

Taastuenergia mõju tootmisele ja tarbimisele

Elektritootmine taastuenergiaga muudab tarbimisharjumusi. Kui seni on elektritootmine olnud paindlik ja tarbimine jäik, siis tulevikus on tootmine jäik ja tarbimine peab kohanema ning muutuma paindlikuks.

Nii Euroopas kui ka Eestis ei ole tarbija pidanud mõtlema sellele, mis hetkel kodus veeboiler või pörandaküte sisse lülitada või pesumasin tööle panna. Kui on tekkinud vajadus elektrienergiat tarbida, siis on seda tehtud just nii, nagu parasjagu kõige mugavam tundub. Selline tarbimine on võimalik olnud, kuna elektritootmine on seni olnud väga paindlik. Paindlikkus on oluline sellepärast, et elektritarbimine ja elektritootmine peavad igal ajahetkel olema tasakaalus. Kui tarbimine ületaks tootmist, siis võrgu sagedus (Euroopas 50 Hz) langeks, ja kui tarbimine oleks tootmisest väiksem, siis võrgu sagedus tõuseks. Suur kõrvalekalle võib kahjustada võrku ühendatud elektroonika-seadmeid ja halvimal juhul lõppeda elektri katkestusega. Et seda ei juhtuks, on seni tavapärane olnud, et elektritootmine on reguleeritud täpselt vastama tarbimisele. Senised ajaloolised elektritootmise viisid on paindlikuks

tootmiseks sobivad olnud, kuna elektrit on toodetud Euroopas kivisöest ja Eestis põlevkivist ning tootmisvõimsust on olnud võimalik planeerida ja reguleerida vastavalt tarbimiskoormusele.

Taastuenergia kasutuselevõttuga on elektritootmine aga kardinaalselt muutumas. Praegu kõige kasumlikumad ja seega levinumad taastuenergiaga elektritootmise vahendid on tuulikud ja päikesepaneelid. Mõlema puhul on tegemist reguleerimatu tootmisviisiga. See tähendab, et kui tuul puhub, toodetakse tuulest elektrit, hoolimata sellest, kui palju seda hetkel vaja on. Niisamuti on muutlik ja reguleerimatu päikesepaneelidega elektritootmine.

Kuna sellise juhitamatu tootmise maht on Nord Pooli¹ regioonis pidevalt kasvanud, on andmetest näha selle tootmisviisi muutuse mõju teistele tootmisviisidele. Et seni on kasv olnud peamiselt tuuleenergia tootmises, siis on edaspidine juttu tuule näitel, kuid toodud näited kehtivad ka päikesest elektri tootmise puhul.

Joonisel 1 on esitatud Nord Pooli piirkonna elektritootmise maht tootmisviisi järgi gigavatt-tundides nädala täpsusega ja erinevate tootmisviiside korrelatsioon. Nagu esimese veeru kõige alumiselt jooniselt näha, on tuulest toodetud elektri maht alates 2010. aastast oluliselt kasvanud. Tuule joonis näitab, et nädala keskmine tuulest toodetud elektri maht on tõusnud 240 GWh juurest aastal 2010 760 GWh juurde aastal 2017. Lisaks sellele paistab silma veel kaks eripära. Esiteks see, et tuuleenergia on sesoonne. Ja teiseks, et koos tuuleenergia keskmise mahu kasvuga on kasvanud ka tuuletootmise volatiilsus. Nimetatud efekti saab seletada sellega, et peamine tuuleenergia tootmismahu kasv on toimunud Taanis ja Saksamaal, Euroopa geograafilises mõistes suhteliselt kontsentreeritud regioonis². Lähestikku asetsevate tuuleparkide tootmismahut on aga paratamatult väga sarnane ja ajaliselt sünkroonne. Simulatsioonid on näidanud, et mida suurem on tuuleparkide asukoha geograafiline varieeruvus, seda väiksemaks muutub tuuleparkide elektritootmise korrelatsioon pikema ajahetkes. See tähendab, et väikseid, tunniseseid kõikumisi suudavad ühtlustada mitu tuuleparki samas regioonis. Et aga tuuleenergiaga pikaajaliselt kogu nõudlust katta, tuleks võrku ühendada palju regioone. Näiteks toovad Graabak ja Korpas (1) oma ülevaates välja, et kõige efektiivsem oleks omavahel integreerida regioonid Alpide mäestikust põhja ja lõuna pool ning Pürenee mäestikust põhja ja lõuna pool. Selline lahendus aga eeldaks lisaks kvaliteetsetele riikidevahelistele ühendustele ka ühtse üleeuroopalise elektrituru olemasolu.

