Uporaba prilagajanja odjema in razpršene proizvodnje električne energije

Dr. Gregor Černe, Dr. Zoran Marinšek, Mitja Bizjak, u.d.i.s., vsi INEA d.o.o. Ljubljana

Povzetek — Prispevek skozi dva razvojna projekta – Kibernet in Mirabel – osvetljuje različna vprašanja in probleme pri uporabi prilagajanja odjema in razpršene proizvodnje za uravnavanje stabilnosti elektroenergetskega omrežja. Opisani sta izvirni rešitvi algoritma avtomatskega uravnavanja odjema in komunikacije s končnimi odjemalci. Poleg tehničnih rešitev so v prispevku nakazani tudi problemi in možne rešitve pri umeščanju sistema pri potencialnih uporabnikih in ekonomski upravičenosti njegove uporabe. Poseben in nezanemarljiv problem je tudi sociološko vprašanje – sprejemljivost sistema pri končnih udeležencih.

Ključne besede — aktivna omrežja, pametna omrežja, upravljanje z odjemom in razpršeno proizvodnjo, navidezna elektrarna

Abstract — The two smart grid development projects – Kibernet and Mirabel – are used to expose the problems and unresolved issues of the demand side management (DSM) usage from several aspects. The article describes two different approaches of automatic controlling of the demand and consumer communication. Beside the technical solution the article exposes the problems at defining the user of the DSM system in the EE scheme and its economic justification. Separate and significant problems are also the social problems of accepting the system by the end consumers.

Keywords — smart grid, demand side management, virtual power plant

I. Uvod

Prilagajanje odjema in razpršene proizvodnje (s tujko Demand Side Management - DSM) je eden bistvenih elementov t. i. aktivnih omrežij (»smart grid«), katerih namen je aktivno vodenje tako omrežnih komponent kot tudi komponent porabnika oz. proizvajalca električne energije.

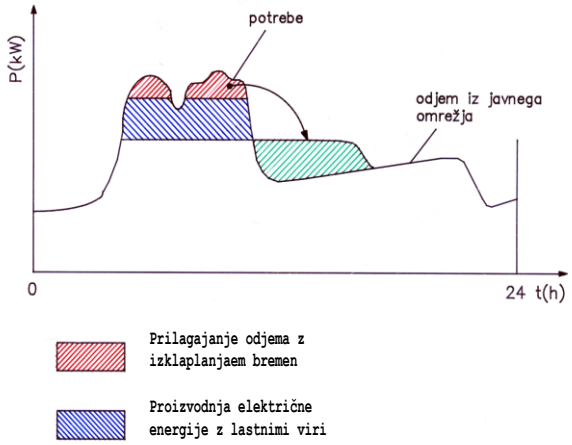
Aktivno omrežje in prilagajanje odjema sta začela pridobivati na veljavi v želji po doseganju evropskega cilja 20% obnovljivih virov energije (OVE) do leta 2020 in njihovim intenzivnim vključevanjem v obstoječe elektroenergetsko omrežje. Prednost OVE je predvsem okoljska sprejemljivost, medtem ko je slaba lastnost nepredvidljivost proizvodnje električne energije. Zaradi nepredvidljivosti naravnih danosti proizvodnjo obnovljivih virov lahko samo napovedujemo, ne pa tudi planiramo kar povzroča upravljavcem omrežij težave pri izdelavi dnevnih voznih redov in nestabilnosti pri obratovanju EES.

Zahteve po povečanju deleža proizvodnje energije iz obnovljivih virov, zahteve po spodbujanju učinkovite rabe energije, ekonomika in nove tehnologije, ki prihajajo (npr. električni avtomobili, gorivne celice, prilagajanje odjema) prinašajo potrebo uvajanju upravljanja z odjemom in razpršeno proizvodnjo, saj brez tega ni mogoča njihova učinkovita integracija in zagotavljanje varnost ter zanesljivost elektro energetskega sistema.

