

Macon Oy

**Kysyntäperusteisen energian jakelujärjestelmän analyysi ja
kehittämissuunnitelman tekeminen**



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



macon

Aleksi Rautavuori, Mikko Ahokas, Henri Saarela

Tiivistelmä

Kaustisen seutukunnan alueella tutkitaan uusiutuvan, erityisesti biopohjaisen, energian kysynnän ja energianmuutosprosessin edellytyksiä. Hankkeessa selvitetään kysyntälähtöisen markkinalogiikan edellytyksiä seutukunnan alueella ja tuotetaan muun muassa käyttäjä-, kuluttaja- ja muita osapuolia koskevia analyysejä. Keski-Pohjanmaan liitto on myöntänyt hankkeelle rahoituksen Euroopan aluekehitysrahastosta (Kestävää kasvua ja työtä 2014–2020 Suomen rakennerahasto-ohjelma).

Tämä selvitystyö liittyy hankkeen työpakettiin numero 2: *Kysyntäperusteisen energian jakelujärjestelmän analyysi ja kehittämissuunnitelman tekeminen*. Macon Oy toteutti työpaketin 2 KIERTH2ON 2.0 -hankkeen toimeksiannosta.

Työpaketissa 2 tarkastellaan Kaustisen seutukunnan alueen biokaasuun perustuvan polttoaineiden jakeluasemaverkoston luomisen edellytyksiä. Tämän lisäksi työpaketissa selvitetään seutukunnan alueen teollisuuden ja energiantuotannon mahdollisuuksia ja edellytyksiä siirtyä käyttämään biometaanin tuotantoprosesseissa. Työpaketin keskeinen sisältö on kuvata paikallisesti tuotetun biokaasun osalta mitä, millaista, missä ja kuinka paljon jakelujärjestelmän ja jakeluverkoston pitäisi pystyä jakamaan ja arvioida kustannustehokkainta tapaa toteuttaa biometaanin jakeluinfrastruktuuri seutukunnan alueelle.

Työpaketti 2 jakautuu kolmeen erillisselvitykseen:

- 1. Kaustisen seudulle perustuvan polttoaineiden jakeluverkoston luomiseen liittyvät selvitykset ja suunnitelmat, sekä niiden kehittyminen vuoteen 2030 saakka.**
- 2. Kaustisen seudun biokaasua käyttävän teollisuuden ja energiantuotannon (sähkön- ja lämmöntuotannon) edellyttämät jakeluratkaisut.**
- 3. Biokaasun jakeluverkon ja jakelujärjestelmän kysyntäpohjainen tarkastelu aiempiin hankkeissa tehtyihin selvityksiin pohjautuen.**

Lyhenteet:

CBG (Compressed Biogas) = paineistettu liikennekäyttöön soveltuva biometaanin

LBG (Liquefied Biogas) = nesteytetty, raskaan liikenteen käyttöön soveltuva biometaanin

Sisällys

Tiivistelmä	2
ERILLISSELVITYS 1	4
1.1 Liikennemäärät pääväylillä ja tieosuuksilla: Väylävirasto	4
1.2 Liikennemäärät seutukunnan LAM-mittauspisteillä	5
1.3 Seutukunnan CBG:n kysynnän ennuste liikennekäytölle ja jakeluaseman mitoituserusteet sekä kannattavuus.....	6
1.3.1 Ohikulkeva kevyemmän painoluokan kuorma-autoliikenne.....	6
1.3.2 Paikallinen ajoneuvokanta.....	6
1.3.3 CBG-aseman mitoituserusteet.....	7
1.4 Seutukunnan LBG:n kysynnän ennuste liikennekäytölle ja hybridijakeluaseman mitoituserusteet sekä kannattavuus.....	8
1.5 Jakeluasemien sijainti	10
1.5.1 Jakeluasemien tilantarve ja turvaetäisyydet.....	10
1.5.2 Kaustinen.....	11
1.5.3 Toholampi.....	13
1.5.4 Veteli	15
1.6 Logistiikkakustannukset.....	17
ERILLISSELVITYS 2	18
2.1 Biometaanin käyttöön siirtymisen edellytykset.....	18
2.2 Kartoitetut voimalaitokset.....	20
2.2.1 Kaustisen Lämpö Oy	20
2.2.2 Toholammin energia Oy	20
2.2.3 Kannuksen Kaukolämpö Oy	21
2.2.4 Vetelin Energia Oy	21
2.3 Hybriditankkausasema ja CHP:n tuotanto LBG:llä	21
2.4 CHP-sähkön ja -lämmöntuotanto	21
2.5 Teollisuuskohde 1	22
2.6 Teollisuuskohde 2.....	22
ERILLISSELVITYS 3	24
3.1 Keskitetty suurikokoinen laitos (10 GWh)	24
3.2 Tilakokoluokan laitos (3 GWh).....	24
Johtopäätökset.....	25

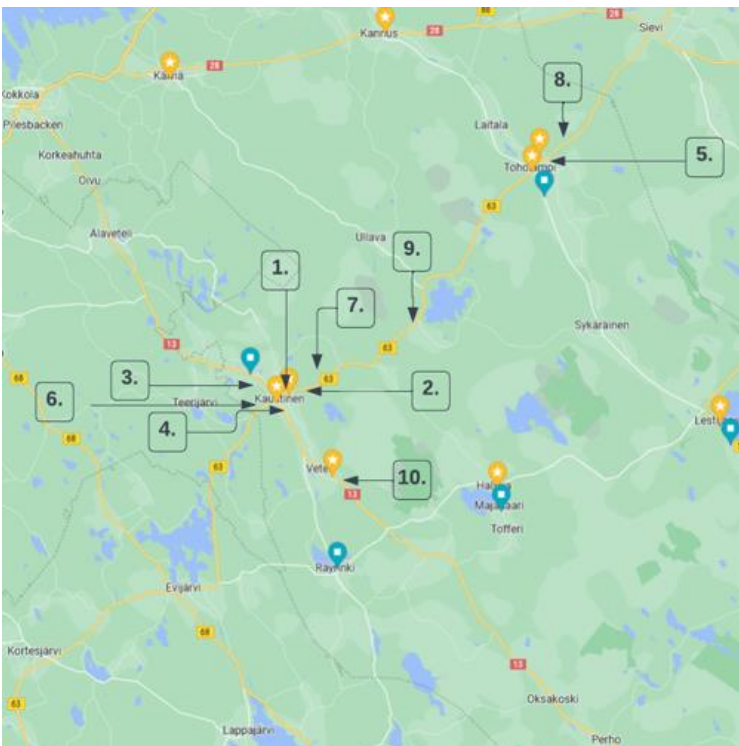
ERILLISSELVITYS 1

Kaustisen seudulle perustuvan polttoaineiden jakeluverkoston luomiseen liittyvät selvitykset ja suunnitelmat, sekä niiden kehittyminen vuoteen 2030 saakka.

Erillisselvityksen 1 tavoitteena oli laatia biokaasuun perustuva polttoaineiden jakeluverkosto Kaustisen seutukunnan alueelle. Tässä selvityksessä on kartoitettu seutukunnan liikennemääriä Väyläviraston tilastoihin perustuen sekä Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic Oy:n tarjoamaa reaaliaikaista sekä historiallista dataa seutukunnan liikennemääristä. Tämän datan, kokemusperusteisen tiedon (Viafin Oy) muualle Suomeen perustettujen kaasujakeluasemien osalta, sekä Feasib Oy:n (2022) raskaan liikenteen toimijoille suunnatun selvityksen perusteella on laadittu laskelmat siitä, mitkä olisivat Kaustisen seutukunnan alueen tehokkaimmat polttoaineiden jakelukanavat sekä niiden mitoitus ja sijainti seutukunnan alueella huomioiden myös paikallinen henkilöautoajoneuvopotentiaali.

1.1 Liikennemäärät pääväylillä ja tieosuuksilla: Väylävirasto

Tarkastelemalla Väyläviraston tilastoja Kaustisen seutukunnan liikennemääristä kokonaisen vuoden (2021) osalta, nähdään, että suurimmat liikennemäärät seutukunnassa ovat Kaustisen läpi kulkevilla Valtatien 13 ja kantatien 63 tieosuuksilla sekä kantatien 63 tieosuuksilla Toholampi-Sievi välillä. Kuvassa 1 on esitettyä 10 liikennöidyintä tieosuutta seutukunnan alueella. Lisäksi kuvassa 1 on kuvattuna seutukunnan alueella sijaitsevien lämpölaitosten paikat (keltainen merkki) sekä Envitecpolis Oy:n (2022) KIERTOON! -hankkeessa kartoitetut mahdolliset biokaasulaitospaikat (sininen merkki).



Kuva 1. Suurimmat liikennemäärät eri tienosuuksilla seutukunnan alueella.

