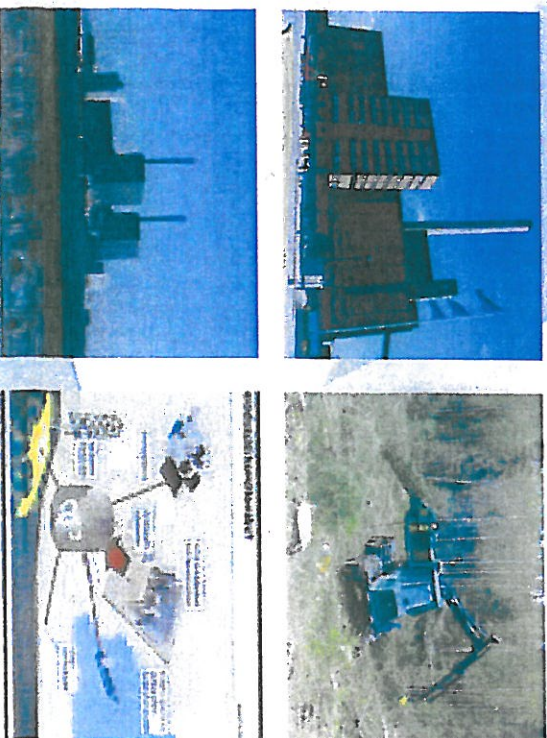


Vaihtoehdot Helenin CO₂-päästöjen vähentämiseksi ja uusituvien energiamuotojen osuuden nostamiseksi



4.5.2009
Helsingin kaupunki

Toimeksiannon tavoitteena on muodostaa vaihtoehtoiset skenaariot kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi ja uusiutuvan energian käytön lisäämiseksi

Lähtökohтана Helsingin kaupungin energiapolittisia linjauksia 1/2008:

1 Selvitetään vaihtoehdot vähentää Helsingin kasvihuonepäästöjä EU:n tavoitteiden mukaisesti 20% vuoden 1990 tasosta vuoteen 2020 mennessä (sivu 19)

- Tavoitteen on tulkittu sisältävän Helsingin kaukolämmön ja siihen liittyvän sähkön tuotannon, mutta ei Helsingin Energian omistamia sähköntuotanto-osuuksia

2 Uusiutuvien energialähteiden osuus energian tuotannossa nostetaan 20%:iin vuoteen 2020 mennessä (sivu 25)

- Tavoitteen on tulkittu sisältävän kaiken Helsingin Energian tuottaman energian (sähkö ja lämpö) ja sähkönhankinnan sähköntuotanto-osuuksista

Tavoitteet eivät ole kaikilta osin toisiaan tukevia eivätkä täysin yksiselitteisiä

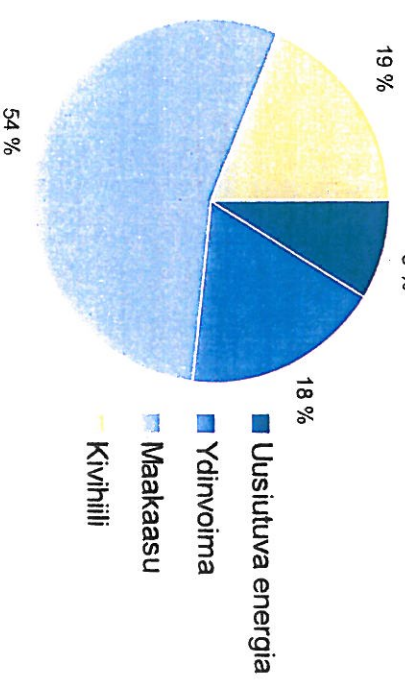
- Tässä selvityksessä asetetaan hieman etusijalle CO₂:n vähentämisen, uusiutuvien energialähteiden osuuden nostaminen on tätä täydentävä päätös
- Molemmat tavoitteet noudattavat EU:n tavoitteen asettelua
- Pitkällä aikavälillä (-> 2050) CO₂-päästöissä olisi EU:n ehdotuksien mukaan päästävä vähintään 50% vähennyksiin vuoteen 1990 verrattuna, jolloin polku vuodesta 2020 eteenpäin on myös oleellinen

