

Dino Mileta
Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb
dmileta@eihp.hr

dr.sc. Minea Skok
Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb
mskok@eihp.hr

Damir Karavidović
HEP – ODS d.o.o., Zagreb
damir.karavidovic@hep.hr

Tanja Marijanić
HEP – ODS d.o.o., Zagreb
tanja.marijanic@hep.hr

VREDNOVANJE TEMPERATURNE OVISNOSTI NADOMJESNE KRIVULJE OPTEREĆENJA KUPACA BEZ MJERENJA KRIVULJE OPTEREĆENJA

SAŽETAK

Nema dvojbe o utjecaju temperature okoline na krivulju opterećenja kupaca koji za grijanje/hlađenje prostora koriste električnu energiju (npr. peći s pohranom topline (termo akumulacijske peći), centralni sustavi za pohranu topline, podovi za pohranu topline, rashladni uređaji, itd). Stoga je istraživanjima nadomjesnih krivulja opterećenja predviđena provedba posebnih analiza koje vrednuju utjecaj temperature na obilježja nadomjesnih krivulja opterećenja. Složenost obuhvata obilježja potrošnje električne energije kod spomenutih kupaca prije svega leži u velikom broju utjecajnih činitelja kao i činjenici kako operatori mreža ne raspolažu vjerodostojnim podatcima o načinu korištenja električne energije kod svojih kupaca.

Ključne riječi: tržište električne energije, temperatura, nadomjesne krivulje opterećenja, kućanstva, predviđanje potrošnje

IMPACT OF TEMPERATURE ON STANDARD LOAD PROFILES

SUMMARY

Study of the impact of ambient temperature, on consumption in Croatia. It is apparent that temperature plays an important role in the demand for electricity. The relationship between the behavior of electricity consumption, standard load profiles and temperature is explored.

Key words: electricity market, temperature, standard load profiles, consumption forecasting, domestic load profiles

1. UVOD

1.1. Nadomjesne krivulje opterećenja

Otvaranjem tržišta električne energije krivulje opterećenja postaju od velike važnosti za oblikovanje satnih planova proizvodnje, kupoprodaje električne energije, isporuke električne energije kupcima, a posebno za nadzor i obračun energije uravnoteženja.

Poznavanje krivulja opterećenja svih kupaca u vremenu obračunskog razdoblja moguće je opremanjem obračunskih mjernih mjesta kupaca brojilima s mogućnošću mjerenja i pohrane krivulje opterećenja. Opremanje obračunskih mjernih mjesta svih kupaca takvim brojilima je skup, složen i za

određene kategorije kupaca gospodarski neopravdan postupak. Stoga za neke kategorije kupaca u Republici Hrvatskoj trenutno nije predviđeno opremiti obračunsko mjerno mjesto mjerenjem i pohranom krivulje opterećenja, već koristiti pridijeljenu mu nadomjesnu krivulju opterećenja.

HEP-ODS d.o.o., kao Operator distribucijskog sustava, u prosincu 2006. godine pokrenuo je, sukladno zakonskoj obvezi, postupak istraživanja krivulja opterećenja karakterističnih skupina kupaca radi utvrđivanja prikladnih nadomjesnih krivulja opterećenja. Istraživanjima u mreži obuhvaćeno je 1.600 mjernih mjesta kod kupaca koji su izabrani kao istraživački uzorak, te još 100 mjernih mjesta u TS SN/NN kV radi provjere vjerodostojnosti rezultata.

1.2. Polinom dinamiziranja i nadomjesne krivulje opterećenja za kućanstva

Analizom obilježja vremenske slijednosti opterećenja kupca kategorije kućanstva, zaključeno je kako se potonji, za razliku od ostalih karakterističnih skupina kupaca koje se nadomještaju, ne mogu vjerodostojno opisati samo uporabom dnevnih nadomjesnih krivulja opterećenja. U tu svrhu istraživane su vremenske slijednosti dnevnih potrošnji obračunskih mjernih mjesta kako bi se odredila takozvana funkcija (polinom) dinamiziranja. Primjenom polinoma dinamiziranja na dnevne NKO smanjuju se skokovi između sezona i pojedinih dana u godini i na taj način puno vjerodostojnih nadomješta stvarni vremenski tijek opterećenja kod kućanstava.

