Struja na sunce

Specijalni dodatak časopisa PC Press #289

Struja na sunce

Uz nedavno doneti Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije, solarna elektrana na krovu vaše kuće postaje sasvim realna mogućnost. Kako ovakvi sistemi rade, koliko su efikasni, kako da ih konfigurišete, koliko sve to košta i kada će se investicija isplatiti? Krenuli smo u istraživanje...

Dejan Ristanović

Najveći deo energije našoj planeti obezbeđuje obližnja zvezda – Sunce. To je usijana gasovita kugla prečnika 1.39 miliona kilometara. Temperatura na površini Sunca iznosi oko 5780 kelvina, a u središtu čak 15.7 miliona kelvina. Sunčevo jezgro je termonuklearni reaktor gigantskih razmera. U njemu se svakog sekunda oko 600 miliona tona vodonika pretvori u 596 miliona tona helijuma. „Nedostajućih“ 4 miliona tona materije pretvara se u energiju po čuvenoj Ajnštajnovoj formuli $E=mc^2$, dakle svakog sekunda se u svemir pošalje 3.86×10^{26} W u vidu elektromagnetnih talasa, čiji spektar odgovara zračenju crnog tela na temperaturi od oko 5780 K.

Energija se širi na sve strane pa Zemlja, koja je udaljena oko 149.6 miliona kilometara, primi tek delić toga, reda 1.74×10^{17} W. Kada treba računati približno, može se smatrati da svaki kvadratni metar Zemljine površine, ako nema oblaka, primi 1 kW. Dakle, na krov površine 50 m^2 za šest toplih sati letnjeg dana „padne“ oko 288 kW snage, što ugrubo predstavlja 10 puta više energije nego što prosečno domaćinstvo potroši struje za čitav dan (nekih 30 kWh). Ako je oblačno, krov će za isto vreme primiti samo 28 kW – kad bi se sve to pretvorilo u električnu energiju i kada bi bilo racionalnog načina da se višak negde akumulira kako bismo imali struje i noću, ne bismo morali ni da razmišljamo o priključku na javnu električnu mrežu.

Javna električna mreža je ipak neophodna jer godina ima i zimsko doba, sa kraćim danima, mnogo oblaka i hladnoćama koje zahtevaju utrošak energije za grejanje. Idealno bi bilo da u javnu mrežu deponujemo struju koju proizvode naši solarni paneli kada je imamo u višku, a da trošimo struju iz mreže kada naše potrebe prevazilaze mogućnost proizvodnje. Upravo to treba da omoguće novi propisi o upotrebi solarnih elektrana, o kojima ćemo kasnije govoriti. Za sada se bavimo pitanjem od koga sve počinje – kako „zarobiti“ sunčevu energiju i pretvoriti je u električnu... ili možda neku drugu.

Sunce i topla voda

Sunčeva energija koja stiže do Zemlje predstavlja elektromagnetno zračenje koje, osim vidljivog dela spektra, sadrži ultraljubičaste i infracrvene komponente pa se može pretvoriti u razne forme energije: toplotnu, hemijsku, mehaničku, električnu... Najjednostavnije je pretvarati je u toplotnu energiju, pa je to i bila prva primena solarnih panela koje je još 1883. godine osmislio američki pronalazač *Charles Fritz*, oslanjajući se na istraživanja koja je 1839. objavio francuski naučnik *Edmond Becquerel*, kao i na ideji da se selenijum koristi kao foto konduktor koju je 1873. formulisao *Willoughby Smith* (današnji solarni paneli koriste silicijum a ne selenijum, ali je princip isti).

Tokom sedamdesetih i osamdesetih godina XX veka, motivisano energetskom krizom, počela je masovnija ugradnja solarnih panela, pri čemu se energija dobijena iz njih

koristila za zagrevanje vode. Proizvodnja električne energije iz solarne je koncepcijski bila moguća, ali je potrebna oprema bila preskupa. Razmišljalo se i o pretvaranju sunčeve energije u hemijska goriva, to jest materijale koji bi direktno zamenili naftu i ugalj, ali se sa time nije daleko stiglo. No grejanje je dobro funkcionisalo.

Nećemo se ovde baviti detaljima takvih sistema, samo ćemo ukratko reći da prijemna ploča na krovu (absorber), izložena sunčevoj svetlosti, upija toplotu koju onda predaje radnom fluidu koji je vodi u toplotno skladište. Fluid je uglavnom obična voda (zovemo je i sanitarna voda) pomešana sa antifrizom, a može da bude i vazduh. Topla voda se sprovodi do bojlera, prirodnim tokom ili (češće) korišćenjem pumpe, gde cirkuliše oko kotla i greje vodu u njemu. Dakle, prikupljenu energiju kolektor ne predaje bojleru direktno, već preko izmenjivača toplote, pa taj zatvoreni sistem omogućava da se kao radni fluid koristi tečnost koja se ne mrzne, što proširuje sezonu rada sistema i na najhladnije dane.

Danas solarni paneli koriste nekih 20% primljene toplote, dok kod direktnog zagrevanja vode koeficijent ide i do 80%. Ali struja je praktičnija...

Danas gotovo svaki veći bojler za centralno grejanje vode ima mogućnost korišćenja sunčeve energije kao alternative električnim grejačima.

Još je zanimljivija mogućnost da se leti toplota „uskladišti“ u nekakav solarni tank i da se onda zimi koristi za grejanje prostorija. To već zahteva pripremu kod gradnje objekta, recimo da se ispod temelja ugradi više desetina tona kamena, propisno izolovanog i zaptivenog, kroz koga prolaze cevi sa toplom vodom. Druga, značajno bolja mogućnost je da se za skladištenje toplote koristi voda, odnosno da se ispod objekta izgrade bazeni, koji će se leti i tokom toplog dela zimskog dana grejati, a onda će u hladnijim vremenima tu toplotu vraćati kroz podno ili etažno grejanje objekta. Grubi proračun kaže da u 1 m^3 vode možemo da uskladištimo 1,15 kWh toplotne energije.

Poslednjih decenija tehnologija napreduje, pa je moguće racionalno pretvaranje solarne energije u električnu. Prvi upotrebljivi foto naponski uređaji su se pojavili pedesetih godina prošlog veka, kada su spremani za svemirske brodove. Ćelije su bile hiljadama puta skuplje nego što su danas, ali stvari su krenule u dobrom smeru.

Vremenom efikasnost raste a cene padaju, pa su solarne ćelije počele da se javljaju i u kalkulatorima, ručnim satovima i drugim manjim uređajima. U ovom veku foto naponska industrija raste od 15% do 40% godišnje, proizvodnja se seli u Kinu što dalje snižava cene, i tako početkom prethodne decenije počinje nova era gradnje solarnih elektrana, potpomognutih državnim subvencijama.

Danas solarni paneli koriste nekih 20% primljene toplote, dok kod direktnog zagrevanja vode koeficijent ide i do 80%. Ali struja je praktičnija – možemo je koristiti ne samo za grejanje, nego i za hlađenje, osvetljenje, pokretanje uređaje i sve ostalo što nam padne na pamet. Zato ćemo se takvom konverzijom baviti u ovom tekstu.

Idealni panel, pozicioniran tako da generiše maksimalnu energiju, za našu geografsku širinu je okrenut ka jugu i postavljen pod uglom od 35 stepeni

Polazimo sa vrha

Obično se kaže da se kuća neće zidati od krova nego od temelja, ali priča o solarnoj elektrani počinje od krova. Dobra vest je da se, suprotno raširenim verovanjima, gotovo svaki krov može koristiti za solarnu elektranu. Neće se, doduše, uvek dobiti isti rezultati. Idealni panel, pozicioniran tako da generiše maksimalnu energiju, za našu geografsku širinu je okrenut ka jugu i postavljen pod uglom od 35 stepeni. Ako je ugao manji, panel će u pikovima proizvoditi manje energije, ali je zvonasta kriva (sa nižim temenom) nešto šira. Površina ispod te zvonaste krive je manja, dakle proizvodimo manje energije, ali nam može više odgovarati da u dužem periodu proizvodimo manje, nego da u piku, kada je Sunce u zenitu, proizvodimo mnogo više, a kasnije da proizvodnja padne.

Kada je panel horizontalan (ravan krov), proizvodnja energije na godišnjem nivou je za oko 15% manja nego kod idealnog krova; razlika očito nije prevelika. Zato i kažemo da će velika većina krovova davati solidnu energiju, ali je pitanje da li će se investicija vratiti za 6 ili za 9 godina. Što se strana sveta tiče, jug je najbolji, ali se dobri rezultati dobijaju i postavljanjem panela u orijentaciji istok-zapad, naročito na industrijskim pogonima koje često karakterišu ravni krovovi.

Solarni panel je niz od 60 ili 72 redno vezanih PN spojeva; u novije vreme se koriste i paneli sa 120 ili 144 polućelije. Dobro osvetljen PN spoj daje napon od oko 0.7 volti – jako uprošćeno rečeno, „krademo“ elektrone pozitivno polarisanom PN spoju, što on nadoknađuje pod dejstvom svetla.

Monokristalni paneli su izrađeni od jednog kristala silicijuma, pa je njihova efikasnost veća, ali su oni skuplji

Monokristalni ili polikristalni?

