



# Oamk Journal

Oulun ammattikorkeakoulun julkaisu

Tämä on alkuperäisen julkaisun rinnakkaistallenne. Rinnakkaistallenne saattaa erota alkuperäisestä sivutukseltaan ja painoasultaan.

This is an electronic reprint of the original publication. This version may differ from the original in pagination and typographic detail.

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä/Please cite the original version:

Kosamo, J., Käyhkö, V., Hiltunen, J. & Ahola, J. 2023. Täydennyskoulutuksen ja jatkuvan oppimisen tarpeet bio- ja kiertotalousalan yrityksissä Pohjois-Suomessa. Oamk Journal 117/2023. <http://urn.fi/urn:isbn:978-951-597-244-6>



Euroopan unioni  
Euroopan sosiaalirahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

# Täydennyskoulutuksen ja jatkuvan oppimisen tarpeet bio- ja kiertotalousalan yrityksissä Pohjois-Suomessa

4.9.2023 - Kosamo Joni, Käyhkö Virpi, Hiltunen Jukka, Ahola Juha

Pohjois-Suomessa toimivissa bio- ja kiertotalousalan yrityksissä koetaan tärkeäksi saada nykyisen henkilökunnan täydennyskoulutus, jatkuva oppiminen sekä uusien tekijöiden koulutus vastaamaan alan liiketoiminnassa ja sen kehittämisessä tarvittavaa osaamista. Tähän raporttiin on koottu niitä osaamistarpeita ja -puutteita, joita alueen yritykset ovat tuoneet esille Prosessiteknikka bio- ja kiertotaloudessa -hankkeen toiminnan yhteydessä.

Menestyvä maa- ja metsätalous, kemiallinen ja mekaaninen metsäteollisuus sekä elintarviketeollisuus muodostavat alueen elinkeinotoiminnan perustan.

Menestyksen ylläpitämiseksi tarvittaviin osaamistarpeisiin ja koulutukseen tulee myös Oulun ammattikorkeakoulun ja Oulun yliopiston osaltaan vastata.

Teollisuusprosessien sivuvirrat ovat potentiaalisia raaka-aineita jonkin muun toimijan käyttöön. Kiertotalouden ja biotalouden edistämiseen tarvitaan osaamista ja teknologiaa kehittämään ja soveltamaan uudenlaisia prosesseja.



# Sisällys

## [1 Johdanto](#)

## [2 Työelämäkyselyn tauta ja yritykset](#)

### [2.1 Mitä bio- ja kiertotaloudella tarkoitetaan?](#)

### [2.2 Työelämäkyselyn toteutus ja kohderyhmä](#)

## [3 Työelämäkyselyn tulokset](#)

### [3.1 Yritysten esittämät osaamistarpeet bio- ja kiertotalouden koulutukselle](#)

### [3.2 Tuotantopanoksiin, valmistukseen ja tuotteisiin liittyvät osaamistarpeet](#)

### [3.3 Bio- ja kiertotalouden aihepiiriin kuuluvat osaamistarpeet](#)

### [3.4 Bio- ja kiertotalouden energiaratkaisujen osaamisen tärkeys](#)

### [3.5 Analyysitekniikoiden osaamistarpeet yrityksissä](#)

### [3.6 Bioteknisten menetelmien osaamistarpeet yrityksissä](#)

### [3.7 Mittausten laatuun liittyvät osaamistarpeet yrityksissä](#)

### [3.8 Online-mittauksiin, instrumentointiin, säätöön ja automaatioon liittyvät osaamistarpeet](#)

### [3.9 Bio- ja kiertotalousalan yritysten ja korkeakoulujen välinen yhteistyö](#)

### [3.10 Bio- ja kiertotalousalan oppimisympäristöt korkeakouluissa](#)

### [3.11 Bio- ja kiertotalousalan opinnot korkeakouludiplomina](#)

## [4 Pohjoisessa kaikki kiertää -työpajan anti](#)

### [4.1 Työelämätilaisuus ja opintoketjuehdotukset](#)

### [4.2 Jatkuvan oppimisen koulutuskokonaisuuteen valitut opintojaksot eli pilot-opintojaksot](#)

## [5 Yhteenveto ja johtopäätökset](#)

## [Lähteet](#)

# 1 Johdanto

Prosessitekniikka bio- ja kiertotalous (ProsBKT) -hankkeessa Oulun ammattikorkeakoulu ja Oulun yliopisto kehittävät bio- ja kiertotalouden prosessiosaamista Pohjois-Suomessa, vahvistavat osaamisen kautta alan liiketoimintaa sekä tarjoavat alueen yritysten tarpeisiin osaavaa, korkeakoulutettua henkilöstöä. Hankkeessa suunnitellaan ja pilotoidaan kokonaan uusi Oulun ammattikorkeakoulun ja Oulun yliopiston alan osaamista kehittävä täydennyskoulutuksen koulutuskokonaisuus ja sitä sekä alan yritysten kehittämistoimintaa tukeva oppimis- ja tki-ympäristö. Rakentuvan koulutuksen avulla alueen yrityksille pystytään tarjoamaan ammattitaitoista henkilökuntaa bio- ja kiertotalouden prosessien suunnitteluun ja ylläpitämiseen sekä takaamaan henkilöstön osaamisen ylläpito ja kehittyminen.

Bio- ja kiertotalouden täydennyskoulutuksen sisällön suunnitteluprosessin yhteydessä toteutettiin Pohjois-Suomessa toimiville bio- ja kiertotalouden prosessitekniikan alan yrityksille suunnattu osaamistarvekartoitus Webropol-kyselynä keväällä 2021. Tässä raportissa avataan osaamistarvekartoituksen taustaa ja siihen sisältyviä kysymyksiä sekä esitetään yhteenvetoa tuloksista.

Helmikuussa 2022 järjestettiin Pohjoisessa kaikki kiertää – Bio- ja kiertotalouden osaajien täydennyskoulutuksen valmistelu toimijoille tilaisuus, jossa kuultiin Sitran, Metsäteollisuus ry:n, Kemiateollisuus ry:n ja Elintarviketeollisuus ry:n edustajien alustukset alojen osaamistarpeista. Tilaisuuden tavoitteena oli koota alan toimijoiden tarpeita ja toiveita bio- ja kiertotalouden prosessitekniikan jatkuvan oppimisen koulutuskokonaisuuden kehittämiseksi. Tilaisuuden osallistujilla oli mahdollisuus esittää arvionsa ja keskustella työelämäkyselyn tulosten pohjalta suunnitelluista opintokokonaisuuksista, joista kooste esitetään tässä raportissa.

## 2 Työelämäkyselyn tausta ja yritykset

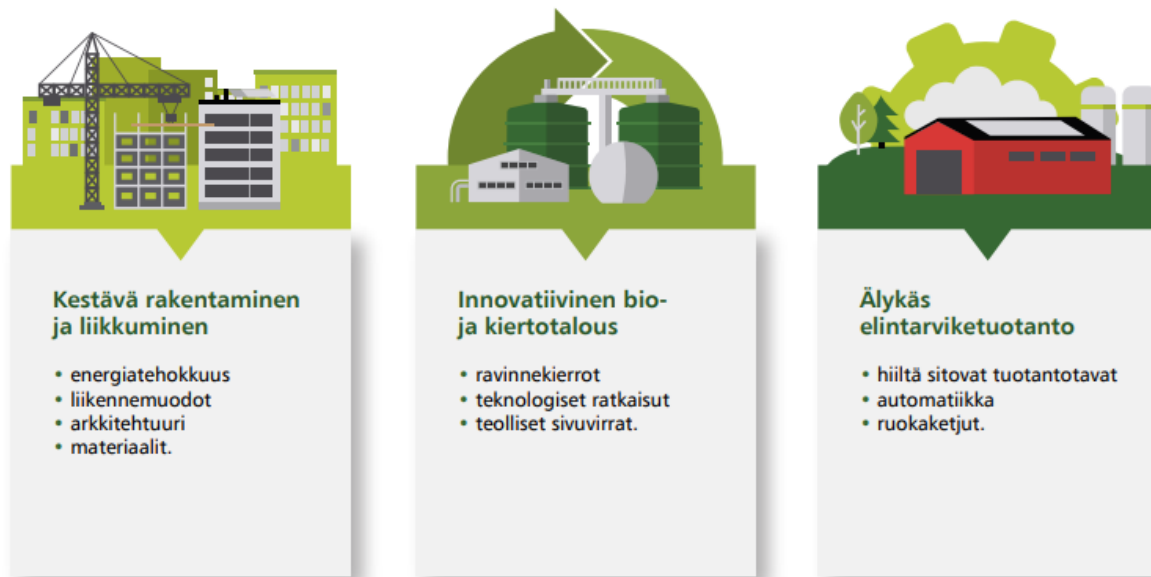
Pohjois-Pohjanmaa on vahva biotalousmaakunta, jolle biotalouden osaaminen on tärkeää. Pohjois-Pohjanmaan maakuntaohjelmassa korostetaan elintarviketuotannon ja jalostuksen sekä alueen luonnonvarojen kestävä hyödyntämisen merkitystä alueella.

Prosessitekniikan koulutuksen kehittämisellä niin ammattikorkeakoulussa kuin yliopistossakin edistetään näiden alojen kehittymistä. [1]

Pohjois-Pohjanmaan biotalouden kehittämisstrategiassa maakunnan päämääränä ovat biotalous hyvinvoinnin lähteenä ja maakunnan nousu biotalouden edelläkävijämaakunnaksi. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen ja Aluehallintovirasto uudessa yhteisessä strategiassa 2020–2023 todetaan, että alueellinen toimintaympäristömme muuttuu. Osaavan työvoiman tarve kasvaa, jatkuvan oppimisen merkitys korostuu ja työn tekemisen tavat ja muodot uudistuvat. Näihin muutoksiin voidaan vastata lisäämällä alueen elinvoimaa nostamalla koulutus- ja osaamistasoa ja kohottamalla osaavan työvoiman saatavuutta. [2]

Pohjois-Pohjanmaan älykkään erikoistumisen strategiassa innovatiivisen bio- ja kiertotalouden edistäminen on tunnistettu ilmastoviisaan maakunnan kehittämistyössä (kuva 1) keskeiseksi osa-alueeksi. Strategiassa pyritään edistämään niitä innovaatioihin

johtavia ja niiden hyödyntämiseen tähtäviä toimia, joilla vastataan ilmastonmuutoksen, digitalisaation sekä globalisaation aiheuttamiin haasteisiin maakunnan tasolla.



KUVA 1. Bio- ja kiertotalous ovat keskeinen osa Ilmastoviisaan Pohjois-Pohjanmaan Älykkään erikoistumisen strategiaa [3].

## 2.1 Mitä bio- ja kiertotaloudella tarkoitetaan?

Biotalous perustuu uusiutuvien luonnonvarojen kestäväan käyttöön. Tavoitteena on fossiilisten luonnonvarojen (öljy ja kivihiili) säästäminen hyödyntämällä biomassoja sekä uusia biopohjaisia raaka-aineita, kuten jätteitä, sivuvirtoja ja kierrätettyjä biomateriaaleja. Esimerkiksi puu- ja peltobiomassat tarjoavat biopohjaisia tuotteita, joita hyödyntämällä voidaan vähentää fossiilisten materiaalien käyttöä niin energian tuotannossa kuin materiaalien valmistuksessa. Biotalousala yhdistääkin perinteisiä aloja uudella tavalla. Se edellyttää valmiuksia ja kykyä yhdistellä jo olemassa olevia prosesseja, raaka-aineita ja sivuvirtoja. Biotalouskehittämiseksi tarvitaan monialaista osaamista tekniikan eri alueista, kuten prosessitekniikka, kemiallinen ja biotekninen osaaminen sekä kaupallista osaamista biomassojen jalostukseen, käyttöön, tuotteistamiseen ja markkinointiin. [4]

Kiertotalouden tavoitteena on säästää uusiutumattomia luonnonvaroja ja ylläpitää luonnon monimuotoisuutta sekä vaikuttaa ilmastonmuutokseen. Kiertotaloudessa pyritään kierrättämään materiaaleja (prosessien sivuvirrat, jätteet, käytöstä poistettu materiaali) tehokkaasti sekä kehittämään prosesseja, joilla kierrätys on mahdollista, turvallista,

tehokasta ja taloudellisesti mahdollisimman kannattavaa niin teollisuudessa kuin kotitalouden jätteiden osalta. [4]

Kiertotalous liittyy kaikkiin tuotannon aloihin, sillä teollisuusprosessien sivuvirrat ovat potentiaalista raaka-ainetta jonkin muun toimijan käyttöön. Toimialoista muun muassa rakentaminen, metalliteollisuus, elintarviketeollisuus ja energiantuotanto tuottavat paljon erilaisia kiertotalouden raaka-aineita, ja toisaalta ne voivat myös hyödyntää laajasti, tehokkaasti ja taloudellisesti kiertotaloutta. [4]

Kiertotalouden ja biotalouden edistämiseen tarvitaan osaamista ja teknologiaa kehittämään ja soveltamaan uudenlaisia prosesseja. Osaamista tarvitaan esimerkiksi biomassojen jalostuksen tekniikoista (esimerkiksi biopohjaiset rakennusmateriaalit), sivuvirtojen hyödyntämisen tekniikoista, kierrätysmateriaalien ja sivuvirtojen käsittelytekniikoista, erottelutekniikoista (kemialliset ja mekaaniset) sekä puhdistustekniikoista (maa, vesi, ilma). Lisäksi tarvitaan analytiikkaosaamista arvioimaan kierrätyskelpoisuutta ja laatua sekä uusien tuotteiden kelpoisuutta ja koko toiminnan ja uusien tuotteiden ympäristövaikutuksia. [4]

Prosessitekniikka on laaja kokonaisuus. Se käsittää kaikkia toimintoja, jotka tapahtuvat raaka-aineen hankinnan ja valmiin tuotteen käyttöönoton välillä. Raaka-aine voi olla joko uusioraaka-ainetta tai kierrätettyä bio- tai epäorgaanista materiaalia, johon tarvitaan materiaalitekniikan ja materiaalien prosessoinnin osaamista. [4]

Kiertotalouden näkökulmasta prosessitekniikkaan on sisällytettävä kemiantekniikka (reaktoritekniikka ja erotusprosessit), mekaaninen prosessitekniikka (mekaaniset ja fysikaaliset yksikköprosessit) ja tuotantotalous. Myös laitesuunnittelun osaamista ja siihen liittyvää sähkö- ja automaatiotekniikan osaamista tarvitaan. Koulutuksen pohjan muodostaa vahva luonnontieteiden osaaminen, kemia, fysiikka ja matematiikka. [4]

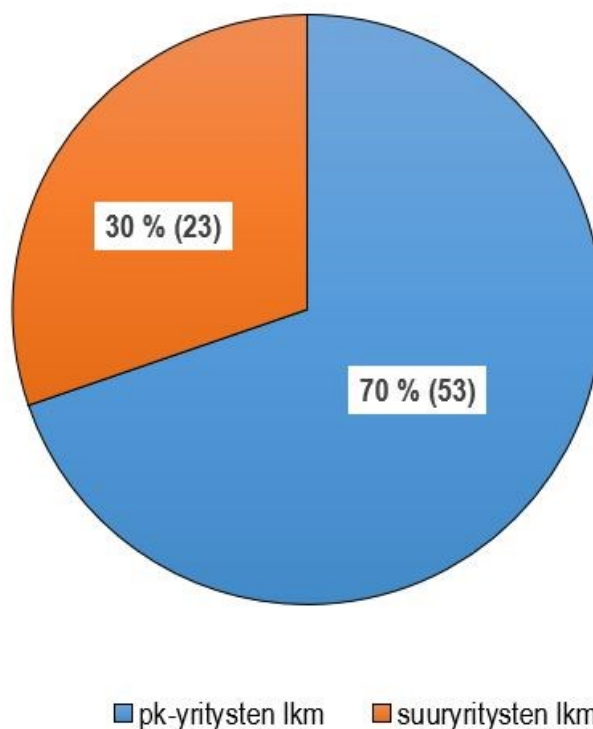
## **2.2 Työelämäkyselyn toteutus ja kohderyhmä**

Prosessitekniikka bio- ja kiertotaloudessa -hankkeessa toteutettiin bio- ja kiertotalouden prosessitekniikan osaamistarvekartoitus laajalla kyselyllä Pohjois-Suomessa toimiville yrityksille. Työelämäkyselyn tavoitteena oli kartoittaa bio- ja kiertotalousalan toimijoiden toiveita ja tarpeita täydennyskoulutuksen sisällön ja toteutuksen osalta. Lisäksi kyselyn avulla haluttiin määrittää niitä täydennyskoulutukseen sisällytettäviä osaamisalueita ja painopisteitä, joita Pohjois-Suomessa on alan yrityksissä noussut esille.

