



DigiBiogasHubs

Digitaaliset alustat joustavan ja skaalautuvan
biokaasutoiminnan mahdollistajina

BIOKAASUN DIGILOIKKA

DigiBiogasHubs-hankkeen keskeiset tulokset

2025

Ryhmähanke R-00483

Julkaisija	Vaasan yliopisto
Kirjoittajat	Milla Hannula Wajahat Ali Rodrigo Rabetino Sabugo Sanna Hietamäki Juha Tiainen Petri Jäntti Fabian Sander Jyri Mäkelä Risto Hietala Prakash Acharya Veera Rosendahl Kirsi Spoof-Tuomi
Julkaisun tyyppi	Hankkeen julkinen loppuraportti
Otsikko	Biokaasu digiloikka: DigiBiogasHubs-hankkeen keskeiset tulokset
Avainsanat	biokaasu, uusiutuva energia, kiertotalous, energiamurros, biokaasuhubi, biokaasukeskittymä, digitaalinen alusta, markkinapaikka, ekosysteemit, klusterit, biomassat, CBG, LBG, logistiikka, sääntely, kestävyyskriteerit, investoinnit, prosessimalli, energiaomavaraisuus
Rahoittajat	Hanketta rahoittivat Euroopan Unioni (Euroopan rakennerahastot EAKR / ESR+ 2021–2027), Pohjanmaan liitto, Keski-Pohjanmaan liitto, Etelä-Pohjanmaan liitto, Vaasan yliopisto, Centria-ammattikorkeakoulu, Seinäjoen ammattikorkeakoulu, Wärtsilä, Stormossen, PK Biogas, Kokkolan kaupunki, Kannuksen kaupunki sekä Kaustisen seutukunta.



KIITOKSET

Vaasan yliopiston, Centria-ammattikorkeakoulun ja Seinäjoen ammattikorkeakoulun joulukuusta 2023 marraskuuhun 2025 toteuttama hanke ”DigiBiogasHubs – Digitaaliset alustat joustavan ja skaalautuvan biokaasutoiminnan mahdollistajina” sai osarahoitusta Euroopan rakennerahastolta (EAKR / ESR+ 2021-2027), Pohjanmaan liitolta, Keski-Pohjanmaan liitolta, Etelä-Pohjanmaan liitolta, Wärtsilä Finland Oy:ltä, Stormossen Oy:ltä, PK Biogas Oy:ltä, Kokkolan kaupungilta, Kannuksen kaupungilta sekä Kaustisen seutukunnalta.

Ohjausryhmään osallistuivat rahoittajajärjestöjen edustajien lisäksi Westenergy Oy, Jepuan Biokaasu Oy, Atria Suomi Oy, Nurmon Bioenergia Oy, Kurikan kaupunki, Gas1 Oy sekä Vaasan kaupunki.

Projektiryhmä haluaa kiittää kaikkia ohjausryhmän jäseniä, haastateltavia ja työpajoihin osallistuneita, jotka antoivat oivaltavia ideoita ja kommentteja kokouksissa, haastatteluissa ja työpajoissa.

TIIVISTELMÄ

Tämä loppuraportti kokoaa yhteen Vaasan yliopiston, Centria-ammattikorkeakoulun ja Seinäjoen ammattikorkeakoulun joulukuun 2023 ja marraskuun 2025 välisenä aikana toteuttaman DigiBiogas-Hubs – Digitaaliset alustat joustavan ja skaalautuvan biokaasutoiminnan mahdollistajina – hankkeen keskeiset tulokset.

Biokaasu on keskeinen osa kiertotaloutta ja uusiutuvan energian lisäämistä, mutta sen tuotanto on hajautunutta ja siihen liittyy logistiikka-, kustannus- ja sääntelyhaasteita. Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan alueilla kysyntä ylittää tuotannon, mutta toimijoilta puuttuu järjestelmätason ratkaisu, joka yhdistäisi heidät ja loisi edellytyksiä biokaasuliiketoiminnan kasvulle. Hankkeen tavoitteena oli vastata tähän tarpeeseen kehittämällä digitaalinen alusta, joka tukee alueellisten biokaasuhubien eli klustereiden muodostumista, vahvistaa yhteistyötä ja edistää biokaasumarkkinoiden kasvua.

Hankkeessa kartoitettiin biomassoihin liittyviä potentiaaleja, mallinnettiin biokaasuhubeja ja luotiin prosessimalli niiden kehittämiseen. Lisäksi analysoitiin biokaasuliiketoiminnan sääntely- ja politiikkaympäristöä, tunnistuen keskeiset haasteet ja mahdollisuudet, jotka vaikuttavat digitaalisten ratkaisujen käyttöönottoon ja alan kestäväan kasvuun. Digitaalisen alustan konsepti ja pilotointi osoittivat sen mahdollisuudet lisätä läpinäkyvyyttä, vähentää pullonkauloja ja vahvistaa alueellista yhteistyötä.

Hankkeen tulokset tukevat biokaasumarkkinoiden kasvua, uusien toimijoiden mukaantuloa ja investointien houkuttelevuutta. Pitkällä aikavälillä ne edistävät hiilidioksidipäästöjen vähentämistä, uusiutuvan energian osuuden kasvua sekä alueellista energiaomavaraisuutta ja huoltovarmuutta. Lisäksi hanke tarjoaa konkreettisia työkaluja ja tietoa, jotka auttavat alueellisia toimijoita hyödyntämään biokaasuun liittyviä mahdollisuuksia.

SISÄLLYS

1	Johdanto	5
2	Biokaasupotentiaalin kartoitus	9
2.1	Pohjanmaa	10
2.2	Keski-Pohjanmaa	10
2.3	Etelä-Pohjanmaa	11
2.4	Biokaasun päästövähennykset ja investointi- ja käyttökustannukset	11
2.5	Yhteistyön tuoma lisäarvo biokaasutoiminnassa	12
3	Sidosryhmien tarpeet ja alustan odotukset	14
4	Digitaalinen alusta biokaasuyhteistyölle	17
4.1	Alustan konsepti	18
4.2	Pilotointi	19
5	Säätelyrajat ja politiikkakehys biokaasusektorin muovaajina	21
5.1	Biokaasuliiketoiminnan oikeudelliset reunaehdot	21
5.2	Politiikkakatsaus	23
5.3	Yhteenveto	25
6	Prosessimalli biokaasuhubin kehittämiseksi	27
7	Yhteenveto	31
	Lähteet	33

Kuvat

Kuva 1.	DigiBiogasHubs alustan rakenne	17
Kuva 2.	Ruudunkaappaus alustasta	20

Taulukot

Taulukko 1.	Biokaasun säätelyhaasteet ja suositukset eri hallinnon tasoilla	25
-------------	---	----

1 Johdanto

Riippuvuus fossiilisista polttoaineista, tarve hiilidioksidipäästöjen merkittävään vähentämiseen sekä jätteiden ja hyödyntämättömien materiaalivirtojen suuri määrä haastavat toimijoita kehittämään kiertotalouteen perustuvia ratkaisuja ja lisäämään uusiutuvien energialähteiden osuutta energijärjestelmässä. Myös geopoliittinen tilanne ja huoltovarmuuden vahvistamisen tarve korostavat energiaomavaraisuuden merkitystä.

Biokaasulla on keskeinen rooli näiden haasteiden ratkaisemisessa. Suomen hallituksen tavoitteena on nelinkertaistaa biokaasun tuotanto vuoteen 2030 mennessä. Tavoitteiden saavuttamista kuitenkin vaikeuttavat biokaasutoiminnan rakenteelliset ja markkinalähtöiset haasteet. Tuotanto on alueellisesti hajautunutta, mikä aiheuttaa kysynnän ja tarjonnan epätasapainoa. Lisäksi logistiikka, biomassoihin liittyvät kustannukset ja investointien riskit rajoittavat uusien toimijoiden mukaantuloa. Samalla sääntelyn monimutkaisuus ja jatkuvat muutokset lisäävät epävarmuutta.

Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan alueilla biokaasun kysyntä ylittää nykyisen tuotantokapasiteetin. Alalta puuttuu järjestelmätason ratkaisu, joka yhdistäisi toimijat, helpottaisi tiedonvaihtoa ja loisi perustan biokaasuliiketoiminnan kasvuille. Tarve yhteiselle, luotettavalle ja läpinäkyvälle digitaaliselle alustalle on siten selkeä. Tähän tarpeeseen DigiBiogasHubs-hanke lähti vastaamaan.

Hankkeen ytimessä on ollut digitaalisen, biokaasualan toimijoita yhdistävän ja yhteistyön mahdollistavan verkkoalustan kehittäminen. Kokonaisvaltaisena tavoitteena on ollut luoda ja pilotoida digitaaliseen alustaan perustuva järjestelmätason ratkaisu sekä kehittää työkaluja, jotka edistävät eri alueilla sijaitsevien biokaasuhubien eli klustereiden kehittymistä ja vuorovaikutusta sekä samalla biokaasumarkkinoiden kehittymistä. Hankkeen alatavoitteet ja toimenpiteet on jaettu seitsemään työpakettiin, jotka on suunniteltu huomioiden sidosryhmien esiin nostamat tarpeet ja toiveet.

Työpaketti 1 – Alustaekosysteemin yhteistyömallin ja orkestrointitavan kehittäminen sekä alustapalveluiden kuvaaminen – kehitti digitaalisen alustan toimintamallin. Työssä keskityttiin erityisesti

sidosryhmien tarpeiden kartoittamiseen, alustalle arvoa tuottavien palveluiden tunnistamiseen sekä alustan hallintamallin määrittelyyn. Keskeiset havainnot ja suositukset kootaan raportissa:

- Rabetino, R., & Ali, W. (2025). WP1 Development of the platform ecosystem's cooperation model and description of platform services.