Za odabrane obračunska mjerna mjesta, izračunate su dnevne potrošnje električne energije po danima u razmatranoj godini. Matematičkim postupkom optimalnog nadomještavanja dnevnih potrošnji polinomom (engl. curve fitting), određen je polinom stupnja koji najbolje interpolira vremenski slijed dnevnih potrošnji za promatrana obračunska mjerna mjesta.

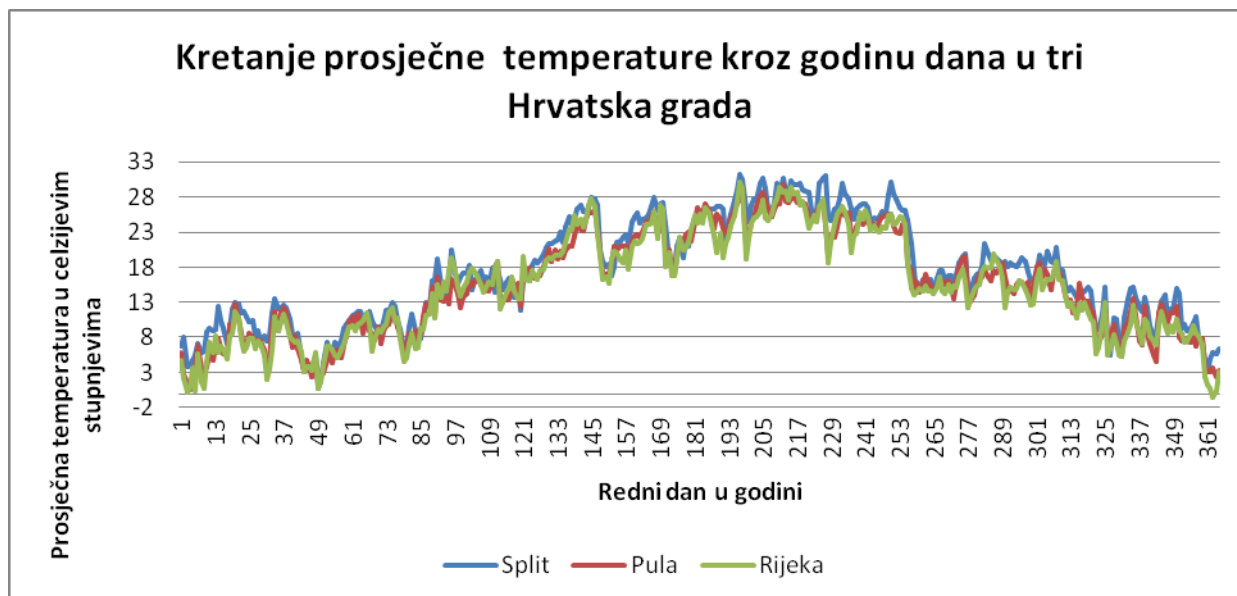
1.3. Utjecaj temperature

Nema dvojbe o utjecaju temperature okoline na krivulju opterećenja kupaca koji za grijanje/hlađenje prostora koriste električnu energiju (npr. peći s pohranom topline (termo akumulacijske peći), centralni sustavi za pohranu topline, podovi za pohranu topline, rashladni uređaji, itd). Stoga je istraživanjima nadomjesnih krivulja opterećenja predviđena provedba posebnih analiza koje vrednuju utjecaj temperature na obilježja nadomjesnih krivulja opterećenja. Složenost obuhvata obilježja potrošnje električne energije kod spomenutih kupaca prije svega leži u velikom broju utjecajnih činitelja kao i činjenici kako operatori mreža ne raspolažu vjerodostojnim podacima o načinu korištenja električne energije kod svojih kupaca.

