

# Toteutettavuus selvitys hiiliviisaan energian tuotannosta Koillismaalla

Loppuraportti 12.10.2023

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



POHJOIS-  
POHJANMAA  
COUNCIL OF OULU REGION



# Tausta ja tavoite

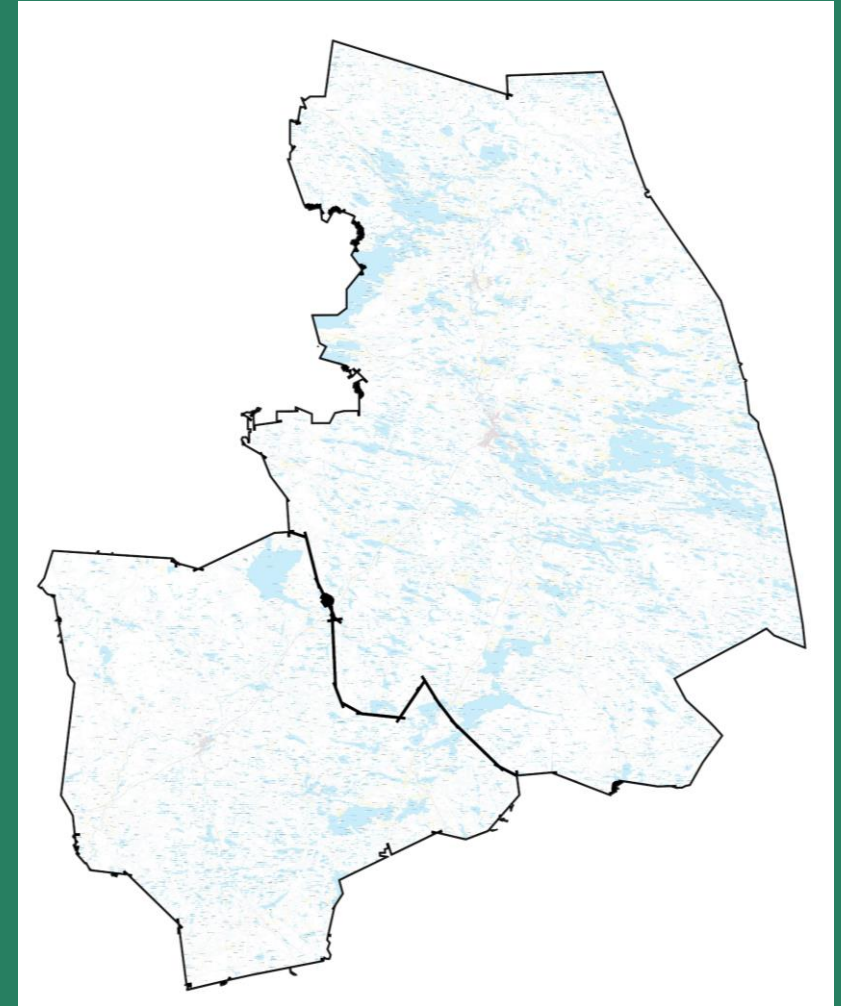
Tämä selvitys on tilattu Koillis-Suomen kehittämissyhtiö Naturpolis Oy:n toimesta. Selvityksen tekee Granlund Oy. Toteutettavuusselvitys hiiliviisaan energian tuotannosta Koillismaalla -hankkeen tavoitteena on edistää Koillismaan puhtaan energian tuotantoa tutkimalla Koillismaan uusiutuvan energian tuotannon mahdollisuuksia, aiemmin Pohjois-Pohjanmaan liiton teettämien TUULI-, EMMI-, vety- ja Uuden kemianteollisuuden mahdollisuudet –hankkeiden hengessä. Tarkoituksena ei ole toistaa jo aiemmin tehtyjä selvityksiä, vaan käyttää niitä tämän selvityksen pohjana.

Taustaa hankkeelle antaa Pohjois-Pohjanmaan ilmastotiekartta sekä maakunnan hiilineutraaliustavoitteet.

Selvityksessä tutkitaan mahdollisia paikallisia energiantuotantoteknologioita ja niiden sijoitusvaihtoehtoja. Eri tuotantovaihtoehtoja vertaillaan laskennallisesti myös energiantuotannon potentiaalin sekä kustannusten kautta. Selvityksessä keskitytään tunnistamaan Koillismaalle soveltuvia keskitettyjä sähkön- ja lämmöntuotantoteknologioita. Teknologioissa keskitytään aurinko- ja tuulivoimaloihin sekä lämmöntuotannossa lämpöpumppeihin.

Selvityksen on rahoittanut Pohjois-Pohjanmaan liitto EAKR-rahastosta sekä Koillismaan seudullinen kehittämissyöryhmä. Hanketta rahoitetaan osana Euroopan unionin covid-19-pandemian johdosta toteuttamia toimia.

Työ toteutettiin 8/2023-11/2023.



Kuusamon ja Taivalkosken kuntien taustakartta.

# Yhteenveto ja johtopäätökset

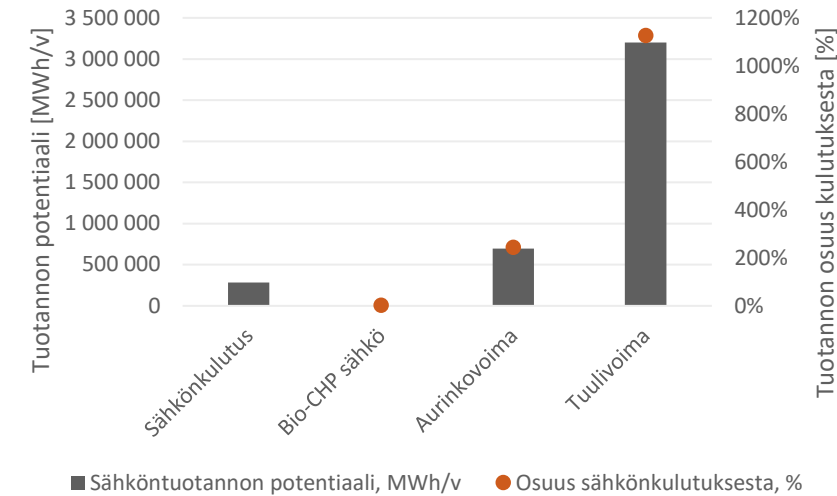
Koillismaan uuden energiantuotannon sijoittelua rajoittavat eniten alueen luonto ja arvokkaat luontokohteet, sähköverkon riittävyys sekä rakennetun ympäristön tuomat rajoitteet. Nämä rajoitteet huomioituna, tässä selvityksessä ei tunnistettu ensiluokkaisia laajempia tuulivoimantuotantoalueita eikä myöskään aurinkopuistoille tunnistettu laajoja metsättömiä alueita. Metsien laajamittaista kaatamista aurinko- tai tuulipuistojen tieltä ei ole tässä suositeltu.

Tuuli- ja aurinkovoimalle tunnistettiin kuitenkin potentiaalisia hieman pienempi alueita, joille arvioitiin tuotantopotentiaalia. Näiden alueiden tarkempaa kohdekohtaista tutkimista energiantuotannon soveltuvaksi suositellaan. Sekä aurinko- että tuulivoiman tunnistettujen alueiden potentiaali on kokonaisuudessaan kuitenkin merkittävä Koillismaan energiantarpeisiin suhteutettuna. Aurinkopuistojen maisemahaitta on pienempi, sekä tuotantokustannus alhaisempi tuulivoimaan verrattuna, mutta paikallinen vaikutus luontoon voi olla voimalan sijoituspaikasta riippuen suuri.

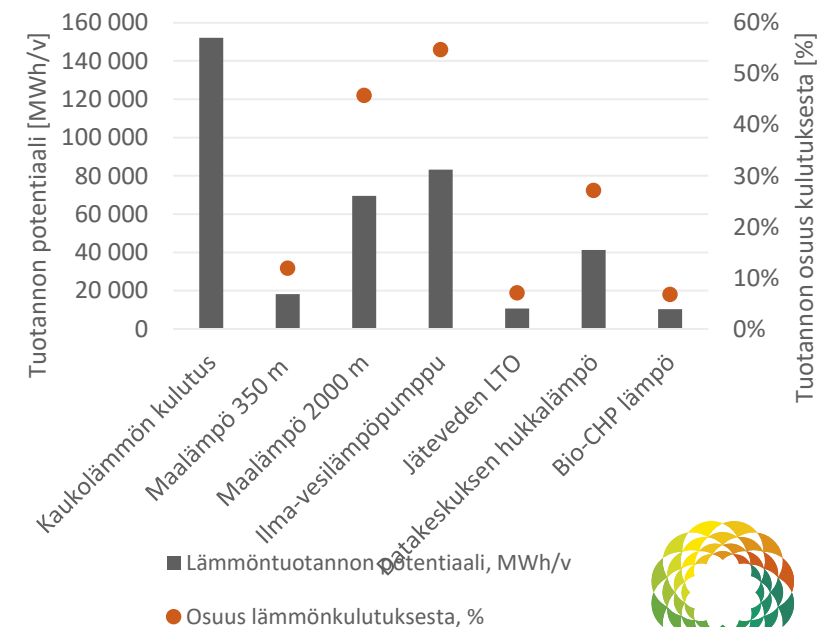
Kaukolämpö Koillismaalla tuotetaan lähes kokonaan polttamalla biomassaa. Kaukolämpöverkkojen pieni kulutus ja nykyinen hiilineutraali tuotanto rajoittavat uusien lämpöpumppuihin perustuvien lämmöntuotantoratkaisujen kilpailukykyä ja toteutettavuutta. Lisäksi erityisesti Kuusamon keskustan alueella maa-alan riittävyys rajoittaa merkittävän kokoluokan keskitettyjen ratkaisujen toteutusta. Ilma-vesilämpöpumput ovat lämpöpumpputeknologioista kompakti ratkaisu, jolloin alueen koon riittävyys ei ole niiden toteutettavuuden kannalta yhtä rajoittava tekijä. Ilma-vesilämpöpumput ovat myös tutkituista vaihtoehdoista arvioitu tuotantokustannuksiltaan (LCoE) kilpailukykyisimmiksi muihin ratkaisuihin verrattuna. Jos alueelle toteutetaan datakeskus tai käytettävissä olisi jotain muuta potentiaalista jatkuvaa hukkalämpöä, olisi niiden hyödyntäminen kaukolämmön tuotannossa maalämpöä tai ilma-vesilämpöpumppuja kustannustehokkaampaa.

Viereisissä kuvaajissa on esitetty Kuusamon ja Taivalkosken kulutusten ja tuotannon potentiaalien summat sähkölle ja lämmölle. Tuotantomuotojen potentiaalinen osuus kulutuksesta on merkattu pallolla kuvaajiin. Pylväät kuvaavat tuotannon potentiaalisen suuruutta.

### Sähköntuotannon potentiaali yhteensä



### Lämmöntuotannon potentiaali yhteensä



# Yhteenveto ja johtopäätökset

Alueella kerätystä yhdyskunnan, teollisuuden ja maatalouden biojätteestä tuotetun kaasun energiantuotantopotentiaali jää laskelmien perusteella vähäiseksi. Nykyisin kerätty biojäte viedään hyödynnettäväksi Ouluun. Jos lähistöltä kerätty biojäte haluttaisiin hyödyntää viennin sijaan Kuusamossa, on pienen kokoluokan bio-CHP arvioitu kustannustehokkaaksi jätteen hyödyntämiskäytännöksi.

Vedyn tuotannolla, ja siitä edelleen jalostettavan metaanin tuotannolla on tiettyjä rajoituksia. Kuusamon keskustan suuremman kaukolämpöverkon lähistöllä olisi mahdollisuus vedyn tuotantoon ja tuotannon oheistuotteena syntyvän hukkalämmön hyödyntämiseen tehokkaasti. Vedyn jatkokäyttö kuitenkin vaatii kuljetus- ja jakeluinfrastruktuuria sekä mieluiten paikallista kysyntää pitkien siirtoetäisyyksien ja vedyn varastointiin liittyvien haasteiden vuoksi. Vedystä on mahdollista jatkojalostaa synteettistä metaania esimerkiksi raskaan liikenteen käyttöön, jota on huomattavasti helpompi varastoida. Metaanin tuotannossa tarvittava hiilidioksidi voitaisiin saada Kuusamon keskustan Torangin voimalalta. Haasteeksi vedyn ja metaanin tuotannossa sähkön ja tilan riittävyys. Myös hankkeen taloudellinen kannattavuus vielä toistaiseksi on kyseenalaista, mutta pieni tai keskikokoinen tuotantolaitos on tutkimisen arvoinen vaihtoehto ja vastaavien vedyntuotantolaitosten yleistyessä niiden rakentamisen kustannustehokkuus todennäköisesti paranee. Vedyn tuotannossa tarvittavan veden saatavuus ja veden ottamisen kestävyys täytyy myös jatkoselvittää sähkön riittävyyden lisäksi.

# Sisälllys

## 1. Energiantuotantoteknologiat

- Datakeskusten ja teollisuuden hukkalämpö
- Ilma-vesilämpöpumput
- Maalämpö 350 m
- Keskisyvät lämpökaivot 1-2 km
- Geoterminen EGS-laitos (6-7 km)
- Jätevesilämpöpumput
- Vesistölämpöpumput
- Tuulivoima
- Aurinkosähkö
- Bioenergia ja jätteenpoltto
- Energiavarastot
- Vety ja synteettinen maakaasu

## 2. Kaavoituksen tilanne

- Maakuntakaava
- Kuusamo
- Taivalkoski

## 4. Sijaintitarkastelu

- Eläimien vaikutus energiantuotannon sijoitteluun
- Pohjavesi
- Luonnonsuojelukohteet
- Maisema-alueet, arvokkaat luontokohteet ja perintökohteet
- Rakennettu ympäristö
- Tuulivoiman suojavyöhykkeet
- Tuulivoiman sijaintimahdollisuudet
- Aurinkosähkön sijaintimahdollisuudet
- Tuuli- ja aurinkosähkön sijaintitarkastelun yhteenveto
- Lämmöntuotannon sijaintimahdollisuudet - Ruka
- Lämmöntuotannon sijaintimahdollisuudet - Kuusamo
- Lämmöntuotannon sijaintimahdollisuudet - Taivalkoski

## 5. Energialaskenta

- Energiankulutus
- Tuotannon potentiaali - lämmöntuotanto
- Tuotannon potentiaali - sähköntuotanto
- Tuotannon potentiaali - yhteenveto

## 6. Kustannusvertailu

## 7. Yhteenveto

- Sähköntuotanto
- Lämmöntuotanto
- Tuotantokustannukset

## 8. Johtopäätökset

- Johtopäätökset ja suositukset
- Alustava investointisuunnitelma

# 1. Energiantuotantoteknologiat



# 1. Energiantuotantoteknologiat

- Seuraavilla dioilla esitellään lyhyesti eri energiantuotannon teknologiat, niiden mahdollisuudet ja toteutettavuus Koillismaan alueella.
- Eri teknologioissa perustellaan niiden käytettävyys Koillismaalla sekä esitellään mahdolliset soveltuvat alueet ja käyttötavat.
- Lisäksi teknologioiden yhteydessä esitetään tämän selvityksen potentiaalinen laskennassa käytetyt oletukset.
- Kaikki teknologiat eivät eri syistä sovellu Koillismaan alueelle, vaan osa teknologioista jää selvityksen osalta esittelyn tasolle.
- Teknologioiden soveltuvuutta on arvioitu tämän hetken markkinaympäristössä ja teknologioiden, energian hintojen, lainsäädännön ja ympäröivien olosuhteiden merkittävä kehitys voi muuttaa tilannetta olennaisesti, jolloin soveltuvuuden tarkastelu uudelleen tulee kyseeseen.



Kuvituskuva sähkölinjoista. Granlund Oy.

# 1. Energiantuotantoteknologiat

## *Datakeskusten ja teollisuuden hukkalämpö*

- Teollisuuden tuotantolaitoksissa muodostunutta ylijäämälämpöä voidaan hyödyntää joko lämpöpumpun kanssa tai ilman lämpöpumppua, jos lämmönlähde on riittävän korkealla lämpötilatasolla.
  - Esimerkiksi polttamisessa syntyvien kaasujen lämpötila on usein korkea. Kaasuista voidaan joskus ottaa suoraan lämpöä talteen nestekiertoisella patterilla tai muulla savukaasujen LTO-ratkaisulla.
- Jos ylijäämälämmön käyttö ei ole mahdollista teollisuuslaitoksen omissa prosesseissa, sitä voidaan hyödyntää kaukolämmön tuotantoon. Hukkalämmön saanti on kuitenkin täysin kytköksissä teollisen toimijan tuotantotoimintaan, jolloin riskinä on lämmön saannin loppuminen.
- Koillismaan tapauksessa potentiaalisimmat kohteet hukkalämmön talteenottoon ovat sahat. Sahat kuitenkin ovat hyvin omavaraisia, sillä ne voivat polttaa sahatoiminnan puusivuvirtoja. Sahateollisuuden sivuvirtojen polttaminen sahoilla on kustannustehokasta, joten lämpöpumppuihin perustuvat hukkalämmön hyödyntämisen mahdollisuudet eivät ole todennäköisiä tai kilpailukykyisiä, ellei sahateollisuuden sivuvirtojen polttamista haluta vähentää ja käyttää muuhun toimintaan.
- Datakeskukset vaativat suuren määrän sähköä ja ne halutaan tämän takia sijoittaa vahvan sähköverkon lähelle. Datakeskuksen serverit synnyttävät tilaan lämpökuormaan, joka poistetaan jäähdytyksellä. Jäähdytyksessä syntyy lauhdelämpöä, joka on kannattavaa ottaa talteen kaukolämpöverkkoon. Tämä voikin monesti olla datakeskuksen sijoituspaikan vaatimuksena.
  - Kuusamon keskusta, kaukolämpöverkon vierellä, voisi olla mahdollinen datakeskuksen sijoituspaikka sähkön saatavuuden, kylmän ilmaston ja kaukolämpöverkon läheisyyden takia. Tämä kuitenkin vähentäisi nykyisen biopolttovoimalan käyttöä.
  - Esimerkiksi 5 MW:n kokoisesta datakeskuksesta voitaisiin saada jopa yli 40 GWh lämpöä vuodessa. Lisäksi lämpöpumppujärjestelmän hyötysuhde on hyvä. Hyötysuhde voi olla jopa noin 4,5.

# 1. Energiantuotantoteknologiat

## Ilma-vesilämpöpumput

- Lämpöä tuotetaan hyödyntämällä ulkoilmasta kerättyä lämpöenergiaa lämpöpumpuilla, tuottaen kuumaa vettä alueen, korttelin tai kiinteistön lämpöverkkoon.
- Investoinneiltaan ilma-vesilämpöpumput (IVLP) ovat maalämpöä edullisempi lämpöpumpuvaihtoehto, mutta toisaalta IVLP:n hyötysuhde on heikompi talvisin verrattuna maalämpöratkaisuihin. IVLP:llä ei voida myöskään pienentää huipputuotannon tarvitsemaa tehoa, sillä kovimmilla pakkasilla IVLP ei ole toiminnassa, toisin kuin maalämpö.
- Ilma-vesilämpöpumppujen hyötysuhde vaihtelee ulkoilman lämpötilan perusteella ja kesäaikaan hyötysuhde on erittäin hyvä. Kovimmilla talvipakkasilla (yleensä  $-15$  tai  $-18^{\circ}\text{C}$ ) lämpöpumput eivät ole lainkaan käytössä. Myös tuotettavan lämpöenergian lämpötilatasot vaikuttavat lämpöpumppujen hyötysuhteeseen, ja IVLP soveltuukin parhaiten matalalämpöverkkojen tuotantomuodoksi.
- Toinen merkittävä haittatekijä suuren kokoluokan IVLP-ratkaisuissa ovat ulkoilmayksiköiden meluhaittatekijät, joiden minimointi kaupunkiympäristössä teknisillä ratkaisulla ja sijoittelulla on tärkeää. Teollisuusalueelle sijoitettuna meluhaittojen torjunta on helpompaa tai siihen ei tarvitse kiinnittää suurta huomiota.
- Ilma-vesilämpöpumput vaativat maalämpöä enemmän maanpäällistä tilaa ulkoilmayksiköille lämmönkeruuseen mutta huomioitaessa myös lämpökaivojen vaatima pinta-ala, on IVLP selvästi maankäytöllisesti kompaktimpi ja helpommin toteutettavissa oleva ratkaisu suurissa kokoluokissa.
- Ilma-vesilämpöpumput ovat pienen kokoluokan teknologiana vakiintunutta ja yleistä, mutta suuremmissa kokoluokissa ( $> 1$  MW) ne ovat vielä harvinaisempia, joskin selvästi yleistymässä. Sekä Kuusamon, että Taivalkosken alueelle saataisiin tarvittaessa mahtumaan usean megawatin kokoinen ilma-vesilämpöpumppulaitos. Laskennassa ilma-vesilämpöpumppujen koko rajattiin 5 MW:n, sillä tila ei juurikaan rajoita ilma-vesilämpöpumppujen tuotantopotentiaalia Koillismaan kaukolämpöverkkojen kokoluokassa.