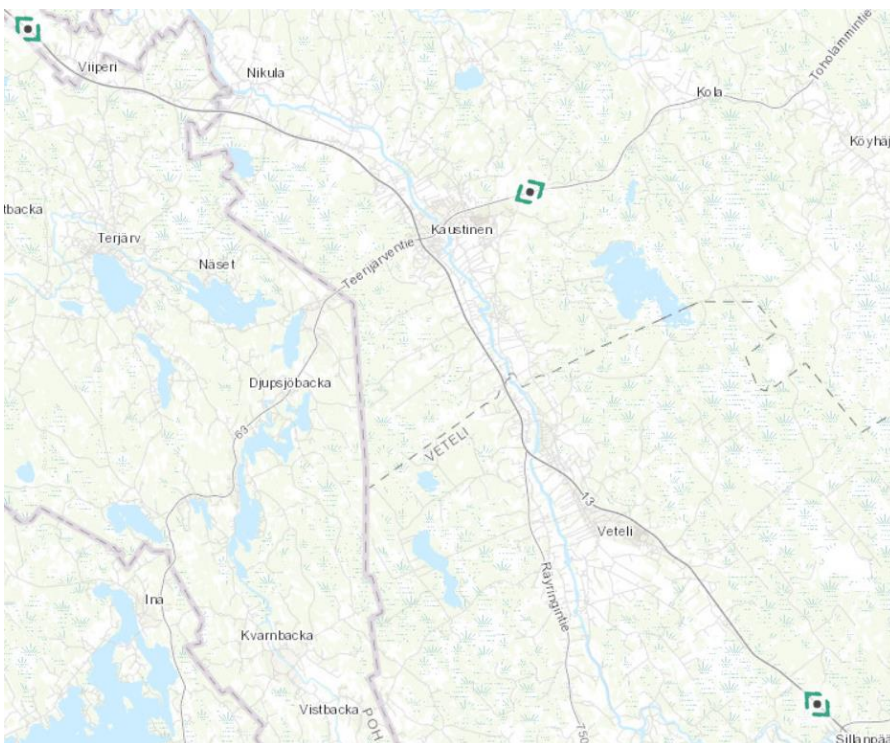
Päivittäiset, keskimääräiset ajoneuvomäärät kuvaan 1 merkityillä tiesuoksilla

1. 6756
2. 4752
3. 3947
4. 3741
5. 2884
6. 2736
7. 2540
8. 2432
9. 2094
10. 2073

1.2 Liikennemäärät seutukunnan LAM-mittauspisteillä

Väyläviraston lisäksi Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic Oy tarjoaa reaaliaikaista sekä historiallista dataa tieliikennemääristä. Data pohjautuu liikenteen automaattisiin mittausasemien (LAM) mittautietoihin. LAM-mittausasemien datasta pystytään myös erottelamaan eri ajoneuvoluokat. Kaustisen seutukunnan alueella on kolme LAM:a (Kuva 2), jotka sijoittuvat seuraavasti:

1. Kaustinen-Kokkola välillä (Valtatie 13)
2. Kaustinen-Toholampi välillä (Kantatie 63)
3. Veteli-Perho välillä (Valtatie 13)



Kuva 2. LAM-mittauspisteet Kaustisen seutukunnan alueella.

Taulukossa 1 on eriteltyä eri ajoneuvoryhmittäin seutukunnan kolmen LAM-pisteen keskimääräiset päivittäiset liikennemäärät huomioiden liikenne kumpaankin suuntaan.

Taulukko 1: Kaustisen seutukunnan alueella sijaitsevien LAM-pisteiden keskimääräiset päivittäiset liikennemäärät ajoneuvoluokittain vuonna 2021.

Ajoneuvoluokka	Henkilö- tai pakettiauto, henkilöauto ja asuntovaunu, henkilöauto ja peräkärry	Kuorma-auto ilman perävaunua, kuorma-auto ja puoliperävaunu, kuorma-auto ja täysperävaunu	Linja-auto
Määrät LAM-pisteillä:	-	-	-
Kaustinen-Kokkola	3129	307	10
Kaustinen-Toholampi	2273	260	7
Veteli-Perho	1448	186	8

1.3 Seutukunnan CBG:n kysynnän ennuste liikennekäytölle ja jakeluaseman mitoituserusteet sekä kannattavuus.

Seutukunnan CBG:n kysynnän ennuste perustuu Feasibin (2022) kyselytutkimuksen tuloksiin, Valtatien 13 sekä Kantatie 63 liikennöiviin kuorma-automääriin sekä paikalliseen henkilöajoneuvokantaan.

1.3.1 Ohikulkeva kevyemmän painoluokan kuorma-autoliikenne

Perustuen taulukon 1 tietoihin, oletetaan päivittäiseksi keskimääräiseksi ohikululiikenteeksi 753 kuorma-autoa, mikä on yhteismäärä kolmesta seutukunnan LAM-pisteestä. Feasibin (2022) kyselytutkimuksen tulosten perusteella alueen logistiikkayrityksistä 75 % oli kiinnostuneita käyttämään biometaanina polttoaineena. Arviolta 24 % alueen potentiaalisista, tulevista kaasukuorma-autoista olisi kevyempien painoluokkien kuorma-autoja, jotka tankkaavat CBG:tä. Oletetaan lisäksi, että 10 % LAM-pisteiden ohi kulkevasta kuorma-autoliikenteestä on kaasukuorma-autoja. Näihin olettamuksiin perustuen arvioidaan CBG:tä käyttävien kuorma-autojen päivittäiseksi määräksi $=753\text{kpl} \cdot 0,1 \cdot 0,24 = 18 \text{ kpl}$ CBG:tä käyttävää kuorma-autoa.

Jos oletetaan, että 25 % näistä tankkaisi ohiajaessa, olisi kaasua tankkaavien kuorma-autojen määrä $18 \cdot 0,25 = 4,5$ autoa päivässä. Esimerkiksi Volvon FE CNG kuorma-autoissa tankkien koko vaihtelee 115–205 kg:n välillä (cngeurope.com 2023). Oletetaan tämän perusteella yhden tankkauskerran määräksi keskimäärin 120 kg. Vuositasolla tankkauserroiksi arvioidaan 1600. Näiden tietojen perusteella arvioidaan vuositason tankkausmääräksi kokonaisuudessaan 192 tonnia CBG:tä, joka vastaa energiamäärältään 1728 MWh.

1.3.2 Paikallinen ajoneuvokanta

Taulukossa 2 on esiteltyä Kaustisen seutukunnan alueen liikennekäytössä olevat ajoneuvot eriteltyinä kunnittain.

Taulukko 2. Liikennekäytössä olevat ajoneuvot Kaustisen seutukunnan kunnissa.

Kunta	Halsua	Kaustinen	Lestijärvi	Perho	Toholampi	Veteli	Yhteensä
Henkilöautot (benssiini ja diesel)	680	2400	359	1366	1534	1751	8090
Pakettiautot	102	413	103	288	341	332	1579
Kuorma-autot	31	140	14	97	85	69	436
Linja-autot	0	4	0	10	1	9	24
Puoliperävaunut	20	29	0	22	3	24	98
Muut perävaunut yhteensä	388	1157	266	715	802	880	4208

Kokemuksen perusteella (Viafin) paikallisten kaasujoneuvojen määrä nousee suhteellisen nopeasti noin 0,5 %:iin benssiini- ja dieselautojen kokonaismäärästä, kun paikkakunnalle perustetaan kaasutankkausasema. Kaustisen kunnan tämänhetkisestä autokannasta yhteensä 2400 on benssiini- tai dieselkäyttöisiä henkilöautoja. 0,5 % tästä määrästä on 12 autoa. Seutukunnallinen potentiaali on vastaavasti kaikki kunnat huomioituna noin 40 kaasukäyttöistä henkilöautoa.

Jos oletetaan yhdelle henkilöautolle vuotuiseksi ajomääräksi 20 000 km ja kaasun kulutukseksi 4,5 kg/100 km, saadaan yhdelle autolle vuotuiseksi kulutukseksi 900 kg. 40 autolle saadaan vastaavasti 36 000 kg vuotuinen kulutus, joka on energiamääränä 324 MWh.

