

PRIPRAVLJENOST GOSPODINJSKIH ODJEMALCEV ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA SODELOVANJE V PROGRAMIH PRILAGAJANJA ODJEMA

MIHA RIHAR¹

NEVENKA HROVATIN²

JELENA ZORIC³

POVZETEK: Prilagajanje odjema je eden najprimernejših mehanizmov za izboljšanje energetske učinkovitosti ter uravnavanje odjema s porazdeljeno, neenakomerno in prekinljivo proizvodnjo električne energije. Evropska komisija je državam članicam naložila namestitve pametnih števcov v domove vsaj 80 % odjemalcev do leta 2020, kar bo omogočilo tehnično izvedbo programov prilagajanja odjema ter odziv odjemalcev v realnem času. Kljub tehnični izvedljivosti in vzpostavljenim regulatornim okvirom pa bodo morali prednosti uvedbe programov prilagajanja odjema razumeti in navsezadnje sprejeti tudi končni odjemalci. Rezultati analize kažejo, da so se slovenski odjemalci pripravljene vključiti v programe prilagajanja odjema, vendar v zameno pričakujejo precejšnje prihranke. Dobavitelji električne energije bi lahko z vpeljavo finančnih spodbud odjemalce bolj spodbudili k nakupu pametnih naprav, kar bi pomembno pripomoglo k hitrejšemu in uspešnejšemu uvajanju programov prilagajanja odjema.

Ključne besede: prilagajanje odjema, dinamično tarifiranje, pripravljenost za plačilo

1 UVOD

Pomemben dejavnik sprememb na področju elektroenergetike v zadnjem desetletju predstavljajo prizadevanja držav članic EU za večjo energetske učinkovitost. Prilagajanje odjema je eden pomembnejših mehanizmov za izboljšanje energetske učinkovitosti ter uravnavanje odjema glede na neenakomerno in razpršeno proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije ter zmanjšanje odjema v času kritičnih konic (Hesser & Succar, 2012). Namen programov prilagajanja odjema je spodbuditi odjemalce k spremembi časa in količine odjema v času kritičnega stanja elektroenergetskega omrežja ali času izredno visokih cen na veleprodajnem trgu z električno energijo.

1 Petrol d.d., Ljubljana, Slovenija

2 Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta, Ljubljana, Slovenija, e-pošta: nevenka.hrovatin@ef.uni-lj.si

3 Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta, Ljubljana, Slovenija, e-pošta: jelena.zoric@ef.uni-lj.si

Prilaganje odjema vključuje vpeljavo variabilnih in dinamičnih tarifnih sistemov ter na finančnih spodbudah temelječih programov krmiljenja bremen (Faria & Vale, 2011). Ključni dejavnik vpeljave programov prilaganja odjema v prihodnosti bo dinamično tarifiranje in njegovo povezovanje s tehnologijo, s čimer bo možno znatno izboljšati odzivnost odjemalcev (Hamilton in drugi, 2012). Evropska komisija je državam članicam naložila namestitve pametnih števcov v domove vsaj 80 % odjemalcev do leta 2020 (EC, 2010). To je prvi, vendar še zdaleč ne edini izmed pogojev za uspešno vpeljavo programov prilaganja odjema.

Razprava o zamislih in prednostih vpeljave konceptov pametnih omrežij in programov prilaganja odjema že dalj časa poteka tako med elektroenergetskimi podjetji kot tudi regulatorji, vendar pa morajo za uspešno vpeljavo novih tehnologij in konceptov poleg ostalih udeležencev potencialne koristi razumeti tudi končni odjemalci ter jih navsezadnje tudi sprejeti. Odjemalce lahko k sodelovanju spodbudi mnogo dejavnikov, kot so finančni prihranki, finančne spodbude, varovanje okolja (Lakota Jeriček in drugi, 2010; Mert, Suschek-Berger & Tritthart, 2008) ali dopolnilne storitve in funkcionalnosti k programom prilaganja odjema, ki povečajo raven udobja in priročnost (Chamberlin & Herman, 1996). Kljub temu do nedavnega končni odjemalci niso bili del te razprave (Hamilton in drugi, 2012). Namen te raziskave je tako opredeliti pripravljenost slovenskih gospodinjskih odjemalcev za sodelovanje v različnih programih prilaganja odjema, ugotoviti, v kolikšni meri so se pripravljene odzivati na cenovne signale, in oceniti, kakšne finančne spodbude pričakujejo v zameno.