II. Bremena za prilagajanje odjema in razpršene proizvodnje

Prilagajanje odjema in razpršene proizvodnje se izvaja s konkretnimi bremeni v gospodinjstvih poslovnih zgradbah in industriji. Vsem bremenom je skupno, da morajo shranjevati električno energijo – bodisi v obliki materiala (v industriji), v obliki toplote (hladilnice, peči) ali na kakšen drug način.

Pri razpršeni proizvodnji so za prilagajanje primerne predvsem razne kogeneracije, plinske turbine, dizel generatorji ipd. Slika 1 prikazuje primer odjema pri odjemalcu brez prilagajanja odjema in s prilagajanjem odjema ter z aktivacijo notranjih virov.

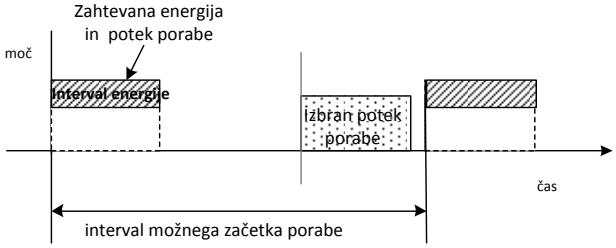


Slika 1: Primer prilagajanje odjema z izklapljanjem bremen in uporabo lastnih virov[7]

S povezovanjem odjemalcev, ki razpolagajo z bremeni za prilagajanje in razpršeno proizvodnjo, se lahko oblikuje virtualna elektrarna. Le ta lahko poveča ali zmanjša trenutno proizvodnjo oziroma odjem električne energije.

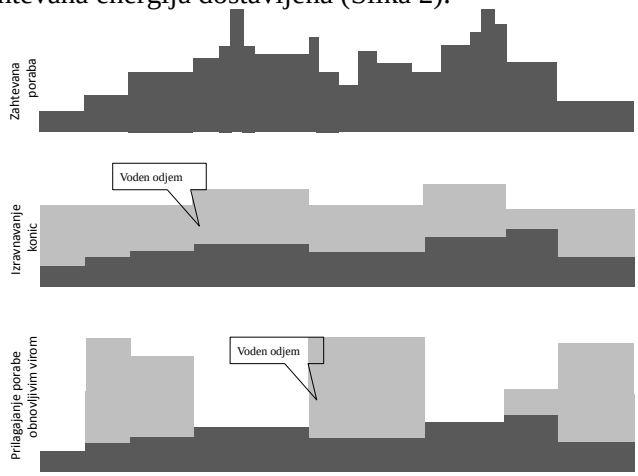
III. PROJEKT MIRABEL

Glavni cilj [8] je razvoj koncepta in IT infrastrukture, ki omogoča elektro energetskim podjetjem učinkovito upravljanje z obnovljivimi viri in uravnavanje porabe s proizvodnjo.



Slika 2: Oblika mikro-zahteve za prilagajanje in njena realizacija

Bistvena ideja projekta je, da končni uporabniki omrežja (proizvajalci in odjemalci) ponudijo v upravljanje svoj odjem in proizvodnjo za prilagajanje v obliki t.i. »mikro-zahtev«. Mikro-zahteva vsebuje parametre za zahtevani odjem energije in variabilnost teh parametrov. Tako vsebuje območje količine energije porabe (ali proizvodnje), časovni interval začetka porabe energije, časovni potek porabe energije, ceno, … V enostavnem primeru tako končni odjemalec za del svojega odjema (ena naprava) v »mikro-zahtevi« določi zanj sprejemljivi časovni interval, ko mora biti zahtevana energija dostavljena (Slika 2).



