

9.4.2009

## LIITE 7

Tässä liitteessä on esitetty luku 12 Fennovoima Oy:n 9.4.2009 työ- ja elinkeinoministeriölle toimittamasta periaatepäätöshakemuksen liitteestä 3A1 (Ydinvoimalaitoksen periaatepäätöshakemus, lisäselvitykset, huhtikuu 2009).

### 12 LÄMMÖN JA SÄHKÖN YHTEISTUOTANNON KESKEISET YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Tässä kappaleessa esitetään yleisarvio lämmön ja sähkön yhteistuotannon keskeisistä ympäristövaikutuksista verrattuna lauhdesähkön tuotantoon. Arvio on laadittu vastamaan työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon kohdassa 4.13.1 esitettyyn lisäselvitysvaatimukseen numero 12.

*”Yleisarvio lämmön ja sähkön yhteistuotannon keskeisistä ympäristövaikutuksista (mukaan lukien mahdolliset eriävät vaikutukset ydinturvallisuuteen) verrattuna pelkän ydinsähkön tuotantoon laitoksella kullakin sijoituspaikkakunnalla.”*

#### 12.1 Johdanto

Fennovoima on selvittänyt kaukolämmön tuotannon teknisiä edellytyksiä eri laitosvaihtoehtoisissa ja lämmön siirtämistä sekä kaukolämmön kulutusta kaikilla sijoituspaikoilla. Yhtiön kaikki laitosvaihtoehdot voidaan rakentaa tuottamaan sähkön lisäksi kaukolämpöä. Tällöin ympäristöön jäähdytysveden mukana menevän hukkalämmön määrää voitaisiin vähentää talviaikana merkittävästi. Toisaalta kaukolämmön tuotanto pienentää ydinvoimalaitoksen sähkötehoa merkittävästi, noin yhdellä megawatilla jokaista 4–5 kaukolämpömegawattia kohti. (*Fennovoima 2009c*)

#### 12.2 Yhteistuotantolaitoksen tekninen toteutus

Kaikki Fennovoiman tarkastelemat laitosvaihtoehdot voidaan rakentaa tuottamaan sähkön lisäksi kaukolämpöä.

Ydinlauhdevoimalaitoksen lauhduttimeen johdettavan höyryn lämpötila on kaukolämpökäyttöön liian matala. Sekä painevesi- että kiehutusvesireaktorin turbiinilaitoksen matalapainepäähän on kuitenkin teknisesti mahdollista liittää lämmönvaihtopiiri, jolla prosessista otetaan kaukolämpökäyttöön lämpöenergiaa riittävän korkeassa lämpötilassa. Kaukolämmön tuotantoa varten ydinvoimalaitoksen turbiinilaitosta olisi siis tarpeen muuttaa. Reaktoriin tai siihen liittyviin turvallisuusjärjestelmiin ei tarvittaisi muutoksia. (*Fennovoima 2009c*)

Turbiinilaitokseen tarvittaisiin mahdollisesti uusia väliottoja matalapaineturbiineihin sekä välipiiri lämmön siirtämiseen turbiinin väliotoista kaukolämmönvaihtimille. Mittavaan kaukolämmöntuotantoon varautuminen todennäköisesti huonontaisi pelkän sähköntuotannon hyötysuhdetta, koska matalapaineturbiinin rakennetta on vaikea optimoida tasaisen tehokkaaksi sekä puhtaaseen lauhdekäyttöön että suuren mittakaavan kaukolämmöntuotantoon. Suunniteltaessa höyryturbiinia on varmistettava, että sen hitausmomentti on sähköverkon vikojen hallinnan kannalta vähintään riittävä. Puhtaaseen lauhdekäyttöön

9.4.2009

kykeneväksi mitoitettavassa turbiinissa tämä on helpommin saavutettavissa. (*Fennovoima 2009c*)

Yhteistuotantoon tarkoitettun ydinvoimalaitoksen turbiinilaitos suunniteltaisiin joka tapauksessa kykeneväksi toimimaan myös lauhdekäytössä, jotta laitos voi toimia myös kesäaikaan, jolloin kaukolämmön kysyntä on vähäistä. Matalapaineroottorinsa osalta käytännössä täysikokoinen turbiini sopii parhaiten yhteen valtakunnan sähköverkon vika- ja häiriönsietovaatimusten kanssa. (*Fennovoima 2008*)

### 12.3 Yhteistuotantomahdollisuudet vaihtoehtoisilla sijaintipaikkakunnilla

Fennovoima on arvioinut mahdollisuuksia sähkön ja lämmön yhteistuotantoon kaikilla kolmella vaihtoehtoisella voimalaitospaikkakunnalla. Suurin kaukolämpökuorma Suomessa on pääkaupunkiseudulla. Vuonna 2007 pääkaupunkiseudulla (Helsinki, Espoo, Vantaa ja Kauniainen) myytiin 9,8 TWh kaukolämpöä (*Energiategollisuus ry 2007*). Energiämääränä tämä vastaa noin 28–40 prosenttia Fennovoiman laitokselta mereen johdettavasta energiasta.

