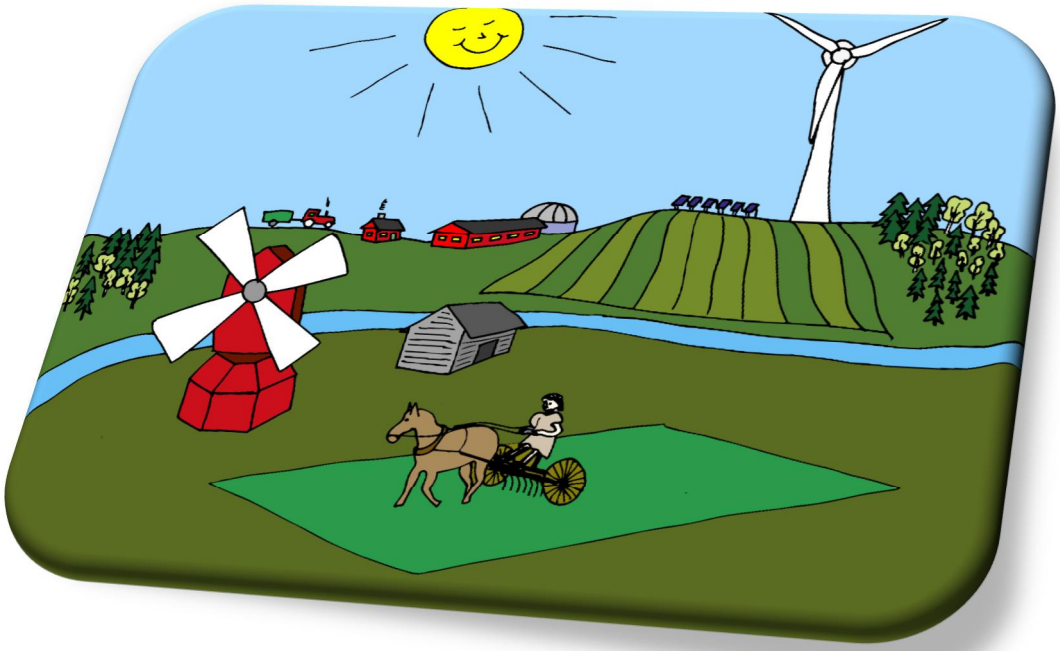


mauro

maaseudun uusi rooli

Uusiutuvan energian potentiaali Kaustisen seutukunnassa, sekä sen hyödyntämisen vaikutukset ympäristöön

Jouni Kannonlahti

Pekka Peura

Vaasa Energy Business Innovation Centre – VEBIC

Vaasan yliopisto

Sisällys

Johdanto 4
Tiivistelmä 5
Tilannekatsaus 7
1. Kaustisen seutukunnan ja sen osa-alueiden energiaparametrit 9
1.1 Energia kulutus 10
1.1.1 Sähkö 10
1.1.2 Lämpö 14
1.1.3 Liikenne 14
1.1.4 Maatalous 17
1.2 Uusiutuvan energian potentiaali 18
1.2.1 Nykyinen energian tuotanto 18
1.2.2 Energiapuupotentiaali 20
1.2.3 Jätepotentiaali 21
1.2.4 Biokaasupotentiaali 21
1.2.5 Tuulivoimapotentiaali 24
1.2.6 Aurinkoenergiapotentiaali 27
1.2.7 Energiatase 28
1.2.8 Geoterminen potentiaali 30
2. Kestävällä kehityksellä uusi rooli maaseudulle 33
3. Suunnitellut uusiutuvan energian menetelmät ja suhde nykyiseen infrastruktuuriin 35
3.1 Tuulivoima, Bioenergia, muut 35
3.1.1 Sähköverkon sijainti suhteessa laitoksiin. 35
3.1.2 Biokaasulaitoksissa sijainti suhteessa biomassoihin on kaikkein oleellisin 38
3.2 Alueellisten järjestelmien mahdollisuus (esim. mikroverkot) 40
4. Aluetaloudellinen ja taloudellinen vaikuttavuus 41
5. Uuden energian muut vaikutukset 42
5.1 Ympäristövaikutukset 42
5.1.1 Päästöt ja ilmasto 42
5.1.2 Melu 50
5.1.3 Maisema 51
5.1.4 Luonnon monimuotoisuus 55
5.1.5 Vaikutukset maaperään, sekä pinta ja pohjavesiin 55
5.1.6 Linnusto 56
5.1.7 Muu eläimistö 57
5.2 Sosiaaliset vaikutukset: 58

5.2.1 Työllisyys, hyvinvointi ja elinvoima 58
5.2.2 Potentiaali matkailulle, yhteistyö yritysten kanssa 59
6. Toimenpideohjelman laatiminen 59
7. Living Lab -toimintamallin mahdollisuudet pilottien toteuttamisessa 60
7.1 Living Lab ja Kaustisen seutukunta 60
Lähteet 62

Hankkeessa mukana:

Johdanto

Tämän MAURO-hankkeen tarkoituksena on muodostaa ohjelma ja toteuttaa toimenpiteitä, jossa selvitetään luonnonvarojen kestävän käytön ja erityisesti uusiutuvan energian käyttöönoton perustuvan alueellisen energiaomavaraisuuden vaikuttavuutta maaseudun elinvoimaisuuden kannalta. Kyse on kokonaisohjelmasta, josta nyt toteutetaan ensimmäinen osa. Kokonaisohjelman tavoitteena on luoda ekologisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävän kehittämisen kautta uutta yhteiskunnallista roolia maaseudulle. Kiertotaloudesta ja erityisesti uusiutuvan energian käytön lisäämisestä haetaan uutta arvoa, hyvinvointia ja elinvoimaa keskipohjalaiselle maaseudulle. Hankkeen taustalla ovat poliittiset, ekologiset, sosiaaliset ja kulttuuriset muutosajurit sekä seudullinen ajankohtainen tarve ja mahdollisuudet kääntää maaseudun kehityssuuntaa kasvuun ja löytää kasvun myötä sille uusi rooli.

Hankeohjelma kohdistuu keskipohjalaiselle maaseudulle, jossa pilottialueena on Kaustisen seutukunnan alue. Perustelu tälle on se, että pilottialue poikkeaa muusta Keski-Pohjanmaan maakunnasta siten, että alueelle on syntymässä valtakunnallisesti merkittävä keskittymä tuulivoiman tuotantoon, ja alueella on vireillä huomattava määrä kuntien ja yritysten bio- ja kiertotalouteen liittyviä hankkeita. Hankkeita yhdistävänä rakenteellisena tekijänä on Kaustisen seutukunnan yhteistoiminta-alue, jolloin kehittämistoiminnalle on selkeä, yhtenäinen ja olemassa oleva toimintaympäristö. Hankkeen toimintaa voidaan ulottaa koko maakuntaan kehittämistoiminnan tarpeen mukaan, mutta se on tarkoituksenmukaisinta käynnistää rajatulla toiminta-alueella. Tavoitteena on tehostaa seudullista kehittämistä ja jo käynnissä olevaa kasvuohjelmaa sellaisilla keinoilla, joita ei juuri ole aikaisemmin toteutettu.

Hanketta koordinoi Kaustisen seutukunta, jonka tavoitteena on muodostaa seudullinen tahtotila ja strategia uuden roolin saavuttamiseksi, edistää irrallisten hankkeiden muodostumista seudulliseksi kokonaisuudeksi ja tukea hankkeiden eteenpäin viemistä.

Kokkolan yliopistokeskus Chydenius selvittää Kaustisen seutukuntaan sidoksissa olevien ihmisten asenteet, odotukset, pelot, intressit ja käytännön kokemukset liittyen kestävään luonnonvarojen käyttöön, ilmastonmuutokseen ja kuluttamiseen. Selvityksen pohjalta laaditaan Kaustisen seutukunnalle luonnonvarojen hyödyntämisen hyväksyttävyysbarometri, jota seutukunta ryhtyy hyödyntämään normaalitoiminnassaan aluekehityksen seurannassa. Lisäksi laaditaan toimintasuositukset ja ehdotukset jatkotoimenpiteiksi luonnonvarojen hyödyntämisen legitimiteetin varmistamiseksi myös tulevaisuudessa. Tavoitteena on, että Kaustisen seutukunnassa voidaan – alueen elinvoiman vahvistamiseksi – hyödyntää alueen luonnonvaroja kestävästi. Eli siten, että otetaan huomioon yleismaailmalliset ilmastopoliittiset tavoitteet ja ihmisten maaseudulle asettamat aineelliset ja henkiset tarpeet.

Vaasan yliopiston Levón-instituutti selvittää uusiutuvaan energiaan perustuvan energiaomavaraisuuden mahdollisuudet koko seutukunnassa sekä laatii yhdessä alueen omien toimijoiden ja sidosryhmien kanssa toimenpideohjelman tämän tavoitteen saavuttamiseksi. Osana tätä työtä Ruralia-instituutti ja Levón-instituutti yhdessä arvioivat tämän potentiaalin aluetaloudellisen vaikuttavuuden niin suorana liikevaihtona, työllisyytenä kuin alueBKT-arvona. Lisäksi Levón-instituutti selvittää mahdollisuudet perustaa ns. LivingLab ympäristöjä seutukuntaan. Mauro-hanke siirtyi organisaatiomuutoksen myötä hankeaikana Levón-instituutilta Vaasa Energy Business Innovation Centre – VEBIC yksikköön. Henkilötasolla ei tapahtunut tässä yhteydessä muutoksia.

Tiivistelmä

Tämän osion tavoitteena on selvittää uusiutuvaan energiaan perustuvan energiaomavaraisuuden mahdollisuudet koko seutukunnassa sekä käsitellä yleisellä tasolla niiden käytön ympäristövaikutuksia.

Kaustisen seutukunnan energiankulutukseksi saatiin noin 623GWh. Siitä sähkön kulutuksen osuus oli saatavissa tilastotiedoista 144 GWh (2018), mutta lämmön ja liikenteen osuus on laskennallisia arvioita. Uusiutuvan energian tuottopotentiaalin puolella on ylikorostuneessa asemassa alueelle suunnitteilla olevat 206 tuulivoimalaa, joiden tuotto olisi yli 3,5 TWh. Näistä Lestijärven 69 myllyn tuulivoimapuiston rakennustyöt on juuri aloitettu. Se on valmistuessaan Suomen suurin tuulivoimapuisto. Toiseksi eniten potentiaalia on metsästä saatavissa olevasta ensiharvennusmassasta, kannoista ja latvusmassasta. Sen osuus on noin 182 GWh. Kolmanneksi eniten on lähinnä lannasta ja peltobiomassojen sivu- ja ylijäämävirroista kerättävissä olevaa biokaasupotentiaalia 78 GWh. Aurinkoenergian osuus on laskelmissa vaatimaton, koska siihen ei ole sisällytetty kuin visioituja hankkeita ja olemassa olevia laitteistoja, joiden olemassaolosta on vaikea saada tietoa. Aurinkoenergiaa ei kannata silti väheksyä. Sillä on paikkansa, koska aurinkopaneeleilla lähes kuka tahansa voi ryhtyä energian tuottajaksi. Takaisinmaksuaika on kuitenkin edelleen kohtuullisen pitkä (noin 10 vuotta) järjestelmän koosta riippumatta. Ja tosiasia on myös sekin, että energialle olisi eniten käyttöä silloin, kun sitä on vähiten saatavilla. Vuotuinen auringonpaisteen määrä on kuitenkin vain noin 900 tuntia, jakaantuen epätasaisesti eri vuodenajoille.

Uusiutuvan energian tase, eli nykyisen kulutuksen ja hyödynnettävissä olevien uusiutuvan energian potentiaalien erotus Kaustisen seutukunnan alueella on ilman tuulivoimalasuunnitelmia yli 300 GWh tappiollinen, mutta jos kaikki tuulivoimapuistosuunnitelmat toteutuu, niin tulos onkin jo noin 3,2 TWh yli oman tarpeen. Taselaskelman tarkoitus alun perinkin on ollut olla keskustelun herättäjä, ja tulos elää jatkuvasti tarkennettaessa niin kulutusta kuin tuotantoakin.

Investointi- ja ylläpitokustannusten kannalta on kaikin puolin oleellista sijoittaa energian tuotantoyksiköt mahdollisimman lyhyiden siirtomatkojen etäisyydelle. Eli tuulivoimapuistot ja muu sähköenergian tuotanto lähelle valtakunnanverkkoa, jolloin uusia voimalinjoja tarvitsee tehdä mahdollisimman vähän. Biokaasulaitoksen osalta ei ole niin herkkää, kuinka kauas tuotettua kaasua joudutaan kuljettaa, mutta kaasun tuottamiseksi kerättävien syötteiden ja jäljelle jäävien mädätteiden kuljettaminen pitäisi minimoida kaikin keinoin. Kumipyörillä jakeiden kuljettaminen syö toiminnalta nopeasti kannattavuuden. Erilaisten mikroverkkojen rakentaminen olisi monella tapaa mielekästä, mutta sitä rajoittaa edelleen monet haasteet, kuten sähköverkkoyhtiöiden monopoliasema.

Energian tuotannossa suurimmat vaikutukset aluetalouteen muodostuvat sillä, paljonko toiminnan ylläpito vaatii työvoimaa ja kuinka suuren mittakaavan toiminnasta on kyse. Aurinkopaneelit omakotitalon katolla ei aluetta (esim. kuntaa) vielä pelasta. Tuulivoimalat sen sijaan työllistävät rakennusvaiheessa erityisesti maanrakennusyrittäjiä, sillä tieverkoston ja perustusten rakentamiseen kuluu etenkin kalliomursketta huomattavia määriä. Tuulivoimapuistot tuntuvat myös kunnan kassassa verotuloina, sillä vuotuinen kiinteistövero on noin 30.000 €/voimala. Tämä näkyy etenkin pienissä kunnissa välillisesti myös kuntalaisille elinvoimaisen kunnan mahdollisuuksina tuottaa aiempaa parempia palveluita. Tuulivoimapuisto tuo maanvuokratuloja myös maanomistajalle, mutta käytännössä se on vain vuotuista korvausta menetetyistä metsätuloista. Joku hakelämpölaitos sen sijaan työllistää mm. alueen kuljetusyrittäjiä ja metsureita sekä tuo tuloja metsänomistajille. Biokaasun tuotantoa voi skaalata maatilamittakaavasta teolliseen tuotantoon aivan kuten

aurinkoenergian keräämisenkin. Sillä erolla, että teollisen mittakaavan biokaasulaitos työllistää muutaman henkilön etenkin koneurakoinnin ja kuljetuksen saralla, sekä laitoksen ylläpidossa.

Uusiutuvan energian tuotannossa lähtökohtana on tuottaa energiaa mahdollisimman ympäristöystävällisesti, mutta tehokkaasti. Tässä avainsanoja ovat jätteiden ja sivuvirtojen hyödyntäminen, auringon säteilyn ja tuulen tai veden liike-energian muuttaminen sähköksi ja lämmöksi. Energian tuotanto ei saisi köyhdyttää luonnon monimuotoisuutta, eikä haitata eläinten ja ihmisten elinoloja melun, päästöjen tai maisemankaan osalta. Uusiutuvan energian tuotannossa on potentiaalia myös matkailun ja erilaisten yhteistyökuvioiden suuntaan. Käytännössä matkailun mahdollisuutta on kuitenkin hyödynnetty ainakin Suomessa vielä varsin vähän. Matkailu on ollut lähinnä muodoltaan vain erilaisten intressiryhmien järjestettyjä tutustumismatkoja olemassa oleville laitoksille. Matkailu- ja ravintolabisnes ovat niin eri toimialaa energian tuottamisen kanssa, että niitä pitäisi suunnitella yhdessä itsenäisinä, mutta rinnakkaisina toimina. Eli kaavoitetaan alue, jonne sijoitetaan energian tuotantolaitos, jonka yhteyteen tulee myös ravintola tai vaikka kokonainen huvipuisto.

Maaseutu voi olla isompien taajamien palvelija ja energian tarjoaja. Tästä taas seuraisi uudenlaisia mahdollisuuksia maaseudun elinvoimaisuuden kehittämisessä. Tässä mielessä LivingLab-konsepti tarjoaa erinomaisia mahdollisuuksia. LivingLab on nimitys tutkimuksen ja kehittämisen kohteille, jotka sijoittuvat “oikean elämän” toimiviin paikkoihin. Ne voivat olla yksittäisiä laitoksia tai suurempia alueellisia kokonaisuuksia. Energia-alan kehittämisessä kyse voi olla energian tuotannon yksiköistä, kulutuksen kohteista ja systeemisten kokonaisuuksien luomisesta esimerkiksi kylissä tai isommillakin alueilla. MAURO-hankkeessa kehittämisen kohteina ovat erityisesti pienehköt kylät, ja uusiutuvan energian käyttöönottoa pyritään edistämään koko seutukunnan alueella.

Tilannekatsaus

Ilmastonmuutoksen on tunnistettu olevan aikamme suurimpia haasteita. Parhaillaan on käynnissä laaja keskustelu, jossa tarkastellaan ilmastonmuutoksen poliittisia, ekologisia, taloudellisia, sosiaalisia ja kulttuurisia näkökulmia. Ilmastonmuutoksen torjuntaan kohdistetaan yhä enemmän huomiota, taloudellisia resursseja, poliittisia painopisteitä ja konkreettisia toimenpiteitä. Keskustelu ja toimenpiteistä sopiminen on globaalia ja maakohtaista. Myös Suomessa pohditaan parhaillaan kuumeisesti tavoitteita ja keinoja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä, edistää vähähiilisyyttä ja uusiutuvaa energiaa sekä lisätä bio- ja kiertotaloutta eri toimialoilla ja yhteiskunnallisena kokonaisuutena.

Tässä suuressa muutoksessa korostuu valtakunnan tason ohjauksen lisäksi alueilla tapahtuvan tekemisen osuus. Alueilla, kunnissa ja yrityksissä tulee tehdä ratkaisuja ja ottaa käyttöön toimintamalleja, joilla ilmastonmuutosta torjutaan. Muutoksessa myös maaseudun roolin voidaan olettaa muuttuvan perinteisen maatalouden harjoittamisen lisäksi kasvun ja elinvoiman synnyttäjäksi tuottamalla biomassaa, uusiutuvaa energiaa, vähähiilisiä tuotteita ja omista raaka-aineista pidemmälle jalostettuja tuotteita. Tällöin myös keskipohjalaisen maaseudun luontaiset vahvuudet voidaan nähdä myönteisen muutoksen mahdollistajana. On tärkeää, että avautuvat mahdollisuudet muutetaan teoiksi ja suunnitelmalliseksi toiminnaksi.

Keski-Pohjanmaalla Kaustisen seutukunnan alueella on erinomaiset edellytykset tuottaa konkreettisia tekoja ja näyttää esimerkkiä muulle maaseudulle sekä hakea toiminnallaan maaseudulle uutta roolia. Maaseudun uutta roolia voidaan kuvata raaka-aineiden tuottajan ja alhaisen jalostusarvon tuotteiden valmistajan asemasta nousemista – pidemmälle alueen omista raaka-aineista jalostettujen tuotteiden valmistajaksi ja arvoketjussa jalostusarvostakin hyötyvään asemaan.

Energiantuotannon raaka-ainekartta demokratisoituu biomassojen tehostetun käytön takia. Maaseutu voi palvella suurempia keskuksia tuottamalla uusiutuvaa energiaa ja sen raaka-aineita sekä toisaalta panostaa omia taloudellisia resurssejaan omalle alueelleen esimerkiksi siten, että fossiilisiin energialähteisiin käytettävät panokset sijoitetaan omalle alueelle uusiutuviin energialähteisiin.

Keskipohjalainen maaseutu tulee nähdä myös osana laajempaa maaseuduista ja keskuksista koostuvaa verkostoa kansallisesti ja kansainvälisesti, jolloin yhteistyö, vuorovaikutus, oppiminen ja synergioiden hakeminen korostuvat uuden roolin haltuunotossa.

Kaustisen seudun kunnissa ja monissa alueen yrityksissä on useita kiertotalouteen ja uusiutuvaan energiaan liittyviä hankkeita. Hankeideoita on suunnittelussa ja osin toteutuksessa, investointeja on tehty ja ollaan tekemässä. Esimerkiksi Toholammilla on vireillä useita maaseutuyritysten ja pk-yritysten hankkeita, joissa pyritään kehittämään biokaasutuotantoa, edistämään kiertotaloutta ja jalostamaan paikallisia raaka-aineita erilaisiksi tuotteiksi. Biotalouden näkökulmasta tarkastellen kunnassa on merkittäviä yrityksiä, jotka jo toimivat jalostuksessa, kuten Maitokolmio ja Finnspring. Kunnan ja sen yhtiöiden toimesta toiminnassa on mm. uusiutuvalla polttoaineella toimiva CHP-laitos ja vireillä on mm. yhdyskuntajätteen käsittelyyn liittyviä hankkeita. Kaikissa muissakin kunnissa on toimintaa ja kehittämisideoita biotalouteen ja uusiutuvaan energiaan liittyen. Seudulla on hankkeita valmistelussa esimerkiksi turkistarhauksen lannan hyödyntämiseksi, kasvihuoneviljelyn käynnistämiseksi, aurinkoenergian hyödyntämiseksi ja biokaasun tuotannon aloittamiseksi.

Merkittävin uusiutuvaan energiaan liittyvä hankekokonaisuus muodostuu alueelle suunnitteilla olevasta kuudesta tuulivoimapuistosta: Halsualla kaksi, Lestijärvellä kaksi, Toholammilla kaksi ja

Vetelissä yksi. Henkkeista yksi (Toholampi-Lestijärvi) ylittää kuntarajan ja on siten kahteen kertaan. Tuulivoimahankkeet muodostavat yhdessä poikkeuksellisen suuren ja ainutlaatuisen suurhankkeen, jonka kokonaisinvestointien määrä nousee reilusti yli miljardin euron. Kolmen kunnan alueelle voimaloita on nousemassa noin 206 kpl, minkä lisäksi muualla Keski-Pohjanmaalla on rakentumassa enintään muutamia kymmeniä voimaloita mm. Kannukseen. Lestijärvellä rakentaminen on parhaillaan käynnistymässä tiestön osalta, ja kaikkien seudun tuulivoima-alueiden ennakoidaan valmistuvan lähivuosina. Tämän kokonaisuuden merkitys alueelle, sen kunnille ja kaikille sidosryhmille on valtava, ja se heijastuu hyvin laajalle alueelle ja monelle toimialalle. Kuitenkaan sen vaikuttavuutta ei tunneta tarkkaan.

Käynnissä olevassa KASE Kasvuohjelma -hankkeessa arvioidaan suurhankkeiden taloudellisia vaikutuksia ja etsitään keinoja hankkeiden hyödyntämiseksi elinkeinoelämän kehittymisen näkökulmasta. Sosiaalisten, kulttuuristen ja muiden vaikutusten arviointia tuulivoimahankkeista ei ole tehty. Kiertotalouteen ja uusiutuvaan energiaan liittyvien hankkeiden osalta ei ole tehty mitään seudullisia kokonaisarviointeja eikä muutakaan kokonaisvaltaista tarkastelua kestävän kehityksen ja mahdollisuuksien näkökulmasta.

Seudulla on siis vireillä viiden kunnan alueella jopa kymmeniä erilaisia ja eri kokoisia yritysten, maaseutuyritysten ja kuntien hankkeita, joiden kokoavaksi teemaksi voidaan nähdä liittyminen biotalouteen, kiertotalouteen, uusiutuvaan energiaan ja kestävään kehitykseen. Tämä myönteinen kehitys aiheuttaa kuitenkin useita haasteita ja ongelmia. Kuntakohtaiset ja yritysten hankkeet ovat itsenäisiä ja erillisiä suhteessa seutuun, kuntaan ja muihin yrityksiin. Hankkeita viedään eteenpäin erillään toisistaan, ilman selvää yhteyttä, saati yhteydenpitoa muihin hankkeisiin. Resursseja käytetään saman tyyppisiin toimenpiteisiin ja selvityksiin, samoin investointeja suunnitellaan vain oman hankkeen näkökulmasta käsin. Tämä aiheuttaa hankkeiden viivästymistä, resurssitarpeiden kasvua ja kohonneita valmistelu- ja investointikustannuksia. Alueella ei ole myöskään yhtenäistä tavoitetta ja toimintasuunnitelmaa, jonka puitteissa kehittämistoimintaa voitaisiin viedä koordinoidusti eteenpäin ja tehostaa resurssien käyttöä ja vaikutusta.

Vaihtoehtona tulee nähdä se, että edellä mainitut hankkeet olisivat tietoisia toisistaan, tiiviisti vuorovaikutuksessa ja kykenisivät muokkaamaan toimintasuunnitelmiaan osana suurempaa tavoitteellista kokonaisuutta. Seudulla nähdään, että koordinaatiolla voidaan muodostaa synerginen, tehokas ja irrallisia hankkeita suurempi yhtenäinen seudullinen kokonaisuus, joka veisi koko seutua kohti edellä kuvattua maaseudun uutta roolia. Seudulla tulisi muodostaa kokonaisuus sekä yhteinen tavoitetila ja strategia. Seudullisen koordinaation ohella tarvitaan verkostoitumista: asioiden, toimijoiden ja ihmisten yhteen saattamista monella tasolla (seutu, maakunta, koko Suomi, kv.). Hankkeiden eteenpäin viemistä tulisi lisäksi tukea asiantuntijuuden, verkostoitumisen, tarvittavien tukipalvelujen ja rahoitusmahdollisuuksien etsimisen kautta.

1. Kaustisen seutukunnan ja sen osa-alueiden energiaparametrit

Kaustisen seutukuntaan kuuluvat Halsuan, Kaustisen, Lestijärven, Toholammin ja Vetelin kunnat. Todellisuudessa siihen kuuluu myös Perho, mutta se ei ole tässä selvityksessä mukana. Perhossa on nimittäin tehty vastaavia selvityksiä jo aiemmin. Seutukunnalla on yhteiset nettisivut ja näiden kuntien vuosikymmeniä jatkuneella yhteistyöllä on pyritty ohuista langoista punomaan vahvoja köysiä. Alueen kokonaisväkiluku on 12242 asukasta.