Esimerkikkokuva Calefan AmbiHeat lämpöpumppujärjestelmästä. Kuvassa näkyy pieni tekninen rakennus lämpöpumppuille sekä ulkona olevat ilmalämpökeräimet. Granlund Oy.

# 1. Energiantuotantoteknologiat

## *Maalämpö 350 m*

- Lämmön tuotanto hyödyntää maaperästä kerättyä lämpöenergiaa lämpöpumpuilla. Maalämpökaivoja voidaan käyttää myös jäähdytyksen tuotantoon, joko lämpöpumppujen välityksellä tai ilman. Tällä kalvolla viitataan perinteisiin 300-350 m syviin maalämpökaivoihin.
- Maalämpö soveltuu parhaiten lämmön ja jäähdytyksen pohjatuotantoa varten. Investoinnin yksikkökustannus (€/kW) on esimerkiksi kaukoenergiaa selvästi suurempi, erityisesti kaivojen porauskustannusten takia. Käyttökustannuksissa säästöä tulee kuitenkin merkittävästi, jolloin kannattavuus on parempi mitä enemmän lämpöpumppua käytetään. Perinteisestä n. 350 metrisestä kaivosta voidaan saada noin 60 kWh/m keruuenergiaa isossa kaivokentässä.
- Tavanomaisempien maks. 350 m syvien kaivojen soveltuvuus keskitettyjen tuotantolaitosten energianlähteenä on tiiviisti rakennetussa ympäristössä haasteellinen johtuen tarvittavasta erittäin suuresta kaivojen lukumäärästä – jos tontilla on tilaa, tavanomaiset maalämpökaivot soveltuvat hyvin lämmöntuotantoon. Kahden maalämpökaivon välinen etäisyys on noin 20 metriä.
- Tuotantoa rajoittavia tekijöitä ovat kaivojen vaatima tilantarve (lähinnä toisiin maalämpökaivoihin nähden) ja kaivoista vuodessa saatavissa oleva lämpöenergian ja -tehon määrä. Kaivojen määrä, ja niistä otettava energian on suunniteltava niin, että lämpökaivo toimii tarkoituksenmukaisesti koko sen suunnittelun elinkaaren ajan. Maanpäällisiä tilavarauksia lämpökaivot eivät juuri vaadi kaivon kantta lukuun ottamatta ja lämmönkeruupiiri voidaan yhdistää myös mahdollisen jäähdytysverkon paluupiiriin, jolloin kaivoja voidaan sijoitella tarvittaessa hajautetustikin.
- Maalämpökaivoja kannattaa mahdollisuuksien mukaan ”ladata” hukkalämmöllä, mikä parantaa kaivojen toimintaa. Useampi kaivo tiiviisti sijoiteltuna voi toimia myös lämmön varastoimisessa.
- Koillismaalla maalämmön käyttöä rajoittaa suhteellisen kylmä maaperä. Lisäksi juuri Kuusamon ja Taivalkosken kaupunkikeskusten kallion yläpuolinen maaperä on muuta aluetta paksumpaa, mikä lisää energiakaivojen porauskustannuksia (GTK, Maankamara, 2018 aineisto, <https://gtkdata.gtk.fi/Maankamara/index.html>).

# 1. Energiantuotantoteknologiat

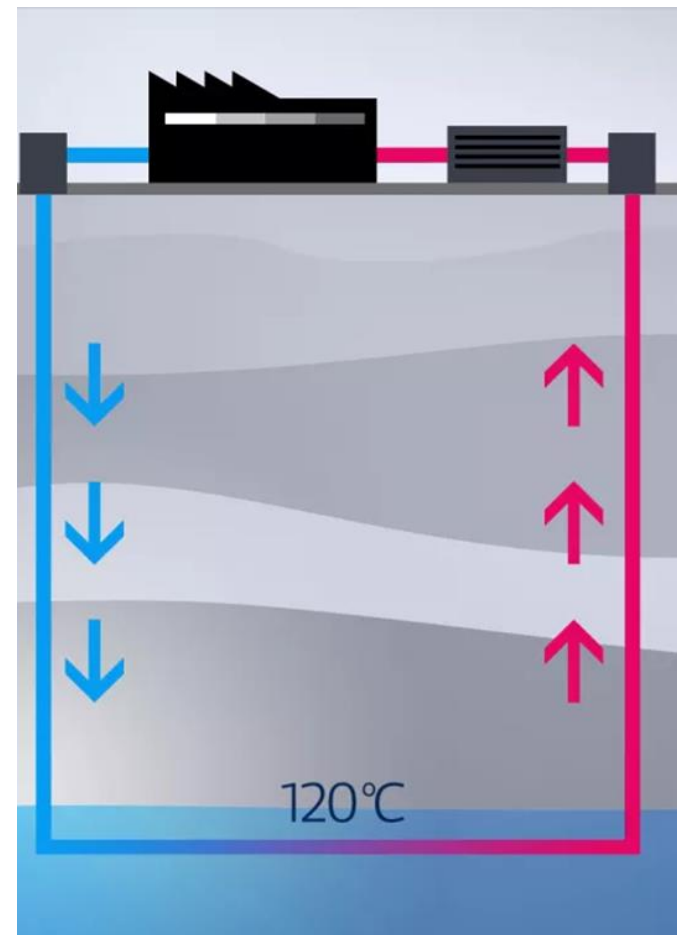
## *Keskisyvät lämpökaivot 1-2 km*

- Keskisyvät lämpökaivot eroavat perinteisistä maalämpökaivosta mm. syvyyden ja keruunesteen osalta. Keskisyvissä lämpökaivoissa käytetään keruunesteenä vettä. Perinteisissä maalämpökaivoissa käytetään yleisesti keruunesteenä vesi-alkoholiseosta.
- Tärkeimmät edut syvälämpökaivoissa liittyvät korkeampaan lämmitystehtoon pituutta kohti, johtuen kallion lämpötilan noususta geotermisen lämpögradientin perusteella, mitä syvemmälle kallioperään poraudutaan. Tämä vähentää tarvittavien kaivojen määrää verrattuna perinteiseen noin 350 metriä syvään maalämpöön.
- Keskisyvien lämpökaivojen vaatima pienempi pinta-ala on hyödyllistä, koska tällä tavalla pienemmistä alueista voitaisiin saada enemmän lämpöä mahdollistaen lämpöpumpun lämmityksen käytön tiheämmin asutuilla alueilla. Kahden 2 km syvän kaivon välinen etäisyys on noin 50 metriä.
- Yhden lämpökaivon syvyys on noin 1-2 km, jolloin energian saanti kaivosta voi olla jopa 30-kertainen tavanomaiseen (n. 300 m) maalämpökaivoon verrattuna. Yhdestä 2 km kaivosta voidaan saada keruunenergiaa noin 900 MWh/v ja jatkuva lämmönottoteho voi olla noin 100 kW. Hetkittäin kaivosta saadaan suurempaakin tehoa ulos, joskin kaivossa kierrätettävän veden massavirta lopulta rajoittaa ottotehon jollekin tasolle. Saatava energia ja teho riippuvat myös monista muista tekijöistä, kuten sijainnista ja kallioperästä.
- Teknologia on vielä vähän käytettyä muihin perinteisempiin lämpöpumpputeknologioihin verrattuna, mutta selvästi yleistymässä.
- Keskisyvien lämpökaivojen investointihinta on korkea mutta sitä kilpailukykyisempi mitä enemmän perinteisiä maalämpökaivoja niillä korvataan. Keskisyville lämpökaivohankkeille on myös saatavilla investointitukea, mutta tuki on vähenemässä teknologian yleistyessä.
- Keskisyvät lämpökaivot mahdollistavat myös lämmön varastoinnin maahan, esim. lämmönlähteen uudistamiseksi tai energian varastoimiseksi.
- Koillismaalla keskisyvät lämpökaivot ovat hyvä vaihtoehto, jos haluttua lämpötehoa (ja energiaa) ei muuten saada kaukolämpöverkon läheisyyteen sijoitettua, ja biomassan polttamista halutaan vähentää. Syvemmällä myös kallioperän lämpötila on tasaisempaa ja korkeampaa, kuin maan pinnan läheisyydessä. Kokonaiskustannuksiltaan keskisyvät lämpökaivot ovat kuitenkin vielä kalliita muihin vaihtoehtoihin nähden. Lisäksi porausvaiheessa on mahdollista, että tavoitesyvyyttä ei saavuteta kallion geologiasta johtuen. Tällöin tarvitaan lisää kaivoja halutun tehon ja energian saamiseksi.

# 1. Energiantuotantoteknologiat

## Geoterminen EGS-laitos (6-7 km)

- EGS (*enhanced geothermal system*) eli tehostettu geoterminen järjestelmä perustuu geotermisen energian tuotantoon yhdellä - kahdella maahan poratulla 6-7 kilometrin syvyyteen poratulla reiällä (kuvassa kahdella reiällä toteutettu). Toisesta reiästä pumpataan kylmää vettä, joka kiertää kuuman maaperän kautta toisesta reiästä ylös. Yhden kaivon järjestelmissä, toimintaperiaate syvälämpökaivon tapainen. Tässä kalvossa keskitytään kahden kaivon järjestelmiin.
- Ylös saatu vesi on noin 120 asteista, joka soveltuu suoraan kaukolämmön tuotantoon – erillistä lämpöpumppua ei siis tarvita.
- Maaperään pumpattava vesimäärä on kuitenkin niin suuri, että järjestelmän lämpöpumppuun verrattavissa oleva COP on luokkaa 5-10, riippuen paljon porauksen onnistumisesta.
- Espoossa St1 on rakentanut Suomen ensimmäistä geotermistä kaukolämmön tuotantolaitosta. Hanke on kuitenkin tällä erää keskeytyksissä kannattamattomana johtuen haasteista veden kierron tehokkuuden suhteen.
- Teknologian riskien ja kustannusten takia tässä työssä ei tutkittu syvää geotermistä lämpöä tarkemmin. Erityisesti porauksen ja lämmönsiirron onnistumisessa on ollut hankaluuksia. Teknologian osalta suositellaan onnistuneen demonstraatiohankkeen toteutusta ennen teknologian edistämistä Koillismaalla. Lisäksi 2x6 km energiakaivojen teho olisi suuri alueen kokoluokkaan nähden. St1:n Otaniemeen tavoittelema teho kaivoista oli arvioitu noin 40 MW:n tasolle.



Geotermisen laitoksen käyttöperiaate. Kylmä sinisellä merkattu vesi kulkeutuu jopa 7 km syvyyteen, jossa se lämpenee jopa 120 asteeseen, ja nousee takaisin pinnalle käytettäväksi lämmön tai jopa sähkön tuotantoon. Kaivojen välistä kalliota voidaan stimuloida, jolloin lämmönsiirto ja veden kulku tehostuu.

# 1. Energiantuotantoteknologiat

## *Jätevesilämpöpumput*

- Suuren kokoluokan jätevesilämpöpumppu toimii samalla periaatteella kuin esimerkiksi teollisuuden hukkalämpösovellus.
- Puhdistettu jätevesi voi olla noin 10-15°C lämpötilatasolla, jätevedestä lämpö otetaan lämpöpumpulla talteen siirtimen välityksellä.
- Vaatimuksena jäteveden lämmöntalteenottoon on, että jäteveden virtaama on tarpeeksi suuri. Tässä voidaan myös hyödyntää varastoaltaita, joissa jätevettä voidaan hetkellisesti varastoida, jotta sitä on riittävästi lämpöpumpun käyttöön.
- Lisäksi jätevedenpuhdistamon sijainti tulee olla tarpeeksi lähellä kaukolämpöverkkoa.
- Jäteveden lämmön talteenottoa voi hyödyntää hajautetusti korttelissa tai kaupunginosassa tai keskitetysti koko kaupungin laajuisesti. Hajautetussa vaihtoehdossa jätevesi on puhdistamatonta, joka tuo omat haasteensa. Teknisesti jäteveden lämmöntalteenotto on mahdollista vedestä, jossa on paljonkin kiinteää ainesta. Paikallisesti toteutettuna jätevesi on lämpimämpää, jolloin myös lämpöpumpun hyötysuhde on parempi.
- Keskitetyssä vaihtoehdossa lämmöntalteenotto tapahtuu jätevedenpuhdistamon yhteydessä, jolloin lämpöpumput voivat olla suurempia. Keskitetyssä laitoksessa jätevedelle saadaan lisäksi tasaisempi virtaama, ja lämpöpumpuilla on korkeampi käyttöaste.
- Koillismaalla on kolme jätevedenpuhdistamoja, ja ne sijaitsevat kaukolämpöverkkojen lähistöllä. Puhdistamoja on Rukalla, Kuusamossa ja Taivalkoskella. Näiden puhdistamojen jätevettä voitaisiin hyödyntää kaukolämpöverkoissa korvaamassa biomassan polttamiseen perustuvaa lämpöä.
- Käsitellyn jäteveden määrä Kuusamossa on 1,19 miljoonaa kuutiota vuodessa. Taivalkoskella vastaava luku on noin 0,16 miljoonaa kuutiota. Näistä jätevesistä voitaisiin saada jonkin verran lämpöä talteen, mutta suurta potentiaali ei ole kulutuksen kokoon verrattuna.

# 1. Energiantuotantoteknologiat

## *Vesistölämpöpumput*

- Vesistölämpöpumput käyttävät lämmönlähteenään pintavesiä, eli jokia, järviä tai merta.
- Vesistöjen, jotka soveltuvat lämmönkeruuseen lämpöpumpuille, tulee olla riittävän lähellä kaukolämpöverkkoa ja lämpöpumppulaitosta ylimääräisten putki-investointien välttämiseksi. Lisäksi vesistön lämpötilan tulee olla riittävän korkea ympäri vuoden.
- Suomessa järvet ovat yleensä hyvin matalia. Tästä syystä lämpötila järven pohjalla talvella, kun lämmöntarve on suurin, on lähellä nollaa. Tämä vaikeuttaa huomattavasti lämmönkeruuta järvistä. Sopiva järvi on tarpeeksi iso, ja siinä tulee olla syväne rannan ja lämpöpumppulaitoksen lähetyvillä, josta lämpöä saadaan kerättyä koko vuoden ympäri. Syvänteissä vesi pysyy lämpimänä, lähellä 4 °C, vuoden ympäri, jolloin lämmönkeruu myös talvella onnistuu. Matalassa vedessä voi esiintyä jopa jäätymisongelmia. Lämpötilan täytyy olla minimissään noin 4 °C, sillä kun vedestä otetaan lämpöä ja kylmennyt vesi syötetään takaisin vesistöön, se ei saa jäätyä putkeen tai putken suulla. Lisäksi saatava lämpötilaero ja virtaama määrittävät lämpöpumpun tehon. Matalalla lämpötilalla (ja lämpötilaerolla) sekä pienellä virtaamalla tehonsaanti jää pieneksi.
- Vesistölämpöpumpuissa lämpötilojen lisäksi esteeksi voi muodostua vesistölämpöpumpun vaikutukset luontoon. Lämmönkeruu ja siitä aiheutuvat virtaukset voivat sekoittaa pohjalietettä ja vaikuttaa jääpeitteeseen. Nämä lämpöpumppusovellukset vaativatkin monesti ympäristöluvan ja selvityksestä ympäristövaikutuksista.
- Myöskään merellä vesistölämpöpumppuja ei ole suuremmin vielä Suomessa käytetty. Syynä on ollut matala rannikko ja lämmönkeruuseen riittävän syvänteen löytyminen. Jos syväne löytyy kaukaa rannasta, tarvitaan kokoluokaltaan suuri hanke, jotta hanke tulee kannattavaksi.
- Vesistölämpöpumput soveltuvat kuitenkin jäähdytykseen, joka ei kuulunut tämän selvityksen laajuuteen.

# 1. Energiantuotantoteknologiat

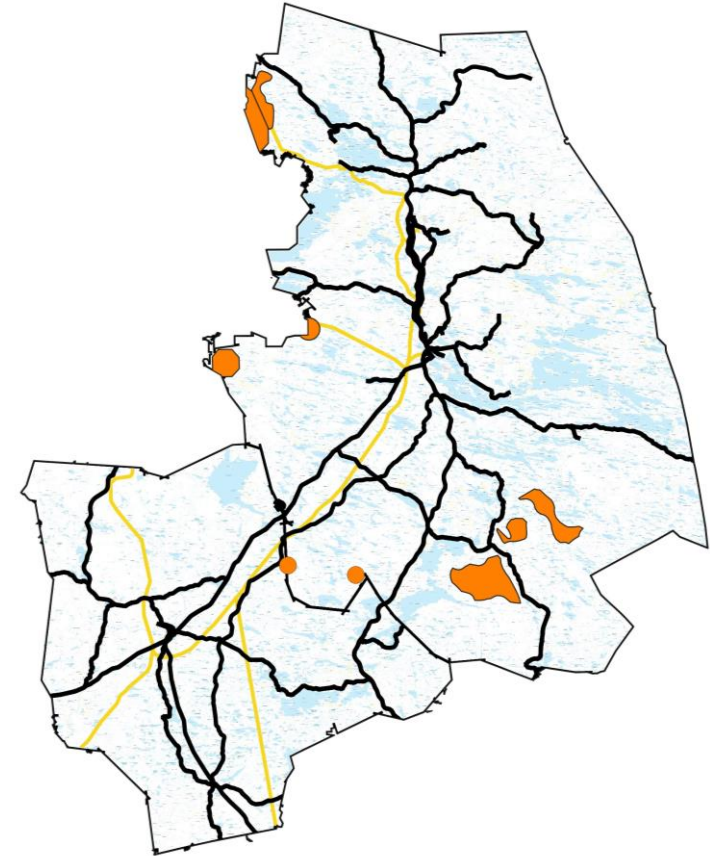
## *Tuulivoima*

- Tuulivoimalassa tuulen liike-energia muutetaan sähköksi turbiinien avulla. Tuulivoimalan pääkomponentit ovat perustukset, torni, naselli eli konehuone sekä roottori. Tornit ovat yleensä putkimaisia terästoreja, jotka on kiinnitetty betoniin tai teräsrakenteisiin perustuksiin. Naselli on kiinnitetty voimalan torniin, ja nasellin sisälle on yleensä sijoitettu muuntaja ja vaihteistot. Tuuli pyörittää voimalan roottoria, jonka liike-energia muutetaan akselin välityksellä generaattorissa sähköenergiaksi.
- Tuulivoimaloiden koko on kasvanut viime vuosina huomattavasti. Nykyisin maatuulivoimaloiden konehuoneet voivat yltää jopa 200-300 metrin korkeuteen. Lavat voivat nykyisin olla jo yli 100 metriä.
- Haittapuolena tuulivoimaloissa on maisemahaitat, ne vaativat ison alueen ympärilleen, vaikka itse rakentamisen vaatima ala on pieni, ja tuulivoima kärsii hintakannibalisaatiosta. Hintakannibalisaatiossa suuri määrä tuulivoimaa tuottaa sähköä samaan aikaan, kun useilla voima-alueilla tuulee samanaikaisesti, jolloin sähkön hinta laskee. Tämä ilmiö on jo alkanut jarruttamaan tuulivoimainvestointeja.
- Selvityksessä tuulivoimaloiden vaatimana alana käytettiin konservatiivisesti 1,2 km<sup>2</sup>. Tuulivoimaloiden korkeus oli 200 metriä ja yksikköteho 3 MW.

