

# Uudistuvan energian haasteet

## Aurinkoenergian valjastamiseen kehitettävä huokeita menetelmiä

Uudistumattoman energian, nimenomaan öljyn ylivoimainen halpuus 1950- ja 1960-luvuilla ohjasi yhteiskuntamme ja elämäntapamme nykyiseen muotinsa. Halvan öljyn aika-kausi on nyt kuitenkin päätynyt, ja lähitulevaisuudessa öljyn osuus länsimaiden energiakakusta on korvattavalla tavalla tai toisella.

Kun nykytekniikan suomat parannukset rakennusten eristämisessä ja muut yhtä yksinkertaiset energian säästötoimet on toteutettu, varteentotettavia öljyn korvaajia jää vain kaksi: ydinvoima tai aurinko.

Meidän on joko hyväksyttävä ydinenergia kaikkine ympäristöriskeineen tai meidän on kehitettävä huokeat menetelmät uudistuvan aurinkoenergian valjastamiseksi.

Vesivoima, tuuli ja kasvit ovat kotoisia energiavarojamme. Ne kaikki saavat alkunsa auringosta. Niin kauan kuin aurinko paistaa (arviolta ainakin seuraavat 50 000 vuotta), joet eivät lakkaa virtaamasta, tuuli puhaltamasta eivätkä kasvit kasvamasta, puhumme uudistuvista energiavaroista.

Aurinko paistaa maapallon pinnan yli verraten tasaisesti. Mitä suurempi jonkin valtion pinta-ala on sitä enemmän se saa ilmaista aurinkoenergiaa. Sellaiset laajat

### Vesi- ja tuulivoima

Vesivoima saadaan virtaavan veden liikkeestä, joka voidaan muuttaa voimalaitoksessa sähköksi. Joet keräävät laajille alueille auringon paisteesta alkunsa saaneet sateet yhdeksi virraksi, jonka koskipaikoissa tämä energia on helpoimmin vangittavissa. Esimerkiksi Niagaran putouksiin on näin keskittynyt sähkönä laskettavaa tehoa 4400 megawattia (4400 miljoonaa wattia). Valjastettuna Niagara vastaisi neljää ydinvoimalaa.

Tuulivoima saadaan virtaavan ilman liikkeestä, joka taas voidaan muuttaa sähköksi tuulimyllyssä. Keskiarvotuuli puhaltaa maan pinnan yli reipasta pyöräilyvauhtia: noin 6 metriä sekunnissa. Kun tällainen tuuli läpäisee tuulta vasten

asetetun, neliömetrin suuruisen ehikon, siinä voidaan mitata tuulitehoksi 130 wattia. Kokonaan sähköksi muutettuna se siis sytyttäisi pari pöytälamppua.

Navakka rannikotulli puhaltaa nopeudella 25 metriä sekunnissa. Se nostaisi tuulitehon jo 10 000 wattiin (10 kW) neliömetriä kohti. Ensimmäisiä tuulivoimaloita rakennetaan parhailtaan eri puolilla Eurooppaa alaville rannikoseuduille, suunnitelmissa jopa merellä kelluville ponttooneille, missä tuuli puhaltaisi tasaisen voimakkaana mahdollisimman suuren osan aikana.

### Auringosta sähköä

Samoin kuin joki, myös tuuli ko-

koa laajalle alueelle lankeavaa auringon säteilyä. Auringon paiste sellaisenaan ei sen sijaan tiivisty ilmakehässä ollenkaan, vaan leviää tasaisesti maan pinnan yli. Tämä leviäminen tuo mukanaan pulman kun auringonpaistetta ruvetaan valjastamaan suoraan sähköksi.