Halsua

Pinta-ala: 428,34 km², josta maata 413,02 km² ja sisävesiä 15,32 km²

Väkiluku: 1115 Väestötiheys: 2,7 as./ km²

Kaustinen

Pinta-ala: 361,12 km², josta maata 353,92 km² ja sisävesiä 7,20 km²

Väkiluku: 4262 Väestötiheys: 12,04 as./ km²

Lestijärvi

Pinta-ala: 559,06 km², josta maata 480,30 km² ja sisävesiä 78,76 km²

Väkiluku: 717 Väestötiheys: 1,49 as./ km²

Toholampi

Pinta-ala: 616,89 km², josta maata 608,82 km² ja sisävesiä 8,07 km²

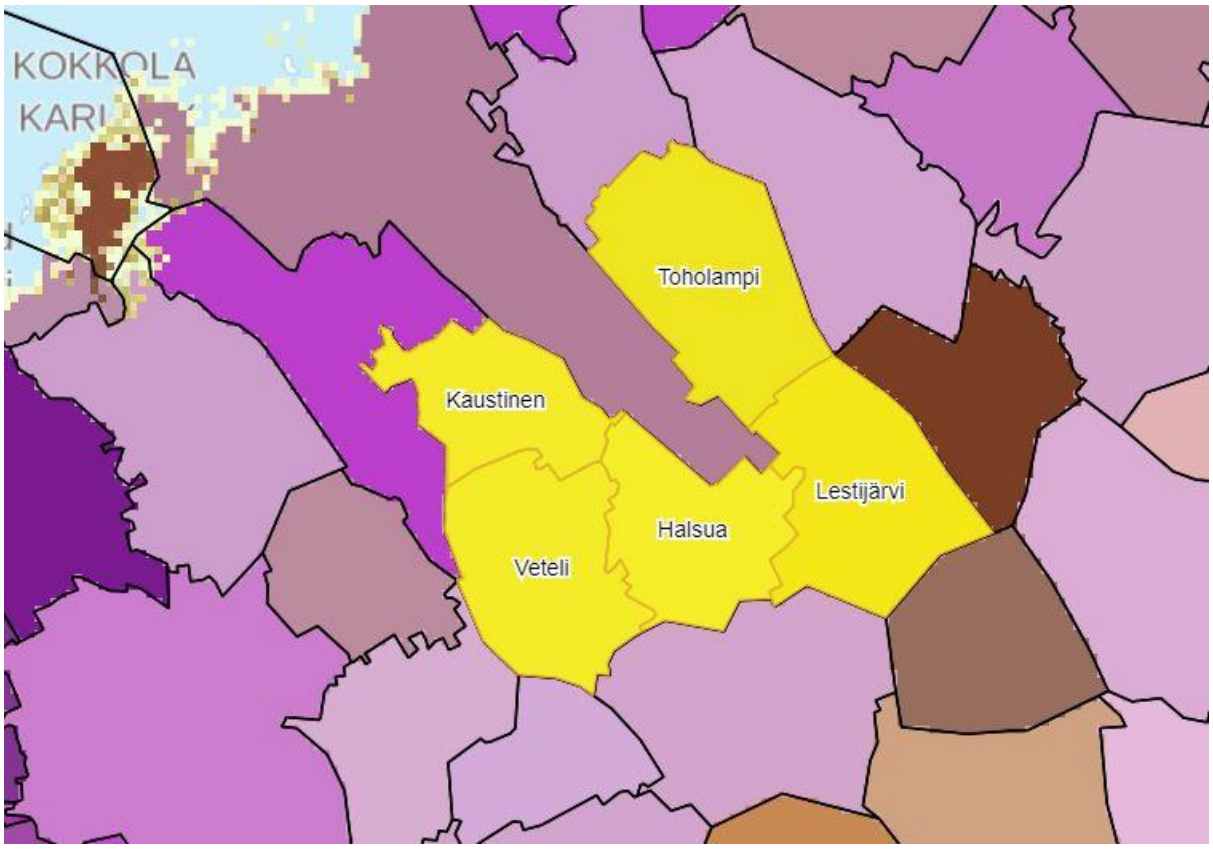
Väkiluku: 3035 Väestötiheys: 4,99 as./ km²

Veteli

Pinta-ala: 520,91 km², josta maata 502,13 km² ja sisävesiä 18,78 km²

Väkiluku: 3113 Väestötiheys: 6,2 as./ km²

[1]



Kartta 1. Kaustisen seutukuntaan kuuluvat kunnat. [2]

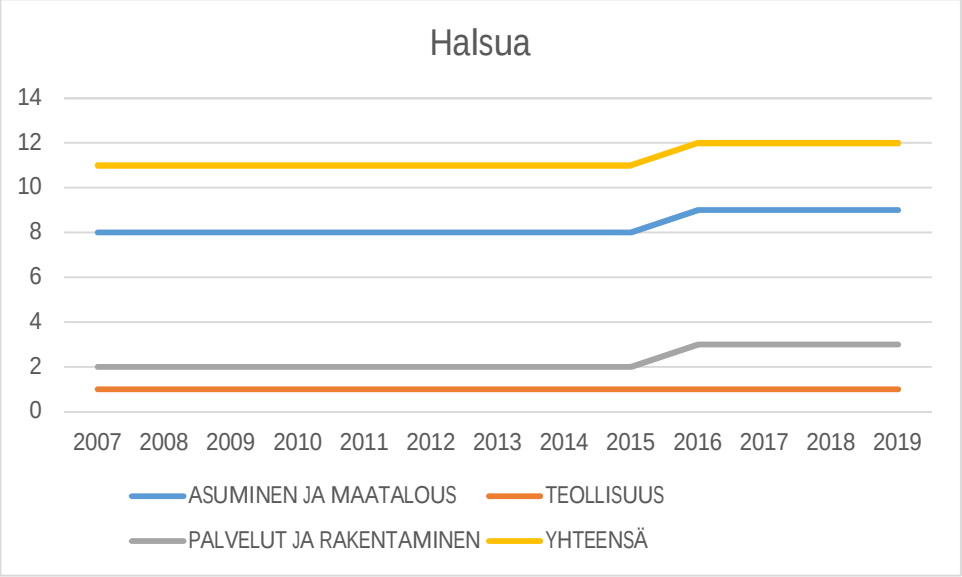
1.1 Energia kulutus

Energiaa on monenlaista. Liikkeessä on energiaa, lämmössä on energiaa, palaminen tuottaa energiaa erilaisista materiaaleista jne. Energiaa tarvitaan niin valaistukseen, koneiden pyörittämiseen, liikkumiseen kuin lämmittämiseenkin. Energiaa kuluu myös energian tuottamiseen.

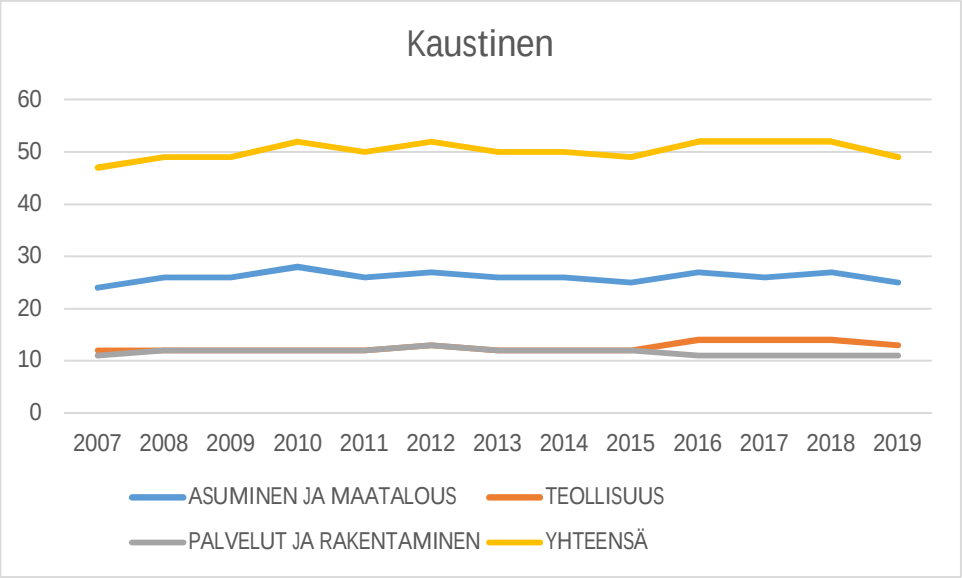
Tässä osiossa tarkastellaan energian kulutusta Kaustisen seutukunnan alueella niin sähkön, lämmön, kuin liikenteenkin osalta. Näistä sähkön osuus on saatavissa helposti tilastotietona, mutta lämmityksen ja liikenteen osalta todellisen kuvan selvittäminen ei ole kovin yksinkertaista. Näitä on jouduttu siis laskea käyttäen erilaisia oletuksia ja keskiarvoja.

1.1.1 Sähkö

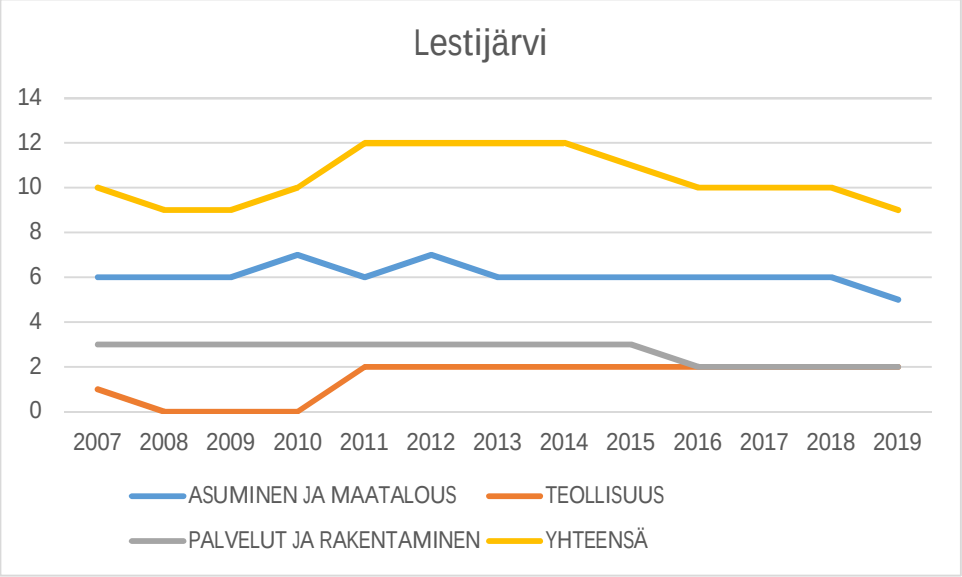
Sähkön vuotuinen kulutus Kaustisen seutukuntaan kuuluvissa viidessä kunnassa on esitetty kuvaajissa 1-5. ja taulukossa 1. [3] Asiaa ei lähdetty sen kummemmin laskemaan, koska valmiit tiedot on näin helposti saatavilla. Kaustisen seutukunnan sähköenergian kokonaiskulutus on siis vuonna 2019 yhteensä 138 GWh/vuosi. Laskelmissa on käytetty vuoden 2018 tietoja, jolloin kokonaiskulutus oli 144GWh. Tällä voi sitten ennakoida vaikka lisääntyvää sähköautobuumia, joka nielee jatkossa paljon energiaa.



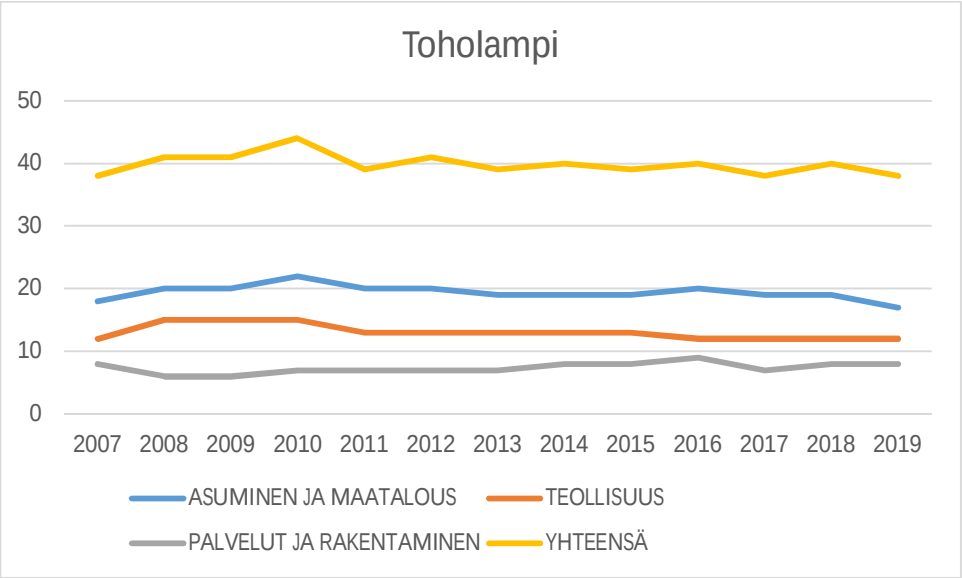
Kuvaaja 1. Sähköenergian kulutuksen (GWh) kehitys Halsualla vuosina 2007-2019.



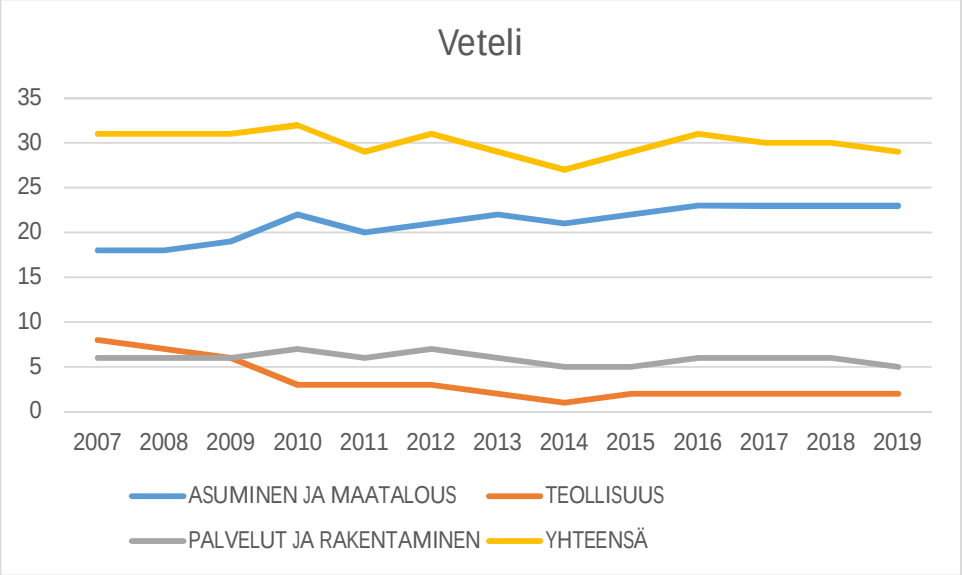
Kuvaaja 2. Sähköenergian kulutuksen (GWh) kehitys Kaustisilla vuosina 2007-2019.



Kuvaaja 3. Sähköenergian kulutuksen (GWh) kehitys Lestijärvellä vuosina 2007-2019.



Kuvaaja 4. Sähköenergian kulutuksen (GWh) kehitys Toholammilla vuosina 2007-2019.



Kuvaaja 5. Sähköenergian kulutuksen (GWh) kehitys Vetelissä vuosina 2007-2019.

Taulukko 1. Sähköenergian kulutus GWh:na vuonna 2019 Kaustisen seutukunnassa. [3]

2019	ASUMINEN JA MAATALOUS	TEOLLISUUS	PALVELUT JA RAKENTAMINEN	YHTEENSÄ
Halsua	9	1	3	13
Kaustinen	25	13	11	49
Lestijärvi	5	2	2	9
Toholampi	17	12	8	37
Veteli	23	2	5	30
Yhteensä	**79**	**30**	**29**	**138**

1.1.2 Lämpö

Lämmitysenergian kulutus on laskettu karkeasti ottamalla tilastotietokannasta vuoden 2020 rakennuskannan neliöt erityyppisissä rakennuksissa eri lämmitysmuodoittain (Taulukko 2.). Kerros- ja rivitaloasunnoissa lämmitysenergiankulutus on tyypillisesti 45-65kWh/m^3/a. Näissä laskelmissa käytettiin asuinrakennuksissa 2,5m huonekorkeutta, jolloin 60kWh/m^3/a vastaa 150kWh/m^2/a. Liikehuoneistoissa ja vastaavissa käytettiin 3,5m huonekorkeutta eli n. 210kWh/m^2 ja teollisuuskiinteistöissä tms. hallikorkeudeksi laskettiin 5m, eli 300kWh/m^2. Lämmitysenergian kokonaiskulutuksesta on vähennetty sähkö ja maalämpö pois, koske ne energiamäärät ovat jo mukana sähköenergian kulutuksessa.

Taulukko 2. Lämmitysenergian kulutuksen laskennassa käytetyt rakennuskannan neliömäärät Kaustisen seutukunnan alueella. [4]

Rakennuksen kerrosala (m2)																		
	Vuosi 2020	Alue	SSS Yhteensä	0110, 0111 Omakoti- ja paritalot	0112 Rivitalot	012 Kerrostalot	013, 014 Asuntolarakennukset ja erityisryhmien asuinrakennukset	03 Liikerakennukset	04 Toimisterakennukset	05 Liikenteen rakennukset	06 Hoitoalan rakennukset	07 Kokoontumisrakennukset	08 Opetusrakennukset	09 Teollisuuden ja kaivannaistoiminnan rakennukset	10 Energiahuoltorakennukset	11 Yhdyskuntateknikan rakennukset	12 Varastorakennukset	13 Pelastustoimen rakennukset	19 Muut rakennukset
	Yhteensä	Kase	1379079	747500	94770	15503	2248	59927	28604	27537	36363	34048	63378	181648	4303	7976	65786	2303	7185
	Kauko- tai aluelämpö	Kase	234771	27686	38565	10758	1461	22342	18875	1776	24666	12814	39656	31557	552	1777	340	1898	48
	Öljy, kaasu	Kase	353226	179325	38337	3973	353	16541	4042	7483	10192	6184	15559	58470	687	2010	8966	326	778
	Sähkö	Kase	336253	253267	13113	0	0	14377	4283	3943	1025	8244	2791	22416	837	3081	5844	0	3032
	Kivihiili	Kase	184	184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Puu, turve	Kase	277895	217164	314	441	0	1503	844	1635	480	1563	1400	41651	2022	630	6379	58	1811
	Maalämpö	Kase	70523	56149	2287	331	434	322	0	830	0	0	3412	4075	0	0	2683	0	0
	Muu, tuntematon	Kase	106227	13725	2154	0	0	4842	560	11870	0	5243	560	23479	205	478	41574	21	1516

1.1.3 Liikenne

Liikenteen energiankulutus on arvioitu kyseisiin kuntiin rekisteröityjen liikennekäytössä olevien ajoneuvomäärien perusteella (Taulukko 3.). Määrät on ensin kerrottu arvioidulla vuotuisella ajokilometrimäärällä, sitten arviodulla keskimääräisellä polttoaineenkulutuksella (Taulukko 4.) ja lopuksi 10kW/l lämpöarvolla. Tällöin päästään arvioon liikenteen energian kulutuksesta megawattitunteina. Taulukon lopussa olevien perävaunujen kulutus on sitä, minkä verran enemmän kuluu vetoautolta energiaa sen vetäessä perävaunua.

Näiden arviolaskelmien perusteella Kaustisen seutukunnan alueella käytetään vuositasolla noin 272 GWh energiaa ajoneuvoilla liikkumiseen. Litroissa se vastaa noin 27,2 miljoonaa litraa ja rahaksi muutettuna noin 43,4 miljoonaa euroa.

Käytetyistä ajoneuvosuoritteista voi ammattiautoilijat herkästi sanoa, että kilometrimäärät on aivan liian pieniä. Tässä täytyy kuitenkin muistaa, että kulutuksen jyvittäminen tietylle alueelle ei ole niin

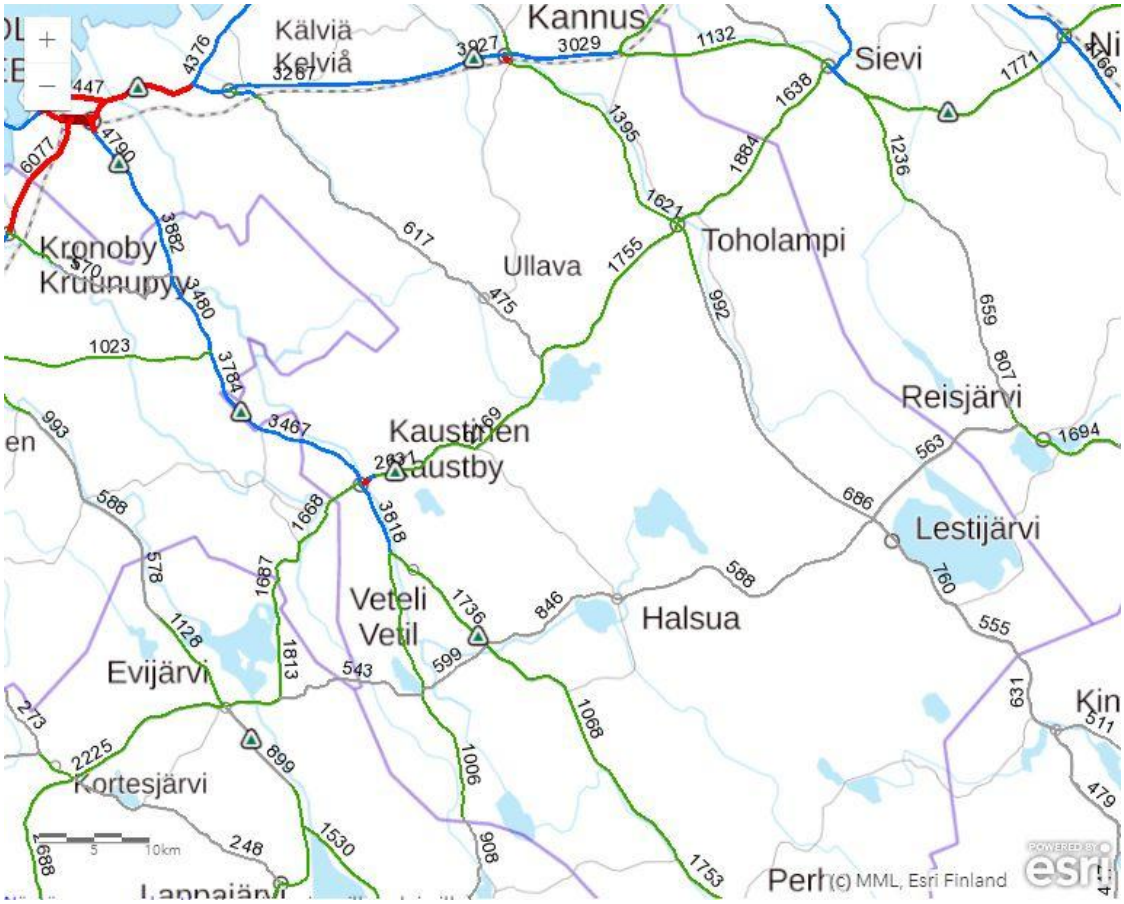
yksinkertaista. Vaikka ammattiautoilija ajaisi rekalla 50000km vuodessa, niin harvalla se kaikki ajo pysyy kovin pienissä ympyröissä. Eli onko se vaikkapa Toholammin energian kulutusta jos Toholammilainen yrittäjä ajaa malmirekkaa Sodankylässä? Ja niin moni vain ostaa energiaa Kaustisen seutukunnan alueelta ohikulkumatkallaan jonnekin toisaalle. Eli alueella myydyn polttoaineen määräkään ei ole sama asia kuin alueella kulutettu energiamäärä. Tämä laskelma esittääkin siis vain jonkinlaista arviota, eikä yksiselitteisen tarkkaa todellisuutta.

Taulukko 3. Liikennekäytössä oleva ajoneuvokanta kunnittain Kaustisen seutukunnan alueella. [5]

Lukumäärä	Halsua	Kaustinen	Lestijärvi	Toholampi	Veteli	Yhteensä
Kaikki autot	858	3093	506	2018	2275	8750
Henkilöautot	721	2502	377	1574	1862	7036
Pakettiautot	102	436	110	353	327	1328
Kuorma-autot	34	151	17	90	74	366
Linja-autot	0	3	2	1	9	15
Erikoisautot	1	1	0	0	3	5
Moottoripyörät	23	95	14	88	101	321
Mopot	18	107	24	87	64	300
Moottorikelkat	24	51	21	51	61	208
Traktorit	337	949	202	775	833	3096
Moottorityökoneet	22	56	26	103	43	250
Kolmi- tai nelipyörät L5/L5e	0	0	0	0	0	0
Kevyet nelipyörät L6e	0	0	0	0	2	2
Nelipyörät L7e	3	6	1	3	9	22
Matkailuperävaunut	16	80	16	91	50	253
Puoliperävaunut	19	25	0	6	24	74
Muut perävaunut yhteensä	386	1152	266	764	864	3432
Yhteensä	1706	5614	1076	3986	4326	16708

Taulukko 4. Ajosuoritearviot

Ajoneuvokannan arvioitu kulutus	Km arvio	l/km
Henkilöautot	20000	0,09
Pakettiautot	20000	0,1
Kuorma-autot	30000	0,45
Linja-autot	30000	0,2
Erikoisautot	10000	0,1
Moottoripyörät	5000	0,06
Mopot	5000	0,04
Moottorikelkat	2000	0,2
Traktorit	5000	0,4
Moottorityökoneet	2000	0,2
Kolmi- tai nelipyörät L5/L5e	5000	0,2
Kevyet nelipyörät L6e	5000	0,2
Nelipyörät L7e	5000	0,2
Matkailuperävaunut	2000	0,05
Puoliperävaunut	2000	0,03
Muut perävaunut yhteensä	2000	0,03



Kartta 2. Liikennemäärää kuvataan vuoden keskimääräisellä vuorokausiliikenteellä (KVL) ja sen yksikkö on ajoneuvoa/vuorokausi. [6] Tätä tietoa ei laskelmissa kuitenkaan hyödynnetty.

Kuva 1. Jälkeenpäin konvertoidussa biokaasuautossa kaasusäiliö vie suurehkon osan tavaratilasta. Tehdastekoisissa kaasuautoissa on yleensä useampi matala säiliö, jotka on saatu paremmin piilotettua lattiarakenteisiin.

1.1.4 Maatalous

Maatalouden energiankulutus on jo osittain mukana aiemmissa taulukoissa, sillä maatalouden sähköenergian kulutus on mukana taulukon 1. sarakkeen asuminen ja maatalous luvuissa. Traktorit ja muut moottorityökoneet ovat omilla riveillään taulukossa 3. Taulukosta 2. on vain asuntojen lämmitys, joten näistä tiedoista puuttuu enää viljan kuivaamiseen käytettävä energiamäärä.

Viljan kuivaamiseen käytettävän energian määrää on arvioitu tässä seuraavalla kaavalla: käytössä oleva viljelysala (ha) kertaa hehtaarin viljasadon kuivaamiseen tarvittava energiamäärä. Varsin monet kuivurit toimivat öljyllä, joten sitä käytettiin tässä laskelmassa ja kertoimena 80 litraa / hehtaari, jolloin saatiin taulukossa 5. esitetyt tulokset viljan kuivauksen energian tarpeista Kaustisen seutukunnan alueella. Yhteensä kuluu siis arviolta 21 GWh energiaa viljan kuivaukseen vuositasolla. Kerroin on peräisin eteläsuomalaisen maanviljelijän kertomuksesta, että hänellä kuluu 50 hehtaarin viljan kuivaukseen vuosittain 3000-6000 litraa öljyä, eli noin 60-120 l/ha. Vaihteluväli on siis suuri, mutta pääsääntöisesti viljelijät yrittävän tietenkin korjata sadon mahdollisimman kuivana, jotta kuivauskulut pysyisivät pienenä.

Taulukko 5. Viljan kuivauksen energian kulutus Kaustisen seutukunnan alueella. [7]

2020	KÄYTÖSSÄ OLEVA MAATALOUSMAA YHTEENSÄ		80l/ha	MWh
Halsua	Viljelyala (ha)	3156	252480	2525
	Tiloja (kpl)	74		
Kaustinen	Viljelyala (ha)	5994	479520	4795
	Tiloja (kpl)	133		
Lestijärvi	Viljelyala (ha)	2098	167840	1678
	Tiloja (kpl)	41		
Toholampi	Viljelyala (ha)	8357	668560	6686
	Tiloja (kpl)	154		
Veteli	Viljelyala (ha)	7149	571920	5719
	Tiloja (kpl)	144		
Yhteensä	Viljelyala (ha)	26754	2140320	21403
	Tiloja (kpl)	546		

1.2 Uusiutuvan energian potentiaali

Uusiutuvan energian potentiaali on tässä laskelmassa osittain syötemääriin perustuvaa, jolloin liikutaan mahdollisuuksien rajoissa. Osittain kyseessä on kuitenkin vain tiedossa olevia hankkeita, sillä esimerkiksi tuulivoimaloiden ja aurinkopaneelien sijoittamistahan rajoittaa vain maapinta-ala. Niiden potentiaalia ei siis voi käytännössä laskea pinta-alaan ja olemassa olevaan tehokkaimpaan tekniikkaan perustuvana potentiaalina, vaikka se teoriassa olisikin mahdollista.