# 1. Energiantuotantoteknologiat

## Tuulivoima

- Koillismaalla on nykyisin tuotannossa OX2:n Saukkovaara-Mäkiahon 7 voimalan tuulivoimapuisto Kuusamon keskustasta länteen. Tuulivoimapuisto sijoittuu osittain Kuusamon ja osittain Posion kuntien alueelle. Voimaloiden korkeus on 200 m ja yksikköteho yli 3 MW. Lisäksi Koillismaan alueella on tiedossa kaksi kehitteillä ole tuulivoima-alueita. Yksi alueista on Tuulialfan Matkavaaran tuulivoimapuisto. Tuulipuistoon on suunniteltu 4-6 voimalaa, joiden korkeus olisi enimmillään 260 m ja yksikköteho enintään 7 MW. Lisäksi Kuusamon pohjoisosassa, Kuusamon keskustasta luoteeseen, sijaitsee Nuunajärven alue, jonne EPV Tuulivoima Oy:n on tarkoitus kehittää 30 tuulivoimalan puisto. Voimaloiden maksimikorkeus olisi 260 metriä ja yksikköteho jopa 6-10 MW.
- Tämän lisäksi Pohjois-Pohjanmaan energia- ja ilmastovaihekaavaan on merkitty kolme tv-3 aluetta tuulivoimalle Kuusamosta etelään. Lisäksi Kuusamon lounaisosassa olevat kaksi oranssia aluetta ovat tuulivoimayhdistys.fi:n mukaan OX2:n (Ukonpalo) ja YIT:n (Olkimaanvaara) esisuunnitteluvaiheen tunnistettuja hankealueita.
- Kuusamossa ja Koillismaalla tuulivoiman sijoittamista merkittävästi rajoittaa maisema-arvot, paliskuntien poronhoidon alueet sekä Venäjän rajan läheisyys ja puolustusvoimien tutkat, jolloin rajan läheisyyttä tulee välttää. Poronhoidon alueet voivat estää hankkeiden toteutumisen, esimerkiksi merkittävän laidunalueen läheisyydessä.
- Selvityksessä tuulivoimaloiden vaatimana alana käytettiin konservatiivisesti 1,2 km<sup>2</sup>. Tuulivoimaloiden korkeus oli 200 metriä ja yksikköteho 3 MW.



Tuulivoiman hankealueet ja kaavan tv-3 alueet kartalla. Keltaisella näkyy nykyinen ja suunniteltu korkeajännitesiertolinja. Oranssilla on merkitty nykyiset ja suunnittelut tuulivoima-alueet.

# 1. Energiantuotantoteknologiat

## Aurinkosähkö

- Aurinkopaneeleilla tuotetaan sähköä auringon säteilyenergiasta. Aurinkopaneelit on usein asennettu rakennuksen katolle tai keskitettyihin aurinkopuistoihin.
- Aurinkoenergian suurin etu on se, että se on uusiutuva ja puhdas energianlähde. Aurinkopaneelit toimivat itsenäisesti, lähes ilman huoltoa ja ne eivät tarvitse erillistä polttoainetta. Lisäksi nykyinen aurinkosähkön tuotanto on vielä vähäistä, jolloin aurinkosähkön hintakannibalisaatio on vielä vähäistä. Haittapuolena aurinkopaneeleilla on sääriippuvuus, suuri investointikustannus ja niiden tarvitsema kohtuullisen suuri maa-ala, erityisesti suuren kokoluokan puistoissa.
- Aurinkopaneeleilla tuotettu sähkö on arvokkainta itse kulutettuna, jolloin voidaan välttyä sähköverolta sekä sähkön siirtomaksuilta. Keskitetyissä aurinkopuistoissa sähkön käyttäminen paikan päällä on kuitenkin usein mahdotonta.
- Aurinkopaneelit ja –puistot ovat keränneet huomattavasti lisää kiinnostusta viime vuosina. Aurinkovoiman osuus Suomen sähköntuotannosta on pian prosentin luokkaa, ja määrä kasvaa jatkuvasti.
- Tilaa aurinkovoimalat tarvitsevat noin 46 m<sup>2</sup>/MWh vuodessa tuotettua sähköenergiaa kohden.



Kuva maahan asennetusta aurinkopaneelirivistä. Granlund Oy.

# 1. Energiantuotantoteknologiat

## *Bioenergia ja jätteenpoltt*

- Bioenergia on biopolttoaineista tuotettua energiaa. Biopolttoaineina käytetään Suomessa mm. metsistä, soilta ja pelloilta kerättävää biomassaa. Lisäksi biopolttoaineena voidaan käyttää yhdyskuntien, teollisuuden sekä maatalouden biojätteitä.
- Bioenergiaa voidaan muuttaa hyödynnettäväksi energiaksi pääasiassa polttamalla. Biomassaa voidaan polttaa joko suoraan sellaisenaan (esimerkiksi sahateollisuuden sivuvirrat) tai biomassaa voidaan käsitellä.
- Biomassaa voidaan käsitellä, jotta se saadaan helpommin poltettavaan tai siirrettävään muotoon esimerkiksi pelleteiksi tai hakkeeksi. Kosteaa biomassaa taas voidaan mädättämällä muuttaa biokaasuksi biokaasulaitoksissa. Biojätteestä voidaan tehdä myös muitakin lopputuotteita, esimerkiksi bioetanolia.
- Biokaasun käyttökohteet ovat moninaisia, vastaavia kuin maakaasulla: teollisuus, liikenne tai lämmön ja sähkön tuotanto polttokennoissa tai moottoreissa ja turbiineissa.
- Koillismaalla energiakäytössä oleva biomassa on pääosin teollisuuden sivuvirtoja ja metsähaketta. Biomassaa poltetaan lämpövoimaloissa sekä sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksessa (CHP). Lisäksi polttokelpoista jätettä ja biojätettä viedään Ouluun käsiteltäväksi ja käytettäväksi energiantuotannossa.
- Jätteenpolttoa ei erityisesti kuitenkaan suositella Koillismaan alueelle. Polttokelpoiselle jätteelle on jo nykyisin käyttökohde Oulun Syklon polttolaitoksella, joten kilpailevan laitoksen rakentaminen Koillismaalle ei vaikuta järkevältä kokonaiskuvassa. Lisäksi Koillismaan nykyinen energiantuotanto perustuu jo pitkälti uusiutuvan biomassan polttoon, jonka korvaaminen jätteen poltolla ei näyttäyty puhtaan energian edistämisenä. Mahdollisuutena on myös, että jätteenpolton käsittely päästöttömänä energiana muuttuisi, mutta tähän ei ole konkreettisia suunnitelmia.
- Koillismaan alueella syntyy noin 6 000 tonnia yhdyskunnan, kaupan sekä teollisuuden biojätettä. Tätä jätettä voitaisiin hyödyntää biokaasun tuotannossa.
- Lisäksi tämä alueella syntyy vuodessa noin 3 490 tonnia kuivattua puhdistamolietettä, jota voitaisiin hyödyntää biokaasun tuotannossa.

# 1. Energiantuotantoteknologiat

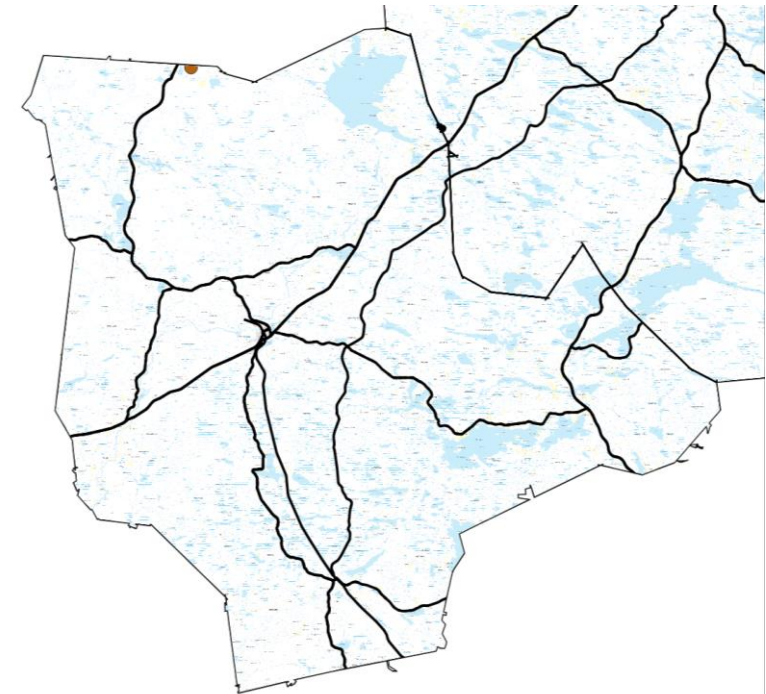
## *Energiavarastot*

- Energiavarastojen avulla pystytään tehokkaasti tasaamaan pitkien aikojen, kuten vuodenaikojen, välisiä tai hyvin lyhyen aikavälin, kuten tuntien, välisiä energian tarpeita kysynnän ja tarjonnan suhteen.
  - Pitkän aikavälin energiavaraston esimerkkinä voi olla pumppuvoimalaitos, jossa suuri vesimassa voidaan pumpata tai padota ylempään altaaseen, josta vesi voidaan laskea turbiinien läpi alempaan altaaseen.
  - Lyhyen aikavälin esimerkkinä voidaan pitää sähköakkuja, joita voidaan käyttää jopa alle sekuntitasolla sähkön taajuuden korjaamiseen.
- Energiavarastoilla on monia eri käyttötapoja:
  - Varastot toimivat puskurina tuotanto- ja jakeluhäiriöissä, jolloin häiriöiden korjaamiseen on enemmän aikaa, ennen kuin ne vaikuttavat kuluttajaan.
  - Varastoilla voidaan leikata kulutushuippuja ja siirtää kulutusta siten matalan kulutuksen tunneille. Näin voidaan jopa välttyä verkkoinvestoinneilta, kun suurin kuormitus saadaan pienennettyä.
  - Energiavarastoilla voidaan myös tasata energian tuotannon ja kulutuksen ajallista eroa esimerkiksi tuuli- ja aurinkosähköntuotannossa tai varastoida energiaa halvan energian hetkinä myytäväksi myöhemmin kalliimmalla.
- Energiavarastoissa voidaan varastoida myös lämpöä. Tällöin kaukolämpöverkon kulutushuippua voidaan leikata. Lämpövarastot ovat erityisen hyödyllisiä hukkalämmön tuotannossa, jossa lämmöntuotanto riippuu lämmönlähteestä. Tällöin lämpövarasto auttaa tasaamaan kulutuksen ja tuotannon ajoitusta.

# 1. Energiantuotantoteknologiat

## *Energiavarastot*

- Energian varastointi, erityisesti sähkön varastointi suuressa mittakaavassa on kallista. Sähköakut, nykyään useimmiten litiumakut, ovat vielä kalliita. Siksi akut ovatkin yleistymässä kohteissa, jossa niillä on joku muuta tekniikkaa tukeva toiminnallisuus. Pelkällä sähkön energian hinnan optimoinnilla sähköakut eivät yleensä maksa itseään takaisin vielä tähän asti nähdyillä sähkön hinnan vaihteluilla. Sähköakut ovatkin muuta energiatekniikkaa, kuten tuulivoimapuistoja, tukeva tekniikka. Akkuteknologiaa voidaan yhdistää aurinko- ja tuulipuistohankkeisiin sähkönsiirron avustamista ja sähkön hinnan optimointia varten. Nämä eivät kuitenkaan ole välttämättömiä, vaan pelkästään edistävät sähköntuotantohankkeita taloudellisesti tai teknisesti. Tästä syystä sähköakkuja ei ole tutkittu tässä selvityksessä tarkemmin. Sähköakkujen käyttö on hankekohtaista ja riippuu pitkälti akkujen ja sähkön hintakehityksestä tulevaisuudessa, eikä niiden käytön edistämistä nähdä tärkeänä Kuusamon, Taivalkosken tai Koillismaan tasolta.
- Energian varastointi vetenä ylempään altaaseen on käytännöllinen ja kannattava ratkaisu, jos on olemassa siihen soveltuva valmis alue. Tällaisia alueita ovat luonnonalueet, kuten runsaasti virtaavat joet ja niihin yhtyvät järvet tai jopa vanhat kaivokset. Toimiakseen pumppuvoimala tarvitsee kuitenkin suuren vesimassan tai korkeuseron tehon ja energian tuotantoa varten.
- Koillismaan alueella on yksi vanha kaivos: Taivalkosken Mustavaaran kaivos, joka on suljettu, vaikkakin sen uudelleen avaamista on pohdittu julkisuudessa. Kaivos on kuitenkin korkeuseroiltaan matala, eikä alueella ole suuria vesimassoja, joten energianvarastointi kaivoksen nykytilassa ei ole kannattavaa.

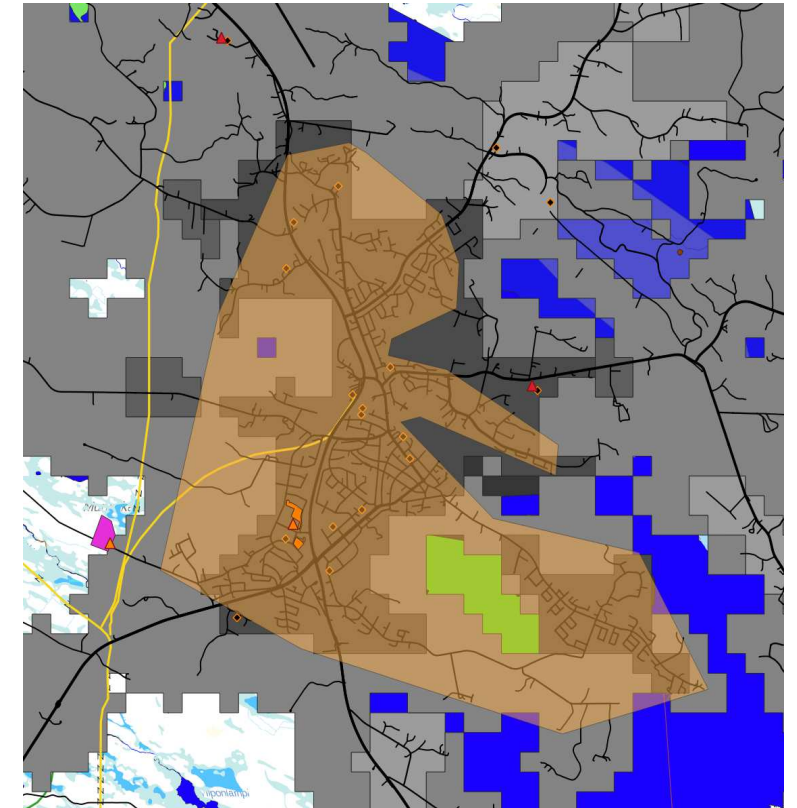
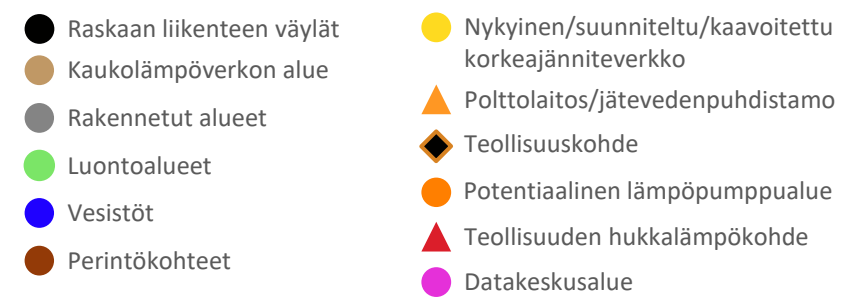


Mustavaaran kaivos Taivalkosken pohjoisosassa merkitty karttaan ruskealla.

# 1. Energiantuotantoteknologiat

## Vety ja synteettinen maakaasu

- Vedyn käyttöön ja tuotantoon pohjautuvat hankkeet ovat runsastuneet viimeaikoina. Suurimpia uusia vetyhankkeita ovat eri elektrolyysilaitokset, joissa vedestä erotetaan kaasumaista vetyä sähkön avulla. Vedystä voidaan edelleen jalostaa muita tuotteita, kuten metaania, lisäämällä vetyyn hiilidioksidia. Vedyn käyttöön liittyviä suuria hankkeita on ollut esillä julkisuudessa. Suurimmat hankkeet tällä hetkellä liittyvät terästeollisuuteen.
- Vedyn tuotanto on nykyisin vielä sen verran kallista, että sähkön ja lämmön tuotantoon liittyvät vetysovellukset eivät ole vielä yleistyneet. Ensimmäiset vedyn käyttökohteet ovatkin teollisuudessa.
- Koillismaahan alueella ei ole vedyn siirtoon soveltuvaa infrastruktuuria, rautatietä tai putkistoa, eikä myöskään suurta vetyä käyttävää teollisuutta. Perämerellä etuna on alueelle paremmin soveltuva suuri vetyklusteri ja siihen liittyvä mahdollinen vetyputkisto.
- Kuusamon keskustassa on kuitenkin Torangin voimalaitos, joka tuottaa sähköä ja lämpöä polttamalla biomassaa. Biomassa polttamisessa syntyvää hiilidioksidia voitaisiinkin ottaa talteen. Talteenotetusta hiilidioksidista ja vedystä voidaan edelleen valmistaa metaania. Tällaisia hankkeita on suunniteltu jo Suomessa mm. Mustasaareen, Kristiinankaupunkiin, Harjavaltaan, Vantaalle, Lahteen ja Mikkeliin. Ainakin Vantaalla tuotettua metaania on tarkoitus käyttää energiantuotannossa huippukulutuksen aikana. Tärkeänä tekijänä hankkeissa on ollut mahdollisuus ottaa myös prosessissa syntyvä hukkalämpö talteen kaukolämpöverkkoon, mikä myös olisi mahdollisuus Kuusamon tapauksessa. Kuusamon etuna on suuri voimala ja isompi kaukolämpöverkko kuin Rukalla tai Taivalkoskella. Lisäksi Kuusamossa mahdollisuuksia lisää raskaan liikenteen väylien läheisyys, jolloin myös liikennepolttoaineiden tuotanto on mahdollista.
- Torangin voimalaitosalueella ongelmaksi muodostuvat vapaa tila, sähköverkon riittävyys sekä veden saanti. Tila voi mahdollisesti riittää pieneen vedyntuotanto- ja metanointilaitokseen (EMMI, Uusiutuva energiantuotanto ja vetytalous loppuraportti). Loppuraportin esimerkissä 20 MW:n laitos kuluttaisi vettä noin 5 m<sup>3</sup> tunnissa, joka on noin 120 m<sup>3</sup> päivässä. Vertailuna Kuusamon EVO toimittaa asiakkailleen vuorokaudessa 2800 m<sup>3</sup> talousvettä.



Kuusamon keskustan alueen kartta. Läpinäkyvä oranssi alue merkkää kaukolämpöverkon aluetta. Keskustan oranssi kolmio on Torangin biovoimala. Voimalan vieressä merkatut tummanoranssit alueet kuvaavat mahdollista metaanintuotantolaitoksen aluetta voimalan yhteyteen. Liila alue Kuusamosta länteen on alue uuden jäteveden puhdistamon vieressä. Tontti tunnistettiin Uusiutuvan energiantuotannon ja vetytalouden loppuraportissa mahdolliseksi vedyntuotantoalueeksi.