2 PREGLED LITERATURE

Obsežen pregled literature pokaže, da praktično ni moč zaslediti znanstvenega članka ali študije, ki bi celovito raziskala sprejemanje in pripravljenost gospodinjskih odjemalcev na novosti in koristi, ki jih zanje prinašajo uvedba pametnih omrežij, prilaganje odjema in avtomatizacija doma. Avtorji se v znanstveni literaturi in študijah pri upravljanju s porabo osredotočajo predvsem na koristi izvajanja za dobavitelje in odjemalce (Omahen in drugi, 2010; Strbac, 2008), medtem ko smotrnost za končne odjemalce utemeljujejo predvsem preko teoretičnih pristopov (Hung-po, 2010) ali simulacij (Gottwalt, 2011).

Izvedenih je bilo sicer mnogo pilotskih projektov prilaganja odjema (Demand Side Response in the domestic sector, 2012; Faruqui, Sergici & Sharif, 2010; Stromback, Dromacque & Yassin, 2011), vendar se ti prav tako pretežno osredotočajo le na koristi sistemskega operaterja v obliki znižanja koničnega odjema, medtem ko le pri peščici zasledimo tudi poročila o doseženih prihrankih odjemalcev. V zadnjem času je bilo nekaj tujih raziskav namenjenih ocenjevanju pripravljenosti za plačilo gospodinjskih odjemalcev za nakup pametnih števcov (Gerpott & Paukert, 2013; Kaufmann, Künzel & Loock, 2013; Pepermans, 2011) in dopolnilne storitve (Ida, Murakami & Tanaka, 2012; Kaufmann in drugi, 2013). Mert in drugi (2008) so izvedli raziskavo v petih evropskih državah o sprejemanju in pripravljenosti za plačilo za nakup pametnih naprav. Namen tega članka

je zapolniti identificirano vrzel in prispevati k razumevanju odločitev gospodinjstev za sodelovanje v programih prilagajanja odjema.

3 METODE IN PODATKI

Z namenom analize pripravljenosti odjemalcev za sodelovanje v programih prilagajanja odjema smo izvedli raziskavo med gospodinjskimi odjemalci električne energije v Sloveniji. Podatke smo zbrali marca 2013 s pomočjo spletnega anketiranja na osnovi panela udeležencev ter tako pridobili reprezentativni vzorec 1194 gospodinjskih odjemalcev glede na starost, spol in izobrazbo. Za analizo prednostne izbire gospodinjstev smo uporabili eksperiment diskretne izbire. V okviru tega smo oblikovali pakete storitev z vključenimi različnimi možnostmi in storitvami. Vsak paket smo opisali s šestimi ključnimi lastnostmi, ki so predstavljene v tabeli 1.

Tabela 1: Lastnosti izbirnih možnosti s pripadajočimi ravnmi v izvedenem eksperimentu

Lastnosti	Eksperiment, namenjen enotarifnim odjemalcem (ET)	Eksperiment, namenjen dvotarifnim odjemalcem (2T)
	Ravni lastnosti	Ravni lastnosti
Tarifni sistem	Enotni tarifni sistem; dvotarifni sistem; tritarifni sistem; spremenljivi urni tarifni sistem	
Dodatne možnosti tarifiranja	Brez; kritično konično tarifiranje; kritični konični rabati; rabati izven konic	
Prilagajanje odjema	Brez oz. ročno; samodejno odzivanje bremen na osnovi cenovnih signalov; direktno krmiljenje bremen	
Sprotno spremljanje porabe	Da, ne	
Sprememba v znesku mesečnega računa [%]	0, -7, -14, -21, -28, -35	+14, +7, 0, -7, -14, -21
Strošek nakupa naprav [EUR]	0, 100, 200, 300, 400, 500	