Suora etäisyys Ruotsinpyhtään Gäddbergsön sijoituspaikasta pääkaupunkiseudun kaukolämpöverkossa olevaan Vuosaaren kaukolämpötunneliin on noin 70 kilometriä. Kaukolämpö olisi kuitenkin jaettava pääkaupunkiseudun verkkoon monessa pisteessä, jolloin tarvittavan tunnelin pituus olisi yli 100 kilometriä.

Simosta kaukolämpöä voitaisiin vastaavasti tuottaa esimerkiksi Kemiin, Tornioon ja Haaparantaan ja Pyhäjoelta Raaheen, mutta tarvittavat lämpömäärät olisivat oleellisesti pienempiä kuin pääkaupunkiseudulla. Etäisyydet Simon Karsikon sijoituspaikasta Kemiin ja Tornio-Haaparantaan ovat noin 10 ja 25 kilometriä. Etäisyys Pyhäjoen Hanhikiven sijoituspaikasta Raaheen on noin 30 kilometriä (*Fennovoima 2009c*). Ouluun on sekä Karsikosta että Hanhikiveltä 80–100 kilometriä, joka Oulun alueen lämpökuormalla ja Oulun nykyinen kaukolämmön tuotantorakenne huomioon ottaen voi olla liian pitkä etäisyys kaukolämmön siirtämiseksi taloudellisesti mielekkäästi.

Oheisessa taulukossa (Taulukko 12-1) on vertailtu yhteistuotantolaitosten ja lauhdevoimalaitoksen teknisiä tietoja kunkin vaihtoehtoisen sijoituspaikan osalta. Lauhdevoimalaitokset eivät eroa eri sijaintipaikkakuntien välillä. Kaukolämpöpotentiaalia on arvioitu lähialueen kaupunkien lämmöntarpeen mukaan niin, että lämpöteho on mitoitettu vastaamaan noin 50 prosenttia kaupunkien yhteenlasketusta kaukolämmön huipputehosta, jolloin se vastaa noin 80 prosenttia kaukolämmön vuotuisesta kokonaistarpeesta (kokonaisenergiasta).

Kaukolämpöä kuluu rakennuksissa sekä tilojen lämmittämiseen että käyttöveden lämmittämiseen. Asuinrakennuksissa käyttöveden lämmityksen osuus on 20–35 % vuotuisesta kaukolämmön kulutuksesta. Kaukolämmön kulutus vaihtelee huomattavasti eri kuukausina. Talvikuukausina lämmityksen osuus on merkittävä, kun taas kesällä kaukolämpöä kuluu lähes ainoastaan lämpimän käyttöveden lämmittämiseen. Touko-syyskuussa kaukolämmön tarpeen on oletettu perustuvan pääasiassa käyttöveden lämmitykseen, melko vähäiseen kaukolämpökuormaan sekä kaukojäähdytykseen ja olevan keskimäärin 20 % kaukolämmön huipputehosta. Ruotsinpyhtäältä on oletettu toimitettavan lämpöä pääkau-

9.4.2009

punkiseudun kaupungeille ja Porvooseen, Pyhäjoelta Raaheen ja Simosta Kemiin, Tornioon ja Haaparantaan.

Kaukolämpöpotentiaalista ja laitosvaihtoehtoista riippuen yhteistuotanto vähentää mereen johdettavaa lämpötehoa. Vähennemä on suurimmillaan talviaikaan. Kaukolämpökuorman ollessa kesällä pienempi mereen johdettava lämpöteho pienenee selvästi vähemmän. Simon ja Pyhäjoen tapauksissa mereen johdettavan lämpötehon vähentyminen on merkityksettömän pientä, vain 0 – 1 prosenttia ympäri vuoden. Ruotsinpyhtäällä vähentyminen on talviaikana 36 – 62 %, mutta touko-syyskuussa vain 4 – 6 %.

**Taulukko 12-1. Mahdollisten yhteistuotantolaitosten alustavia teknisiä tietoja**

	Vaihtoehto 1 (yksi suuri yksikkö)				Vaihtoehto 2 (kaksi pienempää yksikköä)			
	Lauhdelaite	Kaukolämpölaite			Lauhdelaite	Kaukolämpölaite		
		Ruotsinpyhtää	Pyhäjoki	Simo		Ruotsinpyhtää	Pyhäjoki	Simo
Sähköteho, MW	1500-1800	1000-1400	1500-1800	1500-1800	2000-2500	1500-2100	2000-2500	2000-2500
Kaukolämpöteho, MW (maksimi)	0	1900	30	50	0	1900	30	50
Kaukolämpöteho, MW (minimi, kesä)	0	760	11	21	0	760	11	21
Hyötysuhde, % (noin)	37	53	37	38	37	47	37	37
Jäähdytyksessä vesistöön johdettava lämpöteho, MW (maksimi kaukolämpökuormalla)	3000-3100	1200-1500	3000-3100	3000-3100	3600-4300	2000-2700	3600-4300	3300-4300
Jäähdytyksessä vesistöön johdettava lämpöteho, MW (kesäaikana)	3000-3100	2800-2900	3000-3100	3000-3100	3600-4300	3400-4100	3600-4300	3600-4300
Mereen johdettavan jäähdytystehon vähentyminen talviaikana, % (noin)	-	50 - 62	1	1	-	36 - 45	1	1
Mereen johdettavan jäähdytystehon vähentyminen kesäaikana, % (noin)	-	5 - 6	0,1	0,1 - 0,2	-	4 - 5	0 – 0,1	0,1
Vuotuinen sähkön tuotanto, TWh	12 - 14	8 - 11	12 - 14	12 - 14	16 – 18	12 - 15	16 - 18	16 – 18
Vuotuinen lämmön tuotanto, TWh	0	8,9	0,1	0,3	0	8,9	0,1	0,3

