

Raportteja ja kommentteja

Kari Silfverberg

Yhdyskunnat ja ilmastonmuutos— suunnittelun lähtökohdat muuttuvat rajusti

Globaalisen lämpenemisen synnyttämä ilmastonmuutosta ja sen ennustettuja vaikutuksia on päivälehdissä ja useissa ympäristöalan ammattijulkaisuissa tarkasteltu kuluvan vuoden aikana hyvinkin ahkerasti. Jos ilmasto-ongelman ottaa puheeksi yhdyskuntasuunnittelun ja rakennusalan ammatti-ihmisten kanssa joutuu kuitenkin varsin usein kohtaamaan välinpitämättömyyttä, lievää huvittuneisuutta tai jopa kyynistä vähättelyä. Moiseen suhtautumiseen ei kuitenkaan enää ole varaa sen paremmin suunnittelijoilla kuin poliittisilla päättäjäillääkään, sillä globaalisten ilmastonmuutosprosessien kiihtyvä eteneminen on tällä hetkellä karua todellisuutta.

Useissa eri tutkimuslaitoksissa meilläkin olevat, matemaattisiin ilmastomalleihin perustuvat tutkimukset, ennusteet ja skenaariotarkastelut osoittavat kiistatta, että ilmastonmuutoksen vaikutukset ihmisyyshyönteiden elinehtoihin tulevat jo lähivuosikymmenien aikana olemaan hyvinkin dramaattiset.

Ilmastokysymyksiä on kuluvan vuoden aikana pohdiskeltu useissa kansainvälisissä konferensseissa, mm. YK:n ympäristöohjelman UNEPin isännöimissä ilmastopaneeleissa, Helsingissä syyskuussa järjestetyssä Maailman ilmatieteellisen järjestön (WMO:n) konferenssissa ja marraskuun alussa Nordwijckissa Hollannissa pidetyssä 72 ympäristöministerin kokouksessa, jossa ilmastonmuutos luokiteltiin lähitulevaisuuden vakavimmaksi globaaliseksi ympäristöongelmaksi.

Pienemmissä puitteissa pohdiskeltiin ilmastonmuutosta ja sen vaikutuksia yhdyskuntasuunnitteluun Helsingin kaupunkisuunnitteluvirastossa järjestetyssä ilmastonmuutosseminaarissa viime helmikuussa.

Tässä artikkelissa yritän koota yhteen uusimpien ilmastonmuutoskkenaarioiden tarjoamia ennustuksia ja muutosten arvioituja vaikutuksia sekä globaalises-

ta että Suomen perspektiivistä. Aluksi lienee aiheellista lyhyesti kerrata ilmaston lämpenemisen fysikaalisia ja geokemiallisia prosesseja.

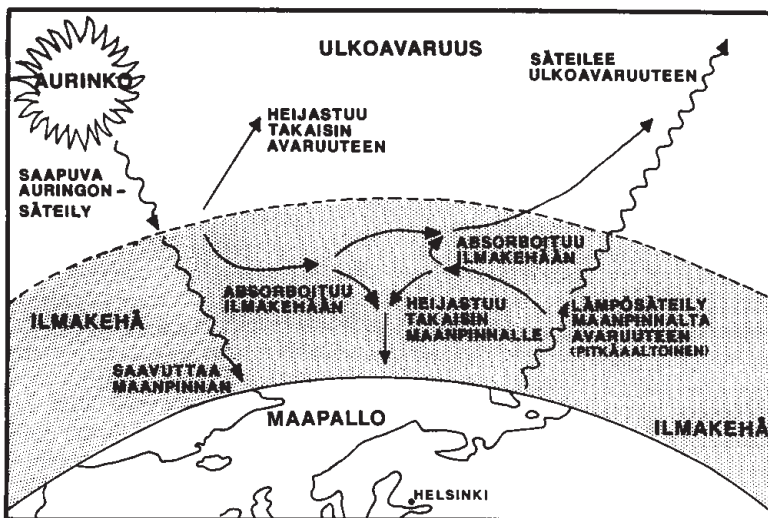
Kasvihuoneilmion mekanismit

Nykyisin jo tutuksi tulleella termillä "kasvihuoneilmiö" tarkoitetaan ilmakehän ominaisuutta toimia lämpövaippana, joka päästää lävitseen maapallon pintaa lämmittävän lyhytaaltoisen auringonsäteilyn, mutta estää osan maanpinnalta ulos säteilevästä pitkäaaltoisesta lämpösäteilystä karkaamasta avaruuteen. Tämän ominaisuuden ansiosta maan lämpötila on noin 35 celsiusastetta korkeampi kuin ilman sitä. Kasvihuone-mekanismi on maapallon biosfäärin olemassaololle elintärkeä ilmiö. Visuaalisesti voidaan ilmiötä havainnollistaa oheisella kuviolla (Kuva 1).

Meilläkin olevan ilmastonmuutoksen syynä ei voida pitää kasvihuonevaikutusta sinänsä, vaan sen nopeata ja epänormaalia voimistumista, joka johtuu ihmisyyshyönteiden, varsinkin teollistuneissa maissa, ilmakehään päästämistä valtavista määristä antropogeenisiä "kasvihuonekaasuja".

