

Vaihtoehtoja öljylle

Tuuli, vesi, kasvit

Vesivoima, tuuli ja polttopuu ovat uudistuvia energiavaroja, auringon energiaa uudessa muodossa. Verrattuna uudistumattomiin energiavaroihin, kuten öljyyn ja uraaniin, auringosta peräisin olevalla energialla on merkittäviä etuja. Aurinkoenergia jakaantuu ensiksikin tasaisesti. Sama aurinko saa tuulen puhaltamaan niin idässä kuin lännessä. Joet keräävät aurinkoenergiaa koskiinsa ja putouksiansa niin kehittyneissä kuin kehittyvissäkin maissa. Polttopuuhun varastoituva aurinkoenergia ei kysele uskonnusta.

Ihmiskunta saa aurinkoenergiaa vuosittain 15 000-kertaisen määrän kulutukseensa verrattuna. Kuitenkin 80—90 prosenttia koko energiankulutuksesta katetaan uusiutumattomilla energiavaroilla, pääasiassa öljyllä.

Vaikka länsimaat ovat yrittäneet ohjata asukkaansa öljynsäästölinjalle, kulutus ei ole hiiliintynyt. Nykyisellä vauhdilla helposti pumpattava öljy loppuu tämän sukupolven aikana.

Ydinenergia voi jäädä väli vaiheeksi; se luo tänään enemmän uusia ongelmia kuin mitä se pystyy ratkaisemaan. Vasta parin viime vuoden aikana olemme huomanneet kuinka epävarmoiksi ydinvoimat käyvät vanhemmuuttaan. Myös kymmeniä tuhansia vuosia säilyvät jätteet tullevat lopulta ylipääsemättömäksi ongelmaksi.

Uudistuvat energilähteet

Öljy ja uraani sisältävät energian jo varastoituna. Veden, tuulen ja auringon hyödyntäminen on monimuotoisempaa, koska niiden energia on liike-energiaa, sellaisenaan vaikeasti varastoitavaa.

Vesivoima saadaan virtaavan veden liikkeestä. Se muutetaan voimalaitoksessa sähköenergiaksi. Koska joet keräävät laajoille alueille satavat vedet yhteen virtaan, sen koskipaikkoihin kertyvät suurimmat uusiutuvan energian tihentymät. Esimerkiksi Niagaran putousten potentiaaliseksi sähkötehoksi on laskettu 4400 megawattia (4 400 miljoonaa wattia). Se vastaisi neljän ydinvoimalan tehoa.

Jokien vesivoima on ollut niin huokeaa valjastaa, että käyttämättömiä mahdollisuuksia ei ole enää paljon. Suomen kokonaisvesivoimasta on rakennettu jo kaksi kolmannesta (2 300 megawattia). Viimeisen kolmannen rakentaminen kaatuu

Uudistuvien luonnonvarojen merkitys tulevaisuuden energialuollossa kasvaa. Maat. ja metsät. trl Veli P o h j o n e n Metsäntutkimuslaitoksen Kansuksen toimipisteestä on sitä mieltä, että vakavasti otettaviksi vaihtoehtoiksi kohoavat mm. tuuli- ja vesivoima sekä kasvit. Tuulivoimalla tulee olemaan paikallinen merkitys niillä seudulla, joilla tuull puhaltaa tasaisesti ympär vuoden. Vesivoima taas on turvallinen, jo rakennettu jalusta. Suurimman tonvonsa Pohjonen panee kuitenkin aurinkoenergiään ja sen yksinkertaisimpiin vastaanottajiin eli kasveihin.

Seuraavassa Veli Pohjonen tarkastelee näitä tulevaisuuden energiakysymyksiä.

Tuulimyllytekniikan rajoitukset pudottavat maksimisaannon vielä noin 35 prosenttiin.

Näin laskien Suomen tuulista tarvitsisi valjastaa vain 5—10 prosenttia, ja koko energiantarpeemme olisi tyydytetty. Tuuli on kuitenkin jakaantunut valtaosan, kahden miljoonan kuutiometrin ilmatilaan. Tarvitsisimme lähes sadan metrin korkuisia suurmyllyjä 400 kappaletta joka pitäjään. Suuren luokan energiavaihtoehtoksi tuulesta ei siis ole.

Auringon säteily on pienimpien energiapakkausten, fotonien liikettä. Keskimääräinen aurinkoteho koko maapallolla on vajaat 200 wattia vaakasuoralle maanpinnan neliömetrille. Aurinko siis paistaa vain vähän tehokkaammin kuin mitä tuuli puhaltaa. Laajalle alueelle lankeavaa säteilyenergiaa saadaan kuitenkin 50 kertaa enemmän kuin mitä saman alueen tuulenergiaa. Sama tuuli nimittäin puhaltaa paikasta toiseen, kun

taas auringon säteet jakautuvat tasaisesti yli maan pinnan.