9.4.2009

Mikäli kaukolämpöä siirrettäisiin Pyhäjoelta tai Simosta myös Ouluun, kaukolämmön tuotanto voimalaitoksella kasvaisi 1,4–1,5 terawattituntiin vuodessa, mikä vähentäisi mereen menevää lämpötehoa enimmillään 250 - 650 MW. Vähenemä olisi tällöin laitospöytäriippuen talviaikana noin 6 – 23 prosenttia ja kesäaikana noin 2 - 9 prosenttia taulukossa esitetyn 0 – 1 prosentin sijaan.

Yhteistuotannon toteuttamismahdollisuudet riippuvat ratkaisevasti tarvittavista lämpöasiakkaisista, jotka ostaisivat ja jakelisivat lämmön. Sähkön ja lämmön yhteistuotannon tekninen ja aikataulullinen toteutettavuus, taloudellinen kannattavuus muihin vaihtoehtoihin verrattuna ja ympäristövaikutukset muun muassa tarvittavien lämmönsiirtoputkistojen rakentamisen osalta selvitetään erikseen, kun kaukolämmön tuotantoon liittyvät vaihtoehdot tarkentuvat. (*Fennovoima 2009c*)

#### 12.4 Yhteistuotannon vaikutukset vesistöön

Yhteistuotannolla voidaan vähentää laitoksen ympäristövaikutuksia jäähdytysveden osalta, koska yhteistuotantolaitoksella eli kaukolämpöä tuottavalla voimalaitoksella vesistöön johdettavan lämmön määrä on lauhdevoimalaitosta vähäisempi.

On huomattava, että kaukolämmön tuottaminen vähentää jäähdytysvesien aiheuttamia ympäristövaikutuksia eniten talvella, jolloin kaukolämmön tarve on suurin. Biologisesti vähäaktiiviseen talviaikaan jäähdytysveden merkittävimmät ympäristövaikutukset ovat jäätilanteen heikkeneminen purkualueella ja kasvukauden piteneminen.

Kesällä kaukolämmön tarve on pienempi eikä kaukolämmön tuotantokapasiteettia pystytä hyödyntämään kokonaisuudessaan. Tilanteissa, joissa laitos ei tuota lainkaan kaukolämpöä, jäähdytysvesien aiheuttamat ympäristövaikutukset ovat samat kuin lauhdevoimalaitoksessa.

Simon ja Pyhäjoen tapauksissa saavutettavissa oleva mereen johdettavan lämpötehon väheneminen kaukolämpöä tuottamalla on merkityksettömän pieni, 0 – 1 prosenttia eikä kaukolämpövaihtoehdolla näin ole käytännössä mitään eroa lauhdevoimalaitokseen nähden sen enempää talvella kuin kesälläkään. Edes kaukolämmön johtaminen Ouluun ei muuttaisi tätä tilannetta olennaisesti.

Ruotsinpyhtään tapauksessa sulan ja heikon jään alue voisi pienentyä enimmillään noin puoleen. Tosin alueen jääolosuhteet ovat jo ennestään epävakaiset nykyisten Loviisan voimalaitosten vaikutuksen vuoksi. Kesäaikana mereen johdettavan lämpökuorman väheneminen olisi vain 4 – 6 %, eivätkä jäähdytysvesien vaikutukset näin käytännössä poikkeaisi lauhdevoimalaitoksen vaikutuksista.

On huomattava, että mikäli ydinvoimalla tuotetulla kaukolämmöllä korvattaisiin kaukolämpöpaikkakunnilla sijaitsevien nykyisten yhteistuotantolaitosten lämmöntuotantoa, näissä laitoksissa ei enää tuotettaisi myöskään sähköä. Yhteistuotantolaitosten tuottama sähkö pitäisi tällöin korvata muulla sähköntuotannolla. Jos tämä sähkö tuotettaisiin lauhdetuotantona, jouduttaisiin vastaava hukkalämpö ohjaamaan vesistöön. Tällöin kaukolämmön tuottaminen ydinvoimalaitoksella vain siirtäisi lämpökuorman vaikutuksia meri-alueelta toiselle.

