

Ydinvoima ja se ominaisuus, jota kukaan ei laskuta

18.11.2026

Kahdeksankymmentä euroa megawattitunnilta. Se on suuruusluokka, josta Hinkley Point C:n takuuhinnan yhteydessä on puhuttu, ja se tarkoittaa yli kymmentä senttiä kilowattitunnilta vuoden jokaisena tuntina. Tällä luvulla ydinvoimakeskustelu yleensä joko alkaa tai loppuu. Regenerate-podcastin kuudennessa jaksossa tehtiin kumpaakin harvinaisempi asia: jatkettiin siitä eteenpäin. Pelkkä hintalappu ei nimittäin vielä kerro, mitä sillä ostetaan, milloin sähkö syntyy eikä mitä muuta sähköjärjestelmä saa kaupan päälle. Jos ydinvoimaa katsoo vain keskimääräisenä megawattituntina, se näyttää helposti kalliilta tuotantomuodolta. Jos sitä katsoo osana talven pakkasviikon, tehopulan, polttoaineriskien ja verkon vakauden kokonaisuutta, kuva muuttuu vähemmän suoraviivaiseksi.

Jakso oli sarjan yksimielisin. Kaikki kolme keskustelijaa päätyivät samaan: ydinvoima kuuluu puhtaaseen energiajärjestelmään, sen rakentaminen Euroopassa on ollut surkean hidasta ja kallista, ja SMR-lupaukset ovat kiinnostavia mutta toistaiseksi todentamattomia. Erimielisyyttä ei löytynyt edes yrittämällä. Se ei silti tehnyt keskustelusta latteaa, koska yksimielisyys ei kohdistunut helppoon iskulauseeseen vaan vaikeaan kompromissiin. Ydinvoima ei ole hopealuoti, joka ratkaisee kaikki energiajärjestelmän ongelmat, mutta ei se myöskään ole menneisyyden teknologia, jonka voi kuitata yhdellä kustannusluvulla. Se on kallis, hidas ja poliittisesti hankala tapa tuottaa täsmällisesti sitä sähköä, jota järjestelmä kaikkein kipeimmin tarvitsee: päästötöntä, ennustettavaa ja säästä riippumatonta perus- ja huipputilanteiden tehoa.

Megawattituntihinta mittaa väärää asiaa

Ydinvoimalan arvo ei asu keskihinnassa vaan ajoituksessa. Voimala tuottaa täydellä teholla myös sinä tammikuun iltana, jolloin spot käy tuhannessa eurossa ja jokainen megawatti on kirjaimellisesti kullanarvoinen. Tätä kapasiteettiarvoa nykyinen energiamarkkina ei hinnoittele kunnolla, ja juuri siksi investointipäätökset ovat niin vaikeita: laitos tuottaa yhteiskunnalle arvoa, josta kukaan ei lähetä laskua. Sähkömarkkina maksaa energiasta, mutta sähköjärjestelmä tarvitsee myös varmuutta. Tarvitaan tieto siitä, että tuotantoa on olemassa silloin, kun tuuli ei satu puhaltamaan, vesivarastot ovat matalalla, tuontiyhteyksissä on häiriöitä ja kulutuspiikki osuu pahimpaan mahdolliseen hetkeen. Tätä ei voi redusoida vuoden keskihinnaksi ilman että osa olennaisesta katoaa. Halpa sähkö keskellä tuulista sunnuntaiyötä ja kallis sähkö arkipäivän pakkasiltana eivät ole järjestelmän kannalta sama tuote, vaikka molemmat mitataan megawattitunteina.

Tässä kohtaa keskustelu menee usein vinoon. Ydinvoiman vastustaja voi osoittaa taulukkoa ja sanoa, että tuuli- ja aurinkosähkö ovat halvempia. Hän on monessa tilanteessa oikeassa. Mutta jos vertailu lopetetaan siihen, sekoitetaan tuotantokustannus ja järjestelmäkustannus. Mitä enemmän sähköä tuotetaan sääriippuvasti, sitä enemmän tarvitaan siirtoyhteyksiä, varastoja, kysyntäjoustoa, varavoimaa ja reservimarkkinoita. Ne voivat olla täysin järkeviä ja välttämättömiä investointeja, mutta ne eivät ole ilmaisia. Ydinvoiman vahvuus on juuri siinä, että se vähentää osaa tästä tarpeesta. Se ei poista jouston tarvetta, mutta se pienentää sen mittakaavaa.