## 2. Kaavoituksen tilanne

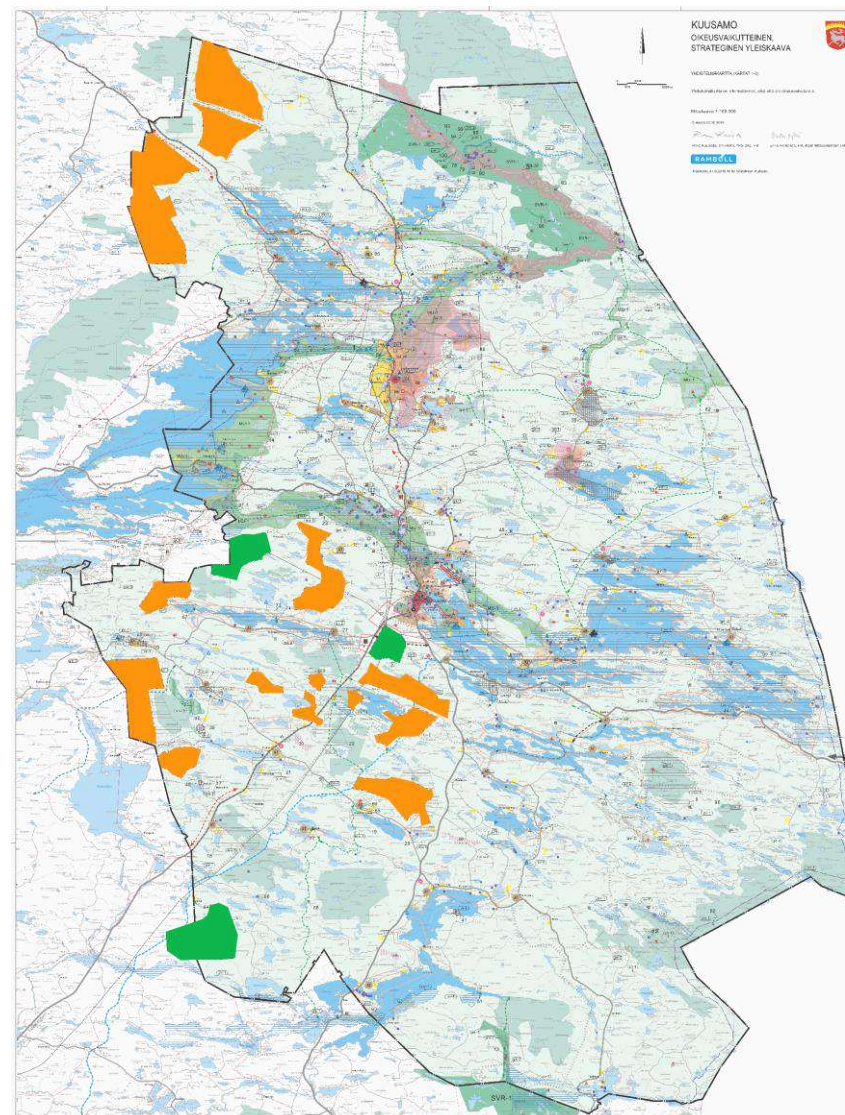




# 2. Kaavoituksen tilanne

## Kuusamo

- Strateginen yleiskaava (KV 13.12.2016):
  - Maakuntakaavasta (Huom! Sittemmin päivitetty) johdetut tuulivoimaloiden alueet (tv) sekä yleispiirteisten selvitysten perusteella potentiaalisiksi tuulivoimaloiden alueiksi todetut alueet (tv-1)
- Osayleiskaavoissa ja rantayleiskaavoissa ei laajempia energihuollon alueita osoitettu.
- Asemakaavat keskittyvät Rukatunturin ympäristöön. Niissä ei osoitettu laajempia energihuollon alueita.
- Kaavoittamattomille alueille voidaan tutkia tuulivoiman sijoittamisen mahdollisuuksia maakuntakaavassa osoitetuilla tuulivoima-alueilla tai niiden ulkopuolella. Tällöin toteutus saattaa edellyttää maakuntakaavan muutosta.

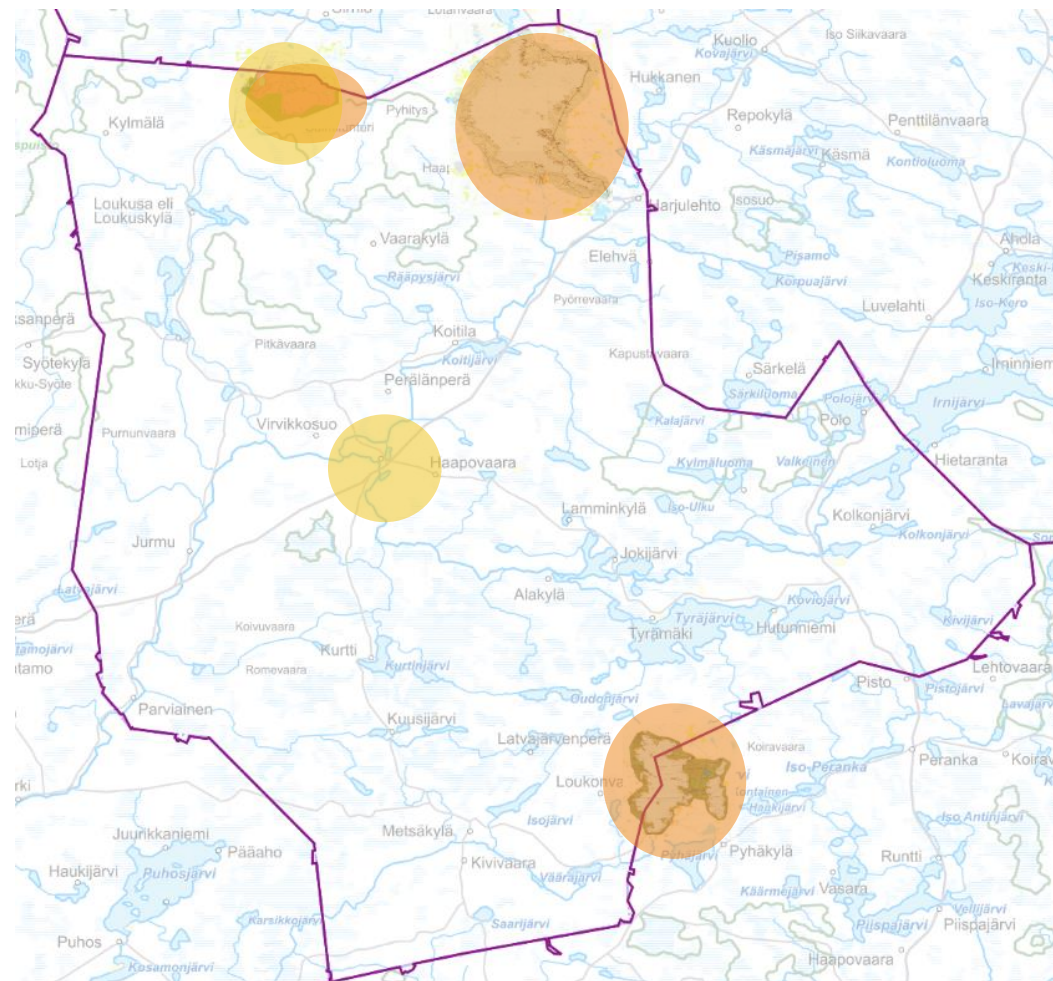


Kuvassa on esitetty Kuusamon strateginen yleiskaava, johon on merkitty tumman vihreällä maakuntakaavan ja strategisen yleiskaavan tuulivoimaloiden tv-alueet ja oranssilla strategisen yleiskaavan tv-1-alueet.

# 2. Kaavoituksen tilanne

## Taivalkoski

- Voimassa olevissa ranta- ja osayleiskaavoissa ei energiantuotantoon varattuja laajempia alueita.
- Asemakaavat keskustan alueella: ET-merkinnät mm. vedenotolle ja pelastustoimelle sekä lämpövoimalalle. Ei laajempia energiantuotantoon osoitettuja alueita.
- Kaavoittamattomille alueille voidaan tutkia tuulivoiman sijoittamisen mahdollisuuksia maakuntakaavassa osoitetuilla tuulivoima-alueilla tai niiden ulkopuolella. Tällöin toteutus saattaa edellyttää maakuntakaavan muutosta.



Voimassa olevat yleiskaavat 09/2023

Voimassa olevat asemakaavat 09/2023

Kuvassa on esitetty Taivalkosken karttaan merkityt voimassa olevat yleiskaavat oranssilla ja voimassa olevat asemakaavat keltaisella.

# 3. Sijaintitarkastelu



# 3. Sijaintitarkastelu

## Eläimien vaikutus energiantuotannon sijoitteluun

Eläimet vaikuttavat energiantuotantoratkaisujen sijoittamismahdollisuuksiin. Esimerkiksi tuulivoima vaikuttaa porojen, lintujen sekä susien elämään.

### Porot

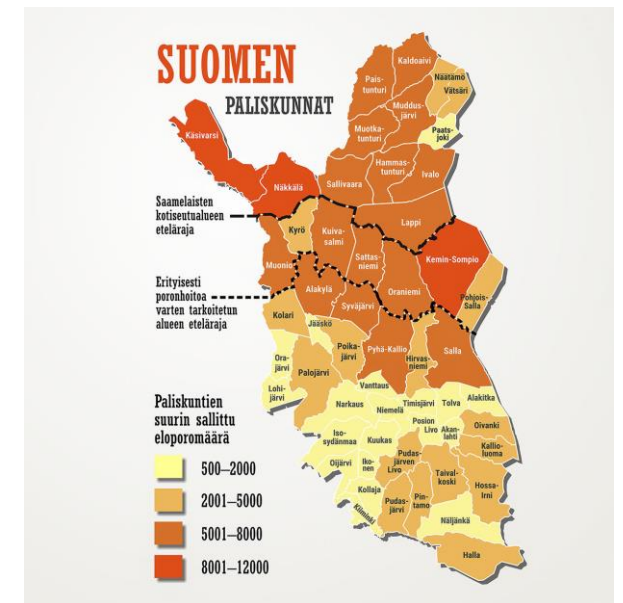
- Poronhoitoalue kattaa lähes koko Lapin, sekä osia Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun kunnista. Energiaratkaisujen, kuten tuulivoiman ja aurinkovoimalan sijoittamiseen poronhoitoalue vaikuttaa niin, että alueen paliskunnan kanssa on keskusteltava tuotannon sijoittamisesta paliskunnan alueelle. Hankkeen vaikutus poroihin ja niiden käyttäytymiseen tulisi selvittää jo hankkeen alkuvaiheessa.

### Linnut

- Lintujen merkittävät muuttoreitit sijoittuvat Perämeren rannikkoalueelle. Koillismaalle sijoittuvat tuulivoimahankkeet eivät siten aiheuta erityistä haittaa linnustolle muuttoaikana. Kuitenkin jotkut hanhilajit käyttävät Koillismaan aluetta muuttoreittinä, esimerkiksi uhanalainen kiljuhanhi (Sweco, Linnuston päämuuttoreitinpäivitysselvitys, TUULI-hanke, Pohjois-Pohjanmaan liitto 12/2021).
- Kuitenkin maakotkien määrä Koillismaalla on merkittävä, ja riski sille, että maakotka törmää tuulivoimalaan on suuri. Erityisesti useamman tuulivoimalan ja –puiston toteutuessa törmäysriski voi merkittävästi vaikuttaa maakotkapopulaatioon ajan kuluessa. (H. Tikkanen, Tuulivoiman vaikutukset Pohjois-Pohjanmaan maakotkapopulaatioon, TUULI-hanke, Pohjois-Pohjanmaan liitto 12/2022). Maakotkien osalta vähäriskisimmät alueet sijaitsevat Kuusamon ja Taivalkosken keskustojen läheisyydessä.
- Tuulivoimalahankkeiden yhteydessä on otettava käyttöön toimenpiteitä törmäyksien vähentämiseksi maakotkaselvityksen mukaisesti.

### Sudet

- Susireviirit Koillismaalla sijoittuvat osin aivan Kuusamon pohjois- ja eteläosiin, jolloin niillä ei ole merkittävää vaikutusta energiantuotannon sijoittamiseen.



Paliskunnat.fi-sivuston kartta Suomen paliskunnista. Paliskunnat sijoittuvat Lapin alueelle Kemiä ja Torniota lukuunottamatta. Paliskuntien alueet yltyvät lisäksi Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun alueelle. Porojen määrä on suurin Lapissa.



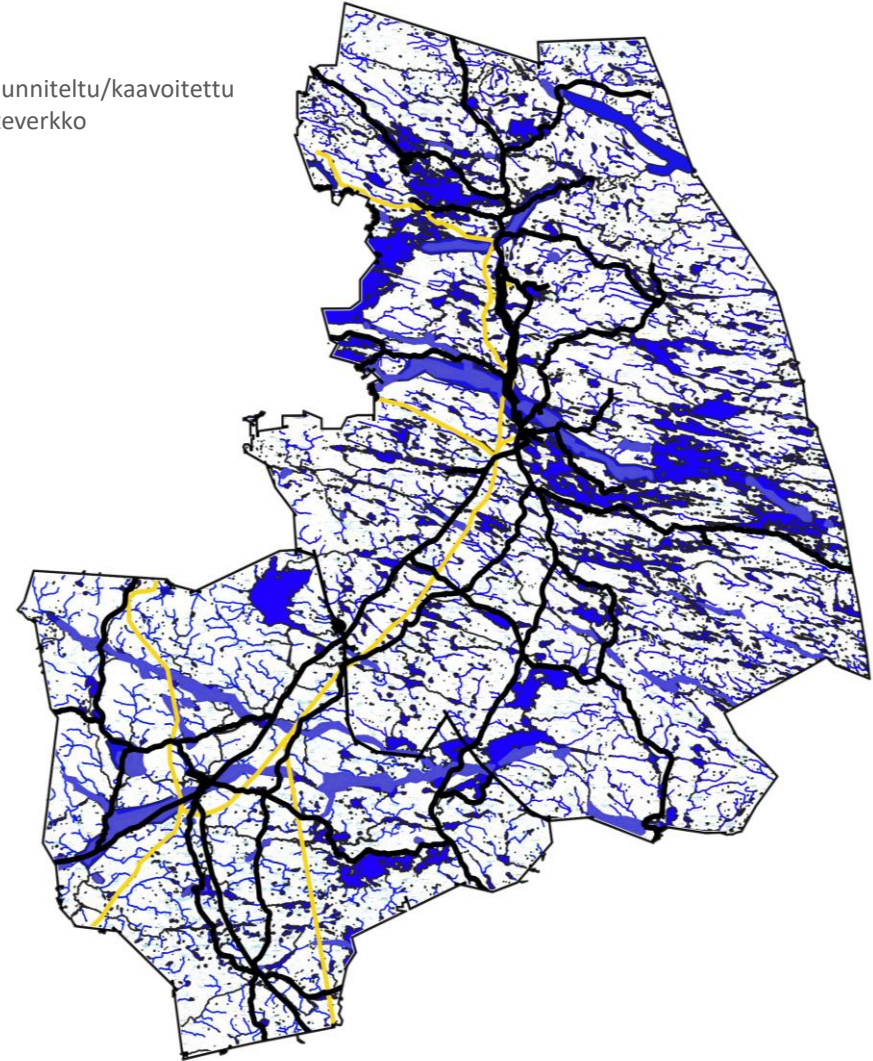
Susireviirit Kuusamon pohjois- ja eteläosissa. (Sweco, Susireviiriselvitys, TUULI-hanke, Pohjois-Pohjanmaan liitto, 12/2021).

# 3. Sijaintitarkastelu

## Pohjavesi

- Viereinen kuva esittää sinisellä merkityt vesistöt sekä pohjavesialueet Koillismaalla. Suurimmat tiet on merkitty mustalla ja Fingridin verkkoreitti on keltaisella.
- Vesistöt luonnollisesti rajoittavat energiantuotannon sijoittamista. Lisäksi pohjavesialueet rajoittavat tiettyjen energiantuotantomuotojen käyttöä.
  - Tuulivoimaa ei sijoitella pohjavesialueelle varovaisuusperiaatteen takia. Tuulivoimaloissa käytettävät kemikaalit voivat päätyä pohjaveteen esimerkiksi laitteiston rikkoutuessa.
  - Maalämpöön tai geotermisen energian tuotantoon tarvittavia porakaivoja ei voida porata pohjavesialueelle pohjaveden pilaantumisriskin takia.

- Raskaan liikenteen väylät
- Vesistöt
- Nykyinen/suunniteltu/kaavoitettu korkeajänniteverkko



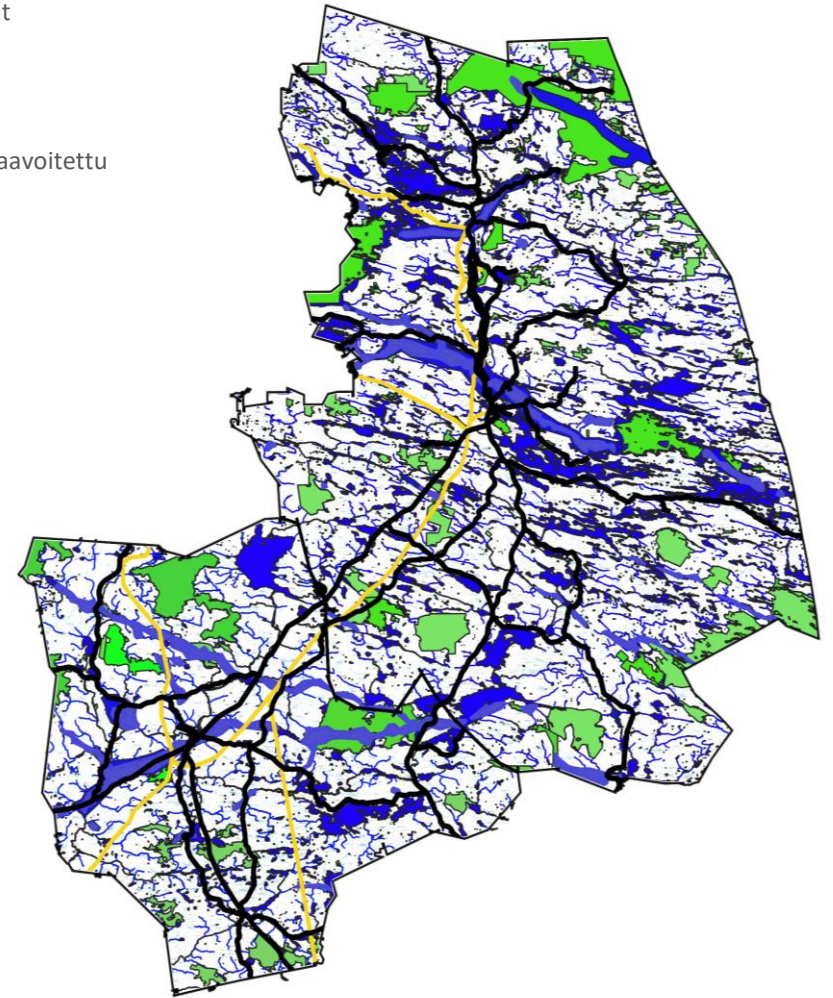
Pohjavesi- ja pintavesikartta. Koillismaan Kuusamon ja Taivalkosken kuntien pohjavedet ja pintavedet on merkitty sinisellä. Suurimmat tiet on merkitty mustalla. Keltaisella on esitetty Fingridin verkkoreitti.

# 3. Sijaintitarkastelu

## Luonnonsuojelukohteet

- Viereinen kuva esittää Koillismaan luonnonsuojelualueet kartalla. Alueet on merkitty vihreällä värillä. Luonnonsuojelualueet sisältävät seuraavat alueet.
  - Natura-alueet (SPA, SCI ja SAC)
  - Luonnonsuojelualueet (YSA, VSA ja EMA)
  - Valtion muut suojelualueet
- Näille alueille ei esitetä sijoitettavaksi energiantuotantoa. Lisäksi tuulivoimalle on lisätty suojavyöhyke luonnonsuojelualueiden ympärille, jolloin tuulivoimaa ei esitetä sijoitettavaksi myöskään luonnonsuojelualueiden välittömään läheisyyteen.

- Raskaan liikenteen väylät
- Luontoalueet
- Vesistöt
- Nykyinen/suunniteltu/kaavoitettu korkeajänniteverkko



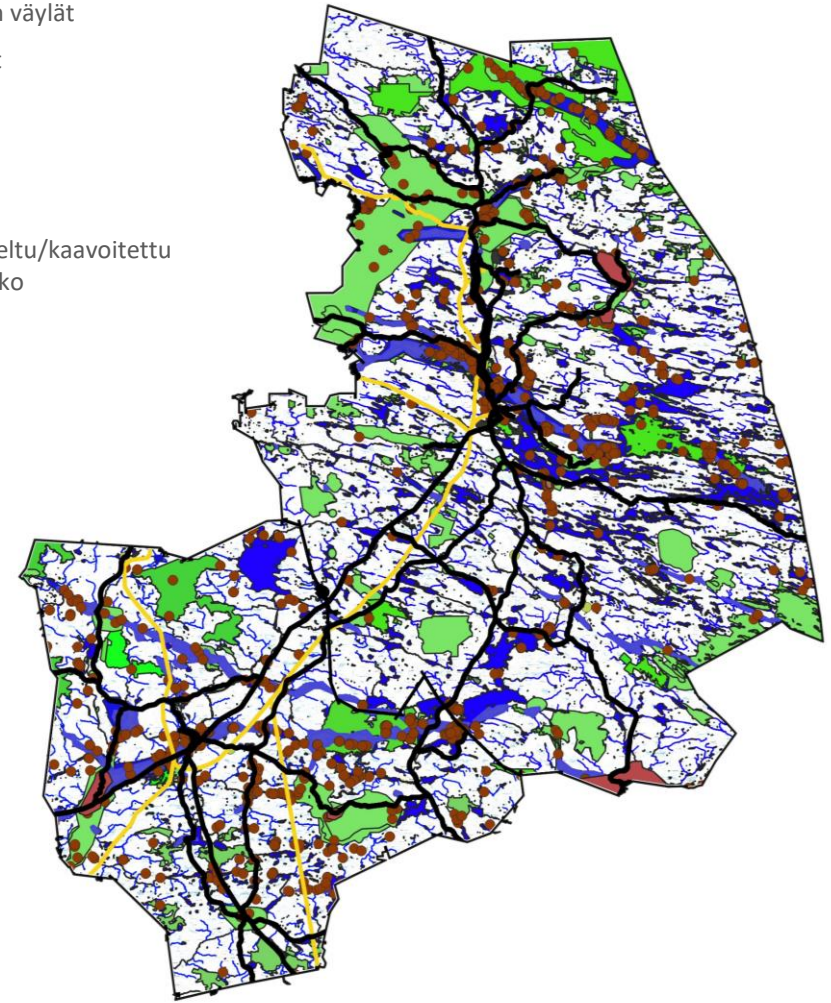
Luonnonsuojelualuekartta. Koillismaan Kuusamon ja Taivalkosken kuntien luonnonsuojelualueet on merkitty vihreällä. Pohjavedet ja pintavedet on merkitty sinisellä. Suurimmat tiet on merkitty mustalla. Keltaisella on esitetty Fingridin verkkoreitti.

