>Yhteenvedona voidaan todeta, että Suomesta löytyy paljon pienehköjä ns. semi-pilot mittakaavan laitteistoja läpi koko jalostusketjun, mutta suuremman pilot-mittan laiteympäristöjä on vain melko harvoilla toimijoilla. Suomessa on monipuolinen pilot-laitekanta uusien biopohjaisten materiaalisovellusten kehittämiseen, termokemiallisten teknologioiden prosessikehitystä tukevia uusia pilotteja, puupohjaisen biomassan prosessoinnin ja sellun valmistuksen monipuoliset semi-pilot-laitteistot, ja näitä tukeva monikäyttöinen kemian prosessiteknikan pilot-infra. Lisäksi löytyy hyvin mädätykseen perustuvan biokaasun ja ravinnepitoisen mädätteen yhteistuotannon koelaitteistoja, jopa demonstraatiomittakaavassa. Teollisessa biotekniikassa ja elintarvike-tekniologiassa löytyy melko paljon pienen mittakaavan pilot-laitteita, mutta suuren mittakaavan monipuolista biotekniikan pilottia maassamme ei ole. Chempolis Oy:n demonstraatiomittan biojalostamo on poikkeus, ja sen laajempi hyödynnettävyys avaisikin biomassaa hyödyntävien prosessien kehittämiseksi uusia mahdollisuuksia. Sellun valmistuksen pilottien muuntaminen uusille biotuotteille vaatii edelleen panostusta, jotta laitekanta saadaan paremmin vastaamaan bio- ja kiertotalouden prosessien tarpeita.</p> <p>Viime vuosien kehityksessä on selvästi havaittavissa yliopistojen vähentynyt panostus pilot-mittakaavan laitteisiin ja toisaalta vastaavasti ammattikorkeakoulujen ja VTT:n lisääntyneet investoinnit ja panostus uusien pilotointiympäristöjen rakentamiseen.</p>	
<b>Luottamuksellisuus</b>	julkinen
Espoossa 22.2.2016	
<b>Laatija</b> Mika Härkönen Principal Scientist	<b>Hyväksyjä</b> Kari Larjava Executive Vice President
<b>VTT:n yhteystiedot</b> Mika Härkönen, puh. 020 722 2942, <a href="mailto:mika.harkonen@vtt.fi">mika.harkonen@vtt.fi</a>	
<b>Jakelu (asiakkaat ja VTT)</b> Tilaa ja VTT. Julkaistaan avoimilla www-sivuilla.	
<i>VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.</i>	

# SUOMALAISET BIO- JA KIERTOTALOUDEN PROSESSITEKNIIKAN PILOTOINTIYMPÄRISTÖT

## Sisällysluettelo

1. YHTEENVETO .....	4
2. JOHDANTO.....	6
3. BIOPOLTTOAINEET ja TERMOKEMIAALLISET KONVERSIOT .....	7
3.1 Itä-Suomen yliopisto .....	7
3.1.1 Mekrijärven tutkimusasema .....	7
3.1.2 Biomateriaalien tutkimuslaboratorio (Kuopion kampus).....	9
3.2 Jyväskylän AMK, Biotalousinstituutti, Tarvaala .....	9
3.3 Luonnonvarakeskus Luke, Mädätykseen perustuvat biokaasun demolaitokset.....	10
3.4 Teknologian tutkimuskeskus VTT .....	11
3.4.1 Kaasutustekniikan pilotit, Bioruukin pilotointikeskus, Espoo .....	11
3.4.2 Pyrolyysitekniikan pilotit, Bioruukin pilotointikeskus, Espoo.....	13
3.4.3 Polttotutkimus sekä polttoaineen tuotanto ja käsittely, Jyväskylä .....	14
3.5 Savonia AMK, biokaasu- ja biojalostamokontit, Kuopio.....	15
3.6 Turun AMK, siirrettävä biokaasulaitos.....	16
4. BIOMASSAN PROSESSOINTI, SELLUN ja SELLUKUITUJEN VALMISTUS .....	16
4.1 Aalto Yliopisto, Kemian tekniikan korkeakoulu, Biotalousinfrastrukturi .....	17
4.2 Chempolis Oy, biojalostamo, Oulu.....	17
4.3 Jyväskylän yliopisto, soveltava kemia .....	18
4.4 Luonnonvarakeskus Luke, läpivirtauskuumavesiuutto, Vantaa .....	18
4.5 Mikkelin AMK, Savonlinnan Kuitulaboratorio.....	19
4.6 Keski-Pohjanmaan aikuiskoulutuskeskus, sellukeitin .....	21
4.7 Oulun yliopisto, Teknillinen tiedekunta, PuLa-pilot .....	21
4.8 SciTech-Service Oy / Experimentis Oy Inc.....	21
4.9 Tampereen teknillinen yliopisto, regeneroidun selluloosakuidun kehrulaite.....	22
4.10 Teknologian tutkimuskeskus VTT, Biomassan prosessoinnin ja sellukuitujen valmistuksen semi-pilot, Otaniemi.....	23
4.11 Åbo Akademi, Kuitu- ja selluloosateknologia.....	24
5. KEMIAN PROSESSITEKNIikka .....	25
5.1 Aalto-yliopisto, Kemian tekniikan korkeakoulu, Biotalousinfrastrukturi.....	25
5.2 Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Kemiantekniikan prosessien pilotit / The Centre for Separation Technology (CST).....	25
5.3 Centria AMK, ChemPlant -kemian koetehdas, Kokkola.....	28
5.4 Metropolia AMK, Kemiantekniikan koelaitteistot, Vantaa.....	29
5.5 Outotec Oyj, Dewatering Technology Center (DTC), Lappeenranta.....	29
5.6 Turun AMK, Kemiantekniikan koelaitteistot .....	30
5.7 Teknologian tutkimuskeskus VTT, Prosessikemian koetehtaat, Rajamäki, Otaniemi.....	31
5.8 Gelologian tutkimuskeskus GTK, Mineraalitekniikan laboratorio, Outokumpu .....	32
5.9 Oulun yliopiston koerikastamo (Minipilot) .....	33
6. TEOLLINEN BIOTEKNIikka JA ELINTARVIKETEKNOLOGIA .....	34
6.1 Helsingin yliopisto, Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos .....	34
6.2 Metropolia AMK, Bio- ja elintarviketekniikan laboratorio.....	35
6.3 Turun AMK, Biotekniikan ja elintarviketekniikan laboratoriot .....	36

6.4	Hämeen AMK, Opetusmeijeri, Hämeenlinna.....	37
6.5	Luonnonvarakeskus Luke, koehallilaitteisto, Jokioinen .....	37
6.6	Fenola Oy .....	37
6.7	Teknologian tutkimuskeskus VTT .....	38
6.7.1	Bioprosessiteknikan ja fermentoinnin pilot, Otaniemi.....	38
6.7.2	Elintavike- ja panimopilotit, Otaniemi.....	39
7.	BIOPOHJAISET MATERIAALIT.....	40
7.1	KCL Pilot Plant ja laboratorio .....	40
7.2	Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Kuitukomposiittilaboratorio.....	42
7.3	Oulun yliopisto, Biokomposiittilaboratorio.....	42
7.4	Tampereen teknillinen yliopisto, Päälystys-, pintakäsittely- ja laminointipilotit.....	43
7.5	Tampereen AMK, Paperi- ja pakkauslaboratorio.....	44
7.6	Teknologian tutkimuskeskus VTT .....	45
7.6.1	Kuituraina ja vaahtorainauksen tutkimusympäristö, Jyväskylä .....	45
7.6.2	Pintakäsittelyn ja päälystysten pilot-ympäristö, Otaniemi.....	46
7.6.3	Muovien ja biokomposiittien prosessointi ja konvergointi, Tampere.....	47
7.7	Valmet Oyj, Board and Paper Technology Centre.....	48
7.8	Åbo Akademi, Paperinjalostuksen laboratorio.....	48
8.	YRITYSTEN PILOTTEJA VAIN OMAAN KÄYTTÖÖN .....	49
8.1	Borealis Polymers Oy .....	49
8.2	DuPont Nutrition & Health / Danisco Sweeteners Oy .....	50
8.3	Kemira Oyj.....	50
8.4	Neste Oyj.....	50
8.5	Outotec Oyj, Porin tutkimuskeskus .....	50
8.6	UPM Kymmene Oyj .....	50
9.	YRITYSKEHITYS JA TEKNOLOGIAPUISTOT YMS.....	51
9.1	Business Oulu.....	51
9.2	CLIC Innovation Oy .....	51
9.3	Ekomo - Ämmässuon ekoteollisuuskeskus .....	51
9.4	Green Lappeenranta.....	52
9.5	Joensuun tiedepuisto.....	53
9.6	Jyväskylän seudun kehittämissyhtiö Jykes Oy.....	53
9.7	Kuopio Innovation .....	54
9.8	Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy.....	55
9.9	Peittoon kierrätyspuisto, Pori .....	55
9.10	Sirkkalan Energiapuisto, Joensuu .....	56
9.11	Smart Chemistry Park, Raisio .....	57
9.12	Tarvaalan biotalouskampus .....	57

## 1. YHTEENVETO

---

Tämä selvitys Suomessa toimivista bio- ja kiertotalouden pilotointiin ja ylöskaalauksen sopivista koelaitteista on tehty Työ- ja elinkeinoministeriön toimeksiannosta. Tarkoituksena on koota julkinen infopaketti, joka on avuksi yrityksille, tutkimustoimijoille ja rahoittajille uusien tuotteiden ja teknologioiden kehitystyössä sekä kaupallistamisessa.

Selvityksen kohteena olivat erityisesti julkisten toimijoiden, kuten tutkimuslaitosten, yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen yhteydessä toimivat ns. "open access" -pilotointiympäristöt. Lisäksi selvitykseen otettiin mukaan sellaisten yritysten pilotteja, joista ulkopuolisten on tietojemme mukaan mahdollista ostaa tutkimuspalveluja. Raportin lopussa on lyhyesti esitelty myös alalla toimivien yritysten omaan käyttöön tarkoitettuja pilotteja sekä yrityspuistoja ja muita vastaavia, erityisesti bio- ja kiertotalouden yrityksille palvelujaan tarjoavia toimijoita.

Bio- ja kiertotalouden prosesseilla tarkoitetaan tässä yhteydessä melko laajasti metsä-, kemian- ja polttoaineteollisuuden sekä teollisen biotekniikan ja elintarviketeknologian tyypillisiä tuotantoprosesseja. Tietolähteinä tässä selvityksessä käytettiin julkisia lähteitä (www-sivuja) sekä aikaisempia vastaavatyypisiä selvityksiä, sähköpostikyselyjä sekä tekijöiden omaa alan tuntemusta.

Suomesta löytyy paljon pienehköjä ns. semi-pilot mittakaavan laitteistoja, jotka kattavat hyvin koko jalostusketjun, mutta suuremman pilot-mittakaavan "open access" -laiteympäristöjä on vain melko harvoilla toimijoilla. Demonstraatiomitan laitteita ei oikeastaan ole muilla kuin teollisilla toimijoilla Luonnonvarakeskuksen mädätyslaitteistoja lukuunottamatta. Kooste piloteista on esitetty taulukossa 1 ja pilottien sijoittuminen maantieteellisesti Suomen kartalle kuvassa 1.

Suomessa olevalla pilot-laitekannalla on useita vahvuuksia: :

- Monipuolinen ja jatkuvasti nopeasti kehittyvä laitekanta uusien biopohjaisten materiaalisovellusten kehittämiseen
- Termokemiallisten teknologioiden prosessikehityksen uudet pilotit
- Puupohjaisen biomassan prosessoinnin ja sellun valmistuksen monipuoliset semi-pilot-laitteistot sekä näitä tukeva kemian prosessitekniikan pilot-infra erotus- ja reaktiotekniikan alueella
- Mädätykseen perustuvan biokaasun ja ravinnepitoisen mädätteen yhteistuotannon koelaitteet demonstraatiomittakaavaan saakka.

Teollisessa biotekniikassa ja elintarviketeknologiassa löytyy melko paljon suhteellisen pienen mittakaavan pilot-laitteita, jotka hyödyttävät korkeatasoista tutkimusta, mutta suuren mittakaavan monipuolista biotekniikan pilottia maassamme ei ole. Chempolis Oy:n demonstraatiomitan biomassan fraktiointia ja biomassajakeiden bioteknistä jatkojalostusta hyödyntävä biojalostamo on poikkeus, ja sen laajempi hyödyntäminen avaisikin uusia mahdollisuuksia biomassan hyödyntämisen prosessikehitykselle. . Periteisten sellunvalmistuksen pilot-laitteiden muuntamista uusille biotuotteille on jo tapahtunut, mutta siihen on edelleen syytä panostaa, jotta laitekanta saadaan paremmin palvelemaan uusia bio- ja kiertotalouden prosesseja.

Viime vuosien kehityksessä on selvästi havaittavissa yliopistojen vähentynyt panostus pilot-mittakaavan laitteisiin (esim. Aalto YO, Oulun YO) ja toisaalta VTT:n panostus uusiin pilotympäristöihin (mm. Bioruukki ja kuitututkimuksen ympäristö Jyväskylässä).

Ammattikorkeakoulut ovat myös panostaneet soveltavan tutkimuksen laitekantaan, mutta laitteiden

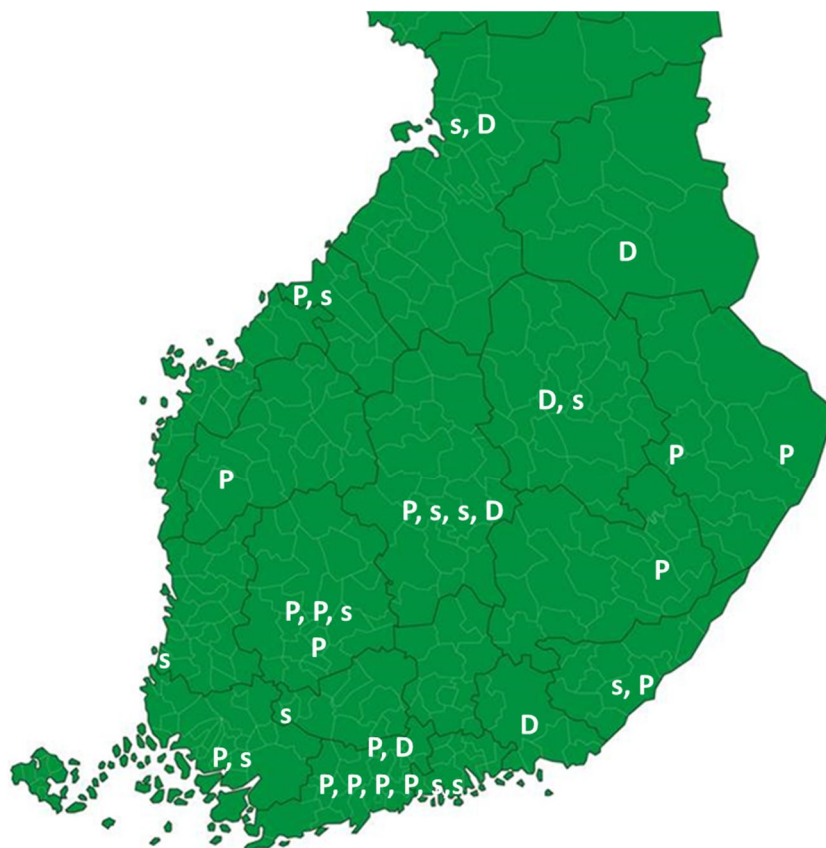
mittakaava on yleensä ollut suhteellisen pieni, poikkeuksena Mikkelin AMK:n Kuitulaboratorio (Savonlinna).

Jotta Suomen pilot-infrastruktuuria pystytään edelleen kehittämään palvelemaan entistä paremmin uudistuvia arvo- ja jalostusketjuja bio- ja kiertotalouden alueella ja tukemaan eri kokoisten yritysten tarpeita, , koordinoitua ja riittävää julkista panostusta jatkossakin. Toisaalta pilotointitoimijoiden yhteistyötä on mahdollista edelleen kehittää ja näin saada eri alueilla sijaitsevat pilotympäristöt laajempaan käyttöön. Pilotointi vaatii laitteistojen lisäksi monipuolista prosessi- ja automaatio-osaamista, koulutettua henkilökuntaa sekä laaja-alaista ymmärrystä ja tieto-taitoa bio- ja kiertotalouden konsepteista ja arvoketjuista.

*Yhteenvetotaulukko: Suomalaisten bio- ja kiertotalouden prosessitekniikan pilotit*

	Biopolttoaineet ja termokemialliset konversiot	Biomassan prosessointi ja sellun valmistus	Kemian prosessitekniikka	Teollinen biotekniikka ja elintarviketeknol.	Biopohjaiset materiaalit
Aalto yliopisto (Espoo)		s	s		
Helsingin yliopisto				P	
Metropolia (Vantaa)			s	s	
KCL (Espoo)		P			P
VTT (Espoo, Rajamäki, Tampere, J.kylä)	P	s	P	P	P
Tampereen AMK					s
Tampereen teknillinen YO					P
Hämeen AMK (Hämeenlinna)				P	
Turun AMK	s		s	s	s
Åbo Akademi		s			s
Sci-Tech Service Oy (Rauma)		s			
Oulun yliopisto		s	s		s
Chempolis (Oulu)		D			
Fenola (Kauhajoki)				P	
Centria AMK (Kokkola)			P		
Keski-Pohjanmaan aik.koul.kesk.		s			
Jyväskylän AMK	s				
Jyväskylän yliopisto		s			
Itä-Suomen YO (Mekrijärvi, Kuopio)	P				
Lappeenrannan tekn. YO			s		P
Outotec (Lappeenranta)			P		
Mikkelin AMK (Savonlinna)		P			
GTK (Outokumpu)			P		
Savonia AMK (Kuopio)	s				
Luke (Jokioin., Maaninka, Sotk., Vantaa)	D	P		s	
Valmet (Inkeroinen, J.kylä, J.pää)		D		D	

s = semi/mini-pilot, siirrettävä pilot, yksittäinen isompi laite, P = pilot-mittakaava, D = demo-mittakaava.



*Suomalaisten bio- ja kiertotalouden prosessitekniiikan pilottien maantieteellinen jakauma.*

## 2. JOHDANTO

---

Tämä selvitys Suomessa toimivista bio- ja kiertotalouden prosessiteknikoiden pilotointiin ja ylösskaalauksen sopivista "open access" -koelaitteista on tehty Työ- ja Elinkeinministeriön toimeksiannosta. Tarkoituksena on koota julkinen infopaketti, joka on avuksi yrityksille, tutkimustoimijoille ja rahoittajille uusien tuotteiden ja teknologioiden kehitystyössä sekä kaupallistamisessa.

Bio- ja kiertotalouden prosesseilla tarkoitetaan tässä yhteydessä suhteellisen laajasti ajaellen metsä-, kemian- ja polttoaineteollisuuden sekä teollisen biotekniikan sekä elintarviketeknologian tyypillisiä tuotantoprosesseja. Kaivos- ja mineraalitekniikan laitteita on otettu mukaan selvitykseen siltä osin, kun ne palvelevat em. alojen erotustekniikkaa ja kierrätystä. Koeympäristöt, jotka liittyvät puhtaasti mekaanisen metsäteollisuuden, maatilatalouden, metsätalouden tai jäteveden käsittelyyn, eivät kuulu tämän selvityksen piiriin.

Pilotointiympäristöllä tarkoitetaan tässä yhteydessä sellaista kokeellista tutkimusinfrastruktuuria ja laitekantaa, jota voidaan käyttää tuotteiden ja prosessien ylösskaalaamiseen laboratoriomittakaavasta kohti teollista tuotantoa. Tyypillisesti pilotointiympäristöihin kuuluvat sekä ns. semi-pilot -laitteistot ("ämpärimittakaava", käsiteltävät ainemäärät n. 5-50 kg) ja suuremmat pilot-laitteistot (käsiteltävät ainemäärät n. 50–5000 kg).



Tätä selvitystä varten on käyty läpi julkiset toimijat, kuten tutkimuslaitosten, yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen yhteydessä toimivat pilotointiympäristöt ja ne esitellään yksityiskohtaisesti. Lisäksi raportissa kuvataan sellaisten yritysten pilotointiympäristöt, joista ulkopuolisten on tietojemme mukaan mahdollista ostaa tutkimuspalveluja. Myös alalla toimivat yrityspuistot yms. osaamiskeskittymät sekä alan teollisuuden omat pilotit kuuluvat selvityksen piiriin, mutta niitä on kuvattu raportissa lähinnä esimerkinomaisesti, eikä luettelo ole täydellinen.

Tietolähteinä on käytetty tekijöiden oman tietämyksen lisäksi sähköpostikyselyjä ja aikaisempia selvityksiä, kuten "Kyyrönen et.al, Metsäteollisuussektorin testaus- ja tuotekehitysympäristöt 2010" sekä Fubio-projektissa v. 2012 tehdyn VTT:n raportin julkista aineistoa. Rajanvedot toimialojen, laitteiden mittakaavan ja raporttiin sisällytettyjen toimijoiden suhteen ovat aina haastavia. Uskomme tämän raportin antavan hyvän kuvan suomalaisista pilot-toimijoista, mutta huolellisesta selvitystyöstä huolimatta, joku raporttiin kuuluva taho on saattanut jäädä pois. Raportin sähköistä versiota päivitetään jatkossa, ja nämä puutteet voidaan korjata siinä vaiheessa..

### **3. BIOPOLTTOAINEET ja TERMOKEMIALLISET KONVERSIOT**

---

Biopolttoaineilla tarkoitetaan tässä yhteydessä termokemiankeinoin tai mädättämällä biomassasta tai jätteestä valmistettuja kiinteitä, nestemäisiä tai kaasumaisia polttoaineita. Myös polton tutkimusympäristöjä on otettu tähän kappaleeseen. Bioetanolin valmistukseen sopivia koelaitoksia löytyy myös muista selviyksen kappaleista, kuten 6 Teollinen bioekniikka, 4 Biomassan prosessointi, 5 Kemia prosessitekniikka.

Pilot-mittakaavan koelaitteita termokemiallisien menetelmien (kaasutus, pyrolyysi, torrefiointi) kehittämiseen on erityisesti VTT:llä ja sen lisäksi Itä-Suomen yliopistossa. Uusimmat suuret koelaitteet, esim VTT:n Bioruukissa, tähtäävät aiempaa enemmän hajautetun energiatuotannon eli pienempien laitoksien tekniikan kehittämiseen sekä termokemiallisten tekniikoiden hyödyntämiseen kemikaalien valmistuksessa ja kierrätysratkaisuissa.

Biomassan tai jätteen mädätykseen perustuva teknologia on tarkoitettu metaanin ja lannoitteena tai maanparannukseen käytettävän ravinnerikkaan kiintoaineen (mädäte) yhteistuotantoon. Tämäntyyppisen teknologian kehittämiseen tarkoitettuja liikuteltavia pilot-mittakaavan koelaitteita on Suomessa useita eri ammattikorkeakouluissa, ja lisäksi Luonnonvarakeskuksella on kaksi tutkimukseen ja demonstrointiin soveltuvaa maatilamittakaavan koeasemaa.

Kiinteän biopolttoaineen pelletöintiin soveltuvia koelaitteista on myös useita, ja todennäköisesti muitakin kun tässä raportissa kuvatut toimijat.

