

HELSINGIN SEUDUN ILMASTOSEMINAARI

Pörssitalo, 12.2.2014, Helsinki

Mahdollisuuksien utopia vai vaarojen vuoristorata kohti tulevaisuutta?

Risto Linturi

Arvoisat kuulijat,

Yhdysvaltain senaatti päätti tammikuussa, että ilmasto muuttuu. Ihmisen vaikutusta ei saanut mainita. Republikaanit eivät taipuneet tieteen kannalle, vaikka demokraatit lahjoivat Keystoneen öljyputkella. Meille useimmille tiede ei onneksi ole politiikkaa. 98% aihetta käsitelleistä tutkimuksista osoittaa ihmisen syyppääksi. Minut herätti asian vakavuuteen eräs uusi ilmastomalli kymmenen vuotta sitten. Se selitti lämpenemisen historian lisäksi myös lämmön alueellisen jakauman. Väärä selitys vain harvoin sopii moniulotteisiin tosiasioihin yhtä hyvin. Heräämiseni jälkeen luin tiedemiesten keskustelua aiheesta parintuhannen tunnin verran. Se ei riitä tieteen tekemiseen, mutta sitä vähempi ei tunnu riittävän tieteellisen väittelyn ymmärtämiseen.

Kertaan lyhyesti ennakkoinnin kannalta tärkeimmät kiinnostuskohdat. Edetään sen jälkeen tulevaisuuden uhkiin ja teknologisiin mahdollisuuksiin. Ilmastotieteessä pitäydyn IPCC:n konsensusarvioon ja siitä laskettuihin päätelmiin. Talouden ja teknologian osalta arvioni ovat omiani, mutta yhtyvät monien suurten konsulttien arvioihin.

Hiilidioksidipäästö kasvavat edelleen nopeasti. Kiinan päästöt ovat jo lähes yhtä suuret kuin EU:n, USAn ja Intian yhteensä. Sään ääri-ilmiöt sekä kuivuus ovat lisääntyneet. Ilmakehän lämpeneminen pysähtyi vuosikymmeneksi. Ylimääräinen lämpö varastoitui meriin. Tämä oli vain tilapäinen hengähdystauko. Vuosi 2014 oli mitatun historian lämpimin huolimatta siitä, ettei lämpötilaa nostavaa El Ninoa ollut.

Yhteiseksi tavoitteeksi on sovittu lämpenemisen estäminen yli kahden asteen, esiteolliseen aikaan verrattuna. Tätä pidetään vaarallisten muutosten todennäköisenä rajana. Raja ylitetään 33% todennäköisyydellä, jos ihmisten aiheuttamat hiilipäästöt yhteensä saavuttavat 800 gigatonnia. Tuosta kiintiöstä on 2014 loppuun mennessä käytetty 560 gigatonnia. Nykytasolla jäljellä on yhteensä 21 vuoden päästöt. Jos kasvu jatkuu, aikaa on vähemmän ja kiintiö täyttyy jo vuoden 2030 lopussa. Jokainen lähivuosi sen jälkeen nostaa vaarallisen ilmastonmuutoksen riskiä viidellä prosenttiyksiköllä. Tulevina vuosina päästöt eivät vähene. 2020 asti päästökasvu on jo sinetöity voimaloiden rakentamispäätöksissä. Jos haluamme pysyä kolmannelta pienemmässä riskissä, tulisi 2020 alkaen vähentää hiilidioksidipäästöjä globaalisti 7% vuositahdilla. Vaikka sietäisimme suuremman riskin pienenisi tavoite vain vähän.

Näin suuret vähennystavoitteet ovat hyvin vaikeita parhaillekin vähentäjille. EU on ainoa, joka on vähennyksissä oikeasti onnistunut. Vähennys on ollut vuositasonalla 2%, josta taantuma selittää osan ja suuret ponnistukset toisen osan. Päästötonneina tämä on murto-osa pelkästä Kiinan päästöjen kasvusta.

Meidän on hyväksyttävä ikävä tosiasia: ilmasto tulee suurella todennäköisyydellä lämpenemään yli vaarallisen rajan. Käsiä ei silti pidä nostaa ylös, päin vastoin. Arktisilla alueilla ja Kalifornian rannikolla mitataan oireellisia metaanipurkauksia. Metaanin määrä ilmakehässä on kääntynyt jälleen nousuun. Brasilian sademetsä oireilee sekin kuivumisen merkkejä. Sekä arktisen alueen metaanin vapautuminen ilmakehään että Brasilian sademetsien kuivuminen savanneiksi johtaisi katastrofiin. Jokainen askel tästä vielä lämpimämpään suuntaan kasvattaa riskiä sellaisiin automaattisiin takaisinkytkentöihin, jotka nostavat lämpötilaa nopeasti ja paljon.