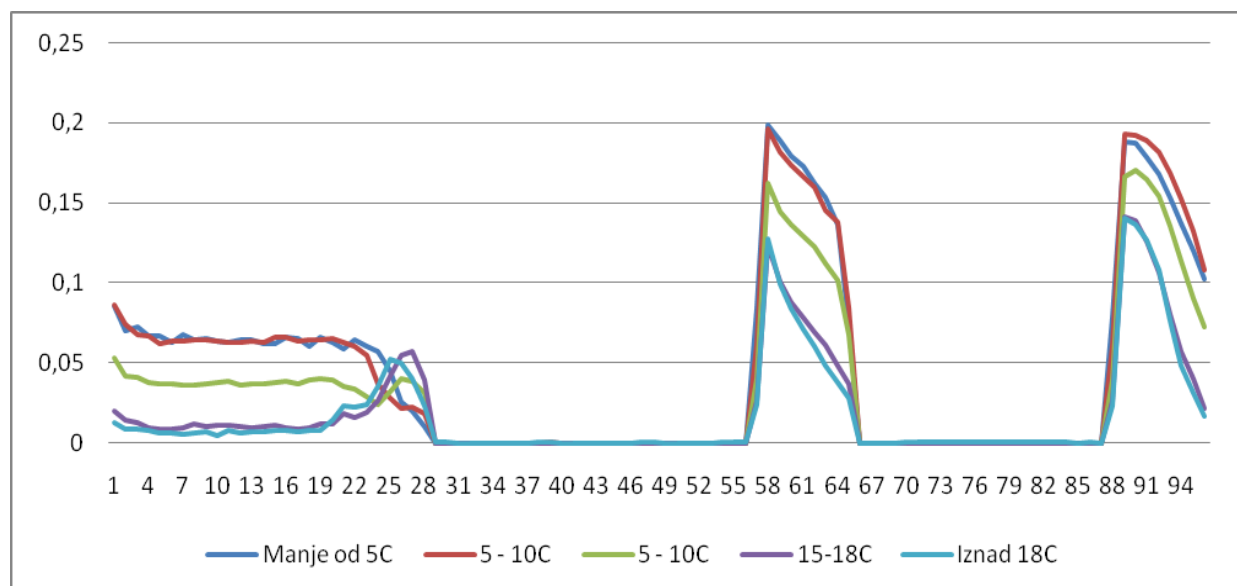
2. UTJECAJ TEMPERATURE NA KRIVULJE OPTEREĆENJA

Krećući od hipoteze da temperature promjene utječu velikim dijelom na potrošnju električne energije postavlja se pitanje koji i kakav je utjecaj temperature na nadomjesne krivulje opterećenja. Kako bi se mogao promatrati učinak utjecaja temperature na potrošnju izabrana su mjerna mjesta u tri DP-a po prema kriteriju kako se na obračunska mjerna mjesta električna energija koristi za grijanje prostora, kao i za hlađenje prostora klima uređajem.

Kretanja prosječnih dnevnih temperatura, na području izabranih mjernih mjesta, nalazi se na slici 1. Očekivano, utjecaj temperature je najveći na crni tarifni model koji je predviđen za potrebe kupaca s korištenjem električne energije za grijanje prostora. Prosječne normirane krivulje dnevne potrošnje za crni tarifni model su napravljena za dva mjerna mjesta koje se nalaze u DP Elektroistra (slika 2).