Vihreät kasvit sitovat energian

Jotta voisimme käyttää aurinkoenergiaa jokapäiväisessä elämässämme, auringon säteilyenergia on muunnettava muiksi energiamuodoiksi. Pinta, parhaiten musta, lämpenee auringon säteiden kohdatessa sen. Tähän ilmiöön perustuu aurinkolämmitys; saamme auringosta lämpöenergiaa.

Auringon säteily voidaan muuttaa sähköenergiaksi aurinkokennoilla. Näitä piimetallipohjaisia kenoja on jo käytetty muun muassa avaruusaluksissa ja pienempinä kameroissa.

Sekä lämpö- että sähköenergian varjopuolena on heikko varastoitavuus. Luonto on ratkaisut aurinkoenergian keräämisen, sitomisen ja varastoimisen muuntamalla auringon energian kemialliseksi sidosenergiaksi vihreisiin kasveihin.

Kun auringosta saapuvat säteet osuvat kasvien lehtiin, alkaa monimutkainen ketjureaktio: yhteyttäminen eli fotosynteesi. Lehtivihreähiukkaset muuntavat säteilyenergian ensin aurinkokennoperiaatteella pieniksi sähkövarauksiksi. Ne ovat käytövoimana hiiliketjujen rakennustyössä, jossa ilman hiilidioksidia ja maaperän vesi ovat päätarpeina.

On merkillepantavaa, että kasvit tuntevat sähköenergian, mutta sitä käytetään vain välituotteena. Energian varastoimiseen on valittu hiiliketjujen kemiallinen sidos, joka purkautessaan vapauttaa lämpöä. Me puremme näitä sidoksia kun poltamme halkoa, haketta tai turvetta. Näihin sidoksiin on varastoitu myös öljyn energia.

Energiaa viljelemällä

Jo nyt Suomen kasvillisuus, pellot ja metsät, varastoi vuodessa itseensä energiaa kahden vuoden öljynkulutuksen verran. Energiataloudellisesti vihreiden kasvien merkitys on oivallettu vasta viime vuosina. On löytynyt kasvilajeja, jotka pystyvät niitä viljeleessä ennen arvaamattoman tehokkaaseen aurinkoenergian sidontaan.

Energiaviljely on oppi viljelykasveista ja -menetelmistä, joilla auringon energiaa vastaanotetaan, sidotaan ja muunnetaan varastoitavaan muotoon. Kasvilajista ja kasvinosasta riippumatta jokaisen sidotun, kuivan biomassakilon energiasisältö on miltei vakio: 19—20 megajoulua. Se on noin puolet raskaan polttoöljyyn energiasisällöstä.

Energiaviljelyyn etsitään parhaillaan mahdollisimman satoisia kasveja ympäri maailman. Vuotuisen kuiva-ainetuotoksen ennätys on eteläisessä Teksassissa kasvaneella, voimaperäisesti kastellulla sokeriruokilla: 132 tonnia hehtaarilta. Toinen tärkeä ympärivuotisen kasvukauden energiakasvi on ananas, joka käyttää niukkoja vesivaroja sokeriruokoa tehokkaammin.

Jatkojalostuksen kannalta sokeriin sitoutunut energia on tavoiteltavaa. Sokerin käyttäminen polttoaineeksi — styyliakohoksi — halitään jo hyvin. Melkoisesti viljelykasveista vesi tulla kypsykseen sokerituotokseen. Se on näitä juuret mukaanlasketun satosen viljelykasvime: noin 15 kuiva-ainetonna hehtaarilla vuodessa.

Järviruoko on luonnonkasvistonamme tuottaisin. Merenlah-



ovat uudistuvia energiavaroja, auringon energiaa uudessa muodossa. Verrattuna uudistumattomiin energiavaroihin, kuten öljyyn ja uraaniin, auringosta peräisin olevalla energialla on merkittäviä etuja. Aurinkoenergia jakaantuu ensiksikin tasavertaisesti. Sama aurinko saa tuulen puhaltamaan niin idässä kuin lännessä. Joet keräävät aurinkoenergiaa koskinsa ja putouksiinsa niin kehittyneissä kuin kehittyvissäkin maissa. Polttopuuhun varastoituva aurinkoenergia ei kysele uskon-suuntaa.