National Geographic kustansi joitakin vuosia sitten Mark Lynasin erinomaisen kirjan Six Degrees. Kirja kuvaa geologisen aineiston ja muun nykytieteen valossa, minkälainen maapallo oli, kun se viimeksi oli yhden, kaksi, kolme, neljä, viisi ja kuusi astetta lämpimämpi. Jos päästöjä ei saada lopetetuksi, päädymme nykytahdilla mahdollisesti viiteen asteeseen. Se maailma muistuttaa helvettiä, sivilisaation loppua.

Yritän nyt sanoa mahdollisimman selvästi. Teimme mitä tahansa, emme pysy riskirajan alla. Sen jälkeen panokset vain kasvavat, eli nyt on entistä suurempi syy yrittää sekä rajoittaa päästöjä että varautua elämään turbulentissa maailmassa. Riskiraja ylittyy vaikka vain jo pumpattavaksi löydetyt öljyvarat poltetaan. Raja ylittyisi vaikka uusia öljylähteitä ei löydetäisi eikä kaasuun ja hiileen koskettaisi.

Katsotaan välillä positiivisia näkymiä. Aurinkoenergia maksoi sata kertaa nykyistä enemmän Kekkonen ollessa Suomen presidenttinä. Asennetun aurinkoenergian hinta on laskenut siitä alkaen keskimäärin 7% vuodessa. Sillä tahdilla hinta puolittuu kymmenen vuoden välein. Tuore Deutsche Bankin arvio kuitenkin sanoo, että hinta laskisi jopa 40% jo seuraavan kahden vuoden kuluessa. Laboratorioissa on kehitteillä teknologioita, joiden avulla hinta voisi laskea 90%. Luvassa on lähes ilmaista sähköä.

Arvion mukaan 80% maailmasta on jo lähivuosina tilanteessa, jossa rakennusten oman aurinkoenergian kustannukset alittavat verkosta ladattavan sähkönn hinnan. 2030-luvulla katto- ja seinäpinnoitteisiin integroidun aurinkosähkönn kustannus saattaa Suomessakin alittaa jopa sähkönn siirtohinnan, kiinteistön omistajan näkökulmasta. On vain ajan kysymys, milloin halpa aurinkoenergia kannattaa varastoida polttoaineeksi ja tuottaa sen avulla pimeään ajan sähkö paikallisessa polttokennossa.

Tällä hetkellä suurin aurinkoenergian lisääjä on Kiina. 2014 lopussa Kiinassa aurinkoenergiateho oli 33 Gigawattia. Vuositasonalla se vastaa karkeasti koko Suomen sähköntuotantoa. Vuonna 2017 Kiinan tavoite on kaksinkertainen, 70 Gigawattia. Pääosa uusista paneeleista asennetaan liikerakennusten katoille. Paneelien ja asennuskustannusten hinnan jatkuvasti laskiessa tahti luonnollisesti kiihtyy.

Tuulienergia kehittyä sekä. Googlen Makani - energialeija, tuottaa kokeissa perinteistä tuulivoimalaa enemmän energiaa. Materiaa kuluu 90% vähemmän. Mastoa ei tarvita, vain leija, vaijerit ja maa-asema. Yksikkökoko on nyt 600kW.

Muista hiilivapaista energiaratkaisuista lähiaikojen tärkeisiin seurattaviin kuuluvat sarjavalmisteiset pienet ydinvoimalat. Lockheed Martin on yksi globaaleista teollisuusjäteistä. Se ilmoitti suunnitelleensa rekkakonttiin mahtuvan sadan megawatin fuusiovoimalan, jonka toimivan prototyypin he aikovat saada rakennettua tänä vuonna. Hanke on epävarma, mutta suuren pörssiyhtiön on oltava vakavissaan.

Kehitys on nyt nopeaa - vuoteen 2030 mennessä kaiken tieteellisen tiedon määrä on kaksinkertaistunut. Lupaavia hankkeita nousee kuin sieniä sateella. Vaikuttaa siksi ilmeiseltä, että energiantuotannon kustannus tulevaisuudessa laskee. Uudet tuotantomuodot ajavat perinteiset energiantuotantotavat tieltään. Tähän kuitenkin kuluu aikaa, eikä lämpenemistä yli kahden celsiusasteen näillä keinoin voida estää.