Postoji nekoliko tipova panela, ali su najčešće u upotrebi monokristalni i polikristalni silicijumski paneli. Monokristalni paneli su izrađeni od jednog kristala silicijuma, pa je njihova efikasnost veća, ali su oni zbog toga skuplji. Prepoznaćete ih po crnoj boji. Polikristalni paneli imaju ćelije izrađene od više kristala, plave su boje i nešto niže efikasnosti. Postoje i *thin-film* paneli, znatno jeftiniji i znatno manje efikasni, ali oni polako izlaze iz upotrebe.

Monokristalni paneli imaju smisla ako je prostor ograničen, a elektrana se nalazi u području koje karakteriše veća oblačnost i povremena magla, pošto oni bolje rade pri difuznom svetlu. Smatra se da su za naše područje najpogodniji monokristalni PERC *(Passivated Emitter and Rear Cell)* paneli. Ako imate više prostora i povoljniju klimu, polikristalni paneli su pogodniji jer su manje osetljivi na visoke temperature, a i cena je niža.

Paneli se lako montiraju na krov, s tim što treba uzeti u obzir njihovu masu. Panel od 60 ćelija koji se obično koristi za kućnu solarnu elektranu teži između 18 i 20 kilograma, dok veći paneli (72 ćelije) teže 20-25 kilograma. Panelima nije potrebno previše održavanja – kiša je odlično prirodno sredstvo za pranje, pa će takvo „prirodno čišćenje“ biti uglavnom dovoljno čim je ugao panela preko 10 stepeni. Nešto veći problem pravi lišće koje pada po krovu, jer senke koje takve prepreke neminovno prave mogu da izazovu tehničke probleme koji su

Polikristalni paneli imaju ćelije izrađene od više kristala. Nešto su niže efikasnosti od monokristalnih, ali su jeftiniji i manje osetljivi na visoke temperature

Izvori energije

Najveći deo energije koju naša planeta koristi dolazi od Sunca. Počnimo od najočiglednijeg – Sunce nas greje i obezbeđuje dnevnu svetlost. Ipak, obično najpre pomislimo na električnu energiju koju dobijamo na razne načine, u Srbiji gotovo isključivo od termoelektrana i hidroelektrana. I jedan i drugi izvor zapravo predstavljaju posredno korišćenje sunčeve energije.

Fosilna goriva (ugalj, nafta, mazut…) koja koristimo u termoelektranama nastala su raspadom mrtvih organizama. Ti organizmi su procesom fotosinteze „zarobili“ sunčevu energiju u svoje ćelije u vidu hemijske energije. Kada su se *phytoplankton* i *zooplankton* našli pod zemljom, bez vazduha i na većem pritisku, dolazilo je do složenih procesa koji su kroz milione godina stvorili naftu. Na sličan način su biljke (pre svega džinovske paprati) u anaerobnim uslovima stvorile razne vrsta uglja kao i gas (metan). Ovaj proces teče neprekidno, dakle nafta, ugalj i gas nastaju i dalje, ali su potrebni milioni godina da se oni formiraju, a mi ih trošimo u ogromnim količinama, tako da se fosilna goriva postepeno iscrpljuju.

Dodatni problem sa fosilnim gorivima je što se njihovim sagorevanjem oslobađa ugljen dioksid (CO_2), upravo onaj gas koji je u procesu fotosinteze „zarobljen“, kada je oslobađan kiseonik. Emisija velikih količina „zarobljenog“ CO_2 negativno utiče na ravnotežu u prirodi, pojačava efekat staklene bašte (globalno zagrevanje) i na razne načine šteti životnoj sredini.

Hidroelektrane na prvi pogled nemaju veze sa sunčevom energijom, a ne oslobađaju ni CO_2 – voda koja pada okreće turbine i taj mehanički rad se pretvara u električnu energiju. Neminovno se postavlja pitanje „šta će biti kada sva voda padne dole“? Nema nade da vodu ponovo „podignemo gore“ koristeći generisanu energiju; ne samo da ne bismo dobili nikakvu energiju za dalju upotrebu, nego bismo bili u stalnom minusu pošto postoje gubici i kod proizvodnje energije i kod pumpanja vode (istini za volju, postoje tzv. reverzibilne hidroelektrane koje troše struju da bi noću vraćale vodu u osnovno jezero, ali je tu smisao u ujednačavanju potrošnje i obezbeđivanju stabilnosti elektroenergetskog sistema, uz svesne gubitke energije). Pa ko onda „podiže“ vodu? Zamislite – Sunce. Voda iz mora, reka i jezera isparava pod uticajem Sunčeve toplote, vodena para formira oblake koji negde istresu kišu, ta kiša napaja zemlju i izvore reka, koje nastavljaju da dovode „podignutu“ vodu u akumulaciona jezera hidrocentrala. Na sličnim principima funkcionišu i vetrogeneratori, pošto različita temperatura vazduha izaziva njegovo strujanje, dakle vetar koji okreće elise, a taj mehanički rad se pretvara u električnu energiju.

Da li taj proces predstavlja onaj čuveni „večiti pokretač“, *perpetuum mobile*? Na nivou trajanja naših život u neku ruku da, ali Sunce neće večito „podizati vodu“ ili „praviti vetar“, pošto se naša zvezda neminovno troši. Gruba procena kaže da je vek Sunca oko 8 milijardi godina, pri čemu je ono sada na oko pola puta, pošto je staro 4.5 milijarde godina. Sunce je sada u ravnoteži, pošto njegovo gravi-

taciono polje teži da ga zgusne, dok nuklearne reakcije u središtu stvaraju tendenciju širenja. Kada se posle 8 milijardi godina većina vodonika u jezgru Sunca potroši, tj. tamo ostane helijum, povećanje gustine jezgra će intenzivirati nuklearne reakcije. U jezgru će nastajati razni elementi, kao što su ugljenik, kiseonik i magnezijum, nuklearne reakcije će se pojačati, nadvladaće silu gravitacije i Sunce će početi da se širi. Ukupna energija koju Sunce zrači će se povećati, ali će ta energija biti raspoređena po površini znatno veće sfere, pa će se temperatura površine

snižavati, sve do tačke tzv. crvenog usijanja (oko 5000 kelvina), koje je niža od tačke belog usijanja koje karakteriše „mladu“ zvezdu. Sunce će postati crveni džin, toliko veliki da će „progutati“ unutrašnje planete, dakle Merkur, Veneru, verovatno Zemlju, a možda čak i Mars. Ta faza bi mogla potrajati nekoliko stotina miliona godina.

Sunce se neće „beskonačno“ širiti da bi najzad eksplodiralo kao nova ili supernova – previše je malo za tako nešto. Energija dobijena fuzijom helijuma u veća jezgra i fuzijom tih jezgara u još veća će dostizati možda 5-10% energije koju je davala fuzija vodonika. Gravitaciona sila će ponovo preovladati i crveni džin će početi da kolabira tj. da se smanjuje do planetarnih dimenzija, ali uz očuvanje većine prvobitne mase. Počeće fuzija preostalog vodonika u spoljnim slojevima Sunca i površina će ponovo doći do tačke belog usijanja, pa i do viših temperatura nego što su današnje. Nastaće beli patuljak, telo ogromne gustine i visoke temperature. Vremenom će se i to nebesko telo ohladiti i tako završiti svoj „život“ kao crni patuljak.

Možda milijardu godina pre dramatičnog nastanka crvenog džina, Zemlja će biti nenastanjiva, barem što se sadašnjih oblika života tiče, jer će na njoj biti pretoplo. Čovečanstvo će, ako bude postojalo, morati da se iseli na satelite gasovitih džinova ili da se otisne dalje u kosmos. Tada će mu od ogromnog značaja biti raspolaganje energijom koja **ne** potiče od Sunca.

Da li je to atomska energija? U današnjim atomskim elektranama široko je primenjen proces fisije. Jezgro atoma nekog teškog elementa, recimo uranijuma 235 se, kada ga pogodi spori neutron, raspada na dva nova jezgra, u ovom slučaju barijum 141 i kripton 92, oslobađajući tri nova neutrona i ogromnu energiju (oko 200 mega elektronvolti). Stvar je u tome što je manje energije potrebno za formiranje dva lakša jezgra nego jednog težeg jezgra, pa se pri raspadu taj višak energije oslobađa. Naročito je zgodno što se oslobađaju i ona tri neutrona, koja će inicirati raspad nekoliko obližnjih atoma uranijuma 235; tako nastaje lančana reakcija.

Ovaj metod proizvodnje energije je po mnogo čemu superioran u odnosu na korišćenje fosilnih goriva, pošto uranijuma i drugih pogodnih elemenata ima dovoljno za znatno duži period nego uglja i nafte, a ne generiše se CO_2 koji izaziva loše efekte po životnu sredinu. Sa druge strane, ostaje radioaktivni otpad koji treba pažljivo skladištiti, a postoji i mogućnost katastrofe poput one u Černobilu ili Fukushimi.

Dakle, fisiona elektrana ne koristi sunčevu energiju? Zaista ne, ali svejedno koristi neku zvezdanu energiju. Kako je nastao uranijum i drugi teški elementi? Videli smo da se u jezgru zvezde vodonik, element broj 1 u periodnom sistemu, greje i stiska toliko da postane helijum (element broj 2), a uz dalji pritisak može postati i neki teži element iz periodnog sistema, sve do gvožđa čiji je atomski broj 26. Gvožđe je toliko stabilno da, kada ga se skupi dovoljno, reakcija se usporava. Videli smo da u tom procesu dolazi do zgušnjavanja čitave zvezde, u kom slučaju jezgro postaje toliko vrelo da pod odgovarajućim uslovima eksplodira u novu ili supernovu. Tokom te eksplozije nuklearne reakcije su toliko moćne da mogu stvoriti jezgra teških elemenata među kojima je i uranijum. Onda eksplozija razbaca uranijum i druge elemente u svemir, pa se neki od tih atoma mogu naći na planetama koje su se kasnije formirale.

