



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Mikael Nurmi

**Maa- ja biokaasun käyttö energiatehokkuuden
parantamisessa**

Tekniikan ja innovaatiojohtamisen
akateeminen yksikkö
Kandidaatintutkielma
Sähkö- ja energiatekniikka

Vaasa 2025

VAASAN YLIOPISTO**Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö**

Tekijä:	Mikael Nurmi		
Tutkielman nimi:	Maa- ja biokaasun käyttö energiatehokkuuden parantamisessa		
Tutkinto:	Tekniikan kandidaatti		
Oppiaine:	Sähkö- ja energiatekniikka		
Työn ohjaaja:	Anne Mäkiranta		
Valmistumisvuosi:	2025	Sivumäärä:	30

TIIVISTELMÄ:

Tässä kandidaatintutkielmassa käsitellään maa- ja biokaasun käyttöä ja vaikutuksia maailman energiantuotannossa erityisesti keskittyen Suomen ja Euroopan sovelluksiin. Koska viimeaikaiset ympäristöhaasteet ovat herättäneet suurta huolta maapallon ilmastonlämpenemisen osalta on muutoksia tehtävä nopeasti maailman kasvihuonepäästöjen suhteen. Kiristyneiden ilmastotavoitteiden ja maapallon ilmaston säästämiseksi tarvitaan yhä vähäpäästöisempiä ratkaisuja tulevaisuudessa ja tästä syystä myös nykyisten energiamuotojen tutkiminen on tarpeellista.

Teknologian kehittymisen myötä ja uusien innovaatioiden ansiosta kaasut ovat pitäneet yhä vankkaa asemaa maailman energiantuotannossa. Ne ovat toimineet vähäpäästöisempinä ratkaisuna ja hyvinä energianlähteinä siirtymävaiheessa kohti päästöttömiä energialähteitä energiatehokkaana ratkaisuna energiantuotannossa. Viimeisen kymmenen vuoden aikana esiintyneiden tutkimusten mukaan kuitenkin erityisesti maakaasuun käytössä on huomattu haitallisia metaanipäästöjä, jotka vaikuttavat ilmakehän kasvihuonekaasuihin merkittävästi. Tämä on heikentänyt maakaasun etua vähäpäästöisenä energialähteenä ja keskustelua sen todellisista ilmastohyödyistä. Tämä on entiseltään lisännyt kaasujen käytön lopettamisen tarvetta maailman ilmastokeskusteluissa.

Työn johtopäätöksissä todetaan, että vaikka kaasujen käyttö on laskenut vuoden 2010-luvun tasoilta ilmastotavoitteiden kiristyttyä, ne ovat edelleen merkittävä energianlähde maailmanlaajuisessa energiantuotannossa. Uusien teknologioiden myötä kaasujen käyttö ja metaanipäästöt pienentyvät, jonka ansiosta kaasujen tuottamat päästöt myös pienentyvät. Tämä lisää kaasujen ympäristöetua muihin fossiilisiin polttoaineisiin. EU:n vuodelle 2050 asettaman hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamiseksi myös näistä kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavista polttoaineista on kuitenkin luovuttava tulevaisuudessa.

Sisällys

1	Johdanto	5
2	Maa- ja biokaasun ominaisuudet energianlähteenä	7
2.1	Kaasujen ominaisuudet	7
2.2	Maa- ja biokaasun saatavuus	9
2.3	Ympäristövaikutukset	10
2.4	Varastointi ja jakelu	11
3	Vertailu fossiilisiin polttoaineisiin	14
4	Maa- ja biokaasun käyttö sekä niiden mahdollisuudet	16
4.1	Paineistettu maakaasu (CNG)	16
4.2	Nesteytetty maakaasu (LNG)	17
4.3	Biokaasun käytön edut ja haitat	19
5	Tulevaisuuden näkymät	21
6	Pohdinta	23
7	Johtopäätökset	25
8	Yhteenveto	26
	Lähteet	27

Kuvat

Kuva 1. Biokaasun tuotanto maataloudessa (Raiho, 2024).	8
Kuva 2. Maakaasu esiintymät. Ruskealla suuret esiintymät (IPC Petroleum Consultants, 2024)	9
Kuva 3. Nesteytetyn maakaasun (LNG) päästöt raskaspolttoöljyyn (HFO) verrattuna. (Väisänen, 2018)	10
Kuva 4. Euroopan kaasun tuonti. Venäjä sinisellä. (Tilastokeskus, 2023)	13
Kuva 5. Vaasan kaupungin BCG-bussi	17
Kuva 6. Nesteytetyn maakaasun kuljetusta meriteitse (Marine Digital, 2025).	19
Kuva 7. Gasumin biokaasun tankkausasema Raumalla (Gasum, 2025).	20
Kuva 8. EU:n käyttämät energialähteet teollisuudessa (Eurostat, 2024).	22

Tekoälyn käyttöä koskeva ilmoitus

Tämän kandidaatin -tutkielman valmistelun aikana tutkielman tekijä Mikael Nurmi käytti ChatGPT tekoälyä työkaluna kehittääkseen opinnäytteensä kieltä. ChatGPT:n käytön jälkeen, tekijä on tarkistanut ja muokannut sisältöä ja ottaa täyden vastuun kandidaattitutkielman sisällöstä.

1 Johdanto

Ympäristöongelmat ja erityisesti ilmaston lämpeneminen on kiihtynyt 2000-luvun alusta alkaen voimakkaasti. Jatkuva kasvihuonekaasujen lisääntyminen edesauttaa ilmastonmuutosta vuosi vuodelta yhä enemmän ja tästä syystä maapallon keskilämpötila on noussut vuonna 2023 0,93 astetta enemmän vuosien 1991–2020 keskiarvoon verrattuna. (Ilmatieteen laitos, 2024). Tämä aiheuttaa lämpenemisen lisäksi myös sääilmiöiden ääriolojen lisääntymistä sekä suurenemista voimakkaasti. (Euroopan komissio, 2025) Tämä on lisännyt keskustelua ilmastotilanteesta ja keskustelu kestävästä kehityksestä ja tulevaisuuden energiaratkaisuista on yleinen aihe tulevaisuuden energiaongelmia ja ympäristön kuormittavuutta tarkasteltaessa. Tähän on puututtu myös esimerkiksi Euroopan Unionissa (EU) missä ilmastopolitiikka säädetään EU:n jäsenmaille. Tämän seurauksena EU on asettanut säädöksiä kestävä kehityksen ja maapallon ilmaston parantamiseksi. EU:n tavoitteena on hakea ilmastoneutraalisuutta vuoteen 2050 mennessä (Ympäristöministeriö, 2025).

Kasvihuonekaasujen vähentämiseksi ja ilmastonmuutoksen pysäyttämiseksi täytyy tehdä muutoksia polttoaineiden päästöissä sekä kestävä kehityksen mukaisen energian hankinnassa. Maakaasu tarjoaa tähän loistavan vaihtoehdon olemalla vähäpäästöisempi ratkaisu dieseliin ja bensiiniin verrattuna. Haltia (2022) kertoo tutkimuksessaan kaasukäyttöisen ajoneuvon tuottavan noin 20 prosenttia pienemmät haitalliset ilmastovaikutukset, mikä on huomattava ero esimerkiksi tutkimuksessa tutkittujen kuorma-autojen päästöihin. Tämän vuoksi kaasukäyttöisiä ajoneuvoja nähdään yhä enemmän liikenteessä varsinkin raskaassa liikenteessä. Biokaasu puolestaan Gasumin mukaan tuottaa noin 90 % pienemmät kasvihuonepäästöt koko elinkaaren ajalta verrattuna muihin fossiilisiin polttoaineisiin, mikä tarjoaa täten puhtaamman vaihtoehdon saastuttavimpiin öljyyn ja kivihiilen nähden (Gasum, 2025). Maa- ja biokaasun tuotannossa ja käytössä on kuitenkin huomattu viime vuosikymmenenä ongelmia, sillä lisääntyneet metaanipäästöt vauhdittavat kasvihuoneilmiötä voimakkaasti sekä edelleen vaikuttavat ilmaston lämpenemiseen. IEA:n (2024) tutkimuksesta käy ilmi, että metaanipäästöt olivat huipussaan vuoden 2023 tilastoissa. Suurin osa päästöistä on peräisin palamattoman polttoaineen

kulkeutumisesta moottorin lävitse sekä tuotantovaiheen metaanin karkaamisesta keruulaitteiden ohitse. Tämä on aiheuttanut keskustelua kaasujen ympäristöystävällisyydestä.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarjota kirjallisuuskatsaus maa- ja biokaasuun, niiden ominaisuuksiin ja mahdollisuuksiin tulevaisuuden energiantuotannossa ja käytössä. Pohditaan niiden haittavaikutuksia sekä ongelmia. Tutkielman alussa perehdytään kaasujen ominaisuuksiin, josta jatketaan niiden vertailuun muihin fossiilisiin polttoaineihin verrattuna. Tämän jälkeen pohditaan mahdollisuuksia ja niiden käyttöä tulevaisuudessa. Tutustutaan paineistettuun sekä nesteytettyyn kaasuun (GNG, GBG & LNG, LBG) ja niiden ominaisuuksiin. Tutkielman lopussa pohditaan tuloksia, todetaan johtopäätökset ja tehdään yhteenveto.

