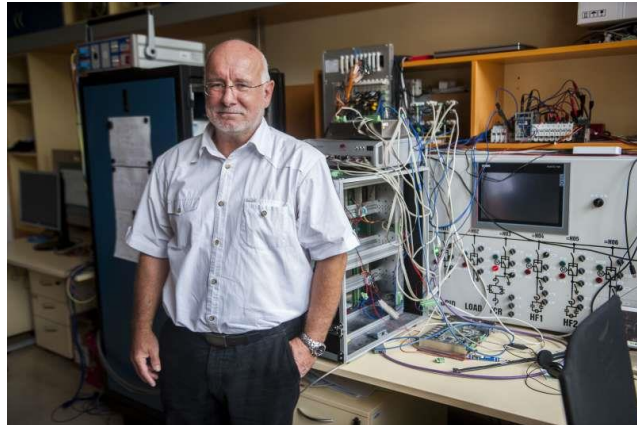


Prej ali slej bomo spet v atomski dobi: zelena družba je mogoča – z jedrskimi elektrarnami

28. Sep 2019, 14:42 Posodobljeno: 14:45 / 28.9.2019

Elektroenergetsko omrežje temelji na ravnovesju med proizvajalci in porabniki. Tako imenovani obnovljivi viri s svojo nezanesljivo dobavo v ta sistem vnašajo negotovost, ki ni kritična, če imamo jedrske elektrarne, na katere se lahko naslonimo. Boljših prehodov v brezogljivično družbo ne poznamo.



Sašo Švigelj **Rafael Mihalič**, profesor na fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani.

Profesor **Rafael Mihalič** je predstojnik katedre in vodja Laboratorija za preskrbo z električno energijo na ljubljanski fakulteti za elektrotehniko. Profesionalno se ukvarja z načrtovanjem elektroenergetskih omrežij in sistemov.

Pred akademsko kariero je bil zaposlen pri Siemensu, akademsko pa se je izpopolnjeval v Nemčiji in Grčiji. Poudarja, da je obstoječi elektroenergetski sistem zasnovan tako, da vanj ne moremo vključiti deleža obnovljivih virov, višjega od 30 odstotkov. Če želimo zagotoviti prehod v brezogljivično družbo, so trenutno edina pragmatična rešitev jedrske elektrarne, ki bodo sistemu zagotovile zanesljivo dobavo električne energije, da si bomo sončne in vetrne elektrarne sploh lahko privoščili.

Javno mnenje je povsem razdeljeno glede tega, ali naj nas napajajo tako imenovani obnovljivi viri ali jedrska energija; kaj meni stroka?

Tu je zelo težko dati neki univerzalen odgovor, ker se razmere od države do države močno razlikujejo, poleg tega se razmere v sistemu neprestano spreminjajo. Ponoči so popolnoma drugačne kot na primer sredi dneva. Naravne danosti, kot so osončenost, hitrost vetra, poraba, se spreminjajo iz minute v minuto. Neki dogodek v EES (elektroenergetskem sistemu) je lahko v določeni situaciji usoden, v drugi pa povsem nenevaren. Zelo približno lahko rečemo, da če je v EES, ki so praviloma zgrajeni robustno oziroma s precejšnjim varnostnim faktorjem, do deset odstotkov obnovljivih virov (OVE), verjetno ne bo prišlo do nobenih večjih pretresov. Vsaj toliko znaša praviloma inherentna rezerva EES.

Če pa je energije iz OVE v EES 30 ali več odstotkov, praviloma prihaja do velikih težav. Med tema številčkama je neka siva cona, kjer nekega pravila tudi čez palec

skoraj ni mogoče podati. Svarilo predstavljajo razmere v Južni Avstraliji, kjer so se pred leti politično odločili, da bodo proizvodnjo elektrike razogljčili. Zadeva je prišla celo tako daleč, da so, da ne bi komu slučajno prišlo na pamet zagnati odsluženo (ampak načeloma še uporabno) elektrarno na premog, to razstrelili. Kasneje so se, med drugim zato, ker je Južna Avstralija zelo slabo povezana z EES drugih zveznih držav, razpadi omrežja, izklopi, redukcije ... začeli kar vrstiti. Če bi lahko prej te probleme še nekako pripisali slučajnim dogodkom, pa je postalo jasno, da EES, kot je zasnovan po željah »razogljčevalcev«, preprosto ni ustrezen, 23. januarja letos.