Työpaketti 2 – Biokaasuhubien mallinnus, kuvaus ja analyysi – tuotti kattavaa tietoa kolmen maakunnan biokaasun kysyntä- ja tuotantopotentiaaleista, biokaasun ympäristövaikutuksista sekä biokaasulaitosten kustannusrakenteista ja markkinoiden kehittymisestä. Työssä tarkasteltiin myös eri alueilla sijaitsevien hubien välisiä synergioita sekä kehitettiin prosessimalli hubien rakentamiseen. Työpaketissa tuotettiin kahdeksan osaraporttia:

- Spoof-Tuomi, K. (2024). Biokaasun tuotanto- ja käyttöpotentiaalin selvitys sekä biokaasun tuotannon ja käytön päästölaskenta – Pohjanmaan maakunta.
- Spoof-Tuomi, K. (2024). LBG:n tuotannon ja käytön sekä biokaasun tuotannon sivuvirtojen hyötykäytön teknis-taloudellinen analyysi – Pohjanmaan maakunta.
- Jäntti, P. (2024). Biokaasun tuotanto- ja käyttöpotentiaalin selvitys sekä biokaasun tuotannon ja käytön päästölaskenta – Keski-Pohjanmaan maakunta.
- Jäntti, P. (2025). CBG:n tuotannon ja käytön sekä biokaasun tuotannon sivuvirtojen hyötykäytön teknis-taloudellinen analyysi – Keski-Pohjanmaan maakunta.
- Tiainen, J. (2024). Biokaasun tuotanto- ja käyttöpotentiaalin selvitys sekä biokaasun tuotannon ja käytön päästöjen ja maatalouden ravinnetalouden arviointia – Etelä-Pohjanmaan maakunta.
- Tiainen, J. (2025). Biokaasun ja CBG:n tuotannon teknis-taloudellinen raportti maatilamittakaavan sekä keskisuuren yhteismädättämön mallinnus – Etelä-Pohjanmaan maakunta.
- Spoof-Tuomi, K., Jäntti, P., Hietämäki, S., & Tiainen, J. (2025). Biokaasukeskittymien synergiat: Hubkohtaisten analyysien keskeiset tulokset ja maakuntarajat ylittävän yhteistyön tuoma lisäarvo alueiden toimijoille – Etelä-Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Pohjanmaan maakunnat.
- Jäntti, P., Sander, F., Spoof-Tuomi, K., Hietämäki, S., & Tiainen, J. (2025). Biokaasukeskittymien kehittämisen prosessimalli.

Työpaketti 3 – Digitaalisen alustan konseptin kehittäminen – sekä työpaketti 4 – Digitaalisen alustan ja valittujen palveluiden pilotointi – keskittyivät digitaalisen alustan konseptin kehittämiseen ja sen

tekniseen toteutukseen. Työpaketissa 3 määriteltiin aluksi alustan keskeiset vaatimukset, minkä jälkeen työ jatkui avoimen rajapinnan määrittelyllä ja palvelumallin suunnittelulla. Työpaketissa 4 konsepti muutettiin toimivaksi alustaksi, jota pilotoitiin testaamalla TP1–TP3:ssa määritellyjä toiminnallisuuksia. Työpaketeissa tuotettiin alustan lisäksi kaksi raporttia:

- Hietala, R., & Mäkelä, J. (2025). Suunnitelma digitaalisen yhteistyöalustan konseptista.
- Hietala, R. & Mäkelä, J. (2025). Digitaalisen yhteistyöalustan kehitys ja pilotointi.

Työpaketti 5 – Biokaasuliiketoiminnan oikeudelliset reunaehdot ja haasteet – tarkasteli biokaasuliiketoiminnan sääntely- ja politiikkaympäristöä kokonaisvaltaisesti, tunnistuen keskeiset esteet ja mahdollisuudet, jotka vaikuttavat digitaalisen verkkoalustan hyödyntämiseen ja alan kestäväan kasvuun. Työpaketin tuloksena syntyi raportit:

- Rosendahl, V. (2025). DigiBiogasHubs-hankkeen toiminnan oikeudellinen kehikko: Toteutusta koskevaa politiikkaa ja sen säädöksiä.
- Rosendahl, V. (2025). DigiBiogasHubs-politiikkakatsaus: EU, kansallinen ja paikallinen taso.

Työpaketti 6 – Hankeviestintä, disseminaatio ja eksploraatio – keskittyi hankkeen näkyvyyden ja tulosten tehokkaaseen levittämiseen ja jalkauttamiseen. Työpaketissa laadittiin muun muassa hankkeen disseminaatiosuunnitelma, visuaalinen ilme, verkkosivut sekä toteutettiin aktiivista viestintää sosiaalisessa mediassa ja verkkojulkaisuissa. Tämä loppuraportti on työpaketin keskeinen tuotos.

Työpaketti 7 – Projektijohtaminen – vastasi hankkeen hallinnoinnista, aikataulutuksesta ja laadunvarmistuksesta. Työpaketin tehtävänä oli varmistaa, että hanke eteni suunnitellusti, yhteistyö osapuolten välillä toimi ja tavoitteet saavutettiin tehokkaasti.

Hankkeen tulosten odotetaan tukevan ja vauhdittavan biokaasumarkkinoiden sekä alueellisten biokaasuekosysteemien kehitystä ja kasvua – esimerkiksi uusien toimijoiden syntymistä, tuotetun ja käytetyn biokaasun määrän lisääntymistä sekä alueellisen yhteistyön vahvistumista. Samalla hankkeen nähdään edistävän hiilidioksidipäästöjen ja jätteiden määrän vähenemistä, uusiutuvan energian osuuden kasvua energiasysteemissä sekä alueellista energiaomavaraisuutta ja

huoltovarmuutta. Lisäksi hanke tarjoaa uutta tietoa ja käytännön työkaluja alueellisille toimijoille biokaasuun liittyvien mahdollisuuksien hyödyntämiseksi.

Tässä loppuraportissa esitellään työpaketeissa tuotetut keskeiset tulokset ja löydökset, jotka yhdessä muodostavat kokonaiskuvan hankkeen tavoitteiden toteutumisesta ja vaikutuksista. Raportti perustuu työpaketeissa laadittuihin selvityksiin ja raportteihin.

2 Biokaasupotentiaalin kartoitus

Biokaasuhub eli alueellinen biokaasukeskittymä tarkoittaa verkostoa, jossa useat toimijat tuottavat, jalostavat ja hyödyntävät biokaasua sekä sen sivuvirtoja yhdessä. Käytännössä se voi tarkoittaa yhtä tai useampaa biokaasulaitosta, yritysten ja syötteiden omistajien yhteistyöverkostoa, jossa osa toimittaa syötteitä ja osa hyödyntää biokaasun energiana tai polttoaineena ja osa mädätysjäännöksen. Avaintoimijoita ovat syötteiden tuottajat, kuten alueiden maatilat, teknologiatoimittajat, logistiikkayhtiöt ja kaasun jakeluyhtiöt, raskas liikenne sekä lämmöntuotannon parissa toimivat organisaatiot.

Työ aloitettiin tekemällä tilannekatsaus kunkin maakunnan biokaasuntuotannon tilanteesta ja määrittelemällä keskeiset toimijat. Tämän jälkeen biokaasun tuotantopotentiaalia arvioitiin kuntakohtaisesti maataloudessa syntyvien, ruoantuotannon kanssa kilpailemattomien sivuvirtojen perusteella. Tiedot on poimittu Luken Biomassa-atlaksesta ja ne sisälsivät:

1. Nurmet, joita ei käytetä ruuantuotannossa (kesanto- ja suojavyyhykenurmet sekä viherrannoitusnurmen mahdollinen alkusato)
2. Ylijäämäolki. Ylijäämäolkenä pidetään sitä osaa oljista, joka ei mene kuivikekäyttöön ja joka on perinteisesti kynnetty maahan. Ylijäämäoljen osuudeksi olkien kokonaismäärästä asetettiin 80 %.
3. Perunan varret
4. Naudan liete- ja kuivalanta
5. Sian lietelanta
6. Siipikarjan lanta
7. Lampaiden ja vuohien kuivalanta
8. Hevosten kuivalanta

Biomassa-atlaksen ilmoittamista määristä vähennettiin tällä hetkellä jo biokaasun tuotantoon menevät biomassamäärät sekä olkien kuivikekäyttö 20 prosenttia kokonaismäärästä. Biomassa-atlaksen antamat biomassamäärät ovat pinta-alaperusteisia. Lantojen osalta biomassa-atlaksen tiedot ovat vuodelta 2020, peltokasvien osalta vuodelta 2021.

Alueilla on kuitenkin myös muita potentiaalisesti biokaasutuotantoon soveltuvia syötteitä, kuten esimerkiksi teollisuuden sivuvirtoja, elintarviketuotannon biojätteitä sekä jätevedenpuhdistamojen lietteitä, joita tehdyssä laskennassa ei huomioitu. Tästä syystä biokaasupotentiaali saattaa paikallisesti olla esitettyä suurempi. Esimerkiksi Keski-Pohjanmaalla Kannuksen ja Kaustisen uudet laitokset tuottaisivat yhdessä jo 300 GWh/v, kun teoreettiseksi tuotantopotentiaaliksi alueelle tässä hankkeessa laskettiin 281 GWh/v. Jokaiseen kolmeen maakuntaan on suunnitteilla tai rakenteilla kaksi biokaasulaitosta, yhteensä siis kuusi. Hubien eli biokaasukeskittymien kuvaukset esitellään seuraavana.

2.1 Pohjanmaa

Pohjanmaan biokaasuhubissa merkittävin biokaasun käyttöpotentiaali liittyy lähimerenkulkuun ja teollisuuskäyttöön. Vaasa-Uumaja-reitillä kulkee jo yksi nesteytetyllä metaanilla kulkeva autolautta. Alueella biokaasua tuottavat Jepuan biokaasu ja Stormossen. Maakunnan eteläiseen osaan Kristiinankaupungin Härkmeren kylään suunnitellaan Rannikon Biokaasua, jonka rahoituspohja on vielä auki. Lisäksi Suomen Lantakaasu Oy on selvittänyt biokaasulaitoshankkeen käynnistämistä Pederöre-Kruunupyyn alueella.

Biometaanin teoreettinen tuotantopotentiaali Pohjanmaalla on 12-kertainen nykyiseen 60 GWh vuosituotantoon verrattuna. Biokaasun teknistaloudellinen tuotantopotentiaali on nelinkertainen, jos alueen saatavilla olevista lietelannoista 60 %, kuivista lannoista 50 % ja peltobiomassoista 20 % käytettäisiin biokaasun tuotantoon. Pohjanmaalla on tilaa jopa 10–20 keskikokoiselle (10–20 GWh/v) tai 2–5 suurelle (50–120 GWh/v) biokaasulaitokselle.

2.2 Keski-Pohjanmaa

Keski-Pohjanmaalla on kaksi biokaasukeskittymää. Kaustisen seudulle on tulossa Kaustisen Turkisrehu Oy:n biokaasulaitos ja Kokkolan seudulla on Pohjanmaan Biokaasu Oy. Merkittävin biokaasun käyttöpotentiaali on teollisuudessa. Toiminnassa olevia biokaasulaitoksia on kuusi ja suunnitteilla olevia kaksi. Hankekehittäjä Wega Group suunnittelee biokaasulaitosinvestointia Kannukseen.