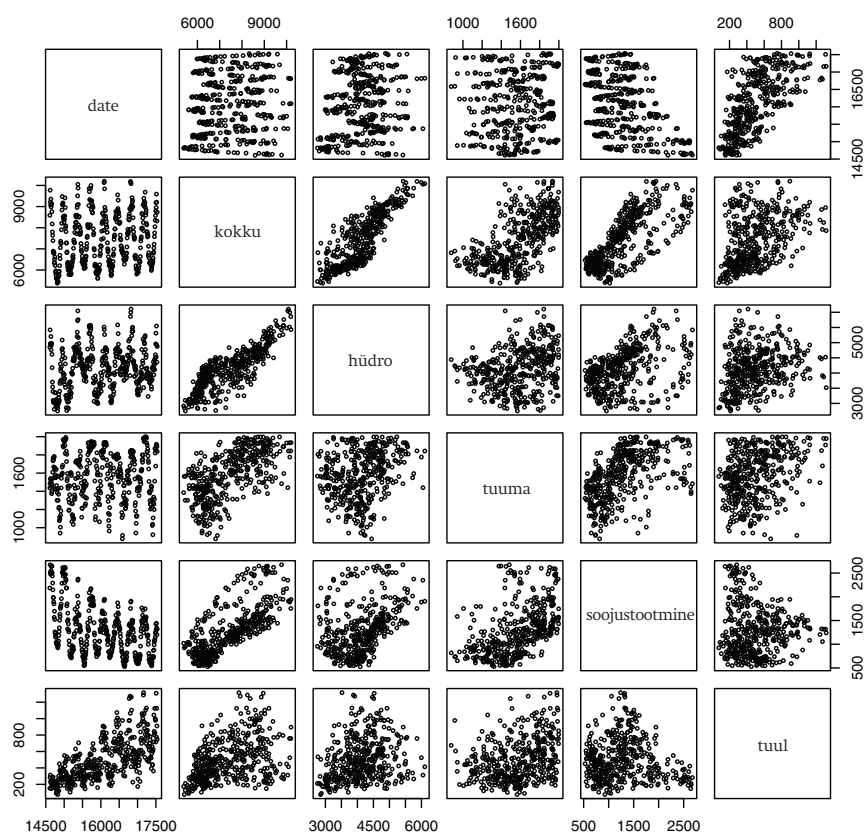
¹ Nord Pool on Põhjamaade ja Baltikumi elektriturgid ühendav ettevõtte, mis korraldab kogu piirkonna ühist elektribörsi.

² Taanis moodustas 2017. aastal tuuleenergia üle poole elektritootmise mahust ja kattis tarbimisest 44%, mis on enam kui kuskil mujal maailmas.

Joonise 1 esimesest veerust paistab veel tähelepanuväärseid mustreid välja. Samal ajal, kui kogu tootmine ootuspäraselt sesoonselt varieerub, pole kogu tootmismahus vaatlusperioodil, aastail 2010–2018 tugevat kasvutrendi näha. Niisamuti on hüdrotootmisega, kuigi seal on sesoonsuse muster kaootilisem, kuna veetase reservuaarides varieerub ka üle aastate. Selles osas võib tuua näite möödunud aastast, kus veetase Norra ja Rootsi reservuaarides on olnud kohati enam kui 15 protsendipunkti keskmisest madalam. Selliselt madalalt tasemelt taastumine ilma erakorralise vihma- või lumeperioodita võib kesta tänava aasta kevadeni.

Ka tuumajaamade tootlikkus on sesoonne, kuid varieeruvuse maht on teisest tootmisliikidest väiksem. Tehnoloogilise eripära tõttu tuumajaamad turu lühiajalisele nõudluse ei reageeri, teisisõnu tootmine on suhteliselt jäik ja tootmiskoormus hoitakse stabiilne. Varieeruvus tuleneb eelkõige sellest, et korrapäraselt jaama hooldust tehakse kõige madalama turunõudlusega ajal ehk suviti.

