

Opinnäytetyö (AMK)

Monimuotokoulutus

2020

Pekka Alho

BIOKAASU AMMATTIKORKEAKOULU- OPETUKSESSA

– Verkkokurssin implementointi

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Monimuotokoulutus

2020 | 59 sivua, 3 liitesivua

Pekka Alho

BIOKAASU AMMATTIKORKEAKOULUOPETUKSESSA

- Verkkokurssin implementointi

Opinnäytteen tavoitteena oli perustella biokaasuopetuksen tarvetta insinööriopetuksessa, pohtia sopivaa tasoa AMK insinöörin yleissivistävän biokaasutietouden tason määrittämiseksi, sekä määrittää ja evaluoida suuntaviivoja biokaasun peruskurssiksi kolmen opintopisteen raameissa.

Työ alkoi biokaasun verkkokurssin rakentamisesta. Sen jälkeen kurssi toteutettiin käytännössä Turun ammattikorkeakoulun opiskelijoille ja kerättiin siitä opiskelijapalaute. Englanninkielinen biokaasukurssi on suunnattu erityisesti energia- ja ympäristötekniikan opiskelijoille. Tällä nimikkeellä tai sitä vastaavalla, on opintoja useimmissa Suomen ammattikorkeakouluista.

AMK -tasaisen biokaasuopetuksen tarpeen perusteluksi koottiin ajantasainen kansallisen ja EU - tason laki- ja asetusmuutoksiin, strategiaihin ja visioihin perustuva tilannekatsaus. Lisäksi tarkasteltiin biokaasuopetuksen sisältymistä eri ammattikorkeakoulujen opintoihin, arvioitiin verkko-opetuksen haasteita saadun käytännön kokemuksen perusteella, sekä arvioitiin kurssin sisällön rakennetta ja kattavuutta.

Verkko-opetuksesta on Covid-19 epidemian myötä tullut entistäkin ajankohtaisempi toimintatapa ja kehittämistarpeen kohde. Käytännön kurssikokemuksen, saadun palautteen, sekä eAMK laatukriteerien itsearvioinnin pohjalta tavoiteltiin käytännön lopputuloksena laadukkaampaa ja toimivampaa biokaasun verkkokurssia.

ASIASANAT:

Biokaasu, ammattikorkeakoulu (AMK), verkkokurssi, eAMK laatukriteerit

BACHELOR'S | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Multiform learning

2020 | 59 pages, 3 pages in appendices

Pekka Alho

BIOGAS IN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES STUDIES

- Implementing a web course

The aim of this work was to justify the need for common biogas knowledge for an engineer of UAS (University of Applied Science) level. The aim was also to identify the appropriate level on teaching biogas related issues and to define and evaluate the basic guidelines for a three credit course. As a result, a better web course with better functionality was the target.

Work begun with construction of a biogas online course, which was then put into practice in Turku University of Applied Sciences. Course was held in english and was especially targeted for the students of Energy and environmental engineering degree program. Many of the finnish UAS colleges have degree programs under same or corresponding label.

To justify the need of biogas education, an up to date review on biogas related with legislation changes, strategies and visions in finnish and EU perspective was gathered. Also in focus were the overall biogas teaching in finnish AMK studies, challenges in web implementation as well as the structure and extent of the subject.

Practical course experience and obtained feedback on the course was evaluated according to the premises of the eAMK quality standards. As a result, a more advanced and functional web course on biogas was achieved. Due to the Covid-19 epidemic, an online course has become even more important metod of teaching and something to develop further.

Write the summary here, maximum 2000 characters. You can find Abstract instructions from Messi.

KEYWORDS:

Biogas, Universities of Applied Science (UAS), online course, eAMK Quality Criteria

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tavoitteet	9
2 TUTKIMUSMENETELMÄT	10
3 PERUSTEET BIOKAASUOPETUKSELLE	11
3.1 Energiantuotanto	12
3.2 Liikenne	16
3.3 Kiertotalousnäkökulma	21
3.4 Ympäristövaikutukset	22
3.5 Suomalaisen biokaasutuotannon ja käytön näkymä 2020 -luvulle	24
3.6 EU tason ulottuvuus	27
3.7 Yhteenveto perusteista opetustarpeelle	28
4 BIOKAASU AMK OPETUKSESSA	29
4.1 Biokaasuopetus Turun ammattikorkeakoulussa	31
4.2 Biokaasukurssin laajuus	31
4.3 Suoritusten arviointi	32
4.4 Tutkimushankkeet tukevat opetusta	32
5 MITÄ INSINÖÖRIN TULISI TIETÄÄ BIOKAASUSTA	35
5.1 Verkkokurssin sisällön määrittäminen (3 op)	35
6 VERKKOKURSSI BIOKAASUSTA	37
6.1 Opetuskielen valinta	38
7 OPISKELIJAPALAUTE	39
7.1 Kurssipalautteen analysointi	42
7.2 Opetuksen yleiset haasteet	43
7.3 Verkko-opetuksen haasteet	44
7.4 Biokaasukurssin toteutuksen haasteet	45
7.5 Biokaasukurssin suorat parannusehdotukset	47
8 EAMK LAATUKRITEERIT	48

9 KOHTI TAVOITTEITA	56
9.1 Kiitokset	57

10 LÄHTEET	58
-------------------	-----------

LIITTEET

Liite 1. Liitteen otsikko.	
Liite 2. Ohje kaavojen, kuvien, kuvioiden ja taulukoiden käyttämiseen.	
Liite 1: Suomen biokaasulaitokset 2018.....	1
Liite 2: Varsinais-Suomen biokaasulaitokset 2020	1
Liite 3: Biokaasukurssi opintopistelaskurissa	1

KUVAT

<i>Kuva 1. Merkittävä osa Suomen biokaasulaitosten raaka-aineesta on peräisin jätevedenpuhdistamoilta. Loimaan uuden jätevedenpuhdistamon lietevesien biokaasupotentiaali tutkittiin Circwaste Life -hankkeessa Turun ammattikorkeakoulun toimesta. Tulosten perusteella Loimaan jätevesilietteet soveltuisivat varsin hyvin biokaasun tuotantoon © Pekka Alho</i>	14
<i>Kuva 2. Gasumin tankkausasema Turun sataman tuntumassa © Pekka Alho</i>	17
<i>Kuva 3. Paineistettuja kaasupulloja biokaasun takkausasemalla. Kaasu voidaan siirtää laitokselta tankkausasemalle joko putkilinjaa pitkin tai pidemmälle kaasupulloina © Pekka Alho</i>	18
<i>Kuva 4. Lannan status on muuttunut lyhyessä ajassa jätteestä arvokkaaksi luonnonvaraksi. Kuin rahaa lapioisi...? © Pekka Alho</i>	28
<i>Kuva 5. Life IP Circwaste -hankkeessa Turun ammattikorkeakoulu oli mukana osahankkeella ”Tilakoon biokaasulaitos resurssien kierrättäjänä”. Kuvassa Turun AMK:n biokaasukonttia siirretään Loimaalaiselle luomutilalle tutkimuskäyttöön syksyllä 2019 © Pekka Alho</i>	34
<i>Kuva 6. Moderni biokaasulaitos vaatii monialaista insinööriosaamista. Kuvassa biomassan syöttölaitteistoa. Demeca, Toholampi, Tammikuu 2020 © Pekka Alho</i>	34

KUVIOT

Kuvio 1. Maakaasun kulutus (bcm) maailmassa vuonna 2019	11
Kuvio 2. Energian kokonaiskulutus lähteittäin Suomessa vuonna 2019	12
Kuvio 3. Biokaasun arvioitu tuotantopotentiaali Suomessa	13
Kuvio 4. Biopohjaisen hiilidioksidin hyödyntämismahdollisuudet (VTT)	16
Kuvio 5. Tankkausasemien määrän kehitys EU alueella (Gasum)	19

Kuvio 6. Liikennekäytössä olevien kaasuautojen määrän kehitys Suomessa (Traficom)	20
Kuvio 7. Kaasuautojen määrän kehitys Ruotsissa (Energigas Sverige)	20
Kuvio 8. Kiertotalouden biologiset ja tekniset kierrot (Juuti ym. 2019)	21
Kuvio 9. Biokaasun tuotantotavoitteet Suomessa	25

TAULUKOT

Taulukko 1. Biokaasuopetuksen yleiskuva Suomen ammattikorkeakouluissa 2020	30
--	----

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Lyhenne	Lyhenteen selitys (Lähdeviite)
Biometaani	rikastettu biokaasu, josta on poistettu epäpuhtaudet kuten hiilidioksidi
Campus Online	Ammattikorkeakoulujen yhteinen verkkotarjontaportaali
CHP	Combined heat and power, yhdistetty lämmön ja sähköntuotanto
CNG	Compressed Natural Gas, paineistettu maakaasu
DLB -hanke	Digitaalisuudella luonnonvarat biotalouteen -hanke
eAMK laatukriteerit	Verkkototeutusten laatukriteerit on laadittu pohjaksi ammattikorkeakoulujen ja CampusOnline.fi verkko-opintojen laadun kehittämiseksi. Laatukriteereitä voidaan käyttää myös itsearviointiin välineenä (Varonen ym. 2007)
EoW	End of Waste – jätteen luokittelun päättyminen (EU, Waste Framework Directive, End-of-waste criteria)
Hiilineutraalius	hiilineutraaliudella tarkoitetaan sitä, että tuotetaan vain sen verran hiilidioksidipäästöjä kuin niitä pystytään sitomaan (Suomen itsenäisyyden rahasto, SITRA 2020).
LNG	Liquid Natural Gas, nesteytetty maakaasu
Mädätysjäännös	Orgaanisen aineen mädätyksestä jäljelle jäävä biomassa
RED II	EU:n uusiutuvan energian tavoite 32% osuudesta vuoteen 2030 mennessä ja keinot siihen pääsemiseksi (Renewable Energy Directive II)
Rejektivesi	Mädätysjäännöksen nestemäinen osa

1 JOHDANTO

Biokaasun laajempi ja tehokkaampi hyödyntäminen on yksi varteenotettava mahdollisuus korvata fossiilisia polttoaineita osana käynnissä olevaa globaalia energiamurrosta.

Suomessa biokaasun tuotanto ja käyttö on toistaiseksi ollut potentiaaliin nähden suhteellisen vaatimattomalla tasolla. Tuotantolaitosten alkuinvestoinnit ovat suuria, kuoletusajat pitkiä ja esim. tilakoon laitosten perustaminen usein liian riskialtista. Kotimainen, uusiutuva energianlähde on kuitenkin huomattava mahdollisuus, sillä Suomi on pitkälti oma-varainen biokaasutuotannon raaka-aineiden suhteen.

Biokaasun tuotanto on kasvanut noin 1 TWh:iin, joka vastaa vain noin 0,3 % Suomen noin 378 TWh kokonaisenergiankulutuksesta (Motiva). Kaasu- ja energia-alan toimijat ovat yhteisessä julkilausumassaan, biokaasu 2030, asettaneet tavoitteeksi 4 TWh vuoteen 2030 mennessä. Tavoitteeseen pääsemiseksi tarvitaan kymmenittäin uusia laitoksia, kaikissa eri kokoluokissa. Tämä saattaa äkikseltään kuulostaa utopialta, mutta asiaan tarkemmin perehtyessä huomaamme, että muutos on jo käynnissä ja tavoitteen tuoksi löytyy paljonkin perusteita (vrt. kappale 2.). Suomessa toimii yhdyskuntalietteisiiin, kaatopaikkakaasuihin, lantaan ja maatalouden sivutuoteisiin, sekä muihin orgaanisiin ja keisiin ja sivuvirtoihin perustuvia biokaasulaitoksia (liite 1). Vertailun vuoksi, Saksassa biokaasuenergiaa tuotetaan 40 TWh, josta pääosa generoidaan sähköksi (Gasum).

Suomessa kaasun liikennekäyttö on lisääntynyt edelleen jakeluverkoston laajenemisen myötä, vaikka perustuu edelleen paljolti myös maakaasun käyttöön. Liikenne- ja viestintäministeriö Traficomien mukaan CO₂ elinkaaripäästöt biokaasulla ovat noin 60% pienemmät kuin vastaavalla bensiiniautolla ajettaessa. Ajonaikanen ero on vieläkin suurempi; ajonaikaiset päästöt ovat 80 % pienemmät. Suomalaiset kuluttajat ovat osoittaneet valituneisuuttaan, valitsemalla tankilla mieluummin maakaasua hiukan kalliimman biokaasun. Vuosina 2018 ja 2019 biokaasun valitsi tankkausasemalla noin 58-59 % kaasuautonilijoista.

Vuonna 2020 tuulivoimaa rakennetaan ensi kertaa jo ilman yhteiskunnan tukiaisia ja samaan aikaan näyttää muutenkin siltä, että sähkö on ottamassa suurimman siivun liikenteen energian lähteenä. Näin siitäkin huolimatta, että sähköisen liikenteen hiilijalanjälki ei toistaiseksi pärjää biokaasulle luonnonvaroja kuluttavan akkutuotannon vuoksi. Mikä lopulta tulee olemaan biokaasun asema osana uusiutuvan energian palettia, riippuu

paljolti mm. kilpailevien energiantuotantotapojen teknologian kehityksestä, biokaasutuotannon sivutuotteina saatavien ravinne- ja sivutuotteiden hyödyntämisen onnistumisesta ja poliittisten ohjauskeinojen asemoitumisesta. Biokaasutoimiala on saamassa huomattavaa taloudellista tukea lähivuosina. On toivottavaa että tuki pystytään hyödyntämään siten, että kannattavuus saadaan tulevaisuudessa vähemmän tukiriippuvaiseksi. Täysin tukiriippuvuudesta tuskin tuulivoiman tavoin päästään, sillä eri tyyppisten biolaitosten tuilla on vahva kytkös maatalouden tukiiin, joita tuskin ollaan lakkauttamassa.

Biokaasusektorille mahdollisuuksia luovat hiilineutraalisuustavoitteet, ravinteiden kierrätyksen kehittämistarpeet, huoltovarmuus- ja alueiden elinvoimaisuusnäkökulmat sekä liikenteen ja maatalouden päästövähennystavoitteet (Virolainen-Hynnä 2020). Biokaasun tulevaisuuden kannalta on myös tärkeää, että niin suunnittelijoilla, kuin päättäjilläkin on riittävä pohjatietämys biokaasun tuotannon ja käytön hyödyistä matkalla kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa.

1.1 Työn tavoitteet

Opinnäytteen tavoitteena oli perustella biokaasuopetuksen tarvetta osana hiilineutraalin energiamurroksen ratkaisuja. Opinnäytteen tavoitteena oli myös pohtia sopivaa tasoa AMK insinöörin yleissivistävän biokaasutietouden tason määrittämiseksi, sekä määrittää ja evaluoida suuntaviivoja biokaasun peruskurssiksi kolmen opintopisteen raameissa

Selvää on, että varsinkin energia- ja ympäristötekniikan alalla toimiva insinööri ei voi olla täysin tietämätön biokaasun potentiaalista. Turun ammattikorkeakoulussa biokaasu on sisällytetty muutamia vuosia opintoihin erityisesti energia- ja ympäristötekniikan opinnoissa. Kurssi on ollut aiheena suosittu ja englanninkielinen kurssi on kiinnostanut myös vaihto-oppilaita.

Opinnäytetyössä perustellaan biokaasuopetuksen tarvetta ja rakennetaan kurssista saadun käytännön kokemuksen, opiskelijoilta saadun palautteen ja eAMK laatukriteerien pohjalta laadukkaampaa ja toimivampaa biokaasun peruskurssia AMK insinööreille.

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

Opinnäyte lähestyy asiaa ottamalla lähtökohdaksi opinnäytteen tekijän valmisteleman ja Turun ammattikorkeakoululla Energia- ja ympäristötekniikan opiskelijoille keväällä 2020 vetämän biokaasukurssin. Kurssia on siten rakennettu osana opinnäytetyötä.

Tutkimusmenetelmänä käytettiin biokaasuverkkokurssin rakentamista, käytännön toteutusta ja opiskelijoiden siitä antamaa kurssipalautetta.

Työkaluina käytettiin opiskelijapalautetta ja eAMK laatukriteeristöä. Verkkototeutusten eAMK laatukriteerit on laadittu toimimaan pohjana ammattikorkeakoulujen ja CampusOnline.fi verkko-opintojen laadun kehittämiseksi. Laatukriteereitä voidaan käyttää myös itsearvioinnin välineenä, kuten on menetelty tässä opinnäytetyössä.

Turun ammattikorkeakoulu Oy, Oulun ammattikorkeakoulu ja Jyväskylän ammattikorkeakoulu rakensivat ja toteuttivat yhteistyössä verkkokurssin biokaasusta, osana opetusministeriön rahoittamaa Digitaalisuudella Luonnonvarat Biotalouteen (DLB) -kehittämishanketta (2017-2020). Hankkeessa olivat mukana kaikki Suomen luonnonvara-alan opetusta tarjoavat ammattikorkeakoulut (11 kpl). Biokaasun osalta yhteinen kurssi luotiin ja koekäytettiin syksyllä 2019. Campus Online järjestelmän kautta kurssille ilmoittautui 35 opiskelijaa. DLB -hankkeen yleisenä tavoitteena oli rajat ylittävä yhteistyö ja kurssitarjonta ammattikorkeakoulujen välillä. Käytännössä kurssitarjonnan ja käytössä olevien teknisten järjestelmien erilaisuus eri oppilaitoksissa rajoitti biokaasun verkkokurssin koekäytön mukana olleisiin kolmeen ammattikorkeakouluun. Turun ammattikorkeakoulussa oli käytössä Optima-opetusalusta.

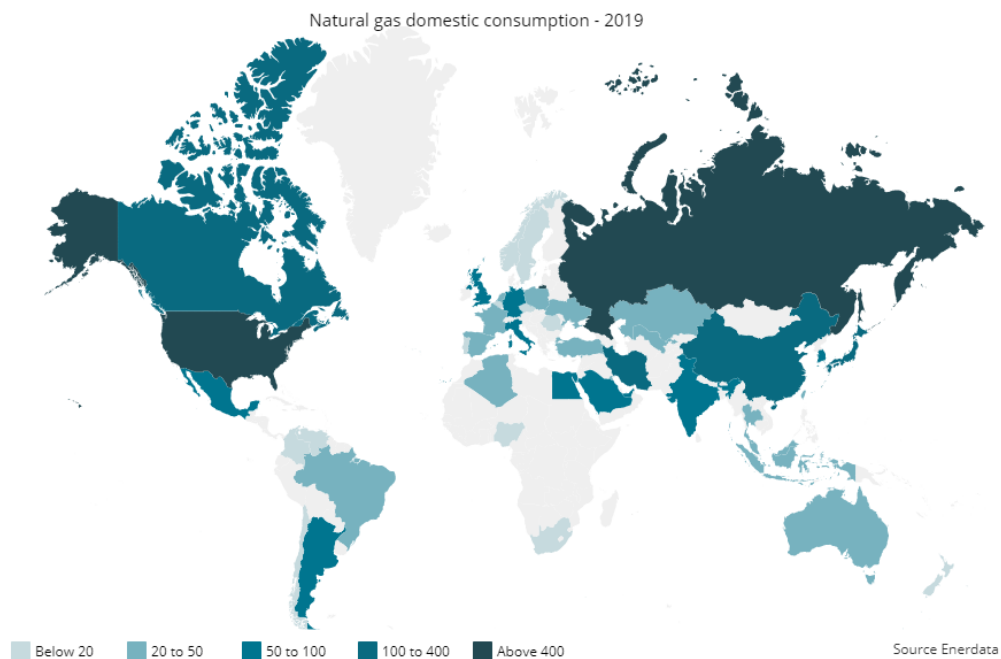
Vuonna 2020 kurssia muokattiin Turun ammattikorkeakoulun opintoihin soveltuvammaksi ja toteutettiin englanninkielisenä verkkokurssina erityisesti energia- ja ympäristötekniikan opiskelijoille. Kurssille osallistui yhteensä 54 opiskelijaa, joilta edellytettiin paitsi kurssin läpäisemistä, myös palautteen antamista itse kurssista. Kurssista antoi lopulta palautteen 51 opiskelijaa.

3 PERUSTEET BIOKAASUOPETUKSELLE

Miksi biokaasu ansaitsee paikkansa ammattikorkeakoulujen opetuksessa? Lyhyesti asian voisi kitetyttää näin: biokaasu on kotimainen, uusiutuva ja vähäpäästöinen energianlähde, jonka tuotanto ja käyttö fossiilisten polttoaineiden korvaajana vastaa niin ilmasto- kuin kiertotaloudenkin tavoitteisiin. Tarvitaan uutta osaamista ja uusia osaajia.