Merkittävin näistä lämmittävästä kasvihuonekaasuista on hiilidioksidi (CO_2), jonka määrää ilmakehässä lisää etupäässä fossiilisten polttoaineiden polttaminen teollisuudessa, energiantuotannossa ja liikenteessä sekä metsien hävittäminen ja niiden uusiutumisen yltävät hakuut. Tärkeimmät nielut, jotka poistavat hiilidioksidiä ilmakehästä ovat valtameret ja vihreät kasvit.

Nykyisin hiilidioksidin määrä ilmakehässä on noin 40 prosenttia korkeampi kuin esiteollisella kaudella. Tilavuuspitoisuus on noin 350 ppm (esiteollinen noin 280 ppm) ja hiilen määrä noin 700 miljardia tonnia (gigatonnia). Maapallon metsissä on hiiltä noin 500 gigaton-



Kuva 1.

Kasvihuone-mekanismi John Gribbinin mukaan.

Osa maanpinnalta ulkoavaruuteen säteilevästä pitkäaaltoisesta (infrapuna-) lämpösäteilystä absorboituu ilmakehään ja heijastuu takaisin maahan.

nia sekä pelloilla ja muissa vuosittain uudistuvissa kasvustoissa noin 100 gigatonnia. Maapallon suurin hiilivarasto on valtamerissä: pintakerroksissa suunnilleen saman verran kuin ilmakehässä, mutta koko vesimassaan liuenneena jopa viisikymmenkertaisesti. Ihmisen aikaansaama ilmakehän hiilikuormitus on nykyisin noin 7 gigatonnia vuodessa, josta fossiilisten polttoaineiden osuus on yli 5 ja trooppisten metsien hakkuiden ja polttamisen osuus 1—2. Noin puolet ilmakehään päästetystä ylimääräisestä hiilestä poistuu valtameriin.

Muita merkittäviä ihmisen tuottamia kasvihuonekaasuja ovat metaani (CH₄), typpioksiduuli eli ilokaasu (N₂O), otsoni (O₃) ja kloori-fluori-hiilivety-yhdisteet (CFC 11 ja CFC 12). Metaanin osuus

ilmakehän lämpenemisprosessissa on noin 12—15 prosenttia ja määrän kasvu on noin 1,2 prosenttia vuodessa. Tärkeimmät ihmisperäiset metaanilähteet ovat riisipellot (yli 100 miljoonaa tonnia vuodessa), lehmien ja muiden kotieläinten ruoansulatusprosessit (noin 80 Mt vuodessa), kaatopaikat, ja jättevesialtaat sekä öljy- ja kaasukentät. Uusina kasvihuonekaasujina ovat 1960- ja 70-luvuilla mukaan tulleet CFC-yhdisteet (freonit), jotka aiheuttavat lisäongelmia myös tuhoamalla yläilmakehän (stratosfääriin) suojaavaa otsonikerrosta. Suhteelliselta lämmitysvaikutukseltaan CFC-kaasut ovat ylivoimaisesti tehokkaimmat: yksi CFC-molekyyli vastaa noin 10 000 CO₂-molekyyliä. CFC-yhdisteiden tärkeimpiä käyttökohteita ovat eräät muovit ja lämpöeristeet (mm. polyuretaanit), kyl-

mälaitteet, aerosolit ja eräät puhdistusaineet. Nykyinen CFC-tuotanto on noin 800 000 tonnia vuodessa. Sen vähentämisestä ja korvaamisesta muilla kemikaaleilla on päästy sopimukseen teollisuusmaiden kesken, mutta maailmanlaajuinen tuotanto näyttää kuitenkin tulevaisuudessa kasvavan, sillä mm. Kiinassa ja Intiassa tullaan jatkossakin valmistamaan CFC-yhdisteillä toimivia kylmälaitteita ym.

Tärkeimpien ihmisperäisten "kasvihuonekaasujen" lähteet, pitoisuudet, ominaisuudet ym. ilmenevät oheisesta taulukosta. Mainittujen lisäksi on myös vesihöyry tärkeä kasvihuonemekanismin kannalta, mutta sen kiertokulussa on ihmisen vaikutus vähäinen.

Tärkeimmät ilmaston lämpenemiseen vaikuttavat antropogeeniset kaasut/ Lähteitä, ominaisuuksia, pitoisuuksia, ym.

	Hiilidioksidi CO ₂	Metaani CH ₄	Typpioksiduuli N ₂ O	CFC-yhdisteet (11 ja 12)	Otsoni O ₃
Tärkeimmät ihmisperäiset (antropogeeniset) lähteet	Fossiiliset polttoaineet Metsien hävitys Maaperäerosio ja aavikoituminen	Riisivainiot Suot Kaatopaikat ja jättevesialtaat Lehmien pötsit Maakaasuvuodot	Fossiiliset polttoaineet Peltojen lannoitus ja kyntö Pellonraivaus	PU-eristeet ja vaahtomuovit Jäähdytyslaitteet Aerosolit Puhdistusaineet	syntyy fotokemiallisten prosessien kautta mm. ilmansaasteiden vaikutuksesta
Poistuminen alailmakehästä (nielut)	Valtameret Metsät ja muu kasvillisuus	OH-reaktiot Maaperä Yläilmakehään	Yläilmakehään (Stratosfääri)	Yläilmakehään	Yläilmakehään
Tilavuus- v. 1988 pitoisuudet (n.v. 1800) ilmakehässä	350 ppm (280 ppm)	1,7 ppm (0,7 ppm)	0,31 ppm (0,28 ppm)	CFC 11 0,27 ppb CFC 12 0,46 ppb	0,02—10 ppm vaihtelee eri korkeuksilla
Keskim. pysyvyys ilmakehässä	n. 500 v.	7—10 v.	165—185 v.	70—100 v.	tunteja—päiviä
Nykyinen keskim. pitoisuuden lisäys vuodessa	0,7 %	1,2 %	0,4 %	n. 6 %	lisääntyy troposfäärissä
Emissiit vuodessa	n. 7 Gt	n. 425 Mt	n. 30 Mt	n. 800 Kt	vähenee stratosfäärissä
Nykyinen osuus lämpenemisessä	n. 50 %	12—15 %	n. 8 %	8—14 %	6—10 %
Yhden molekyylin suhteellinen lämpövaikutus (kerroin)	1	n. 20	n. 200	n. 10 000	n. 2000