1.3.3 CBG-aseman mitoitusperusteet

Kohdissa 1.3.1 ja 1.3.2 laskettujen määrien perusteella saadaan keskimääräiseksi arvioiduksi vuorokautiseksi kulutukseksi asemalle 625 kg CBG:tä. Suurimman käytön on arvioitu sijoittuvan noin 11 tunnin ajalle vuorokaudesta, joka tarkoittaa laskennallisesti noin 57 kg/h. Yksittäiset käyttöpiikit ovat suurempia. Arvioidun tankkausmäärän perusteella voidaan arvioida, että aseman pyörittämiseen riittäisi kaksi kaasukonttia, joista toinen olisi asemalla ja toinen siirrossa/tankkauksessa. Tankkausyksikkö olisi mahdollista saada myös kahdella konttipaikalla, joka mahdollistaisi aseman käytön myös kontinvaihtotoimenpiteen aikana, jonka arvioitu kesto on noin 10 minuuttia. Tämä lisäkustannuksen ei kuitenkaan arvioida olevan tarpeellinen lasketuilla kulutusmäärillä. Tyypillisen kaasukontin kapasiteetti on reilut 3000 kg kaasua, mikä riittäisi näin ollen noin viiden tyypillisen päivän kulutukselle. Kuva 3 on havainnekuva kahden konttipaikan CBG-jakeluasemasta.



Kuva 3. Havainnekuva CBG-jakeluasemasta.

Yllä oleviin kysyntämääriin perustuen CBG-asemalle saadaan sisäiseksi korkokannaksi yli 20 % takaisinmaksuajaksi 4 vuotta sekä nettonykyarvoksi noin 940 000 €. Kannattavuus on laskettu laskurilla, jonka Macon toteutti ja toimitti KIERTH2ON 2.0 -hankkeelle osana työpakettia 2.

1.4 Seutukunnan LBG:n kysynnän ennuste liikennekäytölle ja hybridijakeluaseman mitoituserusteet sekä kannattavuus.

LBG:n kysynnän ennusteen laskemisessa on käytetty kokemuserusteista tietoa (Viafin) siitä, miten LBG:n jakeluaseman tankkausmäärät ovat kehittyneet vuositasolla, kun alueelle perustetaan ensimmäinen LBG-jakeluasema. Ennustuksen laskeminen perustuu paikalliseen raskaan ohikulkuliikenteen määriin alueella ja ne on tässä tapauksessa skaalattu Kaustisen alueelle taulukon 1 LAM-mittausdataa hyödyntäen. Kysyntäennusteet on esitelty taulukossa 3.

Taulukko 3. Kysyntäennusteet vuositasolla LBG:lle.

Vuosi	LBG-kysyntäennuste, MWh
1	1180
2	3304
3	4720
4	6137
5	7081
6	7474
7	7867
8	8261
9	8654
10	9048
11	9441
12	9834

Hybriditankkausasema koostuu tankkauskatoksesta/-katoksista, kompressorikontista ja säiliöalueesta, jossa on myös höyrystin, jolla LBG:tä voidaan muuttaa CBG:ksi. Aseman polttoainevarastoa voidaan täydentää vain LBG-toimitusten muodossa: kaikki tarvittava jaeltava CBG muodostetaan höyrystimen avulla. Kuva 4 on havainnekuva hybridijakeluasemasta (LCBG-asema). Nestemäisen kaasun jakelu vaatii luvat ja ADR-kaluston. Nykytilanteessa soveltuvia autoja on vain kymmenkunta Suomessa. Kysyntäpiikkien tasausta varten ja isojen kuorma-autojen tankkausta varten asemalle kannattaa mahdollisesti investoida 81 kg:n varastopuskuri.



Kuva 4. Havainnekuva hybridijakeluasemasta (LCBG-jakeluasemasta).

Taulukon 3 mukaisesti, LBG:n kysynnän oletetaan kasvavan joka vuosi. Mallinnetaan hybriditankkausaseman kysyntää olettamalla vuotuisesti LBG-tankkausmääräksi vuodessa 8000 MWh, joka vastaa 889 tonnia kaasua. Lisäksi huomioidaan, että asemalta tankattaisiin CBG:tä kohdassa 1.3 laskettujen määrien mukaisesti. Näin ollen vuotuisen kokonaistankkausmäärän arvioidaan hybridiasemalla olevan energiamääränä 10 052 MWh.

Perustuen yllä oleviin lukuihin, vuorokautiseksi kulutusmääräksi saadaan noin 3,1 tonnia. Suurin käyttö ajoittuu noin 11 tunnin ajalle vuorokaudessa, joka laskennallisesti tarkoittaisi noin 282 kg/h.

Yllä oleviin kysyntämääriin perustuen hybriditankkausasemalle saadaan sisäiseksi korkokannaksi 10 %, takaisinmaksuajaksi 7 vuotta sekä nettonykyarvoksi noin 900 000 €. Kannattavuus on laskettu laskurilla, jonka Macon toteutti ja toimitti KIERTH2ON 2.0 -hankkeelle osana työpakettia 2.

1.5 Jakeluasemien sijainti

Liikennemäärien perusteella Kaustinen on potentiaalisin valinta ensimmäisen jakeluaseman sijaintipaikaksi. Tämän jälkeen tulevat Toholampi ja Veteli. Halsua ja Lestijärvi ovat ohikulkuliikenteen osalta hiljaisempia kuntia ja lisäksi kyseisillä paikkakunnilla on myös huomattavasti vähemmän asukkaita (Halsualla noin 1000 asukasta ja Lestijärvellä noin 700 asukasta). Tässä osiossa on kuvattu jakeluasemien potentiaalisimmat sijaintipaikat kuntien omistamilta tonteilta. Tonttien valintojen suhteen on haastateltu kuntien teknisiä johtajia. Sijaintipaikoissa on huomioitu lisäksi kohdassa 1.5.1 esitetyt asemien vaatimat vähimmäistilantarpeet sekä turvaetäisyydet. Kohdassa 1.6 on arvioitu jakelun logistiikkaa CBG-konttien osalta, minkä perusteella voidaan arvioida logistiikan kustannuksia niin jakeluasemien kuin myös energiantuotantolaitosten ja teollisuuslaitosten osalta.

1.5.1 Jakeluasemien tilantarve ja turvaetäisyydet

Jakeluaseman vaatima vähimmäistilantarve riippuu jakeluasematyypistä. Vähimmäistilantarpeet ja turvaetäisyydet eri kohteisiin jakeluasemille ovat seuraavat:

CBG-jakeluasema

- Vähimmäistilantarve: n. 20 m * 25 m (kun siirtokontteja on 2 kpl).

Turvaetäisyydet:

- Muut kiinteistöt ja rakennukset ml. teollisuushallit 25 m etäisyys siirtokonteista
- Vaarallisia kemikaaleja/räjähdyksaineita käsittelevät ja varastoivat teollisuuslaitokset, rautatie ja väh. 110 kV sähkölinjat 50 m
- Katu, pysäköintialue (prosessilaatasta) 8 m
- Jalkakäytävä 5 m
- Seutu- ja yhdystie 20 m

LCBG-Hybridijakeluasema:

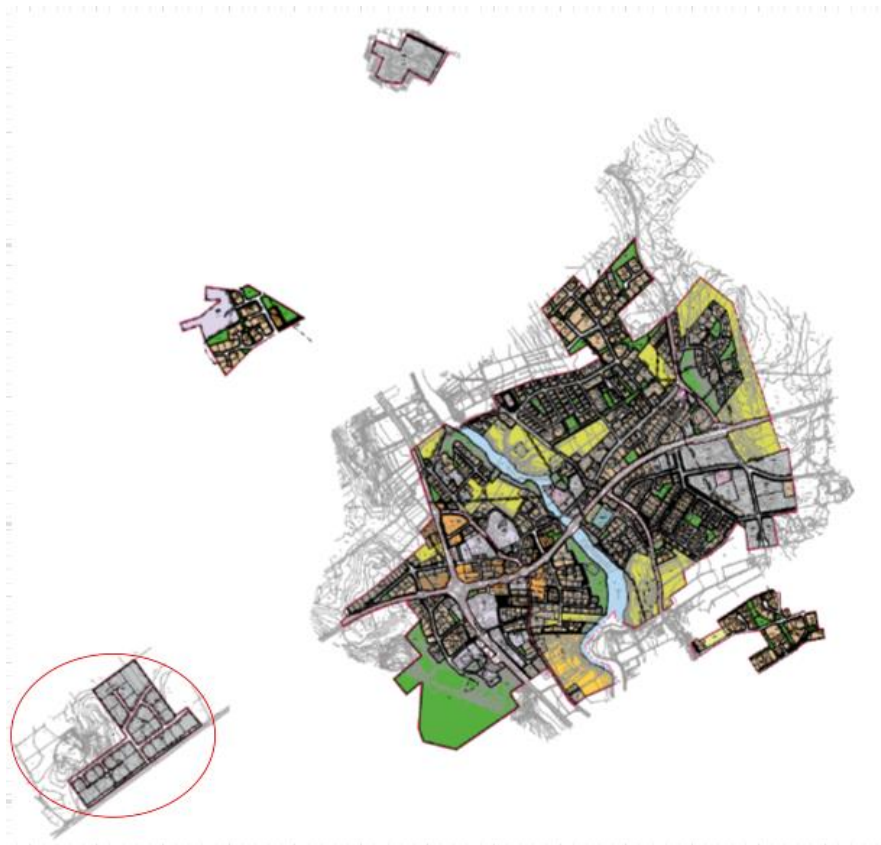
- Vähimmäistilantarve: n. 50 m * 90 m

Turvaetäisyydet:

- Muut kiinteistöt ja rakennukset ml. teollisuushallit 25 m LBG-säiliöstä
- Vaarallisia kemikaaleja/räjähdyksaineita käsittelevät ja varastoivat teollisuuslaitokset 100 m
- Katu, pysäköintialue (prosessilaatasta) 8 m
- Seutu- ja yhdystie 20 m
- Jalkakäytävä 5 m
- Tontin reuna 4 m

1.5.2 Kaustinen

Liikennemäärien perusteella ensimmäinen jakeluasema olisi perusteltua perustaa mahdollisimman lähelle Kantatie 63:n ja Valtatie 13:n risteystä Kaustisen kunnassa. Kuvassa 5 on esitettyä Kaustisen kunnan asemakaava-alueet, sekä ympyröity Kruupakkalan teollisuusalue, joka voisi olla potentiaalinen sijaintipaikka hybridijakeluasemalle. Kruupakkalan teollisuusalue sijaitsee noin kahden kilometrin päässä Valtatie 13 ja Kantatie 63 risteyksestä. Alueelta löytyy muutamia kunnan omistamia teollisuustontteja, joille mahtuisi hybriditankkausasema. Kuvassa 6 on visualisoituna hybriditankkausasema yhdelle kunnan omistamista tonteista Kruupakkalan teollisuusalueella. Kuvassa 6 olevat punaiset viivat ovat tonttien rajoja.

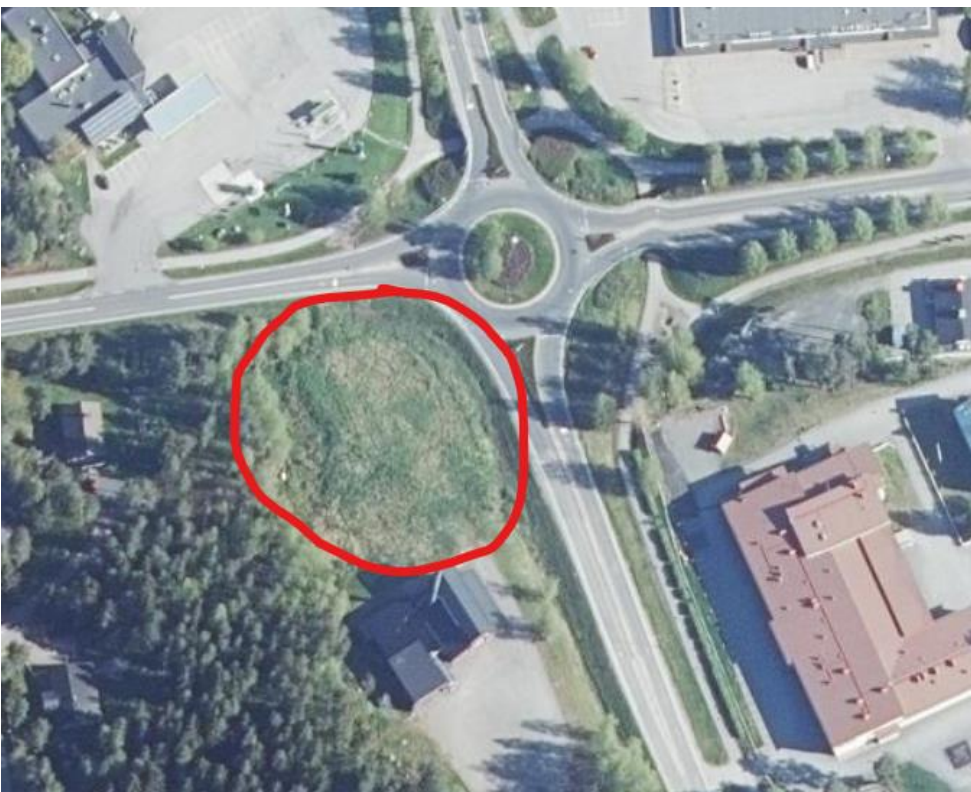


Kuva 5. Kaustisen asemakaava-alue. Punaisella ympyröity Kruupakkalan (Teerijärventien) teollisuusalue.



Kuva 6. LCBG-hybridiaseman (ylempänä kuvassa oleva rakennus) sijoittuminen yhdelle kunnan omistamista tonteista Kruuppakkan teollisuusalueella.

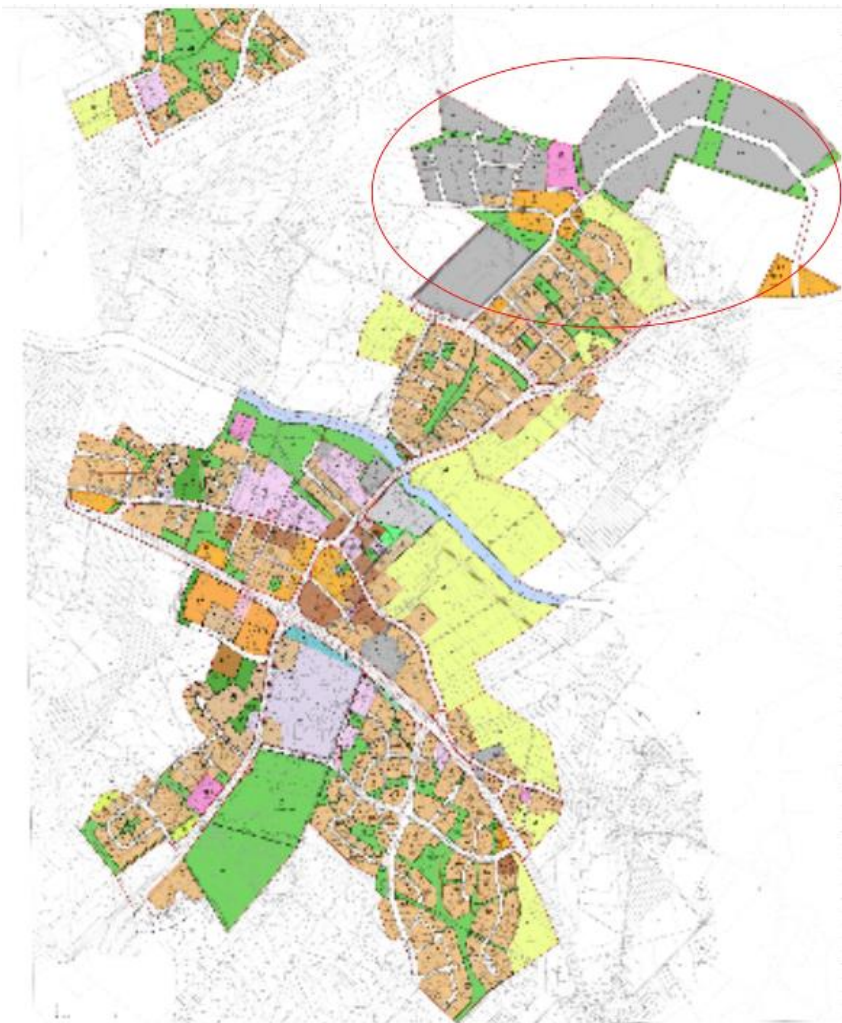
Kaustisen kunta omistaa myös tontin Valtatien 13 ja Kantatien 63 risteyksessä (kuva 7). Tälle tontille voisi olla mahdollista tontin koon puolesta perustaa CBG-jakeluasema. Jakeluaseman perustaminen tälle tontille vaatisi kuitenkin ELY:n myöntämän liittymäluvan.



Kuva 7. Kaustisen kunnan omistama tontti Valtatien 13 ja Kantatien 63 risteyksessä.