Ihmiskunta saa aurinkoenergiaa vuosittain 15 000-kertaisen määrän kulutukseensa verrattuna. Kuitenkin 80—90 prosenttia koko energiankulutuksesta katetaan uusiutumattomilla energiavaroilla, pääasiassa öljyllä.

Vaikka länsimaat ovat yrittäneet ohjata asukkaansa öljynsäätölinjalle, kulutus ei ole hiiliintynyt. Nykyisellä vauhdilla helposti pumpattava öljy loppuu tämän sukupolven aikana.

Ydinenergia voi jäädä väli vaiheeksi; se luo tänään enemmän uusia ongelmia kuin mitä se pystyy ratkaisemaan. Vasta parin viime vuoden aikana olemme huomanneet kuinka epävarmoiksi ydinvoimat käyvät vanhemmuuttaan. Myös kymmeniä tuhansia vuosia säilyvät jätteet tullevat lopulta ylipääsemättömäksi ongelmaksi.

Uudistuvat energiavirrat

Öljy ja uraani sisältävät energian jo varastoituna. Veden, tuulen ja auringon hyödyntäminen on monimutkaisempaa, koska niiden energia on liike-energiaa, sellaisenaan vaikeasti varastoitavaa.

Vesivoima saadaan virtaavan veden liikkeestä. Se muutetaan voimalaitoksessa sähköenergiaksi. Koska joet keräävät laajoille alueille satavat vedet yhteen virtaan, sen koskipaikkoihin kertyvät suurimmat uusiutuvan energian tihentymät. Esimerkiksi Niagaran putousten potentiaaliseksi sähkötehoksi on laskeutu 4400 megawattia (4 400 miljoonaa wattia). Se vastaisi neljän ydinvoimalan tehoa.

Jokien vesivoima on ollut niin huokeaa valjastaa, että käyttämättömiä mahdollisuuksia ei ole enää paljon. Suomen kokonaisvesivoimasta on rakennettu jo kaksi kolmannesta (2 300 megawattia). Viimeisen kolmannoksen rakentaminen kaatuu jäljellä olevien luonnonvarojen menetykseen.

Tuulivoima saadaan virtaavan ilman liikkeestä. Keskimääräinen pintatuulen nopeus koko maapallolla on noin kuusi metriä sekunnissa. Kun tämä tuuli puhalttaa yhden pystysuoran neliömetrin lävitse, tuuliteho on 130 wattia, siis parin sähkölämpun verran.

Jos kaikki tuulen energia otettaisiin käyttöön, tuulet seisahtuisivat. Tämä outo kuvitelma kertoo, että koko tuulen energiaa ei voida valjastaa. Mahdollisuudet laskevat noin 60 prosenttiin.

Uudistuvien luonnonvarojen merkitys tulevaisuuden energialuollossa kasvaa. Maat ja metsät. tri Veli Pohjonen Metsäntutkimuslaitoksen Kansuksen toimipisteestä on sitä mieltä, että vakavasti otettaviksi vaihtoehtoiksi kohoavat mm. tuuli- ja vesivoima sekä kasvit. Tuulivoimalla tulee olemaan paikallinen merkitys niillä seuduilla, joilla tuuli puhalttaa tasaisesti ympäri vuoden. Vesivoima taas on turvallinen, jo rakennettu jalusta. Suurimman toivonsa Pohjonen panee kuitenkin aurinkoenergiiaan ja sen yksinkertaisimpiin vastaantottajiin eli kasveihin.

Seuraavassa Veli Pohjonen tarkastelee näitä tulevaisuuden energiakysymyksiä.

Tuulimyllyteknikan rajoitukset pudottavat maksimisaannon vielä noin 35 prosenttiin.

Näin laskien Suomen tuulista tarvitsisi valjastaa vain 5—10 prosenttia, ja koko energiantarpeemme olisi tyydytetty. Tuuli on kuitenkin jakaantunut valtaosan, kahden miljoonan kuutiometrin ilmatilaan. Tarvitsisimme lähes sadan metrin korkuisia suurmyllyjä 400 kappaletta joka pitäjään. Suuren luokan energiavaihtoehtoksi tuulesta ei siis ole.

Auringon säteily on pienimpien energiapakkausten, fotonien liikettä. Keskimääräinen aurinkoteho koko maapallolla on vajaat 200 wattia vaakasuoralle maanpinnan neliömetrille. Aurinko siis paistaa vain vähän tehokkaammin kuin mitä tuuli puhalttaa. Laajalle alueelle lankeavaa säteilyenergiaa saadaan kuitenkin 50 kertaa enemmän kuin mitä saman alueen tuulien energia. Sama tuuli nimittäin puhalttaa paikasta toiseen, kun

taas auringon säteet jakautuvat tasaisesti yli maan pinnan.