Bio- ja kiertotalouden toimialalla prosessi- ja kemiantekniikan näkökulmasta katsottiin Pohjois-Suomessa toimivan 76 yritystä, joita lähestyttiin kyselyllä. Kysely toteutettiin Oulun ammattikorkeakoulun ja Oulun yliopiston yhteistyönä. Korkeakoulut nimesivät Pohjois-Suomen yrityksiä ja niihin yhteyshenkilöt.

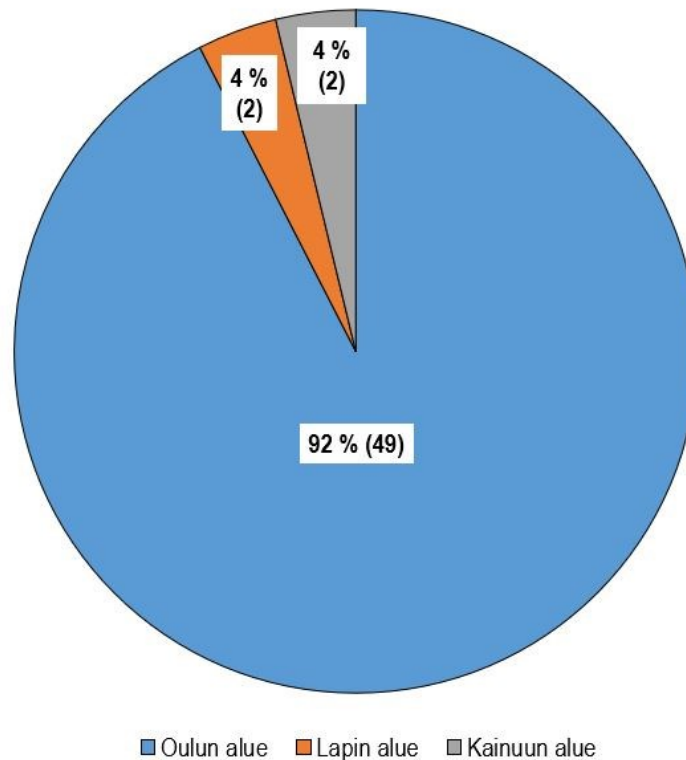
Kontaktit yrityksiin tehtiin jakamalla yritykset sen perusteella, kenellä oli luontevimmat yhteydet yritykseen esimerkiksi aiemman yhteistyön kautta. Yrityksiä lähestyttiin ensin sähköpostilla ja puhelimitse kertomalla hankkeesta ja sen tavoitteista lyhyesti ja sopimalla varsinainen esittelyaika esimerkiksi Teamsin kautta.

Teams-esittelyn jälkeen yrityksille lähetettiin Webropol-työelämäkysely, johon yritykset saivat runsaasti vastausaikaa viikolta 16 viikolle 25 asti. Lisäksi vastausaikaa jatkettiin viikolle 39 asti. Mikäli yritys oli vastannut myöntävästi kyselyyn ja vastausta ei saatu, muistutettiin yritystä vielä kyselystä esimerkiksi sähköpostitse. Kyselyn kohderyhmään kuului 53 pientä ja keskisuurta yritystä. Näistä mikroyrityksiä oli noin 20 (kuvio 1). Kyselyn yhteydessä kontaktoiduista bio- ja kiertotalousalan yrityksistä suuryrityksiä oli 30 prosenttia.



KUVIO 1. Bio- ja kiertotalousalan yritysten kokojakauma Pohjois-Suomessa.

Työelämäkyselyn kohderyhmään kuuluvista pk-yrityksistä 92 prosenttia toimii Oulun alueella. Lapissa ja Kainuussa toimii 8 prosenttia kohderyhmään valikoituneista bio- ja kiertotalousalan yrityksistä (kuvio 2).

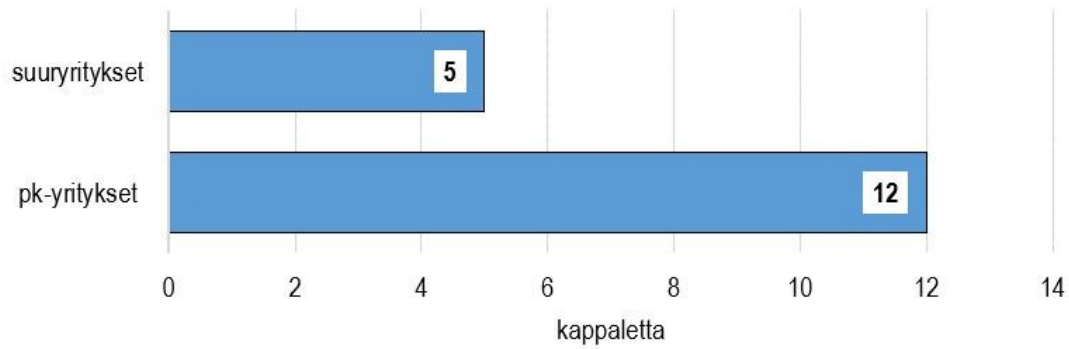


KUVIO 2. Bio- ja kiertotalousalalla toimivien pk-yritysten sijoittuminen Pohjois-Suomessa.

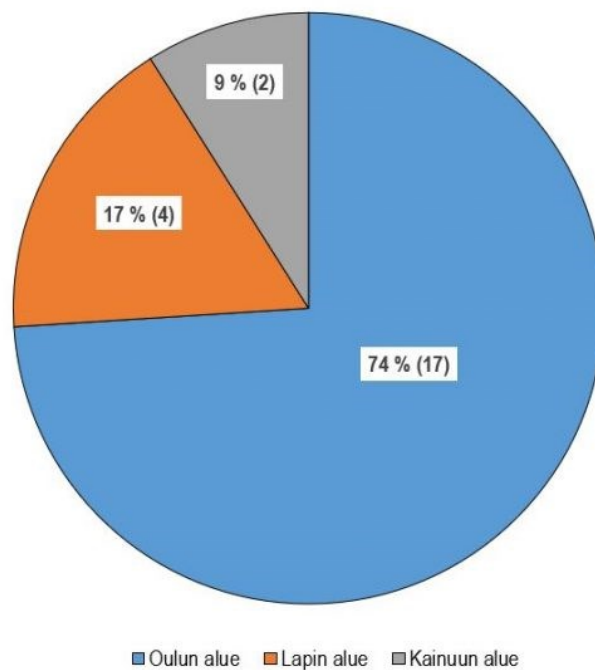
Yrityksistä 54 reagoi sähköpostitse ja puhelimitse tehtyihin yhteydenottoihin myöntävästi ja ilmoitti osallistuvansa kyselyyn. Vastauksia saatiin yhteensä 17, joista kyselyn jatkoajalla eli viikkoon 39 mennessä vastauksia saatiin vielä yksi ja tämän jälkeen lokakuun lopussa vielä yksi. Yrityksistä 22 ei reagoanut yhteydenottoihin.

Kyselyyn vastanneista 17 yrityksestä 12 kuuluu pieniin ja keskisuuriin (pk-)yrityksiin, joiden vuosiliikevaihto on enimmillään 50 miljoonaa euroa ja joiden palveluksessa on vähemmän kuin 250 henkilöä. Suuryrityksiä kyselyyn osallistuneista oli 5 (kuvio 3). Pohjois-Suomessa pääosa (92 %) kyselyyn vastanneista bio- ja kiertotalousalalla toimivista pienistä ja keskisuurista yrityksistä toimii Oulun alueella (kuvio 4).





KUVIO 3. Työelämäkyselyyn osallistuneiden bio- ja kiertotalousalan yritysten jakaantuminen pk- ja suuryrityksiin.



KUVIO 4. Bio- ja kiertotalousalalla toimivien kyselyyn vastanneiden suuryritysten sijoittuminen Pohjois-Suomessa.

### 3 Työelämäkyselyn tulokset

Työelämäkyselyn sisältökysymyksien avulla tavoitteena oli saada kuva yritysten osaamistarpeista ja siitä, miten niihin voitaisiin parhaiten koulutuksen avulla vaikuttaa. Yrityksille annettiin kyselyssä vaihtoehtoja osaamisalueista, joita ne saivat arvottaa arvoilla 1–5 (5 = tärkein ja 1 = vähiten tärkein). Lisäksi oli vapaakenttiä, joihin oli mahdollista lisätä

osaamisalueita. Pääsääntöisesti vaihtoehdot olivat sellaisia, joita korkeakoulut tarjoavat jo tällä hetkellä tai ovat aiemmin tarjonneet opetuksessaan.

Toimintaympäristöön liittyvillä kysymyksillä haluttiin selvittää erilaisten oppimisympäristöjen hyödyntämismahdollisuuksia. Yrityksiltä tiedusteltiin yritysten tilojen käyttömahdollisuutta opinnoissa ja toisaalta sitä, olisiko yrityksillä kiinnostusta hyödyntää korkeakoulujen oppimisympäristöjä, kuten laboratorioita.

Koulutuksen ja opintojen organisointiin liittyvissä kysymyksissä haluttiin selvittää muun muassa kuinka täydennyskoulutus tulisi järjestää esimerkiksi korkeakouludiplomijärjestelmän kautta ja millaisia koulutuskokonaisuuksia sen tulisi sisältää.

### **3.1 Työelämäkyselyn toteutus ja kohderyhmä**

Bio- ja kiertotalouden yrityksissä koettiin tarpeelliseksi lisätä osaamista sivuvirtojen ja jätteiden käsittely- ja käyttötavoista sekä siitä, mistä niihin liittyvää tietoa voi saada. Kiertotalouden edistämisen mahdollisuuksista veden käyttöä ja kierrätystä tehostamalla sekä energiatehokkuudesta toivottiin lisätietoa. Biomateriaaleista ja niiden käyttösovelluksista koettiin yrityksissä tarvittavan lisätietoa. Siirtoilmiöiden ja mikrobiprosessien hyödyntämiseen käytännön kiertotalousratkaisuissa on yrityksillä osaamistarpeita.

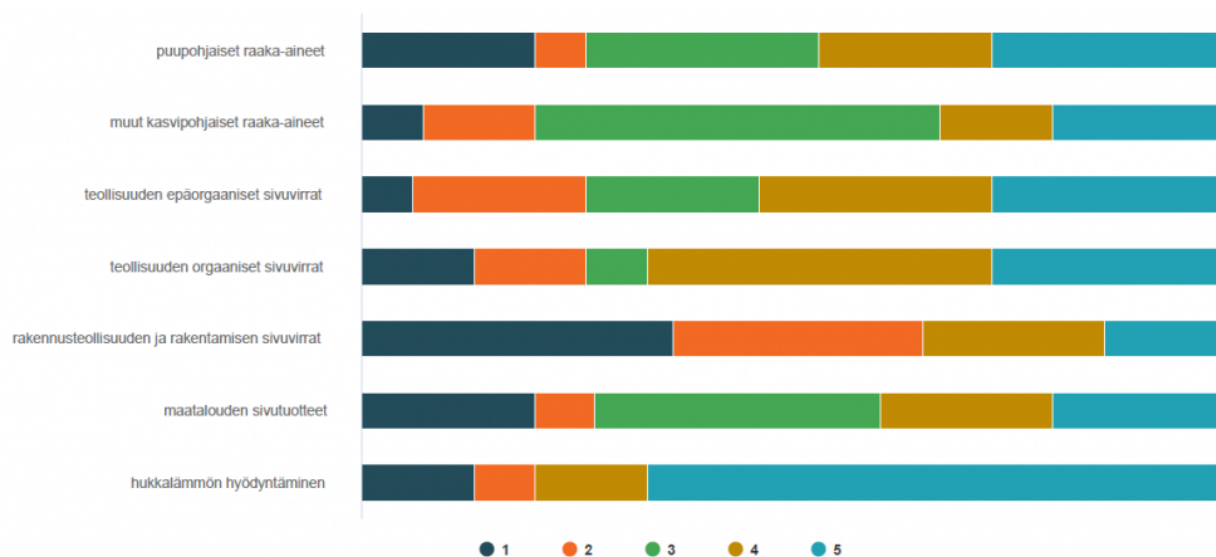
Ympäristöosaamiseen liittyen yritykset kokivat tarvitsevansa lisää osaamista eri menetelmien ja materiaalien ilmastovaikutuksista sekä ilmastovaikutusten merkityksestä liiketoiminnalle. Hiilijalanjäljen laskentaan toivottiin lisää osaamista, jotta muun muassa tuotekehitystä ja pakkausmateriaalien suunnittelua osattaisiin ohjata kohti kestävämpiä ratkaisuja. Ruoantuotantoketjussa toimivien yritysten keskuudessa tarvitaan lisätietoa peltoviljelyn viljelykiertojen ja lannoitteiden valinnan vaikutuksista toiminnan ympäristöystävällisyyteen.

Yritykset toivat vastauksissaan esille osaamistarpeita useisiin eri liiketalouden osa-alueilta, kuten markkinointiin, rahoitukseen, taloushallintoon, palvelumuotoiluun ja tuotteistamiseen. Marketing in circular economy ja Circular economy in agriculture, joille ei ole vakiintuneita termejä suomen kielessä, nousivat esille yritysten esittämässä osaamistarpeissa. Myös tietoteknisiin taitoihin ja regulaation seuraamiseen tarvitaan lisää osaamista yrityksissä.

Energiantuotantoon liittyvää osaamista yrityksissä koettiin tarvittavan lisää muun muassa vedyn ja biometaanin tuotantoon, polttokennoihin sekä hiilidioksidin poistoon ja hyödyntämiseen liittyen. Myös erilaisista ei-fossiilisista polttoaineista, niiden ominaisuuksista ja tuotantomahdollisuuksista olisi hyvä sisällyttää mukaan tuleviin koulutuksiin. Kaasualan ja -teknologioiden osaamiseen liittyvää koulutusta toivottiin lisättävän erityisesti biokaasuprosessien suunnittelun ja laitosten ylläpidon osalta.

### 3.2 Tuotantopanoksiin, valmistukseen ja tuotteisiin liittyvät osaamistarpeet

Kyselyssä yrityksiä pyydettiin arvioimaan asteikolla 1–5 tuotantopanoksiin liittyviä osaamistarpeita. Arvioitaviksi tuotantopanoksiksi valittiin yleisimpiä bio- ja kiertotalousalalla toimivien yritysten tuotantopanoksia. Vastausten mukaan merkittävimmäksi osaamista vaativaksi alueeksi osoittautui hukkalämmön hyödyntäminen, jonka 67 prosenttia vastaajista (kuvio 5) koki olevan se tärkein osa-alue, johon liittyvää osaamista yritykseen tulisi hankkia. Tulokseen vaikuttaa varmasti osaltaan se, että hukkalämpöä syntyy ja siihen liittyviä kehittämistarpeita on lähes kaikilla toimialoilla toimivissa yrityksissä.