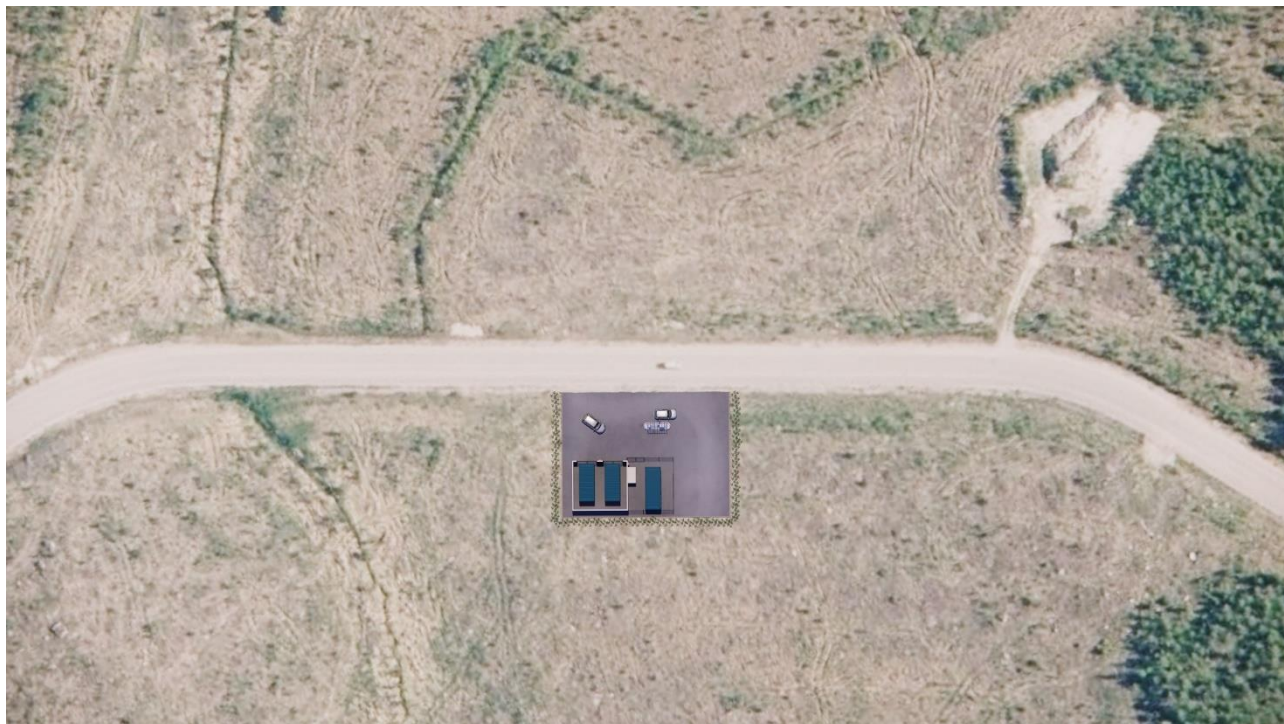
1.5.3 Toholampi

Liikennemäärien perusteella mahdollinen toisen potentiaalisen jakeluaseman sijaintipaikka olisi Toholampi, jossa tarkempi sijaintipaikka olisi mahdollisimman lähellä kantatien 63 ja seututien 775 risteystä. Kuvassa 8 on kuvattuna Toholammin asemakaava-alue ja ympäröitynä alue, jossa on kunnan omistamia teollisuustontteja. Kuvassa 9 on visualisoituna CBG-tankkausasema yhdelle kunnan omistamista tonteista, joka sijaitsee edellä mainitulla teollisuusalueella Juustotiellä.

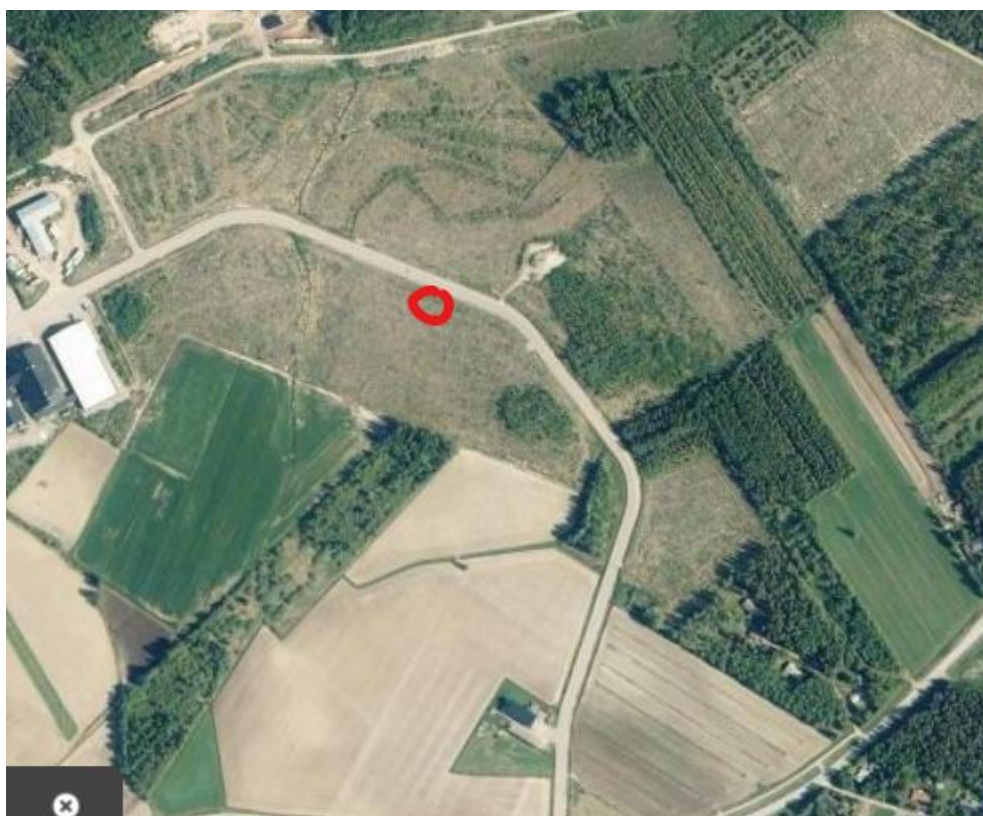


Kuva 8. Toholammin asemakaava-alue. Ympyröidyllä alueella sijaitsee kunnan omistamia teollisuustontteja.

Toholammin kunnan omistamia teollisuustontteja sijaitsee Toholammilla muun muassa Juustotiellä. Kuvassa 9 on havainnollistettu CBG-aseman sijoittumista yhdelle kunnan omistamista teollisuustonteista. Kauempaa otettu ilmakuva (Kuva 10) havainnollistaa, missä kohti tarkemmin kuvan 9 asema sijaitisi Juustotiellä.



Kuva 9. CBG-jakeluaseman sijoittuminen yhdelle kunnan omistamista tonteista.



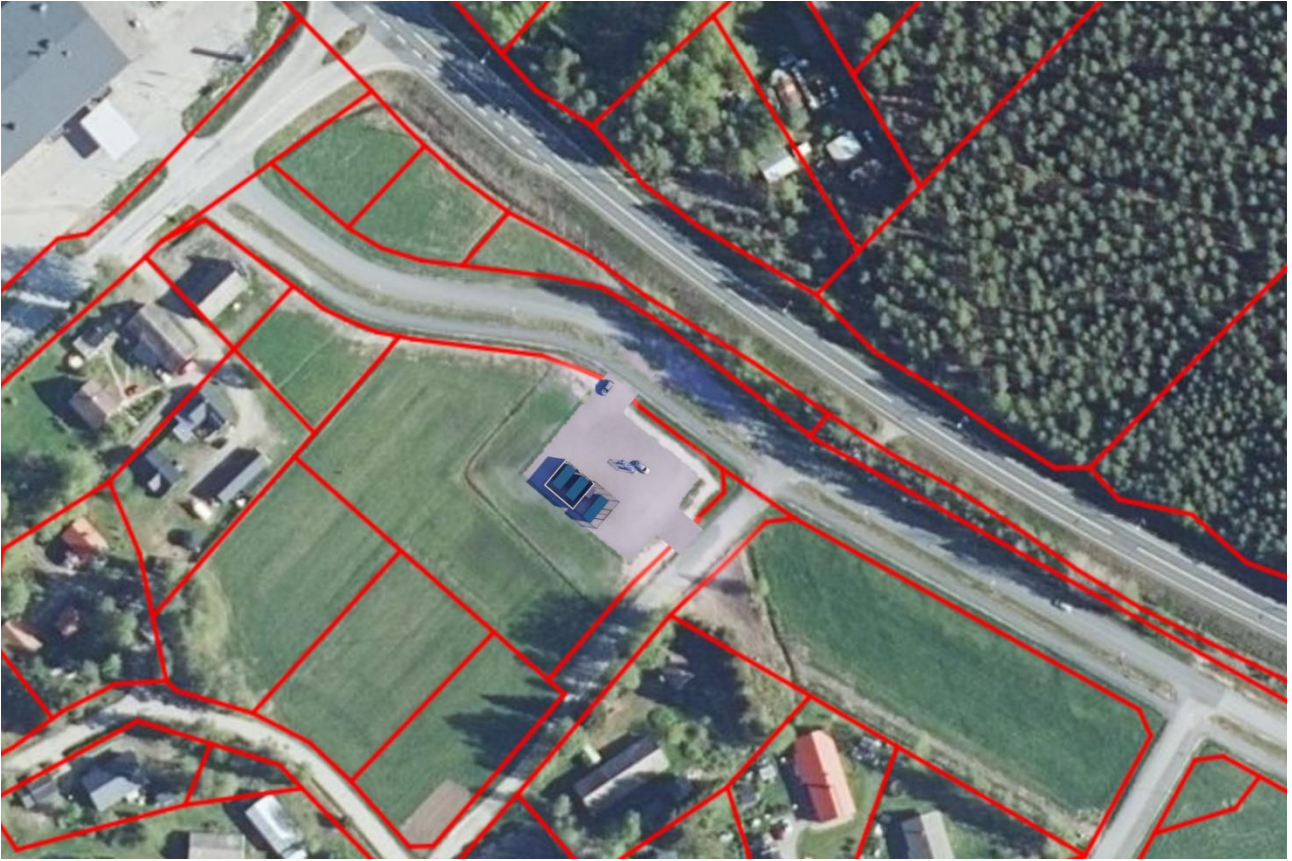
Kuva 10. Kauempaa otettu ilmakeku Juustotiestä, josta ympyröity kuvassa 10 havainnollistettu jakeluaseman sijainti.