1.2.1 Nykyinen energian tuotanto

Alueella nykyisin käytössä olevia voimalaitoksia:

1.2.1.1 CHP ja kaukolämpö

Toholammin Energian ORC-voimalaitos on Suomen ensimmäinen leijupetikattilalla ja ORC-prosessitekniikalla varustettu CHP-laitos. Laitoksen kattilateho on 8,2 MW ja generaattorin sähköteho 1,4 MW. Laitoksen etuna on sen kyky polttaa erilaisia polttoaineita ja kyky tuottaa sähköä matalista lämpövirroista ja normaaliin vesihöyryturbiinitekniikkaan verrattuna pienestä kattilatehosta. [8]

ORC-voimalaitoksen vieressä on POR-laitos (POR = raskas polttoöljy). POR-laitos tuottaa lämpöä Nivalassa valmistetulla 1,5 MW:n öljykattilalla. Laitos on valmistunut vuonna 2002. POR-laitos toimii Toholammin Energialla vara- ja huippukuormalaitoksena, joten sen käyttöaste on hyvin pieni. [9]

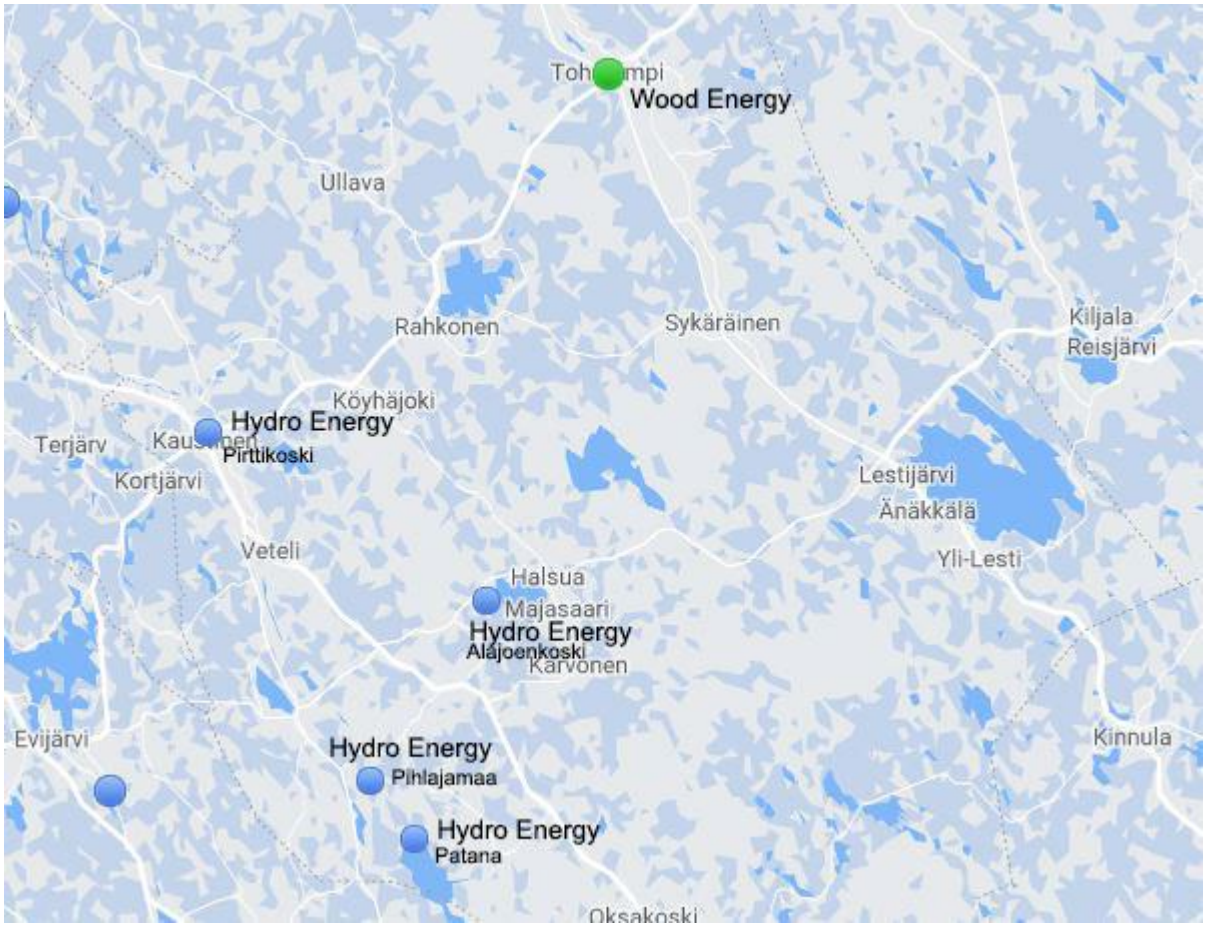
Toholammin Energian CHP-laitokselta toimitetaan kaukolämpöä Toholammin taajamaan noin 26 GWh/a ja sähköä tuotetaan yleiseen verkkoon noin 6 GWh/a. [10]

Turvetiellä on Toholammin vanha KPA-laitos (KPA=kiinteän polttoaineen kattila). Laitoksessa on teholtaan 2 MW:n arinakattila, jonka polttoaineena käytetään pääasiassa palaturvetta. [11]

Turvetiellä vanhan KPA-laitoksen yhteydessä on kaksi POK-kattilaa (POK = kevyt polttoöljy). Niiden tehot ovat 2,5 MW ja 1 MW. Kattilat ovat vara- ja huippukuormakattiloita, joiden käyttöasteet vuositasolla ovat hyvin pienet. [12]

Vetelin energialla on kolme erillistä lämmöntuotantoyksikköä. Näistä kaksi eli vuonna 2012 valmistunut 2,5 MW:n sekä vuonna 2008 valmistunut 1,5 MW:n KPA-lämpövoimala. Nämä voimalat käyttävät polttoaineena kiinteitä, kotimaisia uusiutuvia polttoaineita eli metsähaketta ja muuta energiapuuta sekä palaturvetta. Kolmantena lämmöntuotantoyksikkönä on 1980-luvulla Vetelin kunnan aluelämpölaitokselle hankittu POK-lämpökeskus (2,0 MW). [13]

Kaustisen lämpö Oy:llä on kaksi laitosta: Uudella laitoksella on kPa 3 MW ja POR 2,5 MW kattilat. Vanhalla laitoksella puolestaan on kaksi 2 MW:n kPa-kattilaa. [14]



Kartta 3. Vesivoimalaitokset sekä Toholammin ORC-laitos kartalla. [16]

1.2.1.2 Vesivoima

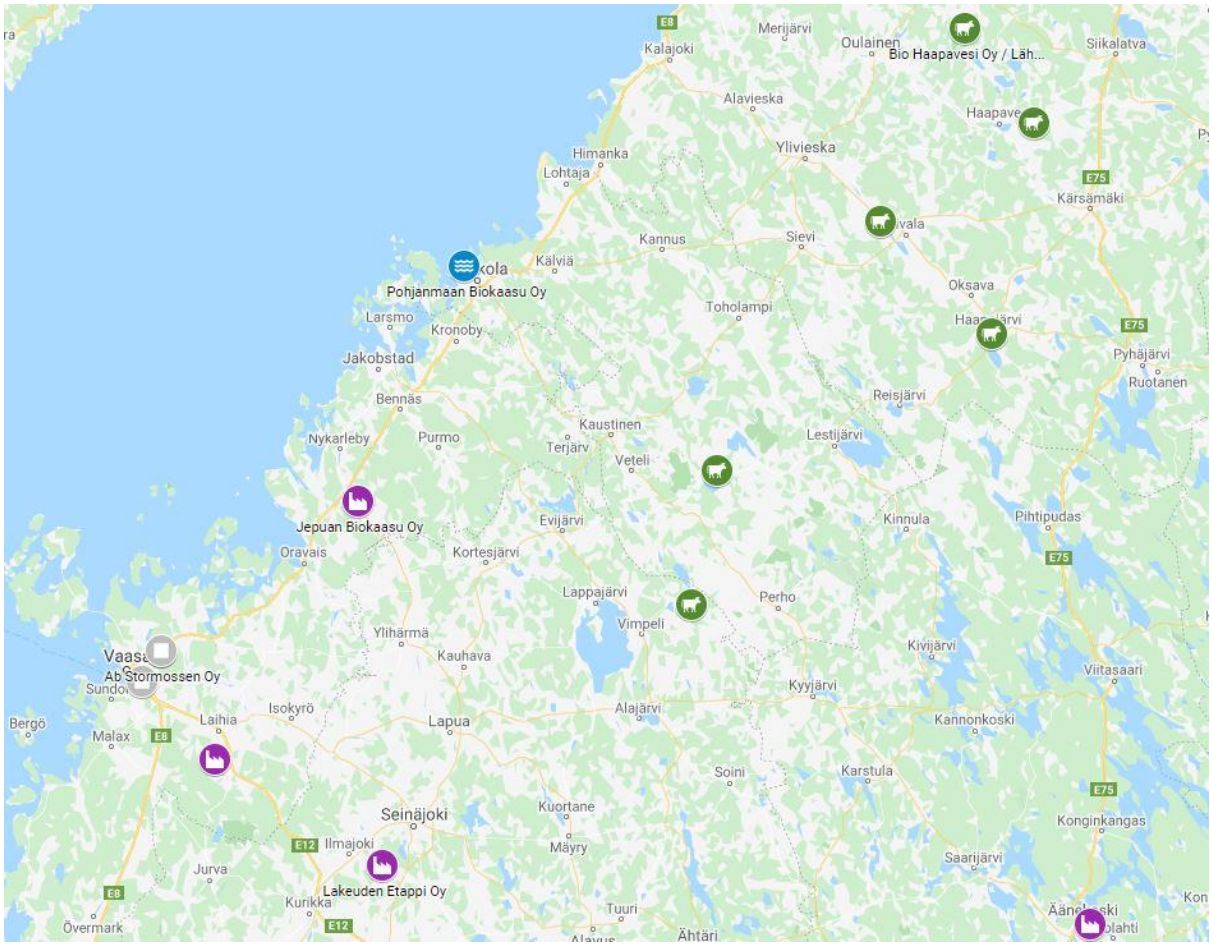
Vesivoimaa Kaustisen seutukunnan alueella tuotetaan ainakin seuraavilla paikoilla: Kaustisen Pirttikoskiella vuosituotto on noin 2200 MWh. Vetelissä Patanan laitos tuottaa 2000 MWh/a ja Pihlajamaa 1700 MWh. Halsualla Alajoenkoskella vuosituotto on 700 MWh/a. Näiden yhteenlaskettu vuosituotto on siis noin 6600 MWh.

1.2.1.3 Tuulivoima

Tuulivoimaloita alueella ei vielä ole, mutta isoja tuulivoimapuistohankkeita on suunnitelmissa niin Halsualle, Lestijärvelle, Toholammille kuin Veteliinkin. Jos kaikki 206 tuulivoimalaa toteutuvat, niin niiden yhteisteho on noin 1477 MW ja vuosituotto arviolta noin 3,5 TWh. Näistä Lestijärven tuulivoimapuiston rakennustyöt on juuri aloitettu (tilanne 11/2021).

1.2.1.4 Biokaasu

Kotimäen sikatilalla Halsualla on biokaasulaitos, jonka kapasiteetti on noin 9000 t/a ja se tuottaa noin 1000 MWh/a. Tämänhetkisen tiedon mukaan toiminta tilalla olisi loppunut ja ilmeisesti kunta on ostanut biokaasulaitoksen omiin tarpeisiinsa. Laitoksen nykyisestä tuottavuudesta ei ole varmuutta.



Kartta 4. Biokaasulaitokset Kaustisen seutukunnassa ja sen ympärillä. [17]

1.2.2 Energiapuupotentiaali

Energiapuupotentiaalin osalta on otettu huomioon vain nuoren metsän ensiharvennuspuut, sekä muun metsätalouden latvusmassa ja kannot. Eli tässä ei ole tarkoitus kannustaa polttamaan rakentamiseen käypää rankapuuta. Taulukossa 6. on esitetty Biomassa-atlaksesta kerättyjä tietoja näiden puupohjaisten sivuvirtojen mahdollisista kuutiomääristä, jotka on sitten muutettu energian muotoon.

Taulukko 6. Energiapuupotentiaalin määrät on kerätty Biomassa-atlaksesta [3] ja määrät on muutettu energiaksi käyttämällä kerrointa 1 i-m^3 = 0,8MWh. [4] Koko Kaustisen seutukunnan potentiaali on siis 227896 m^3/a ja energiaksi muutettuna 182317 MWh, eli 182 GWh.

Metsäenergia	Halsua		Kaustinen		Lestijärvi		Toholampi		Veteli	
	m³/a	MWh	m³/a	MWh	m³/a	MWh	m³/a	MWh	m³/a	MWh
Ensiharvennusten energiapuu, kuitupuuta pienempi	1013	810	1588	1270	1617	1294	2516	2013	1313	1050
Ensiharvennusten energiapuu	8934	7147	13997	11198	14255	11404	22177	17742	11572	9258
Latvusmassa, mänty, max.	6247	4998	5207	4166	7475	5980	8088	6470	6994	5595
Latvusmassa, kuusi, max.	3009	2407	5364	4291	6049	4839	9160	7328	6213	4970
Latvusmassa, lehtipuu, max.	1690	1352	1537	1230	2145	1716	2806	2245	1998	1598
Kannot, mänty max.	7410	5928	6192	4954	8927	7142	9639	7711	8343	6674
Kannot, kuusi, max.	3442	2754	6233	4986	6936	5549	10537	8430	7273	5818
Yhteensä	**31745**	**25396**	**40118**	**32094**	**47404**	**37923**	**64923**	**51938**	**43706**	**34965**

Taulukko 7. Muunnoksia [18]

Irtokuutiometri (i-m³) haketta vastaa keskimäärin 180 kg pellettiä 0,28 irtokuutiota pellettiä 0,8 MWh energiaa 80 litraa polttoöljyä Kiintokuutiometri rankapuuta vastaa keskimäärin 2,5 kuutiota haketta 2 MWh energiaa Hehtaarista nuorta metsää vastaa keskimäärin 30 m³ rankapuuta 75 m³ haketta 60 MWh energiaa 6 000 litraa polttoöljyä

1.2.3 Jätepotentiaali

Kunnan ei tarvitse olla suuri, jotta sen jätehuolto toimisi. Pohjanmaalla muun muassa Kaustisen, Evijärven, Uusikaarlepyyn ja Kokkolan omistama jätelaitos Ekorosk käyttää 90 prosenttia jätteestä hyödyksi. Salaisuutena on jätteenpoltto. Ekoroskin toimitusjohtaja Olli Ahllund uskoo kuitenkin, ettei se ole ainoa syy. Alueen asukkaat haluavat lajitella. Lisäksi ekopiste ja hyötykäyttöasemaverkosto on riittävän tiheä. Ekopisteitä on keskimäärin yksi noin 600–700 asukasta kohden. [19]

Esimerkiksi biojätettä kertyy Biomassa-atlaksen tietojen perusteella Kaustisen seutukunnan alueella vuosittain noin 893 tonnia ja muita biohajoavia jätteitä 3347 tonnia. Ylipäätään ihmiset tuottavat Suomessa vuosittain noin 450kg jätettä henkilöä kohden. Kaustisen seutukunnan asukasmäärällä se tarkoittaa vuosittain noin 5,5 miljoonaa kiloa/vuosi. Tästä voidaan polttolaitoksessa tuottaa vaikkapa kaukolämpöä yli 11000 MWh.

1.2.4 Biokaasupotentiaali

Biokaasupotentiaaliin on syötteiden määrät kerätty pääosin Biomassa-atlaksesta. Kaikkia mahdollisia jakeita ei ole otettu mukaan, koska ei ole realistista olettaa, että kaikkea laskennallista potentiaalia voisi saada biokaasun tuotannon käyttöön. Biokaasupotentiaalin laskennassa on huomioitu ainoastaan sivuvirtoja, joten energian tuotannolla ei ole tarkoitus kilpailla ruoantuotannon kanssa. Valikoiduista jakeista on laskettu niiden metaanintuottopotentiaali ja se on muutettu teoreettiseksi energiapotentiaaliksi. Tällöin ollaan kuitenkin vasta raakabiokaasussa, josta keskimäärin 60% on metaania.

Lannan teoreettinen energiantuotto lasketaan seuraavasti:

Teoreettinen lannan energiasisältö = Lannan määrä (tonnia) * Kuiva-ainepitoisuus (TS) * Orgaanisen kuiva-aineen pitoisuus (VS)* Metaanintuotto (Nm^3 CH_4/tVS) * Metaanin energiasisältö (MWh/Nm^3 CH_4)

Metaanin energiasisältönä käytetään lukua 0,00997 MWh/Nm^3 CH_4

Biokaasun energiasisältö lasketaan kaavalla:

Raakabiokaasun energiasisältö = Raakabiokaasun mitattu volyymi (m^3) * Biokaasun metaanipitoisuus (%) * Metaanin energiasisältö (MWh/Nm^3 CH_4)

Yleisesti käytetty biokaasun metaanipitoisuus on 60 %, mikä perustuu lantabiokaasulaitosten tuloksiin.

Oheiseen taulukkoon (Taulukko 8.) on laskettu energiapotentiaali, joka kustakin Kaustisen seutukuntaan kuuluvasta kunnasta olisi kerättävissä eri syötteistä. Tietoisesti on jätetty laskelmista pois monia vähäisiä jakeita, sillä teoria ja tosielämä eivät kuitenkaan täysin kohtaa. Joku karjatila saattaa lopettaa toimintansa tai kaikilta tiloilta ei muusta syystä saadakaan biokaasun tuotantoon kaikkea sitä määrää mitä on olemassa. Tällöin tilannetta voidaan kompensoida niillä jakeilla mitä nyt ei ole otettu huomioon. Esimerkkinä mainittakoon hevosten ja lampaiden lannat sekä perunoiden ja juurikkaiden varret. Samalla tapaa laskien niillä voidaan korvata noin 2100 MWh:n edestä niitä jakeita mitkä taulukossa 8. esitetyistä luvuista jäävät jostain syystä saamatta. Suurin varapotentiaali on Kaustisen, Vetelin ja Halsuan hevostiloilla.

Kuten taulukosta 9. voi havaita, niin eri jakeiden kuiva-ainepitoisuuksissa, orgaanisen aineen osuudessa kuiva-aineesta ja metaanintuottopotentiaalissa voi olla suuriakin eroja. Tehdyissä laskelmissa on käytetty suunnilleen vaihteluvälien keskiarvoja. Näitä kertoimia muuttamalla saadaan lopputulokseen huimiakin eroja. Tämän laskelman perusteella näistä viidestä Kaustisen seutukuntaan kuuluvasta kunnasta olisi kerättävissä yhteensä noin 78 GWh:n edestä metaania.

Taulukko 8. Eri sivuvirroista saatavissa olevat energiamäärät (MWh) alueen kunnissa.

	Halsua		Kaustinen		Lestijärvi		Toholampi		Veteli		KASE	
Nurmet	t (k-a)/a	MWh	t (k-a)/a	MWh	t (k-a)/a	MWh	t (k-a)/a	MWh	t (k-a)/a	MWh	t (k-a)/a	MWh
Sivuvirta: Viherlannoitusnurmien mahdollinen alkusato	0	0	0	0	0	0	16	8	3	1	**19**	**9**
Sivuvirta: Kesantonurmi	206	100	170	82	102	49	274	133	198	96	**950**	**460**
Sivuvirta: Suojavyöhykenurmi	443	215	100	48	119	58	275	133	222	108	**1159**	**562**
Biomassa: Säilörehunurmi	19809	960	43948	2129	12643	613	57901	2806	58094	2815	**192395**	**9322**
Yht.	**20458**	**1274**	**44218**	**2260**	**12864**	**720**	**58466**	**3079**	**58517**	**3020**	**194523**	**10353**
Lannat	t/a	MWh	t/a	MWh	t/a	MWh	t/a	MWh	t/a	MWh	t/a	MWh
Lypsykarjan lietelanta varastosta	11098	929	42053	3522	11235	941	58354	4887	45377	3800	**168117**	**14079**
Lypsykarjan kuivalanta yhteensä varastosta	5066	849	19540	3273	5203	871	27267	4567	21005	3518	**78081**	**13078**
Lihakarjan lietelanta varastosta	4202	352	9714	814	3153	264	12718	1065	13491	1130	**43278**	**3624**
Lihakarjan kuivalanta yhteensä varastosta	4566	765	10284	1723	2993	501	12571	2106	14778	2475	**45192**	**7569**
Emakot ja porsaat lietelanta varastosta	2947	247	1876	157	0	0	0	0	207	17	**5030**	**421**
Emakot ja porsaat kuivalanta yhteensä varastosta	151	36	99	24	0	0	0	0	11	3	**261**	**62**
Lihasiat lietelanta varastosta	335	28	3268	274	0	0	3854	323	39	3	**7496**	**628**
Lihasiat kuivalanta yhteensä varastosta	2,35	1	23	6	0	0	27	6	0,28	0	**53**	**13**
Turkiseläimet kuivikelanta varastosta	3378	1229	9962	3626	102	37	0	0	3433	1249	**16875**	**6142**
Yht.	**31745**	**4436**	**96819**	**13416**	**22686**	**2615**	**114791**	**12954**	**98341**	**12196**	**364383**	**45617**
Yhdyskuntabiojäte	t/a	MWh	t/a	MWh	t/a	MWh	t/a	MWh	t/a	MWh	t/a	MWh
Yhdyskuntien biojäte	83	48	304	177	56	33	226	131	224	130	**893**	**519**
Yhdyskuntien muu biohajoava jäte	310	180	1140	663	210	122	846	492	841	489	**3347**	**1946**
Jätevesiliete	11395	1813	43558	6931	7328	1166	31018	4936	31815	5062	**125113**	**19908**
Yht.	**11788**	**2042**	**45002**	**7771**	**7594**	**1321**	**32090**	**5559**	**32880**	**5682**	**129353**	**22374**
	t/a	MWh	t/a	MWh	t/a	MWh	t/a	MWh	t/a	MWh	t/a	MWh
Yhteensä	**63991**	**7752**	**186039**	**23447**	**43144**	**4655**	**205347**	**21592**	**189738**	**20898**	**688259**	**78344**

Kuva 2. Halsuan biokaasulaitos. Kuva: Perhojokilaakso-lehti

Taulukko 9. Laskelmissa käytetyt syötteiden ominaisuudet on otettu oheisesta taulukosta. Arvot perustuvat useisiin kirjallisuuslähteisiin ja kokemuksiin. TS = kuiva-ainepitoisuus, VS/TS % = orgaanisen aineen osuus kuiva-aineesta, CH_4-pot. m3/t VS = orgaanisen aineen metaanipotentiaali, CH_4-pot. m3/t = tuoretonnin metaanintuottopotentiaali ja NPK %TS = syötteen kuiva-aineen kokonaisravinnepitoisuudet. [20]

SYÖTE	TS	VS/TS	CH_4-pot.	CH_4-pot.	N	P	K
	(%)	(%)	(m^3/tVS)	m^3/t	(%TS)	(%TS)	(%TS)
Naudan lietelanta	5-14	75–85	120–300	5-36	3-6	0,5-0,9	2,8–7,8
Naudan kuivikelanta	17–25	68–85	100–250	12–53	1,1–3,4	0,6	2,2
Sian lietelanta	4-10	75–86	180–490	5-42	6-18	2,3	5,1
Sian kuivikelanta	20–34	75–81	162–270	24–74	2,4–5,2	1,6	1,4
Siipikarjan kuivikelanta	32–65	63–80	150–300	30–156	3,1–5,4	1,7	2,1
Lampaan/vuohen kuivikelanta	35	77	88–113	24–30	2,6	0,6	3,3
Hevosen kuivikelanta	33	78	200	51	1,5	0,3	5,3
Turkiseläinten kuivikelanta	39	78	200	61	2,9	4,2	0,5
Yhdyskuntien biojäte	27	90	400	97	2,0	0,4	1,0
Sisävesikala	28	85	520	124	11,0	3,4	1,0
Kala- ja perkuujäte	27	85	520	119	10,0	3,4	1,0
Leipomojäte	66	90	400	238	2,3	0,2	1,0
Maitojäte (hera)	6	90	420	23	5,0	0,8	2,4
Makeisjäte	90	95	380	325	0,0	0,0	1,0
Rasvajäte	40	90	800	288	0,4	0,0	1,0
Teurasjäte	20–31	90	200–910	36–254	8,0	1,0	1,0
Vihannesjäte	11	92	180–514	18–52	1,6	0,2	2,0
Viljan lajittelujäte	87	90	230	180	0,5	0,1	1,5
Glyseroli	95	79	580	435	-	-	-
Elintarvikejalostuksen puhdistamoliete	2-30	70	300–500	4-105	4,0	2,5	1,0
Metsäteollisuuden biol. puhdistamon liete	20	70	100	14	1,5	0,3	1,0
Metsäteollisuuden jätevesien primääriliete	20	70	300	42	1,2	0,1	1,0
Yhdyskuntien jätevesiliete	3-50	70	200–400	4-140	4,0	2,5	1,0
Säilörehu (nurmiheinät)	20–40	90	213–360	38–130	3,4	0,6	3,0
Ruokohelpi, tuoreena korjattu	20–40	90	253–351	55–76	2,0	0,5	3,0
Järviruoko, tuoreena korjattu	32	90	250	72	1,0	0,1	3,0
Vihannesten naatit	11	90	300	30	2,2	0,2	4,8
Olki	85	90	230	176	0,6	0,1	1,5
Öljykasvien korret	90	90	250	203	1,6	0,1	1,0

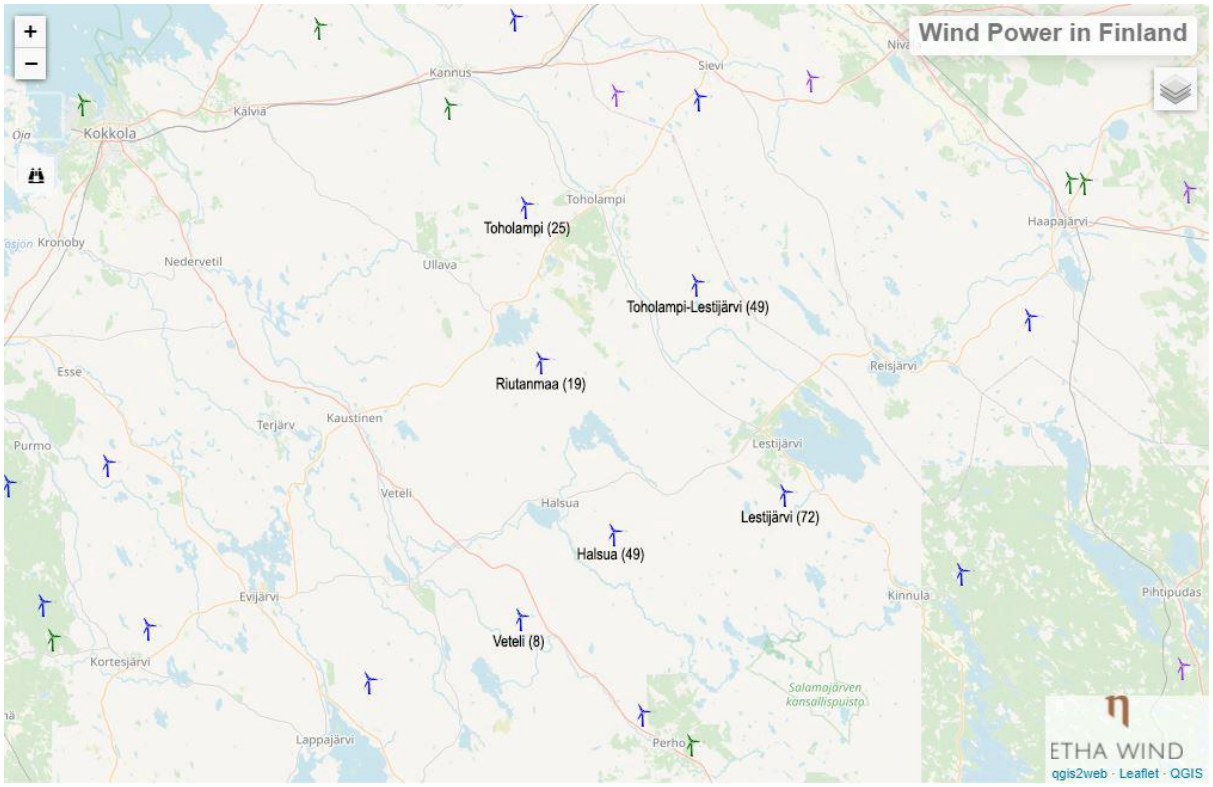
1.2.5 Tuulivoimapotentiaali

Kaustisen seutukunnan alue on tuulisuuden kannalta melko tasalaatuista sisämaa-aluetta, jossa yksi 100 m korkuinen 3 MW tuulivoimala tuottaisi vuositasolla noin 6000 MWh ja 200 m korkuisena hieman yli 9000 MWh. Vuotuinen keskituulennopeus on noin 6,3m/s 100 m korkeudella ja 200 m korkeudella se on noin 7,7m/s. (Kuvaaja 6.) Nykyään suositaan mahdollisimman isoja ja mahdollisimman korkeita tuulivoimaloita, jolloin niistä saadaan irti mahdollisimman suuri hyöty. Tässä mielessä 3 MW voimala on jo vanha ja pieni.