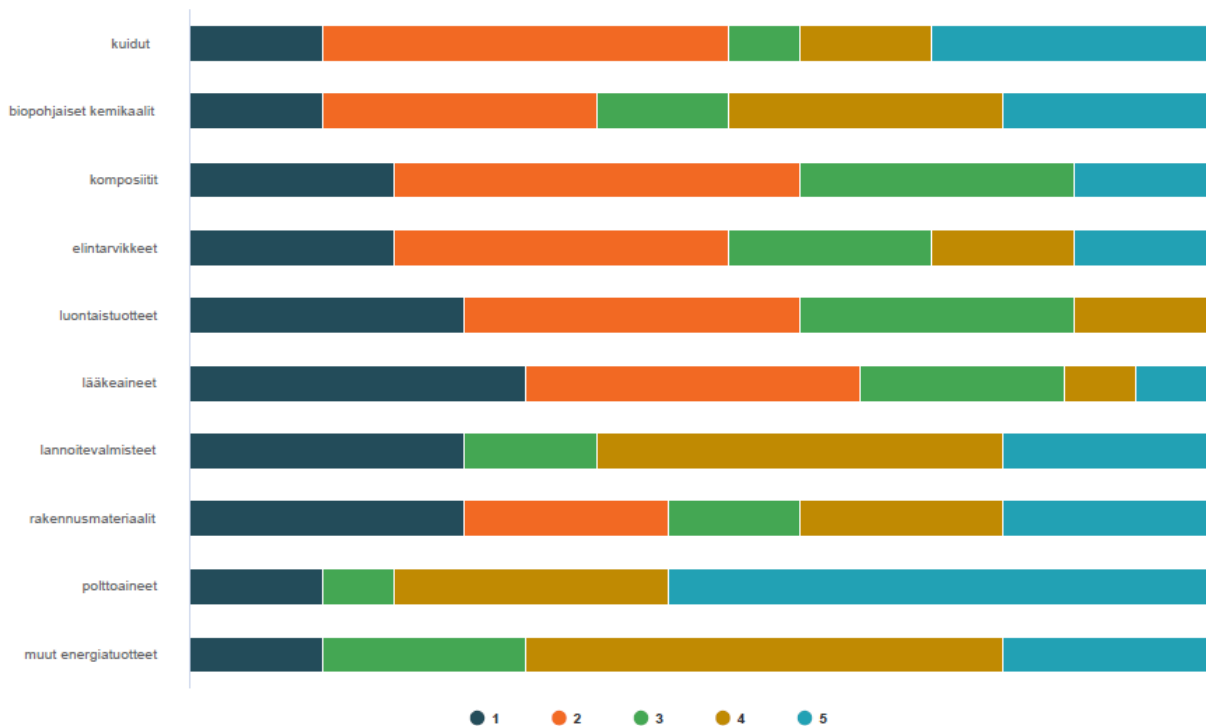


KUVIO 5. Tuotantopanoksiin liittyvät osaamistarpeet yrityksissä.

Teollisuuden orgaanisten ja epäorgaanisten sivuvirtojen hyödyntämisen osaamisen osana yrityksen raaka-ainevalikoimaa koki tärkeäksi (4–5) yli puolet vastaajista. Sen sijaan rakennusteollisuuden ja rakentamisen sivuvirtojen käyttöön raaka-aineena yritykset yhdistivät osaamistarpeita vähiten, sillä 64 prosenttia vastaajista arvioi siihen tarvittavan uutta tietoa ja osaamista vain vähän (1–2). Puupohjaisiin raaka-aineisiin liittyvän

osaamisen tärkeys jakaantui tasaisesti sen mukaan, kuinka paljon puuraaka-aineita hyödynnetään vastaajien toiminnassa.

Noin puolet kyselyyn osallistuneista bio- ja kiertotalousalan yrityksistä arvioi polttoaineisiin liittyvän osaamisen tärkeäksi (5), kun yritysten edustajilta pyydettiin arviota välituotteisiin ja tuotteisiin kohdistuvasta osaamisesta (kuvio 6). Muut energiatuotteet, kuten vety, arvioitiin useissa (67 %) yrityksissä myös keskeiseksi (4–5) osaamisalueeksi. Lannoitevalmisteisiin liittyvän osaamisen vastaajista 60 prosenttia arvotti luokkiin 4–5.



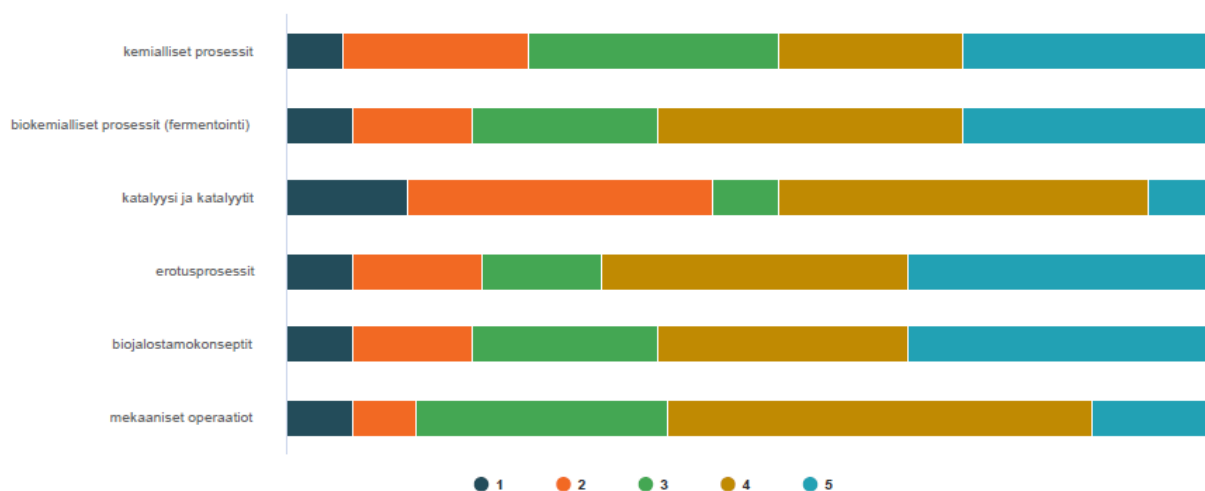
KUVIO 6. Välituotteisiin ja tuotteisiin liittyvien osaamistarpeiden tärkeys yrityksissä.

Tätä tulosta voidaan pitää merkittävänä, sillä yhdenkään vastaajan lopputuote ei ole suoraan lannoitevalmiste, mutta ne liittyvät yritysten toteuttamaan kiertotaloustoimintaan useilla eri tavoilla. Välituotteista ja tuotteista lääkeaineet, luontaistuotteet, elintarvikkeet ja komposiitit olivat yli puolelle (53–66 %) yrityksistä niitä osa-alueita, joihin koettiin tarvittavan vähiten (1–2) osaamista. Tämä on hieman yllättävä tulos, sillä kolmannes vastanneista yrityksistä toimii juuri näiden tuotteiden kanssa jollain tavoin.

Yritysten valmistusprosesseihin liittyvän osaamisen tärkeyttä pyydettiin kyselyyn osallistuneita myös arvioimaan (kuvio 7). Tärkeimmäksi nousi erotusprosessien osaaminen, jonka 67 prosenttia vastaajista koki kuuluvan luokkiin 4–5. Erotusprosessien osaaminen, kuten esimerkiksi tislauksen, absorptio, strippaus, uutto ja kiteytys, eivät yritysten vastauksissa nousseet esille vielä niiden kysymyksen kohdalla, jossa yrityksiä pyydettiin

nimeämään keskeisimpiä osaamistarpeita. Kemiallisen prosessiosaamisen osalta osaamisen tärkeyden arviointi jakautui eri asteille.

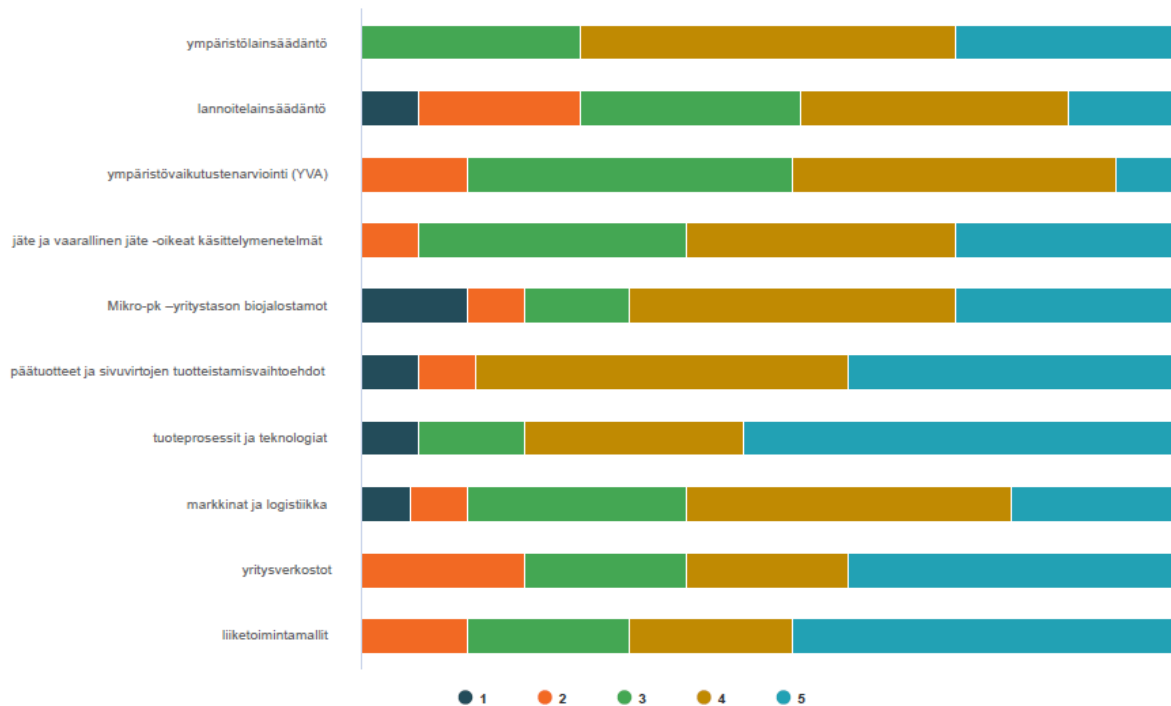
Biokemiallisiin prosesseihin, kuten fermentointiin, liittyvän osaamisen arvioi 70 prosenttia yrityksistä tärkeysluokkiin 4–5 kuuluvaksi. Myös biojalostamokonseptien osaaminen ja mekaaniset operaatiot, kuten kiintoaineen kuljetus, murskaus ja jauhatus sekä seulonta, katsottiin tärkeiksi (4–5) osaamisalueiksi vastaajien keskuudessa (60 %). Katalyyysi- ja katalyytit-osaamista koettiin tarvittavan kyselyyn vastanneissa yrityksissä sen sijaan vähemmän.



KUVIO 7. Valmistusprosesseihin liittyvien osaamistarpeiden tärkeys yrityksissä.

### 3.3 Bio- ja kiertotalouden aihepiiriin kuuluvat osaamistarpeet

Yrityksiä pyydettiin arvioimaan bio- ja kiertotalousalaan läheisesti kuuluvien aihepiirien osaamisen tärkeyttä antamalla listaus potentiaalisista osaamisalueista (kuvio 8). Vastauksissaan 53 prosenttia yrityksistä arvioi tärkeimmäksi (5) tuoteprosessit ja teknologiat. Päätuotteisiin sisältyvää ja sivuvirtojen tuotteistamisen vaihtoehtoihin liittyvää osaamista lähes 90 prosenttia yrityksistä piti vastausten mukaan tärkeänä (4–5).

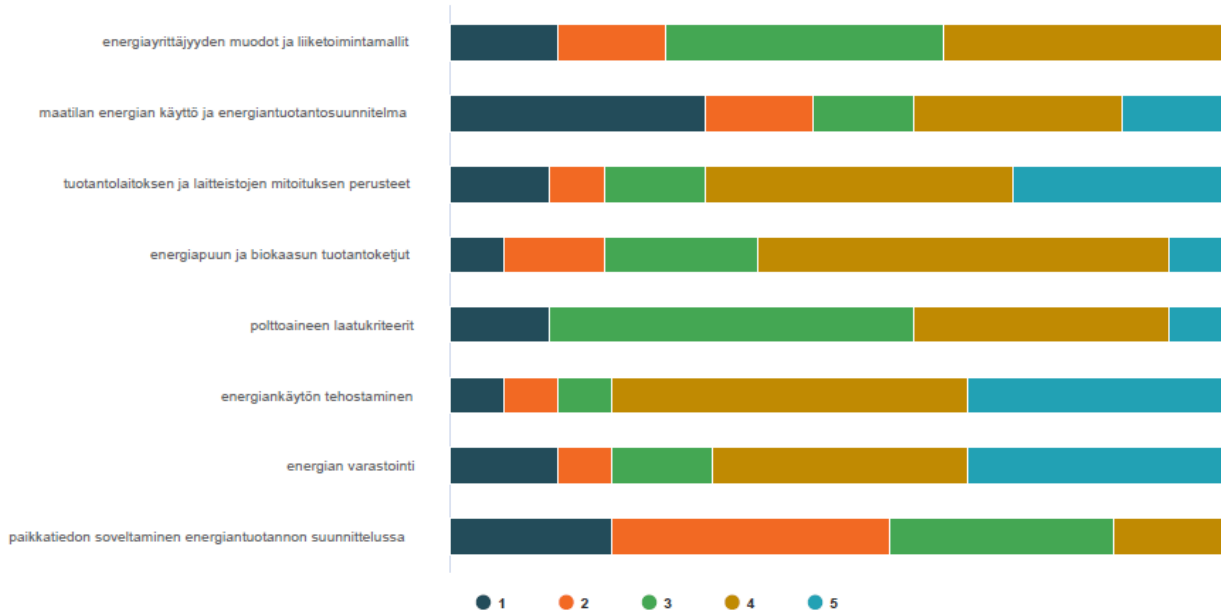


KUVIO 8. Bio- ja kiertotalousalaan läheisesti kuuluvien aihepiirien osaamisen tärkeyden arviointi yrityksissä.

Bio- ja kiertotalousalaa merkittävästi ohjaavan ympäristölainsäädännön koettiin yrityksissä (74 %) olevan myös keskeinen (4–5) osaamisalue alalla toimivalle. Sen sijaan lannoitelainsäädännön tuntemus ei ole yhtä laajasti (27 %, 1–2) alan yrityksissä toimiville keskeinen osaamisalue. Bio- ja kiertotalousalan liiketoimintamalleihin liittyvä osaaminen (5, 47 %) ja sekä yritysverkostot (5, 40 %) ovat bio- ja kiertotalousalalla toimiville tärkeitä aihealueita koulutukseen sisällytettäväksi. Kyselyyn vastanneiden yritysten eri aihepiireistä antamien arvioiden keskiarvo oli 3,8, joten kaikki bio- ja kiertotalouden aihepiirien voidaan todeta olevan merkityksellisiä alan toimijoille.

### 3.4 Bio- ja kiertotalouden energiaratkaisujen osaamisen tärkeys

Bio- ja kiertotalousalalla toimivat yritykset voivat toimia energia-alalla erilaisissa rooleissa, kuten energian tuotantolaitoksen raaka-aineiden tuottajana, tuotantolaitoksen ylläpitäjänä tai tuotetun energian varastoina. Toisaalta alan yritysten omat energiaratkaisut voimakkaasti kehittyvässä energiamarkkinatilanteessa vaativat laajasti osaamista. Kyselyssä selvitettiin alan yritysten osaamistarpeita eri energiaratkaisujen osalta (kuviot 9).