Helsingin Energian nykyinen sähkön ja lämmön hankinta

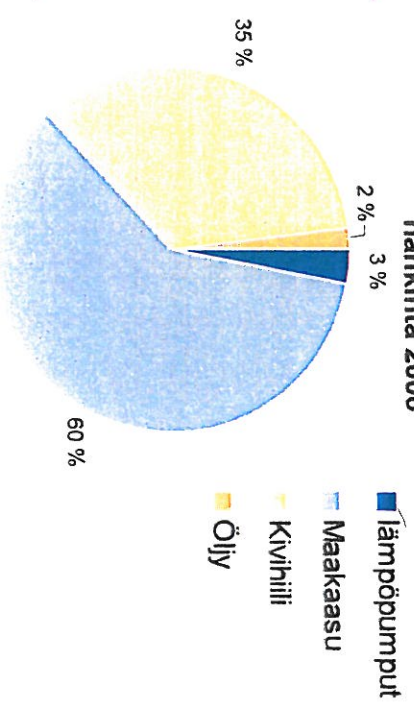
- Helsingin Energia tuotti vuonna 2008 93% kaukolämmöstä ja 66% sähköstä yhteistuotantolaitoksilla
 - Yhteistuotanto vähentää päästöjä ja polttoaineen kulutusta - hyötysuhde lähes 90%, erillistuotannossa n. 30-50%
 - Suurin osa Helsingin alueesta on kaukolämpöverkon piiriin kuuluvaa yhtenäistä taajamaa. Sähkön ja lämmön yhteistuotannolle on hyvät edellytykset
- Helsingin Energia on sähkön hankinnassaan omavarainen: sähkön myynnistä hankitaan noin neljännes Helsingin ulkopuolelta, lähinnä omista voimaosuuksista (ydinvoima, uusiutuvat).
- Vuonna 2008 sähkön hankinta oli noin 7900 GWh, josta uusiutuvaa 9 %. Kaukolämmön hankinta oli 6583 GWh, josta uusiutuvaa 3 %.
- Hiilidioksidipäästöt vuonna 2008 olivat noin 3,3 milj.t, kun ne olivat vuonna 1990 3,4 milj.t. Samalla energian tuotanto on kasvanut 75 %, joten hiilidioksidin ominaispäästö hyötýenergiaa kohden on pienentynyt vuoden 1990 noin 400 g/kWh:sta vuoden 2008 240 g/kWh:in.

Helsingin Energian sähkön hankinta

2008



Helsingin Energian kaukolämmön hankinta 2008



Kolmella uudella vaihtoehtoisella suunnalla kohti 2020 asetettuja tavoitteita

Perusskenaario - jatketaan nykyisellä tavalla

- Kasvihuonekaasupäästöt Helsingissä lisääntyvät voimalaitosten ajojärjestyksestä riippuen 5-15% vuoteen 1990 verrattuna ilman uusia toimia.
- Lisäämällä puupolttoaineiden käyttöä nykyisissä voimalaitoksissa on mahdollista saavuttaa vuoden 1990 kasvihuonekaasupäästöjen taso ja enimmillään alittaa se muutamalla prosentilla.
- Uusiutuvan energian tavoitteiden toteutuminen edellyttää 3 - 3,5 TWh:n lisäystä uusiutuvaan energiaan, mikä vastaa noin 450 kpl 3 megawatin tuulivoimalan tuotantoa

Bioenergiaskenaario

- Kasvihuonekaasupäästöjen tavoitteen toteutuminen edellyttää uuden biovoimalaitoksen rakentamista joko Hanasaaren (päästövähennemä 20%) tai uudelle sijaintipaikalle (25%), jolloin puupolttoaineita tarvitaan keskimäärin 90 rekkakuormaa päivässä tai 4 laivaa viikossa, mikä edellyttää riittävää satamakapasiteettia.
- Puupolttoaineita riittää Suomesta ja lähialueilta, jos Helsinki on valmis maksamaan niistä muita enemmän.
- Helsingin puupolttoaineiden käytöstä vain 40% lisää puun käyttöä Suomessa, koska muiden puun kulutus vähenee.
- Muuta uusiutuvaa energiaa tarvitaan lisää 0-0,5 TWh

Ydinenergiaskenaario

- Tarvittavasta kaukolämmöstä 75% tuotetaan ydinvoimalla, jolloin Helsingin kasvihuonekaasupäästöt vähenevät lähes 80% vuodesta 1990 ja noin 3 Mt CO₂ nykytasosta, jolloin Suomen kasvihuonekaasupäästöt vähenevät yli 3% vuoden 2020 perusurtaan verrattuna.
- Nykyisistä voimalaitoksista Vuosaari on toiminnassa ja Hanasaari poistetaan käytöstä, mutta ydinkaukolämpö siirretään nykyiseen kaukolämpöverkoston nykyisten voimalaitosten syöttöpiesteiden kautta.
- Huippu- ja varakapasiteetti perustuu pääasiassa kaasu- ja öljykattiloihin sekä Salmisaaren hiilikkattiloihin.
- Uusiutuvan energian lisästarve on 2,5 TWh.

