

Damjan Šćulac, mag.ing.el.¹
HEP ODS d.o.o., Elektroistra Pula
damjan.sculac@hep.hr

Danijel Damjanić, dipl.ing.el.
HEP ODS d.o.o., Elektroistra Pula
danijel.damjanic@hep.hr

Alen Pavlinić, mag.ing.el.
HEP ODS d.o.o., Elektroistra Pula
alen.pavlinic@hep.hr

PREGLED MOGUĆNOSTI UPRAVLJANJA POTROŠNOM

SAŽETAK

Upravljanje potrošnjom moglo bi u skorašnjoj budućnosti mnogo doprinijeti u ravnoteži energetske mreže, na način da umanja ili pomakne teret u vremenima najvećeg opterećenja i time smanji potrebu za proizvodnim kapacitetima ili pak elegantnije iskoristi neki od obnovljivih izvora. Provedba same ideje zahtijeva kombinaciju tehnološke, zakonodavne, tržišne i ponašajne komponente te je primjenjiva na velikim gospodarskim kupcima kao i na rezidencijalnim kupcima. Poznato je više specifičnih mjera upravljanja potrošnjom koje svaka u svojoj mogućnosti doprinose modifikaciji krivulje tereta elektroenergetske mreže te posredno ostvarenju ekoloških ciljeva.

Glavne riječi: upravljanje potrošnjom, ravnoteža proizvodnje i potrošnje, aktivna uloga kupca

OVERVIEW OF DEMAND SIDE MANAGEMENT POSSIBILITIES

SUMMARY

In the near future, demand side management could contribute greatly to the balance of the energy grid, reducing or shifting loads at peak load times, thereby reducing the need for generation capacities or more efficiently using some of the renewable energy resources. The implementation of the idea itself requires a combination of technical, legislative, energy market and behavioral components and is applicable to large business customers as well as resident buyers. There are several specific consumption management measures that each contributes to the modification of the electricity network load curve and indirectly to the achievement of the environmental goals.

Key words: demand management, production and consumption balance, active role of buyer

¹ Stavovi izneseni u referatu su osobna mišljenja autora, nisu obvezujući za poduzeće/instituciju u kojoj je autor zaposlen te se ne moraju nužno podudarati sa službenim stavovima poduzeća/institucije

1 UVOD

Povećanje konzuma električne energije kojeg ne prati adekvatno povećanje proizvodnje i gradnja energetske mreže može dovesti do nestabilnosti elektroenergetskog sustava. Mjere upravljanja potrošnjom jedan su od načina povećanja pouzdanosti energetske mreže. Upravljanje potrošnjom (teretom) može se izvesti s dvije strane: sa strane proizvodnje i sa strane potrošnje. Ekonomski je isplativije za operatora sustava uvesti mjere upravljanja teretom umjesto gradnje mreže, naravno u razumnom okviru.

Električna energija u današnje se vrijeme uzima za gotovu stvar, ali sigurnost i pouzdanost opskrbe su procesi koji zahtijevaju svakodnevno balansiranje proizvodnje i potražnje.

Potrošnja električne energije u kućanstvu se kreće oko 35% u Hrvatskoj [3], u svijetu također oko 30 – 40 % od ukupne potrošnje te značajno sudjeluje u sezonskoj i dnevnoj vršnoj postignutoj snazi. Energetske su mreže obično predimenzionirane kako bi mogle podnijeti vršne periode koji bi se mogli pojaviti u samo nekoliko dana ili nekoliko sati u godini, i također za te povremene periode treba osigurati proizvodne kapacitete ili na druge načine snagu koja će pratiti potrošnju. Prosječno je oko 20% snage energetskih generatora latentno dostupno za slučajeve maksimalnih tereta koji se događaju u oko 5% vremena [2].

Problemi s opskrbom su poznati u svakoj elektrodistribuciji, iako različite države, regije, imaju različite situacije, pa tako razvijene države s potpunom elektrifikacijom obično imaju starije mreže kojima kapacitet postaje ograničen i ugrožava pouzdanost isporuke. U takvim se okolnostima rađaju ideje pa takve zemlje imaju iskustva s programima upravljanja potrošnjom, energetskom učinkovitošću i obnovljivim izvorima energije. Za razliku od njih, zemlje u razvoju, posebno u Aziji u Africi, muče se s pristupom električnoj energiji i njenom dostupnošću tijekom čitavog dana. Izgradnja mreže i proizvodnih kapaciteta kod njih ne uspijeva pratiti širenje korištenja električnih dobara te stoga postoje dobri izgledi za prekidima (zamračenjima).