# 3. Sijaintitarkastelu

## *Maisema-alueet, arvokkaat luontokohteet ja perintökohteet*

- Koillismaan alueella on valtakunnallisesti sekä maakunnallisesti tärkeitä maisema-alueita. Myös näitä alueita vältetään energiantuotannon sijoittelussa. Tärkeät maisema-alueet on lisätty vihreällä luonnonsuojelualueiden lisäksi karttaan. Vihreällä merkitään siten luontoarvoihin perustuvaa energiantuotannolta rajoitettua aluetta.
- Lisäksi huomioon otetaan perintökohteet. Nämä voivat olla yksittäisiä merkittäviä rakennuksia ja rakennettuja alueita tai muinaisjäännöksiä.
- Vihreällä on myös lisätty karttaan arvokkaat kivikot, kallioalueet, moreenimuodostumat sekä tuulirantakerrostumat. Myös näitä uniikkeja luontokohteita halutaan suojella rakentamiselta.

- Raskaan liikenteen väylät
- Rakennetut alueet
- Luontoalueet
- Vesistöt
- Perintökohteet
- Nykyinen/suunniteltu/kaavoitettu korkeajänniteverkko



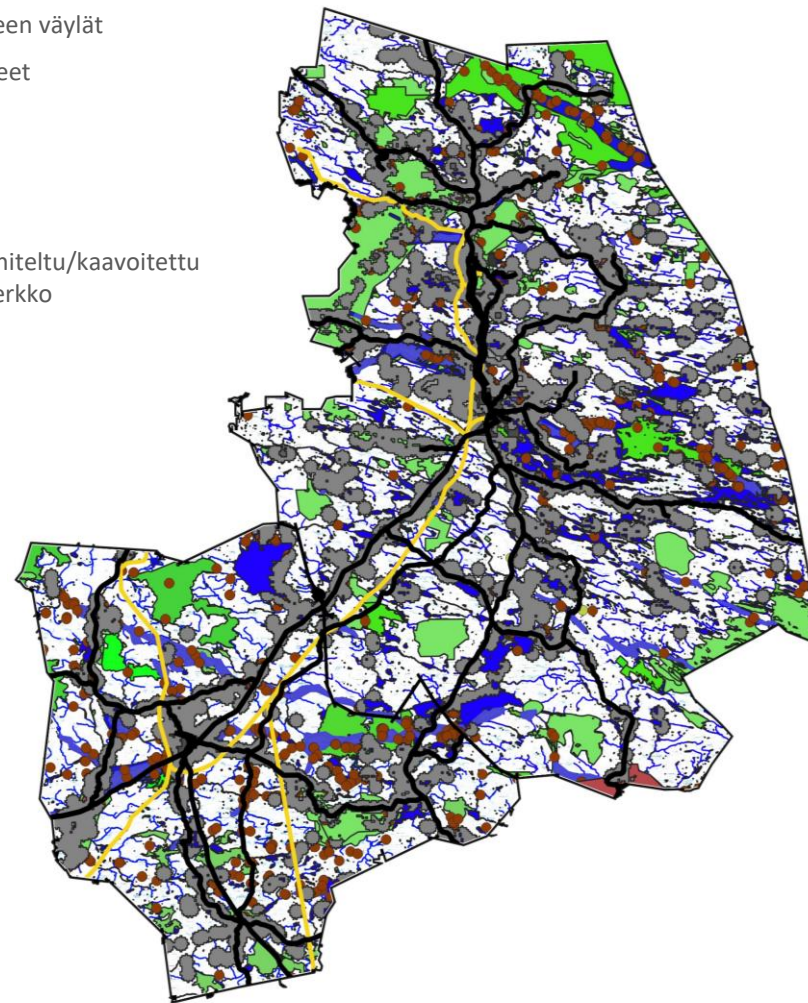
Perintökohteet ja maisema-alueet -kartta. Koillismaan Kuusamon ja Taivalkosken kuntien maisema-alueet ja luonnonsuojelualueet on merkitty vihreällä. Perintökohteet ja -alueet on merkitty ruskealla. Myös pienemmät arvokkaat luontokohteet on merkitty vihreällä. Pohjavedet ja pintavedet on merkitty sinisellä. Suurimmat tiet on merkitty mustalla. Keltaisella on esitetty Fingridin verkkoreitti.

# 3. Sijaintitarkastelu

## Rakennettu ympäristö

- Vesistöjen, luonnonsuojelualueiden sekä maisema-alueiden lisäksi merkittävimmät rajoitukset energiantuotannon rakentamiseen aiheutuuvat rakennetusta ympäristöstä.
- Viereiseen karttaan on merkitty harmaalla rakennusten alueet. Näihin kuuluvat taajama-alueet, kylät, maaseutuasutus ja pien- sekä kerrostaloasutus.
- Osa energiantuotantomuodoista ei sovellu rakennetulle alueelle. Ilmeisimmät esimerkit ovat tuuli- ja aurinkovoima niiden suuren tilantarpeen takia. Myös suuri määrä maalämpökaivoja vaatii merkittävästi tilaa, jolloin sekään ei ole täysin soveltuva kaikille alueille.

- Raskaan liikenteen väylät
- Rakennetut alueet
- Luontoalueet
- Vesistöt
- Perintökohteet
- Nykyinen/suunniteltu/kaavoitettu korkeajänniteverkko



Rakennetut alueet -kartta. Koillismaan Kuusamon ja Taivalkosken kuntien rakennetut alueet on merkitty harmaalla. Maisema-alueet ja luonnonsuojelualueet on merkitty vihreällä. Perintökohteet ja -alueet on merkitty ruskealla. Myös pienemmät arvokkaat luontokohteet on merkitty vihreällä. Pohjavedet ja pintavedet on merkitty sinisellä. Suurimmat tiet on merkitty mustalla. Keltaisella on esitetty Fingridin verkkoreitti.

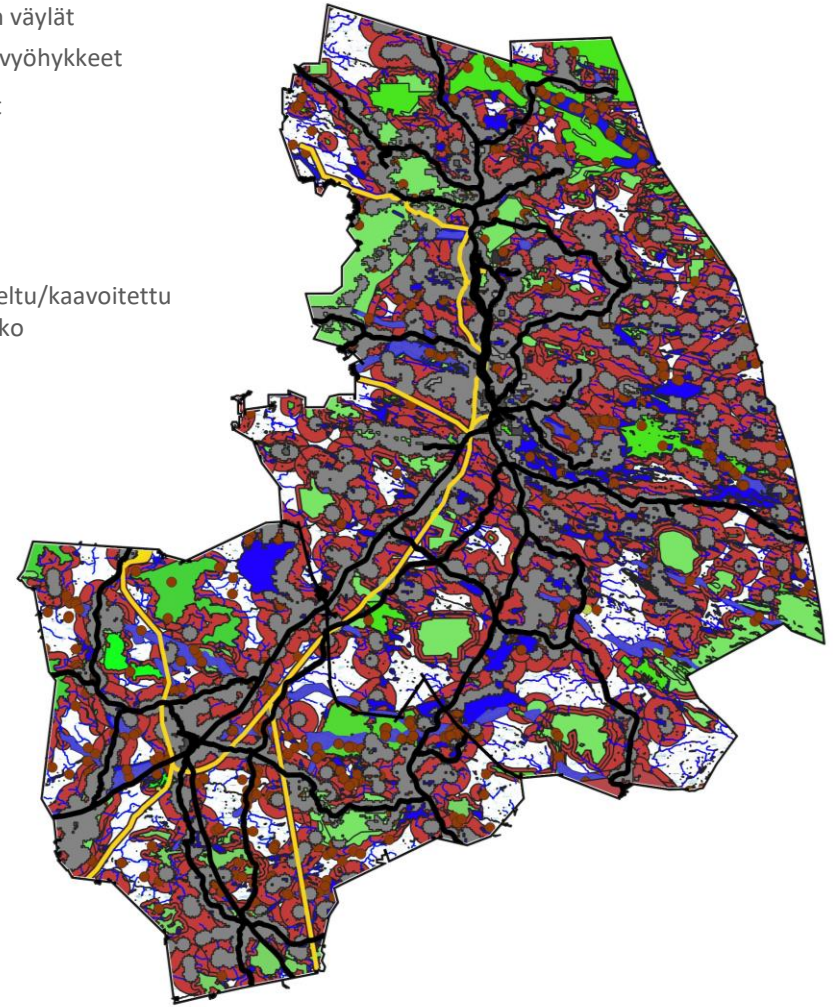
# 3. Sijaintitarkastelu

## Tuulivoiman suojavyöhykkeet

- Edellä esitellyt kohteet rajoittavat energiantuotannon sijoittelua Koillismaalla. Lisäksi monen rajoitteen läheisyyteen ei voida sijoittaa tuulivoimaa, jonka vaikutusalue ja näkemäalue on laaja. Tästä syystä tuulivoimatarkastelussa on käytetty suojavyöhykkeitä. Käytetyt suojavyöhykkeet ovat TUULI-hankkeen Sijainninohjausmallin raportista mukautettuja.

- Luonnonsuojelualueet: 500 m
- Natura-alue (SPA): 1000 m
- Natura-alue (SAC, SCI): 500 m
- Arvokkaat luontokohteet: 100 m
- Pohjavesialueet: 100 m
- Arvokkaat maisema-alueet: 1000 m
- Arvokas rakennettu kulttuuriympäristö: 1000 m
- Asunnot ja loma-asunnot: 1500 m
- Liikenneväylät: 350 m
- Suurjännitejohdot: 450 m
- Lentokentän esterajoituspinta: 18000 m

- Raskaan liikenteen väylät
- Tuulivoiman suojavyöhykkeet
- Rakennetut alueet
- Luontoalueet
- Vesistöt
- Perintökohteet
- Nykyinen/suunniteltu/kaavoitettu korkeajänniteverkko



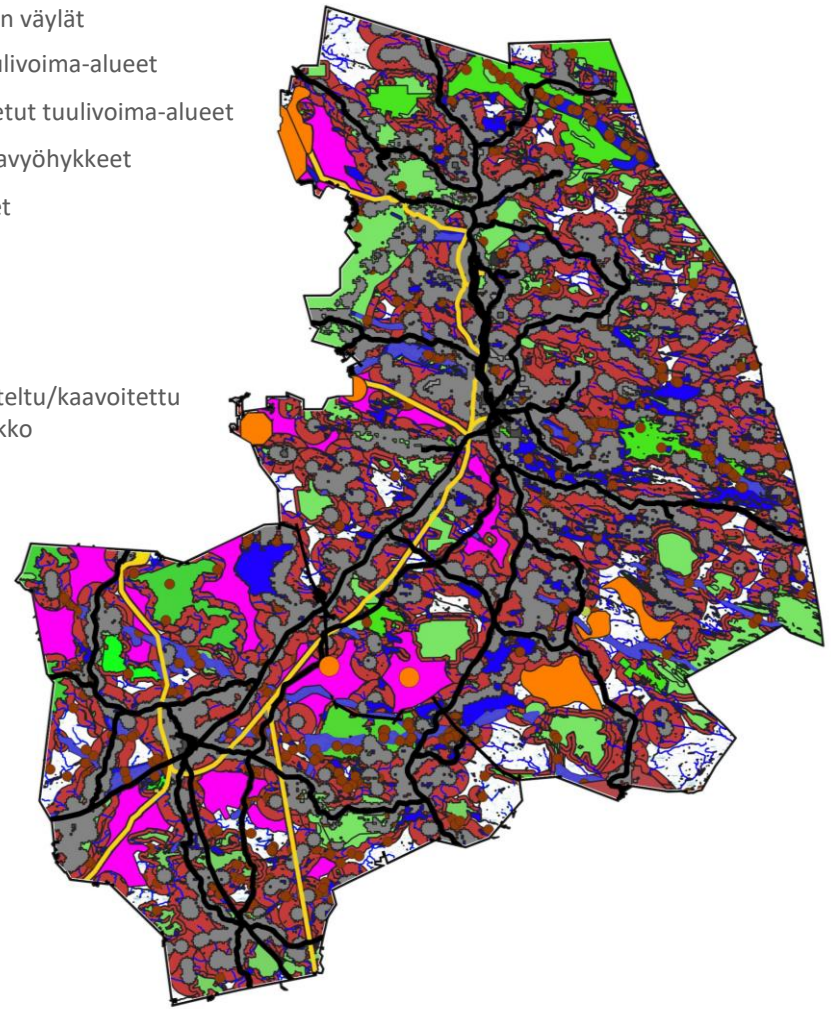
Suojavyöhykekartta. Koillismaan Kuusamon ja Taivalkosken kuntien suojavyöhykkeet on esitetty punaisella. Rakennetut alueet on merkitty harmaalla. Maisema-alueet ja luonnonsuojelualueet on merkitty vihreällä. Perintökohteet ja -alueet on merkitty ruskealla. Myös pienemmät arvokkaat luontokohteet on merkitty vihreällä. Pohjavedet ja pintavedet on merkitty sinisellä. Suurimmat tiet on merkitty mustalla. Keltaisella on esitetty Fingridin verkkoreitti.

# 3. Sijaintitarkastelu

## Tuulivoiman sijaintimahdollisuudet

- Tuulivoimalle jää vähän potentiaalisia kohteita, kun huomioidaan rajoittavat alueet ja niiden suojavyöhykkeet.
- Viereiseen kuvaan on merkattu oranssilla jo aiemmin tunnistetut tuulivoimalle potentiaaliset alueet, joista Nuunajärven tuulivoimapuisto Pohjois-Kuusamossa on jo tuotannossa.
- Liilalla on lisätty tässä selvityksessä tunnistetut uudet tuulivoima-alueet. Kaikkia tunnistettuja alueita ei kuitenkaan suositella täytettäväksi tuulivoimalla, vaan näitä suositellaan tarkempaan tarkasteluun parhaiden alueiden tunnistamiseksi.
- Monet alueet ovat jo aiemmin tunnistettujen tuulivoimalle potentiaalisten alueiden lähistöllä. Suurimmat tunnistetut alueet sijaitsevat Taivalkosken puolella, pohjoisessa, sekä Taivalkosken keskustan eteläpuolella. Lisäksi mahdollisia alueita on Taivalkosken ja Kuusamon keskustojen välissä.
- Yksi tärkein sijaintiin vaikuttava tekijä on sähköverkon läheisyys sekä tiestö.
- Monet alueet ovat hyvin soisia, mikä vaikuttaa tuulivoimaloiden sijoitteluun ja hankkeen kustannuksiin.
- Kuusamon alueelta tunnistettiin 175 km<sup>2</sup> edestä tuulivoimalle kiinnostavia alueita. Taivalkosken puolella tunnistettujen alueiden koko yhteensä on noin 257 km<sup>2</sup>. Yhteensä alueiden koko on noin 432 km<sup>2</sup>.

- Raskaan liikenteen väylät
- Potentiaaliset tuulivoima-alueet
- Aiemmin tunnistetut tuulivoima-alueet
- Tuulivoiman suojavyöhykkeet
- Rakennetut alueet
- Luontoalueet
- Vesistöt
- Perintökohteet
- Nykyinen/suunniteltu/kaavoitettu korkeajänniteverkko



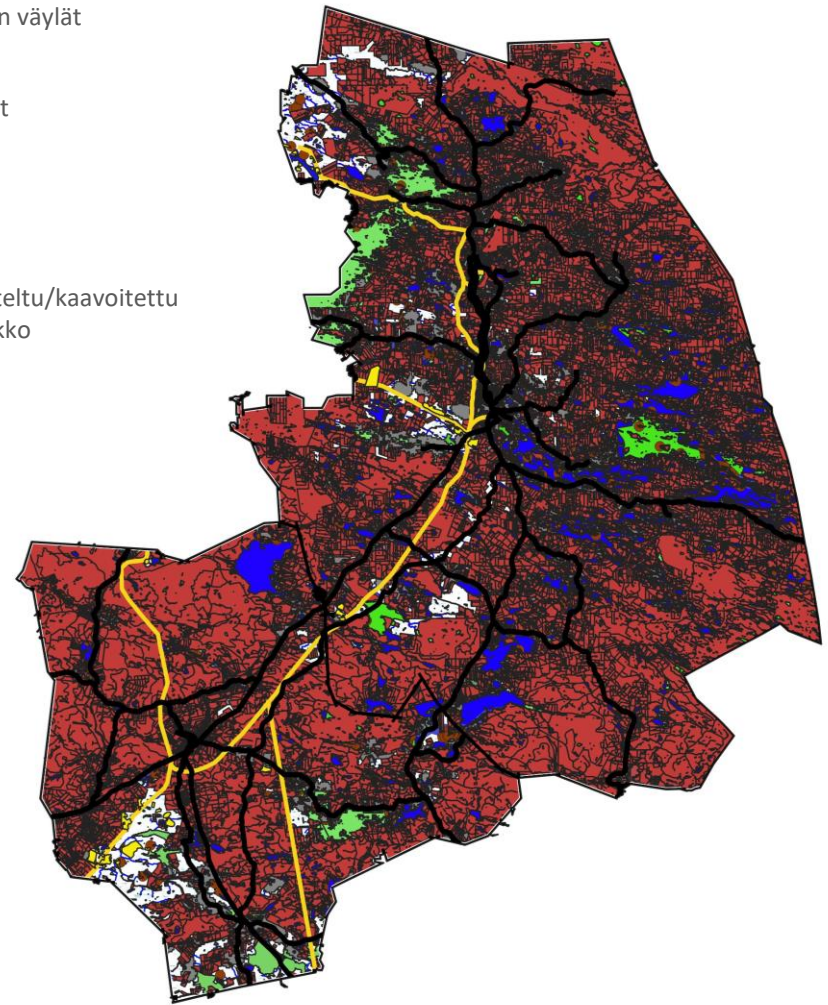
Tuulivoiman potentiaaliset alueet -kartta. Koillismaahan Kuusamon ja Taivalkosken kuntien tunnistetut potentiaaliset tuulivoima-alueet on merkattu liilalla. Jo aiemmin tunnistetut tai jo käytössä olevat alueet on merkattu oranssilla. Suojavyöhykkeet on esitetty punaisella. Rakennetut alueet on merkitty harmaalla. Maisema-alueet ja luonnonsuojelualueet on merkitty vihreällä. Perintökohteet ja -alueet on merkitty ruskealla. Myös pienemmät arvokkaat luontokohteet on merkitty vihreällä. Pohjavedet ja pintavedet on merkitty sinisellä. Suurimmat tiet on merkitty mustalla. Keltaisella on esitetty Fingridin verkkoreitti.

# 3. Sijaintitarkastelu

## Aurinkosähkön sijaintimahdollisuudet

- Aurinkosähköön vaikuttavat monet samat rajoitteet kuin tuulivoimaan. Aurinkosähkön osalta ei toisaalta tarvitse huomioida pohjavesialueita tai suojavyöhykkeitä. Aurinkosähkön sijoituspaikkojen arvioinnissa kuitenkin huomioitiin alueiden metsäisyys.
  - Suuren metsäalan kaataminen aurinkosähkövoimalan alta ei hiilijalanjäljen kannalta ole kestävä. Tästä syystä kartassa esitetään punaisella metsämaski, eli metsäisiksi luokitellut alueet.
- Aurinkosähkölle soveltuviksi paikoiksi tunnistettiin vähämetsäisiä alueita sähköverkon lähetyviltä. Nämä alueet on esitetty kuvassa keltaisella.
- Metsäisyyden vuoksi aurinkosähkölle tunnistetut alueet ovat huomattavasti pienempiä kuin tuulivoimalla.
- Potentiaalisimmat aurinkovoimalasijainnit ovat myös Taivalkosken lounaan puolella, Taivalkosken pohjoisosassa, Taivalkosken ja Kuusamon keskustojen välissä sekä Kuusamosta länteen. Lisäksi potentiaalisia alueita on Nuunajärven tuulipuiston läheisyydessä, Kuusamon pohjoisosassa.
- Kuusamon alueelta potentiaalisia aurinkosähkökohteita tunnistettiin 13 km<sup>2</sup> verran ja Taivalkosken puolelta lähes 15 km<sup>2</sup>. Yhteensä tunnistettuja alueita on noin 27 km<sup>2</sup>.