1.5.4 Veteli

Liikennemäärien perusteella mahdollinen kolmannen potentiaalisen jakeluaseman sijaintipaikka olisi Vetelin kunta. Kuvassa 11 on kuvattuna Vetelin kunnan asemakaava-alueita ja merkattu potentiaalinen sijaintipaikka CBG-asemalle. Kuvassa 12 on havainnollistettu CBG-jakeluaseman sijainti Kivihyppäntiellä sijaitsevalle kunnan omistamalle tontille. Punaiset viivat kuvassa 12 ovat tonttien rajoja.



Kuva 11. Vetelin asemakaava-alueita, johon merkattuna potentiaalinen sijaintivaihtoehto CBG-asemalle Kivihyppäntiellä.



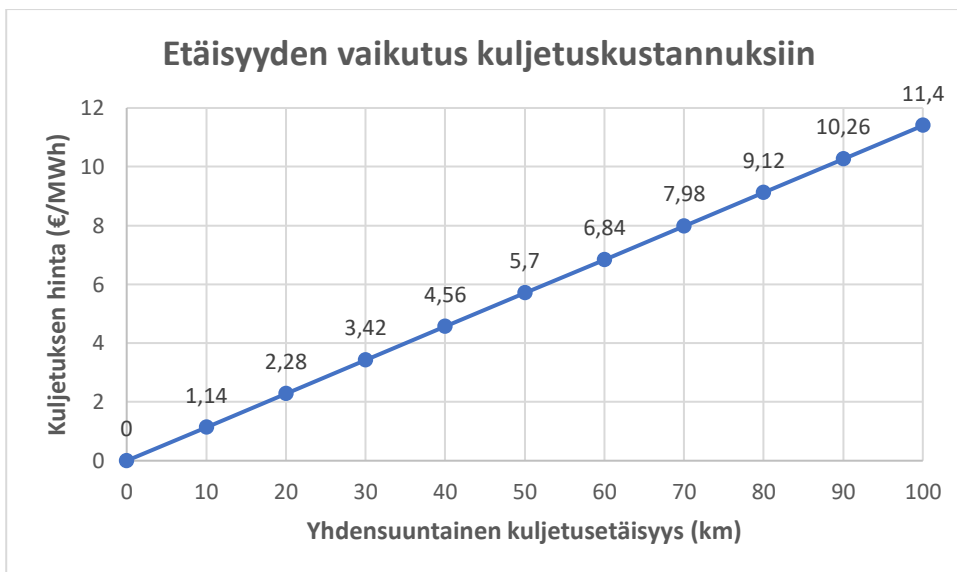
Kuva 12. CBG-aseman sijaintivaihtoehto Vetelissä Kivihyppäntiellä.

1.6 Logistiikkakustannukset

CBG-konttilogiikan tietojen arvioimiseksi on laadittu oletukset, jotka on esitetty taulukossa 4. Kuvassa 13 on mallinnettu yhden kontin kuljetuksen hintaa (€/MWh) yhdensuuntaisen kuljetusetäisyyden mukaan.

Taulukko 4. Logistiikkaan liittyviä lähtöarvoja ja suoritteita.

Logistiikkaan liittyviä lähtöarvoja ja suoritteita	Arvo	Mittayksikkö
Biometaanin energiatiheys	0,0135	MWh/kg
Kaasumäärä kontissa	3150	kg
Kaasumäärä kontissa	43	MWh
Kontin nouto	10	min
Kuljetuksen keskinopeus	65	km/h
Kontin kytkeä saavuttaessa	10	min
Etäisyys yhteen suuntaan	50	km
Kuljetuksen hinta	90	€/h
Kärrylisä	20	€/h



Kuva 13. Kuljetusetäisyyden vaikutus kuljetuskustannuksiin €/MWh

LBG:n osalta kuljetuskustannukset (€/MWh) ovat alle 50 kilometrin kuljetusetäisyydellä kalliimmat kuin CBG:llä. 50 kilometrin kohdalla kuljetuskustannukset ovat CBG:llä ja LBG:llä suunnilleen samat ja yli 50 kilometrin kohdalla LBG:llä halvemmat kuin CBG:llä.

ERILLISSELVITYS 2

Kaustisen seudun teollisuuden ja energiantuotannon biometaanin käytön edellyttämät jakeluratkaisut.

Erillisselvityksessä 2 selvitettiin valittujen Kaustisen seutukunnan energiantuotantolaitosten (sähkön ja lämmön tuotanto) ja teollisuuskohteiden edellytyksiä ja taloudellista potentiaalia siirtyä käyttämään biometaania tuotantoprosessissa. Selvityksessä tarkasteltiin myös monifunktioisten biometaanipisteiden toteutettavuutta.

2.1 Biometaanin käyttöön siirtymisen edellytykset

Selvityksessä kartoitetut kaukolämpölaitokset on teknisesti mahdollista muuttaa CBG:tä polttoaineena hyödyntäviksi. Taulukossa 5 on eritelty investointi, jolla mahdollistettaisiin CBG:n käyttöön siirtyminen sekä tarkastelluissa kaukolämpökohteissa sekä Teollisuuskohteessa 1. Teollisuuskohteessa 2 investointi on muuten samanlainen, mutta polttimen muutostyöt ovat jonkin verran kalliimmat. Teollisuuskohteen 2 investointi on eritelty taulukossa 6.

Taulukko 5. Investointilaskelma biometaanin käyttöön siirtymiseen neljällä CBG-kontilla.

Kohde	kpl	Hinta	Yhteensä	Huomioitavaa
Luvitus	1	4 000,00 €	4 000,00 €	Lupahakemukset, viranomaiskatselmukset
Suunnittelu	1	15 000,00 €	15 000,00 €	Laitesijoittelut, putkistosuunnittelu, sähkösuunnittelu, Hazop, Hazid
Konttipurkupaikka	1	30 000,00 €	30 000,00 €	Betonilaatta, n. 10X20m reunavahvistettu laatta, suojamuurit
Paineenalennuslaitteisto	1	100 000,00 €	100 000,00 €	250 --> 3,5 bar, oletus 500 nm ³ /h
Kaasun jakeluputkisto	50	250,00 €	12 500,00 €	250 €/m, sisältäen maatyöt, asennuksen, merkintänauhan, merkintäpylväät
Aseman asennukset	1	30 000,00 €	30 000,00 €	Mekaaninen asennus, urakointi, SIA työt
Käyttöönotto/tarkastukset	1	10 000,00 €	10 000,00 €	Valvontakirjat, kenttäkoestukset, testaukset

Kontit	4	100 000,00 €	400 000,00 €	Konttien osalta olemassa myös leasing- mahdollisuus
Polttimen muutostyöt	1	23 000,00 €	23 000,00 €	Komponentit, asennus, putkistomuutokset, tarkastukset, sähköistys, käyttöönotto
Yhteensä			624 500,00 €	
Business Finlandin tuki 25 %			-156 125,00 €	
Yhteensä, kun tuki vähennetty			468 375,00 €	

Taulukko 6. Investointilaskelma biometaanin käyttöön siirtymiseen neljällä CBG-kontilla
Teollisuuskohteessa 2.