Bilo je zelo vroče, vsi so prižgali klime »na polno«. Hkrati je vladalo brezvetrje. Sončne celice, ko je veliko sonca, sicer delajo super, ampak če jih zelo segreješ, se njihov izkoristek nekoliko zniža, in tako je že podnevi primanjkovalo energije. Ko pa je sonce začelo zahajati in se je proizvodnja sončnih elektrarn znižala, v tem času običajnega vetra pa od nikoder, je nastopila najhujša kriza. Običajna cena, ki je nekje 50 dolarjev na megavatno uro, je tedaj poskočila na krepko čez 12 tisoč evrov na megavatno uro.

Kaj točno pa nam manjka v naši obstoječi shemi? Verjetno nimamo načina dolgoročnega shranjevanja energije.

Točno tako. Muskova (**Elon Musk**) sistemska 100-megavatna baterija, ki so jo postavili z velikim rompomomom, kot čudo tehnike, in ki naj bi po principu čarobne palice rešila vse probleme spremenljive proizvodnje OVE, je prispevala cela 0,2 odstotka potrebne energije. Skratka slab vic za skoraj 100 milijonov dolarjev. Ta baterija lahko pomaga pri hitrih nihanjih moči, za nekaj minut gor ali dol, kar se dogaja pri vetrnih elektrarnah, da bi rešila kakšne resne probleme z energijo, pa ni mogoče. Shranjevanje velikih količin energije (pozor – tu gre za energijo, ne za moč!) z akumulatorskimi baterijami je namreč božjastno drago in investicija presega na primer tisto v OVE za faktor 5 ali več.

Izkazalo se je, da so elektropodjetja tega 23. januarja imela 500 evrov izgube po gospodinjstvu. Elektropodjetje, pogrebništvo ali smetarstvo pa po drugi strani ne morejo propasti. Teh petsto evrov po gospodinjstvu izgube bodo nekje dobili. To bo spet neka postavka po paragrafu X, zakona XX, par evrov zraven vsak mesec. Z drugimi besedami: to bodo plačali ljudje. Tu se potem pokaže prava cena tega, da gremo prehitro v neko rešitev, ki je sistem oziroma koncept delovanja EES, kakor ju imamo in sta, glede na to, da so dali ljudje elektriko na prvo mesto, delala odlično 100 let, preprosto ne prenese.

Torej če želimo vetrne in sončne elektrarne, te ne morejo zamenjati klasičnih, to dvoje se mora dopolnjevati?

Tako je. Energije ni niti v vtičnici, niti v žici, niti v transformatorju, niti v daljnovodu. Pride iz elektrarne. Tisti trenutek, ko potegnemo energijo iz vtičnice, mora ta priti iz elektrarne, elektrarna mora toliko povečati moč. Vendar se ta ne more odzvati trenutno, pač pa potrebuje nekaj sekund. Na srečo v EES vendarle obstaja neki vmesni hranilnik energije, ki ta čas premosti, to so rotorji sinhronskih generatorjev klasičnih elektrarn. Vsi se v povezanem EES vrtijo z električno enako hitrostjo, to je v Evropi 50 električnih obratov na sekundo, kar nam da frekvenco napetosti (in toka) 50 Hz. Gre za težke rotirajoče mase (rotor generatorja velike

hidroelektrarne lahko tehta tudi do 2000 ton), v povezanem EES se njihova vztrajnost seštevata.

To je precej podobno, kakor če bi morali vrteti velik brusni kamen s konstantno hitrostjo. Ko nekdo začne brusiti, karkoli že, ga začne zavirati (frekvenca začne padati) in vi morate povečati silo, s katero ga vrtite. Tega ne morete storiti v trenutku, vendar se hitrost vrtenja zaradi teže rotorja ne spremeni v trenutku, temveč počasi, in tisti, ki goni, ima čas, da poveča moč vrtenja in spravi vrtenje spet nazaj na predpisane vrtljaje. Isti princip velja za klasično elektrarno. Ko začne frekvenca padati, elektrarne povečajo moč. To lovljenje ravnotežja poteka neprestano.

Problem je v tem, da mora biti ta frekvenca zelo natančna, nekaj tolerance mora biti zaradi dogodkov v omrežju, denimo izpada neke večje elektrarne ali daljnovoda.