Maapallon aurinkoisin paikka on Punaisen meren alue Lähi-Idässä. Siellä keskimääräinen aurinkoteho on vuoden mittaan noin 280 wattia neliömetrille. Jos Punaisen meren hiekkarämaassa haluttaisiin kerätä sama määrä energiaa auringon paisteesta kuin Niagarassa virtaa koskivoimana, keräilyyn tarvittaisiin 1600 hehtaarin alue. Joen ja tuulen energiatoisuuksia ajatellen aurinko paistaa yllättävän heikosti.

Kun aurinkoenergia muutetaan kokonaan sähköksi, keräilyyn tarvitaan erämaasta itse asiassa pienen pitäjän kokoinen alue, sillä tämän päivän aurinkoparit pystyvät muuttamaan auringon paisteesta sähköksi vain kymmenennen osan.

Auringon paiste on jaksottaista, vaihtelua aiheuttaa toisaalta päivän ja yön, toisaalta kesän ja talven vuorottelu. Jaksottaisuus aiheuttaa varastointiongelman — mistä voimaa kun aurinko ei paista. Esimerkiksi sähkön varastointia ei ole pystytty ratkaisemaan, vaikka monia kiertoteitä on kehitetty. Päivän aurinkosähköllä voisi vaikkapa pumpata vettä säiliöön, josta sitä valutettaisiin yön aikana generaattorin läpi. Toistaiseksi tällaiset kiertoyritykset ovat kariutuneet kustannuksiin.

Auringon paisteen kesä/talvi-jaksottaisuus on sitä suurempi ongelma mitä pohjoisemmaksi mennään. Suomessa auringon voimaa voisi käyttää esimerkiksi talojen lämmitykseen. Pimeä talvemme on

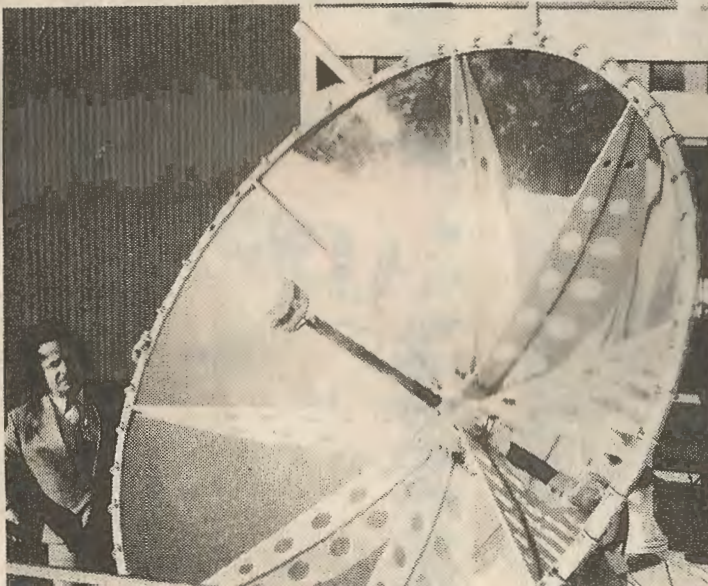
kasvin vihreään lehteen, käynnistyy eräs elollisen luonnon tärkeimpiä ketjureaktioita: hiilen yhteyttäminen eli fotosynteesi. Auringon valo vastaanotetaan lehtivihreähiukkasten monimutkaisiin kalvoihin. Niissä auringonvalo muunnetaan ensin pienien pieniksi sähkölaatuksiksi, jotka sitten pilkkovat kasvin juurillaan imemiä vesimolekyylejä happi- ja vetyatomeiksi.

Happi virtaa puhtaana ilmakehään, kun taas energiariakas vety otetaan käyttövoimaksi hiiliketjujen rakennustyöhön. Kasvi kasvaa, ja lopputuloksena saamme auringon energian säilöttyä kemialliseksi energiaksi kasvin runkon, oksien, lehtiin ja juuriin. Kun halko tai hake sytytetään palamaan, kemiallinen energia vapautuu lämpönä kuumentamaan saunan kiuasta tai lämpökeskuksen kattilaa.