Kohde	kpl	Hinta	Yhteensä	Huomioitavaa
Luvitus	1	4 000,00 €	4 000,00 €	Lupahakemukset, viranomaiskatselmukset
Suunnittelu	1	15 000,00 €	15 000,00 €	Laitesijoittelut, putkistosuunnittelu, sähkösuunnittelu, Hazop, Hazid
Konttipurkupaikka	1	30 000,00 €	30 000,00 €	Betonilaatta, n. 10X20m reunavahvistettu laatta, suojamuurit
Paineenalennuslaitteisto	1	100 000,00 €	100 000,00 €	250 --> 3,5 bar, oletus 500 nm ³ /h
Kaasun jakeluputkisto	50	250,00 €	12 500,00 €	250 €/m, sisältäen maatyöt, asennuksen, merkintänauhan, merkintäpylväät
Aseman asennukset	1	30 000,00 €	30 000,00 €	Mekaaninen asennus, urakointi, SIA työt
Käyttöönotto/tarkastukset	1	10 000,00 €	10 000,00 €	Valvontakirjat, kenttäkoestukset, testaukset
Kontit	4	100 000,00 €	400 000,00 €	Konttien osalta olemassa myös leasing- mahdollisuus
Polttimen muutostyöt	1	23 000,00 €	50 000,00 €	Komponentit, asennus, putkistomuutokset, tarkastukset, sähköistys, käyttöönotto

Yhteensä			651 500,00 €	
Business Finlandin tuki 25 %			-162 875,00 €	
Yhteensä, kun tuki vähennetty			488 625,00 €	

Kaukolämpökohteisiin on mahdollista investoida myös mikroturbiini, joka käyttää polttoaineena biokaasua ja tuottaa lämpöä ja sähköä (CHP). Laskelmissa on käytetty mikroturbiinia, jonka kokonaisteho on 460kW, josta sähköteho on 130 kWe ja loput energiasta menee lämmöksi, joka voidaan ottaa talteen kaukolämmöksi. Investointihinta mikroturbiinille on 385 000 €.

2.2 Kartoitetut voimalaitokset

Alla on kuvattuna perustiedot kartoitetuista voimalaitoksista.

2.2.1 Kaustisen Lämpö Oy

Kaustisen Lämpö Oy:llä on käytössään kiinteänpolttoaineen kattilat tehoiltaan 2 x 2 MW sekä 3 MW. Vara- ja huippukäytössä on kevyellä polttoöljyllä toimivat kattilat tehoiltaan 5,0 ja 2,5 MW. Kevyttä polttoöljyä käytetään vuodessa 6–10 tonnia.

2.2.2 Toholammin energia Oy

Toholammin energia tuottaa kaukolämpöä Toholammin taajamaan sekä sähköä myytäväksi verkkoon. Käytössä Toholammin Energialla on leijukerros-kuumaöljykattila sekä ORC-turbiini. Vara- ja huippukäytössä on päälaitoksen yhteydessä 1,5 MW tehoinen kattila sekä kirkonkylällä tehoiltaan 1,0 MW ja 2,5 MW kattilat. Kaikkien näiden polttoaineena on kevyt polttoöljy.

Päälaitoksen yhteydessä oleva vara- ja huippukattila olisi mahdollista siirtää toimimaan biometaanilla. Alueella on mahdollisuus varastoida CBG-kontteja ja kattila voidaan vaihtaa toimimaan CBG:llä. 1,5 MW tehoista kattilaa käytetään ensisijaisena varakattilana, esimerkiksi päälaitoksen ollessa alhaalla. Yleensä vuotuinen tuotantotarve on 150 MWh, sillä varakattilalla on voitava ajaa neljä vuorokautta täydellä teholla. Tämä tarkoittaa joko kolmea CBG-konttia tai yhtä LBG-asemaa.

2.2.3 Kannuksen Kaukolämpö Oy

Kannuksen Kaukolämpö tuottaa energiaa Kannuksen taajamaan. Kannuksen Kaukolämpö on mukana päästökaupassa, koska kattilatehot ylittävät 20 MW. Tämän vuoksi se ohjaa yhtiötä polttamaan mahdollisimman paljon biopolttoaineita.

Kiinteän polttoaineen kattiloita on kaksi, eli 5,0MW arinakattila sekä 7,9MW leijupetikattila. Lisäksi käytössä on lämmöntalteenottolaitteisto (LTO), teholtaan 2,0 MW. Vara- ja huippukäytössä on kiinteästi asennettu 4,0MW sekä 12,0MW kevyellä polttoöljyllä toimivat kattilat sekä siirrettäviä lämpökeskuksia tehoiltaan 2,0 MW sekä 1,0 MW. Kiinteän polttoaineen kattiloilla voidaan ajaa läpi vuoden ja polttoöljyä käytetään vain häiriö- ja huoltotilanteissa. Kevyttä polttoöljyä käytetään vuodessa noin 21 tonnia, eli noin 250 MWh.

2.2.4 Vetelin Energia Oy

Vetelin Energia tuottaa kaukolämpöä Vetelin taajamaan. Vetelin Energialla on käytössä kaksi kiinteän polttoaineen kattilaa, tehoiltaan 2,5 MW sekä 1,5 MW. Lisäksi vara- ja huippukäytössä on kaksi kevyen polttoöljyn kattilaa, tehoiltaan 1,25MW sekä 0,75MW. Öljyn käyttö vuodessa on noin 300 MWh.

2.3 Hybriditankkausasema ja CHP:n tuotanto LBG:llä

Hybriditankkausaseman ja sen yhteydessä olevan CHP-yksikön käytön kannattavuutta pelkkään sähköntuotantoon arvioitiin tilanteissa, joissa sähkö on riittävän kallista. Vaihtoehtoisesti sähköä voi myydä myös kiinteällä sopimuksella. Sähkön tuotannon kannattavuutta arvioitiin kohdassa 2.1 esitellyn mikroturbiinin (kokonaisteho 460kW, josta sähköteho on 130 kWe) käytöllä CHP-tuotannossa. Sähkön hintana käytettiin vuoden 2022 toteutuneita sähkön pörssihintoja. LBG:n sisäänostohinta CHP-sähköntuotantoon oletettiin laskelmassa olevan 125 €/MWh. Pelkän sähköntuotannon kannattavuusrajaksi saatiin laskelmassa 0,448 €/kWh. Vuoden 2022 aikana sähkön hinta oli 0,448 €/kWh tai enemmän 54 päivänä yhteensä 377 tunnin ajan. Näin vähäisellä käytön määrällä huomioiden mikroturbiinin investointikustannus, ei pelkkä sähkön tuotanto mikroturbiinilla käyttäen LBG:tä ole kannattavaa. Tarkempi laskelma on toimitettu KIERTH2ON 2.0 -hankkeelle erillisenä liitteenä.

2.4 CHP-sähkön ja -lämmöntuotanto

Kaasuterminaalin yhteydessä olevan CHP-sähkön ja -lämmöntuotannon kannattavuutta arvioitiin kaasuterminaalin yhteydessä tilanteissa, joissa sähkö on riittävän kallista. Sähkön ja lämmön tuotannon kannattavuutta arvioitiin kohdassa 2.1 esitellyn mikroturbiinin (kokonaisteho 460kW, josta sähköteho on 130 kWe) käytöllä CHP-tuotannossa. Sähkön hintana käytettiin vuoden 2022 toteutuneita sähkön pörssihintoja. LBG:n sisäänostohinta CHP-sähköntuotantoon oletettiin laskelmassa olevan 125 €/MWh. Kaukolämpö myydään laskelmassa 63 €:n megawattituntihintaan. Laskelmassa sähköntuotannon kannattavuusrajaksi saatiin 0,337 €/kWh. Vuoden 2022 aikana sähkön hinta oli 0,337 €/kWh tai enemmän 94 päivänä yhteensä 784 tunnin ajan. Tarkempi laskelma on toimitettu KIERTH2ON 2.0 -hankkeelle erillisenä liitteenä.

2.5 Teollisuuskohde 1

Teollisuuskohde 1 tuottaa prosessin tarvitseman energian 1,4 MW tehoisella höyrykattilalla, jonka polttoaineena toimii nestekaasu. Nestekaasua kuluu vuositasolla noin 250 000 kg, joka tarkoittaa energiasisältönä 3200 MWh. 90 % hyötysuhteella energiamäärä on 2880 MWh. Teollisuuskohteen 1 mahdollisuus siirtyä biometaanin käyttöön on teknisesti mahdollinen. CBG:n käyttöönottoa varten tehdasalueelle on investoitava kaasun varastointiin sopiva sijoituspaikka CBG-konteille. Kohteessa olisi mahdollista käyttää myös LBG:tä polttoaineena. Taulukossa on 7 vertailtu eri polttoainevaihtoehtoja tuotantoprosessille. Tämän alustavan laskelman perusteella biometaanin käyttöön siirtyminen on varteenotettava vaihtoehto.

Taulukko 7. Eri polttoaineiden käytön vertailua teollisuuskohteen 1 prosessissa.

