

ilmastotavoite

2050

Polkuja vähäpäästöiseen
yhteiskuntaan

Helsinki 16.3.2006



ilmastotavoite

2050

Polkuja vähäpäästöiseen
yhteiskuntaan

SISÄLTÖ

Johdanto	3
Tiivistelmä	5
Yhdyskuntarakenne	6
Liikenne	8
Rakennukset	10
Kotitaloudet ja palvelut	12
Teollisuus	14
Energiantuotanto	17
Lähteet	20

Ilmastotavoite

2050

Polkuja vähäpäästöiseen yhteiskuntaan

Johdanto

Ilmastonmuutos etenee huolestuttavan nopeasti, kiihtyvällä tahdilla. Poliitiikan aikakäsityksestä tarkasteltuna kyseessä on kuitenkin hidaskäsi. Tämä tekee siitä yhden ihmiskunnan historian haastavimmista poliittisista kysymyksistä. Perinteinen tapamme reagoida ympäristöongelmien ilmestymiseen jälkijättöisesti ei enää onnistu. Päästövähennykset on aloitettava nyt, ennen suomalaisten arkipäivässä näkyviä muutoksia, jotta pahimpien ilmastonmuutoksen ennusteiden toteutuminen myöhemmin voitaisiin estää. Tämä haastaa nykyisen poliittisen kulttuurimme kurkottamaan kykyjensä rajoille. Rohkaisevaa on, että suomalaiset ovat ennenkin osanneet tehdä kaukokatseisia ohjelmia, joiden hyödyt yhteiskunnalle ovat näkyneet vasta vuosikymmeniä myöhemmin.

Kaksi astetta on ehdoton yläraja

Viime vuosien aikana ilmastotiede on tehnyt yhä selvemmäksi, että ilmastonmuutoksen vaarallisimpien seurausten välttämiseksi maailman keskilämpötilan nousun rajoittaminen alle kahden asteen on otettava kaiken ilmastopolitiikan tavoitteeksi. Tämä edellyttää globaalien päästöjen puolittamista vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä. Vastaavasti teollisuusmaiden on vähennettävä päästöjään 30 % vuoteen 2020 ja 80 % vuoteen 2050 mennessä.

Suomi tarvitsee pitkän aikavälin strategian

Suomi on useana vuonna valittu kestävä kehityksen mallioppilaaksi. Silti suomalaiset tupruttavat kasvihuonekaasupäästöjä seitsemänneksi eniten teollistuneissa maissa¹, eikä muutosta kehitystrendiin näy. Suomen eduskunnan käsittelyssä tällä hetkellä oleva energia- ja ilmastaselonteko ei vastaa ilmastonmuutoksen haasteeseen, sillä se käsittelee pitkän tähtäimen strategian sijaan ainoastaan Kioto-kauden

(2008–2012) velvoitteiden saavuttamista ja kahden asteen tavoite loistaa poissaolollaan. Selonteko näyttää unohtavan, että varsinainen haaste ei ole Kioto-sopimus, vaan ilmastonmuutos, jonka torjumisessa Kioto-protokollan ensimmäinen sitoumuskausi on vasta ensimmäinen, vaatimaton askel.

Suomella ei ole mitään syytä viivyttää suunnitelmia ja toimenpiteitä, joilla päästään kahden asteen tavoitteen edellyttämälle päästövähennyspolulle. Oli tulevan kansainvälisen sopimuksen *muoto* mikä tahansa, ei se muuta tarvittavien päästövähennysten suuruutta. Tarvittavien vähennysten suuruusluokka on ollut tiedossa jo pitkälti toistakymmentä vuotta, joten aikaa varautumiseen on ollut.

Pitkän tähtäimen strategia ja tavoitteenasettelu, joka lähtee kahden asteen alapuolella pysymisestä, olisi selkeä viesti kansainvälisiin ilmastoneuvotteluihin siitä, että Suomi on sitoutunut ja valmistautunut toimiin, joita vaarallisen ilmastonmuutoksen torjuminen edellyttää.

Kotimaassa kahden asteen ja sen edellyttämien päästövähennysten tunnustaminen Suomen tavoitteiksi antaisi niin teollisuudelle kuin kuluttajillekin johdonmukaisia viestejä siitä, mikä on odotettavissa oleva päästövähennysten tahti. Vain tällöin toimijoilla on mahdollisuus varautua, panostaa päästöttömän teknologian tutkimukseen ja kehitykseen sekä suunnitella investointeja aloilla, joilla investointien elinaika on pitkä.

Ilmastonmuutos etenee aikaisemmin arvioitua nopeammin.

2 astetta on ehdoton yläraja lämpenemiselle.

Päästöjä on vähennettävä 30 % vuoteen 2020 ja 80 % vuoteen 2050 mennessä.

J O H D A N T O

Ilmastotavoite 2050 - aloite ilmastomuutoksen torjumisen puolesta

Hallitus ei selonteollaan kyennyt avaamaan keskustelua pitkän tähtäimen ilmastopolitiikasta ja tavoitteenasettelusta. Niinpä ympäristöjärjestöt tekevät sen hallituksen puolesta. Puheenvuoroon on koottu visioita ja toimenpide-ehdotuksia, joiden avulla Suomi pystyisi vähentämään päästöjään kahden asteen tavoitteen mukaisesti. Lähtökohtanamme on pitkän aikavälin visio - minkälaisen suomalaisen yhteiskunnan tulisi olla vuonna 2050, jotta ilmastohaasteeseen voitaisiin vastata onnistuneesti ympäristön ja talouden kannalta?

Laskimme jo olemassaolevista, tutkimuksella osoitetuista päästövähennysmahdollisuuksista skenaarion vuoteen 2020 saakka. Vuoden 2050 osalta loimme tavoitekuvia vähäpäästöisestä yhteiskunnasta.

Kyse on keskustelun avauksesta. Kaikki raportissa kuvatut kehityskulut eivät vastaa ympäristöjärjestöjen näkökulmasta tavoitetilannetta, vaan pyrkimyksenä on osoittaa, että erilaisia mahdollisuuksia päästövähennyksiin löytyy. Niin ikään pyrkimys on havainnollistaa, miten paljon vaikeammiksi päästöjen vähentäminen voi tulevaisuudessa käydä, jos toimissa viivytellään. Tulevaisuuden kuvaamiseen liittyy epävarmuustekijöitä, eikä esimerkiksi kattavien hyötykustannuslaskelmien laatiminen ole ollut tässä yhteydessä mielekäästä.

Ilmastomuutoksen kohdalla olennaisinta on muistaa, että torjumatta jättäminen tulee väistämättä kalliimmaksi kuin torjuminen. Hyödyt, joita saadaan ilmakehän lämpenemisen rajoittamisesta alle kahden asteen, ovat suurempia kuin vaadittavien päästövähennysten kustannukset².

Yhdysvaltoja ravistelleet hurrikaanit Rita ja Katrina aiheuttivat 60 – 110 miljardin euron aineelliset vahingot.³ Kustannukset vastaavat jopa kahta kolmasosaa Suomen bruttokansantuotteesta. Yksistään Katrinan jälkien korjaamiseen menevällä summalla olisi voitu kehittää tuulivoimateknologiaa laajamittaisesti niin, että sen kustannukset olisivat laskeneet lähelle hiilivoiman kustannustasoa.⁴

Fiksua ilmastopolitiikkaa kotona, Euroopassa ja maailmalla

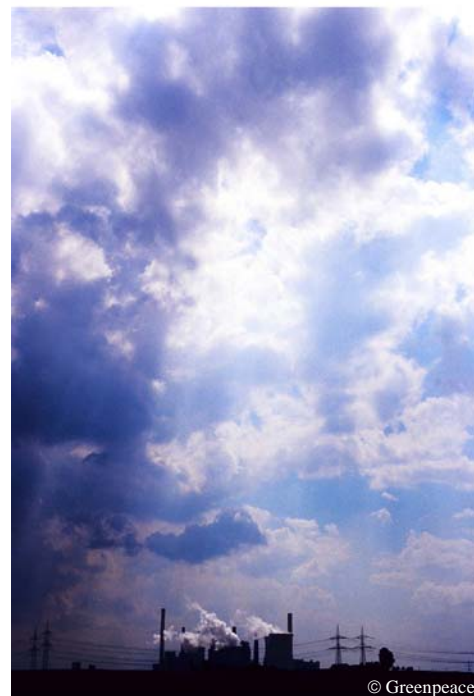
EU on ollut alusta asti keskeinen veturi kansainvälisessä ilmastopolitiikassa. Ilman EU:n johtajuutta

neuvottelut päästövähennyksistä olisivat kaatuneet jo alkumetreillä Yhdysvaltojen vastustukseen. Unioni on näytellyt keskeistä roolia siinä, että kehitysmaat tulivat mukaan Kioton pöytäkirjaan, ja Venäjä päätti ratifioida sopimuksen. Suomella on vastuu jatkaa tätä työtä vuoden 2006 jälkimmäisellä puoliskolla, kun se ottaa paikan EU:n puheenjohtajamaana.

Teollisuusmaat ovat vastuussa valtaosasta nyt tapahtuvasta ilmastomuutoksesta. Niinpä niiden vastuulla on ottaa edelläkävijän rooli päästöjen vähennystalkoissa. Meidän on osoitettava kehittyville maille, että vähäpäästöinen yhteiskunta on paitsi mahdollinen myös ympäristön ja talouden kannalta kestävä. Jos emme näytä esimerkkiä, miten voimme odottaa toimia mailta, joiden henkeä kohden lasketut päästöt ovat huomattavasti Suomea alhaisemmat.

Kun miettii maailmaa taaksepäin 20 tai 50 vuotta, voi huomata suomalaisen teknologian ja yhteiskunnan muuttuneen dramaattisesti. Vähintään yhtä suuret muutokset ovat mahdollisia myös tulevaisuudessa. Jotta muutos olisi oikean suuntaista ja riittävän nopeaa, tarvitaan määrätietoista ja rohkeaa poliittista ohjausta. Jos maailmanlaajuisia toimia viivytellään kymmenen vuotta, on vuoden 2025 paikkeilla päästöjä vähennettävä kaksinkertaisella nopeudella.

Muistetaanko nykypäätäjät vitkastelusta vai reippaasta tartumisesta vuosisadan haasteeseen?