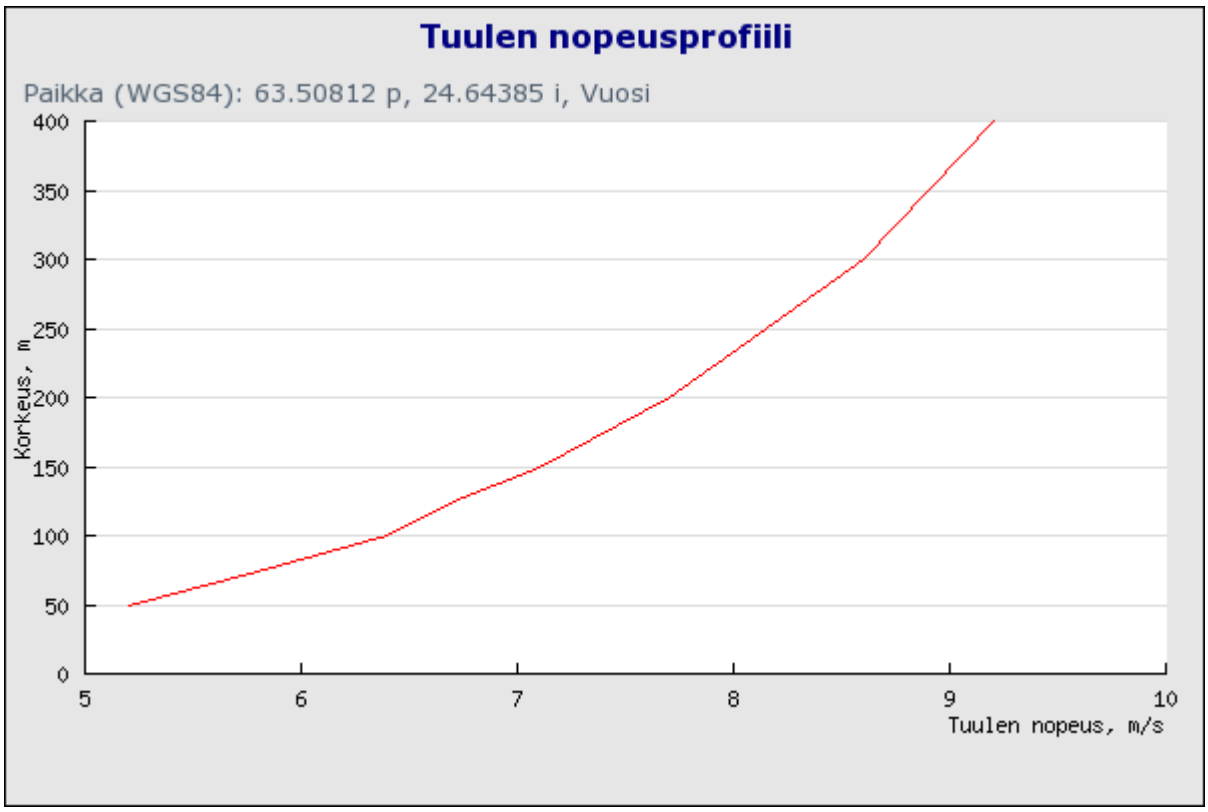
Kaustisen seutukunnan alueella ei ole vielä toiminnassa olevia tuulivoimaloita, mutta taulukossa 10. esitetyistä vireillä olevista hankkeista Lestijärven 69 yksikön tuulivoimapuiston rakennustyöt ovat hiljattain alkaneet. Tästä 650 M€:n tuulivoimapuistosta kertyy vain 700 asukkaan kunnan kassaan kiinteistöveroa noin 2,5M€/vuosi. [21] Mikäli kaikki hankkeet toteutuvat, niin niiden vuotuinen tuotto on noin 3,7 TWh. Kunnat saavat tästä verotuloja (à 36.200€/a) noin 7,4 M€/vuosi. Maanomistajille jää maanvuokratuloja karkeasti arvioiden 36.000 €/vuosi. Tuulivoimaloiden perustustyöt toteutetaan yleensä vähintäänkin paikallisista raaka-aineista. Tästäkin jää siis alueelle tuloja, sillä yhden tuulivoimalan perustukset maksavat noin 1,5M€.

Taulukko 10. Suomen Tuulivoimayhdistyksen sivuilla olevasta hankeluettelosta käy ilmi, että alueella ei ilmeisesti vielä ole lainkaan tuulivoimaloita. Erilaisia tuulivoimapuistohankesuunnitelmia on Kaustisen seutukunnan alueella kuitenkin vireillä seuraavasti:

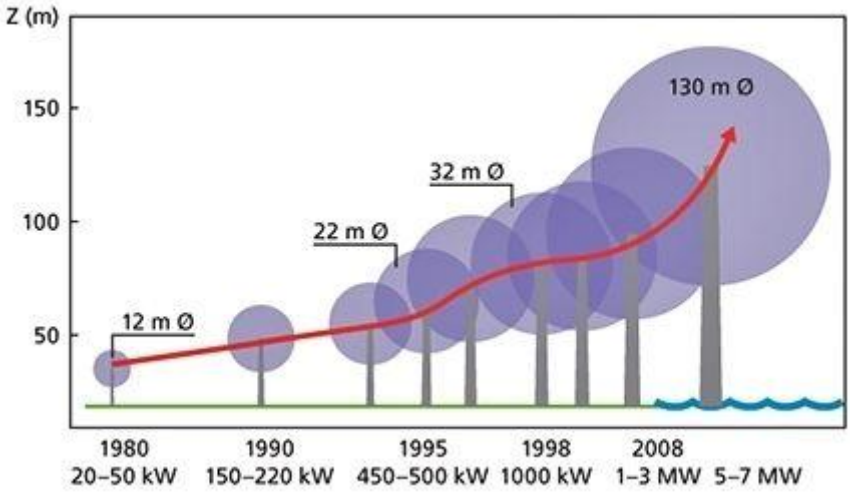
Kunta	Voimaloiden lukumäärä (kpl)	Voimaloiden yksikköteho (MW)	Voimaloiden yhteisteho (MW)	Arvio vuosituotosta 2400h/a pyörimisajalla (TWh)	Hankkeesta vastaava
Halsua	36	8	288	0,7	OX2
Halsua (Riutanmaa)	19	8	152	0,4	WPD
Lestijärvi	69	5,8	400	1,0	OX2
Toholampi (Länsi)	25	8	200	0,5	WPD
Toholampi - Lestijärvi	49	8	392	1,0	WPD
Veteli	8	5,6	45	0,1	Puhuri
Yhteensä	206		1477	3,54	



Kartta 5. Tuulivoimapuistohankkeet kartalla. Riutanmaa on lisätty kuvankäsittelyohjelmalla. Sitä ei ollut vielä päivitetty kartalle. [22]



Kuvaaja 6. Tuulen nopeus korkeuden suhteen Kaustisen seutukunnan alueella. [23]



Kuvaaja 7. Tuulivoimaloiden kokoluokka on kasvanut tällä vuosituhannella huimasti. [24] Nykyään puhutaan jo yli 200 metriä korkeista voimalaitoksista ja yli 8 MW tehoista.

Kuva 3. Tuulivoimala Kokkolassa. Nykyään rakennettaviin uusiin voimaloihin nähden tuo on varsin pieni ja matala. Kuva: Jouni Kannonlahti

1.2.6 Aurinkoenergiapotentiaali

Aurinkoenergiapotentiaali on noin 1 kWh/m^2, mutta aurinkopaneelien hyötysuhde on noin 16% luokkaa, eli neliöltä voi saada noin 160 Wh. Aurinkopaneelin energian tuottoa voi laskea kaavalla aurinkopaneelin teho kertaa vuotuinen aurinkoisten tuntien määrä, joka on maantieteellisestä sijainnista riippuen noin 800-900. Esim. 0,2 kW*900 h=180 kWh. Aurinkopaneelin hyötysuhde kasvaa koko ajan. Nyt suurin paneeli on 345Wp (1000x1660mm). Suurempiakin toki löytyy, mutta niiden koko ja paino vaikeuttavat asennusta.

Aurinkovoimaloiden hintahaarukka on todella laaja. Esimerkiksi 10 kWp:n aurinkovoimala tuottaa Pohjanmaan korkeudella noin 9000kWh/vuosi. Sen investointikustannus avaimet käteen periaatteella vaihtelee suunnilleen 7000 - 17000 euron suuruusluokassa. Investointeihin on olemassa erilaisia tukimuotoja ainakin maatiloille ja yrityksille. Myös yksityisillä on mahdollisuus kotitalousvähennykseen asennustyön osuudesta. Isoissa voimaloissa tulee muita kustannuksia lisää, jotka syö mahdollisen määräalennuksen. Eli 10 kWp, 500 kWp tai 1 MWp maksaa saman wattihinnan. Invertterejä löytyy 3 - 27 kW kilowatin välein. Isommat menee 40 kW, 50 kW, 75 kW 100 kW 110 kW jne. kokoluokkiin.

Korvaavina materiaaliratkaisuina paneelit voivat tulla jopa edullisemmaksi kuin jokin muu pinnoite. Esimerkiksi Vaasan Sähkön uuden toimitilan seinä maksoi itsensä takaisin jo ennen kuin se otettiin käyttöön. Nimittäin aurinkopaneelin neliöhinta oli paljon halvempi, kuin polttomaalattu ja karkaistu lasi seinä.

Vaikka aurinkopaneelien hinnat halpenevat hyvää vauhtia ja niiden tehot ja hyötysuhteet paranevat, niin niiden takaisinmaksuajat ovat silti edelleen varsin pitkiä. Tämä johtuu siitä, että ”töpselistä” tuleva sähkö on niin halpaa. Aurinkopaneelit ovat siis edelleenkin erinomainen keksintö sähköverkon ulkopuolella olevissa kohteissa, mutta sähköverkkoon liittyneille se on yhä kallista hifistelyä. Jos aurinkopaneelijärjestelmä on kytketty sähköverkossa olevaan kolmivaihejärjestelmään, niin sähkö kulkee helposti eri vaiheita pitkin eri suuntiin riippuen siitä, kuinka paljon kunkin vaiheen takana on ”kuormaa”. Jos vaiheessa ei ole kuormaa, niin paneelien tuottama sähkö menee verkkoon ja jos kuormaa on niin se käyttää paneelien tuottamaa energiaa.

Myös laskutukseen liittyy erilaisia ratkaisuja. Yksi tapa on verkkoakkuratkaisu, jolloin pitäisi tehdä määräaikainen sähkösopimus tietyn sähköyhtiön kanssa. Tällöin he laskuttavat käytetystä sähköstä esimerkiksi kerran vuodessa sen mukaan mitä on tuotetun ja kulutetun sähkön erotus. Kuitenkin jos ajatellaan yhden aurinkopaneelin tuottaman energiamäärän rahallisen arvon olevan noin 14 €/a, niin on varsin ymmärrettävää, että takaisinmaksuajat ovat pitkiä.

Case kettutarhat

Kaustisen seutukunnan alueella on paljon entisiä ja edelleen tuotantokäytössä olevia turkistarhoja, joiden varjotalokatot ovat oivia alustoja suuren mittakaavan aurinkoenergian tuotannolle. Tätä mahdollisuutta onkin ryhdytty tarkastelemaan. Kaustisen seutukunnan alueella on turkistarhoja arviolta ainakin 57,5 km. Niistä Kaustisilla ilm. ainakin 65 tilaa ja Halsualla 4.

Oheinen kuva 4. lienee tilalta, jossa varjotalojen yhteispituus on 23 km. Jos aurinkopaneelin leveys on 1 m, niin paneeleita mahtuisi yhteensä 23000 kpl. Jos paneelin teho on 300 W ja vuotuinen aurinkoisten tuntien lukumäärä 900, niin vuosituotoksi tulisi 6210 MWh.

Kuva 4. Turkistarhojen varjokatokset tarjoavat kilometreittäin potentiaalista kiinnitysalustaa aurinkopaneeleille. Ivestointi on iso, mutta säästöä tulee olemassa olevista kiinnitysrakenteista. Kuva: Marko Malvisto.

1.2.7 Energiatase

Energiatase kertoo erotuksen uusiutuvan energian tuottopotentiaalille ja nykyiselle energiankulutukselle. Positiivinen luku kertoo, kuinka paljon alueelta voitaisiin myydä energiaa alueen ulkopuolelle ja negatiivinen tulos kertoo, paljonko energiaa joudutaan ostamaan ulkopuolelta alueen tarpeisiin. Tässä täytyy muistaa, että kyse on nimenomaan kulutuksen ja potentiaalin erotuksesta, eikä se huomioi sitä miten lämpöä ja sähköä alueella oikeasti tuotetaan. Kaikki sähköenergia kulkee joka tapauksessa vain verkossa ja kukin voi ostaa sitä haluamaltaan toimijalta. Lämmöksi poltettavat raaka-aineet eivät yleensä ole peräisin vain omasta kunnasta, vaan todellisuudessa sitä kuljetetaan laajemmalta alueelta suuntaan jos toiseen.

Taselaskelmassa sähköenergian kulutus saadaan Energiateollisuuden tilastotiedoista suoraan, joten siinä ei ole mitään omaa laskentaa. Lämpöenergian kulutusta on mahdotonta saada mistään tarkkana tietona, koska lämmitysmuotoja on monia ja monenlaisia. Tässä on käytetty tilastotiedoista saatua dataa alueen kiinteistökannan neliömääristä erityyppisissä rakennuksissa. Kerros- ja rivitaloasunnoissa lämmitysenergiankulutus on tyypillisesti 45-65kWh/m^3/a. Näissä laskelmissa käytettiin asuinrakennuksissa 2,5m huonekorkeutta, jolloin 60kWh/m^3/a vastaa 150kWh/m^2/a. Liikehuoneistoissa ja vastaavissa käytettiin 3,5m huonekorkeutta eli n. 210kWh/m^2 ja teollisuuskiinteistöissä tms. hallikorkeudeksi laskettiin 5m, eli 300kWh/m^2.

Liikenteen energiankulutus on laskettu keräämällä tilastotiedoista kyseisen alueen liikennekäytössä oleva ajoneuvokanta ja kertomalla ne arvioidulla vuotuisella ajosuoritteella ja polttoaineenkulutuksella.

Uusiutuvan energian tuottopotentiaalissa on huomioitu Biomassa-atlaksesta saadut määrätiedot peltobiomassojen tietyistä sivuvirroista, tuotantoeläinten lantamääristä ja yhdyskuntabiojätteestä. Puuenergiaksi on huomioitu vain kannot, latvusmassa ja ensiharvennuksen energiapuumäärät.

Tuulienergiaan on huomioitu vain olemassa olevat tuulivoimalat ja julkistetut tuulivoimapuistohankkeet. Vesivoiman osalta mukana on ainoastaan olemassa olevat voimalaitokset.

Aurinkoenergiassa mukana on vain sattumalta internetistä löytyneet referenssikohteet. Tässä tapauksessa mukaan on laskettu myös erään turkistarha-alueen visio hyödyntää 23km pituiset turkistarhojen varjokatokset aurinkopaneeliston alustana, eli laskelmaan on laitettu suunnitelmaksi 23000 aurinkopaneelia. Auringon paisteessahan on potentiaalia noin 1 kWh/m^2, josta nykyisten aurinkopaneelien 16% hyötysuhteella voi saada noin 160 Wh/ m^2. Ei kuitenkaan ole mielekästä keksiä tyhjästä, kuinka paljon alueen asukkaat haluavat siihen panostaa.

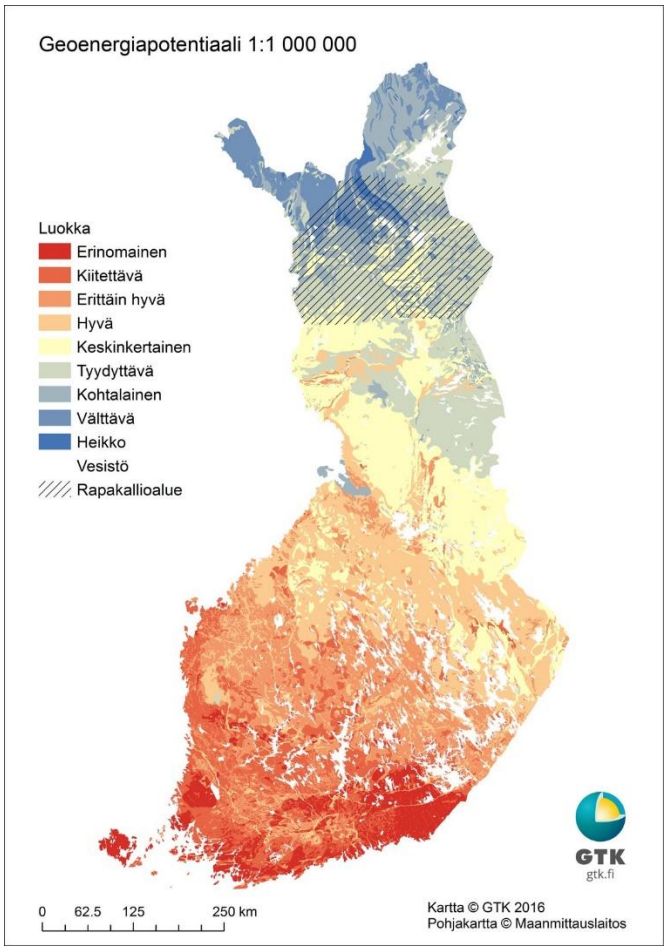
Kaustisen seutukunnan kunnat laskettiin erikseen kunnittain ja niistä koostettiin tulokset taulukkoon 11.

Taulukko 11. Uusiutuvan energian taselaskelma koko Kaustisen seutukunnasta.

	Halsua	Kaustinen	Lestijärvi	Toholampi	Veteli	Yhteensä
Energian kulutus	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	**MWh**
Sähköenergian kulutus	12000	52000	10000	40000	30000	**144000**
Lämpöenergian kulutus (ei sähkö)	18045	65015	13675	52861	57817	**207413**
Liikenteen polttoaineiden kulutus	26936	95084	15905	64739	68816	**271480**
Yhteensä	**56981**	**212099**	**39580**	**157600**	**156633**	**622893**
Energiatase MWh	**-16658**	**-143118**	**5208**	**-70000**	**-87053**	**-311620**
(jos suunnitteilla olevat toteutuu)	**1045552**	**-143118**	**1138488**	**1178000**	**20467**	**3239390**
Energian tuottopotentiaali	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	**MWh**
Biokaasu (potentiaali)	7752	23447	4655	21592	20898	**78344**
Biokaasu (nykyinen tuotanto)	850	0	0	0	0	**850**
Metsä (ensiharvennus, latvusmassa ja kannot)	25396	32094	37923	51938	34965	**182317**
Olkien poltto kaukolämmöksi (50%)	4478	7154	1524	11163	7037	**31357**
Jäte	1066	4076	686	2902	2977	**11706**
Tuulivoima (nykyiset)	0	0	0	0	0	**0**
Tuulivoima (suunnitteilla olevat)	1056000	0	1133280	1248000	107520	**3544800**
Vesivoima (hyödynnetty osuus)	700	2200	0	0	3700	**6600**
Aurinkoenergia (hyödynnetty osuus)	81	10	0	4	4	**98**
Aurinkoenergia (suunnitteilla oleva osuus)	6210	0	0	0	0	**6210**
Aurinkolämpö (hyödynnetty osuus)	0	0	0	0	0	**0**
Aurinkolämpö (suunnitteilla oleva osuus)	0	0	0	0	0	**0**
Yhteensä	**1102533**	**68981**	**1178068**	**1335600**	**177100**	**3862283**

1.2.8 Geoterminen potentiaali

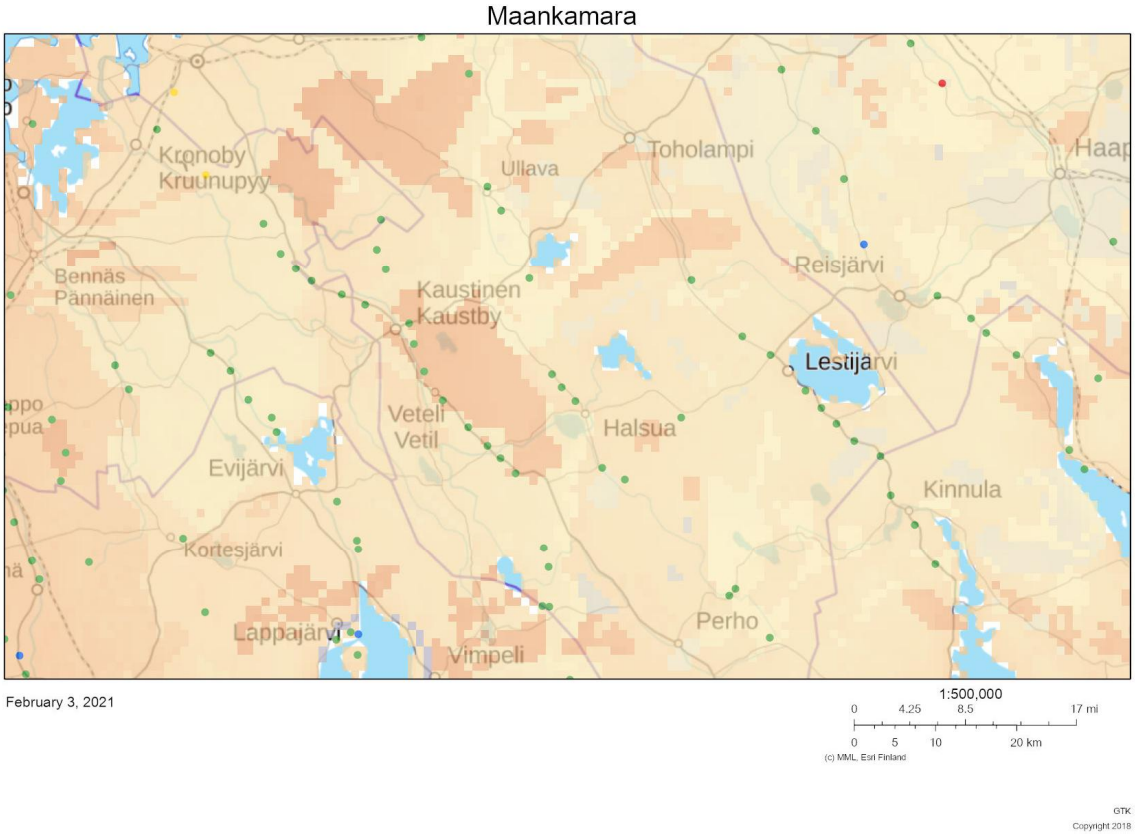
Geologian tutkimuskeskus GTK on julkaissut koko Suomen geoenergiapotentiaalikartan (Kartta 6.), joka kuvaa energiakaivoista saatavan geoenergian aluekohtaisen potentiaalin eli saatavuuden ja vaihtelun Suomessa. Kartta on laadittu perustuen kolmeen tekijään: kivilajin lämmönjohtavuuteen, maapeitteen paksuuteen ja maanpinnan keskilämpötilaan. Geoenergiapotentiaali 1:1000000 on luonteeltaan kvalitatiivinen, ja se kuvaa potentiaalia sanallisesti. Kartasta erottuu erityisesti geoenergiapotentiaalin ero Pohjois- ja Etelä-Suomen välillä, joka johtuu pääosin lämpötilaerosta maankamarassa. Maantieteellinen sijainti pitäisi huomioida myös energiakaivojen mitoituksessa, koska sen vaikutus yksittäisen kaivon syvyyteen voi olla useita kymmeniä metrejä. [25]



Kartta 6. Suomen geoenergiapotentiaalikartta. [25]

Geoenergiapotentiaali 1:1000000 karttaa ei ole tarkoitettu alueelliseen eikä kohteelliseen tarkasteluun, vaan antamaan yleiskuvan Suomen energiakaivoista saatavan geoenergiapotentiaalin vaihtelusta. Kartan tieto on pieneen mittakaavaan yleistettyä ja keskiarvoistettua tietoa. Kartan pienin kuviokoko on 25 hehtaaria. Aineiston pääkäyttötarkoitus on ohjata tarkemman mittakaavan tutkimuksia ja selvityksiä.

Puolittamalla kartan mittakaava 1:500000 päästään näkemään Kaustisen seutukuntaa tarkemmin (Kartta 7.). Siinä näkyvät luokkaerot ovat varsin vähäisiä. Yksittäisellä kohdetarkastelulla kartta-aineisto arvioi geoenergiapotentiaaliksi 300 metrin syvyydellä olevan noin 6 kW (Kartta 8.).



Kartta 7. [25]

Kartta 8. [25]

Geoenergiapotentiaalia ei otettu huomioon uusiutuvan energian taselaskelmassa, koska se on enemmän kuin mahdotonta. Reikiä eli kalliokaivoja voi porata maahan vaikka kuinka paljon ja niistä saadaan reijän syvyydestä, maaperän laadusta, vesisuonista ja muista tekijöistä riippuen erilaisia lähtölämpötiloja. Maaperän lämmön hyödyntämiseen rakennusten ja käyttöveden lämmittäjäksi tarvitaan lämpöpumpputeknologiaa ja se taas tarvitsee toimiakseen sähköä. Hyöty ja niin sanottu uusiutuva energia tulee siitä – kuinka paljon enemmän lämpöenergiaa järjestelmä tuottaa suhteessa käytettyyn sähköenergian määrään. Eli jos järjestelmän pyörittäminen kuluttaa 1 kW/h ja sillä saadaan tuotettua 3 kW/h lämpöä, niin niiden erotus 2 kW/h on sitä uusiutuvaa energiaa.

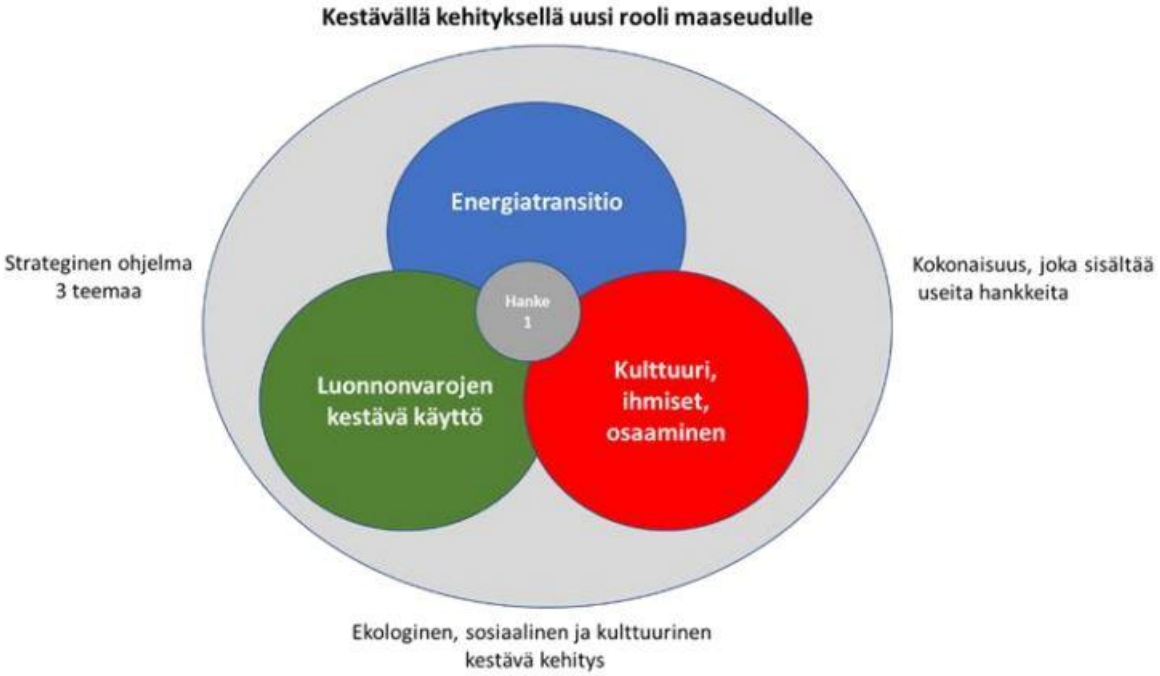
Maalämpöpumppu koostuu kahdesta lämmönvaihtimesta/lämmönsiirtimestä: höyrystimestä ja lauhduttimesta, kompressorista, paisuntaventtiilistä sekä kylmäaineesta, jonka olomuodon muutoksiin lämpöpumpputekniikka perustuu. Lämmönkeruuputkistossa kiertävä alkoholi tulee toiseen maalämpöpumpun kahdesta lämmönvaihtimesta, höyrystimeen, jossa se kohtaa maalämpöpumpun jääkylmän kylmäaineen – kylmäaine höyrystyy. Kaasuuntunut höyry ajetaan kompressoriin, joka puristaa sen korkeaan paineeseen lämmittäen kaasun. Lämmitetty kaasu ohjataan maalämpöpumpun toiseen lämmönvaihtimeen, lauhduttimeen, jossa lämmitettävä kiertovesi jäähdyttää kylmäaineen nesteen ja kaasun seokseksi vapauttaen lämmön talon lämmitysjärjestelmän käyttöön sekä käyttöveden lämmitykseen. Kylmäaine johdetaan paisuntaventtiiliin, jossa kylmäaineen paine laskee tehden siitä jälleen täysin nestemäistä. Höyrystimessä prosessi alkaa uudestaan kylmäaineen kohdatessa lämpimämmän maaliuoksen. Vesikiertoisen lämmönjakojärjestelmän avulla lämpöpumpun tuottama lämpöenergia jaetaan rakennuksen tiloihin lämpöpattereiden, lattialämmityksen tai ilmalämmityksen kautta. Lämmin käyttövesi lämmitetään varaajassa ja johdetaan kiinteistön käyttövesijärjestelmään. [26]

2. Kestävällä kehityksellä uusi rooli maaseudulle

Tämä hanke on tarkoitus suhteuttaa luonnonvarojen kestävään käyttöön ja koko uusiutuvan energian potentiaaliin, koska oletusten mukaan niiden tuoma elinvoiman kasvu voi olla merkittävä. Vaikka hanke kohdistuu pääosin Kaustisen seutukuntaan, on selvää, että sillä ja sen tuloksilla on yleistettävyyttä koko suomalaisen maaseudun kannalta.