Lisäksi Suomen Lantakaasu selvittää Keski-Pohjanmaalle sijoittuvan biokaasulaitoksen toteutettavuutta ja mädätysjäännöksen jatkojalostusta.

Keski-Pohjanmaalla biometaanin teoreettinen tuotantopotentiaali on kahdeksankertainen nykyiseen 37 GWh vuosituotantoon verrattuna. Biokaasun teknistaloudellinen tuotantopotentiaali on kolminkertainen, jos alueen saatavilla olevista lietelannoista 60 %, kuivista lannoista 50 % ja peltobiomassoista 20 % käytettäisiin biokaasun tuotantoon. Keski-Pohjanmaalla on tilaa 6–10 keskikokoiselle (10–20 GWh/v) tai 1–2 suurelle (50–120 GWh/v) biokaasulaitokselle.

2.3 Etelä-Pohjanmaa

Etelä-Pohjanmaalla on ruokajärjestelmään perustuva hub, sillä ruoka-ala tuottaa lähes 16 prosenttia maakunnan arvonlisäyksestä. Nurmon Bioenergian biokaasulaitos tuonee kesästä 2026 alkaen maakuntaan suuren mittakaavan nesteytetyn biokaasun (LBG) tuotantolaitoksen. Lisäksi raha-asiainvaliokunta on puoltanut 11,6 miljoonan euron tukea Kurikkaan nesteytetyn biometaanin laitostokoinaisuudelle. Edellä mainituissa paikoissa sijaitsevat Etelä-Pohjanmaan kaksi biokaasuhubia. Maakunnassa on yhdeksän biokaasulaitosta, suurimmaksi osaksi maatilakokoluokan laitoksia sekä yksi puhdistamolietteestä ja biojätteestä biokaasua ja maanparannusraetta tuottava laitos.

Etelä-Pohjanmaalla biometaanin teoreettinen tuotantopotentiaali 28-kertainen nykyiseen noin 43 GWh vuosituotantoon verrattuna. Biokaasun teknistaloudellinen tuotantopotentiaali on seitsenkertainen, jos alueen saatavilla olevista lietelannoista 60 %, kuivista lannoista 50 % ja peltobiomassoista 20 % käytettäisiin biokaasun tuotantoon. Nurmon laitoksen aloitettua toimintansa Etelä-Pohjanmaalla voisi olla tilaa 10–20 keskikokoiselle (10–20 GWh/v) tai 2–4 suurelle (50–120 GWh/v) biokaasulaitokselle.

2.4 Biokaasun päästövähennykset ja investointi- ja käyttökustannukset

Biokaasun päästövähennystulokset riippuvat täysin käytetyistä raaka-aineista. Lantahyvitys on keskeinen tekijä, joka voi merkittävästi pienentää biokaasulaitoksen laskennallisia päästöjä. Kun prosessissa käytetään lantaa, voi biokaasun tuotannon hiilijalanjälki olla jopa negatiivinen, kun lannan

hallitsemattomat metaanipäästöt estyvät. Mahdolliset peltobiomassojen keräilyn ja paalauksen aikaiset päästöt eivät sisälly laskentaan. Esimerkiksi: kun lannan osuus syötteistä on 93 %, päästövähennys maakaasun tai dieselin käyttöön verrattuna on 135 %. Jos syötteet ovat 100 % nurmibiomassoja, päästövähennys on 70 %.

Hankkeessa tehdyissä biokaasulaitosten investointi- ja käyttökustannusten vertailuissa havaittiin, että pienen kokoluokan tuotantolaitoksissa paineistus on nesteytystä energiatehokkaampi ratkaisu. Suuressa kokoluokassa nesteytys muodostuu halvemmaksi ratkaisuksi. Kustannukset laskettiin yhteensä kahdeksalle erilaiselle laitokselle: neljälle teollisen kokoluokan laitokselle (LBG-laitokset 50 ja 120 GWh sekä CBG-laitokset 65 ja 150 GWh vuodessa) sekä neljälle maatilakokoluokan laitokselle, joiden vuosituotannot olivat 0,24 GWh, 0,78 GWh, 2,8 GWh ja 7,5 GWh.

Pelkkää lantaa käyttävissä laitoksissa investointikustannus voi olla suurempi kuin laitoksissa, jotka hyödyntävät lannan lisäksi myös muita syötteitä, muun muassa tarvittavien suurempien reaktoritilavuuksien ja kasvavien mädätysjäätymismäärien vuoksi. Biokaasun nesteytys on tuotannollisesti vaativa erillinen prosessi, joten se aiheuttaa lisäkustannuksia laitosinvestointeihin ja käyttökustannuksiin. CBG:n kuljetuskustannukset taas muodostuvat pienemmän tiheyden vuoksi LBG:n kuljetusta kalliimmaksi.

2.5 Yhteistyön tuoma lisäarvo biokaasutoiminnassa

Alueellisella yhteistyöllä alihyödynnetty potentiaali saadaan valjastettua biokaasuntuotantoon. Yhteistyöllä saadaan käyttöön laajempi ja monipuolisempi raaka-ainepohja, mikä parantaa syötteiden saatavuutta ja toimitusvarmuutta. Laaja raaka-ainepohja mahdollistaa myös kuljetusreittien optimoinnin ja säästöt logistiikkakustannuksissa.

Lisäksi yhteistyö mahdollistaa laajempien laitosten rakentamisen, jolloin biokaasun tuotantokustannukset yksikköä kohti pienenevät. Yhteistyö myös vähentää yksittäisten toimijoiden taloudellista riskiä. Suuremmat, alueiden väliset biokaasulaitoshankkeet ovat usein myös houkuttelevampia sijoittajille ja ne voivat saada helpommin julkista rahoitusta.

Yhteistyöllä voidaan rakentaa vahvempia arvoketjuja ja luoda uusia liiketoimintamahdollisuuksia, esimerkiksi lannoitejalosteiden tuotannossa tai biogeenisen hiilidioksidin hyödyntämisessä, ja edistää näin alueellista talouskehitystä. Yhteistyö avaa ovia laajemmille markkinoille biokaasulle ja mädätteelle, mikä tasapainottaa kysyntää ja tarjontaa alueiden välillä.

Yhteistyö luo alustan parhaiden käytäntöjen, teknologisen osaamisen ja innovaatioiden jakamiselle. Tämä voi johtaa tehokkaampiin prosessointimenetelmiin ja uusiin sovelluksiin biokaasun hyödyntämisessä, edistäen koko alan kehitystä. Yhteistyössä toimivat maakunnat voivat tehokkaammin ajaa biokaasualan etuja kansallisella tasolla. Tämä voi johtaa suotuisampiin säädöksiin ja tukijärjestelmiin, jotka vauhdittavat alan kasvua.

3 Sidosryhmien tarpeet ja alustan odotukset

Biokaasun arvoketjun sidosryhmiä ovat biokaasun tuottajat, biokaasun käyttäjät, biokaasun jakelijat, raaka-aineiden toimittajat, kunnat sekä teknisiä ja operatiivisia palveluja tarjoavat yritykset. Näillä toimijoilla on yhteinen visio luoda entistä verkottuneempi, läpinäkyvämpi ja kestävämpi ekosysteemi. Tästä yhteisestä tavoitteesta huolimatta he kohtaavat useita taloudellisia, operatiivisia ja sääntelyyn liittyviä esteitä, jotka rajoittavat edelleen biokaasualan kasvua ja kilpailukykyä. Sidosryhmillä on vahva tarve lisätä markkinoiden vakautta ja parantaa taloudellista ennustettavuutta tulevaisuudessa.

Näiden näkökulmien ymmärtämiseksi paremmin järjestettiin sarja haastatteluja ja työpajoja. Keskusteluissa korostui, että biokaasu on tällä hetkellä fossiilisia polttoaineita kalliimpaa, mikä tekee siirtymästä uusiutuvaan energiaan erityisen haastavaa ilman selkeitä taloudellisia kannustimia tai pitkäaikaisia ostosopimuksia. Biokaasun tuottajat painottivat erityisesti vakaiden ja ennustettavien ostosopimusten merkitystä uusien laitosten ja teknologioiden edellyttämien korkeiden pääomasijoitusten perustelemiseksi. Teolliset biokaasun käyttäjät puolestaan toivoivat läpinäkyviä ja kilpailukykyisiä hinnoittelurakenteita, joiden avulla he voisivat suunnitella ja hallita energiaportfolioitaan tehokkaammin.

Hinnoittelun lisäksi toisena suurena huolenaiheena nousivat esiin operatiiviset haasteet, erityisesti logistiikkaan, varastointiin ja skaalautuvuuteen liittyvät kysymykset. Monet biokaasun tuottajat ja jakelijat toimivat hajanaisissa alueellisissa järjestelmissä, joilta puuttuu riittävä kaasun jakelu- ja kuljetusinfrastruktuuri. Tämä on erityisen haastavaa nesteytetyn biokaasun (LBG) osalta, joka soveltuu paremmin teolliseen käyttöön ja pitkän matkan kuljetukseen kuin paineistettu biokaasu (CBG). Putkistojen ja riittävän varastointikapasiteetin puute nostaa kustannuksia ja rajoittaa suurkuluttajien pääsyä markkinoille. Sidosryhmät korostivat siksi kiireellistä tarvetta koordinoitulle logistiikkaverkostolle, joka tehostaisi biokaasun ja sen sivutuotteiden kuljetusta, parantaen sekä taloudellista kannattavuutta että toiminnan tehokkuutta.

Hinnoittelun ja operatiivisten haasteiden ohella keskeinen kysymys on raaka-aineiden saatavuus ja tasalaatuisuus. Tuottajat tunnistivat raaka-aineiden saatavuuden merkittäväksi tuotannon luotettavuuteen vaikuttavaksi tekijäksi ja ilmaisivat kiinnostuksensa yhteistyömalleihin, jotka tukisivat

syötteen keräystä ja toimitusketjun hallintaa. Tällainen yhteistyö voisi vähentää kausivaihteluihin ja biomassan kilpaileviin käyttötarkoituksiin liittyviä riskejä. Samalla biokaasun käyttäjät ja kuntien edustajat korostivat kaasun tasalaatuisuuden ylläpitämisen tärkeyttä. Tätä tukevat standardoidut testaus- ja sertifiointiprosessit, jotka varmistavat teollisten vaatimusten ja turvallisuusstandardien noudattamisen.