Hiilidioksidin talteenoton (CCS) skenaario

- Hanasaaren voimalaitoksen korvaava laitos varustetaan hiilidioksidin talteenottojärjestelmällä. Salmisaaren tontille ei talteenotto mahdu, eikä Vuosaaren maakaasuvoimalaitosta ole vielä oletettavasti kannattavaa varustaa talteenotolla. Talteenotto ja poiskuljetus edellyttävät riittävää satamakapasiteettia.
- Hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin teknologian kaupallistumiseen, aikatauluun ja kustannuksiin liittyy suurta epävarmuutta.
- Kasvihuonekaasupäästöt vähenevät kolmanneksen vuodesta 1990 ja noin 1,5 Mt nykytasosta.
- Uusiutuvaa energiaa tarvitaan lisää yli 3 TWh.

Oleellisimmat lähtötieto-oletukset ja taustatiedot

- Laskelmat tehdään vuoden 2020 tilanteessa
- Kaukolämmön kysyntäennusteeksi vuonna 2020 on oletettu 7 700 GWh, mikä tarkoittaa 0,5 %/a kasvua nykyisestä tasosta
 - Kysyntäennuste sisältää oletuksen kaukolämpöön liitettävistä uusista kiinteistöistä ja Helsingin allekirjoittaman energiatehokkuussopimuksen mukaisen säästötavoitteiden toteutumisesta
- Ehdotettavat teknologiset ratkaisut ovat suurella todennäköisyydellä toteutettavissa (CCS vaihtoehtoon sisältyy suurin toteutettavuus- ja aikatauluriski)
- Uusiutuva sähköntuotanto Helsingin ulkopuolella katetaan kaikissa vaihtoehdossa uudella investoitavalla tuulivoimalla
 - Muita realistisia mahdollisuuksia ovat suorat investoinnit tai osuuksien kautta vesivoimaan ja puupolttoaineisiin perustuva sähkön tuotanto (yhteistuotanto tai lauhde).
 - Uusilla teknologioilla (mm. aalto-, aurinkoenergia, vetäteknologia) ei arvioida olevan oleellista merkitystä vielä 2020
- Muut alustavasti tarkastellut skenaarit
 - Uusiutuvaa lämpöä on Helsingissä mahdollista tuottaa kaikissa skenaarioissa aurinkolämpökeraimilla ja lämpöpumpuilla, mutta niiden vaikutus olisi hyvin pieni
 - Merkittävä maakaasun siirtyminen on mahdollinen skenario, mutta sitä ei ole tarkasteltu pidemmälle johtuen sen epärealistisuudesta huoltovarmuuden suhteen
- Sähköntuotanto ei ole sama eri vaihtoehdossa. Vertailtavuuden vuoksi tuotettu sähkö myydään markkinahintaan. Myyntistä saatava tulo on siten eri suuri eri laskentavaihtoehdossa. Sähkön myyntistä saatava tulo alentaa lämmönhankintakustannuksia.

Muita lähtöoletuksia

- Laskelmat tehty reaalisilla arvoilla
- Investointikustannuksina on otettu huomioon ainoastaan uudet investoinnit.
 - Reaalinen laskentakorko: 6%
 - Laskenta-aika
 - Ydinkaukolämpötunnelli: 40 vuotta
 - Tuulivoima: 15 vuotta
 - Muut laitokset: 20 vuotta
- Markkinahinnat ja tuet:
 - Sähkö: 45 EUR/MWh
 - Päästöoikeus: 32 EUR/CO₂
 - Tuulivoiman syöttötariffi: 83,5 EUR/MWh
 - Metsähakkeella tehdyn sähkön tuki: 6,9 EUR/MWh
 - Ydinkaukolämmön hankinta: 6 EUR/MWh + pääomakustannus
 - Lämmön hinta on asetettu niin, että lämmöntuotanto on mielekästä sekä ydinvoimayhtiön että Helenin kannalta
- Polttoaineverot (lämmöntuotannossa)
 - Hiili 15,8 EUR/MWh
 - Maakaasu 9 EUR/MWh
- Kustannukset:
 - Henkilöstö kustannukset: 60 000 EUR/ henkilötyövuosi