#### **3.1 Itä-Suomen yliopisto**

##### **3.1.1 Mekrijärven tutkimusasema**

Pilotointiympäristö sijaitsee Itä-Suomen yliopiston Mekrijärven tutkimusasemalla Ilomantsissa. Pilotissa on käytettävissä reaaliaikainen tiedonkeruujärjestelmä, peruslaboratorio sekä toimintaan tarvittava avustava henkilökunta vielä vuoden 2016 ajan. Tutkimusaseman toiminta on suunniteltu lakkauttavaksi vuoden 2016 lopussa, mutta laitteistojen tulevasta kohtalosta ei ole vielä tietoa.



## Koepelletöintilaitteisto

Koepelletöintilinjasto, joka on rakennettu SPC PP300 pellettipuristimen ympärillä käsittäen kaikki vaiheet raaka-aineen kuivatuksesta päätyen valmiiden pellettien jäädytykseen ja pakkaukseen suursäkkeihin. Linjasto sisältää myös mahdollisuuden käyttää erilaisia lisäaineita pellettöintiprosessissa. Prosessin eri vaiheet on varustettu prosessin kannalta keskeisiä ominaisuuksia mittaavilla antureilla, joista saatava tieto kootaan automaattisesti käyttäjälle. Pellettien ominaisuuksia varten on erilaista testauslaitteistoa ja polttomahdollisuus koe- ja demonstraatiolämpölaitoksessa (erillinen kuvaus).

Yksittäisessä testiajossa käytettävä materiaalmäärä on 1 – 5 m<sup>3</sup> raaka-ainetta ja tuotetut pelletit pakataan 500 kg:n suursäkkeihin.



*Koepelletöintilaitteisto*

Koe- ja demonstraatiolämpölaitoksen käyttötarkoituksena on tutkia ja polttaa kontrolloiduissa olosuhteissa pellettejä, brikettejä ja haketta siten, että tiedetään myös savukaasujen ominaisuudet.

Lämpölaitos (kokoluokka 700 kW) on varustettu prosessinohjauslaitteistolla ja automaattisella reaaliaikaisella mittausjärjestelmällä. Savukaasujen mittausjärjestelmä käsittää sekä savukaasujen ominaisuuksien ja koostumuksen että pienhiukkasten mittausjärjestelmän.

Lämpölaitoksessa on varustettu kahdella 32 m<sup>3</sup> siilolla sekä ohisyöttömahdollisuudella. Käytettävät testimateriaalit ovat kokoluokkaa 1 m<sup>3</sup> ja suurempia.

Pien-CHP (Combined Heat and Power) laitteistoon on lisätty perus lämpö- ja sähkötehojen mittaamisen lisäksi mittaukset moottorin hyötysuhteen laskemiseksi. Kaasujen koostumuksesta ja virtaustiedosta voidaan laskea kaasun energiasisältö ja hyötysuhde prosessin kaikista vaiheista. Lisäksi voidaan tutkia erilaisten polttoaineiden ja polttoaineiden teknisten ominaisuuksien vaikutusta kaasutusprosessiin ja päästöihin.

Laadukkaan tuotekaasun tuottamiseksi polttoaineen tulee olla kuivaa. Mitoituspolttoaine on hake käyttökostedeltaan <18 %. Polttoaine tuodaan asemalle käyttökosteudessa ja se varastoidaan 50 m<sup>3</sup> polttoainesiihlo, josta polttoaine voidaan syöttää ruuvilla kaasuttimeen.

Myötävirtakaasutin on ilma- tai ilma-höyrykäyttöinen terminen myötävirtakaasutin ja se on mitoitettu pelletin käyttöön. Myötävirtakaasuttimessa kaasu on puhdasta, mutta teknologiaa rajoittaa voimakas laitteiston ja polttoaineen palakoon keskinäinen riippuvuus.

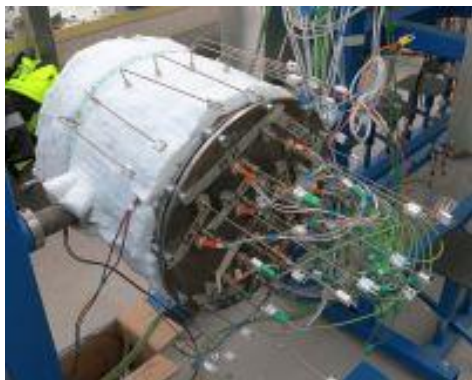
Kaasutinta käytetään paineilmalla, maksimikäyttöpaine <0,5bar. Paineilman virtausta säädetään massavirtamittauksella ja säätöventtiilillä. Massavirran lisäksi ilmasta mitataan kosteutta ja lämpötilaa. Kaasuttimesta mitataan lämpötilaa useista pisteistä. Tuotekaasua suodatetaan (sykloni + suodatin) ja jäädytetään ja lopuksi tuotekaasu hävitetään polttamalla ne soihdussa.

Tuotekaasusta voidaan mitata hyvin monipuolisesti ominaisuuksia ja koostumusta on-line mittalaitteilla sekä off-line näyteistä. Tällä hetkellä suurin puute on rikkivedyn (H<sub>2</sub>S) analyysin puuttuminen.

Matalapainetorrefiointilaitteistossa biomassaa käsitellään korkeassa lämpötilassa ja matalassa paineessa.

Laitteisto koostuu torrefiointikammioista, jonka kokoonpanossa on huomioitu matalassa paineessa heikkenevä lämmönsiirto, keräyssormilinjastosta, jossa torrefioinnissa vapautuvat kaasut tiivistyvät ja alipainepumpusta, joka tuottaa järjestelmän tarvitseman alipaineen.

Torrefiointikammio; 50 l torrefiointi tilavuus, korkeintaan +400°C torrefiointilämpötila, 50 mbar absoluuttiselle paineelle (-950mbar alle ilmakehän paineen).



*Torrefiointilaite*

Yhteystiedot: Marja Kolström, Mekrijärven tutkimusasema, puh. 050 595 0581, [marja.kolstrom@uef.fi](mailto:marja.kolstrom@uef.fi)

<https://www2.uef.fi/fi/mekri/mekri>

### 3.1.2 Biomateriaalien tutkimuslaboratorio (Kuopion kampus)

Biomateriaalien tutkimuslaboratorion laitteet ovat suhteellisen pieniä biomassan kuivatuslauksen pilot-laitteita.

Panostoimisessa laitteistossa yksi erä (n. 10 litraa) raaka-ainetta kuumennetaan kerralla. Käsittely voi olla yksi- tai monivaiheinen ja yliopiston laitteistolla nesteitä voidaan lauhduttaa useassa vaiheessa.

Jatkuvatoimisessa kuivatuslauksessa raaka-ainetta voidaan käsitellä useita eriä halutulla tavalla neljässä vaiheessa. Jatkuvatoimisuus mahdollistaa myös niiden nestejakeiden, joiden saanto on pieni, keräämisen käyttökelpoisina määrinä. Neljässä prosessivaiheessa voidaan prosessoida 25 litraa biomassaa.

Yhteystiedot: Arto Koistinen, 44 716 3260, [arto.koistinen@uef.fi](mailto:arto.koistinen@uef.fi)

<https://www2.uef.fi/fi/siblabs/sib-labs-kuopion-kampus>

## 3.2 Jyväskylän AMK, Biotalousinstituutti, Tarvaala

Jyväskylän ammattikorkeakoulun Biotalousinstituutti sijaitsee Saarijärven Tarvaalassa. Siellä myydään toteutetaan T&K-projekteja sekä myydään testaus- ja tuotekehityspalveluita. Tutkimuslaitteistoon kuuluu myös pilot-mitakaavan laitteita kiinteiden biopolttoaineiden

valmistukseen, mädätykseen perustuvaan biokaasun/lannoitteen tuotantoon sekä polton ja lämmitysjärjestelmien kehitystyöhön.

<http://www.jamk.fi/fi/tutkimus-ja-kehitys/painoalat/biotalous/biotalouskampus/>

Kattilatestauslaboratorio

Lämmitysjärjestelmien, palamisen, päästöjen ja polttoaineiden soveltava T&K-ympäristö.

Biotalousinstituutin kattilatestauslaboratoriossa testataan, mitataan ja tutkitaan energiabiomassojen polttoa, päästöjenhallintaa sekä energiatehokkuutta. Uusimmalla mittaus- ja säätötekniikalla varustetussa laboratoriossa on kolme testauspaikkaa. Kaksi uutta, erikoisvarusteltua polttoainekattilaa (40 ja 500 kW) mahdollistavat biopolttoaineiden testaamisen. Laboratorion piha-alueella voidaan lisäksi testata lämpökontteja.

Käytettävissä myös testikattilat 40 + 500 kw (kiinteä pa). Isompi kattila on erikoisvarusteltu tutkimustarkoituksia varten. Tilat ja laitteet on akkreditoitu VTT Expert Service Oy:n (FINAS T001 1.19) toiminnan piirissä. Kattilatestauslaboratoriossa voidaan suorittaa virallista EN 303-5 standardin mukaista kattilatestausta.

Yhteystiedot: Kimmo Puolamäki, Puh.0503422072, [kimmo.puolamaki@jamk.fi](mailto:kimmo.puolamaki@jamk.fi)

Kiinteiden biopolttoaineiden tutkimus- ja kehitysympäristö

Biomassan murskaus, jauhaminen, seulonta, kostutus, muunneltava polttoainekuivuri, sekoitus, briketointi- ja analysointilaitteistot (mm. tilavuuspaino, lämpöarvo, kosteus, tuhkapitoisuus).

Yhteystiedot: Kimmo Puolamäki, +358503422072, [kimmo.puolamaki@jamk.fi](mailto:kimmo.puolamaki@jamk.fi)

Kasvibiomassan biokaasutuksen pilot-laitteisto

Kasvibiomassojen mädätykseen ja biokaasun/lannoitteen tuotantoprosessien kehittämiseen suunniteltu siirrettävä pilot-laitteisto (n. 1 m<sup>3</sup> reaktori).

Yhteystiedot: Jaakko Tukia, 0400813229, [jaakko.tukia@jamk.fi](mailto:jaakko.tukia@jamk.fi)

### 3.3 Luonnonvarakeskus Luke, Mädätykseen perustuvat biokaasun demolaitokset

Luonnonvarakeskuksella (Luke) on Suomessa kaksi täyden mittakaavan demonstraatiolaitosta mädätykseen perustuvan yhdistetyn metaani-biokaasun ja biolannoitteen tuotantoon. Vaikka nämä laitokset eivät varsinaisesti ole prosessitekniikan pilotlaitoksia, on ne otettu mukaan tähän selvitykseen, koska niissä tehdään hajautetun energiatuotannon lisäksi myös tutkimusta ja demonstrointeja.

Sotkamo

Luonnonvarakeskuksen Sotkamon tutkimusasemalla tutkitaan koko biokaasuntuotantoketjun hallintaa pellolta auton ja traktorin polttoaineeksi. Sotkamon tutkimusasemalle on rakennettu moderni kuivamädätykseen perustuva biokaasulaitos, joka on ainoa laatuaan Suomessa. laitoksen raaka-aine on pääasiassa nurmea.

VuoGas-toimintaympäristö kasvattaa biotalousalan osaamista ja toimii esimerkkinä uusiutuvien energianlähteiden hyödyntämisestä. Laitos on suunniteltu tutkimus- ja tuotekehityskäyttöön.



*VuoGas-toimintaympäristö*

Yhteystiedot: Pasi Laajala, puh. 029 532 6296, [pasi.laajala@luke.fi](mailto:pasi.laajala@luke.fi)

### Maaninka

Luonnonvarakeskuksen Maaningan maatilakohtaisessa biokaasulaitoksessa käsitellään tutkimusnavetan lypsylehmien lietelanta ja toimipisteen kasvibiomassoja. Laitos ei ole varsinainen pilot vaan täyden maatilamittakaavan demonstrointi ja tutkimusyksikkö.

Biokaasun metaani hyödynnetään energiana toimipisteessä 80 kW lämpökattilaa (lämmön tuotanto) ja 63 kW CHP-laitetta (sähkön ja lämmön tuotanto) käyttäen. Lisäksi prosessi hajottaa orgaanista tyyppiä liukoiseen ammoniummuotoon, joka on kasveille suoraan käyttökelpoinen lannoite.

Biokaasulaitoksella tehdään jatkuvasti tutkimusta, joka tähtää maatilojen biokaasulaitosten toiminnan tehostamiseen niin tekniikan kuin operoinnin osalta.

Yhteystiedot: Mikko Järvinen, puh. 029 532 6192, [mikko.jarvinen@luke.fi](mailto:mikko.jarvinen@luke.fi)

## 3.4 Teknologian tutkimuskeskus VTT

### 3.4.1 Kaasutustekniikan pilotit, Bioruukin pilotointikeskus, Espoo

VTT:llä on vuosikymmenten kokemus polttoainekemiasta, termokemiallisista kaasutusprosesseista ja kaasutusteknologian kehittämisestä ja kaupallistamisesta. Tutkimusinfrastruktuuria on erityisesti leijupetikaasutuksen testilaitteissa laboratorion isoihin pilot-prosesseihin, mukaan lukien kaasunpuhdistuksen koelaitteet. Ylöskaalauksessa hyödynnetään kokeellisen työn lisäksi laajasti laskennallisia keinoja kuten teknistaloudellista laskentaa sekä prosessimallinnusta (CFD, ASPEN).

Pilot-laitteistoja käytetään erittäin monipuolisesti kaasutuksen ja kaasunpuhdistuksen tutkimus- ja tuotekehitys- sekä demonstraatiohankkeissa. Tutkimusympäristön avulla on mahdollista tutkia koko ketjua polttoaineen reaktiivisuudesta, kaasutus- ja kaasunpuhdistustekniikoiden kautta synteesituotteiden valmistukseen asti. Tutkimusympäristö käsittää penkki- ja pilotmittakaavan koelaitteiden lisäksi paineistetun termovaakalaitteen polttoaineen reaktiivisuus selvitykseen ja tutkimukseen sekä erittäin monipuolisen katalyyttikehitys- ja tutkimuslaboratorion, joka mahdollistaa katalyyttien screenauksen ja pitkäaikaistestauksen.



*Kaksoisleijupetikaastutuksen prosessinkehityksen pilot*

### Kaksoisleijupetikaastutuksen prosessinkehityksen pilot

Kaksoisleijupedillä varustettu kaasutuspiilot (Dual Fluidized Bed steam gasification pilot plant) on tarkoitettu puhdistetun synteesi- ja polttokaasun tuottamiseen biomassasta tai kierrätys/jäteperäisistä polttoaineista. Laitteisto sisältää myös kuumasuodatuksen ja tuotekaasun reformoinnin yksiköt, sekä sivuvirta laitteiston synteesi- ja tuotekaasun ultra-puhdistukseen ja loppusynteesiin. Laitteistolla toteutetaan 100-300 tunnin jatkuvia koeajoja. Laitteisto on varustettu kaikkien prosessiyksiköiden laajalla instrumentoinnilla ja tiedonkeruulla. Tuotekaasun erikoismittaukset kattavat online pääkomponentit, hiilivedyt, hiukkaset, typpi-, rikki-, alkalimetallit- ja raskasmetallit prosessin eri vaiheista. Koelaitetta käytetään sekä kaksoisleijukerros että kiertoleijureaktorina ja on kevyesti muokattavissa kattamaan kaikki leijukerroskaasutuksen pilotointitarpeet.

#### Koelaitteen teknisiä tietoja:

- Ilmanpaineinen kiertomassakaasutin (halkaisija 150 mm, korkeus 8 m)
- Polttoaineteho 350 kW
- Polttoainesyöttö noin 80kg/h
- Höyry/O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>/ilma/N<sub>2</sub>-kaasutus synteesi- tai polttokaasukaasusovelluksiin
- Kaasun kuumasuodatus ja jäähdytystekniikat
- Hiilivetyjen reformointi
- Synteesi- ja tuotekaasun ultrapuhdistus ja synteesi sivuvirta (7000 nl/min)

#### Penkkikokoluokan leijukerroskaasuttimet

Pienemmällä pilotlaitteistolla (penkkikokoluokka) voidaan tutkia eri prosessimuuttujien (esim. lämpötila, petimateriaali, kaasutuskaasukehä) vaikutusta leijukerroskaasutuksessa tapahtuviin reaktioihin ilmanpaineessa sekä tehdä uusille polttoaineille alustavat kaasutustutkimukset pienillä resursseilla. Koelaitetta käytetään sekä kerrosleiju- että kiertoleijureaktorina. Laitteisto on varustettu tuotekaasun kuumasuodatuksella ja hiilivetyjen katalyyttisellä reformerilla. Tuotekaasun erikoismittaukset kattavat online pääkomponentit, hiilivedyt, hiukkaset, typpi-, rikki-, alkalimetallit- ja raskasmetallit prosessin eri vaiheista. Laitteisto on varustettu erittäin kattavalla instrumentoinnilla ja tiedonkeruulla ja sitä voidaan käyttää myös tuotekaasugeneraattorina tuotekaasun puhdistus, synteesi- ja tuotekaasun ultrapuhdistus tai synteesitutkimuksessa.

#### Kaasuttimen teknisiä tietoja:

- Ilmanpaineinen leijupetikaasutin (BFB ja CFB) Polttoaineen syöttö noin 5 kg/h

- Höyry/O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>/ilma/N<sub>2</sub>-kaasutus
- Kaasun kuumasuodatus ja jäähdytystekniikat
- Hiilivetyjen reformointi
- Synteesikaasun ultrapuhdistus ja synteesi

Paineistettu kiinteänkerroskaasutuksen prosessikehityksen pilot

Laitteistolla voidaan tutkia puhdistetun poltto- tai synteesikaasun tuottamista hajautettuun lämmön ja sähkön tuotantoon tai synteesikaasu sovelluksiin biomassasta tai kierrätys/jäteperäisistä polttoaineista. Tuotekaasun erikoismittaukset kattavat online pääkomponentit, hiilivedyt, hiukkaset, typpi-, rikki-, alkalimetallit- ja raskasmetallit prosessin eri vaiheista.

Kaasuttimen teknisiä tietoja:

- Paine 1-10 bar,
- Polttoaineteho 350 kW
- Maks. polttoaineen syöttö 80 kg/h
- Raskaiden hiilivetyjen in-situ puhdistus ja tuotekaasun kuumasuodatus

Pilotin ympärille rakennetut muut palvelut

Kaasutusteknologioiden pilotointeja tukee erittäin ajanmukainen laboratoriomittakaavan koe- ja analyysilaitteisto, edistyneet työkalut teknistaloudellista laskentaa sekä prosessimallinnusta varten (CFD, ASPEN) sekä ainutlaatuisen osaava kokenut tutkimushenkilökunta.

Yhteystiedot: Ilkka Hiltunen, puh.020 722 5423, [ilkka.hiltunen@vtt.fi](mailto:ilkka.hiltunen@vtt.fi)

<http://www.vtt.fi/palvelut/biotalous/nestemäiset-biopolttoaineet1/metanoli-ja-metaanipohjaiset-polttoaineet/biomassan-ja-jätteen-kaasutus>

### 3.4.2 Pyrolyysitekniikan pilotit, Bioruukin pilotointikeskus, Espoo

Pyrolyysitekniikan pilot-laitteistoja käytetään etenkin nopean pyrolyysitekniikan tutkimus- ja tuotekehitys- sekä demonstraatiohankkeissa, joiden tavoitteena nestemäisten polttoaineiden ja kemikaalien teollinen valmistus biomassasta tai jäte/kierrätysraaka-aineista. Ylöskaalauksessa hyödynnetään kokeellisen työn lisäksi laajasti laskennallisia keinoja kuten teknistaloudellista laskentaa sekä prosessimallinnusta (CFD, ASPEN).

Nopean pyrolyysin prosessikehityksen pilot

Leijupetitekniikkaan perustuva nopean pyrolyysin pilot-mittakaavan laitteisto (Fast Pyrolysis CFB Pilot Plant) nestemäisten polttoaineiden ja kemikaalien valmistukseen biomassasta tai jäte/kierrätysraaka-aineista.

- Terminen pyrolyysi: bioöljyn pilot mitan valmistus polttokattiloita ja uuneja varten
- Katalyyttinen nopea pyrolyysi: syöttöaine jatkojalostukseen
- Max. tuotantokapasiteetti 0.35 tonnia/vrk





*Nopean pyrolyysin prosessinkehityksen pilot*

Penkkikokoluokan nopean pyrolyysin koelaite

Pienemmällä pilotlaitteella (penkkikokoluokka) voidaan tutkia eri prosessimuuttujien ja lähtöaineiden vaikutusta nopeaan leijupetipyrolyysiin.

- Terminen ja katalyyttinen pyrolyysi
- Polttoaineen syöttö noin 1 kg/h.

Penkkikokoluokan hitaan pyrolyysin koelaite

Pienemmällä pilotlaitteella (penkkikokoluokka) voidaan tutkia hidasta pyrolyysiä: erityisesti eri prosessimuuttujien ja lähtöaineiden vaikutusta.

- Raaka-aineen epäsuora kuumennus.
- Tilavuus 100 litraa
- Lämmitysuunin max. lämpötila 1100 °C.

Pyrolyysiöljyn testauslaitteisto

Laitteistolla tukitaan pilot-mittakaavassa pyrolyysiöljyn jatkokäsittelyjä, kuten suodatusta, pumppausta, lämmitystä, homogointia ja materiaalitestejä.

- Syöttösäiliö 1 m<sup>3</sup>,
- Tilavuusvirta max. 2 m<sup>3</sup>/h

Pilotin ympärille rakennetut muut palvelut

Pyrolyysiteknologioiden pilotoiteja tukee erittäin ajanmukainen laboratoriomittakaavan koe- ja analyysilaitteisto, edistyneet työkalut teknistaloudellista laskentaa sekä prosessimallinnusta varten (CFD, ASPEN) sekä ainutlaatuisen osaava kokenut tutkimushenkilökunta.

Yhteystiedot: Yrjö Solantausta, puh. 020 722111, [yrjo.solantausta@vtt.fi](mailto:yrjo.solantausta@vtt.fi)

<http://www.vtt.fi/palvelut/biotalous/nestemäiset-biopolttoaineet1/toisen-sukupolven-biodiesel/nopea-pyrolyysi-biomassan-konversio-bioöljyksi>

### 3.4.3 Polttotutkimus sekä polttoaineen tuotanto ja käsittely, Jyväskylä

VTT:llä on käytössä ainutlaatuinen pilot-kokoluokan tutkimusympäristö erilaisiin leiju- ja arinapolton tutkimushaasteisiin sekä laitosten investointien suunnittelun tueksi.

Pilottia käytetään pääasiassa kahteen käyttötarkoitukseen: 1) Polttotutkimukseen eli polttoaineiden



palamisilmiöiden tutkimus, kuten tuhkan käyttäytyminen, päästöjen muodostuminen, lämmönsiirtoprofiilit tulipesissä ym. 2) Kiinteiden polttoaineiden tuotanto ja käsittely, kuten erilaisten materiaalien kuivauskokeet, kuivausilmiöiden teoria, kuinka raaka-aineet käyttäytyvät kuljettimissa, kuinka raaka-ainevirtojen ominaisuuksia (raekoko, kosteus) voidaan mitata on-line menetelmillä. Tyypillisesti kukin pilotlaitteisto vaatii noin 1-2 m<sup>3</sup> materiaalmäärän riippuen tutkimustarpeesta.