Säätelyyn ja hallintoon liittyvät kysymykset vaikuttavat myös ratkaisevasti sidosryhmien odotuksiin. Monet osallistujat kuvailivat energiapolitiikan ja sääntelykehityksen ennakoimattomuutta sekä kansallisella että EU-tasolla merkittävänä esteenä investoinneille ja toiminnan laajentumiselle. Toistuvat politiikkamuutokset, epäselvät verokannustimet ja monimutkaiset lupamenettelyt ovat heikentäneet luottamusta pitkäjänteiseen hankkeiden kehittämiseen. Näiden haasteiden ratkaisemiseksi sidosryhmät peräänkuuluttivat johdonmukaista ja vakaata poliittista tukea, selkeitä kestävyyskriteerejä ja yksinkertaistettuja lupamenettelyjä biokaasun tuotanto- ja varastointilaitoksille. Lisäksi he ilmaisivat tukensa yhteistyöhön perustuville hallintomalleille, joissa julkiset ja yksityiset toimijat jakavat vastuun strategisesta suunnittelusta ja valvonnasta. Päätöksenteon läpinäkyvyys ja puolueettomuus nähtiin olennaisina tekijöinä luottamuksen rakentamisessa biokaasuekosysteemissä.

Taloudellisten ja poliittisten huolenaiheiden ohella ympäristö- ja sosiaaliset ulottuvuudet ovat yhtä tärkeitä. Sidosryhmät ilmaisivat johdonmukaisesti vahvan sitoutumisensa kestävyiden ja kiertotalouden periaatteisiin. He korostivat biokaasun potentiaalia jätteiden vähentämisessä, hiilen sidonnassa ja ravinteiden kierrätyksessä hyödyntämällä mädätysjäännöstä lannoitteena. Kunnat ja alueviranomaiset näkivät biokaasun paitsi energialähteenä myös strategisena välineenä paikallisten hiilidioksidipäästöjen vähentämistavoitteiden saavuttamisessa ja resurssitehokkuuden parantamisessa. Monet osallistujat tunnistivat myös mahdollisuudet integroida biokaasu uusiin teknologioihin, kuten vedyn tuotantoon ja hiilidioksidin talteenottoon ja hyödyntämiseen. Nämä synergiat voisivat vahvistaa sektorien välisiä yhteyksiä, luoda uusia tulovirtoja ja parantaa uusiutuvan energian markkinoiden kokonaisresilienssiä.

Vastauksena näihin moninaiisiin tarpeisiin sidosryhmät alkoivat ideoida kattavaa digitaalista alustaa, joka toimisi biokaasuekosysteemin keskeisenä solmukohtana. Keskitetty mekanismi voisi yhdistää markkinaosapuolet ja parantaa tiedon saatavuutta. He visioivat yhteistä alustaa, joka tarjoaisi

reaaliaikaista tietoa tarjonnasta, kysynnästä ja hinnoittelusta, mahdollistaen älykkäämmät strategiset päätökset ja kestäväen liiketoiminnan kasvun. Alusta toimisi läpinäkyvänä markkinapaikkana, jossa tuottajat, kuluttajat ja palveluntarjoajat voisivat verkostoitua, neuvotella ja tehdä kauppaa tehokkaasti. Se tarjoaisi reaaliaikaista tietoa tuotantomääristä, kaasun laadusta ja hiilijalanjäljestä, mikä tukisi päätöksentekoa ja logistiikan optimointia. Kehittyneet data-analytiikka- ja ennustetyökalut auttaisivat ennakoimaan tarjonnan ja kysynnän trendejä, tukemaan investointisuunnittelua ja parantamaan energiankulun hallintaa. Karttatyökalut ja paikkatietopalvelut helpottaisivat lähellä olevien tuottajien, jakelijoiden ja tankkauspisteiden löytämistä, mikä parantaisi saavutettavuutta ja koordinoitua.

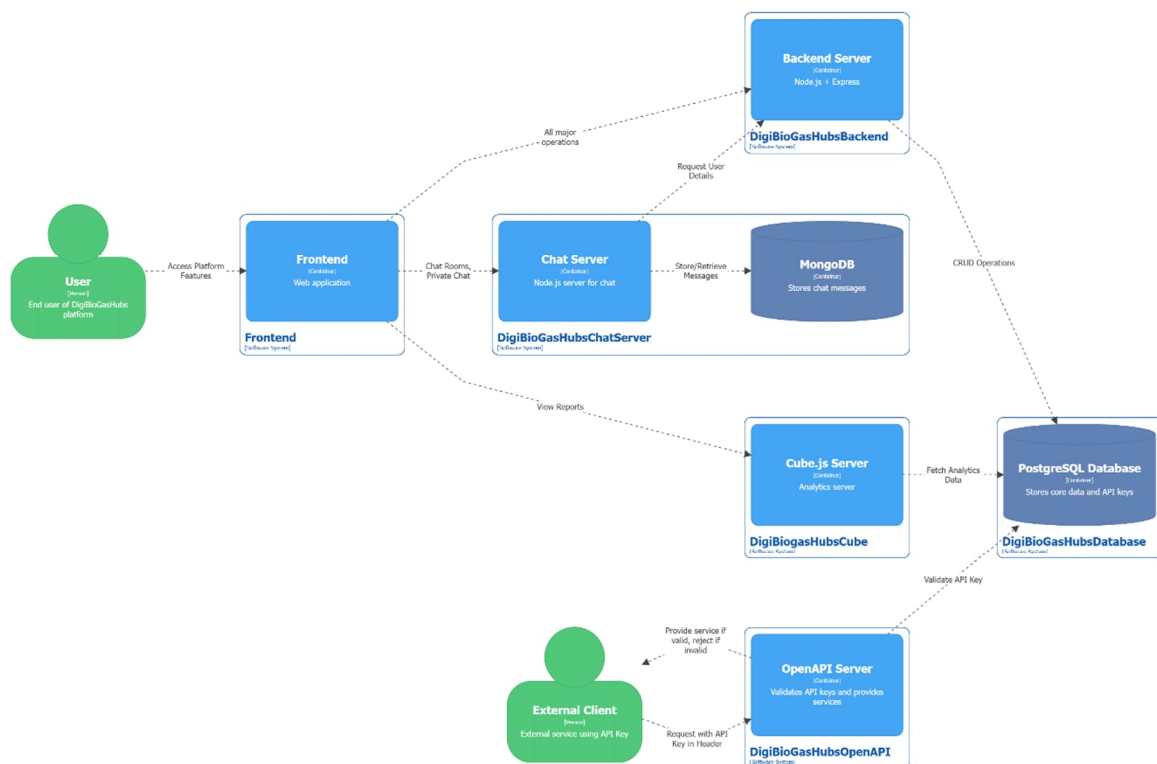
Sidosryhmät antoivat arvoa myös sellaisten sääntelyä ja vaatimuksenmukaisuutta tukevien työkalujen sisällyttämiselle, jotka yksinkertaistavat raportointivelvollisuuksia, seuraavat kestävyysmittareita ja varmistavat ympäristöstandardien noudattamisen. Alustan perustan muodostavat luottamus, selkeä hallintomalli ja helppo saavutettavuus. Osallistujat vaativat riippumatonta ja puolueetonta hallintorakennetta, joka takaisi läpinäkyvyyden, oikeudenmukaisuuden ja jatkuvuuden. He korostivat myös, että alustan tulisi olla käyttäjäystävällinen ja turvallinen, palvellen eritasoisia teknisiä valmiuksia omaavia käyttäjiä – suurista teollisuusyrityksistä pienviljelijöihin. Vahvat kyberturvallisuus- ja tietosuojatoimenpiteet katsottiin välttämättöminä liiketoimintaan ja operatiivisiin tietoihin liittyvien arkaluonteisten tietojen suojaamiseksi.

Ydintoimintojensa lisäksi sidosryhmät näkivät alustan tietopankkina ja resurssikeskuksena. Se voisi tarjota pääsyn oppimateriaaleihin, parhaisiin käytäntöihin, taloussuunnittelun työkaluihin ja kustannussimulaattoreihin, jotka tukevat oppimista ja tietoon perustuvaa osallistumista ekosysteemissä.

Lopulta muodostui yhteinen visio digitaalisesta biokaasuekosysteemistä, joka perustuu yhteistyöhön, läpinäkyvyyteen ja kestävyys. Sidosryhmät näkevät alustan keskeisenä keinona yhdistää alueellisesti hajanaiset toimijat, vähentää tehottomuutta ja vauhdittaa siirtymää kohti uusiutuvaa energiaa. Parantamalla tietojen saatavuutta, edistämällä kumppanuuksia ja mahdollistamalla ennakoitavat ja läpinäkyvät transaktiot hahmoteltu digitaalinen alusta vahvistaisi kaikkien osapuolten – mukaan lukien biokaasun tuottajat, käyttäjät, päätöksentekijät ja yhteisöt – toimintaedellytyksiä ja edistäisi entistä kestävämmän, kilpailukykyisemmän ja joustavamman biokaasualan kehitystä.

4 Digitaalinen alusta biokaasuyhteistyölle

Hankkeessa kehitetyn digitaalisen alustan suunnittelu käynnistettiin laatimalla vaatimusmäärittely sen toiminnallisuuksista eri sidosryhmien näkökulmista sekä kartoittamalla olemassa olevien alustojen ominaisuuksia ja käyttäjämääriä. Kartoituksen perusteella havaittiin, että Euroopasta löytyy joitakin samankaltaisia alustoja, mutta niiden käyttäjämäärät vaikuttivat vähäisiltä myynti-ilmoitusten perusteella. Toiminnallisuuksiltaan ne olivat pääosin joko markkinapaikkoja tai verkostoja. Vaatimusmäärittelyssä hyödynnettiin monipuolisesti eri lähestymistapoja, kuten sidosryhmätyöpajoja, olemassa olevien alustojen vertailua sekä käyttäjätarinoita, joiden avulla hahmotettiin eri käyttäjäryhmien tarpeita ja odotuksia.



Kuva 1. DigiBiogasHubs alustan rakenne (Acharya, 2025).

Alustan kehittäminen eteni aiemmin tehdyn vaatimusmäärittelyn pohjalta, ja kehitystyö käynnistettiin käyttöliittymän suunnittelulla. Alusta rakentuu viidestä eri osasta (Kuva 1.): käyttöliittymä,

palvelin, avoin rajapinta, verkostointipalvelin ja analytiikkatyökalu. Nämä osat voivat toimia joko samalla palvelimella tai hajautettuna useille palvelimille. Kehityksessä huomioitiin myös määritellyt liiketoimintamallit, joita voidaan toteuttaa alustalla, ja Stripe-maksupalvelu integroitiin alustalle jo kehitysvaiheessa maksupalveluita varten.