Smatra se da je uranijum, sa njegova 92 protona i 146 neutrona, nastao u eksploziji zvezde koja nije bila daleko od Sunčevog sistema koji se tada upravo formirao ili, prema novijim teorijama, sudarom dve neutronske zvezde. Imali smo neverovatnu sreću da se ti atomi zadrže u Zemljinoj kori, i to dovoljno plitko da bismo mogli da ih iskopamo.

Prava stvar i način da budemo nezavisni od sunčeve energije jeste nuklearna fuzija. To je proces koji se događa u samom Suncu i ostalim zvezdama, kada se vodonik pretvara u helijum. Umesto pretvaranja vodonika u helijum, verovatno ćemo pretvarati vodonikove izotope deuterijum ^2H i tricijum ^3H u litium i helijum, pri čemu se neće javljati nuklearno zagađenje i neće biti emisije CO_2. Zalihe deuterijuma na Zemlji su praktično neograničene, a šanse za havarije su male – ako i dođe do kvara, plazma će se pretvoriti u običan gas i to je sve.

Mi već umemo da izazovemo nuklearnu fuziju, koja je demonstrirana kroz hidrogensku bombu, ali ne umemo da je kontrolišemo – da je izazovemo i održavamo pri sobnim temperaturama. Proteklih decenija je bilo puno najava tehnološkog prodora u ovoj oblasti, ali i dalje nemamo ništa konkretno. Nadajmo se da će nas fuzija uskoro učiniti „nezavisnim“ od Sunca; dok se to ne desi, snalazićemo se s onim što imamo.

nekada čak i oštećivali panele – niz ćelija izloženih suncu može da „spali“ zamračenu ćeliju. Danas se u panele ugrađuju zaštitne diode koje rešavaju taj problem, ali je ipak uobičajeno da se par puta godišnje paneli ručno očiste i ujedno provere.

Solarni paneli vremenom degradiraju – smatra se da gube nekih 0.5% kapaciteta godišnje. Obično se deklarišu na 25 godina, pa neki proizvođači daju toliku garanciju, dok drugi daju 25 godina garancije na performanse (tvrde da će degradacija biti manja od deklarisane). Zato bi se moglo reći da je vek panela 30 pa i više godina, ali je u takve tvrdnje teško biti siguran jer nema panela koji su toliko dugo u upotrebi. Najzad, materijali napreduju, pa ćete možda želeti da promenite panele i pre nego što im istekne radni vek, ako su novi uređaji znatno efikasniji.

„Žetva“ struje

Svaki od panela kao izlaz daje jednosmernu struju, koja treba negde prikupiti i transformisati u naizmeničnu struju napona 220 volti i frekvencije 50 Hz. U najjednostavnijem slučaju paneli su vezani na red (koristi se izraz string) a kabl od njih vodi do invertera.

U inverteru se stringovi iz raznih nizova panela analiziraju i transformišu tako da se dobije maksimalna moguća snaga. Proces se zove *Maximum Power Point Tracking*, skraćeno MPPT. Kasnije će u inverteru ta jednosmerna struja biti pretvorena u naizmeničnu.

Potrebno je oko 8 godina da se sistem otplati. Verovatno i manje, pošto će cena električne energije neminovno rasti

U složenijem slučaju uz svaki panel montiran je optimizator, mali elektronski uređaj koji izlaz iz panela pretvara u jednosmernu struju fiksne jačine, uz maksimalan napon koji se u datim uslovima može postići – MPPT se obavlja na tom uređaju. Ta jednosmerna struja se prosleđuje inverteru, koji je pretvara u naizmeničnu. Ponekad se za manje sisteme koristi i treća topografija, gde svaki panel ima sopstveni mikroinverter sa MPP *tracking*-om, pa se već tu dobija naizmenična struja, a inverter nije ni potreban, mada neki sistem za regulaciju i upravljanje svakako jeste.

Sve ove komponente imaju značaj i za zaštitu panela. Generalno, panel je „najsrećniji“ kada radi i isporučuje struju. Ako se struja u nekom trenutku ne isporučuje, obično zato što potrošaču nije potrebna a nema mogućnost njenog slanja u javnu mrežu, panel će se isključiti ali će sunčevi zraci i dalje padati na njega, pa će on biti sve topliji, što mu skraćuje radni vek. Takođe, proizvodnja struje je manja ako je temperatura panela veća – za svaki celzijusov stepen rasta temperature panela, njegova efikasnost opada za oko 0.3%. To je još jedan razlog zbog koga je potrebno automatsko upravljanje čitavim sistemom.

Inverter na vezi sa cloud-om

Inverter je uređaj koji jednosmernu struju različitog napona transformiše u naizmeničnu struju konstantnog napona od, u našem slučaju, 220 – 230 V i frekvencije 50 Hz. Inverter je otporan na vremenske prilike (sertifikovan je do nivoa IP65) što znači da mu kiša neće

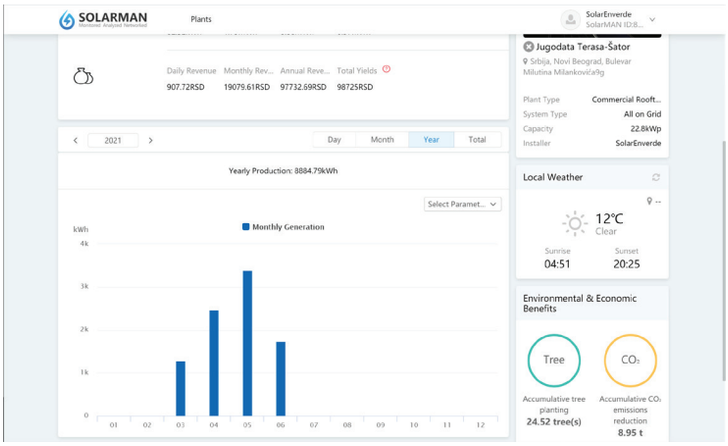
Zelena agenda

Srbija je 10. novembra 2020. godine u Sofiji potpisala Zelenu agendu za Zapadni Balkan. Taj akt je deo evropske inicijative (tzv. Zelenog plana, *European Green Deal)* da do godine 2050. Evropa bude „klimatski neutralna“. To podrazumeva strogu klimatsku politiku, reformu energetskog i transportnog sektora, ali i konkretne mere, poput uvođenje takse na emisiju ugljen-dioksida, kao i tržišnih modela za podsticanje primene obnovljivih izvora energije.

ETS *(Emissions Trading System)* podrazumeva prihvatanje ograničenja po pitanju emisije GHG *(Greenhouse Gas Emissions)*, u početku za određene sektore u privredi (u našem slučaju energetski sektor i daljinsko grejanje), a nakon toga verovatno i za sve emitere. ETS cena je u 2020. godini bila oko 25 evra po toni CO_2, što bi u Srbiji podrazumevalo godišnja izdavanja od oko 750 miliona evra. U ovoj godini cena raste na čak 50 evra po toni CO_2 (pogledajte *ember-climate.org/data/carbon-price-viewer/*). Vremenom će se veći deo tih iznosa verovatno „preliti“ na cenu električne energije koja dolazi iz neobnovljivih izvora kao što su termocentrale, pa bi ta cena mogla da poraste za 2 evrocenta po kilovat času. Postaje jasno koliko je važno da se brzo razvijaju solarne elektrane i drugi metodi proizvodnje „čiste“ energije.

smetati, ali je ipak bolje da ga stavimo na neko suvo mesto: u garažu, podrum ili potkrovlje. Do njega se dovode kablovi iz stringova solarnih panela. Na izlazu invertera može da bude monofazna ili trofazna struja. Obično se monofazni inverteri koriste za sisteme snage ispod 7 kW, dok trofazni kreću od 3 kW; ako vaša elektrana proizvodi između 3 i 7 kW, izabraćete uređaj prema tome kako želite da koristite dobijenu energiju.

U solarnoj elektrani inverter ima i niz kontrolnih funkcija, pa treba da obezbedi optimalnu proizvodnju električne energije, kontrolu tog procesa ali i njegov trenutni prekid ukoliko nastupe



U svakom trenutku možete pratiti proizvodnju struje kao i ukupne uštede

neki neregularni uslovi. Uz to, inverter je povezan na Internet pa šalje izveštaj o postignutoj proizvodnji u *cloud*, a korisniku omogućava daljinsko upravljanje i optimizaciju sistema.

Za tip invertera se opredeljujete na osnovu planiranog scenarija primene elektrane. Ukoliko ona predstavlja „svet za sebe“ i napaja neke konkretne potrošače (recimo, sisteme koji rudare kriptovalute), dakle nije vezana na javnu električnu mrežu, stvari su prilično jednostavne i takav sistem zovemo odvojenim sistemom ili koristimo izraz *islanding* (od *island* – ostrvo).