Omenjeno toleranco smo v Evropi določili med 47,5 in 52,5 herci (Hz), pri nuklearkah navzdol celo na 48 Hz. Če frekvenca uide iz tega območja, se elektrarne zaradi lastne varnosti izklopijo. Ko frekvenca že tako ali tako uide, ti pa še izklopiš elektrarne, je konec.

V nasprotju s klasičnimi elektrarnami pa OVE nimajo vztrajnosti oziroma je ta zanemarljiva. Če imamo v EES torej mešanico klasičnih elektrarn in OVE, morajo frekvenco vzdrževati klasične elektrarne. Če imamo v EES veliko OVE, tedaj rabimo manj klasičnih. Torej je tudi manj rotirajočih mas. To je podobno, kakor da bi se masa zgoraj omenjenega brusa močno zmanjšala. Ko nekdo začne brusiti, se hitrost vrtenja lahkega brusa hitro in močno spremeni, držati frekvenco znotraj dovoljenega območja je vedno težje, vedno več je možnosti, da uide ven. V EES z veliko OVE moramo torej regulirati več (ker tudi nestanovitni OVE prispevajo k nihanjem moči) z manj elektrarnami, ki omogočajo regulacijo. To je tako imenovani problem rotirajočih mas, za katerega za zdaj ni smiselne tehnične rešitve.

Torej če prav razumem – naš energetski sistem trenutno temelji na inerciji vrtljivih delov. Vanj pa ne znamo vključiti obnovljivih virov, pri katerih je ta inercija manjša ali je sploh ni?

To je vprašanje za milijon dolarjev.

Kako daleč pa so šli Nemci v teh deležih obnovljivih virov?

Jah, mislim, da zdaj proizvedejo že tam nekje 34 odstotkov električne energije iz tega naslova. Ta njihov sistem ne bi obstal, če ne bi bili zelo na gosto povezani v energetsko omrežje z drugimi državami. V bistvu izkoriščajo infrastrukturo okoliških držav, kar te opazujejo z vedno več nejevolje.

Torej so Nemci odvisni od francoskih jedrskih elektrarn?

Kar zadeva kratkoročno stabilnost, z drugimi besedami, ko pride do nenadne potrebe po električni energiji, vedno 15 minut pomaga celoten sistem. Celoten sistem vključuje rezervne zmogljivosti.

Ko recimo ena elektrarna izpade, morajo ostale elektrarne ustrezno povečati moč. Temu rečemo primarna regulacija frekvence. Vsaka država ima določen delež svoje moči v rezervnem obratovanju, da lahko pomaga v nekaj sekundah. V teh nekaj sekundah do petnajstih minutah pomaga cela Evropa. Po tem času si mora država pomagati sama ali zaprositi za dodatno pomoč. Petnajst minut je neko časovno obdobje, v katerem je mogoče zagnati plinske turbine, da začnejo oddajati moč.

Kako si vi razlagate to nemško obsedenost z obnovljivimi viri. Gre za tehnično vprašanje ali gre bolj za vprašanje ideološke narave?

To vprašanje je čisto ideološke narave.

Zakaj?

Če bi želeli vso družbo napajati z obnovljivimi viri, bi potrebovali ogromne shranjevalnike energije. Če bi na primer šli v samostojno hišo in rekli, da se boste napajali samo z vetrnicami in sončnimi elektrarnami, v ta namen bi kupili akumulatorje, boste dali za akumulatorje skoraj desetkrat toliko kot za omenjene elektrarne. Problem obnovljivih virov ni toliko njihova cena kakor posledice, ki jih povzročijo na ostalem sistemu.

Vse skupaj me spominja na en vic iz sedemdesetih. *»Ruski znanstvenik pride v ZDA in se pohvali, da so v Sovjetski zvezi naredili najtanjšo uro na svetu. Američani ga nato vprašajo, kaj pa nosi na hrbtu. In pravi – baterijo za uro.«* Podobno je z obnovljivimi viri. Obnovljivi viri so ura, vse, kar moramo spremeniti, da jih vključimo v sistem, pa je nahrbtnik.