Joonis 1. Nord Pooli regiooni elektritootmismahud (nädala keskmine GWh) ja korrelatsioon. Autori arvutused SKM³-i Nord Pooli 2010.–2018. aasta andmete alusel.



³ SKM on Norras paiknev energiaturgude analüüsi ja –teenuseid pakkuv ettevõtte, kelle Nord Pooli piirkonna andmebaasi on analüüsis kasutatud.

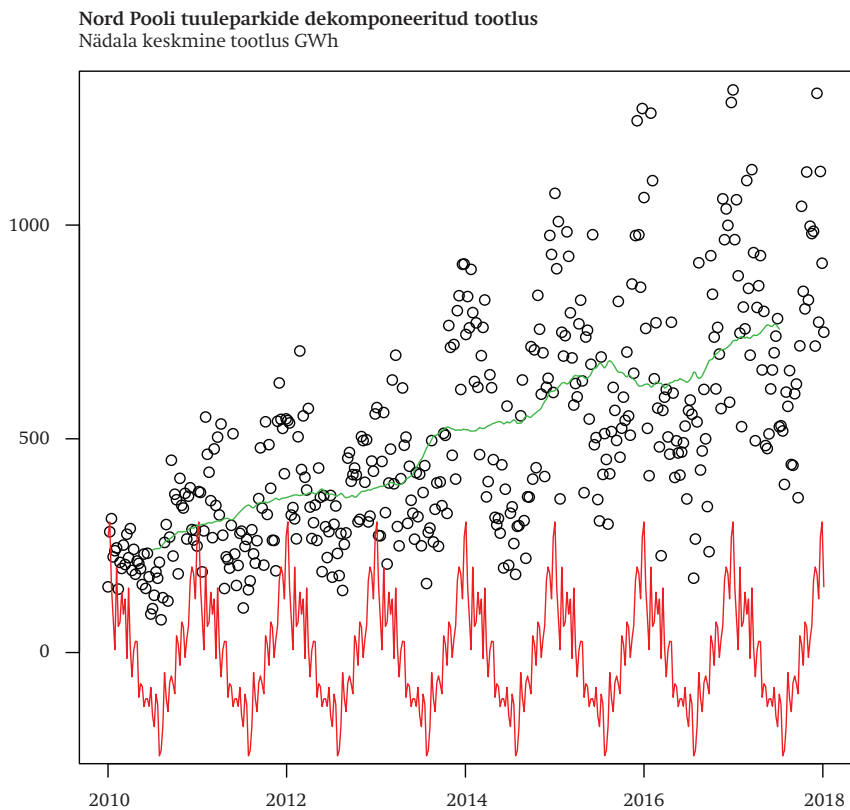
Soojuselektri tootmine paistab teiste seast silma, kuna selle tootmiskaht on erinevalt teiste tootmisviiside omast langeva trendiga. Arvestades, et kogu elektritootmise kaht pole muutunud, siis soojuselektri tootmine ongi olnud põhiline kaotaja tuuleenergia mahu kasvu tõttu. Soojuselektri tootmise langust kiirendab lähematel aastatel omakorda veel järjest kallinev CO₂ emissiooni kvoodi hind. Hinnastatud emissiooniõigus mõjutab küll ainult fossiilsetest kütustest elektritootmist, kuid soojustootmise osakaalust moodustab see seni kõige suurema osa. Et aga soojustootmine on võimalikest elektritootmise viisidest kõige paindlikum, siis suure tõenäosusega jääb see ka tulevikus tipuhetkede koormusi katma.

Joonisel 1 on veergudes 2–6 näidatud erinevate tootmisviiside omavahelist korrelatsiooni. Kogu tootmisega on kõige selgemas korrelatsioonis hüdrotootmine ja seejärel soojustootmine. Mõlemad on hästi juhitavad tootmised ning suudavad kiirelt ja paindlikult reageerida turunõudlusele. Tuule- ja tuumaelektri tootmine on kogu nõudlusega teistest hajusamalt korreleeritud, mis iseloomustab ka nende suhtelist jäikust tootmiskahtude planeerimisel. Huvitav on otsida seoseid, mis näitaks, millised tootmisliigid üksteist asendanud on, ehk negatiivse korrelatsiooni mustrit tootmisviiside vahel. Asendusefekt paistabki selgelt silma soojustootmise ja tuuletootmise vahel. Seetõttu vaadeldakse järgnevas soojustootmise ja tuuletootmise korrelatsiooni lähemalt, võttes aga nüüd arvesse ka ajalisi trendi ja sesoonsust.