Vsak anketiranec je moral izbirati petkrat med štirimi različnimi paketi storitev, pri čemer je bila ena možnost vsakokrat obstoječi paket storitev. Ker se poraba električne energije gospodinjskim odjemalcem v Sloveniji v večini obračunava po eno- ali dvotarifnem sistemu, se obstoječe stanje med odjemalci razlikuje. Od izhodiščnega stanja so odvisni tudi možni relativni prihranki pri mesečnem računu zaradi prehoda k bolj dinamičnemu obračunavanju porabe električne energije. S tem razlogom smo oblikovali dva ločena eksperimenta, ki sta si identična v vseh lastnostih in ravneh lastnosti z izjemo ravni pri "spremembi v znesku mesečnega računa". Podvzorec enotarifnih (ET) odjemalcev je štel 20 % anketirancev, podvzorec dvotarifnih (2T) odjemalcev pa 80 % anketirancev, kar zadovoljivo odraža razmere v populaciji, kjer velika večina gospodinjstev uporablja 2T-sistem. Zaradi zahtevnosti tematike smo anketirance skozi vprašalnik postopoma seznanjali s tematiko, pakete storitev pa predstavili grafično ter z razumljivimi opisi.

Eksperiment diskretne izbire temelji na teoriji slučajne koristnosti, ki predpostavlja, da vsak posameznik sprejema racionalne odločitve, in to tako, da pri svoji izbiri maksimira svojo koristnost. Na osnovi odločitev, ki jih sprejmejo anketiranci, s pomočjo modelov diskretne izbire lahko za vsako izmed ravni posamezne lastnosti ocenimo delno ali parcialno koristnost (Train, 2009).

4 REZULTATI

V tabeli 2 so podani rezultati ocenjenega pogojnega logit modela. Poleg ocenjenih koeficientov podajamo tudi izpeljane vrednosti pripravljenosti za plačilo (pozitivne vrednosti) oz. sprejem nadomestila (negativne vrednosti) za obe skupini odjemalcev (WTP, angl. willingness to pay). Z modeli diskretne izbire lahko namreč ocenimo le relativne razlike v koristnosti, ne pa tudi absolutne ravni koristnosti. Do slednjih skušamo priti posredno, tako da jih izrazimo v monetarnih vrednostih (v konkretnem primeru WTP predstavlja spremembo mesečnega računa za električno energijo v %). Pozitivna koristnost je tako povezana s pozitivno denarno vrednostjo, negativna koristnost pa z negativno denarno vrednostjo.

Tabela 2: *Ocene pogojnega logit modela*

	ET-odjemalci			2T-odjemalci		
	Koeficient	<i>p</i> vred.	WTP (v %)*	Koeficient	<i>p</i> vred.	WTP (v %)*
Enotarifni sistem				-0,314	0,000	-5,1
Dvotarifni sistem	-0,259	0,023	-5,8			
Tritarifni sistem	-0,526	0,004	-11,8	-0,099	0,161	-1,6
Spremenljivi urni tarifni sistem	0,021	0,895	0,5	-0,070	0,369	-1,1
Samodejno odzivanje	-0,112	0,221	-2,5	-0,087	0,082	-1,4
Direktno krmiljenje bremen	-0,312	0,066	-7,0	-0,391	0,000	-6,3
Sprotno spremljanje porabe	0,177	0,051	4,0	0,076	0,104	1,2
Kritično konično tarifiranje	0,059	0,662	1,3	0,131	0,053	2,1
Kritični konični rabati	0,675	0,000	15,2	0,489	0,000	7,9
Občasni rabati izven konic	0,629	0,000	14,2	0,341	0,000	5,5
Možen prihranek	0,044	0,000		0,062	0,000	
Investicijski strošek	-0,003	0,000	0,06	-0,003	0,000	0,05
Velikost vzorca	235			959		
Število opazovanj	1175			4795		
Logaritem verjetja	-1442.4			-6067.0		
Pravilno predvidenih odgov. (%)	47,3			43,7		

Opomba: *Statistično značilne vrednosti so zapisane z okrepjenim tiskom.