Perusskenaario

- Hyödynnetään nykykoneistoa kustannustehokkaasti
- Oletetuilla hinnoilla vuodelle 2020 hiilivoimalaitokset ajavat ennen maakaasuvoimalaitoksia
- Ajamalla maakaasuvoimalaitoksia ennen hiilivoimalaitoksia alentuisivat CO₂-päästöt noin 9 % vaikka sähköntuotanto kasvaa
- Hanasaari B:n (HAB) ja Salmisaari B:n (SAB) hiilivoimalaitosten polttoaineesta voisi maksimissaan vajaa 10 % olla pellettejä ilman suuria lisäinvestointeja.
- Muuttamalla laitosten ajojärjestystä ja polttamalla hiilivoimalaitoksissa maksimimäärä pellettejä voitaisiin CO₂-päästöjä alentaa yli 15 % perusvaihtoehtoon nähden. Täällöinkään eivät CO₂-päästöt alene vuoden 1990 päästöihin verrattuna kuin muutaman prosentin, kun tavoite on 20 %.

Bioenergiaskenaario

- Vuosaaren maakaasuvoimalaitokset asetetaan ajojärjestyksessä ennen hiilivoimalaitoksia.
- Pellettien poltto (vajaa 10 % polttoaineesta) HaB:ssa ja SaB:ssa on teknisesti mahdollista, mutta ei riittävä keino päästövähennystavoitteiden kannalta.
 - Torrefioitu pelletti (uusi kehiteillä oleva pellettityyppi, jossa alhaisempi kosteus) saattaa nostaa tätä osuutta
- Päästövähennysten kannalta tarvittavan biomassamäärän polttamiseksi tulee rakentaa uusi biomassan polttoon tarkoitettu laitos. Tällöin polttoaineena voidaan käyttää pellettejä halvempaa biomassaa (metsähaketta, kuorta purua). Metsähakkeella tuotetulle sähkölle saa jonkin verran tukea.
- Tehokkain tapa leikata CO₂-päästöjä olisi rakentaa suuri, ainoastaan lämpöä tuottava biokattila. Tällöin kuitenkin osa päästövähennemästä tulisi sähköntuotannon leikkauksesta, mikä ei ole kokonaistaloudellisesti järkevää.
- Muuttamalla yksi Hanasaaren yksikkö biopolttoaineille saavutettaisiin säästöjä investoinneissa, kun voidaan hyödyntää nykyistä höyryturbiinia. Teknisistä syistä laitoksessa jouduttaisiin kuitenkin käyttämään myös hiiltä 20-30 % polttoaineesta. Rakentamalla kokonaan uusi voimalaitos (esim. Vuosaaren tai Myllypuroon), voitaisiin se suunnitella pelkkää puuta käyttäväksi.

Biomassan käytön edellyttämät liikennemäärät

- Biomassa edellyttää runsaasti polttoaineen kuljetusta, joko maitse tai meritse:
 - Vuosaaressa tai Myllypurossa (3,1 TWh/a): keskimäärin noin 90 rekkaa vuorokaudessa tai 15 laivaa kuukaudessa
- Helsingin siirtyminen runsaampaan biomassan käyttöön muuttaisi biomassamarkkinoiden tasapainoa Etelä-Suomessa oleellisesti
- Kuljetusmatkoja voidaan pienentää /puun saatavuutta parantaa polttamalla kuitupuuta
 - Metsäteollisuuden kriisin myötä sen kyky maksaa kuitupuusta on oleellisesti laskenut

Ydinenergiaskenaario

- Ydinenergiaskenaariossa Helsinki osallistuu Loviisaan tai Ruotsinpyhtäälle mahdollisesti rakennettavaan ydinvoimalaitokseen, ja saa laitoksesta kaukolämpötehoa 900 MW
 - Ydinvoimalaitoksen sähkötehoaksi (lauhdekäytössä ilman lämmöntoimitusta) oletetaan 1 800 MW
 - Ydinvoimalaitoksen investoinniksi oletetaan 4,5 miljardia euroa
 - Helsingin ottaessa ydinvoimalaitoksesta 900 MW lämpöä voimalaitoksen sähköteho alenee 250 MW. Helsingin oletetaan maksavan ydinvoimalaitoksen investoinnista 250/1800 * 4,5 = 630 MEUR
 - Helsinki saa ydinvoimalaitoksesta sähköä 250 MW, jos Helsinki ei ota lämpöä. Jos Helsinki ottaa ydinvoimalaitoksesta lämpöä, sähköteho laskee lineaarisesti nolnaan lämpöteholla 900 MW
- Ydinkaukolämmön siirrossa on oletettu, että kaukolämpöä siirretään ainoastaan Helsingin kaukolämmön tarpeisiin. Lämmöntoimitus myös muihin pääkaupunkiseudun kaupunkeihin pienentää Helsingin osuutta kustannuksista.