Tuuleenergia ja soojuselektrijaamade koostöö

Joonis 2 kujutab tuuleelektri nädala keskmist tootmismahu Nord Pooli kauplemisspiirkonnas (mummud). Tootmismahu on dekomponeeritud libiseva keskmise abil trendiks (roheline joon) ja sesoonseks komponendiks (punane joon). Selgelt paistab silma kasvav trend, mis iseloomustab tuuleparkide juurde tulekut turule ja tootmise kasvutempot, ning sesoonne komponent, mis näitab, et tuuletootmise tipuperiood Nord Pooli piirkonnas on aastavahetus ning kõige vaiksem aeg on juulis.

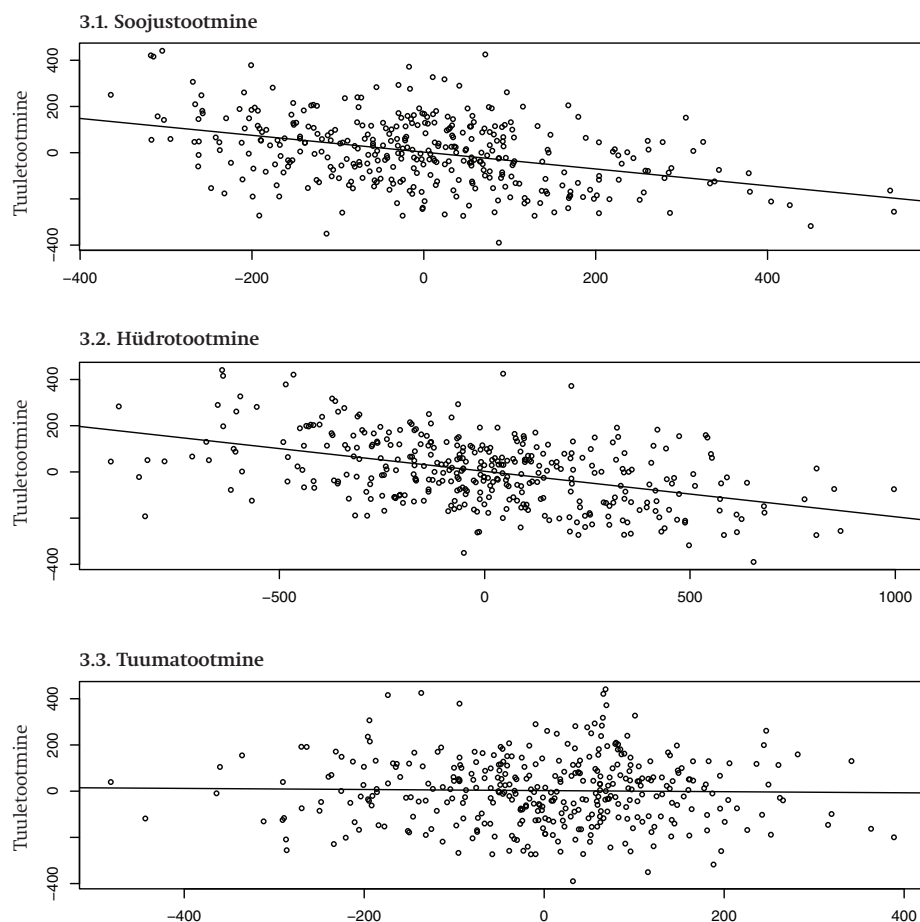
Joonis 2. Tuuleparkide energiatootlus, trend ja sesoonsus. Autori arvutused SKM-i Nord Pooli andmete alusel.