Biokaasun tuotannolla ja käytöllä on kytköksiä lähes kaikkiin insinööritieteisiin. Tuotantolaitoksen pystytykseen tarvitaan rakennustekniikkaa, konetekniikkaa, sähkötekniikkaa, ohjelmointia, logistiikkaa, sekä tuotantotalouden ja kemiantekniikan tuntemusta – muutamia mainitaksemme. Näistä syistä tarkastelu on opinnäytetyössä jouduttu rajaamaan niihin koulutusohjelmiin, joihin biokaasu useimmin yhdistetään: uusiutuvaan energiaan, ympäristöön, maatalouteen ja kiertotalouteen.

Biokaasuopetuksessa ei voi täysin sivuuttaa samankaltaista maakaasua (kuvio 1), sillä markkinat ovat pitkälti yhtenevät näille tuotteille. Uusissa laivoissa ja risteilyaluksissa on alettu käyttää LNG:tä eli nesteytettyä maakaasua. Laivayhtiöt ovat kertoneet siirtyvänsä maakaasusta nesteytettyyn biokaasuun heti kun sitä on riittävästi saatavilla. Sama koskee raskasta liikennettä maanteillä. Biokaasuasiat koskettavat siten myös laivanrakennuksen ja autopuolen insinöörejä, joita Turun ammattikorkeakoulukin tuottaa.

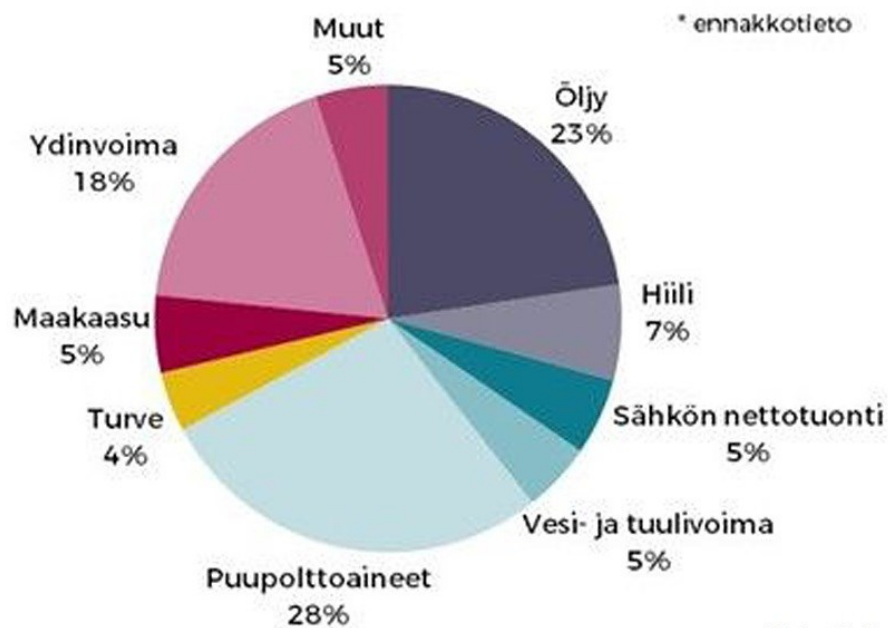


Kuvio 1. Maakaasun kulutus (bcm) maailmassa vuonna 2019

3.1 Energiantuotanto

Kaasun mittayksikönä kaaviossa 1 käytetty bcm tarkoittaa biljoonaa kuutiometriä eli miljardia kuutiometriä. Globaalisti kaasun kulutus jatkoi 2,6 % kasvulla vuonna 2019. Vuotta aiemmin kasvua oli Enerdatan tilastojen mukaan 5,1 %. Suomesta poiketen, maailmalla volyymiltään suurin tapa käyttää kaasua, on generoida siitä sähköä. Kaasulla on siis valtava globaali tuotanto ja markkina, joka on meille Suomessa paljolti vieras. Tulevaisuudessa kasvava osa kaasusta tai ainakin kaasun kysynnästä tulee kohdistumaan ympäristöystävällisempään biokaasuun. Suomella on raaka-aineomavaraisena ja innovatiivisena teknologiana realistinen mahdollisuus päästä mukaan tähän kehitykseen.

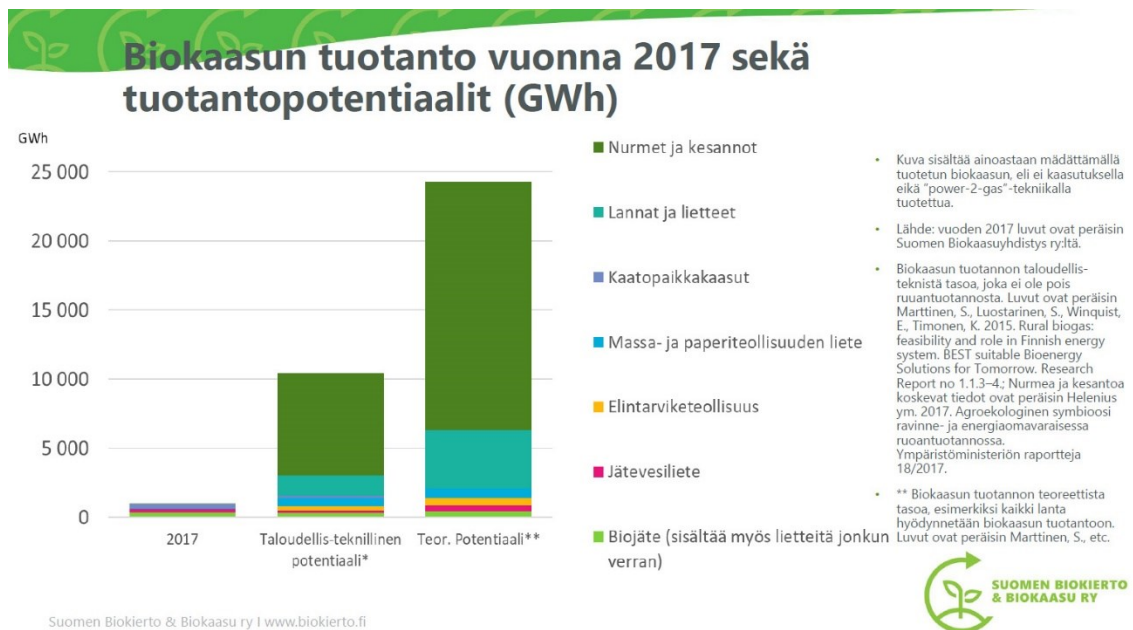
Energian kokonaiskulutus Suomessa energialähteittäin vuonna 2019*



Lähde: Motiva 2020

Kuvio 2. Energian kokonaiskulutus lähteittäin Suomessa vuonna 2019

Raakabiokaasun energiasisältö ennen jalostusta on vain noin puolet maakaasun vastaavasta, jalostettuna lähes sama. Nyrkkisääntönä yksi kuutio kaasua vastaa karkeasti noin yhtä litraa bensiiniä. Kuten kaaviosta 3 seuraavalla sivulla nähdään, biokaasulla on suuri hyödyntämätön potentiaali Suomessa. Taloudellis-tekninen potentiaali, noin 10 000 GWh, on kymmenkertainen verrattuna nykyiseen noin 1000 GWh eli 1 TWh.



Kuvio 3. Biokaasun arvioitu tuotantopotentiaali Suomessa

Biokaasulaitoksessa käytettävä prosessi määräytyy käytävissä olevien syötteiden perusteella. Vaihtoehdot ovat märkä-, kuiva-, tai kiintomädätys. Laitosmallit voivat käytännössä olla myös sovelluksia näiden väliltä. Toistaiseksi Suomessa yleisin on ollut märkämädätys, mutta viime vuosina myös muun tyyppisiä laitoksia on alettu suunnitella ja rakentaa. Vaikka teknologia laitosten takana olisi sama, ovat laitokset aina yksilöitä syötteiden ja tuotteiden käytön suhteen ja siksi räätälöitävä yksilöllisesti.

Oleellista biokaasun tuotannon ja tuotannon kannattavuuden suhteen on, että myös sivutuotteet pystytään hyödyntämään mahdollisimman tarkaan, mieluiten kaikilta osin. Näistä jakeista biomassaltaan suurin on mädätysjäännös. Perinteisesti mädätysjäännöstä on levitetty pelloille. Biokaasulaitoksen lähiympäristössä ratkaisu toimii usein hyvin, mutta kuljetusmatkojen kasvessa vastaan tulevat nopeasti logistiikan kustannukset. Myös alueellinen ravinnelimitys voi aiheuttaa kuljetustarpeen. Silloin sivutuotteiden jalostus lannoitetuotteiksi astuu ratkaisevana kuvaan, sillä vesipitoista biomassaa ei ole taloudellisesti kannattava liikuttaa. Biokaasuprosessin läpikäyneessä mädätysjäännöksessä ravinteet ovat liukoisemmassa muodossa eli kasveille helpommin käytettävissä muodossa. Lantapohjaisten mädätysjäännösten hajuhaitat naapurustoon ovat myös huomattavasti pienemmät kuin alkutuotteessa. Lannan tai syötteen fyysinen määrä ei biokaasuprosessissa kuitenkaan oleellisesti pienene.



Kuva 1. Merkittävä osa Suomen biokaasulaitosten raaka-aineesta on peräisin jätevedenpuhdistamoilta. Loimaan uuden jätevedenpuhdistamon lietevesien biokaasupotentiaali tutkittiin Circwaste Life -hankkeessa Turun ammattikorkeakoulun toimesta. Tulosten perusteella Loimaan jätevesilietteet soveltuisivat varsin hyvin biokaasun tuotantoon © Pekka Alho

Turussa biokaasua on tuotettu Topinojalla vuodesta 2008 lähtien. Turussa tuotanto on perustunut erityisesti Turun jätevesilaitoksen jätevesilietteisiin. Laitoksessa käsitellään 130 000 tonnia biomassoja vuodessa. Marraskuussa 2020 Gasum ilmoitti käynnistävänsä Topinojan laitoksen laajennusosan, joka on Suomen ensimmäinen nesteytettyä biokaasua tuottava laitos. Nesteytetyn biokaasun vuosituotannon arvoidaan olevan noin 60 GWh vuodessa ja tuotettu kaasu menee pääosin raskaan liikenteen käyttöön. Yhteistyökumppaniksi ja lopputuotteen käyttäjäksi on ilmoittautunut mm. Posti.

Jätevesilietteiden mädätyksessä syntyvä mädätysjäännös on mahdollista sijoittaa myös peltoon (Ruokavirasto). Käytännössä jätevesien mädätysjäännös joudutaan useimmiten hyödyntämään esim. maanrakennuksessa, sillä sen imago lääkejäämiä, mikromuoveja, raskasmetalleja jne sisällään pitävänä jätteenä ei ole hyvä kuluttajien silmissä. Myös esim. luomusäännökset estävät sen levittämisen pelloille.

Tilakoon biokaasulaitokset käyttävät mädätyksessä syötteinään erityisesti maatalouden jakeita, kuten sian- ja karjanlantaa, sekä kasvi- ja peltobiomassaa. Suomessa oli 23 tilakoon biokaasulaitosta vuonna 2019 (Winqvist ym. 2019). Varsinais-Suomessa oli vuonna 2020 käytössä vain kolme tilakoon biokaasulaitosta (liite 2).

Sivutuotteiden kaupallistaminen ja jalostus mm. lannoitetuotteiksi on nousemassa kohalonkysymykseksi taloudellisessa yhtälössä. Mitään ylitsepääsemätöntä asiassa ei pitäisi olla, sillä luonnonmukaisemmilla lannoitteilla on tutkitusti hyvä toimivuus. Ne parantavat mm. maan kuntoa ja lisäävät humusta ja hiilen sidontaa. Kierrätyslannoitteilla pystytään korvaamaan lähes kaikki teollisten, epäorgaanisten lannoitevalmisteiden fosfori, sekä pääosa typestä ja siten säästämään luonnonvaroja.

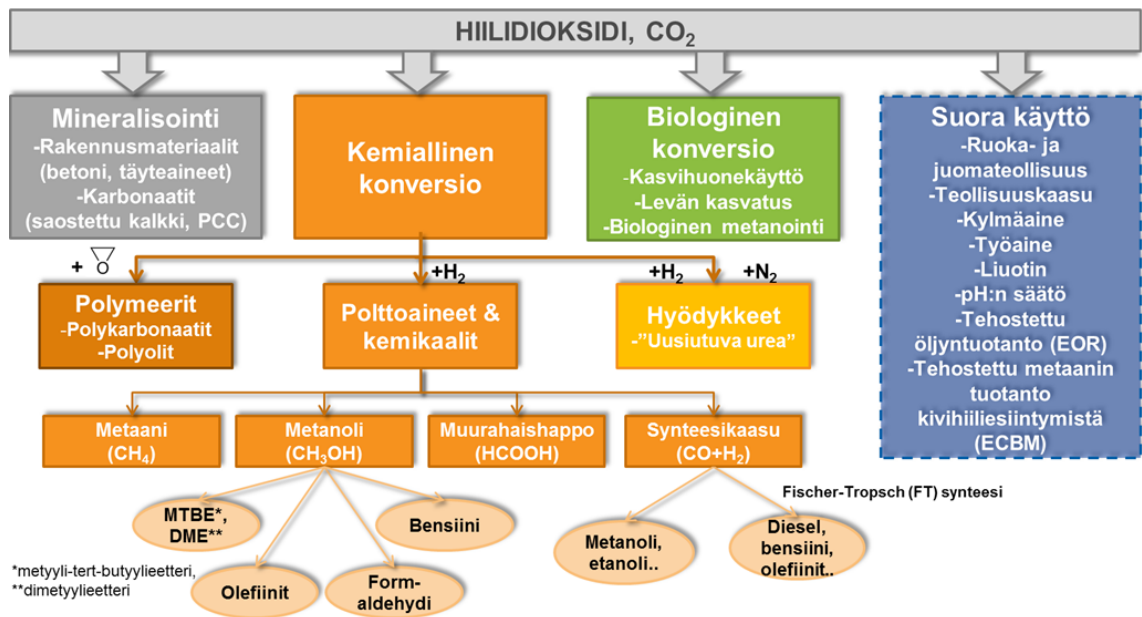
Ympäristöministeriö asetti keväällä 2020 kestävän elvytyksen työryhmän laatimaan ehdotuksia koronakriisin jälkeisistä elvytystoimista, jotka vastaavat samalla ilmastokriisiin ja luonnon köyhtymiseen. Työryhmä julkaisi raporttinsa lokakuussa 2020. Osana ruokajärjestelmän murroksen vauhdittamista ryhmä ehdottaa kotimaisen biokaasun markkinoiden edistämistä kasvattamalla sekä kysyntää että tarjontaa. Ryhmän ehdotuksen mukaan investointitukea voisi hakea hankkeille, joilla edistetään mädätteen jalostamista pitkiä matkoja kuljetettavissa olevaksi raemaiseksi kierrätyslannoitteeksi, jolla voidaan korvata fossiilisista valmistettuja keinolannoitteita.

Yrityksistä mm. Soilfoodilla on käynnissä tukimus- ja kehityshanke, joka tähtää kierrätyslannoitteiden jalostusasteen nostoon (Järnefelt 2020). Hankkeessa tutkitaan millä prosessiparannuksilla mädätysjäännöksestä voidaan tuottaa mahdollisimman hyvä ja ravinnepitoisuudeltaan korkea pellettilannoite. Viljelijöiden tarpeisiin vastaava kehitystyö pyrkii tuottamaan kierrätyslannoitteen, joka soveltuu suoraan nykyisiin viljelykäytänteisiin. Pellettimuotoinen, kylvölannoittimella levitettävissä oleva tuote tekee siirtymän väkilannoitteista kierrätyslannoitteisiin helpommaksi.

Yksi biokaasutuotannon sivutuotteista on hiilidioksidi. Teknologian tutkimuskeskuksen (VTT) tuottama kaavio 4 bioperäisen hiilidioksidin hyödyntämismahdollisuuksista, antaa laajemminkin kuvan sivutuotteiden potentiaalista, mutta myös haasteista. Tavanomaiset käyttömuodot biokaasutuotannosta vapautuvalle hiilidioksidille ovat olleet käyttö elintarviketeollisuudessa, sekä käyttö kasvihuoneilla. Niinpä kasvihuoneita onkin rakennettu biokaasulaitosten välitömään tuntumaan, Varsinais-Suomessa mm. Vehmaalla.

Biokaasun tuotannosta saadaan myös muita sivujakeita, kuten typpipitoista rejektivettä, jonka jalostusta ravinnetuotteeksi niin ikään tavoitellaan. Jotta kierrätysravinteiden käyttö saadaan markkinoille valtavirraksi, tulee sen käytön olla viljelijöille yhtä helppoa ja kustannustehokasta kuin teollisten ravinteiden ja mieluummin hoidettavissa jo olemassa olevalla kalustolla.

Hiilidioksidin päähyödyntämisreitit ja yleisimmät käyttökohteet



Kuvio 4. Biopohjaisen hiilidioksidin hyödyntämismahdollisuudet (VTT)

Suomeen on luotu kansallinen biokaasuohjelma, jossa esitetään useita eri toimenpiteitä eri ministeriöille toteutettavaksi vuosina 2020-2023. Biokaasulaitoksen perustamista tuetaan tällä hetkellä (joulukuu 2019) investointituella, joka voi olla maksimissaan 40 % perustamiskustannuksista. (Winqvist;Rikkonen;& Varho, Suomen biokaasualan haasteet ja mahdollisuudet, 2018).

3.2 Liikenne

Biokaasu on jalostettava biometaaniksi ennen liikenne käyttöä. Jalostus tapahtuu poistamalla raakakaasusta hiilidioksidia ja epäpuhtauksia. Henkilöautojen polttoaineeksi jalostettu biokaasu paineistetaan ja siirretään joko putkistoa pitkin tai kaasusäiliöissä kulluttajille tankattavaksi. Raskaan liikenteen osalta odotukset ovat suuret nesteytetylle biokaasulle, jota Turun Topinojan laitoskin alkoi nyt tuottaa.

Liikenne- ja viestintäministeriön (LVM) vetämä Fossiiliton liikenne tiekartta -työryhmä julkaisi loppuraporttinsa 27.10.2020. Työryhmän tieliikennettä koskevien suositusten mukaan vaihtoehtoisen käyttövoiman biokaasu- ja sähköautoista olisi tultava valtavirtaa.

Ministeriön yhteenvedon mukaan fossiilisten polttoaineiden kulutus on puolitettava, jotta liikenteen kasvihuonekaasupäästöt saadaan tavoitteen mukaan puolitettua vuoteen 2030 mennessä. Työryhmän mukaan liikenteen kokonaisenergiankulutusta on pienennettävä ja jakeluelvoitelain soveltamisalaa on laajennettava biokaasuun ja synteettisiin polttoaineisiin. Mikäli jakeluelvoite ulotetaan biokaasuun, lasketaan sen lisäävän kaasun pumppuhintaa käytännössä vain muutamilla senteillä.

Kaasuautojen määrällisiä tavoitteita olisi myös tarkistettava ylöspäin. Kaasukäyttöisten kuorma-autojen yleistymistä voitaisiin edistää raskaan kaluston hankintatuella. Biokaasun käytön edistäminen liikenteessä vaatii ohjauskeinoja tuotantoon, kulutukseen ja jakeluinfraan. On myös oltava EU -tasolla mukana biokaasun edunvalvonnassa.

Turun seudulla ja laajalti muuallakin Länsi- ja Pohjois-Suomessa, liikennekäytön pullonkaulana on ollut ”munakana -ongelma” eli kun ei ole tankkausasemia, ei kaasuautokantakaan kasva ja päinvastoin. Pääkaupunkiseudulla ja siitä itään ongelma on ollut pienempi, sillä näille alueille ulottuu Gasumin maakaasuputkiverkosto.