Investoitavat kohteet	Investointi	Investointi- avustus	Polttoaine €/MWh	O&M €/MWh	Lyhennys	Kokonaishinta €/MWh
Biometaani, 4 konttia	624 500,00 €	25 %	86	2	54 907,84 €	107,07 €
Biometaani, LBG-säiliö	778 100,00 €	25 %	100	2	68 412,79 €	125,75 €
Pellettihöyrylaitos, 1,5MW 10 bar sis. siilot	1 500 000,00 €	15 %	48	5	149 468,90 €	104,90 €
Kevyt polttoöljy			153	2	0,00 €	154,73 €
Nestekaasu, LPG	545 000,00 €	0 %	90	2	63 890,63 €	114,18 €
	Laskennassa käytettyjä arvoja					
	Investointiaika	10	vuotta			
	Korko	3	%			
	Höyry	2880	MWh			
	Biometaanin hinta	80	€/MWh			
	Logistiikka	6	€/MWh			
	Sähkön tuotanto	1040	MWh			
	Pelletin hinta	48	€/MWh			
	Nestekaasun hinta	90	€/MWh			
	Kevyen polttoöljyn hinta	152,7	€/MWh			

2.6 Teollisuuskohde 2

Teollisuuskohde 2 käyttää uuniensa lämmityksessä tällä hetkellä energian lähteenä kevyttä polttoöljyä. Uunien lämmitykseen vaadittava vuosittainen energiamäärä on 1180 MWh. Uunit on mahdollista muuttaa CBG:llä toimiviksi. CBG:n käyttöönottoa varten tehdasalueelle on investoitava kaasun varastointiin sopiva sijoituspaikka CBG-konteille. Taulukossa on 8 vertailtu kevyen polttoöljyn ja biometaanin käytön hintoja uunien lämmitysprosessissa. Biometaanin käytössä on huomioitu investoinnin lyhennys. Tämän alustavan laskelman perusteella uunien lämmitysprosessin muuttaminen biometaanilla toimivaksi vaikuttaisi kannattavalta.

Taulukko 8. Kevyen polttoöljyn ja biometaanin vertailua polttoaineena uunien lämmitysprosessissa.

Investoitavat kohteet	Investointi	Investointi-avustus	Polttoaine €/MWh	O&M €/MWh	Lyhennys	Kokonaishinta €/MWh
Biometaanin, 4 konttia	651 500,00 €	25 %	86	2	57 281,76 €	136,54 €
Kevyt polttoöljy			153	2	0,00 €	152,73 €

Laskennassa käytettyjä arvoja	
Investointiaika	10 vuotta
Korko	3 %
Uunien lämmitys	1180 MWh
Biometaanin hinta	80 €/MWh
Biometaanin logistiikka	6 €/MWh
Kevyen polttoöljyn hinta	152,7 €/MWh

ERILLISSELVITYS 3

Kysyntäperusteisen jakeluverkon ja jakelujärjestelmän tarkastelu kysyntäpohjaisesti.

Erillisselvityksessä 3 laadittiin teknistaloudelliset analyysit sekä tuotannon kannattavuuden arviointi kysyntäperusteisesti kahden eri kokoluokan biokaasulaitokselle: keskitetylle suurikokoiselle laitokselle (10 GWh) sekä pienemmälle tilakohtaiselle laitokselle (3 GWh). Laskelmat toteutettiin Invest for Excel -laskentaohjelmistolla.

3.1 Keskitetty suurikokoinen laitos (10 GWh)

Keskitetyn suuren biokaasulaitoksen raaka-aineet valittiin Kaustisen (69600), Vetelin (69700) sekä Tunkkarin (69730) postinnumeroalueilta. Raaka-aineiksi laitokselle valittiin lietelantaa, kuivalantaa sekä nurmea perustuen tietoon siitä, kuinka paljon ja mitä raaka-aineita alueilta voisi olla saatavissa perustuen hankkeessa aiemmin tehtyyn selvitystyöhön seutukunnan maatiloilla syntyvistä biokaasun tuotantoon soveltuvista raaka-aineista.

Laskelmassa ei ole huomioitu porttimaksua, ainoastaan nurmi on maksullinen. Laskelmassa ei ole huomioitu logistiikan kustannuksia, koska tilat sijaitsevat pienellä maantieteellisellä alueella.

Laskelmassa laitokselle saatiin nettonykyarvoksi noin 449 066 €, sisäiseksi korkokannaksi noin 9,07 % ja takaisinmaksuajaksi 14 vuotta. Pääoman tuottovaatimus asetettiin 8 prosenttiin, jonka perusteella laitos arvioitiin kannattavaksi. Tarkempi investointilaskelma on toimitettu KIERTH2ON 2.0 -hankkeelle erillisenä liitteenä.

3.2 Tilakokoluokan laitos (3 GWh)

Raaka-aineiksi tilakokoluokan laitokselle valittiin samat raaka-aineet kuin keskitetylle laitokselle. Laskelmassa laitokselle saatiin nettonykyarvoksi -23 769 € ja sisäiseksi korkokannaksi 7,66 %. Pääoman 8,00 %:n tuottovaatimuksella investoinnin arvioitiin olevan kannattamaton. Tarkempi investointilaskelma on toimitettu KIERTH2ON 2.0 -hankkeelle erillisenä liitteenä.

Johtopäätökset

Liikennekäyttöä ajatellen CBG-käyttöisten yksityisten henkilöautojen, niin ohikulkuliikenteen kuin paikallisen potentiaalin, tarvitsema kaasumäärä yksinään on optimisestikin ajateltuna liian vähäistä, jotta jakeluaseman perustaminen alueelle olisi kannattavaa. Tulevaisuudessa kaasukäyttöisten henkilöautojen merkitys tankkausmäärissä tulee entisestään vähenemään, kun polttomoottoristen henkilöautojen valmistus lopetetaan EU:n alueella vuonna 2035.

Sen sijaan raskaan liikenteen, jotka käyttävät painoluokan mukaan joko CBG:tä tai LNG:tä, tarvitsema kaasumäärä voisi olla riittävää, että alueelle kannattaisi liikennepolttoaineen kulutuksen perusteella perustaa biometaanin jakeluasema/jakeluasemia. Kannattavuuslaskelmat kummallekin asemalle olivat tässä raportissa tehtyihin kysyntäennusteisiin perustuen hyviä. Feasibin (2022) kyselytutkimuksen mukaan alueen kuljetusyriyksillä olisi paljon kiinnostusta siirtyä tulevaisuudessa jollain aikavälillä biometaanin käyttäviin ajoneuvoihin (joko CBG tai LBG). Suositeltavaa olisikin, että mahdollisten investointipäätösten tueksi kartoitettaisiin vielä tarkemmin kuljetusyhtiöiden halukkuutta ja mahdollisuuksia siirtyä biometaanin käyttöön polttoaineena ja pyrittäisiin muodostamaan investointien tueksi esimerkiksi aiesopimuksia.

Kaukolämpölaitosten osalta biometaanin käyttö pelkkään vara- ja huipputuotantoon ei vaikuttaisi laskelmien perusteella olevan järkevää taloudellisessa mielessä. Jos puolestaan kaukolämpökohteisiin investoidaan lisäksi biometaanilla toimiva mikroturbiini, jota ajettaisiin etenkin sähkön hintapiikkien aikana, investointi voi olla tietyin rajoituksin järkevä. Kannattavuutta voidaan arvioida laskureilla, jotka on toimitettu KIERH2ON 2.0 -hankkeelle tämän loppuraportin lisäksi. Tarkastelluissa teollisuuskohteissa biometaanin käyttöön siirtyminen arvioitiin voivan olevan kannattava investointi kummassakin teollisuuskohteessa.

Biokaasulaitosten osalta isomman kokoluokan (10 GWh) arvioitiin tässä selvityksessä juuri ja juuri kannattavaksi 8 % tuottovaatimuksella. Pienemmän kokoluokan (3 GWh) laitos sen sijaan arvioitiin 8 % tuottovaatimuksella kannattamattomaksi.

Kummankin kokoluokan, sekä keskitetyn suurikokoisen laitoksen että tilakokoluokan laitoksen, osalta pyydettiin budjettitarjoukset tämän selvityksen perusteella potentiaalisiksi arvioiduilta laitetoimittajilta. Kyseiset budjettitarjoukset on toimitettu KIERH2ON 2.0 -hankkeelle erillisenä liitteenä.

Lähteet:

CNG Europe 2023. Saatavissa: <https://cngeurope.com/>

Envitecpolis 2022. Toteutettavuusselvitykset. Saatavissa:

https://kaustisenseutu.fi/site/assets/files/4651/2022_09_16_loppuraportti_toteutettavuusselvitykset_kaustinen_fin.pdf

Feasib 2022. Bioenergian kysynnäluetaloudelliset vaikutukset Kaustisen seutukunnan alueella.

Saatavissa: https://kaustisenseutu.fi/site/assets/files/7232/kiersh2on_final_julkinen_16122022.pdf