Polttotutkimuslaitteet:

- Leiju – ja arinakattilapilotit: kerros- ja kiertoleijukoelaitteet, (BFB, CFB) ja arinapolton koelaitte
- Bench-scale BFB/CFB

Polttoaineen tuotanto ja käsittely:

- polttoaineen kuivauskoelaitte,
- polttoaineenmurskauslaitteistoja,
- polttoaineen kuljetinlinja

Pilotin ympärille rakennetut palvelut

Polttokoelaitteilla tarjoamme polttoaineiden palamisominaisuuksien karakterisointia, jota olemme tehneet sekä kattilatoimittajille että myös suoraan energiayhtiöille

Yhteystiedot: Jouni Hämäläinen, puh. 040 521 1066, [jouni.hamalainen@vtt.fi](mailto:jouni.hamalainen@vtt.fi)

<http://www.vtt.fi/palvelut/liiketoiminnan-kehittaminen/pilot-laitokset-ja-t-k-infrastruktuuri/biopohjaiset-polttoaineet-ja-energia/leiju-ja-arinapoltto>

### 3.5 Savonia AMK, biokaasu- ja biojalostamokontit, Kuopio

Savonia AMK:n tutkimuksen eräitä painopisteitä ovat hajautettu energiantuotanto ja vesiturvallisuus. Tähän yhteyteen on rakennettu kohtuullisen suuren mittakaavan pilot-mittakaavan laitteistoja, jotka hajautetun bioenergian osalta on sijoitettu liikuteltaviin kontteihin.

Liikuteltavia pilot-kontteja on kaksi, joita yksi perustuu perinteisempään mädätykseen tuotteena pääasiassa metaani ja lannoitebiomassa. Toinen uudempi laitteisto perustuu hallitumpaan mikrobien käyttöön tuotetavoitteena pääasiassa kemikaalit ja vety.

Mädätykseen perustuva biokaasupilotkontti:

- Kaksi samanlaista 3 m<sup>3</sup> sekoitettavaa mädätysreaktoria.
- Laitteisto on varustettu lämmitysjärjestelmällä (mesofiilille ja termofiilille prosesseille), tarvittaville mittalaitteilla sekä kiinteän ja nestemäisen raaka-aineiden syöttölaitteilla.
- Kaasun keräys/varastointi (1 m<sup>3</sup>) ja kaasunpoltin (2 kW).



*Biokaasupilotkontti*



*Konttiin rakennettu biojalostamo-pilot*

Konttiin rakennettu biojalostamo-pilot:

- Laitteisto perustuu Finnoflag Oy:n teknologiaan, ja sillä pyritään pääasiassa mikrobiologisiin keinoin muuntamaan orgaanisia jätevirtoja arvokkaiksi biopohjaisiksi lopputuotteiksi kuten polttaviksi kaasuiksi (vety) ja kemikaaleiksi (alkoholeja, orgaanisia happoja).
- Laitteiston sisältää seuraavat pilot-yksiköt: esikäsittely/homogenisointi, hydrolyysi, bioreaktori ja stabilisaattori (kaasunerotus).
- Lisäksi siinä on pienempiä mikrobienkasvatusreaktoreita, lämmitysjärjestelmä ja tarvittavat mittalaitteet.

Yhteystiedot: Eero Antikainen, puh. 044 785 6325, [eero.antikainen@savonia.fi](mailto:eero.antikainen@savonia.fi)

### 3.6 Turun AMK, siirrettävä biokaasulaitos

Biokaasulaitos on rakennettu merikonttiin. Laitos koostuu syöttöastiasta, 3,5 m<sup>3</sup> reaktorista ja automatisoidusta ohjausyksiköstä. Laitos sijaitsee tällä hetkellä Ammattiopisto Livian tiloissa, mutta laitos on suunniteltu siirrettäväksi tarpeiden mukaisesti. Laitteistoa voidaan ajaa sekä termofiilisenä että mesofiilisenä.

Lisäksi Turun ammattikorkeakoulu on kykenevä tekemään kaikki biokaasuprosessin hallintaan tarvittavat mittaukset. Tärkeimpänä näistä on VFA-mittaus (haihtuvat rasvahapot).

Biokaasulaitos on koulutus- ja tutkimuskäytössä. Lisäksi sillä voidaan tehdä erilaisia tutkimuksia teollisuuden ja muiden yhteistyökumppaneiden tarpeiden mukaan. Lisäksi Turun ammattikorkeakoululla on mahdollista tehdä kaasuntuottopotentiaalimääryksiä ja mittauspalvelua liittyen biokaasulaitoksen hallitsemiseen.

Laitteiston käytöstä vastaa vakiohenkilökunta opiskelijoiden kanssa yhteistyössä.

Yhteystiedot: Juha Nurmio, 0400 277 528, [juha.nurmio@turkuamk.fi](mailto:juha.nurmio@turkuamk.fi)

## 4. BIOMASSAN PROSESSOINTI, SELLUN ja SELLUKUITUJEN VALMISTUS

---

Tässä kappaleessa on koottu pilot-mittakaavan tutkimuslaitteita, joilla tutkitaan sellun valmistukseen liittyviä prosesseja sekä muuntotyypistä biomassan esikäsittelyä ja fraktiointia. Myös selluloosapohjaisten regeneroitujen kuitujen valmistuksen pilot-mittan laitteet on kuvattu tässä. Paperinvalmistukseen liittyvät koelaitteet on pääosin kuvattu kappaleessa 7 (Biopohjaiset materiaalit).

Biomassan prosessoinnin ja sellunvalmistuksen tutkimuksen koelaitteilla on pitkät perinteet sellunvalmistuksen prosessien kehityksessä. Tyypillisesti sellun valmistuksen kemian ja materiaalikehityksen ylöskaalauksen tarvitsema data saadaan tuotettua suhteellisen pienillä semi-pilot mittakaavan laitteilla. Näitä onkin melko paljon julkisissa tutkimuslaitoksissa Suomessa. On kuitenkin havaittavissa, että vanhempia ja suurempia laitteita on jonkin verran otettu pois käytöstä, etenkin yliopistoissa. Alalla toimivat laitevalmistajat tarvitsevat kuitenkin myös suurempia koelaitteympäristöjä, jossa sellunvalmistuksen prosessin uusia laitteita voidaan testata.

Perinteisen selluvalmistuksen sijaan tutkimuksen painopiste on siirtynyt uusiin raaka-aineisiin, lopputuotteisiin ja prosesseihin, joiden tarkoituksena on kehittää uudentyyppisiä puun ja muun biomassan fraktiointimenetelmiä. Usein tähän työhön käytetään perinteisiä koelaitteita niitä muuntamalla.

## 4.1 Aalto Yliopisto, Kemian tekniikan korkeakoulu, Biotalousinfrastrukturi

Biotalousinfrastrukturi kattaa Kemian tekniikan korkeakoulun tutkimuslaitekannan liittyen uusiutuvan biomassan jalostukseen puunjalostustekniikan, ja biotekniikan ja kemian tekniikan laitoksilla.

Biotalousinfrastruktuurissa on pääasiassa laboratorio- ja bench-mittakaavan laitteistoa, joilla voidaan uusiutuvasta biomassasta saada esikäsitellyitä, termistä ja katalyyttistä prosessointia sekä biotekniikkaa hyödyntäen tuotettua mm. kemikaaleja ja polttoainekomponentteja. Lisäksi erilaisia jalostusprosesseja hyödyntäen kehitetään biopohjaisia polymeerejä sekä kuitu- ja komposiittituotteita.

Varsinaisia pilot-mittakaavan laitteistoja ei enää ole Aalto-yliopistossa, vaan ylösskaalauksessa hyödynnetään pääasiassa labramitan laitteiden tuottamaa dataa, mallinnusta ja partnereiden pilot-mittakaavan laitteita (esim Aalto-VTT Bioeconomy infra yhteistyö).

Yhteystiedot: Jaana Rich, puh 050 4081988, [jaana.rich@aalto.fi](mailto:jaana.rich@aalto.fi)

<http://bioeconomy.aalto.fi/en/>

## 4.2 Chempolis Oy, biojalostamo, Oulu

Chempolis Oy:n Biorefining Parkissa sijaitsevan demonstraatiomittakaavan pilotin käyttötarkoitus on seuraava:

1. Chempoloksen kehittämien formico®-teknologioiden ja -järjestelmien demonstrointi ja testaus.
2. Asiakaskoeajot ja näytemateriaalin tuottaminen asiakkaille, kuten esimerkiksi sellua paperikonekoeajoja varten.
3. Kaupallisten biojalostamojen mitoitus

Demonstraatiomittakaavan laitteistoja voidaan soveltuvin osin käyttää myös muihinkin kuin Chempoloksen omien prosessien koeajoihin. Chempolis varaa kuitenkin oikeuden tapauskohtaisesti valita asiakkaansa.

Chempolis Biorefining Park sisältää biojalostamon, tutkimus- ja kehityskeskuksen sekä Chempoloksen pääkonttorin. Biojalostamossa käytetään raaka-aineina pääasiassa erilaisia non-wood- ja non-food-raaka-aineita kuten viljan olkea, joista valmistetaan sellua, bioetanolia ja biokemikaaleja. Biojalostamo perustuu Chempoloksen omiin formico®-biojalostusteknologioihin ja -järjestelmiin. Biojalostamo on Chempoloksen suunnittelema ja urakoitsema. Asennus- ja rakennustöitä sekä osa suunnittelusta on teetetty alihankintatyönä suomalaisilla yrityksillä. Biojalostamon laitteet ovat teollisessa sellunvalmistuksessa ja kemianteollisuudessa käytettyjä laitteita.

Biojalostamon laskennallinen maksimikapasiteetti on 20000 tonnia biomassaa vuodessa

Pilotin ympärille rakennetut muut palvelut

Biojalostamo on osa Chempoloksen asiakaspalvelukonseptia. Biojalostamon yhteydessä on tutkimus- ja kehityskeskus, jossa formico®-teknologioita kehitetään ja testataan laboratoriomitassa. Tutkimus ja kehityskeskuksen laboratoriossa määritetään biojalostuksen raaka-aineiden, tuotteiden ja prosessivirtojen fysikaalisia ominaisuuksia ja kemiallisia koostumuksia. Tutkimus- ja kehitystyön tuloksia käytetään formico®-teknologioiden jatkuvassa kehittämisessä sekä teollisten biojalostamojen suunnittelussa.

Yhteystiedot: Juha Anttila, Puh. 050 364 2005, [juha.anttila@chempolis.com](mailto:juha.anttila@chempolis.com)

[www.chempolis.com](http://www.chempolis.com)

### 4.3 Jyväskylän yliopisto, soveltava kemia

Yliopiston pääasiassa laboratoriomitan laitteistot ovat biomassan esikäsittelyyn, fraktiointiin ja massan valmistukseen sopivia laitteita, joita voidaan käyttää ylöskaalauksen alkuvaiheen kokeisiin.

Pakkokiertokein:

- Puuhakkeiden ja non-wood -materiaalien esikäsittely ja kemiallinen massanvalmistus.
- 10 dm<sup>3</sup> keitinsäiliö (20 bar, 200 °C),

PFI-jauhin:

- Laboratoriomittakaavan jauhin, joka soveltuu ensisijaisesti kemiallisen massan jauhamiseen, mutta myös kuitumateriaalin hajottamiseen.
- Jauhatuspaine 1 – 5,5 N/mm.
- ISO-standardin mukaiset jauhatusparametrit: massanäytteen määrä 30 g, sakeus 10 %, jauhatuspaine 3,33 N/mm

Yhteystiedot: Raimo Alén, puh. 050 5623722, [raimo.j.alen@jyu.fi](mailto:raimo.j.alen@jyu.fi)

Hannu Pakkanen, puh. 040 8053704, [hannu.k.pakkanen@jyu.fi](mailto:hannu.k.pakkanen@jyu.fi)

<http://www.jyu.fi/kemia/tutkimus/soveltavakemia>

### 4.4 Luonnonvarakeskus Luke, läpivirtauskuumavesiuutto, Vantaa

Luken pilot-mittakaavan laitetta käytetään biomassojen uuttoon kuumalla vedellä. Laitteella voidaan käsitellä eri puulajeja ja oksia, juuria ja kuorta eri partikkelikoolla, kuten haketta ja sahanpurua. Uuttomateriaalina voi olla myös maataloudesta saadut jakeet rehu, olki yms. Laitteiston tarkoituksena on ollut uuttaa biomassasta hemiselluloosaa, mutta sillä voidaan uuttaa myös muita komponentteja.

Biomassaa voidaan uuttaa panosuuttona, osittain jatkuvalla läpivirtauksella eri virtausnopeuksilla tai jatkuvalla läpivirtauksella. Laitteisto koostuu pumpusta, lämmönvaihtimesta, esilämmitysastiasta ja uuttoaastiasta.



*Läpivirtauskuumavesiuuttolaite*

Tarvittaessa veteen voidaan lisätä kemikaaleja muokkaamaan prosessia. Uuttoastian tilavuus on 300 dm<sup>3</sup>, siihen mahtuu biomassan tiheydestä riippuen 100 – 120 kg tuoretta materiaalia. Käyttöpaine on 0 – 25 bar, lämpötila 10 – 225 °C ja veden läpivirtaus 6 – 100 kg/min. Laitteiston sisältä voidaan mitata lämpötilaa uutun aikana 9 eri mittauspisteestä ja prosessista saadun uutteen hemiselluloosamäärää seurata taitekertoimen avulla.

Pilotin ympärille rakennetut palvelut

Laitteiston voi tilata omaan tutkimuskäyttöön, ja esikokeita voidaan tehdä pienemmässä koossa (50 ml, 3 dm<sup>3</sup>) olosuhteiden optimoimiseksi ennen pilottiuuttoa. Vakiohenkilökunta on koulutettu käyttämään laitetta ja avustaa koesuunnittelussa sekä toteutuksessa. Saadut uutteen voidaan analysoida Luke:n laboratoriossa (uuteaineet, hemiselluloosa, ligniini, selluloosa). Kerromme mielellään lisää uuttolaitteesta ja sen mahdollisuuksista biomassan fraktiointiin.

Yhteystiedot: Petri Kilpeläinen, puh. 029 532 8261, [petri.kilpelainen@luke.fi](mailto:petri.kilpelainen@luke.fi),

## 4.5 Mikkelin AMK, Savonlinnan Kuitulaboratorio

Biotalouden innovaatioiden tutkimus- ja pilotointiympäristön käyttötarkoitus on sellu- ja paperiteollisuuden sekä biojalostamoiden laitteiden ja prosessien koeajomahdollisuuksia sekä sellun ja paperin testaus- ja analyysipalveluja. Erityistä pilotointiympäristössä on hyvin suuren pilot mittakaavan sellusulpun pumppaus-loopit sekä jatkuvatoiminen suurehko mikroselluloosan valmistuksen laitteisto.

Kuitulaboratorion (FiberLaboratory) koeajohalli koostuu luupeista, joihin on rakennettu ympäristö tietyn prosessin tai prosessin osa-alueen tutkimiseen pilot- ja tehdasmittakaavassa. Koeajohallissa on tällä hetkellä MC-luuppi, LC-luuppi, ilmanpoistoluuppi, MC-pesuri/puristinluuppi, sekoitusluuppi (paperikoneen perälaatikon syöttöputkiston virtausolosuhteet) sekä nopeiden sekoitusilmioiden tutkimiseen panosreaktori sekä jatkuvatoiminen FLASH-mixing pilotointiympäristö.

Tloissa on myös mikrokiteisen selluloosan tuotannon pilot-ympäristö. Lisäksi Kuitulaboratoriolla on pilot-laitteistoja massankäsittelyn ja sellunvalmistuksen tiettyjen osaprosessien tutkimiseen pilot-mittakaavassa, esim. jauhatus, valkaisu, dynaaminen arkkimuodostus, kemikaalien syöttö. Koeajotoimintaa tukee analyysilaboratorio, jossa voidaan tehdä sellun ja kuidun perustestauksia ja analyysijä sekä vakio-olosuhdehuone paperin testauslaitteineen. Jätevesi- ja lietetutkimusta tehdään omissa laboratorioissaan.



*Kuitulaboratorion laitteistoa*

## Tehdasmittakaavaiset laitteistot

### MC-luoppi

- MC-pumppu 630 kW, h= 100m (500 l/s, 15%),
- MC-pumppu 75 kW, h= 70m (30 l/s, 14%), toimii myös varastosäiliönä
- Reaktori, putkisto DN 400
- Johtokykytomografia-anturi sekoitusasteen mittaamiseen, mikroalartosakeusmittaus
- Sakeutin, kemikaalisekoitin, kuvausyhteet

### LC-luoppi

- Sekoittimilla varustetut säiliöt 30 m<sup>3</sup> (3 kpl), suodossäiliö 30 m<sup>3</sup>,
- Matalasakeuspulpperi 9 m<sup>3</sup> (pulpperointitilavuus 6 m<sup>3</sup>)
- Pumppu 30 kW, h= 40m (50 l/s, 4 %)
- Painesihtti (erilaisia sihtikoreja/roottoreita), kaarisihti (sihtilevyt 150, 200, 250 micronia)
- Koelaitteiden telakointialusta, erilaisia pyörrepuhdistimia telineineen

### Ilmanpoistoluoppi

- Ilmanpoistosäiliö (1 m<sup>3</sup>), 11 m imujalka, 1 syöttösäiliö (5 m<sup>3</sup>), massasäiliö (10 m<sup>3</sup>)

### FLASH -mixing pilotointiympäristö nopeiden sekoitusilmiöiden tutkimiseen

- Jatkuva toimiva virtaus, virtausnopeus 2 m/s, putkisto DN200
- Massan sakeus max. 4 %
- Mittaukset: Impedanssitomografia, lämpökuvaus, refraktometria ja painehäviön alenema

### Nopeiden sekoitusilmiöiden tutkimusreaktori

- Panostyyppinen, 3,6 dm, Max paine 10 bar, säädettävä pyörimisnopeus välillä 0 – 6000 rpm

### Sekoitusluoppi

- Viirakaivosäiliö, potkuripumppu 37 kW (450 l/s, massan sakeus max. 2%)

### Pesuri/puristinluoppi

- MC-pumppu 200 kW, 3000 rpm (120 l/s, 12%), suodossäiliö (24 m<sup>3</sup>), massasäiliö (9,5 m<sup>3</sup>)

### Mikrokiteisen selluloosan tuotannon pilot-ympäristö

- Kapasiteetti 0,3 BDT/d
- Paine 10 bar, lämpötila 160 C
- Viipymäaika 30 min, sakeus 10 – 30 %

### Muut pilot-laitteistot

- Vesiabsorptioon perustuva hiilidioksidin erotuslaitteisto
- Jauhatuslaitteisto (12" pilot-levyjauhin)
- MBF dynaaminen arkinmuodostuslaite kemikaalin syöttö- ja ohjausyksikköineen
- RP retentiokoeluoppi kemikaalien sekoituksen tutkimiseen (siirrettävissä tehtaalle), voidaan varustaa kuvauslaitteistolla mm. flokkisuuden määrittämiseen
- Mark IV Qantum pilot valkaisulaitteisto

### Pilotin ympärille rakennetut muut palvelut

- Analyysilaboratoriopalvelut.
- Tutkimuspalvelut (esim. erilaiset projektin esiselvitykset ja hakemukset)
- Mittauspalvelut, mm. Sekoittumisen mittaus johtokykytomografialla ja lämpötila-antureilla, kuvantamissovellukset

Koeajo- ja laboratoriopalvelut ovat vapaasti käytettävissä palveluhinnaston mukaisin kustannuksin. Koeajohallissa toimii kaksi tutkimusinsinööriä ja laboratorioissa kemisti ja kaksi laboranttia.



Koeajokustannuksiin sisältyy tutkimusinsinöörin työpanos, mutta asiakkaan henkilökuntaa voi olla myös mukana koeajoissa.

Yhteystiedot: Tapio Tirri, Puh. 040 582 8468, [tapio.tirri@mamk.fi](mailto:tapio.tirri@mamk.fi)

[www.mamk.fi/kuitulaboratorio](http://www.mamk.fi/kuitulaboratorio)

## 4.6 Keski-Pohjanmaan aikuiskoulutuskeskus, sellukeitin

Pienen pilot-mittakaavan sellunkeittimellä voidaan keittää noin 1,2 kiloa kuivaa hakemateriaalia tai vastaavaa kuituraaka-ainetta.

Keitin toimii panostyyppisesti siten, että keittimen keittoastian koriin asetetaan keitettävä kuitumateriaali ja keitossa tarvittavat keittokemikaalit. Keittimen kansi suljetaan ja aloitetaan keittokemikaalien kiertopumppaus ja lämmitys lämmitysastian läpi. Keittoa ohjataan Metso DNA-automaatiojärjestelmällä. Keittokemikaali, mustalipeä erotetaan puskusäilöön. Keitettyä massaa voidaan jäähdyttää vesijäähdytyksellä epäsuorasti lämmitysastiassa ja keittokemikaalikiertoon voidaan ajaa pesuvesi.

Keiton aikana ja sen jälkeen voidaan ottaa näytteet keittokemikaalista. Keitetyn massan käsittely jatkuu hajottimessa, kuituseulonnassa. Massaa voidaan jauhaa laboratoriojauhimella ja tehdä freenes- ja shopper-testit, arkin tekeminen arkkimuotissa ja paperilaboratorion erilaiset testit.

Keitettävän kuitumateriaalin määrä 1 – 2,5 kg kosteudesta riippuen

Yhteystiedot: Pekka Pietilä, 044 7250862, [pekka.pietila@kpakk.fi](mailto:pekka.pietila@kpakk.fi)

[www.kpakk.fi](http://www.kpakk.fi)

## 4.7 Oulun yliopisto, Teknillinen tiedekunta, PuLa-pilot

Oulun yliopiston PuLa-pilot on massa- ja paperiteollisuuden eri yksikköprosessien pienen pilot-mitan laitteistokokonaisuus, jossa voidaan tutkia pumppauksen, painelajittelun ja pyörrepuhdistuksen yksikköoperaatioita. Pilotin ohjaus tapahtuu LabView-pohjaisen ohjausjärjestelmän avulla.

Syöttösäiliön koko on noin 1 m<sup>3</sup>. Massavirtausmäärät ovat maksimissaan noin 10 l/s.

Pilotin yhteyteen kuuluu kattava massa- ja paperiominaisuuksien mittauslaboratorio. Lisäksi käytettävissä on yliopiston tarjoamat analyysipalvelut, kuten kemialliset analyysit ja Mikroskopian ja nanoteknologian keskuksen laitteet.

Yhteystiedot: Tuomas Stoor, puh. 040 551 7455, [tuomas.stoor@oulu.fi](mailto:tuomas.stoor@oulu.fi)

<http://www.oulu.fi/pyokui>

## 4.8 SciTech-Service Oy / Experimentis Oy Inc

Semi-pilotmittakaavan laitteiston painopiste on sellunkeitossa, massan käsittelyssä, valkaisuissa ja regeneroidussa selluloosassa (esim. viskoosi). Kaikki keittotavat (alkaliset, happamat, organosolv...) lisäksi hydrolyysit (sekä esi- että kokonaishydrolyysi). Kaikki mahdolliset raaka-aineet, eri puulajit, oljet, bagasse, bambu jne. Kaikki normaalit valkaisu- ja lämpökokeet jäteliemille yms.



Lisäksi yhtiöllä on 100 kg/d regeneroidun selluloosan (esim. viskoosi) kehrupilotti, jolla voidaan tuottaa näyte-eriä tekstiilikuituja. Laitteiston käyttöön liittyy teknisiä rajoitteita ja se joudutaan siirtämään viimeistään 2017 aikana tehdaskiinteistön purkamisen takia. Regeneroidun selluloosan alueella on mahdollisuus suunnitella ja yhteistyöverkoston kautta toteuttaa myös pienemmän mittakaavan kokeita.