Akkutohtorin knoppi: mitä inertia oikeasti tarkoittaa

Sähköverkon taajuus on 50 hertsiä, ja se pysyy siinä vain jos tuotanto ja kulutus ovat joka hetki tasapainossa. Perinteinen voimala auttaa tässä tavalla, jota harva tulee ajatelleeksi. Ydinvoimalan turbiini ja generaattori ovat satojen tonnien teräsmassa, joka pyörii kolmetuhatta kierrosta minuutissa. Siihen on sitoutunut valtava liike-energia. Kun verkosta yhtäkkiä katoaa tuotantoa, taajuus alkaa pudota, ja pyörivät massat luovuttavat liike-energiaansa verkkoon automaattisesti, ilman ohjausta, ilman viivettä. Fysiikka hoitaa ensimmäiset sekunnit ennen kuin yksikään reservi ehtii reagoida. Tämä on sähkön laatua, jota ei näe pistorasiasta eikä sähkölaskusta, mutta jonka puuttumisen huomaa hyvin nopeasti, jos järjestelmä joutuu ääritilanteeseen.

Aurinkopaneeli ja täysitehoinvertterillä kytketty tuuliturbiini eivät tee tätä samalla tavalla. Niissä ei ole verkkoon suoraan kytkettyä pyörivää massaa. Invertteri voidaan ohjelmoida jäljittelemään inertiaa, mutta se vaatii sekä ohjelmiston että energiavaraston sen taakse, eli synteettinen inertia on hankittava ominaisuus siinä missä luonnollinen inertia tulee kaupan päälle. Mitä suurempi osa tuotannosta siirtyy inverttereiden taakse, sitä arvokkaammaksi jokainen verkossa pyörivä teräsmassa muuttuu. Tämäkään ei näy ydinvoimalan tuloslaskelmassa. Markkina tunnistaa megawattitunnin, mutta se tunnistaa huonommin sen, miten rauhallisesti verkko käyttäytyy häiriön ensimmäisten sekuntien aikana. Siksi inertia on erinomainen esimerkki ominaisuudesta, joka on teknisesti erittäin todellinen mutta taloudellisesti huonosti näkyvä.

Tämä ei tarkoita, että invertteripohjainen tuotanto olisi ongelma sinänsä. Päinvastoin: moderni tuuli- ja aurinkosähkö on välttämätön osa päästötöntä järjestelmää, ja tehoelektroniikalla voidaan tehdä asioita, joihin vanha koneisto ei taivu. Mutta teknologioiden ominaisuudet ovat erilaisia. Kun järjestelmä muuttuu, myös sen säätöfilosofia muuttuu. Ennen iso osa vakaudesta tuli raskaiden koneiden sivutuotteena. Jatkossa sama vakaus pitää suunnitella, ohjelmoida, mitoittaa ja ostaa erikseen. Juuri tässä ydinvoima on kiinnostava: se on samalla sekä energiantuotantolaitos että osa verkon mekaanista selkärankaa.

SMR: odotan dataa, en lupauksia

Pienreaktoreiden lupaus on sarjatuotanto: tehdasvalmisteinen moduuli, toistettava luvitus, putoavat yksikkökustannukset. Lupaus on looginen, mutta yhtään sarjaa ei ole vielä valmistettu, joten kustannuskäyrä on toistaiseksi olettamus. Energiakeskustelussa prototyyppi ja tuote menevät usein sekaisin. Ensimmäinen reaktori todistaa, että teknologia voidaan rakentaa. Vasta kymmenes, kahdeskymmenes ja viideskymmenes yksikkö alkavat kertoa, syntyykö luvattu oppimiskäyrä oikeasti. Siksi SMR:stä kannattaa olla kiinnostunut mutta ei hurmioitunut. Mittakaavaetu ei synny PowerPointissa, vaan tehtaalla, toimitusketjussa, luvituksessa, rakentamisen rutiineissa ja siinä tylsässä toistossa, jossa jokainen seuraava yksikkö on vähän vähemmän ainutkertainen kuin edellinen.