Selityksiä:
troposfääri = alailmakehä
stratosfääri = yläilmakehä

ppm = part per million
ppb = part per billion

Kt = Kilotonnia
Mt = miljoona tonnia
Gt = gigatonnia

Lähteet: Hekstra, 1989; UNEP, 1987, 1988; Warrick & Farmer, 1989

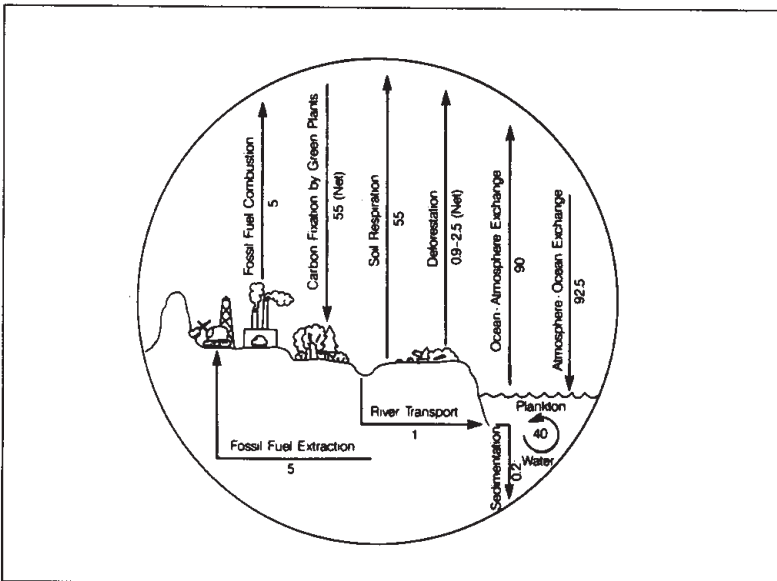
Nykyiset ilmastomuutoskkenaariot

Hiilidioksidin lämmitysvaikutus tunnettiin jo 1800-luvulla, jolloin ruotsalainen tutkija Arrhenius laati varsin luotettavaksi osoittautuneen arvion kaasun lisääntymisen vaikutuksesta maan lämpötilaan. Varsinaiset matemaattiset monimuuttuja-ilmastomallit ovat kuitenkin vasta 1970- ja 80-lukujen saota. Niiden rakentelun on mahdollistanut uusi ATK-tekniikka ja sääsatelliittien keräämä laaja informaatiopohja. Jonkinverran toisistaan eroavia ilmastomalleja on

nykyisin käytössä kymmenkunta, tunnetuin lienee ns. GISS-malli (Goddard Institute for Space Studies).

Uusimpien ennusteiden mukaan tulee maapallon keskilämpötila noin vuonna 2030 (2XCO₂-tilanteessa) olemaan 2–5 celsiusastetta nykyistä korkeampi. Sellainen lämpötilanmuutos olisi erittäin huomattava, sillä se vastaisi lähes koko jääkauden jälkeistä lämpötilanmuutosta yli 100-kertaisella nopeudella. Epävarmuustekijöitä malleissa ovat mm. pilvisyyden vaikutus lämpenemiseen ja valtamerien ja merivirtojen käyt-

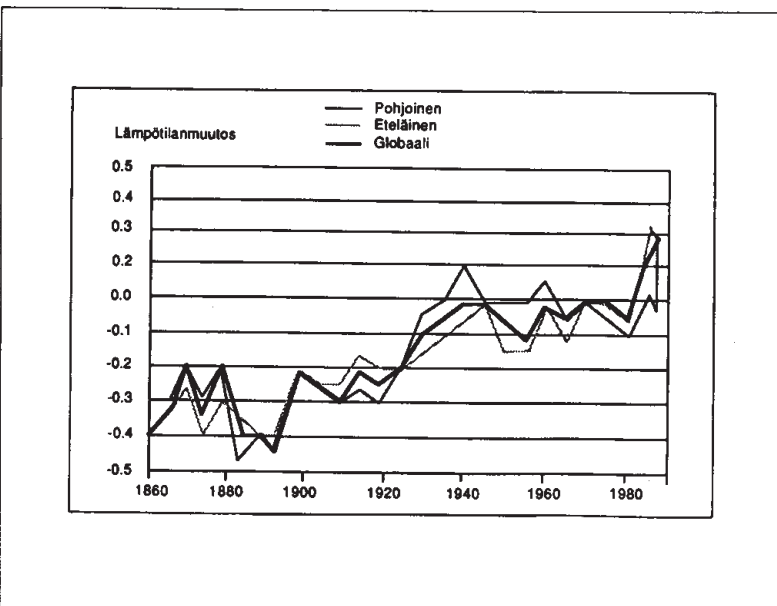
täytyminen sekä alueelliset ennusteet. Alueellisesti saattaa lämpenemisessä esiintyä suuriakin vaihteluita, mutta pääasiallisesti ennustetaan korkeiden leveysasteiden alueiden (mm. Suomi) lämpenevän huomattavasti keskiarvoa nopeammin. Sateisuuden ennustetaan lisääntyvän korkeilla leveysasteilla ja vähenevän mm. Etelä-Euroopassa ja tärkeillä viljanviljelyalueilla Pohjois-Amerikassa ja Etelä-Neuvostoliitossa. Säätilan nopeiden vaihteluiden ja voimakkaiden myrskyjen ennustetaan lisääntyvän globaalisesti.