2 Maa- ja biokaasun ominaisuudet energianlähteenä

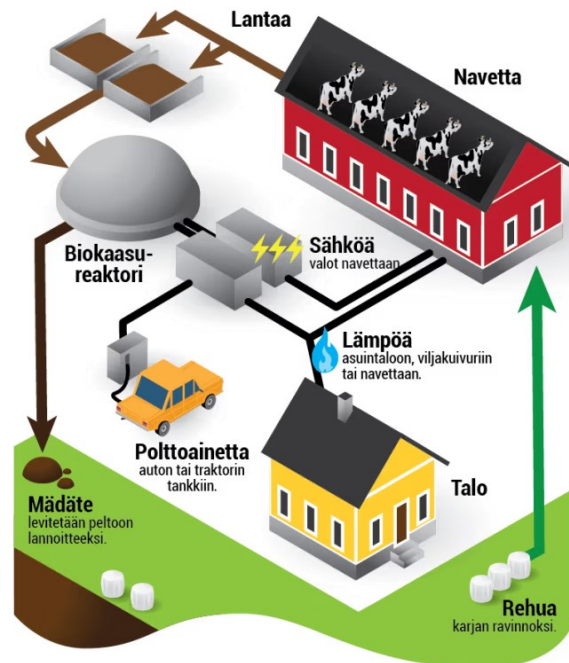
Maa- ja biokaasu ovat molemmat merkittäviä energianlähteitä, joita on pidetty vähäpäästöisinä vaihtoehtoina energiantuotannossa. Ne tarjoavat joustavan ratkaisun eri energiantarpeisiin ja niiden hyödyntäminen vähentää hiilidioksidipäästöjä kivihiileen ja öljyyn verrattuna.

2.1 Kaasujen ominaisuudet

Maa- ja biokaasu koostuvat molemmat suurimmaksi osaksi metaanista (CH_4). Työterveyslaitoksen (2025) mukaan metaani on hajuton ja väritön ilmaa kevyempi kaasu, joka syttyy ja palaa erittäin helposti. Metaanin osuus maakaasussa on noin 98% ja loput pari prosenttia etaania ja typpeä (Tukes, 2014). Biokaasu on puolestaan hiukan laihempaa metaanipitoisuudeltaan noin 50-70% ja sisältää lisäksi muita epäpuhtauksia kuten pistävän hajuista rikkivetyä (Motiva, 2025). Suuren metaanipitoisuuden vuoksi ne ovat energiasisällöltään huomattavasti tiheämpiä verrattuna nykyisin enemmän käytettyihin nestemäisiin polttoaineisiin kuten esimerkiksi dieseliin ja bensiiniin. Maakaasun energiasisältö on noin 50 MJ/kg. Kilo maakaasua vastaakin energiasisällöltään 1,56 litraa bensiiniä ja 1,39 litraa dieseliä (Motiva, 2025). Suuren energiasisällön lisäksi kaasut ovat hyvin edullisia perinteisten nestemäisten polttoaineiden rinnalla, kun verrataan niitä tilavuudeltaan (Motiva, 2025),

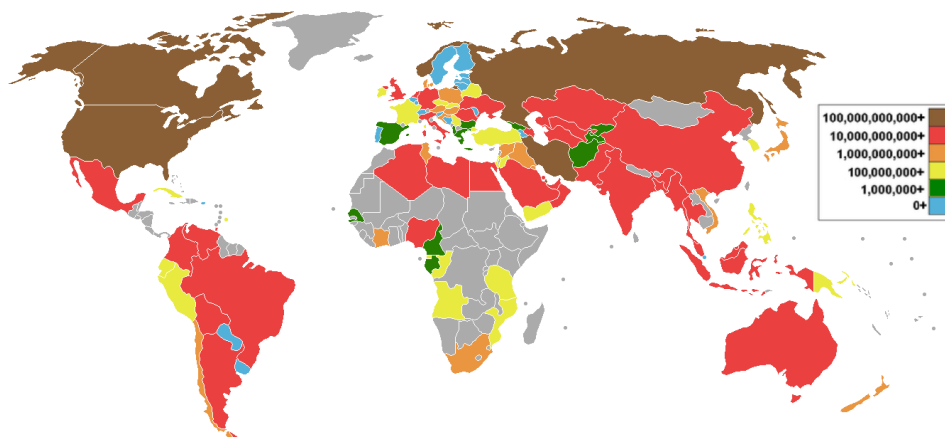
Kaasujen alkuperä eroaa merkittävästi toisistaan. Biokaasua saadaan biologisen hajoamisen avulla ja sitä tuotetaan orgaanisista aineista kuten jätteistä, lannasta ja muista biohajoavista materiaaleista. Tämä tapahtuu anaerobisessa tilassa bioreaktorissa, jossa mikrobit hajottavat orgaanista murskattua ainetta ilman happea noin 37-asteen lämpötilassa (Gasum, 2025). Prosessi tuottaa metaanipitoista biokaasua, mikä talteen otetaan, puhdistetaan epäpuhtauksista ja käytetään polttoaineena sellaisenaan tai esimerkiksi sähköntuotantoon. Biokaasu luokitellaan täten uusiutuvaksi ja sen tuotantoa hyödynnetäänkin jo useissa eri jätteenkäsittelylaitoksissa ja maatalouksissa. Paikallisen tuotannon

puolesta se voidaan luokitella myös kotimaiseksi polttoaineeksi. Koko biokaasun tuotantoprosessi on esitetty kuvassa 1, jossa sitä hyödynnetään maatalouden yhteydessä.



Kuva 1. Biokaasun tuotanto maataloudessa (Raiho, 2024).

Maakaasu on syntynyt pitkän ajan saatossa kovassa lämpötilassa sekä paineessa orgaanisen hajoamisen seurauksena (Tukes, 2014). Maakaasu on peräisin maaperästä, joten sen tuottaminen ja talteenotto edellyttää maaperän poraamista. Suuria maakaasu esiintymiä löytyy Yhdysvalloissa, Venäjällä ja Lähi-idässä (IEA, 2022). Biokaasuun verrattuna maakaasu luokitellaan fossiiliseksi polttoaineeksi, joka tulee joskus loppumaan, mutta tunnetut esiintymät ovat kuitenkin IEA:n (2022) mukaan vielä todella suuret. Maakaasu esiintymine laajuutta esitetään kuvassa 2.