Kiinnostavin suomalainen kulma on lämpö: pieni reaktori kaupungin kupeessa voisi kattaa kaukolämpöä, jolloin sen käyttöaste ja talous paranisivat oleellisesti. Kaukolämpö tekee SMR:stä Suomessa erityisen mielenkiintoisen, koska lämpökuorma on suuri, paikallinen ja osin ennustettava. Sähkömarkkinoilla reaktori kilpailee joka tunti kaikkien muiden tuotantomuotojen kanssa, mutta lämmössä vaihtoehdot ovat kaupunkikohtaisia ja infrastruktuuri on jo olemassa. Jos fossiilista tai polttamiseen perustuvaa lämpöä halutaan vähentää, ydinlämpö tarjoaa yhden harvoista tavoista tuottaa suuria määriä tasaista lämpöä ilman savupiippua.

Jaksossa siteerattiin myös Fortumin arviota, jonka mukaan vetytalouden toteutuminen vaatisi Suomeen lähes kaksinkertaisen sähköntuotannon. Vetyoptimismiin voi suhtautua varauksella, mutta luku kertoo mittakaavasta: puhtaan sähkön tarve kasvaa joka skenaariossa, ja siihen tarpeeseen ydinvoima on yksi harvoista säältä riippumattomista vastauksista. Jos liikenne, teollisuus, lämpö ja mahdollinen vedyn tuotanto sähköistyvät yhtä aikaa, energiajärjestelmä ei tarvitse vain halvimpia tunteja vaan valtavan määrän luotettavia tunteja. Ydinvoiman puolustus ei siis ole nostalgiaa suurista laitoksista, vaan väite siitä, että päästöttömässä järjestelmässä tarvitaan myös raskasta, tylsää ja tasaisesti jauhavaa tuotantoa.

Oma johtopäätökseni podcastin jaksosta on, että ydinvoimaa ei kannata myydä halvimpana sähkönä. Se on väärä lupaus ja huono keskustelunavaus. Parempi väite on tämä: ydinvoima tuottaa järjestelmälle ominaisuuksia, joita tarvitaan yhä enemmän, mutta joita nykyinen markkina hinnoittelee vain osittain. Se tuottaa sähköä silloin kun sitä tarvitaan, se tuo verkkoon luonnollista inertiaa, se pienentää sääriippuvuuden ääripäitä ja lämpösovelluksissa se voi korvata polttamista siellä, missä vaihtoehdot ovat rajallisia. Näistä ominaisuuksista pitäisi puhua suoremmin. Muuten keskustelu jää kiinni yhteen megawattituntihintaan, vaikka todellinen kysymys kuuluu: millaisen sähköjärjestelmän haluamme rakentaa, ja mitkä ominaisuudet olemme valmiita maksamaan näkyvästi sen sijaan, että oletamme niiden syntyvän ilmaiseksi.

Regeneranssi-podcast

Regeneranssi on kolmen energia-alan ihmisen podcast energia-alan renesanssista. Tuukka Heikkilä Energiateollisuus ry:stä tuo markkinoiden ja politiikan näkökulman, Visa Siekkinen Hämeen ammattikorkeakoulusta energiajärjestelmien tutkimuksen, ja allekirjoittanut yrittää pitää huolen siitä, että sähkökemia ja fysiikka pysyvät keskustelussa mukana. Tavoite on yksinkertainen: puhua energiasta datalla eikä mielikuvilla.

Kuuntele Regeneranssi-podcastin jaksot täällä: Regeneranssi podcast**Juho Heiska**
TkT, tutkimus- ja kehittämispäällikkö
SEAMK

Kirjoittaja toimii SEAMKin Tulevaisuuden ajoneuvoteknologiat -tutkimusryhmässä ja on väitellyt akkututkimuksen alalta.