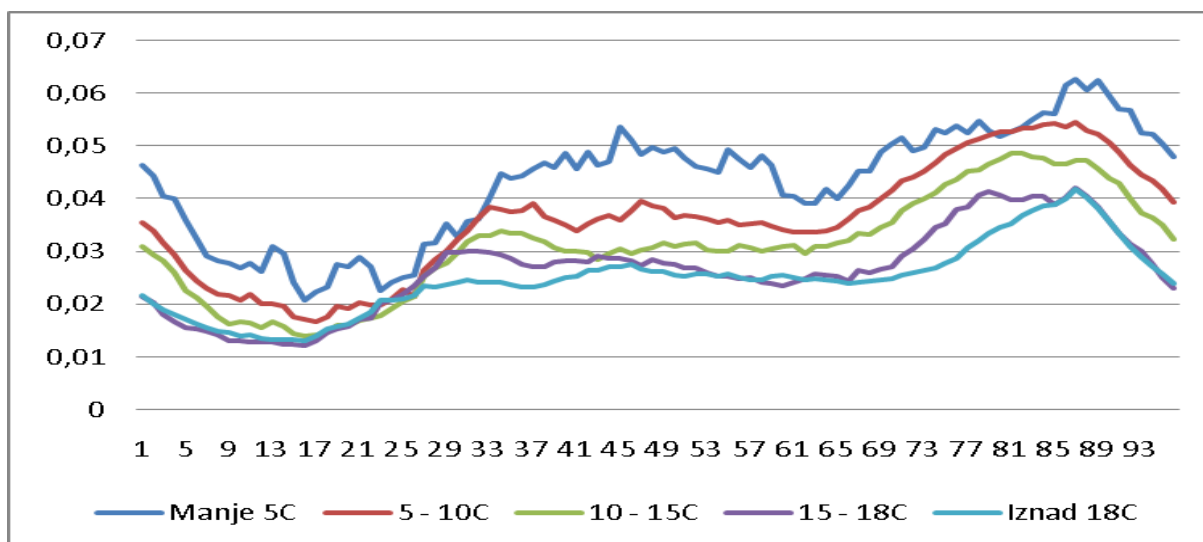


Slika 1 Usporedba prosječne dnevne temperature u tri Hrvatska grada obuhvaćena istraživanjem utjecaja temperature na potrošnju



Slika 2 Utjecaj temperature zraka na potrošnju kupca s crnim tarifnim modelom

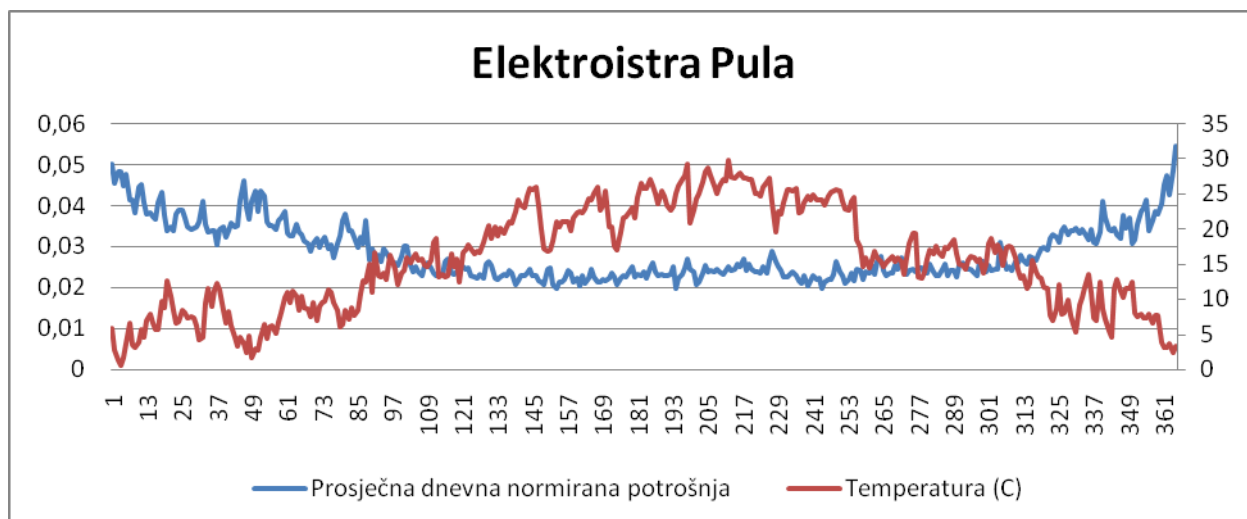
Kao što se može vidjeti na slici 2, temperatura ne utječe toliko na izgled krivulje potrošnje koliko na samu količinu potrošnje, a ta ovisnost se najbolje može zamijetiti na usporedbi tijekom regionalne dnevne prosječne potrošnje električne energije i dnevne temperature. Na slici 3 se ta ovisnost može vidjeti na primjeru DP Elektrodalmacija (temperatura za grad Split je korištena kao referentna temperatura).



