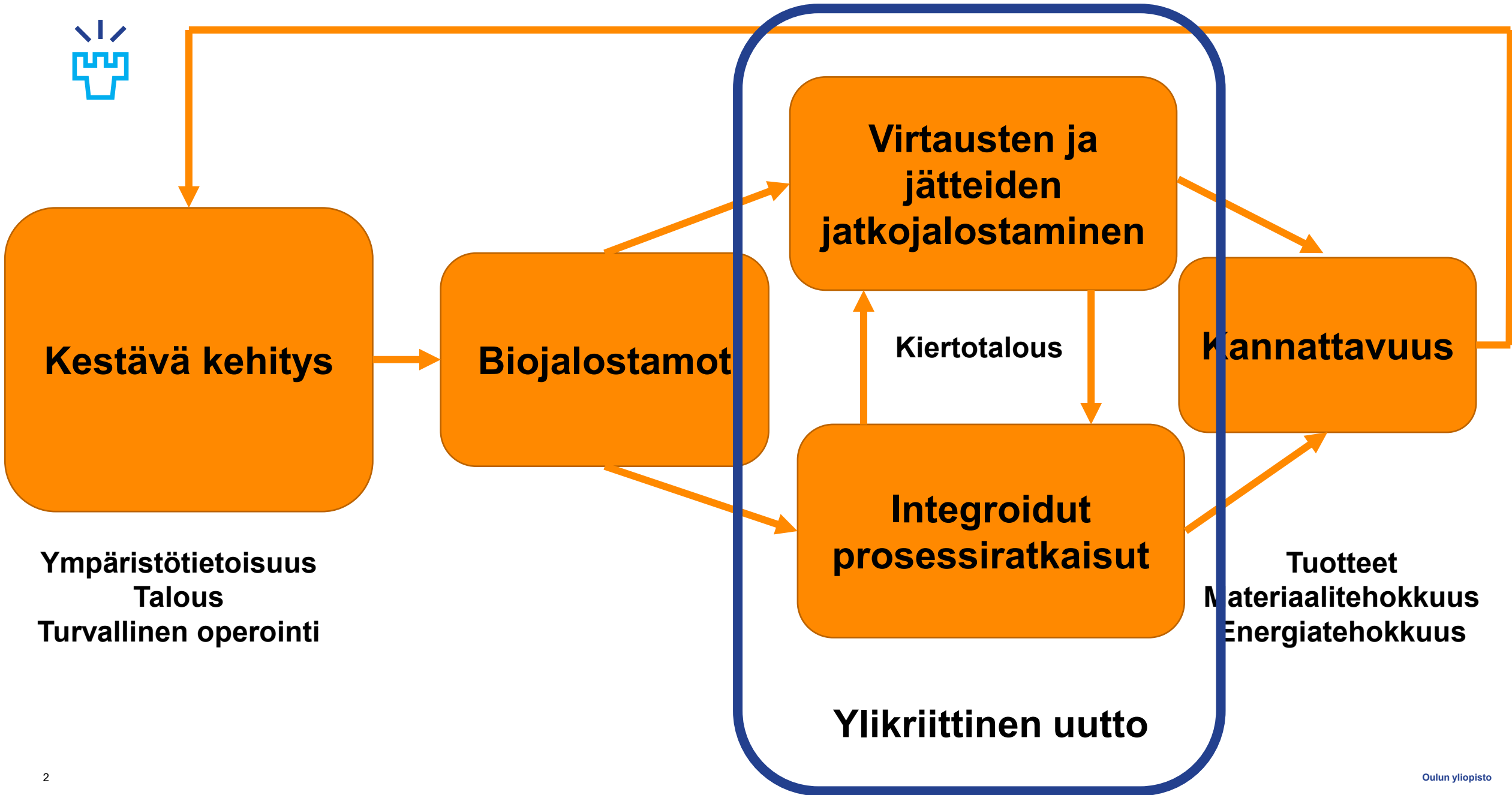


Jatkuvatoiminen ylikriittinen uutto teollisten sivuvirtojen jalostamiseen

3.12.2021, Biotalouden sivuvirrat Kainuussa – jalostus, tuotteet ja mittaukset

Henri Hämäläinen, tohtorikoulutettava

Biojalostamon mittaukset, Oulun Yliopisto





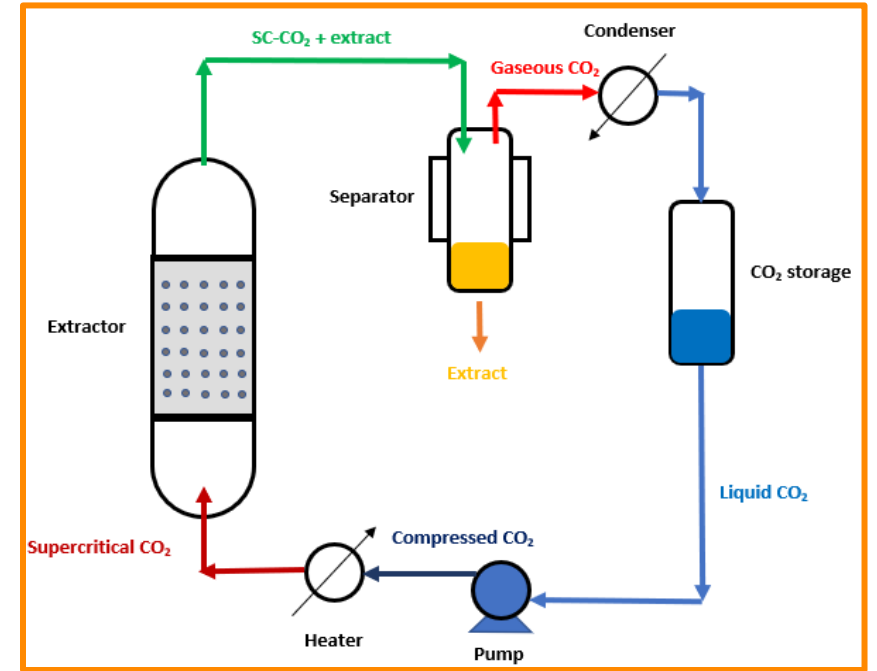
Ylikriittinen uutto (Supercritical fluid extraction, SFE)

Ylikriittiset fluidit

- Tiheysominaisuudet (neste)
- Alhainen viskositeetti, korkea diffuusioituvuus (kaasu)
→ Korkea massansiirto → Tehokas ja nopea uutto
- Tiheyden säätö lämpötilaa ja painetta muuttamalla
→ Korkea selektiivisyys
- Hiilidioksidi yleisin (32 °C, 74 bar)
 - Halpa, myrkytön, ei-helposti syttyvä, helppo erotus
 - Yleinen sivutuote teollisuudessa

Olemassa olevia sovelluksia

- Kofeiinin erotus kahvista
- Ligniinin poisto lignoselluloosasta
- Öljyjen ja vahojen uutaminen
- Raudan poistaminen maa-aineksesta
- ...



Lähde [1]