Rješenja za nesrazmjere u opterećenju energetske mreže može biti povećanje proizvodnih kapaciteta, razvijanju tehnologija za pohranu električne energije i upravljanje potrošnjom.

Konvencionalna metoda, uskladiti proizvodnju s traženom potrošnjom u svakom trenutku, iako je u osnovi najbolje rješenje prilično je skupo. Izgradnja termoelektrana u zadnje vrijeme nije poželjna zbog ekološkog utjecaja i deplacije fosilnih goriva pa se sve više okreće obnovljivim izvorima energije, točnije energiji vjetra i fotonaponskoj energiji. Ti najčešći niskouglični proizvodni kapaciteti imaju sjajnu budućnost no trpe zbog svoje nestalnosti a i geografski su ograničeni. Također vrijedi spomenuti elektrane na biomasu i male hidroelektrane koje imaju stalnu proizvodnju.

Uređaji ili spremnici energije mogli bi postati važna karika u distribucijskoj mreži u budućnosti posebno ako su upareni s alternativnim izvorima energije s ciljem prevladavanja njihovog problema nestalnosti. Klasični spremnik energije s pogleda energetike je reverzibilna hidroelektrana koja je geografski ovisna, dok bi prema novoj viziji spremnici mogli biti dislocirani prema potrebi. Ti novi spremnici energije uključuju i zamašnjake, spremnike komprimiranog zraka, baterije električnih vozila, zasebne baterije, velike spremnike tople vode. Tehnologije spremnika energije su još u fazi razvoja i testiranja i trebati će im još vremena da postanu praktično upotrebljive i široko rasprostranjene.

Ideja upravljanja potrošnjom je uskladiti teret s dostupnom energijom odnosno snagom, za razliku od klasičnih rješenja koja teže povećati proizvodnju da zadovolje potrošnju. Time se postiže smanjenje postignute vršne snage za kupca i za distributera te se želi stvoriti povoljan učinak na sve uključene [1].

Ovdje će biti opisane poznate mjere upravljanja potrošnjom, principi na kojima se zasnivaju i rezultati koje daju.

2 MJERE UPRAVLJANJA POTROŠNJOM

Osnovna ideja je motivirati kupca da sudjeluje u upravljanju svoje potrošnje pomoću poticaja koje nudi operator. Plan upravljanja potrošnjom mora osvijestiti kupce na prednosti sudjelovanja u upravljanja potrošnjom a koje su novčana ušteda, stabilnost mreže i osjećaj odgovornosti.

Ovdje se pod pojmom kupac podrazumijeva svaki korisnik mreže bilo u kategoriji rezidencijalnih kupaca, industrijskih kupaca ili kupca iz uslužnih djelatnosti.

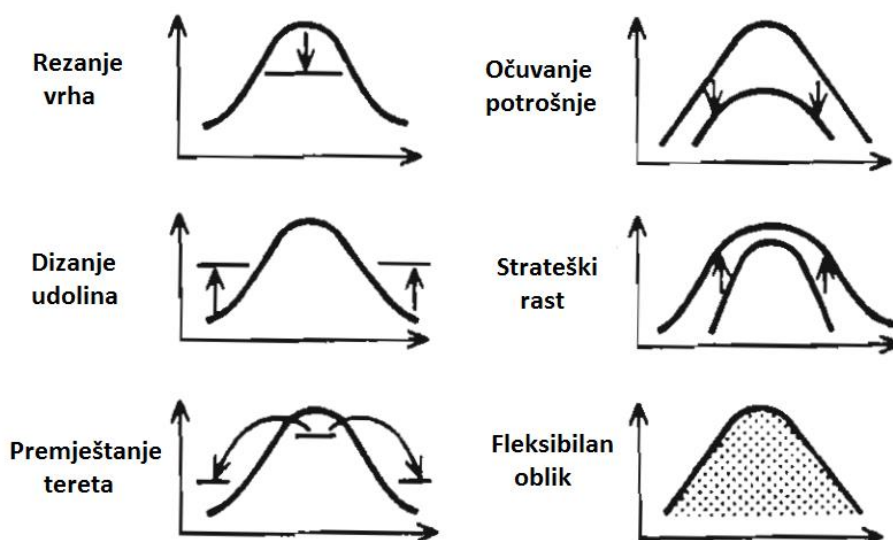
Problem tereta gledamo osim s tehničkog stajališta i s ekonomskog i političkog stajališta. Među najjačim argumenti za korištenje metoda upravljanja potrošnjom su ekonomski: odgađanje gradnje novih energetske objekata, odražavanje stvarne cijene električne energije, smanjenje potrošnje električne energije i ušteda na računima. No uzimanje u obzir samo ekonomske efekte može dovesti do ekoloških degradacija, stoga moramo efikasno upravljati potrošnjom kako bi smanjili ekološka zagađenja i emisiju CO₂.