Hanke yhdistää (alla olevan kuvaaja 8. mukaisesti) luonnonvarojen kestävän käytön, energia-alan suuren murroksen ja paikalliset ihmiset. Nämä elementit ovat välttämättömiä toiminnan kokonaisuuden osia:

- Uusiutuvat luonnonvarat ovat jatkossakin hyvinvoinnin kestävä lähde. Ne ovat myös energian tuotannon potentiaali ja resurssiperusta;
- Ihmiset ja heidän mukaan ottaminen, sekä heiltä saatava hyväksyntä, ovat välttämätön edellytys hedelmällisen prosessin käynnistämiselle ja toteutukselle;
- Energia-alan osaaminen ja soveltaminen vievät käytännön toimenpiteet uskottavalle ja ammattimaiselle tasolle sekä teknisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti että ympäristön kannalta.



Kuvaaja 8. Kestävän kehityksen palapeli.

Kaustisen seutukunnan tavoitteena on luoda ekologisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävän kehittämisen kautta uutta yhteiskunnallista roolia maaseudulle. Tämän uuden roolin olennaisia osatekijöitä ovat luonnonvarojen kestävä käyttö, energiatransitio ja verkostoituminen. Eli kaikkien Kaustisen seutukuntaan sidoksissa olevien ja monilla eri maantieteellisillä mittakaavoilla toimivien ihmisryhmien osallistaminen alueen kehittämiseen. Sosiaalinen ja kulttuurinen kestävyys edellyttää sitä, että ihmiset pystyvät toteuttamaan itseään ja kehittämään osaamistaan ja omaa elävää kulttuuriaan muuttuvan yhteiskunnan paikallisissa, alueellisissa, kansallisissa ja kansainvälisissä verkostoissa. Kaustisen seutukunnan tavoitteena on kehittää alueellaan sellaista luonnonvarojen

kestävää hyödyntämistä, joka ottaa huomioon yleismaailmalliset ilmastopoliittiset tavoitteet ja ihmisten maaseudulle asettamat aineelliset ja henkiset tarpeet. Kehittämisen kestävyys ei ole ainoastaan teknis-taloudellinen haaste, vaan suuressa määrin myös inhimillisen olemisen, elämisen ja ymmärtämisen kysymys.

Laajasti ottaen luonnonvarat voidaan jakaa ihmisille välttämättömiin, perinteisiin ja henkisiin:

- Ihmiselle välttämättömät luonnonvarat (hengityskelpoinen ilma, juomavesi, ruoka)
- Perinteiset luonnonvarat (kaivannaiset, maatalouden raaka-aineet (kasvit ja eläimet), metsä, energia)
- Henkiset luonnonvarat (ihmisen luontosuhde ja ihmisen sisäinen luonto, ihmisten ja ihmisyhteisöjen elämismaailmat ja paikkasidokset)

Nämä kaikki tulee ottaa huomioon, kun luonnonvaroja hyödynnetään kestävästi.

Luonnonvarojen kestävä hyödyntäminen edellyttää jatkuvaa ja systemaattista yhteistyösuhteiden kehittämistä Kaustisen seutukuntaan sidoksissa olevien toimijoiden välillä. Nyky-yhteiskunnassa luonnonvarojen hyödyntämisen sosiaalinen hyväksyttävyys muodostuu monimutkaisessa vuorovaikutusten verkostossa, jonka toimijoita ovat monilla eri maantieteellisillä mittakaavoilla toimivat yksilöt, yhteisöt, paikat, sijoittajat, yritykset, julkinen valta sekä media. Luonnonvarojen hyödyntämisen hyväksyttävyyden edistämistä koskeva hankeosio palvelee pitkällä aikavälillä Kaustisen seutukunnan kehittämistä, sillä se kerää yhteen tarkastelukehikkoon eri tavoin alueeseen sidoksissa olevat ihmisryhmät. Näin ollen hanke lisää aktiivisuutta, yhteistyötä, yhteisöllisyyttä ja rakentaa kumppanuuksia yli alue-, toimiala- tai osaamisrajapintojen.

Ihmiset voivat olla monin tavoin sidoksissa tiettyyn alueeseen, kuten Kaustisen seutukuntaan. He voivat parhaillaan asua alueella. Heidän kotikuntansa voi olla kyseisellä alueella, mikä ei välttämättä tarkoita samaa kuin, että he asuvat kyseisellä alueella. Heidän sidoksensa alueeseen voi perustua myös siihen, että he ovat syntyneet kyseisellä alueella tai siihen, että he omistavat kiinteistöjä tai rakennuksia alueella. Kaikkien alueeseen sidoksissa olevien väestöryhmien hyväksyntää tarvitaan, kun luonnonvaroja hyödynnetään kestävällä tavalla.

Tämän monimutkaisen kokonaisuuden selvittämiseksi ja käytännön aluekehitystyössä tarvittavan ja riittävän yksinkertaisen ja kustannustehokkaasti toteutettavissa olevan hyväksyttävyysbarometrin rakentamiseksi tarvitaan perusteellinen selvitys eri tavoin Kaustisen seutukuntaan sidoksissa olevien ihmisryhmien näkemyksistä liittyen luonnonvarojen hyödyntämiseen.

Energiatransitio – eli keskitetyn ja hajautetun energiantuotannon rinnakkainen kehittäminen, vähittäinen luopuminen fossiilisista energialähteistä ja siirtyminen kohti uusiutuvien energiamuotoja lisääntyvää käyttöosuutta, lopulta omavaraisuutta ja jopa mahdollisuutta tuottaa uusiutuvaa energia myyntiin ja alueen ulkopuolelle – on olennainen osa kestävää luonnonvarojen käyttöä.

Tämän kokonaisuuden merkitys alueelle, sen kunnille ja kaikille sidosryhmille on ilman muuta valtava, ja se heijastuu hyvin laajalle alueelle ja monelle toimialalle. Kuitenkaan sen vaikuttavuutta ei tunneta tarkkaan. Luonnonvarojen kestävän käytön ja koko uusiutuvan energian potentiaaliin tuoma elinvoiman kasvu voi olla alueellisesti hyvin merkittävää.

3. Suunnitellut uusiutuvan energian menetelmät ja suhde nykyiseen infrastruktuuriin

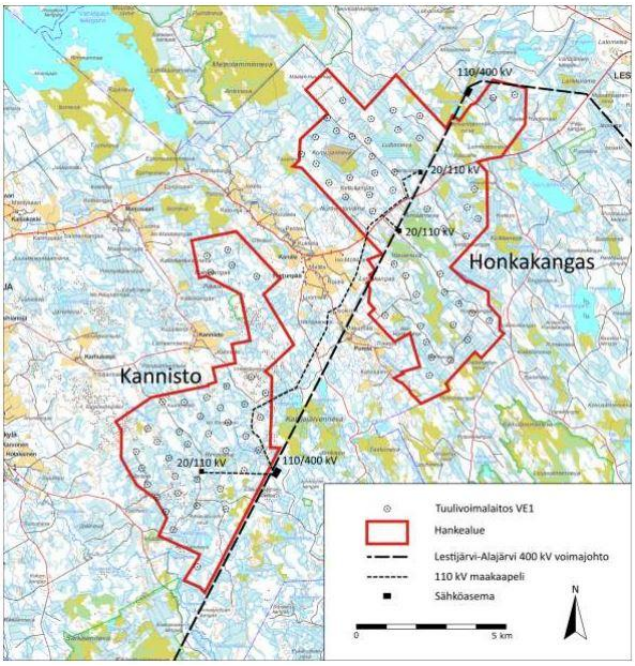
3.1 Tuulivoima, Bioenergia, muut

Sähkön tuotannon osalta Kaustisen seutukunnan alueelle on suunnitteilla ainakin kuusi tuulivoimapuistoa. Alueella on ennestään neljä vesivoimalaitosta. Aurinkoenergia on usein miten pienimuotoisempaa asukaslähtöistä omaa tuotantoa, jolloin muutokset sähköverkon suuntaan ovat yleensä vähäisiä. Kotitarvekäyttäjät mitoittavat aurinkopaneelijärjestelmänsä yleensä suhteessa omaan kulutukseen. Poikkeuksiakin varmasti tulevaisuudessa tulee, mikäli alueelle perustetaan suuren mittakaavan aurinkopaneelikeskittymiä.

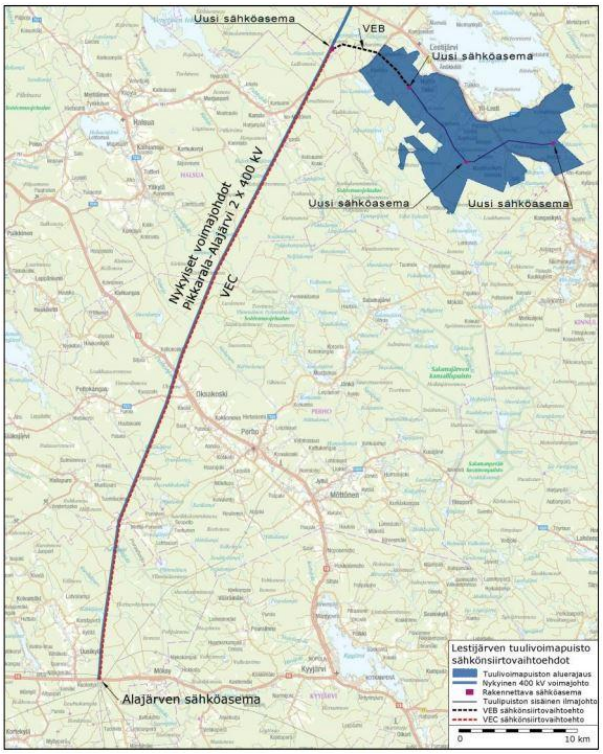
Biokaasulaitoksia alueelle on suunnitteilla useita, mutta niiden toteutuksesta ei ole vielä varmuutta. Luultavasti todennäköisin etenemismuoto liittyy kuitenkin Valion ja ST1:n suunnitelmiin perustaa yhteinen yritys liittyen biokaasun tuotanto- ja jakeluketjun rakentamiseen. Leveillä hartioilla on helppo ryhtyä tuumasta toimeen, mutta kannattavuus on silti iso haaste. Syötteitä ja mädätteitä ei pahemmin kannata kuljetella ja autoteollisuus ei satsaa kaasuautojen tuotantoon. Kysynnän ja tarjonnan laki voi kuitenkin vielä muuttaa maailmaa ainakin paikallisesti.

3.1.1 Sähköverkon sijainti suhteessa laitoksiin.

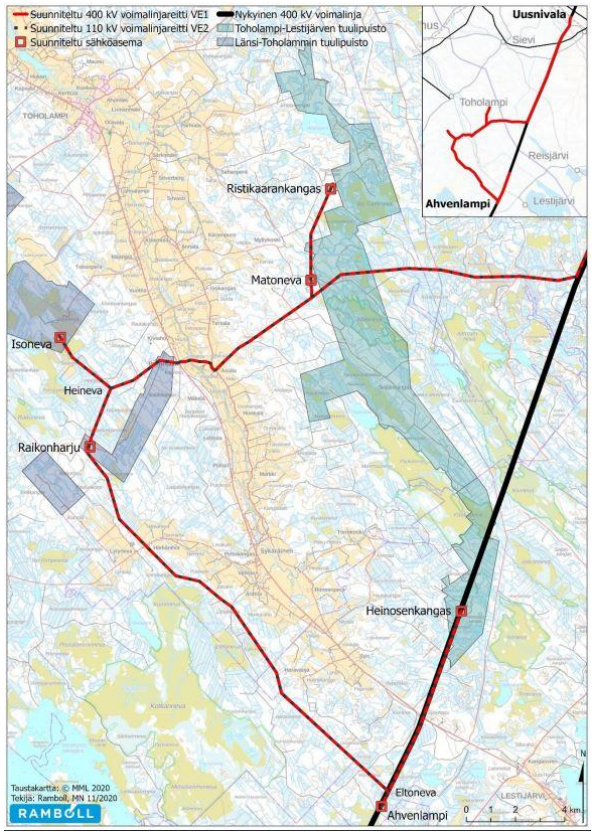
Tuulivoimapuistohankkeissa sähkön siirron kannalta oleellista on vain rakennettavien sähkölinjojen pituus valtakunnanverkkoon. Mitä lyhyemmät etäisyydet, niin sen halvempi ja helpompi tehdä. Myös jännitehäviöt ovat tällöin pienempiä. Tässä mittakaavassa se tuskin on merkittävää, mutta tavallinen sähkön käyttäjä huomaa joissain tilanteissa kyllä eron mitä pidemmän jatkojohdon päässä käytettävä laite on. Toki tuulivoimapuistoja suunniteltaessa on huomioitava myös asuminen ja muu infrastruktuuri, mutta sähkön tuottamisen ja sähkönsiirron kannalta se ei ole merkityksellistä. Kartoissa 1-4 on esitetty Kaustisen seutukunnan alueella olevien tuulivoimapuistosuunnitelmien sijoittuminen suhteessa lähimpiin isoihin 400 kV:n voimalinjoihin.



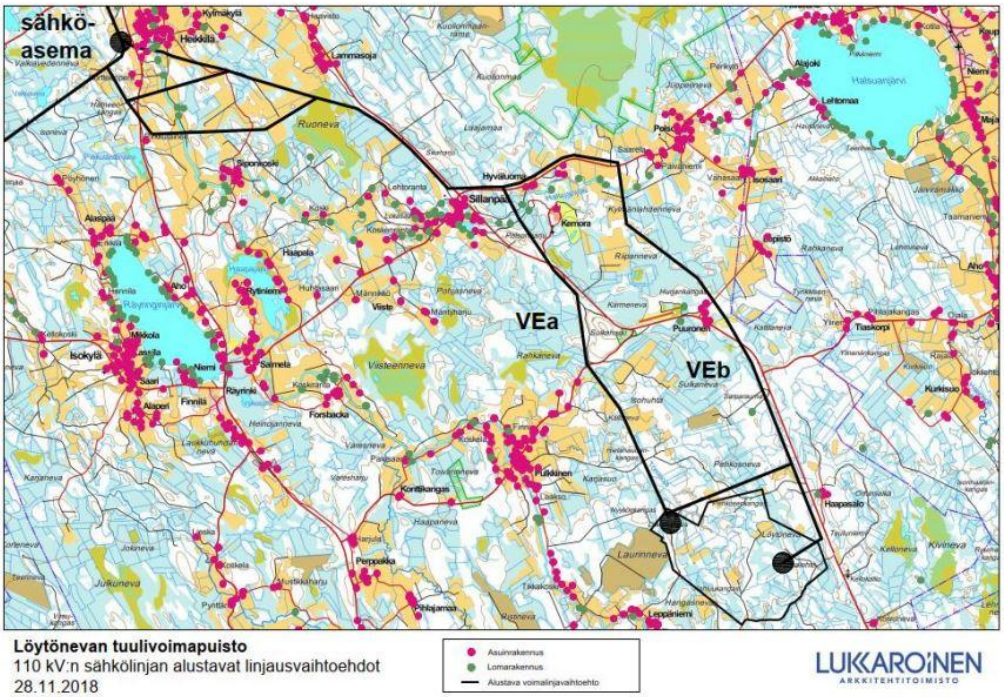
Kartta 9. Lestijärvi-Alajärvi välinen 400kV:n sähkölinja kulkee sopivasti Halsualle suunniteltujen tuulivoimapuistojen kautta, jolloin uusia sähkölinjoja tarvitsee tehdä varsin vähän. [27]



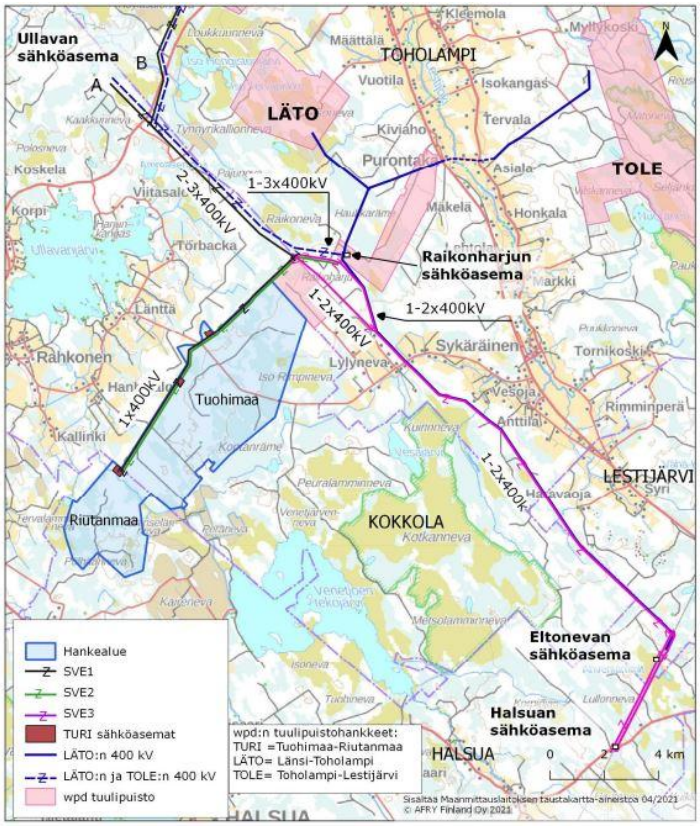
Kartta 10. Lestijärven tuulivoimapuistohanke sijoittuu myös melko lähelle nykyistä Pikkarala-Alajärvi välistä 2x400 kV:n voimalinjaa, jolloin uutta linjaa ei ole pakko tehdä kovin pitkästi. Vaihtoehtona tuossa on kuitenkin esitetty rinnakkaista linjaa Alajärven sähköasemalle asti. [28]



Kartta 11. Myös Toholammilla 400kV:n linja kulkee melko läheltä suunnitteilla olevia tuulivoimapuistoja. [29]



Kartta 12. Vetelin Löytönevalta sähköasemalle joudutaan vaihtoehdosta riippumatta tekemään hieman pidemmästi uutta 110 kV:n voimalinjaa. Tämä 8 voimalan hankesuunnitelma on kuitenkin niin pieni, että siihen ei sovelleta YVA-prosessia. [30]



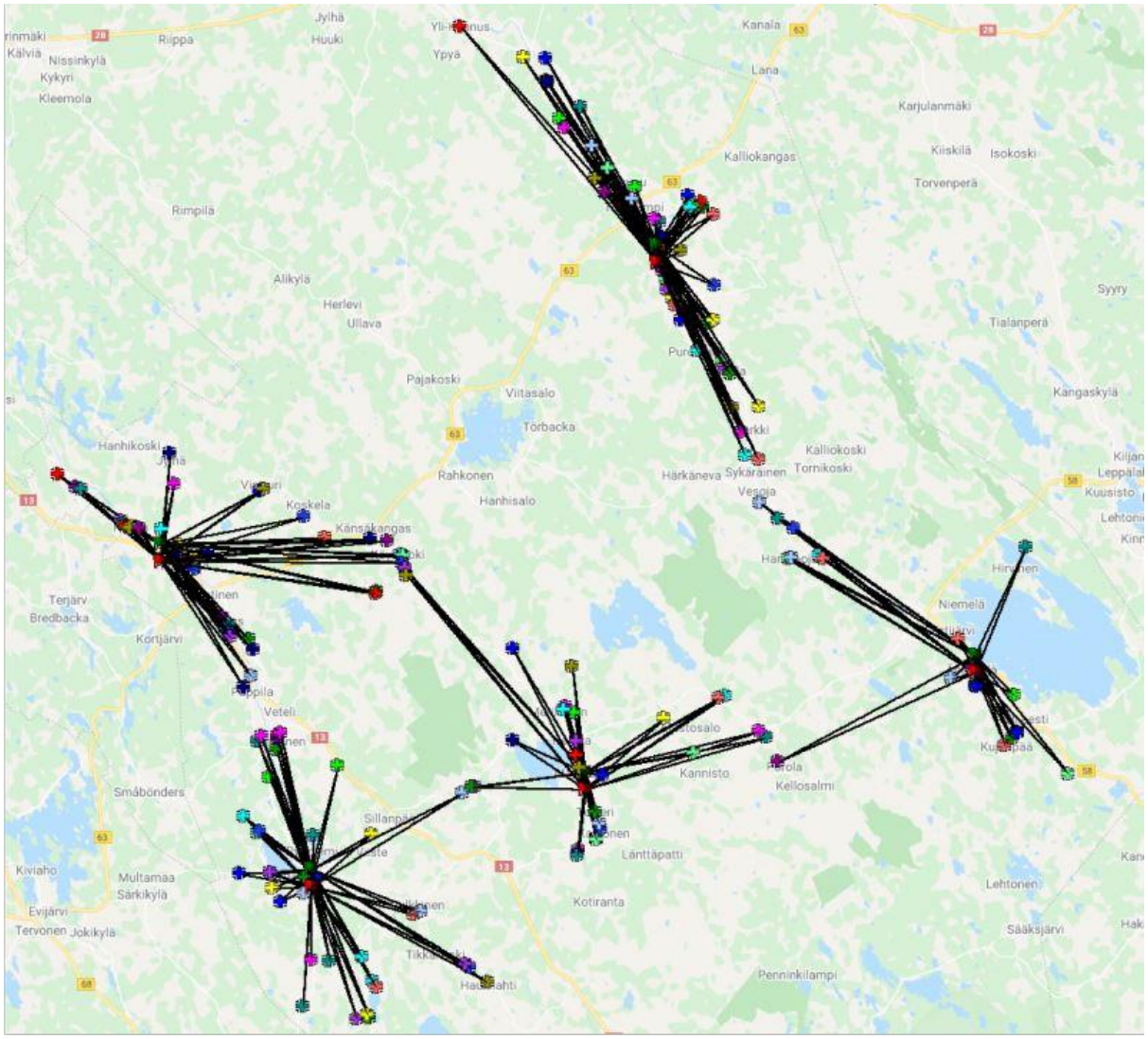
Kartta 13. Sähkönsiirtoreittisuunnitelma koskien Riutanmaan tuulivoimapuistoa. Riutanmaa on siis osa suurempaa kuntarajan ylittävää Tuohimaan-Riutanmaan tuulivoimapuistohanketta. [31]

3.1.2 Biokaasulaitoksissa sijainti suhteessa biomassoihin on kaikkein oleellisin

Biokaasulaitoksissa, joihin tuodaan syötteitä myös muista lähteistä, kuin omalta tilalta on hyvin kriittinen kuljetuskustannusten nostamien tuotantokustannusten vuoksi. Kyse on siis kannattavuusrajasta, joka on hyvin lyhyt. Maatalouksia täytyy olla siis hyvin lähekkäin, jotta kaasun tuottaminen kannattaa. Sillä ei ole niin suuri merkitys, minne asti kaasu pitää kuljettaa myytäväksi, kuin sillä miten pitkästi syötteitä ja mädätteitä täytyy kuljettaa. Mahdollisen kaasuputkiverkon alueella tilanne on tietenkin toinen, jolloin verkkoon liittymiseksi myös laitoksen sijainnilla on hiukan merkitystä.

Kaustisen seutukunnan alueella on ennestään yksi biokaasulaitos Kotimäen sikatilalla Halsualla. Sen kapasiteetti on noin 9000 t/a ja se tuottaa noin 1000 MWh/a. Tuoreimman tiedon mukaan toiminta tilalla olisi loppunut ja ilmeisesti kunta on ostanut biokaasulaitoksen omiin tarpeisiinsa.

Uusien biokaasulaitosten sijoittelusta on Envitecpolis Oy:n toimesta tehty alustavat suunnitelmat kesällä 2021. Siinä Kaustisen seutukunnan alueelle on sijoitettu yhteensä 5 biokaasulaitosta syötemäärien ja sijainnin perusteella. Selvitystyö on tehty puhelinhaastatteluna, jossa tavoiteltuja maatiloja oli noin 450, joista vastauksia saatiin 70%:lta.



Kartta 14. Viidelle laitokselle kerättävien biomassojen sijainnit suhteessa laitokseen.

Välivarasto	Syötteitä [tonnia]
1. Kaustinen 1 - Puumalantie	97 000
2. Halsua 2 - Kannistontie	46 000
3. Lestijärvi 2 - Änäkkälä	22 000
4. Toholampi 2 - Kirkkotie	90 000
5. Veteli 2 - Räyrinki	76 000

Taulukko 18. Syötteet yhteensä.

Taulukko 19. Envitecpolisin väliraportista poimitut massat tarkemmin taulukoituna.

Syötteet (t)	Kaustinen	Halsua	Lestijärvi	Toholampi	Veteli	Yht.
Lietelanta	79500	33000	18500	76000	75000	282000
Kuivalanta	7800	2300	2000	4500	9500	26100
Peltobiomassat	2700	3200	750	9000	3700	19350
Teollisuuden biomassat						1400
Jätevedenpuhdistamon liete	1450	600		1500		3550
Yht.	91450	39100	21250	91000	88200	332400

Mädätteen kysynnästäkin oli jo alustavat selvitykset. Nestemäistä mädätettä saisi Kaustisen seutukunnan alueelle levitettyä noin 280.000 t ja kuivaa mädätettä noin 50.000 t.

Kaustisen seutukunnan alueella on myös noin 4000 ha turvesoita, joista noin 1200 ha (30%) on mahdollista muuttaa lähivuosina nurmen tuotantoon. Yhdellä korjuulla/satokausi voisi nurmen saanto olla noin 15 t/ha eli tuorepainona noin 18.000 t. Vastaavasti mädätettä näille turvepelloille voisi levittää yli 30.000 t/a. [32]

3.2 Alueellisten järjestelmien mahdollisuus (esim. mikroverkot)

Mikroverkot ovat kantaverkkoa pienempiä paikallisia sähköverkkoja. Ne voivat toimia kantaverkon yhteydessä tai irrallisina saarekkeina, jotka ovat sähkön tuotannon ja siirron suhteen omavaraisia. Mikroverkko on tapa organisoida integroidusti ja älykkäästi ohjaten kohteen energian tuotanto useassa eri yksikössä, varastointi, jakelu ja käyttö kokonaisuutena ja systeemisesti.

Käytännössä toimivia mikroverkkoja on toistaiseksi hyvin vähän, ja pääosin ne ovat kokeilu- ja tutkimusluonteisia. Kuitenkin mikroverkoista odotetaan toimivia ja tehokkaita ratkaisuja erityisesti maaseutumaisen asutuksen kohteisiin, joissa tulevaisuudessa käytetään laajasti uusiutuvaa energiaa. Ne voivat soveltua myös kaupunkiympäristöihin, mutta varsinaiset sovelluskohteet nähdään hajautetun energiantuotannon ja uusiutuvan energian käyttöönoton edistämisessä.

Suomessa lainsäädäntö kuitenkin kieltää herkästi mikroverkon rakentamisen tarkoituksenmukaisessa mittakaavassa, sillä sähköverkkoyhtiöillä on monopoliasema alueellaan. Ei ole esimerkiksi sallittua tuottaa sähköä ja johtaa sitä omia linjoja pitkin naapureille. Niin sanotun sähkön pientuottajan on joko käytettävä tuottamansa sähkö itse tai ohjattava se valtakunnan verkkoon sähköyhtiön kanssa tehdyn sopimuksen mukaisella hinnalla.

Tyypillinen sallittu mikroverkko Suomessa on sähköverkon ulkopuolella olevalla kesämökillä. Järjestelmä tuottaa sähköä yleensä aurinkopaneeleilla ja pienellä tuulivoimalalla. Lämpöä voidaan tuottaa esimerkiksi aurinkolämpökeräimellä tai tulisijalla. Järjestelmä rakennetaan yleensä oman tarpeen mukaan joka tyypillisesti sisältää mökin valaistuksen ja muut pienet tarpeet, kuten kännyköiden ja tietokoneiden latauksen, sekä satunnaisen television katselun.