9.4.2009

## 12.5 Yhteistuotannon vaikutukset savukaasupäästöihin

Ydinenergialla tuotetulla kaukolämmöllä voisi tulevaisuudessa olla merkittävä rooli energiantuotannon hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä, mikäli ydinvoimalaitoksen lämmöntuotannolla korvattaisiin suuressa mittakaavassa fossiilisilla polttoaineilla tapahtuvaa kaukolämmöntuotantoa. Mikäli nykyinen lämmöntuotanto perustuu sähkön ja lämmön yhteistuotantoon, menetettäisiin kuitenkin nykyisten yhteistuotantolaitosten tuottama sähkö. Mikäli kyseinen tuottamatta jäävä sähköntuotanto voitaisiin korvata päästöttömillä tuotantomuodoilla (esimerkiksi vesivoima, tuulivoima, ydinvoima) voitaisiin päästä merkittäviin alenemiin Suomen hiilidioksidipäästöissä. Nykyisten yhteistuotantolaitosten sähköntuotannon korvaavan sähkön päästöt on arvioitu kolmella vaihtoehdoisella tavalla:

1. Ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa käytetyn nollavaihtoehdon mukainen sähköntuotanto, jossa pääosa sähköstä olisi tuontisähköä ja loppuosa tuotettaisiin Suomessa olemassa olevalla tai uudella sähköntuotantokapasiteetilla, joka olisi enimmäkseen sähkön erillistuotantoa ja pieneltä osin sähkön ja lämmön yhteistuotantoa. Tuontisähkön hiilidioksidipäästökertoimenä on käytetty nollaa tuontisähkön tuotantotavasta riippumatta. Tällöin päästökertoimeksi tulee 38 kgCO<sub>2</sub>/MWh<sub>e</sub>.
2. Suomen keskimääräinen sähkön hankinta: 221 kgCO<sub>2</sub>/MWh<sub>e</sub>, vuosien 2003–2007 keskiarvo, Energiatilastot 2007
3. Marginaalinen sähköntuotanto eli Suomessa tuotettu sähkön erillistuotanto, jossa kivihiili on pääasiallinen polttoaine: 700 kgCO<sub>2</sub>/MWh<sub>e</sub>, Motiva 2003<sup>1</sup>

### *Ruotsinpyhtään Gäddbergsö*

Tällä hetkellä pääkaupunkiseudun kaukolämmön tuotanto perustuu valtaosin sähkön ja lämmön yhteistuotantoon. Kaukolämmön tuotannon polttoaineina käytetään maakaasua, hiiltä ja öljyä.

Jos pääosa kaukolämmöstä tuotettaisiin ydinvoimalaitoksella, kaukolämmöntuotannon hiilidioksidipäästöt vähenisivät merkittävästi. Tällöin kuitenkin menetettäisiin nykyisten yhteistuotantolaitosten tuottama sähkö.

Hyödyntämällä ydinkaukolämpöä, sähkön ja lämmön tuotannon päästöt pääkaupunkiseudulla vähenisivät jopa 85 prosenttia vuoden 2007 päästöihin verrattuna, jos tuottamatta jäävä yhteistuotantosähkö korvattaisiin nollavaihtoehdon mukaisella sähköntuotannolla. Päästöjen vähenemä olisi noin 60 prosenttia, jos tuottamatta jäävä yhteistuotantosähkö voitaisiin korvata Suomen keskimääräistä sähkön hankintaa vastaavalla tuotannolla. Jos taas kyseinen sähkö tuotettaisiin marginaalisella sähköntuotannolla, hiilidioksidipäästöt voisivat jopa hieman nousta nykytasosta. Ydinvoimalaitos on kuitenkin suunniteltu peruskuormalaitokseksi, mikä tarkoittaa, että sitä käytetään jatkuvasti tasaisella teholla lukuun ottamatta muutaman viikon mittaisia, 12–24 kuukauden välein suoritettavia huoltoisokkeja (*Fennovoima 2008*). Näin ollen marginaalinen sähköntuotanto, joka kattaa

<sup>1</sup> Motiva. Energiakatselmuksissa säästötoimenpiteiden laskennassa käytettävät CO<sub>2</sub>-kertoimet. 1.7.2003

9.4.2009

vain huippukuormituksen aikaisia kulutushuippuja, ei vastaa ydinvoimalaitoksen ajotapa eikä siten sovellu yksinään vertailukohdaksi.

Myös rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöt muuttuisivat vastaavalla tavalla eli vähenisivät niillä kaukolämpölaitoksilla, joiden tuotantoa ydinkaukolämpö korvaisi. Päästöjä kuitenkin muodostuisi, kun kaukolämpölaitoksilla tuottamatta jäävä sähkö täytyisi tuottaa muualla. Jos yhteistuotannossa tuottamatta jäävä sähkö korvattaisiin ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa kuvatun nollavaihtoehdon mukaisella sähköntuotannolla, sähkön- ja lämmöntuotannon rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöt vähenisivät merkittävästi nykyisestä.

### ***Pyhäjoen Hanhikivi ja Simon Karsikkoniemi***

Oulussa, Kemissä, Torniossa ja Haaparannassa kaukolämpö tuotetaan tällä hetkellä turpeella, puulla ja öljyllä. Raahessa suurin osa lämmöstä on teollisuuden sekundäärilämpöä eli teollisuusprosesseista sivutuotteena saatavaa lämpöä ja sen korvaaminen ydinvoimalla tuotetulla kaukolämmöllä ei pienentäisi Raahen alueen kaukolämmön tuotannon hiilidioksidipäästöjä.