U naprednim mrežama, budućoj električnoj infrastrukturi, ima mjesta za distribuirane izvore i distribuirano upravljanje koje će igrati ulogu u tzv. samooporavku mreže s ciljem ublažavanja posljedica neravnoteže potrošnje i proizvodnje.

Nadalje, politički aspekt je bitan u gotovo cijeloj elektroenergetici, koja svojim zakonima, državnim i ostalim, definira financiranje obnovljivih izvora, tarifne stavke, označavanje učinkovitosti uređaja itd.

Generalno govoreći, tehnike upravljanja potrošnjom pokušavaju izravnati krivulju opterećenja, u nekim periodima smanjiti snagu a u nekima je povećati. Na slici 1. prikazane su osnovne modifikacije krivulje i njihovi odnosi.

Programi upravljanja potrošnjom nastoje promijeniti krivulju tako da utječu na ponašanje kupca cijenom energije ili drugim inicijativama. Ovakvi programi su više prisutni u Europi i u SAD-u i imaju više potencijala kod velikih potrošača ili velikog broja kućanstava.



Slika 1. Ciljevi modifikacije krivulje opterećenja

Trenutne metode upravljanja potrošnjom možemo podijeliti u tri kategorije: izravne metode, neizravne metode i regulirane metode gdje svaka obuhvaća nekoliko specifičnih načina. Sve su one uglavnom temeljene na cijeni, kupci su potaknuti samostalno upravljati svojim uređajima, odnosno teretima, bilo da smanje ili pomaknu potrošnju u vrijeme manjih opterećenja mreže i time pogoduju uravnoteženju tereta u mreži. Također je potrebna tehnika za promjenu tarife, za obavijestiti kupca i poželjno za mu pomoći kod upravljanja uređajima.

Prednosti mjera upravljanja potrošnjom za distributera i kupca može se ostvariti u vidu smanjenja računa kupca, manje potrebe za novim proizvodnim kapacitetima, smanjenje zagađenja okoliša, smanjenje cijene u vršnim periodima.

Međutim, široka primjena metoda upravljanja potrošnjom nosi izazove sa sobom poput izrade optimalnog sustava koji je pogodan za kupca i distributera i program koji će uravnotežiti potrošnju energije s dostupnom opskrbom. Glavni prioritet kupca je manji račun za električnu energiju a distributera i opskrbljivača da najefikasnije upravljaju dostupnom energijom uz minimalni trošak.

Dodatno, komunikacijski sustavi su bitna sastavnica u implementaciji metoda upravljanja potrošnjom koji također predstavljaju izazov [2].

Tablica I. Podjela mjera upravljanja potrošnjom

IZRAVNE	Izravno upravljanje trošilima Dirigirana potrošnja	Programi ograničavanja tereta	Programi dražbe za kupca
NEIZRAVNE	Tarife Bonus za smanjenje vršnog tereta	Subvencioniranje kupovine uređaja	Edukacijski programi
REGULIRANE	Najavljena potrošnja (vozni red)		

2.1 Izravne metode

Kod izravnih metoda, operator ili kupac upravljaju uređajima temeljem ugovora kojeg su sklopili s ciljem uravnoteženja elektroenergetskog sustava. Operator kod izravnog upravljanja može slanjem signala uključivati i isključivati uređaje poput raznih bojlera, klima uređaja, rasvjete.