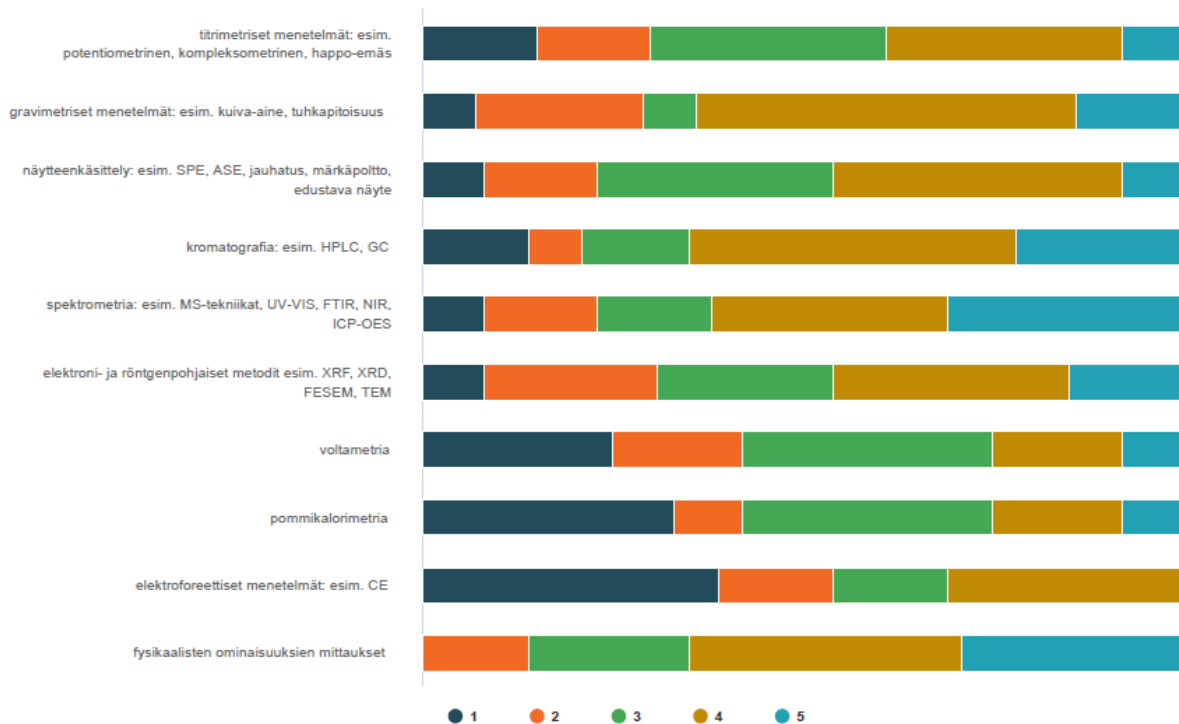
KUVIO 9. Bio- ja kiertotalousalaan liittyvien energiaratkaisujen osaamisen tärkeys.

Energian käytön tehostamisen ja energian varastointiin liittyvän osaamisen koki tärkeäksi (4–5) vastanneista yrityksissä 80 prosenttia. Energiantuotantolaitoksen ja laitteistojen mitoituksen perusteiden osaaminen arvioitiin yrityksissä (67 %) myös keskeiseksi (4–5) osaamisalueeksi. Yrityksistä 70 prosenttia vastasi energiapuun ja biokaasun tuotantoketjujen osaamisen toiminnan kannalta tärkeäksi (4–5) osaamiseksi.

Paikkatieto-osaamisen soveltaminen energiantuotannon suunnittelussa sekä maatilan energian käytön ja energiantuotantosuunnitelmien laadinnan ei koettu olevan yrityksen toiminnalle keskeinen osaamisalue yrityksissä. Noin puolet yrityksistä arvioi näiden osaamisalueiden kuuluvan luokkiin 1–2.

### 3.5 Analyysitekniikoiden osaamistarpeet yrityksissä

Bio- ja kiertotalousalan yritykset käyttävät erilaisia analyysitekniikoita omassa toiminnassaan, kuten laadun seurannassa ja kehittämisessä. Kyselyssä lueteltiin joukko sellaisia analyysitekniikoita, joita alan yrityksissä tyypillisesti käytetään (kuvio 10). Osa yrityksistä hankkii tarvitsemiansa analyysipalveluja niiden tuottamiseen erikoistuneilta tahoilta. Tällöin oleellista on osata tunnistaa mittausten tarve ja hankkia se oikealta taholta oikealla tavalla.



KUVIO 10. Analyysitekniikoiden osaamisen tärkeys bio- ja kiertotalousalan yrityksissä.

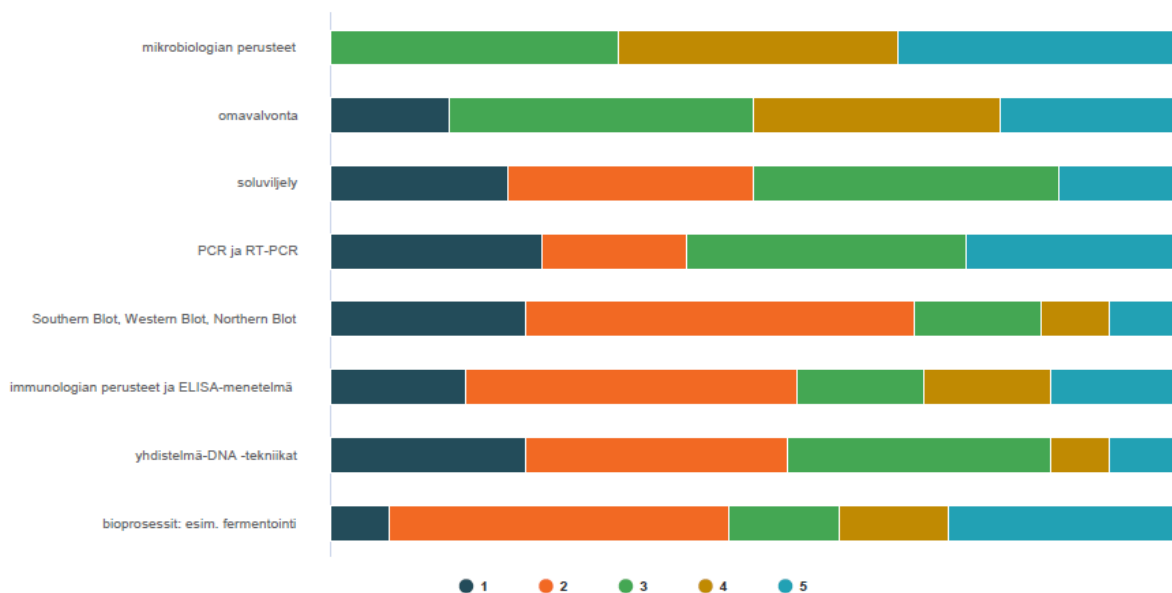
Vastauksissa tärkeimmäksi (5, 31 %) nousi spektrometrian osaaminen, kuten esimerkiksi MS-tekniikat (massaspektrometria), UV-VIS (ultravioletti ja näkyvän valon spektroskopia), FTIR (Fourier -muunnos infrapunaspektroskopia), NIR (lähi-infrapunaspektroskopia), ICP-OES (induktiivisesti kytketty plasma – optinen emissio spektroskopia). Yrityksistä 64 prosenttia arvioi kromatografiaan, esimerkiksi HPLC- (korkean erotuskyvyn nestekromatografia) ja GC-tekniikat (kaasukromatografia) sekä gravimetriset analyysimenetelmät, kuten kuiva-aine- ja tuhkapitoisuusmäärittämissä käytettävät tekniikat osaamistarpeeltaan luokkaan 4–5. Myös fysikaalisten ominaisuuksien mittaustekniikoiden ovat vastanneiden yritysten (64 %) näkökulmasta keskeinen (4–5) osaamisalue.

Pommikalorimetriaan perustuvat ja elektroforeettiset menetelmät, kuten esimerkiksi CE (kapillaarielektroforeesi), eivät yritysten vastausten mukaan edusta niitä tärkeimpiä (1–2) osaamisalueita, joita niiden toiminnassa tarvitaan.

### 3.6 Bioteknisten menetelmien osaamistarpeet yrityksissä

Bio- ja kiertotalousalalla toimivat yritykset korostivat vastauksissaan (86 %) omavalvontaan liittyvän osaamisen tärkeyttä ja arvioivat sen luokkaan 3–5 kyselyssä (kuvio 11). Omavalvonnan toteutuksessa keskeinen osaamisalue on mikrobiologian perusteet, jonka kolmasosa yrityksistä arvioi kuuluvan tärkeydeltään korkeimpaan luokkaan 5.





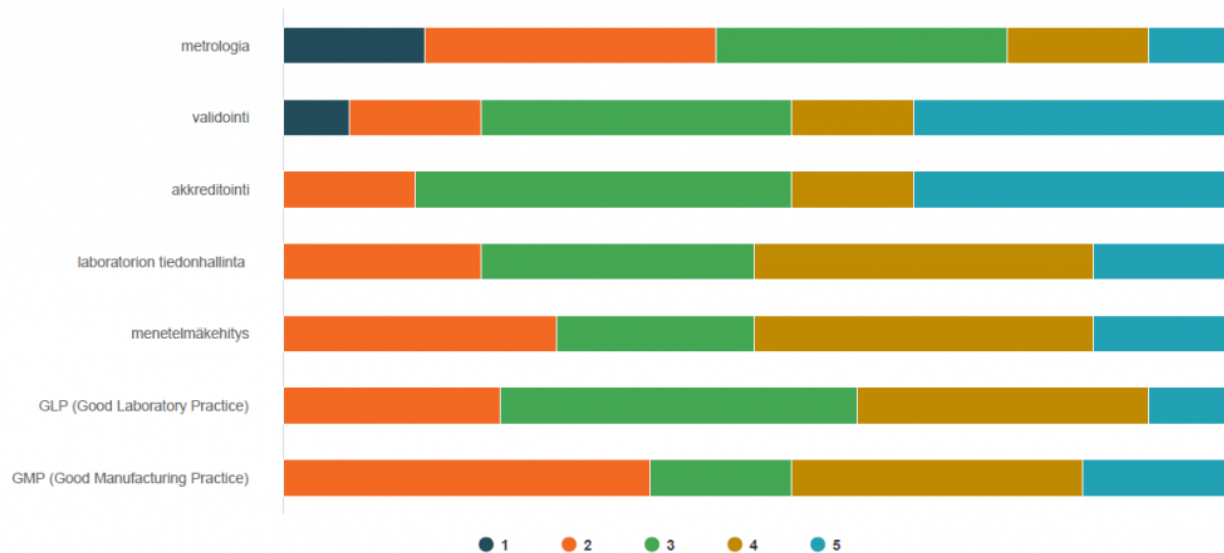
KUVIO 11. Bioteknisten menetelmien osaamisen tärkeys bio- ja kiertotalousalan yrityksissä.

Kyselyyn vastanneista yrityksistä 69 prosenttia arvioi Southern Blot-, Western Blot- ja Northern Blot -menetelmiin liittyvien osaamistarpeiden tärkeyden vähäiseksi (1–2). Myös immunologian perusteiden ja ELISA-menetelmän (entsyymivälitteinen immunosorbenttimääritys) sekä yhdistelmä-DNA-tekniikoiden osaaminen koettiin bio- ja kiertotalousalan yrityksissä (54 %) tärkeydeltään vähäiseksi (1–2).

Bioprosesseihin, kuten fermentointiin, perustuvien menetelmien osaamisen tärkeys jakaantui yritysten vastauksissa. Korkeimpaan tärkeysluokkaan (5) asetti bioprosessiomaamisen 27 prosenttia yrityksistä, mutta toisaalta 47 prosenttia vastaajista arvioi tärkeyden luokkaan 1–2.

### 3.7 Mittausten laatuun liittyvät osaamistarpeet yrityksissä

Bio- ja kiertotalousalalla toimivissa yrityksissä tuotetaan erilaisia mittauksia ja keskeistä onkin varmistaa mittausten laatu. Kyselyssä yrityksille esitettiin joukko menetelmiä, joilla mittausten laatutekijöitä voidaan arvioida (kuvio 12). Kommentteissaan yritykset esittivät, että mittausten laadun hallintaa voi oppia ja harjoitella työelämässä tarpeen tullen.

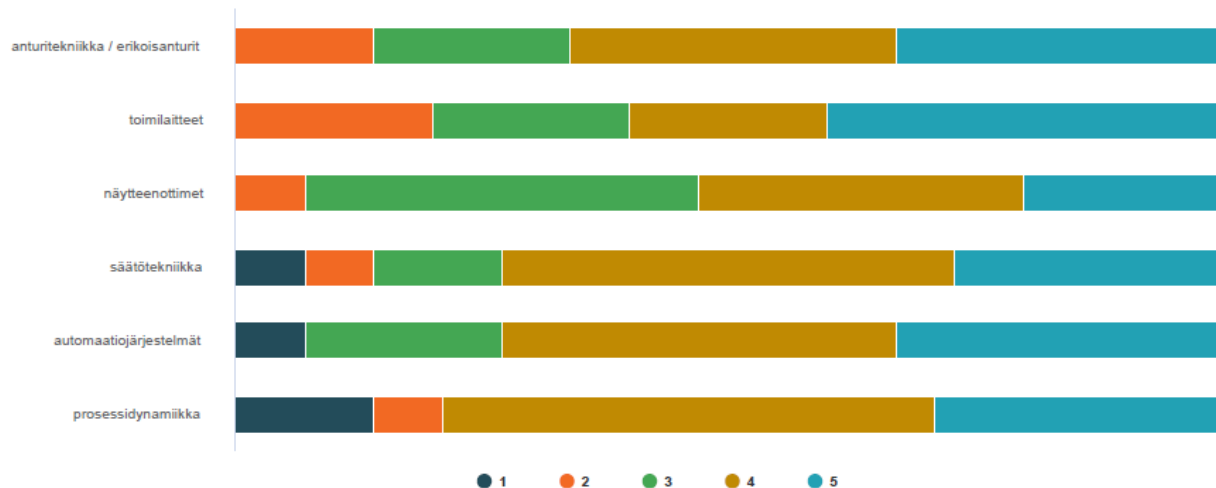


KUVIO 12. Mittausten laadullisten tekijöiden osaamisen tärkeys bio- ja kiertotalousalan yrityksissä.

Vastauksissaan 80 prosenttia yrityksistä arvioi validointiin liittyvän osaamisen kuuluvan tärkeydeltään luokkaan 3–5. Myös akkreditointiosaaminen koettiin joka kolmannessa yrityksessä olevan tärkein (5) mittausten laatuun liittyvä osaamistarvealue. Sen sijaan GMP-menetelmän (hyvät valmistustavat) arvioi yrityksistä 38 prosenttia sijoittuvat luokkaan 2.

### 3.8 Online-mittauksiin, instrumentointiin, säätöön ja automaatioon liittyvät osaamistarpeet

Bio- ja kiertotalousalan yrityksistä 40 prosenttia arvioi vastauksissaan tuotantoprosessien ohjauksessa ja säädöissä käytettäviin toimilaitteisiin, kuten sähkömoottoreihin, venttiileihin ja sylintereihin liittyvän osaamisen erittäin tärkeäksi (5). Kyselyyn osallistuneista yrityksistä lähes 80 prosenttia esitti, että prosessidynamiikan, automaatiojärjestelmien ja säätötekniikan osaaminen kuuluu tärkeydeltään luokkiin 4–5 (kuvio 13).



KUVIO 13. Online-mittauksiin, instrumentointiin, säätöön ja automaatioon liittyvien osaamisalueiden tärkeys yrityksissä.

Anturitekniikoiden ja erikoisanturien osaamista pidetään myös alan yrityksissä tärkeänä, sillä 67 prosenttia vastaajista sijoitti anturiosaamisen luokkiin 4–5. Näytteenottimiin liittyvän osaamisen yrityksistä noin puolet arvioi kuuluvan luokkiin 4–5.