Kuva 2. Gasumin tankkausasema Turun sataman tuntumassa © Pekka Alho

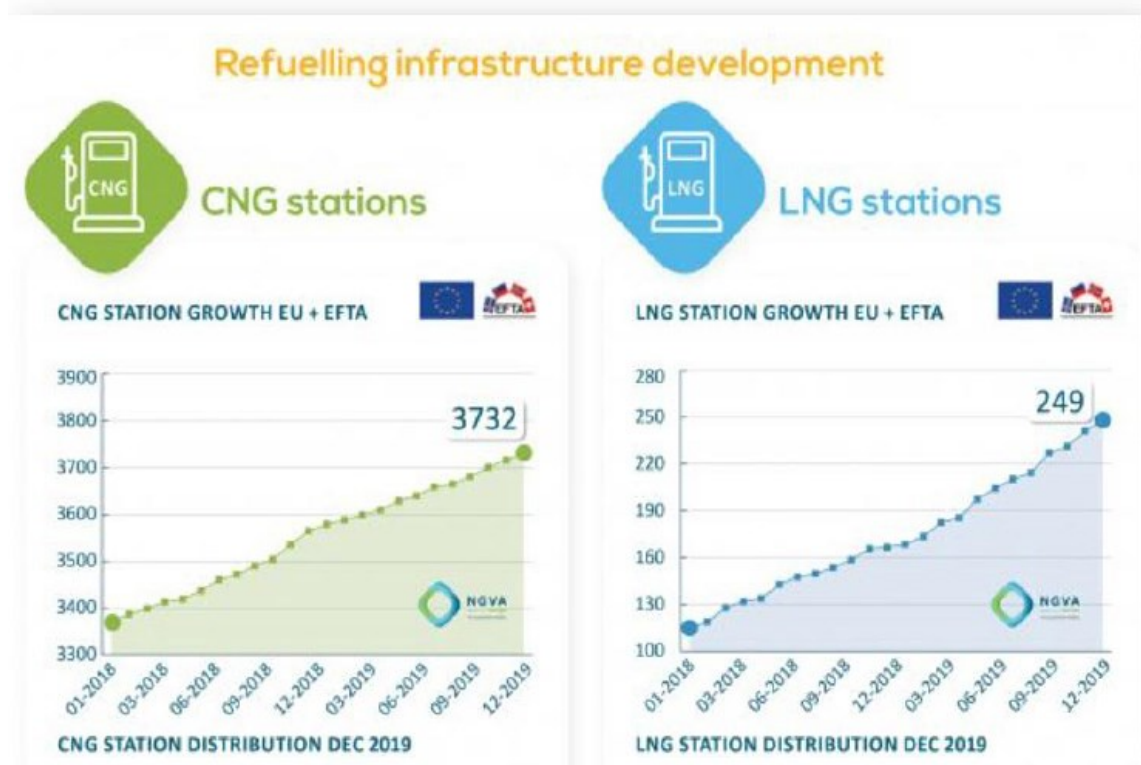
Liikennebiokaasun edistämiseksi fossiiliton liikenne tiekartta -työryhmän keskeisimmät suositukset lähtevät siitä, että biokaasulla on jatkossa merkittävä rooli tieliikenteen päästövähennysten aikaansaamiseksi. Suositusten mukaan:

- Laajennetaan jakeluvelvoitelain soveltamisalaa biokaasuun ja synteettisiin polttoaineisiin.
- Tuetaan kestävästi tuotettujen biopolttoaineiden, biokaasun ja/tai synteettisten polttoaineiden tuotantoa ainakin vielä 2020-luvulla.
- Vauhditetaan erilaisilla ohjauskeinoilla liikennebiokaasun tuotannon, kulutuksen ja jakeluinfran kehittymistä. Biokaasuohjelman toimeenpanosuunnitelman toimenpiteitä tulee jatkaa.
- Jakeluvelvoitelain uudistamisen yhteydessä huolehditaan, että biokaasun hintakilpailukyky bensiiniin ja dieseliin nähden saadaan pysyy riittävän hyvällä tasolla.
- Asetetaan biokaasulle tavoite, että liikenteeseen saataisiin noin 2,5 TWh vastaava määrä biokaasua vuonna 2030 ja jopa 10 TWh vuoteen 2045 mennessä.
- Korotetaan kaasuautotavoitteita: 2,5 TWh biokaasumäärällä vuonna 2030 voisi liikkua esimerkiksi noin 145 000 kaasukäyttöistä henkilö- ja pakettiautoa ja noin 6000 raskasta ajoneuvoa.
- Huolehditaan, että kaasuautot huomioitaisiin jatkossa myös EU:n autovalmistajia koskevassa raja-arvolainsäädännössä.
- Edistetään kaasukäyttöisten kuorma-autojen yleistymistä raskaan kaluston hankintatuella, jonka jatkamista myös vuoden 2021 jälkeen tulee harkita.
- Jatketaan kaasuautojen konversiotukea.
- Uudistetaan autokantaa vähäpäästöisemmäksi luomalla kannusteita vähäpäästöiseen tai päästöttömään teknologiaan ja polttoaineisiin sekä niiden käyttöön.
- Siirretään liikenteen verotuksen painopistettä nykyistä voimakkaammin autojen hankinnasta autojen käyttöön, mutta säilytetään hankintavaiheen päästöohjaus.



Kuva 3. Paineistettuja kaasupulloja biokaasun tankkausasemalla. Kaasu voidaan siirtää laitokselta tankkausasemalle joko putkilinjaa pitkin tai pidemmälle kaasupulloina © Pekka Alho

TANKKAUSVERKOSTO KASVUSSA



Kuvio 5. Tankkausasemien määrän kehitys EU alueella (Gasum)

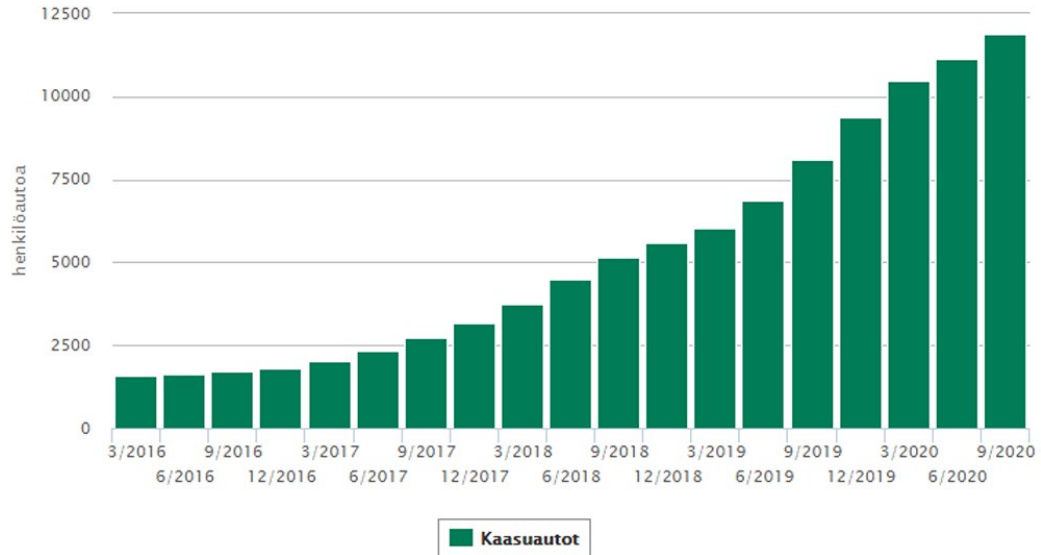
Kaaviossa 5 on esitetty tankkausasemien määrän kehitys EU:n alueella välillä 2018-2019. Vasen kuvaaja esittää henkilöautoille tarkoitetun paineistetun kaasun (CNG, Compressed Natural Gas) jakeluasemia ja oikeanpuoleinen kuvaaja raskaalle liikenteelle tarkoitetun nestemäisen kaasun (LNG) tankkausasemien määrää. Vahvana käynnissä oleva sähköautojen esiinmarssi voi ja luultavasti heikentääkin kaasun saamaa huomiota henkilöautojen polttoaineena. Asiantuntija-arvioiden mukaan liikennekaasun käytön kehittämisen painopiste saattaa siirtyä raskaan liikenteen puolelle.

Kuntaomisteiset jäteyhtiöt Etelä-Karjalan- ja Pirkanmaan jätehuolto, sekä Vaasan Stormossen taas vauhdittavat biokaasun liikennekäyttöä yhteisellä, valtakunnallisella BIG-brändillä ja avaavat parhaillaan biokaasuun perustuvia tankkausasemia toimialueilleen. Syyskuun lopussa 2020 kaasukäyttöisten autojen määrä Suomessa oli noin 11900 (kaavio 6). Ruotsissa vastaava luku on nelinkertainen (kaavio 7).

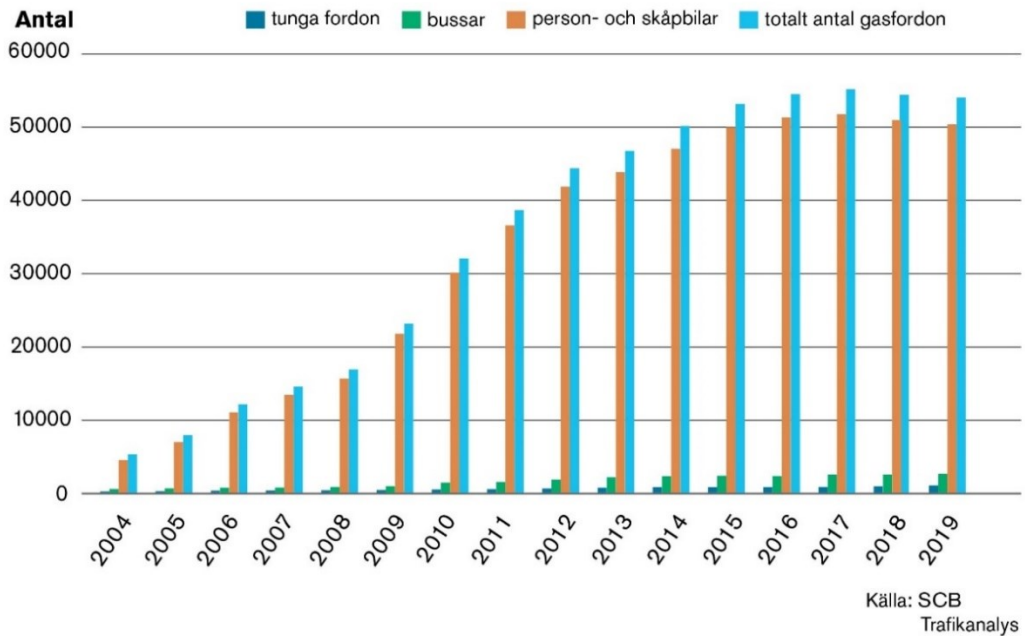
1.12.2020 alkaen LVM myöntää yrityksille kaasukäyttöisten kuorma-autojen hankintaan 5-12 tuhannen euron tuen. Pienempi tuki on suunnattu paineistetun kaasun, suurempi

nesteytetyn kaasun ajoneuvoille. Kesällä 2020 markkinoita Suomessa hallitseva Gasum avasi uuden raskaanliikenteen tankkauspisteen Lietoon.

Liikennekäytössä olevat kaasukäyttöiset autot



Kuvio 6. Liikennekäytössä olevien kaasuautojen määrän kehitys Suomessa (Traficom)

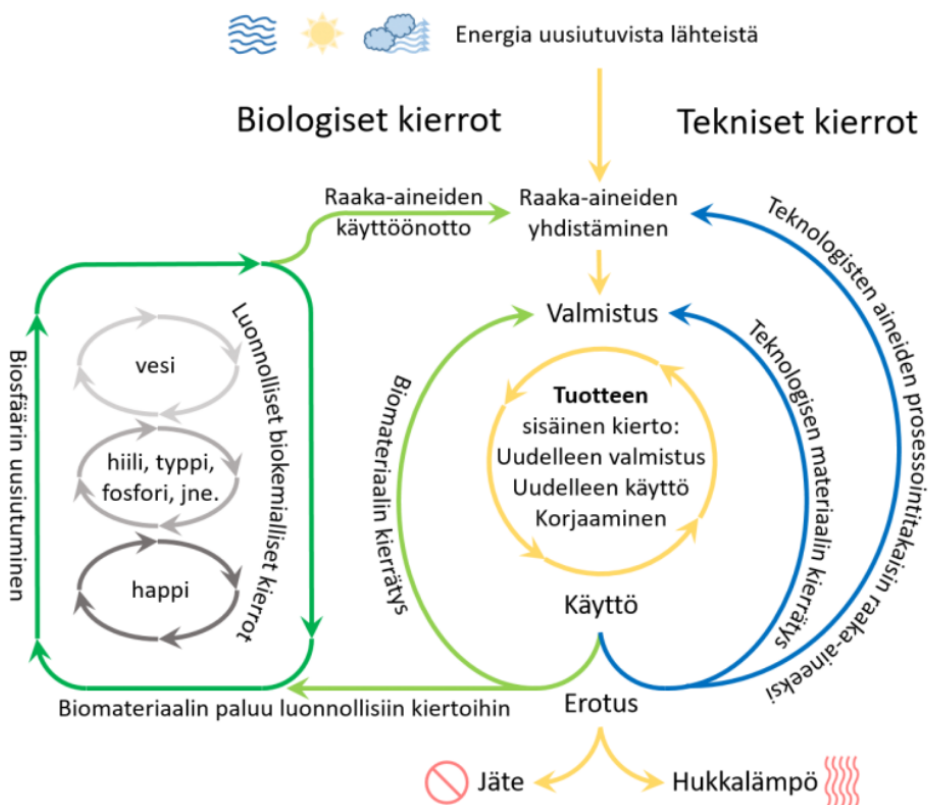


Kuvio 7. Kaasuautojen määrän kehitys Ruotsissa (Energigas Sverige)

3.3 Kiertotalousnäkökulma

Kiertotalouden näkökulmasta biokaasu on läpileikkaava käsite. Esimerkiksi maataloilla voi olla rooli sekä biokaasun tuottajana, että käyttäjänä. Biokaasun tuotanto on myös olennainen osa kiertotalouden biologisia kiertoja muun muassa kestävän ruokajärjestelmän osalta (Sitra.fi).

Kansallinen kiertotalousohjelma on parhaillaan valmistelussa. Kiertotalous voidaan jakaa biologisiin ja teknisiin kiertoihin (vrt. kaavio 7). Biologiseen kiertoon kuuluu mm. biokaasun tuotannon ja ravinteiden kierto. ”Kiertotalous on hiilineutraalin talouden malli, joka mahdollistaa samaan aikaan sekä talouskasvun, että neitseellisten raaka-aineiden käytön vähentämisen” – Kansallisen kiertotalousohjelman ohjausryhmän puheenjohtaja professori Reijo Karhinen / biotalouspäivät, marraskuu 2020.



Kuvio 8. Kiertotalouden biologiset ja tekniset kierrot (Juuti ym. 2019)

Ravinteiden ja hiilen kierto ovat oleellisin osa biokaasutuotannon biologista kiertoa. Kasvit tarvitsevat hiiltä kasvaakseen, joten riittävä hiilen määrä pellossa on tärkeää. Liian vähäinen hiilen määrä pellossa heikentää kasvua sekä pienentää tuottoa. Samaan

aikaan liiallinen hiili ilmakehässä vauhdittaa ilmastonmuutosta. Peltomaiden hiilivarasto on pienentynyt ja humus ohentunut. Oikein hoidettuna pelto varastoi hiiltä ja toimii hiilinieluna. Pitkäaikaiset nurmet ja muut viherkasvit sitovat peltoon ilmakehän hiiltä yhteyttämisen aikana. Kasvit jättävät maahan raaka-ainetta, josta mikrobit jalostavat hiilipi-toista humusta (bsag.fi, 2015).

Luonnonvarakeskuksen erikoistutkija Saija Rasi kiteytti biotalouspäivillä 2019 biokaasulaitosten ja kiertotalouden symbioosia: ”Maatilakohtaisen biokaasulaitoksen vaikutus on tilakohtainen. Se parantaa oman tilan energia- ja ravinneomavaraisuutta. Maatilojen yhteisbiokaasulaitos tarjoaa paikallista energiaa yhteiskäyttöön ja edistää mädätteen ja ravinteiden hyötykäyttöä laajemmin useammalla tilalla. Keskitetyn biokaasulaitoksen tavoite puolestaan on alueellisten ravinneylijäämien purkaminen ja energian tuotanto suuremmalle alueelle, esimerkiksi uusiutuvien polttoaineiden tuotanto liikenteeseen.” Tarkoittaa, että kaikenkokoisia laitoksia tarvitaan ja näillä kaikilla on oma roolinsa kokonaisuudessa.

Turun ammattikorkeakoulun näkökulmasta on huomattava, että kiertotalouden opetuksella ja tutkimuksella on vahva rooli talossa ja siten potentiaalinen synergia ja kytkös biotalouteen ja biokaasuun.

3.4 Ympäristövaikutukset

Biokaasun tuotannon ja käytön lisääminen vastaa yhä vain ajankohtaisempiin ja tiukempiin ilmastotavoitteisiin, niin kansallisella, kuin globaalilla tasolla. Mikäli tavoite 4 TWh:n biokaasutuotannosta Suomessa toteutuisi, voisivat ympäristövaikutukset biokaasu 2030 julkilausuman (www.biokaasu2030.fi) mukaan olla seuravan tyyppisiä:

- Hiilidioksidipäästöt vähenevät 950 000 t/vuosi, kun biokaasu korvaa fossiilisia polttoaineita. Merkittäviä päästövähennyksiä saadaan tämän lisäksi vielä mm. lannan varastoinnin metaanipäästöjen vähenemisestä
- Suomen kasvihuonekaasupäästöistä 5 % on jätteiden käsittelyssä syntyvää metaania, joka on peräisin orgaanisen jätteen hajoamisesta. Käsittelemällä orgaaninen jäte biokaasureaktorissa/laitoksissa eliminoidaan tämä merkittävä jättesektorin päästölähde

- Käsittelyssä vuosittain noin 7 miljoonaa tonnia orgaanisia jätteitä ja sivuvirtoja ja kierrätyksessä näin 6 000 tonnia fosforia ja 28 000 tonnia typpeä
- Käsittelyssä 30 % Suomen lantamäärästä eli noin 4,7 miljoonaa tonnia/vuosi
- Parempi energiantuotannon huoltovarmuus ja ruuantuotannossa tarvittavien tuotantopanosten omavaraisuusaste
- Muita hyötyjä ovat esimerkiksi pienemmät päästöt vesistöihin ja maaperän hiilensidonnin tehostuminen

Viljelymaan rakenne on nostettu viime vuosina merkittäväksi tekijäksi haastamaan perinteistä viljelytapaa, joka tuhlaa ravinteita ja hiljalleen kuluttaa pois humusta aiheuttaen pitkässä juoksussa ongelmia. Luonnonmukaiset lannoitteet ja lannoitetuotteet ovat oleellinen osa ratkaisua. Biokaasulaitoksesta saatava mädätejäännös tuo mukanaan paitsi ravinteita, myös maan kuntoa parantavaa humusta. Mädätysjäännöksen käyttö on kuitenkin logistisesti kannatavaa yleensä vain biokaasulaitoksen lähistöllä. Tällöin kuvaan astuvat lannoitetuotteet. Tähän haasteeseen pyrkii vastaamaan Suomen biokierto ja Biokaasu ry:n ylläpitämä laatulannoite-laaturjärjestelmä sertifioituilla kierrätyslannoitteilla (www.laatulannoite.fi).

Laatulannoite-sertifikaatin avulla kierrätyslannoitevalmisteiden valmistajat voivat osoittaa tuotteidensa täyttävän lainsäädäntöä korkeammat laatuvaatimukset. Alkuvaiheen kokemusten mukaan kierrätyslannoitteilla on ollut hyvä menekki. Mm. Lakeuden Etappi Oy sai viime kesänä Laatulannoite-sertifikaatin. Yrityksen mukaan sertifioinnin ja siitä tiedottamisen jälkeen maanparannusainesäkin myynti on kaksinkertaistunut ja tuotteesta saatu palaute on ollut pelkästään positiivista (Uusiouutiset 2020).

Atria Oyj:n kehityspäällikkö Teija Paavolan mukaan biokaasualan kestävyiden kannalta on olennaista, että mädätysjäännökset jalostetaan kierrätysravinnetuotteiksi, jolloin ne voi kuljettaa ylijäämäalueilta ravinteiden tarvealueille. Biokaasuasiantuntija Paavola on aiemmin toiminut merkittävässä roolissa mm. Turun ja Vehmaan biokaasulaitosten toiminnan kehittäjänä ja asiantuntijana.

Gasum Oy:n ympäristöpäällikkö Eeli Mykkäsen mukaan jo sadat viljelijät hyödyntävät Gasumin tuottamia lannoitevalmisteita. Ne korvaavat mineraalilannoitteita ja kierrättävät satoja tuhansia kiloja fosforia ja typpeä. Lisäksi niiden käyttö sitoo maaperään orgaanista hiiltä ja parantaa viljelymaan kasvukuntoa.

Vesien- ja merenhoidon toimenpideohjelmaa ollaan parhaillaan päivittämässä (marraskuu 2020). Uuden merenhoidon toimenpideohjelman (2022-2027) yhdeksi toimenpiteeksi on määritelty lannan ravinteiden kierrätyksen edistäminen osana biokaasun tuotantoa. Biokaasun tuotanto on siten sidottu myös vesiensuojelun tavoitteisiin.

John Nurmisen säätiön vetämänä käynnistyi vuonna 2020 EU:n Interreg Central Baltic -ohjelman rahoittama Sustainable biogas -hanke. Hankkeessa parannetaan biokaasulaitosten tuottamien ravinteiden hallintaa Itämeren alueella. Säätiön Puhdas Itämeri -hankkekokonaisuuden johtaja Marjukka Porvari tiivistää hankkeen ideaa: ”On hyvä, että ravinnepitoiset jätteet ovat muuttuneet jätteestä resurssiksi. Nopea kehitys ei kuitenkaan saa aiheuttaa ravinteiden päätymistä vesistöihin”.