Sellun keiton ja massankäsittelyn pilotin laitekuvaus

Sellunkeiton ja massan käsittelyn keittimiä on alkaen yksinkertaisista autoklaaveista aina vesivaipallisiin keittimiin joissa mahdollista ylläpitää kiertoja eri suuntiin ja vaihtaa keittoliemiä ja olosuhteita vapaasti. Lisäksi mikserireaktoreita on sekä keski- että matalasakeusalueille.

- Ilmahaude autoklaavi 6 kpl 3 l autoklaavia, 400 g haketta/autoklaavi, 30 bar 200°C
- Nopeiden lämmönsiirtokokeiden pilotti, 400 g haketta / koe, 50 bar, 235°C
- Pakkokierrollinen pilotti kalorisaattorilla, 5 kg haketta, 20 bar, 200°C
- Kuumavesivaipallisia syrjäytyseräkeittopilotteja (2 kpl), 5-6 kg haketta, 20-30 bar, 200°C
- Keskisakeus mikseripilotti, 400 g massaa, 20 bar 200°C
- Fluffaava sekoitinpilotti
- Suurpaine ja lämpötila hydraus-, heat-treatment-, cracking-, märkäpolttopilotti, 0,5 l 200 bar 300°C

Kaikki laitteet on aikoinaan räätälöity johonkin tiettyyn tutkimustarpeeseen ja niitä voidaan tarvittaessa muuttaa. Suurin osa laitteista on CRS-reactor engineering rakentamia ja muutostöitä voidaan tehdä yhteistyössä heidän kanssa varsin nopealla aikataululla.

Pilotin ympärille rakennetut palvelut

Experimentis hoitaa raaka-aineen esikäsittelyn, keitto tms. kokeet ja massan käsittelyn. Valkaisuja ja kemiallisia analyysejä ostetaan yhteistyökumppaneilta, pääasiassa Nablabs Oy:ltä joka toimii samassa kiinteistössä. Toimintatapa on vahvasti verkottumista suosiva: Experimentis keskittyy omaan alueeseensa ja hakee aktiivisesti yhteistyökumppaneita klusterin muista toimijoista.

Yhteystiedot: Eric Enqvist, 040 593 5770, [eric.enqvist@scitech.fi](mailto:eric.enqvist@scitech.fi)

[www.experimentis.fi](http://www.experimentis.fi)

## 4.9 Tampereen teknillinen yliopisto, regeneroidun selluloosakuidun kehrulaite

TTY:n Materiaaliopin laitoksella on pienen pilot-mittakaavan regeneroitujen selluloosakuitujen märkäkehrulaitteisto. Märkäkehrulla voidaan valmistaa selluloosaliuoksesta viskoosikuituja, selluloosakarbamaattikuituja ja entsyymiavusteisella prosessilla liuotettuja selluloosakuituja.

Prosessointi voi sisältää liuotuksen, suodatuksen ja ilmanpoiston ennen regenerointia tai näyte voidaan toimittaa valmiina liuoksena (suodatettu ja poistettu ilma). Märkäkehrussa NaOH-pohjainen selluloosaliuos pumpataan halutulla nopeudella suulakkeen läpi koaguloitihauteeseen (happo), jossa liuos regeneroituu. Muodostuvat kuidut ohjataan kolmen galetin kautta haspelille ja näin kohdistaa kuituihin haluttu venytys. Kuidut kerätään jatkuvatoimisena filamenttina, mutta tyypillisesti ne katkotaan haluttuun pituuteen. Kuidut pestään neutraaleiksi, tarvittaessa viimeistellään pinta-aktiivisella aineella ja kuivataan.

Kapasiteetti: minimimäärä liuosta yksi litra, josta saadaan kuituja noin 50 g riippuen liuoksen konsentraatiosta. Maksimimäärä liuosta 60 litraa, josta voidaan saada kuituja 3kg

(polymeerikonsentraatio 5-6 wt%).

#### Pilotin ympärille rakennetut palvelut

Ulkopuoliset voivat tilata kehuukokeita. Mikäli näytteen liuottaminen ja regenerointi vaativat tutkimusta, tämän voi sisällyttää tilaukseen. Kokeet suorittaa vakiohenkilökunta.

Yhteystiedot:

- Taina Kamppuri, p. 040 849 0909, [taina.kamppuri@tut.fi](mailto:taina.kamppuri@tut.fi)
- Marja Rissanen, p. 040 849 0914, [marja.rissanen@tut.fi](mailto:marja.rissanen@tut.fi)

<http://www.tut.fi/en/about-tut/departments/materials-science/research/research-equipment/fibre-and-textile-material-processing-and-testing/spinning-equipment/index.htm>

## 4.10 Teknologian tutkimuskeskus VTT, Biomassan prosessoinnin ja sellukuitujen valmistuksen semi-pilot, Otaniemi

VTT:llä on ns. semi-pilot mittakaavan pilot-laitteisto biomassan fraktioinnin ja jatkojalostuksen, kuten nanoselluloosan ja selluloosapohjsten kuitujen valmistuksen tutkimukseen ja ylöskaalaukseen. Nämä laitteistot on suunniteltu siirrettäväksi Bioruukin pilotointikeskukseen v. 2017.

Monikäyttöiset reaktorit yhdessä täydentävien prosessointilaitteiden kanssa mahdollistavat biomassan kemiallisen fraktioinnin biopolymeereiksi (selluloosa, hemiselluloosat ja ligniini) ja/tai kuiduiksi. Laboratorio ja semi-pilot-mittakaavan hionta- ja jauhatuslaitteet mahdollistavat biomassan mekaanisen fraktioinnin kuiduiksi ja muiksi fibrillimäisiksi partikkeleiksi kuitutuotteissa käytettäväksi.

Selluloosapohjaisten kuitujen valmistuksessa käytettävissä on semi-pilot mittakaavan laitteet selluloosaliuoksen valmistukselle ja kuidunvalmistuksen märkäkehräysmenetelmille, kuten viskoosi tai selluloosakarbamaatti.

Pilotin laiteluettelo:

- Fiberline semi-pilot cooking simulator (40 bar, 50 dm<sup>3</sup>)
- Steam explosion reactor (20 bar, 10 dm<sup>3</sup>)
- Multi-purpose reactors (20 bar, 1-30 dm<sup>3</sup>)
- Air-bath autoclaves (20 bar, <2 dm<sup>3</sup>)
- Glycol bath autoclaves (20 bar, <0.15 dm<sup>3</sup>)
- Ultrafiltration device LabStak M20 (4 bar, 10 l/min)
- Sprout-Waldron disc refiner (8 bar, 12")
- Washing, screening and homogenization units
- Chipping, sawing, chip screening devices
- Atmospheric laboratory grinder
- Frex-piston press
- Ozone-generator
- Bauer 8" refiner
- Masuko grinders and fluidisators for nanocellulose production
- Cellulose dissolving semi-pilot
- Regenerated cellulose fibre spinning semi-pilot (wet spinning)



*Fiberline*



*Regeneroitujen sellukuitujen pieni kehräspilot*

Pilotin ympärille rakennetut palvelut

Biomassan prosessoinnin pilotointeja tukee erittäin ajanmukainen laboratoriomittakaavan koe- ja analyysilaitteisto, edistyneet työkalut teknistaloudellista laskentaa.

Yhteystiedot: Jari Sirviö , puh.020 722 7507, [jari.sirvio@vtt.fi](mailto:jari.sirvio@vtt.fi)

#### 4.11 Åbo Akademi, Kuitu- ja selluloosateknologia

Laitteisto on pääosin melko pienen mittakaavan biomassan fraktioinnin semi-pilot laitteta. Niitä voidaan kuitenkin hyvin käyttää kuitu- ja selluloosateknologian ilmiöiden ylöskaalaukseen. Useimpia laitteita saa käyttää vain laitteiden käyttöön koulutettu yliopiston oma henkilökunta.

Laiteluettelo:

- Pilot refining station Pro-Lab: Low consistency (2-6 %) fibre refining, min 2,5 kg abs. (40...50 dm<sup>3</sup>), two-three grindings / per. day. max 7.5...8 kg abs.
- Large digester for cooking and extraction (prehydrolysis of hemicelluloses): 25 dm<sup>3</sup>, max 180 C and 20 bar, no organic solvent type cooking, material amount 2...4,5 kg
- Rocking digester for cooking and extraction, 10 dm<sup>3</sup>, max 180 C and 20 bar, 0,5...1 kg chips
- Quantum Mark IV bleaching reactor: bleaching of pulp fibres and oxygen delignification, operating temp. 60-110 C, material amount 100-200 g abs., 2-4 bleachings / day



*Pro-Lab LC-refiner*



*Large digester*

Yhteystiedot: Prof. Pedro Fardim, [pfardim@abo.fi](mailto:pfardim@abo.fi)

Dr. Jan Gustafsson, 046 921 5892, [jgustafs@abo.fi](mailto:jgustafs@abo.fi)

## 5. KEMIAN PROSESSITEKNIikka

---

Kemian prosessiteknikka on laaja käsite, ja eri teknologioiden rajaaminen tässä kategoriassa on melko vaikeaa. Tähän kappaleeseen onkin koottu melko laajasti erilaisia pilot-mittakaavan tutkimusympäristöjä ja –laitteita, joissa voidaan kehittää tyypillisiä prosessiteknikkaan kuuluvia yksikköoperaatioita ja prosesseja, kuten raaka-aineiden esikäsittelyjä kemiallisia reaktioita, ja erotustekniikkaa. Raaka-aine voi olla hyvin monenlaista ja monesta lähteestä. Valittuja mineraalien käsittelyn pilot-infroja on otettu mukaan, koska sieltä voi hyvinkin löytyä hyvinkin bio- ja kiertotalouden prosesseihin sopivia laitteita. Pelkästään jäteveden käsittelyyn liittyvät tutkimuslaitteet on rajattu tämän selvityksen ulkopuolelle.

Suomessa on suhteellisen monipuolista laitekantaa kemian prosessiteknikan piloteissa. Etenkin erotustekniikassa löytyy monipuolisia pilot mitan laitteistoja ja osaamista. Kemian reaktiotekniikkaan liittyviä bench- tai semi-pilot-mittakaavan laitteita löytyy myös useammalta toimijalta, mutta selkeästi pilot-mittakaavan julkista infraa löytyy vain VTT:ltä ja Centria AMK:lta. Toisaalta Suomessa toimivilta kemian prosessiteknikan alan yrityksiltä löytyy usein omia pilotteja.

### 5.1 Aalto-yliopisto, Kemian tekniikan korkeakoulu, Biotalousinfrastrukturi

Pääasiassa laboratorio ja bench-mittakaavan kemian prosessiteknikan laitteita.

Lisätietoa kappaleessa 4.1.

### 5.2 Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Kemianteknikan prosessien pilotit / The Centre for Separation Technology (CST)

LUT:ssa kemian prosessien pilottien pääpaino ja erityisosaaminen on erotustekniikassa. Kooltaan pilotit ovat suhteellisen pieniä, mutta soveltuvat hyvin erotustekniikan ilmiöiden ylöskaalamiseen. Laitteistot ovat käytettävissä sekä liuoserien puhdistukseen että prosessikehitykseen. Työhön on käytettävissä post-doc tutkijoita ja opiskelijoita.

Adsorbtiion ja kromatografian pilot-laitteet

- Adsorptiolaitte soveltuu esimerkiksi biomassan hydrolysaattien ja uutteen puhdistukseen, mm. aromaattisten ja muiden hydrofobisten yhdisteiden sekä elektrolyyttien poistoon. Kapasiteetti: max 24 dm<sup>3</sup> adsorbenttia, useita satoja litroja syöttöä.
- Teollisen kromatografia soveltuu monenlaisen liuoksen biomassan fraktiointiin ja arvokomponenttien talteenottoon ja puhdistukseen. Esimerkkejä: polysakkaridit, oligo- ja monosakkaridit, orgaaniset hapot, aminohapot, proteiinit, jne. Soveltuu myös ioninvaihtoon ja metallien poistoon/erotukseen. Kapasiteetti: < 100 L syöttöä.
- Jatkuva toimiva SMB-kromatografia soveltuu jatkuvatoimisten teollisten prosessien kehitykseen ja prosessikonfiguraatioiden vertailuun. Käyttökohteet ovat samat kuin teollisen kromatografian pilotilla. Kapasiteetti: < 10 L syöttöä. Edellyttää post doc- tutkijaa.

Yhteystiedot: Tuomo Sainio, 040-3578683, [tuomo.sainio@lut.fi](mailto:tuomo.sainio@lut.fi)

#### Dekantterisentrifuugi

Tutkimusympäristössä hyödynnetään aineiden tiheyseroon perustuva erotusmenetelmiä, jotka soveltuvat mm. seoksen vesi- ja öljyfaasien sekä siinä olevien kiintoainepartikkeleiden erotukseen.

Laite on periaatteessa jatkuvatoiminen, mutta voidaan ajaa myös panoksena jos käsiteltävää lietettä on vähintään 300 l.

- Rummun pituus 0,94 m ja halkaisija 0,28 m
- Pyörimisnopeus max 4400 rpm (3010 g)
- Lietekapasiteetti 0,3 – 1,5 m<sup>3</sup>/h, max 100 kg KA/h
- Syöttösakeus 1 – 20%
- Kuivattu liete 10 – 30 % KA

Laite on asennettu siirrettävälle koneikolle, joten laite voidaan siirtää tehtaalle. Syöttö- ja kierrätyspumput (1 lohkorootoripumppu + 3 ruuvipumppua) siirrettävällä koneikolla. Syöttö- ja talteenottosäiliöt asennetaan tarpeen mukaan tai laite voidaan kytkeä osaksi teollisuusprosessia. Kattava kemian alan analyysipalvelu.

Yhteystiedot: Eeva Jernström, p. 040 557 0918, [eeva.jernstrom@lut.fi](mailto:eeva.jernstrom@lut.fi)

#### Painesuodatin

Pilottilla voidaan testata erilaisten näytteiden suodattavuusominaisuuksia sekä määrittää suodattimien mitoituksen kannalta oleellisia parametreja. Suodatuksen lisäksi samassa laitteessa voidaan tutkia myös suodinkakun mekaanista puristusta sekä kakun pesua tai ilmakuivausta.

Larox PF 0.1 –painesuodatin on täysin varusteltu pilottilaite jonka pääosat ovat:

- Syöttösäiliö (100 dm<sup>3</sup>)
- Syöttösäiliön sekoitin (sähkötoiminen 0,25 kW, 220-480 VAC, 50/60 Hz, max.1800 rpm).
- Lietteen syöttöpumppu (paineilmatoiminen TAPFLO TF100, PTFE-kalvot, max. 12 bar)
- Suodatinkammio (pinta-ala 0.1 m<sup>2</sup>, kammion korkeus 45 – 90 mm, materiaali AISI 316, kammion yläosassa kumista valmistettu puristuskalvo)
- Painevesiyksikkö (pumppu, jolla tuotetaan kakun puristukseen vaadittava paine max. 16 bar)
- Suodinkakun pesuyksikkö (paineilmatoiminen, max. 6 bar)

Kyseessä on panostoiminen laite ja yhteen kokeeseen vaadittava lietemäärä on noin 5 – 20 dm<sup>3</sup> riippuen suodatettavan lietteen ominaisuuksista (kiintoainepitoisuus, partikkelikoko, jne.) sekä käytettävästä suodatinkammion korkeudesta. Pilottia käytetään runsaasti tutkimusprojekteissa ja opinnäytteissä sekä suorissa teollisuuden tilaustutkimuksissa.

Yhteystiedot: Antti Häkkinen, puh. 040 354 3218, [antti.hakkinen@lut.fi](mailto:antti.hakkinen@lut.fi)

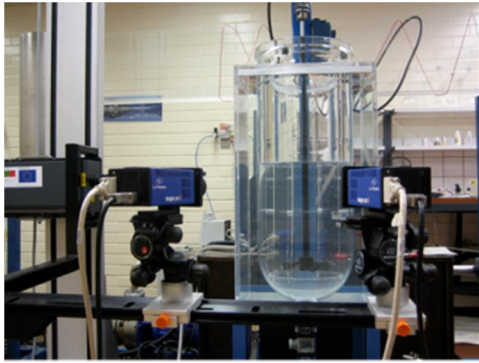
#### Panos-, puolipanos- ja jatkuvatoimiset kiteytyslaitteistot

Koelaitteistoilla on mahdollista tutkia eri kiteytysmenetelmiä, kuten reaktiivinen kiteytys, saostus anti-solventin avulla, jäähdytyskiteytys ja haihdutuskiteytys.

Erikokoiset koelaitteistot: n. 5 ml (hienokemikaalit), 250 ml, 1/2/4/10/50-litran kiteyttimet LUT Kemian vaipallinen virtaushaitoilla ja sekoittimella varustettu 50 litran kiteytin.

Kiteytysprosesseja on mahdollista seurata erilaisin inline-mittauksin, joista mainittakoon ATR FTIR- ja Ramanspektroskopia, hiukkaskokojakaumamäärytykset ja sameusmittaus.





*Sekoittimella varustettu 50 dm<sup>3</sup> kiteytin*

Yhteystiedot: Marjatta Louhi-Kultanen, puh. 05 621 2187, [marjatta.louhi@lut.fi](mailto:marjatta.louhi@lut.fi)

### Kalvosuodatuspilot

Laitteiston tarkoituksena on tehdä kalvosuodatusprosessien pilotointikokeet tehtailla, ja siten varmentaa laboratoriokokeiden tuloksia.

Suodattimessa voidaan käyttää erilaisia kalvomuoduleita ja näin tutkia käänteisosmoosia (RO), nanosuodatusta (NF), ultrasuodatusta (UF) ja mikrosuodatusta (MF). Suodatin on rakennettu 4" spiraalimoduuleille mutta siihen voidaan liittää myös putkimaisia moduuleita. Suodattimen kalvopinta-ala on n. 5 m<sup>2</sup>-45 m<sup>2</sup> riippuen käytettyjen moduulien määrästä.

Laitteistossa on kuusi 4" spiraalimoduulia. Näistä on kaksi aina rinnan eli laitteistoa voidaan käyttää kolmivaiheiseen suodatukseen. Maksimipaine on 64 bar. Laitteisto on rakennettu erittäin monipuoliseksi ja sitä voidaan operoida vakiovuolla, vakioaineella ja säätämällä saantoa. Lisäksi laitteistossa on diasuodatusmahdollisuus omalla pumpulla ja kuiva-ainemittarit. LUT/CST:llä on lisäksi useita muita kalvosuodatuslaitteita sekä keraamisille että polymeerisille kalvoille.

Pilot on siirrettävissä kuljetuskontissa. Riippuen kalvojen määrästä ja kalvoprosessista ja vuosta pilot tuottaa permeaattia 50 L muutamaaan kuutioon tunnissa. Pilotin käyttö vaatii jonkin verran opettelua sen monipuolisuuden takia.

Yhteystiedot: Mika Mänttari, puh. 040 734 2192, [mika.manttari@lut.fi](mailto:mika.manttari@lut.fi)

### Kalvosuodatin yli 100 °C suodatuksiin

Laitteen käyttötarkoitus on kalvosuodatusprosessien operointi yli 100 °C:n lämpötiloissa. Suodattimessa voidaan käyttää erilaisia keraamisia moduuleita ja membraaneja. Laitteisto soveltuu mikrosuodatukseen (MF), ultrasuodatukseen (UF) ja nanosuodatukseen (NF) sekä käänteisosmoosiin (RO) (polymeeriset membraanit) matalammissa lämpötiloissa. Laitteeseen voidaan asentaa yksi keraamiputkimoduuli (mm. Tami Industries, Inopor etc.), mutta pienellä putkistomodifioinnilla myös 2-3 rinnan kytkettyä moduulia. Moduulin pituudesta riippuen yhden moduulin pinta-ala on noin 0.1-0.25 m<sup>2</sup>. Maksimipaine on 20 bar, ja maksimilämpötila noin 180 °C.

Laitteistossa on kaksi 10 litran syöttösäiliötä, joista yksi kerrallaan on käytössä ja suodatuksen aikana toista voidaan tarvittaessa täyttää. Tarvittava paine saadaan typpikaasulla painepullosta paineenalennusventtiilin ja säätimen kautta. Syöttö säiliöistä joko paineella tai tarvittaessa rataspumpulla (max. noin 1.5 L/min). Suodatinmoduuli on kierrätyslinjassa, johon syöttö johdetaan. Kierrätyspumpun kapasiteetti max. noin 50 L/min. Retentaatin kierrätys säiliöön on mahdollista.

LUT/CST:llä on lisäksi useita muita kalvosuodatuslaitteita sekä keraamisille että polymeerisille kalvoille.

Pilotin käyttö vaatii opastuksen ja erityistä huomiota turvallisiin työtapoihin ja turvavarusteisiin korkeasta paineesta ja lämpötilasta johtuen.

Yhteystiedot: Mika Mänttari, puh. 040 734 2192, [mika.manttari@lut.fi](mailto:mika.manttari@lut.fi)

[www.lut.fi/fi/technology/lutchemical](http://www.lut.fi/fi/technology/lutchemical)

### 5.3 Centria AMK, ChemPlant -kemian koetehdas, Kokkola

CHEMPLANT on kemian koetehdas, joka tarjoaa hyvät puitteet prosessien tutkimus- ja kehitystoimintaan sekä ylöskaalaamiseen keskiuuren mittakaavaan. Koetehdasympäristö muuntuu asiakkaan tarpeiden mukaan, ja eniten käyttökokemusta on epäorgaanisten aineiden prosesseista. Erityistä laitteissa on hyvät valmiudet sekoituksen tutkimiseen ja pilot-mitan täytekappaletislain.

Koetehdasympäristö perustuu kahteen pilot-kokoluokan reaktoriin, jotka mahdollistavat esimerkiksi kemiallisten saostus- ja rikastusilmiöiden tutkimuksen. Osa koetehtaasta täyttää ATEX-vaatimukset, minkä ansiosta siellä voidaan käsitellä palo- ja räjähdysvaarallisia aineita. Reaktoreiden ohella monipuolinen ympäristö sisältää myös esikäsitely- ja erotuslaitteistot.

Koetehdasta palvelee laboratorioympäristö, joka mahdollistaa laboratoriomittakaavassa tehtävät kokeet ennen varsinaista pilotointia. Laboratoriomittakaavassa voidaan tutkia ja mitata kemiallisia ilmiöitä sekä seurata analytiikan avulla prosessin kulkua. Sen lisäksi laboratorioympäristössä voidaan seurata myös pilot-vaiheen ilmiöitä.



*Sekoitusreaktori*

Laitteistokuvaus:

- Sekoitusreaktori 1 , max 5 bar, AISI904 teräs, 120 dm<sup>3</sup>, 4...150C, ATEX
- Sekoitusreaktori 2, ilmapaine, AISI904 teräs, 250 dm<sup>3</sup>, 4...150C, sekoitustehon mittaus, ATEX
- Tislain, ASIS316 teräs, täytekappalekolonni halk. 215 mm, teho 10 kW, max temp. 150C, ATEX
- Kaasunpesuri, AISI 316L (venturi ja täytekappalekolonni), polypropeeninen (säiliö), ATEX
- Painesuodin, 0,54 m<sup>2</sup>, max 10 bar @ 140C
- Syöttö-, välituote-, tuotesäiliöitä (30-500 dm<sup>3</sup>)
- Leukamurskain (300 kg/h), kuulamyly (6 dm<sup>3</sup>)

Yhteystiedot: Risto Puskala, puh. 044 725 0325, [risto.puskala@centria.fi](mailto:risto.puskala@centria.fi)

<http://www.centria.fi/chemplant>



## 5.4 Metropolia AMK, Kemianteekniikan koelaitteistot, Vantaa

Tarjolla olevat kemianteekniikan laitteistot ovat pääasiassa bench-mittakaavaa, mutta soveltuvia pienen mittakaavan ylöskaalauksen. Pilot-hallitilaa on tarjolla.