Kuva 2.

Hiilen kiertokulkukaavio

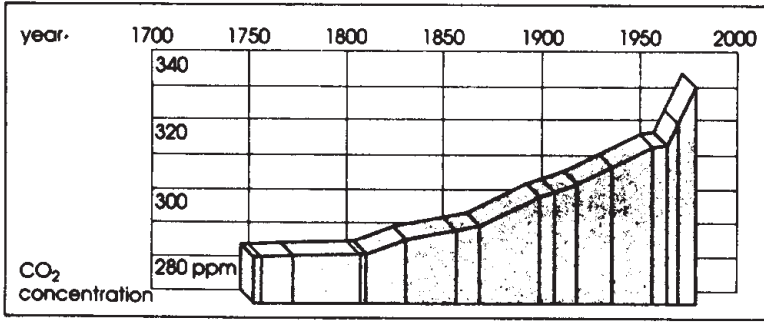
Lähde: World Resources 1987



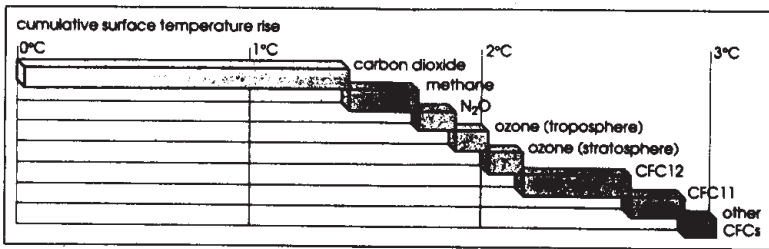
Kuva 3.

Maapallon keskilämpötilan muutokset 1860–1985

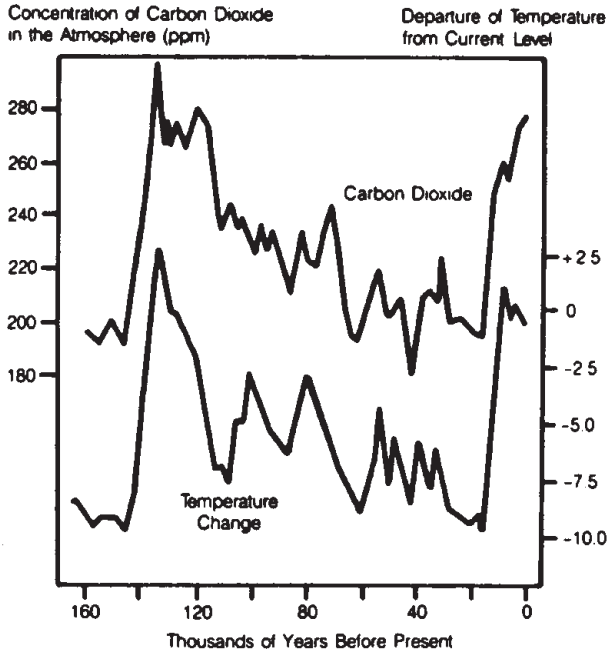
Lähde: YKST-toimikunnan mietintö, 1989



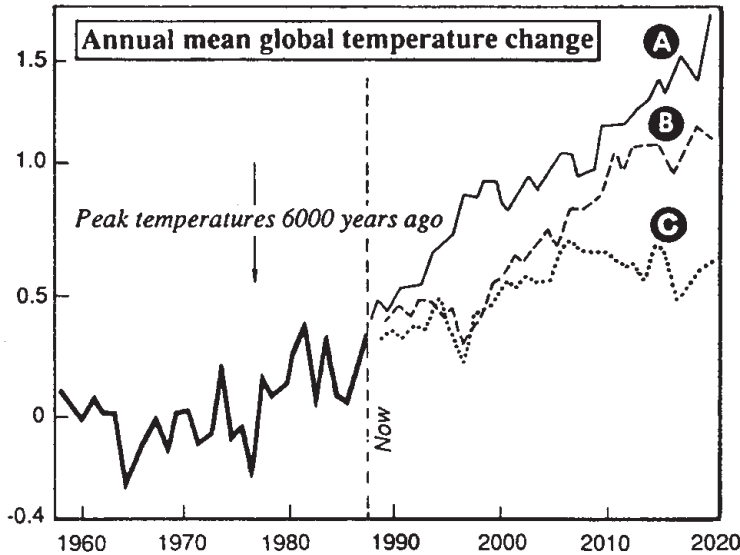
Kuva 4.
Hiilidioksidipitoisuuden lisääntyminen ilmakehässä 1700-luvulta.
Lähde: UNEP 1987