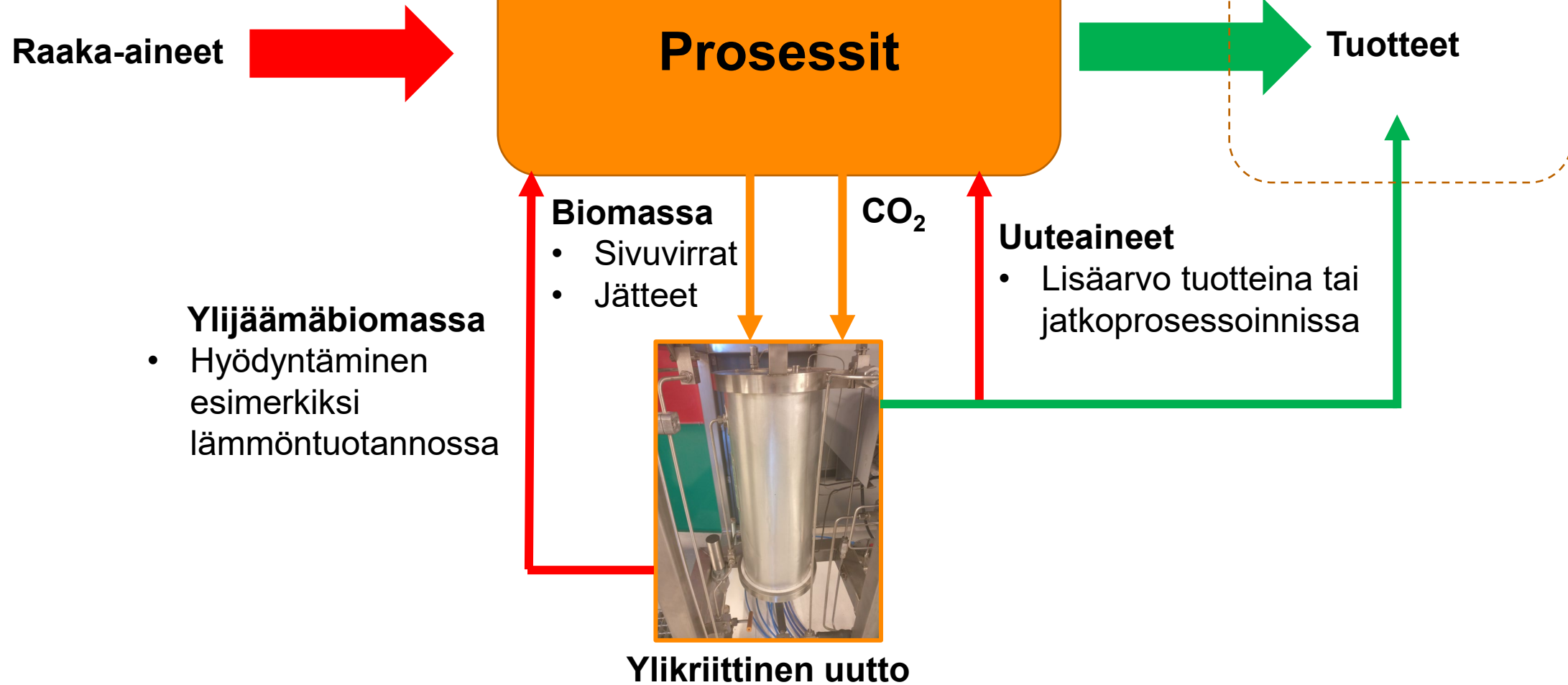


Kestävä ratkaisu erilaisten sivuvirtojen hyödyntämiseen



Sovellukset

Sellutehtaat
Biojalostamot
Luonnontuotetuotanto





Haasteet

BIOSFE-projekti

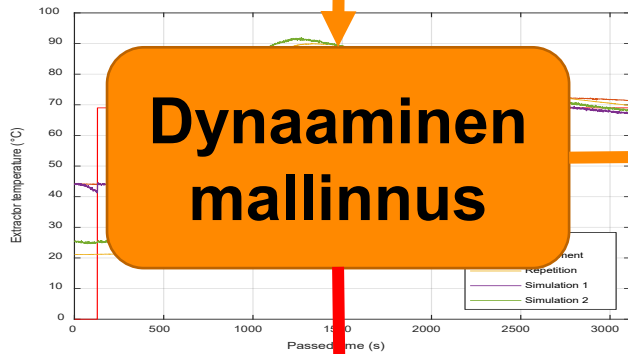
Vipuvoimaa
EU:lta
2014-2020



Epälineaarisuudet
Prosessidynamiikka
Mittausten vähyys

Energiaintensiivisyys ($\geq 400\text{bar}$)
Energiehokkuuteen liittyvän
tutkimuksen vähyys