Sledeća mogućnost je da elektrana, kada ima viška energije, puni baterije koje će se onda u noćnim satima koristiti za napajanje potrošača. Zatim imamo takozvani *grid* inverter, koji radi samo u prisustvu mrežnog napona i, kao izvor naizmenične struje, „upumpava“ struju u mrežu kao sinhroni generator. Hibridni inverteri mogu da napajaju potrošače u kući i višak energije deponuju u javnu elektroenergetsku mrežu, što je neki opšti slučaj koji će se najčešće realizovati.

Čim postoji veza sa javnom mrežom, inverter mora da zadovolji neke prilično stroge uslove. Recimo, šta se dešava ako u mreži nestane struje? Sigurno ne biste želeli da napajate potrošače u komšiluku, a radnici u trafo-stanici koji su isključili prekidač da bi obavili neku servisnu intervenciju još manje žele da ih „udari struja“ koja stiže sa strane potrošača. Tu je pre svega tzv. *anti-islanding* zaštita, koja će u slučaju nestanka struje u nekom jako kratkom roku (recimo 2 sekunda) isključiti solarnu elektranu sa mreže.

Sve u svemu, inverter je inteligentni uređaj povezan ne samo na elektroenergetsku mrežu nego i na Internet, preko koga se njime upravlja. Potrebno je pažljivo konfigurisanje ovog uređaja, a kasnije i praćenje rada da bi se proizvodnja energije optimizovala a eventualni problemi što pre otklonili.

Šta sa strujom?

Ubedljivo najjednostavnije i najefektnije, mada nažalost ne

Inverter obezbeđuje optimalnu proizvodnju električne energije, kontroliše proces, pa ga po potrebi i prekida ukoliko nastupe neregularni uslovi. Izveštaje o radu on deponuje u cloud

i legalno, rešenje je da izlaz iz invertera ubodete u bilo koji jednofazni ili trofazni utikač u kući. I to je bukvalno sve – potrošači će se, kad proizvodite struju, napajati od nje, kada nema dovoljno proizvedene struje ostatak će se „uvoziti“ iz javnog elektroenergetskog sistema, a kada proizvodite više struje nego što trošite, višak će se slati u elektroenergetski sistem.

Kako se to reflektuje na vašem strujomeru? Zavisi od konkretnog brojila. Neka stara, mehanička brojila će raditi upravo onako kako biste (nelegalno) želeli, dakle vrteće se unapred kad trošite struju, a unazad kada šaljete struju u sistem. Na kraju meseca, kod očitavanja, videće se bilans, pa ćete ako je taj bilans u vašu korist, upasti u prilične nevolje zato što je brojilo pokazalo „negativnu potrošnju“. Novija digitalna brojila neće da broje unazad, pa će se na kraju meseca videti samo koliko ste struje potrošili, a neće se znati koliko ste poslali u sistem.

Najzad, u preporučljivom scenariju, gde ste sistem legalno projektovali, instalirali i atestirali, dobićete moderno digitalno brojilo koje posebno registruje potrošenu struju a posebno ono što ste vratili u sistem. Nakon očitavanja platićete razliku, s tim što cene u jednom i drugom smeru ne moraju biti jednake. Komercijalni uslovi zavise od snabdevača sa kojim ste se dogovorili, ali i od državnih subvencija i čitavog niza drugih parametara. Generalno se pojavljuju dva scenarija – *net metering* i *net billing*.

Net Metering vs. Net Billing

U najjednostavnijem *net metering* scenariju primenjuje se „robna razmena“, kilovat čas za kilovat čas. Ako ste u nekim periodima dana imali višak električne energije koju ste poslali u mrežu, brojilo registruje koliko ste kilovat časova deponovali i kasnije, recimo noću, tu energiju preuzimate iz mreže i ne plaćate je. Što je još lepše, vaš saldo se čuva tokom čitave godine, pa tokom sunčanih letnjih dana možete da deponujete energiju koju ćete koristiti naredne zime, kada je vaša proizvodnja znatno manja, a kući je potrebno više energije, pre svega za grejanje. Obično se račun jednom godišnje anulira, recimo 1. maja, i tada merenje ponovo počinje.

Net billing u priču uvodi novac. Elektroenergetski sistem kupuje od vas energiju, i plaća je prema cenama koje ne moraju biti fiksne, već se menjaju u zavisnosti od doba dana i drugih parametara. Mogu postojati i državne subvencije koje podrazumevaju da kilovat čas „čiste“ energije vredi više od kilovat časa koji dobijate iz termoelektrane koja troši neobnovljive resurse i oslobađa CO_2. Konkretni uslovi zavisiće od ugovora koji sklopite sa isporučiocem.

Za početak će verovatno manji proizvođači biti upućeni na *net metering* u kombinaciji sa garantovanim snabdevanjem, dakle na EPS, dok će veći proizvođači energije sklapati ugovore sa drugim isporučiocima, trudeći se da ostvare što povoljnije uslove.

Uslovi će se verovatno menjati iz godine u godinu, u zavisnosti od situacije na tržištu, a biće i nekih hibridnih *net metering + net billing* scenarija.

Projekat i dozvole

Srbija je nedavno dobila novi Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije koji treba da reguliše i korišćenje solarnih

elektrana. Iako podzakonski akti u trenutku pisanja ovog teksta još nisu doneti, pa ni konkretne procedure nisu precizno definisane, verujemo da će proces izgradnje elektrane teći u nekoliko faza. Za početak se dobijaju uslovi za projektovanje elektrane, a zatim ovlašćena firma priprema projekat i predaje ga organu lokalne samouprave (opštini) koja daje odobrenje za izgradnju. Po svemu sudeći, neće biti potrebe za klasičnom građevinskom dozvolom.

Pošto elektrana bude postavljena, aplicira se za upotrebnu dozvolu, koja podrazumeva kontrolu čitave instalacije i njene tehničke spremnosti. Kada je upotreba odobrena, vlasnik objekta sklapa ugovor sa snabdevačem o kupovini struje i predaji viška energije u mrežu. Tada se definišu svi detalji o uslovima, cenama, načinu i rokovima plaćanja... Najavljeno je da će to biti jednostavan, tipski ugovor, naročito kada se radi o malim elektranama, recimo snage do 10 kWp (kilovata u piku). Sa nestrpljenjem očekujemo podzakonske akte koji će razjasniti mnoge dileme.

Da li se isplati?

Pokušaćemo sada da čitavu ovu teoriju sažmemo u konkretan primer – koliko bi koštao prosečan kućni sistem koji koristi sunčevu energiju, koliko bi struje proizvodio i koliko bi vremena bilo potrebno da se investicija otplati? Recimo da raspolažemo krovom površine 60 m², dimenzija 10×6 metara, koji je pokriven crepom. Krov je orijentisan prema jugozapadu (32° od smera juga prema zapadu) i kos je, pod uglom od 24°.

Na ovakav krov može da se postavi 20 panela instalirane snage 6.6 kWp (kilovata u piku). Za samo postavljanje je potreban aluminijumski sistem koji se ugrađuje ispod crepa i obezbeđuje vezu za noseće aluminijumske profile, u koje se pričvršćuju solarni paneli. Kablovi vode jednosmernu struju od solarnih panela do mesta gde se nalazi inverter, koji se priključuje na kućnu instalaciju u razvodnom ormaru.

Za sada nije poznato koliko će koštati razne administrativne takse za odobrenje projekta i davanje upotrebne dozvole, pošto još ne postoje podzakonski akti, ali se može reći da je budžetska cena opisanog sistema – dakle, projektovanje, oprema i instalacija – približno 5500 evra u dinarskoj protivvrednosti.

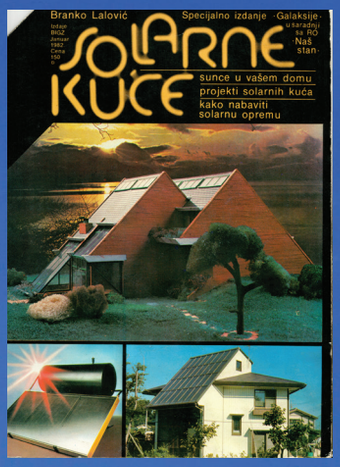
Očekivani godišnji prinos ovakve elektrane je oko 8400 kWh. Ako konzervativno procenimo da će korisnik upotrebiti 7000 kWh od 8400 koliko elektrana proizvede (ostatak predaje u mrežu bez naknade), možemo reći da je vrednost uštеđene električne energije, sa svim akcizama i porezima, oko 700 evra godišnje. Dakle, potrebno je oko 8 godina da se sistem otplati.

Napomenimo da cena struje u Srbiji u prethodnih dvanaest godina raste za oko 4% više od inflacije. Sa taksama za ugljen dioksid čeka nas novi skok, koji će direktno umanjiti rok otplate za oko 1,5 godinu (očekujući taksu od oko 2,5 dinara po kWh). Zato projekat solarne elektrane može da se isplati i pre nego što očekujete računajući po današnjim cenama. Na našim krovovima će se tokom sledećih godina pojavljivati sve više solarnih panela, i sve više ćemo prelaziti na obnovljive izvore energije. Vama ostavljamo da odlučite da li ćete biti *early adopter*.