3.5 Suomalaisen biokaasutuotannon ja käytön näkymä 2020 -luvulle

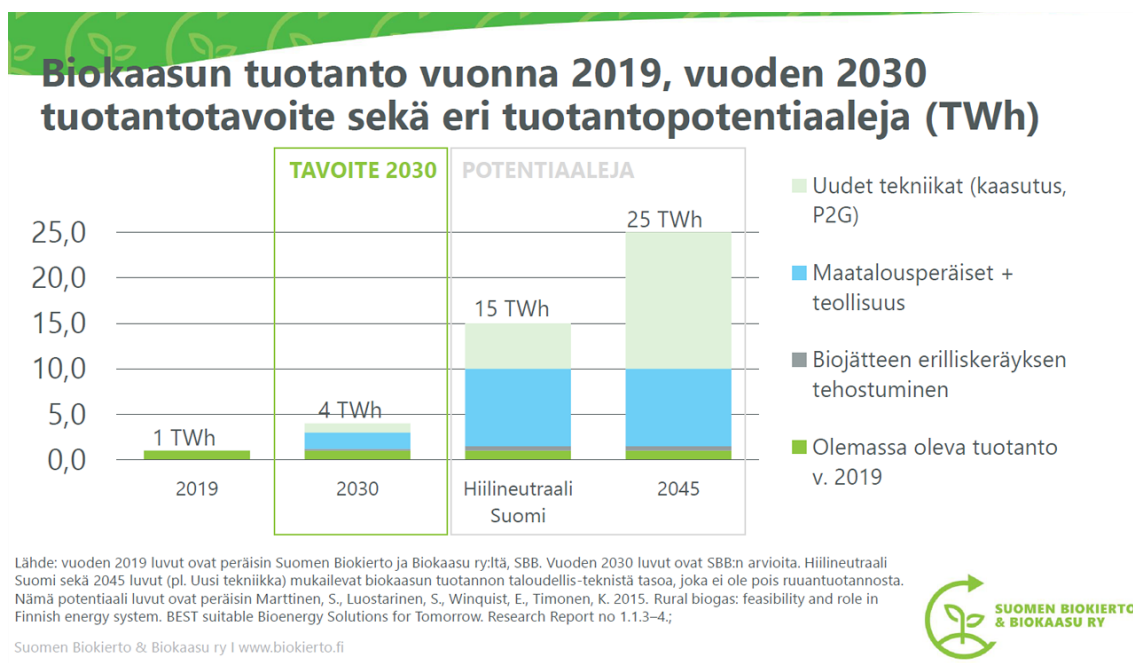
Biokaasuun tavalla tai toisella liittyviä lakiuudistuksia on käynnissä parhaillaan, niin Euroopan unionin tasolla, kuin kansallisestikin. Marssijärjestys menee yleensä niin, että EU antaa ensin asetuksen, jonka soveltamisesta, toimeenpanosta ja kansallisen lainsäädännön muutoksista jäsenvaltiot sitten vastaavat. Suomessa parhaillaan toimeenpantavia ovat mm. EU:n lannoitevalmistusasetus, jättesäädöspaketin ja markkivalvonta-asetuksen toimeenpanot.

Hallitusohjelmassa (2019-2023) biokaasuala on huomioitu omalla ohjelmalla ja sen toimeenpanolla, joka sisältää mm. biokaasun ja lannankäsittelyn investoinnit (CAP27), energiainvestointituen ja ravinnekiertotuen (HO19), lannoitteiden kysynnän kasvattamisen, jakeuluinfran, konversiotuen (auton muuntaminen kaasukäyttöiseksi), sekä biokaasun verotuksen.

Käynnissä tai tulossa olevia biokaasuala vaikuttavia strategia- ja lainsäädöntötason ohjelmia ovat mm. lannoitetuoteasetuksen kansallinen uudistus ja toimeenpano, biotaloustrategian päivitys, kiertotalousohjelma 2.0, kansallisen ilmasto- ja energiapolitiikan päivitys (Hiilineutraali Suomi 2035), energiaverouudistus, jäteasetukset ja kiertotalouteen liittyvät EoW (end of waste) määrittelyt – muutamia mainitaksemme.

Suomen Biokierto ja Biokaasu ry tekivät yhdessä Envitecpolis Oy:n kanssa asiantuntija-arvion Suomen biokaasutuotannon kehittymisestä ja esittelivät sitä marraskuussa 2019 Biotalouspäivillä Jyväskylässä. Vision mukaan Suomessa on kymmenen vuoden sisällä 178 kappaletta uusia, maatalousbiomassoja hyödyntäviä biokaasulaitoksia. Työryhmä

laski, että 13 syntyvistä uusista laitoksista olisi isoja, kapasiteetiltaan noin 240 000 tonnin biokaasulaitoksia, joissa biomassoista jalostettaisiin liikennepolttoainetta ja kierrätysravinteita. Noin 30 000 tonnin keskikokoisia biokaasulaitoksia rakentuisi 45 ja tilakokoluokan biokaasulaitoksia, kapasiteetiltaan 12 000 –20 000 tonnia, Suomeen syntyisi 120.



Kuvio 9. Biokaasun tuotantotavoitteet Suomessa

Laitokset tuottaisivat energiaa yhteensä 1795 gigawattituntia vuodessa, eli lähes kaksi terawattituntia, mikä nostaisi Suomen biokaasuenergian tuotannon lähelle Ruotsin tilanetta. Envitecpoliksen Mika Arffmanin mukaan tämä tarkoittaisi, että ”valjastaisimme noin kolmanneksen Suomen lantamäärästä ja vajaat kaksi prosenttia käytettävissä olevasta maatalousmaasta ravinnekierrätykseen”.

Biokaasulaitosten kokonaiskäsittelykapasiteetti olisi näin laskien yhteensä 5,9 miljoonaa tonnia. Biokaasulaitokset pystyisivät käsittelemään 4,7 miljoonaa tonnia lantaa, 312 000 tonnia teollisuuden jakeita ja 900 000 tonnia kasvibiomassaa.

Biokaasu 2030 julkilausumassa sitoudutaan 4 TWh tavoiteen saavuttamiseen biokaasun tuotannossa vuoteen 2030 mennessä ja annetaan ehdotuksia tavoitteeseen pääsemiseksi. Julkilausuman ovat allekirjoittaneet Bioenergia ry, Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK, Suomen Biokierto ja Biokaasu ry, Suomen Kaasuyhdistys ry, Suomen Kiertovoima ry ja Suomen Lähienergialiitto ry.

4 TWh:n tuotantotavoite (kaavio 9) on kunnianhimoinen, mutta realistinen, mikäli määrätietoista ilmasto-, energia-, bio- ja kiertotalouspolitiikkaa jatketaan nykyisellä tiellä. Toeutuessaan suorat työllisyysvaikutukset ja tuotannon kerrainnaisvaikutukset olisivat merkittävät, myös insinöörikoulutuksen näkökulmasta. Liikennebiokaasuna 4 TWh tuotanto tarkoittaisi määrän riittävän noin 400 000 henkilöauton tai 10 000 raskaan ajoneuvon polttoainetarpeisiin.

Metaania saatetaan jatkossa valmistaa orgaanisen aineen mädätyksen ohella myös uusilla innovatiivisilla menetelmillä. Power-to-Gas-tekniologiassa sähköenergia pilkkoo elektrolyysin avulla vettä hapeksi ja vedyksi, joka voidaan hyödyntää sellaisenaan tai edelleen jatkojalostaa metaanin avulla metaaniksi. Metaani voidaan tuottaa uusiutuvasti esim. aurinko- ja tuulienergialla ja varastoida sähköenergiaa metaanin muodossa.

Energian varastointi on yksi avainkysymyksistä uusiutuvan energian murroksessa. Paraisilla Qvidjassa on kehitetty reaktori, jonka avulla voidaan muuntaa vetyä ja hiilidioksidia metaaniksi suomikrobien avulla. Mikrobit muodostavat vedystä ja hiilidioksidista metaania jota voidaan käyttää polttoaineena sellaisenaan sitten kun sille on tarvetta. Menetelmä on tosin vielä kehitysvaiheessa.

Työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) ylijohtaja Riku Huttunen puhui biotalouspäivillä marraskuussa 2020 järjestelmäintegraatiosta, jolla tarkoitetaan eri energiajärjestelmien joustavaa linkitystä keskenään. Kaasutalouteen liittyen myös vedyn oletetaan olevan tulevaisuudessa vahvasti mukana paletissa. Huttunen kertoi biokaasuohjelman toimeenpanon olevan parhaillaan käynnissä.

TEM:n vastuulla toimeenpanossa ovat jakeluveloitelain uudistus, joka on menossa lusuunnolle vielä 2020, sekä suurten demonstraatiohankkeiden rahoitus, josta tukipäätöksiä odotetaan niin ikään jo kuluvana vuonna. Biokaasun tuominen jakeluvelvoitteeseen on kirjattu hallitusohjelmaan. Jakeluveloitelain myötä energiaviraston hoitamalle kaasutankkausasemien tuelle on varattu 3 miljoonaa euroa.

Valtiovarainministeriössä (VM) on jakeluvelvoitelakiin liittyen työn alla biometaanin verottomuudesta luopumisen valmistelu. Ympäristöministeriössä (YM) valmistellaan kiertotaloutta edistävää lainsäädäntöä ja Liikenne- ja viestintäministeriössä (LVM) jo lokakuussa 2020 julkaistu fossiilitoman liikenteen tiekartta.

Maa- ja metsätalousministeriössä (MMM) on valmistelilla ravinnekierrätyksen tuotantotuki (16 Me), tavoitteena aloitus vuonna 2021, sekä biokaasulaitosten ja lannankäsittelyn investointituki (5,5 Me).

3.6 EU tason ulottuvuus

Euroopassa oli hieman alle 18 000 biokaasulaitosta vuonna 2018, joista n. 11 000 pelkästään Saksassa, ja 1655 Italiassa. (European Biogas Association, 2019). Monia biokaasuun tavalla tai toisella liittyviä lakiuudistuksia on käynnissä parhaillaan Euroopan unionin tasolla

Euroopan Komissio on tekemässä uusiutuvan energian tavoitteista uudelleentarkastelua vuosina 2021–2023. Kestävyysskriteereillä halutaan varmistaa, että kun bioenergian käyttö lisääntyy, se varmasti vähentää päästöjä. Uusiutuvan energian direktiivin RED II:n (Renewable Energy Directive) toimeenpano vaikuttaa myös biokaasulinjauksiin lähitulevaisuudessa. EU tason tavoitteena on 32% uusiutuvan energian osuus vuoteen 2030. Kansallisessa toimeenpanossa uusiutuvan kaasun osalta oleellista on alkuperätakuiden laajeneminen koskettamaan biokaasun myyntiä.

Jätelainsäädännön uudistus liittyy EU:ssa kesällä 2018 hyväksytyyn jätesäädöspaketin toimeenpanoon Suomessa. EU:n jätesäädöspaketin keskeisinä tavoitteina on vähentää jätteen määrää ja lisätä uudelleenkäyttöä ja kierrätystä (YM 2020). Jätedirektiivin kansallisen toimeenpanon tavoitteena on luoda EoW -menettely lannoitevalmisteille ja parantaa jätestatuksen omaavien lannoitevalmisteiden hyödyntämisen edellytyksiä (MMM / Biotalouspäivät 2020).

Euroopan unionin tasolla on lisäksi valmisteilla lukuisia, mm. liikenteeseen ja liikenteen päästöihin liittyviä asetuksia, asetusmuutoksia, sekä standardeja. Näistä mainittakoon Kestävä ja älykäs liikenne -strategia ja CO2 standardit.

Kaikilla edellä kuvatuilla uudistuksilla on suoria vaikutuksia biokaasualan. Lainsäädännöllisten uudistusten tavoitteet ovat tällä kertaa kuitenkin varsin yhteneviä biokaasualan tavoitteiden kanssa. On hyvä muistaa, että biokaasun raaka-aineita, tuotantoa ja loppuotteiden käsittelyä säädellään myös lukemattomissa muissa kuin tässä esitetyissä laeissa ja asetuksissa.



Kuva 4. Lannan status on muuttunut lyhyessä ajassa jätteestä arvokkaaksi luonnonvaraksi. Kuin rahaa lapioisi...? © Pekka Alho

3.7 Yhteenveto perusteista opetustarpeelle

Yhteenvetona kappaleessa 2. esitetystä on nähtävissä suurta ”pöhinää” biokaasutoimialan ympärillä ja vahvat perusteet biokaasuasioiden opetustarpeelle:

- globaali tuotanto ja käyttö suurta ja kasvamassa
- kotimainen tuotanto ja käyttö vakaassa kasvussa
- Ilmastotavoitteet antavat boostia toimialalle
- kiertotaloustavoitteet antavat boostia toimialalle
- biokaasu vahvasti mukana kansallisissa ja EU -tason ratkaisuisissa
- uutta teknologiaa metaanin tuotantoon
- kasvavaa tarvetta osaamiseen, myös Turun seudulla

4 BIOKAASU AMK OPETUKSESSA

Opetus- ja kulttuuriministeriön mukaan Suomessa toimii vuonna 2020 yhteensä 22 ammattikorkeakoulua, joiden lisäksi Poliisikorkeakoulu ja Högskolan på Åland. Ammattikorkeakoulujen verkkosivuilta selviävät helposti koulutusohjelmat ja hanketoiminta pääpiirtein. Yksittäisten hankkeiden aihepiirin haku on usein selvästi hankalampaa.

Monilla ammattikorkeakoululuilla on Turun ammattikorkeakoulun tapaan tutkinto-ohjelma nimikkeellä ”Energia- ja ympäristötekniikka” tai energia- ja ympäristöteknologiaa erikseen (vrt. taulukko 1). Biokaasuopetusta ja/tai biokaasuhankkeita sisältyy vaihtelevalla tasolla erityisesti näihin opetusohjelmiin. On huomattava, että biokaasuaihe on tai ainakin voi olla relevantti aihe myös monissa muissa koulutusohjelmissä, kuten vaikkapa bio-, kone-, sähkö, säätö-, -materiaali- ja kemiantekniikassa.

Oppilaitosten verkkosivujen tiedot ovat joulukuulta 2020. Taulukkoon ei tule viitata absoluuttisena totuutena, sillä aivan koko totuus ei verkkosivuilta avaudu. Oppilaitosten kotisivuilta tehtiin haku hakusanalla ”biokaasu”, sekä Googlen hakukoneella erikseen haku ”ko. oppilaitos ja biokaasu”, joka tuotti usein paremman tuloksen. Esim. Centria ammattikorkeakoululla on biokaasuhankkeita, mutta verkkosivulta hakusanalla ei saatu tuloksia. Seinäjoen ammattikorkeakoulussa taas on erikseen mahdollisuus valita biotalouden erikoistumiskoulutus (30 op), johon biokaasu aiheena sisältyy. Tampereen AMK toimii puolestaan muita kiinteämmin alueen yliopiston kanssa ja koulutuksia on paljon. Monissa Suomen ammattikorkeakouluissa on Agrologi tutkinto-ohjelma. Agrologi opiskelee maaseutuelinkeinoja, joihin luonnonvara-ala ja biokaasun tuotanto kiinteästi liittyvät. Tutkinto otettiin mukaan taulukkoon, vaikka sisällöt vaihtelevat ammattikorkeakouluittain.

Taulukkoon kerättiin tiedot oppilaitosten AMK -tutkinnoista, mutta ei ylemmän ammattikorkeakoulutuksen osalta, eikä mahdollisten täydennyskoulutusten tms. Toisaalta jos AMK tasoista biokaasuopetusta ei ole, ei sitä yleensä ole ylemmällä AMK tasollakaan. Taulukko kertoo että ammattikorkeakoulut ovat muodossa tai toisessa ajan hermolla ja näkevät biokaasuun liittyvät kokonaisuudet tulevaisuuden aloina.

Taulukkoon 1. on koottu yleiskuva koulutusohjelmista joihin useimmin sisältyy biokaasuopetusta Suomen ammattikorkeakouluissa. Biokaasuopetuksen määrä tai laatu eri ammattikorkeakouluissa ei kuitenkaan ole vertailukelpoinen taulukon perusteella. Sama koskee hanketoimintaa ja sen laajuutta.

Taulukko 1. Biokaasuopetuksen yleiskuva Suomen ammattikorkeakouluissa 2020

Biokaasuopetus Suomen ammattikorkeakouluissa 2020				
	Biokaasuopetusta	Koulutusohjelma	Muut koulutusohjelmat	Biokaasuhankkeita tai -tutkimusta
Hämeen AMK	on	Kestävä kehitys	Agrologi	on
Jyväskylän AMK	on	Energia- ja ympäristötekniikka	Agrologi	on
Kaakkois-Suomen XAMK	on	Ympäristötekniikka ja energiatekniikka		on
Karelia AMK	on	Energia- ja ympäristötekniikka		on
Lab AMK	on	Energia- ja ympäristötekniikka		on
Metropolia	on	Energia- ja ympäristötekniikka		on
Oulun AMK	on	Energia- ja ympäristötekniikka		on
Satakunnan AMK	on	Energia- ja ympäristötekniikka		on
Savonia-AMK	on	Energiatekniikka, ympäristötekniikka	Agrologi	on
Seinäjoen AMK	on*	Campus Online	Agrologi	
Tampereen AMK	on	Environmental Engineering		on
Turun AMK	on	Energia- ja ympäristötekniikka		on
Vaasan AMK	on	Energiatekniikka, ympäristötekniikka		on
Yrkeshögskolan Arcada	on	Energia- ja ympäristötekniikka		?
Yrkeshögskolan Novia	ei suoraan aiheeseen liittyvää koulutusta		Agrologi	on**
Centria AMK	Prosessi- ja kemiantekniikan koulutusta			on
Kajaanin AMK	ei suoraan aiheeseen kytkeytyvää koulutusta			on
Lapin AMK	ei suoraan aiheeseen kytkeytyvää koulutusta		Agrologi	
Diakonia	ei suoraan aiheeseen kytkeytyvää koulutusta			
Humanistinen AMK	ei suoraan aiheeseen kytkeytyvää koulutusta			
HAAGA-HELIA	ei suoraan aiheeseen kytkeytyvää koulutusta			
Högskolan på Åland	ei suoraan aiheeseen kytkeytyvää koulutusta			
Laurea-AMK	ei suoraan aiheeseen kytkeytyvää koulutusta			
Poliisikorkeakoulu	ei suoraan aiheeseen kytkeytyvää koulutusta			
* koulutus järjestetään Campus Online erikoistumiskurssina yhdessä muiden ammattikorkeakoulujen kanssa 2021				
** Forskning / Hållbar energiteknik				

4.1 Biokaasuopetus Turun ammattikorkeakoulussa

Biokaasukurssin juuret ulottuvat Turun ammattikorkeakoulussa vuoteen 2016, jolloin lanseerattiin parin luennon mittainen biokaasukokonaisuus osaksi uusiutuvat energiat moduulia. Alkuvaiheessa opetus tapahtui lähiopetuksena luokassa. Lähiopetuksen lisäksi kurssiin sisältyi oleellisena osana tutustumiskäynti Turun Topinojan biokaasulaitoksella. Taustalla vaikuttivat myös biokaasuhankkeet, joita talon tutkimusryhmät olivat vetäneet tai joihin ne olivat osallistuneet partnereina. Luennot muuttuivat seuraavana vuonna englanninkieliseksi ja varsinaista kurssia alettiin rakentamaan osana Digitaalisuudella Luonnonvarat Biotalouteen -hanketta vuosina 2018 - 2019.

Biokaasukurssin kehittämistä jatkettiin edelleen tämän opinnäytteen osana. Kurssi pidettiin Turun ammattikorkeakoulun Energia- ja ympäristötekniikan opiskelijoille keväällä 2020. Verkkokurssista kerättiin opiskelijoiden (54 ilmoittautunutta) palaute, jota on pyritty hyödyntämään kurssin edelleen kehittämisessä.

Kurssin eräänlaisena lopputyönä opiskelijat perustivat biokaasulaskuria avuksi käyttäen virtuaalisen tuotantolaitoksen. Biokaasulaskuri on Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT, nykyinen luonnonvarakeskus LUKE) ja Ukipolis Oy:n kehittämä verkkolaskuri biokaasulaitoksen alustavaan kannattavuuden laskentaan. Vuonna 2020 Luonnonvarakeskus päivitti laskuria. Turun ammattikorkeakoulu oli mukana laskurin päivityksessä, mm. osallistamalla samaisen biokaasukurssin antamaan palautetta myös laskurin toimivuudesta. Päivitetty laskuri on vapaasti käytettävissä osoitteessa:

<https://maatalousinfo.luke.fi/fi/laskurit/biogas>.