Kannattaa panna mekrille että luonto (kasvit) kyllä käyttää sekä sähköä että vetyä energiataloudessaan. Kumpikin niistä kelpaa kuitenkin vain välituotteeksi. Sähköä kun ei voi varastoida, ja vety taas yhdessä hapen kanssa on liian herkkää räjähtämään. Elävä luonto varastoi energiaa vain kemialliseen sidokseen, mistä energia ei karkaa.

### Metsät aurinkovoimaloina

Maapallon metsät muodostavat luonnon oman aurinkovoimalan. Tekniikkaan perustuvista laitosista poiketen metsän energialaitos on helppo pystyttää, puutahan rakentavat itse itsensä, kun ne kerran kylvetään tai istutetaan. Puusto myös huoltaa itse itseään kasvattamalla jatkuvasti uutta lehvästöhä fotosynteesissä loppuunajetun lehtikerroksen päälle. Metsien aurinkovoimalassa ei tarvita huoltomiehiä nikkurikoja korjaamaan.



1960-luvulla ohjasi yhteiskuntamme ja elämäntapamme nykyiseen muotoonsa. Halvan öljyn aika-kausi on nyt kuitenkin päätynyt, ja lähitulevaisuudessa öljyn osuus länsimaiden energiakakusta on korvattavalla tavalla tai toisella.

Kun nykytekniikan suomat parannukset rakennusten eristämässä ja muut yhtä yksinkertaiset energian säästötoimet on toteutettu, varteenotettavia öljyn korvaajia jää vain kaksi: ydinvoima tai aurinko.

Meidän on joko hyväksyttävä ydinenergia kaikkine ympäristöriskeineen tai meidän on kehitettävä huokeat menetelmät uudistuvan aurinkoenergian valjastamiseen.

Vesivoima, tuuli ja kasvit ovat kotoisia energiavarojamme. Ne kaikki saavat alkunsa auringosta. Niin kauan kuin aurinko paistaa (arviolta ainakin seuraavat 50 000 vuotta), joet eivät lakkaa virtaamasta, tuuli puhaltamasta eivätkä kasvit kasvamasta, puhumme uudistuvista energiavaroista.

Aurinko paistaa maapallon pinnan yli verraten tasaisesti. Mitä suurempi jonkin valtion pinta-ala on sitä enemmän se saa ilmaista aurinkoenergiaa. Sellaiset laajat maat kuin Suomi ovatkin tulevaisuuden vauraita energiamaita.

Verrattuna uudistumattomiin energiavaroihin, kuten kivihiiheen, öljyyn tai uraaniin, auringosta peräisin olevalla energialla on jatkuvan saannin ohella muuan toinenkin merkittävä etu. Aurinkoenergia jakaantuu tasa-arvoisesti maalle ja kansoille. Sama aurinko saa tuulen puhaltamaan niin idässä kuin lännessä. Joet keräävät aurinkoenergiaa koskiinsa ja putouksiinsa niin kehittyneissä maissa kuin kehitysmaissakin. Polttopuuhun varastoituva lämpö ei kysele uskonsuuntaa.