Kuva 5.
Eri "kasvihuonekaasujen" osuudet arvioidussa, ilmaston lämpenemisessä noin vuoteen 2030.
Lähde: UNEP 1987



Kuva 6.
Ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden ja maapallon keskilämpötilan muutokset 160 000 vuoden aikana.
Lähde: World Resources 1988—89



Kuva 7.
GISS-mallin vaihtoehtoisia keskilämpötila-skenaarioita.
Lähde: New Scientist 12.11.1988

Viime aikoina ovat ilmastotutkijat kiinnittäneet huomiota eräisiin ilmaston lämpenemisen mahdollisesti synnyttämiin takaisinkytkentä- ja ketjuvaikutuksiin, jotka saattavat kiihdyttää lämpenemistä vielä nopeammaksi. Eräs tällainen kumuloituva vaikutus saattaa olla se, että valtamerien lämpeneminen vähentää niiden kykyä sitoa ilmakehän ylimääräistä hiilidioksidia, jolloin ilman hiilidioksidipitoisuuden kasvu nopeutuu. Myös metaaniin liittyy arvaamattomia kumuloituvia vaikutuksia. On mm. esitetty arvioita, että valtamerien mannerjalustojen pohjille kertynyt metaani saattaa meriveden lämmitessä alkaa vapautua ilmakehään. Tämä prosessi lisääisi ilman metaanipitoisuutta ainakin 250 miljoonalla tonnilla vuodessa jo 2030-luvulla. Suuria metaanimääriä saattaa siirtyä ilmakehään myös jos Siperian ja Kanadan pohjoisosien irtaouta sulaa ja laajojen suo- ja tundra-alueiden metaani alkaa vapautua. Jää- ja lumipeitteen supistuminen puolestaan lisää merien ja manneralueiden kykyä absorboida auringonsäteilyä heijastustehon vähentyessä.

Eräissä uudemmissa tutkimuksissa on arvioitu, että takaisinkytkentöjän ja kumuloituvien vaikutusten johdosta saattaa globaalinen lämpeneminen vuonna 2030 olla jopa 6–8 astetta. Niin nopea lämpeneminen koettelisi ennennäkemättömän rajusti koko biosfäärin ekologista sopeutumisen- ja kestävyyskykyä. Ihmisyhteisöjen elinehtojen kannalta vaikutus olisi epäilemättä hyvin tuhoisa.

Muutosnäkymät Suomen alueella

Skandinavian ja Suomen alueelle ilmastomallit lupaavat huomattavaa keskilämpötilan nousua, jopa kaksinkertaista globaaliseen keskiarvoon verrattuna. Myös sateisuuden ennustetaan lisääntyvän ja painottuvan syys- ja talvikaudelle, jolloin myös esiintyisi voimakkaita myrskyjä. Lumisten pakkastalvien tilalle tulisi pimeätä, sateista ja tuulista syysilmaa. Kesäkauden säätilaksi mallit ennustavat lämmintä ja kuivaa pitkin helleaaltointeen. Tehollisen kasvukauden ennustetaan pitenevän huomattavasti, jopa kahdella kuukaudella vuoteen 2030 mennessä.

Skandinavian alueen ilmastomuutosennusteissa on kuitenkin eräs merkittävä epävarmuustekijä, nimittäin lämpimän Golf-virran käyttäytyminen. Nykyisin Golf-virta siirtää lämpöä päiväntasaajan seuduilta Pohjois-Atlantille ja lämmittää voimakkaasti meidän ilmastoaamme. Merentutkijoiden mukaan on kuitenkin mahdollista että virta kääntyisi ilmastomuutosprosessin aikana pois päin Skandinaviasta. Siinä tapauksessa meidän ilmastomme ei lämpenisi vaan saattaisi kylmetä nykytilanteeseen verrattuna. On tietenkin myös mahdollista, että ilmasto aluksi lämpenee mutta alkaa myöhemmin kylmetä jos Golf-virran suunta muuttuu.

Ilmastomuutos ja valtameret

Ilmakehä ja meret ovat jatkuvassa vuorovaikutuksessa. Muutokset ilmastossa vaikuttavat meriin ja synnyttävät takaisinkytkentöjä ja päinvastoin. Lämpeneminen vaikuttaa merissä paitsi ekosysteemeihin ja kalakantoihin myös merivirtojen kulkuun ja varsin huomattavasti myös merenpinnan korkeustasoon, joka on hitaasti noussut 1900-luvun aikana (15–20 cm). Merenpinnan nousun syynä on sekä veden lämpölaajeneminen että mannerjäätiköiden hidas sulaminen ja Etelämannerjäätikön lohkeilu mereen.