2.1.1 Izravno upravljanje trošilima

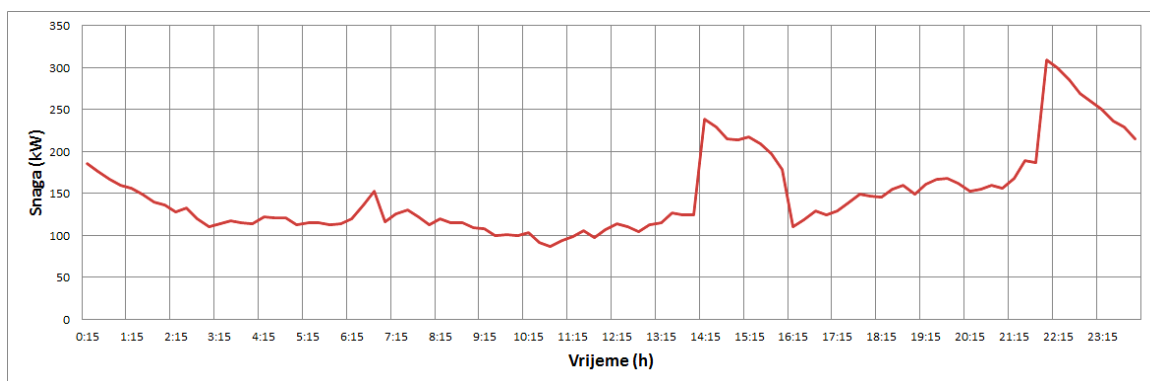
Sporazum između distributera i kupca omogućuje distributeru ograničenu kontrolu nad radom uređaja s ciljem uštede u energiji i novcu. Ovakvi programi se uglavnom provode kod industrijskih i većih komercijalnih kupaca no u nekim zemljama su prošireni i na rezidencijalne korisnike. Odlučivanje i kontrolu nad uređajima provodi centralizirani kontroler na temelju trenutnog opterećenja, stanja pojedinih uređaja i ulaznih parametara. Ovakav način upravljanja narušava privatnost kupca.

2.1.2 Dirigirana potrošnja

Upravljana ili dirigirana potrošnja podrazumijeva isporuku električne energije gdje isporučitelj daljinskim upravljanjem određuje vrijeme upotrebe električne energije (energija kupcu nije dostupna 24 sata dnevno), opet, tipično za uređaje grijanja i hlađenja. Količina utrošene energije se obično ne smanjuje nego se premješta u nevršna vremena. U Hrvatskoj imamo takav tarifni model (crni tarifni model) koji je primjenjiv za trošila u kućanstvima kod kojih je vrijeme upotrebe električne energije moguće prilagoditi vremenu u kojem je električna energija raspoloživa (termoakumulacijske peći, bojleri i slično). Kupac trošila može koristiti najmanje osam sati tijekom dana, najčešće za vrijeme trajanja niže dnevne tarife. Potrebni preduvjeti su da operator sustava mora imati tehničke uvjete koji omogućavaju sustav daljinskog upravljanja potrošnjom na određenom području, a kupac mora imati posebno brojilo i pripadajuću instalaciju. Trenutačno je upravljana potrošnja u Hrvatskoj u primjeni na dijelu distribucijskih područja Elektroistre Pula i Elektrojuga Dubrovnik.[4]

Na području DP Elektroistre Pula, mjerna mjesta s dirigiranom potrošnjom čine samo oko 2% od ukupno broja mjernih mjesta kućanstva, s prosječnom pojedinačnom godišnjom potrošnjom od oko 2400 kWh. Novih elektroenergetskih suglasnosti za crni tarifni model nema već više godina, jer cijena kWh je izjednačena s cijenom energije u nižoj tarifi (kod dvotarifnog modela) [5], pa je ulaganje u novo mjerno mjesto neisplativo, a dijelom i zbog osjećaja manje kontrole nad vlastitim aparatima. Energija je dostupna od 14-16 h i od 22-7 h prema zimskom računanju vremena. Sustav mrežnog tonfrekventnog upravljanja kojim je realizirano tarifiranje i dirigirana tarifa na području Pule pušten je u rad 1979. godine sa ciljem optimizacije omjera vršne snage i isporučene energije.

Ideja ima mnogo potencijala kada bi se periodi i trajanje dostupne energije prilagođavali u ovisnosti o opterećenju mreže na sezonskoj razini ili mjesečnoj razini temeljem povijesnih i prognoziranih opterećenja. Utjecaj ove metode na mijenjanje krivulje tereta, naravno ovisi o broju kupaca i količini uređaja, odnosno snage koja sudjeluje u programu.



Slika 2. Dnevna krivulja tereta grupe kupaca s izraženom dirigiranom potrošnjom (zimski period)

Programi ograničavanja tereta ponude se velikim industrijskim potrošačima od kojih se može tražiti da smanje teret u određenim trenucima. Kupac profitira od dobivene subvencije ili niže tarifne stavke, ali može biti penaliziran ukoliko ne slijedi ugovorene redukcije.

2.1.3 Program dražbe za kupca

Program dražbe za kupca može se shvatiti kao proširenje programa ograničavanja tereta. Ovdje kupac sudjeluje u dražbi na burzi električne energije kao njihov član, i pokušava dobiti što bolju cijenu u određenim satima isporuke ili smanjiti vlastitu vršnu snagu u određenim satima ako je u mogućnosti [1].