- Raskaan liikenteen väylät
- Metsäiset alueet
- Rakennetut alueet
- Luontoalueet
- Vesistöt
- Perintökohteet
- Nykyinen/suunniteltu/kaavoitettu korkeajänniteverkko



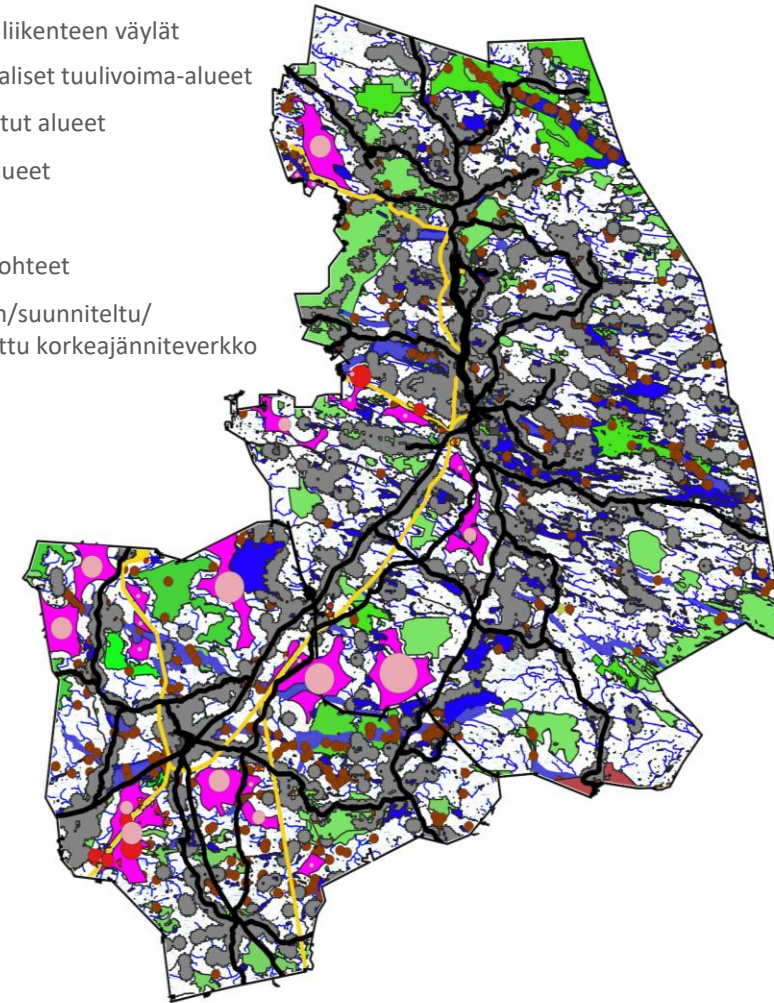
Aurinkosähkön potentiaaliset alueet -kartta. Koillismaahan Kuusamon ja Taivalkosken kuntien tunnistetut potentiaaliset aurinkovoimala-alueet on merkattu keltaisella. Metsäiseksi luokitellut alueet on merkattu punaisella. Suojavyöhykkeet on esitetty punaisella. Rakennetut alueet on merkitty harmaalla. Maisema-alueet ja luonnonsuojelualueet on merkitty vihreällä. Perintökohteet ja -alueet on merkitty ruskealla. Myös pienemmät arvokkaat luontokohteet on merkitty vihreällä. Pohjavedet ja pintavedet on merkitty sinisellä. Suurimmat tiet on merkitty mustalla. Keltaisella on esitetty Fingridin verkkoreitti.

# 3. Sijaintitarkastelu

## Tuuli- ja aurinkosähkön sijaintitarkastelun yhteenveto

- Aurinkosähkölle tunnistettiin yhteensä noin 27 km<sup>2</sup> edestä mahdollisia, lisätutkintaa vaativia alueita. Tuulivoimalle tunnistettujen alueiden koko on noin 432 km<sup>2</sup>. Aurinkosähkön alue jäi pieneksi, sillä aurinkovoimalan alta täytyy kaataa kaikki puusto, mitä haluttiin välttää. Tuulivoiman tuotannossa yksittäisen tornin pystyttäminen ei vaadi paljoa alaa, mutta oheisinfrastruktuuri, kuten tiet ja sähköverkon rakentaminen vaativat myös tilaa. Tämä on totta myös aurinkosähkön osalta. Huomioitavaa on kuitenkin, että tunnistetuista tuulivoima-alueista kaikki ei suositella täytettäväksi tuulivoimaloilla, vaan näistä vain parhaimmat alueet suositellaan käyttöön lisätutkimusten jälkeen.
- Luoteis-Kuusamon alue, joka tunnistettiin mahdolliseksi sekä tuuli- että aurinkosähkön tuotantoon, sijaitsee lähellä Riisitunturia ja tärkeää porojen laidunaluetta. Näistä syistä alueella on jo hylätty yksi tuulivoimapuistohanke. Lisäksi alueelle ei ole vielä rakennettu korkeajänniteverkkoa.
- Taivalkosken keskustan pohjoispuolelta etelään lähtevää verkkoa ja Taivalkosken keskustasta pohjoiseen lähtevää verkkoa ei ole vielä rakennettu. Pienet aurinkosähköalueet tämän verkon varrella eivät siksi ole potentiaalisimpia alueita. Alueita kannattaa tarkastella uudelleen, jos verkot päätetään rakentaa.
- Potentiaalisimmat alueet on merkitty viereiseen karttaan palloilla. Pallojen koko merkitsee alueen energiantuotannon arvioitua potentiaalia yksikössä GWh/v. Vaalenpunaisista palloista nähdään että suurimmat alueet sijaitsevat Taivalkosken ja Kuusamon rajalla, sekä Taivalkosken pohjoisosassa ja lounaisosassa.
- Aurinkosähkön osalta potentiaalisimmat alueet ovat myös Taivalkosken lounaisosassa, mutta myös siirtoverkon varrella Kuusamosta länteen.

- Raskaan liikenteen väylät
- Potentiaaliset tuulivoima-alueet
- Rakennetut alueet
- Luontoalueet
- Vesistöt
- Perintökohteet
- Nykyinen/suunniteltu/kaavoitettu korkeajänniteverkko



Tuulivoiman tunnistettujen alueiden potentiaali GWh/v

- 0 - 100
- 100 - 200
- 200 - 300
- 300 - 300
- 300 - 400

Aurinkovoiman tunnistettujen alueiden potentiaali GWh/v

- 0 - 0
- 0 - 100
- 100 - 200
- 200 - 300
- 300 - 400

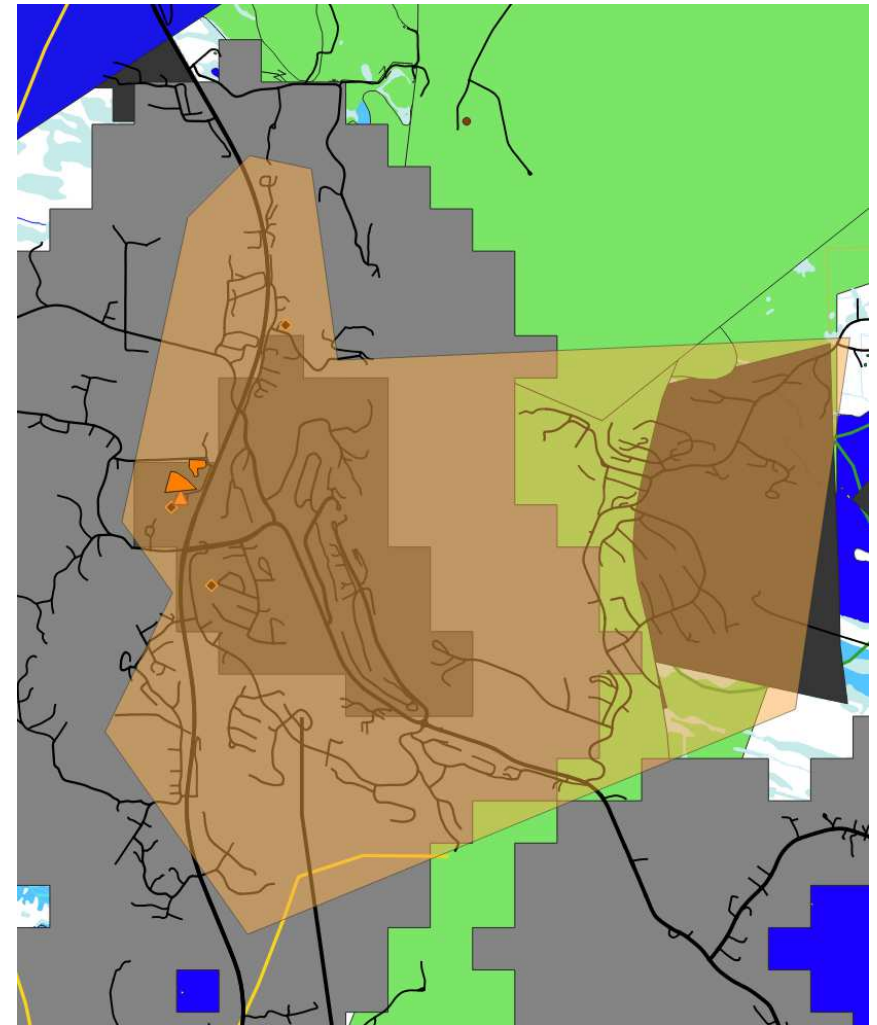
Aurinkosähkön ja tuulisähkön arvioidut potentiaalit -kartta. Aurinkosähköpotentiaali on merkattu punaisella pallolla, kun taas tuulivoiman potentiaali vaaleanpunaisella. Kuusamon ja Taivalkosken kuntien tunnistetut potentiaaliset aurinkovoimala-alueet on merkattu keltaisella, tuulivoiman alueet lilalla. Rakennetut alueet on merkitty harmaalla. Maisema-alueet ja luonnonsuojelualueet on merkitty vihreällä. Perintökohteet ja -alueet on merkitty ruskealla. Myös pienemmät arvokkaat luontokohteet on merkitty vihreällä. Pohjavedet ja pintavedet on merkitty sinisellä. Suurimmat tiet on merkitty mustalla. Keltaisella on esitetty Fingridin verkkoreitti.

# 3. Sijaintitarkastelu

## Lämmöntuotannon sijaintimahdollisuudet - Ruka

- Sähköntuotannon lisäksi tutkittiin eri kaukolämpöverkkoalueiden alueille soveltuvia lämmöntuotantovaihtoehtoja.
- Viereisessä kuvassa on esitetty karkea kaukolämpöverkon kattava alue läpinäkyvällä oranssilla. Musta-oranssi neliö kuvaa teollisuuskohdetta ja oranssi kolmio jätevedenkäsittelylaitosta ja biolämpölaitosta.
- Tumman oranssit alueet lämpölaitoksen vieressä ovat tunnistettuja lämpöpumppulaitospaikkoja. Alueiden koko on yhteensä noin 2 ha. Näille tonteille voidaan sijoittaa energiakaivoja tai ilmalämpökeräimiä. Suositeltu alue on heti lämpövoimalan vieressä, jolloin tuotettu lämpö voitaisiin helpoiten syöttää alueen kaukolämpöverkkoon.

- Raskaan liikenteen väylät
- Kaukolämpöverkon alue
- Rakennetut alueet
- Luontoalueet
- Vesistöt
- Perintökohteet
- Nykyinen/suunniteltu/kaavoitettu korkeajänniteverkko
- ▲ Polttolaitos/jätevedenpuhdistamo
- ◆ Teollisuuskohde
- Potentiaalinen lämpöpumppualue

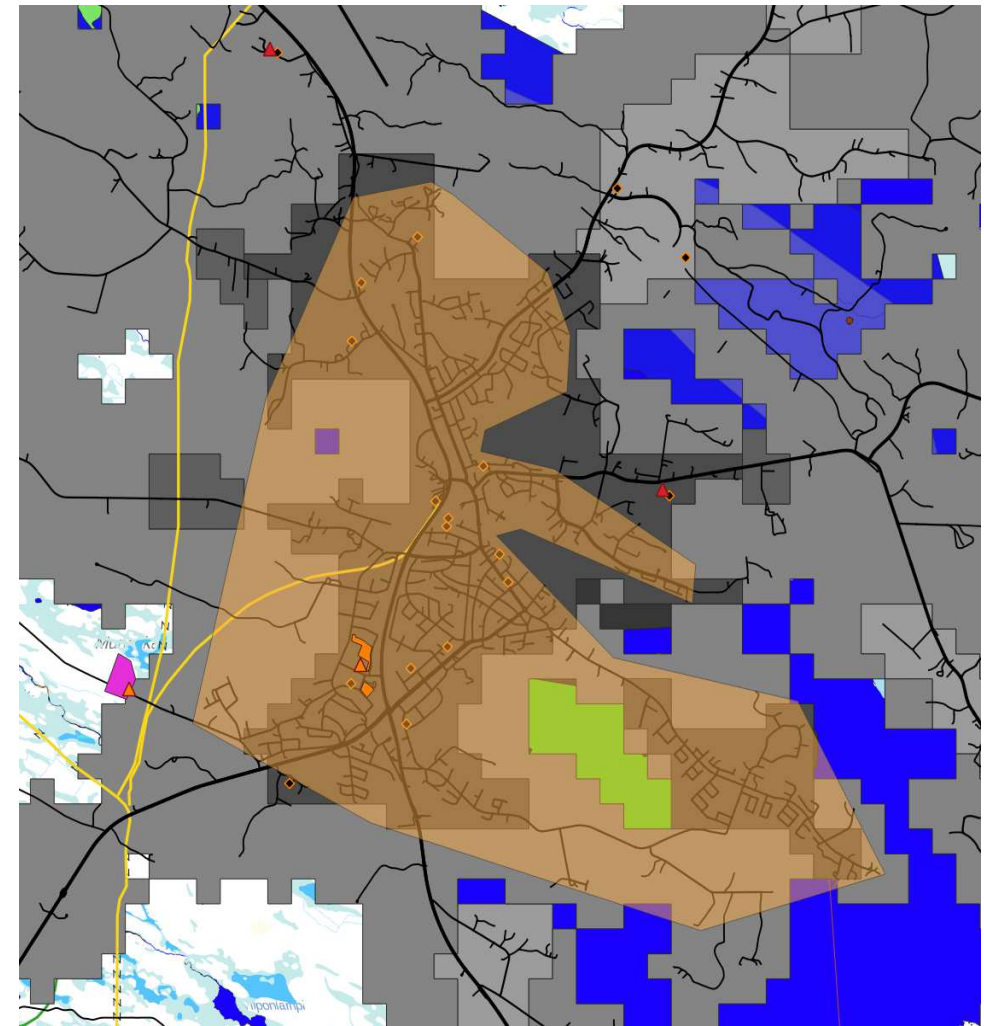


Lämmöntuotannon potentiaaliset alueet on merkitty tumman oranssilla. Läpinäkyvä vaalea oranssi kuvaa karkeasti kaukolämpöverkon aluetta. Oranssi-musta neliö kuvastaa teollisuuskohdetta ja oranssi kolmio jätevesi- ja biolämpölaitosta.

# 3. Sijaintitarkastelu

## Lämmöntuotannon sijaintimahdollisuudet - Kuusamo

- Viereisessä kuvassa on esitetty karkea kaukolämpöverkon kattava alue läpinäkyvällä oranssilla. Musta-oranssi neliö kuvaa teollisuuskohdetta ja oranssi kolmio jätevedenkäsittelylaitosta ja Torangin voimalaitosta, joka sijaitsee Kuusamon keskustassa.
- Tumman oranssit alueet voimalaitoksen vieressä ovat tunnistettuja lämpöpumppulaitospaikkoja. Näille tonteille voidaan sijoittaa energiakaivoja tai ilmalämpökeräimiä. Alueiden koko yhteensä on noin 4 ha. Suositeltu alue on heti voimalan vieressä, jolloin tuotettu lämpö voitaisiin helpoiten syöttää alueen kaukolämpöverkkoon. Hieman voimalan alapuolella on pysäköintikäytössä oleva hiekkakenttä. Nämä kaksi aluetta ovat potentiaalisimmat paikat lämpöpumpputekniikan hyödyntämiseksi keskustassa.
- Liila alue keskustan länsipuolella, uuden jätevesilaitoksen vieressä on tunnistettu potentiaalisiksi tontiksi esimerkiksi datakeskukselle. Tontti on asutuksesta irrallaan, lähellä sähköverkkoa, mutta kuitenkin kaukolämpöverkon läheisyydessä. Datakeskuksen hukkalämpöä voitaisiin hyödyntää kaukolämpöverkossa, ja korvata poltettavaa biomassaa.
- Punaiset kolmiot ovat mahdollisia teollisuuden hukkalämpökohteita, joissa voitaisiin hyödyntää lämpöpumppuja. Pohjoisessa oleva saha on liian kaukana kaukolämpöverkosta, kuten myös idässä oleva saha. Idässä sijaitseva Pölkky Oy:n saha olisi kuitenkin mahdollinen hukkalämpö-lämpöpumppusijainti, jos biomassan polttamista halutaan vähentää.



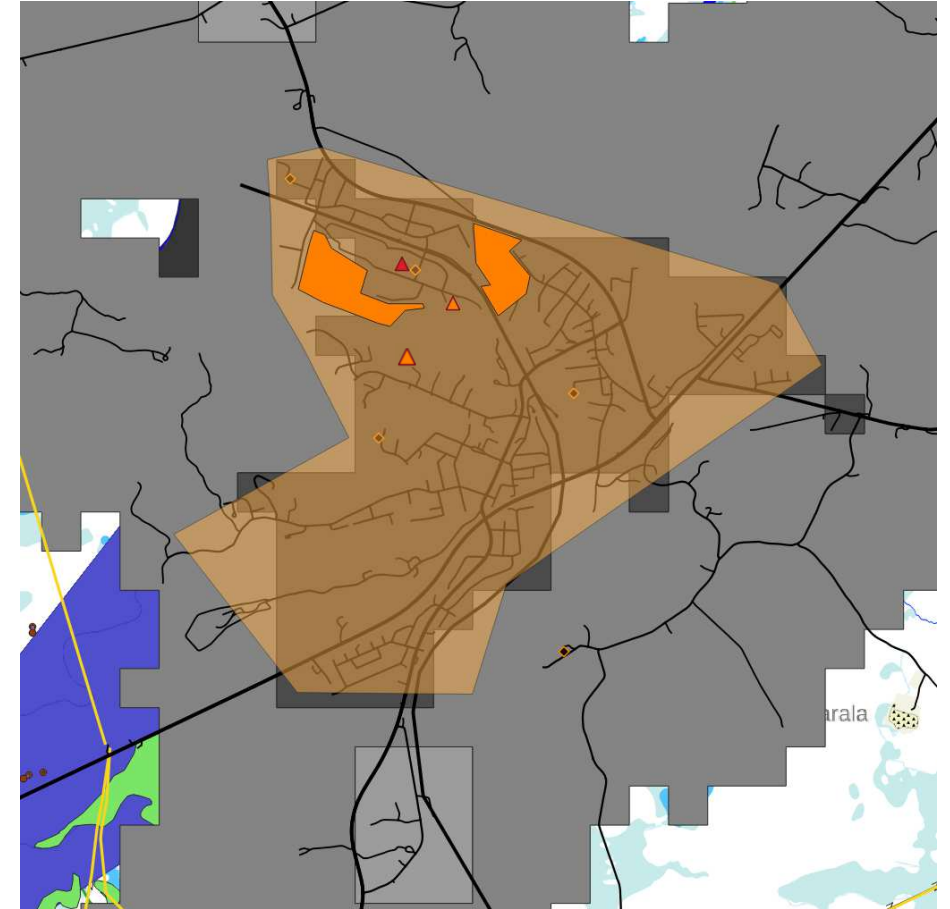
Lämmöntuotannon potentiaaliset alueet on merkitty tumman oranssilla. Läpinäkyvä vaalea oranssi kuvaa karkeasti kaukolämpöverkon aluetta. Oranssi-musta neliö kuvastaa teollisuuskohdetta ja oranssi kolmio jätevesi- ja Torangin voimalaitosta. Liila alue uuden jätevesilaitoksen vieressä kuvastaa mahdollista datakeskustonttia. Punaiset kolmiot ovat mahdollisia teollisuuden (sahojen) hukkalämmön hyödyntämiskohteita.