Ilmastonmuutokseen on reagoitu vaatimalla ihmisiä säästämään. Monet ovat laskeneet asunnon lämpötilaa, siirtyneet välillä julkisiin kulkuvälineisiin ja vähentäneet kulutusta. Näillä asioilla saattaa rauhoittaa omatuntoaan. Näistä puhuminen kuitenkin estää todellisten ratkaisujen syntymistä. Tarmo ohjautuu sellaiseen, joka ei juurikaan auta. Joka vuosi jokaisen tulisi säästää keskimäärin 7% kaikesta energiankulutuksesta edellisen säästön lisäksi. Säästäminen johtaa varsin nopeasti kivikauteen ja vasta se taso riittää, jos muutos ei lähde systeemeistä.

Esimerkki systeemisestä muutoksesta on siirtyminen sähköautoihin ja autoiluun palveluna. Miljoona robottiautoa riittäisi kaiken nykyisen liikennetarpeen tyydyttämiseen. Autotallit ja parkkipaikat voisi jättää rakentamatta, kaupunkirakenne voisi olla paljon tiiviimpi ja liikkumistarve vähäisempi. Jos autot kulkisivat sähköllä, säästyisi energiaa niin paljon, että säästetyillä rahoilla rakentaisi yhden Olkiluodon ydinvoimalan viiden vuoden välein. Yksi riittäisi kaikkien autojen tarpeisiin.

Vain systeemisellä muutoksella on merkitystä. Haaste on niin suuri. Siirtymistä hiilivapaisiin energiamuotoihin on helpotettava. Energiavarastoja on kehitettävä ja käyttöä suunnattava siten, että energiaa käytetään eniten silloin, kun sitä on uusiutuvista lähteistä saatavilla. Jos kansalaisia johonkin kannustetaan, heitä tulee kannustaa tukemaan systeemisestä muutosta energiataloudessa ja toimimaan sen puolesta. Aurinkolämmön keräimet ja lämmön varastointi maaperään yhdessä maalämpöpumppujen kanssa kannattaa ja lisääntyy suurissa kiinteistöissä jo nyt.

Bioenergian potentiaali on energiantuotannossa melko alhainen. Jokainen rikka on tietysti tärkeä rokassa ja siksi bioenergiasta kannattaa puhua, mutta sen tukeminen synnyttää helposti järjestelmän, joka kuluttaa energiaa enemmän kuin tuottaa sitä. Toisaalta, jos bioenergia käytetään vain pimeään tuulettomaan aikaan, antaa se tilaa moninkertaiselle määrälle aurinkoenergiaa. Vipuvaikutus on merkittävä.

Hiilidioksidin talteenotosta on puhuttu pitkään. On muistettava, että puhutaan valtavista määristä - 40 miljardia tonnia tulisi vuosittain kuljettaa putkistoissa tai laivoilla sopiviin varastointipaikkoihin. Vaikka uusi energialaitos rakennettaisiin suoraan öljynporausalueen viereen, nostaisi talteenotto energian hintaa arviolta viidelläkymmenellä prosentilla. Aurinko- ja tuulienergian hinnan nopean laskun vuoksi näyttää siltä, että näihin investointeihin ei laajamittaisesti ryhdytä.

Geoengineering eli ilmastonmuokkaus on aihe, joka on toistuvasti nostettu esiin viimeisenä keinona, jos hiilidioksidin määriä ei onnistuta rajaamaan. Keinoiksi on esitetty valtamerien lannoittamista rautajauholla, ilmakehän himmentämistä rikkihiukkasilla ja pilvien valkaisua suoloilla.

Ilmakehän himmentäminen rikkiyhdisteillä vaatisi laskelmien mukaan viisi sataa lentokonetta jatkuvasti ilmassa. Jos toiminta loppuisi esimerkiksi kriisitilanteessa, sen jälkeinen lämpeneminen olisi hyvin nopeaa. Merien lannoittamisen ja pilvien muokkaamisen vaikutukset ovat monella tavalla ennakoimattomia. Siksi niihin tuskin ryhdytään vielä edes kahden asteen lämpenemisen aiheuttamien haittojen vuoksi ellei esimerkiksi arktisen alueen metaanivarojen purkautumisriski kasva suureksi.