### 3.9 Bio- ja kiertotalousalan yritysten ja korkeakoulujen välinen yhteistyö

Työelämäkyselyn tavoitteena oli kartoittaa bio- ja kiertotalousalan yritysten osaamistarpeiden lisäksi myös toiveita ja tarpeita korkeakoulujen ja yritysten välillä tehtävän tki- ja koulutustoiminnan kehittämiseksi. Tämä osio olikin kyselyyn osallistuneiden yritysten näkökulmasta keskeinen, sillä kaikki vastaajat olivat kiinnostuneita hankeyhteistyöstä tutkimuksessa ja koulutuksessa korkeakoulujen kanssa.

Hankeyhteistyön sisältöjen ja toteutustapojen osalta yrityksiä pyydettiin kuvaamaan tarkemmin toivottuja toteutustapoja. Vastauksissa nousi esille useita jo käytössä olevia yhteistyömuotoja, kuten opinnäytetyöt, harjoittelupaikat sekä hackathontyyppiset tilaisuudet, jossa opiskelijat ratkovat yritysten antamia rajattuja haastealueita.

Yrityselämän tarpeita vastaavien ja räätälöityjen koulutusten suunnittelu ja toteutus koettiin myös yrityksissä tärkeänä tekijänä. Tällä voidaan vaikuttaa oleellisesti myös siihen, että koulutuksen läpikäyneillä henkilöillä on paremmat edellytykset työllistyä alan yrityksiin.

Hankevalmistelun yhteydessä koettiin tärkeäksi käydä vuoropuhelua aihealueeseen liittyvien yritysten kanssa, jotta mahdollinen yhteistyö hankkeiden tuloksien ja osaamisen hyödyntämiselle olisi parempi. Esimerkiksi tuotekehitykseen tai prosessinohjaukseen liittyviä tutkimuksia ja selvityksiä, joihin yrityksen omat resurssit eivät riitä, toivottiin

vastauksissa. Myös hankeyhteistyötä, jonka yhteydessä yrityksen kehittämää teknologiaa ja sen tuotoksia tutkitaan korkeakoulun toimesta. Biologisin prosesseihin, kuten fermentointiin liittyvää tutkimustoimintaa ja koulutusta ehdotettiin vastauksissa tehtäväksi.

### **3.10 Bio- ja kiertotalousalan oppimisympäristöt korkeakouluissa**

Työelämäkyselyn avulla haluttiin myös selvittää yrityksiltä heidän näkemyksiään korkeakoulujen bio- ja kiertotalousalan oppimisympäristöistä ja niiden kehittämismahdollisuuksista. Kyselyyn osallistuneiden yhteinen näkemys oli, että korkeakouluilla on tärkeää olla ajanmukaiset ja kattavat tutkimus- ja analyysilaitteet. Vastauksissaan yritykset toivat esille myös sen, että keskeinen asia on oppia laitteiden käyttö- ja toimintaperiaatteet, sillä uusimpiin laitetekniikoihin ehtii perehtyä työn ohessa. Lisäksi vastauksissa todettiin, että opiskelijoilla on tärkeä saada käsiinsä ajankohtaista osaamista tutkimus- ja analyysilaitteiden käytöstä.

Yrityksiltä tiedusteltiin kiinnostusta korkeakoulujen oppimisympäristöjen käytössä olevien tilojen, kuten laboratorioiden ja laitteiden, vuokraamisesta yritysten käyttöön. Esimerkkinä esitettiin analyysilaitteiden ja välineiden vuokraaminen, laiteajan vuokraaminen ja tilojen vuokraaminen lyhytaikaiseen käyttöön, kuten kouluttautumiseen.

Puolet kysymykseen vastanneista yrityksistä piti korkeakoulujen oppimisympäristöjen käyttömahdollisuutta kiinnostavana vaihtoehtona. Laitevuokrauksen ohella tai sijasta yrityksissä toivottiin saatavan osaamista myös laitteiden käyttöön. Toimintansa alkuvaiheessa olevilla yrityksillä saattaisi olla enemmänkin kiinnostusta ja tarpeita tämän tyyppiselle toiminnalle esimerkiksi pienentämään alun investointikustannuksia, arvioitiin vastauksissa.

Yrityksiltä pyydettiin myös näkemystä ja arviota siitä, voisivatko korkeakoulut hyödyntää käytännön opetuksessa yritysten tiloja. Esimerkkinä nostettiin toimintamalli, jossa opiskelijaryhmä tulisi harjoittelemaan päiväksi yritykseen. Yli puolet yrityksistä suhtautui toimintamalliin positiivisesti, vaikka kommenteissa tämän mallin toteutuksen todettiin vaativan ylimääräisiä järjestelyjä.

Työelämäkyselyssä yritykset arvioivat niitä yrityksen toimintoja ja laitteita, joita olisi mahdollista käyttää korkeakoulujen opetuksessa apuna ja tukena. Vastauksissa esitettiin muun muassa, että opetuksessa voitaisiin hyödyntää soluviljely-, näytteenkäsittely- ja analytiikkalaboratorioita sekä laboratoriotyöskentelyyn liittyviä laminaareja, autoklaaveja ja

pesukoneita. Yrityksen pilot-mittakaavan kuivaus- ja pyrolysointikalustoa olisi myös mahdollista käyttää opetuksen tukena. Biokaasun mädätyskokeiden tekeminen pilot-mittakaavan laitteistolla voisi olla mahdollista opetuksen kanssa yhteistyössä.

Yritysten ja korkeakoulujen välisen vuorovaikutuksen edistämiseen kehitettävää verkkoalustaa piti tärkeänä 77 prosenttia kysymykseen vastanneista (13 kappaletta) yrityksistä. Sähköisen verkkoalustan arvioitiin helpottavan asioiden koordinoitua ja tehostavan kommunikaatiota. Alustan käyttäjien perehdyttäminen ja opastaminen sähköisen verkkotyökalun käyttöön tulisi sisällyttää mukaan osaksi yhteistyötä.

Yrityksiä pyydettiin nimeämään niitä tutkinto- ja ammattinimikkeitä, joita ammattikorkeakoulussa ja yliopistossa tulisi ottaa käyttöön. Vastauksissa tulivat esille seuraavat nimikkeet: kemisti, biokemisti, laboratorioanalyttikko, diplomi-insinööri/insinööri Kestävän kehityksen materiaalit ja niiden jalostusmenetelmät, ympäristöasiantuntija sekä kiertotalousinsinööri, joka osaa käytännön koneet ja laitteet, ymmärtää siirtoilmiöt ja energiatekniikan.

Yrityksiä pyydettiin esittämään toivomuksia bio- ja kiertotalousalan koulutukseen sisällöistä. Koulutuksen tavoitteena tulisi olla vastausten mukaan se, että ammattiin valmistuvat henkilöt osaisivat yhdistää rohkeasti ja juuri tämän päivän elinkeinoelämän tarpeita mukaillen eri tieteenaloja. Lisäksi valmistuvien tulisi olla sellaisia, jotka menevät hyvin rajapintaan eli ovat hiukan teoreettisempia kuin normaalisti AMK-tutkinnot, mutta myös tarpeeksi käytännönläheisiä verrattuna esimerkiksi yliopisto-opintoihin.

Bio- ja kiertotalousalan opintoihin tulisi sisällyttää opetusta raaka-aineiden jalostuksesta kestävä kehityksen mukaisesti sekä aiemmin jätteeksi luokitelluista materiaaleista. Monipuoliset kasvien biologiaa ja maaperän fysikaaliskemiallisiin tekijöitä käsitteleviä opintoja olisi hyvä olla mukana opetuksessa. Luonnonvarojen jalostukseen liittyvien opintokokonaisuuksien sisällyttäminen koulutukseen koettiin myös tärkeäksi vastauksissa.

Vastausten perusteella Bio- ja kiertotalouden tuote- ja ympäristölaboratorion oppimisympäristöä kehitettiin virtuaaliympäristön ja liikkuvien kalusteratkaisujen osalta paremmin palvelemaan muun muassa jatkuvan oppimisen opetusta ja yritysten tarpeita paremmin vastaaviksi. Virtuaaliympäristöä kehitetään konsortiossa, johon kuuluvat Oamkin lisäksi Tampereen ja Turun ammattikorkeakoulut, Metropolia Ammattikorkeakoulu sekä Tampereen yliopisto. Tarkoituksena on luoda virtuaaliympäristö, jossa kiertotalouden ja kemian laboratorio-opetus tuodaan paremmin saavutettavaksi yrityksille. Fyysisiä

laboratorioita kalustettiin liikkuvilla kalusteilla esimerkiksi liikkuvilla laitepöydillä, jotka mahdollistavat nopean ja helpon tavan muuttaa laboratoriotointoja aina kuhunkin käyttötarkoitukseen yritysten tarpeisiin ja erilaisiin opetustilanteisiin paremmin sopiviksi.

Oamkin omistamaa, yliopiston ja Oamkin yhteiskäyttöistä Hybridilaboratoriota ollaan täydentämässä uusilla vetyteknologian laitteistoilla. Sinne on tarkoitus rakentaa ja sijoittaa muun muassa aurinkovetyreaktori, elektrolyyseri, polttokenno ja vetyvarasto sekä liittää nämä yksiköt osaksi hybridilaboratorion nykyistä energian tuotanto-, varastointi- ja käyttöympäristöä. Fyysisistä yksiköistä tuotetaan samalla myös digitaaliset kaksoset, jotka liitetään osaksi laboratorion automaatio- ja informaatiojärjestelmiä sekä älykästä sähkö- ja lämpöverkkoa. Tavoitteena on rakentaa ympäristö, jossa voidaan tutkia ja kouluttaa vetyteknologioiden käyttöä osana uutta päästötöntä energiajärjestelmää.

### **3.11 Bio- ja kiertotalousalan opinnot korkeakouludiplomina**

Korkeakouludiplomeilla tarkoitetaan sellaisia opintoja, joilla uutta osaamista hankitaan ilman tutkinnon suorittamista. Korkeakouludiplomin opintojaksot ovat tutkintojen opetussuunnitelmien mukaista opetusta. Korkeakouludiplomin tavoitteena on laajentaa opiskelijoiden osaamista ja uralla etenemistä heidän omista ja työelämän tarpeista lähtien. Sen osaamiskokonaisuudet kootaan korkeakoulujen olemassa olevasta tutkintorakenteesta opiskelijan aiemmin hankkiman osaamisen pohjalta. Koulutuskokonaisuuden laajuus vaihtelee 30–60 opintopisteen välillä. [5]

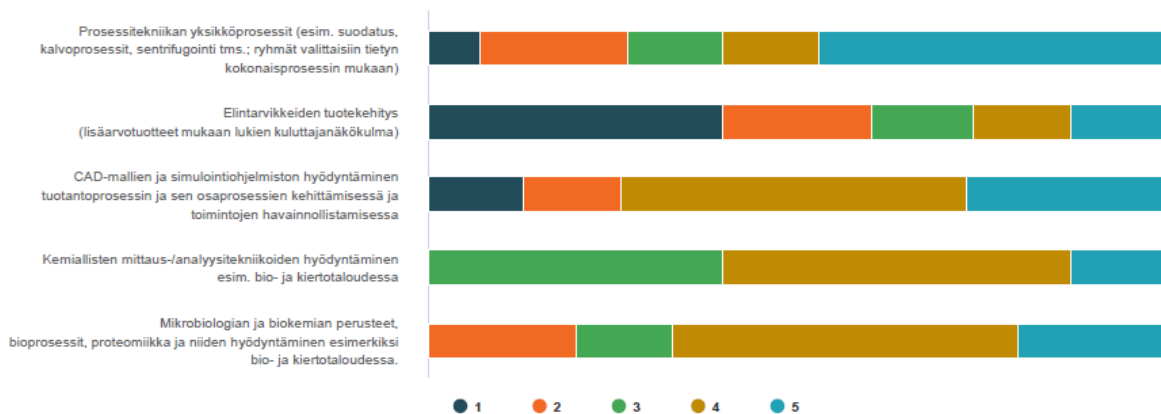
Korkeakouludiplomit ovat pääsääntöisesti avoimia kaikille ilman pohjakoulutusvaatimusta. Mahdolliset hakukelpoisuusvaatimukset mainitaan korkeakouludiplomin hakutiedoissa. Opiskelija saa opinnoista todistuksen eli korkeakouludiplomin. Korkeakouludiplomi ei ole tutkinto, mutta opiskelija saa koulutuksesta todistuksen, ja koulutuksessa suoritettujen opintojaksot ovat pääsääntöisesti hyväksyttävissä mahdollisissa jatkokoulutuksissa. [5]

Työelämäkyselyssä yrityksiä pyydettiin arvioimaan opinnoista saatavan korkeakouludiplomin tärkeyttä. Puolet vastaajista piti korkeakouludiplomin suorittamista ja osaamisen osoittamista diplomin avulla esimerkiksi työmarkkinoilla tärkeänä tai melko tärkeänä. Lisäkoulutuksen hankinta osaamisen ja työmarkkinoilla menestymisen kannalta arvioitiin vastauksissa tärkeäksi.

Työelämäkyselyssä kuvattiin neljä erilaista sisältökokonaisuutta korkeakouludiplomeille. Prosessitekniikan yksikköprosesseista, kuten suodatuksesta, sentrifugoinnista ja

kalvoprosesseista koostuvaa koulutuskokonaisuutta lähes puolet vastaajista piti tärkeimpänä. Myös koulutuspakettia, johon sisältyisi CAD-mallien ja simulointiohjelmistojen hyödyntämistä tuotantoprosessien ja sen osaprosessien kehittämisessä ja toimintojen havainnollistamisessa, pidettiin vastanneiden (73 %) keskuudessa tärkeänä (4–5).

Bio- ja kiertotaloudessa hyödynnettävien kemiallisten mittaus- ja analyysitekniikoiden opetusta yrityksistä 60 prosenttia koki kiinnostavana (4–5). Mikrobiologian ja biokemian perusteiden sekä bioprosessien ja proteomiikan sisällyttämistä korkeakouludiplomina suoritettaviin opintoihin joka viides vastaaja arvioi tärkeäksi (5). Proteomiikalla tarkoitetaan tieteen alaa, joka tutkii proteomeja eli eliön tuottamien proteiinien kokonaisuutta. Elintarvikkeiden tuotekehityksen ympärille rakennettavaa opintokokonaisuutta yrityksistä 60 prosenttia ei kokenut tarpeelliseksi (1–2). (Kuvio 14.)



KUVIO 14. Korkeakouludiplomina suoritettavien opintokokonaisuuksien sisältöjen arviointi.

Työelämäkyselyssä vastaajia pyydettiin määrittelemään omasta näkökulmastaan sellainen koulutuskokonaisuus, joka parhaiten vastaisi yrityksen osaamistarpeita. Vastauksissa nousi esille muun muassa seuraavia osa-alueita ja sisältöjä:

- Soluviljelyä, proteiinikemiaa ja proteiinien käsittelytekniikoita, analyysitekniikoita (LC, MS), orgaanista kemiaa.
- Fysiikkaa, kemiaa, palvelumuotoilua, tuotantotaloutta, materiaalitekniikka. Fysiikkaa mekaanisen kierrätyksen mukaisen eri jakeiden koostumuksen ja käyttäytymisen ymmärtämiseen. Kemiaa erilaisten kemiallisten kierrätyksen edellyttämien prosessien kehittämiseen ja hallintaan. Tuotantotaloutta kokonaisuuden teknistaloudelliseen hallintaan sekä soveltuvien KPI-tavoitteiden asetantaan sekä seurantaan. Palvelumuotoilua sopivien ratkaisujen kaupallistamiseen.

- Bioprosesseja, agrotekniikan opintoja ja mittatekniikkaa.
- Projektinomaisesti toteutettava suunnittelu valittavan case-kohteen ympärille, johon vaiheittain koottaisiin tietoa aina raaka-aineista ja hankinnasta, logistiikasta ja käsittelyistä päätyen tuotantoon, kaupallistamiseen ja vaikutusten arviointiin. Lisäksi mukana olisivat myös lainsäädännön, ilmastovaikutusten ja muiden ympäristövaikutusten näkökulmien selvittäminen.
- Energiatekniikkaa, siirtoilmiöitä, tuotantotekniikkaa, CAD-malleja.
- Sovellettua luonnontiedettä ja prosessitekniikkaa sekä analytiikkaa. Jonkin verran tietotekniikkaa ja sen hyödyntämistä. Lainsäädännön ja markkinoiden ohjausvaikutukset tulevaisuudessa.