Mikäli ydinvoimalaitoksen sijoituspaikaksi valitaan Simon Karsikkoniemi, ydinvoimalla tuotettu kaukolämpö voisi vähentää kaukolämmön tuotannon hiilidioksidipäästöjä Kemissä, Torniossa ja Haaparannassa jopa 80 prosenttia vuoden 2007 päästöihin verrattuna, jos laitos toimittaisi lämpöä näihin kaupunkeihin.

Mikäli Simossa tai Pyhäjoella sijaitseva laitos toimittaisi kaukolämpöä myös Oulun seudulle, kaukolämmön tuotannon hiilidioksidipäästöt siellä vähenisivät merkittävästi. Oulussa tuotetaan kuitenkin nykyisissä laitoksissa kaukolämmön tuotannon yhteydessä yhteistuotantosähköä, joka ydinkaukolämpötilanteessa jää tuottamatta. Jos Oulussa tuottamatta jäävä yhteistuotantosähkö korvattaisiin nollavaihtoehdon mukaisella sähköntuotannolla, sähkön ja lämmön tuotannon hiilidioksidipäästöt alueella vähenisivät yli 80 prosenttia. Jos kyseinen sähköntuotanto voitaisiin korvata Suomen keskimääräistä sähkön hankintaa vastaavalla tuotannolla, voitaisiin päästä jopa 70 prosentin alenemiin sähkön ja lämmön tuotannon hiilidioksidipäästöissä vuoteen 2007 verrattuna. Jos taas kyseinen sähkö tuotettaisiin marginaalisella sähköntuotannolla, vähennys alueen CO<sub>2</sub>-päästöissä olisi 31–38 prosenttia vuoteen 2007 verrattuna.

Simossa sijaitsevan laitoksen myötä myös lämmöntuotannon rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöt vähenisivät ydinkaukolämpövaihtoehdossa lämmön korvatussa turpeella, puulla ja öljyllä tuotettavaa kaukolämpöä. Pyhäjoen sijaintipaikkavaihtoehdossa kaukolämmöntuotannon päästöt eivät juuri muuttuisi, koska kaukolämpö tuotetaan teollisuuden sekundäärilämmöllä.

## **12.6 Kaukolämmön johtamisen ympäristövaikutukset**

### **12.6.1 Kaukolämpöputken toteutus**

*Ruotsinpyhtään Gäddbergsöltä* kaukolämmön johtamiseksi pääkaupunkiseudulle tulisi rakentaa kaksi noin puolitoista metriä halkaisijaltaan olevaa putkea, toinen meno- ja toinen paluuedelle. Putket kulkisivat joko kallioon louhittavassa tai porattavassa, läpimi-

9.4.2009

taltaan noin kuuden metrin tunnelissa tai maahan kaivettavissa, esieristetyissä kaukolämpöputkissa. Tarvittavan putkireitin pituus olisi noin 100 kilometriä. Kaukolämpöputken rakentamisen vaikutukset kohdistuvat pääasiassa metsäalueille. Rakentamisen vaikutukset voivat kohdistua myös yksittäisiin peltoalueisiin.

*Pyhäjoen Hanhikiven nimeltä ja Simon Karsikkoniemeltä* kaukolämpö johdettaisiin kaukolämpöverkkoon joko kalliotunnelissa tai maahan kaivettavissa esieristetyissä kaukolämpöputkissa.

Toteuttamiskelpoisin kaukolämmön johtamisratkaisu riippuu laitoksen sijainnista, siirrettävästä lämpötehosta sekä siirrettävän kaukolämmön lämpötilasta. Mikäli tarvittava siirtolämpötila on hyvin korkea (esimerkiksi 160 °C), normaalilla pintamaahan sijoittuvalla kaukolämpötekniikalla (polyuretaanieriteiset kaukolämpöputket) tätä ei voida toteuttaa, vaan putkessa täytyy olla villaeristeitä. Tällaista putkea ei voi haudata suoraan maahan, vaan se on sijoitettava esimerkiksi kalliotunneliin.

## 12.6.2 Ympäristövaikutukset

Seuraavassa on esitetty lyhyesti kaukolämmön siirron ympäristövaikutukset. Putken rakentaminen edellyttäneerillisen ympäristövaikutusten arviointimenettelyn toteuttamista.

### 12.6.2.1 Maahan kaivettavan kaukolämpöputken ympäristövaikutukset

Esieristetyille kaukolämpöputkille joudutaan kaivamaan maahan reitit. Maanalaisten rakenteiden sijainti selvitetään ennen töiden aloittamista niiden vaurioitumisen välttämiseksi. Louhinta- ja maankaivutöistä aiheutuu melua, tärinää ja pölyä, jotka aiheuttavat häiriötä ihmisille ja luonnolle. Työmaan aiheuttamia meluvaikutuksia voidaan lieventää melua aiheuttavien toimintojen sijoittelulla sekä melun vaimenemista edesauttavien rakennusmateriaalien ja -tekniikan valinnoilla (*Fennovoima 2009c*).

Herkillä alueilla voidaan käyttää niin sanottua suuntaporausmenetelmää, jolla voidaan asentaa putki maahan ilman avokaivantoa ja siten lieventää ympäristövaikutuksia.