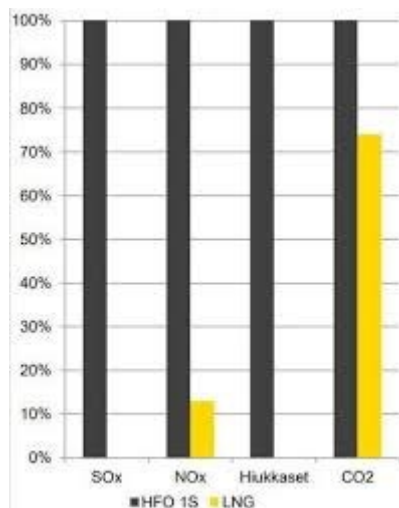
Kuva 2. Maakaasu esiintymät. Ruskealla suuret esiintymät (IPC Petroleum Consultants, 2024)

2.2 Maa- ja biokaasun saatavuus

Maa- ja biokaasun saatavuus on kehittynyt merkittävästi niin infrastruktuurissa kuin teollisuudessakin. Liikenteessä tästä voidaan pitää esimerkkinä lisääntyneitä kaasuautojen markkinaa. 2019 tehdyssä Insinööriliiton julkaisussa (2019) ilmoitettiin kaasuautojen lisääntyneen viimeisen kolmen vuoden aikana yli 800 %. Myöhemmin tahti yksityisliikenteessä on kuitenkin hidastunut. Myös raskaan liikenteen käyttäjät suosivat ajoneuvoissaan kaasuja. Yrittäjäliiton tekemän kyselyn (2023) mukaan 83 % kuljetusyrittäjistä suosi käyttövoimaksi kaasua. Kehitykseen tähän päivään asti on oltu tyytymättömiä varsinkin raskaan liikenteen puolella sillä kehitys tankkausasemien puolella ei ole ollut odotettua ja niitä on rakennettu suhteessa muihin tankkausasemiin vielä vähän. Tämä käy jo ilmi Insinööriliiton (2019) tekemässä tutkimuksessa. Teollisuuden puolesta biokaasun talteenottoa on parannettu ja sen tuottamista on lisätty runsaasti maataloilla ja jätehuollon piireissä, sillä tuotantopotentiaali näillä aloilla on suuri (Hvvärinen, 2024). 2000-luvun alussa suurin osa Euroopan maakaasusta oli peräisin Venäjältä, mutta Venäjän aloittaman hyökkäyssodan vaikutuksesta Venäjän kaasun tuonti Eurooppaan on vähentynyt jopa 80 % (Atradius, 2024). Euroopan unionin asettamien ilmastotavoitteiden takia biokaasun käyttö ja tuotannon laajentuminen on ollut huomattavaa erilaisten verovähennysten ja kannustimien avulla. Tähän tuli kuitenkin liikenteen osalta muutos vuonna 2022 jolloin verotus säädettiin maakaasun kanssa samaan luokkaan. 2023 biokaasulle säädettiin myös valmistevero muuhun kulutukseen luovutettaessa (Verohallinto, 2024).

2.3 Ympäristövaikutukset

Maakaasun poltto tuottaa hiilidioksidipäästöjä, mutta ne ovat huomattavasti pienemmät kuin perinteisten öljyn ja kivihiilen tuottamat päästöt. Maakaasun polttamisen seurauksena ei vapaudu niin ikään myöskään pienhiukkasia kuten kuvasta 3 näemme, mikä lisää maakaasun ympäristöetua nestemäisiin polttoaineisiin nähden (Motiva, 2025). Polttamisesta vapautuu kuitenkin pieni määrä muita saasteita kuten typpeä. Kokonaisuudessaan polttaminen on siis huomattavasti nykyisiä raskaita polttoöljyjä ympäristöystävällisempää. Yhtenä suurimpana ongelmana maakaasussa on sen tuotantovaiheen seurauksena vapautuvat metaanipäästöt, jotka ovat merkittävä ilmamehän kasvihuonekaasujen lähde sillä metaani on hiilidioksidia voimakkaampi kasvihuonekaasu (Euroopan komissio, 2025). Lisäksi moottoreissa on huomattu huomattavia metaanipäästöjä palamattomana pakokaasun seassa (Kuittinen;Koponen;Vesala;& Lehtoranta, 2024). Tämän on huomattu lisäävän entisestään metaanin pääsyä ilmakehään ja tuonut paremmin ilmi maakaasun käyttämiseen liittyviä ongelmia. Lisäksi maakaasun tuotantovaihe aiheuttaa mahdollisia ympäristötuhoja sekä vesistöjen saastumisia.



Kuva 3. Nesteytetyn maakaasun (LNG) päästöt raskaspolttoöljyyn (HFO) verrattuna. (Väisänen, 2018)

Biokaasun vaikutukset uusiutuvana energianlähteenä ovat olleet positiivisempia, maakaasuun ja muihin fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna. Tämä näkyy myös yritysten toiminnassa, kaasuyhtiö Gasum teki päätöksen vuonna 2024, että jatkossa heidän tankkausasemillaan voidaan tankata vain biokaasua (Gasum, 2025). Biokaasu maakaasun tavoin on myös todettu vähäpäästöisemmäksi kuin nykyiset fossiiliset polttoaineet, mutta biokaasuun liittyvät omat ongelmansa. Biokaasun polttaminen tuottaa hiilidioksidipäästöjä. Koska biokaasu on peräisin orgaanisesta materiaalista, siihen sitoutunut hiilidioksidi on peräisin toisesta aineesta ja näin ollen sen poltto ei lisää ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta pitkällä aikavälillä. Tuotantolaitoksilla on myös havaittu mahdollisia metaanivuotoja ilmakehään maakaasun tuotannon tavoin (Sari Luostarinen, 2023). Uudet teknologiat biokaasujen tuotantovaiheessa mahdollistavat kuitenkin myös entistä tehokkaamman metaanin keruun. Näin myös suurempi osa tuotetusta metaanista saadaan hyödynnettyä ja mahdollisia vuotoja saadaan pienennettyä huomattavasti. Tämä mahdollistaa entistä paremmat tuotantomahdollisuudet ja vähentää ilmakehään vapautuvia metaanipäästöjä. Työ- ja elinkeinoministeriö (2024) onkin antanut tukensa uusille teknologioille, joihin se on investoinut biokaasun tuotannon tehostamiseksi ja parantamiseksi. Maakaasun tavoin biokaasu tuottaa palamisvaiheessa vähemmän haitallisia päästöjä ilmakehään fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna ja hiukkaspäästöt ovat mitättömiä (Motiva, 2025). Biokaasu kuitenkin sisältää enemmän epäpuhtauksia verrattuna ”puhtaaseen” maakaasuun. Näitä ovat esimerkiksi hiilidioksidi ja vesihöyry, joita joudutaan tuotannon jälkeen poistamaan kaasusta erilaisilla puhdistusmenetelmillä (Motiva, 2025).

2.4 Varastointi ja jakelu

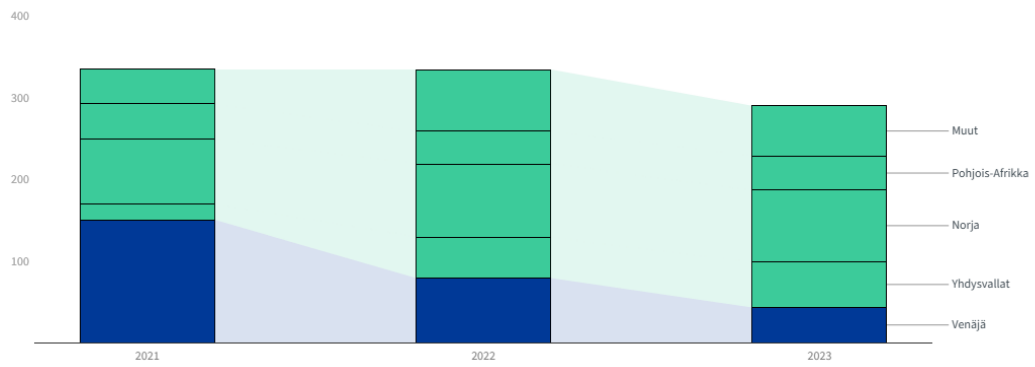
Energian tarve usein kasvaa kylmien kuukausien aikana, johtuen kasvavasta lämmitystarpeesta. Tästä syystä energian varastointi on tärkeää, jotta polttoainetta energiantuotantoon on saatavilla näiden kylmien kuukausien aikana. Tämä onnistuu varastoimalla kaasuja.

Kaasuja tuotetaan ja varastoidaan energian käyttökohteen mukaan. Suurin osa kaasuista varastoidaan kaasumaisessa muodossa säiliöissä tai pulloissa. Yleensä tämän yhteydessä

kaasu paineistetaan, jolloin sen tiheys kasvaa. Tämä pienentää kaasun tilavuutta ja tehostaa varastoinnin tehokkuutta. Toinen keino on muuttaa kaasu nestemäiseen olomuotoon. Tämä tehostaa myös varastoinnin tehokkuutta. Nestemäisen kaasun haasteena on kuitenkin matala nesteytyslämpötila, noin -162 astetta (Motiva, 2025). Molemmissa tapauksissa kaasun varastointi ja kuljetus vaativat erikoissäiliöitä ja -laitteita. Usein maa- ja biokaasu käytetään jo tuotantopaikalla esimerkiksi energian tai sähkön tuotantoon, esimerkiksi biokaasun kohdalla jätelaitoksilla tai suurilla maatiloilla (kuva 1).

