

Ar verta įsirengti saulės elektrinę? O gal dar palaukti?

LMA tikrasis narys Vidmantas Gulbinas



Artėja ilgiausios metų dienos. Pats darbymetis saulės elektrinėms. Galbūt šiemet jos pagamins rekordinį kiekį elektros energijos. Pastaraisiais metais jų „pridygo“ pakelėse, gamyklos įsirengė ant stogų, saulės baterijomis „pasipuošė“ individualūs namai. Šiuo metu Lietuvoje įrengta per 100 MW galios saulės elektrinių. Jos per metus pagamins apie 100 GWh elektros energijos. Tai yra arti 1 proc. to, kiek reikia Lietuvai. Palyginimui, vėjo elektrinės pagamina apie 15 kartų daugiau. Vėjo ir saulės elektrinių tandemas, jei jų galios būtų panašios, būtų labai naudingas, nes kiek išlygintų gaminamos elektros galios nestabilumus. Saulės elektrinių plėtrą Lietuvoje paskatino prieš kelis metus buvusios didžiulės saulės elektros supirkimo kainos. Šiandien jau tokių kainų nėra, tačiau pačios saulės elektrinės pastaraisiais metais įspūdingai atpigę. Jos jau tampa finansiškai naudingos, netgi be valstybės dotacijų.

Taigi, gal verta įsigyti saulės elektrinę? Juo labiau kad dabar tai padaryti labai paprasta, netgi gyvenant daugiabutyje. UAB *Ignitis* siūlo įsigyti ar išsinuomoti dalį nutolusios elektrinės. O gal dar palaukti? Gal saulės elektrinių kaina dar sumažės? Ar galime tikėtis, kad saulės elektrinių kaina kris taip pat sparčiai ir toliau?

Saulės baterijų kaina matuojama eurais už vatą. Dabar 1 kW galios elektrinę galima įsirengti už maždaug 1000 Eur ir trečdalį šios kainos kompensuoja ES dotacijos. Deja, tai nereiškia, kad ši elektrinė 1 kW ir generuos. Taip, ji tiek generuos, bet tik idealiomis sąlygomis, kai saulė skaisčiai šviečia, oras vėsus ir baterija orientuota idealiai saulės atžvilgiu. Lietuva nėra pati tinkamiausia vieta saulės elektrinėms, bet ir ne tokia beviltiška, kaip kai kam gali atrodyti žiūrint į cepelinų spalvos dangų. Taip, saulės elektrinės negamina elektros naktį ir beveik negamina lietui lyjant ar vakarų vėjui varant pilkus debesis. Tačiau 1 kW elektrinė Lietuvoje per metus vidutiniškai pagamina apie tūkstantį kilovatvalandžių elektros energijos. Nesunku paskaičiuoti, kad ji atsipirks per maždaug 7–8, o įskaitant 30 proc. ES paramą per 5–6 metus. Gamintojai žada, kad baterijos sėkmingai dirbs 25 metus ir daugiau. Taigi likusius metus turėsime elektrą už dyką. Na gal ne visai už dyką, reikės kažkokios priežiūros, gali būti gedimų.

Kokios galimybės, kad saulės elektrinės per kelerius metus dar labiau atpigės? Galimos trys pagrindinės pigimo priežastys: a) bus atpiginta saulės baterijų gamyba, b) pavyks padidinti elementų našumą, c) bus sukurti naujoviški, našesni ir pigesni elementai.



AR VERTA
ĮSIRENGTI
SAULĖS
ELEKTRINĘ?
O GAL DAR
PALAUKTI?

Pasaulyje dabar vyrauja silicio saulės elementai. Per pastarąjį dešimtmetį jų kaina nukrito nuo maždaug 2 USD iki 0,14 USD vatui. Įspūdingas jų atpigimas daugiausia buvo susijęs su silicio atpigimu. Įdiegus taip vadinamą metalurginį silicio gryninimo metodą, per dešimtmetį polikristalinio silicio kaina sumažėjo apie 10 kartų. Dabar didžiąją elektrinės kainos dalį sudaro ne patys saulės elementai, bet baterijoms naudojamas metalas, stiklas, jų surinkimas ir instaliacija, elektros konverteriai. Taigi tolesnis pačių elementų pigimas jau nedarys didelės įtakos saulės elektrinių kainai. Kitų komponentų kaina galbūt kiek ir mažės, bet esminio kainos kritimo, tokio koks buvo praėjusį dešimtmetį, jau sunku tikėtis.