Etelämannerjäätikön täydellinen sulaminen nostaisi valtamerien pintaa yli 70 metriä, Grönlannin jäätiköiden sulaminen noin 7 metriä ja muiden pienempien jäätiköiden (mm. Alppijäätiköt, Norjan, Alaskan ja Himalajan jäätiköt) sulaminen noin metrin. Vaikka sulamisprosesseja onkin käynnissä mm. Grönlannissa ja alpeilla, ei pelkoa yhtäkkiä vedenpaisumuksesta ole, sillä sulamisprosessit ovat hyvin hitaita. Sadan vuoden perspektiivillä on sulaminen kuitenkin jo varsin merkittävä tekijä merenpinnan nousussa. Nykyiset ennusteet merenpinnan noususta vaihtelevat välillä 60–160 cm vuoteen 2050 mennessä. Mikäli nousu olisi metrin luokkaa tai enemmän olisi sen vaikutus tiheästi asutuilla alavilla rannikkoalueilla jo varsin dramaattinen, jo 50 senttimetrin

nousu riittäisi tuhoamaan laajoja jokisuistojen riisinviljelyalueita.

Edellämainittujen ilmastollisten tekijöiden lisäksi nostaa merien pintaa jonkin verran myös maapallon vuoristo- ja viljelyalueiden yhä kiihtyvä maaperäeroosio, jonka vaikutuksesta vuosittain huuhtoutuu satoja miljardeja tonneja maa-ainesta meriin. Tasapainottavana tekijänä merennousussa saattaisi olla sateisuuden lisääntyminen etelänavan seuduilla, mikä kasvattaisi Etelämantereen keskiosan jäätikön paksuutta, ja siirtäisi siten vettä merestä maalle.

Arvioituja ilmastomuutoksen vaikutuksia

Ilmastomuutoksen globaalista vaikutuksista merkittävimmät lienevät sen aiheuttamat muutokset maapallon ilmastot- ja kasvillisuusvyöhykkeiden sijainnissa ja maa- ja metsätalouden edellytyksissä. Pohjoinen havumetsävyöhyke yhtenäisenä vyöhykkeenä saattaa hävitä lähes täysin. Vastaavasti tulee lauhkeiden ja trooppisten vyöhykkeiden osuus kasvamaan huomattavasti.

Maapallon metsien pinta-alan arvioidaan supistuvan nykyisestä noin 20 prosenttia. Lämpimien alueiden viljelykasvien viljelyrajat siirtyvät korkeam-

mille leveysasteille, joilla kasvukausi tulee pitenemään. Toisaalta tuo lämpeneminen mukanaan pohjoisille (ja eteläisille) alueille aikaisemmin esiintymättömiä kasvi- ja tuholaisia, jotka saattavat vähentää kasvukauden pidentymisen tuomaa helpotusta.

Maanviljelyn kannalta hyvin oleellinen tekijä on sateiden määrä ja jakautuminen eri vuodenaikoina. GISS-mallin mukaan tulisi kääntöpiirin alueiden sekä Etelä-Euroopan, eteläisen Neuvostoliiton ja Pohjois-Amerikan viljanviljelyalueiden ilmasto kuivumaan huomattavasti nykyisestä. Koska osa em. alueista on nykyisin maapallon tärkeimpiä maatalousylijäämän tuotantoalueita, on ilmastomuutostilanteessa odotettavissa vakavia ongelmia maailman elintarvikehuollolle. Kuivuuden, heinäsiirkatuhojen ja muiden alueellisten vitsauksien iskiessä ei olisi enää saatavilla viljaylijäämiä, joilla nälkäänäkevien henkinjääminen olisi turvattavissa. On ilmeistä, että lähivuosikymmeninä on globaalisen elintarvikehuollon turvaamiseksi ryhdyttävä laajamittaisesti tutkimaan valtamerien potentiaaleja elintarviketuotannon lisäämiseksi.

Huomionarvoinen uhka maatalouden alalla on myös ennustettu merenpinnan kohoaminen, sillä monet tärkeät riisinviljelyalueet sijaitsevat matalilla merenranta-alueilla ja jokisuistoissa (esim. Egyptissä, Irakissa, Bangladeshissa,

Thaimaassa, Vietnamissa, Filippiineillä ym.) Jo yhden metrin merennousu tuhoaisi hyvinkin laajoja viljelyalueita, eräiden arvioiden mukaan jopa 2—3 miljoonaa km²?

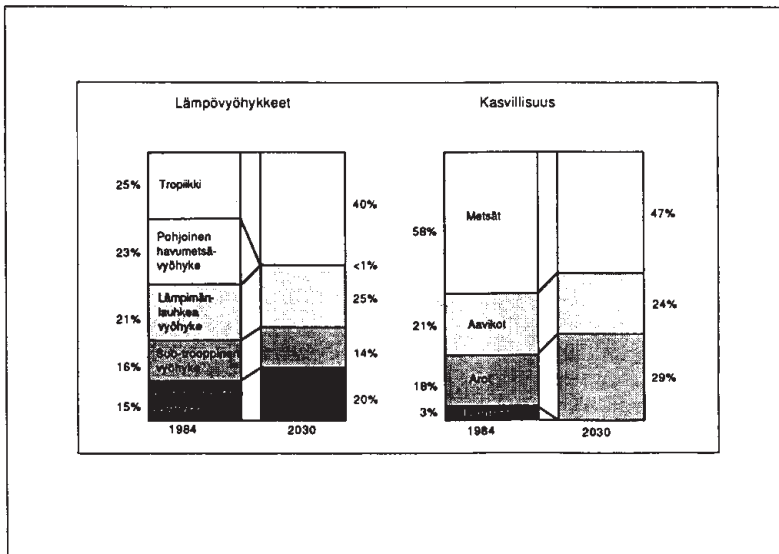
Silmiinpistävämpi olisi merennousun vaikutus kuitenkin matalien rannikoiden asutuskeskuksissa ja suurkaupunkeissa. Tällaisia merennoususta huomattavaa haittaa kokevia kaupunkeja ovat mm. Amsterdam, Rotterdam, Lontoo, Liverpool, Portsmouth, Edinburgh, Le Havre, Brest, Marseille, Nizza, Genova, Napoli, Venetsia, Barcelona, Thessaloniki, Odessa, Gdansk, Göteborg, Malmö, Helsinki ja Leningrad Euroopassa; New York, New Jersey, Miami, New Orleans, Havanna, Caracas ja Rio de Janeiro Amerikassa; Alexandria, Dakar, Lagos, Maputo, Dar es Salaam ja Mombasa Afrikassa sekä Karachi, Bombay, Dacca, Rangoon, Bangkok, Kuala Lumpur, Singapore, Jakarta, Manila, Tokio ja Shanghai Aasiassa.