Yrityksillä oli mahdollisuus esittää avoimessa kysymyksessä toiveita täydennyskoulutuksen erilaisille toteutus- ja järjestämistavoille. Ehdotuksia toteutustavoista saatiin 13 yritykseltä. Koulutuksen toteutustavoista seminaareja, etäseminaareja, webinaareja, työpajatyöskentelyä, etäopetusta, tuettua itseopiskelua ja oppisopimustyyppistä koulutusta sekä näiden erilaisia yhdistelmiä pidettiin vastaajien keskuudessa hyvinä vaihtoehtoina.

Arenen Luonnonvara-alan kehittämisryhmältä on tullut toive edistää Pohjois-Suomen elintarvikeosaamista. Tämän perusteella Oamk yhdessä Seinäjoen, Hämeen ja Lapin ammattikorkeakoulujen kanssa perustivat Korkeakouludiplomityöryhmän.

Korkeakouludiplomityöryhmässä tutustuttiin ja kehitettiin kansallisesti järjestettävää työelämälle tarkoitettua koulutusmallia, jossa opetusta tarjoavat useat korkeakoulut yhdistävät voimavaransa ja osaamisensa. Työryhmässä tarkasteltiin elintarvikeprosesseja ja elintarvikepuolen prosessiosaamisen tarvetta, koska tarpeet jossakin määrin nousivat esille hankkeessa toteutetussa työelämäkyselyssä. Lopputulemana syntyi Elintarviketietäjä-koulutuskokonaisuus.

Suorittamalla eri ammattikorkeakoulujen avoimesta opintotarjonnasta elintarvikealan opintoja saa valmiuksia uusien elintarvikkeiden kehittämiseen sekä valmistusprosessien parantamiseen. Lisäksi tutustutaan näiden opintojen avulla elintarvikealan toimintaympäristöihin ja prosesseihin sekä elintarvikelainsäädäntöön.

Opintojaksotarjottimelle on koottu yhteensä 60 opintopistettä elintarvikealan opintoja. Suorittamalla esimerkiksi 30 opintopistettä saa laajaa osaamista elintarvikealasta.

Elintarviketietäjä koulutuskokonaisuus toteutettiin ensimmäisen kerran lukuvuonna 2022–2023.



Oamk aktivoitui myös tutkinto-ohjelmien kehittämisessä. Oamkiin perustettiin uusi Energiatekniikan ja kiertotalouden koulutusohjelma, joka alkaa syksyllä 2023. Koulutusohjelmassa kiertotalouden koulutusta rakennettiin vahvasti Pohjois-Suomen yritysten kanssa kyselyn ja työpajan kautta. Tutkinto-ohjelman keskeisinä rakentajina olivat tekniikan ja luonnonvara-alan asiantuntijat yhdessä alueen toimijoiden kanssa. Virallisena tutkinto-ohjelmaksi toimii energia- ja ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma, jossa ympäristötekniikan osalta osaaminen rakentuu kiertotalouden alle. Ydinkompetensseiksi kiertotalouden koulutukseen valittiin seuraavat asiat: Opiskelija osaa analysoida ja soveltaa materiaali- ja energiakiertoja kiertotaloudessa, tietää yksikköprosessit ja tunnistaa toimijoita kehittyvissä verkostoissa hyödyntäen niitä kiertotalouden kehittämisessä sekä työskentelee ammattimaisesti alaa ja itseä kehittäen. Koulutuksen osaamisalueet ovat insinöörin perusosaaminen, prosessitekniikka, kiertotalous, energiatekniikka ja projektiosaaminen.

Oulun yliopistossa rakennettiin yliopistojen yhteistoteutuksena muun muassa englanninkielisen Hydrogen production and storage -opintojakso. Opintojaksolla perehdytään vedyn tuotantotekniikoihin, vedyn varastointiin ja vetyyn liittyviin turvallisuuskysymyksiin. Opintojaksolla käsitellään myös uusia tutkimusasteella olevia vedyn valmistusmenetelmiä. Opintojakso toteutetaan yhteistyössä Oulun, Jyväskylän, Tampereen ja Itä-Suomen yliopistojen kanssa. Opintojakson sisältönä ovat vedyn kemia, vedyn tuotanto ja turvallisuus, vety- ja P2X -prosessien digitalisointi sekä vedyn varastointi – systemaattinen lähestymistapa ja uudet materiaaliratkaisut. Opintojakson suoritettuaan opiskelijalla on kokonaisvaltainen käsitys vedyn tuotannosta, hän ymmärtää miten ja miksi vetyä varastoidaan sekä tietää mitä turvallisuusasioita on huomioitava. Opintojakso toteutetaan itseopiskeluna DigiCampus-oppimisympäristössä.

## 4 Pohjoisessa kaikki kiertää -työpajan anti

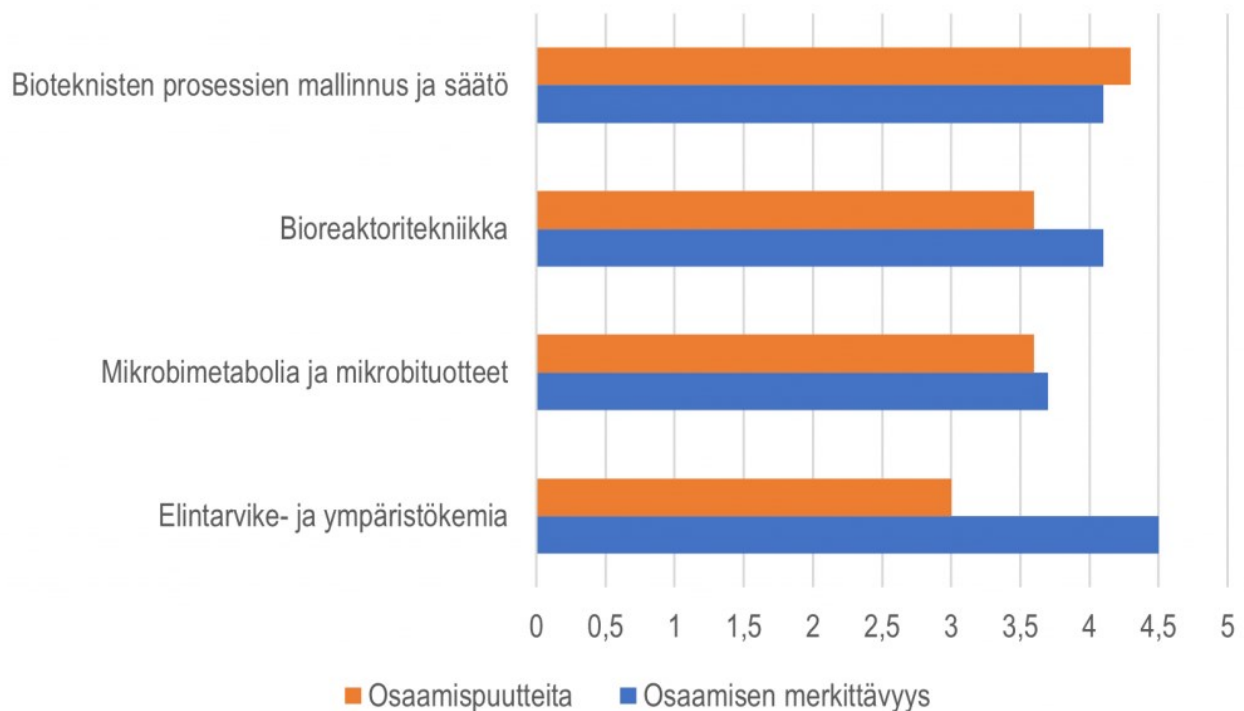
Pohjoisessa kaikki kiertää – Bio- ja kiertotalouden osaajien täydennyskoulutuksen valmistelu toimijoille tilaisuuden tavoitteena oli koota alan toimijoiden tarpeita ja toiveita bio- ja kiertotalouden prosessitekniikan jatkuvan oppimisen koulutuskokonaisuuden kehittämiseksi Oulun ammattikorkeakoulun ja Oulun yliopiston yhteistyönä. Rakentuvan koulutuksen avulla alueen yrityksille olisi mahdollisuus tarjota entistä paremmin ammattitaitoista henkilökuntaa bio- ja kiertotalouden prosessien suunnitteluun ja ylläpitämiseen sekä taata henkilöstön osaamisen ylläpito ja kehittyminen.

## 4.1 Työelämätilaisuus ja opintoketjuehdotukset

Tilaisuuden yhteydessä järjestettiin työpaja, jossa Mentimeter-työkalun avulla työstettiin nykyisen opintotarjonnan pohjalta, mitä puutteita, polkuja tai muita voisi olla ja mitä tarvitaan lisää. Keskustelun pohjaksi laadittiin alustavia opintoketjukupauksia, joista työpajaan osallistuneiden tahojen antamaa arviointia ja palautetta on koottu seuraavissa kappaleissa. Tilaisuuteen osallistui edustajia kolmestatoista alueen yrityksestä ja julkisen sektorin organisaatiosta.

### Opintoketju 1: Bioprosessiteknikka kiertotalouden työvälineenä

**Kuvaus:** Opitaan bioprosessiteknikan perusteita ja menetelmiä ja saadaan ymmärtämys bioprosessien erityispiirteistä. Ymmärtämys siitä, millaisia mahdollisuuksia sisältyy biokatalyyttien käyttöön, kuinka biokatalyyttien kanssa toimitaan ja millä tavalla bioprosesseja operoidaan. (Kuvio 15.)



KUVIO 15. Bioprosessiteknikka kiertotalouden työvälineenä -opintoketjusta annettu palaute.

Muita opintoketjuun sisällytettäviä asioita:

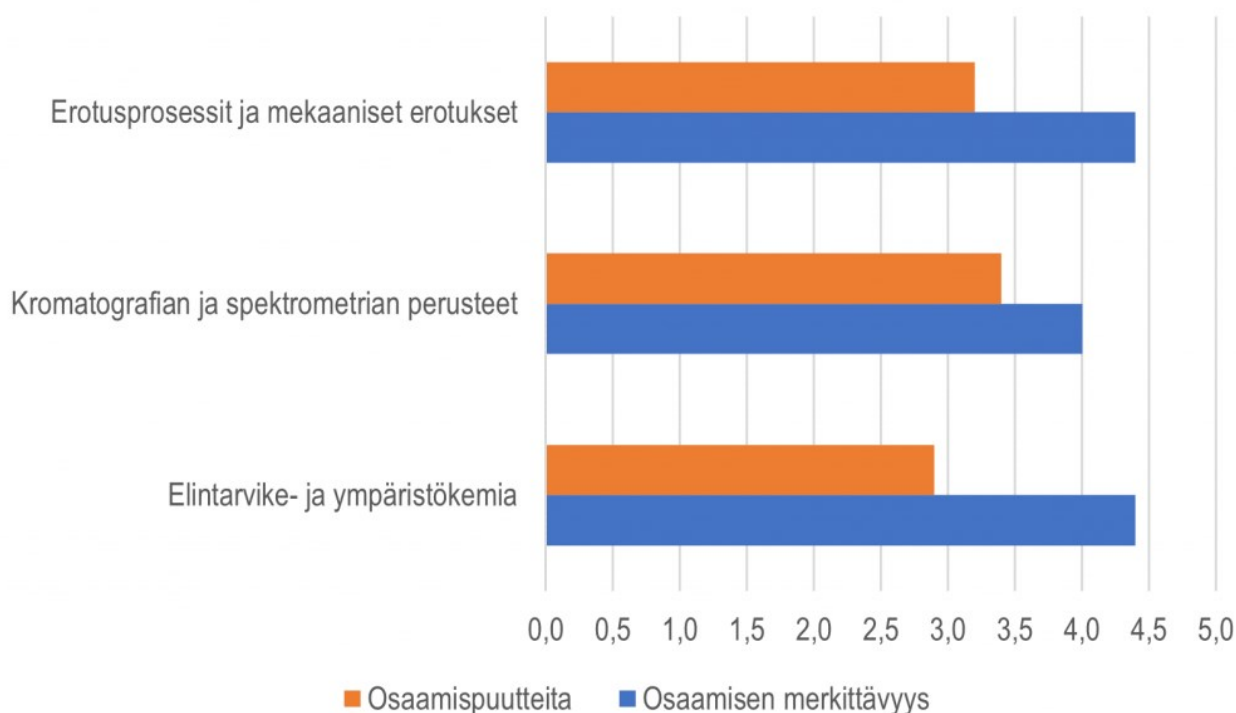
- erotusprosessit, kestävyysarviointi, LCA
- energia, erilaisia uusiutuvan energian muotoja
- esimerkkejä prosesseista ja yrityksistä

- biomassan ja bioprosessin mittaukset.

## Opintoketju 2: Analytiikka- ja laboratoriotyöskentely bio- ja kiertotaloudessa

**Kuvaus:** Osaa laboratorion perusvälineet ja turvallisuuden ja perusmittauksia sekä keskeisiä analyysimenetelmiä. Osaa selittää, mihin ilmiöt perustuvat seuraavat erotusilmiöt: tislaus, absorptio, strippaus, neste-neste-uutto, ylikriittinen uutto, kiteytys, adsorptio, kromatografiaerotukset, kalvoerotukset ja reaktiiviset erotusoperaatiot.

Tunnistaa prosesseissa käytettävät laitteet ja osaa vertailla menetelmiä keskenään. (Kuvio 16.)



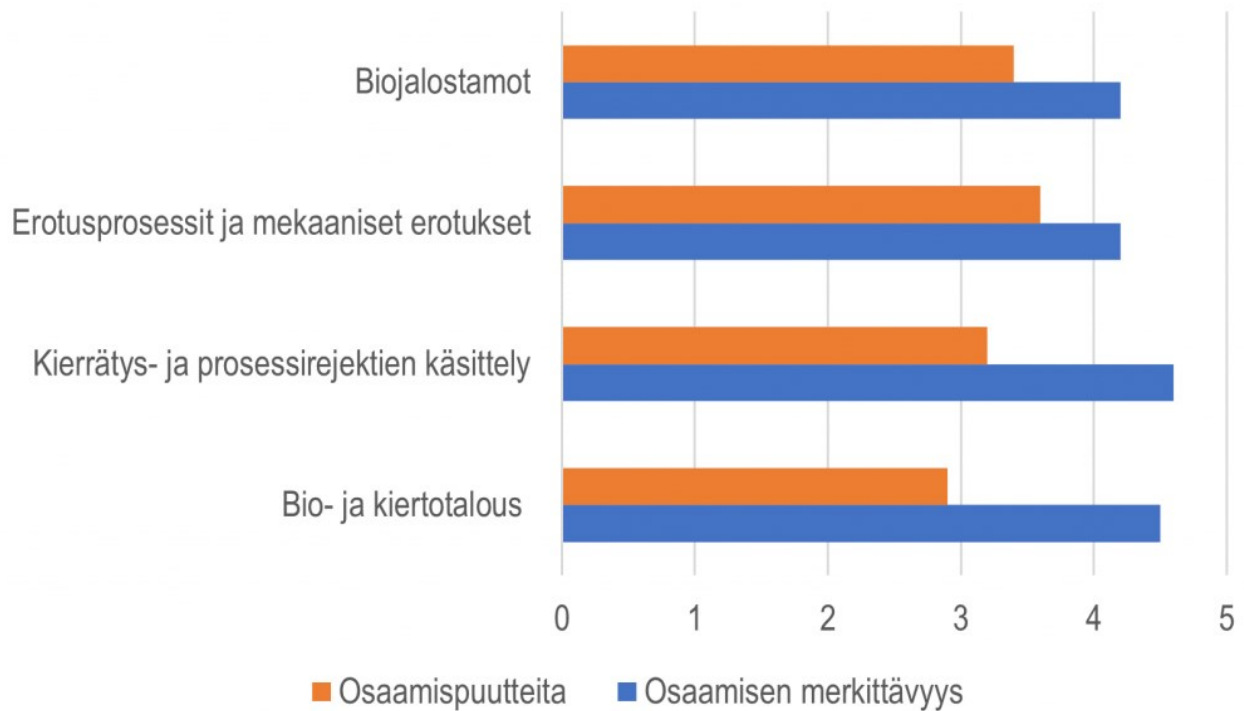
KUVIO 16. Analytiikka- ja laboratoriotyöskentely bio- ja kiertotaloudessa -opintoketjusta annettu palaute.