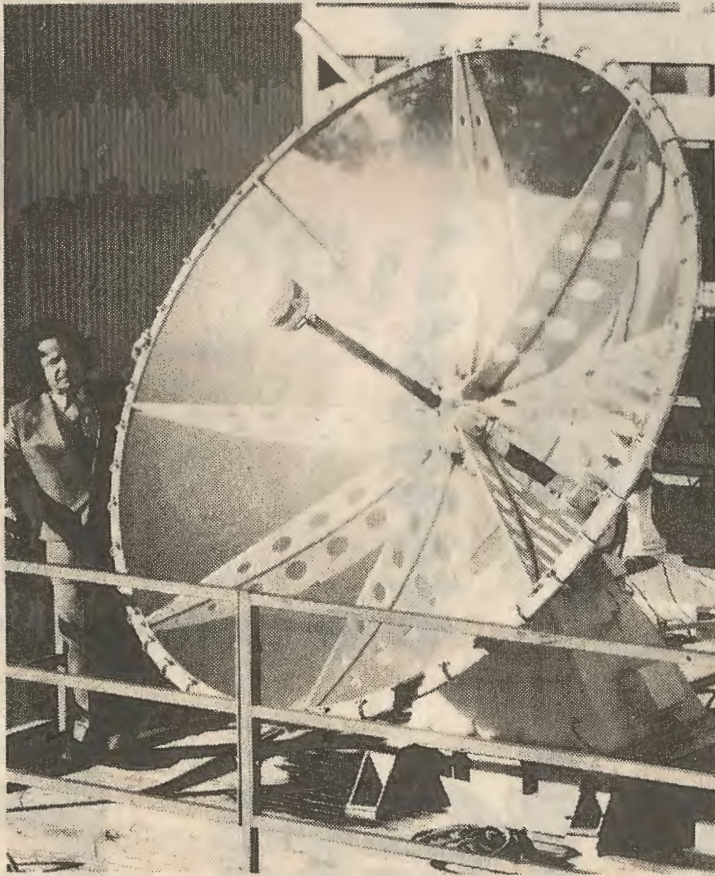
Vesivoima saadaan virtaavan veden liikkeestä, joka voidaan muuttaa voimalaitoksessa sähköksi. Joet keräävät laajille alueille auringon paisteesta alkunsa saaneet sateet yhdeksi virraksi, jonka koskipaikoissa tämä energia on helpoimmin vangittavissa. Esimerkiksi Niagaran putouksiin on näin keskittynyt sähköä laskettavaa tehoa 4400 megawattia (4400 miljoonaa Wattia). Valjastettuna Niagara vastaisi neljää ydinvoimalaa.

Tuulivoima saadaan virtaavan ilman liikkeestä, joka taas voidaan muuttaa sähköksi tuulimyllyssä. Keskiarvotuuli puhaltaa maan pinnan yli reipasta pyöräilyvauhtia; noin 6 metriä sekunnissa. Kun tällainen tuuli läpäisee tuulta vasten

koksi mullutettuna se siis syyttää pari pöytälampua. Navakka rannikotuuli puhaltaa nopeudella 25 metriä sekunnissa. Se nostaisi tuulitehon jo 10 000 wattiin (10 kW) neliometriä kohti. Ensimmäisiä tuulivoimaloita rakennetaankin parhaillaan eri puolilla Eurooppaa alaville rannikko-seuduille, suunnitelmissa jopa merellä kelluville pönttooneille, missä tuuli puhaltaisi tasaisen voimakkaana mahdollisimman suuren osan aikana.

## Auringosta sähköä

Samoin kuin joki, myös tuuli ko-



Australialaisten tiedemiesten kehittämä korkealämpöinen aurinkovoimala antaa lämmön noin kymmenelle taloudelle ja hukkalämpöä käytetään veden lämmittämiseen.

Maapallon aurinkoisin paikka on Punaisen meren alue Lähi-Idässä. Siellä keskimääräinen aurinkoteho on vuoden mittaan noin 280 wattia neliometrille. Jos Punaisen meren hiekkarämaassa haluttaisiin kerätä sama määrä energiaa auringon paisteesta kuin Niagarassa virtaa koskivoimana, kerällyyn tarvittaisiin 1600 hehtaarin alue. Joen ja tuulen energiatoisuuksia ajatellen aurinko paistaa yllättävän heikosti.

Kun aurinkoenergia muutetaan kokonaan sähköksi, kerällyyn tarvitaan erämaasta itse asiassa pienen pitäjän kokoinen alue, sillä tämän päivän aurinkoparit pystyvät muuttamaan auringon paisteesta sähköksi vain kymmenennen osan.