Kemianteekniikan laitteet:

- Pilot tislauslaitteisto, 170 litraa, ohjelmisto kaipaa päivittämistä
- Büchi reaktori 2 bar, 200 C, 1,5 litraa
- Hydrausreaktori Parr, 150 bar, 250 ml
- Seulaporttikolonne, 2 litraa
- Spinning band kolonne, n. 100 ml
- Pilot suodatin (karkeasuodatus), 0,5 m<sup>2</sup>, paine 2 bar

Pilotin ympärille rakennetut palvelut

Edellä mainittujen lisäksi käytössä on normaalia laboratoriotilaa ja pilot-hallitilaa. Tilojen ulkopuolista käytöstä täytyy sopia erikseen.

Projektin luonteesta ja erityisesti rahoituksesta riippuen käytössä on sekä opetushenkilökuntaa (lehtorit ja tutkimusinsinöörit) että opiskelijoita.

Yhteystiedot: Timo Seuranen, 040 6376296, [timo.seuranen@metropolia.fi](mailto:timo.seuranen@metropolia.fi)

Johanna Tikka, [johanna.tikka@metropolia.fi](mailto:johanna.tikka@metropolia.fi)

## 5.5 Outotec Oyj, Dewatering Technology Center (DTC), Lappeenranta

Outotecin Dewatering Technology Center Lappeenrannassa on erikoistunut kiinto-aineen ja nesteen erotus testaukseen sekä materiaali ja vesi testaukseen. Laitteistoja on sekä semi-pilot- että isommassa pilot-mittakaavassa.

Semi-pilot suodatinlaitteistot

Semi-pilot laitteistoja käytetään vakuumi – ja painesuodatus sekä sakeutus ominaisuuksien testaukseen. Testauksien perusteella voidaan määrittää prosessilaitteiden mitoitus tarvitavat parametrit kuten kapasiteetti, kakun (kiintoaineen) ja suodoksen (neste) kiintoainepitoisuus, pesutulokset sekä kiintoaineesta ja nesteestä, jaksoajat yms. Pienempien laitteiden tulokset ovat suuntaa antavia, ja tulokset pitää vahvistaa pilot kokoisilla laitteilla.

Tarvittava näytemäärä 5-20 kg kuiva-aineena.

- Outotec Larox<sup>®</sup> Buchner – vakuuminauhasuodatin testaus, pinta-ala 100 cm<sup>2</sup>. Simuloi useimmat vakuuminauhasuodatuksen liittyvät jakson toiminnot.
- Outotec Larox<sup>®</sup> Ceramec leaf kit – keraaminen vakuumsuodatin, pinta-ala 130 cm<sup>2</sup>. Simuloi keraamisen suodatin jakson toiminnot
- Outotec Larox<sup>®</sup> Labox 100 – painesuodatin testilaitte, pinta – ala 100 cm<sup>2</sup>. Simuloi horisontaalisen, vertikaalisen ja kaksipuoleisesti suodattavan suodattimen toimintaa.
- Outotec Thickener 99 mm, on sakeutuksen ja selkeytyksen testaukseen käytetty testilaitte.

### Pilot painesuodatuslaitteistot

Pilot laitteistot ovat suhteellisen suuren mittakaavan koelaitteita, ja koeajojen tuloksien perusteella prosessilaitteet voidaan mitoittaa luotettavasti. Tarvittava näytemäärä 30-100 kg kuiva-aineena.

- Outotec Larox® PF 0.1/DS 0.2 – painesuodatin testaus, yksipuoleinen sekä kaksipuoleinen suodatus mahdollista, pinta-ala 0.1 m<sup>2</sup> (yksipuoleinen suodatus) ja 0.2 m<sup>2</sup> (kaksipuoleinen suodatus). Simuloi kaikki horisontaaliseen (kammion suunta) painesuodatukseen kuuluvat toiminnot.
- Outotec Larox® FP/FFP 0.3 – painesuodatin testaus, vertikaalinen kammio, pinta-ala 0.3 m<sup>2</sup>. simuloi kaikki vertikaaliseen painesuodatukseen kuuluvat toiminnot.

### Muut pilot laitteistot

Suurempia pilot laitteistoja löytyy kaikkiin yllä mainittuihin sekä kirkastussuodatus testauksiin. Laitteistojen koot vaihtelevat 0.2 m<sup>2</sup> – 1.6 m<sup>2</sup>. Suuremmat pilot laitteet vaativat >100 – >1000 kg kuiva-ainetta testauksiin applikaatiosta riippuen. Suuremmat pilot laitteet kytketään useimmiten suoraan asiakkaan prosessiin. Joissain tapauksissa testaus voidaan myös suorittaa DTC:ssä.

### Pilotin ympärille rakennetut palvelut

Pilotteja käytetään teollisuuden tilaustestauksiin, ulkoisiin ja sisäisiin kehitystestauksiin sekä tuotetukitoiminnassa. Pilotteja käyttää Outotecin koulutettu henkilökunta ja jossain tapauksissa laitteita voi vuokrata, jolloin ulkoinen henkilökunta opastetaan laitteen käyttöön.

Yhteystiedot: Janne Okko, puh. 040 351 4922, [janne.okko@outotec.com](mailto:janne.okko@outotec.com)

Leena Tantt, puh. 040 767 0166, [leena.tanttu@outotec.com](mailto:leena.tanttu@outotec.com)

## 5.6 Turun AMK, Kemiantelekniiikan koelaitteistot

Tarjolla olevat laitteet ovat pääosin pienehköä pilot-mittakaavaa ja sovellettavissa ylöskaalustutkimukseen. Pienemmät laitteet liittyvät fermentointeihin, kuivaukseen ja movien/biokomposiittien kompaundointiin. Poikkeuksena ja erikoisuutena on siirrettävä merikonttiin rakennettu suurehko biomassan mädätykseen perustuva biokaasun tuottamisen pilot-yksikkö, josta on kuvaus kappaleessa 2.6

### Siirrettävä sumutuskuivain

Laitteistoa voidaan käyttää nestemäisten tuotteiden kuivaamiseen jauheeksi tutkimuskäyttöön. Pilotkokoluokan sumutuskuivain (Niro A/S) on liikuteltava malli eli se on varustettu pyörillä. Laitteisto vaatii noin 2 m<sup>2</sup> lattiapinta-alaa.

Sumutuskuivaimessa on myötävirtasuutin, jossa 1 mm syöttöaukko. Kuivauskapasiteetti on 1-4 kg/h riippuen tuotteen kiintoaineen määrästä. Maksimilämpötila on 325 °C. Tuotteen syöttö tapahtuu letkupumpulla ja jauheen keräys yhden syklonin avulla vaihdettavaan lasipurkkiin.

Laitteisto on ulkopuolisten käytössä joko siten, että työn suorittaa Turun ammattikorkeakoulun henkilökunta tai opiskelijat yhdessä tai erikseen. Laite- ja työaika laskutetaan kulutuksen mukaan.

Laitteiston käytöstä vastaa vakiohenkilökunta opiskelijoiden kanssa yhteistyössä.

Yhteystiedot: Jani Pelkonen, 050-5985349, [jani.pelkonen@turkuamk.fi](mailto:jani.pelkonen@turkuamk.fi)

### Kaksoisruuviekstruuderi

- Co-rotating kaksoisruuviekstruuderi, Berstorff pilot-ekstruuderi ZE-25.
- Ruuvin halkaisija 25 mm.

Kaksoisruuviekstruuderi on koulutus- ja tutkimuskäytössä. Lisäksi sillä voidaan tehdä erilaisia tutkimuksia teollisuuden ja muiden yhteistyökumppaneiden tarpeiden mukaan. Laitteiston käytöstä vastaa vakiohenkilökunta opiskelijoiden kanssa yhteistyössä.

Yhteystiedot: Kari Haajanen, 050 5985 694, [kari.haajanen@turkuamk.fi](mailto:kari.haajanen@turkuamk.fi)

### Fermentorit

3 kpl mikrobifermentointeihin soveltuvaa fermentoria. 15 dm<sup>3</sup> B.Braun Biostad®C, 30 dm<sup>3</sup> B.Braun Biostad®C ja 15 dm<sup>3</sup> New Brunswick (Eppendorf) BioFlo 415. Lisäksi solunkeräysmahdollisuus näihin laitteisiin Sigma 6K15 sentrifuugilla, jatkuvatoimisella Heraeus centrifuge sentrifuufilla ja suodatustekniikalla.

Fermentorit ovat koulutus-, tutkimus- ja palvelukäytössä. Fermentoreilla voidaan tehdä maksua vastaan tutkimus ja palvelutöitä ulkopuolisille yrityksille henkilökunnan ja opiskelijoiden toimesta. Laitteiden käyttö ulkopuolisille yrityksille on mahdollista vakiohenkilökunnan valvonnassa laitevuokralla, joka sisältää ohjaavan vakiohenkilökunnan työkustannukset. Asiakkaan henkilökunnan on mahdollista käyttää laitteita vakiohenkilökunnan opastuksessa.

Yhteystiedot: Kari Haajanen, 050 598 5694, [kari.haajanen@turkuamk.fi](mailto:kari.haajanen@turkuamk.fi)

<http://www.turkuamk.fi/fi/tutkimus-kehitys-ja-innovaatiot/tutkimusryhmat/materiaalitehokkuus-ja-uusiutuva-energia/>

## 5.7 Teknologian tutkimuskeskus VTT, Prosessikemian koetehtaat, Rajamäki, Otaniemi

Prosessikemian koetehtaiden laitteistot on suunniteltu hyvin monikäyttöiseksi ja soveltuvaksi hyvin monenlaisille raaka-aineille ja prosesseille. Monipuolisten ja melko suurien painereaktorien lisäksi pilotin hyvin monipuolinen erotustekniikan laitteisto mahdollistaa yksittäiset laitekoeajot, prosessikonseptien ylöskaalaukset, materiaalien valmistuksen sovelluskehitykseen tai tuotteiden sopimusvalmistus kaupallisiin tarkoituksiin. Nämä pilot-laitteistot on suunniteltu siirrettäväksi Bioruukin pilotointikeskukseen v. 2018.



*Rajamäen koetehtaan ATEX-pilothalli*



*Otaniemen pilotin ATEX-pilothalli*

Laitekannassa erityistä ovat suhteellisen suuret painereaktorit, korkean kuiva-ainepitoisuuden prosessointilaitteet sekä hyvin monipuolinen erotustekniikan laitekanta. Laaja kokemus erilaisten kemikaalien käsittelyssä sekä ATEX-laitteistot ja -tilat mahdollistavat vaarallisten ja palavien aineiden turvallisen käsittelyn.

Käsiteltävät erät tyypillisesti 1 kg...10 tonnia. Painereaktoreita löytyy 1-1800 litran mittakaavassa. Erotustekniikan laitteilla toimitaan tyypillisesti n. 100-1000 litran mittakaavassa, mutta tarvittaessa voidaan käsitellä aina 10-20 m<sup>3</sup> ainemääriä. Myös pienen mittakaavan kokeet (1-10 litraa) ovat mahdollisia useimmilla laitetyypeillä.

Aineita voidaan käsitellä ja varastoida esim. kanistereissa, tynnyreissä kuution IBC-konteissa, säkeissä tai suursäkeissä. Kaasupulloja ja -paineastioita voidaan myös käsitellä ja varastoida.

Laitteistokuvaus:

- Multi-purpose stainless steel reactors, 400 -1800 dm<sup>3</sup>
- Multi-purpose glass lined reactors, 60, 160 and 500 dm<sup>3</sup>
- Semi-pilot high pressure and temperature reactors, up to 300 bar and 500 C, 1-10 dm<sup>3</sup>
- Lödige/Drais all-in-one reactors/dryers: 5, 100, 130, 250, 600 dm<sup>3</sup>
- Powder dry mixing unit, grinders (wet and dry), Atrex-grinder
- Separation units: decanter centrifuges, separators
- Filters: rotary vacuum filter, frame filter, membrane filtration units
- Dryers: vacuum contact dryers (see Lödife/drais) and spray dryer (capacity 30-50 kg/h)
- Falling film evaporators (ATEX and non-ATEX, max 150 kg/h), distillations
- Fixed bed hot water or solvent extractor (30 bar, 250 dm<sup>3</sup>)
- Counter current extraction units, high pressure and glass columns
- Tubular polymerisation reactor
- Reaction calorimeters
- Ex-classified pilot halls and equipment

Pilotin ympärille rakennetut palvelut

Koko VTT:n laaja tutkimusorganisaatio on käytettävissä. Erityisesti kemian prosessien ylöskaalauksessa osaamista ja laitekantaa löytyy teknistaloudellisten analyysien, prosessimallituksen, laboratoriomittakaavan kokeiden, reaktiokolorimetrian ja monipuolisen analytiikan aloilta.

Käytettävissä on myös laajat verkostot kemiantekniikan laitevalmistajien sekä muiden tutkimuslaitosten ja yliopistojen kanssa.

Yhteystiedot: Pertti Tiitola, puh. 020 722 2940, [pertti.tiitola@vtt.fi](mailto:pertti.tiitola@vtt.fi)

Antero Laitinen, puh. 020 722 5716, [antero.laitinen@vtt.fi](mailto:antero.laitinen@vtt.fi)

## 5.8 Gelologian tutkimuskeskus GTK, Mineraalitekniikan laboratorio, Outokumpu

Mineraalitekniikan laboratorion ja sen melko suurien pilot-mittakaavan laitteiden pääasiallinen tarkoitus on kehittää uutta osaamista mineraalien jauhatus- ja rikastusprosesseihin ekotehokkuus huomioiden ja tuottaa rikastusteknisiä tutkimuspalveluja kaivosteollisuuden tarpeisiin. Laitteet voivat olla myös sovellettavissa myös erilaisiin kemiantekniikan tai kierrätysteknologioiden tarpeisiin.

Pääasiallisen rikastustutkimusmenetelmän, vaahdotuksen, ohella laboratoriossa tehdään mm. painovoima- ja magneettierotuksia sekä sakeutus- ja suodatustutkimuksia. Laboratoriossa kehitetään rikastusprosessimenetelmä, jonka toimivuutta testataan laajemmassa skaalassa minipilot- ja pilot-tutkimuksin. Vaikeasti rikastettavia mineraaleja on mahdollista erottaa hydrometallurgisesti liuottamalla (normaali- ja korkeapaineliuotukset). Bioliuotusta on hyödynnetty erityisesti perusmetallien talteenottomenetelmänä. Pilotteja tukevan mineraalitekniikan laboratoriomittakaavan valmiuksiin kuuluvat prosessikemian tutkimus (mm. hydrofobisuus- ja elektrodipotentiaalimääritykset) sekä jauhautuvuus- ja rikastustutkimukset.



*Mineraalitekniikan laboratorion rakennuksia*

Pilotin koko ja tarvittavat ainemäärät

Kokoluokat: laboratorio (max muutamia kymmeniä kg näytettä); minipilot (400 – 2000 kg lähtömateriaalia, syöttökapasiteetti 10 – 50 kg/h); pilot (20 – 15 000 t lähtömateriaalia, syöttökapasiteetti 0,2 – 5 t/h).

Laitteistot soveltuvat osittain mm. kierrätysmateriaalien käsittelyyn.

Pilotin ympärille rakennetut palvelut

Yhteisrahoitteisiin ja asiakastutkimuksiin. Käyttäjinä GTK:n henkilöstö. Pilotissa omaa vakiohenkilökuntaa n. 16 hlöä mukaan lukien tutkimusta avustava henkilökunta, tutkijat ja erikoistutkijat. Laboratorioissa erikseen n. 35 hlöä. Asiakkaita toisinaan mukana koeajoissa.

Yhteystiedot: Asse Marjasvaara, [asse.marjasvaara@gtk.fi](mailto:asse.marjasvaara@gtk.fi)

<http://www.gtk.fi/tutkimus/infrastrukturi/>

## 5.9 Oulun yliopiston koerikastamo (Minipilot)

Pilotin käyttötarkoitus ja yleiskuvaus

Oulu Mining Schoolissa on maailman ensimmäinen yliopistoympäristöön rakennettu jatkuvatoiminen automatisoitu koerikastamo. Vuonna 2012 käyttöön otettu Outotecin teknologioihin perustuva koerikastamo tarjoaa innovatiivisen ympäristön rikastusteknisten yksikköprosessien opetukseen ja tutkimukseen.

Vaikka malmin rikastaminen ei varsinaisesti kuulu bio- ja kiertotalouden prosessien alaen, rikastamon tekniikoita voidaan mahdollisesti hyödyntää kierrätysratkaisuissa.

Tutkimus- ja koetuotantolaitoksen kapasiteetti on 30 kg/h malmia, ja se kattaa mineraalien

rikastamon mittakaavassa 1:5000 ja se perustuu Pyhäsalmen kaivoksen rikastamoon.



*Minipilot*

Yhteystiedot: Ilkka Hynynen, puh. 040 6735210 [ilkka.hynynen@oulu.fi](mailto:ilkka.hynynen@oulu.fi)

Jari Ruuska, puh. 0294 482470, [jari.ruuska@oulu.fi](mailto:jari.ruuska@oulu.fi)

## **6. TEOLLINEN BIOTEKNIikka JA ELINTARVIKETEKNOLOGIA**

Tässä kappaleessa pyritään kuvaamaan teollisen biotekniikan ja elintarviketeknologian prosessien kehityksessä tarvittavia avoimia pilot-ympäristöjä. Tyypillisesti tähän kategoriaan kuuluu esim etanolin tai muiden kemikaalien sekä esim entsyymien valmistuksen kuuluvat toimijat, ja toisaalta sitten elintarvikkeiden, kuten meijerituotteiden valmistuksen prosesseja kehittävät, toimijat. Näissä pilot-ympäristöissä on usein erilaisten fermentoreiden lisäksi hyvä valikoima esikäsitteilyn, erotustekniikan, pakkaustekniikan ja analytiikan laitteita. Osa biotekniikkaa hyödyntävistä etanolija ja muita kemikaaleja kehittävistä pilot-ympäristöistä on kuvattu aiemmin tässä raportissa esim biopolttaineiden ja biomassan prosessoinnin yhteydessä. Maatilatalouteen suoraan liittyvät tutkimus- ja opetusympäristöt eivät ole mukana tässä selvityksessä.

Selvityksessä löytyy useita toimijoita, joilla on pienehköjä biotekniikan fermentoreita, mutta Suomesta puuttuu hyvin suuren pilot-mittakaavan (>10 m<sup>3</sup>) fermentointia monipuolisesti hyödyntävät biojalostamopilotit /demonstraatiolaitokset. Näitä on rakennettu muualle Eurooppaan (esim Belgia, Hollanti, Ruotsi). Maassamme suurin etanolin tuotantoon sopiva bioreaktori on Chempolis Oy:n biojalostamossa.

Elintarviketeknologian julkiset pilotit ovat yleisesti mittakaavaltaan suhteellisen pieniä, mutta se ei liene suuri ongelma, sillä uusien prosessien ja tuotteiden ylöskaalaus onnistuu pienemmästäkin mitasta. Uusina teknologioina voi tuoda esiin ekstruusiotekniikoiden hyödyntäminen ja erilaisten terveysvaikutteisten elintarvikkeiden kehittäminen.

### **6.1 Helsingin yliopisto, Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos**

Elintarviketeknologian prosessilaboratorio

Helsingin yliopiston prosessilaboratorio on erityisesti suunniteltu pilottiskaalan ruoan käsittelyyn. Käytettävissä on seuraavia laboratorio- ja pilot mittakaavan laitteita:

- Twin screw extruder



- Autoclave for canned food
- Freeze dryer
- Spray dryer
- Gas packing machine
- Fermentor

Yhteystiedot: Kirsi Jouppila, +358 50 415 0611, [kirsi.jouppila@helsinki.fi](mailto:kirsi.jouppila@helsinki.fi)

#### Meijerituotteiden koetehdas

Meijerituotteiden koetehdas on suunniteltu pienen mittakaavan maitotuotteiden, kuten juustojen, hapanmaitotuotteiden, voion ja jäätelön, valmistukseen. Laitteita voidaan hyödyntää tutkimukseen, opetukseen, tuotekehitykseen sekä pienen mittakaavan juustonvalmistukseen.

Koetehtaan ydin on prosessihalli (120 m<sup>2</sup>), jossa on valtaosa laitteista. Läheisyydessä on myös kylmätiloja raaka-aineiden ja tuotteiden varastointiin sekä juustojen kypsytukseen. Tiloihin kuuluu myös opetushuone ja pieni laboratorio.

Yhteystiedot: Pekka Varmanen, puh. 09 191 57057, [pekka.varmanen@helsinki.fi](mailto:pekka.varmanen@helsinki.fi)

#### Lihanvalmistus

Laitostilat on suunniteltu ja hyvin varusteltu lihankäsittelyyn sekä valmistuksen eri lihatuotteiden pilottimittakaavassa. Koneet ja muut keskeiset laitteet pystyvät käsittelemään kaikki keskeisen vaiheet nykyajan lihanjalostuksessa, valmistelusta raaka-aineen (tyhjiö) pakkaamiseen. Koelaitos toimii hyväksytyin itsevalvontasuunnitelman mukaan ja perustuu HACCP-protokollaan.

Yhteystiedot: Pekka Kahila, +358 40 754 7159, [pekka.kahila@helsinki.fi](mailto:pekka.kahila@helsinki.fi)

## 6.2 Metropolia AMK, Bio- ja elintarviketekniikan laboratorio

Metropolian bio- ja elintarviketeknologian laitekanta on pääasiassa laboratorio mittakaavaa, mutta mukana on joitakin ylöskaalaukseen soveltuvia laitteita, kuten:

- Hyvin varusteltu laboratoriofermentor, työskentelytilavuus maks. 10 litraa.
- Pilot fermentori työskentelytilavuus noin 150 litraa. Käyttökuntoon saattaminen vaatii investointia.
- Kalvossuodatusyksikkö Alfa-Laval LabStack 20, mahdollista käyttää laajaa valikoimaa kalvoja mikro-suodatukselta nanosuodatukseseen, pinta-ala 0,04–0,72 m<sup>2</sup>
- Kalvossuodatusyksikkö Alfa-Laval, onttokuitumoduuli, useita kalvovaihtoehtoja, pinta-ala 1,5–4,9 m<sup>2</sup>
- Microfluidizer M-110 Y homogenisaattori, paine 200–1500 bar, kapasiteetti 100–600 ml/min
- Laboratorio spraykuivuri Büchi B-290, haihdutus kapasiteetti n. 1 litra/h
- Painesuodatin Outotec (Larox), pinta-ala 0,1 m<sup>2</sup>

Edellä mainittujen lisäksi käytössä on normaalia laboratoriotilaa ja pilot hallitilaa. Tilojen ulkopuolista käytöstä täytyy sopia erikseen.

#### Pilotin ympärille rakennetut palvelut

Projektin luonteesta ja erityisesti rahoituksesta riippuen käytössä on sekä opetushenkilökuntaa (lehtorit ja tutkimusinsinöörit) että opiskelijoita.