Zahvaljujemo se Nenadu Jovanoviću i firmi Solar Enverde na pomoći pri realizaciji ovog teksta. Solar Enverde vode eksperti sa preko 30 godina iskustva u energetskom menadžmentu i upravljanju kritičnom infrastrukturom, kao i u sertifikovanom vođenju projekata. Uz njih je stalno rastući tim mladih stručnjaka, čime nastaje spoj iskustva i svežih ideja. Deviza kojom se kompanija vodi je da se za bolje sutra rešenja traže već danas. Vizija kompanije je da se uposli svaki potencijal u korišćenju obnovljivih izvora energije, a da posebno energija Sunca, kao izvora života, treba da bude dostupna svakom i da treba da bude iskorišćena na svakom mestu gde postoji potreba

Kako smo počinjali

Još pre 40 godina, januara 1982, u Srbiji je popularizovana primena sunčeve energije kroz specijalno izdanje časopisa Galaksija pod naslovom „Solarne kuće“. Bila je to (za ono vreme) luksuzno štampana publikacija na 100 strana, u kojoj su detaljno opisane prednosti korišćenja sunčeve energije, ali i dati konkretni projekti zgrada u kojima se za grejanje koriste solarni paneli, izmenjivači toplote i sanitarni fluid. Pomenuta je i mogućnost transformacije solarne energije u električnu, ali je naglašeno da je to stvar budućnosti, pošto je trenutno takva oprema preskupa. Sada živimo u budućnosti koju su „Solarne kuće“ prorekle.



Autor „Solarnih kuća“ je naš najpoznatiji stručnjak za ovu oblast, doktor Branislav Branko Lalović (1928-1988), naučni savetnik instituta Vinča. Iako po struci nuklearni fizičar, profesor Lalović je već početkom sedamdesetih godina počeo da istražuje primenu solarne energije i da sarađuje sa domaćim i stranim firmama koje su se bavile ovom oblašću. Objavio je radove u vodećim svetskim časopisima *Nature, IEEE Transactions of Nuclear Science, Physical Review Letters* i održao predavanja na nizu naučnih skupova.

Nažalost, kada je profesor Lalović bio u najvećem naučnom naboju, kod nas su duvali drugačiji vetrovi i počelo se govoriti o izgradnji atomskih (fisionih) elektrana, protiv kojih je profesor Lalović bio. Njegovi stavovi nisu odgovarali vladajućem establišmentu. Iznenada se „neko setio“ da zaposleni u Vinči imaju beneficirani radni staž, pa je profesor Lalović prisilno penzionisan 31.12.1985. godine, u 57. godini života. Razočaran svime što se desilo, profesor Lalović je ubrzo oboleo i preminuo dve godine kasnije. Tako smo ostali bez čoveka koji je, kako su tada govorili mnogi njegovi studenti i saradnici, „bio najbliže Suncu“.

PC PRESS

Download on the App Store

GET IT ON Google play

VIRUS FREE

NO FAKE NEWS

Informacije sa ★★★★★

o tehnologiji i biznisu

Časopis PC Press u print i digitalnom formatu,
u potpunosti orijentisan prema poslovnim korisnicima.

prodavnica.pcpress.rs

Nakon donošenja Zakona o korišćenju obnovljivih izvora energije, sve oči su uprete ka Vladi Srbije, u očekivanju podzakonskih akata kojima će započeti veliki ciklus investicija u čistu energiju. Razgovarali smo o tome sa potpredsednicom Vlade i ministarkom rudarstva i energetike, prof. dr Zoranom Mihajlović

P.C.

Zelena energija kao strategija

P: Nedavno je donet Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije, značajan akt koji treba da stimuliše proizvodnju „čiste“ energije iz obnovljivih izvora. Kakve domete očekujete od primene ovog Zakona?

O: Donošenjem Zakona o korišćenju OIE ova oblast je prvi put uređena posebnim zakonom, a glavni cilj je povećanje učešća „zelene“ energije u ukupno proizvedenoj energiji. Naš cilj je da do 2040. imamo najmanje 40 odsto energije proizvedene iz OIE, a oko 50 odsto do 2050. godine.

Zahvaljujući zakonima iz oblasti energetike koji su usvojeni, svi građani postaju aktivni učesnici energetske tranzicije, jer imaju mogućnost da učestvuju u programima povećanja energetske efikasnosti, kao i da i sami budu proizvođači „zelene“ energije. Takođe, ovi zakoni šalju jasnu poruku da u procesu energetske tranzicije želimo da se Republika Srbija pozicionira na evropskom i svetskom tržištu kao održiva ekonomija koja proizvodi robe i usluge uz što veće korišćenje obnovljivih izvora, kako bi bila konkurentna u budućnosti.

U pripremu Zakona od samog početka bili su uključeni stručna javnost, civilno društvo, kao i međunarodni partneri. Pažljivo smo razmatrali sve zahteve privrede, građana, javnih preduzeća, ekoloških pokreta i državnih institucija čiji se delokrug preklapa sa sektorom energetike. Kao rezultat, dobili smo moderan zakon kojim se podstiče korišćenje OIE u svim sektorima energetike, ali i inovativnost. Na primer, stvoren je zakonski osnov za korišćenje vodonika koji se dobija iz OIE, čime se Srbija svrstala u red sa razvijenim zemljama Evropske unije. Takođe, deponije termoelektrana prepoznate su kao pogodne površine za izgradnju solarnih elektrana.

Ulaganja u sektor OIE predstavljaju i važan deo novog investicionog plana u energetici i rudarstvu, vrednog 17 milijardi evra. Od ukupnog iznosa, vrednost projekata u oblasti OIE, pre svega u korišćenje solarne energije i energije vetra, je oko pet milijardi evra.

Pored stvaranja povoljnog zakonodavnog okvira uslova za nove investicije u OIE, zakon je važan i zbog toga što se njime posebno ohrabruju domaćinstva i mali kupci da postanu aktivni učesnici na tržištu električne energije, i da od pasivnih potrošača postanu aktivni proizvođači „zelene“ energije. Postavljanjem solarnih panela na krovovima građani postaju kupci-proizvođači koji proizvode električnu energiju za svoje potrebe, a da time umanje i svoj račun za utrošenu električnu energiju. Svaki kilovat-sat proizveden na ovaj način znači i da će svako domaćinstvo ujedno i doprinositi da više energije proizvedene u Srbiji bude „zelena“ energija, koja dolazi iz obnovljivih izvora, i koja nema negativnog uticaja na životnu sredinu. Procene kažu da bi, ako bi se samo 10 odsto ukupne površine krovova iskoristilo za postavljanje solarnih panela, dobili nove kapacitete od čak 6 gigavata.

Očekujemo da do kraja jula bude završena većina podzakonskih akata, a prve aukcije su planirane krajem godine

P: Za primenu Zakona ključni su odgovarajući podzakonski akti koji definišu konkretne administrativne procedure. Kada možemo da očekujemo donošenje ovih važnih dokumenata?

O: Očekujemo da kraja jula bude završena većina podzakonskih akata, a prve aukcije su planirane krajem godine.

P: Kroz kakvu će (makar okvirno) proceduru prolaziti građanin koji želi da na svom krovu montira solarne panele i tako proizvodi električnu energiju?

O: Operator distributivnog sistema dužan je za sve male projekte predvidi najjednostavniju moguću proceduru kojom će se, ipak, omogućiti neka vrsta kontrole rada ovih elektrana u smislu tehničkih i bezbednosnih zahteva. Procedura je prema zakonu takva da sve može da se uradi u četiri koraka. Prvi je prikupljanje tehničke dokumentacije, a drugi dobijanje rešenja o odobrenju izvođenja radova, što je jednostavnije od procedure za građevinsku dozvolu. Treći korak je ugradnja panela. Na kraju se zaključuje ugovor sa Elektrodistribucijom Srbije koji će biti maksimalno jednostavan za građane. U toku je izrada podzakonskih akata i razmatramo mogućnosti da se procedura dodatno pojednostavi po ugledu na primere dobre prakse iz zemalja EU. Važno je samo da se postupak ne pojednostavi do mere koja bi mogla da dovede do ugrožavanja bezbednosti građana zbog nekontrolisanog priključenja elektrane.

P: Pod kakvim će uslovima građanin deponovati proizvedenu struju u elektroenergetski sistem? Da li će za to dobijati novac, ili će imati mogućnost da istu toliku (veću, manju...) energiju potroši u doba kada njegova solarna elektrana ne proizvodi dovoljno struje za njegove potrebe?

O: Građani će moći da proizvode električnu energiju iz solarnih panela kada ima najviše sunca, da tu količinu energije isporučuju u sistem, a da je troše na primer u večernjim satima. Ukoliko u tom mesecu proizvedu više nego što su potrošili, višak mogu da iskoriste u narednom mesecu. Kupac-proizvođač je fokusiran na samopotrošnju električne energije, a ne na proizvodnju. I sama reč *prosumer* koja označava kupca-proizvođača nastala je jer je svrha ovog instituta u spajanju proizvodnje *(producing)* i potrošnje energije *(consumer)*.

P: Da li će postojati subvencije za građane koji žele da sagrade solarnu elektranu? Takođe subvencije za građane koji žele da smanje potrošnju energije kroz bolju izolaciju prostora, kvalitetnije prozore itd?