Suuret määrät maa- ja biokaasua kuljetetaan pääasiassa kaasuputkistoissa, jossa yhdistyvät tuotantopaikat sekä jakeluasemat. Myös kaasun maantiekuljetukset ovat yleisiä ainakin Suomessa, sillä kaasuverkko on toistaiseksi vielä rajallinen. (Gasgrid, 2024). Maa- ja biokaasua voidaan kuljettaa samassa putkistossa, mikäli biokaasu on puhdistettu epäpuhtauksista ja säädelty metaanipitoisuudeltaan oikeaan laatuun (Motiva, 2025). Yhteiskäyttö mahdollistaa tehokkaan kaasuverkon sekä tukee verkoston joustavuutta. Lisäksi biokaasun käyttäminen vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä ja lisää verkoston varmuutta aikoina, kun maakaasua on tarjolla vähemmän.

Euroopassa kaasun käyttö on ollut yleistä teollisuudessa, lämmityksessä sekä kotitalouksissa energiatehokkaana polttoaineena. Suurin osa, melkein 50 %, tuontikaasusta on tullut Venäjältä. Venäjän hyökkäyssodan aloittamisen jälkeen Venäjältä tuodun kaasun määrä on vähentynyt huomattavasti pakotteiden myötä ja sitä pyritään korjaamaan vaihtoehtoisella energialla. Kokonaisuudessa energiantuonti Venäjältä on laskenut 34 %:sta 7 %:iin 2021 vuodesta 2023 mennessä (Tilastokeskus, 2024). Maakaasun tuonti ei ole kuitenkaan täysin loppunut. Venäläisen putkikaasun tuonti kuitenkin vähentynyt noin 80 % aikavälillä 2021-2023 (Eurooppa-neuvosto, 2025). Tämä havainnollistetaan myös kuvassa 4, jossa esitetään Euroopan kaasun tuontia. Yhdysvaltojen ja Norjan kaasun tuonti on lisääntynyt samanaikaisesti merkittävästi varsinkin nesteytetyn maakaasun muodossa. Lisäksi kaasua on korvattu vaihtoehtoisilla energiamenetelmillä. Tämä näkyy kaasun tuonnin laskuna.



Kuva 4. Euroopan kaasun tuonti. Venäjä sinisellä. (Tilastokeskus, 2023)

3 Vertailu fossiilisiin polttoaineisiin

Maakaasu eroaa muista fossiilisista polttoaineista monin tavoin, mutta yhtäläisyyksiä nykyisiin polttoaineisiin myös on. Muiden fossiilisten polttoaineiden tapaan varannot ovat rajalliset ja ne esiintyvät ympäri maapalloa. Maakaasuvarannot ovat kuitenkin huomattavasti suuremmat muihin fossiilisiin polttoainevarantoihin verrattuna ja sen uskotaan riittävän huomattavasti pidempään esimerkiksi öljyyn verrattuna (MET Group, 2023). Energiantuotannossa maakaasu on joustava ja tehokas polttoaine ja mahdollistaa säädettyä energian- tai sähköntuotannon esimerkiksi tuuli- ja aurinkoenergian rinnalla. Maakaasuvoimalat ovat myös erittäin nopeakäynnisteisiä, sillä ne voidaan käynnistää ja sammuttaa nopeammin perinteisiin kivihiiivoimaloihin nähden (Mosallanezhad, 2024). Lisäksi maakaasu on energiatihedeltään rikkaampaa verrattuna öljyyn ja kivihiileen ja näin ollen myös riittävämpää (Motiva, 2025). Maakaasun etuna on lisäksi polttamisesta aiheutuvat vähäiset päästöt. Palaessaan maakaasu tuottaa noin 50 % vähemmän CO₂-päästöjä verrattuna kivihiileen ja noin 30-40 % prosenttia vähemmän verrattuna öljyyn, mikä tekee siitä erinomaisen ratkaisun energiantuotannossa (Motiva, 2025). Maakaasu palaa hyvin, sillä se on 98% metaania. Tästä syystä sivutuotteita kuten rikkiä tai muita hiukkaspäästöjä ei juurikaan synny palamisen seurauksena (Motiva, 2025). Tämän päivän markkinoilla maakaasu on myös öljyä halvempi vaihtoehto. Nämä ovat suuria etuja perinteisiin polttoaineisiin verrattuna ja näin maakaasu on tehokas ja ympäristöystävällisempi ratkaisu fossiilisten polttoaineiden joukossa.

Biokaasun suuri etu verrattuna fossiilisiin polttoaineisiin on uusiutuvuus. Biokaasu on uusiutuva luonnonvara, koska sitä saadaan tuotettua orgaanisesta jätteestä esimerkiksi jätevesilaitoksilla, maatalouksissa tai elintarvike teollisuuden sivutuotteista. Tästä syystä biokaasun tuotanto on myös monipuolisempaa ja sitä pystytään tuottamaan paikallisesti eri paikoissa. Lisäksi se vähentää jätteiden määrää ja lisää orgaanisten tuotteiden kestävä kehitystä uudessa muodossa. Biokaasu mahdollistaa myös tuotannon paikasta riippumatta, mutta usein laitokset perustetaan ympäri maailmaa paikkoihin, josta orgaanista jätettä on runsaasti saatavilla. Tämä tehostaa energiantuotantoa ja tekee laitoksen toiminnasta logistisesti järkevää. Biokaasua voidaan myös käyttää paikallisesti tai sitä

voidaan jakaa jakeluverkkoon esimerkiksi liikenteen ja teollisuuden käyttöön. Taloudellisesti biokaasu voi olla kilpailukykyinen, mutta sen laajamittainen käyttöönotto riippuu tuotantokustannuksista, jakelusta ja tukipolitiikasta. Fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna biokaasun tuotanto vaatii alkuinvestointeja, mutta sen hyödyntäminen voi vähentää riippuvuutta fossiilisista polttoaineista ja luoda paikallisia työpaikkoja.

Kokonaisuudessaan molemmat tarjoavat ympäristöystävällisemmän ja joustavan ratkaisun muihin fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna. Molempien kaasujen asemaa ajavat myös niiden käyttömahdollisuus nesteytettynä ja paineistettuna kaasuna erityisesti liikenteessä. Maakaasulla on toistaiseksi suuri asema eri polttoaineiden energiantuotannossa, mutta sen käyttö on riippuvaista maailmanlaajuisesta politiikasta ja sen hinta voi vaihdella taloudellisten tekijöiden mukaan. Biokaasun tuotanto on vielä vähäistä verrattuna maakaasuun, mutta sen kyky edistää kiertotaloutta ja kestävää kehitystä ajavat sen asemaa tulevaisuuden energiamarkkinoilla. Biokaasussa on myös muita hyviä puolia, sillä tulevaisuudessa tuotantolaitokset voivat tarjota uusia työpaikkoja erityisesti maatalouden ja jätehuollon aloilla. Vaikka biokaasu on vielä kalliimpaa verrattuna fossiiliseen maakaasuun, teknologian kehittyessä tuotantomäärät voivat nousta. Tämä laskisi biokaasun hintaa ja näin edesauttaa sitä kilpailukykyisemmäksi vaihtoehdoksi fossiilisten polttoaineiden rinnalla.

Molemmissa polttoaineissa on omat hyvät puolensa. Korkea energiatiheys ja pienet päästöt ajavat molempien kaasujen asemaa nykyajan energiamarkkinoilla. Kuitenkin lisääntyneet metaanipäästöt ja lisääntynyt metaanin pääsy ilmakehään on herättänyt keskustelua polttoaineiden tämän päivän markkinoilla kaasujen huonoista puolista muiden fossiilisten polttoaineiden rinnalla.