Ilmastotavoite

2050

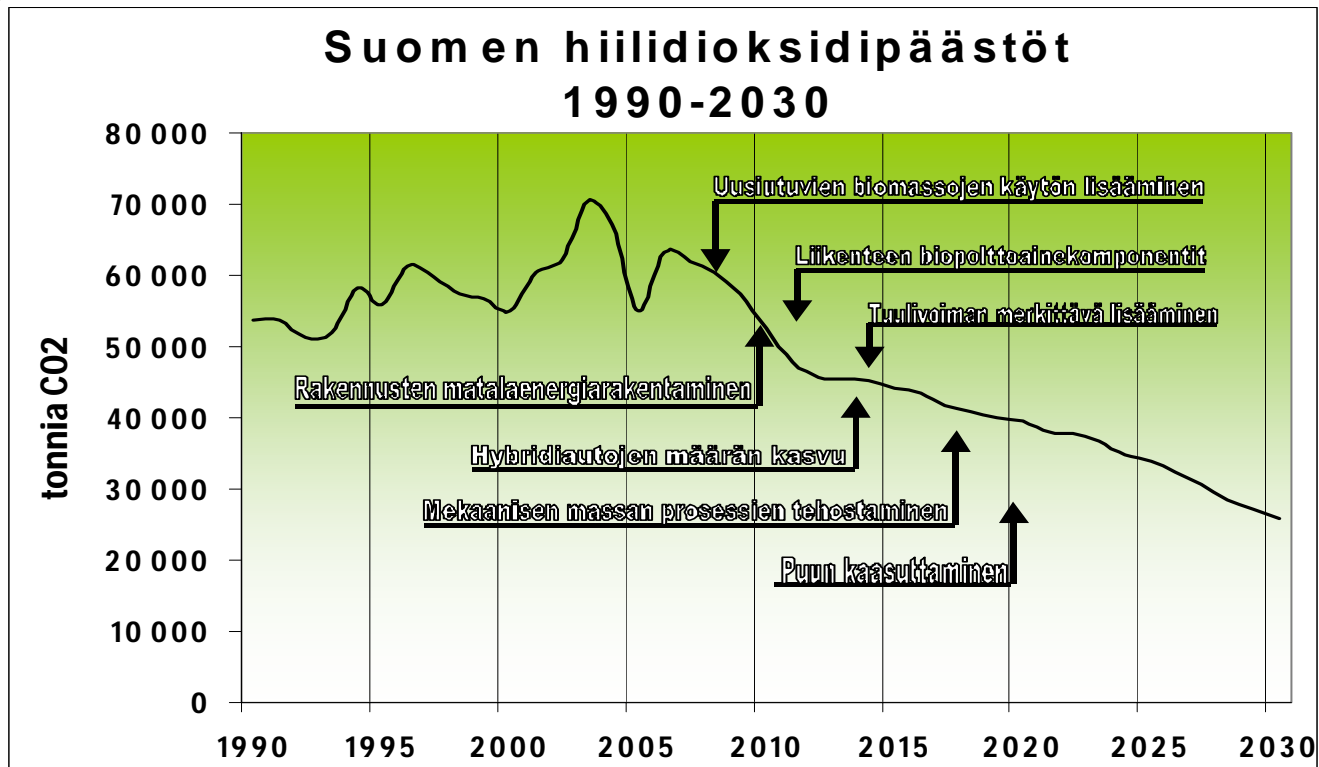
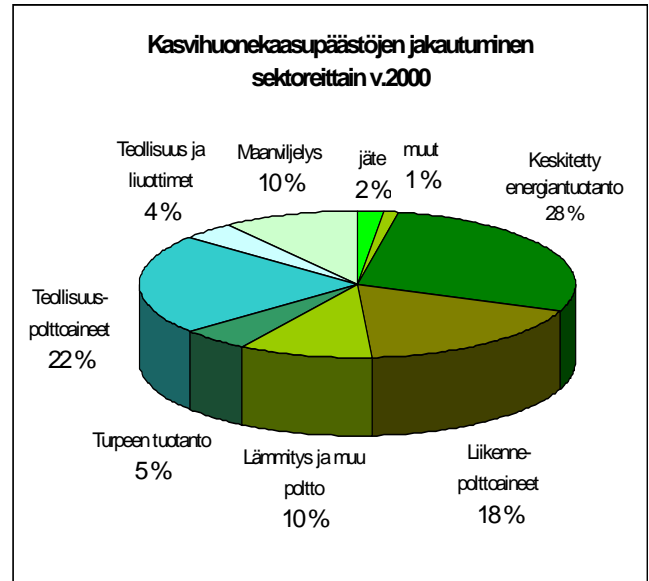
Polkuja vähäpäästöiseen yhteiskuntaan

Tiivistelmä

Ilmastotavoite 2005 kattaa kaikkiaan kuusi sektoria, joilla päästöjä voi ja pitää vähentää. Nämä sektorit ovat energiantuotanto, teollisuus, rakennukset, kotitaloudet ja palvelut, liikenne ja yhdyskuntarakenne. Yhdessä ne kattavat noin neljä viidesosaa Suomen hiilidioksidipäästöistä.

Tarkasteltujen sektoreiden yhteistoimilla Suomen hiilidioksidipäästöt voivat laskea n. 29 % alle nk. Kioton tason (v.1990 päästöjen) vuoteen 2020 mennessä. Tämän jälkeen päästöt voivat jatkaa laskuaan kohti 80 % vähennystä vuoteen 2050 mennessä.

Alla oleva kaavio havainnollistaa päästöjen kehitystä sekä esimerkinomaisesti toimenpiteitä, joilla vähennyksiä saavutetaan.



T I I V I S T E L M Ä

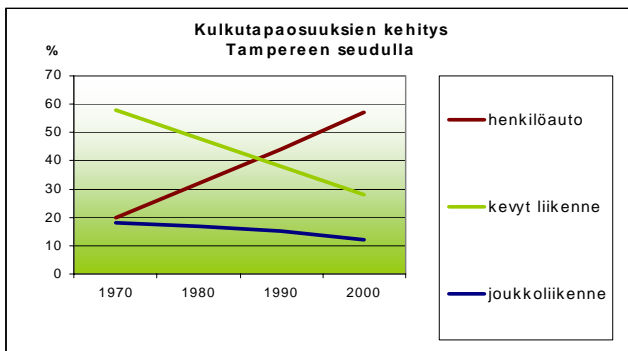
1. YHDYSKUNTARAKENNE

Vuonna 2050 suomalainen yhdyskuntarakenne on tehokas, mutta monimuotoinen. Taajamat on suunniteltu kevyen- ja joukkoliikenteen ehdoilla. Tämä on mahdollistanut nykyistä alhaisemman autoistumisasteen. Julkisen ja kevyen liikenteen osuudet ovat huomattavasti nykyistä suurempia, mikä on tuonut myös merkittäviä kansanterveydelisiä hyötyjä. Maaseudulla lämmitys ja liikenne perustuvat omavaraisuuteen ja uusiutuviin energialähteisiin.

Nykykehitys

Yhdyskuntarakenteen hajautuminen on ollut Suomessa hyvin voimakasta, ja sen ennustetaan jatkuvan.⁵ Suomen taajamissa käytetään maata asukasta kohden moninkertainen määrä muihin länsimaihin - myös pohjoismaihin - verrattuna.⁶ Vuosina 1980 – 2000 Taajamiemme pinta-ala kasvoi peräti kolmanneksella. Samalla asukastiheys laski liki 20 %.⁷

Kehitys on johtanut henkilöautoilun kasvuun ja kaukolämmitysmahdollisuuksien vähenemiseen. Seutujen sisäinen henkilöautoliikenne, joka vastaa noin puolta Suomen henkilöautoliikenteestä kasvaa nyt arviolta 17 % vuosikymmenessä. Mikäli nykyinen kehitystrendi ei muutu, ajetaan vuonna 2020 henkilöautokilometrejä seutujen sisällä jo arviolta neljänneksen enemmän kuin vuonna 2000.



Tampereen kaupunkiseudulla kevyen liikenteen osuus on romahtanut 1970-luvulta. Tulevaisuudessa henkilöautosuoritteiden suhteellisen osuuden ennustetaan kasvavan edelleen joukko- ja kevyen liikenteen kustannuksella. (Tampereen kaupunkiseudun liikennepoliittinen ohjelma)

Lämmityssektorilla puolestaan omakotitalojen sähkölämmityksen ennustetaan nykykehityksellä kasvattavan suhteellista osuuttaan entisestään kaukolämmön kustannuksella.⁸

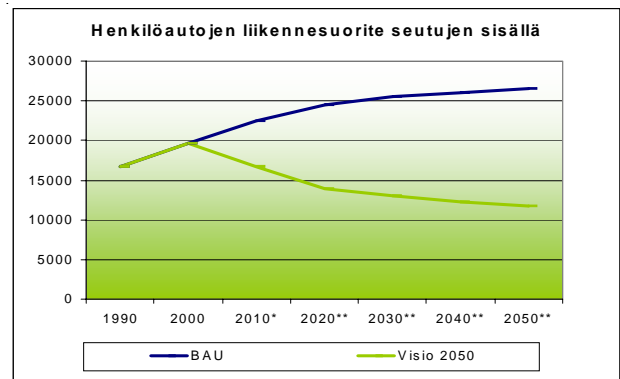
Vaihtoehtoinen kehityskulku

Nykyään yli 80 % suomalaisista asuu taajamissa. Lähes puolet on keskittynyt kymmeneen suurimpaan kaupunkiseutuun ja pelkästään Helsingin, Turun, Tampereen ja Oulun kaupunkiseuduilla asuu 34 % väestöstä. Kasvukeskuksiin suuntautuvan muuttovirran jatkuessa isoimpien kaupunkien kaavoitus- ja liikennepoliittisilla linjauksilla onkin suuri merkitys ihmisten liikkumisvalintojen ja lämmityssektorin päästökemityksen kannalta.

Kun tarkastellaan sitä osaa pääkaupunkiseudun tulevasta yhdyskuntarakenteesta, jonka muotoutumiseen lähivuosikymmeninä vaikutetaan, lisäksi rakenteen hajautuminen liikenteen ja rakennusten lämmityksen aiheuttamia päästöjä kaikkiaan 50 %, kun järkevä tiivistäminen, täydennysrakennusmahdollisuuksien hyödyntäminen sekä uusien alueiden sijoittaminen hyvien joukkoliikennedyhteyksien varrelle voisi puolestaan vähentää päästöjä vähintään 20 %.⁹

Mahdollisuuksia täydennysrakentamiseen on: Suomen taajamarakenteeseen on arvioitu sisältyvän asuntoalueiden täydennysrakentamispotentiaalia kaikkiaan 170 miljoonaa kerrosneliometriä, mikä vastaa noin 4,3 miljoonan asukkaan asuntokantaa.¹⁰

Täydennysrakentamisen ei tarvitse tarkoittaa viheralueiden vähentämistä - päinvastoin.



* = Vuoden 2010 arviot nykykehityksestä ja vaihtoehtoisesta kehityksestä Harmaajärvi et al (2001)

** = v. 2010 eteenpäin arvio nykykehityksestä (BAU) perustuu oletukseen autokannan kasvusta, kts. mm. Tiehallinto: Tulevaisuuden näkymiä 3/2002. Vaihtoehtoinen kehitys perustuu arvioon joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen mahdollisuuksista kasvattaa osuuttaan seutujen sisäisessä liikenteessä.

Vähäpäästöinen asuntoalue sijaitsee asuinympäristössä, jossa pärjää ilman henkilöautoa, kävellen, pyöräillen ja joukkoliikennevälineitä käyttämällä. Niin ikään ilmastoystävällinen yhdyskuntarakenne mahdollistaa kaukolämmön tai uusiutuviin luonnonvaroihin perustuvien talokohtaisten lämmitysratkaisujen hyödyntämisen. Alue on asuinympäristönä viihtyisä, ja siellä on eri tyyppisiä asuntoja, jotta ihmiset voivat asua samalla alueella elämänsä eri vaiheissa.

Asuntoaluetasolla liikenteen kannalta huonosti suunniteltu alue voi aiheuttaa päästöjä jopa lähes 13 kertaa niin paljon kuin hyvin suunniteltu alue.¹¹

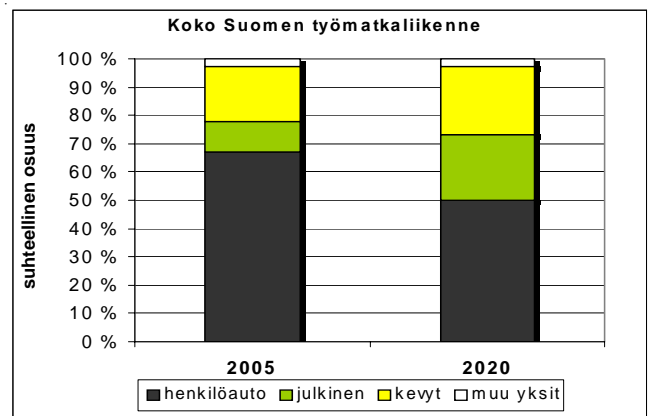
Arviolta 67 % suomalaisista kulkee työmatkansa henkilöauton kuljettajana tai matkustajana. Keskimääräinen työssäkäyntietäisyys kasvaa liki 16 % vuosikymmenessä, kun se vuonna 1997 oli noin 12,5 km.¹² Henkilöautolla kuljetaan valtaosa yli 10 km:n matkoista (80 - 85 %), mutta myös lyhyemmillä matkoilla sen rooli on hallitseva. 5-10 km matkoista 71 % kuljetaan henkilöauton kuljettajana tai matkustajana ja 3-5 km:n matkoistakin peräti 64 %.¹³ Kun auto siis hankitaan, sillä ajetaan sellaisetkin matkat, jotka taituisivat pyörällä tai kävellen. Näin käy etenkin, jos autoilua ei kunnassa ole pyritty rajoittamaan tai kevyen liikenteen tarpeita ei ole huomioitu kaupunkisuunnittelussa.