4. Aluetaloudellinen ja taloudellinen vaikuttavuus

Painopiste tässä Vaasan yliopiston osalta oli aineiston keräämisessä ja koonnissa, eli käytännössä energiapotentiaalin laskennassa, sillä aluetaloudellinen vaikuttavuus on selvitetty tarkemmin Ruralian tekemässä selvityksessä. [15]

Tässä raportissa on pyritty tuomaan esiin niitä eri ratkaisujen tuomia kannattavuusvaikutuksia, joita etenkin materiaalien kuljettamisessa syntyy herkästi. Joitain suuntaa antavia laskennallisia yksikköhintoja voisi kuitenkin nostaa esiin.

Maatilakokoluokan biokaasulaitoksen investointikustannukset on noin 1,5 M€. Tässä tulee herkästi variaatiota riippuen oheislaitteiden määrästä. Isompi teollisen kokoluokan laitos maksaa helposti noin 5M€.

Tuulivoimaloissa investointikustannukset liikkuvat noin 1,4 M€/MW suuruusluokassa, eli yksi 8 MW tuulivoimala kustantaa noin 11 M€. Tässä vaikuttaa kuitenkin edelleen moni muuttuja, joten tämä on vain suuntaa antava suuruusluokka. Voimaloiden lukumäärästä riippumatta joudutaan kuitenkin hankkia muuntoasema ja tehdä jonkin verran uutta sähkölinjaa. Suurin osuus investointihinnasta menee tietenkin tuulivoimalan valmistajalle, mutta asennusvaiheessa merkittävä hyötyjä on myös paikallinen maanrakennusyhtiö. Mursketta ei kannata kuljettaa kovin pitkiä matkoja, joten se on edullisinta hankkia paikalliselta toimijalta. Tieverkostoon ja tuulivoimalan perustuksiin sitä kuluu todella paljon. Kiinteistöveroa kunta saa (sopimuksesta riippuen) noin 36300€/tuulivoimala/vuosi. Tämä arvio perustuu uutiseen, jossa kerrottiin Lestijärvelle rakennettavasta Suomen suurimmasta tuulivoimapuistosta. Toisaalta on kuulunut tietoa myös hieman heikommasta sopimuksesta, jossa kunta on saanut vuotuista kiinteistöveroa voimalasta noin 25000€. Myös maanomistajat saavat maanvuokratuloja tuulivoimayhtiöiltä noin 1800€/ha/a 50m säteellä tuulivoimalasta ja noin 200€/ha/a 51-750m säteellä voimalasta. Hinta perustuu metsän kasvun menetyksestä aiheutuneeseen tappioon. Käytännössä tämä tarkoittaa maanvuokratuloja maanomistajille kyseiseltä alueelta n. 36600€/vuosi/tuulivoimala.

Energian tuotannossa suurimmat vaikutukset aluetalouteen muodostuvat siitä, paljonko toiminnan ylläpito vaatii työvoimaa ja kuinka suuren mittakaavan toiminnasta on kyse. Aurinkopaneelit omakotitalon katolla ei aluetta (esim. kuntaa) pelasta. Tuulivoimalat tuntuu ainakin kunnan kassassa verotuloina. Se näkyy välillisesti myös kuntalaisille elinvoimaisen kunnan mahdollisuuksina tuottaa parempia palveluita. Joku hakelämpölaitos sen sijaan työllistää mm. alueen kuljetusyrittäjiä ja metsureita sekä tuo tuloja metsänomistajille.

Biokaasulaitoksen kohdalla kokoluokka ratkaisee. Maatilakokoluokka ei vielä työllistä alueen asukkaita, mutta teollisen mittakaavan laitoksessa kuljetustoiminta, laitoksen ylläpito, markkinointi yms. nostavat taas päätään ja se vaikuttaa työllisyyden kautta aluetalouteen.

5. Uuden energian muut vaikutukset

5.1 Ympäristövaikutukset

Energiatuotannon vaikutukset ympäristöön ovat hyvin monisyisiä. Riippuu paikasta, jonne energiantuotantolaitos rakennetaan, että mitä sen alle jää ja häviää. Miten laaja on energian tuottamisen vaikutusalue? Kerätäänkö ympäristöstä energialähteitä vai tuottaako laitos itsekseen? Aiheuttaako laitos vaaraa alueen eläimille tai ihmisille? Miten laitos koetaan sosiaalisessa mielessä jne. Tässä kappaleessa on näitä asioita tuotu esiin pintapuoleisesti.

Kuva 5. Tuulivoimaloita Olostunturilla. Kuva: Jouni Kannonlahti

5.1.1 Päästöt ja ilmasto

Hyvin usein energian tuotantolaitoksen rakentamiseen ja/tai käyttöön liittyy jossain määrin metsän raivausta. Se voi olla esimerkiksi puuston poistoa tuulivoimalan rakennuspaikalta tai sitä koskevan tieverkoston alueelta. Vesivoimalaitoksen kohdalla ennen puustoinen alue saattaa jäädä padon nostaman veden alle. Puuta itsessään voidaan käyttää energian lähteenä esimerkiksi polttamalla tai kaasuttamalla. Tällöin puuta kerätään joltain etäisyydeltä laitokseen nähden ja isoissa laitoksissa sitä saatetaan tuoda jopa ulkomailta asti. Puuston menetys uudella hankealueella tai energian lähteenä vähentää metsien hiiltä sitovaa vaikutusta. Toisaalta esimerkiksi peltoalueiden muuttuminen niityiksi

voi jopa vähentää ominaispäästöjä eli tällöin hiilinielu kasvaa. Hiilinielun kasvu on ilmastovaikutusten osalta myönteinen asia ja hiilinielun lasku kielteinen asia. Jonkinlaisina nyrkkiarvoina:

- Kasvillisuus kuten luonnonniityt, pensaikot, varvikot, ovat luonnollisia hiilinieluja (nieluvaikutus 3–6 tCO2eq/ha/v); [33, 34]
- Myös metsämaa toimii yleensä hiilinieluna (nieluvaikutus tyypillisesti 1–7 tCO2eq/ha/v); [35, 34]

5.1.1.1 Vesivoimalaitokset

Vesivoimalan toiminta perustuu siihen, että joessa virtaavalla vedellä on ennen putousta potentiaalienergiaa, joka muuttuu liike-energiaksi veden syöksyessä kosken niskalta alas. Mitä enemmän vettä joessa virtaa, ja mitä korkeampi putous on, sitä suurempi on veden liike-energia.

Vesivoimalaitoksessa veden liike-energia muutetaan sähköksi ohjaamalla vesi luonnonputouksen sijasta voimalan turbiineihin. Turbiinien siivekkeet pyörittävät generaattoreita, jotka puolestaan tuottavat sähköä. Koska vesiputouksissa joen pudotuskorkeus jakautuu tyypillisesti lyhyelle matkalle, on potentiaalienergian talteen ottaminen tehokasta, ja voimalaitosten rakentaminen teknisesti helppoa. Joki padotaan yleensä putouksen kohdalta. Sen tehtävänä on tasata joen luontaisia virtaamavaihteluita ja myös säädellä voimalaan pääsevän veden määrää mm. sähkön kulutushuippujen mukaan. Padon yläpuolelle syntyy suuri seisovan veden massa, joka peittää alleen monesti laajojakin matalia ranta-alueita. Padon alapuoli puolestaan jää herkästi alkuperäistä kuivemmaksi. Juuri padot ovatkin yleensä suurin yksittäinen syy siihen, miksi vesivoimalaitos aiheuttaa merkittäviä ympäristövaikutuksia.

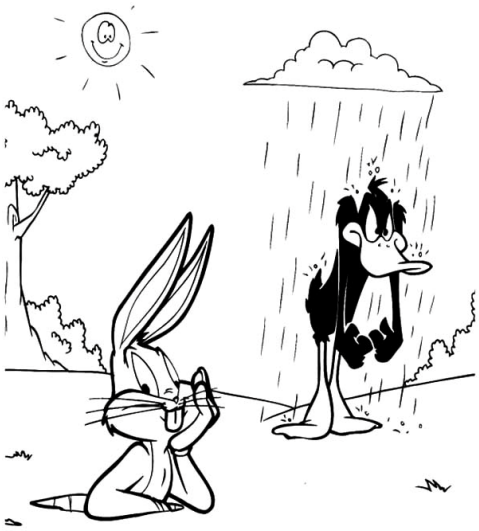
Koska veden virratessa turbiinin läpi ei synny suoria hiilidioksidipäästöjä ilmakehään, kuten fossiilisten polttoaineiden poltossa, niin vesivoimaa markkinoidaan varsinkin energiayhtiöiden toimesta usein "puhtaana" ja päästöttömänä energiana. Vesivoima on siis uusiutuva energianlähde, jota on helppo mainostaa ympäristöystävällisenä energiana, erityisesti ilmastonmuutoksen torjunnan kannalta. Vesivoiman käyttöön liittyy kuitenkin useita ihmiselle ja ympäristölle haitallisia ongelmia. Kun koski tai putous padotaan, katoaa alueelta ensimmäisenä kosken maisemallinen kauneus. Tilalle tulee teollinen maisema, jota hallitsevat voimalinjat ja betonirakenteet kuivan jokiuoman ja tekojärven rinnalla. Tekojärven alle jää yleensä suuria maa-alueita, asuinalueita, erilaisia luonto- ja kulttuuriarvoja. Vesivoiman rakentaminen aiheuttaa usein myös vakavaa haittaa joen omalle ekosysteemille. Etenkin vaelluskalat ovat yksi suurimmista kärsijöistä. Nykyään asiaa pyritään korjaamaan erilaisilla kalatieratkaisuilla padon ohittamiseksi. Vesistöihin valuvat lietteet ja humukset kerääntyvät kuitenkin herkästi padon eteen, joka ajan saatossa heikentää paikallisesti veden laatua.

Suomen jokikilometreistä on tavalla tai toisella rakennettu yli 90 %, siinä missä sähköntuotannosta vain reilut 10 % syntyy vesivoimasta. Sen sijaan esimerkiksi Norjassa vesivoiman osuus sähköntuotannosta on n. 99 % (2001) ja Ruotsissakin n. 45 % (2006), vaikka kummankin maan jokikilometreistä on valjastettu vain pieni osa. [36]

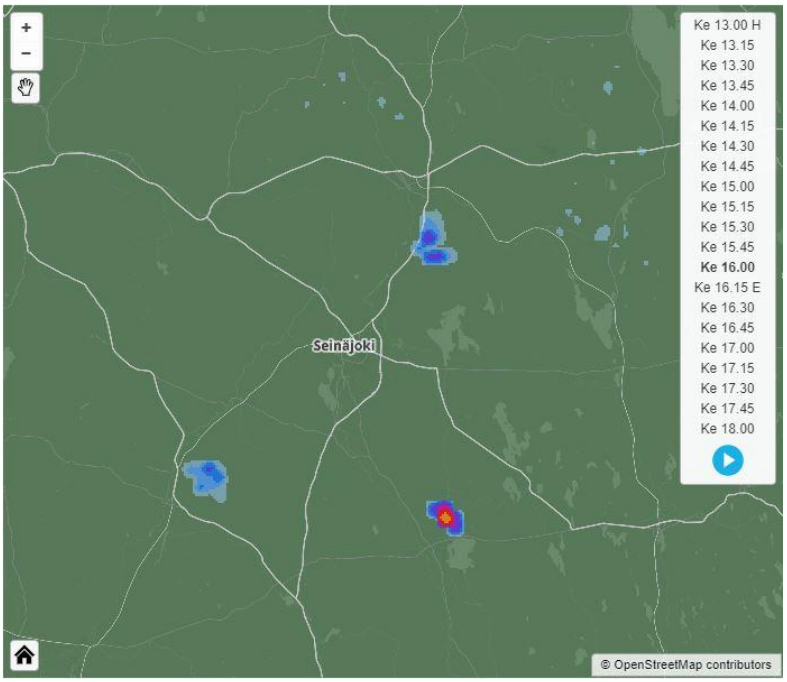
5.1.1.2 Tuulivoimapuistot

Tuulivoimapuistot on päästöjen ja ilmaston kannalta hyvä energiantuotantomuoto, sillä sen aiheuttamat päästöt liittyvät pääosin rakentamisvaiheeseen. Tuotantovaiheessa laitokselle ei kuljeteta mitään, eikä energian tuottamisessa synny mitään päästöjä. Kyse on siis varsin ilmastoystävällisestä energiasta.

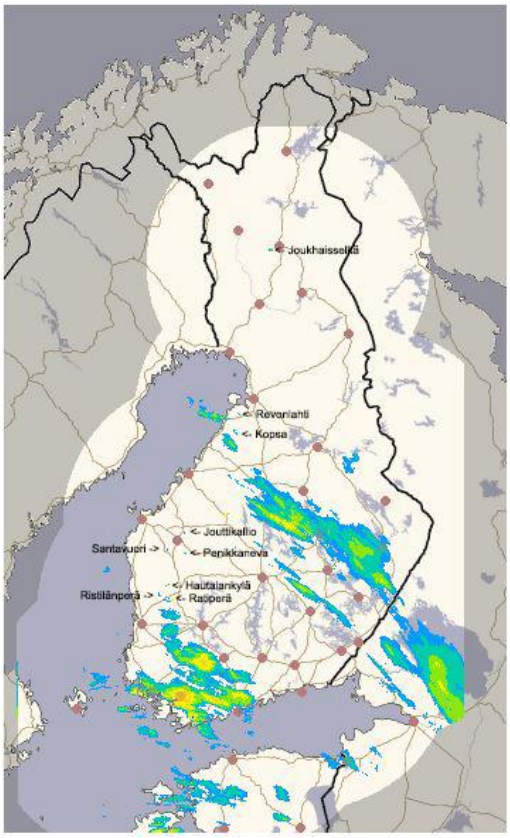
Tuulivoimapuistoilla voi olla kuitenkin mielenkiintoisia vaikutuksia voimala-alueen ilmastoon. Tai oikeastaan asiaa oli syytä tarkkailla tarkemmin ihan paikan päällä. Nimittäin niin ilmatieteenlaitoksen kuin Forecankin sadetutkakartoissa erottuvat monet tuulivoimapuistot pelkästään sadealueiden perusteella paikalleen jämähtäneinä ”Aku Ankka-sadepilvinä”. Samaa ilmiötä esittää kuvassa 6. olevat Väiski Vemmelsääri ja Repe-sorsa. Kartassa 15. on esimerkki Forecan sadetutkakartasta, jossa näyttäisi satavan juuri Jouttikallion tuulivoimapuistossa Lapualla, Santavuoren tuulivoimapuistossa Ilmajoella ja Penikkanevan tuulivoimaloiden luona Peräseinäjoella. Vastaavia esimerkkejä löytää sadetutkakartoilta päivittäin. Ilmatieteenlaitoksen kartassa (Kartta 16.) näkyy koko Suomi ja ainakin 9 tuulivoimapuistoa tuolla ajan hetkellä. Ehkä merkillepantavaa kuitenkin on, että lähellä meren rantaa olevat tuulivoimapuistot eivät näissä kartoissa useinkaan erotu, mutta kauempana mantereella olevat erottuvat.



Kuva 6.

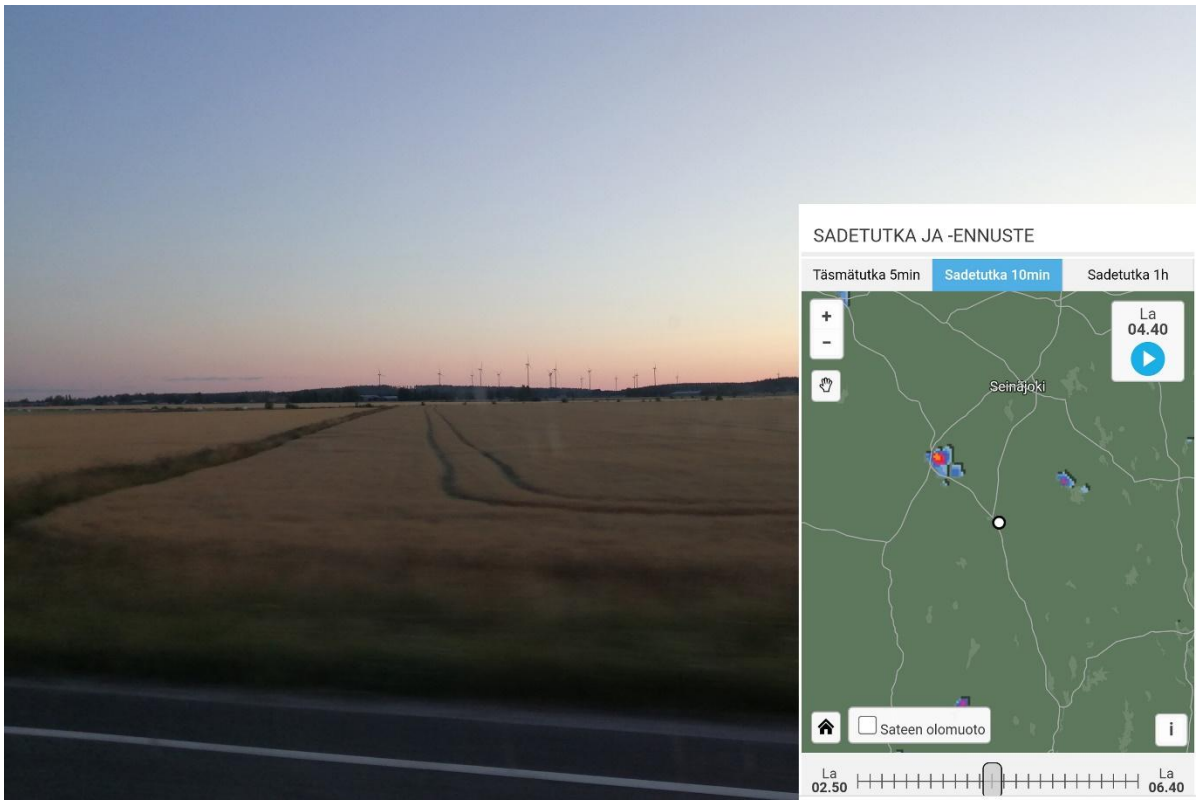


Kartta 15. Ilmajoen, Lapuan ja Peräseinäjoen tuulivoimala Forecan sadetutkakartalla.



Kartta 16. Ilmatieteenlaitoksen koko Suomen sadetutkakuva 11.11.2020 klo.13:00, jossa noinkin karkeasta kartasta erottui ainakin 9 tuulivoimapuistoa. Eri tuntien kohdilta löytyi myös muita, mutta aina joku putoaa pois, kun joitain ilmestyy näkyviin.

Todellisuudessa tuulivoimapuistojen alueella ei sada sen enempää kuin muuallakaan. Totesin sen itse ajaessani Santavuoren tuulivoimapuiston ohi ja tarkastin sadetutkakartan samalla ajan hetkellä. Tilanne näkyy kuvassa 7. Tuulivoimaloilla ei siis ole vaikutusta ainakaan sateen määrään, mutta se aiheuttaa haittaa ilmavalvonnalle, niin säätilan kuin puolustuksenkin kannalta. Tämän vuoksi tuulivoimaloita ei voi sijoittaa kovin lähelle lentokenttiä tai maanpuolustuksen kannalta strategisia kohteita. Jostain syystä tuulivoimapuistot eivät näy sadekartoilla koko ajan, vaan ainoastaan silloin tällöin. Kaikki voimalat eivät näy luultavasti koskaan.



Kuva 7. Santavuoren tuulivoimapuistossa muka sataa, mutta ei sielä silti pilviä ole. Sadetutka on siis erehtynyt luulemaan pyöriviä tuulivoimalan lapoja sateeksi.

Tuulivoimapuistojen suurin ympäristövaikutus kohdistuu pääsääntöisesti alueen metsäluontoon. Tuulivoimaloiden sijoituspaikoilta, voimajohtolinjoilta ja huoltotieverkoston alueelta puusto joudutaan poistamaan ja maaperää muokkaamaan rajusti, jolloin alun perin metsäinen ympäristö häviää ja pirstaloituu. Elinympäristövaatimuksiltaan vaateliaimmat lajit häviävät ja sopeutuvaistenkin lajien populaatiot herkästi pienentyvät. Tilalle tulee luultavasti joitain lajeja, joita siellä ei aikaisemmin ollut, mutta kokonaisuutena biodiversiteetti joka tapauksessa heikentyy. Muita tuulivoimaloiden ympäristövaikutuksia ovat mm. maisemallinen haitta, meluhaitta, lintujen ja lepakoiden törmäysriski.

5.1.1.3 Aurinkoenergia

Aurinkoenergian kerääminen ei aiheuta päästöjä, eikä vaikuta negatiivisesti ilmastoon. Kuten tuulivoimankin kohdalla aurinkoenergian negatiiviset ympäristövaikutukset kohdistuvat lähinnä laitteistojen tuotantoon ja loppusijoitukseen sen jälkeen, kun se on mennyt epäkuntoon tai sen käytöstä luovutaan muusta syystä. Tärkein valosähköisten kennojen raaka-aine on pii. Pii on puolimetalli, joka on maankuoren toiseksi yleisin alkuaine. Aurinkosähkölaitteistojen valmistuksessa tarvitaan paljon muitakin maaperästä louhittavia materiaaleja, kuten alumiinia, kuparia ja rautaa, joten kokonaisuudessaan niiden valmistus aiheuttaa melko korkeita päästöjä. Materiaalitehokkuudella ja suurtuotannolla päästöt yksikköä kohti jäänevät kuitenkin inhimilliselle tasolle. Valitettavasti kaikella ihmisten tekemisillä on nykyään merkittäviä ympäristövaikutuksia. Etenkin jos kaiken miettii joka asian elinkaarena raaka-aineesta tuotteeksi, tuotteen käyttöiän ja sen loppukäsittelyn. Pelkästä yksittäisen ihmisen kaupassa käymisestäkin tulee loppupeleissä aika iso osa ympäristövaikutuksien ketjua. Siis jos aloitetaan kaupasta hankittujen tuotteiden ja niiden pakkausmateriaalien valmistuksen raaka-aineiden tuotannosta jne. Aurinkopaneeli on kuitenkin loppupeleissä varsin pitkäikäinen ja kestävä tuote moneen muuhun verrattuna. Kuultuina kokemuksina tyhjiöputkiratkaisulla toteutettujen aurinkolämpökeräimien kestävyys ei ole kuitenkaan erityisen hyvä. Tyhjiöputket rikkoutuvat herkästi ja niiden asennustelineetkin ovat varsin heppoisia.

5.1.1.4 Biokaasu

Biokaasua syntyy ihan itsestään eloperäisen aineksen maatuessa hapettomissa olosuhteissa. Muodostuva metaani on ilmaston kannalta huono asia, mutta talteen kerättynä se on nykyisiä fossiilisia polttoaineita merkittävästi ympäristöystävällisempi polttoaine. Kuitenkin se prosessi, että syötteet saadaan reaktoriin ja mädätteet maastoon – aiheuttaa helposti paljon päästöjä. Pienet maatilakokoluokan laitokset eivät periaatteessa muuta tilan päästöjä ainakaan huonommaksi, jos lietteiden siirto reaktoriin tapahtuu automaattisesti ja mädäte kuljetetaan pelloille samalla tapaa kuin tehtäisiin ilman biokaasulaitostakin. Laitoksen valmistuksen aiheuttamat päästöt voidaan ajatella kompensoituvan sillä, että laitos tuottaa käytettäväksi puhtaampaa polttoainetta, kuin mitä muuten jouduttaisiin käyttämään. Isoissa laitoksissa, joihin jakeita kuljetetaan kumipyörillä kymmenien kilometrien säteellä – aiheuttaa päästöjä ja myös kustannuksia. Päästöjä ei siis niinkään lisää laitoksen koko – vaan se, että toiminnan ylläpitäminen vaatii raaka-aineiden kuljettamista laitokseen ja sieltä pois pidempiä matkoja.

5.1.1.5 Vety

Vety on jaksollisen järjestelmän ensimmäinen alkuaine. Sen kemiallinen merkki on H. Normaalissa ilmanpaineessa huoneenlämmössä vety on väritön, hajuton ja mauton, tulenarka, ilmaa huomattavasti kevyempi kaasu, joka esiintyy luonnossa kaksiatomisina molekyyleinä (H_2). Tunnetuin vety-yhdiste on vesi, jonka molekyylikaava on H_2O. Keveydestään huolimatta vesi esiintyy huoneenlämpötilassa nesteenä, mikä johtuu vesimolekyylien välisistä vetysidoksista.

Polttokennoilla voidaan muuntaa vedyn sisältämä kemiallinen energian sähkö- ja lämpöenergiaksi. Polttokenno koostuu positiivisesta katodista ja negatiivisesta anodista, joita yhdistää elektrolyytti.

Polttokennoon syötetään vety- ja happikaasuja, jolloin vetymolekyylit kulkeutuvat anodille ja happiatomit katodille ja kennossa tapahtuva energiaa vapauttava kokonaisreaktio on: $2\ H_2 + O_2 \rightarrow 2\ H_2O$

Elektrolyytti vaikuttaa polttokennon toimintalämpötilaan ja hyötysuhteeseen, ja polttokennot voidaan jakaa ryhmiin elektrolyytin mukaan, kuten alkali-, sulakarbonaatti-, fosforihappo-, protoninvaihto- ja kiinteäoksidipolttokennoihin. Protoninvaihtopolttokenno on osoittautunut lupaavimmaksi autojen energianlähteenä. Suurimmat ongelmat yleistymiselle liittyvät kustannuksiin ja polttokennojen kestävyyteen. Polttokennojen korkea hinta johtuu suurelta osin siitä, että katalyyttinä käytetään platinaa.

Biometaaniakin voisi jatkojalostaa vedyksi. Metaanissa (CH_4) on siis yksi hiili ja neljä vetyatomia. Näin ollen metaanista täytyisi saada poistettua hiiliatomi, saadakseen vetyä.

Vetyä valmistetaan teollisuudessa usealla tavalla. Yleisimmät tavat on valmistaa maakaasusta tai maaöljystä sekä vesihöyrystä katalyytin (usein nikkeliä) läsnä ollessa. Reaktiossa syntyy hiilimonoksidia ja vetyä, ja se tapahtuu 800–1 000 °C:n lämpötilassa ja 10–50 bar paineessa. Suurin osa teollisesti tuotetusta vedystä valmistetaan tällä tavoin metaanista.

- maakaasu (metaani) $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$
- maaöljy $C_{12}H_{26} + 12H_2O \rightarrow 12CO + 25H_2$

Toinen tapa on johtaa hehkuvan hiilen joukkoon vesihöyryä, jolloin syntyy hiilimonoksidin ja vedyn seos, niin kutsuttua vesikaasua: $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$

Vety voidaan myös erottaa vesikaasusta tai vesikaasu johtaa katalyyttiä sisältävän putken läpi noin 400 °C:n lämpötilassa. Putkessa hiilimonoksidi reagoi vesihöyryn kanssa, jolloin muodostuu vedyn ja hiilidioksidin seos: $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$

Vetyä muodostuu myös maaöljyn sisältämien hiilivetyjen krakkauksessa, eli pitkäkestoisten hiilivetyjen kemiallisessa pilkkomisessa. Lisäksi muodostuu alkuaine hiiltä.

Vetyä voidaan valmistaa myös vedestä elektrolyysillä

- Anodireaktio: $4[OH]^- \rightarrow O_2 + 2H_2O + 4e^-$
- Katodireaktio: $2[H_3O]^+ + 2e^- \rightarrow H_2 + 2H_2O$
- Yleisesti: $[OH]^- + [H_3O]^+ \rightarrow O_2 + 2H_2$

[37]

Vedyn yleisin valmistustapa on nykyään maakaasun höyryreformointi. Siinä vedyn ja hiilen väliset kemialliset sidokset rikotaan, ja hiili hapetetaan hiilidioksidiksi, joten reaktion tuotteena saadaan vetyä ja hiilidioksidia. Reformoinnissa voidaan käyttää myös biometaania, jolloin hiilen kiertokulku on periaatteessa suljettu. Lähtöaineeksi soveltuvat myös metaania raskaammat hiilivedyt, mutta silloin hyötysuhde on huonompi ja hiilien päästöt suuremmat tuotettua vetymäärää kohden.

Vetyä voidaan valmistaa myös kaasuttamalla kiinteää biomassaa ja erottamalla vety tuotekaasusta. Tuotekaasun runsaista epäpuhtauksista johtuen tällä tavoin valmistetun vedyn puhtausaste on kuitenkin melko huono, ja tekniikka vaatii vielä paljon kehittämistä.

Puhtainta vetyä saadaan hajottamalla vettä vedyksi ja hapeksi elektrolyysissä sähköenergian avulla. Reaktio on periaatteessa sama kuin polttokennossa, mutta käänteinen. Suuren sähkönkulutuksen vuoksi tuotetun vedyn hinta on kuitenkin paljon korkeampi kuin kemiallisilla tuotantotavoilla.