CCS-skenario

- Laskentaa varten kehitettiin voimalaitoskonsepti, jossa Hanasaaren voimalaitos uusittaisiin ja varustettaisiin hiilidioksidin talteenotolla
- Investoinnissa on oletettu saavutettavan jonkin verran säästöjä voimalaitoksen sijaitessa nykyisellä voimalaitostontilla
- Periaatteessa CCS mahtuisi Hanasaaren tontille
- Todellisuudessa uusi CCS:llä varustettu laitos varmaankin kannattaisi sijoittaa esim. Vuosaareen
- Laskennassa käytetty voimalaitos on siis osittain idealisoitu ja tulokset tältä osin optimistisia
- MFC-laitosta tarkasteluun ei otettu mukaan, koska konsepti haluttiin pitää selkeänä ja hiilipohjaisena. MFC-konseptissa energian tuotanto perustuu hiilen lisäksi maakaasun ja mahdollisesti biopolttoaineiden polttoon. MFC-voimalaitoksen rakentaminen ajoittuisi pitkälle aikajaksolle, ja CCS liitettäneen voimalaitokseen vasta jälkikäteen.

CCS-skenaario

- Tutkituista vaihtoehtoista CO₂:n talteenottoon perustuva vaihtoehto tuntuu vähiten houkuttelevalta:
 - taloudellisesti epäedullisin
 - CO₂:n talteenottotekniikka ei vielä ole kypsää
 - talteen otetun CO₂:n varastointi?
- CCS-skenaariota puoltaa se, että se mahdollistaa hiilen käyttöön pohjautuvan energiantuotannon jatkamisen

Energiatehokkuuskenaario, säästöpotentiaali

- Helsingin kiinteistöjen lämmön ominaiskulutus vuonna 2007 oli 51,3 kWh/m³
- Asuinkiinteistöalan energiansäästösopimuksen tavoite vuodelle 2012 on 44 kWh/m³ (-14 % Helsingin kiinteistöjen keskikulutukseen verrattuna)
- Kaukolämmön kysyntäennuste sisältää oletuksen kaukolämpöön liitettävistä uusien kiinteistöjen alempi kulutus sekä Helsingin allekirjoittaman energiatehokkuusopimuksen mukaisten säästötavoitteiden toteutumisesta
- Vanhojen talojen kulutuksen alentaminen haasteellista
=> Herkkystarkasteluna oletetaan, että lämmön kokonaiskulutuksessa olisi päästy 10 %:n alenemaan

Vaihtoehdot suuruusluokkatasolla, Investoinnit ja päästöt Helsingissä

	Perus- skenaario	Bio- skenaario	Ydin- skenaario	CO ₂ - talteenotto- skenaario
--	---------------------	-------------------	--------------------	--

Taseet Helsingissä

Investoinnit Helsingissä	MEUR	50	330	2080	560
Yhteistuotantosähkön määrä	GW/h/a	4 900	5 300	1 600	4 400
Kokonaiskustannukset	MEUR/a	270	280	240	400
Lämmönhankinnan keskihinta (*)	EUR/MWh	35	37	31	52
Sähkön tuotannon keskihinta (**)	EUR/MWh	45	49	41	74
CO ₂ -päästöt	1 000 t/a	3 900	2 600	800	2 300
Päästöjen määrä vuoteen 1990 verrattuna		15 %	-24 %	-77 %	-32 %
CO ₂ -päästöjen alentumisen hinta	EUR/t	-	13	-9	81