Dakle, ako kupac aktivno sudjeluje na tržištu električne energije tako da nudi prilagodbe svoje uobičajene potrošnje u zamjenu dobije financijsku nagradu koja može biti u obliku niže cijene električne energije ili izravno plaćena energija koju „nisu iskoristili“. Program dražbe za kupca je vođen tržištem za razliku od većine ostalih metode upravljanja potrošnjom, uključuje kratkotrajne diskretne akcije kupca te ima mogućnost zarade ako se uključi u program.

Treba naglasiti i ostale implikacije u pogledu energetske efikasnosti proizvodnje s ekonomskog i ekološkog stajališta. U kratkoročnom razdoblju, izbjegava se pokretanje rezervnih proizvodnih kapaciteta, a u dugoročnom razdoblju izgradnja mreže i novih elektrana. Obično su elektrane u rezervi s manjom iskoristivošću i višom cijenom proizvodnje nego bazne elektrane pa možemo gledati program dražbe za kupca kao sredstvo optimiranja ukupne učinkovitosti EE sustava.

Najveću ulogu u primjeni ovakvog programa ima skupina od više kupaca, odnosno tereta kao proizvoda na tržištu, tzv. agregatori. To mogu biti subjekti koji nisu izravno uključeni u kupnju i prodaju električne energije niti zainteresirani za sigurnost energetskog sustava ali motivirani dovoljnom ekonomskom dobiti i malim utjecajem na vlastite procese uključuju se program dražbe za kupca. Agregator je pravna osoba koji mora imati znanje razumjeti potrebe kupca i poznavati sistem tržišta električne energije.

Primjena programa je moguća u regulaciji frekvencije sustava, primjer imamo u Velikoj Britaniji. Pokazalo se da agregator može odgovoriti na promjene frekvencije smanjenjem svoje potrošnje, u slučaju pada frekvencije, brže nego se dodatni generatori mogu uključiti u sustav. Operator prijenosnog sustava nudi uključenje kupaca u program regulacije frekvencije u kojem kupci dobivaju novčanu naknadu za ustupljenu snagu i energiju koju bi inače iskoristili. Sudionici pritom moraju zadovoljiti određen uvjete, poput mogućnosti osloboditi barem 1 MW u kratkom vremenu koji može biti od jednog kupca ili agregirano od više njih. Time je program ograničen na velike industrijske kupce poput cementne industrije, proizvodnje željeza, velikih hladnjača. Operator prijenosnog sustava prema potrebi i ugovorima isključuje potrošnju ili dio potrošnje kupca na period od 20 s, 30 min ili duže [10].

Ovakvim radnjama kupac postaje aktivni sudionik na tržištu a ne samo potrošač, u ovom primjeru pruža pomoćne usluge.

Druga primjena programa je za uravnoteženje sustava, s primjerom u Norveškoj. Veliki potrošači ili grupa njih potaknuti su sudjelovati u programu smanjenja potrošnje na zahtjev operatora sustava u suradnji s regulatorom energetskog tržišta. Ugovoreno je oko 700 MW od kupaca i oko 1000 MW generatora koji mogu brzo djelovati, a naknadu dobivaju ovisno o ustupljenom kapacitetu i lokaciji [6].

2.2 Neizravne metode

Osnovno obilježje neizravnih metoda upravljanja potrošnjom je sloboda odlučivanja kupca želi li sudjelovati u njima. Operater ili opskrbljivač daje signal ili informaciju kada je potrebno smanjiti potrošnju i nudi neku beneficiju za kupca koji odluči sudjelovati.