Kaupunkien välillä on suuria eroja. Pääkaupunkiseudun sisäisillä matkoilla joukkoliikenteen osuus henkilöliikenteen matkamäärästä on 39 %, kun esimerkiksi Oulussa ja Jyväskylässä osuus on vain 2 - 6 %. Kuopiossa, jossa yhdyskuntarakenne suosii joukkoliikennettä, on autoistumisaste Helsingin jälkeen toiseksi pienin. Kun pääkaupunkiseudulla arviolta 44 % kulkee työmatkansa henkilöautolla, on Tukholmassa vastaava osuus noin 35 % ja pyöräily-ystävällisessä Kööpenhaminassa vain 27 %.¹⁴

Vain noin 12 % suomalaisten henkilöautoilla tekemistä matkoista on yli 30 km pituisia. Kevyen ja joukkoliikenteen ehdoilla suunniteltu yhdyskuntarakenne ja liikennepoliittikka ovat siten ensiarvoisen tärkeitä henkilöautoilun vähentämiseen tähtäävässä politiikassa.

Yhdyskuntarakenne ja lämmitystapavalinnat

Ilmastonmuutos edellyttää yhteiskunnilta niin mittavia päästövähennyksiä, että öljylämmityksen ja energiaa tuhlavaan sähkölämmityksen sallimiseen ei ole enää varaa. Taajamissa uusien asuinalueiden ja tonttien kaavoituksessa on huomioitava, että sijainti mahdollistaa joko kauko- tai maalämmityksen. Kuntien (ja valtion) tulisi myös tarkastella mahdollisuuksia edistää lähi- tai mikrolämpöverkkojen rakentamista. Lähiverkko voidaan muodostaa esimerkiksi kymmenen uuden pientalon alueesta. Lämpö kaikille taloille tuotetaan yhdessä lämpökattilassa, joka käyttää esim. haketta tai pellettejä.



Suomessakin voitaisiin muuttaa kehityksen suuntaa tehostamalla yhdyskuntarakennetta ja panostamalla pitkäjänteiseen kevyt- ja joukkoliikennelähtöiseen liikennesuunnitteluun. Tavoitteena tulisi olla, että vuonna 2020 korkeintaan puolet suomalaisista taitaisi työmatkansa henkilöautolla.

Ohjaukset

- Kaavoitusta koskevien säännösten tarkistaminen niin, että eheyttäminen ja täydennysrakentaminen toteutuvat käytännön kaavoituksen tasolla.
- Rakentamisen sijoittumisen ohjaaminen maa- ja metsätalouspoliittisten keinojen, kuten kunnan maanhankinnan, maan myynti- ja vuokraushintojen sekä kiinteistöveron avulla.
- Aiheuttamisperiaatteen käyttö kunnallistekniikan kustannuksissa.
- Työmatkakuluvähennyksistä luopuminen sekä työsuhteautoedun poistaminen.
- Joukkoliikenteen houkuttelevuuden parantaminen ottamalla käyttöön tienkäyttömaksut isoimmissa taajamissa ja korottamalla keskusta-alueiden pysäköintimaksuja.
- Pyöräilyn ja joukkoliikenteen sujuvuuden priorisoiminen mm. joukkoliikennekaistoilla ja kattavalla pyöräteiden verkostolla.
- Joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen yhdistelymahdollisuuksien parantaminen seutujen sisäisessä liikenteessä.
- Pääkaupunkiseudun kasvun suuntaaminen osittain muihin aluekeskuksiin.

2. LIIKENNE

Vuoteen 2050 mennessä Suomen liikenne tuottaa vain murto-osan nykyisistä päästöistä, koska pitkän matkan henkilö- ja tavaraliikenne on pääosin siirtynyt raiteille ja autojen riippuvuus fossiilisista polttoaineista on purettu. Myös joukkoliikenteen palvelutaso on tiedonvälityksen kehittyessä kasvanut nykyisestä huomattavasti, kun esimerkiksi tilausjoukkoliikenne on tuonut joustavuutta liikkumiseen. Ihmisten tarve liikkumiseen on suurempi kuin tänään. Samanaikaisesti matkakohtaiset päästöt ovat kuitenkin laskeneet roimasti, kun käyttöön on otettu uusia teknologioita niin autoihin, juniin kuin laivoihin.

Nykykehitys

Liikenteen päästöt ovat kasvaneet Suomessa yli puolella verrattuna vuoteen 1980. Suurin osa kasvusta tulee tieliikenteestä.¹⁵ Tulevaisuudessa ihmisten liikkumistarpeen ennustetaan edelleen kasvavan ja viime aikojen kehitys näyttää, että kuluttajat ovat entistä kiinnostuneempia bensasyöpöistä autoista. Samanaikaisesti joukkoliikenteen kehittäminen Suomessa on unohdettu ja liikenteen ostomäärärahoja vuosittain pienennetty. Euroopan komissio on kiinnittänyt huomiota liikenteen päästöjen kasvuun koko EU-alueella ja huomauttanut Suomelle liikenteen päästöjen voimakkaasta kasvusta.¹⁶ Tämä huomautus on otettava tosissaan, jotta päästöjä vähentävät teknologiat ja käyttäjäystävälliset joukkoliikennetratkaisut saadaan riittävän nopeasti käyttöön.

Vaihtoehtoinen kehityskulku

a) Henkilöautot

Liikenteen päästöistä noin puolet tulee henkilöautoliikenteestä, jonka vähentämiseen ja tehostamiseen koko liikennepolitiikan on tähdättävä. Ilmastostrategiassa oletetaan, että autojen määrä kasvaa 20 % vuoteen 2020 mennessä.

Riittävien päästövähennysten aikaansaamiseksi liikenteen kasvu niin paikallisesti kuin pitkän matkan henkilöliikenteessäkin on suunnattava raiteille. Autoilun kustannuksiin on vaikutettava niin, että hinta kallistuu erityisesti niillä alueilla, joilla joukkoliikennepalveluja on tarjolla. Käytännössä Suomeen on luotava tienkäyttömaksuihin perustuva järjestelmä, jossa kaupunkien keskustoihin ja kasvukeskusten välisille

valtaväylille määritetään hintaluokat. Lisäksi tarvitaan julkisen sektorin tarjoamia car sharing -palveluja, joiden kautta auton saa kohtuuhinnalla käyttöönsä silloin kun sitä tarvitsee. Näin autoa ei tarvitse hankkia esimerkiksi satunnaisten mökkimatkojen takia. Ehdotettujen toimenpiteiden ansiosta autojen olisi määrä vuonna 2020 nykytasolla. Henkilöautoliikenteen päästöt puolestaan vähenisivät noin 20 % verrattuna hallituksen strategian tasoon.

Teknologian kehitys luo huomattavia mahdollisuuksia uusien autojen hiilidioksidipäästöjen minimoimiselle. Jo nyt markkinoilla olevien hybridautojen polttoainekulutus on puolet siitä, mitä henkilöauto keskimäärin nielee. Lähitulevaisuuden hybridautot voivat myös käyttää biopolttoainetta, ja niitä voidaan ladata sähköllä tarpeen mukaan. Hybridautojen markkinaosuus voi kasvaa useisiin kymmeneen prosenttiin vuoteen 2020 mennessä.

Biokomponenttien lisääminen fossiilisen polttoaineen joukkoon on jo nykyään mahdollista. Bensiinikäyttöisissä autoissa bio-osia voi olla polttoaineen seassa lähes kymmenen prosenttia. Dieselautoissa biopolttoaine voi korvata fossiilisen dieselin kokonaan, jos käytetään uutta polttoaineentuotantoteknologiaa (NExBTL).¹⁷

Vuonna 2050 erilaiset joukkoliikennevälineet voivat joustavasti käyttää erilaisia raiteita, jolloin kevyet pikaraitiovaunu-tyyppiset ratkaisut kasvukeskusten ympäristöissä palvelevat asukkaita lähes kotiovelle.

Ohjaukset:

- Ratojen kunnostusmäärärahojen kaksinkertaistaminen rataverkon kunnan parantamiseksi. Tuloksena nopeudet nousevat ja joukkoliikenteen kilpailukyky paranee.
- Joukkoliikenteen ostomäärärahojen korottaminen.
- Tienkäyttömaksujen toteuttaminen isoimpien taajamien keskustoissa sekä vilkasliikenteisimmillä teillä: Helsinki-Turku, Helsinki-Tampere, Helsinki-Lahti.
- Car sharingin tarjoaminen kunnallisesti tuettuna tai kilpailutettuna palveluna.
- Kiskobussien ja lähiliikennejunien ottaminen käyttöön kasvukeskusten ympäristöissä vuoteen 2020 mennessä.

Biojätteestä ja karjatilojen jätteestä saatavaa biokaasua voidaan käyttää nykyisissä dieselautoissa pienin muutoksin. Vuonna 2020 biokaasua voisi riittää liki puolelle miljoonalle autolle. Todellisuudessa kaasua tullaan kuitenkin käyttämään muuallakin, kuin liikenteessä.⁸ Hidastavana tekijänä on jakeluverkoston rakentaminen.

Yhteensä näillä toimilla henkilöautoliikenteen päästöjä voidaan vähentää 2,4 miljoonaa tonnia vuodessa strategian tasoon verrattuna, mikä vastaa 40% koko henkilöautoliikenteen päästöistä.

b) Tavaraliikenne

Raidekuljetuksia voidaan lisätä kehittämällä erilaisten kuljetuspalvelujen yhdistelmiä, eli tehostamalla jakelua runkokuljetuksesta. Ensimmäisessä vaiheessa suurempi osa puu-, metalli- ja kemiankuljetuksista voidaan siirtää raiteille, kun kuljetuskalusto monipuolistuu.

Toisessa vaiheessa myös pienempiä kuljetuksia, kuten elintarvikkeiden runkokuljetuksia voidaan vähentää teillä, kun kuljetukset toisaalta vähenevät ja toisaalta siirtyvät raiteille. Kuljetusten väheneminen on mahdollista tietoteknisten sovellusten avulla, kun vahvasti keskittyneet tukkujärjestelmät voidaan purkaa ympäri maata sijaitsevien varastojen verkostoksi.

Vaikka kuljetustarve lisääntyy, voidaan maantiekuljetusten päästöjä tämän vision mukaan alentaa valtioneuvoston energia- ja ilmastostrategiaan verrattuna noin 30 % siirtämällä liikennettä raiteille.

Raidekuljetusten päästöjä voidaan vähentää entisestään lisäämällä ratojen sähköistystä, sillä sähköverkosta energiansa saavat liikennejärjestelmät ovat tehokkaampia kuin polttomoottoreihin perustuvat järjestelmät.

Raskaassa liikenteessä todennäköinen, jo kymmenen vuoden aikana kaupallistuva biopolttoaine on puuperäinen dimetyylieetteri (DME). VTT:n arvion

mukaan jopa 30 % raskaan liikenteen polttoaineesta voisi olla dimetyylieetteriä, jota voidaan konvertoida monista lähteistä.¹⁹

Myös biokaasun käyttö laajenee helpoimmin raskaan liikenteen käytössä. Biokaasun tuotantomäärillä voitaisiin kattaa merkittävä osa kuljetusliikenteestä.