4 Maa- ja biokaasun käyttö sekä niiden mahdollisuudet

Maa- ja biokaasu ovat nousseet merkittäväksi vaihtoehdoksi fossiilisille polttoaineille niin liikenteessä kuin energiantuotannossa. Erityisesti uudet teknologiat ovat lisänneet niiden suosiota tulevaisuudessa fossiilisten polttoaineiden sijasta (IEA, Natural gas, 2025). Kaasujen käyttö on monipuolista, sillä ne soveltuvat moneen eri käyttötarkoitukseen. Sähkön- ja lämmöntuotantoon, liikenteen polttoaineeksi tai teollisuuden raaka-aineeksi. Viime vuosina erityisesti liikennepolttoaineen rooli on kasvanut kehittyvän laivaliikenteen myötä raskaissa tavaraliikennealuksissa, kun on pyritty löytämään keinoja päästöjen vähentämiseksi. Tästä syystä kaasun toimitustavat ovat kehittyneet muodostaen uusia mahdollisuuksia tuottaa, kuljettaa ja varastoida kaasua myöhempisiin käyttötarkoituksiin.

4.1 Paineistettu maakaasu (CNG)

Paineistettu maakaasu (CNG) on maakaasua, joka on puristettu korkeaan paineeseen. Kaasun paine on yleensä noin 200-300 barin (OICA, 2025). Tiheäksi puristettu kaasu on näin helppo varastoida suuressa määrin säiliöissä ja kuljettaa myöhempisiin käyttötarkoituksiin tuotantopaikalta.

CNG:n merkittävänä käyttökohteena on liikenne. Sitä pystytään käyttämään polttoaineena henkilöautoissa ja raskaassa liikenteessä erityisesti joukkoliikenteen parissa. Kaupunkikäytössä CNG tarjoaa loistavan vaihtoehdon, sillä se vähentää liikenteen päästöjä ja parantaa näin ilmanlaatua. Tähän moni kaupunki on myös lähtenyt esimerkiksi Vaasan kaupungin hankkima kuvan 5 paineistetulla biokaasulla (BCG) toimiva bussi. Myös jakeliikenteessä CNG käyttöiset jakeluautot ovat yleistyneet alhaisten päästöjen ja kilpailukykyisten käyttökustannusten ansiosta (Gasum, 2024). Lisäksi CNG:tä voidaan käyttää alueilla, joissa kaasuverkkoa ei ole vielä saatavilla esimerkiksi energiantuotantoon pullo-tettuna tai säiliöiden muodossa.



Kuva 5. Vaasan kaupungin BCG-bussi

CNG:n etuja ovat sen alhaisemmat päästöt, kustannustehokkuus ja saatavuus pitkienkin matkojen päässä tuotantolaitoksesta. Nieuwenhuis & Wells tekemän tutkimuksen mukaan (2003) paineistetun maakaasun käyttö vaatii erityisiä tankkaus- ja varastointilaitteita, ja liikennevälineiden muuntaminen polttoaineenaan CNG-käyttöisiksi voi olla kallista. Lisäksi CNG:n energiasisältö kaasun tilavuutta kohti on alhaisempi kuin nestemäisillä polttoaineilla, mikä vaikuttaa ajoneuvojen toimintamatkaan negatiivisesti. Tämän lisäksi tankkausasemien määrä Suomessa on vielä suhteellisen pieni verrattuna muihin nestemäisiin polttoaineisiin, joten sen houkuttelevuutta laajalla käyttökunnolle rajoittaa vielä sen saatavuus pienemmillä paikkakunnilla.

4.2 Nesteytetty maakaasu (LNG)

Nesteytetty maakaasu (LNG) on jäädytettyä maakaasua. Tähän tarvitaan noin -162 celsius asteen lämpötila, jolloin maakaasu muuttuu nestemäiseen olomuotoon. Nesteytetty maakaasu on paineistettuun maakaasuunkin verrattuna tilavuudeltaan paljon tiheämpää ja vastaa noin 1/600-osaa alkuperäisestä kaasusta. Tämä tekee varastoinnista helpompaa ja mahdollistaa kaasun kuljettamisen pitkiäkin matkoja (Gasum, 2025).

Koska LNG tarvitsee jatkuvan alhaisen lämpötilan, tarvitsee sitä kuljettaa ja varastoida erikoissäiliöissä, jotka pitävät kaasun alhaisessa lämpötilassa.

LNG:n suurimmat käyttökohteet nykypäivänä liittyvät lähinnä energiantuotantoon ja raskaaseen liikenteeseen. Se toimii vaihtoehtona hiillelle ja öljylle teollisuuden prosesseissa, joissa vaaditaan suuret energiamäärät. Liikenteessä LNG on erityisesti raskaan liikenteen ja merenkulun polttoaine. LNG-rekat pystyvät kulkemaan huomattavasti pitemmän matkan verrattuna LNG-teknologiaan verrattuna, johtuen suuremmasta energiatihydestä (Gasum, 2024). Merenkulussa LNG tarjoaa vaihtoehtoisen ratkaisun fossiilisten polttoaineiden rinnalle vähentäen huomattavasti aiheutuvia päästöjä ja täyttämään IMO:n asettamia tiukkoja päästörajoituksia (IEA, Natural gas, 2025).

LNG:n etuja ovat sen korkea energiasisältö ja mahdollisuus vähentää raskaan liikenteen sekä merenkulun päästöjä. Lisäksi sitä on myös mahdollisuus käyttää alueilla ilman kaasuverkostoa, mikä lisää energian toimintavarmuutta. Esimerkiksi kuvassa 6, LNG:tä kuljetetaan meriteitse käyttökohteeseensa, LNG:n kuljetukseen soveltuvalla laivalla. Kuitenkin LNG:n tuotanto ja varastointi vaativat kalliita investointeja erityisiin jäähdytys- ja säiliöjärjestelmiin. Lisäksi LNG:n käsittely vaatii erityistä huolellisuutta sen alhaisen lämpötilan vuoksi. LNG:n polttamisessa on myös esiintynyt toinen huolenaihe metaanivuotojen osalta. Vaikka LNG:n polttaminen ei tuota niin paljon hiilidioksidipäästöjä verrattuna muihin fossiilisiin polttoaineisiin, polttamisen seurauksena vapautuva palamaton metaani on huomattavasti voimakkaampi kasvihuonekaasu. Pienetkin vuodot tuotannossa, kuljetuksessa ja käytössä voivat heikentävät LNG:n ilmastohyötyä merkittävästi.



Kuva 6. Nesteytetyn maakaasun kuljetusta meriteitse (Marine Digital, 2025).

4.3 Biokaasun käytön edut ja haitat

Biokaasun suurimpana etuna verrattuna maakaasun on sen uusiutuvuus. Lisäksi biokaasun käytöllä saavutetaan jopa 90:n prosentin vähennys hiilidioksidipäästöihin koko elinkaaren aikana fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna (Gasum, 2025). Tähän sisältyy päästöt koko elinketjun aikana hankinnasta, tuotannon kautta jalostukseen ja lopulliseen käyttöön. Lisäksi metaanin talteenotto jätteistä vähentää voimakkaan kasvihuonekaasujen pääsyä suoraan ilmakehään, mikä vähentää entisestään kokonaisilmastovaikutusta. Biokaasua voidaan myös nesteyttää (LNG) tai paineistaa (CBG) sen käytön helpottamiseksi kuljetuksessa varastoinnissa ja lopullisessa käyttökohteessa. Täten biokaasua voidaan käyttää niin sähkön- tai energiatuotantoon kuin myös liikenteessä polttoaineena kuvan Vaasan BCG bussin tavoin. Tämän vuoksi biokaasun käyttö liikenteessä on yleistynyt ja siihen halutaan edelleen panostaa, mistä kertoo kuvassa 7 esiintyvä 2025 Raumalle avattu uusi biokaasun tankkausasema. Biokaasua voidaan tuottaa paikallisesta raaka-aineesta, kuten jätteestä ja orgaanisesta aineesta. Tämä vähentää riippuvuutta fossiilisista polttoaineista ja lisää energiaomavaraisuutta.



Kuva 7. Gasumin biokaasun tankkausasema Raumalla (Gasum, 2025).