Kui tootmismahust trend ja sesoonne komponent ära lahutada, saab ilmastikust tingitud tuuleelektri juhusliku tootmismahu. Sarnaselt saab ka soojuselektrijaamade tootluse dekomponeerida trendiks, sesoonseks komponendiks ja juhuslikuks komponendiks. Ootuspäraselt on soojustootmise sesoonne tipp siinse regiooni kõige külmemal kuul, veebruaris, ja madalaim tootmismahu kõige soojemal kuul, juulis. Meid huvitab aga eelkõige, kas ja kuidas on soojusjaamade tootmine reageerinud tuuleenergia varieeruvale tootmisele. Seda iseloomustab joonis 3.1, mis näitab ka lineaarse regressiooni tulemust tuulejaama ja soojusjaama tootmise omavahelisest seosest.

Tulemus ütleb, et soojuselektrijaamad vähendasid oma tootmist 0,4 GWh jagu ühe GWh tuuletootmise lisandumisel Nord Pooli piirkonnas nädala kohta keskmiselt ja tulemus on hinnatud 0,1% kindlusega.

Joonis 3.1–3.3. Tuuletootmise asendusefekt (dekomponeeritud nädala keskmine GWh). Autori arvutused SKM-i Nord Pooli andmete alusel.



Sarnaselt saab vaadelda ka tuuletootmise ning hüdro- ja tuumatootmise omavahelist korrelatsiooni joonisel 3.2. ja 3.3. Kui joonisel 1 ei paistnud hüdrotootmise ja tuuletootmise vahel selget seost olema, siis pärast andmete dekomponeerimist tuleb negatiivne korrelatsioon siiski välja. See kinnitab, et hüdroelektrijaamad on sarnaselt soojuselektrijaamadele paindlikud oma tootmise lühiajalises planeerimises ja tugeva tuuletootmise korral vähendavad oma tootmist. Efekt on küll soojusjaamade omast poole väiksem, $-0,2$ GWh ühe lisa GWh tuuleenergia kohta Nord Pooli regioonis keskmiselt nädalas 0,1% kindluse juures. Joonis 3.3. näitab, et tuumaelektrijaamad kui püsiva koormusega töötavad elektrijaamad tuuleelektri tootmismahu muutusele ei reageeri.

Elektritootmise viiside muutuse mõju elektri hinnale

Omapärane efekt juhitamatu elektritootmise kasvust, nagu seda võimaldavad tuul ja päike, on olnud elektrienergia negatiivsete hindadega tunnind. Peamine põhjus, miks turul on tekkinud olukord, kus tootjad on olnud nõus elektritarbimisele peale maksuma, tuleb taastuenergia toetustest. Kuna tuuline ilm ei ole juhitav ja tuuletootmise muutuvkulu on sisuliselt olematu, siis on tuuleenergia tootjad alati valmis kogu toodetava elektri turule ära müüma, kuna see aitab nende investeeringu kulusid tagasi saada. Taastuenergia toetus, mis lisandub turuhinnale, lubab neil elektrit müüa toetuse võrra madalama hinnaga, jäädes ise müügist kasumisse. Sellele efektile lisandub omakorda teistes raskesti reguleeritavates jaamades tootmine. Näiteks on tuumajaama lühiajaline alakoormamine kulukam kui kahju, mis tekib paaril tunnil negatiivse hinnaga elektri müügist. Teades, et ilmaolud on muutlikud, on osa tootjaid nõus tarbimisele mõne tunni jooksul peale maksuma, selleks et hoida oma tootmise koormus stabiilne ja olla valmis turgu elektriga varustama niipea, kui tuul vaibub.

Kõige enam on negatiivseid hinnapiirkondi tekkinud Saksamaal ja Taanis, kus tuuletootmine on kõige suurem. Nii näiteks oli Taanis Kopenhaageni regioonis 2017. aastal elektri hind negatiivne 58 tunnil aastas. Tavaliselt oli siis hind –10 eurot/MWh, kuid üheks tunniks 2017. aasta jõululaupäeva öösel langes ka –50 euro/MWh peale. Ilmselt langes jõulupuhkuste periood kokku väga tuuliste ilmadega. Et Taani on naaberregioonide Norra, Saksamaa ja Rootsiga väga hästi ühendatud, siis ei ole neil olnud keeruline tuuleenergiat ülejäägi korral eksportida ja puudujäägi korral elektrit teistest regioonidest sisse osta. Selle tulemusena oli Taani keskmine elektri tunnihind aastal 2017 95% ajast vahemikus 10–54 eurot/MWh. Võrdluseks: Eestis oli 2017. aastal keskmine elektri tunnihind 95% ajast vahemikus 13–53 eurot/MWh. Et aga tuuleenergia on Eesti regioonis vähem levinud kui Taanis, siis Eesti kõige madalam hind oli ühel tunnil 2017. aasta oktoobris 3 eurot/MWh.