Rakentamiseen liittyvät raskaat kuljetukset, kuten ylimääräisen maa- ja kiviaineksen kuljetukset läjitysalueille, voivat häiritä muuta liikennettä sekä ihmisiä ja luontoa. Haittoja voidaan lieventää liikennejärjestelyin ja merkitsemällä työalueet asianmukaisesti.

Rakentamisen aikana kaukolämpöputkityömaa muuttaa selvästi maisemaa. Putken valmistuttua maisemamuutokset säilyvät metsäalueilla, joille jää putkireitin kohdalle puuton kaistale.

Kaukolämpöputken rakentaminen rajoittaa metsä- ja maatalouden harjoittamista. Maankaivu tuleekin putkihankkeissa ajoittaa viljelyn suhteen siten, että haitat jäävät mahdollisimman vähäisiksi.

Kaukolämpöputkien ollessa toiminnassa niiden päälle ei voida rakentaa pysyviä rakenteita (rakennuksia), mutta esimerkiksi teiden rakentaminen on mahdollisia.

9.4.2009

### 12.6.2.2 Kaukolämpötunnelin rakentamisen ympäristövaikutukset

Kaukolämpötunnelin rakentaminen edellyttää rakennusaikaisia ajoreittejä tunneliin, joita täytyy rakentaa noin 4–5 kilometrin välein. Tunnelin rakentamista varten rakennettavat ajotunnelit aiheuttavat rajoituksia maankäytölle ajotunnelin ajoaukon ympäristössä, jossa liikenne on rakentamisen aikana vilkasta. Lisäksi ajotunneleiden ympäristössä tarvitaan tilaa kallioaineksen välivarastoinnille, kuormaukselle ja liikennöinnille sekä työmaatoiminnoille. Ajotunneleiden luokse on mahdollisesti raivattava uusia teitä. Rakennustöiden aikaisia liikennehaittoja voidaan lieventää liikennejärjestelyin ja merkitsemällä työalueet asianmukaisesti.

Rakennustekniikka vaikuttaa kalliotunnelin rakentamisaikaisten ympäristövaikutusten laajuuteen. Poratun kalliotunnelin rakentamisessa ympäristövaikutukset ovat pienemmät kuin louhitussa tunnelissa. Täysprofiiliporauksella voidaan vähentää louhinnasta aiheutuvia ympäristöhaittoja. Koska porauksessa ei käytetä räjäytysaineita, ympäröivää kalliota ei rikota ja tarvittavat lujitustoimenpiteet voidaan minimoida. Ylilouhintaa ei tapahdu käytännössä ollenkaan käytettäessä täysprofiiliporausta ja tunnelista kuljetettavan ylimääräisen kiviaineksen määrä jää pieneksi. Tunnelin vuoraukseen tarvitaan huomattavasti pienempi määrä betonia kuin louhitussa tunnelissa. Työturvallisuus lisääntyy, koska ei käytetä räjähdysaineita ja tunnelin katosta ja seinistä tippuvan kiviaineksen määrä pienenee.

Tunnelin rakentajat altistuvat työssään pölylle ja mahdollisesti myös radioaktiiviselle radonkaasulle, jota voi olla tunnelin ilmassa. Tunnelirakentamisen aikainen ilmastointi tul-taisiin toteuttamaan voimassaolevien säädösten edellyttämällä tavalla ja työntekijöiden altistus pölylle ja kaasuille pitämään mahdollisimman pienenä työsuojelullisin ja -hygieenisin keinoin.

Rakentamisen aikana saattaa aiheutua vaikutuksia myös pohjavesiin. Tunnelin rakentamisesta johtuen pohjavesipinnat saattavat laskea pohjaveden valuessa tunneliin. Tämä saattaa aiheuttaa kaivojen vedenpinnan laskua ja pohjavesiesiintymien antoisuuden pienenemistä etenkin rakentamisaikana. Pohjaveden virtaus tunneliin vähenee todennäköisesti ajan mittaan pohjaveden pinnan alentuessa. Mikäli maaperä on savista ja pohjaveden pinnan alentuma jää pysyväksi, pohjaveden pinnan aleneminen aiheuttaa saven painumista, mikä taas saattaa vaikuttaa maan päällisiin rakenteisiin. Lisäksi tunnelin alittaessa asuttuja taajamia on jo ennen rakentamisen alkua tehtävä näille alueille pohjaveden tarkkailujärjestelmät, jotta voidaan seurata pohjaveden käyttäytymistä tunnelin rakentamisen ja käytön aikana. Tunnelin rakentaminen voi myös aiheuttaa tärinää ja pieniä vaurioita rakenteille kiinteistöissä linjan läheisyydessä, jos tunneli toteutetaan louhimalla.

Tunnelit pyritään rakentamaan niin tiiviiksi, ettei merkittäviä pohjaveden vuotoja tunneliin syntyisi niillä alueilla, joilla pohjaveden alenemisesta on haittaa. Tunnelien suunnittelussa otetaan huomioon pohjavesialueet ja vältetään alueita, joilla suuret pohjavesivuodot ovat todennäköisiä. Louhintojen suunnittelussa otetaan huomioon tunnelin läheisyydessä olevat rakennukset. Täysprofiiliporauksella toteutettu tunneli on rakenteeltaan tiiviimpi, mikä todennäköisesti aiheuttaisi vähemmän vaikutuksia pohjaveden pinnan korkeuteen ja louhintatärinäihin.