*) Tuotetun sähkön arvo on kiinnitetty = markkinasähkön hinta 45 EUR/MWh

***) Lämmönhankinnan arvo on kiinnitetty = tuotantokustannus perusvaihtoehdossa

Vaihtoehdot suurustuokkatasolla, Investoinnit

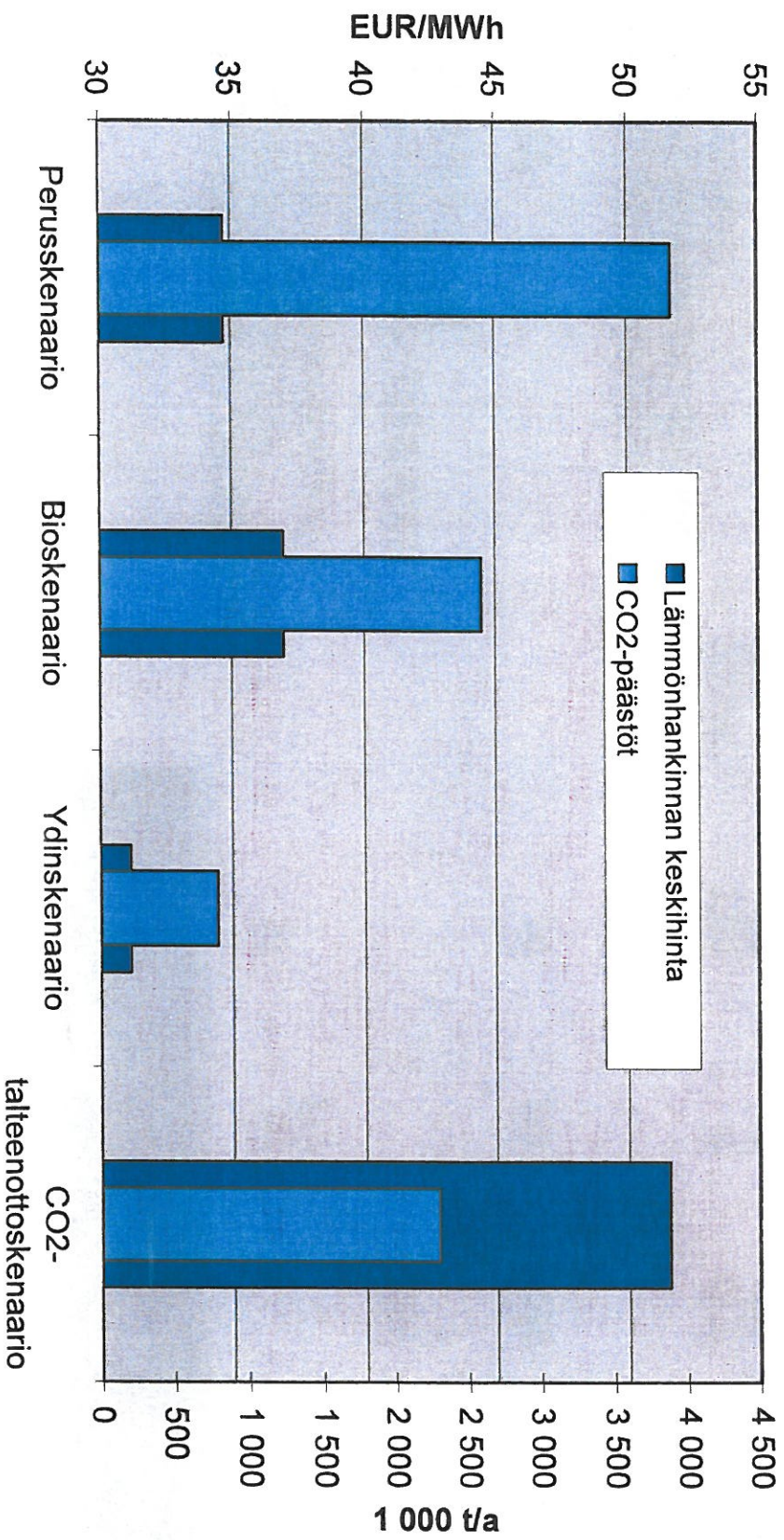
	Perus- skenaario	Bio- skenaario	Ydin- skenaario	CO ₂ - talteenotto- skenaario
Investoinnit Helsingissä (ja ydinvoimaan)				
Hanasaari ylläpitoinvestoinnit	50	50		
Biovoimalaitos, Vuosaari/Myllypuro		275		
CCS Hanasaari B			2083	556
Ydinkaukolämpöputki+voimal.osuus			2	
Salmisaari moth-ball				
Yhteensä	50	330	2 080	560

Uusiutuvien osuuden lisäämisen aiheuttamat investointitarpeet muualla Suomessa

	GWh/a	MW	MEUR
Tuulienergia	3320	0	2610
	1300	0	1000
Investointi	2 300	0	1 800
			2 200