Muita opintoketjuun sisällytettäviä asioita:

- työturvallisuuskulmat erityisesti teollisuuden näkökulmasta
- harjoitustöitä, vierailut teollisuudessa, kansainvälisiä referenssejä
- mittausten validointi
- ympäristöluvitukseen liittyvät asiat, säännökset, standardit.

## Opintoketju 3. Sivuvirtojen hyödyntäminen-arvoketju

**Kuvaus:** Miten sivuvirtoja on mahdollista hyödyntää? Miten liiketoimintaa on mahdollista kehittää bio- ja kiertotalouden avulla omassa toimintaympäristössä? (Kuvio 17.)



KUVIO 17. Sivuvirtojen hyödyntämisen arvoketjuun liittyvän opintokokonaisuuden arviointi ja siitä annettu palaute.

Muita opintoketjuun sisällytettäviä asioita:

- tuotantotalouden näkökulmat, kuten liiketoimintapotentiaalin arviointi
- kestävyysarviointi
- mittaukset biojalostamoissa
- elintarviketeollisuuden jätevesien esikäsittely ja siitä saatavien jakeiden hyödyntämiseen tarvittavat teknologiat
- tuotteistamiseen liittyvä koulutus
- yhteistyöverkostot ja ekosysteemit
- ravinteiden kierrätys
- materiaaliosaaminen, kuten eri materiaalien ominaisuudet, käyttäytyminen kierrätysprosesseissa, muodostuvat haitta-aineet jne.

**Opintoketju 4: Prosessitekniikka bio- ja kiertotaloustoimijoille – perusasiat haltuun**

**Kuvaus:** Opitaan prosessiteollisuuden yksikköoperaatioiden toiminta ja niissä vaikuttavien ilmiöiden merkitys. Tutustutaan yleisiin laiteratkaisuihin sekä menetelmiin prosessien analyysiin, mitoitukseen ja säädön suunnitteluun. (Kuvio 18.)



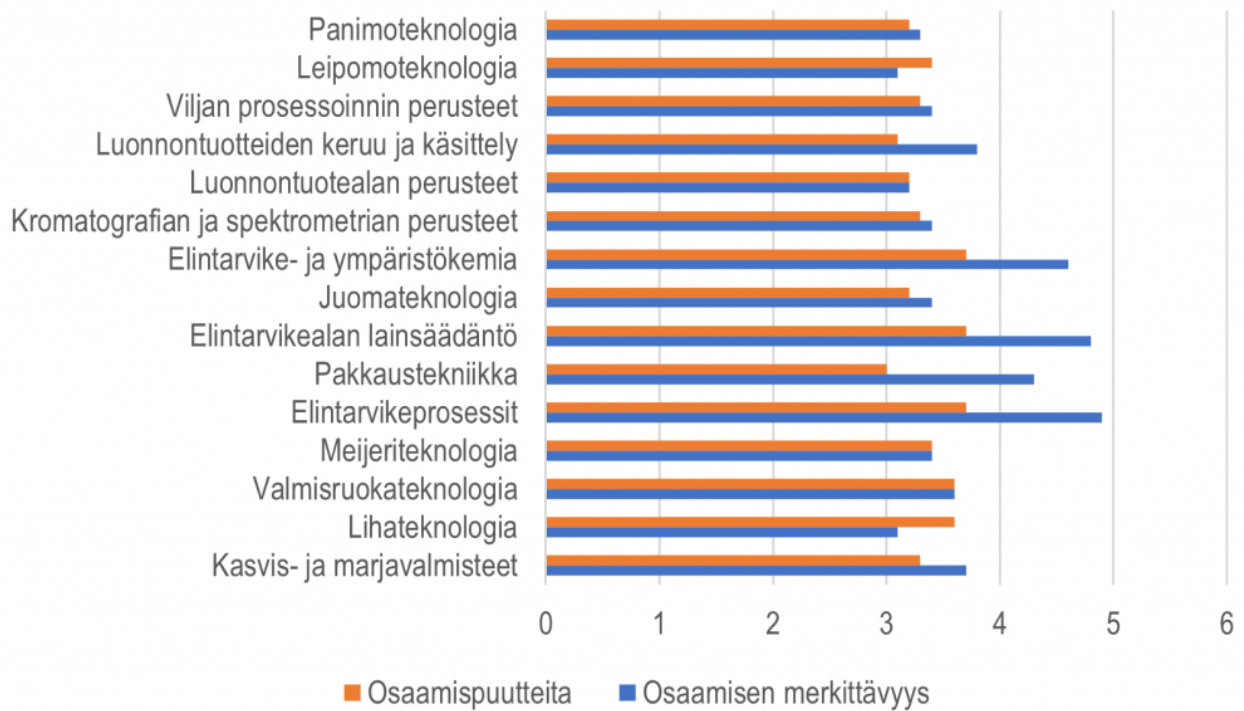
KUVIO 18. Prosessitekniikka bio- ja kiertotaloustoimijoille -opintoketjusta annettu palaute.

Muita opintoketjuun sisällytettäviä asioita:

- työturvallisuus
- kemikaalilainsäädäntö
- katalyyysi, lämmön ja aineen siirto
- vastuullisuus ja ympäristövastuu
- harjoitustyö teollisuuden aiheesta.

### Opintoketju 5: Elintarviketietäjä

**Kuvaus:** Saat elintarvikkeiden valmistuksessa tapahtuville ilmiöille selityksen ja ymmärrät, miksi eri vaiheita elintarviketeollisuudessa tehdään. Saat valmiuksia uusien elintarvikkeiden kehittämiseen sekä valmistusprosessien parantamiseen. Opintojen avulla saat hyvän ymmärryksen alan toimintaympäristöstä ja prosesseista. Opintojen jälkeen tunnet elintarvikelainsäädäntöä ja ruokaturvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä. (Kuvio 19.)



KUVIO 19. Elintarviketietäjä-opintoketjun sisällöstä annettu palaute.

Muita opintoketjuun sisällytettäviä asioita:

- ekstruudausteknologia
- GC-MS/HPLC
- funktionaaliset elintarvikkeet
- automaatio, laitteiden ja putkistojen puhdistus
- markkinointi, kuluttajanäkökulma
- elintarvikehygienia
- Food Fraud
- makutietämys, vrt. viininmaistajat.

## Opintojakso 6: Biotalous kehittäminen

**Kuvaus:** Ymmärtää biotalouden osana kiertotaloutta ja kestävästä kehityksestä. Tuntee puuraaka-aineen ja erilaisten peltobiomassojen jalostuksen eri tuotteiksi ja energiaksi, ja niihin liittyvät arvoverkot sekä digitaalisuuden merkityksen arvoverkkojen hallinnassa. Tietää biomassojen jalostuksessa syntyvien tuotannon sivuvirtojen hyödyntämismahdollisuuksia ja tuntee niissä käytettävää teknologiaa. Osaa analysoida alueellisia raaka-ainepotentiaaleja ja tuntee kemiallisen ja mekaanisen puun ja muiden biomassojen jalostuksen innovatiivisia ratkaisuja. Osaa tunnistaa uusia

innovaatiomahdollisuuksia ja mahdollisuuksia yrityssymbioosien synnyttämiseksi. Tuntee biomassojen tuotantoon ja käyttöön liittyvän lainsäädännön ja muut kestävän hallinnan periaatteet. (Kuvio 20.)



KUVA 20. Biotalousliiketoiminnan kehittäminen -opintoketjun sisällöstä annettu palaute.

Muita sisällytettäviä asioita:

- kestävyysarviointi, LCA, MCA.

## 4.2 Jatkuvan oppimisen koulutuskokonaisuuteen valitut opintojaksot eli pilot-opintojaksot

Tilaisuuden lopputulemana perustettiin kolme pilot-opintojaksokokonaisuutta, jotka olivat Bioprosessitekniikka kiertotalouden työvälineenä (15 op), Prosessitekniikka bio- ja kiertotaloudessa – perusasiat haltuun (10 op) ja Biotalousliiketoiminnan kehittäminen kiertotalouden keinoin (20 op). Pilotit toteutettiin lukuvuonna 2022–2023. Opintojaksot toteutettiin Oamkin ja Oulun yliopiston yhteistyönä.

Bioprosessitekniikka kiertotalouden työvälineenä pilotin osaamistavoitteet ovat seuraavat: Opiskelija oppii bioprosessitekniikan perusteita ja menetelmiä. Kokonaisuuden opiskeltuaan opiskelija ymmärtää bioprosessien erityispiirteet verrattuna perinteisiin kemiallisiin prosesseihin. Hänellä on näkemys siitä, millaisia mahdollisuuksia sisältyy biokatalyyttien käyttöön, kuinka biokatalyyttien kanssa toimitaan, ja millä tavalla bioprosesseja operoidaan.

Prosessitekniikka bio- ja kiertotaloudessa – perusasiat haltuun pilotin osaamistavoitteet olivat seuraavat: Osaamiskokonaisuuden suorittanut osaa prosessitekniikan keskeisimpiä

osa-alueita siinä laajuudessa, että hän tunnistaa niiden vaikutukset ja mahdollisuudet bio- ja kiertotalouden ongelmien ratkaisemisessa erityisesti, kun toiminnassa siirrytään laboratoriomittakaavasta pilot- ja tuotantomittakaavaan. Prosessitekniikan eri osa-alueiden, ilmiöiden ja laiteratkaisuiden vaikutusten kvalitatiivinen hallinta on keskeistä.

Biotalouskehittäminen kiertotalouden keinoin pilotin osaamistavoitteet olivat seuraavat: Opiskelija ymmärtää biotalouden osana kiertotaloutta ja kestävästä kehityksestä sekä biotalouden suhdetta ilmastonmuutokseen ja biodiversiteettiin. Tuntee puuraaka-aineen ja erilaisten peltobiomassojen jalostuksen prosessit eri tuotteiksi ja energiaksi, ja niihin liittyvät arvoverkot sekä digitalisaation merkityksen arvoverkkojen hallinnassa. Tietää biomassojen jalostuksessa syntyvien tuotannon sivuvirtojen hyödyntämismahdollisuuksia ja tuntee niissä käytettävää teknologiaa. Osaa analysoida alueellisia raaka-ainepotentiaaleja ja tuntee mekaanisen ja kemiallisen puun- ja muiden biomassojen jalostuksen innovatiivisia ratkaisuja. Osaa tunnistaa uusia innovaatiomahdollisuuksia ja mahdollisuuksia yrityssymbioosien synnyttämiseksi. Tuntee biomassojen tuotantoon ja käyttöön liittyvän lainsäädännön ja muut kestävä hallinnan keskeiset periaatteet. Osaa tunnistaa, arvioida ja kehittää uusia, liiketaloudellisesti kannattavia biotalouden palveluita ja tuotteita kuluttajien ja alan toimijoiden nykyisten ja ennakoitujen tarpeiden pohjalta. Pystyy määrittelemään ja arvioimaan hankkeiden toteuttamiskelpoisuutta, investointitarpeita ja tuntee niiden rahoitusmahdollisuuksia. Tunnistaa verkostoitumisen mahdollisuuksia liiketoiminnan kehittämisessä.

Edellä mainittujen pilottien sisältöjä tuotiin esimerkiksi uuden Energiatekniikan ja kiertotalouden ja Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelmien opintojaksojen sisältöihin, joissa on mahdollistettu jatkuvan oppimisen toteutuminen työelämälle. Esimerkkinä lukuvuonna 2022–2023 toteutettu Elintarvike- ja ympäristökemian (5 op) opintojakso, joka on tutkinto-ohjelmassa ja myös tarjolla avoimen ammattikorkeakoulutarjonnan kautta (Elintarviketietäjä koulutuskokonaisuus).

## 5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Luonnonvarojen kestävään hyödyntämiseen liittyvät materiaalit ja energiatehokkaat puhtaat teknologiaratkaisut sekä kierrätysratkaisut muodostavat bio- ja kiertotalouden mukaisen toiminnan perustan teollisuudessa. Kiertotalous mielletään vielä varsin yleisesti kierrätykseksi ja jätteen jatkokäsittelyksi, mutta se on myös lisäksi resurssitehokkuutta



sekä palveluiden, digitalisaation ja teollisen internetin mukanaan tuomia mahdollisuuksia lisätä arvoa yritykselle, ympäristölle ja yhteiskunnalle [6]. Pohjois-Pohjanmaan älykkään erikoistumisen strategiassa innovatiivisen bio- ja kiertotalouden (ravinnekierrot, teknologiset ratkaisut, teolliset sivuvirrat) edistäminen on tunnustettu ilmastoviisaan maakunnan kehittämistyössä keskeiseksi osa-alueeksi.

Kiertotalouden ja biotalouden edistämiseen tarvitaan osaamista ja teknologiaa kehittämään ja soveltamaan uudenlaisia prosesseja. Osaamista tarvitaan esimerkiksi biomassojen jalostuksen tekniikoista (esimerkiksi biopohjaiset rakennusmateriaalit), sivuvirtojen hyödyntämisen tekniikoista, kierrätysmateriaalien ja sivuvirtojen käsittelytekniikoista, erottelutekniikoista (kemialliset ja mekaaniset) sekä puhdistustekniikoista (maa, vesi, ilma). Lisäksi tarvitaan analytiikkaosaamista arvioimaan kierrätyskelpoisuutta ja laatua sekä uusien tuotteiden kelpoisuutta ja koko toiminnan ja uusien tuotteiden ympäristövaikutuksia. Kiertotalous liittyy kaikkiin tuotannon aloihin, sillä teollisuusprosessien sivuvirrat ovat potentiaalista raaka-ainetta jonkin muun toimijan käyttöön.

Prosessitekniikka bio- ja kiertotaloudessa -hankkeessa toteutettiin bio- ja kiertotalouden prosessitekniikan osaamistarvekartoitus laajalla kyselyllä Pohjois-Suomessa toimiville yrityksille keväällä 2020. Työelämäkyselyn tavoitteena oli kartoittaa bio- ja kiertotalousalan toimijoiden toiveita ja tarpeita täydennyskoulutuksen sisältöön ja toteutustapoihin. Kyselyn avulla haluttiin määrittää niitä täydennyskoulutukseen sisällytettäviä osaamisalueita ja painopisteitä, joita Pohjois-Suomessa on alan yrityksissä noussut esille.

Työelämäkysely kohdistettiin bio- ja kiertotalouden toimialan yrityksiin, joita prosessi- ja kemiantekniikan näkökulmasta katsottiin Pohjois-Suomessa toimivan 76 yritystä. Näistä yrityksistä 70 prosenttia kuuluu pk-kokoluokkaan ja niistä valtaosa (92 %) toimii Oulussa. Oulun ammattikorkeakoulun ja Oulun yliopiston yhteistyönä tavoitettiin sellaisia kohderyhmään kuuluvia yrityksiä 54 kappaletta, jotka olivat kiinnostuneita vastaamaan Webropolilla toteutettuun kyselyyn. Työelämäkyselyyn vastasi lopulta edustajat 17 yrityksestä, joista 12 oli pk-yrityksiä ja 5 suuryrityksiä.