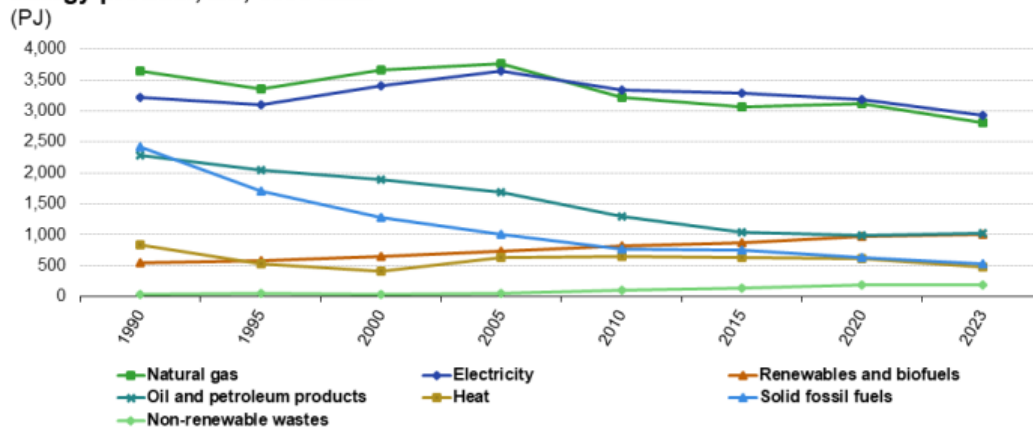
Kuitenkin biokaasussa on myös omat haittansa. Biokaasun tuotanto on usein kalliimpaa kuin fossiilisen maakaasun hyödyntäminen. Investoinnit laitoksiin ja infraan voi olla huomattavasti kalliimpaa verrattuna tuotuun maakaasuun. Myös raaka-aineen saatavuus ja laatu voi olla vaihtelevaa ja synnyttää kilpailua potentiaalisesta jätteestä eri tuotantolaitosten välillä. Lisäksi maakaasuun tavoin biokaasusta voi aiheutua metaanipäästöjä, käytön missä kohdassa tahansa, jonka ilmastovaikutukset ovat huomattavan rajut. Suurien tuotantolaitosten rakentaminen ja käyttö voivat lisäksi aiheuttaa maisema- ja hajuhaittoja sekä lisätä ravinnehaittoja vesistöissä mädätysjäätännöksen varastoinnin ja käytön osalta. Motivan (2013) mukaan tuotettu biokaasu sisältää myös noin 25–45 % hiilidioksidia, mikä on puhdistettava pois, jotta käytettävää kaasua olisi mahdollista käyttää energiantuotantoon maakaasun tavoin. Tämä aiheuttaa kustannuksia puhdistus- ja paineistuslaitteissa, mikä lisää entisestään biokaasun kustannuksia.

5 Tulevaisuuden näkymät

Maakaasun käytön vähentäminen ja biokaasun tuotannon laajentaminen ovat keskeisiä osia Euroopan Unionin hiilineutraalisuus tavoitteessa (Euroopan komissio, 2025). Tulevaisuudessa investoinnit kaasuissa keskittyvät erityisesti biokaasun teknologian kehittämiseen ja jakeluverkon kasvattamiseen, mutta myös maakaasu toimisten moottoreiden kehitykseen siirtymävaiheen ajaksi. Biokaasun etu uusiutuvana energianlähteenä tarjoaa mahdollisuuden siirtyä pois fossiilisista polttoaineesta ja näin kohti kestävämpää energian tuotantoa. Tämä on myös nähtävissä yritysmaailmassa. Esimerkiksi Suomessa Gasum on keskittynyt pelkästään biokaasun jakeluun nykyisillä ja tulevilla jakeluasemilla. Teknologian kehittymisen myötä biokaasun kysynnän odotetaan kasvavan entisestään, kun teollisuus ja liikenne siirtyvät kohti ympäristöystävällisempiä energiaratkaisuja (Tilastokeskus, 2025).

Maakaasulla on ollut 2000-luvulla vankka asema kuvan 8 mukaisesti Euroopan teollisuuden energiantuotannossa, korkean energiatehokkuuden ja vähäisempien hiilidioksidipäästöjen ansiosta. Tällä hetkellä uusien innovaatioiden ansiosta maakaasu pitää yhä vankkaa asemaa energiantuotannossa matkalla kohti vähäpäästöisempiä ja ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja. Viime vuosina maakaasunkin käyttöön on puututtu yhä tiukempien ilmastotavoitteiden vuoksi ja lisääntyneiden metaanipäästöjen vuoksi. Maakaasun rooli tulevaisuudessa onkin hankala arvioida, sillä vaikka sillä on ollut merkittävä asema maailman energiantuotannossa, pyritään sen käyttöä vähentämään sen fossiilisuuden ja metaanipäästöjen vuoksi (Ympäristöministeriö, 2025).

Evolution of final energy consumption in the industry sector by energy product, EU, 1990-2023



Source: Eurostat (nrg_bal_s)

eurostat

Kuva 8. EU:n käyttämät energialähteet teollisuudessa (Eurostat, 2024).

6 Pohdinta

Maa- ja biokaasu ovat nostaneet merkittävästi asemaansa energiakeskustelussa viimeisen vuosikymmenen aikana. Kaasujen käytön nousu on ollut huomattavaa 2010-luvun loppuun asti, jonka jälkeen kaasujen ympäristövaikutuksia on tutkittu tarkemmin ja niiden käyttöä on alettu vähentää ympäristötavoitteiden saavuttamiseksi (Euroopan komissio, 2025). Kuitenkin tulevaisuuden suunta kohti päästötöntä energiantuotantoa on siirtymävaiheessa, jossa prosessi päästöttömään tuotantoon on monen vuosikymmenen projekti, joten kaasut ovat avainasemassa siirtymävaiheen polttoaineena erityisesti meriliikenteessä suurissa rahtialuksissa (Gasum, 2025).

Kaasujen hyvää asemaa ajaa niiden korkea energiatiheys. Aiemmin ominaisuuksissa käsitellyt kaasut sisältävät runsaasti metaania, mikä tekee kaasuista erittäin energiatehokkaita aineita. Paineistetut ja nesteytetyt kaasut, lisäävät kaasujen energiaa tilavuuteensa nähden vielä entisestään. Tämän lisäksi ne ovat soveltuvuudeltaan huomattavasti esimerkiksi vetyä vielä edellä ja niiden käytön mahdollistaminen moottoreissa on helpompaa pitkilläkin välimatkoilla.

Kaasujen käyttöön liittyvät teknologiset ratkaisut ovat myös kehittyneet merkittävästi. Biokaasun jalostuslaitokset ovat kehittyneet ja tuotanto Suomen Biokaasu Ry:n (2025) mukaan on lähinnä muuttunut biometaanin tuotannoksi. Biometaani on metaanipitoisuudeltaan lähes maakaasun tasolla olevaa kaasua, jota voidaan syöttää suoraan jakeluverkkoon ja kuluttajien käyttöön. Tästä huolimatta, teknologiset innovaatiot eivät saa pelkästään jäädä tuotantolaitosten kehitykseen vaan koko polkua tuotantolaitoksilta käyttöön on yhä kehitettävä.

Kaasujen asemaa ajaa vielä niiden päästöttömyys. Maakaasun merkittävänä etuna on se, että se tuottaa huomattavasti vähemmän hiilidioksidipäästöjä ja lähes mitättömät noki- ja rikkipäästöt. Biokaasun tuottamat päästöt riippuvat pitkälti biokaasun puhdistusteknologiasta kuitenkin vähentäen hiilidioksidipäästöjä merkittävästi. Tämä tekee maakaasusta ja biokaasusta ympäristön ja ilmaston lämpenemisen kannalta paremman

vaihtoehdon. Ongelmat metaanipäästöjen kohdalla ovat kuitenkin yhä yksi suurista kaasujen käytön haasteista ja niiden minimoiminen vaatii yhä teknologian kehittymistä ja innovaatioita. IEA:n tekemän tutkimuksen mukaan (2025) metaanipäästöt olivat huipussaan vuoden 2023 tilastoissa. Tämän lisäksi metaanipäästöt olivat maailmanlaajuisesti ali-ilmoitettuja. IEA uskoo, että metaanipäästöjen huippua ei ole vielä saavutettu.

Kaasujen käyttö edistää energialähteiden joustavuutta. Kaasun käyttö on mahdollista monilla eri sektoreilla soveltuen energian- ja sähköntuotannosta, teollisuuteen ja liikenteeseen. Lisäksi sitä voidaan varastoida ja kuljettaa suhteellisen helposti pitkiäkin matkoja. Lisäksi sen saatavuus ei ole sääriippuvaista kuten aurinko ja tuulienergiassa. Lisäksi biokaasun käyttö voidaan integroida osaksi paikallista tuotantoa, jolloin energiaa saadaan lähellä kulutuspiiristä ja vähentää siirtohäviöitä.