Suojarakenteiden rakentaminen uhanalaisten kaupunkien rannoille tulee olemaan valtava taloudellinen uhraus. Esim. Hollannissa on arvioitu, että yhden metrin merennousun aiheuttamat kustannukset olisivat yhteensä 20—30 miljardia markkaa seuraavien 50—60 vuoden aikana. Globaalisesti suojauskustannukset epäilemättä nousevat yli tuhannen miljardin.

Suomea koskevia vaikutusarvioita

Suomessa vakavin ilmastomuutoksen seuraus on epäilemättä havumetsärajan siirtyminen pohjoiseen ja mahdollinen täydellinen havumetsien kuoleminen nopean lämpenemisen ja ilmansaasteiden yhteisvaikutuksen johdosta. Lieenee selvää, että sellainen kehitys olisi ankaru isku kaikille puunjalostukseen perustuville elinkeinoille.

Suomen maataloudelle tietäisi lämpeneminen ja kasvukauden piteneminen periaatteessa tuottavuuden nousua ja mahdollisuuksia uusien viljelykasvien käyttöönottamiselle. Ongelmaksi voi kuitenkin muodostua uusien kasvitautilien ja tuholaiskantojen leviäminen Suomeen. GISS-mallin ennusteiden mukaan on myös odotettavissa että saateet jakautuisivat epäsuotuisasti siten, että kesät olisivat kuivia syys- ja talvikausien ollessa sateisia. Sellaisessa tilanteessa maatalous ei pystyisi ilman keinokastelua hyötymään kasvukauden pitenemisestä.



Kuva 8. Ennustettuja muutoksia lämpö- ja kasvillisuusvyöhykkeiden laajuudessa 1984—2030. Lähde: YKST-toimikunnan mietintö, 1989

Suomen osalta on kuitenkin muistettava Golf-virran aiheuttama huomattava epävarmuustekijä ilmastomuutosten nusteille. Nykyisellä tietämyksellä ei pystytä ennakoimaan virran käyttäytymistä lämpenemisen johdosta.

Merennousu on kuitenkin sellainen globaalisen ilmastomuutoksen seuraus, joka ei ole riippuvainen Golfvirran suunnasta. Siitä huolimatta, että jääkauden jälkeinen maannousu (2–3 cm kymmenessä vuodessa) jossain määrin vähentää merennousun vaikutuksia, on merennousu varsin merkittävä ympäristömuutos, jonka vaikutukset voivat olla tuntuvia jo 2030-luvulla mm. Helsingissä, Espoossa, Haminassa, Kotkassa, Hangossa, Turussa ja Porissa.

Helsinki ja merennousu

Helsingissä alkaa kaupunginrajojen sisäpuolinen hyväpohjainen rakennusmaa kohta olla loppuunkäytetty. Kaupungin kasvumahdollisuuksista ja varsinkin asuntorakentamisesta huolta kantavat virkamiehet ja suunnittelijat ovat jo pitkään kohdistaneet katseitaan kaupungin satama- ja teollisuuskäytössä oleviin ranta-alueisiin ja mataliin täyttöraintoihin. Sellaisia matalalla sijaitsevia (alle 3 metriä keskivedenpinnasta) ranta-alueita, joille tällä hetkellä suunnitellaan maankäytön muutoksia ja huomattavia rakennushankkeita on Helsingissä nykyisin yli 300 hehtaaria. Helsingin historiallinen ydinkeskusta: Kauppatorin alue, Kluuvi ja Siltasaari—Hakaniemi, on lähes kauttaaltaan alavaa maata, paikoitellen alle 2 metriä merennousta. Näille alueille aiheuttaa jo puolen metrin merennousu huomattavia suojaustarpeita, sillä kovien länsituulien synnyttämät tulvahuiput voivat olla jopa 130 cm keskivedenpinnasta.

Uudisrakennusalueilla voidaan merennousu melko helposti ennakoita lisättyöillä, joilla tulisi huolehtia siitä, että rakentamistaso ei alita kolmea metriä nykyisestä keskivedenpinnasta. Vanhoilla alueilla sensijaan ei pystytä korottamaan katu-, piha- ja kellaritasoja, vaan ainoa käytettävissä oleva suojauskeino on suojauspatojen rakentaminen ja valumavesien pumppaaminen tai johtaminen patojen ulkopuolelle. Erään karkean arvion mukaan maksaisi Kluuvin ja Itäisen kantakaupungin suojaaminen patorakennelmilla ja pumppausasemilla runsaan miljardin verran.