Na podlagi rezultatov v tabeli 2 lahko ugotovimo, da je obema skupinama odjemalcev (ET in 2T) najbližje njihov obstoječi tarifni sistem. Odjemalci, ki uporabljajo 2T-sistem, pričakujejo za prehod k ET-sistemu približno 5-odstotni prihranek pri mesečnem računu za električno energijo, medtem ko ET-odjemalci pričakujejo za prehod k 2T-sistemu približno 6-odstotni prihranek, za prehod na tritarifni načina merjenja pa kar 12-odstotni prihranek. Očitno 2T-odjemalci dojemajo tarifni sistem skozi vidik možnih prihrankov prek prilagajanja svoje porabe in tako rajši izberejo variabilnejši dvotarifni sistem obračunavanja kot preprostejšega enotarifnega, čeprav slednji predstavlja večje lagodje. Pri dodatnih možnostih tarifiranja med obema skupinama ni večjih razlik, v obeh primerih odjemalci preferirajo kritične konične rabate in občasne akcijske cene.

Za obe skupini odjemalcev nadalje velja, da za prehod od ročnega odzivanja ali neodzivanja k samodejnemu odzivanju s pomočjo pametnih naprav pričakujejo nadomestilo v obliki znižanega mesečnega računa, pri čemer je koeficient značilen le za skupino 2T-odjemalcev. Rezultati analize obeh skupin odjemalcev kažejo tudi na zelo negativen odnos odjemalcev do neposrednega krmiljenja naprav, saj v zameno pričakujejo nadomestilo v višini 6–7 % mesečnega računa za električno energijo, kar gre najverjetneje pripisati določenemu posegu v zasebnost in (delni) izgubi nadzora nad dogajanjem. Po drugi strani obe skupini odjemalcev izražata pozitiven odnos do sprotnega spremljanja porabe, pri čemer so ET-odjemalci pripravljene za storitev sprotne spremljanja porabe plačati več (4 % vrednosti obstoječega mesečnega računa) kot 2T-odjemalci (1 %).

Skladno s teoretičnimi pričakovanji možnost prihranka pri mesečnem računu za električno energijo statistično značilno in pozitivno vpliva na izbiro paketa storitev, medtem ko imajo investicijski stroški, povezani z izvedbo programov prilagajanja odjema, negativen vpliv. Iz tega sledi, da so gospodinjski odjemalci pripravljene investirati v naprave in tehnološko opremo, ki bi bila potrebna za izvedbo programov prilagajanja odjema, zgolj v primeru, da bodo s tem dosegli prihranke pri mesečnem računu za električno energijo. Na osnovi podanih rezultatov v tabeli 2 je moč izračunati, da so za vsak dosežen odstotek prihranka pri mesečnem računu ET-odjemalci pripravljene investirati v povprečju 20,9 EUR, 2T-odjemalci pa v povprečju 25,7 EUR. Ta ugotovitev se praktično povsem ujema z rezultati raziskave Pepermansa (2011), ki so pokazali, da so flamska gospodinjstva pripravljena investirati v nakup pametnega števca 19,7 EUR za vsak prihranjen odstotek pri mesečnem računu za električno energijo.

5 SKLEP

Ugotovitve raziskave lahko povzamemo dvoplastno. Odjemalci so se sicer pripravljene vključiti v programe prilagajanja odjema, vendar so do načinov prilagajanja odjema, ki prinašajo največje koristi elektroenergetskemu sistemu, zadržani ali pa v zameno pričakujejo relativno velike prihranke. Če bi želeli k sodelovanju pritegniti večji del odjemalcev, bi morali dobavitelji oblikovati finančne mehanizme, ki bi odjemalce spodbudili k nakupu pametnih naprav, saj ravno avtomatizacija doma predstavlja največji potencial za

uspešno vpeljavo programov prilagajanja odjema. Podobni pristopi so znani s področja telekomunikacij, zato bi bilo v prihodnje smiselno raziskati smotrnost takih ukrepov tudi na področju oskrbe z električno energijo. Na osnovi pozitivno izražene pripravljenosti za plačilo za storitev sprotne spremljanja porabe je nadalje mogoče oblikovati priporočilo, naj jo dobavitelji električne energije ponudijo kot dopolnilno storitev k dobavi električne energije in s tem dvignejo dodano vrednost svojih storitev.