4.1 Alustan konsepti

Vaatimusmäärittelyn perusteella alustalle kehitettiin konsepti, jossa sidosryhmien toiveita otettiin kattavasti huomioon. Näiden toiveiden mukaisesti toteutettiin alustan keskeiset perustoiminnallisuudet, kuten markkinapaikka, karttanäkymä ja verkostoitumistyökalut. Kehitystyössä huomioitiin myös ylläpidon tarvitsemat työkalut sekä teknologiavalinnat, jotka mahdollistavat jatkokehityksen ja esimerkiksi natiivien mobiilisovellusten luomisen alustasta.

Alustalle voi rekisteröityä vapaasti, mutta yritystilien vahvistaminen edellyttää ylläpitäjän hyväksyntää. Käyttäjällä tulee olla vahvistettu yritys ennen tarjousten tekemistä, mikä parantaa alustan turvallisuutta ja pienentää väärinkäytösten riskiä. Ylläpitäjällä on lisäksi mahdollisuus määritellä, millaisia tuotteita ja palveluita alustalla voidaan myydä, mikä mahdollistaa sen hyödyntämisen myös muissa tarkoituksissa kuin pelkästään biokaasuekosysteemeissä.

Markkinapaikka ja karttanäkymä mahdollistavat tarjonnan löytymisen joko listalta tai kartalta. Alustalla käyttäjät voivat tarjota, pyytää tai myydä palveluita. Yritykset voivat myös halutessaan lisätä sijaintinsa, jolloin ne näkyvät myös karttanäkymässä. Logistiikka on huomioitu siten, että käyttäjät voivat ostohetkellä lähettää tarjouspyynnön alustaan rekisteröityneille logistiikkayrityksille.

Verkostoitumistyökalussa ylläpitäjä voi luoda käyttäjille keskusteluhuoneita tiettyjen aiheiden ympärille ja moderoida näitä keskusteluja. Käyttäjät voivat myös lähettää toisilleen yksityisviestejä, joista ilmoitetaan niin alustalla ollessa kuin sähköpostitse kirjautumattomuuden aikana. Lisäksi ylläpitäjä voi julkaista artikkeleita, jotka ovat käyttäjien nähtävissä alustalla.

Avoin rajapinta mahdollistaa datan keräämisen alustalle sekä erilaisten integraatioiden toteuttamisen tulevaisuudessa. Turvallisuutta rajapinnalle toteutettiin siten, että käyttäjän tulee rekisteröitymisen jälkeen luoda itselleen rajapinta-avain, jonka avulla dataa voidaan lähettää rajapintaan.

Integraatioita testattiin hankkeen aikana yhteistyössä Kaustisen Seutukunnan Biokaasuklinikka -hankkeen kanssa, jossa kehitettiin tekoälychatbottia. Chatbotille syötettiin yli 65 000 sivua lähdemateriaaleja, ja tätä integraatiota testattiin kehitysvaiheessa onnistuneesti. Muiden mahdollisten integraatioiden toteutuksesta keskusteltiin myös kehityksen aikana, mutta niitä ei vielä toteutettu.

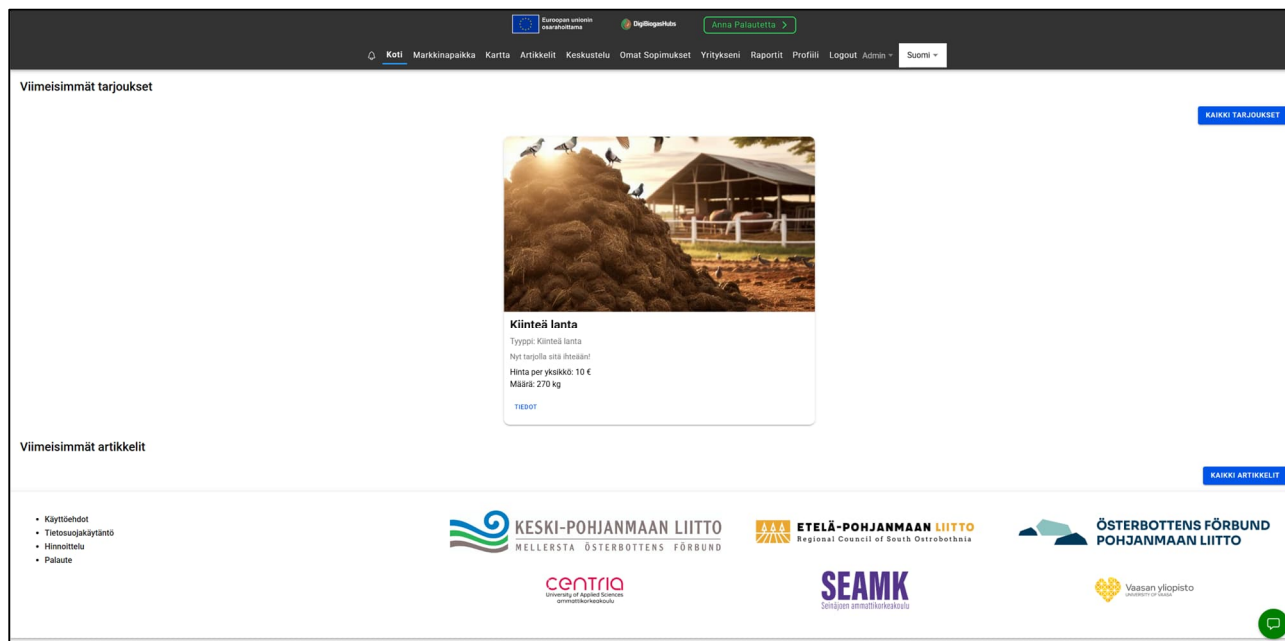
Alusta julkaistiin GitHub-palvelussa avoimena lähdekoodina MIT-lisenssillä, mikä mahdollistaa myös kaupallisen käytön. Lähdekoodin mukana on saatavilla alustan kattava dokumentaatio, joka sisältää ohjeet sekä käyttäjille että ylläpitäjille. Tämä mahdollistaa sen, että kuka tahansa voi ottaa alustan jatkokehittäväksi.

4.2 Pilotointi

Alustaa pilotoitiin projektin sidosryhmien kanssa järjestämällä työpajoja, joissa osallistujat pystyivät antamaan suoraa palautetta alustan ominaisuuksista ja käytettävyydestä. Työpajoista saatiin runsaasti hyödyllistä palautetta ja useita jatkokehitysideoita. Monet kehitysehdotukset liittyivät siihen, miten alusta soveltuu erilaisten toimijoiden käyttöön. Esimerkiksi jätteitä vastaanottaville biokaasulaitoksille tarvitaan erityisiä toiminnallisuuksia, jotka poikkeavat muiden biokaasulaitosten tarpeista.

Pilotoinnin aikana logistiikkapalveluiden käyttöä yksinkertaistettiin siten, että kuljetustarjouspyynnöt voidaan lähettää suoraan alustalta. Logistiikkayritykset rekisteröityvät alustalle, ja kaikki tuotteiden ostamiseen liittyvät tarjouspyynnöt välittyvät heille automaattisesti. Tämä järjestely sujuvoitti prosessia ja paransi alustan käytettävyyttä.

Alustan pilottiversio julkaistiin myös avoimesti internetissä osoitteessa biokaasuhubi.fi (Kuva 2.), mikä mahdollisti laajemman testaamisen ja näkyvyyden. Pilotti herätti runsaasti mielenkiintoa, ja useat yritykset ottivat yhteyttä ilmaisemalla kiinnostuksensa alustan kehityksen jatkamiseen.



Kuva 2. Ruudunkaappaus alustasta (Hietala, 2025).

Pilotoinnin tulokset osoittivat, että alusta vastaa sidosryhmien perustoiveisiin ja tarjoaa toimivan pohjan digitaalisen ekosysteemin rakentamiselle. Samalla pilotointi paljasti, että alustalla on vielä kehitettävää erityisvaatimusten osalta eri toimijaryhmille. Kokonaisuudessaan pilotointi tarjosi arvokasta tietoa alustan vahvuuksista, kehityskohteista ja mahdollisuuksista jatkaa sen laajentamista monipuolisemmaksi työkaluksi biokaasuekosysteemissä.

5 Sääntelyrajat ja politiikkakehys biokaasusektorin muovaajina

Biokaasuliiketoiminnan kehitystä ohjaavat monitasoiset oikeudelliset ja poliittiset reunaehdot, jotka vaikuttavat tuotannon, jakelun ja investointien toteuttamiseen. DigiBiogasHubs-hankkeen yhtenä tavoitteena oli tarkastella biokaasuliiketoiminnan sääntely- ja politiikkaympäristöä kokonaisvaltaisesti, tunnistuen keskeiset esteet ja mahdollisuudet, jotka vaikuttavat digitaalisen verkkoalustan hyödyntämiseen sekä alan kestäväan kasvuun. Työn perustana toimivat kaksi osaraporttia: Biokaasuliiketoiminnan oikeudelliset reunaehdot ja Poliitiikkakatsaus. Nämä analyysit muodostavat yhdessä kokonaiskuvan siitä, miten monitasoinen sääntely- ja politiikkakehys muovaa biokaasusektorin toimintaa EU:n, kansallisella ja paikallisella tasolla.

Tarkastelut osoittivat, että biokaasulla on merkittävä rooli siirtymävaiheen energiaratkaisuna kohti vähähiilistä ja resurssitehokasta yhteiskuntaa, mutta sen potentiaalin hyödyntäminen edellyttää johdonmukaisempaa sääntelyä, ennakoitavaa politiikkaa ja vahvempaa alueellista yhteistyötä.

5.1 Biokaasuliiketoiminnan oikeudelliset reunaehdot

Biokaasuliiketoiminnan oikeudellinen toimintaympäristö rakentuu EU:n direktiiveistä, kansallisesta lainsäädännöstä ja paikallisista viranomaiskäytännöistä. Hankkeessa tarkasteltiin näiden sääntelykehysten asettamia reunaehtoja, kuten markkinaehtoisuutta, syrjimättömyyttä, tiedonhallintaa ja kestävän biokaasun sääntelyä, jotta digitaalinen alusta voisi tehokkaasti tukea biokaasumarkkinoiden kasvua. Analyysissä huomioitiin myös EU:n ilmastotavoitteiden vaikutus biokaasuliiketoiminnan kehitykseen. Tämä oikeudellinen kehikko ei toimi vain rajoitteena tai valvonnan välineenä, vaan se voi toimia myös biokaasun kasvun ja biokaasualan kehittämisen mahdollistajana.