Slika 3: Nereguliran odjem (zgoraj), zniževanje konice (sredina), prilagajanje glede na proizvodnjo OVE (spodaj)

Na drugi strani sistem Mirabel nameščen pri elektro energetskem podjetju zbira zahteve o možni porabi in proizvodnji množice končnih uporabnikov ter na podlagi ekonomskega kriterija določi optimalno razporeditev pretokov energije. Z vsemi odjemalci, ki so oddali »mikro-zahteve« se sklene pogodba, ki točno določa parametre o dostavi zahtevane energije.

Primera prilagajanja odjema prikazuje Slika 3, kjer je zgoraj zahtevani odjem odjemalcev brez prilagajanja, v sredini prilagajanje odjema s ciljem zmanjšanje konične porabe in spodaj prilagajanje odjema glede na proizvodnjo obnovljivih virov.

Sistem Mirabel vsebuje tri pomembnejše elemente

- Zbiranje in združevanje »mikro-zahtev« - algoritem združevanja podobnih zahtev naredi algoritem razporejanja bolj učinkovit
- Napovedovanje – napovedovanje proizvodnje obnovljivih virov in porabe odjemalcev
- Razporejanje pretokov energije za proizvodnjo in porabo – na podlagi omejitev v mikro zahtevah algoritem optimalno razporedi proizvodnjo in porabo.

Algoritmi zbiranja, napovedovanja in razporejanja se izvajajo v realnem času.

S pomočjo tega koncepta je možna učinkovitejša integracija obnovljivih virov kot tudi zmanjšanje stroškov iz naslova nižanje konična porabe oz. preusmerjanja porabe na čas ko je cena energije nižja.

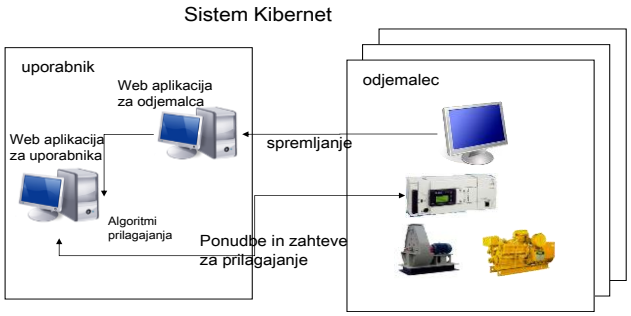
Sistem uvaja tudi nove poslovne odnose med odjemalce/proizvajalce na eni strani in podjetja za dobavo električne energije na drugi. Dosedanje odprte pogodbe, ko odjemalci plačajo energijo porabljeno v preteklosti, se dopolnijo z zaprtimi pogodbami, ki jih odjemalec sklene za del svojega odjema in se obveže o porabi svojega odjema v prihodnosti.

Skladnost dejanskega odjema s pogodbami se zagotavlja z neposrednim nadzorom nad bremenom. Kakršnakoli odstopanja se ne kaznujejo temveč se obračunavajo po ceni odprte pogodbe, ki je višja od pogodbene cene v zaprti pogodbi.

IV. PROJEKT KIBERNET

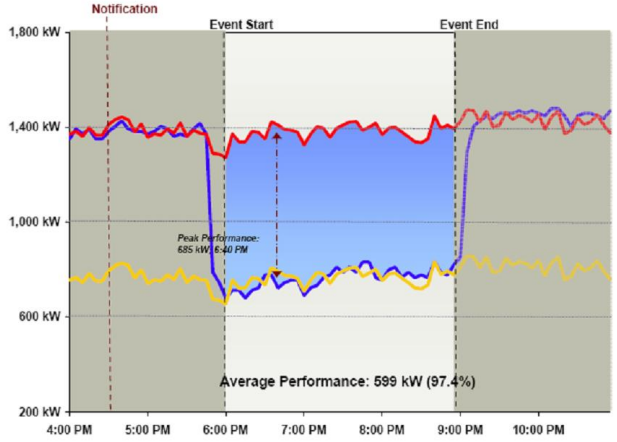
Sistem Kibernet, ki je bil razvit v okviru istoimenskega projekta [7], omogoča prilagajanje odjema industrijskih odjemalcev in razpršenih virov električne energije. V okviru projekta so sodelovali tudi dejanski odjemalci (Koto, Livar, Papirnica Vevče in Količevo), katerih odjem je sistem Kibernet prilagajal.