Tuotantokapasiteetti
Käsittely- ja
energiakustannukset



**Dynaaminen
mallinnus**

Energiehokkuus

Jatkuvatoimisuus

Digitalisaatio ja automaatio
Optimointi
Ennustavat prosessimallit

Optimaalinen operointi
Ympäristöystävällisyys

Integroituvuus
Tehokkuus
Kannattavuus

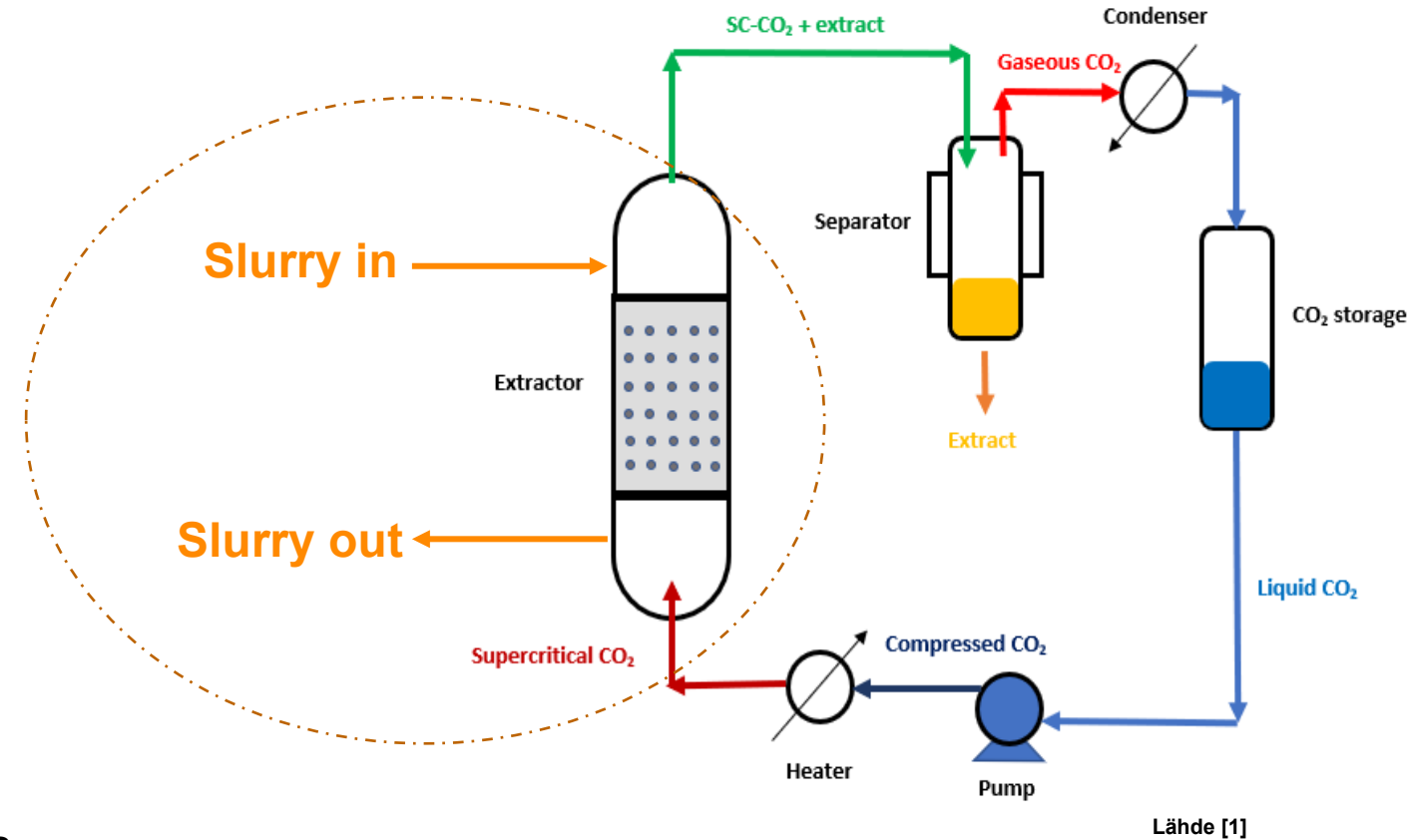


Taustat

- Ylikriittinen uutto yhä lähinnä panosluonteista
→ Korkeat kustannukset
- Jatkuvatoimisen uuton käytännön sovellukset vähäisiä