Yhteystiedot:

- Mikko Halsas, 040 5479181, [mikko.halsas@metropolia.fi](mailto:mikko.halsas@metropolia.fi)
- Markus Haggren, [markus.haggren@metropolia.fi](mailto:markus.haggren@metropolia.fi)

### 6.3 Turun AMK, Biotekniikan ja elintarviketekniikan laboratoriot

Turun AMK:n bio- ja elintarviketekniikan laboratoriossa voidaan toteuttaa mikrobikasvatuksia moderneissa ja monipuolisissa 15 ja 30 litran fermentoreissa. Fermentorit soveltuvat erityyppisten bakteerien ja hiivojen kasvatukseen. Lisäksi laitteistoa ja osaamista löytyy eläinsolukasvatuksiin. Eläinsolukasvatukset voidaan toteuttaa suspensio- tai mikrokantajakasvatuksina.

Laboratoriossa on monipuoliset jälkikäsittelylaitteet konsentroinnista kromatografiaan.

Yhteystiedot: Kai Haajanen, puh. 050 5985 694, [kai.haajanen@turkuamk.fi](mailto:kai.haajanen@turkuamk.fi)

<http://www.turkuamk.fi/fi/palvelut-ja-taydennyskoulutus/palvelut/biotekniikan-laboratorion-palvelut/>

Elintarviketekniikan laboratorion käyttötarkoitus ja mittakaava

Elintarviketekniikan laboratorion laitteet on tarkoitettu pääasiassa elintarvikkeiden lämpökäsittelyyn ja kuivaamiseen. Laitteet ovat suhteellisen pieniä pilot-laitteita.

UHT/HTST-laitteistoon kuuluu kaksi erityyppistä lämpökäsittelylaitetta: toisella voidaan prosessoida juoksevia nesteitä ja toisella mm. erilaisia soseita. Laitteistojen käsittelylämpötiloja ja pitoaikoja voidaan säätää joustavasti. Laitteistoon voidaan liittää myös homogenisaattori. Tuotteen pulloitus ja pakkaaminen tehdään laminaarikaapissa.

Laitteiston maksimikapasiteetti on 200 l/h.

Spray-kuivauslaitteistolla voidaan testata tuotteen (kiintoainepitoisuus 20-30%) kuivausprosessi pilot -mittakaavassa. Laitteisto soveltuu mm. maidon, heran, mehujen, rasvaliuosten sekä mikrobien kuivaukseen. Laitteisto soveltuu pienien erien (max 50 l) kuivaamiseen. Kuivaimen haihdutuskapasiteetti on 1,3-7 kg/h lämpötilasta riippuen. Maksimilämpötila kuivausilmalle on 350 °C.

Pilotkokoluokan sumutuskuivain (Niro A/S) on liikuteltava malli eli se on varustettu pyörillä. Laitteisto vaatii noin 2 m<sup>2</sup> lattiapinta-alaa. Laitteistoa voidaan käyttää nestemäisten tuotteiden kuivaamiseen jauheeksi tutkimuskäyttöön esimerkiksi hera, kemiallisesti muokattu selluloosa ja mikrobit. Sumutuskuivaimessa on myötävirtasuutin, jossa 1 mm syöttöaukko. Kuivauskapasiteetti on 1-4 kg/h riippuen tuotteen kiintoaineen määrästä. Tuotteen syöttö tapahtuu letkupumpulla ja jauheen keräys yhden syklonin avulla vaihdettavaan lasipurkkiin.

Pilotin ympärille rakennetut palvelut

Laitteistot on ulkopuolisten käytössä joko siten, että työn suorittaa Turun ammattikorkeakoulun henkilökunta tai opiskelijat yhdessä tai erikseen. Laitte- ja työaika laskutetaan kulutuksen mukaan.

Laitteiston käytöstä vastaa vakiohenkilökunta opiskelijoiden kanssa yhteistyössä.

Yhteystiedot: Jani Pelkonen, 050-5985349, [jani.pelkonen@turkuamk.fi](mailto:jani.pelkonen@turkuamk.fi)

<http://www.turkuamk.fi/fi/palvelut-ja-taydennyskoulutus/palvelut/elintarviketekniikan-laboratorion-palvelut/>

## 6.4 Hämeen AMK, Opetusmeijeri, Hämeenlinna

Hämeenlinnan Sairiossa on Suomen ainoa tämän mittakaavan opetusmeijeri. Lähes kaikki meijeriprosessit ovat saman katon alla pl. haihdutus.

- Maidon pastörinti (levylämmönvaihdin, SPX) 300l/h,
- Kerman pastörinti (levylämmönvaihdin, Alfa laval) 300l/h,
- Maidon separointi (Westfalia) 300l/h,
- Suodatuslaitteisto (Tetra) nf, uf ja ro,
- Jatkuvatoinen jäätelönvalmistuslaitteisto (Tetra Hoyer Frigus) 100-400l/h,
- Jatkuvatoinen voinalmistuslaitteisto (Gea Ahlborn) 40kg/h.
- Lisäksi juustonvalmistukseen käytössä neljä vaipallista kattilaa (150, 2x200 ja 500l)

Pilotin ympärille rakennetut palvelut

Voimme vuokrata tiloja ja siihen on olemassa hinnastot. Erikseen keväällä ja kesällä kun koulu on kiinni. Henkilökunnan pitäisi olla paikalla tai ainakin teknisen mestarin jos ulkopuoliset ovat valmistamassa tuotteita.

Yhteystiedot: Pekka Puputti, 0503362617, [pekka.puputti@hamk.fi](mailto:pekka.puputti@hamk.fi)

<http://www.hamk.fi/english/collaboration-and-research/bioeconomy/Sivut/default.aspx>

## 6.5 Luonnonvarakeskus Luke, koehallilaitteisto, Jokioinen

Luonnonvarakeskuksen Uudet Liiketoimintamahdollisuudet yksikön Jokioisten tuotekehityshallissa voidaan muun muassa valmistaa nestemäisiä ja puolikiinteitä tuotteita lämpökäsittelyistä pakatuiksi lopputuotteiksi asti. Tilat ja laitteet soveltuvat esimerkiksi maito-, marja-, vilja-, kasvis- ja kananmunatuotteiden valmistukseen. Hallissa on laitteita myös monentyypiseen kalvosuodatukseen, kuten RO, NF, UF ja MF. Laitteiden kapasiteetit vaihtelevat muutamista litroista ja kiloista aina satoihin litroihin ja kiloihin.

Pilotin ympärille rakennetut palvelut

Käytössä on omaa teknistä ja laboratoriohenkilökuntaa. Asiakkaalla on mahdollisuus tuoda omaa henkilöstöään, opiskelijoita. Tarjoamme asiakkaalle myös mm. kemiallisia, mikrobiologisia analyysejä koeajoihin liittyen.

Aistinvarainen laboratorio on osa innovatiivisten elintarvikkeiden tutkimusta ja toimii tuotekehityshallin yhteydessä.

Sopimuksen asiakkaalla on tehdä yhteistyötä kanssamme hänen haluamallaan tavalla. Tarvittaessa avustamme rahoituksen kartoittamisessa.

Yhteystiedot: Tuomo Tupasela, puh. 040 5133586, [tuomo.tupasela@luke.fi](mailto:tuomo.tupasela@luke.fi)

[www.luke.fi](http://www.luke.fi)

## 6.6 Fenola Oy

Fenola Oy valmistaa erilaisista luonnon raaka-aineista (esim. marjat, kasvit, metsäteollisuuden sivuvirrat) uutetuotteita. Lopputuotteet ovat sekä nestemäisiä tuotteita että kuivattuja jauheita.

Käytettävät teknologiat perustuvat pääosin liuotinuuttoon, liuottimeen haihdutukseen/konsentroiintiin, aktiiviaineiden sorbentti-rikastukseen sekä spray-kuivaukseen.

Pilotin laitekuvaus

- ATEX-tilat
- Käytettävissä erilaisia uuttolaitteita ja – astioita esim. 0,05 – 4 m<sup>3</sup>
- Biomassan syöttö esim. 5 – 1000 kg/panos
- Neste-nesteuutot
- Uuttoliuottimien (etanoli, vesi) alipainehaihdutus
- Uutteiden rikastus polymeerisorbentilla (esim. polyfenoliset yhdisteet)
- Spray-kuivaus
- Käytettävissä eri kokoluokan spray-kuivureita
- Teollisuuden valmistus
- Sopimusvalmistus
- Luomutuotteiden valmistus

Pilotin ympärille rakennetut palvelut

Laitteistojen, teknologioiden ja työntekijöiden (tuotanto, tuotekehitys) käyttö on mahdollista esimerkiksi palveluliiketoiminnan kautta (esim. projektien ostopalvelut, koetuotantotilaukset). Palvelut ja koetuotannot sovitaan erikseen.

Yhteystiedot: Harri Latva-Mäenpää, [harri.latva-maenpaa@fenola.fi](mailto:harri.latva-maenpaa@fenola.fi)

Petri Lackman, [petri.lackman@fenola.fi](mailto:petri.lackman@fenola.fi)

Olli Kivimäki, [olli.kivimaki@fenola.fi](mailto:olli.kivimaki@fenola.fi)

<http://www.fenola.fi/pages/en/home.php>

## 6.7 Teknologian tutkimuskeskus VTT

### 6.7.1 Bioprosessitekniikan ja fermentoinnin pilot, Otaniemi

VTT:llä on monipuolinen pilot-mittakaavan laitteisto teollisen biotekniikan fermentoinneille ja tuotteen erotukseen ja puhdistukseen liittyvään erotustekniikkaan. Pilotointipalvelut tehostavat biokemikaalien, biopolttoaineiden ja entsyymien tuotantoprosesseja sekä vasta-ainediagnostiikkaan perustuvia sovelluksia. Lisäksi voidaan pilotoida prosesseja kosmetiikka- ja elintarviketeollisuuteen sekä uusia biojalostamokonsepteja.

Pilot mittakaavan fermentoreita on usean kokoisia 30-1200 litraa, ja ne on hyvin integroituna hyvin monipuoliseen ja edistykelliseen laboratoriomittakaavan tutkimukseen. Lisäksi pilottiin kuuluu tuotteen erottamiseen ja puhdistukseen tarvittavat erotustekniset laitteet. Tarvittaessa erotuksiin voidaan hyödyntää VTT:n prosessikemian koetehtaiden reaktori- ja erotustekniikan laitteita.

Pilotin laiteluettelo:

- Three pilot fermentors: 28, 300 and 1200 liters working volume
- New Brunswick Scientific - fermenters
- High dry matter fermenter (300 l)
- Biomass separation: continuous centrifuge (100-300 l/h), vacuum drum and pressure

filtration, belt filtration (200-400 l/h), microfiltration.

- Cell disruptor:: High pressure homogeniser (600 bar, 50-60 l/h)
- Product separation: ultrafiltration with tubular and plate-and -frame membrane modules, chromatography
- Spray and freeze drying equipment
- Up- and downstream process optimization (2 L – 20 L)
- Possibilities for e.g. transcriptome and flux balance analysis
- Floating bed bioreactor for plant cell cultivations



*Pilot fermentori 1200 dm<sup>3</sup>*

Pilotin ympärille rakennetut palvelut

Fermentointi pilotin töitä tukee erittäin ajanmukainen laboratoriomittakaavan koe-, mittaus- ja analyysilaitteisto, sekä mikrobikantojen muokkauksen osaaminen ja laitekanta. Tavallisten fermentorien lisäksi käytettävissä on korkeasakeusreaktoreita, fotobioreaktoreita, sähköbiosynteettisiä prosesseja ja kaasufermentointimahdollisuuksia. Prosessikonseptien kannattavuutta voidaan selvittää laskennallisin työkaluin.

Yhteystiedot: Jari Rautio , puh.020 722 6111, [jari.rautio@vtt.fi](mailto:jari.rautio@vtt.fi)

<http://www.vtt.fi/palvelut/biotalous/nestemäiset-biopolttoaineet1/bioetanolia-lignoselluloosasta/bioprosessien-kehittäminen>

### 6.7.2 Elintarvike- ja panimopilotit, Otaniemi

VTT:n elintarvike- ja panimopilotit tarjoavat elintarvike-, rehu- ja panimoteollisuudelle korkeatasoiset laitteet pilot-mittakaavan tuotekehitykseen ja prosessien optimointiin. Elintarvikepuolen painopiste on terveysvaikutteisten elintarvikkeiden valmistus työkaluinaan ekstruusiotekniikat sekä jauhamien ja fraktiointi. Mallastus- ja panimopilotit kattavat koko tuotantoketjun ohrasta olueksi. Koeleipomossa kehitetään raskitettuja ja pakasteleivottuja leipiä, keksejä ja myös ei-vehnäpohjaisia tuotteita.

Pilotit kattavat mallastus ja panimoprosessit, koeleipomon sekä pilot-laitteistot märkä- ja kuivajauhatuksiin, fraktiointiin, kuivaukseen ja ekstruusioon. Kaiken tämän lisäksi tarjoamme käytännönläheistä ja tieteellistä tukea sekä erittäin laajat analyysipalvelut. Käytössä on elintarvikekäyttöön suunniteltu puhdistila.

Pilotin laiteluettelo:

- Extrusion: twin screw extruder 1-10 kg/h, pre-conditioning

- Dry and wet milling: ultra-fine particles, Masuko grinders
- Dry fractionation: Air classification 1-5 kg/h, sieving (sieve shakers and air-jet sieves)
- Drying: spray dryer up to 6 kg/h, fluidized bed dryer 1-3 kg/batch, and freeze dryer up to 20 kg/batch.
- Enzymatic modification with low-water processes
- Pilot bakery
- Malting: micro malting units, up to 6 kg/batch
- Brewing: wet and dry milling, brewhouse (10 and 100 litres), mash filter and lauter tun,
- Beer fermentaion; regular fermentaion tall tubes (2, 10 and 50 litres), continuous fermentation by immobilised yeast

Pilotin ympärille rakennetut palvelut

Elintarvikепilotin töitä tukee erittäin ajanmukainen laboratoriomittakaavan koe- ja analyysilaitteisto. Kehitystyöhön voi yhdistää teknistaloudelliset laskelmat, kestävän kehityksen mukaisuuden arvioinnin ja aistinvaraisen arvioinnin.

Käytettävissä on myös laajat verkostot elintarvikkeiden prosessointiin erikoistuneiden tutkimuslaitosten, yliopistojen ja laitevalmistajien (mm. Hosokawa Alpine, Cleextral, Masuko ja Görgens) kanssa

Yhteystiedot: Emilia Nordlund , puh.020 722 7135 , [emilia.nordlund@vtt.fi](mailto:emilia.nordlund@vtt.fi)

<http://www.vtt.fi/palvelut/liiketoiminnan-kehittaminen/pilot-laitokset-ja-t-k-infrastruktuuuri/bio-ja-kemiantekniikat/elintarvike-ja-panimopilotit>

## 7. BIPOHJAISET MATERIAALIT

---

Tähän kappaleeseen on kerätty pääasiassa sellukuituja hyödyntäviä materiaalikehityksen pilot-mittakaavan tutkimusympäristöjä. Puhtaasti mekaanisen metsäteollisuuden laitteistot on jätetty tästä selvityksestä pois.

Paperinvalmistuksen ja siihen liittyvän laitevalmistuksen ja tutkimuksen perinteen vuoksi Suomessa on vankkaa osaamista ja pilot-mittakaavan laitekantaa perinteisten ja myös uusien kuitupohjaisten materiaalien valmistuksessa. Pilot-mittakaavan laitteistoa löytyy etenkin rainamaisten tuotteiden, erilaisten päällystystekniikoiden ja biokomposiittien osalla. Viime aikoina on kehitetty myös valmistustekniikoita uudentyyppisten biopohjaisten materiaalien valmistukseen: esimerkkeinä vaahtorainaus, ekstruusiovaahdotus ja uudenlaisten kuitumaisten raaka-aineiden hyödyntäminen.

### 7.1 KCL Pilot Plant ja laboratorio

KCL tarjoaa pilot-mittakaavan koeajoja aina massanvalmistuksesta painatukseen. Suhteellisen suuren mittakaavan pilot-laitteet käsittävät lähes koko valmistusketjun puusta painettuun lopputuotteeseen, sellunvalmistusta lukuun ottamatta.

Hiertämöllä voidaan tehdä ison mittakaavan RMP, TMP, CTMP, tai MDF koeajoja. Haketarve yksivaihejauhatukselle on 400 kg ja kaksivaihejauhatukselle 500-600 kg.

Massajärjestelmä koostuu pulpperista sekä useammasta erikokoisesta säiliöstä, jotka ovat monipuolisesti hyödynnettävissä. Massajärjestelmässä on painesihdit usealla eri korivaihtoehdolla sekä rumpusihdit että suotonauhapuristin massan sakeuttamista varten. Sihtausjärjestelmä soveltuu esimerkiksi fraktiointikokeisiin. Jauhimia on kolme.

- Valmet OptiFiner RF1 kartiojauhin
- Andritz Papillon CS-380 sylinterijauhin
- Enso-Bauer 442 M levyjauhin

Massajärjestelmän koeajoja varten massatarve on min 400 kg.

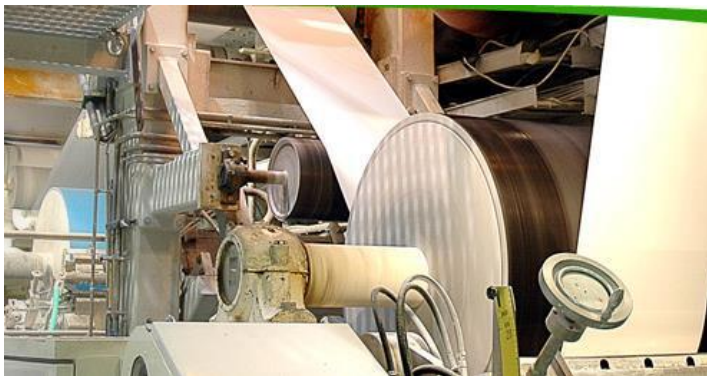
KCL Paperikonetta muutetaan parhaillaan (tammikuu 2016) vaahtorainauskoneeksi.

Paperinvalmistuksessa raaka-aineita tarvitaan tavallisesti yhteensä noin 1500 kg koeajon tavoitteesta riippuen.

KCL Päällystyskoneella on valittavana useampi päällystysyksikkö.

- Terä tai sauvapäällystys jet- tai tela-aplikoinnilla
- Optisizer
- SDTA lyhytviivepäällystys

Päällystyskoneen nopeus on 300-3000 m/min, rainan leveys 550 mm. Raaka-ainetarve on n 100 litraa pastaa/KP. Päällystyskoneella on oma pastakeittiö.



*KCL päällystyskone*

KCL Kalanteri on Valmetin toimittama kalanteri. Kalanterin nopeus on 200-2500 m/min, telojen halkaisija vastaa suuren tehdaskalanterin teloja ja nippien lukumäärä on 1-12 nippiä. Kalanteri voidaan ajaa joko optiload- tai superkalanterina. Rainan leveys on 550 mm.

Painokoneita KCL:ssä on kolme

- Heatset web off set (Albert-Frankenthal)
- Sheet fed off set, eli arkkioffset (Heidelberg)
- Ink jet (Kodak Prosper S10)

Painokoneet ovat kaikki kaupallisen mittakaavan painokoneita. Niitä käytetään mm koeajonäytteiden arviointiin.

Pilotin ympärille rakennetut muut palvelut

Koeajopalvelujen lisäksi voimme tarjota laboratorio- ja testauspalveluja sekä tutkimuspalveluja. KCL Laboratoriosta löytyy myös semipilot mittakaavan laitteita, kuten



- Dynaaminen arkkimuotti paperin tai monikerroskartongin valmistukseen.
- Voith Labrefiner laboratoriojauhin
- PFI jauhin (2 kpl)

Semipilotmittakaavan koelaitteiden lisäksi laboratorio tarjoa parisataa eri testausmenetelmää massan, paperin kartongin ja pakkausmateriaalien testaukseen. Käytämme ISO, SCAN, TAPPI ja DIN menetelmien lisäksi omia KCL:ssä kehitettyjä testausmenetelmiä.

Yhteystiedot: Raimo Pollari, +358 40 766 6539, [raimo.pollari@kcl.fi](mailto:raimo.pollari@kcl.fi)

Eva Sandås, puh. +358 40 738 7842, [eva.sandas@kcl.fi](mailto:eva.sandas@kcl.fi)

[www.kcl.fi](http://www.kcl.fi)

## 7.2 Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Kuitukomposiittilaboratorio

Pilotin käyttötarkoitus ja yleiskuvaus

Kuitukomposiittilaboratorion tutkimuksen ja laitteistojen päätarkoitus on puumateriaalien uusien työstömenetelmien käyttöönotto, tuotekehitys ja raaka-aineen ominaisuuksiin liittyvä tutkimus. Painopistealueita ovat mekaanisen metsäteollisuuden teknologiat, kuten mm. puun työstömenetelmät ja -koneet, sahojen mittaustekniikka ja laaduntuottokyky, terästekniikka, puun jatkojalostusteknologiat, puulevy- sekä puukomposiittitekologiat.

Laboratoriosta löytyy komposiittivalmistukseen soveltuva suhteellisen suuri pilot -mittakaavan ekstruusio/co-ekstruusiolinjasto, jolla voidaan suorittaa materiaali- ja valmistusteknistä tutkimusta sekä tehdä pilottituotantoa. Lisäksi laboratoriosta löytyy materiaalitekniiseen tutkimukseen soveltuvaa laitteistoa kuten olosuhdekaappi ja vetotaivutuslaitteisto.

Laitteistokuvaus

- Kaksiruuviextruuderit bio- ja puumuovikomposiittien valmistukseen: WEBER CE 7.2, max. 150 kg/h, tyyppiä "conical twin screw extruder"
- Puulevyjen valmistuslinjan kuumapuristin: max levykoko 1400 mm x 2400 mm, max lämpötila 250 °C (portaaton säätö) ja max puristusvoima 6000 kN.
- Viiluhöylä: pituussuuntaan leikkaava, viilun paksuus 0,1-5 mm, maksimileveys 350 mm
- Koekuivaamo: sisämitat 1400 x 1600 x 3500 mm, kuivauserän koko 1,4 - 2,0 m<sup>3</sup>, kuivaamon bruttotilavuus 4 m<sup>3</sup>, kuivauslämpötila max. 220 °C

Pilotin ympärille rakennetut muut palvelut

Esiselvitykset, yrityskoulutus, T&K-palvelut, testauspalvelut, tuotteistaminen

Yhteystiedot: Timo Kärki, [timo.karki@lut.fi](mailto:timo.karki@lut.fi), puh. 040 770 879

<http://www.lut.fi/school-of-energy-systems/tutkimusryhmat/kuitukomposiitit>

## 7.3 Oulun yliopisto, Biokomposiittilaboratorio

Oulun yliopiston biokomposiittilaboratoriossa kehitetään biomateriaaleja luonnonkuiduista ja polymeereistä. Laboratoriossa on välineet valmistaa ja analysoida komposiittimateriaaleja.

- Komposiittien valmistukseen on käytettävissä ruiskuvalulaite ja kaksoisruuviekstruuderit (Coperion Co-rotating Twin-screw compounder ZSK 18).
- Näytteen valmistuksessa on käytettävissä puristuslaite (Fontijne G. 300 platten press).
- Komposiittien mekaanisten ominaisuuksien analysointiin on käytössä 2 kN vetotestilaite lämpötilakaapilla varustettuna (Zwick Z010 Universal Testing System) sekä DMA (TA instruments Q800) viskoelastisten ominaisuuksien mittaamiseen.
- Laboratoriossa on myös kapillaarireometri (Instron Ceast SmartRheo SR20), kalvojen vesihöyryn (Mocon Permatran-W 3/33 MG Plus) ja hapen läpäisevyyden (Mocon OX-TRAN 2/21 MH 10x) testauslaitteistot sekä membraanien huokostilavuusmittari (Porometer 3G zh).