Kokios galimybės didinti silicio saulės elementų našumą? Našumas labai svarbus. Net jei paties elemento kaina ir kiek padidėja, visų kitų komponentų ir instaliacijos kaina lieka tokia pati. Taigi už beveik tą pačią kainą elektros energijos pagaminama daugiau. Dabar komerciniai silicio saulės elementai elektra paverčia apie 20 proc. Saulės šviesos energijos. Laboratorijose pasiektas rekordinis 26,1 proc. našumas. Surandama vis naujų patobulinimų, leidžiančių didinti našumą. Atsižvelgiant į saulės elementų gamybos mastus netgi dešimtujų procentų dalių našumo padidinimas laikomas labai reikšmingu rezultatu.

Bet toks našumas, pavertimas elektra tik penktadalio ar ketvirtadalio šviesos energijos, gali atrodyti apgailėtinas. Kodėl gi jis toks mažas? Puslaidininkinė saulės elementų technologija turi esminę „bėdą“ – jie tik dalį Saulės spinduliuojamų fotonų energijos gali paversti elektra. Problema yra, kad Saulė spinduliuoja platų šviesos spektrą nuo ultravioletinių iki infraraudonųjų spindulių. Puslaidininkinis saulės elementas sugėręs fotoną, į elektros energiją gali paversti tik tą jo energijos dalį, kuri apytiksliai lygi vadinamajam puslaidininkio draudžiamų energijų tarpui. Likusi energijos dalis virsta šiluma. Todėl jei saulės elemente naudojamas didelio energijos tarpo puslaidininkis, jis gali efektyviai paversti elektra didelės energijos „mėlynus“, „žalius“ fotonus, bet visai nesugeria ir nepanaudoja mažos energijos „raudonųjų“ ir „infraraudonųjų“ fotonų. Mažo energijos tarpo puslaidininkis sugeria daugiausia fotonų, bet labai neefektyviai naudojami didelės energijos fotonai. Todėl tenka ieškoti kompromiso. Dėl šios priežasties absoliuti vadinamosios vienos sandūros saulės elemento našumo vertė, dar vadinama *Shockley-Queisser* riba, yra apie 33 proc. Silicio elementams ši riba yra apie 29 proc. Taigi rekordiniai elementai yra jau labai arti teorinės ribos.

Bet, yra keletą būdų viršyti *Shockley-Queisser* ribą. Vienas jų gerai žinomas ir laboratorijose plačiai taikomas. Naudojami keli skirtingo draudžiamų energijų tarpų puslaidininkiai, iš kurių pagaminti saulės elementai tarsi sudedami vienas ant kito ir kiekvienas jų efektyviai verčia į elektrą skirtingas Saulės šviesos spektro dalis. Prieš kelis mėnesius JAV Nacionalinės atsinaujinančiosios energijos laboratorijos (NREL) mokslininkai paskelbė apie naują 47,1 proc. našumo rekordą, pasiektą pagaminus šešių sandūrų saulės elementą. Aišku ši technologija labai sudėtinga ir tokie elementai labai brangūs. Kol kas jie naudojami tik ten, kur kaina nelabai svarbi, pavyzdžiui, kosmoso pramonėje. Tačiau bandoma tokius elementus naudoti ir antžeminėms saulės elektrinėms. Specialiais lęšiais šviesa sukoncentruojama dešimtis ar šimtus kartų ir tada verčiama į elektrą naudojant labai našius, bet mažus, todėl santykinai pigius elementus. Tikimasi, kad tokios elektrinės gali būti komerciškai patrauklios ir konkuruoti su pigesnėmis, bet ne tokiomis našiomis elektrinėmis. Deja, mūsų klimato sąlygomis tokios elektrinės matyt niekada nebus naudingos, nes jos našiai dirba tik tada, kai Saulė šviečia visiškai giedrame danguje.

Yra ir kitų techniškai paprastesnių, bet fizikiniu požiūriu dar sudėtingesnių būdų viršyti *Shockley-Queisser* ribą. Galima du mažos energijos infraraudonuosius fotonus, kurių nepanaudoja įprasti saulės elementai, paversti į vieną, bet didesnės energijos fotoną (*up-conversion*),



AR VERTA
ĮSIRENGTI
SAULĖS
ELEKTRINĘ?
O GAL DAR
PALAUKTI?

kuris vėliau gali būti paverčiamas elektra. Arba atvirkščiai, galima didelės energijos fotoną suskaidyti į du mažesnės energijos fotonus (*down-conversion*), kurie vėliau efektyviai paverčiami elektra. Tokias fotonų transformacijas gali atlikti specialiai sukurtos medžiagos. Ploną tokios medžiagos sluoksnį uždėjus ant silicio elemento, galima jo našumą padidinti keliais procentais. Šis būdas patrauklus savo technologiniu paprastumu, belieka pagaminti tinkamas medžiagas.