EU:n uusiutuvan energian päivitetty direktiivi RED III nostaa uusiutuvan energian osuuden tavoitteeksi 42,5 % EU:n loppukulutuksesta vuoteen 2030 mennessä. Suomessa uusiutuvan energian osuus ylittää jo 50 % ja maakohtainen päästövähennys on 60 %. Tämä luo vahvan perustan, jossa EU-tason tavoitteet ja kansallinen edistys tukevat toisiaan.

EU:n RED II- ja RED III-direktiivit asettavat biokaasulle myös tiukat kestävyyskriteerit. Biokaasua ei saa tuottaa raaka-aineista, jotka on hankittu biologisesti monimuotoisilta alueilta tai alueilta, joilla on korkea hiilivarasto. Lisäksi ruoka- ja rehupohjaisten raaka-aineiden käyttöä rajoitetaan. Kestävyys osoitetaan EU:n hyväksymillä vapaaehtoisilla järjestelmillä tai kansallisella kestävyysjärjestelmällä. Sertifiointi ja auditointi varmistavat toiminnan läpinäkyvyyden ja luotettavuuden, osoittavat, että raaka-aineet ja tuotantoprosessit täyttävät EU:n kriteerit ja tukevat vastuullista energiantuotantoa. Biokaasun on myös osoitettava merkittävä kasvihuonekaasupäästöjen vähennys fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna. Liikennekäytössä uusiutuvien polttoaineiden tulee vähentää päästöjä vähintään 65 %, ja sähkön sekä lämmön tuotannossa tavoite on tätä korkeampi. Näiden tavoitteiden täyttämisen vahvistaa biokaasun asemaa osana kestävästä energiamurrosta.

Suomen lainsäädäntö täydentää EU-sääntelyä kansallisella tasolla määrittämällä tarkemmin toiminnan reunaehdot. Jätelaki ohjaa biojätteen hyödyntämistä materiaalina ja edistää biokaasun tuotantoa, kun taas ilmastolaki sitouttaa Suomen hiilineutraaliustavoitteeseen vuoteen 2035 mennessä ja velvoittaa viranomaiset suunnittelemaan sekä raporttoimaan ilmastotoimistaan. Laki liikenteen ajoneuvo- ja liikennepalveluhankintojen energiatehokkuudesta lisää vaihtoehtoisten käyttövoimien osuutta liikenteessä ja tukee biokaasun käyttöä osana vähäpäästöistä liikennejärjestelmää. Myös eläinperäisten sivutuotteiden käsittelyä koskeva sääntely vaikuttaa suoraan biokaasulaitosten toimintaan, sillä se edellyttää kirjallista omaevalvontasuunnitelmaa riskien arviointiin perustuen. Nämä lait muodostavat yhdessä viitekehyksen, jossa biokaasualan toiminta, kestävyys ja innovaatiot kytkeytyvät kansallisiin ilmasto- ja energiatavoitteisiin.

EU:n kilpailuoikeus ja valtiontukisäännöt ovat keskeisiä erityisesti, kun julkiset toimijat osallistuvat investointeihin. Valtiontuen on oltava markkinoita vääristämätöntä ja läpinäkyvää, sillä tuet ja investoinnit voivat merkittävästi vaikuttaa markkinoiden tasapainoon. Sääntelyn tavoitteena on varmistaa reilu kilpailu tunnistamalla ja ehkäisemällä määräävän markkina-aseman väärinkäyttö sekä estämällä syrjivä hinnoittelu, joka voisi rajoittaa uusien toimijoiden pääsyä markkinoille.

DigiBiogasHubs-hankkeen digitaalisen verkkoalustan keskiössä ovat avoimuus, yhteistyö ja syrjimättömyys, jotka takaavat reilun ja läpinäkyvän toimintaympäristön kaikille osapuolille. Alustan rakenteiden ja käytännön toiminnan on edistettävä reilua kilpailua, ja yhteistyötä tukevat sopimusmallit

tulee laatia kilpailulainsäädännön mukaisesti. Näitä voidaan täydentää käytäntesäännöillä, jotka vahvistavat läpinäkyvyyttä, syrjimättömyyttä ja markkinaehtoisuutta. Kaikkien alustalla toimivien on noudatettava EU:n direktiivejä ja kansallisia säädöksiä, mikä varmistaa tasapuolisen kilpailuympäristön, lisää luottamusta ja tukee biokaasualan kestävä kehitystä. Lisäksi alustaa ylläpidettäessä on tärkeää valvoa, että kaikki toimijat täyttävät toiminnalle asetetut oikeudelliset vaatimukset.

Digitaalisen alustatalouden keskeisiä kysymyksiä ovat tietosuoja ja datan hallinta. EU:n yleinen tietosuoja-asetus (GDPR) ja tietohallintoasetus (EU 2022/868) asettavat vaatimuksia henkilötietojen käsittelylle ja tiedon jakamiselle. Alustan on varmistettava käyttäjien yksityisyyden suojaaminen ja tiedon jakaminen läpinäkyvästi ja kestävällä tavalla. Tietosuojan toteutuminen vahvistaa luottamusta ja varmistaa, että alustan toiminta perustuu sekä eettisesti että oikeudellisesti kestäväan pohjaan.

Lopuksi analyysissä korostettiin tarvetta luoda yhteisiä toimintaperiaatteita ja eettisiä ohjeistuksia, jotka tukevat vastuullista ja lainmukaista toimintaa. Lisäksi ehdotettiin informaatiopalvelun perustamista, joka tarjoaisi ajantasaista tietoa sääntelymuutoksista ja tukisi toimijoita erityisesti lainsäädännön, verotuksen ja kestävyiden kysymyksissä.

5.2 Poliittikkakatsaus

Poliittikkakehys määrittää pitkälti sen, miten oikeudellinen sääntely toteutuu käytännössä. Di-giBiogasHubs-hankkeen poliittikkakatsaus selvitti biokaasun asemaa eri hallinnon tasoilla ja tunnisti keskeiset haasteet, jotka estävät alan potentiaalin täyden hyödyntämisen. Tarkastelun pohjalta havaittiin, että biokaasun sääntely- ja poliittikkakehykset ovat monitasoisia ja osin ristiriitaisia. Biokaasulla on kuitenkin merkittävä potentiaali toimia siirtymävaiheen ratkaisuna kohti vähähiilistä energiajärjestelmää, erityisesti maataloudessa, liikenteessä ja hajautetussa energiantuotannossa. Nykyinen sääntely- ja poliittikkakehys ei kuitenkaan vielä mahdollista tämän potentiaalin täysimääräistä hyödyntämistä. Sääntelyhaasteet ulottuvat EU:n strategisista linjauksista kansalliseen lainsäädäntöön ja paikallisiin lupaprosesseihin. Vaikka kontekstit vaihtelevat, perusongelmat ovat samankaltaisia: sääntely on hidasta, teknologiapainotteista ja osin ristiriitaista.

EU-tasolla biokaasun asemaa rajoittavat haasteet liittyvät teknologianeutraalisuuden puutteeseen ja sektoroituun lähestymistapaan. Strategiset painotukset, kuten vedyn ja sähköistämisen korostaminen, heijastavat suurten jäsenmaiden intressejä ja jättävät biokaasun osin marginaaliin, vaikka se voisi tarjota kustannustehokkaita ja nopeasti käyttöönotettavia ratkaisuja erityisesti raskaassa liikenteessä ja maaseutualueilla. Lisäksi EU:n sääntelykehikko ei riittävästi huomioi jäsenvaltioiden erityispiirteitä, kuten Suomen hajautettua tuotantomallia. Tarvitaan integroitua, tasapainoista uusiutuvan energian strategiaa, jossa biokaasu tunnistetaan osaksi sekä ilmasto- että maatalouspolitiikkaa. Lisäksi tulisi vahvistaa teknologianeutraalia sääntelyä, joka kohtelee eri uusiutuvia energiamuotoja tasapuolisesti ja mahdollistaa monipuolisen energiasiirtymän.

Kansallisella tasolla biokaasun sääntely on edennyt hitaasti, ja tuki- ja veropolitiikka on ollut osin epä johdonmukaista. Poliittinen vaihtelu ja sektorikohtainen lähestymistapa lisäävät investointien epävarmuutta, sillä tukien epäselvyys ja lyhytjänteisyys vaikeuttavat investointien toteuttamista. Biokaasun verokohtelua on pidetty liian raskaana suhteessa alan kehittämistavoitteisiin, ja konkreettiset toimet ovat usein vähäisiä, vaikka biokaasu mainitaan useissa strategioissa ja hallitusohjelmissa. Alan kehittäminen edellyttää pitkäjänteistä ja ennakoitavaa tukikehikkoa sekä lainsäädäntöä, joka tukee hajautettua ja alueellista tuotantoa ja kannustaa uusiin investointeihin.

Paikallisella tasolla biokaasualan haasteet liittyvät monitasoiseen sääntelyyn, luvitusprosessien monimutkaisuuteen, tiedon hajanaisuuteen, infrastruktuurin puutteisiin ja asiantuntijapalveluiden saatavuuteen. Toiminta on kuitenkin menestynyt alueilla, joissa yhteistyö, ekosysteemiajattelu ja yhteisöohjautuva kehittäminen ovat keskiössä. Esimerkiksi Etelä-Pohjanmaalla ja Pohjanmaalla on syntynyt toimivia biokaasuhubeja, joissa tuotanto perustuu paikallisiin resursseihin ja yhteiseen organisointiin. Alueelliset erot ovat kuitenkin merkittäviä, mikä korostaa tarvetta vahvistaa paikallisia tukirakenteita, osaamista ja verkostomaista yhteistyötä. DigiBiogasHubs-hanke vastaa näihin tarpeisiin tarjoamalla alustan tiedon jakamiseen, osaamisen vahvistamiseen ja paikallisten toimijoiden yhteistyörakenteiden rakentamiseen.

Taulukko 1. Biokaasun sääntelyhaasteet ja suositukset eri hallinnon tasoilla (Rosendahl, 2025).