Yhteensä tässä kappaleessa esitellyillä toimilla voidaan maantiekuljetusten päästöjä vähentää noin 1,1 miljoonaa tonnia vuodessa valtioneuvoston strategiaan verrattuna. Tämä on puolet koko maantiekuljetusten päästöistä.

Ohjaukset

- Nopeuksien nostaminen edellyttää mittavia investointeja ratoihin Suomessa. Kasvukeskusten väliset rataverkon osat on vuoteen 2020 mennessä perusparannettu nopealle junaliikenteelle sopiviksi. Lisäksi tärkeimmille osuuksille (HKI-TRE-OULU, HKI-TKU) on rakennettava rinnakkaisia raiteita ja oikolinjoja.
- Dimetyylieetterille on luotava koko Suomen kattava raskasta liikennettä palveleva jakeluverkosto.

c) Lentoliikenne

Kotimaan lentoliikenne tuotti miljoona tonnia hiilidioksidia vuonna 2003. Päästöt ovat suhteessa liikuttuihin henkilökilometreihin yli kolminkertaiset verrattuna henkilöautoon ja yli kuusinkertaiset suhteessa nopeisiin juniin.

Ohjaukset

- Kotimaan lentoliikenteessä käytettävälle lentopolttoaineelle on asetettava hiilidioksidivero. Samanaikaisesti Suomen on toimittava aktiivisesti EU:ssa vastaavan veron asettamiseksi tai päästökauppajärjestelmän laajentamiseksi koko EU-alueen lentoliikenteeseen.

Yhteensä tässä ehdotetuilla toimilla liikenteen päästöjä voidaan vähentää 3,5 miljoonaa tonnia vuoteen 2020 mennessä. Tämä vastaa 29 prosenttia valtioneuvoston energia- ja ilmastostrategian ennustamista päästöistä vuodelle 2020. Rautatieliikenteen päästöjen voidaan olettaa korkeintaan kaksinkertaistuvan, jolloin päästövähennys olisi 26 %. Samanaikaisesti sähkön tarve liikenteessä kasvaa huomattavasti, mikä on huomioitu energiantuotanto-osuudessa.

3. RAKENNUKSET

Vuonna 2050 Suomen rakennuskannan lämmitykseen tarvitaan energiaa vain murtoosa nykyisestä ja ilmastonmuutosta kiihdyttävät päästöt ovat lähellä nollaa. Energiaa tuhlaava rakentaminen lopetettiin ennen vuotta 2010 ja lähes koko rakennuskanta on rakennettu tai peruskorjattu matalaenergiarakentamisen ehdoilla. Lämmitysenergia tuotetaan uusiutuvilla energialähteillä joko rakennuskohtaisesti tai alue- ja kaukolämpönä. Rakennusmateriaaleihin on integroitu aurinkosähkönpinnoitteita. Asuminen on edullisempaa ja mukavampaa.

Nykykehitys

Rakennusten lämmitys aiheuttaa noin neljänneksen Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Rakennusten lämmönkulutus laski 1970-luvun öljykriiseistä aina 1980-luvun puoliväliin saakka, mutta kääntyi sen jälkeen kasvuun. Kahden viime vuosikymmenen aikana energiankulutus on kasvanut 0,7 % vuodessa. Lämmitys energian tuottamiseen tarvittavien polttoaineiden määrä ja siten päästöt ovat kasvaneet vielä nopeammin, sillä sähkölämmityksen käyttö on lähes kolminkertaistunut 80-luvun alusta lähtien. Sähkölämmitys kuluttaa energiaa yli kaksinkertaisesti kaukolämpöön tai talokohtaiseen lämmitykseen verrattuna.²⁰

Energiankulutuksen kasvun pääsyyt ovat kasvava asumisväljyys ja lämpöenergian tehon käyttö. Jos tämä kehityskulku jatkuu vuoteen 2020 asti, ovat rakennusten päästöt tuolloin 17 % eli 3 Mt nykyistä korkeammat.²¹

Vaihtoehtoinen kehityskulku

Suomen rakennuskanta on jo nyt kohtuullisen energiatehokasta. Energiatehokkuuden kasvattamisella on kuitenkin edelleen merkittävä kansantaloudellinen potentiaali – sekä kuluttajat että ympäristö hyötyvät, jos rakennusten energiantarvetta onnistutaan merkittävästi alentamaan. Tähän on kolme tapaa: Rakennusten tarvitseman energian määrää voidaan vähentää jopa kolme neljänestä matalaenergiarakentamisella, johon kuuluvat muun muassa tehokkaat ikkunat, lämmön talteenotto ja auringonvalon hyödyntäminen rakennusten

Kaukolämmön, lämpöpumppujen, rakennuskohtaisen biopolttoainelämmityksen ja muiden energiatehokkaiden lämmitysmuotojen edistämällä voidaan päästöjä alentaa edelleen tuntuvasti. Kolmanneksi lämmityssektorin päästöihin vaikuttaa kaukolämmön ja sähkön tuotannossa käytettävät energianlähteet, joita käsitellään osiossa 6.

Rakennusten energiatehokkuutta parantavien muutosten tiellä on kuitenkin monia esteitä. Asunnonostajat eivät useinkaan tiedä, miten energiaratkaisut vaikuttavat asumisen kustannuksiin. Lisäksi tieto asuntojen energiatehokkuudesta on yleensä puutteellista. Myös markkinoihin ja elämäntilanteisiin liittyvä epävarmuus estää asunnonostajia satsaamasta täysimääräisesti energiankulutuksen vähentämiseen. Rakennuttajat käyttävät asunnon ostajien tietämättömyyttä hyväkseen ja täyttävät ainoastaan lain minimivaatimukset. Arkkitehtien koulutuksessa matalaenergiarakentaminen sivuutetaan kokonaan.

Uutta ohjausta tarvitaan

Muun muassa ostajien puutteellisesta tiedosta ja investointien erittäin pitkästä elinajasta johtuen valtion ohjauksen tarve rakennussektorilla on poikkeuksellisen suuri. Julkinen valta on myös merkittävä rakennuttaja. Suomen rakennuskannan keski-ikä on yli 30 vuotta, mikä tarkoittaa, että lähitulevaisuudessa edessä on paljon suuria peruskorjaustöitä, ja myös uutta rakennuskantaa syntyy nopeasti.²³ Tällä hetkellä rakentajat tyytyvät lähes poikkeuksetta täyttämään rakennusmääräysten edellyttämän vaatimattoman minimitason, ja tilannetta on vaikea muuttaa pelkillä taloudellisilla ohjaukeinoilla.

Vuoden 2020 rakennuskannasta 80 % on jo rakennettu, ja loput rakennetaan seuraavien 15 vuoden aikana. Lisäksi noin neljännes vuoden 2020 asuinrakennuskannasta peruskorjataan ennen vuotta 2020.²⁴ Nyt ei siis ole vielä myöhäistä vaikuttaa rakennusten energiankulutukseen 15 vuoden kuluttua. Uudis- ja korjausrakentamista onkin kiireesti ohjattava energiatehokkaaksi tiukentamalla päivityksen alla olevia rakennusmääräyksiä tuntuvasti. Muuten nyt rakennettavat harakanpesät pitävät rakennussektorin energiankulutusta korkealla puolen vuosisadan ajan.

Loma-asunnot ovat nopeasti kasvava energiankuluttaja. On tärkeää puuttua tyhjien mökkien talvilämmitykseen. Mökkien muuttaminen runsaasti energiaa kuluttaviksi kakkosasunnoiksi on vaarallinen kehityskulku.

Esimerkkilaskelmia päästövähennyspotentiaalista

Jos kaikki uudet asuin- ja palvelutalot toteutettaisiin parhaalla matalaenergiateknologialla v. 2007 alkaen:
- päästövähennemä koko rakennuskannassa 2,8 Mt (13 %) vuoteen 2020 ja 15 Mt (67 %) vuoteen 2050 mennessä²⁵

Jos pientalojen peruskorjausten määrää kasvatetaan kolmanneksella, kaikissa peruskorjauksissa toteutetaan kannattavat energiansäästötoimet ja sama volyyymi oletetaan koko rakennuskantaan:
- päästövähennemä koko rakennuskannassa 2,9 Mt (16 %) vuoteen 2020 mennessä. Samoilla tehostamisoletuksilla, poistuma huomioiden olisi koko nykyinen rakennuskanta käyty läpi vuoteen 2040 mennessä ja päästövähennyksiä tullut n. 9 Mt, eli 50 % rakennuskannan nykyisistä päästöistä.²⁶
- Todellisuudessa tehostamispotentiaali on todennäköisesti tätäkin suurempi teknologian kehittyessä edelleen.

Jos sähkölämmitys korvataan uusissa rakennuksissa sekä 15 000 vanhassa rakennuksessa vuosittain²⁷ lämpöpumpuilla (30 %), kaukolämmöllä (35 %) ja asunto-kohtaisilla biopolttoaineilla (35 %) vuoden 2007 alusta.²⁸
- Lämmityssähkön käyttö vähenisi vuoteen 2020 mennessä 13 % nykytasosta ja peräti 49 % nykykehityksen ennustamasta tasosta.
- Päästövähennemä nykyisessä rakennuskannassa n. 2 Mt (10% nykykehityksen ennustamasta tasosta) vuoteen 2020 mennessä.

Jos öljylämmitys nykyisissä ja uusissa pientaloissa korvataan biopolttoaineilla (50 %), kauko- tai aluelämmöllä (25 %) ja maalämmöllä (25 %) vuoteen 2020 mennessä.²⁹
- Päästövähennemä nykytilanteesta n. 1,4 Mt vuoteen 2020 mennessä.

Rakentajan ja remontoijan fiksuja hankintoja

Parhaiden markkinoilla olevien lasien käyttö ikkunoissa pudottaa ikkunoiden kautta poistuvan lämmön määrän alle puoleen tyyppisiin nyt myytäviin ikkunoihin verrattuna ja voi alentaa rakennuksen lämmönkulutusta noin 10 - 20 %.³⁰ Lämmön talteenotolla voidaan poistoilman lämmöstä saada talteen 60 - 80 %, mikä alentaa lämmönkulutusta noin kolmanneksen.³¹

Ohjaukset:

- Rakentamismääräysten kiristäminen vastaamaan matalaenergiarakentamisen normeja, mm. kaksinkertaisten ikkunoiden kieltäminen.
- Veroluokan I mukaisen sähköveron nostaminen asteittain 1,5 – 2 senttiin/kWh. Tämä ohjaisi uusien pien- ja rivitalojen lämmitystapavalintoja pois sähkölämmityksestä. Olemassa olevissa taloissa se vauhdittaisi sähkölämmitysjärjestelmien vaihtamista ja rakennusten energiatalouden parantamista mm. lisäeristyksin, tehokkaammin ikkunoin tai ilmalämpöpumpuin.
- Rakennusten energia-avustusten laajentaminen pientalojen puolelle, riittävän rahoituksen turvaaminen ja korvauksen maksimiosuuden nosto nykyisestä 10 - 15 %:sta 20 %:iin.
- Valtion lainantakaus lämmitysjärjestelmän vaihtoinvestointeihin pientaloille
- Valtion takaus pienimuotoisille energiapalveluhankkeille, joilla parannetaan rakennusten energiatehokkuutta (ESCO).
- Tarvittaessa öljylämmityksen kieltäminen uusissa rakennuksissa.