4.2 Biokaasukurssin laajuus

Opintopiste on mukaan Euroopan unionin sisäisesti luotu standardi opiskelun mittaamiseen, jossa 60 opintopistettä vastaa lukuvuoden työmäärää tai 1 600 tuntia työtä. ECTS (European Credit Transfer and Accumulation System) on eurooppalainen opintosuoritusten ja arvosanojen siirto- ja kertymisjärjestelmä. Standardi on luotu osana Bolognan prosessia, yhtenäisen eurooppalaisen korkeakoulutusalueen perustamiseksi vuodesta 1999 lähtien. Vaatimustaso, työmäärän mitoitus ja todellinen toteuma ko. työpanoksessa saattaa kuitenkin vaihdella suurestikin. On myös huomattava, että opintopisteet mittaavat vain opiskelijan työn määrää, eivät sen laatua

Turun ammattikorkeakoulun biokaasukurssi on osa uusiutuvan energian opetuksen pakettia. Opintopisteitä biokaasukurssista on saanut kolme. Kolmen opintopisteen laajuus tarkoittaa siten käytännössä kolmen noin 27 tunnin jakson suuruista työpanosta, yhteensä 81 tuntia. Kurssin laajuus on kolme opintopistettä, sillä se on käytännössä maksimi mikä opinto-ohjelmaan on saatu mahdutettua.

Helsingin yliopisto on tuottanut opintopistelaskurin, jonka avulla voi haarukoida sopivaa opintokuormaa. Kun biokaasukurssin parametrit sijoitettiin laskuriin, voitiin todeta että oltiin riittävän lähellä todellista kuormaa kolmelle opintopisteelle (Liite 1). Arvioitu lähiopetusaika korvattiin luonnollisesti verkkokurssin etäopetuksella.

4.3 Suoritusten arviointi

Keväällä 2019 pidetyn biokaasukurssin, yhdessä Oulun ja Jyväskylän ammattikorkeakoulujen kanssa luodun ensimmäisen kehitysversion osalta, päädyttiin arvostelemaan suoritukset ainoastaan tasolla suoritettu tai hylätty. Tämä johtui mm. siitä, että kotimainen biokaasulaskuri toimi vain suomeksi ja mm. vaihto-oppilaat joutuivat hakemaan erilaisia ulkomaisia laskureita omista kotimaistaan ja/tai internetistä. Lisäksi osallistujia oli kehittämishankkeen tiimoilta myös Oulun ja Jyväskylän ammattikorkeakouluista, eivätkä kaikki järjestelmät olleet näillä kolmella ammattikorkeakoululla yhteneviä.

Kevään 2020 edelleen muokatulla verkkokurssilla oli ainoastaan Turun ammattikorkeakoulun opiskelijoita ja käyttöön otettiin normaali arvosteluasteikko.

4.4 Tutkimushankkeet tukevat opetusta

Opetuksen ja tutkimustoiminnan integraatio vahvistaa niin opiskelijoiden kuin opettajienkin osaamista. Se tekee opinnoista konkreettisempaa, sekä luo yhteyksiä verkostoihin ja yritysmaailmaan. Projektihallinnan taidot kasvavat ja talousosaaminen vahvistuu. Tämän kaiken on voinut nähdä ja kokea oman työnsä kautta, viidentoista vuoden ajan tutkimus- ja kehitystoiminnan kasvua osana Turun ammattikorkeakoulun toimintaa seuranneena. Turun ammattikorkeakoulussa integraatio alkoi pienessä mittakaavassa 2000 -luvun puolivälissä ja jatkuu edelleen vahvana. Tutkimus- ja kehityshankkeissa mukana olleet opiskelijat työllistyvät usein hankkeissa hankkimansa osaamisen tai verkoston tiimoilta.

Vuonna 2010 käynnistyi Turun ammattikorkeakoulun vetämä SUSBIO -hanke (Sustainable utilization of waste and industrial non-core materials). Hankkeen myötä oppilaitokseen saatiin ruotsaisvalmisteinen biokaasukontti (kuva 5), jota käytettiin materiaalien koeajoihin ja kaasuntuottokokeisiin. Kaasuntuottokokeita tehtiin paljon myös pienemässä mittakaavassa Turun ammattikorkeakoulun laboratoriossa. Hanke päättyi vuonna 2013 ja sen verkkosivujen ylläpito on jo päättynyt, mutta Facebook sivu löytyy edelleen.

Vuonna 2015 käynnistyi LIFE IP -rahoituksella kansallinen kiertotaloushanke, jossa Turun ammattikorkeakoulu oli vuoden 2020 loppuun saakka mukana osahankkeella ”Tilakoon biokaasulaitos resurssien kierrättäjänä”. Osahankkeen tavoitteena oli tukea tilakoon biokaasulaitosten toteutumista Varsinais-Suomessa ja Satakunnassa. Mittavan hankekokonaisuuden vetäjänä toimi ja toimii edelleen vuoteen 2024 saakka Suomen ympäristökeskus (<https://www.materiaalikiertoon.fi/fi-FI/Circwaste>).

Turun ammattikorkeakoulu oli mukana myös kaasun liikennekäyttöä kehittävässä hankkeessa. Kaasun liikennekäyttö pohjoisella kasvuvyöhykkeellä oli Prizztechin vetämä kehittämishanke. Rahoitus tuli AIKO -rahoituksesta (Alueelliset innovaatiot ja kokeilut) vuosille 2017 - 2018. Hanke julkaisi keväällä 2018 verkkosivut www.kaasuautoilu.fi.

Opetusministeriön rahoittama verkko-opetuksen kehittämishanke Digitaalisuudelle Luonnonvarat Biotalouteen (DLB) tavoitteli ammattikorkeakoulujen keskinäistä rajat ylittävää verkko-opetusta. Hankkeessa Turun ammattikorkeakoulu teki yhdessä Oulun ja Jyväskylän ammattikorkeakoulujen kanssa biokaasukurssin, jota testattiin CampusOnline kautta. Turun amk:n opiskelijoille suunnattu verkkokurssi pohjautuu tähän työhön.

Tutkimus- ja kehityshankkeiden ohella Turun ammattikorkeakoulu Oy on tuottanut palvelutoimintana mm. kaasuntuottokokeita ja muita selvityksiä alueen biokaasulaitoksille. Sekä hankkeisiin, että palvelutoimintaan on liittynyt opinnäytetöitä ja käytännön harjoittelua laitoksilla. Verkkokurssin ehdottomiin heikkouksiin kuuluu tutustumiskäyntien puute. Tutustumiskäynnit ovat oppilaiden suullisen palautteen perusteella toivottuja avaamaan asioita käytännössä. Jatkossa tavoitteena tulisi olla tutustumiskäynnin järjestäminen myös verkkokurssilaisille. Tutustumiskäynnit toimivat samalla tärkeinä konteksteina yritysmaailmaan, luovat konkreettista ja säännöllistä vuoropuhelua oppilaitoksen yritysten välille ja toimivat näin pohjana tuleville yhteisille kehittämishankkeille.



Kuva 5. Life IP Circwaste -hankkeessa Turun ammattikorkeakoulu oli mukana osahankkeella ”Tilakoon biokaasulaitos resurssien kierrättäjänä”. Kuvassa Turun AMK:n biokaasukonttia siirretään Loimaalaiselle luomutilalle tutkimuskäyttöön syksyllä 2019 © Pekka Alho



Kuva 6. Moderni biokaasulaitos vaatii monialaista insinööriosaamista. Kuvassa biomassan syöttölaitteistoa. Demeca, Toholampi, Tammikuu 2020 © Pekka Alho

5 MITÄ INSINÖÖRIN TULISI TIETÄÄ BIOKAASUSTA

Kolmen opintopisteen raami ei mahdollista kovin laajaa kurssia. Toisaalta raami voi auttaa pakkaamaan oleellisen ytimekkäästi. Vaikka kurssi on luonteeltaan yleissivistävä, tietyt perusasiat ja -käsitteet pyritään sisäistämään. Tästä syystä kertauksen tai pienen päällekkäisyyden johdannon (Introduction) ja varsinaisen substanssi-osan kesken on katsottu olevan jopa suotavaa. Kurssin oppimistavoitteen olen määritellyt seuraavasti: ”Opiskelija tietää mitä biokaasu on, mistä raaka-aineista biokaasua voidaan tuottaa ja mihin sitä voidaan käyttää. Hän tuntee tärkeimmät tuotantomenetelmät, sekä tuotannon ja käytön ympäristövaikutukset. Opiskelija tuntee biokaasutuotannon sivutuotteet ja lopputuotteet, sekä niiden kytköksen kiertotalouteen ja ilmastotavoitteisiin, osana energian ja ravinteiden kiertoa”. Myös asiaan liittyvien taloudellisten realiteettien ymmärtäminen ja hyödyntämisen nykytilan (biokaasu & maakaasu) tuntemus voidaan katsoa energia- ja ympäristöinsinöörien yleissivistykseen kuuluvaksi.

Biokaasu-insinöörin kouluttaminen voisi hyvinkin olla kokonainen oma tutkintolinjansa, siksi laaja ja vaativa asiakokonaisuus kaikkiaan on. Kurssin sisältöä määrittää ennemminkin se mitä jätetään pois, kuin se mitä otetaan mukaan. Kolmen opintopisteen laajuutta arvioitiin Helsingin yliopiston opintopistelaskuria hyväksi käyttäen (ks. liite 3).

Biokaasun tuotantoon ja hyödyntämiseen tavalla tai toisella liittyvä lainsäädäntö on laaja. Tarkka läpikäyminen syrjäyttäisi liikaa tilaa substanssiosaamiselta. Pääpiirtein asiaa koskeva lainsäädäntö on koottu Suomen biokaasutyhdistyksen julkaisemaan Biokaasuteknologia -käsikirjaan (Kymäläinen & Pakarinen 2015). Kuten kappaleesta 2 selviää, vireillä on parhaillaankin mittavia uudistuksia lainsäädäntöön ja asetuksiin, joten lainsäädäntö voi myös vanhentua nopeasti.

5.1 Verkkokurssin sisällön määrittäminen (3 op)

Sisällön substanssin yksityiskohtainen avaaminen ei olisi mahtunut opinnäytetyöhön, vaan olisi vaatinut oman opinnäytteensä, varmasti useammankin. Kurssin ja sen implementoinnin arviointi edellytti kuitenkin oleellisimman sisällön avaamista otsikkotasolla tarkasteltavaksi. Käytännössä tämä toteutui kurssin perusrakenteen vertaisarviointina tai paremminkin hyväksyttämisenä muilla biokaasuasiantuntijoilla/opettajilla (vrt. 9.1).

Biokaasuverkkokurssin rakenne:

INTRODUCTION TO BIOGAS

- Overview on biogas & natural gas
 - global view
 - production, usage, CNG, LNG
- Biogas properties
 - methane CH₄
- Raw materials / infeed
- Digestion
 - anaerobic digestion
 - biological decomposition
- Production on general level
 - wet process / dry process
 - co-digestion
- Environmental impact
 - benefits in using biogas
 - biogas in circular economy
- Legislation (shortly)
- Virtual farm scale biogas visit
- Virtual laboratory visit

• **TECHNICAL SOLUTIONS**

-
- Technical process
 - main process types
- Reactor technology
 - main reactor type
- Innovative solutions

BIOGAS UTILIZATION

- Biogas utilization
 - heat & electricity
 - CHP
 - upgrading technologies
- Traffic fuel
 - biomethane
- Digestate
 - fertilizers
 - soil improvement
 - other by-products
- Economic aspects

WEEKLY ASSIGNMENTS & EXAM

FINAL EXERCISE - Reflecting biogas production: establishing own farm scale biogas plant, using Biogas calculator, Biomass Atlas and Biomass potential in SW Finland publication. Evaluation of own biogas plant.

6 VERKKOKURSSI BIOKAASUSTA

Opinnäytteen ensisijaisena tavoitteena ei ollut verkkokurssiosaamisen kehittäminen, vaan rakentaa ammattikorkeakoulutason opetukseen soveltuva biokaasun peruskurssi, ”Basics of biogas”. On kuitenkin lyhyesti syytä kiinnittää huomio myös verkkokurssimuotoisen opetuksen onnistumisen edellytyksiin. Opinnäytetyössä tätä on arvioitu Turun ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan opiskelijoille pidettyjen biokaasukurssien perusteella.

Yhteistä kaikelle ammattikorkeakouluopetukselle on ollut paitsi elinikäisen oppimisen (Life long learning) ideologia, myös jatkuva muutos. Muutos näkyy erityisesti digitaalisuudessa ja erilaisten käyttöjärjestelmien jatkuvassa kehittämisessä ja uusiutumisen. Pelkästään Turun ammattikorkeakoulussa on käytössä useita kymmeniä, ellei satoja erilaisia alustoja eri tehtäviin. Verkkokurssit tuovat tähän oman lisänsä ja kehittämistarpeensa. Vielä vuonna 2018 Turun ammattikorkeakoulun opintoesite kuvaili verkko-opintoja näin: ”Verkko-opinnot ovat uusia, kokonaan verkossa opiskeltavia tutkintoja”

Turun ammattikorkeakoulu on määritellyt ensisijaiseksi tehtäväkseen tuottaa osaavia ammattilaisia Varsinais-Suomen työelämän kehittämiseen ja tarpeisiin. Turun ammattikorkeakoulun strategia perustuu Excellens In Action periaatteeseen – käytännön tekemisen erinomaisuuteen. Neljästä osaamiskärjestä kaksi kytkeytyy myös biokaasutuotantoon: Kasvua kiertotaloudesta, sekä Tulevaisuuden tuotantoteknologiat.

Verkko-opetuksen näkökulma kurssin jalostamiseen on tuotu opinnäytteeseen eAMK laatukriteerien kautta. Ei rakentamalla kurssia niiden pohjalta, vaan peilaamalla lopputulosta niihin ja parantamalla kurssia niiden pohjalta (vrt. luku 7). Verkkototeutusten laatukriteerit on laadittu osana eAMK-hanketyötä vuonna 2017. Laatukriteerien pohjana on käytetty useita eurooppalaisia laatukriteeristöjä. Kriteeristöä on sovellettu mm. opetusministeriön rahoittamassa yhteisen verkko-opetuksen kehittämishankkessa ”Digitalisudella luonnonvarat biotalouteen”. Kriteeristön ovat koonneet Mari Varonen Jyväskylän ammattikorkeakoulusta ja Tuula Hohenthal Centria-ammattikorkeakoulusta.

Biokaasukurssi rakennettiin englanninkieliseksi kolmen opintopisteen verkkokurssiksi. Verkkokurssi oli alun perin DLB -hankkeen tavoitteiden mukainen, jotta kurssia voitaisiin valita rajat ylittävästi eri ammattikorkeakouluissa CampusOnline kautta. Verkkokurssia voisi hyödyntää myös avoimessa korkeakouluopetuksessa tai täydennyskoulutuksessa.

Hankkeessa tuotetut materiaalit vietiin kunkin ammattikorkeakoulun omiin oppimisympäristöihin (Moodle tai Optima). Erilaiset oppimisympäristöt vaikeuttivat teknisellä tasolla yhteisen toteutuksen saavuttamista, eikä kompromisseilta vältytty. Vaikka tulevaisuus nähtiin jo tuolloin verkkokursseille myönteiseksi, ei kukaan osannut arvata miten oleelliseen rooliin verkkokurssit pian tulisivat nousemaan. Covid 19 -epidemia nosti verkkokurssien tarpeen uudelle tasolle keväällä 2020.

Yhdessä DLB -hankkeessa luodussa verkko-opintopakettissa oli sovellettu kokeellisesti eMAK:n laatukriteereitä. Laatukriteereistä kerrottiin laajan konsortion yhteisessä kokouksessa sen verran, että vertaispalautteen perusteella verkko-opintoja oli muokattu laatukriteerien mukaisiksi ennen kuin niitä tarjottiin opiskelijoille ja että verkko-opinnoista oli saatu hankkeessa pääosin positiivista palautetta. Biokaasuverkkokurssin osalta laatukriteerit tulivat mukaan kuitenkin vasta tämän opinnäytteen myötä.

Turun ammattikorkeakoulun, Oulun ammattikorkeakoulun ja Jyväskylän ammattikorkeakoulun yhteisellä kokeilukurssilla ei saatu kerättyä opiskelijapalautetta koordinoitusti. Tästä otettiin kuitenkin opiksi ja tehtiin palautteen antamisesta ehto kurssin läpäisylle kevään 2020 Turun ammattikorkeakoulun opiskelijoille pidetyllä kurssilla. Tätä palautetta käsitellään kappaleessa 7.

6.1 Opetuskielen valinta

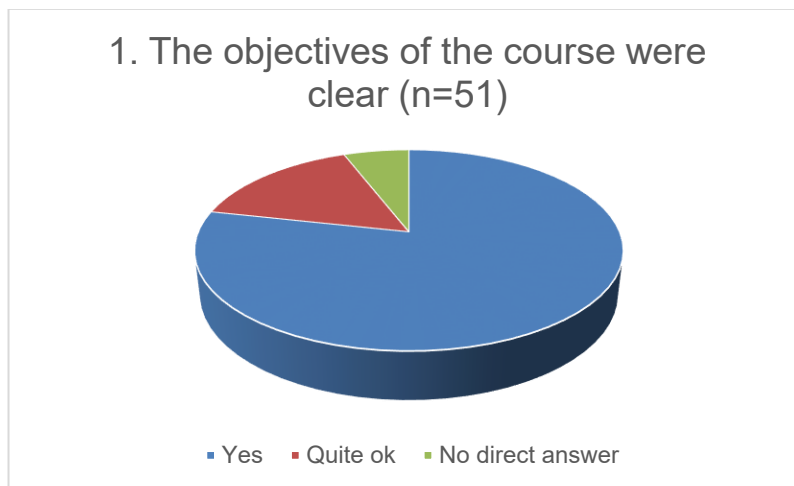
Biokaasuasioiden opetuskielenä TUAMK:ssa on ollut englanti. Englanti valittiin lopulta myös DLB -hankkeen tuottaman kurssin kieleksi, alun perin kaavailun suomenkielen sijaan. Englanninkielisyys oli erityisesti Turun ammattikorkeakoulun tavoitteen mukainen. Englannin kieli toimii niin hyvässä kuin pahassa. Runsaasti vieraskielistä erikoissanastoa sisältävä kurssi voi olla hankala opettajallekin ja oppilaan opetuksesta irti saama hyöty voi jo tästä syystä jäädä toivottua vähemmälle. On huomattava että kurssi on kestoaltaan suhteellisen lyhyt ja siten myös mittavan erikoissanaston sisäistämiseksi lyhyt. Toisaalta globaali markkina edellyttää insinööritä kielitaitoa. Englannin kieli on tarpeen myös vaihto-oppilaiden vuoksi, mikä aikanaan sinetöi valinnan englanninkieleen Turun ammattikorkeakoulussa. Biokaasu on aiheena kiinnostanut vaihto-oppilaita lyhyen kokemuksen perusteella kiitettävästi.

7 OPISKELIJAPALAUTE

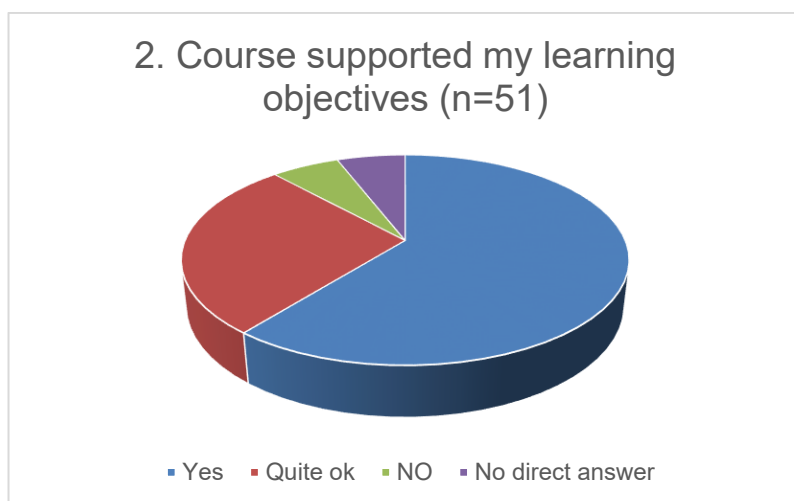
Verkkokurssista kerättiin opiskelijapalautte. Palautteen antaminen määriteltiin kurssin läpisyyn kuuluvaksi. Palute saatiin 51 Turun ammattikorkeakoulun opiskelijalta. Kurssilaiset antoivat erikseen palautetta myös biokaasulaskurin kokeiluversiosta. Tämä palute toimitettiin Luonnonvarakeskukselle ja otettiin huomioon laskurin viimeistelyssä.