Jakeluverkoston kehitys esimerkiksi Suomessa on vielä rajoittain kehitystasolla. Jakeluasemat keskittyvät lähinnä suuriin kaupunkeihin, jolloin saatavuus pienemmillä paikoilla on vielä rajallista. Lisäksi jakeluasemien kehitys on ollut vielä maltillista laajentumisesta huolimatta ja se ei ole vielä riittävän kattava koko maan tarpeisiin. Tämä rajoittaa kaasun käyttöä liikenteen tarpeisiin.

Maakaasun saatavuus on globaalisti hyvä ja sen markkinat ovat laajat. Euroopassa tilanne kuitenkin muuttui huomattavasti Venäjän aloittaman hyökkäyssodan jälkeen vuonna 2022, sillä Venäjä oli yksi merkittävimmistä kaasun tuojista Euroopassa. Tuontia on pystytty vähentämään merkittävästi ja sitä on korvattu muilla lähteillä kuten esimerkiksi Yhdysvalloista tuotavalla maakaasulla kuten kuvasta 4 voimme todistaa. Biokaasun saatavuus riippuu pitkälti paikallisista raaka-aineista, Suomessa tilanteen ollessa hyvällä tasolla maatalouden, elintarviketeollisuuden ja metsäteollisuuden tuottamien biomassojen ansiosta. Tämä antaa hyvät edellytykset biokaasun ja erityisesti puhtaamman biometaanin käytön laajentumiselle ja käytölle jatkossa

7 Johtopäätökset

Maakaasu ja biokaasu eroavat merkittävästi toisistaan ja fossiilisesta polttoaineesta. Maakaasu on vähemmän haitallinen vaihtoehto verrattuna nykyisiin fossiilisiin energianlähteisiin, mutta sen käyttö pitkällä aikavälillä ei ole kannattavaa ympäristön ja ilmaston kannalta. Biokaasu tarjoaa uusiutuvan ja ympäristöystävällisemmän vaihtoehdon, joka vähentää myös jätteiden määrää ja lisää paikallista energiatuotantoa. Molemmilla kaasuilla on omat haasteensa, mutta ne myös tarjoavat mahdollisuuden puhtaampaan energiaan siirryttäessä kohti puhtaampia energianlähteitä.

Vaikka kaasujen käyttö on laskenut 2010-vuoden tasolta ympäristötavoitteiden kiristyessä, ovat ne yhä tärkeä energianlähde erityisesti teollisuudessa ja liikenteessä. Biokaasun tuotanto ja jakeluverkostot ovat laajentuneet ja sen käyttöä pyritään lisäämään suhteessa fossiilisiin polttoaineisiin. Tämän lisäksi biokaasu tarjoaa mahdollisuuden siirtyä pois fossiilisista polttoaineista ja tarjoaa kestävämmän energian tuotantotavan. Yhteisesti kaasut ovat tärkeitä energian käytön siirtymävaiheessa, mutta niiden ympäristövaikutukset, tulevaisuuden teknologiset innovaatiot ja kestävä kehityksen tavoitteet määrittelevät niiden roolin tulevaisuuden energiantuotannossa.

Vaikka molempien kaasujen käyttöön liittyy ympäristövaikutuksia. Maakaasun poltto on puhtaampaa verrattuna muihin fossiilisiin polttoaineisiin, on se myös silti itse fossiilinen polttoaine, joka lisää kasvihuonepäästöjä ja aiheuttaa muita ympäristöriskejä. Täten tulevaisuudessa maakaasun käyttö on lopetettava ilmastotavoitteiden kiristyessä. Biokaasu järkevästi käytettynä voidaan luokitella uusiutuvaksi polttoaineeksi, mutta pienemmistä päästöistä huolimatta silti luokitellaan kasvihuonekaasuja tuottavaksi energianlähteeksi ja sen käyttö tulevaisuudessa on yhä epävarmaa.

Maa- ja biokaasun tulevaisuus riippuu tulevaisuuden innovaatioista, infrastruktuurin kehityksestä ja poliittisista ympäristöpäätöksistä. Ne voivat toimia merkittävänä siirtymävaiheen polttoaineina maltillisilla päästöillä, kunhan metaanipäästöjen hallintaan ja uusiutuviin teknologioihin investoidaan määrätietoisesti.

8 Yhteenveto

Ilmaston lämpeneminen ja energian tarpeen kasvu lisäävät vähäpäästöisten ja kestävän kehityksen mukaisten energianlähteiden merkitystä tulevaisuudessa. Maa- ja biokaasu ovat keskeisessä asemassa energiajärjestelmien kehityksessä siirtyessä kohti päästöttömimpiä ratkaisuja, sillä ne tarjoavat vähäpäästöisen sekä joustavan ratkaisun energiantuotantoon. Kaasujen käyttö korostuu erityisesti alueilla, jossa energian tarve on suuri ja paikallisten energiatuotantotapojen käyttäminen on joko taloudellisesti haastavaa tai teknisesti mahdotonta.

Maakaasu on fossiilinen polttoaine, joka koostuu pääosin metaanista. Sen polttamisesta syntyy vähemmän hiilidioksidipäästöjä verrattuna kivihiilen tai öljyyn, mikä tekee siitä perinteisiä fossiilisia polttoaineita ympäristöystävällisemmän vaihtoehdon. Maakaasu on kuitenkin fossiilinen polttoaine, joka aiheuttaa päästöjä ja tästä syystä sen käyttö täytyy lopettaa EU:n asettaman hiilineutraalisuus tavoitteen vuoksi. Näiden pohjalta se on loistava vaihtoehto siirtymävaiheeseen kohti päästöttömiä ratkaisuja.

Biokaasu tarjoaa ratkaisun uusiutuvana polttoaineena. Sitä tuotetaan orgaanisista aineista kuten maatalous- ja biojätteestä. Uusien teknologioiden ansiosta sen käyttö vastaa maakaasua ja sitä voidaan käyttää sähkön- ja lämmöntuotannossa sekä polttoaineena. Biokaasun tuotanto lisää myös kiertotaloutta ja vähentää näin jätteiden määrää. Lisäksi sillä saavutetaan jopa 90 %:n vähennys hiilidioksidipäästöissä tutkittaessa polttoaineen koko elinkaarta.

Molemmat kaasut ovat näin tärkeitä siirtymävaiheessa kohti päästöttömiä ratkaisuja. Maakaasun käyttö tulee lopettaa tulevaisuudessa, mutta tukee päästöjen vähentämisessä lyhyellä aikavälillä. Pitkällä tähtäimellä biokaasun ja muiden uusiutuvien polttoaineiden lisääminen on välttämätöntä kestävän kehityksen sekä energiatavoitteiden saavuttamiseksi.

Lähteet

- Atradius. (2024). *Eurooppa on toipunut kaasukriisistä*. STTinfo. Noudettu 18. 03 2025 osoitteesta <https://www.sttinfo.fi/tiedote/70277035/eurooppa-on-toipunut-kaasukriisista?publisherId=69818628&lang=fi>
- Euroopan komissio. (2025). *Ilmastonmuutoksen seuraukset*. Noudettu 17. 03 2025 osoitteesta https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_fi
- Euroopan komissio. (2025). *Ilmastonmuutoksen syyt*. Noudettu 18. 03 2025 osoitteesta https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_fi
- Eurooppa-neuvosto. (2025). *Mistä EU:n kaasu tulee?* Noudettu 18. 03 2025 osoitteesta <https://www.consilium.europa.eu/fi/infographics/where-does-the-eu-s-gas-come-from/>
- Gasgrid. (2024). *Kaasun siirtoverkosto*. Noudettu 18. 03 2025 osoitteesta <https://gasgrid.fi/kaasuverkosto/kaasun-siirtoverkosto/>
- Gasum. (2024). *Kaasu raskaan liikenteen polttoaineena: millaiseen käyttöön sopii LBG, millaiseen CBG – ja mitä ne tarkoittavat?* Noudettu 22. 9 2025 osoitteesta <https://www.gasum.com/fi/uutiset-ja-asiakastarinat/artikkelit/2024/kaasu-raskaan-liikenteen-polttoaineena-millaiseen-kayttoon-sopii-lbg-millaiseen-cbg--ja-mita-ne-tarkoittavat/>
- Gasum. (2025). *Biokaasu ja nesteytetty biokaasu (LBG)*. Noudettu 22. 9 2025 osoitteesta <https://www.gasum.com/fi/gasum/tuotteet-ja-palvelut/biokaasu-ja-nesteytetty-biokaasu-lbg/>
- Gasum. (2025). *LNG and bio-LNG as competitive marine fuel alternatives*. Noudettu 22. 9 2025 osoitteesta <https://www.gasum.com/en/gas-for-transport/maritime-transport/liquefied-gas-as-a-marine-fuel/>
- Gasum. (2025). *Maakaasu ja nesteytetty maakaasu (LNG)*. Noudettu 22. 9 2025 osoitteesta <https://www.gasum.com/fi/gasum/tuotteet-ja-palvelut/maakaasu-ja-nesteytetty-maakaasu-lng/>

