



Loppuraportti

SELVITYS KAUKOLÄMMÖN JOHTAMISESTA LOVIISA 3 - YDINVOIMALAITOSYKSIKÖSTÄ PÄÄKAUPUNKISEUDULLE VUOSINA 2020-2080

Yhteenveto

Pöyry on Fortumin toimeksi antamana toteuttanut selvityksen ydinkaukolämmön teknisestä toteutavuudesta ja kannattavuudesta pääkaupunkiseudulla. Ydinkaukolämpö tuotettaisiin Loviisa 3 -ydinvoimalaitosyksikössä ja siirrettäisiin pääkaupunkiseudulle. Selvityksen tarkasteluajanjakso on 2020-2080.

Selvityksessä tarkastellaan pääkaupunkiseudun kaukolämpöön kytkettyä energiantuotantoa yhtenä kokonaisuutena. Tarkasteltavana on kolme vaihtoehtoista skenaariota: pääosin nykyiseen rakenteseen perustuva hiili/maakaasuskenaario (myöhemmin hiiliskenaario), maakaasu/bioenergiaskenaario (myöhemmin bioskenaario) ja ydinlämpö/maakaasuskenaario (myöhemmin ydinlämpöskenaario) kahdella eri ydinkaukolämmön siirron tehotasolla, 1000 MW ja 1500 MW.

Hiiliskenaario on nykyisen tuotantorakenteen mukainen. Siinä energiantuotanto perustuu pääosin hiileen ja maakaasuun. Biopolttoaineet ovat täydentäviä polttoaineita.

Bioskenaariossa korvataan mahdollisimman paljon hiiltä biomassalla. Jotta bioenergian käyttö saadaan maksimoitua, biovoimalaitos ajaa pohjalla. Maakaasun käyttö on merkittävää, ja sitä käytetään enemmän kuin bioenergiaa. Hiiltä käytetään edelleen jonkin verran mm. teknisistä syistä biovoimalaitoksessa.

Ydinlämpöskenaariossa ydinkaukolämmön lisäksi kaukolämpöä ja sähköä tuotetaan maakaasulla. Skenaariossa on valittu tarkastelutapa, jossa Loviisa 3 -ydinvoimalaitos toteutettaisiin mankala-yhtiönä eli yhtiönä, joka myy tuottamansa energian osakkailleen omakustannushintaan. Pääkaupunkiseudun energiayritysten yhteinen omistusosuus on määritetty niin, että pääkaupunkiseudun kaukolämpöön kytketyn sähköntuotannon vuosienergian määrä pysyisi kokonaisuudessaan hiiliskenaarion tasolla. Tarkastelu on toteutettu kahdella ydinkaukolämmön tuotantotasolla: 1000 MW ja 1500 MW kaukolämpöä.

Kukin skenaario pidetään tarkastelun yhdenmukaisuuden vuoksi koko tarkastelujakson samanlaisena. Käytännössä kukin investointi päätetään sen hetken parhaan käytettävissä olevan teknologian, polttoaineratkaisun ja markkinanäkemyksen pohjalta. Todennäköisintä onkin kehitys, jossa tuotantokoneiston rakenne muuttuu vähitellen esimerkiksi nykykoneistossa hiilen ja maakaasun käytöstä kohti bioenergiaa tai ydinlämpöskenaariossa korvaamalla maakaasua bioenergialla. Myös hiilidioksidin talteenoton käyttöönotto tarkastelujaksolla on todennäköistä.

Skenaarioiden kaukolämmön ja sähkön tuotanto ja polttoaineiden käyttö on kuvattu seuraavassa taulukossa:

| | Hiili- skenaario | Bio- skenaario | Ydinlämpö 1 000 MW | Ydinlämpö 1 500 MW |
|-------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|
| | GWh/a | GWh/a | GWh/a | GWh/a |
| Lämmönhankinta | 12 297 | 12 297 | 12 297 | 12 297 |
| Sähkönhankinta | 7 392 | 7 019 | 7 392 | 7 392 |
| Polttoainekäyttö | | | | |
| Maakaasu | 9 867 | 11 008 | 9 121 | 5 106 |
| Hiili | 10 855 | 1 831 | 0 | 0 |
| Jäte | 978 | 978 | 978 | 978 |
| Bio | 886 | 6 903 | 0 | 0 |

Hiiliskenaariossa pääkaupunkiseudun energiayritysten vuotuiset CO₂-päästöt ovat tarkastelujaksolla 5,7 miljoonaa tonnia. Bioskenaariossa CO₂-päästöt alenevat 2,9 miljoonaan tonniin ja ydinlämpöskenaarioissa edelleen 1,9 (1000 MW) ja 1,1 miljoonaan tonniin (1500 MW).

Skenaarioiden kannattavuutta on vertailtu kassavirtojen nettonykyarvoina hiiliskenaarioon verrattuna tarkastelujaksolla 2020-2080. Bioskenaariossa nettonykyarvo on noin 1300 miljoonaa euroa hiiliskenaariota suurempi. 1000 MW:n ydinlämpöskenaariossa nettonykyarvo on 3300 miljoonaa euroa suurempi kuin hiiliskenaariossa ja vastaavasti 1500 MW:n ydinlämpöskenaariossa 4800 miljoonaa euroa suurempi. 1500 MW:n ydinlämpöskenaario on tarkastelluista vaihtoehtoista kannattavin vaihtoehto selvityksessä käytetyillä lähtötiedoilla.