Kot takšne se omenjajo črpalne elektrarne; Američani imajo sistem, kjer maso po tirih vozijo navkreber ob presežkih in jih z dinamičnimi zavorami pretvarjajo nazaj v energijo ob pomanjkanjih. Je kateri od teh sistemov že rentabilen?

Edina možna in smiselna metoda shranjevanja energije so črpalne elektrarne (ČHE). Pri tem moramo vedeti, da izgubimo 20 odstotkov energije, kar je pa še vedno super. Pri bateriji izgubimo podobno, vendar je izjemno draga (nekajkrat dražja od ČHE). Pri pretvorbi v vodik in nazaj izgubimo vsaj dve tretjini energije.

Energije ni težko dobiti. Energijo je težko dobiti poceni, in to je glavni problem. V teh debatah nihče ne operira s številkami. Omenili ste tole zadeve z vagoni gor in vagoni dol oziroma tako imenovano gravitacijsko shranjevanje energije. Švicarji so delali podobno zadevo, pri kateri so dvigovali betonske bloke. Ni mi dalo miru, zato sem šel preračunat. Če bi hoteli tako shraniti eno uro električne energije iz šestega bloka Teša, koliko mislite, da bi morali tako dvigniti? Verjetno ne uganete, tudi jaz nisem verjel, ko sem trikrat preračunal. Skoraj dve Keopsovi piramidi bi morali postaviti za eno uro energije iz Teša.

To je, kar zadeva energijo, če bi želel moč, torej energijo v točno določenem času, pa bi moral 30-tonske bloke v ravni črti zlagati s hitrostjo 700 kilometrov na uro. To je, če bi želel v eni uri shraniti 550 MW energije, kolikor je proizvede Teš 6.

Neki nemški okoljski ekonomist, kot se je samoidentificiral, je v intervjuju za slovenski medij postavil trditev, da v Sloveniji ne vidi potrebe po jedrski elektrarni, v kolikor še imamo strehe, na katere bi lahko postavili sončne celice. Kako bi komentirali to izjavo?

(Tišina) Popolnoma populistična floskula, čisto skregana z realnim svetom in delovanjem elektroenergetskega sistema.

Je torej drugi blok Neka smotrna rešitev za elektroenergetsko situacijo?

Jaz se ne bi vprašal, ali je to smotrna rešitev. Vprašal bi se, ali sploh obstaja kakšna druga. Je ne vidim. Če zapremo Teš 6, ker bo bojda zmanjkalo premoga, če zapremo zdajšnjo nuklearko, ker ji bo potekla življenjska doba, kaj bomo potem, saj nimamo nič? Tele hidroelektrarne so mlinčki. Sto elektrarn na Muri bi potrebovali, da nadomestimo eno klasično termoelektrarno.

Koliko energije pa shranijo največja akumulacijska jezera v Sloveniji?

Za nekaj ur.

Kot domnevna rešitev za te težave se omenja tudi decentralizacija energetskega sistema. Kaj menite o tem?

Verjetno mislite to, da vsak sam poskrbi za svojo elektriko. Tu je zaradi čisto različne porazdelitve in višine stroškov treba ločiti dva tipa. Eden je tak, kjer ostanemo priklopljeni na omrežje, poskrbimo pa za toliko energije, kolikor je porabimo, drugi pa je, če se dejansko izoliramo in odklopimo od sistema.

Prvemu popularno rečemo net-metering, katerega posledica je to, da bodo nekaterim (verjetno premožnejšim) elektriko plačali drugi (manj premožni). Posledica drugega pa bi pomenila desetkratni skok računa za električno energijo.

Net metering je približno takole – ponazoril ga bom s toplovodnim omrežjem. Predstavljajte si, da naredite net metering za toploto. Polovica gospodinjstev si namesti kolektorje. Ko ima tople vode preveč, jo oddaja v omrežje, kjer neki kalorimeter izračuna oddano energijo in se gre net-metering. Druga polovica te možnosti nima, saj so bodisi v bloku bodisi nimajo denarja za investicijo. Ideja net-meteringa pomeni, da če bo ta, ki je proizvajal toplo vodo, imel konec leta bilanco nič, tedaj ne bo plačal nič.