Taso	Sääntelyhaasteet	Keskeinen syy	Vaikutus	Policy-suositukset
EU	Sektoroituminen, teknologianeutraaliuden puute	Strateginen viinoma, suuret jäsenmaat painottuvat	Biokaasun asema jää epäselväksi	Integroitu ja tasapainoinen uusiutuvan energian strategia, biokaasun aseman vahvistaminen ilmasto- ja maatalouspolitiikassa
Kansallinen	Lainsäädännön hitaus, epäjohtonmukainen tuki- ja veropolitiikka	Poliittinen vaihtelu, sektorikohtainen lähestymistapa	Investointien epävarmuus, epäselvä kannattavuus	Pitkäjänteinen ja ennakoitava tukikehikko, lainsäädännön päivitys tukemaan hajautettua tuotantoa
Paikallinen	Investointien riski, osaamisen hajanaisuus, infrastruktuurin puutteet, monitasoinen sääntely, luvituksen monimutkaisuus	Tiedon hajanaisuus, resurssipula	Hidastunut käyttöönotto, alueellinen epätaisuus	Alueelliset energiahubit, osaamisen kehittäminen, paikallisten toimijoiden verkostoituminen ja yhteistyörakenteet

Biokaasualan kehittäminen edellyttää johtonmukaista ja monitasoista politiikkaa. Jokaisella hallinnon tasolla on omat haasteensa, mutta myös mahdollisuutensa vaikuttaa alan kasvuun ja kestävyys-teen. Siksi biokaasupolitiikkaa tulee tarkastella samanaikaisesti EU:n, kansallisen ja paikallisen tason kautta – kunkin tason vastuut ja mahdollisuudet huomioon ottaen.

5.3 Yhteenveto

Analyysit osoittivat, että biokaasuliiketoiminnan kehittäminen edellyttää sekä oikeudellista selkeyttä että poliittista johtonmukaisuutta. Oikeudellinen kehikko voi parhaimmillaan toimia mahdollistajana, kunhan se tukee markkinaehtoista, syrjimätöntä ja kestävää toimintaa. Digitaalisen verkkoalustan menestys riippuu siitä, että kaikki toimijat voivat osallistua tasavertaisesti ja että alustan rakenteet edistävät kilpailua, yhteistyötä ja tiedon jakamista.

Politiikkakehys puolestaan kaipaa selkeyttämistä ja pitkäjänteisyyttä. Biokaasun asema energiapolitiikassa on edelleen epäselvä, ja sen potentiaali jää osin hyödyntämättä. Tarvitaan strategista ohjausta, joka tunnistaa biokaasun roolin osana monimuotoista ja alueellisesti hajautettua energijärjestelmää.

DigiBiogasHubs-hankkeen analyysit tarjoavat konkreettisia suosituksia ja viitekehyksiä, joiden avulla voidaan tukea biokaasualan kestävästä kasvusta ja edistää siirtymää kohti vähähiilistä ja resurssitehokasta energiajärjestelmää. Vahvistamalla monitasoista sääntely- ja politiikkaympäristöä voidaan edistää alan kasvua, lisätä investointivarmuutta ja vauhdittaa siirtymää kohti vähähiilistä, resurssitehokasta ja digitaalista energiajärjestelmää.

6 Prosessimalli biokaasuhubin kehittämiseksi

Biokaasuhubien kehittämisen prosessimalli kuvaa vaihe vaiheelta, miten saadaan aikaan biokaasukeskittymä. Työkalun tarkoitus on auttaa biokaasuekosysteemiin liittyviä toimijoita hahmottamaan ketju, jolla keskittymä syntyy ja mitä kaikkea sen aikaansaamiseksi vaaditaan. Biokaasuhubilla tarkoitetaan keskittymää, eli alueellista verkostoa, jossa useat toimijat tuottavat, jalostavat ja hyödyntävät biokaasua sekä sen sivuvirtoja yhdessä. Käytännössä se voi tarkoittaa yhtä tai useampaa biokaasulaitosta sekä yritysten ja syötteiden omistajien muodostamaa yhteistyöverkostoa, jossa osa toimijoista toimittaa syötteitä, osa hyödyntää biokaasua energiana tai polttoaineena ja osa käyttää mädätysjäännöstä.

Prosessimalli on jaoteltu kymmeneen vaiheeseen, jotka ovat:

1. Biomassat ja niiden metaanintuottopotentiaali

Biokaasukeskittymän muodostuminen edellyttää riittävää ja jatkuvaa syötetarjontaa alueella. Tarkka mitoitus edellyttää alueellista syötetarjonnan kartoitusta ja potentiaalilaskelmia. Tarvittava syötemäärä riippuu syötteiden laadusta, laitoksen kokoluokasta sekä mädätysprosessin tehokkuudesta. Esiselvitysvaiheessa hyödyllinen työkalu on Luonnonvarakeskuksen Biomassa-Atlas. Syötteiden metaanipotentiaalin arvioinnissa keskeisenä työkaluna toimii Luonnonvarakeskuksen Biokaasulaskuri. Tuotantolaitoksen lopullisen sijainnin määrittelyssä voi olla tarpeen hyödyntää lisäksi tarkempia GIS-analyysijä maatilojen sijainnista ja eläinmääristä ja kuljetusreiteistä. Lisäksi täytyy selvittää syötetoimittajien kiinnostus ja sitoutuminen.

2. Biokaasun ja mädätysjäännöksen käyttökohteiden selvitys

Biokaasulaitoksen suunnittelussa on tunnettava potentiaaliset biokaasun käyttökohteet ja niiden energiankulutus. Tämä mahdollistaa tuotannon mitoittamisen todelliseen kysyntään ja parantaa laitoksen taloudellista kannattavuutta. Biokaasu soveltuu fossiilisista polttoaineista ainoastaan maa-kaasun korvaajaksi ilman muutostöitä tai investointeja. Jalostamaton, mutta puhdistettu raakabiokaasu soveltuu käytettäväksi biokaasulaitoksen sisällä lämpökattilassa ja CHP-laitoksen polttomootorissa. Kun biokaasu jalostetaan puhtaaksi metaaniksi (paineistettu tai nesteytetty), sen

käyttömahdollisuudet laajenevat. Lisäksi on selvitettävä mädätysjäännöksen hyödyntäminen eli potentiaaliset käyttäjät, logistiikka, lainsäädännölliset vaatimukset ja mahdolliset sertifioinnit.

3. Tarvittavat luvat biokaasuntuotannon aloittamiseksi

Tarvitaan kaavoitus- ja rakennuslupa, ympäristövaikutusten arviointimenettely eli lyhyemmin YVA, luonnonsuojelu- ja vesiluvat, ympäristölupa, sivutuote- ja lannoiteluvat ja mahdollinen kemikaaliturvallisuuslupa.

4. Tarvittavat sopimukset sekä niiden sisältö ja laatiminen

Aiesopimus sitouttaa osapuolet alustavasti, mutta se ei ole sitova. Siinä määritellään muun muassa tavoitteet ja neuvottelu aikataulu, alustavasti toimitettavat syötemäärät ja -laadut sekä kustannuksista vastaaminen. Varsinainen syötetoimitussopimus on sitova. Siinä määritellään syötteen tyyppi, määrä, laatu, hinta, mädätteen omistajuus ja käsittely, sopimuksen kesto ja päivitykset, logistiikka ja aikataulut, korvausmalli sekä osapuolten oikeudet ja velvollisuudet mädätteen suhteen.

5. Investointi- ja käyttökustannusten arviointi

Investointikustannusten määrittämiseksi tarvitaan biokaasulaitoksen konseptisuunnittelu. Tässä vaiheessa selvitetään esimerkiksi käytettävien syötteiden määrä, tuotettavan biokaasun määrä ja se, jalostetaanko kaasu paineistettuun vai nesteytettyyn biometaaniin. Arvioita biokaasulaitosten investointikustannuksista on saatavilla kaiken kokoisille laitoksille Suomen biokierto ja biokaasu ry:n tilastoista, johon listataan vireillä olevia laitoshankkeita. Käyttökustannuksissa esiselitysvaiheen käyttökustannuksien arviointi perustuu muiden laitosten tietojen sekä teoreettisen energiankulutuksen arviointiin. Maatalouskokoluokan laitoksien investointi- ja käyttökustannuksia voidaan arvioida Luonnonvarakeskuksen Biokaasulaskurin avulla.

6. Tukimallit maatalous- ja teollisen kokoluokan laitoksiin

Maatalouskokoluokan biokaasulaitoksiin (≤ 2 MW) voi hakea maaseudun kehittämistukia Ruokaviraston Hyrrä-palvelusta. Myös Leader-ryhmistä ja ELY-keskuksista saa neuvontaa ja EU:n maaseuturahoitusta. EU LIFE-ohjelman kautta voi saada rahoitusta puhtaan energiasiihtymän hankkeisiin. Teollisen kokoluokan laitoksiin voi saada työ- ja elinkeinoministeriön energiatukea. Ohjelmakaudet ohjaavat, kuinka paljon rahoitusta on saatavilla. Kansallisesti kausi kestää neljä vuotta (hallitusohjelma),

EU:ssa seitsemän vuotta. Business Finlandista saa erilaisia yritystukia, joita voi hakea heidän sähköisen palvelunsa kautta.

7. Yhteisomistusmallit: osuuskuntamalli tai energiayhteisö

Useat lähekkäin toimivat biokaasulaitokset voivat muodostaa osuuskunnan, jossa joko useat pienet laitokset jalostavat biokaasun yhteisesti tai useat maatilat omistavat yhden suuren laitoksen ja tuottavat sille syötettä. Maatilakokoluokan laitoksissa biokaasu käytetään usein tilan oman sähkön ja lämmön tarpeeseen, ja tällöin sen myös omistaa yksi maatila. Yleensä voittoa tavoittelemattomissa energiayhteisöissä taas laitoksen omistus ja tuotanto ovat yhteisön hallussa. Esimerkiksi: Suuren maatilan yhteydessä oleva biokaasulaitos käyttää myös lähialueen teollisuuden sivuvirtoja. Samalla tuotetaan lämpöä, sähköä ja mädätettä teollisuudelle kaupalliseen käyttöön. Maatila saa vastineeksi lannoitteita teollisuuden sivutuotteista. Biokaasulaitoksen omistajuus jaetaan kaikkien osakkaiden kesken.

8. Syöte- ja jakelulogistiikka

Syötelogistiikka toimii pääosin rekka- tai traktorikuljetuksina. Kaasun jakelulogistiikka voi perustua joko paikalliseen hyödyntämiseen (lämpö, sähkö, työkoneet) tai laajempaan jakeluun (tankkaus-asema, putkisto tai kuljetus), riippuen siitä puhdistetaanko ja paineistetaanko biokaasu sekä minne ylijäämäenergia ohjataan. Vaihtoehdot vaihtelevat suorasta tilakohtaisesta käytöstä aina useiden laitosten keskitettyyn LBG- tai CBG-tuotantoon ja kuljetukseen asti.