2.2.1 Tarife

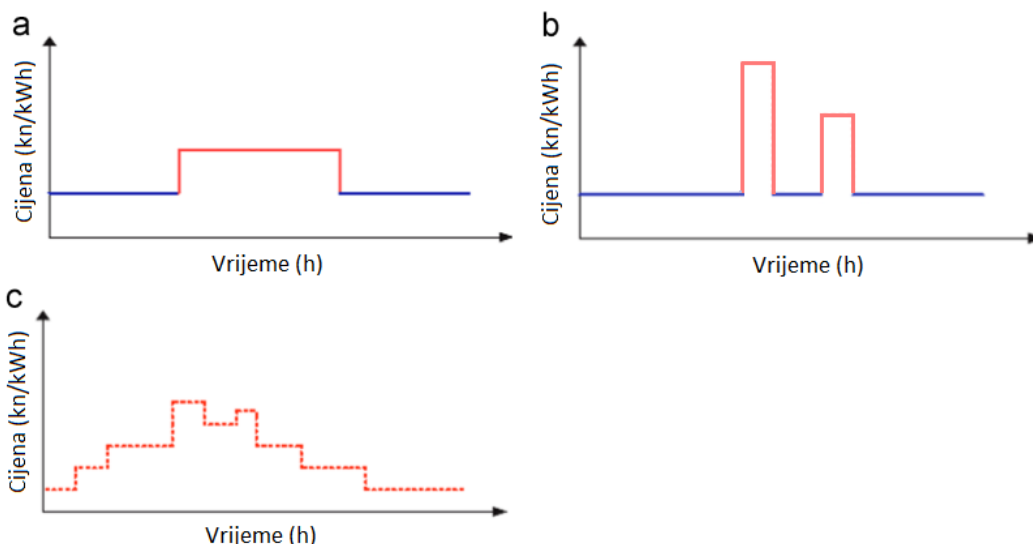
Tarifiranje označava različite cijene električne energije tijekom dana koje odražavaju trošak i sposobnost proizvodnje dovoljne količine energije. Možemo reći da je tarifiranje cjenovni instrument koji potiče fleksibilnost kupaca da koriste energiju van vršnih sati, postavljajući nižu cijenu u tom periodu. Svrha je pomaknuti terete, prije nego smanjiti ukupnu potrošnju [8]. Iako je tarifiranje u Hrvatskoj dugo godina prisutno to nije uobičajena praksa u svim zemljama.

Razlikujemo nekoliko vrsta tarifa:

- standardne tarife koje imaju dva ili tri termina u danu;
- tarife u kritičnim vremenima koje imaju cijenu u kritičnom (vršnom) periodu 4 i više puta veću;
- tarife sa stvarnim cijenama koje se mijenjaju tokom dana.

Jednake tarife u istim vremenima za sve kupce mogu biti nepoštene prema onima koji već imaju nisku potrošnju ili niski omjer vršne i bazne snage [2].

U Irskoj je 2010. godine provedeno pokusno testiranje naprednih brojila na rezidencijalnim kupcima i malim i srednjim poduzetništvom i uvedene su tri tarife: noćna tarifa 23 – 8h (0,12 €/kWh), dnevna tarifa 8 – 17 h i 19 – 23 h (0,14 €/kWh) i vršna tarifa 17 – 19 h (0,20 €/kWh). Rezultati su pokazali prosječno smanjenje vršne snage od 2,5% u dnevnoj i noćnoj tarifi i smanjenje snage u vršnom periodu od 8,8% [9]. Pritom se prosječna utrošena energija smanjila jako malo ili uopće nije. Ako je jedan od ciljeva i energetska učinkovitost, tarifiranje bi se moglo kombinirati s pružanjem informacija o potrošnji i cijeni u realnom vremenu, a omogućeno putem mobilne aplikacije, internet aplikacije, ekrana povezanog s naprednim brojilom. Time se postižu veći izgledi u povećanju svijesti i znanja kupaca o vlastitoj potrošnji električne energije.



Slika 3. Tarifne sheme: (a) standardne, (b) u kritičnim vremenima, (c) sa stvarnim cijenama

2.2.2 Edukacija

Još jedna mjera, a financijski povoljna, je edukacija kupaca koja cilja na povećanju energetske učinkovitosti i veće svijesti o potrošnji. Korisnika treba upoznati s električnim karakteristikama i potrošnjom pojedinih uređaja te s načinima ponašanja koji će dovesti do uštede u energiji i novcu. Edukacijske mjere su pogodne za rezidencijalne korisnike koji imaju veći potencijal premjestiti vlastitu

vršnu snagu. Opskrbljivači i operateri distribucijskog sustava obično na svojim internetskim stranicama ili na drugi način informiraju svoje kupce o načinima na koji mogu smanjiti potrošnju. Upravo je neosviještenost o potrošnji kućanskih uređaja jedan od glavnih razloga pritužbi na račun kod kupaca kategorije kućanstva.

Kupci kategorije poduzetništvo kojima električna energija predstavlja značajni izdatak u poslovanju obično su dobro educirani o vlastitoj potrošnji te im nije potreban poticaj. Situaciju su doduše moguće u pogledu prekomjerne preuzete jalove energije.

2.2.3 Subvencije

Još jedna kategorija programa je ona koja nagrađuje kupce subvencijama ili popustom za kupnju energetski učinkovitih uređaja. Također je moguće nagraditi ponašanje koje dovodi do niže vršne snage u skladu s ugovorom s operatorom sustava.