CO₂ turg ja selle mõju elektritootmisele

Põhjus, miks taastuenergia tootmine fossiilkütustest elektri tootmise tulevikus Euroopas peaaegu täielikult asendab, on CO₂ emissiooni õiguse hind. CO₂ emissiooni hind kujuneb CO₂ turul, mida Euroopa Liidus nimetatakse heitkogustega kauplemise süsteemiks (*emissions trading systems*), ja see on ka peamine poliitiline meede kliimaeesmärkide saavutamiseks (2).

Pariisi 2015. aasta kliimakokkuleppe peamine eesmärk on hoida globaalne soojenemine alla 2°C ja selle saavutamiseks on Euroopa Komisjon seadnud kasvuhoonegaasidega seoses järgmised eesmärgid: 1) peatada kasvuhoone-

gaaside emissiooni suurenemine aastaks 2020 ja 2) vähendada kasvuhoonegaaside emissiooni aastaks 2050 60% võrreldes 2010. aasta näitajaga (3). Et saavutada kasvuhoonegaaside vähendamine Euroopa Liidus majanduslikult kõige efektiivsemalt, on Komisjon kehtestanud CO₂ emissiooni õiguste turu põhimõttel „piira ja kauple“ (*cap and trade*). See tähendab, et emissiooniõiguste kogumaht on piiratud ja need, kes peavad oma tootmise käigus kasvuhoonegaase emiteerima, peavad turult CO₂ emiteerimise õiguse ostma. Aja jooksul emissiooniõiguste kogumahtu järjest piiratakse ja pakkumise vähenemine tõstab nõudluse samaks jäädes CO₂ emissiooni hinda turul.

Selleks et CO₂ turg sujuvalt toimima saada, jagati heitkogustega kauplemise esimeses etapis aastail 2005–2007 peaaegu kõik saasteõigused tasuta. Aastaks 2020 on planeeritud, et tasuta kvootide osakaal on sujuvalt langenud 30%-ni ja seega enamik kvote müüakse avalikul oksjonil. Samuti saab kvote osta ja müüa järelturul. Tasuta kvootide jagamisel tekkis efekt, et need tööstusharud, kus CO₂ intensiivsuse vähendamine on olnud kõige lihtsam, said oma tootmisest üle jäävad kvoodid turul ära müüa. Oksjonitulu läheb Euroopa Liidu liikmesriikidele ja sellest vähemalt pool tuleb kulutada energia- ja kliimaeesmärkide saavutamiseks.

Tulevikku vaadates on oluline mõista, et CO₂ turg toimib, kuna tehiskult on tekitatud nõudlus CO₂ emissiooni õiguse järele, eesmärgiga muuta kasvuhoonegaaside emiteerimine kalliks. Kallis CO₂ surub turult kõigepealt välja kõige suuremad kasvuhoonegaaside emiteerijad, kelle tootmisviiside asemele leidub vähem CO₂ intensiivne või ideaalis CO₂ neutraalne tootmisviis. Turule jäävad ainult need CO₂ emiteerijad, kellele pole alternatiive ja kelle toodete või teenuste eest on inimesed nõus kõrget hinda maksma. Euroopa CO₂ hind oli mitu aastat väga madal (3–5 eurot tund), sest emissiooniõigusi emiteeriti liiga palju. Olukorra lahendus ja kõikide liikmesriikide nõusse saamine võttis pikalt aega, kuid 2018. aasta alguses lepiti lõpuks Euroopa CO₂ turu reformis kokku (MSR) (4), mille tulemusena 2019. aasta jaanuarist alates üleemissioon turul likvideeritakse. CO₂ kvootide pakkumise oluline vähendamine 2019 aastast alates tõstis juba 2018. aastal CO₂ hinna 20 euroni tonnist. CO₂ hinda on praegu keeruline täpsemalt prognoosida, kuna reformi mõju pole veel kindlalt teada ning Euroopa CO₂ turule on tulnud palju spekulatiivseid investoreid, kes seni väga rahuliku turu volatiilseks on muutnud. Küll on aga mõistlik eeldada, et kuna kliimaeesmärkide saavutamiseks on vaja järjest kallinevat CO₂ kvooti ja et CO₂ turg on tehiskult tekitatud, siis sama poliitilise tahtega ka tagatakse, et CO₂ hind turul ei langeks, vaid pikas vaates aina kallineks.