9.4.2009

Muut kaukolämpötunnelin käytön aikaiset vaikutukset rajoittuvat vähäiseen huoltoliikenteeseen.

### 12.7 Yhteistuotannon vaikutukset ydinturvallisuuteen

Fennovoiman ydinvoimalaitos suunnitellaan ja rakennetaan siten, että se täyttää lainsäädännön ja viranomaisten asettamat vaatimukset. Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa noudatetaan tinkimättä turvallisuusperiaatteita ja sen keskeisiin suunnitteluperusteisiin kuuluu varautuminen erilaisiin häiriö- ja onnettomuustilanteisiin, mukaan lukien myös reaktorin sulamisesta johtuvien vakavien onnettomuuksien mahdollisuus sekä ulkoisista tekijöistä aiheutuvat uhkat. (*Fennovoima 2008*)

Ydinvoimalaitoksen yhteiskäytöllä sähkön ja lämmön tuotantoon ei ole vaikutusta laitoksen ydinturvallisuusominaisuuksiin, koska voimalaitoksen ydinteknisiin osiin ei tarvitse tehdä muutoksia. Mikäli yhteistuotannossa toimivan ydinvoimalaitoksen lämpö- ja sähkötehojen säätämisen tarve vaikuttaa merkittävästi laitoksella mahdollisiin käyttöhäiriöihin, esimerkiksi aiheuttamalla vika- tai häiriötyyppejä, joita lauhdekäytössä ei esiinny, otetaan ne huomioon laitoksen turvallisuussuunnittelussa samoilla menettelyillä kuin muutkin mitoittavat tapahtumat. (*Fennovoima 2008*)

Radioaktiivisten aineiden pääseminen kaukolämpöverkkoon estetään siirtämällä lämpö turbiinipiiristä kaukolämpöverkkoon suljetun ja puhtaan välipiirin avulla niin, että välipiirin toimintapaine on suurempi kuin sekä turbiinipuolen lämmönvaihtimien että kaukolämpöpuolen lämmönvaihtimien. Painevesireaktorissa varmistus hoidetaan puhtaan sekundääripiirin ja kaukolämmönvaihtimien avulla ja kiehutusvesireaktorissa lämmönsiirron välipiirin ja kaukolämmönvaihtimien avulla. Tämän lisäksi kaukolämpöveden aktiivisuutta seurataan jatkuvasti ja kaukolämpöverkon vesikierto suljetaan tarvittaessa.

Fennovoiman käytössä on Staden laitoksella Saksassa hankittu pitkäaikainen käyttökokemus lämmön toimittamisesta ydinvoimalaitokselta läheisen teollisuuslaitoksen prosessin tarpeisiin välipiirijärjestelyllä. Mikäli esimerkiksi turbiinipuolen lämmönvaihtimissa sattuisi vuoto, suuntautuisi se puhtaasta välipiiristä turbiinin päin. (*Fennovoima 2008*) Muita ydin- tai säteilyturvallisuusvaikutuksia ei yhteistuotannolla arvioida olevan.

9.4.2009

## 12.8 Yhteenveto yhteistuotannon keskeisistä ympäristövaikutuksista

Seuraavalla sivulla olevassa taulukossa on vertailtu sähkön ja lämmön yhteistuotannon keskeisiä vaikutuksia paikkakunnittain lauhdevoimalaitoksen vaikutuksiin.