Pilotin ympärille rakennetut palvelut

Biokomposiittilaboratorio yhteyteen kuuluvat yliopiston tarjoamat analyysipalvelut, kuten kemialliset analyysit ja Mikroskopian ja nanoteknologian keskuksen laitteet.

Yhteystiedot: Tuomas Stoor, puh. 040 551 7455, [tuomas.stoor@oulu.fi](mailto:tuomas.stoor@oulu.fi)

<http://www.oulu.fi/pyokui>

## 7.4 Tampereen teknillinen yliopisto, Päälystys-, pintakäsittely- ja laminointipilotit

TTY:n Materiaaliopin laitoksella sijaitsevilla suhteellisen suuren mittakaavan pilot-linjoilla kehitetään ekstruusio- ja dispersiopäälystykseen, laminoinnin, ja tasokalvoteknologian prosesseja sekä uusia pakkausmateriaaleja ja -rakenteita. Lisäksi koeajolinjat tarjoavat monipuoliset mahdollisuudet testata erilaisia pintakäsittelytekniikoita. Nykyaikaisessa laboratoriossa voidaan mitata mm. materiaalien barrier ominaisuuksia, kuumasaumautuvuutta, pintaenergiaa ja adheesiota.

Ekstruusio- ja dispersiopäälystykseen sekä laminoinnin ja pintakäsittelyn pilotlinjan laitekuvaus

- Ekstruusio-, koekstruusio- ja dispersiopäälystys, Ekstruusiolaminointi, Muovikalvoajot, Radan pintakäsittelyt koronalla tai liekillä
- Ratamateriaalit: kuitupohjaiset materiaalit (paperi, kartonki...), muovikalvot etc.
- Max linjanopeus 500 m/min
- Max rullan halkaisija 1100 mm
- Hylsy 3" tai 6"
- Ekstruusio: 4 ekstruuderia (max tuotto 190 kg/h), max rullan leveys 550 mm
- Dispersio: sauva- tai teräpäälystys (LDTA)

Laminointilinjan laitekuvaus

- Märkälaminointi, Kuivalaminointi, Dispersiopäälystys, 1-väri fleksopainatus
- Ratamateriaalit: kuitupohjaiset materiaalit, muovikalvot etc.
- Max linjanopeus 100 m/min
- Max rullan halkaisija 400 mm
- Max radan leveys 400 mm
- Hylsy 70 mm tai 3"
- Gravure- tai Reverse Gravure –tekniikka



*Eksruusio- ja dispersiopäällystyksen sekä laminoinnin ja pintakäsittelyn pilotlinja*

Pilotin ympärille rakennetut muut palvelut

Päällystys ja laminointilinjoihin tukeksi on tarjolla monipuoliset pakkaustekniset charactersoinnit, kuten barrier-, (vesihöyry, happi CO<sub>2</sub>, rasva), kuumasausmautuvuus- (hot bar sealing, hot tack, hot air sealing), pintaominaisuusanalyysit (kitkakerroin, kontaktikulma, pintaenergia) ja materiaalien mekaaniset ominaisuudet eri olosuhteissa (lujuus- ja adheesiominaisuudet, sääkaappi.).

Yhteystiedot: Jurkka Kuusipalo, puh. 040 849 0990, [jurkka.kuusipalo@tut.fi](mailto:jurkka.kuusipalo@tut.fi)

<http://www.tut.fi/fi/tietoa-yliopistosta/laitokset/materiaalioppi/tutkimus/paperinjalostus--ja-pakkaustekniikka/index.htm>

## 7.5 Tampereen AMK, Paperi- ja pakkauslaboratorio

Tampereen ammattikorkeakoulun Paperi- ja pakkauslaboratorio tarjoaa testaus- ja analyysipalveluja sekä tuotekehitysapua yrityksille ja muille sidosryhmille. Tutkimusympäristöön kuuluu semi-pilot mittakaavan laitteita paperin ja kartongin päällystykseseen, kalanterointiin ja painatukseen.

Yritysten, oppilaitosten ja yksityishenkilöiden käytettävissä ovat laboratorion ammattitaitoinen henkilökunta sekä osaavia opiskelijoita.



*ROKO-pilotkone*

Päällystyksen koelaitteet

- ROKO-pilotkone (Pinteco), terä ja size press rullapäällystys (leveys n. 300 mm)
- Käsiarkkien päällystyslaite (Pinteco), päällystys (maksimi koko A3)

## Kalanterointi

- Kalanteri (Tradek oy), paperin- ja kartonginpinnan modifiointiin

## Painatus

- ROKO-pilotkone (Pinteco), paperin ja kartongin syvä- ja fleksopainatus (leveys n. 300 mm)

Yhteystiedot: Tiina Kolari-Vuorio, p. +358 40 836 2548, [tiina.kolari-vuorio@tamk.fi](mailto:tiina.kolari-vuorio@tamk.fi)

<http://www.tamk.fi/web/tamk/paperi-ja-pakkauslaboratorio>

## 7.6 Teknologian tutkimuskeskus VTT

### 7.6.1 Kuituraina ja vaahtorainauksen tutkimusympäristö, Jyväskylä

Paperinvalmistuksen määränpään suuren mittakaavan pilot on ollut VTT:llä käytössä jo n. 10 vuotta, ja siitä kehitetty maailman ensimmäinen kuituvaahtojen pilottiympäristö käynnistyi VTT:llä 2013.

Pilotissa voi tehdä 300 mm leveää, neliömassaltaan 25–200 g/m<sup>2</sup> rainaa jopa 1000 m/min. Vaahdon generointi voidaan toteuttaa tankissa tai lähestymisjärjestelmässä. Järjestelmällä voidaan ajaa taso-, kita- ja hybridikonstruktiossa rullia, jotka voidaan kuivata erillisellä kuivaimella. Kattavat ja ainutlaatuiset kuituvaahdoille tehdyt laboratoriomenetelmät toimivat pilotoinnin tukena.

Pilotin laitekoneet ja ainelmäärät:

- Paperinvalmistuksen märkäpää ja puristus
- Vaahtorainaus, myös monikerrosrakenteet
- Raaka-ainetarve: 50 – 500 kg
- Rainan massa: 20 – 220 g/m<sup>2</sup>



*Kuiturainapilotin laitteita*

Pilotin ympärille rakennetut palvelut

Pilotin töitä tukee erittäin ajanmukainen laboratoriomittakaavan koe- ja analyysilaitteisto, sekä ja VTT:n muiden pilottien verkosto. Prosessikonseptien kannattavuutta voidaan selvittää edistyneillä laskennallisilla työkaluilla.

Yhteystiedot: Harri Kiiskinen, puh.020 722 2646, [harri.kiiskinen@vtt.fi](mailto:harri.kiiskinen@vtt.fi)

## 7.6.2 Pintakäsittelyn ja päällystyksen pilot-ympäristö, Otaniemi

Pintakäsittelykonsepti (SUTCO) tarjoaa innovatiivisia pintakäsittelymahdollisuuksia ja mahdollisuuksia uusien tuotteiden ja prosessien tutkimiseen semi-pilot mittakaavassa. Pintakäsittelylinjan muunneltavuus ja modulaarinen rakenne tarjoaa hyvät mahdollisuudet kemikaalien toimittajille, painotaloille, konverttereille ja brändinomistajille testata uusia ideoita taloudellisesti erilaisille materiaalipohjille.

Erialaisten päällysteiden applikointi useille pohjaradoille useilla erityyppisillä päällystysmenetelmillä. Pohjaradat voivat olla muovi- tai nonwoven-pohjaisia, kartonkia, paperia. Tällä hetkellä nanosellupohjaisten filmien valmistus, nanosellun päällystys sekä vaahtopäällystys ovat merkittävien tutkimusalue. Lisäksi barrierpäällysteiden tutkimus on merkittävässä asemassa asiakastöissä.

Pintakäsittelylinjalle linjalle tyypillinen minimiainemäärä on 2-5 litraa, 10 litraa on riittävä hyvin koeajojen täyteen läpivientiin.



*Modulaarinen SUTCO päällystyslinja*

Pilotin päällystysmenetelmät:

- Foam
- Flexo-type roll
- Bar
- VTT type film casting (e.g NFC, hemicellulose films)
- Kiss
- Size press configuration
- Spray
- Curtain head for stability testing

Pilotin ympärille rakennetut muut palvelut

Pilotin töitä tukee erittäin ajanmukainen laboratoriomittakaavan koe- ja analyysilaitteisto, sekä ja VTT:n muiden pilottien verkosto. Prosessikonseptien kannattavuutta voidaan selvittää edistyskellisin laskennallisilla työkaluilla.

Yhteystiedot: Vesa Kunnari , puh.020 722 2627, [vesa.kunnari@vtt.fi](mailto:vesa.kunnari@vtt.fi)

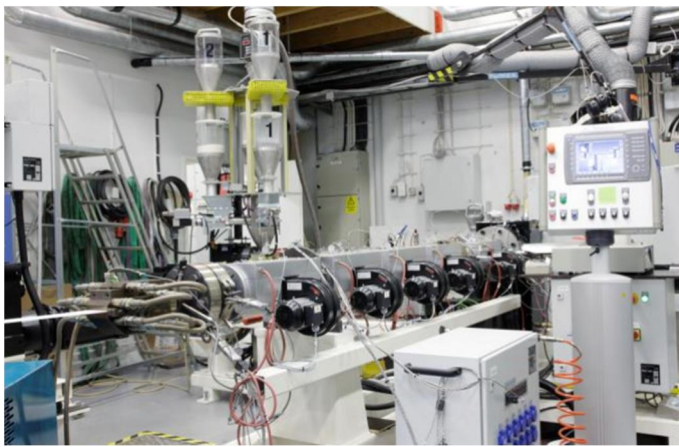


### 7.6.3 Muovien ja biokomposiittien prosessointi ja konvergointi, Tampere

Pilotin käyttötarkoitus ja yleiskuvaus

VTT:llä on kattava polymeerien ja komposiittien prosessointilaitteisto. Näitä ovat muun muassa erilaiset esi- ja jälkikäsittelylaitteistot sekä ekstruusiio-, kompaundointi- ja valulaitteet pienistä eräsekoittimista pilot-mittakaavan laitteistoihin. Lisäksi VTT:llä on rakenteen ja mekaanisten ominaisuuksien karakterisointiin soveltuvat analyysi- ja testauslaitteistot.

Erityistä osaamista ja laitekantaa on termoplastisten biokomposiittien valmistuksessa ja hyvin erilaisten luonnonkuitujen ja biopolymeerien soveltuvuudessa biokomposiittien valmistukseen. Viime vuosina on investoitu ekstruusiolla tapahtuvan polymeerivaahdotuksen erikoislaitteisiin. Polymeerivaahdotuksen tutkimusympäristö on laitteistoltaan ainutlaatuinen Pohjois-Euroopassa.



*Tandem-ekstruusiovaahdotuslinja*

Pilotin laiteluettelo:

- Compounding: co-roating 25 mm twin-screw extruders L/D 25-48, high speed compounder, Brabender plasticorders with scCO<sub>2</sub> foaming and clean room options, mini-compounders
- Extrusion: Pilot tandem foam extrusion, 3-layer cast extrusion film and extrusion coating (300 mm wide), mini-extruders, blown film extrusion, clean room option
- Injection moulding: Demag high speed (100 ton, 22 mm), Engel (50 ton, 25 mm, instrumented mould), mini injection moulder
- Biaxial laboratory stretcher (Brückner), MD-stretching unit
- Milling and grinding: Hosokawa Alpine separating mill 0,1-30 kg/h, pearl mill, ball mills, Gala micro-pelletiser with pressurized water cooling for 0.2-1 mm pellets
- Coating and surface treatment: AC Corona treatments unit, atmospheric plasma treatment and deposition units

Pilotin ympärille rakennetut palvelut

Pilotin töitä tukee erittäin ajanmukainen laboratoriomittakaavan koe- ja analyysilaitteisto, sekä VTT:n muiden pilottien verkosto. Biokomposiittien mekaanisia, termisiä ja reologisia ominaisuuksia voidaan tutkia nykyaikaisin menetelmin. Prosessikonseptien kannattavuutta voidaan selvittää laskennallisilla työkaluilla.

Yhteystiedot: Antti Ojala , puh. 020 722 4282, [antti.ojala@vtt.fi](mailto:antti.ojala@vtt.fi)



## 7.7 Valmet Oyj, Board and Paper Technology Centre

Pääasiassa suhteellisen suuret pilot-laitteet on tarkoitettu Valmetin teknologioiden demonstrointiin koko paperin- ja kartonginvalmistusprosessi kuitupuusta valmiiseen tuotteeseen. Laitteistot ovat listahinnalla kenen tahansa käytettävissä.

Teknologiakeskuksella on laitteistoja Inkeroisissa, Jyväskylässä ja Järvenpäässä. Käytettävissä vakiohenkilökuntaa sekä lisäksi määräaikaista / tuntityöntekijöitä kuormitushuipuissa

### Inkeroinen

- Stock preparation: LC-refining, 1000...2000 kg/h, Broke handling, 1000...2000 kg/h
- Recycled paper: OCC, 1000...2000 kg/h, DIP, 500...2000 kg/h
- Pulp drying pilot machine: production capacity 7 kg/s/m, web width 600 mm
- Mechanical fiber: CTMP, 500...1000 kg/h, PGW

### Jyväskylä

- Stock preparation: Refining and deflaking
- Pilot PM1: Printing paper, specialty paper, board grades: speed range 200...1600 m/min, Basis weight range 25...400 g/m<sup>2</sup>, Web width 600 mm
- Pilot PM2: Printing paper, specialty paper, board grades: speed range 400...2500 m/min, Basis weight range 25...250 g/m<sup>2</sup>, Web width 600 mm

### Järvenpää

- Pilot Coater: film sizing and film coating, spray sizing, Blade coating, Curtain coating, Coating color kitchen, Web width 550 mm, Max speed 3200 m/min
- Multinip calender: 6-12 rolls, Max speed 1500 m/min, Web width 550 mm
- Hard / Soft / Shoe nip calender: Max speed 2500 m/min, Web width 550 mm
- Metalbelt calender: Max speed 1000 m/min, Web width 550 mm
- Laboratory calender, for A4 sheets
- Two pilot winders: Max speed 3500 m/min, Max web width 2800 mm
- Pilot Reel

**Yhteystiedot:** Pertti K Heikkilä, puh. 040 578 3632, [pertti.k.heikkila@valmet.com](mailto:pertti.k.heikkila@valmet.com)

[www.valmet.com](http://www.valmet.com)

## 7.8 Åbo Akademi, Paperinjalostuksen laboratorio

Laboratoriossa on erilaisia pienen pilot-mittakaavan laitteita, joita voidaan käyttää ylöskaalaukseen tiettyyn mittaan. Käyttökohteena on paperi-, muovi- yms. substraattien pinnoitus pigmentti- ja polymeeridispersioilla sekä kemikaaleilla. Lisäksi on laboratoriomittakaavan laitteistoa kalanterointiin ja painamiseen.

Rotary Koater-E minipilotpäällystin ja kalanteri:

Paperi-, muovi- yms. substraattien pinnoitus pigmentti- ja polymeeridispersioilla, sekä kemikaaleilla. Minipilotmittakaavan rullalta rullalle päällystin terä- tai gravure-offset applikaattorilla. Rullalta rullalle kalanterointi.

Rainan leveys 50-300mm, maksimipituus riippuu päällystettävän materiaalin paksuudesta, paperille tyypillisesti 1000 –2000 m. Päällystysnopeus 10 – 30 m/min. Päällystysmäärä ~0.5 – 15 ml/m<sup>2</sup> (ennen kuivausta). Pigmenttipäällystys: 4 – 15 g/m<sup>2</sup> / päällystyskerros (kuivana). Minimi päällystysmateriaalimäärä noin 1000 ml.

Infrapunakuivausyksikkö (5×500 W, yht. 2.5 kW) ja 2 kappaletta leijukuivausyksiköitä (2×10.8 kW, maksimilämpötila kuivausilmalle 200°C).

Kalanteri: Paperin kalanterointi laboratorioskaalassa (arkki ja rullalta rullalle)Nippipaine maksimissaan 200 kN/m. Rainan enimmäisleveys 30 cm.

Minilabo: Moduulirakenteinen laboratoriomittakaavan rullalta rullalle päällystyskone, rainan enimmäisleveys 10 cm. Mahdollisuudet teräpäällystykseen ja reverse gravure-päällystykseen.

Funprinter: Moduulirakenteinen paino-, ja päällystyskone. Rainan enimmäisleveys 10 cm. Nopeus 0,05 – 25 m/min. Mahdollisuudet inkjet-painatukseen, spray-päällystykseen, flexopainatukseen ja –päällystykseen, reverse gravure-painatukseen ja –päällystykseen, korona-käsittelyyn.

Pilotin ympärille rakennetut palvelut

Pigmenttien dispergointi, reologinen karakterisointi, Instron-lujuusmittaukset, paperin standardimittaukset mm. optiset ominaisuudet, pintakarheusanalyysi atomivoimamikroskoopilla, huokoisuusanalyysi elohopeaporosimetrillä, pintaenergia- ja kontaktikulma-analyysi, laboratoriomittakaavan painettavuusanalyysi (offset, flexo, inkjet).

Yllä olevat laitteistot ovat ulkopuolisten käytössä ostopalveluna. Työvoimana voidaan käyttää joko vakiohenkilökuntaa tai opiskelijoita.

Yhteystiedot: Björn Friberg, puh. 02 215 3462, [bjorn.friberg@abo.fi](mailto:bjorn.friberg@abo.fi)

## 8. YRITYSTEN PILOTTEJA VAIN OMAAN KÄYTTÖÖN

---

Tähän osaan on koottu yhteystietoja prosessiteollisuuden yrityksiin, joilla julkisesti tiedetään olevan selvityksen alan pilot-laitteita, mutta ne ovat tarkoitettu vain yhtiöiden omaan tai yhteistyökumppanien käyttöön. Niistä ei myöskään haluta antaa tässä selvityksessä yksityiskohtaisia tietoja.

Luettelo ei ole täydellinen, sillä kaikista Suomessa toimivista yrityksistä ei ole saatavilla riittävästi tietoa tai niitä ei saatu kysyttäessä. Esimerkiksi elintarvikkeita valmistavan teollisuuden yritykset puuttuvat luettelosta.

### 8.1 Borealis Polymers Oy

Yhtiöllä on pilot-laitteita ekstruusiopäällystykseen, muovin työstöön, olefiinien polymerointiin ja katalyyttien valmistukseen. Nämä laitteet ovat tarkoitettu vain omaan ja yhteistyöpartnerien käyttöön, eikä palveluja tai laiteaikaa myydä muille.

Yhteystiedot: Tarja Korvenoja, [tarja.korvenoja@borealisgroup.com](mailto:tarja.korvenoja@borealisgroup.com)

## 8.2 DuPont Nutrition & Health / Danisco Sweeteners Oy

Yhtiöllä on pilot-laitteita erikoissokereiden ja muiden elintarvike- ja rehuparanteiden valmistukseen liittyvää tutkimusta varten. Nämä laitteet ovat tarkoitettu vain DuPont-konsernin ja yhteistyöpartnereiden käyttöön, eikä palveluja tai laiteaikaa myydä muille.

Yhteystiedot: Nina Nurmi, Manufacturing Technology Leader, [nina.nurmi@dupont.com](mailto:nina.nurmi@dupont.com)

## 8.3 Kemira Oyj

Yhtiöllä on kemian synteeseiden ja vedenkäsittelyn pilot-mittakaavan laitteita. Nämä laitteet ovat tarkoitettu omaan ja yhteistyöpartnerien käyttöön, eikä palveluja tai laiteaikaa myydä muille.

Yhteystiedot: Hanna Hoffrén, +358 50 50 524 1487, [hanna.hoffren@kemira.com](mailto:hanna.hoffren@kemira.com)

## 8.4 Neste Oyj

Yhtiöllä on Porvoon tutkimuskeskuksen yhteydessä monipuolisia polttoaineiden ja kemikaalien valmistukseen liittyviä pilot-mittakaavan laitteistoja. Nämä laitteet on tarkoitettu pääosin yhtiön omaan ja yhteistyöpartnerien käyttöön.

Yhteystiedot: Elina Harlin, Puh. +358 50 4587393, [elina.harlin@neste.com](mailto:elina.harlin@neste.com)

## 8.5 Outotec Oyj, Porin tutkimuskeskus

Yhtiöllä on Porin tutkimuskeskuksen yhteydessä monipuolisia mineraalitekniikkaan ja hydrometallurgiaan liittyvää pilot-mittakaavan laitteistoa. Nämä laitteet ovat tarkoitettu omaan ja yhteistyöpartnerien käyttöön, eikä palveluja tai laiteaikaa myydä muille.

Yhteystiedot: Jarkko Partinen, Puh. +358 20 529 3000, [jaakko.partinen@outotec.com](mailto:jaakko.partinen@outotec.com)

## 8.6 UPM Kymmene Oyj

Yhtiöllä on pilot-mittakaavan laitteistoa biopolttoaineiden, biokemikaalien ja kiertotaloussovelluksiin pohjautuvien tuotteiden kehitykseen ja valmistukseen sekä kehittyntä analytiikkaa näitä tukemaan. Nämä laitteet ovat tarkoitettu omaan ja yhteistyöpartnerien käyttöön, eikä palveluja tai laiteaikaa myydä muille.

Yhteystiedot: Pekka Hurskainen, [pekka.hurskainen@upm.com](mailto:pekka.hurskainen@upm.com)

## 9. YRITYSKEHITYS JA TEKNOLOGIAPUISTOT YMS.

---

Tähän kappaleeseen on koottu kuvauksia ja yhteystietoja uusien yritysten toimintaa tukevia toimijoita, kuten yritys- ja teknologiapuistoja sekä start-up hautomoja ja kasvuyritysten kiihdyttäjiä tms, joiden toimialassa on bio- ja kiertotalouden uudet tuotteet ja prosessit ovat merkittävässä roolissa.

Luettelo ei ole täydellinen, vaan raporttiin on valittu esimerkinomaisesti erilaisia toimijoita erilaisista toimintaympäristöistä.

### 9.1 Business Oulu

BusinessOulu tukee kasvavia yrityksiä luomaan työpaikkoja, edistää vientiä, jalostaa osaamista ja kehittää toimialoja. Yritysten tila- ja hautomopalvelut ovat käytössä myös bio- ja kiertotalouden alan yrityksiä liiketoiminnan kehittämisessä.

BusinessOulu toteuttaa elinkeinostrategiaa hanke- ja ohjelmarahoituksella. Merkittävimmät käynnissä olevat ohjelmat ovat INKA tulevaisuuden terveys ja Älykäs kaupunki ja uudistuva teollisuus sekä Suomi-talo – hanke.

Yhteystiedot: Markku Uimonen, Puh +358 44 703 1315, [markku.uimonen@businessoulu.fi](mailto:markku.uimonen@businessoulu.fi)

<http://www.businessoulu.com/>

### 9.2 CLIC Innovation Oy

CLIC Innovation on suomalaisen biotalous, energia- ja cleantech-alojen teollisuuden ja tutkimustoimijoiden yhteenliittymä, joka tarjoaa laajan kirjon palveluita tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotyön kentälle. Voittoa tavoittelemattoman yhtiön toiminta kattaa T&K&I-kentän perustutkimuksesta demonstraatioihin ja kaupallistamiseen, ja sen omistaa 30 yritystä ja 17 yliopistoa ja tutkimuslaitosta.