Jyväskylän yliopiston rakennus Agora – tyyppiesimerkki energiantuהלausesta

Yliopistolle rakennettiin vuonna 2000 uusi suuri rakennus. Rakennuksen ulkoasu on hyvin moderni, mutta energiankulutuksen näkökulmasta sen suunnittelussa tehdyt ratkaisut olivat aikansa eläneitä. Vuonna 2005 pidetyssä energiakatselmuksessa todettiin, että yksinkertaisilla ratkaisuilla rakennuksen energiantarvetta olisi voitu alentaa helposti ja tuntuvasti. Nyt pienikin auringonvalo lämmittää osan rakennuksesta liian kuumaksi ja toisaalta suuret ja huonosti eristävät pohjoiseen suunnatut ikkunat tuhlaavat valtavasti energiaa. Suuritehoinen lämmitysjärjestelmä oli suunniteltu niin huonosti, että se oli käytännössä hyödytön. Suunnitteluvirheet maksavat yliopistolle kymmeniä tuhansia euroja vuodessa.

4. KOTITALOUDET JA PALVELUT

Vuonna 2050 laitteet ovat energiatehokkaita ja älykkäitä. Toimistojen laitekannan sähkönkulutus on romahtanut energiansäästötoimintojen automatisoiduttua. Kauppojen ja toimistojen jäähdytysjärjestelmät perustuvat osin kaukokylmään. Myös kodinelektronikan sähkönkäyttö on jo kauan ollut vain pieni osa nykyisestä. Kotitalouksien ja kauppojen jääkaapit ovat vaihtuneet tehokkaisiin kylmälaitteisiin, joiden kulutus vaihtelee ulkolämpötilan mukaan. Kannettavat monitoimilaitteet ovat lähes energiaomavaraisia ja tuottavat energiaa aurinkosähköpinnoitteella tai minipolttokennoilla. Tiedonhallinta tapahtuu pääosin sähköisesti. Perinteisiä paperinkäyttökohteita ovat korvanneet näytönomaiset sähköiset hybridipaperit.

Nykytila

Sähkölaitteiden määrä lisääntyy Suomessa nopeasti. Vuosina 2000 - 2010 kotitalouksien laitekannan ennustettiin kasvavan peräti 38 % prosentilla.³²

Vuonna 2004 kotitaloudet kuluttivat yli 10 TWh sähköä, josta valaistuksen ja muun kulutuksen osuus oli 28 %, ruuansäilytyksen 26 %, pesukoneen käytön 16 %, ruuanvalmistuksen 17 % ja viihdelaitteiden 12 %.³²

Toimistot kuluttivat 4,4 TWh sähköä, josta noin 40 % kului toimistolaitteisiin. Kokonaisuudessaan palvelut kuluttivat noin 13 TWh sähköä.³³

Yhä kasvava osa kotitalouksien ja palvelujen sähkönkulutuksesta tulee toimisto- ja viihdelaitteista. Suuri osa tietokoneista ja laitteista on päällä

käytännössä koko ajan. Tämän lisäksi kulutuksesta 10 - 50 % voi olla piilokulutusta. Tällä tarkoitetaan sähköä, jota voi kulua merkittäviä määriä esimerkiksi laitteen ollessa valmiustilassa tai sammutettuna. Piilokulutettavia laitteita ovat etenkin tietokoneet, printterit, modeemit, videot, televisiot ja stereot. Piilokulutusta voidaan vähentää liittämällä laite kytkimellä varustettuun sähköjakorasiaan, vetämällä töpseli seinästä tai sulkemalla laite kokonaan pois päältä kytkimestä.

Vaihtoehtoinen kehitys

Kotitalouksien teknisen sähkönsäästöpotentiaalın on arvioitu olevan noin 30 % vuoden 2004 tasosta, eli noin 3 TWh heti käytettävissä olevilla keinoilla. Suurimmat säästöt (0,9 TWh) syntyvät valaistuksen tehostumisesta korvaamalla hehkulamput energiansäästölampuilla, tehokkaampien kylmälaitteiden yleistymisestä (0,76 TWh) sekä kodinkoneiden tehostumisesta ja valmiustilojen poistamisesta (0,8 TWh).³⁴ Toimistolaitteiden ja valaistuksen kohdalla vastaava tekninen säästöpotentiaali on jopa 78 %, eli 1,2 TWh. Säästöä syntyy tehokkaamman valaistuksen käyttämisestä, laitteiden energiansäästötilojen hyväksikäytöstä sekä valmiustilojen kulutuksen poistamisesta.³⁵

Raportissa on oletettu, että nykytekniikalla saavutettavista säästöistä puolet toteutuu kotitalouksissa ja toimistoissa vuoteen 2010 mennessä ja kaikki vuoteen 2020 mennessä.



Jos hehkulamput vaihdettaisiin energiansäästölamppuihin vuoteen 2010 mennessä, sähköä säästyisi 937 GWh.

Muiden palvelujen, kuten kaupan ja ravintoloiden piirissä sähkönkulutuksen oletetaan pienevän 17 %, eli noin 2 TWh vuoteen 2020 mennessä. Nämä säästömahdollisuudet syntyvät tehokkaammasta valaistuksesta ja ilmanvaihdosta, toimistolaitteiden säästöstä, huomattavasti tehokkaammista kylmälaitteista sekä kaukokylmän käytön laajentamisesta.

Osa säästöistä tulee myös tehokkaampien sähkömoottoreiden ja taajuusmuuttajien asennuksesta, koska sähkömoottorit vievät noin 35 % palvelujen sähkönkulutuksesta.³⁶

Teknologian muutosta on kiirehdittävä

Energiatehokkaan teknologian saaminen nopeasti kuluttajien käyttöön edellyttää määrätietoista toimenpiteitä. Järkevää energiankäyttöä ei saavuteta ilman ohjausta. Ostotilanteessa halvat, paljon sähköä kuluttavat laitteet saavat usein etulyöntiaseman suhteessa hieman kalliimpiin, mutta käytössä edullisemmiksi tuleviin laitteisiin verrattuna. Kulutuksen rajat ovat tulossa vastaan ihmiskunnan kasvaessa ja vaurastuessa. Maailman luonnonvarat eivät yksinkertaisesti riitä siihen, että jokaisessa kiinalaisessa kotitaloudessa olisi samanlaiset kulutustottumukset kuin meillä. Kuvaavaa on, että jos kiinalaiset ryhtyisivät kuluttamaan paperia kuten

suomalaiset, tietäisi se hyvästejä kaikille maailman metsille 15 vuoden kuluessa.³⁷ Suostuvatko he intialaisten, eteläamerikkalaisten ja afrikkalaisten kanssa suomalaisia alempaan kulutustasoon? Vai olisiko suomalaisten pyrittävä alentamaan omaa kulutuksen tasoaan, sekä edistämään materiaali- ja energiatehokkaiden laitteiden ja kulutustottumusten kehittämistä käyttöönottoa? Miten Suomi vastaa globaaliin haasteeseen?

Ohjaukeinit:

- Toteutetaan asteittainen sähköveroluokan I korotus, joka kannustaa laajasti sähkönkulutuksen vähentämiseen. Ympäristöministeriön SÄVEL-työryhmän mietinnön mukaan vero voi kannustaa yksittäisten säästökohteiden huomioimiseen esimerkiksi valaistuksessa, ilmastoinnissa ja pienkoneiden sähkönkulutuksessa. Veron korotus on hallinnollisesti helposti toteutettavissa, koska se edellyttää vain muutosta nykyiseen verotaulukkoon.³⁸
- Lisätään laitteiden hankintahintaan vero, joka perustuu laitteen energiankulutukseen. Tällöin energiatehokkaat laitteet tulevat ostotilanteessa kuluttajille halvemmiksi ja

tuhlaavat kalliimmiksi. Näin markkinoille saadaan luotua kysyntä tuotteille, jotka ovat niin kuluttajien kuin yhteiskunnan kukkarolle parempia käytön aikana.

Jos esimerkiksi hehkulamput vaihdettaisiin energiansäästölamppuihin vuoteen 2010 mennessä, Suomen sähköntuotannon tarve vähenisi 937 GWh.³⁹ Kodeille säästöä tulisi vähintään 20 euroa vuodessa jokaista viittä loistelamppua kohden.⁴⁰

- Vaihtoehtoisesti sähkölaitteiden (valaisimet, kylmälaitteet, tietokoneet jne.) minimitehokkuusvaatimuksia tulee kiristää merkittävästi sekä vaatimustasoa pitää jatkuvasti tarkistaa. EU:ssa laitevalmistajille annettu suositus 1 watin maksimivalmiustilasta pitää muuttaa pakolliseksi.

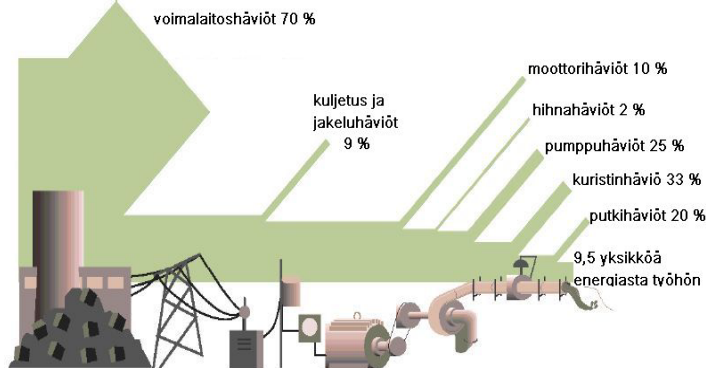
5. TEOLLISUUS

Viiden vuosikymmenen päästä teollisuuden prosessit on uusittu pääosin päästöttömiin ja huomattavasti tehokkaampiin ratkaisuihin. Metsäteollisuuden puuperäisistä sivutuotteista kaasutetaan sähköä ja lämpöä hyvällä hyötysuhteella. Sanomalehtipaperin ja toimistopaperin kulutus jatkoi teollisuusmaissa vuosisadan alusta alkanutta nopeaa laskuaan. Suomessa pysyttiin kuitenkin ajoissa siirtymään uusien korkean teknologian paperituotteiden valmistukseen, missä yhdistyvät paperiosaaminen, nanoteknologia ja mobiiliosaaminen. Kemian teollisuus ja metsäteollisuus jalostavat molemmat biomassasta nestemäisiä polttoaineita ja liuottimia sekä muovivaikkeitä ja polymeerejä. Metalliteollisuudessa kierrätysmetallin osuutta on lisätty. Hiiltä on korvattu tuotantoprosesseissa kaasutetuilla biopolttoaineilla ja vedyllä. Metallien rinnalla on ryhdytty valmistamaan nanoputkia ja kevyitä komposiittimateriaaleja. Perinteisesti raskaana pidetyn teollisuuden tuotteet ja rakenne ovat muuttuneet ja energiankulutus on pienentynyt puoleen vuosituuhannen alusta.

Nykytila

Teollisuus kuluttaa Suomen sähköstä noin puolet. Noin 65 % teollisuuden sähköstä, eli 30 TWh kuluu erilaisissa sähkömoottoreissa, jotka usein kierrättävät nesteitä. Normaalityypisessä huonosti säädettyjen moottorien, hihnojen, pumppujen, säätöventtiilien ja putkien häviöiden takia alle kolmasosa tuotetusta sähköstä päätyy liikuttamaan itse nestettä.⁴¹

Sähkön kulutus on teollisuudessa ollut kasvussa. Lupaavista selvityksistä huolimatta säästöpotentiaaleja ei ole pystytty ottamaan käyttöön suuressa mittakaavassa.



vassa. Uudet ominaispäästöiltään pienemmät prosessit ovat eräillä teollisuusaloilla suunnittelu- ja toteutustasolla, toisilla taas kokonaan kehittämättä.