Sistem Kibernet se sestoji iz dveh delov (Slika 4) in sicer merilno krmilnega sistema pri odjemalcu in storitvenega centra pri uporabniku.



Slika 4: Arhitektura sistema Kibernet

Sistem spremlja odjem odjemalcev električne energije in razpršenih virov in od njih pridobiva ponudbe za prilagoditev njihovega odjema. Ponudba obsega podatke o možni spremembi odjema (Slika 5, rumena črta) in tudi ceno povračila odjemalcu, v kolikor pride do intervencije.



Slika 5: Izvedba prilagajanja: rdeče - predvideni odjem, modro - dejanski odjem, rumeno - ponujeni odjem

Storitveni center nato na zahtevo uporabnika izvede izbor najustreznejših odjemalcev in razpršenih virov, ki sodelujejo pri prilagajanju odjema. Po izboru optimalnega nabora odjemalcev in razpršenih virov dobijo le ti vozni red svojega odjema. Procesni del sistema Kibernet, ki je vgrajen pri odjemalcih in razpršenih virih poskrbi za izvedbo prilagajanja odjema. Aktivacija sistema Kibernet je znotraj ene (1) minute. Postopek je povsem avtomatiziran in ne potrebuje človeškega posredovanja. Skladnost dejanskega odjema s ponudbami se ugotavlja iz meritev in sicer se izračuna razlika med dejanskim odjemom (modra črta) in predvidenim odjemom (rdeča črta). Sistem omogoča tako povečanje kot tudi zmanjševanje odjema. V okviru pilotne postavitve sistem z izbranimi odjemalci s skupno priključno močjo 30 MW omogoča do 5MW kapacitete prilagajanja za trajanje vsaj 1 ure.

V. Ciljni uporabniki sistema za prilagajanje

V primeru Mirabel je za uporabo prilagajanja odjema in razpršene proizvodnje ključni igralec elektro energetskega trga tisti, ki ima vlogo odgovornega bilančne skupine. Ta vloga omogoča nastopanje na organiziranem trgu in dovoljuje sklepanje zaprtih pogodb z odjemalci in proizvajalci [3]. S pomočjo sistema za prilagajanje odgovorni bilančne skupine lažje vključuje nepredvidljive obnovljive vire in manjša odstopanja od voznega reda.

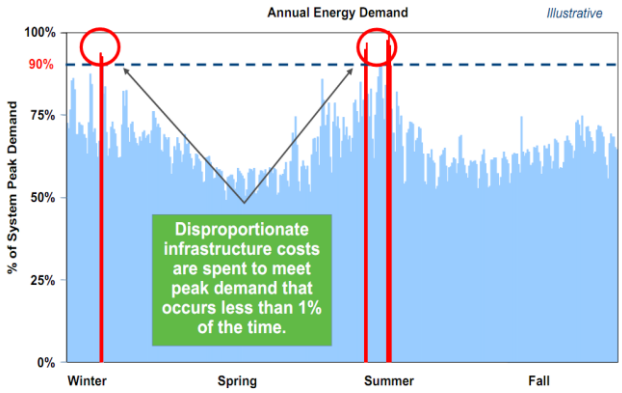
Uporabnik sistema za prilagajanje je lahko tudi sistemski operater prenosnega omrežja, ki sistem uporablja kot nadomestilo za terciarno rezervo ali celo sekundarno rezervo pri uravnavanju omrežja. Ker sistemski operater po svoji vlogi ne more sklepati pogodb o dobavi energije s končnimi odjemalci, lahko postane uporabnik le preko odgovornega bilančne skupine. To lahko stori s pogodbo (npr. najem sistemske storitve) ali pa preko izravnalnega trga.