Eri yhteyksissä on myös ehdotettu, että Itämeren rannikoiden suojaaminen merennousulta voidaan toteuttaa patoamalla Tanskan salmet. Sellaista toimenpidettä ei kuitenkaan voida pitää mitenkään realistisena, sillä seurauksena olisi suurella varmuudella Itämeren ekologisen tasapainon lopullinen järjkyminen.

Mitä voidaan tehdä?

On selvää, että pitkän tähtäyksen maankäytön suunnittelussa ja yhdyskuntasuunnittelussa on ryhdyttävä ottamaan huomioon ilmastomuutoksen arvioituja vaikutuksia. Koska Golf-virran aiheuttama epävarmuustekijä meillä Suomessa on hyvinkin merkittävä, ei suunnitelmia voida rakentaa ainoastaan yhden skenaarion varaan, vaan on syytä laatia vaihtoehtoisia toimintamalleja. Sekä Suomessa että useissa muiden maiden tutkimuslaitoksissa meneillään tai käynnistymässä olevat tutkimusohjelmat antanevat lähivuosien aikana enemmän eväitä suunnittelun ja päätöksien pohjaksi. Ehkä jo syksyllä 1990 voidaan odottaa tarkempia muutosten nusteita ja vaikutusanalyyskejä kansainvälisen ilmastomuutospaneelin IPCC:n kokoontuessa. Paneeli, joka toimii YK:n ympäristöohjelman UNEP:n ja Maailman ilmatieteen järjestön UMO:n koordinoimana on koonnut yhteen yli tuhat asiantuntijaa noin viidestäkymmenestä maasta.

Tärkeimmässä ilmastomuutokseen liittyvässä kysymyksessä — hiidioksidipäästöjen ja muiden kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämiseen tähtäävissä toimissa ei kuitenkaan ole tarpeen odottaa uusia tutkimuksia. Nykytilanteesta on jo varsin selvää, että ilmastomuutosta hillitseviin toimenpiteisiin on ryhdyttävä viipymättä globaalissa mittakaavassa. Tärkeimmät toimintaloheet tässä työssä tulevat olemaan energiantuotanto ja -kulutus, liikenne, maatalous ja metsitys.

Energiansäästöön, uusiutuvien ja puhtaiden energiamuotojen käyttöön ottoon sekä liikennetarpeen supistamiseen perustuva yhdyskunta- ja asutusrakennus on varmasti hyvinkin erilainen kuin nykyinen. Ehkä olisi paikallaan että YSL-lehdessä herätettäisiin jatkossa laajempaa ja perusteellisempaa keskustelua siitä minkälaisella yhdyskuntasuunnittelulla,

energiapolitiikalla, liikennepolitiikalla ja kulutusrakenteella ilmastomuutoksen asettamiin haasteisiin pystytään vastaamaan.

Kirjallisuutta:

- Gregory, S. (ed.) (1988). *Recent Climatic Change*. London.
- Gribbon, I. (1988). *The Greenhouse Effect*. *New Scientist* 22.10.1988.
- Hekstra, G.P. (1986). *Will Climatic Change Flood the Netherlands?* *Ambio* 6/1986.
- Hekstra, G.P. (1981). *Global Warming and Rising Sea Levels: The Policy Implications*. *The Ecologist* 1/1989.
- Holopainen, E. (1989). *Valtamert säätelävät suuresti ilmastomuutoksia*. *Helsingin Sanomat* 18.3.1989.
- Holopainen, E. (1989). *Globaalit ilmansuojeluongelmat: kasvihuoneilmiö ja otsonikato*. *Kemia* 15. 1988.
- Ilmansuojelu-uutiset* 1/1989 (ilmastonmuutosnumero)
- Kulmala, A. (1988). *Odotettavissa: mullistavia ilmastomuutoksia. Ympäristön- ja luonnonsuojelu* 4/1988.
- Kuusisto, E. (1989). *Maapallo lämpenee, mutta meri voi vielä yllättää maan lämmönvaihteluissa*. *HS* 17.11.1989.
- Kuusisto, E. (1989). *Kasvihuoneilmaston on monta syyllistä*. *HS* 11.3.1989.
- Maunula, I. (1989). *Ilmastomuutos mullistaa Suomen maa- ja metsätalouden*. *HS* 1.2.1989.
- Perttu, I. (1989). *Pohjois-Atlantin viileneminen voi lieventää kasvihuoneilmaston vaikutuksia Euroopassa*. *HS* 25.2.1989.
- Shönweise, C & Malcher, I. (1987). *The CO2 Temperature Response Journal of Climatology* Vol. 7.
- Schneider, S. (1989). *The Greenhouse Effect: Science and Policy*. *Science*, 10.2.
- Suomen Akatemia*. (1989). *Conference on Climate and Water, Helsinki 11–15.9.1989. Conference report, vol. I—II*.
- Time Magazine* 2.1.1989.
- UNEP/GEMS. (1987). *The Greenhouse Gases*. Nairobi.
- Woodward, I. (1989). *Plants in the Greenhouse World*. *New Scientist* 6.5.
- Ympäristö ja terveys* 1/1989. (Ilmastomuutosnumero)