# 3. Sijaintitarkastelu

## Lämmöntuotannon sijaintimahdollisuudet - Taivalkoski

- Viereisessä kuvassa on esitetty karkea kaukolämpöverkon kattava alue läpinäkyvällä oranssilla. Musta-oranssi neliö kuvaa teollisuuskohdetta ja punaiset kolmio on mahdollinen teollisuuden hukkalämpökohde (Pölkky Oy:n saha), jossa voitaisiin hyödyntää lämpöpumppuja. Nykyisin Pölkky Oy:n sahan sivuvirtoja poltetaan sahan käyttöön ja Taivalkosken kaukolämmöksi. Lämpövoimala ja jätevedenpuhdistamo on merkitty oranssilla kolmiolla.
- Tumman oranssit alueet voimalaitoksen vieressä ovat tunnistettuja lämpöpumppulaitospaikkoja. Näille tonteille voidaan sijoittaa energiakaivoja tai ilmalämpökeräimiä. Alueiden yhteisala on jopa yli 30 ha. Suositeltu alue on myös Taivalkoskessa sijoitettu heti voimalan viereen, jolloin tuotettu lämpö voitaisiin helpoiten syöttää alueen kaukolämpöverkkoon.

- Raskaan liikenteen väylät
- Kaukolämpöverkon alue
- Rakennetut alueet
- Luontoalueet
- Vesistöt
- Perintökohteet
- Nykyinen/suunniteltu/kaavoitettu korkeajänniteverkko
- ▲ Polttolaitos/jätevedenpuhdistamo
- ◆ Teollisuuskohde
- Potentiaalinen lämpöpumppualue
- ▲ Teollisuuden hukkalämpökohde



Lämmöntuotannon potentiaaliset alueet on merkitty tumman oranssilla. Läpinäkyvä vaalea oranssi kuvaa karkeasti kaukolämpöverkon aluetta. Oranssi-musta neliö kuvastaa teollisuuskohdetta. Oranssi kolmio kuvastaa nykyistä lämpövoimalaa ja jätevedenpuhdistamoa. Punainen kolmio on mahdollinen teollisuuden (sahan) hukkalämmön hyödyntämiskohde.

# 4. Energialaskenta



# 4. Energialaskenta

## Energiankulutus

Edellä esiteltyjen potentiaalisten alueiden perusteella laskettiin arviot eri energiantuotantoteknologioiden energiantuotantopotentiaaleille.

Laskennassa käytettiin aiemmin esiteltyjä oletuksia sekä potentiaalisten alueiden neliötietoja. Energialaskenta suoritettiin aluetasolla, ja toteutettavat ratkaisut vaativat tarkempia kohdekohtaisia selvityksiä ja laskentaa tuntitason datalla.

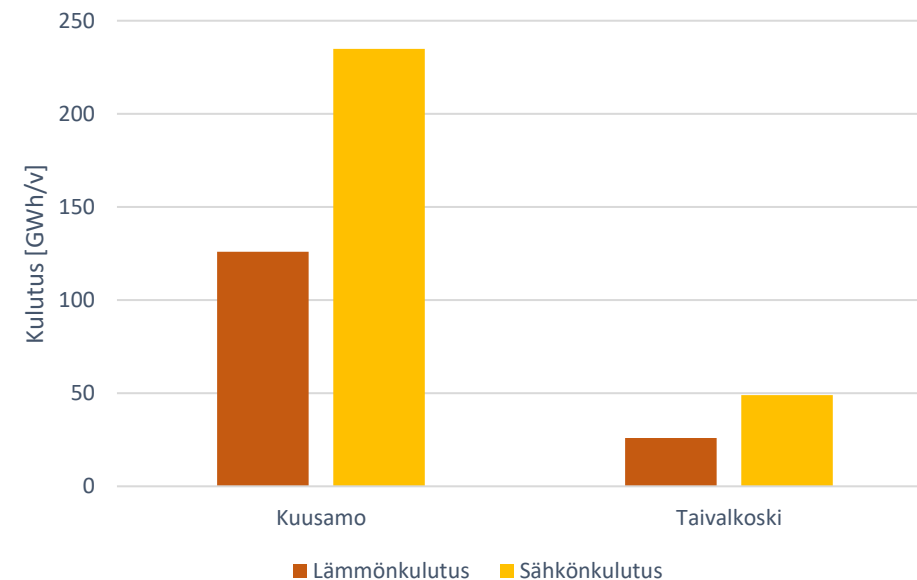
Tuulivoiman laskennassa on hyödynnetty Ilmatieteenlaitoksen Tuuliatlasta (<http://tuuliatlas.fmi.fi/fi/>) tuulienergiapotentialin määrittämiseksi.

Karttapalvelu on tarkoitettu esiselvitysvaiheen alueellisiin tarkasteluihin.

Tässä kappaleessa esitellään alustavien tuotantomuotojen energiantuotantopotentiaalien vertailu. Vertailukohtana käytetään nykyistä Kuusamon ja Taivalkosken sähkön- ja lämmönkulutusta, jotka on myös esitetty viereisessä kuvaajassa.

- Kuusamon sähkön kulutus on keskimääräisesti (2016-2021) 235 GWh/v.
- Kuusamon ja Rukan keskustan kaukolämmön kulutus 126 GWh/v.
- Taivalkosken sähkön kulutus on keskimääräisesti (2016-2021) 49 GWh/v.
- Taivalkosken keskustan kaukolämpöverkon kulutus on n. 26 GWh/v.

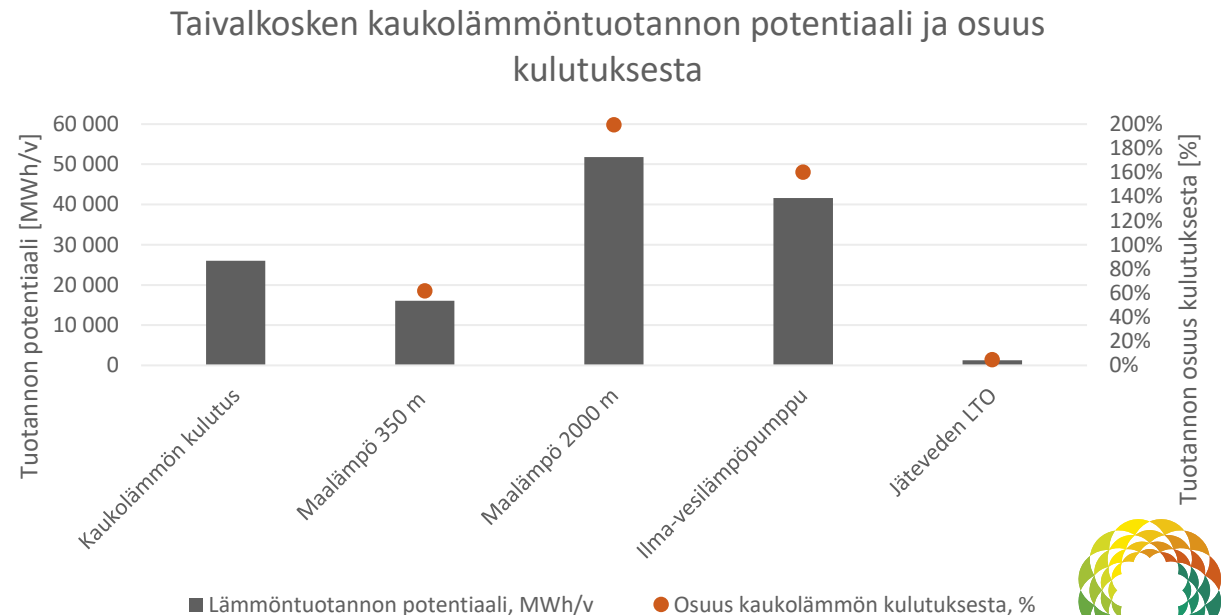
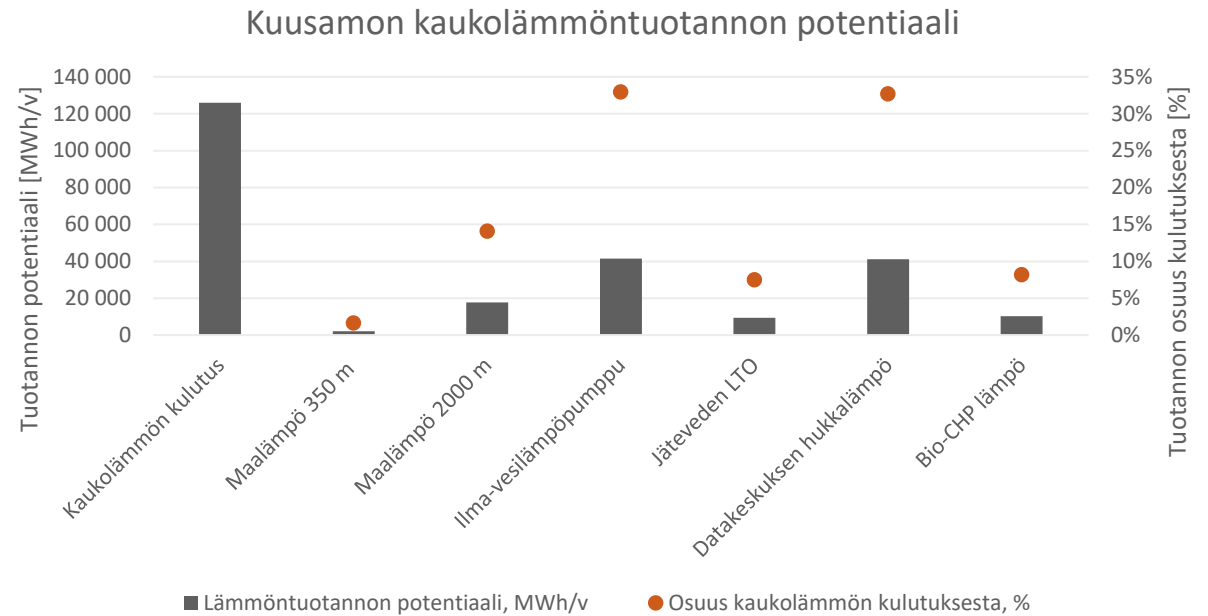
Kuusamon ja Taivalkosken sähkönkulutus (2016-2021) ja keskustojen kaukolämmönkulutus (2021)



# 4. Energialaskenta

## Tuotannon potentiaali - lämmöntuotanto

- Viereisessä kuvaajassa esitetään arvioidut energiantuotantopotentiaalit eri energiantuotantoteknologioille. Arviot on tehty käyttäen asiantuntijaoletuksia tyypillisistä ratkaisuista.
- Kuvaajassa on esitetty energiantuotantopotentiaalin lisäksi sen suhteellinen osuus alueen kulutuksesta prosentteina.
- Kuusamon kaukolämpöverkkojen kulutus on huomattavasti suurempi kuin Taivalkosken. Kuusamossa kuitenkin tila rajoittaa tuotannon määrää enemmän kuin Taivalkoskella. Tästä syystä tuotantomuodot, joihin tilan rajallisuus vaikuttaa vähiten. 2 km syvät energiakaivot, mahdollisen datakeskuksen hukkalämpö sekä ilma-vesilämpöpumput ovat ainoat suuren kokoluokan tuotantovaihtoehdot tutkituista ratkaisuista. Myös jäteveden lämmöntalteenotossa (LTO) on potentiaalia.
- Ilma-vesilämpöpumpuissa myös suurempi tuotantomäärä on mahdollinen tilan puolesta, mutta tarkastelu tulee tarkentaa tuntitason datalla.
- Taivalkoskella tila ei rajoita tuotantoa verkon mittakaavassa. Tila riittää koko verkon tarpeisiin 2 km syvissä energiakaivoissa sekä ilma-vesilämpöpumpuilla. Myös 350 metriä syvillä energiakaivoilla tuotanto voi olla yli 60 % kulutuksesta.
- Myös vedyn tuotannon hukkalämmön hyödyntäminen voi kattaa suuren osan Kuusamon kulutuksesta, riippuen tuotantolaitoksen koosta. Esimerkiksi 20 MW:n laitoksen hukkalämpöteho olisi noin 6-7 MW. Vuoden ympäri hukkalämmön määrä olisi jopa 50-60 GWh/v, mutta toteutettavuudessa on paljon epävarmuuksia.

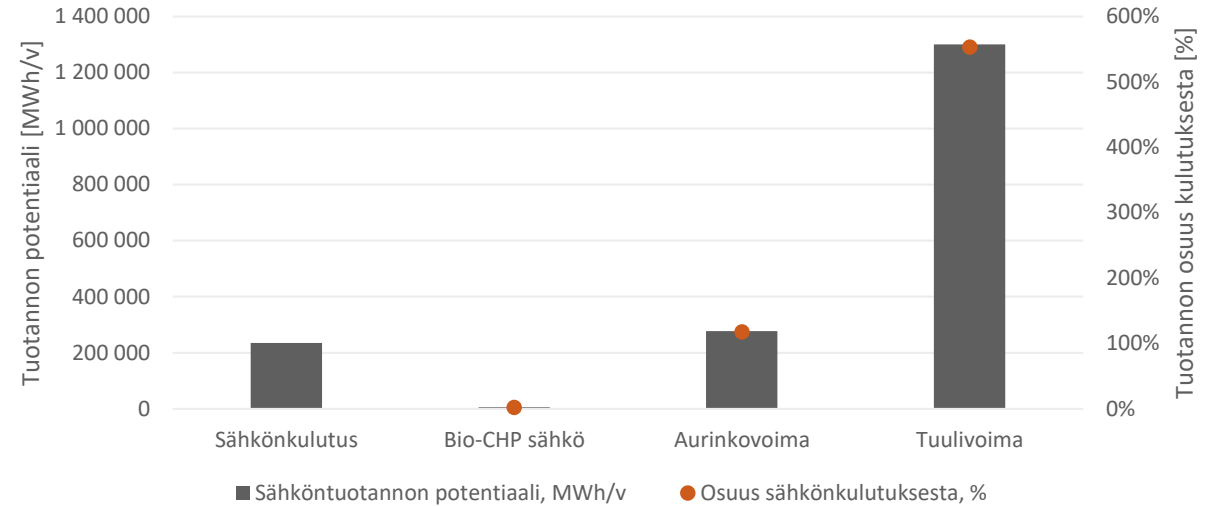


# 4. Energialaskenta

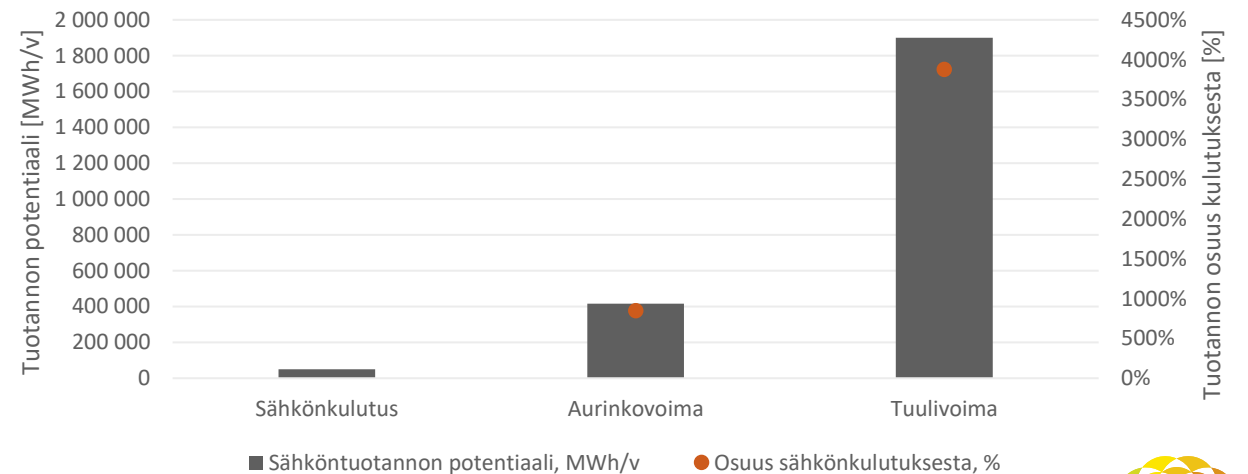
## Tuotannon potentiaali – sähköntuotanto

- Kuusamon kunnan alueella sekä tuuli- että aurinkovoimalla on suuri potentiaali, vaikka kaikkia alueita ei toteutettaisikaan. Aurinkovoima-alueiden koko vastaa noin 120 % Kuusamon kulutuksesta. Tuulivoima-alueiden koko on yli 550 % kulutuksesta. Sen sijaan kerätyn biojätteen ja puhdistamolietteen sähköntuotannon (CHP) potentiaalinen kokoluokka on vain noin 2 % kulutuksesta.
- Taivalkosken kunnan pienen sähkönkulutuksen takia sekä aurinkovoima-alueet että tuulivoima-alueet ovat useita kertoja kulutusta suurempia.
- Yhteensä aurinkosähköalueet ovat noin 0,7 TWh/v ja tuulivoima-alueet 3,2 TWh/v. Aurinkovoima kattaisi noin 240 % Koillismaan sähkönkulutuksesta ja tuulivoima yli 1100 %.

Kuusamon sähköntuotannon potentiaali



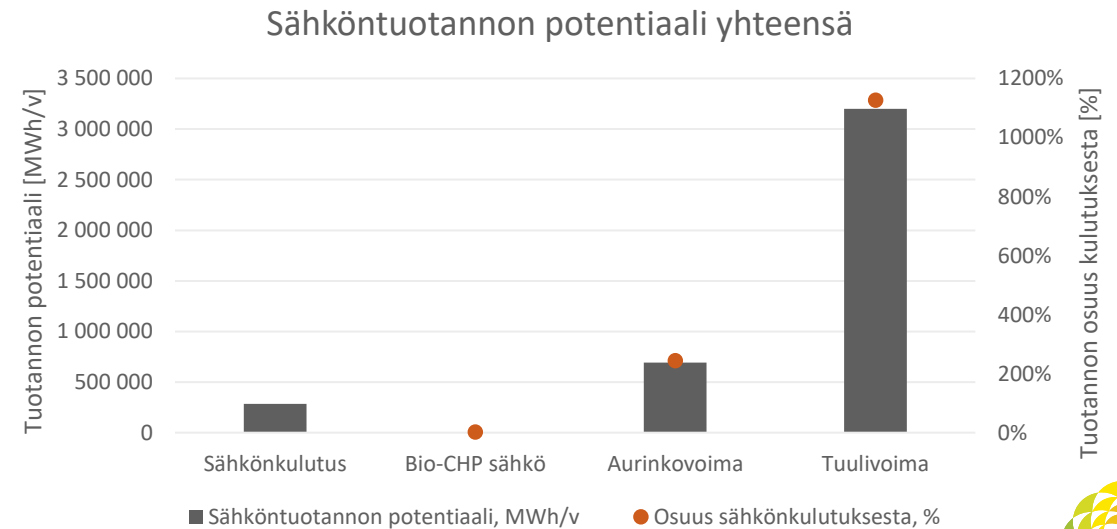
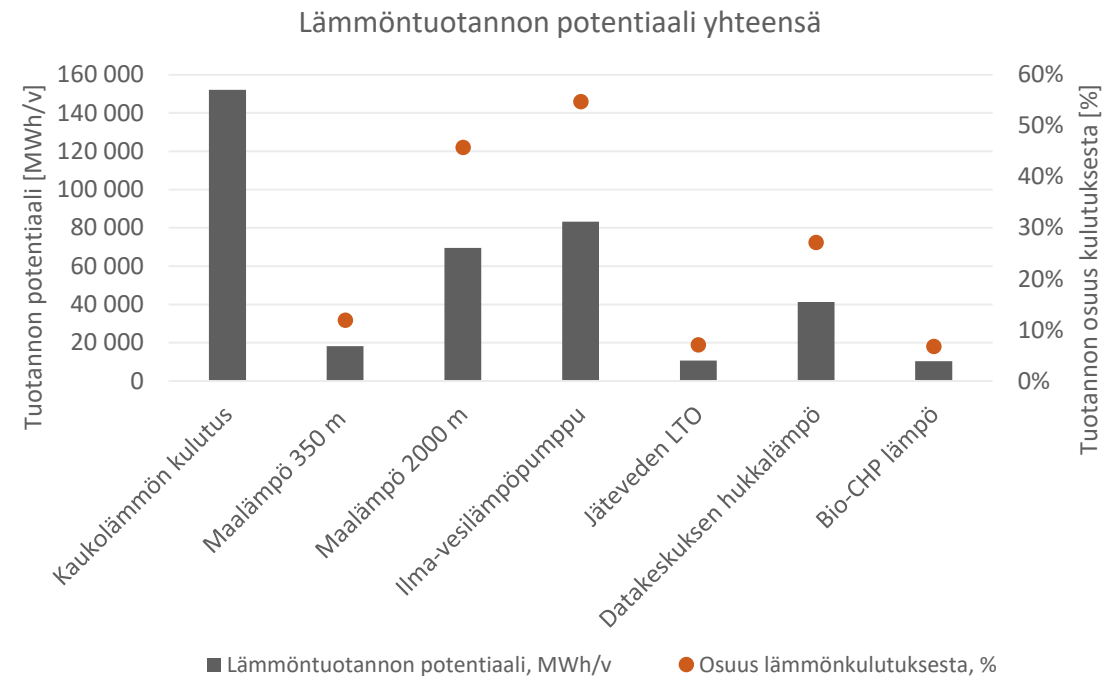
Taivalkosken sähköntuotannon potentiaali ja osuus kulutuksesta



# 4. Energialaskenta

## Tuotannon potentiaali – yhteenveto

- Viereisissä kuvaajissa on esitetty Kuusamon ja Taivalkosken kulutusten ja tuotannon potentiaalien summat sähkölle ja lämmölle.
- Tuotantomuotojen tuotannon potentiaalın osuus kulutuksesta on taas esitetty kuvaajissa palloina.
- Erityisesti voidaan nähdä, että tuulivoimalla on suurin potentiaali, jos tutkitut alueet kaikki toteutettaisiin.
- Lämmöntuotannon osalta ilma-vesilämpöpumppu ja 2 km syvät energiakaivot ovat merkittävimmät tuotantomuodot, kun energiantuotannon potentiaalia verrataan kulutukseen.
- Ilma-vesilämpöpumpuilla tuotantoa voitaisiin kasvattaa edelleen. Myös 2 km syvillä kaivoilla lisäpotentiaali on mahdollista, mutta Kuusamon keskustassa sopivien lisäporauspaikkojen löytäminen on haastavaa.