Vihreät kasvit sitovat energian

Jotta voisimme käyttää aurinkoenergiaa jokapäiväisessä elämässämme, auringon säteilyenergia on muunnettava muiksi energiamuodoiksi. Pinta, parhaiten musta, lämpenee auringon säteiden kohdatessa sen. Tähän ilmiöön perustuu aurinkolämmitys; saamme auringosta lämpöenergiaa.

Auringon säteily voidaan muuttaa sähköenergiaksi aurinkokennoilla. Näitä piimetalipohjaisia kennoja on jo käytetty muun muassa avaruusaluksissa ja pienempinä kameroissa.

Sekä lämpö- että sähköenergian varjopuolena on heikko varastoitavuus. Luonto on ratkaisut aurinkoenergian keräämisen, sitomisen ja varastoinen muuntamalla auringon energian kemialliseksi sidosenergiaksi vihreisiin kasveihin.



Nopeakasvuisilla pajuilla on saatu lupaavia tuloksia aurinkoenergian sitomisessa vihreisiin kasveihin.

teet osuvat kasvien lehtiin, alkaa monimutkainen ketjureaktio: yhteyttäminen eli fotosynteesi. Lehtivihreähiukkaset muuntaavat säteilyenergian ensin aurinkokennoperiaatteella pieniksi sähkövarauksiksi. Ne ovat käytettävänä hiiliketjujen rakennustyössä, jossa ilman hiilidioksidia ja maaperän vesi ovat päätepeina.

On merkilläpantavaa, että kasvit tuntevat sähköenergian, mutta sitä käytetään vain välituotteena. Energian varastoinseen on valittu hiiliketjujen kemiallinen sidos, joka purkautuessaan vapauttaa lämpöä. Me puramme näitä sidoksia kun poltamme halkoa, haketta tai turvetta. Näihin sidoksiin on varastoitua myös öljyn energia.

Energiaa viljelemällä

Jo nyt Suomen kasvillisuus, pellot ja metsät, varastoi vuodessa itseensä energiaa kahden vuoden öljynkulutuksen verran. Energiataloudellisesti vihreiden kasvien merkitys on oivallettu vasta viime vuosina. On löytynyt kasvilajeja, jotka pystyvät niitä viljeltäessä ennen arvaamattoman tehokkaaseen aurinkoenergian sidontaan.

Energia viljely on oppi viljelyskasveista ja -menetelmistä, joilla auringon energiaa vastaanotetaan, sidotaan ja muunnetaan varastoitavaan muotoon. Kasvilajista ja kasvinosasta riippumatta jokaisen sidotun, kuivan biomassakilon energiasisältö on miltei vakio: 19—20 megajoulua. Se on noin puolet raskaan polttoöljykilon energiasisällöstä.

Energia viljelyyn etsitään parhaillaan mahdollisimman satoisia kasveja ympäri maailman. Vuotuisen kuiva-ainetuotoksen ennätys on eteläisessä Teksasissa kasvaneella, voimaperäisesti kastellulla sokeriruokolla: 132 tonnia hehtaarilta. Toinen tärkeä ympärivuotisen kasvukauden energiakasvi on ananas, joka käyttää niukkoja vesivaroja sokeriruokoa tehokkaammin.

Jatkojalostuksen kannalta sokerin sidotut energia on tavoiteltavaa. Sokerin käyttäminen poltonesteeksi — etyylialkoholiksi — hallitaan jo hyvin. Meikäläisistä viljelyskasveista voisi tulla kysymyksen sokerijuurikas. Se on naatit, juuret mukaanlukien satoisin viljelyskasvimme: noin 15 kuiva-ainetonnia hehtaarilla vuodessa.

Järviruoko on luonnonkasveistamme tuottoisin. Merenlahdista on mitattu samoja vuotuisia kasveja kuin sokerijuurikkaalla. Järviruokoa voisi ajatella viljeltävän esimerkiksi vanhoilla turpeennostoalueilla. Viljelyteknikka on vielä kehittämättä.

Toistaiseksi lupaavimmat kasvutulokset on saatu maassamme energiapajuilla. Vuotuiset kuiva-ainesadot ovat ylittäneet koeruuduilla 20 tonnia vuodessa hehtaarilta. Energia-pajun viljelyteknikka hallitaan jo, ja hehtaarien suuruusluokkaa olevat koalueet ovat perusteilla.