- Gasum. (2025). *Miten biokaasua tuotetaan?* Noudettu 18. 03 2025 osoitteesta <https://www.gasum.com/fi/gasum/tuotteet-ja-palvelut/biokaasu-ja-nesteytetty-biokaasu-lbg/miten-biokaasua-tuotetaan/>
- Gasum. (2025). *Uusiutuvalla biokaasulla voidaan tehokkaasti vähentää päästöjä.* Noudettu 26. 02 2025 osoitteesta <https://www.gasum.com/fi/gasum/tuotteet-ja-palvelut/biokaasu-ja-nesteytetty-biokaasu-lbg/biokaasun-paastot/>
- Haltia, C. (2022). *Kaasukuorma-autojen vertailu.* [Opinnäytetyö, Turun AMK]. Noudettu 26. 02 2025 osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/783339/Haltia_Carita.pdf?sequence=2#:~:text=Maakaasu%20luokitellaan%20fossiiliseksi%20polttoaineeksi%20C%20mutta,on%20noin%2020%20prosenttia%20pienempi.
- Hvärinen, O.-P. (2024). *Biokaasun tuotanto kiinnostaa uusia toimijoita.* Sweco. Noudettu 18. 03 2025 osoitteesta <https://www.sweco.fi/blog/biokaasun-tuotanto-kiinnostaa-uusia-toimijoita/>
- IEA. (2022). *Natural gas supply.* Noudettu 18. 03 2025 osoitteesta <https://www.iea.org/world/natural-gas>
- IEA. (2024). *Global Methane Tracker 2024.* Noudettu 18. 03 2025 osoitteesta <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2024>
- IEA. (2025). *Global Methane Tracker 2025.* Noudettu 22. 9 2025 osoitteesta <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2025/key-findings>
- IEA. (2025). *Natural gas.* Noudettu 22. 9 2025 osoitteesta <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2025/natural-gas>
- Ilmatieteen laitos. (2024). *Hyppäystä globaalissa keskilämpötilassa syyskuussa 2023 on erittäin vaikea selittää pelkästään luonnollisella ilmaston vaihtelulla.* Noudettu 26. 02 2025 osoitteesta <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/uutinen/12VVeGC4DL5U2avWH8jaYI>
- Insinööriliitto. (2019). *Biokaasun käyttö yleistyy liikenteessä.* Noudettu 18. 03 2025 osoitteesta <https://insinööri-lehti.fi/artikkelit/biokaasun-kaytto-yleistyy-liikenteessa/>

- Kuittinen, N.;Koponen, P.;Vesala, H.;& Lehtoranta, K. (2024). *Methane slip and other emissions from newbuild LNG engine under real-world operation of a state-of-the art cruise ship*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aeaoa.2024.100285>
- Liang, X. (2023). *Feasibility analysis of natural gas storage in the voids of sediment within salt cavern—A case study in China*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.129340>
- MET Group. (2023). *Gas vs. oil: differences between natural gas and crude oil*. Noudettu 18. 03 2025 osoitteesta <https://group.met.com/en/media/energy-insight/natural-gas-vs-oil>
- Mosallanezhad, S. (2024). *Power and electricity generation from natural gas*. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-443-19227-2.00001-0>
- Motiva. (2013). Biokaasun tuotanto maatilalla. Noudettu 22. 9 2025 osoitteesta https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun_tuotanto_maatilalla.pdf
- Motiva. (2025). *Biokaasu*. Noudettu 18. 03 2025 osoitteesta https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia/biokaasu
- Motiva. (2025). *Maakaasu ja biokaasu*. Noudettu 18. 03 2025 osoitteesta https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_auto_viisaasti/energialahteet/maakaasu_ja_biokaasu
- Nieuwenhuis, P.;& Wells, P. (2003). *he Automotive Industry and the Environment.*, (ss. 73-86). doi:<https://doi.org/10.1016/B978-1-85573-713-6.50009-3>.
- OICA. (2025). CNG. Noudettu 22. 9 2025 osoitteesta <https://www.oica.net/cng/>
- Ry, S. B. (2025). Biokaasu tilastot. Noudettu 22. 9 2025 osoitteesta <https://biokierto.fi/tilastot/biokaasutilastot/>
- Sari Luostarinen, E. t. (2023). *Kestävät käytännöt biokaasutuotannossa*. Valtioneuvosto. Noudettu 18. 03 2025 osoitteesta https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164889/VNTEAS_2023_32.pdf
- Tilastokeskus. (2024). *Venäjältä tuodun energian osuus kokonaiskulutuksesta pudonnut kahdessa vuodessa 34 %:sta 7 %:iin*. Noudettu 27. 03 2025 osoitteesta <https://stat.fi/julkaisu/clvozxw1vc3yi08vz6wagvlc3>

Tilastokeskus. (2025). Vuonna 2024 biokaasua tuotettiin 2 % vuodentakaista enemmän.

Noudettu 22. 9 2025 osoitteesta

<https://stat.fi/julkaisu/cm1kpvyg5cwuk07vwljv0s760>

Tukes. (2014). *Maakaasu käsikirja*. Noudettu 18. 03 2025 osoitteesta

<https://tukes.fi/documents/5470659/63219859/Maakaasuk%C3%A4sikirja,%20k%C3%A4yt%C3%A4nn%C3%B6n%20toimintaan%20liittyv%C3%A4%C3%A4%20ohjeistusta%20ja%20maakaasutekniikkaan%20liittyvi%C3%A4%20kysymyksi%C3%A4.pdf/29aa322e-fda6-7855-61c4-587c8a4ccda9/Maakaasu>

Työ- ja elinkeinoministeriö. (2024). *Viidelle uuden energiateknologian investoinnille*

tukea yli 64 miljoonaa euroa. Noudettu 18. 03 2025 osoitteesta [https://tem.fi/-](https://tem.fi/-/viidelle-uuden-energiateknologian-investoinneille-tukea-yli-64-miljoonaa-euroa)

Työterveyslaitos. (2025). *Metaani*. Noudettu 18. 03 2025 osoitteesta

<https://ova.ttl.fi/metaani>

Verohallinto. (2024). *Maakaasun ja biokaasun valmistevero*. Noudettu 18. 03 2025

osoitteesta

[https://www.vero.fi/yritykset-ja-yhteisot/verot-ja-](https://www.vero.fi/yritykset-ja-yhteisot/verot-ja-maksut/valmisteverotus/Maakaasu_biokaasu_valmistevero/)

[maksut/valmisteverotus/Maakaasu_biokaasu_valmistevero/](https://www.vero.fi/yritykset-ja-yhteisot/verot-ja-maksut/valmisteverotus/Maakaasu_biokaasu_valmistevero/)

Ympäristöministeriö. (2025). *Euroopan unionin ilmastopolitiikka*. Noudettu 17. 03 2025

osoitteesta <https://ym.fi/euroopan-unionin-ilmastopolitiikka>

Yrittäjät. (2023). *Kysely: Kuljetusyritykset suosivat ajoneuvoissaan kaasua sähkön sijasta*

– Tankkausasemia liian vähän. Noudettu 18. 03 2023 osoitteesta

[https://www.yrittajat.fi/uutiset/kysely-kuljetusyritykset-suosivat-](https://www.yrittajat.fi/uutiset/kysely-kuljetusyritykset-suosivat-ajoneuvoissaan-kaasua-sahkon-sijasta-tankkausasemia-liian-vahan/)

[ajoneuvoissaan-kaasua-sahkon-sijasta-tankkausasemia-liian-vahan/](https://www.yrittajat.fi/uutiset/kysely-kuljetusyritykset-suosivat-ajoneuvoissaan-kaasua-sahkon-sijasta-tankkausasemia-liian-vahan/)