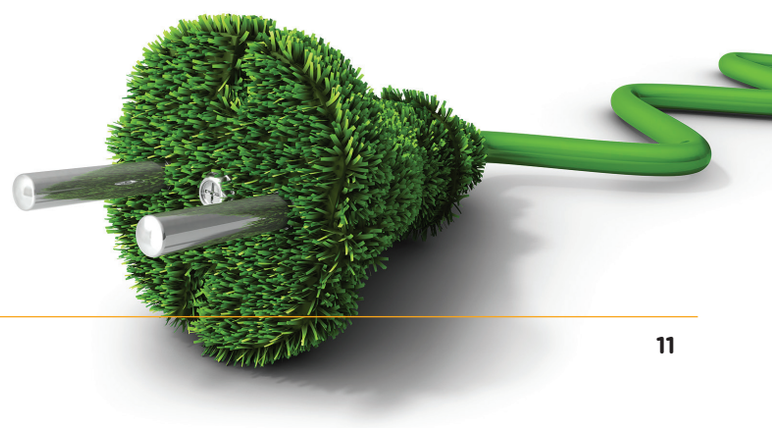
O: Prvi javni poziv je već sproveden i 67 lokalnih samouprava dobilo je sredstva na javnom pozivu za program energetske sanacije porodičnih kuća, stanova i stambenih zgrada. Građani će imati priliku da zamene vrata i prozore, poboljšaju izolaciju ili zamene kotlove za energetski efikasnije, tako da država i lokalna samouprava učestvuju sa 50 odsto ukupnih troškova. Tokom leta će lokalne samouprave raspisati dva javna poziva, jedan za firme koje će izvoditi radove, drugi za građane. U avgustu očekujemo prve ugovore sa građanima, a prvi rezultati ovih investicija videće se već tokom sledeće grejne sezone.

P: Srbija je 10. novembra 2020. godine u Sofiji potpisala Deklaraciju o Zelenoj agendi za Zapadni Balkan, kojom se obavezala da će raditi na uvođenju stroge klimatske politike. Jedna od mera iz ove agende je i usklađivanje sa Sistemom za trgovanje emisijama EU (EU ETS), kao i uvođenje drugih modela za oporezivanje emisija ugljen-dioksida pri proizvodnji energije. Znajući da se značajan deo električne energije u Srbiji proizvodi u termoelektranama, ti penali bi mogli da dostignu 700 miliona evra godišnje. Da li će se taj trošak preliti u cenu električne energije?

O: Rano je još uvek praviti procene na koji način bi se troškovi uvođenja EU ETS mogli odraziti na račune građana. Imajući u vidu naše međunarodne obaveze, kao i izvesnost povećanja troškova u vezi sa radom termoelektrana, u narednom periodu težište novih investicija biće na izgradnji velikih i srednjih hidroelektrana, solarnih i vetroelelektrana, gasnih elektrana, uz nastavak ulaganja u smanjenje štetnih emisija u postojećim termoelektranama. Energetska tranzicija je proces u kojem se nalazi čitav svet, i naš zadatak je da iz tog procesa izađemo kao dobitnici, sa snažnim i održivim energetskim sistemom i zdravom životnom sredinom.

P: Možemo li, uz ovaj i buduće zakone, dostići cilj koji je EU propisala, da Evropa bude klimatski neutralna do 2050. godine?

O: Zakoni u oblasti rudarstva i energetike su prvi korak na dugom putu energetske tranzicije, čiji ishod treba da bude klimatska neutralnost. Konkretne korake koji nas očekuju na tom putu u narednim decenijama definisaćemo kroz novu strategiju razvoja energetike i integrisani nacionalni plan za klimu i energetiku. Put energetske tranzicije jeste nepovratan i sa mnogo izazova, ali i prilika koje otvara. Verujem da zelena agenda može dugoročno biti naš model rasta, u kojem ćemo pomiriti interes za energetskom bezbednošću i kvalitetom života koji donosi zdrava životna sredina.



Sunce se isplati

Firma Noleko iz Čačka je jedan od pionira u oblasti projektovanja solarnih elektrana. Danas osim projektovanja i efikasne gradnje elektrana, nudi i konsalting u oblasti kombinatorike u prodaji i otkupu električne energije, realizaciji subvencija pa i zatvaranju finansijske konstrukcije

Čitav svet se uključio u borbu protiv globalnog zagađenja i zagrevanja, pa je izgleda došao red i na nas. Konačno smo dobili obećavajuće nove zakone o OIE, energetskoj efikasnosti, energetici i rudarstvu. Čitav set zakona koji, ako se podupru dobrim podzakonskim aktima, konačno mogu da otvore vrata zdravoj, pravoj, prirodnoj selekciji među izvorima energije koji će nuditi „zeleniju budućnost“ i bolji suživot našeg društva sa čovekovom okolinom. Kako se razvija naša država, sigurno će rasti i potreba za energijom, najviše za električnom jer se ona najlakše transformiše u sve druge oblike.

Na krovovima Čačka

Kako se i u industriji može raditi i razmišljati društveno odgovorno i ne čekajući sve na gotovo, navodimo primer firme *Noleko* iz Čačka, koja je bez ikakvih dodatnih podsticaja još 2014. godine izgradila svoju solarnu elektranu na zemlji snage 500 kWp. Odmah zatim *Noleko* je na krovu povezanog preduzeća *Unipromet* pustio u rad fotonaponsku elektranu 240 kWp i ta energija i dan-danas u potpunosti služi za sopstvenu potrošnju u ovoj kompaniji. *Noleko* je licenciran za trgovinu električnom energijom, ima mogućnost da snabdeva potrošače, ali i da otkupi viškove električne električne energije u skladu sa cenama koje su na berzi. Zbog toga je od 2012. godine iskoristio tu priliku i izgradio više elektrana, uglavnom za industrijske investitore u Srbiji, ali je „pao“ i prvi MW u Severnoj Makedoniji. Do kraja ove godine ugovoreno je šest novih elektrana kapaciteta oko 5000 kWp.

Priča ne bila interesantna da *Noleko* za *Unipromet* ne gradi novih 2000 kWp na krovovima fabrika u Čačku i Kraljevu, kao i novih 500 kWp za sopstvene potrebe. Finansijska sredstva su obezbeđena i projektovanje je započeto. Kada se projekti izvedu, *Unipromet* će imati najveću krovnu solarnu elektranu u Srbiji, ukupne instalirane snage 2750 kWp, što će pokrivati oko 80 odsto potreba ove kompanije za električnom energijom. Ako se ne bude dugo čekalo na saglasnost, sva ova energija biće na mreži i pre kraja ove godine.

Kako navodi direktor kompanije *Noleko*, dipl. el. ing. Zoran Bojović, izgradnja industrijskih elektrana je potpuno ista kao izgradnja bilo kog industrijskog objekta, što podrazumeva pribavljanje odgovarajućih dozvola, saglasnosti i projekata baš kao i za svaki drugi građevinski objekat. Sunčana energana se može podići samo na građevinskom objektu koji ima građevinsku dozvolu i izgraditi na zemljištu na kome je dozvoljena gradnja. Prvi korak je dobijanje uslova za priključenje na električnu mrežu a tek potom se pribavlja set građevinskih projekata neophodnih za dobijanje građevinske dozvole, koja vam je dovoljna da se prijavite za državne aukcije koje vam mogu doneti garantovani ugovor za prodaju

Rok za povraćaj investicije je maksimalno sedam godina, a može biti i pet, što je za ulaganja u oblasti energetike izuzetno povoljno

električne na 15 godina. Naravno, uslov je da pored uspeha na aukciji, solarnu elektranu izgradite u predviđenom roku i da obezbedite njen pouzdan rad i održavanje jer se tada ozbiljno računa na vašu energiju u energetskom sistemu naše zemlje. Zakon o OIE predviđa i penale ako se ne pridržavate ugovorenih uzansi i nagoveštava da ovaj biznis nije šala.

Objedinjena ponuda

Ono što *Noleko* kvalifikuje kao pouzdanog partnera u izgradnji solarnih elektrana po sistemu „ključ u ruke“ jeste iskusan, kvalifikovan inženjerski kadar, saradnja s renomiranim projektantskim kućama, odlična kombinatorika u prodaji i otkupu električne energije, rad sa opremom renomiranih svetskih proizvođača, mogućnost podrške u praćenju i održavanju vaših elektrana posle puštanja u rad. Takođe, sve početne informacije koje vam kažu koliku elektranu možete izgraditi, kako da energiju iz nje najbolje unovčite i za koje vreme će vam se investicija povratiti *Noleko* ne naplaćuje. I za zatvaranje finansijske konstrukcije *Noleko* može dati konstruktivan predlog i dobar kontakt na putu ka pribavljanju bespovratnog dela sredstava, ali je na vama uvek izbor i odluka.

Ono što *Noleko* može, u saradnji sa svojim moćnim partnerom Uniprometom, koji godišnje preradi više od 60.000 tona čelika, malo ko još može u čitavoj našoj regiji. To podrazumeva projektovanje, proizvodnju i montažu specijalne konstrukcije kako na zemlji, tako i na krovu, pa se na pripremljenom zemljanom terenu 1000 kWp može izgraditi za samo dva meseca po veoma povoljnim cenama i garantnim rokovima od 30 godina za konstrukciju i dve godine na izvedene radove, dok se ostale garancije prenose od proizvođača. Drugim rečima, minimalna garancija na panele je 25 godina a na invertere 10 godina.