9.4.2009

	Lauhdevoimalaitos	Yhteistuotantovoimalaitos		
		Pyhäjoki	Ruotsinpyhtää	Simo
<b>Ydinturvallisuus</b>	Ydinvoimalaitos suunnitellaan niin, että sen radioaktiiviset päästöt alittavat niille asetetut raja-arvot. Laitoksen radioaktiiviset päästöt ovat niin pieniä, ettei niillä ole havaittavia vaikutuksia ympäristöön tai ihmisiin.	Radioaktiivisten aineiden pääseminen kaukolämpöverkkoon estetään siirtämällä lämpö turbiinipiiristä kaukolämpöverkkoon suljetun ja puhtaan välipiirin avulla. Tämän lisäksi kaukolämpöveden aktiivisuutta seurataan jatkuvasti ja kaukolämpöverkon vesikierto suljetaan tarvittaessa. Ydinvoimalaitoksen yhteiskäytöllä sähkön ja lämmön tuotantoon ei ole vaikutusta laitoksen ydinturvallisuusominaisuuksiin, koska muutoksia ei tarvitse tehdä voimalaitoksen ydinteknisiin osiin.		
<b>Jäähdytys-vesikuorma mereen</b>	Mereen johdettava lämpökuorma on noin 3000-3100 MW (yksi iso yksikkö) tai 3600-4300 MW (kaksi pienempää yksikköä).	Mereen johdettava lämpökuorma vähenee noin 25 MW (1 %) talvisin kaukolämpökuorman ollessa suurimmillaan. Kesällä mereen johdettava lämpökuorma vastaa lauhdevoimalaitoksen kuormaa.  Ei havaittavaa eroa lauhdevoimalaitokseen sen enempää kasvukauden aikaisten kuin talviaikaistenkaan vesistövaikutusten osalta	Mereen johdettava lämpökuorma vähenee 1500-1800 MW (36-62 %) talvisin kaukolämpökuorman ollessa suurimmillaan. Kesällä mereen johdettava lämpökuorma vähenee noin 150-190 MW (5-6 %).  Kasvukauden aikaiset vaikutukset eivät käytännössä poikkea havaittavasti lauhdevoimalaitosvaihtoehdosta.  Talviaikainen yhtenäinen sulan ja heikon jään alue on pienempi kuin lauhdevoimalaitosvaihtoehdossa.	Mereen johdettava lämpökuorma vähenee noin 40 MW (1 %) talvisin kaukolämpökuorman ollessa suurimmillaan. Kesällä mereen johdettava lämpökuorma vähenee noin 4-5 MW (0,1 – 0,2 %).  Ei havaittavaa eroa lauhdevoimalaitokseen sen enempää kasvukauden aikaisten kuin talviaikaistenkaan vesistövaikutusten osalta
<b>Hiilidioksidipäästöt</b>	Ydinvoiman tuotannosta ei synny hiilidioksidipäästöjä.	Ydinvoimakaukolämmöllä ei olisi vaikutusta paikallisen kaukolämpötuotannon hiilidioksidipäästöihin, koska lämpö saadaan nykyisin teollisuusprosessien sivutuotteena eikä nykyisen lämmön oston loppuminen todennäköisesti pienentäisi teollisuuden päästöjä.	Ydinvoimalla tuotetun kaukolämmön vaikutus hiilidioksidipäästöihin riippuu siitä, miten nykyinen paikallinen yhteistuotantosähkö (jonka tuotanto loppuu ydinlämpövaihtoehdossa) katsotaan korvattavan. Päästöt vähenisivät jopa 85 prosenttia vuoden 2007 pääkaupunkiseudun päästöihin verrattuna, jos tuottamatta jäävä yhteistuotantosähkö voitaisiin korvata nollavaihtoehdon mukaisella sähköntuotannolla. Jos sähkö korvattaisiin Suomen keskimääräistä sähkön hankintaa vastaavalla tuotannolla, päästöt vähenisivät noin 60 prosenttia vuoden 2007 päästöihin verrattuna Jos kyseinen sähkö tuotettaisiin	Ydinvoimalla tuotettu kaukolämpö vähentäisi paikallisen kaukolämpötuotannon hiilidioksidipäästöjä noin 80 prosenttia.

9.4.2009

			marginallisella sähköntuotannolla, hiilidioksidipäästöt voisivat jopa hieman nousta nykytasosta.	
<b>Muut päästöt</b>	Ydinvoiman tuotannosta ei aiheudu rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöjä.	Ydinvoimalla ei ole merkittävää vaikutusta lämmön tuotannon päästöihin, koska lämpö saadaan nykyisin teollisuusprosessien sivutuotteena eikä nykyisen lämmön oston loppuminen todennäköisesti pienentäisi teollisuuden päästöjä.	<p>Kaukolämmön tuotanto vähentäisi merkittävästi paikallisen energiantuotannon SO<sub>2</sub>-, NO<sub>x</sub>- ja hiukkaspäästöjä.</p> <p>Nykyisten kaukolämpölaitosten sähköntuotannon korvaaminen nollavaihtoehdon mukaisella sähköntuotannolla vähentäisi syntyviä sähköntuotannon päästöjä merkittävästi.</p> <p>Myös nykyisten kaukolämpölaitosten sähköntuotannon korvaaminen keskimääräisellä sähköntuotannolla vähentäisi syntyviä sähköntuotannon päästöjä.</p>	Kaukolämmön tuotanto vähentäisi paikallisen lämmöntuotannon SO <sub>2</sub> -, NO <sub>x</sub> - ja hiukkaspäästöjä. Kaukolämmön tuotannon yhteydessä ei nykytilanteessa tuoteta yhteistuotantosähköä, joten korvaavaa sähkön tuotantoa ei tarvita eikä siitä näin synny päästöjä.
<b>Kaukolämmön siirto</b>	-	<p><b>Esieristetty maahan kaivettu kaukolämpöputki:</b> Kaukolämpöputken kaivuun aikaiset vaikutukset (mm. melu, pöly, tärinä, maa- ja kiviaineksen käsittely, liikenne). Käytön aikaisia vaikutuksia: maankäytön rajoitukset, maisemahaitta metsäalueilla.</p> <p><b>Kaukolämpötunneli:</b> Kaukolämpötunnelin kaivuun aikaiset vaikutukset (mm. melu, pöly, tärinä, maa- ja kiviaineksen käsittely, liikenne). Vähäistä huoltoliikennettä tunnelin ollessa käytössä. Mahdollisia vaikutuksia pohjaveden pinnan korkeuteen.</p>		

9.4.2009

**LÄHTEET**

Energiateollisuus ry. 2007. Kaukolämpötilasto. Raportti.

Fennovoima 2008. Ydinvoimalaitoksen ympäristövaikutusten arviointiselostus. Raportti 388 s.

Fennovoima 2009c. Ydinvoimalaitoksen periaatepäätöshakemus. 328 s.