CLIC muodostettiin yhdistämällä CLEEN ja FIBIC, ja yhdistymisen taustalla on suomalaisen teollisuuden ja tutkimusyhteisön halu nopeuttaa uuden tutkimustiedon syntyä, jalostaa tästä tiedosta tehokkaasti kansainvälistä liiketoimintaa, sekä näin nostaa suomalaisen tutkimuksen vaikuttavuutta

Yhteystiedot:

Tommy Jacobson, puh. 040 8282711, [tommy.jacobsson@clinnovation.fi](mailto:tommy.jacobsson@clinnovation.fi)

Christine Hagström-Näsi, puh. 050 3222401, [christine.hagstrom-nasi@clinnovation.fi](mailto:christine.hagstrom-nasi@clinnovation.fi)

<http://clinnovation.fi/>

### 9.3 Ekomo - Ämmässuon ekoteollisuuskeskus

Ekomo ekoteollisuuskeskus pyrkii tekemään Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksesta resurssitehokkaan ekoteollisuuskeskuksen. Ekomo on materiaali kierrätykseen perustuvien toimintojen keskittymä, jossa yritykset tekevät yhteistyötä HSY:n ja muiden alueella olevien yritysten kanssa. Ekomo tarjoaa:

- Toimivan ja korkealaatuisen perusinfran.
- Keskeisen sijainnin moottoritien läheisyydessä.
- Lisäarvoa eri toimijoiden välisestä kiertotalouden yhteistyöstä.
- Uusiutuvaa energiaa ja rakennusala.
- Tiloja ja koekohteita uusien ratkaisujen kehittämiseen ja testaamiseen.
- Toiminta-alueen, jossa olemassa olevat ympäristöluvat, kaava, energiavarat ja raaka-aineet sallivat monipuolisen toiminnan erilaisten materiaalien käsittelyyn ja hyödyntämiseen.
- Alueita sekä kenttä- että laitosrakentamiseen.
- Alueellisen energiaomavaraisuuden pitkälle tulevaisuuteen.
- Hyvät tietoliikenneyhteydet.
- Toimivan tieliikenneverkoston

Kohti materiaalitehokasta yrityskeskittymää

Ekomo on kartoittanut lähtötilannetta ja miettineet tulevaisuutta yhteistyössä mm. VTT:n ja Sitran kanssa, järjestänyt työpajoja mahdollisten yhteistyökumppaneiden kanssa sekä aloittanut erilaisia tutkimushankkeita esimerkiksi kuonien materiaalihyödyntämisen edistämiseksi.

Ekoteollisuuskeskuksen toimintaa kehitetään edelleen pyrkien yhteistyösopimuksiin yritysten kanssa, yhteistyöhön omistajakaupunkien kanssa ja olemalla aktiivisesti mukana UUMA2-ohjelmassa.

HSY:n toimintoja alueella ovat:

- Kaatopaikkakaasua käyttävä kaasuvoimala
- Kompostointilaitos ja mullan tuotanto
- Sortti-asema asukkaiden pienjätteille
- Jätevoimalan tuhkan ja kuonan vastaanottoalue
- Epäorgaanisen jätteen kaatopaikkatoiminnot
- Biojätteellä toimiva biokaasulaitos. Biokaasusta tehdään sähköä ja lämpöä.

Yhteystiedot:

- Hanna Tukiainen, puh. 046 920 5709, [hanna.tukiainen@hsy.fi](mailto:hanna.tukiainen@hsy.fi)
- Jukka Salmela, [jukka.salmela@hsy.fi](mailto:jukka.salmela@hsy.fi)

## 9.4 Green Lappeenranta

Lappeenrannan Skinnarilassa toimii yhteisöllinen ja avoin työtila aloittaville yrittäjille ja yrittäjyydestä kiinnostuneille, jonka palvelut kattavat energia-, bio-, kiertotalous- ja ympäristöalan yritykset.

Yritykset toimivat tiloissa normaaleina vuokralaisina, mutta saavat tarvittaessa tukea yritystoimintansa kehittämiseen toisilta yrittäjiltä, niiden osaajilta ja StartupMill-verkoston sparraajilta. Tilassa on useita erillisiä toimistoja, jotka yhdistyvät yhteisiin neuvottelu- ja kohtaamistiloihin ja avotyöpistealueeseen.

Palvelut:

Yrityspalvelut: Liikeidean arviointi, startti/hautomopalvelut ja pitkäjänteisemmät jalostamo/kiihdyttämöpalvelut osaamispohjaisille kasvuyrityksille. Lisätietoa:

<http://www.startupmill.fi/>

Kehittämispalvelut: Verkottamispalvelut, jossa keskeisenä työkaluna energia- ja ympäristöalan yritysten, LUT/Saimian ja Lappeenrannan verkosto-organisaatio Green Energy Showroom GES (yritysten aloitteiden välittäminen kaupungin päätöksentekoon, kaupungin hankintojen ja

investointien hyödyntäminen, yritysten ja LUT-Saimian yhteistyön tukeminen, verkostotilaisuudet ja teematyöpajat (tuotekehitys, innovointi), verkottumismatkat, verkostojen välisen yhteistyön edistäminen kansallisella ja KV tasolla), kehittämisspalvelut (yrityslähtöisten hankkeiden tukeminen hankerahoituksen avulla, yritysten tuotekehitys- ja kaupallistamishankkeiden kansainvälistymisen tukeminen EU rahoituksella ja verkostoilla, yritysten kokeilu- ja referenssiympäristöjen rakentaminen), viestintä ja markkinointipalvelut (GES/Green Lappeenranta GL esitteet, GES/GL verkkopalvelut, uutiskirjeet ja mediatiedotus, GL esittelykohteet, messut ja tapahtumat) sekä alueelliset koordinoitipalvelut (GES ja Green Lappeenranta Imatra innovaatioklusterin toiminnan koordinointi ja sihteeripalvelut). Lisätietoja <http://www.greenenergyshowroom.fi/fi/>

Tilat ovat vuokraperiaatteella käytössä kaikille osaamispohjaisille yrittäjille ja yrityksille. Tiloihin ei liity laboratorio- tai muita erityisresursseja.

Yhteystiedot:

- Yrityspalveluiden osalta Mikko Ojapelto, [mikko.ojapelto@wirma.fi](mailto:mikko.ojapelto@wirma.fi)
- Green Lappeenranta palveluiden osalta Markku Mäki-Hokkonen, Puh. 0405695515, [markku.maki-hokkonen@wirma.fi](mailto:markku.maki-hokkonen@wirma.fi)

## 9.5 Joensuun tiedepuisto

Oasis liiketoiminnan ja kaupallistamisen kehitysalusta

1. Innovaatiotyö, hautomo- ja kasvuyrityspalvelut
2. Alueen yrityksille, mutta myös laajemmin

Metsäbiotalouden keskus

Metsäbiotalouden keskus on laaja alan osaajien ja yritysten verkosto, joka tarjoaa yrityksille uusia kehittämisen työkaluja.

Tavoitteena on metsäbiotaloustoimialanliiketoiminnan kasvattaminen, uudet vientikelpoiset tuotteet ja maakunnan houkuttelevuuden lisääminen myös kansainvälisesti.

Keskus soveltaa nykyistä huippuosaamista. Se luo aiempaa paremmat mahdollisuudet hyödyntää tutkimustuloksia yritysten kehittämisessä.

Yhteystiedot:

- Harri Välimäki, 050 379 9112, [harri.valimaki@tiedepuisto.fi](mailto:harri.valimaki@tiedepuisto.fi)
- Juha-Pekka Luukkainen, 040 554 8079, [juha-pekka.luukkainen@tiedepuisto.fi](mailto:juha-pekka.luukkainen@tiedepuisto.fi)

## 9.6 Jyväskylän seudun kehittämissyhtiö Jykes Oy

Jykes auttaa palveluillaan ja osaamisellaan Jyväskylän seudun yrityksiä kehittämään toimintaansa ja parantamaan kilpailukykyä kotimaisilla ja kansainvälisillä markkinoilla. Jykesin palvelut ovat toimialarajattomia ja näin ollen myös bio- ja kiertotalous sekä cleantech-yritysten käytössä.

Jykesin palveluita ovat yritysneuvontapalvelut sisältäen mm. esihautomopalvelut yritysideoista aina yrityksen perustamiseen saakka, toimivien yritysten neuvonta-, yrityskummi- ja omistajavaihdospalvelut.



Kasvua- ja kansainvälistymistä tavoitteleville yrityksille tarjotaan kokonaisvaltaista yrityksen tarpeista lähtevää kehittämisspalvelua, joka auttaa omia tuotteita ja palvelutuotteita kehittäviä yrityksiä kasvun eri vaiheissa. Jykes välittää yritysten käyttöön tietoa uusista liiketoimintamahdollisuuksista, innovaatioista, toimintatavoista ja teknologioista. Kansainvälisille markkinoille tähtäävälle yritykselle Jykes tarjoaa neuvonta- ja valmiuksien kehittämisspalveluita, sekä liikeyhteyksien hakupalvelua.

Yritysympäristöjä ja yritysryhmiä Jykes kehittää erityisesti kyberturvallisuuden, biotalouden ja valmistavan teollisuuden osalta mm. erilaisten kansallisten ja alueellisten hankkeiden avulla. Yritysympäristöjen kehittämissä Jykes panostaa vahvaan verkottumiseen ja uusien arvoverkkojen muodostumiseen yritysten kokonaisratkaisutarjoaman parantamiseksi.

Yritystehdas Voimala Businessparkissa tarjoaa esihautomopalveluita ja toimitiloja startup-tiimeille. <http://jklyritystehdas.fi/fi/>, <http://www.voimalabusinesspark.fi/>

Jyväskylän Yliopiston, Jyväskylän Ammattikorkeakoulun sekä VTT:n tarjoamat palvelut ja innovaatioympäristöt sijaitsevat lähellä ja ovat näin luontevia kumppaneita yritysten käyttöön. Jykes edistää yritysten ja oppi- ja tutkimuslaitosten välistä yhteistyötä omien kontaktiensa kautta.

Yhteystiedot : Kehittämisspäällikkö Janne Salmi , puh. 0407349452, [janne.salmi@jykes.fi](mailto:janne.salmi@jykes.fi)

## 9.7 Kuopio Innovation

Palveluja liiketoiminnan synnyttämiseen, kehittämiseen ja uudistamiseen. Ei toimialarajoitteita eli palvelut ovat käytettävissä myös bio- ja kiertotalouden teknologioihin ja kaupallistamiseen liittyen.

- Startup- eli esihautomo- ja hautomopalvelu on tarkoitettu liiketoimintaa suunnitteleville henkilöille ja tiimeille sekä aloittaville yrityksille liikeidean kehittämissä ja liiketoiminnan suunnittelussa.
- GrowUp- eli liiketoiminnan kasvupalvelu on tarkoitettu vahvaan kasvuun tähtääville yrityksille. Tuetaan tuotekehitystä ja tuotteistamista, autamme yhteistyökumppaneiden ja partnereiden etsimisessä, tarjoamme verkostoja ja kontakteja käyttöön. Yrityksille tarjotaan myös rahoitusneuvontaa.
- Liiketoiminnan laajentamispalvelu on tarkoitettu edistämään yritysten kasvua ja kansainvälistymistä, rakentamaan kumppanuuksia, hyödyntämään erilaisia kehitysohjelmia, käynnistämään yritysten tarpeista lähteviä hankkeita yhdessä yhteistyökumppanien kanssa, sekä hyödyntämään alueellisia, kansallisia ja kansainvälisiä verkostoja ja kontakteja.

Tiloja: Startup center, modernit toimitilat toimintaansa käynnistäville yrityksille Kuopion kampusalueella, Microkatu 1, Kuopio.

Startup center, toimitilat Kuopion kampusalueella, Microkatu 1, Kuopio. Yhteistyötä Kuopio Innovationin, Itä-Suomen yliopiston ja Savonia-AMK:n kanssa.

Centerissä Kampuksen yli 200 yritystä ja Kuopio Innovationin, Technopolis Kuopion ja Kuopion kaupungin asiantuntijat ovat lähellä, samoin Itä-Suomen yliopisto, Savonia-AMK ja useat sektoritutkimuslaitokset.

Yhteystiedot: bio- ja kiertotalouteen liittyen:

- Anneli Tuomainen, Puh: 040-5018030, [anneli.tuomainen@kuopioinnovation.fi](mailto:anneli.tuomainen@kuopioinnovation.fi)
- Arto Holopainen, Puh: 045-1393996, [arto.holopainen@kuopioinnovation.fi](mailto:arto.holopainen@kuopioinnovation.fi)

[www.kuopioinnovation.fi](http://www.kuopioinnovation.fi)

## 9.8 Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy

Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy kehittää Lahden kaupunkiseudun elinkeinoelämän edellytyksiä, kilpailukykyä ja vetovoimaisuutta.

LADEC vastaa aloittavien, toimivien ja sijoittuvien yritysten palvelusta Lahden kaupunkiseudulla sekä seudun markkinoinnista yritys ympäristönä. Tehtävänä on myös auttaa yrittäjiä ja yrityksiä kaikissa yrityksen perustamiseen, kasvuun, kehittämiseen ja kansainvälistymiseen sekä sijoittumiseen liittyvissä asioissa. Palvelu on maksutonta.

Rakennamme Lahden kaupunkiseudusta kansainvälisen tason kasvu- ja kehitysympäristöä yrityksille hyödyntäen cleantech- ja muotoiluosaamista. Aktivoimme kaupunkiseudun kuntien ja yritysten välistä yhteistyötä ja yritykset huomioon ottavaa toimintakulttuuria. Markkinoimme ja verkotamme Lahden kaupunkiseutua yritys ympäristönä kansallisesti ja kansainvälisesti.

Omistajat ja rahoittajakunnat

Pääomistaja Lahden kaupunki (74 %).

Muut omistajat Päijät-Hämeen kaupunkeja ja kuntia, yrityksiä, yliopistoja sekä korkeakouluja.

Rahoittajakunnat ovat Lahti, Hollola ja Orimattila

Osakeomistukset

LADECilla on tytäryhtiö, uusiutuvan energian tutkimuskeskus Energon Oy. Lisäksi LADEC omistaa 40 prosenttia Nordic Innovation Accelerator Oy:stä (NIA).

Yhteystiedot: bio- ja kiertotalouteen liittyen:

- Esa Ekholm, puh: 0400 414 841, S-posti: esa.ekholm@ladec.fi

Lue lisää Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy:stä: [www.ladec.fi](http://www.ladec.fi), Lue lisää NIA Oy:stä: [www.nordicinnovationaccelerator.com/fi/](http://www.nordicinnovationaccelerator.com/fi/)

## 9.9 Peittoon kierrätyspuisto, Pori

Porissa sijaitseva Peittoon kierrätyspuisto vastaa ympäristöliiketoiminnan haasteisiin tarjoamalla tilaa kasvuun ja kehittämiseen. 760 hehtaarin laajuinen alue mahdollistaa erityisesti teollisuuden ja rakentamisen sivuvirtoihin liittyvän liiketoiminnan keskittymisen alueelle ja usean toimijan sijoittautumisen rinnakkain.

Peittoon alue sijaitsee hyvien kulkuyhteyksien päässä, mutta riittävän etäällä kaupunkiasutuksesta. Lainvoimaiset kaavamerkinnot mahdollistavat rakennuslupien ja muiden tarvittavien lupien hakemisen alueelle tuleville toiminnoille. Alueelle mahtuu samanaikaisesti sekä sellaista toimintaa, josta syntyy melua, pölyä tai muita emmissioita, että sellaista, jotka vaativat ympäristöhäiriötöntä aluetta. Alueen soveltuvuus tällaiselle maankäytölle on selvitetty, samoin myös maankäytöllinen hyväksyttävyyys on ratkaistu kaavoitukseen liittyvässä päätösprosessissa.

Tällä hetkellä Peittoossa on materiaalien hyötykäyttö- ja käsittelyalueita sekä loppusijoitusalueita. Peittoon alueen toimijoita ovat Stena Oy, Fortum Power and Heat Oy, PVO-Lämpövoima Oy, Huntsman Pigments, Ekokem Oy ja Kuusakoski Oy. Alueella on nykyisellään myös voimakas uusiutuvien energialähteiden käytön leima TuuliWatin vuonna 2014 rakentaman 12 tuulivoimalan tuulipuiston ansiosta. Uusimpana toimijana kierrätysliiketoimintaa on aloittamassa Peittoon Kierrätysterminaali Oy.

Alueen kehittyminen ja yritysten sijoittautuminen sinne tuo toimijoille uusia synergiamahdollisuuksia sekä mahdollistaa materiaalin ja energian entistä tehokkaamman paikallisen kierron. Peittoon alueelle haetaan toimijoita, joille nämä synergiat, alueen edullinen sijainti ja Porin sataman läheisyys tuovat merkittävää lisäarvoa.

Alueellisena kehittämisorganisaationa Prizztech Oy jatkaa Peittoon alueen kehittämistä sekä toimimista teollisten symbioosien koordinoijan ja resurssiviisauden edistäjän roolissa osana valmistelussa olevia kehittämishankkeita.

Yhteystiedot: Tuula Raukola, puh. 044 710 5394, [tuula.raukola@prizz.fi](mailto:tuula.raukola@prizz.fi)

## 9.10 Sirkkalan Energiapuisto, Joensuu

### Yleiskuvaus

Sirkkalan Energiapuisto on biotalouden kehitys- ja oppimisympäristö, jossa demonstroidaan kiinteistöjen mahdollisuuksia tuottaa uusiutuvaa lämpö- ja sähköenergiaa omavaraisesti osana isompia lämpö- ja sähköverkkoja. Samalla energiapuisto toimii testaus- ja kehityspaikkana uusille uusiutuvan energian tekniikoille ja sovelluksille. Energiapuiston tilat mahdollistavat uusien lämmöntuotantolaitteiden käyttöttestauksen ja pienimuotoisen kehitystyön. Tiloissa voidaan myös tehdä eri biomassojen pelletöintitestauksia sekä biopolttoaineiden laatutestausta. Nykyaikaisten testitilojen lisäksi energiapuistolla on käytössä hakkeella toimiva oma CHP- laitos.

Lämpötekniikan käyttö- ja testaustoiminnassa suurin laitteiden nimellisteho on n. 200 kW. Käytössä olevan CHP- laitoksen lämpöteho on n. 100 kW ja sähköteho n. 40 kW. Laitosta voidaan ajaa täysin irti valtakunnan sähköverkosta ja energiapuistoon on rakennettu oma erillinen saarekeverkko mm. itsenäisen sähkön tuotannon testauksia varten. Laitoksen toimintaa voidaan analysoida reaaliaikaisesti ja kaikki sen tuottama lämpö- ja sähköenergia hyödynnetään kiinteistössä.

Pelletöintitestausten avulla luodaan raaka-aineittain pelletin pienen kokoluokan valmistuksesta liiketoimintamalleja asiakkaiden käyttöön. Testilinjasto mahdollistaa pelletöinnin eri raaka-aineille, tarvittaessa erä voidaan hakettaa tai murskata ennen pelletöintiä. Pellettien laadun selvittämiseksi on mahdollista tehdä tutkimuksia Karelian omilla laitteilla sekä tarvittaessa Itä-Suomen yliopiston tai muiden tutkimuslaitosten laboratorioissa. Pellettipuristimen kapasiteetti on n. 35 kg pellettejä tunnissa.

### Hyödyntäminen

Sirkkalan energiapuisto on laajalti ulkopuolisten tahojen, mm. yritysten, hyödynnettävissä. Tilat mahdollistavat uusien innovaatioiden käyttöttestausta ja kehitystyötä yhteistyössä Karelia AMK:n asiantuntijoiden kanssa. Käytössä oleva CHP- laitos tarjoaa ympäristön, jossa voidaan testata ja kehittää kokonaisvaltaisesti metsähakkeeseen perustuvaa energian tuotantoa, aina puupolttoaineen laadusta lähtien. Yhteistyö rätälöidään aina tarpeiden mukaan tapauskohtaisesti.

### Henkilöresurssit

Karelia ammattikorkeakoulu pystyy tarjoamaan kehitystyön tueksi 1-2 bioenergiaan perehtynyttä vakinaista projektityöntekijää. Myös tapauskohtaiset perus- tai jatko-opiskelijoiden opinnäytetyöt ovat mahdollisia asiakkaan tarpeista riippuen.

Yhteystiedot: Ville Kuittinen, Puh. 050 532 6131, [ville.kuittinen@karelia.fi](mailto:ville.kuittinen@karelia.fi)

## 9.11 Smart Chemistry Park, Raisio

Kemianalan kasvuyritysten kiihdyttämö

Smart Chemistry Park vuokraa yrityksille toimistotiloja ja laboratoriotiloja. Lisäksi teollisuusalueella on tyhjiä halleja, joita yritykset myös saavat vuokrata ja perustaa niihin esimerkiksi pilot mittakaavan ti teollisen mittakaavan toimintaa.

Smart Chemistry Parkia operoi Turku Science Park. Täten kaikki Turku Science Parkin palvelut aloitteleville yrityksille ovat myös tarjolla Smart Chemistry Parkin yrityksille (esim. yhteistyö yliopistojen ja korkeakoulujen kanssa, tukea rahoituksen hakemiseen, liiketoiminnan kehittämiseen tukea, kansainvälistymispalvelut ym.)

Smart Chemistry Parkin laitteet ovat pääosin yritysten omia laitteita. Yritykset ovat tosin avoimia vuokraamaan laitteita myös ulkopuolisille tahoille

Yhteystiedot: Linda Fröberg-Niemi, 050 587 3441, [linda.froberg-niemi@turkusciencepark.com](mailto:linda.froberg-niemi@turkusciencepark.com)  
<http://smartchemistrypark.com>

## 9.12 Tarvaalan biotalouskampus

Tarvaalan Biotalouskampus on biotalouteen liittyvän uuden osaamisen ja liiketoiminnan kehittämissyhteisö. Biotalouskampus tarjoaa yrityksille asiakaslähtöisesti biotalousalan testaus-, koulutus- ja asiantuntijapalveluita. Erityisosaamisalueita ovat lämmityskattiloiden käytettävyys ja päästöjen hallinta, kiinteiden polttoaineiden käytettävyys ja ominaisuudet, nautakarjatalouden kehittäminen sekä ravinnepäästöjen mittaus ja rajoittaminen maaseutu ympäristössä.

Tarvaalan Biotalouskampuksen koulutustarjontaan kuuluvat toisen asteen ja ammattikorkeakoulutason tutkintoihin valmistavat koulutusohjelmat sekä lyhyemmät jatko- ja täydennyskoulutukset. Biotalouskampuksella opiskelija voi joustavasti siirtyä opiskelijasta yrittäjäksi turvallisessa tuetussa ympäristössä.

Tarvaalan Biotalouskampuksen yhteyteen on suunnitteilla yrityspuisto, jossa on ainutlaatuiset mahdollisuudet hyödyntää kampuksen resursseja yhteistyössä alueen oppilaitosten ja muiden yritysten kanssa. Biotalouskampuksella on käytettävissä useita biotalouteen liittyviä laboratorioita ja havainnollistamisympäristöjä.

Yhteystiedot: Pekka Äänismaa, puh. 040 027 9057, [pekka.aanismaa@jamk.fi](mailto:pekka.aanismaa@jamk.fi)  
<http://www.jamk.fi/fi/Tutkimus-ja-kehitys/Painoalat/Biotalous/biotalouskampus/>