Vastaukset on esitetty seuraavissa kuvaajissa. Kysymykset oli tehty helpottamaan vastaamista ja vastausten analysointia. Ne kuuluivat seuraavasti:

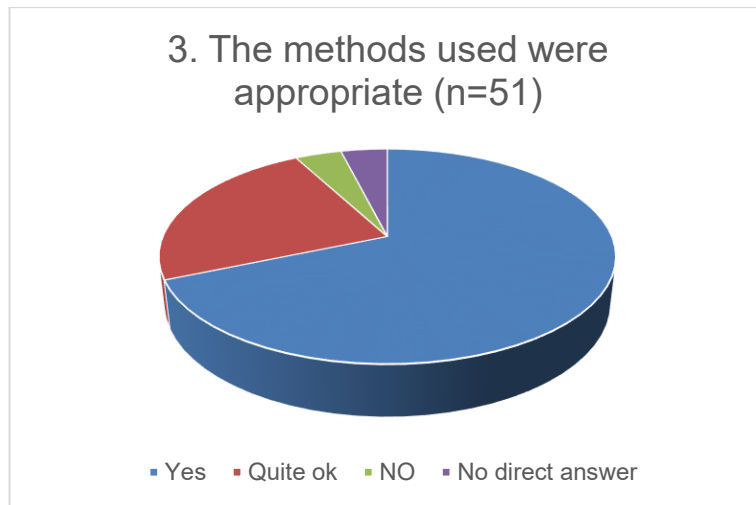
1. The objectives of the course were clear



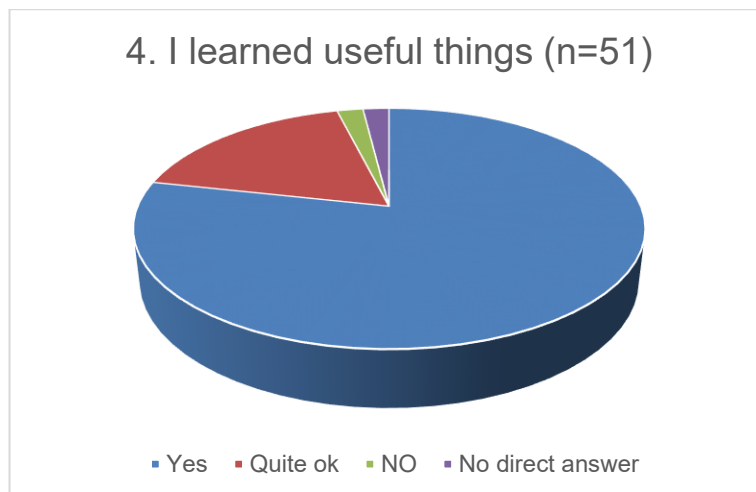
2. The way the training is implemented supported by my learning objectives



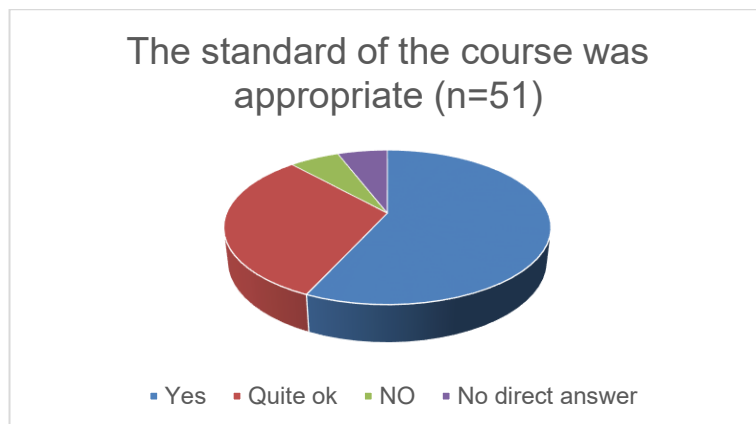
3. The methods used in the course were appropriate



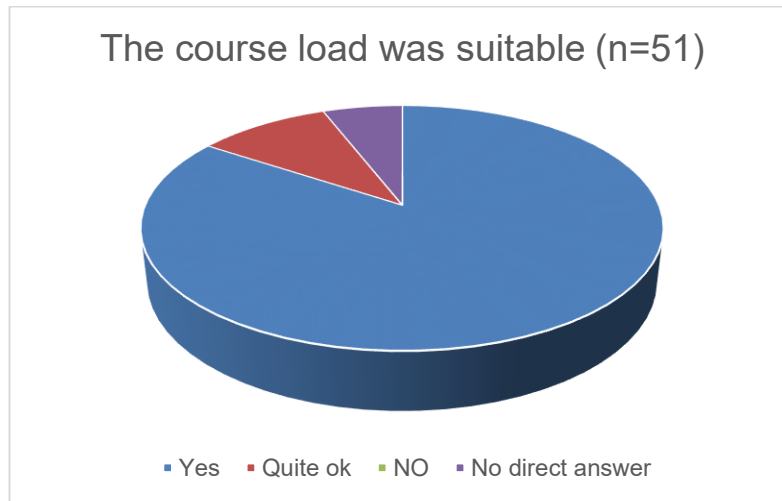
4. I learned useful things during the course



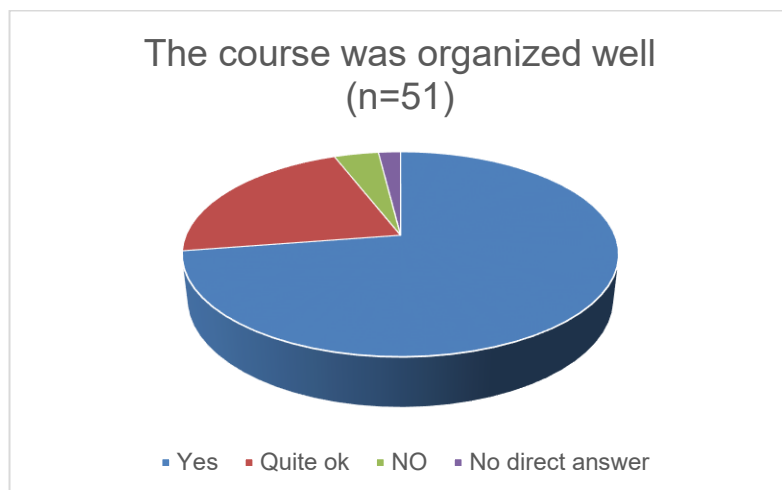
5. The standard of the course was appropriate



6. The course load was suitable



7. The course was organized well



8. How do you think the implementation of the course should be improved?

Viimeinen, vapaan palautteen kysymys kannusti ehdottamaan parannuksia kurssiin. Opiskelijat antoivat kehittämisspalautetta kiitettävästi, mikä oli eduksi kurssin jatkolle ja myös opinnäytetyölle.

7.1 Kurssipalautteen analysointi

Oli ilahduttavaa huomata, että monissa vastauksissa oli oikeasti paneuduttu vastaamiseen. Kaiken kaikkiaan vastauksista osa oli annettu enemmän tai vähemmän vapaamuotoisemmin, pääosan noudattaessa kysymyksen asettelun mukaista järjestystä. Vapaamuotoisistakin vastauksista löysi usemmiten vastauksen useimpiin kysymyksiin.

Kehittämistarpeessa korostui kaksi asiaa, joista toinen ei suoraan liittynyt itse kurssiin ja toisen osattiinkin odottaa aiheuttavan negatiivista palautetta. Kurssiin suoraan liittymätön asia oli biokaasukurssin ajallinen sijoittuminen kalenterissa ja siihen kytköksissä oleva opiskelukuorman jakautuminen muiden samanaikaisesti meneillään olevien kurssien kanssa. Kurssin opettajalla ei ollut tietoa, eikä kokemusta arvioida kurssin sijoittumista muihin opintoihin nähden, eikä siten mainittavasti mahdollisuutta vaikuttaa asiaan. Jatkossa asiasta on varmasti hyvä keskustella muiden opettajien kanssa yhteisesti hyvissä ajoin. Myös tiedon löymisessä Optimassa ja tiedon esille panossa tai käytössä oli muutamilla vaikeuksia, ehkä ennemminkin taustaohjelmistoon liittyvällä tavalla: "I didn't like the way the exam was organized because the technical difficulties of Optima occur quite often and for me it occurred when I was about to return my exam".

Toinen, itse substanssiin liittyvä asia koski biokaasulaskurilla tehtyä loppuharjoitusta. Harjoitus koettiin kurssin haastavimmaksi osaksi ja siihen nähden liian heikosti ohjeistetuksi (8 palautetta). Tämä oli etukäteen odotettavissa, sillä laskurin demo-versio ja ensimmäinen englanninkielinen versio saatiin koodattua valmiiksi Luonnonvarakeskuksessa (LUKE) vasta vain pari päivää ennen kurssin alkua. Kurssin vetäjällä ei jäänyt enää aikaresurssia muokata ohjeistusta kuntoon. Myös itse ohjelmassa oli vielä puutteita, sillä kuivämädätysprosessia ei vielä pystynyt valitsemaan, vaikka valitut syötteet olisivat viitanneet ja ohjanneet laskelmia kuivämädätyksen suuntaan. Tämä aiheutti osalle kurssilaista turhaa päänvaivaa.

Muilta osin opiskelijapalaute käsitti pääpiirtein seuraavassa esitettyjä aihealueita, jaoteltuna vaikutustason mukaisesti kokonaisuuksiin. Osa palautteesta on validia useammallakin vaikutustasolla, mutta listauksessa on pyritty painottamaan asian merkitystä biokaasukurssin näkökulmasta. Kunkin vaikutustason lopuksi saatua palautetta on arvioitu palaute kerrallaan.

7.2 Opetuksen yleiset haasteet

- "Maybe a little more teaching and less independent study"
- kurssin ajallinen sijoittuminen kalenterissa ja siihen kytköksissä oleva opiskelu-kuorman jakautuminen muiden samanaikaisesti meneillään olevien kurssien kanssa
- puhuttu englanti ei aina kovin laadukasta: " I liked to learn from videos, but the language skills of some videos could be better because the rally English is not always easy to follow"
- "all materials should be available immediately at the beginning"
- opetuksella pieniä viiveitä opiskelijoiden kysymyksiin vastaamisessa
- "It could help a lot to have return boxes in the frontpage of Optima for easier tracking of deadlines"

Lähiopetusta toivotaan usein lisää (Turun Ammattikorkeakoulun oppilaspalute). Taloudellinen resurssi ohjaa kaikkea toimintaa ja toiminnan suunnittelua. Turbulenssivaiheen jälkeen ammattikorkeakoulujen perusrahoitus valtionosuuksien suhteen on toistaiseksi vakaantunut ja antaa paremman pohjan opetuksen suunnittelulle. Siitä huolimatta kilpailu taloudellisen resurssin jaosta on jatkuvaa myös korkeakoulujen sisäisesti.

Lukujärjestyksen laatiminen kaikkia tyydyttävällä tavalla on haastava palapeli. Opintokokonaisuuden sisällä on kuitenkin enemmän mahdollisuuksia neuvotteluratkaisuihin ja tämä mahdollisuus pitää hyödyntää keskustelemalla.

Englanninkielisen opetuksen toimivuus ja laatu ovat varmasti haastena laajemminkin kuin tällä biokaasukurssilla. Palutetta saatiin kolmessa palautteessa viidestäkymmenestä yhdestä, esimerkkinä näistä räikein. Palautteen perusteella ongelmaa ei voine pitää merkittävänä, jossain määrin todellisena kyllä.

Pitääkö kaiken opetusmateriaalin olla heti saatavilla? Päätoimisilta opettajilta asiaa kysyttäessä näkemykset ja vastaukset jakaantuvat. Yhtä oikeaa vastausta tuskin on, sillä opetusmetodit, aihepiirit ja tavoitteet vaihtelevat.

Viiveet opiskelijoiden kysymyksiin vastaamisessa ovat ymmärrettäviä, sillä opetusresurssi ei mahdollista 24/7 tukea. Yhtä ymmärrettävää on, että opiskelija jotain asiaa yrittäessään kaipaisi apua juuri ja tässä. Yhdessä palautteessa, jossa asiaa lievästi kritisoi- tiin, todettiin: "vastaus kuitenkin aina lopulta tuli". Tähän lienee tyytyminen jatkossakin.

7.3 Verkko-opetuksen haasteet

- kaikkien kurssilla käytettyjen alustojen olisi toivottu olevan yhteneviä (Youtube & Adobe's own platform)
- "would, of course, be nice to visit in real biogas plant"
- "I would have personally hoped a bit more information and deeper understanding of the subject"
- "I would like to spend more time using the biogas calculator"
- "It took me a while thought to find out that power point presentations were available for students in Optima. Before that I couldn't of course use the links in videos. I am not sure if their availability were told in first videos or if I just missed it but if not it should be said there"
- "We returned the biogas plant work as a team as it was too hard to do singularly and we thought it really doesn't make a difference if we return it as a team because we anyways had to help each other and therefore did most of the work together. We didn't have any basic information about any topics on this course as we are PTUTAS students which may explain this. Standard of the course was OK for PEYTES students I heard, but I don't know if the course is suitable for people who don't have any background on this topic, so it was maybe a bit too technical for beginners".
- "I think the videos give a good idea, but it is easier to stop the slides and think about it before moving on"

Erilaiset järjestelmäalustat nousivat rajoitteeksi myös opetusmisteriön tukemassa verkko-opetuksen kehittämishankkeessa. Tästä syystä asia on nostettu verkko-opetustason haasteeksi. Yksittäisen kurssin tasolla asiaan voidaan helpommin puuttua ja näin on tarkoitus tehdä myös biokaasukurssin suhteen.

Verkkokurssin huomattavana puutteena on kohdekäyntien puute, joskaan edes lähiopetuksessa ei aina pystytä exskursioita järjestämään. Nyt rakennetun verkkokurssin osalta asia ratkaistiin virtuaalisella esittelykierroksella, joka varmasti osin korvaa puutteen. Itse asiassa verkkokurssin vahvuutena on mahdollisuus käydä virtuaalikerroksella useampaankin kertaan ja omassa rauhassa silloin kuin itselle parhaiten sopii.

Muutama kurssilaisista ilmaisi kiinnostuksensa tai halunsa perehtyä syvemmin aiheeseen. Tämä on suuri haaste verkkototeutuksille, jotka ovat jopa lähiopetustakin

lukitumpia paketteja. Nykyisessä raamissa vaihtoehdoksi jää oikeastaan jatkokurssin lanseeraaminen. Opiskelijoilla on toisinaan kuitenkin mahdollisuuksia osallistua esim. TKI -toiminnan kautta biokaasuun kytkeytyviin hankkeisiin, jollain päästään yleensä pinta- syvemmälle.

Verkko-opetuksessa korostuu tarve selvittää kurssin käytännön menettelyä tarkemmin. Moni kurssitekniinen asia tulee lähiopetuksessa useammin esille ja on helpompi kysyä luennolla kun vaikkapa jotain tietoa ei löydy. Tähän tulee kiinnittää huomiota biokaasukurssin seuraavassa versiossa, niin ”Introduction” -osuudessa, kuin Optima -näköymäsäkin.

Eri opintolinjojen erilaiset lähtökohdat tulevat hyvin esiin PTUTUS opiskelijoiden vastauksessa. Verkkokursseja suunnitellaan usein niin, että ne ovat vapaasti valittavissa niin talon sisällä, kuin Campus Online tai avoimen ammattikorkeakoulun puolella. Tästä syystä on tärkeää eAMK mukainen lähtötason avoin määrittely.

Videoiden käyttö opetusmateriaalina sai enimmäkseen positiivista palautetta, mutta sen käytössä on tärkeää huomioida myös opiskelijan mahdollisuus palata asiaan.

7.4 Biokaasukurssin toteutuksen haasteet

- ”The instructions for the final exercise should be clearer”
- Quiz -monivalintatentti, kuten myös videoiden runsas käyttö jakoi mielipiteitä puolesta ja vastaan
- ”I like to learn by listening things not only by reading”
- ”essay required 800-1000 words in two hours. The time was far too short, and it was completely running out”
- työkuormaa pidettiin yleisesti ottaen sopivana, mutta muutamassa palautteessa nähtiin että kuorma olisi voinut olla jopa hiukan suurempikin kolmeen opintopisteeseen nähden
- ”there is no need to see the face of the person who goes through the slides. If the person who reads the slides doesn't sound interested or excited about the topic it makes the subject really hard to listen”
- ”se, että katselee diaesityksiä, jotka läpikäydään sanasta sanaan, ei varsinaisesti ole se paras oppimisen työkalu”
- ”the standards of this course are a bit unclear for me and also the evaluation”

Biokaasulaskurin osittainen keskeneräisyys, viimeingan valmistuminen ja siitä johtuva käytön ohjeistuksen puutteellisuus tiedettiin ennelta heikoksi lenkiksi ja korjataan seuraavaan kurssiin.

Eri tavat tenttiä ja opettaa ovat myös makuasioita. Monet ”I like....” -tyyppiset palautteet kertoivat opiskelijoiden erilaisista mieltymyksistä ja kullekin sopivista opiskelutekniikoista. Yhtä oikeaa tapaa ei varmasti ole, eikä tämän kurssipalautteen hajonnan perusteella voinut osoittaa yksiselitteisen väärää tapaa, joka olisi helposti korjattavissa.

Introduction osuudessa käytiin perusasioita läpi ja haluttiin lyhyesti olla esillä myös oman naaman kautta. Tämän ajateltiin tuovan opettajaa edes hieman tutuksi, muutoin kovin kasvottomassa verkko-opetuksessa ja mahdollisesti madaltavan kynnyistä vaikkapa yhteyden ottamisen tarvittaessa. Perusasioita tuotiin esiin käymällä niitä läpi slide by slide. Biokaasuun liittyvässä termistöissä on paljon uutta oppimista ja samat termit tulisivat myöhemmin kurssilla uudelleen vastaan ja omatoimisesti käytettäväksi. Tästä syystä sanastoa ja termejä pyrittiin tuomaan tutuksi ehkä hiukan vanhanaikaisesti ja kerraten. Palautteen pohjalta kiinnitin asiaan huomiota seminaaripäivässä syksyllä 2020. Useampi esiintyjä toimi vastaavaan tapaan dioja kronologisesti läpi käyden. Kieltämättä eivät olleet niitä parhaita päivän esityksistä, joskin monet faktat tulivat sitäkin kautta selviksi. Esitetyt kaksi suorasukaista palautetta olivat ainoat asiaa koskevat, mutta mielestäni myös paljolti oikeassa. On totta, että opettajan tulisi näyttää innostusta opetusaiheeseen saadakseen opiskelijan kiinnostumaan – tai yleensäkin pysymään hereillä. On toisaalta huomattava, että verkkokurssi ei mahdollista lähiopetuksen tapaan suoraa keskustelua käsiteltävästä aiheesta ja kritisoidusta puutteesta huolimatta osa opiskelijoista kertoi innostuneensa asiasta kurssin myötä.

Listalle viimeiseksi valitun palautteen osalta on kurssissa kehitettävää, vaikka palautteissa arvioitiin kurssin tavoitteiden olleen monelle hyvinkin selvät. Kurssin numeerinen arvointi oli kurssin vetäjälle ensimmäinen ja tällöin myös arvostelun perusteet tulisi olla selkeät ja opiskelijan saatavilla. Arvosanan muodostus perustuikin selkeisiin kriteereihin ja kurssin eri tehtävistä suoriutumiseen. Soveltavan loppuharjoituksen osalta liikkumavaraa arvostelussa oli enemmän ja hankalammin yksilöitävissä. Yrityksen puute jossain vastauksissa arvosanaa alentavasti ja päinvastoin. Jos neuvotaan kokeilemaan erilaisia vaihtoehtoja ja parametrejä, sekä evaluoimaan niiden vaikutusta lopputulokseen, ei voi tyytyä kokeilemaan lyhyesti yhtä ja todeta että ei toimi. Ja vaikka toimisi, ei arvosana voi olla asteikon ylimmästä päästä.