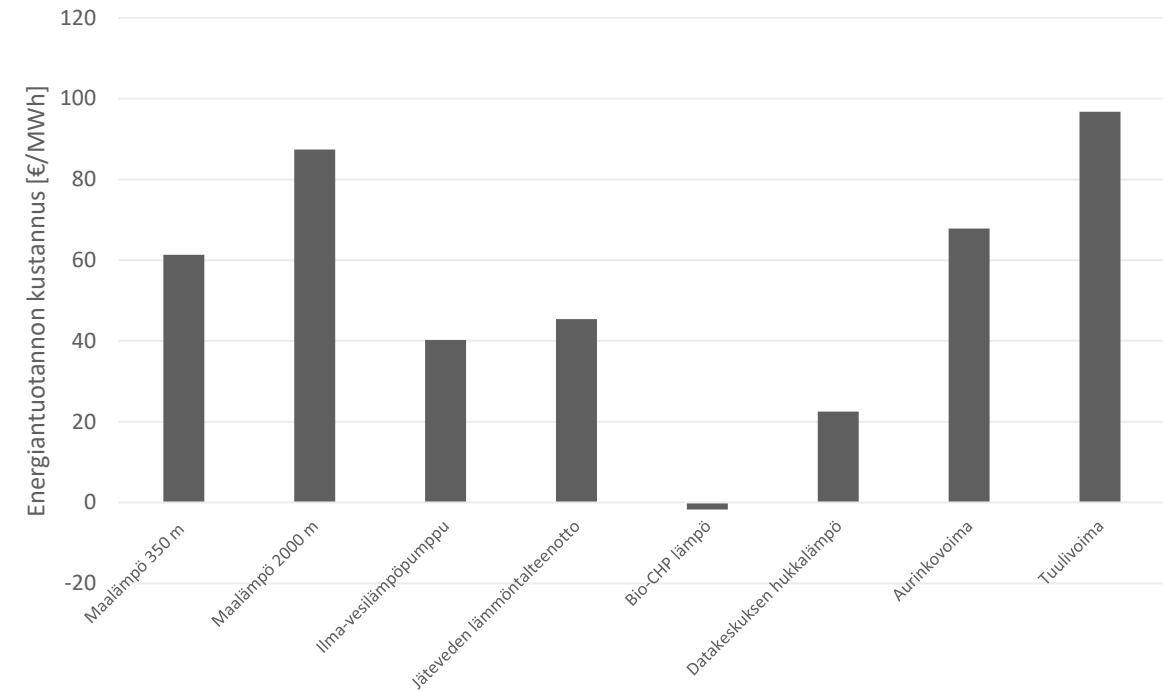
# 5. Kustannusvertailu



# 5. Kustannusvertailu

- Tutkituille energiantuotantoteknologioille laskettiin karkeat arviot yleisestä kustannustasosta. Kustannukset on esitetty viereisessä kuvaajassa teknologioittain yksikössä €/MWh. Tämä arvo kuvastaa keskimääräistä energiantuotannon kustannusta tuotettua energiamäärää kohden. Laskennassa on käytetty 4 %:n laskentakorkoa, jolla 25 vuoden ajanjakson arvioidut kustannukset on muutettu diskonttaamalla nykyarvoon. Sähkön pitkän aikavälin arvona käytettiin 65 €/MWh. Näin saadut kustannukset ja tuotanto on jaettu keskenään energiantuotannon kustannuksen (LCoE, Levelised Cost of Energy) määrittämiseksi. LCoE:n avulla eri tuotantoteknologioiden kustannustasoja voidaan vertailla pidemmällä aikavälillä, vaikka tuotantomäärät eroavatkin toisistaan.
- Kuvaajasta nähdään että bio-CHP:n tuotantokustannus on vertailluista vaihtoehdoista kustannustehokkain. Tähän lukuun on laskettu mukaan sähkönmyynnin tulot. Myös datakeskuksen hukkalämmön hyödyntäminen on kustannustehokasta. Näiden vaihtoehtojen jälkeen ilma-vesilämpöpumput ovat halvin vaihtoehto, suhteellisen kylmästä ilmastosta huolimatta, kun taas maalämpöön perustuvat ratkaisut ovat lämmöntuotannosta selvästi kalleimpia.
- Sähköntuotannon osalta aurinkovoiman tuotantokustannus on tuulivoiman tuotantokustannusta alhaisempi. Aurinkosähköä kuitenkin tuotetaan enimmäkseen kesällä, kun taas tuulivoima altistuu yleensä talven korkeammille sähkön hinnoille. Tuulivoimassa hintakannibalisaatio tulee kuitenkin merkittävästi laskemaan sen saamaa sähkön markkinahintaa.

Eri teknologioiden energiantuotannon kustannusvertailu



Uuden kemianteollisuuden mahdollisuudet Pohjois-Pohjanmaalla P2X-tulokulmasta (Sweco) –selvityksen alustavaa kustannusarviota (sähkön hinta 70 €/MWh) hyödyntäen tehty karkea arvio synteettisen metaanin kustannukselle (sähkö, hiilidioksidi ja investointi) on noin 2,6-3,5 €/kg, jolloin energiasisällön kustannukseksi tulee noin 0,19-0,25 €/kWh. Vertailuksi biokaasun hinta tankkausasemilla voi olla jopa alle 1,9 €/kg.

# 6. Yhteenveto



# 6. Yhteenveto

## *Sähköntuotanto*

- Koillismaan alueella luonto ja asutus muodostavat merkittävimmät rajat energiaratkaisujen sijoittamiselle. Tuulivoiman osalta parhaat energiantuotantopotentiaalin alueet ovat rajautuneet sijainnin tarkastelussa pois. Vähätuulisempien sijaintien kanssa hankkeen kannattavuudesta tulee huolehtia muilla keinoin. Suurempitehoiset ja korkeammat voimalayksiköt sekä siirtoverkon läheisyys ovat keskeisiä tekijöitä kannattavuuden saavuttamiseksi. Sijaintitarkastelussa tuulivoima-alueita tutkittiin erityisesti verkon lähetyviltä. Sijoittelussa erityisesti tuulivoiman vaikutus maisemiin täytyy huomioida luonnonpuistojen ja muiden tärkeiden näkymien lähistöllä. Tuulivoiman yhteydessä tulee lisäksi varmistua siitä, että paikallinen linnusto, pesiminen ja poronhoito ei häiriinny ja tarvittaessa ottaa käyttöön toimenpiteitä näiden ongelmien ehkäisemiseksi.
- Aurinkovoimaloiden osalta alueen metsäisyys on suurin este. Jos aurinkovoimala perustetaan mestäiselle alueelle, josta täytyy ensin kaataa suuri määrä metsää, ei hankkeessa ole välttämättä järkeä hiilijalanjäljen ja biodiversiteetin kannalta (riippuen mestätyypistä) vaikka lähes päästötöntä energiaa saataisiinkin tuotettua. Metsättömät tai mahdollisimman vähämetsäiset alueet siirtoverkon lähellä ovat suositeltuja sijoituspaikkoja aurinkovoimaloille. Erityisesti vanhat turpeennostoalueet ovat ympäristöltään sopivia aurinkovoimaloille, mutta suuria turvekenttiä on Koillismaalla vähän. Lisäksi sekä tuuli- että aurinkovoiman kustannuksia nostaa alueen huomattava soisuus. Aurinkovoimalahankkeiden kustannusten pitäminen kurissa nähdäänkin tärkeänä tekijänä hankkeiden kannattavuuden kannalta, kun samalla paneelien energiantuotanto on pohjoisen sijainnin takia alentunut. Parhaat alueet aurinkosähkölle tunnistettiin nykyise sähköverkon läheisyydestä.
- Bio-CHP:n tuotannon määrä jää kokonaisuudessaan pieneksi pienestä biojätteen määrästä johtuen.

# 6. Yhteenveto

## *Lämmöntuotanto*

- Koillismaan alueella kaukolämpö on nykyisin tuotettu lähes kokonaan polttamalla biomassaa. Biomassa on uusiutuva energianmuoto ja sitä on runsaasti saatavilla alueella, muun muassa sahojen toiminnan sivuvirroista. Lisäksi alueella on vielä hyödyntämätöntä biomassaa. Nykyisen tuotannon korvaaminen uudella on vaikeaa tehdä niin että kustannustaso säilytetään ennallaan ilman erittäin kannattavia uusia hankkeita. Suuret muutokset ovatkin käytännössä kannattavia nykyisen kaukolämmöntuotantolaitteiston ikääntyessä. Lisäksi biomassan muut teolliset käyttötarkoitukset voivat nostaa biomassan hintaa sekä vähentää saatavuutta. Myös suhtautuminen polttavaan teknologiaan, myös bioperäisen, voi olennaisesti muuttua. Siirtyminen tutkittuihin vaihtoehtoihin on mahdollista myös näiden mainittujen vaikutusten takia.
- Kaukolämpöverkkojen alueella parhaat lämmöntuotannon sijantipaikat ovat nykyisten lämpövoimaloiden läheisyydessä. Näiden tonttien vieressä on vielä jonkin verran hyödyntämätöntä tilaa, mutta erityisesti Kuusamon keskustan alueella tilaa ei ole valtavasti.
- Kuusamon alueella merkittävään tuotanto-osuuteen lämmön osalta päästään ilma-vesilämpöpumpuilla. Lisäksi jos alueelle saadaan datakeskus, voi datakeskuksen hukkalämmön talteenotolla kattaa merkittävän osan lämmönkulutuksesta. Myös 2 km syvillä energiakaivoilla voidaan kattaa jopa 15 % verkon kulutuksesta.
- Taivalkosken kaukolämpöverkon kulutus on pienempi kuin Kuusamossa, jonka lisäksi tilaa on myös enemmän. Tästä johtuen lämpöpumpuilla voidaan kattaa haluttu osuus verkon kulutuksesta. Sekä Kuusamon että Taivalkosken arvioitu tuottopotentiali jäteveden lämmöntalteenotosta on matala.

# 6. Yhteenveto

## *Tuotantokustannukset*

- Bio-CHP:n tuotantokustannus on selvästi halvin johtuen lähes ilmaisesta polttoaineesta (jätteen keräyksen ja kuljetuksen maksut kerätään jätemaksuilla). Mutta tuotannon osuus koko kunnan kulutuksesta jää pieneksi.
- Jos Kuusamoon saadaan houkuteltua datakeskus, sen hukkalämmön hyödyntäminen on edullista. Tämä vaatii kuitenkin lisäksi sopimuksen ja mahdollisen tuottojen jaon datakeskuksen kanssa.
- Lämpöpumppuratkaisuista, joilla voidaan kattaa suurempi osuus lämmönkulutuksesta, halvin tuotantokustannus on ilma-vesilämpöpumpuilla. Maalämpöön perustuvissa ratkaisuissa porauksen kustannukset muodostavat suuren osan kustannuksista.
- Sähköntuotannon osalta aurinkosähköllä on halvempi tuotantokustannus tuulisähköön verrattuna. Kustannuksissa ei kuitenkaan otettu huomioon maan ostamisen kustannusta tai suoperäiselle maalle rakentamisen kustannusta, jotka nostavat hankkeiden investointikustannuksia.

# 7. Johtopäätökset



# 7. Johtopäätökset ja suositukset

Edellä esitellyistä karttaselvityksestä, tuotantopotentialilaskennasta sekä kustannusvertailusta voidaan johtaa seuraavat toimenpide-ehdotukset.

- Aurinkosähkön edistäminen tutkituille alueille riittävän siirtoverkon läheisyyteen, metsättömille alueille.
- Tuulivoiman tarkemmat tutkimukset ja luontoselvitykset alueille, joiden tuotantopotentiali arvioitiin suurimmaksi, siirtoverkon läheisyydessä.
- Olemassa olevien lämpövoimaloiden viereisten tonttien hyödyntäminen uusiutuvaan energiantuotantoon.
- Selvitys veden riittävydestä Kuusamon keskustassa vedyntuotantoon varautumiseksi. Vedyn ja synteettisen maakaasun ostajien esiselvitys.
  - Keskustelut Kuusamon EVO:n ja Torangin voimalan omistajan Advenin kanssa yhteistyöstä vedyn ja synteettisen metaanin valmistamiseen liittyen.
- Datakeskuksen houkuttelu alueelle kaukolämpöverkon sekä vahvan siirtoverkon yhteyteen.
  - Datakeskustonttien etsiminen, varaaminen ja tarjoaminen kaukolämpöverkon läheisyydestä. Markkinointi sillä mm. kulmalla, että lämpöä voidaan ottaa talteen kaukolämpöverkkoon
- Teollisuushankkeiden yhdistäminen uusiutuvan energian tuotannon hankkeisiin uusiutuvan tuotannon turvaamiseksi ja verkon vahvistuksen synergioiden saavuttamiseksi.

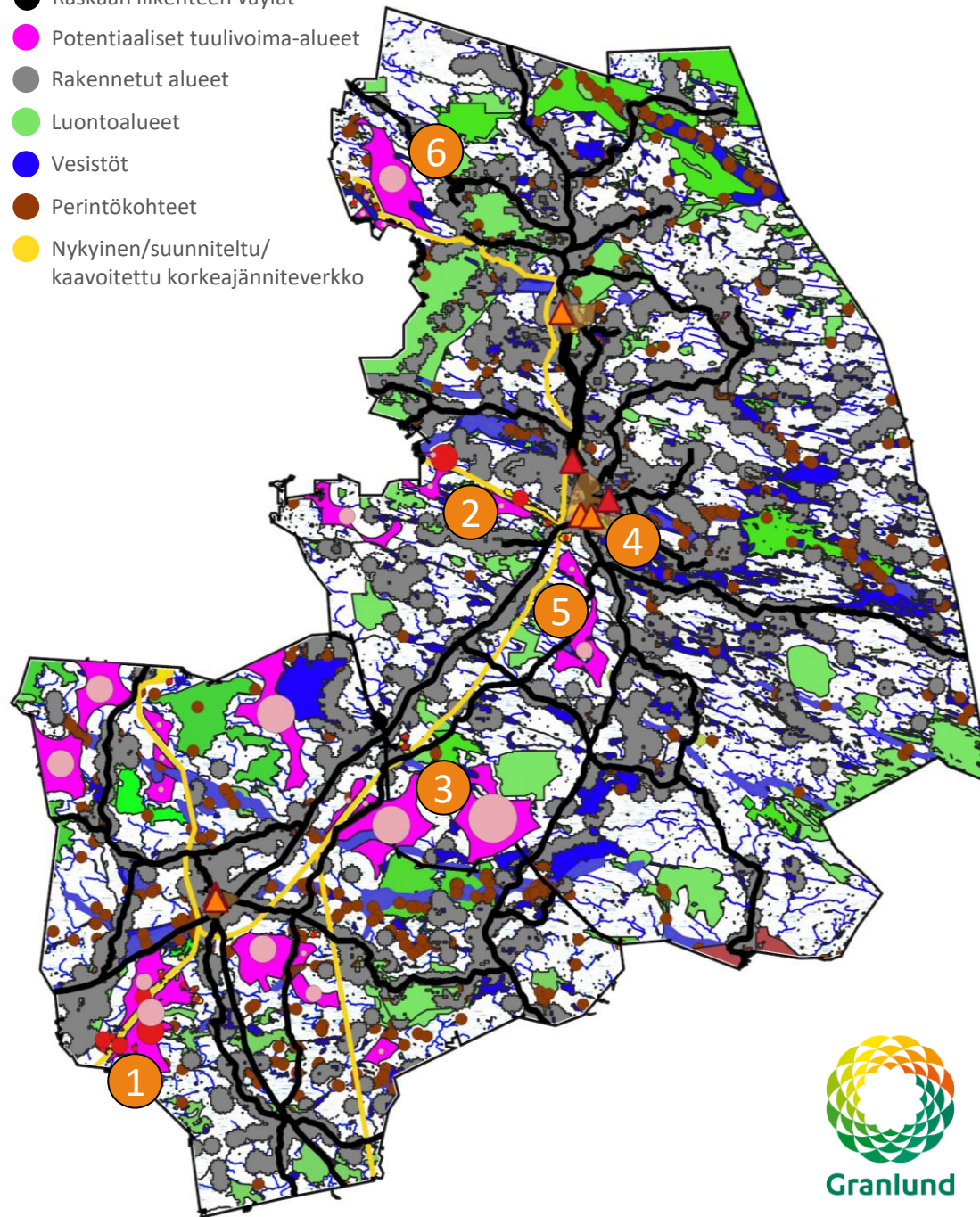
Seuraavalla dialla on esitelty alustava investointisuunnitelma potentiaalisimmista kohteista. Investoinnit on arvioitu energiantuotantoalueiden pinta-alojen perusteella, eivätkä sisällä kaikkia työvaiheita, kuten verkon rakentamista tai vahvistamista.

# 7. Johtopäätökset

## Alustava investointisuunnitelma

Kartan numero	Energiamuoto ja sijainti	Investointiarvio	Toimenpide
1	Aurinkosähkö, Koivujärvi	300 M€	Kohdekohtaiset selvitykset, siirtokapasiteetin varmistus ja investointi
2	Aurinkosähkö Lohilampi ja Kuusamo länsi	140 M€	
3	Tuulivoima, Iso-Kero	800 M€	
4	Synteettinen metaani, Kuusamon keskusta	50 M€	Asiakaspohja, tilavaraus, yhteistyökeskustelut, veden ja sähkön riittävyys
5	Tuulivoima, Oijusluoma	220 M€	1-3 kohdat
6	Aurinkosähkö, Maaninka-Nuunajärvi	40 M€	Edistäminen siirtoverkon toteutuksessa

- Raskaan liikenteen väylät
- Potentiaaliset tuulivoima-alueet
- Rakennetut alueet
- Luontoalueet
- Vesistöt
- Perintökohteet
- Nykyinen/suunniteltu/kaavoitettu korkeajänniteverkko



# Yhteystiedot

Markus Kurkinen  
markus.kurkinen@granlund.fi  
+358 40 480 7397

Malminkaari 21, 00701 Helsinki (päätoimipiste)

» granlund.fi



**Granlund**



**Granlund**