Podobno kot pri sistemu Mirabel lahko tudi sistem Kibernet uporabljata odgovorni bilančne skupine in sistemski operater prenosnega omrežja.

Uporabnik sistema Kibernet pa lahko postane tudi operater distribucijskega omrežja. Uporablja ga lahko tako za uravnavanje pretokov energije na distribucijskem omrežju kot tudi za nudenje sistemske storitve operaterju prenosnega omrežja. Vendar takšna uporaba še ni najbolje zakonodajno podprta. Operater distribucijskega omrežja ima namreč priključene odjemalce več bilančnih skupin in pri izvajanju prilagajanja odjema lahko povzroči dodatna odstopanja od njihovih voznih redov ter dodatne stroške.

VI. Ekonomski potenciali

Gledano v celoti ima prilagajanje odjema in razpršene proizvodnje velik ekonomski potencial. Analiza iz tujine [4] zatrjuje, da nezanemarljiv del proizvodnje električne energije deluje zelo omejen čas.

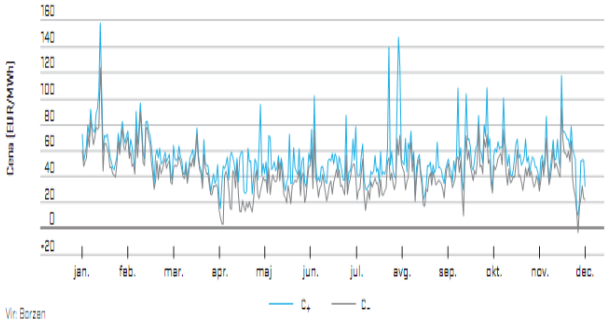


Slika 6: Normirana konica odjema električne energije prenosnega omrežja (vir [4])

Slika 6 prikazuje normirano konično porabo električne energije za obdobje enega leta. Iz nje je razvidno da 10% instaliranih kapacitet proizvodnje deluje manj kot 1% možnega obratovalnega časa in je namenjeno samo za pokrivanje maksimalnih kapacitet. Ob uporabi prilagajanja odjema in razpršene provizvodnje bi rabili ustrezo manjšo količino novozgrajenih proizvodnjih kapacitet in ostale infrastrukture elektro energetskega omrežja.

Odgovorni bilančne skupine uporabo sistema lahko opravičuje z zmanjšanjem odstopanj dejanskega

odjema od napovedanega voznega reda. V primeru odstopanj mora odgtovorni bilančne skupine plačati kazenske penale, ki so vezani na ceno električne energije v času odstopanj.



Slika 7: Ceni odstopanj za bilančne skupine [5]

Iz diagrama (Slika 7), je razvidno da preseganje trikratnika cene povprečne električne energije ni posebna redkost. Pri uporabi sistema za prilagajanje lahko odgovorni bilančne skupine ta strošek zmanjša.

Skupna cena (zakup in predvidena uporaba) terciarne rezerve v Sloveniji [6] za leto 2011 predvideva okoli 13,000,000 EUR stroškov oziroma okoli 600 EUR stroškov na uporabljeno MWh. Z uporabo prilagajanja odjema se lahko ta strošek zmanjša.

VII. Sprejemanje sistema pri končnih odjemalcih

V okviru projekta Mirabel je bila opravljena raziskava [2] o sprejemljivosti prilagajanja odjema v samih gospodinjstvih, ki je dala naslednje rezultate:

- svoje sodelovanje pri prilagajanju odjemalci povezujejo bolj s finančnimi učinki kot z ekološkimi
- za novosti je mnogo bolj dovzetna mlajša populacija kot starejša
- večina si ne zna predstavljati učinkov sistema na njihov vsakdanjik