Vaihtoehtoinen kehityskulku

Tehokkaimmat markkinoilla olevat sähkömoottorit toimivat kahdesta kahdeksaan prosenttia tehokkaammin ja maksavat itsensä takaisin nopeasti.⁴² Silti joka toisella suomalaisella yrityksellä ei ole ohjeistusta tehokkaimpien moottorien ostamisesta.⁴³ Oikea moottorien mitoitus voi tuoda vähintään 1-3 % lisäsäästöä.⁴⁴ Jos prosesseja uusittaessa putkistot suunnitellaan väljiksi ja mahdollisimman suoriksi, voidaan moottoreissa säästää kymmeniä prosentteja sähköä. Parhaimmissa esimerkkitapauksissa säästö on ollut lähes 90 %.⁴⁵

Taajuusmuuttajat eivät vielä ole lyöneet itseään läpi

Usein moottoria säädellään jarruttamalla sitä mekaanisesti samalla, kun se käy täydellä teholla. Taajuusmuuttajalla moottorin tehoa voidaan säädellä tarpeen mukaan. Taajuusmuuttaja voi monissa käyttötarkoituksissa jopa puolittaa moottorin sähkökulutuksen.⁴⁶ Nykyään sähkömoottoreista noin viisi prosenttia on varustettu taajuusmuuttajilla, vaikka arvioiden mukaan noin 30 % hyötyisi niistä.⁴⁷ Tehokkaampien sähkömoottorien ja taajuusmuuttajien on arvioitu tässä raportissa säästävän sähköä yhteensä 1,9 TWh vuoteen 2010 mennessä, ja lähes 5 TWh vuoteen 2020 mennessä.

Kemiran Uudenkaupungin lannoitetehtaan prosessipuhaltimien moottorit uusittiin vuonna 2004. Siipisäleikön sijaan niitä ohjataan nyt taajuusmuuttajilla. Säästöä syntyy noin 4000 MWh vuodessa. Hankkeen toteutti ja rahoitti energiapalveluyhtiö Inesco, jolle Kemira maksaa investoinnin takaisin syntyneistä säästöistä kolmen vuoden aikana. Inescan arvion mukaan kahden vuoden takaisinmaksuajan hankkeita on Suomen teollisuudessa tekemättä ainakin yhtä paljon kuin on jo tehty, eli noin 5 TWh edestä vuositasolla.

(Lähde: ABB asiakaslehti 1/2006)

Metsäteollisuuden prosessit voidaan uusia tehokkaampiin

Metsäteollisuudessa eniten sähköä kuluu puun hiomisessa mekaanisesti massaksi, paperin raaka-aineeksi. Vuonna 2004 massan ja paperin valmistus kulutti sähköä lähes 26 TWh.⁴⁸ Kemiällisen massan, eli selluloosan tuotanto kulutti tästä noin 5 TWh ja paperin valmistus sekä massan valmistus puusta mekaanisesti hiertämällä noin 10 TWh kumpikin.⁴⁹

Kehitystyön alla olevilla uusilla prosesseilla mekaanisen massan tuotannon sähkönkulutus voi laskea noin 30 prosenttia.⁵⁰ Tätä selittävät sellun valmistuksen omat energiantuotantomahdollisuudet. Sellutehtaiden soodakattiloiden rakennusaste on hyvin alhainen, eli sähköä pystytään tuottamaan vähän suhteessa lämpöön. Rakennusastetta voidaan nostaa jo käytössä olevilla tekniikoilla prosessien uusimisen yhteydessä.

Demonstraatiovaiheessa olevalla mustalipeän kaasutuksella nykyisestä puuraaka-aineesta voitaisiin saada jopa kolme kertaa nykyistä enemmän sähköä.⁵¹ Tässä visiossa sen arvioidaan tulevaan laajempaan käyttöön vuoden 2020 tienoilla.

Mustalipeän kaasuttaminen mahdollistaa myös nestemäisten biopolttoaineiden tuotannon selluntuotannon yhteydessä, eli biojalostamotuotannon. Lyhyemmällä tähtäimellä sellunvalmistuksen meesa-uuneissa voidaan öljyn käyttöä korvata nestemäisillä biopolttoaineilla tai puubiomassan kaasutuksella.

Uusia paperilatuja ja markkinoiden muutoksia

Useissa paperiladuissa pinnoitteena käytetyt savipohjaiset mineraalit voitaisiin korvata tärkkelyksellä VTT:n kehittämällä tekniikalla. Keveämpi paperi laskee energiankulutusta, parantaa paperin kierrätettävyyttä ja siistausjätteen poltettavuutta.⁵² Paperin keräysastetta voidaan edelleen nostaa nykyisestä 71 prosentista.

Sanomalehtipaperin kulutus on laskenut monissa teollisuusmaissa vuodesta 2000, kun sähköinen media on vallannut alaa. Myös toimistopaperin kulutuksen kasvu on pysähtynyt tai kääntymässä laskuun. Kasvun voidaan olettaa tasaantuvan myös uusilla markkinoilla Itä-Euroopassa ja Aasiassa kahden vuosikymmenen sisällä.⁵³ Tämä tarkoittaa, että perinteisten paperilatuojen tuotanto ei kasva merkittävästi Suomessa, mistä myös metsä-alan asiantuntijat ovat varoittaneet.

Tässä raportissa paperin ja massojen tuotannon on kuitenkin oletettu kasvavan Suomessa vielä noin seitsemän prosenttia vuoteen 2020 mennessä ja kääntyvän sitten laskuun. Kasvuoletukset ovat alhaisemmat kuin esimerkiksi hallituksen energia- ja ilmastostrategiassa tehdytoletukset ja lähempänä nykyistä markkinatilannetta. Vuonna 2025 tuotantomäärät ovat 15 % alhaisempia kuin hallituksen WM-skenaariossa.⁵⁴ Alempi arvio on lähellä VTT:n Energy visions 2030 -skenaarioiden oletuksia.

Sähköinen viestintä voi mullistaa paperintuotannon

On mahdollista että seuraavina vuosikymmeninä paperin käyttökohteita korvaa ladattava sähköinen paperi, joka on jo nyt kaupallisessa käytössä. Nämä tuotteet saattava vähentää edelleen sanomalehtien ja toimistopaperin kysyntää.⁵⁵ Taipuisat ja edulliset sähköiset paperit eivät tarvitse sähköä näytön ylläpitämiseen, vaan vain sisällön muuttamiseen.⁵⁶ Ne saavat virtansa esimerkiksi pienistä tarramaisista kemiallisista pattereista.

Eräs kehityskulku voi olla, että värillisyyden ja langattoman verkon käyttö saa sähköisen paperin vähentämään myös aikakauslehtipaperien kysyntää. Suomalainen metsäteollisuus voi sijoittaa tuotekehitykseen ajoissa ja vallata näissä tuotteissa suuren markkinaosuuden. Tavoitteena voisi olla, että uudet tuotantomenetelmät ja uusien paperituotteiden valmistaminen vähentävät paperiteollisuuden ulkopuolisen energian kulutusta puoleen vuoteen 2050 mennessä.

Tässä visiossa oletetaan, että tehokkaampien prosessien ja maltillisemmän kasvun seurauksena paperiteollisuuden sähkönkulutus kääntyy laskuun vuoden 2010 jälkeen. Vuonna 2020 sähkönkulutus on 10 % alhaisempi vuoteen 2004 verrattuna. Hallituksen WM-skenaarioissa puolestaan paperiteollisuuden sähkönkulutus kasvaa huimat 45 % vuodesta 2003 vuoteen 2025.

Kemianteollisuus monipuolistuu ja metalliteollisuuden prosesseja uusitaan

Kemian teollisuudessa pelto- ja puuenergian jalostaminen nestemäisiksi polttoaineiksi sekä puusta saatavat sivutuotteet voivat saada yhä suuremman roolin. Muutos voi tapahtua jo lähivuosikymmeninä. Kuitupuun tarpeen pienentyessä yhä suurempi osa puusta voidaan käyttää biojalosteiksi, polymeereiksi, liuotteiksi tai biopolttoaineiksi.

Pumppujen ja sähkömoottorien tehostumisen avulla kemian teollisuuden sähkönkulutusta voidaan tehostaa noin kymmenellä prosentilla hallituksen WM-skenaarioon verrattuna.

Metalliteollisuuden prosesseissa keräysmetallin osuutta voidaan kasvattaa vaiheittain, sillä metallien kierrätysominaisuudet ovat hyvät. Keräysmetallista tuotettu teräs vähentää energiantarvetta puolella ja hiilidioksidipäästöjä neljännekseen malmipohjaiseen tuotantoon verrattuna.⁵⁷

Vuoteen 2050 mennessä metallien valmistamisen prosesseja tulee kehittää päästöttömiksi. Metallien tuotannossa voidaan käyttää sähköä tai vetyä. Eräs mahdollisuus on, että osa teräksen pelkistyksessä tarvittavasta hiilestä korvataan vaiheittain kaasutetuilla biopoltoaineilla.

Suomessa voitaisiin keskittyä ominaisuuksiltaan parempien muisti- ja nanotekniikka hyödyntävien metallilaatujen kehittämiseen ja tuottamiseen. Metallija kemianteollisuus voisivat ryhtyä kehittämään esimerkiksi autoihin tarvittavia uudenlaisia metalli- ja hiilikuitumateriaaleja. Nämä kuitumateriaalit ovat nykyistä joustavampia ja lujempia, vaikka ne ovat myös kevyempiä.

Ilmastoratkaisut tuottavat uusia teollisuuden kasvualoja

Suomella on ollut vahva asema uusiutuviin energialähteisiin perustuvan teknologian viennissä.

Energiateknologian vienti on yli kolme miljardia euroa, mikä vastaa kuutta prosenttia koko viennin määrästä. Maailmanlaajuisesti uusiutuvien energialähteiden markkinat kasvavat edelleen 30 - 40 % vuodessa.

Tuulivoimateknologian vientimme voisi VTT:n mukaan olla jopa kolme miljardia euroa ja ala työllistäisi noin 20 000 henkeä.⁵⁸ Yksi megawatti tuulivoimaa voi tuottaa kymmenen henkilötyövuotta Suomessa.⁵⁹ Tässä raportissa visioidut kotimaan tuulivoimainvestoinnit tukisivat tuulivoimateollisuutta merkittävästi, koska Teknologiateollisuus on nimennyt suomalaisen tuulivoimateollisuuden keskeiseksi haasteeksi pienet kotimarkkinat.⁶⁰

Myös pieniä yhteistuotantolaitoksia rakentava teollisuus voisi viedä teknologiaa kolmen miljardin euron edestä.⁶¹ Niin ikään suomalaisilla yrityksillä on osaamista mm. energiansäästöteknologioissa, taajuusmuuttajissa ja sähkömoottoreissa.

Teollisuusyhteiskunta kohti pienempiä materiaaliavirtoja

On tärkeää kääntää yhteiskunnan kokonaiskulutusvirrat laskuun. Tuotteiden kierrätettävyyttä voidaan lisätä ensin Suomessa ja sitten EU:n laajuisesti niin, että kaikilla tuotteilla teollisuudessa ja kotitalouksissa tulee olla kierrätys suunnitelma. Pakkausmateriaaleja, joita tunnustetaan viivakoodeista voidaan kerätä tölkkien tapaan kierrätysmateriaaliksi. Tämä vähentää energiankulutusta huomattavasti.

Ohjaukset

- Energiansäästötoimien asetettaminen yrityksissä samalle viivalle tuotantoinvestointien kanssa, joko lainsäädännöllä tai energiansäästösopimuksien kautta. Jokaisen energiantuotantoinvestoinnin rinnalla tulee olla tarkastelu säästöinvestoinnista.
- Tehokkaimpien sähkömoottorien ja taajuusmuuttajien hankintaohjeistus energiansäästösopimuksissa pysymisen ehdoksi.
- Parhaiden sähkömoottorien hankinnan edistäminen EU:n tasolla säädetyllä hankintaverolla, joka tekisi energiatehokkaimmista moottoreista ostajalle edullisempia.
- Valtion takaamat edulliset lainat energiansäästöinvestointeja tekeville energiapalveluyrityksille.
- Tärkkelyspitoisen paperin käyttöönoton edistäminen erityisellä paperinvalmistajien ja -kierrättäjien ohjelmalla.
- Kehitystyön aloittaminen metalliteollisuuden prosessien muuttamiseksi päästöttömiksi EU:n tasolla.
- Kierrätys suunnitelman vaatiminen teollisuustuotteilta. Suuri osa materiaaleista voidaan kerätä tölkkien tapaan automatisoidusti ja osasta voi saada pienen pantin.