Kustannukset ja päästöt

Helsinki v. 2020



Vaihtoehtojen vahvuudet ja mahdollisuudet (+) ja heikkoudet ja riskit (-)

Perusskenaario - jatketaan nykyisellä tavalla	Bioenergiaskenaario
<ul style="list-style-type: none"> + pitkäaikaisen kokemuksen myötä optimoitu hankintarakenne + sähkön ja lämmön yhteistuotannon määrä suuri + hiilen huoltovarmuus ja toimivat maailmanmarkkinat + ei teknologiariskejä - hiilen mielikuva – tosin kivihiilen käyttö yhdistetyssä sähkön ja lämmön käytössä on hiilen käyttöä parhaimmillaan - CO₂-päästöoikeuden hintakehitys - ei saavuteta asetettuja CO₂-päästötavoitteita - vaatii paljon uusiutuvaa 	<ul style="list-style-type: none"> + polttoaineen kotimaisuus + biopolttoaineen mielikuva + sähkön ja lämmön yhteistuotannon määrä suuri + uusiutuvan tavoite helpoiten saavutettavissa - raskas liikenne (maantie, satama) - vähentää biomassan käyttöä muualla Uudellamaalla - edelleen kristyvien päästötavoitteiden saavuttaminen haastavaa - joudutaan luomaan täysin uudet polttoaineen hankintaketjut - biomassan hinnan epävarmuus
Ydinenergiaskenaario	Hiiidioksidin talteenoton (CCS) skenaario
<ul style="list-style-type: none"> + pudottaa Helsingin CO₂-päästöt viidennekseen v. 1990 tasosta + ei mititakaan ”perinteisiä” lämmöntuotannon päästöjä: SO₂, NO_x, hiukkaset + vaikuttaa kustannustehokkaalta tavalta vähentää CO₂-päästöjä - ydinvoiman hyväksyttävyyys - raskas investointi - vähentää paljon Helsingin seudun CHP sähköntuotantoa - vaatii paljon uusiutuvaa 	<ul style="list-style-type: none"> + mahdollistaa hiilenkäytön jatkamisen - kallein tarkastelluista vaihtoehdoista - aikataulu- / kustannus- / teknologiariski - tilantarve voimalaitostonilla & satamakapasiteetti - ei sovellu Salmisaareen tilanpuutteen takia - vaatii eniten uusiutuvaa

Herkkystarkastelut, sähkön hintaa nostetaan

Sähkön hinnan noustessa 20 % muuttuvat taseet seuraavasti:

Taseet Helsingissä		Perus- skenaario	Bioskenaario	Ydin- skenaario	CO ₂ - talteenotto- skenaario
Investoinnit Helsingissä	[MEUR]	50	330	2 100	560
Yhteistuotantosähkön määrä	[GWh/a]	4 900	5 300	1 600	4 400
Kokonaiskustannukset	[MEUR/a]	220	240	220	360
Lämmönhankinnan keskihinta	[EUR/MWh]	29	31	29	46
CO ₂ -päästöt	[1 000 t/a]	3 900	2 600	800	2 300
Päästöjen määrä vuoteen 1990 verrattuna	[%]	15 %	- 24 %	- 77 %	- 32 %
CO ₂ -päästöjen alentumisen hinta	[EUR/MWh]	-	10	-1	83
Uusiutuvien osuuden lisäämisen aiheuttamat investointitarpeet muualla Suomessa					
Tuulivoimaa	[GWh/a] [MW]	3 320 1 300	0 0	2 610 1 000	3 180 1 300
Investointi	[MEUR]	2 300	0	1 800	2 200

- Sähkön hinnan nosto parantaa niiden vaihtoehtojen kannattavuutta, joissa sähköä tuotetaan eniten eli Vuosaaren yksiköt ajavat pohjalla
- Sähkön hinnan noususta eniten kärsii Ydinenergiaskenaario
- Tuulivoiman määrässä on suuria eroja eri skenaarioiden välillä, mutta sähkön hinnan muutoksilla ei tältä osin ole merkitystä, koska uusi tuulivoima saa sähköstä joka tapauksessa syöttötariffin mukaisen hinnan
- Perusskenaarion ja bioenergiaskenaarion tuloksen herkkyyttä sähkön hinnan (ja polttoaineiden hinnan) suhteen vähentää se, että perusvaihtoehdossa Vuosaaren ja hiililyksiköiden ajojärjestystä voidaan tarvittaessa vaihtaa.