Tavoitteet

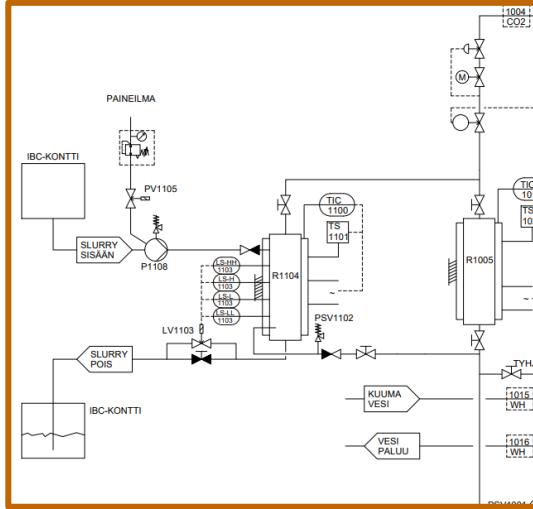
- Suomen ensimmäinen jatkuvan hiilidioksiduuton demonstraatiolaitos
 - Skaalautuvuus teolliselle tasolle
 - Sivuvirtojen jatkojalostus
 - Tutkimus ja tuotekehitys
- Osoittaa uusimpien mittausten, säätöjen ja digitalisaation merkityksen prosessien tehokkuuksien parantamisessa





BIOSFE-Projekti

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



1. Prosessilaitteiston suunnittelu

- Reaktorin ja raaka-ainesyötön laite-, putkisto- ja säätösuunnittelu



Lähde [1]

2. Laitteiston valmistaminen ja testaaminen

- Asennus nykyisen panosuuttolaitteiston rinnalle
- Prosessitekniikan ja perusfunktioiden toimivuus

3. Säätötekniinen optimointi

- Säätöjärjestelmän kehitys
- Uudet mittaukset
- Digitalisointi
- Tuotteiden ja energiankulutusten optimointi