6. ENERGIANTUOTANTO

Viidenkymmenen vuoden sisällä energiantuotannossa on siirrytty selvästi nykyistä kestävämpiin tuotantomuotoihin. Tuulivoiman ja muiden uusien uusiutuvien energialähteiden potentiaali on otettu käyttöön. Laitoksia on rakennettu merkittävästi maalla, rannikolla ja merellä. Ydinvoimasta on luovuttu. Yhteistuotannon tehokkuutta on nostettu merkittävästi ja sen polttoaineena käytetään pääasiassa biopolttoaineita.

Nykytilanne

Vuonna 2005 Suomessa kulutettiin sähköä 84,9 TWh. Tästä noin kolmannes tuotettiin yhteistuotantolaitoksissa, joiden tärkeimmät polttoaineet ovat maakaasu, kivihiili ja turve. Suomen sähkönkulutuksesta neljännes katettiin ydinvoimalla ja 15 % vesivoimalla. Tuontisähkön osuus nousi ennätysmäisiin mittoihin - viidennekseen kaikesta sähköstä. Ilman ohjauskeinoja kotimaan päästöt uhkaavat kasvaa 5 - 20 % vuoden 1990 tason yläpuolelle vuoteen 2020 mennessä raskaan teollisuuden kehityksestä riippuen.⁶²

Kaukolämpöä tuotettiin vuonna 2005 31,2 TWh. Tästä kolme neljäsosaa tuotettiin lämmön ja sähkön yhteistuotantona ja neljännes lämmön erillistuotantona.⁶³

Vaihtoehtoinen kehityskulku

Sähkönkulutuksen kasvu on saatava taittumaan. Tavoitteena tulee olla, että kasvu kääntyy laskuun vuosikymmenen vaihteessa. Tämän visiopaperin esittämällä keinoilla kulutus kävisi korkeimmillaan 91 TWh:n tasolla. Vuonna 2020 sähkönkulutus olisi arviolta 84 TWh ja vuoteen 2050 mennessä se voisi laskea noin 60 TWh:iin.

Tuulivoima

Tuulivoiman määrä voidaan moninkertaistaa vuoteen 2010 mennessä 700 megawattiin, mikä tuottaisi noin 1,6 TWh sähköä. Tämä olisi Keski-Euroopan ja Pohjoismaiden vuotuisiin rakennusmääriin verrattuna kovin vaatimaton vuositahti. Uudet voimalat tulee sijoittaa pääasiassa rannikolle, mutta korkeilla torneilla ja suuremmilla roottoripinta-aloilla varustettuna tuulivoimaa voidaan kannattavasti rakentaa myös hyvillä paikoilla sisämaahan.

KTM:n selvityksen mukaan toteutuskelpoinen tuulivoimapotentiaali vuodelle 2025 on vähintään 2600 MW.⁶⁴ Maakuntien liittojen selvityksen mukaan tuulivoiman rakennusmahdollisuuksia yksin Merenkurkun-Perämeren rannikko- ja merialueilla on arviolta 5400 - 7600 MW.⁶⁵ Määrätietoisella edistämispolitiikalla tuulivoimalla voidaan vuonna 2020 tuottaa jo kahdeksan terawattituntia sähköä, mikä vastaa kapasiteettina 3000 megawattia.

Vuoteen 2050 mennessä suuri osa tuulivoiman mahdollisista sijoituskohteista tulee ottaa käyttöön. Näin voidaan päästä jopa 20 TWh vuosituotantoon, mikä voisi vastata noin kolmannesta Suomen sähköntarpeesta.

Jos voimalat rakennetaan suomalaisen valmistajan malleilla, työllisyysvaikutus on merkittävä. Edellä mainituilla kasvuoletuksilla tuulivoiman rakentamisen tuottama työllisyys vuosina 2010 - 2020 voisi olla 7000 - 28 000 henkilötyövuotta. Tämä on linjassa Saksan kokemusten kanssa, jossa tuulivoimateollisuus työllistää jo nyt 60 000 henkeä, eli enemmän kuin perinteisesti merkittävä kivihiilen kaivostoiminta.



© Greenpeace

Ydinvoima

Raportin oletuksissa ydinvoimalat poistetaan käytöstä viimeistään 40 vuoden käyttöiän jälkeen vuosina 2017, 2019 ja 2021. Viidennen reaktorin oletetaan tulevan käyttöön 2010, aluksi alhaisemmalla käyttöasteella. Reaktorin oletetaan poistuvan käytöstä vuoteen 2050 mennessä.

Mikäli Suomen viidennen ydinreaktorin valmistuminen viivästyy, uhkaa Suomi jäädä kauas Kioton tavoitteesta. Tähän tulee varautua ajoissa tehostamalla muiden sektorien toimia, jotta päästökaupan osto ei jää ainoaksi vaihtoehdoksi, kuten ilmastostrategiassa oletetaan. Reaktorin myöhästyminen vuodelle maksaisi nykyhinnoilla päästöoikeuksina yli 300 miljoonaa euroa.

Vesivoima

Suomessa vesivoiman tuotantoa ei voida juurikaan lisätä ilman haitallisia vaikutuksia vesiluontoon. Nykyisten voimaloiden tehoa nostamalla voidaan kuitenkin lisätä vesivoiman määrää hieman nykyisestä.

Aurinkosähkö

Aurinkosähkön teoreettinen potentiaali on Suomessa 1500 MW eli 1,5 TWh ja aurinkolämmön 2500 MW eli 3,1 TWh.⁶⁶ Aurinkoenergian hyödyntämistä voitaisiin

lisätä muun muassa sijoittamalla aurinkopaneeleja ja aurinkokeräimiä uudisrakennusten rakennusmateriaaleihin. Uudet ohutkalvopinnoitteet voivat tulevaisuudessa laajentaa paneelien käyttömahdollisuutta.

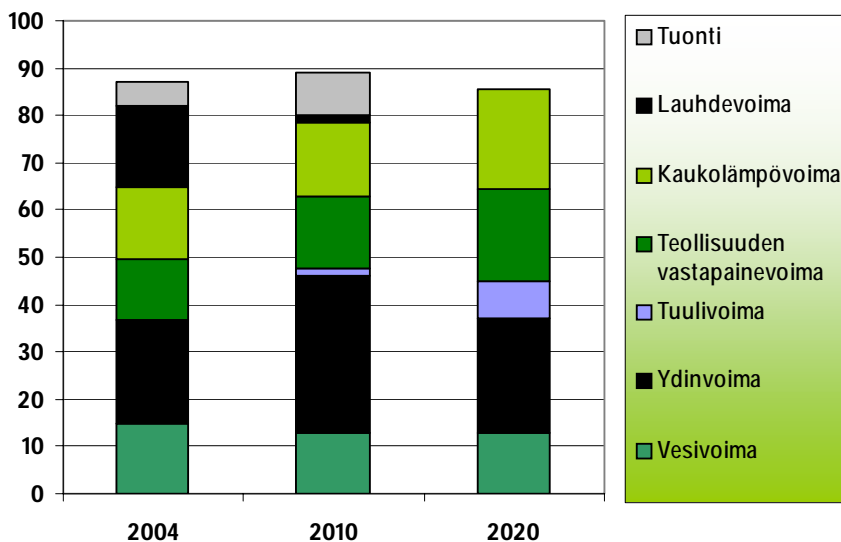
Monissa maissa on käynnissä aurinkosähkön edistämishjelmia, joiden avulla on pystytty edistämään omaa tuotantoa ja luomaan uutta liiketoimintaa.

Sähkön ja lämmön yhteistuotanto

Sähkön ja lämmön yhteistuotantoa on lisättävä ja tehostettava. Uusien kaukolämpövoimalaitoksien rakennusastetta tulee kasvattaa, jolloin niillä pystytään tuottamaan samasta polttoainemäärästä enemmän sähköä suhteessa lämpöön. Biomassan, kuten puun ja ruokohelven kaasutusteknologioiden vaiheittainen kaupallistuminen vuosien 2015 tienoilla voisi nostaa puuta käyttävien uusien laitosten rakennusasteen 0,7:ään vuoteen 2020 mennessä.⁶⁷

Yhteensä yhteistuotannon sähköntuotannon voidaan arvioida kasvavan 45 TWh:iin vuonna 2020. Tällöin kaukolämpövoimaa tuotettaisiin noin 23 TWh ja teollisuuden vastapainevoimaa noin 22 TWh.

Sähkön hankinta 2004-2020



Kaavio havainnollistaa, mitä muutoksia sähkön tuotantosektorilla voi järjestöjen tekemien oletusten perusteella tapahtua vuoteen 2020 mennessä.

Maatiloilta, kaatopaikoilta ja biojätteestä saatavan biokaasun käyttöä yhteistuotannossa pitää kasvattaa. Tulevaisuudessa puu, ruokohelpi ja maakaasu lisäävät suosiotaan kaukolämmön polttoaineina, vaikka turve pysyykin sivupolttoaineena vanhoilla laitoksilla.

Tämä visiopaperi olettaa hiilen käytön yhteistuotannossa loppuvan melko nopeasti vuoden 2020 vaiheilla. Puu- ja peltopohjaisten biopolttoaineiden käytön oletetaan puolestaan kasvavan vuoteen 2020 mennessä yhteensä 256 petajouleen. Luku ei sisällä mustalipeän käyttöä. Ruokohelpeä ja energiakasveja viljeltäisiin tällöin vajaalla 500 000 hehtaarilla. Nämä biopolttoaineiden käyttömäärät ovat tehtyjen selvitysten valossa ekologisesti ja taloudellisesti mahdollisia.⁶⁸

Myös teollisuuden vastapainetuotannossa on pyrittävä rakennusasteen nostamiseen. Rakennusastetta voidaan nostaa vuoden 2015 jälkeen uusimalla sellutehtaiden soodakattilat tehokkaampiin, sekä edistämällä mustalipeän kaasutuksen kaupallistamista. Raportin laskelmissa oletetaan, että sellutehtaita uusitaan biojalostamoiksi, jotka tuottavat myös biopohjaisia polttoaineita. Mustalipeää oletetaan käytettävän enimmillään 165 PJ eli, hiukan yli nykyisten lukujen.

Lauhdesähkön laajamittaisen tuotannon oletetaan loppuvan vuoteen 2010 mennessä. Tämän jälkeen laitokset toimivat ainoastaan huippukulutuksen aikaisena varavoimana. Myös erillisen lämmöntuotannon osuutta vähennetään nykyisestä neljänneksestä kymmeneen prosenttiin vuoteen 2020 mennessä.

Ohjaukset:

- Päästökauppajärjestelmän kehittäminen tehokkaaksi ja hiilidioksidiohjaavaksi.
 - alkujaon perustaminen huutokauppaan
 - alkujaon perustaminen teknologia-benchmarkkaukseen
 - tiukkojen laadullisten kriteerien määrittäminen JI- ja CDM-hankkeiden kautta hankittaville päästöyksiköille
- Ostotariffin käyttöönotto tuulivoiman, aurinkoenergian sekä puu- tai peltobiomassaa käyttävien pienen kokoluokan sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitosten edistämiseksi.
- Kattava selvitys tuulivoiman tuotantomahdollisuuksista sekä merellä että sisämaassa uusimmalla teknologialla. Vuodelta 1991 peräisin oleva Suomen tuuliatlas on auttamattoman vanhentunut tämän päivän tuulivoimarakentamisen tarpeisiin.
- Investointituki merituulivoiman ja biomassan kaasutuslaitosten demonstroitihankkeille.
- Aurinkoenergian hyödyntämisen huomioiminen rakentamismääräyksissä.
- Tuulivoima - ja aurinkoenergiatoimialoille road mapin luominen kaikkien toimijoiden yhteistyönä.