Kannattavuutta on tarkasteltu myös lämmön tuotantokustannuksen kautta olettaen, että kaikki hyöty hiiliskenaarioon verrattuna kanavoidaan lämmön tuotantokustannukseen. Bioskenaariossa lämmön tuotantokustannus olisi 7 EUR/MWh hiiliskenaariota matalampi ja 1000 MW:n ydinlämpöskenaariossa 18 EUR/MWh ja 1500 MW:n ydinlämpöskenaariossa jopa 26 EUR/MWh matalampi kuin hiiliskenaariossa. Ydinlämpöskenaariossa on oletettu, että pääkaupunkiseudun menettämä vastapainesähköenergia korvataan ydinvoimaosuudella. Jos tätä menetystä ei korvattaisi, lämmön tuotantokustannus 1000 MW:n ydinlämpöskenaariossa olisi 11 EUR/MWh matalampi kuin hiiliskenaariossa ja 1500 MW:n skenaariossa 17 EUR/MWh matalampi.

Bioskenaarion ja ydinlämpöskenaarioiden välistä herkkyyttä on tarkasteltu eri tekijöiden suhteen. Sähkön, maakaasun ja päästöoikeuden hinnanmuutos ei muuta vaihtoehtojen kannattavuuden järjestystä. Jos biomassan hinta alenisi noin neljäsosaan selvityksessä oletetusta 22-28 EUR/MWh tasosta, bioskenaario tulisi yhtä kannattavaksi 1000 MW:n ydinlämpöskenaarion kanssa. Jos ydinvoimalan ja siirtoputken investointikustannus nousisi 60-90 % selvityksessä oletetusta tasosta tai ydinvoimaenergian omakustannushinta nousisi 80-110 % tai diskonttauskorko nousisi 5-6 %-yksikköä (lähes kaksinkertaistuisi), bioskenaario olisi yhtä kannattava ydinlämpöskenaarioiden kanssa.

Skenaariot ovat hyvin erilaisia, jolloin myös niihin liittyvät haasteet poikkeavat toisistaan:

Hiiliskenaariossa suurimmat haasteet liittyvät CO₂-päästöihin ja niihin liittyvään kansainväliseen ilmastopolitiikkaan ja sääntelyyn. Skenaarion toteutuminen ei sellaisenaan ole todennäköinen, ja se voi edellyttää hiilidioksidin talteenoton (CCS) käyttöönottoa. Tämä nostaa tuotantokustannuksia, ellei teknologian kehittymisessä tapahdu merkittäviä muutoksia. Skenaariossa on myös mahdollista lisätä nykyisissäkin voimalaitoksissa bioenergian käyttöä jossain määrin, mitä ei ole tarkasteltu tässä selvityksessä.

Bioskenaariossa suurimpina haasteina ovat polttoainelogistiikka ja biomassan saatavuus ja hinta. Biomassan markkinat muuttuvat vähitellen paikallisista markkinoista globaaleiksi, jolloin hintakehitykseen vaikuttavat merkittävimmin kansainvälinen ilmastopolitiikka ja siitä johtuva voimakas biomassan kysynnän kasvu, kilpailevien polttoaineiden hintakehitys ja biomassan korjuun kustannusten kasvu siirryttäessä vaikeammin hyödynnettäviin kohteisiin. Biomassan käyttö vaikuttaa muilta osin positiivisesti pääkaupunkiseudun päästöjen kehittymiseen, mutta hiukkaspäästöjen määrä kasvaa jonkin verran. Tulevaisuudessa bioskenaariossa on mahdollista edelleen pienentää CO₂-päästöjä uusilla teknologioilla (CCS, biohiili, uusi kattilateknologia), mutta uuden teknologian käyttöönotto nostaa todennäköisesti tuotantokustannuksia.

Ydinlämpöskenaarion merkittävimpänä haasteena on infrastruktuurihankkeen suuruus. Pääkaupunkiseudulla toimii nykyisin kolme toimijaa, joilla on kaukolämmön kulutusta ja siihen kytkettyä sähkön ja lämmön tuotantoa. Toimijoiden tulisi löytää yhteisymmärrys ydinlämpövaihtoehdon toteutukseen, jotta hanke olisi mahdollinen. Kaukolämmön tuottaminen ydinvoimalaitoksella ja kaukolämmön siirto Loviisa 3:sta pääkaupunkiseudulle on teknologisesti toteutettavissa, mutta sen kokoluokka asettaa omat haasteensa. Lämmöntuotannon varmistamiseksi on tässä selvityksessä esitetty hajautettu ratkai-

su, joka perustuu hiileen, kaasuun, sekä kevyeen ja raskaaseen polttoöljyyn. Ydinlämpöskenaariossa olisi edelleen mahdollista vähentää CO₂-päästöjä korvaamalla skenaariossa käytettyä maakaasua bioenergialla.

Kaukolämmön toimittaminen Loviisa 3 -ydinvoimalaitoksesta pääkaupunkiseudulle on tämän selvityksen lähtötiedoilla ja oletuksilla todettu kannattavaksi vaihtoehdoksi. Hanke olisi toteutuessaan suurin yksittäinen toimi CO₂-päästöjen vähentämiseksi Suomessa. Tässä tapauksessa Loviisa 3 -ydinvoimalaitoshanke korvaisi pääkaupunkiseudulta poistuvan sähköntuotannon ja toisi laitospuolesta riippuen lisäksi uutta sähköntuotantokapasiteettia.