Do tod vse lepo in prav. Zdaj pa pogledajmo, kaj se dogaja tekom leta. Poleti je zunaj 35 stopinj, tople vode v kolektorjih je, kolikor želimo, ker je ne potrebujemo, jo dajemo v omrežje toplarne. Kaj bo ona z njo, vas ne zanima. Ker so dopusti, pa industrija počiva in jo bo verjetno kar zlila ven, saj ji drugega ne preostane. Pozimi, ko je megla pa minus, pa vaši kolektorji ne proizvajajo nič. Toplo vodo boste prejeli iz toplarne, ampak če boste na koncu leta imeli izravnani števec kalorij, ne boste plačali nič.

S tem, da je bilo treba toplo vodo do vaše hiše pripeljati. Vse ogrevanje je bilo dimenzionirano, kot da vi vaših kolektorjev sploh ne bi imeli, saj pozimi uporabljate toplo vodo, kot da jih ni. Ves sistem bo deloval, kot je bil zasnovan pred uvedbo net-meteringa, oziroma še malo bolj komplicirano, ker morajo v toplarni odjemati

vašo toplo vodo. Toplarna sicer porabi nekaj manj premoga, kompletna investicija in vzdrževanje pa sta enaka ali še dražja kot pred net-meteringom. In kdo to plača? Tisti, ki imajo net-metering, očitno ne.

Če se torej po vsem povedanem odločimo za gradnjo jedrske elektrarne in v ta namen objavimo mednarodni razpis, na katerega se lahko enakovredno prijavljajo vse jedrske industrije, katera bi po vašem mnenju zmagala?

Ta razpis ne bo samo tehničen, ampak tudi političen. Če bodo Američani pritisnili politično, bodo verjetno oni postali najugodnejši ponudnik; žal mi je, da moram to reči. Ponudnikov je kar nekaj. Kitajci načrtujejo masovno izdelavo enega tipa reaktorja, ki se bo zaradi tega verjetno precej pocenil. Po lastnostih zelo dober reaktor imajo bojda Rusi. Vendar ko se omeni Ruse, seveda vsi poskočijo zaradi Černobila, čeprav je to posebna zgodba, ki s tem nima nobene zveze.

Tale Westinghouse (ameriška jedrska industrija, ki je zgradila tudi obstoječo jedrsko elektrarno v Krškem, op. p.) so še samo pisarne in načrtovalci, ne izdelujejo ničesar več. Imamo pa seveda evropski reaktor EPR, ki pa je zelo drag in velik. Če bi mi kupili jedrsko elektrarno, tedaj razmišljati o manj kot 1000 MW verjetno nima smisla (če ne bi prišlo do bistvenega napredka pri uvajanju tako imenovanih majhnih modularnih reaktorjev), prevelik pa spet ne bi bil ugoden. EPR je za naše razmere preprosto prevelik.

Obstaja pa še kup alternativnih idej. Zelo zanimivi so mali hitri reaktorji, ki jih dobiš kot nekakšno baterijo, ki jo nato po nekaj desetletjih vrneš v tovarno. Ampak preden takšna tehnologija postane zrela in si pridobi reference, lahko poteče nekaj desetletij. Na žalost bomo morali staviti na obstoječe tehnologije, saj novih na trgu ne bo dovolj hitro.

Strašansko zanimivi so tudi torijevi reaktorji, saj nam izgorelega goriva ni treba shranjevati tisočletja. Zadeva je veliko boljša, a še ni razvita. Na srednji in dolgi rok tukaj ne moremo veliko razmišljati. Družba brez energije bo lahko samo zaostala družba.

Imamo v Sloveniji dovolj razvito lokalno jedrsko stroko, da bomo neodvisni od industrije, od katere smo kupili reaktor?

To smo imeli razvito, ampak ljudje se počasi upokojujejo ali umirajo. Zato glede na to, kar pravi kolega Cizelj (**Leon Cizelj**, vodja odseka za jedrsko tehniko, op. p.) z IJS, da je najprej treba dobiti kakih 200 strokovnjakov, ki bodo pripravljene to študirati, izbirati tehnologijo in sodelovati pri investiciji in gradnji, moramo to začeti zdaj. Dvajset let za tak projekt ni veliko. Samo pridobivanje dovoljenj zna trajati deset let.

Veste, v energetiki so časovne konstante tam 40 in 60 let. V politiki pa je časovna konstanta naslednje volitve. Temu smo v jugovojski rekli prelaganje problema na drugega. Politiki se tega zavedajo, ljudje pa niso pravilno obveščeni.