2.3 Regulirane metode

Prognozirana potrošnja ili vozni red tereta mogla bi postati značajna praksa u procesima upravljanje potrošnje. Ona se odnosi na promjenu načina korištenja energije administrativnim, ekonomskim i tehnološkim sredstvima u svrhu jačanja energetskog upravljanja, izbjegavanja neplaniranih prekida, pravljenja reda u potrošnji električne energije i smanjenju utjecaja sezonskih i satnih promjena za industriju i ostale korisnike. Spomenute beneficije postižu se:

- izbjegavanjem potrošnje u vršnim satima,
- izbjegavanje potrošnje u vršnim satima,
- ograničavanjem opskrbe.

Implementacija prognozirane potrošnje mora iskorištavati ne samo trošila već i ostale objekte, pogodnosti, vezane uz električnu energiju. Tu možemo uključiti: električnu opremu kao motore, rasvjetu, rashladne uređaje, grijače vode; opremu koja koristi zamjenske izvore energije kao plin, ugljen, naftu, biogorivo; rekuperaciju otpadne topline iz vrelovoda, toplinskih pumpi; spremnike energije poput spremnika tople vode, spremnika pare, akumulatora; postrojenja s vlastitim elektranama; okoliš i građevine vezane za električnu potrošnju poput prirodnog svjetla, prirodnog grijanja i hlada itd.

Ušteda u energiji i vršnoj snazi koja se postiže učinkovitim i pametnim korištenjem spomenutih objekata čini resurs prognozirane potrošnje. Objekti kod kojih možemo činiti preinake i promijeniti navike korištenja čine vrijednije resurse te bi se mogli više koristiti [7].

Prognoziranu potrošnju moguće je primijeniti kod industrijskih potrošača, sastavlja je osoblje upoznato s radnim procesima: mogućnostima i ograničenjima. Sredstva mogu bit pomicanje radnih smjena, isključenje dijela postrojenja itd.

3 SUDIONICI

Pozitivni rezultati mogu se postići samo kooperacijom svih sudionika na tržištu električne energije odmjeravajući pojedinačne koristi. U programu upravljanja potrošnjom mogu sudjelovati:

- Operator prijenosnog sustava: pokrovitelj programa, nude ekonomske inicijative, razvijaju i implementiraju programe upravljanja potrošnjom te su odgovorni za realizaciju.
- Korisnici programa: izravni objekt u programu, prilagođavaju naviku potrošnje zbog poticajne cijene ili propisa.
- Nadzorna organizacija: nadgleda provedbu, odgovorna za unaprjeđenje i nadzor tržišnih mehanizama programa upravljanja potrošnjom, razvija zakone i propise o relevantnim mjerama ovih programa.
- Pružatelj servisa ili operator tržišta: odgovoran za uklapanje članova u odgovarajuće metode upravljanja potrošnjom, koncentrira resurse članova i registrira ih kod energetske tvrtke,

prikuplja informacije o smanjenju tereta i daje ih energetske tvrtki, prima kompenzaciju i raspodjeljuje je članovima koji su sudjelovali u programu.

- Ostale strane: nisu izravni sudionici ali program može utjecati na njih u vidu dodatnih naknada na električnu energiju i sl., te oni žele zaštititi svoj interese.
- Ekološke grupe: procjenjuju ekološki utjecaj programa upravljanja potrošnjom.

Većina rasprostranjenih programa upravljanja potrošnjom orijentirana je velikim industrijskim i komercijalnim kupcima s većim i koncentriranim teretima koje je lakše kontrolirati i imaju veći potencijal za smanjiti potrošnju. No ne smiju se zanemariti ni rezidencijalni kupci jer oko 2/3 njihovog tereta ne mora biti stalno upaljeno bez da se naruši udobnost samog korisnika [1].

4 KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE

Bitan element u primjeni metoda upravljanja potrošnjom su komunikacijske tehnologije koje, iako nezavisne od samih programa, moraju zadovoljiti određene kriterije pojedinih programa poput vremena odziva, brzine komunikacije, jednosmjerne ili dvosmjerne komunikacije. Potreban je predajnik koji šalje a može i primati naredbe te adekvatni prijemnik. Postoji više iskušanih tehnologija svaka sa svojim prednostima.

Uklopni sat (bez komunikacije) je jedan od jednostavnijih načina, široko primjenjiv već dugo godina. Današnji uklopni satovi su digitalni, u sklopu naprednih brojila.