9. Teknisten ratkaisujen kartoitus

Teknologisten ratkaisujen valintaan vaikuttavat erityisesti syötteiden ominaisuudet ja määrä, logistiset näkökulmat, taloudellinen kannattavuus, loppukäyttömuoto, alueelliset olosuhteet sekä teknologinen yhteensopivuus ja skaalautuvuus. Teknologiatoimittajat voidaan tavoittaa tekemällä alan kartoituksia ja markkinaselvityksiä, verkostoitumalla, suorilla yhteydenotoilla sekä tutkimalla julkisia hankkeita ja tutkimusraportteja.

10. Tuottajia ja jakelijoita koskevat velvollisuudet ja alkuperätakuu

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto ylläpitää listaa standardeista, joiden noudattamisen katsotaan täytävän lain sekä sen perusteella annettujen määräysten vaatimukset. Verkon tai laitteiden

operaattorit voivat määritellä standardia tarkempia raja-arvoja kaasun yhteensopivuuden varmistamiseksi. Biokaasulaitoksen, kaasun myyjän sekä siirto- ja jakeluverkon haltijoiden tulee yhdessä vastata siitä, että kaasu on määritettyjen vaatimusten mukaista ennen kuin se luovutetaan loppukäyttäjälle. Käytännössä alkuperä todennetaan sähköisellä asiakirjalla, jolla loppukäyttäjä voi varmistaa, että hankitusta biokaasusta ilmoitettu energiaosuus on tuotettu uusiutuvista lähteistä. Jotta tuotantolaitos hyväksytään alkuperätakuujärjestelmään sen pitää sijaita Suomessa, tuottaa uusiutuvaa kaasua, olla rekisteröity Gasgridin alkuperätakuujärjestelmään, täyttää lainsäädännön ja Energiaviraston todentamisvaatimukset sekä toimittaa mittaus- ja tuotantotiedot oikein ja ajallaan.

7 Yhteenveto

Vaasan yliopiston, Centria-ammattikorkeakoulun ja Seinäjoen ammattikorkeakoulun yhteisen kaksivuotisen DigiBiogasHubs-hankkeen (12/2023–11/2025) lähtökohtana oli vahvistaa biokaasun asemaa osana kiertotaloutta ja vähähiilistä energiajärjestelmää. Suomessa biokaasun kysyntä ylittää nykyisen tuotantokapasiteetin, mutta alan kehitystä hidastavat hajautunut tuotantorakenne, logistiikka- ja kustannushaasteet, investointien riskit sekä sääntelyn monimutkaisuus ja jatkuvat muutokset. Näihin haasteisiin vastaamiseksi hanke lähti kehittämään digitaalista alustaa, joka kokoaa yhteen biokaasualan toimijat ja tukee ekosysteemin läpinäkyvyyttä, yhteistyötä ja kestäväää kasvua.

Hankkeessa maakunnittain toteutetut kartoitukset osoittivat, että Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan alueiden biometaanin teoreettinen tuotantopotentiaali on moninkertainen nykyiseen tuotantoon verrattuna. Teknistaloudellinen potentiaali on merkittävä erityisesti silloin, kun lantapohjaisia ja peltobiomassoja hyödynnetään laajemmin. Tulosten perusteella alueellisilla yhteistyömalleilla voidaan parantaa syötteiden saatavuutta, vähentää kustannuksia ja mahdollistaa suurempien laitosten rakentaminen, mikä vahvistaa investointien houkuttelevuutta ja lisää alueellista energiaomavaraisuutta. Laskennat osoittivat myös, että biokaasun ilmastohyödyt ovat huomattavia: erityisesti lantapohjaisissa prosesseissa voidaan saavuttaa jopa negatiivinen hiilijalanjälki, kun hallitsemattomat metaanipäästöt vältetään.

Sidosryhmäanalyysi toi esiin tarpeen yhteiselle, luotettavalle ja läpinäkyvälle digitaaliselle markkinapaikalle, joka parantaa tiedonvaihtoa, ennakoitavuutta ja alan kilpailukykyä. Hankkeessa kehitetty digitaalinen alusta ja sen pilotointi osoittivat konseptin potentiaalin: se voi yhdistää tuottajat, käyttäjät ja palveluntarjoajat, tarjoaa reaaliaikaista tietoa kysynnästä, tarjonnasta ja hinnoista sekä tukee liiketoiminnan kehittämistä ja logistiikan optimointia. Alustan konsepti rakentui sidosryhmien tarpeisiin määritellyille perustoiminnoille, kuten markkinapaikalle, karttanäkymälle ja verkostoitumistyökaluille, jotka muodostivat joustavan perustan biokaasualan digitaaliselle ekosysteemille. Pilotointi vahvisti näiden toimintojen toimivuuden ja osoitti alustan tuottavan lisäarvoa tiedonvaihtoon, materiaalivirtojen hallintaan ja alueelliseen yhteistyöhön, mutta toi esiin myös jatkokehitystarpeita erityisesti logistiikan ja erilaisten laitostyyppien vaatimuksiin liittyen.

Sääntely- ja politiikkaympäristön tarkastelu osoitti, että biokaasualan kasvu edellyttää johdonmukaista ja ennakoitavaa sääntelyä sekä teknologianeutraalia tukipolitiikkaa. EU-tasolla haasteita aiheuttavat strateginen sektoroituminen ja teknologianeutraalisuuden puute, kun taas kansallisesti investointien epävarmuutta lisäävät vaihteleva tuki- ja veropolitiikka sekä monimutkaiset lupaprosessit. Paikallisesti puolestaan infrastruktuurin ja osaamisen hajanaisuus hidastaa biokaasualan kehitystä. Samalla havaittiin, että alan potentiaali voidaan hyödyntää tehokkaammin, jos eri hallinnon tasot toimivat yhteen ja tukevat alueellisia yhteistyörakenteita.

Hankkeessa kehitettiin myös vaiheittainen prosessimalli, joka tukee alueellisten biokaasuhubien muodostumista ja kehittämistä. Malli tarjoaa selkeän etenemispolun, jonka avulla toimijat voivat suunnitella ja toteuttaa biokaasukeskittymiä tehokkaasti ja kestävästi. Se auttaa tunnistamaan alueen biomassat ja niiden metaanintuottopotentiaalin, määrittämään biokaasun ja mädätysjäätteen käyttökohteet sekä tukee yhteisomistusratkaisujen ja logististen järjestelyjen suunnittelua. Prosessimalli auttaa rakentamaan kilpailukykyisiä ja kannattavia biokaasuekosysteemejä, jotka hyödyntävät alueellisia resursseja ja osaamista sekä vahvistavat maakuntarajat ylittävää yhteistyötä.

Hankkeen tulokset tukevat biokaasumarkkinoiden kasvua, uusien toimijoiden mukaantuloa ja investointien houkuttelevuutta. Ne edistävät hiilidioksidipäästöjen vähentämistä, uusiutuvan energian osuuden kasvua sekä alueellista energiaomavaraisuutta ja huoltovarmuutta. Lisäksi hanke tarjoaa käytännön työkaluja ja tietoa, jotka auttavat alueellisia toimijoita hyödyntämään biokaasuun liittyviä mahdollisuuksia.

Työ ei kuitenkaan pääty tähän. DigiBiogasHubs-alustan jatkokehitystä on jo suunnitteilla, ja tavoitteena on laajentaa sen toiminnallisuuksia, integroida uusia palveluja sekä vahvistaa yhteistyötä muiden digitaalisten energiaratkaisujen kanssa. Hanke on luonut perustan alueelliselle yhteistyölle ja digitaalisille toimintamalleille, jotka edistävät Suomen siirtymää kohti vähähiilistä, resurssitehokasta ja kiertotalouteen perustuvaa energiajärjestelmää.

Lähteet

- Hietala, R. & Mäkelä, J. (2025). Digitaalisen yhteistyöalustan kehitys ja pilotointi.
- Hietala, R., & Mäkelä, J. (2025). Suunnitelma digitaalisen yhteistyöalustan konseptista.
- Jäntti, P. (2024). Biokaasun tuotanto- ja käyttöpotentiaalin selvitys sekä biokaasun tuotannon ja käytön päästölaskenta – Keski-Pohjanmaan maakunta.
- Jäntti, P. (2025). CBG:n tuotannon ja käytön sekä biokaasun tuotannon sivuvirtojen hyötykäytön teknistaloudellinen analyysi – Keski-Pohjanmaan maakunta.
- Jäntti, P., Sander, F., Spoof-Tuomi, K., Hietamäki, S., & Tiainen, J. (2025). Biokaasukeskittymien kehittämisen prosessimalli. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe20251029103898>
- Rabetino, R., & Ali, W. (2025). WP1 Development of the platform ecosystem's cooperation model and description of platform services.
- Rosendahl, V. (2025). DigiBiogasHubs-hankkeen toiminnan oikeudellinen kehikko: Toteutusta koskevaa politiikkaa ja sen säädöksiä.
- Rosendahl, V. (2025). DigiBiogasHubs-politiikkakatsaus: EU, kansallinen ja paikallinen taso.
- Spoof-Tuomi, K. (2024). Biokaasun tuotanto- ja käyttöpotentiaalin selvitys sekä biokaasun tuotannon ja käytön päästölaskenta – Pohjanmaan maakunta.
- Spoof-Tuomi, K. (2024). LBG:n tuotannon ja käytön sekä biokaasun tuotannon sivuvirtojen hyötykäytön teknis-taloudellinen analyysi – Pohjanmaan maakunta.
- Spoof-Tuomi, K., Jäntti, P., Hietamäki, S., & Tiainen, J. (2025). Biokaasukeskittymien synergiat: Hubkohtaisten analyysien keskeiset tulokset ja maakuntarajat ylittävän yhteistyön tuoma lisäarvo alueiden toimijoille – Etelä-Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Pohjanmaan maakunnat. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2025061971975>
- Tiainen, J. (2024). Biokaasun tuotanto- ja käyttöpotentiaalin selvitys sekä biokaasun tuotannon ja käytön päästöjen ja maatalouden ravinnetalouden arviointia – Etelä-Pohjanmaan maakunta.
- Tiainen, J. (2025). Biokaasun ja CBG:n tuotannon teknistaloudellinen raportti maatilamittakaavan sekä keskisuuren yhteismädättämön mallinnus – Etelä-Pohjanmaan maakunta.