Cena kilovata iz velikih solarnih elektrana (snaga od nekoliko desetina MWp) od pre neku godinu je konkurentnija nego iz termoelektrana i velikih hidropostrojenja, a cene solarnih objekata su sve do pandemije imale trend daljeg pada i jačanja konkurentnosti u odnosu na druge izvore obnovljive energije. Dokazi trajnosti fotonaponskih postrojenja vidljivi su širom sveta, gde ona postoje već više od 20 godina, a sva oprema iz njih se može reciklirati. Ova vrsta elektrana nema pokretnih delova, što znači da ne proizvodi buku niti šum, njihovo naizmenično magnetno polje se može planski izmestiti tamo gde najmanje smeta, tako da bliskost ove vrste opreme sa čovekom daje najprijateljskije okruženje. Zbog toga se paneli mogu postaviti na krovovima vaših proizvodnih pogona, kancelarijskog prostora, nadstrešnica za automobile, kao delovi vaših horizontalnih i vertikalnih fasada, zasenjivača, roletni ili zidova za zaštitu od buke.

Paneli svuda

Najnoviji tehnološki postupci u proizvodnji fotonaponskih panela uveli su nanotehnologiju i 3D štampu, doveli do još jeftinije proizvodnje, ultralakih aplikacija koje se mogu postaviti na prozorska okna, staklene fasade, na delove automobila i drugih transportnih sredstava, a da pri tome ne ometaju osnovnu funkciju površina na koju se postavljaju. Danas su agroelektrane sve popularnije, a one podrazumevaju da ispod namenski izgrađene solarne elektrane možete gajiti čeri paradajz ili papriku (sa znatno većim prinosom), jaganjce i ovce u prirodnoj simbiozi jer se solarne elektrane bolje hlade i daju veću produkciju u kombinaciji s poljoprivrednim kulturama i lakše se održavaju ako se trava popase umesto da se kosi.

Cene većih solarnih elektrana zavise od mnogih faktora, kao što su geografska orijentacija i konstruktivno rešenje krova, udaljenost mesta priključka, potreba za trafo-stanicom, dužine kabliranja i kvaliteta opreme, a njihov rok povraćaja investicije je maksimalno sedam godina, a može biti i pet, što je za ulaganja u oblast energetike izuzetno povoljno. Solarna elektrana sa upotrebnom dozvolom dobija sertifikat o poreklu energije iz OIE kojim se može trgovati na evropskom tržištu ili vam može zameniti penale koje će nam EU uskoro uvesti zbog CO-2- emisije. Investiranje u solarnu elektranu u industriji smatra se korakom ka energetskoj efikasnosti i za to se u skorijoj budućnosti očekuju razne koristi pa i bespovratna sredstva, konačno i u Srbiji.

Kao što se vidi, mnogo je razloga „za“, a ako smatrate da vam usluge i informacije kompanije *Noleko* mogu biti od koristi, možete nam se obratiti na → *office@noleko.rs*

Cena kilovata iz velikih solarnih elektrana od pre neku godinu je konkurentnija od cene kilovata iz termoelektrana i velikih hidropostrojenja

Kako optimalno iskoristiti sunčevu energiju u porodičnoj kući? Izložićemo desetogodišnje iskustvo i tok projekta koji je u periodu realizacije morao da napravi više „zaokreta“

Radovan Jevtić

Deset sunčanih godina

Izgradnja solarne elektrane u dve faze

Porodična kuća na periferiji Beograda koristi se za stanovanje petočlane porodice, kao i za obavljanje samostalne delatnosti. Kuća ima podrumske prostorije površine oko 40 m², prizemlje površine 60 m² i potkrovlje površine 90 m². Na placu površine 15 ari nalazi se i garaža površine 36 m². Tokom izgradnje kuće dosta pažnje je posvećeno energetskoj efikasnosti i prilagodljivosti različitim izvorima energije. Kuća se greje na čvrsto gorivo – dakle, koristi se jedan od ekološki najproblematičnijih izvora energije, ali drugih opcija naprosto nije bilo.

Prilikom izgradnje instalacija u kući obezbeđeno je centralno snabdevanje toplom vodom, uz bojler postavljen u podrumskim prostorijama – već tada je postojala ideja korišćenja sunčeve energije. Kuća je izgrađena tako da je maksimalna površina krova orijentisana prema jugu. Najekonomičniji način za poboljšanje energetske efikasnosti je bila ugradnja solarnih kolektora za grejanje vode.

Na krov su postavljeni solarni kolektori efektivne površine 3 m², zatim cevovod, pumpa i ostali delovi neophodni za priključenje na izmenjivače toplote u bojleru zapremine 180 litara. Sistem je napunjen nesmrzavajućom tečnošću i u funkciji je više od 15 godina bez ikakvog održavanja. U sunčanim periodima godine voda se greje bez upotrebe električne energije. Isti sistem je povezan i sa izmenjivačem u kotlu na čvrsto gorivo, što omogućava grejanje vode u periodu korišćenja centralnog grejanja. Sistem se u potpunosti otplatio nakon 5 godina, ali je rešio samo problem utroška energije za grejanje vode u sunčanoj polovini godine. U zimskim mesecima voda se greje pomoću izmenjivača u kotlu – sve u svemu, praktično je nadomešćeno korišćenje električne energije za grejanje vode tokom čitave godine.

Shodno finansijskim mogućnostima, u međuvremenu je izolovana fasade kuće, tako da je potrošnja uglja za grejanje svedena na 5 tona godišnje, što odgovara potrošnji 25.000 kWh. Uzevši u obzir efikasnost kotla, procena je da je za grejanje kuće potrebno oko 20.000 kWh godišnje.

Najekonomičniji način za poboljšanje energetske efikasnosti je bila ugradnja solarnih kolektora za grejanje vode

Prema obnovljivim izvorima

Dugo sam želeo da koristim obnovljive izvore energije. Ispitali smo mogućnost korišćenja energije vetra, ali se pokazalo da je na prihvatljivim visinama prosečna brzina vetra suviše mala, pa bi se eventualno veća količina energije mogla proizvesti u kratkim intervalima, i to uz vetro-generator veoma velike snage. Zbog toga sam odustao od te ideje.

Sledeća mogućnost su fotonaponski solarni paneli. Njihova cena je bila dosta visoka, preko 2 evra za vat instalirane snage. U leto 2012. izgrađena je mini fotonaponska centrala. Postavljeni su fotonaponski paneli različitih dimenzija, snaga i tipova (polikristalni i monokristalni), shodno mogućnosti nabavke. Kako bi se povećala proizvodnja energije, konstruisan je sistem koji rotira panele oko jedne ose kako bi pratili prividno kretanje Sunca, sa konstantnim nagibom ose rotacije. Predviđeno je i postavljanje ogledala – koncentratora na rotor, čime se više sunčeve energije usmerava na panele i time povećava proizvodnja struje.

Nekako u to vreme uvedena je zakonska mogućnost priključenja na elektrodistributivni sistem, u svojstvu povlašćenog proizvođača. Zbog toga sam povezao panele na mrežne invertere, i na taj način proizvedenu energiju direktno ubacivao u postojeću električnu mrežu. Nažalost, zakonska rešenja su nedorečena, postojala je dilema može li fizičko lice biti povlašćeni proizvođač, pa nisam uspeo da se registrujem kao proizvođač. Na sastanku u Ministarstvu sam predlagao da barem omoguće priključak bez ikakvih povlastica, da im isporučujem preko dana ono što proizvedem, a da noću to mogu da koristim (potrebno je bilo samo povezati dvosmerno brojilo). Na kraju od svega toga nije ispalo ništa.

Rotor – pokušaj da se solarni paneli pokreću tako da prate prividno kretanje Sunca

Prvi rezultati

Moja centrala snage 750 W je uspešno proizvodila električnu energiju koju sam većim delom trošio preko kućne instalacije. Dalje povećanje snage i proširenje kapaciteta nije imalo ekonomskog smisla, tako da nisam postavio ogledala niti sam dodavao nove panele. Jedini način primene veće solarne elektrane bio bi da se višak energije akumulira, tj. da se investira u sistem baterija. To je za moj budžet bila velika a ne baš brzo isplativa investicija.

Centrala je tokom više od dve godine rada omogućila da izmerim i procenim potencijale korišćenja sunčeve energije za proizvodnju električne energije na postojećoj mikrolokaciji, da procenim mogućnosti raznih modela fotonaponskih panela, doprinos rotora itd. Zaključak je da se ovim sistemom instalirane snage 750 W u toku godine može proizvesti oko 1000 kWh električne energije. Kako je moja prosečna mesečna potrošnja 600-700 kWh, dakle između 8000 i 9000 kWh godišnje, ovaj sistem pokriva tek 10 do 15 posto potrošnje.

Na jedan vat instalirane snage panela, godišnje se primenom rotora može proizvesti 1,2 kWh, dok se montažom stacionarnih panela proizvodi oko 1 kWh. Imajući u vidu da je cena fotonaponskih panela bila u padu, kao i da se stacionarni paneli mogu montirati na krovu objekta (za montažu na rotorima potrebna je adekvatna površina zemljišta), najracionalnije rešenje je instalacija panela na krovu. Povećanje efikasnosti 10-20% može se postići primenom u međuvremenu unapređenih MPPT elektronskih sistema.

Kako proizvoditi više

Problemi me nisu obeshrabrili, bio sam spreman da realizujem svoju ideju jer verujem da je to najčistiji vid energije, a pomoglo je to što su cene fotonaponskih panela naglo pale. Da ne bih postavljao panele na krov kuće, iz bojazni od prokišnjavanja, odlučio sam da garažu pokrijem krovom površine preko 60 m² orijentisanim prema jugu i postavljenim pod uglom od oko 30 stepeni.