7.5 Biokaasukurssin suorat parannusehdotukset

- improve the last exercise to be more complete with designing the biogas plant with more detailed pdf to help the design progress
- you could add subtitles for the videos about the production in the plant and laboratory

Vastaus-aineistosta nostaa mielellään esiin myös positiivisia palautteita. Useimmissa palautteissa koettiin opitun paljon. Yleisesti ottaen opetusvideolähtöinen verkkokurssi oli monelle mielleen (9 palautetta), vaikka muutamia päinvastaisiakin näkemyksiä esiintyi: ”The course focused too much on videos. I would have liked other sources of information, such as various texts and articles”. Loppuharjoitus oli haastava ja aiheutti eniten päänvaivaa. Se koettiin silti monessa vastauksessa antoisaksi. Muutamia poimintoja positiivisesta palautteesta:

- ”I am interested in environmental issues so this course was a good complement to my studies earlier”
- ”I think the course was a comprehensive entity”
- The objectives of the course were very clear already from the beginning
- I liked the weekly exercises because they kept me on track with the course
- I have learned a lot during the course about these aspects and it has sparked even more interest towards the subject
- I think the course has been a very enjoyable one and it has taught me more than I expected when I enrolled for it
- I really liked the rhythm with the task and exercises and also the materials were fine in general
- In terms of challenge, the course was appropriate and supported my own skills well
- It was nice to see how it can be implemented in real life, rather than just telling broad examples of possible solutions
- I liked that the course tasks were systematically published every Monday and you had one week to do them. There were no delays on publishing those tasks and everything followed the schedule so, I think the course was organized well
- The final exercise was really nice. It made me understand the amount of investment costs that biogas plant actually creates. It was also good ending for the course, because it sums up the things that we have learned during this course

8 EAMK LAATUKRITEERIT

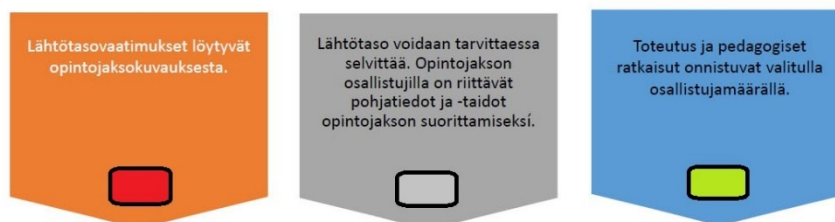
Biokaasukurssin evaluaatio on toteutettu eAMK laatukriteerien pohjalta, huomioiden kerätty biokaasukurssin palaute. Kunkin kaavion aihealue löytyy kaavion keskeltä. Kurssin valmistelua ja toteutumista on peilattu suoraan laatukriteereihin värisymboleihin. Vastavat värisymbolit toistuvat arviointitekstissä korostusväreinä. Vihreä väri tarkoittaa että asia on pääpiirtein huomioitu ja kunnossa. Vaaleanpunainen tarkoittaa että asia on vain osittain toteutunut ja/tai vaatii lisähuomiota, punainen että asia ei ollut kunnossa pidetyn verkkokurssin aikaan ja vaatii korjaavia toimenpiteitä. Harmaa väri viittaa ettei asia ole erityisen relevantti kurssin osalta tai edes mahdollista resurssien sallimissa puitteissa.

Miten ilmenee suunnittelun ja tuotannon vaiheessa



Kohderyhmä ja käyttäjät

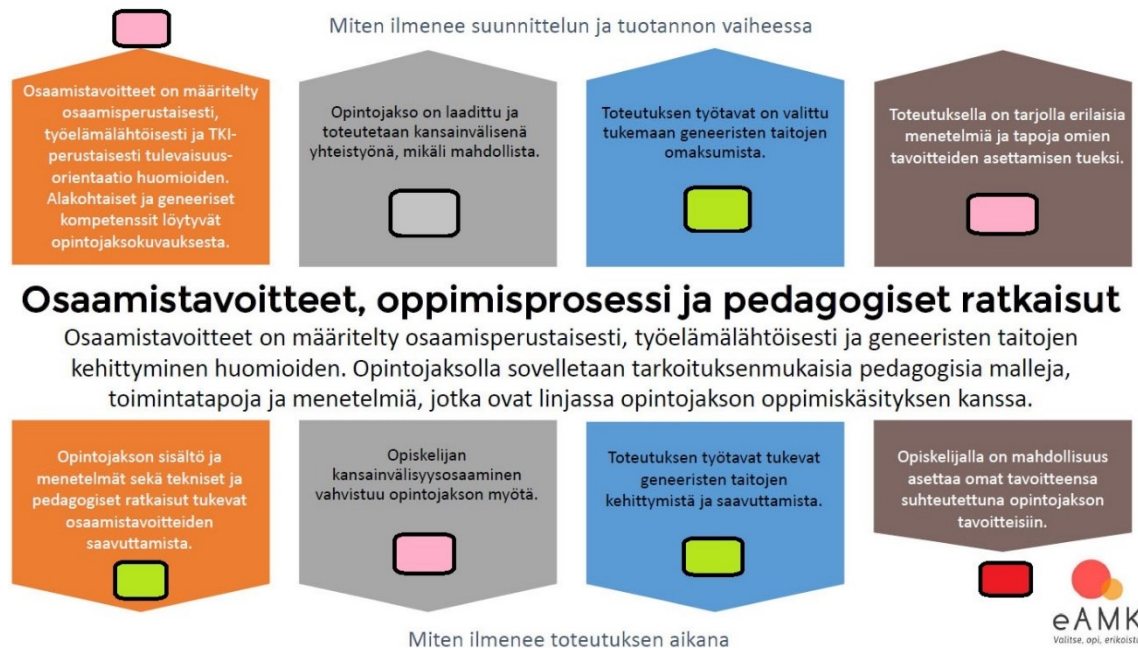
Käyttäjät ja heidän tarpeensa huomioidaan suunnittelussa ja tuotantovaiheessa sekä toteutuksen aikana.



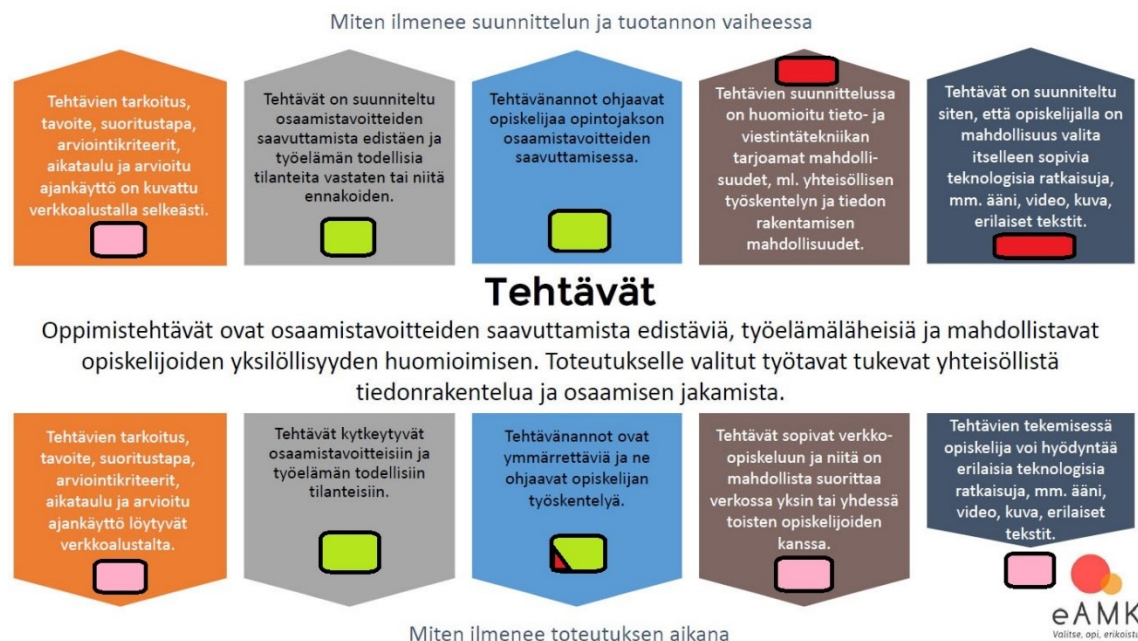
Miten ilmenee toteutuksen aikana



Lähtötason määrittelyyn tulee kiinnittää jatkossa huomiota. Biokaasukurssin osalta sen oli ajateltu määrittävän energia- ja ympäristötekniikan opiskelijoiden riittävällä taustalla. Näin ei saisi automaattisesti olettaa, vaan vaatimukset tulee miettiä perusteellisemmin seuraavaan toteutukseen. Toisaalta kurssille ei lähtökohtaisesti tavoitella niin heterogeenistä osallistujakuntaa, että lähtötasoa pitäisi vähillä resursseilla lähteä erikseen selvittämään. Verkkokurssi mahdollistaa suurenkin osallistujamäärän. Vastaan tulee kuitenkin opettajan työmäärän kasvu. Opettajan tuntikiintiö on yleensä ennalta määrätty ja siksi vapaa kurssille osallistuminen ilman osallistujakattoa käytännössä huono lähtökohta.



Alakohtaisten kompetenssien määrittäminen peruskurssille ei liene biokaasun suhteen tarkoituksenmukaista. Sen sijaan osaamistavoitteet on hyvä kirjata nykyistä tarkemmin ja tuoda opintoalustalle helposti saataville. Kansainvälisyys toteutuu kurssilla englanninkielisyytenä. Lyhyellä peruskurssilla on vaikea tarjota yksilöllistä opintojen räätälöintiä.

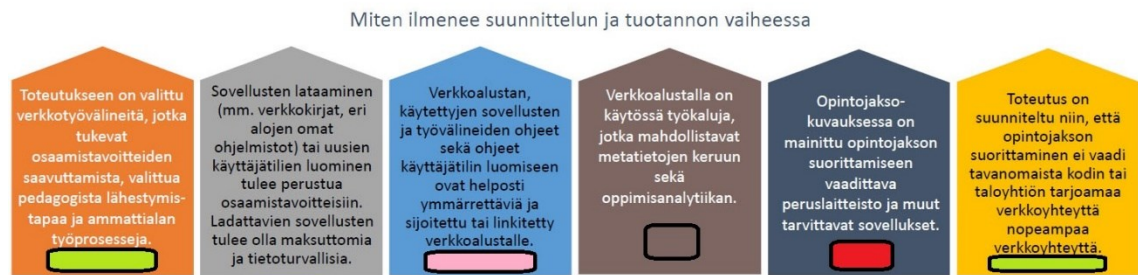


Opintojen eteneminen oli kuvattu saadun palautteen mukaan selkeästi verkkoalustalla. Parannustarvetta löytyy erityisesti arviointikriteerien avoimuudesta, jotka tulee jatkossa

tuoda selkeämmin opiskelijan ulottuville. Nykyaikaisten tieto- ja viestintäteknisten mahdollisuuksien hyödyntämistä [yhteisöllisessä työskentelyssä](#) ei ollut mietitty juurikaan, johon tuen sen haasteellisuudesta tässä yhteydessä. Toisaalta haasteita ei pidä karttaa ja asiaa tulee arvioida uudelleen. Opiskelijoilla oli periaattessa mahdollisuus [erilaisten ääni tai kuvaratkaisujen tuottoon](#) osassa kursssia, mutta mahdollisuutta ei osattu aktiivisesti mainostaa.

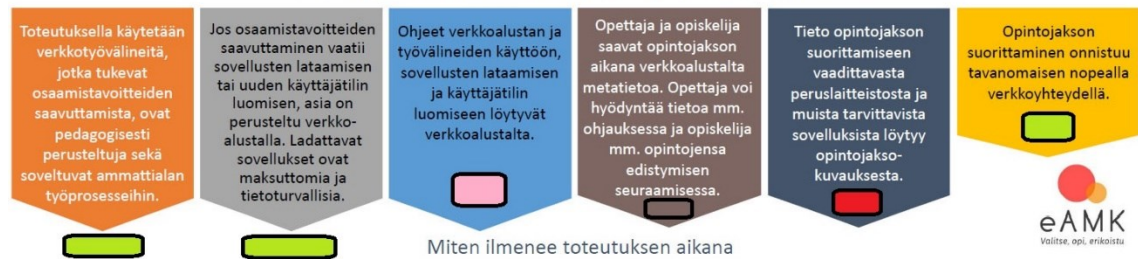


Sisältöön ja aineistoihin liittyen suurin puute oli [opiskelijan tuottaman materiaalin](#) säilyttämisen ja hyödyntämisen sovitut käytännöt ja niiden löytyminen verkkoalustalta ([vai löytyvätkö jotenkin yleisesti?](#)). Vaikka palautteen keräämisestä kerrottiin ja kaikki palautteen antoivat, ei sen mahdollisesti myöhemmästä käytöstä sovittu sen tarkemmin. Yksittäisiä vastauksia ei kuitenkaan pysty yhdistämään kehenkään henkilöön. Myös [oppimateriaalia](#) ja linkkejä aineistoihin olisi voinut olla halukkaille tarjolla enemmän kuin vaaditut minimityökalut.



Työvälineet

Verkkotyövälineet tukevat oppimista ja osaamistavoitteita.



Miten ilmenee toteutuksen aikana

Työvälineiden käytön opastuksessa oli puutteita, jotka olivat kuitenkin jo tiedossa, mutta niitä ei ehditty korjata ennen kurssia. Tarvittavat laitteet ja sovellukset on jatkossa kuvattava opintojaksokuvauksessa.

Miten ilmenee suunnittelun ja tuotannon vaiheessa



Vuorovaikutus

Vuorovaikutus tukee osaamistavoitteiden saavuttamista.

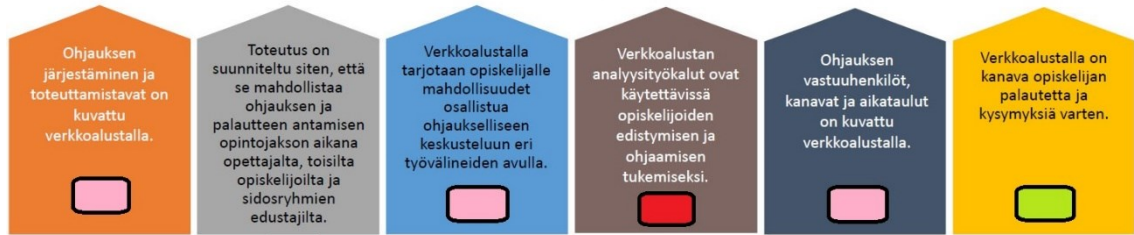


Miten ilmenee toteutuksen aikana

eAMK
Valitse, opi, erikoistu

Vuorovaikutuksen lisääminen niin oppilaiden, kuin opetuksen välillä todettiin vaativan asiaan perehtymistä ja mahdollisuuksien kartoittamista. Työelämä yhteistyöhön ja sidosryhmien osallistumiseen on vaikea nähdä toimivaa käytännön ratkaisua asiapainotteisella, lyhyellä peruskurssilla.

Miten ilmenee suunnittelun ja tuotannon vaiheessa



Ohjaus ja palaute

Ohjaus ja palaute ovat oikea-aikaista ja niitä on saatavissa koko opintojakson ajan.



Miten ilmenee toteutuksen aikana

eAMK
Valitse, opi, erikoistu

Ohjauksen ja palautteen puutteita olivat [verkkoalustan käyttämättömyys](#) käytännön asioiden esiintuojana. [Verkkoalustan analyysityökaluista](#) ei kokemattomalla opettajalla ollut mitään tietoa. [Selvityksen perusteella niitä olisi ollut käytettävissä?](#)

Miten ilmenee suunnittelun ja tuotannon vaiheessa



Arviointi

Arviointi on läpinäkyvää, jatkuvaa, monipuolista ja reflektio-osaamista kehittävä.



Miten ilmenee toteutuksen aikana

eAMK
Valitse, opi, erikoistu

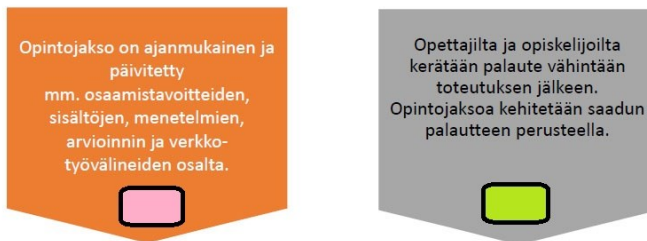
[Arviointikriteerit](#) perustuivat oppimistavoitteisiin, mutta niitä ei ollut avattu, eikä kuvattu opintojaksokuvauksessa. Puutteet korjataan.

Miten ilmenee suunnittelun ja tuotannon vaiheessa



Kehittäminen

Verkkototeutusta kehitetään jatkuvasti.



Miten ilmenee toteutuksen aikana



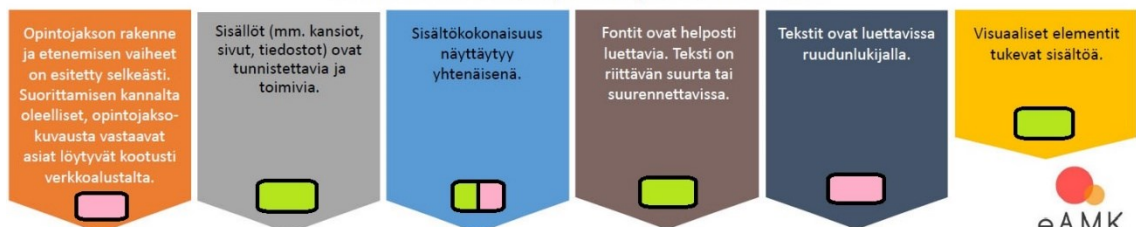
Uuden kurssin verkkotyövälineet olivat uunituoreita ja [sisältö ajantasainen](#). [Osaamistavoitteiden ja arviointikriteerien](#) selkeä erittely kurssialustalle oli puutteellinen. Jatkossa päivittämiseen tulee kiinnittää huomiota. [Palautteen](#) kerääminen sisältyi kurssiin.

Miten ilmenee suunnittelun ja tuotannon vaiheessa



Käytettävyys ja ulkoasu 1/2

Toteutus on selkeä, käytettävä ja tietoturvallinen.



Miten ilmenee toteutuksen aikana



Muutamat puutteet liittyivät jälleen [verkkoalustan käyttöön](#) tiedon välittäjänä. Jatkossa verkkoalustalle saatetaan kaikki tieto eAMK kriteerien mukaisesti.

K

Miten ilmenee suunnittelun ja tuotannon vaiheessa



Käytettävyys ja ulkoasu 2/2

Toteutus on selkeä, käytettävä ja tietoturvallinen.

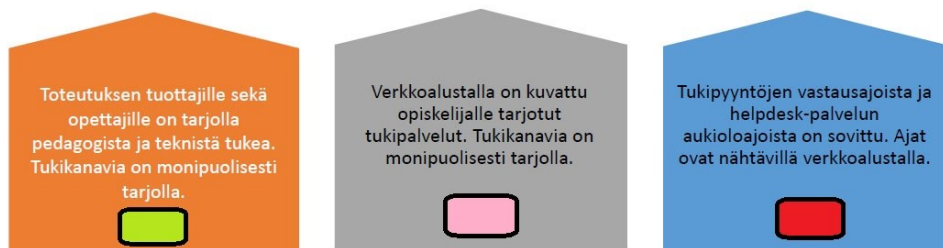


Miten ilmenee toteutuksen aikana



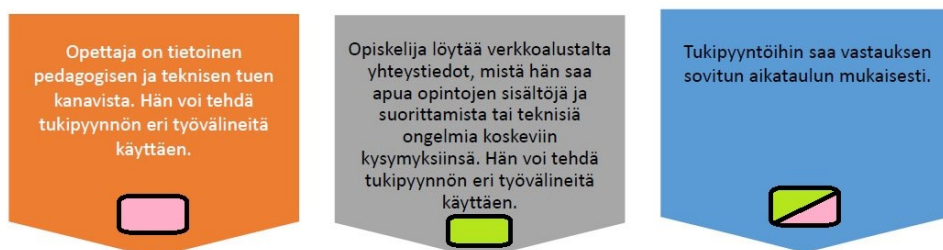
Videoiden tekstitykseen tulee jatkossa kiinnittää huomiota, samoin materiaalien **esteetömyyteen**.

Miten ilmenee suunnittelun ja tuotannon vaiheessa



Tukipalvelut

Pedagogisiin ja teknisiin haasteisiin on saatavilla tukea.



Miten ilmenee toteutuksen aikana



Opettajille on tarjolla ainakin teknistä tukea ja pedagogista tukea vertaistukena. Kaikkien eri tukimahdollisuuksien käyttö ei luultavasti ole ollut kurssin vetäjällä tiedossa, johtuen

tutkimus- ja kehitys puolen taustasta. Monet [tukipalveluista](#), kuten IT-tuki, ovat sekä opiskelijoiden, että opettajien käytössä muulloinkin, eivät pelkästään kurssiin liittyen, joten niistä ei ole kurssiin liittyen erikseen tiedotettu kurssin verkkoalustalla. [Palveluiden saatavuus](#) ei tuolloin ole kurssin, vaan oppilaitoksen käsissä.

Biokaasukurssin alkuperäistä toteutusta arvioitaessa on huomattava, että kurssin vetäjällä ja opinnäytteen tekijällä ei ole pedagogista taustakoulutusta, ainoastaan pitkäaikaisen työkokemuksen tuomaa kokemusta mm. ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehitystyöstä, joka tosin näyttäisi integroituvan enenevässä määrin opetukseen.

Laatukriteerien kautta toteutettu itsearviointi toi esiin, paitsi korjattavia puutteita, myös monia hyviä kehittämisen näkökohtia ja toteutuksen uudistamisen käytänteitä jotka tul- laan hyödyntämään seuraavan kurssin toteutuksessa ja sen valmistelussa. Opinnäyte- työ toimii tulevien kurssien valmistelun muistilistana.