LITERATURA

EC (2010). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. *Energy 2020 – a strategy for competitive, sustainable and secure energy*. COM (2010) 639 final.

Chamberlin, J. H., & Herman, P. M. (1996). How much DSM is really there?: A market perspective. *Energy Policy*, 24(4), 323-330.

Demand Side Response in the domestic sector - a literature review of major trials. (2012). London: Department of Energy & Climate Change.

Faria, P., & Vale, Z. (2011). Demand response in electrical energy supply: An optimal real time pricing approach. *Energy*, 36(8), 5374-5384.

Faruqui, A., Sergici, S. & Sharif, A. (2010). The impact of informational feedback on energy consumption—A survey of the experimental evidence. *Energy*, 35(4), 1598-1608.

Gerpott, T. J., & Paukert, M. (2013). Determinants of willingness to pay for smart meters: An empirical analysis of household customers in Germany. *Energy Policy*, 61(0), 483-495.

Gottwalt, S., Ketter, W., Block, C., Collins, J., & Weinhardt, C. (2011). Demand side management—A simulation of household behavior under variable prices. *Energy Policy*, 39(12), 8163-8174.

Hamilton, B., Thomas, C., Park, S. J., & Choi, J.-G. (2012). Chapter 16 - The Customer Side of the Meter Smart Grid, V F. P. Sioshansi (ur.), *Smart Grid* (str. 397-418). Boston: Academic Press.

Hesser, T., & Succar, S. (2012). Chapter 9 - Renewables Integration Through Direct Load Control and Demand Response. V F. P. Sioshansi (ur.), *Smart Grid* (str. 209-233). Boston: Academic Press.

Hung-po, C. (2010). Price-Responsive Demand Management for a Smart Grid World. *The Electricity Journal*, 23(1), 7-20.

Ida, T., Murakami, K., & Tanaka, M. (2012). *Keys to smart home diffusion: a stated preference analysis of smart meters, photovoltaic generation, and electric/hybrid vehicles*. Kyoto: Project Center, Graduate School of Economics, Kyoto University.

Kaufmann, S., Künzel, K., & Loock, M. (2013). Customer value of smart metering: Explorative evidence from a choice-based conjoint study in Switzerland. *Energy Policy*, 53(0), 229-239.

Lakota Jeriček, G., Jurše, J., Kernjak, M., Kosmač, J., Matvoz, D., Omahen, G., . . . Zlatarev, G. (2010). *Vizija razvoja koncepta smartgrids v Sloveniji*. Ljubljana: Elektroinštitut Milan Vidmar.

Mert, W., Suschek-Berger, J. & Tritthart, W. (2008, december). *Consumer acceptance of smart appliances*. IFZ: Graz.

Omahen, G., Souvent, A., Kosmač, J., Zupan, A., Luskovec, B., & Podbelšek, I. (2010). *Tehnično ekonomska analiza uvedbe vodenja porabe gospodinjskih odjemalcev: študija št. 2042*. Ljubljana: Elektroinštitut Milan Vidmar.

Pepermans, G. (2011). *Do Flemish Households Value Smart Meters?* Brussels: Faculty of Economics and Management.

Strbac, G. (2008). Demand side management: Benefits and challenges. *Energy Policy*, 36(12), 4419-4426.

Stromback, J., Dromacque, C. & Yassin, M. H. (2011). *The potential of smart meter enabled programs to increase energy and systems efficiency: a mass pilot comparison*. Helsinki: VaasaETT, Global Energy Think Tank.

Train, K. E. (2009). *Discrete choice methods with simulation*. New York, Cambridge: University Press.