Komunikacija preko energetske mreže mijenjanjem osnovne frekvencije uključuje mrežnu tonfrekventnu (MT) komunikaciju koja se zasniva na injekciji tonfrekventnog signala (telegrama) u energetske vodove frekvencije nekoliko stotina Hz. Podstanica MT upravljanja obično se nalazi u trafostanici 110/SN kV na niženaponskoj strani. Impulsno kodirani telegram sadrži komandu koja stiže do svakog potrošača i ukoliko ima prijemnik, on prima i dekodira signal te izvršava preprogramiranu funkciju, obično promjenu stanja nekog sklopika. MT komunikacijom ostvareno je prebacivanje tarifa, dirigitano upravljanje grupom potrošača, daljinsko upravljanje javnom rasvjetom i upravljanje rasklopnim aparatima u transformatorskim stanicama. Buduća upotreba MT upravljanja u svrhu prebacivanja tarifa postati će nepotrebna s masovnim uvođenjem naprednih brojila.

Također vrsta komunikacije energetske mrežom je i PLC (power line carrier) – frekvencijska modulacija signala veličina do nekoliko stotina kHz koja služi za dvosmjernu komunikaciju uz veću propusnost podataka. U primjeni je kod naprednih sustava brojila.

Telekomunikacijski sustavi su sve šire rasprostranjeni poput GSM, GPRS, SMS, DSL veze koji služe za prijenos podataka s naprednih brojila i ostalih uređaja i upravljanje njima.

Radio komunikacija šalje podatke u radijskoj frekvenciji, možemo je promatrati kao posebnu vrstu tonfrekventne komunikacije ali je fleksibilnija i jeftinija za izvedbu.

Redukcija napona je pristup kojim se može smanjiti opterećenje mreže i gubici. Razina napona se regulira sa srednjenaponskim energetskim transformatorima tako da bude u granicama standarda kvalitete napona i ne utječe na korištenje uređaja. Primjenjuje se u pilot projektima i na ograničenim lokacijama.

Redukcija frekvencije je način kontroliranja uređaja smanjenjem frekvencije napona od samo 0,05 Hz. Primjena je eksperimentalna. [1]

5 ZAKLJUČAK

Upravljanje potrošnjom najviše dolazi do izražaja u slučajevima naprezanja elektroenergetskog sustava i okolnostima s velikom količinom nestalnih izvora energije u sustavu. Nastanak neravnoteže potrošnje i proizvodnje potrebno je anticipirati te nekom od mjera pokušati ublažiti. Rezultati su u vidu smanjenja ukupne potrošnje ili, češće, premještanja dijelova tereta dnevnih opterećenja u periode nevršnih opterećenja ili u periode kada imamo pojačanu proizvodnju obnovljivih izvora energije.

Na putu prema širokoj rasprostranjenosti upravljanja potrošnjom stoje izazovi za koje je potrebna sinergija tehničkih i informatičkih disciplina u suradnji s političkim i društvenim stranama kako bi se iskoristio potencijal opisanih programa, čak se može kazati da inženjerski doprinos čini manji dio.

Ulaganje u napredne mreže omogućio bi vezu informacija o ponašanju kupaca i električne energije u stvarnom vremenu što je jedan od preduvjeta implementacije programa i mjera. Također bitna stavka je razvoj tržišnih mehanizama i jača veza energetske subjekata i kupaca.

6 LITERATURA

- [1] K. Kostkova, L. Omelina, P. Kyčina, P. Jamrich, „An introduction to load management“, Electric power system research, Elsevier, 2013.
- [2] H. T. Haider, O. H. See, W. Elmenreich, „A review of residential demand response of smart grid“, Renewable and sustainable energy review, Elsevier, 2016.
- [3] Energija u hrvatskoj 2015., EIHP
- [4] HEP-ODS, <http://www.hep.hr/ods/kupci-154/kucanstvo/tarifni-modeli/34>
- [5] HEP-Elektra, <http://www.hep.hr/elektra/kucanstvo/tarifne-stavke-cijene/1547>
- [6] International Energy Agency Demand Side Management Energy Efficiency Technology Collaboration Program, Task 8, <http://www.ieadsm.org/task/task-8-demand-side-bidding-in-a-competitive-electricity-market/>
- [7] J. Dong, G. Xue, R. Li, „Demand response in China: regulations, pilot projects and recommendations – a review“, Renewable and sustainable energy review, Elsevier, 2015.
- [8] G. Schuitema, L. Ryan, C. Aravena, „The consumer's role in flexible energy systems“, IEEE Power and energy magazine, volume 15 number 1, str. 53-60, january/february 2017.
- [9] Commission for energy regulation, Irska, <http://www.cer.ie/document-detail/Smart-Metering-Cost-Benefit-Analysis-and-Trials-Findings-Reports/340/2372,2373,2374,2375,2376>
- [10] National Grid UK, <https://www.nationalgrid.com/uk/electricity/balancing-services>