Verkkopedagogisen osaamisen kehittäminen tuo opettajille uusia haasteita. Opettajan olisi osattava hyödyntää digitaalisuutta opettajan ja opiskelijan vuorovaikutuksessa ja rakentaa uudenlaisia oppimisympäristöjä. Tarvitaan uusia toimintamalleja ja pedagogis- ten menetelmien saattamista vastaamaan nykyaikaa. Ammattikorkeakoulujen osaami- sen kärki onkin juuri verkkopedagogisessa osaamisessa (Eskola-Kronqvist ym. 2015).

Opettajien ammattijärjestön (OAJ) julkaisun Askelmerkit digiloikkaan mukaan verkko- opetuksen haasteita ovat mm. opiskelijan tuen järjestäminen, sekä opettajien lisääntynyt työmäärä (Hietikko ym. 2016). Tämän voi jo yhden verkkokurssin kokemuksella, jollei allekirjoittaa, niin ainakin uskoa pitävän paikkansa.

9 KOHTI TAVOITTEITA

Opinnäytetyön päällimmäisenä tavoitteena oli luoda Turun ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan opiskelijoille soveltuva peruskurssi biokaasusta. Opinnäytteen tuloksena saatiin laadultaan ja toteutukseltaan parantunut biokaasun verkkokurssi. Campus Onlinen kautta kurssi voisi tulevaisuudessa olla muidenkin ammattikorkeakoulujen käytettävissä. Sisältönsä ja laajuutensa puolesta englanninkielisen kurssin nimeksi sopisi mielestäni parhaiten ”Basics of biogas”.

Biokaasukurssin olemassaolon oikeutukselle ja biokaasuopetuksen tarpeelle pyrittiin löytämään vahvat ajantasaiset perusteet. Juuri nyt toimialan ympärillä tapahtuu ehkä enemmän kuin koskaan ja tätä kehitystä haluttiin tuoda esiin perusteluissa (kappale 3). Kunnianhimoiset ilmasto- ja kiertotaloustavoitteet toimivat akuutteina ajureina biokaasun tuotannolle ja käytölle myös Suomessa.

Sisällön kehittymisen työkaluina vaikuttivat vertaistuki oman ja muiden ammattikorkeakoulujen biokaasuasiantuntijoilta, sekä opiskelijapalaute.

Pedagogisen kehittymisen työkaluina vaikuttivat eAMK laatukriteerit, sekä opiskelijapalaute. Opiskelijapalautteen sijoittaminen eAMK laatukriteerien raameihin nosti konkreettisesti esiin puutteet biokaasukurssin suunnittelussa ja toteutuksessa.

Kokemattoman opettajan oman kehittymisen työkaluina vaikuttivat kurssin ja tämän opinnäytteen vaatima perehtyminen opetuksen haasteisiin, sekä opinnäytetyön tulosten käytännön implementointi biokaasukurssiin. Kaikki nämä yhdessä johdattivat kurssia laadukkaampaan suuntaan.

Työ opetti, että itse substanssin, pedagogisten painotusten ja teknisen toteutuksen lisäksi huomiota tulee kiinnittää asioihin, jotka eivät olleet päällimmäisinä mielessä elämänsä ensimmäistä verkkokurssia tehdessä. Selfie -sukupolven vaatimus innostavammasta esiintymisestä videolla on vanhan koulukunnan insinöörille haastava, mutta haaste on otettu vastaan. Jäämme odottamaan opiskelijapalautetta seuraavista toteutuksista.

9.1 Kiitokset

Haluan kiittää seuraavia henkilöitä yhteistyöstä ja myötäelämisestä verkkokurssin luomisessa, toteutuksessa ja evaluoinnissa:

Mikko Aalto, Oulun ammattikorkeakoulu

Ville Annunen, Turun ammattikorkeakoulu Oy

Anna Hallvar, Turun ammattikorkeakoulu Oy

Juha Nurmio, Turun ammattikorkeakoulu Oy

Jaakko Tukia, Jyväskylän ammattikorkeakoulu

10 LÄHTEET

Alijoki, T & Paloposki, S. 2014: Varsinais-Suomen biomassapotentialin kartoitus. Turun ammattikorkeakoulun raportteja 172. 60 s. & 17 liites., 2. korjattu painos, 2014. <https://julkaisumyynti.turkuamk.fi/PublishedService?pageID=9&itemcode=9789522165039> Viitattu 7.12.2020.

Anita Eskola-Kronqvist H. (Ed.), (2015). Opettajat rakennemuutoksessa : muutosta luvassa. , In: HAMKin e-julkaisuja 22/2015, Hämeen ammattikorkeakoulu. <URN:ISBN:978-951-784-750-6>

Energigas Sverige. Statistik. Viitattu 29.10.2020. <https://www.energigas.se/fakta-om-gas/fordonsgas-och-gasbilar/statistik-om-fordonsgas/>.

EU, Waste Framework Directive, End-of-waste criteria. Viitattu 19.12.2020. https://ec.europa.eu/environment/waste/framework/end_of_waste.htm

Finlex. Valtioneuvoston asetus yliopistojen tutkinnoista. Viitattu 6.11.2020. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2004/20040794>

Hietikko, P., Ilves, V. & Salo, J 2016: Askelmerkit digiloikkaan. OAJ:n julkaisusarja 3:2016. <http://www.oaj.fi/cs/oaj/OAJn%20askelmerkit%20digiloikkaan?resolvetemplateforvice=true&contentID=1408913244375>

Juuti, K., Lommi, H., & Turkkila, M. (2019): Kiertotalouden keksinnöt koulussa. Helsingin yliopisto. <https://blogs.helsinki.fi/kiertotaloudenkeksinnot/>

Järnefelt, Sampo. Esitys biotalouspäivillä 17.11.2020. Viitattu 17.11.2020.

Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. (toim.) 2015: Biokaasuteknologia – raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteet. Suomen biokaasuyhdistys & Hämeen ammattikorkeakoulu. HAMK:in e-julkaisuja 36/2015. 203s. <https://www.theseus.fi/handle/10024/104180>

Liikenne- ja viestintäministeriö. Traficom, tilastot. Viitattu 29.10.2020. <https://www.traficom.fi/fi/tilastot>.

Liikenne- ja viestintäministeriö. Traficom, kaasuautoilu. Viitattu 29.10.2020. <https://www.traficom.fi/fi/ajavaihtoehtoa/kaasuauto>.

Luonnonvarakeskus 2020. Biokaasulaskuri. Viitattu 27.10.2020. <https://maatalousinfo.luke.fi/fi/laskurit/biogas>.

Opetus- ja kulttuuriministeriö 2020. Ammattikorkeakoulut Suomessa. Viitattu 4.11.2020. <https://minedu.fi/ammattikorkeakoulut>.

Prizztech Oy. Kaasun liikennekäyttö pohjoisella kasvuvyöhykkeellä -hankkeen verkkosivusto. Viitattu 27.10.2020. <https://www.kaasuautoilu.fi>.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=LEGISSUM%3Ac11088>. Viitattu 6.11.2020

Helsingin yliopisto. Opetustyön ohjeet. Viitattu 6.11.2020. <https://teaching.helsinki.fi/ohjeet/artikkeli/opiskelijan-tyomaaran-mitoitus-ja-opintopisteet>.

Moilanen, U. toim. 2020: Digitaalisatiolla luonnonvarat biotalouteen/Luonnonvara-alan koulutuksen modernisointi korkeakoulujen ja Luonnonvarakeskuksen yhteistyöllä. Loppuraportti, julkaisematon. Hämeen ammattikorkeakoulu 2020. Viitattu 12.11.2020

Suomen itsenäisyyden juhlarahasto SITRA. Käsitteitä. Viitattu 20.11.2020. <https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarchoittavat/>.

Topinojan biokaasulaitoksen laajennus valmis. Turun sanomat 13.11.2020. Viitattu 13.11.2020.

Keskisarja, V., Sivunen, J., Väänänen, M. ja Ryymin, E. (2016). Digiopettaja ja onnistunut verkkokurssi. Teoksessa A.-M. Korhonen & S. Ruhalhti (toim.) Oppimisen digiagentit II. HAMK. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/kierratysravinteet/jatevesilietteet/>. Viitattu 4.12.2020

European Biogas Association. (2019, 12 30). European Biogas Association. Retrieved from https://www.europeanbiogas.eu/wp-content/uploads/2019/05/EBA_Statistical-Report-2018_AbridedPublic_web.pdf

Turun ammattikorkeakoulu. Hanke-esittely. Viitattu 27.10.2020. <https://www.turkuamk.fi/fi/tutkimus-kehitys-ja-innovaatiot/hae-projekteja/kaasun-liikennekaytto-pohjoisella-kasvuvyohykkeell/>.

Turun ammattikorkeakoulu. Hankesivu, Facebook. Viitattu 27.10.2020. https://www.facebook.com/SUSBIO/?ref=page_internal.

Uusioutiset 2.11.2020. Laatulannoite järjestelmä. Viitattu 11.12.2020.

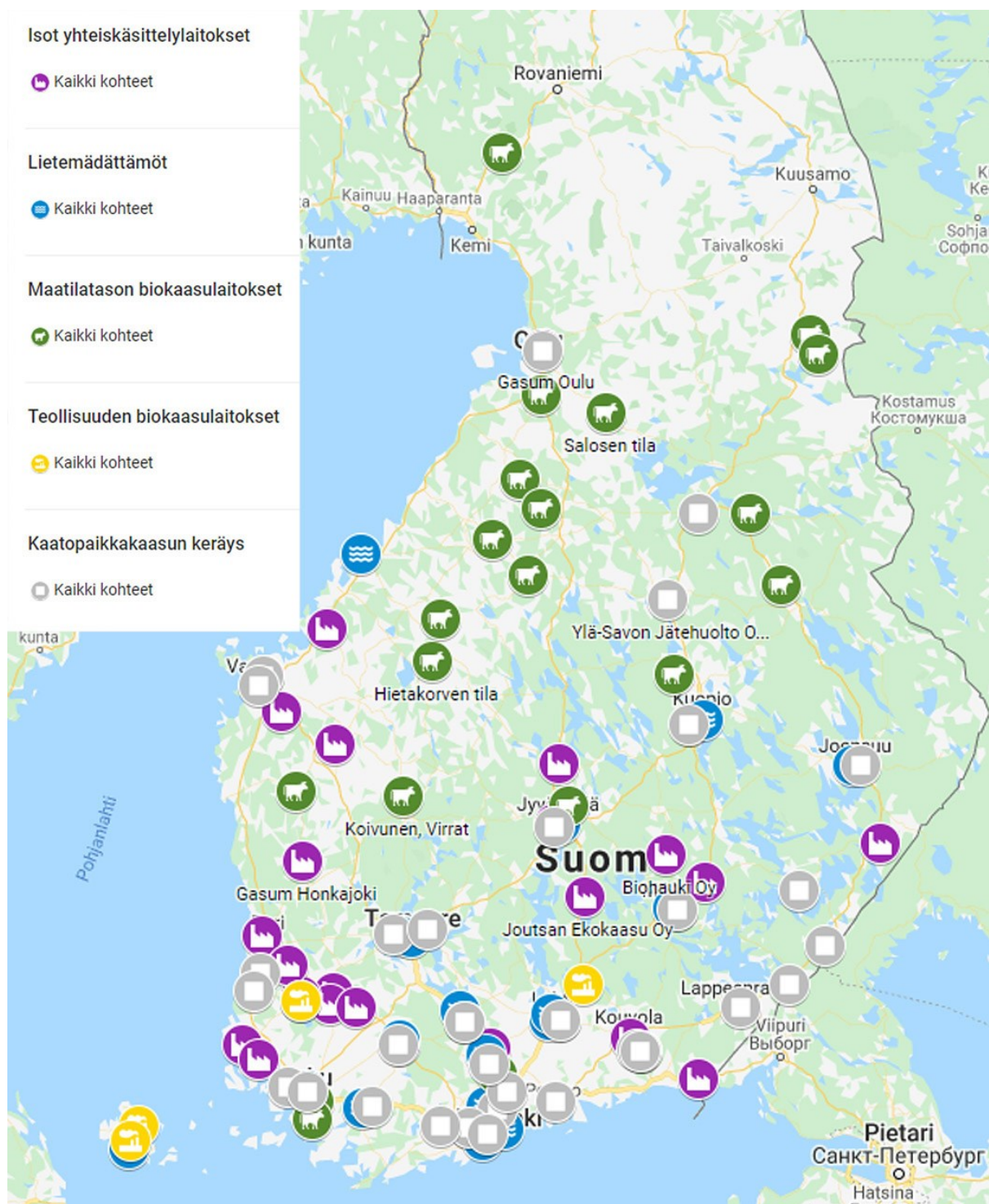
Varonen, M. & Hohenthal, T 2017: eAMK laatukriteerit. <https://www.eamk.fi/fi/campusonline/laatukriteerit/>. Viitattu 18.11.2020.

Virolainen-Hynnä, A. toim. 2020: Biokaasun tuotanto- ja käyttö Suomessa 2030. Suomen biokierto- ja biokaasu ry:n julkaisuja. Viitattu 19.11.2020. https://biokierto.fi/wp-content/uploads/2020/06/Biokaasu2030_raportti_17062020.pdf

Winqvist, E., Rikkonen, P., & Varho, V. (2018). Suomen biokaasualan haasteet ja mahdollisuudet. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Retrieved from https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/542787/luke-luobio_47_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

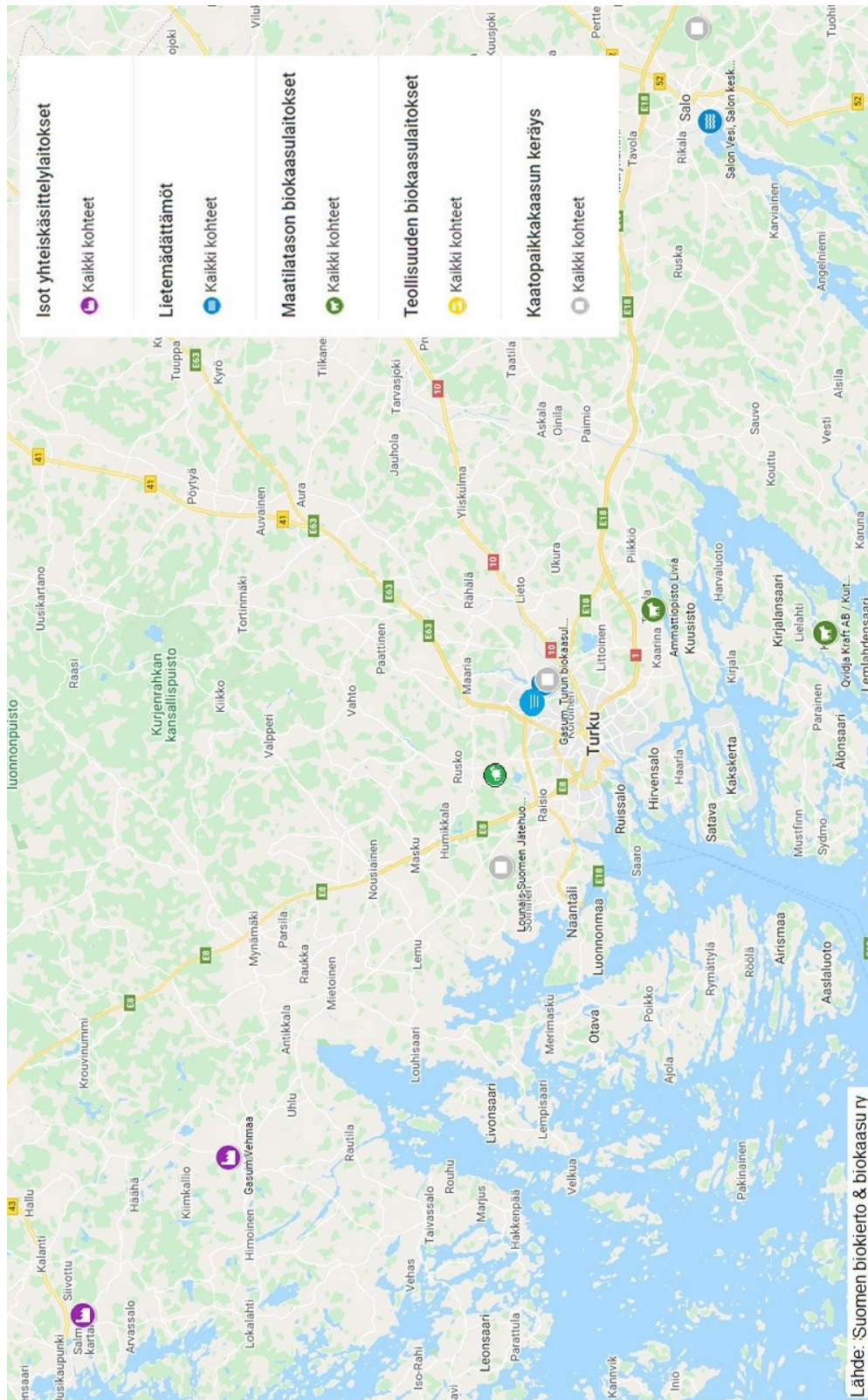
Winqvist, E., Virkkunen, E., Seppänen, A.-M., & Taavitsainen, T. (2019). Maatilan biokaasulaitoksesta energiaa ja ravinteita. BioEnergia -lehti 1/2019.

Liite 1: Suomen biokaasulaitokset 2018



Lähde: Suomen biokierto & biokaasu ry 2018

Liite 2: Varsinais-Suomen biokaasulaitokset 2020



Pohjakartta: Suomen biokierro & biokaasu ry 2018, päivitys Pekka Alho XII 2020

Liite 3: Biokaasukurssi opintopistelaskurissa

Opintojakson nimi:	Opettaja(t)	Opintopisteet (/ opintoviikot)			
Biogas online course			3,04 op	2,03 ov	
Kontaktiopetus (yht. 5 tuntia)					Työtunnit
Kontaktiopetus 1	LUENTO	1,5	tuntia		1,5
Kutakin kontaktiopetustuntia kohden tarvittava aika itsenäiseen opiskeluun (vleensä 0-2 tuntia)	1,5 X	1,0	tunti		1,5
Kontaktiopetus 2	LUENTO	1,5	tuntia		1,5
Kutakin kontaktiopetustuntia kohden tarvittava aika itsenäiseen opiskeluun (vleensä 0-2 tuntia)	1,5 X	1,0	tunti		1,5
Kontaktiopetus 3	LUENTO	2,0	tuntia		2,0
Kutakin kontaktiopetustuntia kohden tarvittava aika itsenäiseen opiskeluun (vleensä 0-2 tuntia)	2,0 X	1,0	tunti		2
Ekskursio, tutustumiskäynti	EKSKURSI O		tuntia		0,0
Itsenäinen opiskelu (yht. 76 tuntia)					
Kirjallisuus	Ohje	Sivut	Ohjeellinen aika	Oma arvio	Työtunnit
Helppo teksti: lukeminen vain kertaalleen	100 s. / 7 tuntia		0	tuntia	0
Vaikea teksti: lukeminen vain kertaalleen	100 s. / 10 tuntia		0	tuntia	0
Helppo teksti: perehtyminen (kolminkertainen lukeminen: silmäily, lukeminen muistiinpanoja tehden, kertaaminen)	100 s. / 20 tuntia		0	3,0 tuntia	3
Vaikea teksti: perehtyminen	100 s. / 30 tuntia		0	4,0 tuntia	4
Kirjallinen tuotos (esim. essee, työselostus, oppimispäiväkirja tai tiivistelmä)	Laajuus	Yksikkö	Ohjeellinen aika	Oma arvio	Työtunnit
Sivumääräinen laajuus	6	sivua	15	tuntia	15
Sanamääräinen laajuus	2500	sanaa	25	tuntia	25
Muu itsenäinen opiskelu	Laajuus	Kommentti	Työtunnit		
Tenttiin valmistautuminen (mikäli kurssi arvioidaan kirjallisen tuotoksen perusteella, käytä yllä olevia arviointimenetelmiä)	6,0	tuntia			6
Itsenäinen opiskelu opetuskokoelmilla tai laboratoriossa		tuntia			0
Laskuharjoitukset	4,0	tuntia			4
Esitelmän valmistelu		tuntia			0
Opponointiin valmistautuminen		tuntia			0
Ryhmätehtävät		tuntia			0
Verkkotyöskentely (esim. WebCT, BSCW tai tiedonhaku internetistä)	3,0	tuntia			3
Itsenäiset harjoitukset tietokoneohjelmilla	5,0	tuntia			5
Muu kuin kirjallinen materiaalin tuotos	6,0	tuntia			6
Muu		tuntia			0
Opiskelijan työmäärä yhteensä			Muistiinpanoja		
Kontaktiopetus	5,0	tuntia	© Kauko & Lehtonen Ei-kaupallinen käyttö vapaata		
Itsenäinen opiskelu	76	tuntia			
Yhteensä	81,0	tuntia			
Opintopisteet	3,0	op			