Fossiilsetest kütustest elektri tootjad, nagu Euroopas kivisöeelektri ja Eestis põlevkivielektri tootjad, on praegu esimesi ja suurimaid CO₂ hinnatõusu tõttu elektriturult välja lükatavaid sektoreid, kuna tuule ja päikese näol leidub alternatiivseid tootmisvõimalusi, mis on CO₂ suhtes efektiivsemad või

neutraalsed. Energiamaajanduse arengukava aastani 2030 seab aastaks 2030 saavutatavaks eesmärgiks 50% Eestis tarbitava elektri tootmise taastuvast energiaallikast (5). Avamere tuulikute näol on Eestil veel palju kasutamata taastuenergia potentsiaali. Euroopa Liidu 2030. aasta eesmärk on, et taastuvelektri osakaal tarbimisest oleks vähemalt 27%. Võrdluseks: 2017. aastal oli taastuvelektri osakaal Euroopa Liidus 17% (6).

Et tuumatootmine on madala CO₂ intensiivsusega, siis on CO₂ hinna tõustes märgata Euroopa riikide soovi oma senise tuumatootmise sulgemist edasi lükata. Nii näiteks lükkas novembris 2018 Prantsusmaa oma tuumajaamade sulgemise kava kümme aastat edasi. Uus kava näeb ette tuumaelektri osakaalu langemist elektritootmises 50% peale aastaks 2035 (varasemalt 2025). Meie lähinaaber Soome laiendab oma tuumatootmist. Plaani kohaselt peaks Soome uus Olkiluoto 3 reaktor 2019. aasta sügisel võrku ühendatama. Samas, nagu andmetest näha, on tuumajaamades tootmine väga jäik.

Tehnoloogia, mis kogu energiasektori arengu taastuenergia suunal ringi pööraks, on kasvuhoonegaaside kokku kogumine kas otse atmosfäärist või saastamise hetkel. Põhimõtteliselt on see teostatav, kuid senised töötavad katsetused on nii kallid, et nende rakendamine ei tasuks ära ka CO₂ hinna mitmekordistumisel.

Olenevalt sellest, kui paindlikuks või jäigaks kujuneb tulevikus tarbimine, jääb vajadus tipukoormuste katmise järele olukorras, kui nõudlus on suur ning tuult ja päikest vähe. See küsimus on seotud ka varustuskindluse tagamisega. Selliseks lühiajaliselt ja kiirelt sisse lülitatavaks elektritootmiseks sobivad ainult spetsiaalselt selleks disainitud tootmisjaamad. Praegu on niisugused eelkõige gaasijaamad, mille CO₂ intensiivsus on poole madalam fossiilset kivi põletavate jaamade omast. Veelgi olulisem on aga heade ülekandevõrkude olemasolu regioonide vahel, mis võimaldaks elektrit väikeste kuludega importida ja eksportida. Selleks on aga omakorda vaja ühtset, kogu Euroopat katvat elektriturgu, kus saab hinnainfo põhjal elektri regioonide vahel optimaalselt laiali jagada ja ära kasutada. Siis oleks Põhjamaade hüdroenergia, Kesk-Euroopa tuuleenergia ja Lõuna-Euroopa päikeseenergia üksteist tasakaalustav ja kõigile kättesaadav.