Auringon paiste on jaksottaista, vaihtelua aiheuttaa toisaalta päivän ja yön, toisaalta kesän ja talven vuorottelu. Jaksottaisuus aiheuttaa varastointiongelman — mistä voimaa kun aurinko ei paista. Esimerkiksi sähkön varastointia ei ole pystytty ratkaisemaan, vaikka monia kiertoteitä on kehitetty. Päivän aurinkosähköllä voisi vaikkapa pumpata vettä säiliöön, josta sitä valutettaisiin yön aikana generaattorin läpi. Toistaiseksi tällaiset kiertoyritykset ovat kariutuneet kustannuksiin.

Auringon paisteen kesä/talvi-jaksottaisuus on sitä suurempi ongelmalla pohjoisemmaksi menään. Suomessa auringon voimaa voisi käyttää esimerkiksi talojen lämmitykseen. Pimeä talvemme on kuitenkin ilmastomme ja sijaintimme asettama este jota emme voi kiertää. Kolme neljäsosaa auringon säteilystä me saadankin kesällä kun lämmitystarve on olematon.

Vaikka auringon säteily on ylivoimaisesti runsain energialähteenä, sen talteenoton taloudellisuus riippuu kahdesta avainkysymyksestä: voidaanko säteily keräillä levittää helposti laajoille pinta-aloille? ja voitanko säteily keräijät myös varastoida vastaanottamansa aurinkoenergian?

**Kasvit avuksi**  
Kun auringon valo osuus elävän

valon vastaanotetaan lehtivihreähiukkasten monimutkaisiin kalvoihin. Niissä auringonvalo muunnetaan ensin pienempiä sähkölaatuksiksi, jotka sitten pilkkovat kasvin juurillaan imemiä vesimolekyyliä happi- ja vetyatomiksi.

Happi virtaa puhtaana ilmakehään, kun taas energiarikas vety otetaan käyttövoimaksi hiiliketjujen rakennustyöhön. Kasvi kasvaa, ja lopputuloksena saamme auringon energian säilötyinä kemiallisiksi energiaksi kasvin runkon, oksien, lehtiin ja juuriin. Kun halko tai hake syytetään palamaan, kemiallinen energia vapautuu lämpönä kuumentamaan saunan kiuasta tai lämpökeskuksen kattilaa.

Kannattaa panna mekrielle että luonto (kasvit) kyllä käyttää sekä sähköä että vetyä energiataloudessaan. Kumpikin niistä kelpaa kuitenkin vain välituotteeksi. Sähköä kun ei voi varastoida, ja vety taas yhdessä hapen kanssa on liian herkkää räjähtämään. Elävä luonto varastoi energiaa vain kemialliseen sidokseen, mistä energia ei karkaa.

## Metsät aurinkovoimaloina

Maapallon metsät muodostavat luonnon oman aurinkovoimalan. Tekniikkaan perustuvista laitoksista poiketen metsän energialaitos on helppo pystyttää, puuthan rakentavat itse itsensä, kun ne kerran kylvetään tai istutetaan. Puusto myös huoltaa itse itseään kasvattamalla jatkuvasti uutta lehvästää fotosynteesissä loppuunajetun lehtikerroksen päälle. Metsien aurinkovoimalassa ei tarvita huoltomiehiä pikkuvikoja korjaamaan.

Miltei huomaamattamme maamme metsäpuut sitovat auringon säteiden kuljettamaa energiaa jo nyt huomattavia määriä, vuosittain runsaat 700 Petajoulea (1015 joulea). Lämpöarvoitaan se vastaa noin 17 miljoonaa öljytonnia eli puolitoistakertaisesti nykyistä öljyntuontiamme.

1970-luvun öljykriisit ovat opettaneet, että metsään kannattaa mennä energiapallassakin. Energia-metsätalous on kotimainen, kestävä, turvallinen ja luontoa hoitava tapa vastata uudistuvan energian aikakauden haasteisiin.