Trečias būdas, galintis atpiginti saulės elektrą, yra naujos saulės elementų technologijos. Tai vadinamieji trečios kartos saulės elementai, kurie būtų pigūs, bet našūs. Ypač patrauklios yra plonų lanksčių elementų technologijos. Tikimasi, kad tokius elementus bus galima gaminti vadinamuoju iš rulono į ruloną (*roll-to-roll*) metodu. Jų gamyba būtų žymiai pigesnė, be to, daug pigesnė ir tokių plėvelinių elementų instaliacija. Vieni tokių yra organiniai saulės elementai. Juos galima gaminti liejant iš tirpalo ant lankstaus polimerinio pagrindo. Tokie elementai pradėti kurti apie 2000 m. Per dešimtmetį jų našumas išaugo nuo kelių iki daugiau nei dešimt procentų, vėliau apie aštuonerius metus nebuvo jokių gerų naujienų, o nuo 2018 m. pakeitus medžiagas, vėl įvyko proveržis ir dabar pasiektas 17,4 proc. našumas. Organinių saulės elementų ir jiems naudojamų medžiagų tyrimuose aktyviai dalyvauja Fizinių ir technologijos mokslų centro (FTMC) Molekulinių darinių fizikos skyriaus bei VU Fizikos fakulteto Cheminės fizikos instituto darbuotojai. Nors bandomieji organiniai saulės elementai jau gaminami, tačiau dar lieka išspręsti keletą technologinių, stabilumo, našumo problemų, todėl jų masinės gamybos reikės palaukti.

Maždaug prieš septynerius metus saulės elementų padangėje sušvito nauja „žvaigždė“ – perovskitiniai saulės elementai. Per kelerius metus buvo pasiektas artimas silicio elementams 25,2 proc. našumas. Kaip ir organiniai, perovskitiniai saulės elementai gali būti formuojami ant lanksčių padėklų. Kelios mokslinės laboratorijos jau prieš keletą metų žadėjo diegti juos į gamybą, buvo įsteigtos įmonės. Tačiau kol kas nepavyksta iki galo išspręsti perovskitinių elementų stabilumo problemos. FTMC darbuotojai taip pat prisideda prie šių problemų sprendimo problemos. Jei stabilumo klausimas bus išspręstas, ši technologija jau artimoje ateityje gali įnešti reikšmingų pokyčių į saulės elementų rinką.

Kita daug žadanti technologija yra perovskitų naudojimas jau minėtiems kelių sandūrų elementams. Dėka didesnio draudžiamų energijų tarpo jie gerai dera su siliciu formuojant dviejų sandūrų, dar vadinamuosius tandeminius silicio-perovskito elementus. Perovskitinė dalis efektyviai naudoja didesnių energijų fotonus. Technologija labai patraukli tuo, kad ant standartinių silicio elementų liejimo iš tirpalo ir terminio garinimo būdu galima suformuoti perovskitų ir dar kelis papildomus medžiagų sluoksnius ir taip žymiai pagerinti silicio elementų našumą. Teoriškai tokių elementų našumas gali žymiai viršyti *Shockley-Queisser* ribą ir siekti 43 proc. Praktiškai tikimasi viršyti 30 proc. ribą. *Oxford PV* jau 2020 m. pabaigoje tikisi Vokietijoje pradėti bandomąją tandeminių elementų gamybą. Šioje srityje aktyviai dirba ir turi gražių pasiekimų ir Kauno technologijos universiteto mokslininkai, vadovaujami prof. Vytauto Getaučio.

Aktyviai dirbama plėtojant ir kitas saulės elementų technologijas, tokias kaip plonasluoksniai CIGS, CdTe elementai, kurie jau ir dabar sudaro didelę dalį masinėje gamyboje. Sparčiai vystomi kvantinių taškų, aukšto efektyvumo, bet dar labai brangūs GaAs elementai, ir kiti. Sunku įvertinti, kurie iš jų gali pasirodyti perspektyviausi, tačiau neabejotina, kad saulės elementų technologijos ir bus toliau labai aktyviai plėtojamos, saulės elektra užims ypač svarbią vietą ateities energetikoje.



AR VERTA
ĮSIRENGTI
SAULĖS
ELEKTRINĘ?
O GAL DAR
PALAUKTI?