Tabela 1: Pričakovano znižanje cene električne energije za prilagajanje za gospodinjstva[2]

determination of energy consumption in advance / saving costs in percent	nothing	1-5%	6-15%	16-30%	>30%
1-2 days	11%	1%	14%	40%	29%
6-24 hours	12%	7%	37%	33%	5%
6 hours or less	12%	29%	45%	5%	3%
1 hour at most	32%	42%	18%	1%	1%

V tujini, kjer uporabljajo sisteme za prilagajanje, uspejo pridobiti tako gospodinjstva kot tudi industrijske odjemalce za ceno od 30EUR/kW ponujene kapacitete prilagajanja na leto, ob predpostavki, da se bo ponudba uporabila okoli trideset krat letno.

VIII. Zaključek

Prilagajanje odjema in razpršene proizvodnje se v Sloveniji izvaja in uporablja na nivoju razvojnih projektov. Projekt Kibernet je pokazal, da je prilagajanje tehnično izvedljivo in da pri uporabnikih obstaja tehnični potencial. Rezultat projekta Mirabel bo nakazal tudi potencial prilagajanja za obvladovanje OVE. Pri dejanski uporabi prilagajanja so še določeni zakonodajni problemi in problemi pri motivaciji odjemalcev. Prvi se odpravljajo s splošnim trendom razvoja elektro energetike, kar je tudi zabeleženo v strateških dokumentih [9], slednje pa je potrebno odpravljati z ugotavljanjem ustreznih ekonomskih potencialov, za katere se pričakuje, da se bodo z vztrajanjem pri obnovljivih virih in izhodom gospodarstva iz krize, še povečevali.

Zahvale

Za nastanek tega dela gre zahvala sodelujočim partnerjem in institucijam na projektih in sicer na projektu Mirabel, ki je sofinanciran v okviru 7OP, so SAP (koordinator projekta), Technishe Universitaet Dresen (TUD) , Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO), Aalborg Universitet Danmark(AAU), Institut Jožef Stefan (IJS), Centre for Renewable Energy Sources Greece (CRES) in Energie Baden-Württemberg AG (EnBW) ter na projektu Kibernet, ki je sofinanciran iz strukturnih skladov, so IJS, Elektro Institut Milan Vidmar, Fakulteta za Elektrotehniko, Koto, Livar in papirnici Vevče in Količevo.

Literatura

[1] T. Pfajfar, I. Papič, B. Bletterie, H. Brunner, Aktivna distribucijska omrežja z razpršeno proizvofnjo, 8. Konferenca slovenskih elektroenergetikov, Čatež 2007
[2] Johannes Lischka, Katharina Löwenstein, René Müller, Technishe Ubiversitaet Dresden, Miracle project user study, 2010
[3] ETSO, The Harmonized Electricity Market Role model
[4] Enernoc, D R Initiatives for Public Power Utilities, 2009
[5] JARSE, Poročilo na področju energetike v Sloveniji v letu 2009
[6] ELES, Rezultati javne dražbe za nakup rezerve delovne moči za terciarno regulacijo frekvence za leto 2011
[7] INEA, Analiza potreb in idejne specifikacije, PI 1.1.1. projekta Kibernet, 2009
[8] SAP, INEA, IJS, TUD, TNO, AAU, CRES, EnBW, Mirabel – Descritpion of Work, FP7-ICT-Energy-2009-1, 2009
[9] Vlada Republike Slovenije, Nacionalni akcijski načrt za energetsko učinkovitost za obdobje 2008-20016, 2008

Dr. Gregor Černe je diplomiral iz fizike na Fakulteti za Matematiko in fiziko, ter nato doktoriral na IJS na Odseku za jedrsko tehniko. V podjetju Inea je od leta 2008 kot vodja projektov zaposlen v poslovni enoti za energetiko, kjer dela na aktivnih omrežjih, vodenju elektroenergetskih sistemov in sistemov za meritve ter nadzor energentov.