Tulevikuvisionides räägitakse palju erinevatest ideedest, kuidas paindumatu tootmise korral elektrit koguda ja säilitada, kasutades selleks näiteks hüdropumpjaamasid, elektriautode võrku või vesinikupankasid. Need kõik on potentsiaalsed lahendused, kuid nõuavad suuri alginvesteeringuid. Kõige lihtsam, soodsam ja keskkonnasõbralikum lahendus on üles leida kohad, kus seni tavapäraselt jäika elektritarbimist saab paindlikuks muuta. Selleks tuleb välja töötada tehnilised lahendused tarbimise paindlikuks juhtimiseks. Asjade interneti näol on niisugune tehnoloogia peaaegu et juba olemas ning on vaja vaid sobivad teenused ja rakendused välja töötada. Üheks näiteks

selles vallas on tänapäeva moodsad soojuspumbad, mis on ühendatud võrku ja oskavad arvestada turu elektrihinnaga.

On hea, et tuleviku elektritootmine muutub järjest rohelisemaks, ja paratamatu, et elektriturud muutuvad seeläbi järjest volatiilsemaks. Tarkadele tarbijatele võib see tähendada aga hoopis soodsamaid elektriarveid.

Eiggi saar ja Ruhnu saar

Šotimaa rannikuvetes olev Eiggi saar on tähelepanuväärne, kuna olles täielikult isoleeritud riiklikust elektrivõrgust, on kogukonna ettevõtmisel suutnud tagada oma elektrivarustuse peaaegu 100% taastuenergia allikatest.

1997. aastal, kui saare senine omanik saare müüki pani, suutis saare alla 100 inimese suurune kogukond, paljuski annetuste toel, saare ära osta. Üheks suuremaks eesmärgiks sai seejärel saarel ööpäevaringse elektrikindluse tagamine. Nüüdseks on saarel hüdrotootmise võime ligi 110 kW, lisaks neli väiksemat tuulikut kokku 24 kW ja päikesepark 50 kW, kõik kokku moodustab 184 kW tootmisvõimsust (7). Tootmisvõimsuste mitmekesisus tagab elektritootmise erinevatel aastaegadel, sest saare veevarud üksi ei suudaks aasta läbi piisavalt elektrit toota. Tuulegeneraatorid on abiks kogu aeg ja suviti, kui veetase on madal, saab päikesepaneelidest olulise lisa. Elektritootmist aitab ühtlustada 24 h akupank.

Alates 2008. aastast, kui arendus tööle hakkas, on sellega suudetud tagada 95% saare elektritarbimisest. Puudujääva 5% annab 80 kW diisलगeneraator, mida kasutatakse siis, kui taastuvatest ressurssidest puudu jääb. Kuna saarel saab tarbida elektrit ainult niipalju, kui ise toodetakse, on igale majapidamisele seatud 5 kW tarbimise piirang ja ettevõtetele 10 kW. Et tarbimist paremini juhtida, on igale majapidamisele antud mõõdik, mis näitab hetketarbimist ja palju veel vaba ressursi on. Perioodidel, kui elektrit toodetakse rohkem, kui parasjagu tarbimiseks kulub, kasutatakse ülejääki kogukondlike hoonete, nagu kirikud ja seltsimaja, kütmiseks.

Eiggi saarele sarnane on meie Ruhnu saar, kus elab aasta läbi umbes 60, kuid suviti kuni 180 inimest. Saar on oma eraldatuse tõttu samuti ülejäänud Eesti elektrivõrgust täielikult isoleeritud ja kogu elekter toodetakse kohapeal. Kui siiani kasutati elektritootmiseks diisलगeneraatoreid, mille elektri omahind on väga kõrge, siis 2018. aasta suvel rajas Enefit Green Ruhnule taastuenergiäl põhineva kombineeritud tootmise. Lahendus koosneb 150 kW päikesepargist ja ühest 50 kW tuulikust. Energiat saab talletada 180 kW akupanka, millest jagub saare keskmise elektritarbimise puhul

Kasutatud allikad

1. I. Graabak, M. Korpas, (2016). Variability Characteristics of European Wind and Solar Power Resources.
2. Euroopa Komisjoni heitkogustega kauplemisest: https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en
3. Euroopa Liidu kliimapoliitika: https://ec.europa.eu/clima/citizens/eu_en
4. Market Stability Reserve: https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/reform_en
5. Energiamajanduse arengukava aastani 2030:
https://www.mkm.ee/sites/default/files/enmak_2030.pdf
6. Rahvusvahelise Energiaagentuuri (IEA) taastuenergia raport 2018:
www.iea.org/renewables2018
7. The Isle of Eigg: www.isleofeigg.org/eigg-electric