Joudumme siis hyvin suurella todennäköisyydellä sopeutumaan maailmaan, joka on jo pian nykyistä selvästi lämpimämpi. Katsotaan tilannetta vuosina 2030 ja 2050.

Hiilidioksidipäästöt kasvavat IPCC:n skenaarion RCP8.5 mukaan. Tämä johtaa vuoden 2030 todennäköisen lämpötilan puoli astetta nykyistä korkeammaksi. Siihen lukuun ei enää juurikaan voi vaikuttaa. Tähänastiset ilmaston muutokset siis karkeasti kaksinkertaistuvat. Samaa polkua jatkamalla ylitämme vaarallisen lämpenemisen rajan todennäköisesti jo vuonna 2050. Hienosti onnistuneet rajoitustoimet siirtäisivät lämpenemistä sukupolven myöhemmäksi. Huomatkaa muuten IPCC:n papereita lukiessanne: niissä lämpötilaennusteiden nollakohta on 0.61C-astetta teollistumisen alkua korkeammalla. IPCC:n luvuilla siis jo +1.39C on sama kuin puhuttu kahden asteen riskiraja. Muistakaan myös: mantereilla lämpötila nousee valtameriä selvästi enemmän ja nousu arktisten alueiden lähellä on suurempi kuin lähellä päiväntasaajaa.

Suomessa siis lämpötilat saattavat nousta useilla asteilla jo lähivuosikymmeninä. Merenpintojen nousu sen sijaan on hidasta ja aiheuttanee suurempia ongelmia vasta vuosisadan loppupuolella. Lämpötila nousee suurella varmuudella niin paljon, että valtamerien pinta seuraavien satojen vuosien kuluessa tulee nousemaan useilla metreillä ja sitä aiemmin on suuri joukko muita huolenaiheita.

Lämpeneminen tulee lisäämään ilmastoon liittyviä anomalioita. Niistä olemme saaneet esimakua. Kuivuus leviää monille nyt viljaville alueille. Voimakkaat lämpöaallot vaivaavat lauhkeitakin vyöhykkeillä. Ilmastovyöhykkeet siirtyvät.

Tämä aiheuttaa suuria ongelmia sekä ruokatuotannolle että luonnolle.

Merien suuri ongelma tulee olemaan hiilidioksidin imeytymisestä johtuva happamoituminen, joka on todella suuri uhka esimerkiksi krilleille, simpukoille ja muille ravinkoketjujen kannalta olennaisille lajeille. Happamuus kasvaa vuosisadan loppuun mennessä 150%. Monet merien ravinkoketjut voivat tuhoutua jo vuoteen 2050 mennessä. Meri on ollut yhtä hapan viimeksi 20 miljoonaa vuotta sitten.

Väestö kasvaa edelleen. Vuonna 2050 meitä on noin kymmenen miljardia, jos suuria väestötuhoja ei satu ennen sitä. Maailmantalous on nykyisestä kaksinkertaistunut jo 2030-luvulla ja nelinkertaistunut 2050-luvulla. Kiina on vuonna 2030 yhtä suuri kuin EU ja USA nyt yhteensä. Samaan ylittää Intia vuonna 2050. Silloin Kiina on jo kaksi kertaa silloistakin USA:ta suurempi. Maailma tulee muuttumaan. Suomen suhteellinen ostovoima maailman rajallisista resursseista putoaa puoleen vuoteen 2030 mennessä ja kolmasosaan nykyisestä 2050 mennessä. Tähän on sopeuduttava.

Euroopan lämmetessä muuttuvat kesät Etelä-Euroopassa tuskaisiksi, kuten jo nykyiset kesät Yhdysvaltojen eteläosissa. Yhdysvalloissa kesäinen muuttoliike etelästä pohjoisiin osavaltioihin ja talveksi takaisin etelään onkin suurta. Samaan tulee johtamaan Euroopan yhdentyminen ja ilmaston lämpeneminen. Kuvitelkaa, jos vaikkapa vain pari prosenttia Euroopan Unionin väestöstä matkustaisi kesäisin lauhkeaan Suomeen. Kesämökkiläisten määrä lisääntyisi kymmenellä miljoonalla.