Kyselyn vastausten mukaan bio- ja kiertotalousalalla toimivissa yrityksissä tuotantopanosten osalta osaamista tarvittaisiin erityisesti hukkalämpöjen hyödyntämiseen, jonka 67 prosenttia vastaajista koki olevan se tärkein osa-alue, johon liittyvää osaamista yritykseen tulisi hankkia. Teollisuuden orgaanisten ja epäorgaanisten sivuvirtojen

hyödyntämisen osaamisen osana yrityksen raaka-ainevalikoimaa koki tärkeäksi (4–5) yli puolet vastaajista. Noin puolet kyselyyn osallistuneista bio- ja kiertotalousalan yrityksistä arvioi polttoaineisiin liittyvän osaamisen tärkeäksi, kun yritysten edustajilta pyydettiin arviota välituotteisiin ja tuotteisiin kohdistuvasta osaamisesta. Myös muut energiatuotteet, kuten vety, arvioitiin useissa (67 %) yrityksissä keskeiseksi (4–5) osaamisalueeksi. Lannoitevalmisteisiin liittyvän osaamisen vastaajista 60 prosenttia arvotti kuuluvan luokkiin 4–5.

Bio- ja kiertotalousalan yrityksiä pyydettiin arvioimaan valmistusprosesseihin liittyvän osaamisen tärkeyttä. Tärkeimmäksi osaamisalueeksi nousi erotusprosessien osaaminen, jonka 67 prosenttia vastaajista koki kuuluvan luokkiin 4–5. Biokemiallisiin prosesseihin, kuten fermentointiin, liittyvän osaamisen arvioi 70 prosenttia yrityksistä tärkeysluokkiin 4–5 kuuluvaksi. Myös biojalostamokonseptien osaaminen ja mekaaniset operaatiot, kuten kiintoaineen kuljetus, murskaus ja jauhatus sekä seulonta, katsottiin tärkeiksi (4–5) osaamisalueiksi vastaajien keskuudessa (60 %).

Päätuotteisiin sisältyvää ja sivuvirtojen tuotteistamisen vaihtoehtoihin liittyvää osaamista lähes 90 prosenttia yrityksistä piti tärkeänä (4–5), kun vastaajia pyydettiin arvioimaan bio- ja kiertotalousalaan läheisesti kuuluvien aihepiirien osaamisen tärkeyttä. Alaa merkittävästi ohjaavan ympäristölainsäädännön koettiin yrityksissä (74 %) olevan myös keskeinen (4–5) osaamisalue alalla toimiville.

Bio- ja kiertotalousalalla toimivat yritykset voivat toimia energia-alalla erilaisissa rooleissa, kuten energian tuotantolaitoksen raaka-aineiden tuottajana, tuotantolaitoksen ylläpitäjänä tai tuotetun energian varastojana. Toisaalta alan yritysten omat energiaratkaisut voimakkaasti kehittyvässä energiamarkkinatilanteessa vaativat laajasti osaamista. Työelämäkyselyn vastausten mukaan osaamistarpeita yrityksissä on energian käytön tehostamisen ja energian varastointiin liittyen, joiden osaamisen koki tärkeäksi (4–5) vastanneista yrityksistä 80 prosenttia. Energiantuotantolaitoksen ja laitteistojen mitoituksen perusteiden osaamisen sekä energiapuun ja biokaasun tuotantoketjujen osaamisen arvioitiin olevan toiminnan kannalta myös tärkeitä.

Bio- ja kiertotalousalan yritykset käyttävät erilaisia analyysitekniikoita omassa toiminnassaan, kuten laadun seurannassa ja kehittämisessä. Vastauksissa tärkeimmäksi nousi luokka 5 (31 %) spektrometrian osaamisen. Yrityksistä 64 prosenttia arvioi kromatografiaan, esimerkiksi HPLC- ja GC-tekniikat sekä gravimetriset

analyysimenetelmät, kuten kuiva-aine- ja tuhkapitoisuusmäärittämissä käytettävät tekniikat, osaamistarpeeltaan luokkaan 4–5.

Omavalvonnan osaamisen merkitys ja tärkeys bio- ja kiertotalousalalla toimivissa yrityksissä korostui vastauksissa. Omavalvonnan toteutuksessa keskeinen osaamisalue on mikrobiologian perusteet, jonka kolmasosa yrityksistä arvio kuuluvan tärkeydeltään korkeimpaan luokkaan 5. Kyselyssä yrityksille esitettiin arvioitavaksi myös joukko menetelmiä, joilla mittausten laatutekijöitä voidaan arvioida. Vastauksissaan 80 prosenttia yrityksistä arvioi validointiin liittyvän osaamisen kuuluvan tärkeydeltään luokkaan 3–5.

Online-mittauksiin, instrumentointiin, säätöön ja automaatioon liittyy merkittäviä osaamistarpeita alan yrityksissä. Kyselyyn osallistuneista yrityksistä lähes 80 prosenttia esitti, että prosessidynamiikan, automaatiojärjestelmien ja säätötekniikan osaaminen kuuluu tärkeydeltään luokkiin 4–5. Anturitekniikoiden ja erikoisanturien osaamista pidetään myös alan yrityksissä tärkeänä, sillä 67 prosenttia vastaajista sijoitti anturiosaamisen luokkiin 4–5.

Työelämäkyselyn tavoitteena oli kartoittaa bio- ja kiertotalousalan yritysten osaamistarpeiden lisäksi myös toiveita ja tarpeita korkeakoulujen ja yritysten välillä tehtävän tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnan kehittämiseksi. Kyselyyn osallistuneiden yritysten näkökulmasta tämä olikin keskeinen asia, sillä kaikki vastaajat olivat kiinnostuneita hankeyhteistyöstä tutkimuksessa ja koulutuksessa korkeakoulujen kanssa.

Hankeyhteistyön sisältöjen ja toteutustapojen osalta yrityksiä pyydettiin kuvaamaan tarkemmin toivottuja toteutustapoja. Vastauksissa nousi esille useita jo käytössä olevia yhteistyömuotoja, kuten opinnäytetyöt, harjoittelupaikat sekä hackathontyyppiset tilaisuudet, jossa opiskelijat ratkovat yritysten antamia rajattuja haastealueita.

Yrityselämän tarpeita vastaavien ja räätälöityjen koulutusten suunnittelu ja toteutus koettiin myös yrityksissä tärkeänä tekijänä. Tällä voidaan vaikuttaa oleellisesti myös siihen, että koulutuksen läpikäyneillä henkilöillä on paremmat edellytykset työllistyä alan yrityksiin. Hankevalmistelun yhteydessä koettiin tärkeäksi käydä vuoropuhelua aihealueeseen liittyvien yritysten kanssa, jotta mahdollinen yhteistyö hankkeiden tuloksien ja osaamisen hyödyntämiselle olisi parempi.

Yrityksiltä toivottiin myös näkemyksiä korkeakoulujen bio- ja kiertotalousalan oppimisympäristöistä ja niiden kehittämismahdollisuuksista. Kyselyyn osallistuneiden yhteinen näkemys oli, että korkeakouluilla on tärkeää olla ajanmukaiset ja kattavat tutkimus- ja analyysilaitteet. Vastauksissaan yritykset toivat esille sen, että keskeinen asia on oppia laitteiden käyttö- ja toimintaperiaatteet, sillä uusimpiin laitetekniikoihin ehtii perehtyä työn ohessa. Yritysten toiveiden perusteella Bio- ja kiertotalouden tuote- ja ympäristölaboratoriota kehitettiin muun muassa kalusteratkaisuilla paremmin opetukseen ja yrityksille soveltuvaksi. Lisäksi kehitettiin virtuaaliympäristöä, jolla saadaan paremmin laboratorio-opetusta havainnollistettua esimerkiksi verkon kautta.

Työelämäkyselyssä kuvattiin neljä erilaista sisältökokonaisuutta korkeakouludiplomeille, joilla tarkoitetaan sellaisia opintoja, joilla uutta osaamista on mahdollista hankkia ilman tutkinnon suorittamista. Prosessitekniikan yksikköprosesseista, kuten suodatuksesta, sentrifugoinnista ja kalvoprosesseista koostuvaa koulutuskokonaisuutta lähes puolet vastaajista piti tärkeimpänä. Myös koulutuspakettia, johon sisältyisi CAD-mallien ja simulointiohjelmistojen hyödyntämistä tuotantoprosessien ja sen osaprosessien kehittämisessä ja toimintojen havainnollistamisessa, pidettiin vastanneiden (73 %) keskuudessa tärkeänä. Bio- ja kiertotaloudessa hyödynnettävien kemiallisten mittaus- ja analyysitekniikoiden opetusta yrityksistä 60 prosenttia koki kiinnostavana. Kyselyn perusteella sisältöjä rakennettiin muun muassa uuden Energiatekniikan ja kiertotalouden tutkinto-ohjelman opintoihin.

Helmikuussa 2022 järjestettiin Pohjoisessa kaikki kiertää – Bio- ja kiertotalouden osaajien täydennyskoulutuksen valmistelu toimijoille tilaisuus, jonka tavoitteena oli koota alan toimijoiden tarpeita ja toiveita bio- ja kiertotalouden prosessitekniikan jatkuvan oppimisen koulutuskokonaisuuden kehittämiseksi Oulun ammattikorkeakoulun ja Oulun yliopiston yhteistyönä. Tilaisuudessa osallistujia pyydettiin arvioimaan Mentimeter-työkalua hyödyntäen kuuden etukäteen suunnitellun opintoketjun sisältöjä ja kuvauksia niiden osaamisen puutteiden ja merkittävyyden näkökulmasta. Opintoketjut eli pilotit toteutettiin lukuvuonna 2022–2023 Oamkin ja Oulun yliopiston kanssa yhteistyössä yrityksille.

## **Joni Kosamo**

lehtori

ICT ja liiketoiminta

Oulun ammattikorkeakoulu

## **Virpi Käyhkö**

Toiminut projektipäällikkönä Oulun ammattikorkeakoulun Tekniikan ja luonnonvara-alan yksikössä

## **Jukka Hiltunen**

lehtori

Teknillinen tiedekunta

Oulun yliopisto

## **Juha Ahola**

yliopistonlehtori

Teknillinen tiedekunta

Oulun yliopisto

## **Lähteet**

[1] Pohjois-Pohjanmaan maakuntaohjelma 2022–2025. Pohjois-Pohjanmaan liitto.

Hakupäivä 1.2.2023. [https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/wp-](https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2022/03/PPL_maakuntaohjelma_2022-2025_WEB-2.pdf)

[content/uploads/2022/03/PPL maakuntaohjelma 2022-2025 WEB-2.pdf](https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2022/03/PPL_maakuntaohjelma_2022-2025_WEB-2.pdf)

[2] Työ- ja elinkeinoministeriö. Kestävää tulevaisuutta tekemässä – ihmisten ja alueiden parhaaksi. Aluehallintovirastojen ja elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten strategia 2020–2023. Hakupäivä 1.2.2023. [https://tem.fi/documents/1410877/0/AVI-ELY-](https://tem.fi/documents/1410877/0/AVI-ELY-Strategia_2020-2023_FI_uusi+(2).pdf/f28231ef-831a-3264-5f9b-b2e734541f8b/AVI-ELY-Strategia_2020-2023_FI_uusi+(2).pdf?t=1613991853902)

[Strategia 2020-2023 FI uusi+\(2\).pdf/f28231ef-831a-3264-5f9b-b2e734541f8b/AVI-ELY-Strategia 2020-2023 FI uusi+\(2\).pdf?t=1613991853902](https://tem.fi/documents/1410877/0/AVI-ELY-Strategia_2020-2023_FI_uusi+(2).pdf/f28231ef-831a-3264-5f9b-b2e734541f8b/AVI-ELY-Strategia_2020-2023_FI_uusi+(2).pdf?t=1613991853902)

[3] Pohjois-Pohjanmaan liitto. 2021. Pohjois-Pohjanmaan Älykkään erikoistumisen strategia 2021–2025. Hakupäivä 10.5.2023. [https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/wp-](https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2023/03/PPL_A%E2%95%A0eES_WEB.pdf)

[content/uploads/2023/03/PPL A%E2%95%A0eES WEB.pdf](https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2023/03/PPL_A%E2%95%A0eES_WEB.pdf)

[4] Seppälä, J., Sahimaa, O., Honkatukia, J., Valve, H., Antikainen, R., Kautto, P., Myllymaa, T., Mäenpää, I., Salmenperä, H., Alhola, K., Kauppila, J. & Salminen, J. 2016. Kiertotalous Suomessa – toimintaympäristö, politiikkatoimet ja mallinnetut vaikutukset vuoteen 2030. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 25/2016. Valtioneuvoston kanslia. Hakupäivä 10.5.2023. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-260-9>

[5] Kirjalainen, E. & Pintilä, T. (toim.) 2016. Korkeakouludiplomi. Osaamiskokonaisuuksia kaikille. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja 216. Hakupäivä 10.5.2018.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-830-415-2>

[6] Valtioneuvosto. 2021. Uusi suunta. Ehdotus kiertotalouden strategiseksi ohjelmaksi. Valtioneuvoston julkaisuja 2021:1. Helsinki. Hakupäivä 2.12.2022.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-658-7>

## METATIEDOT

**Tyyppi:** Raportti

**Julkaisija:** Oulun ammattikorkeakoulu

**Julkaisunumero:** 117/2023

**Julkaisuvuosi:** 2023

**ISBN:** 978-951-597-244-6

**Tekijätiedot:** Kosamo Joni, Käyhkö Virpi, Hiltunen Jukka, Ahola Juha

**Oikeudet:** [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

**Kieli:** suomi

**Pysyvä osoite:** <http://urn.fi/urn:isbn:978-951-597-244-6>

**Tiivistelmä:** Bio- ja kiertotalouden prosessitekniiikan osaamistarvekartoitus Pohjois-Suomessa toimiville alan yrityksille suunnatulla kyselyllä toteutettiin keväällä 2021. Kyselyssä bio- ja kiertotalousalalla toimivia yrityksiä pyydettiin arvioimaan osaamistarpeita, joihin erityisesti tulisi kiinnittää huomiota alan täydennyskoulutuksessa ja jatkuvassa oppimisessa. Selvityksen tuloksia käytetään Oulun ammattikorkeakoulun ja Oulun yliopiston täydennyskoulutuksen ja jatkuvan oppimisen sisältöjen ja toteutustapojen suunnittelussa. Bio- ja kiertotalouden toimialalla tunnistettiin Pohjois-Suomessa toimivan 76 yritystä, joista 17 vastasi kyselyyn. Vastausten mukaan lisää osaamista tarvitaan erityisesti hukkalämpöjen hyödyntämiseen, energian käytön tehostamiseen sekä teollisuuden orgaanisten ja epäorgaanisten sivuvirtojen hyödyntämiseen osana yrityksen raaka-ainevalikoimaa. Valmistusprosesseihin liittyen erotusprosessien osaamista pidettiin tärkeänä. Mikrobiologian perusteet, biokemiallisten prosessien, biojalostamokonseptien ja mekaanisten operaatioiden osaaminen ovat yritysten näkökulmasta myös tärkeitä osaamisalueita. Alan toimintaa ohjaavan ympäristölainsäädännön osaaminen koettiin tärkeäksi. Erilaisten analyysitekniikoiden, kuten spektrometrian ja kromatografian osaaminen muun muassa laadun seurannassa ja kehittämisessä nousivat vastauksissa esille. Myös prosessidynamiikkaan, automaatiojärjestelmiin ja säätötekniikkaan liittyviä osaamistarpeita bio- ja kiertotalousalan yritykset toivat esille vastauksissaan. Yritykset ovat erityisen kiinnostuneita hankeyhteistyöstä tutkimuksessa ja koulutuksessa korkeakoulujen kanssa. Vastauksissa nousi esille useita jo

käytössä olevia yhteistyömuotoja, kuten opinnäytetyöt, harjoittelupaikat sekä hackathontyyppiset tilaisuudet.