Ova površina je dovoljna za postavljanje 36 standardnih fotonaponskih panela 1650×990 mm, nazivne snage 250-260 W. Kako nisam imao iskustva u postavljanju panela kao ni u izboru invertera, angažovao sam kompaniju koja je obezbedila materijal i izvela kompletne radove na postavljanju i povezivanju 18 panela na krov garaže. Takođe je povezan i trofazni mrežni inverter snage 10 kW, i na taj način je izgrađena elektrana snage oko 4,6 kW. Cena ovakve elektrane bila je oko 7000 evra.

U međuvremenu su stigli i neki zakonski akti, u jednom kratkom periodu bilo je omogućeno priključenje kućne elektrane na mrežu, ali su se zakoni brzo menjali dok smo kasnili za evropskim trendovima, pa je onemogućeno priključenje kao povlašćenog proizvođača. Cena panela na tržištu i dalje je padala, pa su se oni i u Srbiji mogli kupiti za oko 0.5 evra po vatu. Stoga odlučujem da kompletiram elektranu u sopstvenoj režiji, dodajući još 18 panela na postojeći krov. Nabavljeni su originalni elementi za montažu, postavljeni na krov, na njih su postavljeni paneli i povezani sa postojećim inverterom.

Na taj način je kompletirana elektrane snage oko 9.2 kW, koja je preko trofaznog invertera priključena na mrežu. Prema podacima prikupljenim višegodišnjim korišćenjem, elektrana za 12 meseci proizvede oko 11.000 kWh električne energije. Na žalost ta proizvodnja nije ravnomerno raspoređena – u letnjim mesecima ona ide do 1.500 kWh mesečno, dok je u najnepovoljnijim zimskim mesecima svega 350-400 kWh, što zavisi od trajanja snežnog pokrivača na samim panelima.

Prema podacima prikupljenim višegodišnjim korišćenjem, elektrana za 12 meseci proizvede oko 11.000 kWh električne energije

Održavanje ovakvog sistema sam praktično zanemario, mada bi povremeno pranje panela svakako doprinelo efikasnosti. Pokazalo se da kišne i snežne padavine u velikoj meri doprinose rešavanju problema. Prema dosadašnjem iskustvu, najveći pad efikasnosti panela javlja se usled povećanja njihove temperature, ali je njihovo hlađenje praktično neizvodljivo i neisplativo.

Prema megavatima

Na krovu kuće na južnoj strani dostupna je površina od barem još 60 m², tako da je moguće proširiti snagu elektrane na 19-20 kW. To bi značilo da je godišnja proizvodnja energije 20-22 MWh. Najveća količina bila bi proizvedena tokom leta, pa bi tu energiju trebalo nekako uskladištiti da bi se mogla koristiti tokom zime. Skladištenje električne energije je izuzetno skupo, akumulatorske baterije za vreme svog eksploatacionog veka mogu uskladištiti energiju u približnoj vrednosti cene samih baterija, dakle takav sistem je prihvatljiv samo u uslovima gde nije dostupan priključak na elektrodistibutivnu mrežu. Jedino je racionalno da se EDB sistem koristi kao akumulator viška proizvedene električne energije. Takav predlog sam izneo i prilikom sastanka u ministarstvu, i on je konačno formulisan u novom zakonskom rešenju.

Potrebna energija za godišnje grejanje objekta je oko 20 MWh. Ta energija je u rangu ukupne proizvodnje planirane elektrane. Najbolje rešenje je implementacija sistema grejanja toplotnom pumpom, kada se na 1 kWh uložene električne energije može dobiti 3-4.5 kWh toplotne energije. U konkretnom slučaju ne postoji mogućnost uzimanja toplote od vode (postojeći bunar ima dnevni kapacitet od oko 1000 litara, što nije ni približno dovoljno), pa je najjeftiniji način uzimanje toplote od vazduha. Efikasnost tog sistema drastično opada sa padom spoljne temperature, a posebno kada je spoljna temperatura ispod nule. A upravo tada je utrošak energije za grejanje najveći, pa bi sistem morao biti ili predimenzionisan ili imati i alternativni sistem koji bi obezbedio dodatnu energiju.

Najefikasniji sistem bi bio geotermalno grejanje, sistem koji bi energiju uzimao iz zemlje preko sistema zatrpanih HDPE cevi kroz koje cirkuliše fluid koji oduzima toplotnu energiju zemlje i uz pomoć toplotne pumpe (koja povećava temperaturu) predaje je sistemu centralnog grejanja. Osnovna prednost ovog sistema je relativno konstantna temperatura zemlje, 10-12 stepeni, što povećava efikasnost u periodima niskih spoljnih temperatura. Pored efikasnog grejanja, sistem omogućava posebno efikasno pasivno hlađenje objekta tokom leta, samo cirkulacijom vode, što donosi uštedu i do 90%. Predavanjem toplote zemlji povećava se njena temperatura i tako skladišti toplotna energija, koja se koristi tokom zime. Realizacijom ovog sistema godišnja potrošnja energije za grejanje smanjila bi se 3 do 4 puta, dakle na 5-6000 kWh godišnje.

Završni bilans

Ukupna godišnja potrošnja električne energije objekta bila bi oko 16-18.000 kWh. Da bi se zadovoljile te potrebe, trebalo bi instalirati fotonaponske module snage 16-18 kW. Ovako instaliranim sistemom, vezanim preko MPPT invertera na električnu mrežu, može se proizvesti električna energija dovoljna da podmiri ukupnu potrošnju objekta.

Toplotna energija može da se akumulira u samom objektu, zahvaljujući načinu gradnje i velikoj masi zidova. Pošto se u okviru objekta nalazi i zatvoren bazen sa oko 40.000 litara vode, toplota se može akumulirati zagrevanjem vode, a kasnije koristiti za zagrevanje objekta. Svaki stepen promene temperature vode odgovara energiji od oko 40 kWh, tako da se za promenu temperature od 10 C može akumulirati 400 kWh toplotne energije.

Druga mogućnost ja akumulacija električne energije u paket baterija na DC naponu od oko 400 V, kako bi se jednostavnije pretvorila u naizmeničnu struju. Za punjenje ovog paketa baterija paneli se mogu vezati direktno, pomoću MPPT kontrolera, čime bi se postigao nešto veći stepen korisnog dejstva i količina proizvedene energije. Kapacitet paketa baterija zavisi od ekonomskih mogućnosti i eventualne neophodnosti napajanja u slučaju prekida napajanja objekta iz mreže. Paket od 200 Ah bi akumulirao oko 80 kWh energije, što je više nego dovoljno za dnevne potrebe.

Predaja električne energije ubacivanjem u elektrodistibutivni sistem u vreme proizvodnje, a zatim njeno korišćenje prema potrebi je najjednostavniji način za „akumulaciju“ električne energije, ali je potrebna ugradnja dvosmernog brojila. Na taj način elektrodistribucija bi dobila kvalitetnu energiju kod samih potrošača (u niskonaponskoj mreži, dakle bez gubitaka prenosa, transformacije itd.) u letnjem dnevnom periodu, što je veoma povoljno, posebno imajući u vidu tendenciju porasta potrošnje energije za rashlađivanje.

Ukoliko se omogući priključenje na elektrodistributivnu mrežu, izgradnja fotonaponske elektrane na krovu objekta bi bila ne samo ekološki najkvalitetnije rešenje proizvodnje energije, nego i ekonomski isplativo u relativno kratkom roku. Masovnijom izgradnjom ovakvih elektrana mogao bi se povećati ukupni kapacitet elektroenergetskog sistema bez infrastrukturnih ulaganja (dalekovoda, transformatora itd.), jer se proizvedena energija praktično bez ikakvih gubitaka predaje najbližim potrošačima u niskonaponskoj mreži. Jedino ograničenje je stabilnost sistema, imajući u vidu da se sinhronizacija mrežnih invertera vrši pomoću napona EDB mreže, pa ukupna snaga proizvedene energije na području jedne trafostanice mora biti ograničena.

Verujem da bi bilo svrsishodno zakonsko rešenje gde bi posebna javna kompanija preuzela izgradnju ovog tipa elektrana. Najpre bi trebalo sagledati trenutno stanje, odnosno za svaki objekat koji ima povoljnu orijentaciju odrediti snagu moguće elektrane. Sve to prilagoditi niskonaponskoj mreži i snazi transformatora. Zatim vlasnicima objekta ponuditi ugovor po kom bi kompanija instalirala centralu i priključila je na mrežu. Kompanija i vlasnik objekta bi imali određeni udeo u proizvedenoj energiji tako da bi svi imali značajnu korist od elektrane. Na taj način bi se, bez ulaganja vlasnika objekata, mogla bitno povećati proizvodnja čiste energije, koja ne zahteva investicije u elektrodistributivnu mrežu jer se proizvodi direktno kod potrošača.

Izgradnja solarne elektrane na krovu objekta je ekološki najkvalitetnije rešenje proizvodnje energije, koje je ekonomski isplativo u relativno kratkom roku. Masovnijom izgradnjom ovakvih elektrana mogao bi se povećati ukupni kapacitet elektroenergetskog sistema bez infrastrukturnih ulaganja