Tulevaisuudessa voi olla mahdollista valmistaa vetyä hajottamalla vettä lämpökemiallisissa prosesseissa käyttäen hyväksi ydin- tai aurinkoenergialaitosten korkeaa lämpötilaa. Myös biologinen tuotanto, jossa käytetään leviä ja bakteereita, on tutkimuksen kohteena.

Vedyn varastointi on haasteellista. Vedyn energiasisältö massayksikköä kohden on erittäin hyvä, lähes kolminkertainen bensiiniin ja dieselöljyyn verrattuna. Pienen tiheyden takia tilavuuteen suhteutettu energiatiheys on kuitenkin erittäin huono. Siksi vedyn varastoinnissa kaasumaisena on käytettävä erittäin korkeaa painetta; nykyisin jopa 700 bar on käytössä. Vetysäiliössä yhdistyy tiivis, teräksestä valmistettu sisäsäiliö ja hiilikuitukomposiitista tehty ulkovaippa, joka kantaa paineen aiheuttamat voimat.

Vaihtoehtoisesti vety voidaan muuttaa nestemäiseen olomuotoon jäähdyttämällä se -253 °C lämpötilaan. Nesteytetyn vedyn säilöissä on myös kaksikuorinen rakenne, jossa kuorten välissä on tehokas lämpöeristys. Tällainen säiliö vaatii käytännössä jatkuvaa jäähdyttämistä, muuten vety muuttuu takaisin kaasuksi. Siksi nestevety soveltuu parhaiten autoihin, jotka ovat jatkuvassa käytössä.

Kolmas tapa vedyn varastoinnissa on sitoa vety esimerkiksi metallihydrideihin, mutta kaupallisia sovelluksia siitä ei vielä ole. Tämäkin varastoimismuoto johtaa verrattain painavaan säiliöön, koska parhaatkaan hydridit eivät kykene sitomaan vetyä kuin alle 10 % omasta massastaan. Hydridi on toisaalta luonnostaan turvallisin varastointimuoto, sillä siitä vety ei vuoda itsekseen, vaan hydridiä on lämmitettävä, jotta vety vapautuisi. Vety tarjoaa kuitenkin akkuja paljon paremman energiatiheyden sähkön varastoimiseen. Siksi autoteollisuus on ryhtynyt aktiivisesti kehittämään polttokennoautoja.

Vedyn ympäristöystävällisyys riippuu sen valmistustavasta. Vedyn ”hiilijalanjälki” on täysin tuotannosta riippuva. Jos valmistuksessa käytetään sähköä, joka on tuotettu ilman hiilipäästöjä (vesi-, tuuli-, aurinko- tai ydinvoimalla), on vety hiilineutraalia. Biomassasta tuotettuna vety on periaatteessa hiilivapaata, ja fossiilisista raaka-aineistakin valmistettu vety voi olla melko hiilineutraalia, jos tuotantolaitos varustetaan hiilidioksidin talteenotolla (Carbon Capture and Storage, CCS). [38]

Woikoski on valmistanut vetyä Suomessa jo vuodesta 1913 alkaen. Vetyä voidaan tuottaa höyryreformoimalla bio- tai maakaasusta, tai elektrolyysimenetelmällä ionipuhdistetusta vedestä. Vetyä syntyy myös kemianteollisuuden prosesseista sivutuotteena, jonka talteenoton sekä käsittelyn lopputuotteena saadaan puhdasta vetyä. He ovat lanseeranneet myös vedyn tankkausaseman ja ottaneet hiljattain käyttöön nykyaikaiset komposiittitekniikkaan perustuvat 300 baariset vedyn kuljetukseen soveltuvat kuljetusyksiköt, jotka mm. mahdollistavat ns. sivutuotevedyn kustannustehokkaan kuljetuksen. [39]

Vedyn kuluttajahinta on tällä hetkellä noin 9-10 €/kg, mutta uudet vetyautot maksavatkin sitten lähemmäs 100000€. [40]

5.1.2 Melu

5.1.2.1 Biokaasu

Kaikkein meluisinta energian tuotantoa on sellaiset laitteet, joissa on liikkuvia osia. Biokaasun tuotannossa pyörii erilaisia sekoittimia ja pumppuja aiheuttaen laitosalueella inhimillistä vähäistä melua. Lisääntynyt liikenne syötteiden ja mädätteiden kuljettamiseksi on kuitenkin laajempi melun lähde ja vaikuttaa siten huomattavan laajalle alueelle.

5.1.2.2 Tuulivoima

Tuulivoimaloiden melusta on olemassa monia tutkimuksia. Ne ovat paikallisia ja kuuluvat enimmillään joitain kilometrejä. Melu on heikko, mutta sen taajuus on sellainen, että sen voi kokea sopivissa oloissa häiritseväksi vielä melko etäälläkin. Ympäristömelun yleisimpiä haittoja ovat häiritsevyys ja unen häiriintyminen. Nämä haitat ovat samoja riippumatta melun lähteestä. Tuulivoimalat tuottavat laajakaistaista ääntä, joka sisältää myös pieniä taajuuksia ja infraääntä. Infraääni tarkoittaa hyvin pienitaajuista eli matalaa ääntä, jonka taajuus eli värähtelyjen lukumäärä sekunnissa on alle 20 Hz. Infraääntä esiintyy yleisesti kaikkialla luonnossa ja rakennetussa ympäristössä yhdessä kuultavan äänen kanssa. Infraääni on yleensä kuulokynnyksen alapuolella.

Tuulivoimaloiden aiheuttamaa infraääntä on viime vuosina ehdotettu tuulivoimaloiden mahdollisten terveyshaittojen aiheuttajaksi. Osa tuulivoimatuotantoalueiden läheisyydessä asuvista henkilöistä on kertonut monenlaisista elämänlaatua heikentävistä oireista, jotka he ovat itse yhdistäneet tuulivoimaloiden infraääneen. Yleisimpiä heidän kuvaamiaan oireita ovat päänsärky ja muut säryt, pahoinvointi, huimaus, uupumus, paineen tunne korvassa, tinnitus, korkea verenpaine ja rytmihäiriöt. [41]

Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 on tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista. Asetuksen mukaisilla ohjearvoilla pyritään varmistamaan, että tuulivoimalat ja asutus ovat riittävän etäällä toisistaan eikä melusta aiheudu ihmisille terveyshaittaa tai merkittävää muuta ympäristön pilaantumista. Näin kunnissa on nykyistä helpompi kaavoituksella ohjata voimaloiden sijoittumista. Ohjearvoja sovelletaan maankäytön ja rakentamisen suunnittelussa sekä maankäyttö- ja rakennuslain sekä ympäristönsuojelulain mukaisissa lupamenettelyissä ja valvonnassa.

Jatkossa pysyvän asutuksen, loma-asutuksen, hoitolaitosten sekä leirintäalueiden tuulivoimamelun päiväajan ohjearvo on 45 desibeliä ja yöajan 40 desibeliä. Oppilaitosten ja virkistysalueiden alueille säädetään 45 desibelin päiväajan ohjearvo. Kansallispuistoja koskee sekä päivä- että yöajalla 40 desibelin ohjearvo. Asetuksen mukaiset ulkomelun ohjearvot ovat vuonna 1992 valtioneuvoston antamia ohjearvoja tiukemmat. [42]

Äänen voimakkuutta mitataan desibeliasteikolla (dB), jonka asteikko on logaritminen. Äänen teho on verrannollinen äänenpaineen neliöön, äänenpaineen kasvaminen kymmenkertaiseksi vastaa äänen tehon satakertaistumista eli kahdenkymmenen desibelin (2 belin) nousua. Äänenpaineen satakertaistuminen vastaa äänenvoimakkuuden 40 dB kasvua ja äänenpaineen tuhatkertaistuminen 60 dB kasvua.

$$\mathrm{dB} = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{\text{mitattu teho}}{\text{vertailuteho}}\right)$$

Kaava 2. Äänen voimakkuuden laskukaava [43]

Tuulivoimaloiden käyttööäni on rakennusmelua merkittävämpää, sillä sitä syntyy koko tuulivoimapuiston toiminnan ajan silloin, kun tuulen nopeus ylittää 4m/s. Alue, jolla tuulivoimaloiden ääni voi ylittää 45 dB:n rajan, jää noin 500 metrin etäisyydelle voimalapaikoista. 40 dB:n raja on noin kilometrin etäisyydellä voimaloista. [44]

Voimajohtolinjoistakin kuuluu ajoittain melua. Kyse on johtimien tai eristimien pinnalla ilmenevästä koronapurkauksista, jotka kuuluvat sirisevänä äänenä. Ilmiön aiheuttaa ilman ionisoituminen johtimien, eristimien tms. pintojen läheisyydessä ja sitä esiintyy lähinnä 400 kilovoltin jännitetasolla. Koronan synnyttämä ääni on voimakkaimmillaan kostealla säällä tai talvella, jolloin johtimiin muodostuu huurretta. Koronapurkauksen välttäminen täydellisesti on käytännössä lähes mahdotonta. Koronan aiheuttama ääni ei ylitä melun ohjearvoja, mutta ääni voidaan kokea voimajohdon välittömässä läheisyydessä häiritsevänä. Ilmiö on ajoittainen ja sääolosuhteisiin sidonnainen. [45]

5.1.2.3 Aurinkoenergia

Aurinkopaneelien tai aurinkolämpökeräimien toiminnasta ei aiheudu mitään melua, ellei joissain oloissa tuuli aiheuta tukirakenteissa kuten avoimissa putken päissä tai vastaavissa ujeltavaa ääntä. Melua aiheutuu vain tuotteiden valmistuksessa ja asennuksessa.

5.1.2.4 Vesivoima

Vesivoimalaitoksista ei yleensä aiheudu mainittavaa melua, sillä turbiinit ovat syvällä patorakenteiden sisällä. Rakenteesta riippuen tavallista reippaampi veden juoksutus esim. kevättulvien aikaan aiheuttaa toki kohinaa, mutta kohinaa kuuluisi tietenkin myös silloin, jos voimalaitoksen sijaan paikalla olisi edelleen luonnontilainen koski.

5.1.3 Maisema

Uusiutuvan energian tuotantomuodoista kaikki vaihtoehdot vaikuttavat maisemaan. Toiset enemmän ja toiset vähemmän. Tuulivoimaloiden näkyvyys maisemassa on varmasti kauaskantoisin, sillä liki 200 metriä korkealla pyörivät lavat näkyvät kauas. Ne siis vaikuttavat maisemaan niin läheltä kuin kaukaakin katsottuna. Erityisesti merellä liikuttaessa rannikon tuulivoimalat näkyvät kymmenien kilometrien päähän. Maapinta-alaa ne muokkaavat kuitenkin varsin maltillisesti. Mahdollinen uusi tieverkosto voimaloiden välillä, sekä voimajohtolinjat pirstaloivat maisemaa. Maaperän muokkaus luo myös erilaisia ympäristöstään poikkeavia biotooppeja toisenlaisten lajien tarpeisiin. Kenties osana maiseman kokemista voidaan mainita myös auringonvalon välke, jota syntyy auringon paistaessa sopivalta korkeudelta tuulivoimalan takaa suhteessa katsojaan nähden. Useissa maissa on annettu raja-arvoja tai suosituksia hyväksyttävän välkevaikutuksen määrästä lähimpiin asutuksiin nähden. Raja-arvot vaihtelevat noin 8-10 h/a välillä.

Vastavuoroisesti aurinkoenergian kerääminen suuressa mittakaavassa peittää alleen suuria alueita. Niitä voidaan asentaa myös rakennuksien seiniin ja katoille, mikä muuttaa rakennetun ympäristön ulkonäköä. Matalan rakenteensa vuoksi ne eivät kuitenkaan näy kauas maasta katsojan silmin.

Lintuperspektiivistä suuri aurinkopaneelikenttä kuitenkin erottuu ympäristöstä. Aurinkoenergian keräämiseen suuressa mittakaavassa sopii esimerkiksi vanhat turvetuotantoalueet. Ne sijoittuvat pääsääntöisesti sivuun ihmisten tavanomaisilta liikkumisalueilta, jolloin esteettisen haitan aiheuttama vastustus on vähäistä. Luontoarvoiltaan alue on jo ihmistoimin kaluttu, jolloin muutos turvetuotantoalueesta aurinkoenergian tuotantoalueeksi ei ole luontoarvoiltaan ja maisemaltaan erityisen merkittävä.

Biokaasun tuotanto on ulkonäöltään tehdasmaista ja rajoittuu nopeasti katsottuna pienelle alueelle. Käytännössä kokonaisuus on kuitenkin varsin hajautettua ja integroitua alueen maatalousympäristöön. Raaka-aineina käytetään pääsääntöisesti maatalouden sivuvirtoja, kuten lantaa ja vihermassaa. Siihen kelpaa myös monet muut biomassajakeet. Erilaisten massojen saatavuutta voidaan muokata mm. viljelyn keinoin. Maaperän muokkaus esimerkiksi metsästä pelloksi muuttaa maisemaa. Lisääntynyt liikenne maatalouksien ja biokaasulaitoksen välillä vaikuttaa maisemakokemukseen.

Vesivoiman rakentaminen puolestaan muuttaa maisemaa, niin padon osalta, kuin padon yläpuolelle veden nousemisen myötä muokkautuvan maiseman muodossa. Padon alapuolella veden juoksutusnopeus vaikuttaa maisemaan, mutta niin käy myös vapaasti virtaavissa joissa kevättulvien aikaan ja rankkasateiden jälkeen, joten muutos ei ole niin suuri.

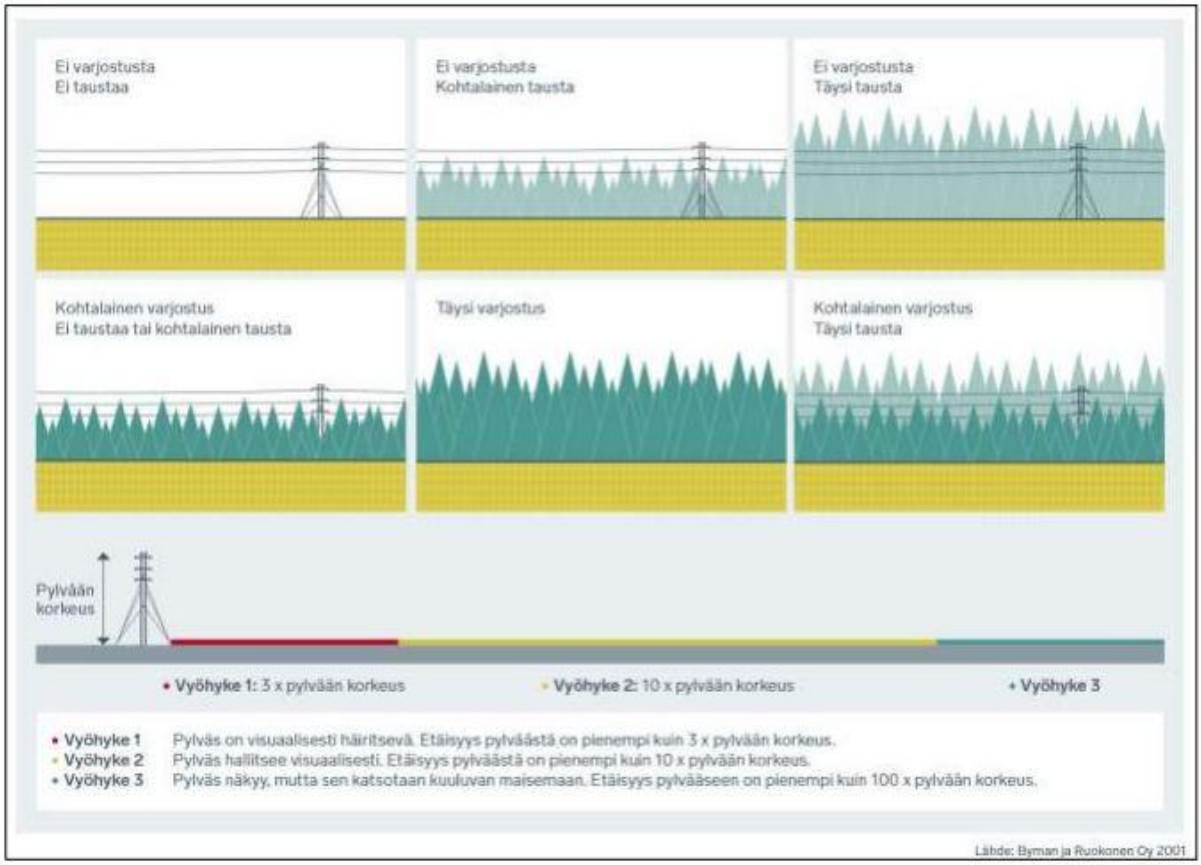
5.1.3.1 Voimajohtolinjojen vaikutukset ympäristöön

Kaikenlaisista voimalaitoksista johdetaan tuotettu sähkö valtakunnanverkkoon sähkölinjoja pitkin. Niitä on eri kokoisia ja ne voidaan toteuttaa joko ilmajohtoina tai maakaapeleilla.

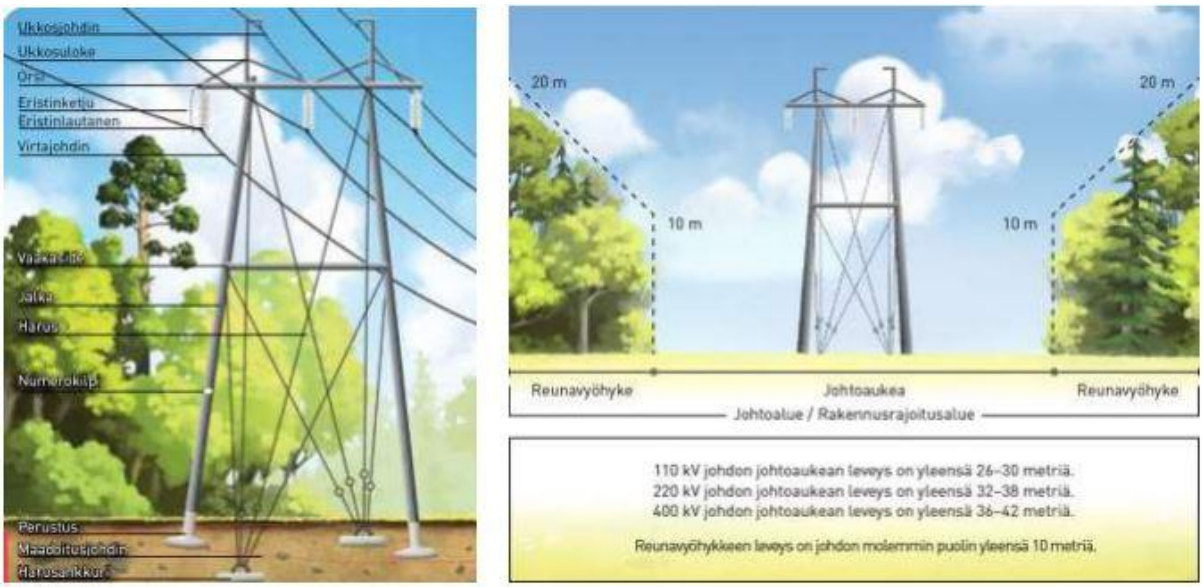
Voimajohdon rakentaminen aiheuttaa muutoksia lähinnä johtoaukeilla, sekä niihin rajoittuvissa metsä- vesistö- ja suoekosysteemeissä. Kasvillisuudessa tapahtuvat muutokset ovat suurimmillaan heti rakentamisen jälkeen, jolloin puuston raivauksen ja maanpinnan rikkoontumisen seurauksena vapaan kasvutilan osuus lisääntyy ja kilpailuolosuhteet muuttuvat. Käsitellyn alueen pinta-ala ja muoto vaikuttavat alueen ja reunavaikutuksen kautta sitä ympäröivien kasvupaikkojen pienilmastoon eli valoisuuteen, lämpötilaan ja sen vaihteluihin, maaperän kosteuteen, ravinteiden saatavuuteen sekä tuulisuuteen. Puuttomaksi muuttuneen voimajohtoalueen ympäristöoloista hyötyvät kilpailijat ja pioneerilajit, jotka valtaavat johtoaukean nopeasti.

Voimajohtolinjojen tarvitseman johtoaukean leveys vaihtelee 26 – 42m välillä per linja. Monesti linjoja joudutaan tekemään paikoitellen myös rinnakkain, jolloin johtoaukean leveys voi olla myös paljon suurempi. Tästä syystä sähköverkkoyhtiöillä on alueellaan monopoliasema, jotta rinnakkaisten linjojen määrä pysyisi mahdollisimman vähäisenä. Johtoaukean leveyttä ja muotoa on esitetty havainnekuvassa 9. ja korkeutta havainnekuvassa 10.

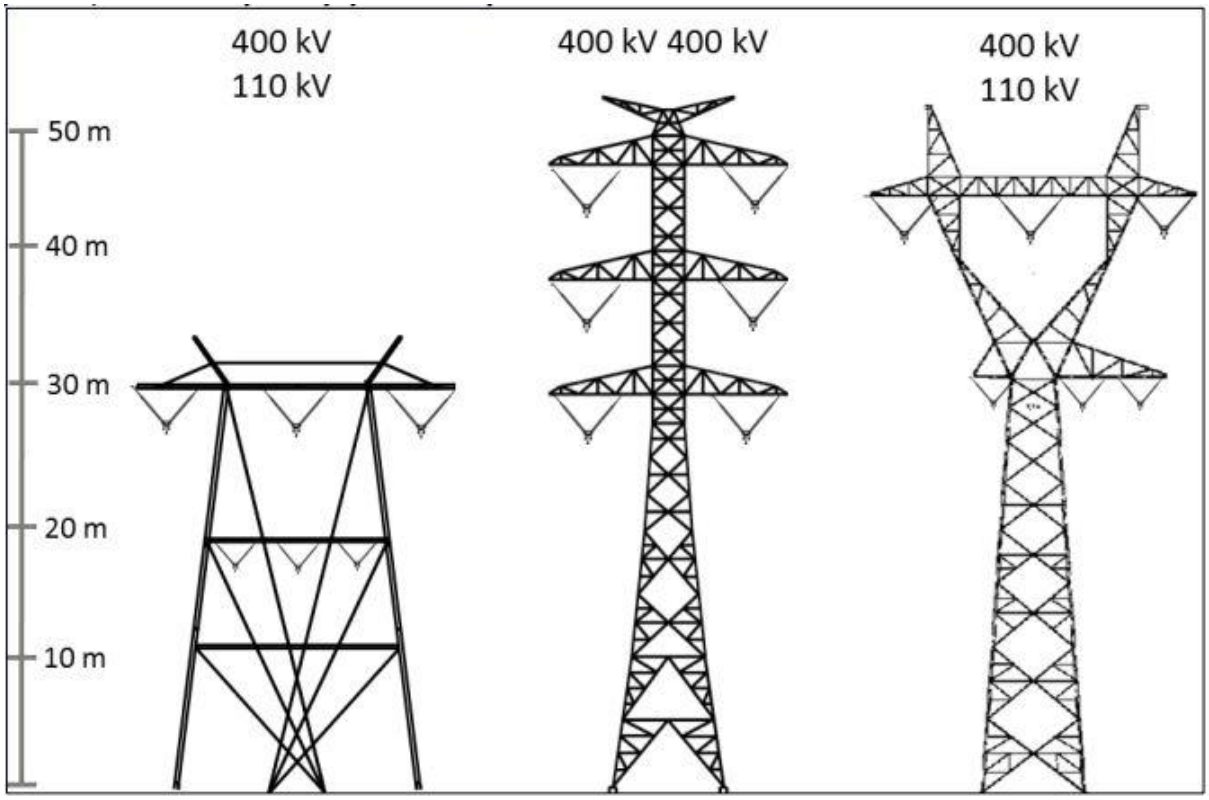
Voimajohtojen näkyvyys riippuu ympäröivästä puustosta ja maaperän korkeuseroista. Vaikutusta on havainnollistettu kuvassa 8.



Kuva 8. Voimajohdon näkyvyyteen vaikuttavia tekijöitä (Maisema-arkkitehdit Byman ja Ruokonen Oy 2001). [46]



Kuva 9. Voimalinjan rakenne ja johtoaukean leveys. [45]



Kuva 10. Yhteispylvästyyppejä. Vasemmalla 400+110 kilovoltin harustettu portaalipylväs, keskellä kahden 400 kilovoltin voimajohdon "Tannenbaum"-pylväs ja oikealla 400+110 kilovoltin Y-pylväs.

Ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia voi syntyä voimajohdon koronamelusta, sähkö- ja magneettikentistä, maiseman muutoksesta sekä voimajohtojen koetuista terveysvaikutuksista.

5.1.3.2 Yleistä sähköstä ja sähkömagnetismista

Voimajohdon sähkövaraus synnyttää ympärilleen sähkökentän, joka riippuu johdon jännitteestä. Voimajohtojen sähkökentän voimakkuuden yksikkö on kilovolttia (1 000 volttia) metriä kohden (kV/m). Sähkökentän voimakkuus on 400 kilovoltin voimajohdolla suurimmillaan johtoalueella johtimien alla. Sen voimakkuus laskee nopeasti johdosta etäännyttäessä. Puut, pensaat sekä talojen rakenteet vaimentavat sähkökenttää tehokkaasti, eikä sähkökenttä etene rakenteiden läpi, kuten rakennusten sisään. Maaperän johtavuudella ei ole käytännön merkitystä sähkö- tai magneettikentän muodostumiseen voimajohdoilla, mutta suunniteltaessa johdon maadoituksia maaperän johtavuus on merkittävä mitoitustekijä. Sähkövirta puolestaan aiheuttaa voimajohdon tai laitteen läheisyyteen magneettikentän, jonka voimakkuus vaihtelee kuormitusvirran mukaan. Se liittyy sähkön käyttöön oleellisena fysikaalisena ilmiönä. Magneettikentän suuruutta kuvataan magneettivuon tiheydellä, jonka yksikkö on tesla (T). Käytännössä magneettivuon tiheydet ovat suuruudeltaan sellaisia, että käytetään yksikköä mikrotesla (µT), eli teslan miljoonasosa. Magneettikenttä on suurimmillaan maan pinnalla johtimien riippuman alimmassa kohdassa. Magneettikenttä tunkeutuu epämagneettisesta materiaalista tehtyjen esteiden läpi. Metallilevyillä tms. rakenteilla voidaan jonkin verran pienentää magneettivuon tiheyttä.

Euroopan unionin neuvosto on antanut suosituksen (1999/519/EY) väestön sähkömagneettisille kentille altistumisen rajoittamisesta. Suositusarvot väestön sähkömagneettisille kentille altistumisen rajoittamisesta ovat sähkökentän osalta 5 kV/m ja magneettikentän osalta 100 µT. [45]

5.1.4 Luonnon monimuotoisuus

Samalla kun energian tuotantoa varten tavalla tai toisella muokataan maisemaa, niin se vaikuttaa samalla suoraan myös luonnon monimuotoisuuteen. Se sisältää kaiken elollisen eliö- ja kasvilajiston sekä elottoman maaperän. Tasalaatuisen ympäristön muuttaminen monipuolisemmaksi muuttaa myös siellä viihtyvän lajiston monimuotoisemmaksi, vaikka se vähentääkin samalla sen alkuperäisen ympäristön eliöstön tilaa. Vasta kun alkuperäinen ympäristö käy liian pieneksi, niin sen lajiston kynnysarvo tulee vastaan ja lajit alkavat hävitä. Ympäristön muuttuessa kokonaan – muuttuu myös alueen lajisto kokonaan. Lajisto on sitä monimuotoisempi mitä paremmat elinmahdollisuudet niille on annettu. Mikään tasalaatuinen, etenkään tehoviljelty ympäristö ei luo edellytyksiä eliöstön monimuotoisuudelle. Metsäsaarekkeinen kulttuuriympäristö puolestaan voi olla hyvinkin monimuotoinen. Metsäsaarekkeen lajisto voi olla pinta-alaan nähden jopa poikkeuksellisen korkea ja tiheä suhteessa laajempaan metsämaahan.

Energian tuotannossa pitäisi kaiken perustana olla monimuotoisuuden säilyttäminen. Ei ole järkevää tehdä laitosta, joka nielee ympäriltään kaikki metsät nopeammin kuin ne ehtivät uusiutua. Metsä ei ole myöskään metsä, jos se on vain tehoviljeltyä puupeltoa. Metsää pitäisi osata korjata harventamalla siten, että elämisen mahdollisuudet metsässä säilyvät. Asia tunnetaan myös nimellä jatkuva kasvatus. Metsän raivaaminen pelloksi tuhoaa yleensä enemmän kuin antaa. Molempia kuitenkin tarvitaan.