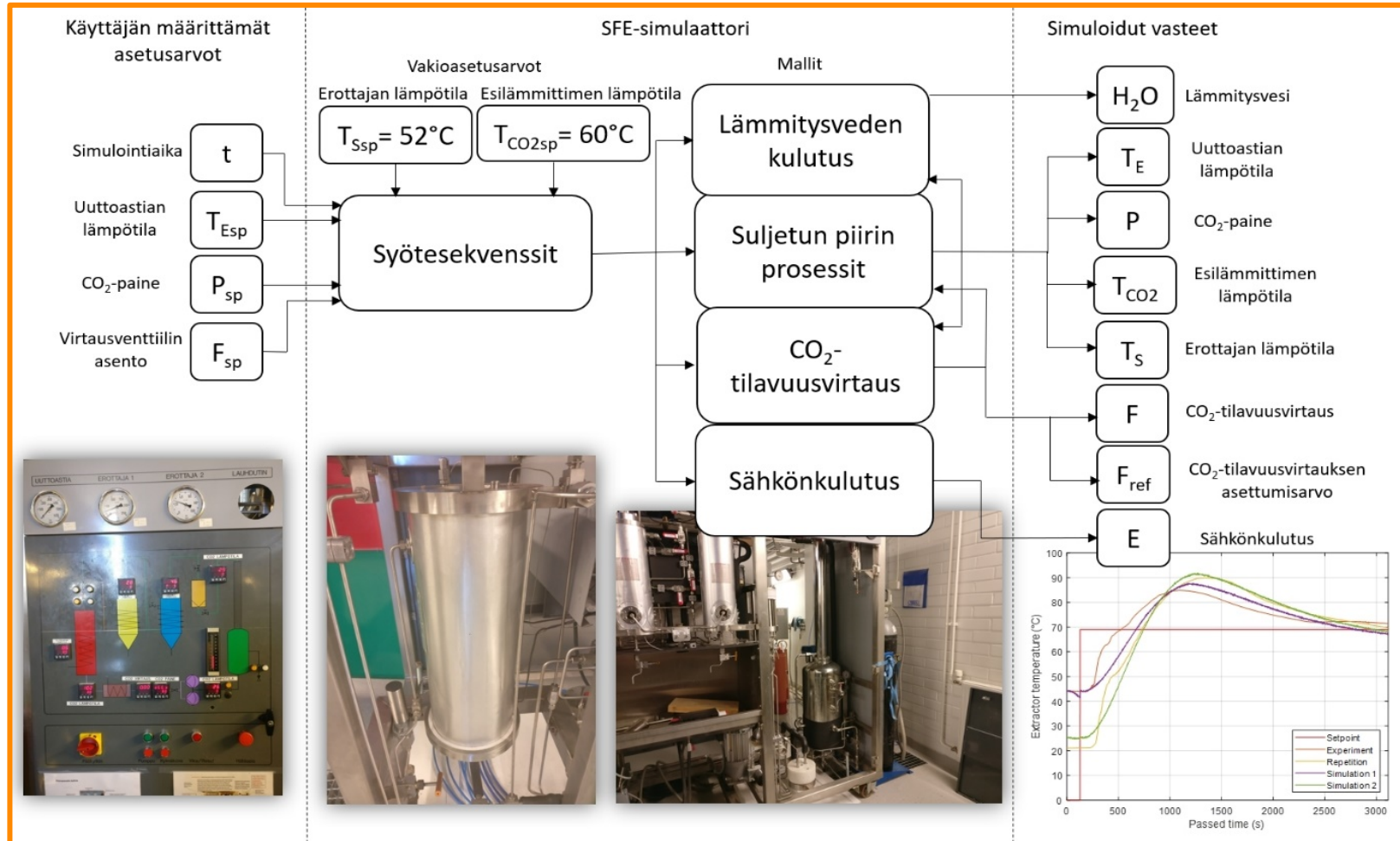


4. Käytännön demonstraatiot

- Skaalautuvuus
- Raaka-aineet
- Tuotteet



Case: Ylikriittisen panosuuttoprosessin digitaalinen kaksonen



Energiankulutusten optimointi simulaatioissa

- Malliprediktiivinen säätö
- Suurin vähennys sähkönkulutukseen 30 %
- Suurin vähennys lämmitysveden kulutukseen 25 %

Tuloksia tullaan hyödyntämään jatkuvatoimisen laitteiston optimoinnissa!

Lähde [1]



Yhteenveto

- **Tulevaisuuden biojalostamoiden kannattavuus riippuu myös sivuvirtojen kestävästä jalostuksesta**
 - **Potentiaaliset integroidut prosessiratkaisut**
- **Energiatehokkaalla ja suurivolyymisella ylikriittisellä hiilidioksidivuutolla merkittävää potentiaalia**
- **Jatkuvatoimisen uuttoprosessin ja sen mittausten kehittäminen meneillään**



Kiitos!

Lisätietoja:

DI Henri Hämäläinen henri.hamalainen@oulu.fi

Prof. Mika Ruusunen mika.ruusunen@oulu.fi

Viimeaikaisia julkaisuja:

[1] Hämäläinen Henri, *Identification and energy optimization of supercritical carbon dioxide batch extraction*. Diplomityö, Oulun Yliopisto. Lokakuu 2020. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:oulu-202010153029>

Valta Art, Ruusunen Mika, Leiviskä Kauko, 2020. **On-line moisture content estimation of saw dust via machine vision**. Open Engineering 10(1), 336-349. <https://doi.org/10.1515/eng-2020-0035>

Nikula Riku-Pekka, Paavola Marko, Ruusunen Mika, Keski-Rahkonen Joni, 2020. **Towards online adaptation of digital twins**. Open Engineering 10(1), 776-783. <https://doi.org/10.1515/eng-2020-0035>