Mihin meidän siis tulee sopeutua? Rajallisista resursseista emme saa tulevaisuudessa olla näin riippuvaisia. Niiden sijaan meidän on opittava käyttämään tieteen hedelmiä, grafeenia, nanosellua ja aurinkoenergiaa sekä muita raaka-aineita, joista ei ole pulaa. Halpaa energiaa saamme jatkossa eniten kesäisin. Ylijäämä varastoidaan lämmöksi tai polttoaineiksi. Opimme käyttämään energiaa silloin, kun sitä halvalla saa.

Turbulentissa tulevaisuudessa viljely kannattaa siirtää maan alle, luoliin. Lämmityskustannuksia ei ole. Aurinkoenergiaa on helmikuusta marraskuuhun. Kasvit ymmärtävät pilviset päivät - säättövoimaa ei tarvita. Japanissa pimeä teollisuushalli tuottaa keinovalolla sata kertaa enemmän salaattia hehtaarilta kuin vastaava peltoala. Laitos käyttää salaattikiloa kohden sadasosan peltojen vedestä. Lannoitepäästöjä ei ole, tuholaiset tai huono sää eivät tuhoa satoja. Pellot voi jatkossa metsittää, se auttaa.

Etelä-Suomessa yhdelle neliömetrille osuva aurinkoenergia vastaa normaalin ihmisen ruoan energiamäärää. Vaikka hyötysuhde käytännössä on paljon heikompi, Helsinki voisi rajojensa sisällä kasvattaa kaiken kaupunkilaistensa tarvitseman ruoan ja tuottaa kaiken kaupungin vaatiman energian. Kerrosviljelyä tulisi testata jo nyt. Robottiautojen myötä autotalleja vapautuu kasvihuoneiksi jo vuoteen 2030 mennessä. Vuoteen 2050 mennessä kaikki soveltuvat katto- ja seinäpinnat tulisi vuorata aurinkopaneeleilla. Ylimääräinen aurinkoenergia tulisi varastoida lämmöksi tai polttoaineiksi. Kriisialttiuden vuoksi Suomen tulisi olla ravinto-omavarainen.

Vuoteen 2030 mennessä kaikki tieteellinen tieto siis on kaksinkertaistunut. 2050 mennessä meillä voi olla jo kymmenen kertaa enemmän tieteellistä tietoa kuin nyt koko tähänastisen tieteen historian aikana on ehditty kehittämään. 3D-tulostimet ja robotit valmistavat lähipajassa lähes kaiken sen, joka ei kasva elatusmaljoissa ja kasvatusliemissä. Laajennettu todellisuus näyttää silmiimme kauneutta sielläkin, missä sitä oikeasti ei ole. Useimmat taudit on voitettu, uusia eläin- ja kasvilajeja luotu ja ihmisiä geneettisesti paranneltu. Robotit hoitavat apulaisten tehtävät, ihmiset lähinnä kokoontuvat päättämään, mitä koneilla teetetään seuraavaksi ja sitten seurustelemaan keskenään, kuten tehtaanjohtajat nyt. Maailma poikkeaa nykyisestä kuin 1800-luvun loppu tästä päivästä, mutta kaikki ei tietysti muutu.

Ilmaston muutos aiheuttaa konflikteja. Tulevaisuudessa robotit käyvät sotia. Autotalleissakin kehitetään itsekseen liikkuvia joukkotuhoaseita. Turbulenssi lisääntyy monella tavalla. Meidän tulee yhteiskuntana kehittää resilienssiä. Kaikki systeemiset ja keskitetyt riskit tulee eliminoida. Mielikuvitusta tarvitaan, etteivät riskit tule yllätyksinä. Muutoksen pelon vuoksi ei kuitenkaan saa jäykistyä.

Vaikka maailmasta tulee lämpimämpi paikka, selviämme kyllä, kunhan etenemme rohkeasti kohti uusia mahdollisuuksia. Emme saa takertua sortuviin rakenteisiin. Nykyisellä ajattelulla ja perinteisiä toimintamalleja kehittämällä emme tätä haastetta ratkaise. Tasapaino saavutetaan vain radikaalin kehittämisen kautta. Tieteen ja teknologian tasolla näyttää mahdolliselta saada aikaan maailma, jossa ei ole energiaongelmaa ja jossa ilmastonmuutos on saatu hallintaan, sairaudet on voitettu, köyhyys poistettu, luonto kokonaan rauhoitettu ja sotia ei tarvita. Uskon, että jo vuonna 2050 osaamme sen maailman rakentaa, jos nyt vain rohkaisemme itsemme riittävän radikaaleihin kehitysolokkiiin. Sitä ennen - varautukaa kriiseihin.