LÄHTEET

- ¹ Vuoden 2003 tilasto kasvihuonekaasupäästöistä/henkilö Kioton sopimuksen Annex1-maissa, <http://globalis.gvu.unu.edu/indicator.cfm?Country=FI&IndicatorID=199#rowFI>
- ² Commission of the European Communities (2005) Winning the Battle Against Climate Change. Future Climate Memo.
- ³ Yhdysvallat: Katrinan ja Ritan kustannukset, <http://www.finpro.fi/fi-FI/Market+Information/Country+Information/North+and+South+America/United+States/Artikkelit/Yhdysvallat+Katrinan+ja+Ritan+kustannukset.htm>, 13.10.2005
- ⁴ Lund, P. Upfront resource requirements for large-scale exploitation schemes of new renewable technologies, artikkeli lähetetty julkaistavaksi 8/2005.
- ⁵ Esim. Ympäristöministeri Jan-Erik Enestam Maankäyttö- ja rakennuslakia koskevassa tiedotustilaisuudessa Helsingissä 1.9.2005
- ⁶ Yhdyskuntarakenteen ohjauksen kehittämisohjelma, Yhdyskuntarakenteen ohjaamisen kehittämistyöryhmä, 30.11.2004, <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=28040&lan=fi>
- ⁷ Ristimäki, Mika et al; Kaupunkiseutujen väestömuutos ja alueellinen kasvu, Suomen ympäristö 657, Ympäristöministeriö (2003)
- ⁸ Harmaaajärvi et al; Yhdyskuntarakenne ja kasvihuonekaasupäästöt, Julkaisusarjassa Suomen ympäristö, 522; Ympäristöministeriö (2001)
- ⁹ Harmaaajärvi, Irmeli; Kaavoituksen keinot ilmastonmuutoksen hallinnassa, Yhdyskuntasuunnittelun tutkimus- ja koulutuskeskus, Yhdyskuntasuunnittelun erikoistumisopinnojen kurssimateriaali, 2005 http://virtuaali.tkk.fi/yhdyskuntasuunnittelu/yt-eri/materia/lue_harmaajarvi.pdf
- ¹⁰ Lahti P & Rauhala K (1994), Asuntoalueiden täydennysrakentaminen. Mahdollisuudet, kustannukset ja säästöt. VTT tiedotteita 1574. Espoo.
- ¹¹ Harmaaajärvi, Irmeli; Ilmastonmuutoksen haasteet yhdyskuntasuunnittelulle, esitelmä maanmittaustieteiden päivillä 17.-18.11.2005, http://mts.fgi.fi/paivat/2005/05_harmaajarvi.pdf
- ¹² Harmaaajärvi et. al., Yhdyskuntarakenne ja kasvihuonekaasupäästöt, Julkaisusarjassa Suomen ympäristö, 522; Ympäristöministeriö (2001).
- ¹³ Valtakunnallinen henkilöliikennetutkimus 04-05. <http://www.hlt.fi/>
- ¹⁴ http://www.stockholm.se/files/103900-103999/file_103994.pdf
- ¹⁵ VTT Lipasto 2001
- ¹⁶ Lähde: EU:n komission 4. päästökkehitysraportti koskien ilmastopolitiikan toimeenpanoa. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=9337&lan=fi>
- ¹⁷ VTT, Liikenteen biopolttoaineiden käyttömahdollisuudet Suomessa 2005
- ¹⁸ Lampinen A.; Pöyhönen.; Hänninen, K., Traffic fuel potential of waste based biogas in industrial countries –the case of Finland. World Renewable Energy Congress VIII (WREC 2004).
- ¹⁹ VTT 2005
- ²⁰ Tilastokeskus 2005: Tilastollinen Vuosikirja 2005.
- ²¹ Ympäristöministeriö 2001: Kansallinen ilmasto-ohjelma - ympäristöministeriön sektoriselitys. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=13149&lan=fi>
- ²² Ks. esim. VTT 2003: INDUCON-rakennuskonsepti. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2003/T2206.pdf>
- ²³ VTT 2002: Korjausrakentaminen 2000–2010. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2002/T2154.pdf>
- ²⁴ Ibid
- ²⁵ Laskelmassa tarvittavat luvut uusiorakentamisesta ja rakennuskannan kehityksestä viite 23. Oletetaan että matalaenergiatalot kuluttavat energiaa keskimäärin kaksi kolmannesta tyyppillistä rakennusta vähemmän.
- ²⁶ Oletetaan että perusparannuksissa saadaan puolitetuksi rakennusten energiankulutus. Laskelmassa tarvittavat luvut viite 1 sekä KTM 2005: Kansallisen energia- ja ilmastostrategian laadinnassa käytetyt skenaariot. http://asiakas.poutapilvi.fi/p4_ktm/files/15831/Skenaarioraportti02.12.2005.pdf
- ²⁷ Vuonna 2003 omakotitalojen sähkölämmityksen uusimisia & korjaamisia tehtiin VTT:n arvion mukaan 17 000 kpl.
- ²⁸ Kaukolämmön osalta oletetaan maan keskiarvon mukaiset päästöt, sähkölämmityksen ja lämpöpumppujen käyttämän sähkön osalta hiililauhdetta vastaavat päästöt. Laskelmassa tarvittavat luvut viite 21.
- ²⁹ Tämä edellyttäisi sitä, että lämmitysjärjestelmämuutoksia tehtäisiin vuosittain arviolta 18 500 taloon. V.2003 öljylämmitysjärjestelmiä uusittiin/korjattiin VTT:n mukaan noin 15 000 pientalossa. Laskelmassa tarvittavat luvut viite 21.
- ³⁰ VTT 1999: Tulevaisuuden ikkunoiden kehityspusteet ja valinta. <http://www.inf.vtt.fi/pdf/tiedotteet/1999/T1939.pdf>
- ³¹ Ympäristöministeriö 2003: Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto lämpöhäviöiden tasauslaskennassa. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=7875&lan=fi>
- ³² Energiatilastot 2004, tilastokeskus; Kotitalouksien ja toimistotilojen laitesähkön tehostaminen, työtehoseuran julkaisu 384, Työtehoseura 2002.
- ³³ Ibid.
- ³⁴ Arvio perustuu työtehoseuran raporttiin Kotitalouksien ja toimistotilojen laitesähkön tehostaminen. Tämän tutkimuksen osoittamien mahdollisuuksien lisäksi on arvioitu, että laitesähkön valmiustilat voitaisiin eliminoida kytkemällä laitteet pois sähköverkosta jakorasioilla, joissa on kytkin, mikä säästäisi maksimissaan noin 0,5 TWh. Lisäksi uusien laitteiden valmiustilojen oletetaan pienenevän merkittävästi vuoteen 2010 mennessä.

LÄHTEET

- ³⁵ Työtehoseura. 2002. Kotitalouksien ja toimistotilojen laitesähkön tehostaminen. Työtehoseuran julkaisu 384.
- ³⁶ Electrowatt Ekono, Korkeahyötysuhteisten sähkömoottorien hankinta, Motiva Oy, 2004.
- ³⁷ Lester R. Brown. 2005. Learning from China, Why the Western Economic Model Will not Work for the World. Earth Policy Institute. Verkossa: <http://www.earth-policy.org/Updates/2005/Update46.htm>
- ³⁸ Ympäristöministeriö. 2005. Sähkölämmitysveron toteuttamiskelpoisuus Suomessa -työryhmän mietintö. Verkossa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=42617&lan=FI>
- ³⁹ Työtehoseura, Kotitalouksien ja toimistotilojen laitesähkön tehostaminen. Työtehoseuran julkaisu 384, 2002.
- ⁴⁰ Motiva Oy. 2004. Energiansäästölamppu. Verkossa: <http://www.motiva.fi/fi/kuluttajat/asuminen/kodinhankinnat/energiansaastolamppu.html>
- ⁴¹ Energy efficient motor driven systems, European Copper Institute, 2004; Korkeahyötysuhteisten sähkömoottorien hankinta, Electrowatt Ekono, Motiva Oy, 2004.
- ⁴² European Commission, The European motor challenge programme, drives module, 2003.
- ⁴³ Teollisuuden energiansäästösopimusten vuosiraportti 2004, Motiva Oy.
- ⁴⁴ European Commission, The European motor challenge programme, drives module.
- ⁴⁵ Lovins, A, Hargroves, C. Factor Ten engineering — 10XE Transforming Engineering Education and Practice with Whole Systems Engineering Design.
- ⁴⁶ European Commission, The European motor challenge programme, drives module, 2003.
- ⁴⁷ Melender, T., "Vaconin huominen on Aasiassa", Arvopaperi 12/2004.
- ⁴⁸ Energiatilasto 2004, Tilastokeskus.
- ⁴⁹ Metsäteollisuus ja energia, Energy visions 2030 for Finland, VTT Energy.
- ⁵⁰ Ibid.
- ⁵¹ Helynen et al, Bioenergian mahdollisuuden kasvihuonekaasujen vähentämisessä, VTT tiedotteita 2145. Edita, Helsinki, 2002.
- ⁵² VTT kehitti korkealaatuisen ekologisen paperin, Lehdistötiedote, VTT, 2005.
- ⁵³ Hetemäki. L. "ICT and communications paper market", teoksessa Information technology and the forest sector, ed., Hetemäki L., Nilsson, S. IUFRO, 2005
- ⁵⁴ Kansallisen energia- ja ilmastostrategian laadinnassa käytetyt skenaariot, tekstiluonnos, http://www.ktm.fi/files/16072/Skenaarioraportti_21.12.2005.pdf
- ⁵⁵ Hetemäki. L., "ICT and communications paper market". 2005
- ⁵⁶ "Sähköisellä paperilla on jo näyttöä", Sentteri, Senteran asiakaslehti, marraskuu 2005.
- ⁵⁷ Rautaruukki yritysvastuun raportti 2003.
- ⁵⁸ Teknologia ja ilmastonmuutos, Climtech ohjelma, keskeiset tulokset, kalvosarja.
- ⁵⁹ "Tuulivoimateollisuus – suuri mahdollisuus suomalaiselle teknologiaviennille", Winwind Oy tiedote 3/2005
- ⁶⁰ Tuulivoima tietartta viennin edistämiseksi, Teknologiateollisuus 2005.
- ⁶¹ Teknologia ja ilmastonmuutos, Climtech ohjelma, keskeiset tulokset.
- ⁶² Kansallisen energia- ja ilmastostrategian laadinnassa käytetyt skenaariot, tekstiluonnos. Kauppa- ja teollisuusministeriö.
- ⁶³ Energiateollisuus ry., <http://www.energia.fi/page.asp?Section=3226&Item=15625>
- ⁶⁴ [Kauppa- ja teollisuusministeriö. Tuulivoimatavoitteiden toteutumisenäkymät. http://ktm.elinar.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/All/AD1B1CD9FED5BD05C2256F88004F7BAC/\\$file/tuulivoimaselvitys_2004.pdf](http://ktm.elinar.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/All/AD1B1CD9FED5BD05C2256F88004F7BAC/$file/tuulivoimaselvitys_2004.pdf)
- ⁶⁵ Ympäristöministeriö, Lapin liitto, Pohjois-Pohjanmaan liitto, Keski-Pohjanmaan liitto ja Pohjanmaan liitto, 2003.
- ⁶⁶ VTT: Uusiutuvan energian lisäysmahdollisuudet vuoteen 2015, 2005.
- ⁶⁷ Helynen et al, Bioenergian mahdollisuuden kasvihuonekaasujen vähentämisessä, VTT tiedotteita 2145. Edita, Helsinki, 2002.
- ⁶⁸ Energia Suomessa, VTT ja Edita 2004.