5.1.5 Vaikutukset maaperään, sekä pinta ja pohjavesiin

Uusiutuvan energian hankkeiden vaikutukset maa- ja kallioperään rajoittuvat pääasiassa voimalaitoksen ja sen perustusten, huoltoteiden ja voimajohtojen rakentamisvaiheeseen. Maaperän muokkaustyöt lisäävät väliaikaisesti muokattavan maaperän eroosiota, mikä saattaa lisätä pintavesiin kohdistuvaa valuntaa ja kiintoaineskuormitusta. Se voi vaikuttaa väliaikaisesti myös pohjaveden laatuun. Uudet tielinjat saattavat myös toimia vedenjakajina ja muuttaa virtauksien reittejä. Valuma-alueelle rakentaminen lisää myös läpäisemättömän pinnan osuutta, mikä puolestaan vähentää sadeveden imeytymistä maaperään ja lisää pintavalunnan määrää.

Useimmissa laitoshankkeissa tarvitaan myös huomattavia määriä kalliomursketta, joka on useimmiten louhittu jostain lähiseudulta. Tämä on tietenkin myös otettava huomioon osana kokonaisuutta. Esimerkiksi yhden tuulivoimalan perustuksiin ja pystytyspaikalle tarvitaan noin 4000m^3 erilaisia murskeita ja myös rakennettavaan tieverkostoon kuluu huomattavia murskemääriä.

Mikäli rakentaminen sijoittuu happamille sulfaattimaille – voi maaperässä luontaisesti esiintyviä rikkipitoisista sedimenteistä vapautua hapettumisen seurauksena happamuutta ja metalleja maaperään ja vesistöihin. Happamat sulfaattimaat ovat yleensä savea, hiesua tai hienoa hietaa ja usein myös liejupitoisia. Happamoituminen aiheuttaa ongelmia maatalouden tuottavuuteen ja kasvillisuuden monimuotoisuuteen, pohjaveden pilaantumista sekä teräs- ja betonirakenteiden syöpymistä rakentamisessa. Happamilla sulfaattimailla on myös yleisesti heikot geotekniset ominaisuudet.

5.1.6 Linnusto

Nykyisillä uusiutuvan energian ratkaisuilla on toki kaikilla vaikutuksensa ympäristöön ja myös lintuihin. Kun elinympäristöä muutetaan, niin se karsii alueelta häiriöille herkimmät lajit, mutta vastaavasti se voi myös luoda uusia elinalueita joillekin toisille lajeille. Muutos saattaa sisältää myös uusia vaaratekijöitä. Pesimälinnuston on todettu olevan hyvä indikaattori seurattaessa ympäristön tilassa tapahtuvia muutoksia.

Esimerkiksi tuulivoimaloiden vaikutus linnustoon on ymmärrettävissä varsin helposti. Se on ennen kaikkea paikallinen häiriötekijä, joka vaikuttaa vain sillä alueella missä tuulivoimalat ovat. Tuulivoimaloiden rakentaminen muuttaa alkuperäistä elinympäristöä raivaustöiden muodossa. Esimerkiksi metsien avohakkuut tuulivoimalan sijoituspaikan ympärillä, jolloin metsälajisto joutuu väistymään. Tilalle tulee kuitenkin avonainen, matalakasvustoinen alue, joka soveltuu muun muassa niin sanotuille avomaan varpuslinnuille. Esimerkiksi pikkulepinkäinen ja kivitasku suosivat tämän tyyppisiä elinympäristöjä. Melko huonosti tutkittu haitta on kuitenkin häiriövaikutus. Karttaako linnut pesimäalueenaan tuulivoimalaitosta melun tai liikehdinnän vuoksi? Ohi muuttaviin lintuihin tuulivoimaloilla on havaittu olevan vaikutusta. Ne pyrkivät kyllä väistämään tuulivoimalat, mutta aina ei niidenkään hahmotuskyky riitä kiertämään roottoria tarpeeksi kaukaa. Tällöin saattaa tulla törmäyskuolemia. Tuulivoimaloita ei sen vuoksi kannata rakentaa lintujen keskeisimmille muuttoreiteille ja muuttoreittien ”pullonkaula-alueille” Tällaisia ovat esimerkiksi kauas merelle työntyvät niemenkärjet ja saarijonot.

Kasvava paine rakentaa massiivista tuulivoimatuotantoa suuntautuu nyt avomerialueille. Suomen merialueet ovat lintuperspektiivistä vain isoja lahtia, joiden syvyys valtameriin nähden on erittäin matala. Linnustoa joutuu tällaisilla alueilla tarkastella niin muuttoreittinä, kuin ruokailu ja sulkimisalueenakin. Saaristoisilla alueilla myös pesimälinnuston osalta. Suuren avomerialueen laskennoissa on mahdollista hyödyntää myös tutkateknologiaa, mikä ainakaan Suomessa ei ole vielä erityisen pitkällä.

Biokaasulaitos puolestaan ei vaikuta vain paikallisesti siinä mihin se rakennetaan, vaan linnustoon vaikuttaa myös se kuinka laajalta alueelta syötteitä kerätään ja mädätettä levitetään. Riski menehtyä on siis suurin lisääntyneessä liikenteessä, eikä niinkään laitoksen olemassaolon vuoksi.

Vesivoiman rakentaminen puolestaan muuttaa elinympäristöä rajusti. Vedenpinnan nosto peittää alleen laajoja alueita ja vedenpinnan säätely padon kummallakin puolella vaikuttaa alavilla rannoilla pesivien lajien pesimämenestykseen.

Aurinkoenergian tuottamisella ei linnustolle ole erityisiä vaikutuksia. Selkein vaikutus voi olla lähinnä elinympäristön muutoksena, jos aurinkopaneelikenttä rakennetaan ennestään rakentamattomalle alueelle.

Keskimääräisellä suomalaisella metsäisellä maa-alueella voimajohtoihin törmäävien lintujen lukumääräksi on esitetty 0,7 lintua / voimajohtokilometri / vuosi. [47]

Kuva 11. Pelloilla ja vesistöjen lähellä olevat sähkölinjat koituvat herkästi joutsenten ja muiden suurikokoisten lintujen kohtaloksi. Kuva: Jouni Kannonlahti

5.1.7 Muu eläimistö

Uusiutuvan energian eri tuotantotavat vaikuttavat melko samankaltaisesti eri lajiryhmiin. Vaikutus muodostuu pääosin ympäristön muutoksesta rakentamisesta tai raaka-aineiden keräämisestä johtuen. Kaikilla lajeilla on elinympäristövaatimustensa suhteen erilaisia kynnysarvoja. Toiset lajit sopeutuvat muuttuvaan maailmaan ja kykenevät selviytymään missä tahansa (esim. rotta). Toiset lajit puolestaan ovat hyvin vaativia elinympäristönsa suhteen, kuten vaikkapa jokihelmisimpukka. Moni laji on riippuvainen esimerkiksi metsästä, mutta kaikille ei edes kelpaa mikä tahansa metsä, vaan sen täytyy olla tietyn lainen, esim. vanha havumetsä, jossa on runsaasti lahopuuta. Pelkkä biotooppikaan ei välttämättä riitä, vaan sen pitää myös olla riittävän laaja-alainen ja yhtenäinen. Laji esiintyy alueella vain, jos sen elinympäristövaatimuksen kynnysarvo ylittyy.

Elinympäristön muutos voi olla myös mahdollisuus. Alkuperäisen ympäristön lajit väistyvät, mutta tilalle voi tulla suotuisat olot myös joillekin toisille lajeille. Kun aluetta tarkastelee sopivan laajasti, niin pienialaiset muutokset vain lisäävät monimuotoisuutta, mutta suurten muutosten aiheuttamat vaikutukset ovat tuhoisimpia alueen ekosysteemille. Energian tuotantolaitos täytyy siis nähdä osana laajempaa kuvaa. Ei pelkkänä laitosalueena, vaan laitoksen vaikutusalueena.

5.2 Sosiaaliset vaikutukset:

5.2.1 Työllisyys, hyvinvointi ja elinvoima

Ihmisten elämänlaatu ja elämisen mahdollisuudet ovat hyvin tiukasti sidoksissa energian tuotannon kanssa. Toki tähän on varmasti joitain poikkeuksellisia piilopirteissä asuvia erakoita, joilla ei ole sähköliittymää ja elävät suoraan luonnosta. Todellisuudessa näin eristäytyneitä ihmisiä ei Suomesta löydy varmastikaan kovin montaa. Muualta maailmasta voisi esimerkin omaisesti mainita mm. marraskuussa 2018 otsikoissa olleen Pohjois Sentinelien saaren Intian ja Thaimaan välissä, jossa elää yhä pieni täysin muusta maailmasta eristäytynyt ihmisheimo.

Energiaa tarvitaan hieman eri muodoissa lähes kaikkeen: ruoanlaittoon, rakentamiseen, lämmittämiseen ja liikkumiseen. Energiaa voidaan tuottaa kotioloissa omiin tarpeisiin erilaisin keinoin, joista kaikkein arkisin tapa lienee puun polttaminen tulisijassa, kuten takassa tai saunan kiukaassa. Myös sähköä voidaan tuottaa omiin tarpeisiin esimerkiksi aurinkopaneelin avulla. Mutta kun energiaa halutaan tuottaa kokonaisen kylän, kunnan tai koko maan tarpeisiin, niin laitoskoko kasvaa merkittävästi ja toiminnan ylläpito vaatii monipuolisia toimintaketjuja ja osaamista. Tällöin sen kaikkien tarvitseman energian lisäksi, saadaan myös aluetta työllistävä vaikutus. Tehdään työtä ja saadaan palkkaa, jotta energialaitos tuottaisi energiaa, jota sitten ostamme omiin tarpeisiimme. Mitä lähempää tätä kuviota tarkastelee, niin sitä enemmän siellä on liikkuvia osia ja raha liikkuu eri suuntiin.

Raha itsessään on vain toiminnan väline, jolla asioita arvotetaan. Ennen käytettiin oravan nahkoja ja jalometalleja, sitten paperirahaa ja kolikoita. Nykyään puhutaan enää lähinnä numeroista. Mitä enemmän ihmisillä on rahaksi kutsuttavia numeroita, niin sitä ylellisemmin niillä on mahdollisuus elää. Tavataan sanoa, että kolikolla on aina myös kääntöpuoli. Liika raha saa herkästi haluamaan vain entistä enemmän rahaa, jolloin ympäröivien asioiden tärkeys unohtuu ja katse kohdistuu lopulta vain omaan napaan. Jos rahaa on liian vähän, niin ollaan huolissaan ympärillä olevista asioista, mutta niille ei voida köyhänä tehdä mitään. Raha on siis myös vaikuttamisen väline.

Täytyy olla siis ”lompsa kunnossa” tai ainakin pystyä uskottavasti esittämään toiminnan kannattavuuden rahoittajille, jos aikoo rakentaa merkittävän energiantuotantolaitoksen. Se hyödyttää ympärillä olevia ihmisiä, jotka tarvitsevat energiaa omiin tarpeisiinsa, sekä myös työllistää ja parantaa siten elämänlaatua. Ihmisten mielenterveydelle on tärkeää saada tehdä työtä, jonka turvin arki pyörii ja elämä kulkee eteenpäin. Jos vauhtisokeus ja ahneus ottavat vallan, niin ympäristön kantokyky tulee väistämättä jossain kohdin vastaan. Luonnosta ei voi saada enempää, kuin mitä se antaa tai kykenee tuottamaan. Helpointa se on ehkä ymmärtää, kun ajattelee aurinkopaneelia talvisella pohjoisnavalla – silloin kun on pimeää. Tai nuotion tekemistä autiomaassa, jossa ei kasva mitään poltettavaa.

Energia on siis eräänlainen moottori, joka pyörittää yhteiskunnan oravanpyörää. Yhteiskunta hajoaa jos sen moottori hajoaa tai sen käyttämä polttoaine loppuu. Ei voida tehdä mitään ilman energiaa, koska ei voida lämmittää ruokaa, on kylmä, on tarve liikkua kauemmas kuin jaksaa kävellä. Ja harva ryhtyy enää rakentamaan saatikka valmistamaan työkaluja kovin alkeellisin keinoin.

5.2.2 Potentiaali matkailulle, yhteistyö yritysten kanssa

Erilaiset voimalaitokset ovat pääsääntöisesti suurikokoisia ja jollain tavoin monumentaalisia. Sellainen kiehtoo monia ihmisiä ja etenkin koululaisten maailmankuvaa kannattaa laajentaa mahdollistamalla tutustumiskäyntejä laitoksilla ja havainnollistamalla niiden toimintaperiaatetta. Monista kohteista voi periaatteessa tehdä hyvän matkailubisneskohteen, kun sen osaa brändätä kiinnostavaksi.

Yleensä kun kuntaan tulee jotain massiivista toimintaa, kuten vaikkapa energian tuotantoa, niin se poikii mahdollisuuksia myös alueen muille toimialoille. Erilaisille palveluille ja materiaaleille onkin äkkiä kysyntää ja myös kunnan kassaan virtaa verotuloja.

Uusiutuvan energian tuotannossa on potentiaalia myös matkailun ja erilaisten yhteistyökuvioiden suuntaan. Käytännössä matkailun mahdollisuutta on kuitenkin hyödynnetty ainakin Suomessa vielä varsin vähän. Matkailu on ollut lähinnä muodoltaan vain erilaisten intressiryhmien järjestettyjä tutustumismatkoja olemassa oleville laitoksille. Matkailu- ja ravintolabisnes ovat niin eri toimialaa energian tuottamisen kanssa, että niitä pitäisi suunnitella yhdessä itsenäisinä, mutta rinnakkaisina toimina. Eli kaavoitetaan alue, jonne sijoitetaan energian tuotantolaitos, jonka yhteyteen tulee myös ravintola tai vaikka kokonainen huvipuisto.

6. Toimenpideohjelman laatiminen

Kaustisen seutukunnan alueella on parhaillaan käynnissä ennen näkemätön määrä tuulivoimapuistohankkeita, joista ainakin osa varmasti toteutuu lähivuosina. Alueella on myös pienimuotoista vesivoimalaitos- ja biokaasutoimintaa. Aurinkopaneeleita on yksityiskäytössä vähäisiä määriä ja suuremman kokoluokan visiota on herännyt vanhojen turkistarhojen uusiokäyttämiseksi aurinkopaneelistojen kiinnitysalustana.

Yksi paneeli tuottaa (koosta ja olosuhteista riippuen) vuositasolla noin 200 kWh. Siitä on helppo laskea, että kilometrin matkalle mahtuu lähes 1000 paneelia, mikä tekee 200 MW/vuosi. Suhteessa tuulivoimaloiden investointikustannukseen ja maisemavaikutukseen nähden näissäkin olisi potentiaalia. Investoinnin takaisinmaksuaika on kuitenkin noin kymmenen vuotta ennen kuin se alkaa vasta tuottamaan voittoa.

Ylipäätään Investointikannattavuuksia kannattaa nyt seurata tarkoin. Biokaasu on hyvä polttoaine polttomoottoriajoneuvoihin, mutta biokaasun tuottaminen ei ole erityisen kannattavaa, koska tuotantokustannukset kipuavat niin helposti liian suuriksi. Autoteollisuuskin on jo lähtökuopissa hylännyt kaasuautojen valmistuksen ja kaikki lobbaavat nyt sähköautojen puolesta. Kannattavinta on siis tuottaa sähköä mahdollisimman isolla volyymillä, mutta ympäristöystävällisesti. Tässä on vaikea tilanne kilpailla tuulivoimaloita vastaan. Suurin huoli lienee kuitenkin, että tuulivoimayhtiöt ovat merkittäviltä osin ulkomaisia suurtoimijoita. Ellei Suomeen saada omaa tuulivoimalatuotantoa ja kotimaisia tuulivoimayhtiöitä, niin rahat valuvat vuolaasti ulkomaille.

Kannattaisi siis panostaa paikalliseen tuotantoon, joka keskittyy kasvavan kulutustrendin tyydyttämiseen: sähkölaitteet, sähköajoneuvot, sähkön tuotantolaitteiden valmistus ja sähkön tuotanto. Sillä paljon pitää maailman muuttua päälaelleen, että palaisimme sata vuotta taaksepäin hevosvetoiseen maailmaan tekemään kaiken käsillämme ja läträämään fossiilisten polttoaineiden kanssa.

7. Living Lab -toimintamallin mahdollisuudet pilottien toteuttamisessa

”Living lab on tutkimuskonsepti. Se on käyttäjälähtöinen, avoin innovaatioekosysteemi, joka toimii usein aluetasolla (esim. kaupunki, taajama, alue), yhdistämällä samanaikaisesti tutkimuksen ja innovoinnin prosessien puitteissa julkisen ja yksityisen sektorin ihmiset. Konsepti perustuu systemaattiseen lähestymistapaan, jossa yhdistetään tutkimus- ja innovaatioprosesseja.” [48]

7.1 Living Lab ja Kaustisen seutukunta

LivingLab on nimitys tutkimuksen ja kehittämisen kohteille, jotka sijoittuvat “oikean elämän” toimiviin paikkoihin. Ne voivat olla yksittäisiä laitoksia tai suurempia alueellisia kokonaisuuksia. Energia-alan kehittämisessä kyse voi olla energian tuotannon yksiköistä, kulutuksen kohteista ja systeemisten kokonaisuuksien luomisesta esimerkiksi kylissä tai isommillakin alueilla. MAURO-hankkeessa kehittämisen kohteina ovat erityisesti pienehköt kylät, ja uusiutuvan energian käyttöönottoa pyritään edistämään myös koko seutukunnassa.

LivingLab-konseptin mukaisessa tutkimuksessa ja kehittämisessä on tyypillisesti vähintään kaksi osapuolta: Varsinainen työ toteutetaan itse kohteessa, joka on hyödyn saaja mutta osittain myös työn tekijä ja mahdollisesti investoija. Kohteen kaikki sidosryhmät ovat tärkeitä, kuten asukkaat, mahdollisesti alueella sijaitsevat yritykset, kunnat, alueorganisaatiot, opetuslaitokset ja mahdolliset energia-alan toimijat. Oleellista on lisäksi se, että mukana on T&K-osapuoli, joka tässä tapauksessa on Vaasan yliopiston VEBIC tutkimusalusta. VEBIC tuo kohteisiin energia-alan yritysten osaamista ja tuotteita harkittaviksi ja mahdollisesti testattaviksi. Hankkeen kuluessa pyritään löytämään kohteita – kyliä – joihin tällaisia tutkimus- ja kehittämiskokonaisuuksia voisi perustaa.

Kyseessä on pitkän tähtäyksen toiminta, jossa tärkeää on sekä toiminnan suunnittelu ja kehittäminen, että siihen liittyvä tutkimustoiminta. Itse kohteet vastaavat hankinnoista ja oman energiantuotantonsa kehittämisestä, ja VEBIC tarjoaa säännöllisen ja jatkuvan tutkimus- ja kehittämispanostuksen kohteisiin. Tutkimusosapuoli sitoutuu myös hakemaan julkista ja muuta rahoitusta toiminnan kokonaisuudelle, jolloin hyödyt molemmille osapuolille ovat merkittävät. Tarkoitus on, että toiminta jatkuu nyt meneillään olevan hankkeen jälkeen, ja että kehittämistyö on pitkäjänteistä pitkälle tulevaisuuteen.

MAURO-hankkeessa perustettavat LivingLab kohteet toimivat jatkossa VEBIC tutkimusalustan yhteydessä. Niissä on jatkossa mahdollista testata, kokeilla ja kehittää uusia uusiutuvan energian ratkaisuja hyvin monipuolisesti – yksittäisistä teknisistä ratkaisuista aina systeemisen tason kokonaisuuksiin. Tutkimus keskittyy tekniikan lisäksi taloudellisiin ja sosiaalisiin vaikutuksiin sekä ympäristövaikutuksiin. Yksittäiset tekniikat voivat liittyä biokaasun, aurinko- ja tuulienergian sekä maaperään ja veteen sitoutuneen energian paikalliseen hyödyntämiseen kunkin kohteen ominaispiirteiden ja tarjolla olevan energian potentiaalin mukaan. Kohteena voi olla myös energian varastointi ja säästäminen. Systeemien tasolla voidaan kehittää useamman lähteen samanaikaista hyödyntämistä, mikroverkkojen mahdollisuuksia sekä kokonaisuuden älykästä hallintaa.

Energiasektori on murroksessa, ja muutokset energian tuotannossa, jakelussa ja käytössä ovat lähitulevaisuudessa suuria. Siksi on tärkeää kyetä tutkimus- ja kehittämistoiminnassa joustavuuteen ja siihen, että voidaan testata, pilotoida ja ottaa käyttöön monenlaisia ratkaisuja. Oleellista MAURO-

hankkeessa on erityisesti se, että samalla luodaan näkemystä ja kokemusta maaseudun uusiin mahdollisuuksiin energiasektorilla laajemminkin: Maaseutu voi olla isompien taajamien palvelija ja energian tarjoaja. Tästä taas seuraisi uudenlaisia mahdollisuuksia maaseudun elinvoimaisuuden kehittämisessä. Tässä mielessä LivingLab-konsepti tarjoaa erinomaisia mahdollisuuksia.

Lähteet

[1] Wikipedia: https://fi.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Etusivu

[2] Biomassa-atlas: https://www.luke.fi/biomassa-atlas/

[3] Energiateollisuus: https://energia.fi/uutishuone/materiaalipankki/sahkonkaytto_kunnittain_2007-2019.html#material-view

[4] Tilastokeskus: Rakennukset muuttujina Rakennuksen lämmitysaine, Alue, Vuosi, Rakennuksen käyttötarkoitus ja Tiedot. https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asu__rakke/statfin_rakke_pxt_116h.px/?rxid=ceea51b8-d299-49e8-9030-f9f28d7fde4c

[5] Tilastokeskus: Ajoneuvokanta alueittain (ml. Ahvenanmaa) muuttujina Alue, Ajoneuvoluokka, Liikennekäyttö, Vuosi ja Tiedot. https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__lii__mkan/statfin_mkan_pxt_11ic.px/?rxid=ceea51b8-d299-49e8-9030-f9f28d7fde4c

[6] Tieliikennekartta: https://vayla.fi/kartat/liikennemaarakartat

[7] Luonnonvarakeskus: http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02%20Maatalous__04%20Tuotanto__22%20Kaytossa%20oleva%20maatalousmaa/02_Kaytossa_oleva_maatalousmaa_kunta.px/?rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db

[8] Toholammin energia: https://www.toholamminenergia.fi/lammityskattilat/orc-voimalaitos/

[9] Toholammin energia: https://www.toholamminenergia.fi/lammityskattilat/por-laitos/

[10] Ammattilehti: https://www.ammattilehti.fi/uutiset.html?a19100=2684

[11] Toholammin energia: https://www.toholamminenergia.fi/lammityskattilat/kpa-laitos/

[12] Toholammin energia: https://www.toholamminenergia.fi/lammityskattilat/pok-laitokset/

[13] Vetelin energia: https://venergia.fi/kaukolampo/

[14] Kaustisen lämpö: https://www.kaustisenlampo.fi/

[15] Kujala, S., Hakala, O. 2021. Uusiutuvan energian potentiaalin aluetaloudelliset vaikutukset Kaustisen seudulla. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti. MAURO-hankkeen raportti.

[16] http://www.repowermap.org/#inhalttab

[17] Suomen biokierto ja biokaasu ry: www.biokierto.fi

[18] Bioenergianeuvoja: https://www.bioenergianeuvoja.fi/biopolttoaineet/hake/hake/

[19] https://yle.fi/uutiset/3-5617999

[20] Riihimäki ym. 2014 https://docplayer.fi/712940-Biokaasulaskurin-kayttoohje-kaytannon-ohjeita-biokaasulaitoinvestointia-harkitsevalle.html

[21] MTV-uutiset: https://www.mtvuutiset.fi/artikkeli/suomen-suurimman-tuulipuiston-rakentaminen-alkaa-lestijarvella-kauppahinta-noin-650-miljoonaa-euroa/8293494

[22] Ethawind: https://www.ethawind.com/suomen-tuulivoimapuistot/ tai Wind Power in Finland (seadv.eu)

[23] Tuuliatlas: tuuliatlas.fmi.fi

[24] Motiva: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/tuulivoima/tuulivoima_suomessa/tuulivoimatekнologia

[25] Geoenergiakeskus: http://gtkdata.gtk.fi/Maankamara/ ja https://www.geoenergiakeskus.fi/geoenergiatietoa/

[26] Gebwell: https://gebwell.fi/maalampo/mita-on-maalampo/

[27] Halsuan tuulivoimapuisto. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma. Marraskuu 2015. FCG.: https://www.ymparisto.fi/fi-fi/asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/ymparistovaikutusten_arviointi/yvahankkeet/Halsuan_tuulivoimahanke

[28] Lestijärven tuulivoimapuisto. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Syyskuu 2014. FCG.: https://www.ymparisto.fi/fi-fi/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Ymparistovaikutusten_arviointi/YVAhankkeet/Lestijarven_tuulivoimapuisto_Lestijarvi

[29] Länsi-Toholammin tuulivoimapuiston YVA-ohjelma: https://www.ymparisto.fi/fi-fi/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Ymparistovaikutusten_arviointi/YVAhankkeet/LansiToholammin_tuulipuisto_Toholampi

[30] Vetelin tuulivoimapuiston osallistumis ja arviointisuunnitelma: https://veteli.fi/wp-content/uploads/2021/07/LIITE-1_Loytonevan-yk_OAS_28-06-2021.pdf

[31] Tuohimaa-Riutanmaan tuulipuisto ja voimajohto YVA-ohjelma: https://www.ymparisto.fi/fi-fi/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Ymparistovaikutusten_arviointi/YVAhankkeet/TuohimaaRiutanmaan_tuulipuisto_Kokkola_Halsua_ja_hankkeen_sahkonsiirtoon_liittyva_400_kVn_voimajohto

[32] Arffman, M. 2021. Aluemallinnus. Kiertoon! – Biomassojen paikallisesta kierrosta uutta työtä ja energiaa –hanke, Kaustisen seutukunta. Väliraportti 28.06.2021. Envitecpolis Oy.

[33] Schmitt, M., Bahn, M., Wohlfahrt, G., Tappeiner, U., Cernusca, A. 2009: 'Land use affects the net ecosystem CO2 exchange and its components in mountain grass-lands', Biogeosciences Discuss No. 6: 11435–11462.

[34] Kauppi, P.E., Rautiainen, A., Korhonen, K.T., Lehtonen, A., Liski, J., Nöjd, P., Tuomi-nen, S., Haakana, M. and Virtanen, T. 2010: 'Changing stock of biomass carbon in a boreal forest over years', Forest Ecology and Management, Vol. 259, No. 7: 1239-1244.

[35] Heinonsalo 2009: Heinonsalo, J., Pumpanen, J., Rasilo, T., Hurme, K., Villemot, J., Bomberg, M., Il-vesniemi, H. 2009: 'The carbon balance of Scots pine, Norway spruce and silver birch in changing climate: the effect of temperature and ectomycorrhizal fungal com-munities', Pro Terra, No. 41: 16–17.

[36] Suomen vesiputoukset: https://www.suomenvesiputoukset.fi/tietoa-suomen-vesiputouksista/vesiputoukset-ja-vesivoima-suomessa/

[37] Wikipedia vety: https://fi.wikipedia.org/wiki/Vety

[38] Motiva vety: (Suora lainaus) https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_viisaasti/energialahteet/vety

[39] Woikoski: https://www.woikoski.fi/woikoski/vedyn-edellakavija.html

[40] Teknavi: https://teknavi.fi/autot/uutinen-autot/vetyautot-nostavat-paataan-tiesitko-tata-vedysta/

[41] Ympäristöterveys: https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/melu/tuulivoima-ja-melu

[42] Valtioneuvoston asetus 1107/2015: https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20151107

[43] Wikipedia: https://fi.wikipedia.org/wiki/Desibeli

[44] Kattiharjun tuulivoimapuiston YVA-selostus: https://www.ymparisto.fi/fi-fi/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Ymparistovaikutusten_arviointi/YVAhankkeet/Kattiharjun_tuulivoimapuisto_Laihia_Isokyro

[45] Fingrid: https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/verkon-rakentaminen/pyhanselka_nuojua/fg_pyhanselka-nuojua_yvaselostus_web.pdf

[46] Byman ja Ruokonen Oy 2001: https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/verkon-rakentaminen/pyhanselka_nuojua/fg_pyhanselka-nuojua_yvaselostus_web.pdf

[47] Koistinen 2004: Koistinen, J. 2004: Tuulivoimaloiden linnustovaikutukset. Suomen ympäristö 721. Ympäristöministeriö. Helsinki. 42 s

[48] Wikipedia: https://fi.wikipedia.org/wiki/Living_lab