Herkkystarkastelut, päästöoikeuden hinta

- Tällä hetkellä (kevät 2009) CO₂-päästöoikeuden hinta on runsaat 10 EUR/t, johon verrattuna laskennassa käytetty arvo (32 EUR/t) on korkea
- Tässä herkkystarkastelussa asetetaan CO₂-päästöoikeuden hinnaksi 10 EUR/t. Lopputullos on seuraavassa taulukossa:

Taseet Helsingissä		Perus- skenaario	Bioskenaario	Ydin- skenaario	CO ₂ - talteenotto- skenaario
Investoinnit Helsingissä	[MEUR]	50	330	2 100	560
Yhteistuotantosähkön määrä	[GWh/a]	4 900	5 300	1 600	4 400
Kokorajakustannukset	[MEUR/a]	180	230	220	350
Lämmönhankinnan keskihinta	[EUR/MWh]	23	29	29	45
CO ₂ -päästöt	(1 000 t/a)	3 900	2 600	800	2 300
Päästöjen määrä vuoteen 1990 verrattuna	[%]	15 %	- 24 %	- 77 %	- 32 %
CO ₂ -päästöjen alentumisen hinta	[EUR/MWh]	-	35	13	103
Uusiutuvien osuuden lisäämisen aiheuttamat investointitarpeet muualla Suomessa					
Tuullivoimaa	[GWh/a]	3 320	0	2 610	3 180
Investointi	[MMY]	1 300	0	1 000	1 300
Investointi	[MEUR]	2 300	0	1 800	2 200

- Perusskenaario tulee tällöin selvästi edullisimmaksi vaihtoehdoksi. Vähentyneen CO₂-päästön hinta nousee selvästi. Lopputullos on siis hyvin herkkä CO₂-päästöoikeuden hintamuutoksille.

Herkkystarkastelut, Energiatehokkuusskenaario, lämmöntarve -10 %

	Perus- skenaario	Bio- skenaario	Ydin- skenaario	CO ₂ - talteenotto- skenaario
--	---------------------	-------------------	--------------------	--

Taseet Helsingissä

Investoinnit Helsingissä	MEUR	50	330	630	560
Yhteistuotantosähkön määrä	GWh/a	4 500	4 900	1 200	4 000
Kokonaiskustannukset	MEUR/a	240	260	200	310
Lämmönhankinnan keskihinta	EUR/MWh	34	37	29	44
CO ₂ -päästöt	1 000 t/a	3 600	2 300	600	2 100
Päästöjen määrä vuoteen 1990 verrattuna		6 %	-33 %	-83 %	-39 %
CO ₂ -päästöjen alentumisen hinta	EUR/t	-	15	-11	46

Uusiutuvien osuuden lisäämisen aiheuttamat investointitarpeet muualla Suomessa

Tuulivoimaa	GWh/a	3320	0	2610	3180
	MW	1300	0	1000	1300
Investointi	MEUR	2 300	0	1 800	2 200

=> Ei vaikutusta johtopäätöksiin

Johtopäätökset

- Tässä laskelmassa käytetyillä oletuksilla Helsingin kaukolämpötuotanto ja siihen liittyvä sähköntuotanto on kehitettävissä ilman ylivoimaisia lisäkustannuksia niin, että vuoden 1990 päästötaso alittuu 20 %-lla.
 - Kun ottaa huomioon lähtötietoihin sisältyvät epävarmuudet, ainoastaan hiilidioksidin talteenoton vaihtoehto osoittautuu selvästi muita vaihtoehtoja kalliimmaksi
- Myös uusiutuvan tuotannon 20 % osuus sähkönhankinnasta on toteutettavissa, mutta se on haastava useimmissa skenaarioissa ja vaatii mittavia investointeja.
 - Tuulivoima vaikuttaa kustannustehokkaalta tavalta syöttötariffin ansiososta.
 - Joissakin skenaarioissa tavoitteen toteutuminen edellyttää todennäköisesti investointeja myös ulkomaille.
- Käytännössä 2020 tavoitteen saavuttamiseksi on kaksi vaihtoehtoa:
 1. Uusi biovoimalaitos
 2. Kaukolämpöä ydinvoimalaitoksesta, joista ydinvoimalaitosvaihtoehto näyttäisi johtavan suurimpiin päästövähennyksiin sekä edullisimpiin vähennyskustannuksiin.