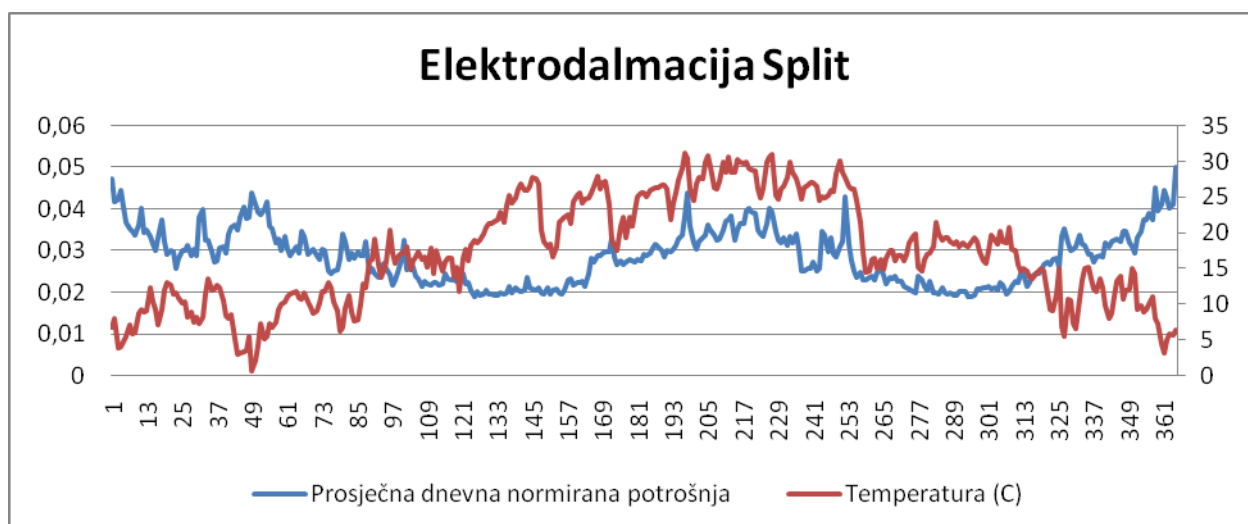
Slika 3 Utjecaj temperature na prosječnu dnevnu potrošnju kupaca u gradu Splitu (96 vrijednosti predstavljaju 15-minutne vrijednosti u 24 sati)

Na slikama 4 do 6, može se vidjeti usporedba prosječne temperature izmjerene u gradovima Split, Pula i Rijeka i prosječnih dnevnih normiranih potrošnji kućanstva u pripadajućim DP-ovima. Na slikama se može vidjeti očekivana ovisnost potrošnje o temperaturi. Ako je temperatura ispod 15C, s daljnjim padom temperature raste potrošnja, dok ako je temperatura veća od 20C onda s rastom temperature raste i potrošnja. Trend rasta potrošnje s rastom temperature iznad 20C je sve izraženiji zato što uzrok treba tražiti u povećanom korištenju klima uređaja tijekom ljetnih dana s povišenim dnevnim temperaturama.

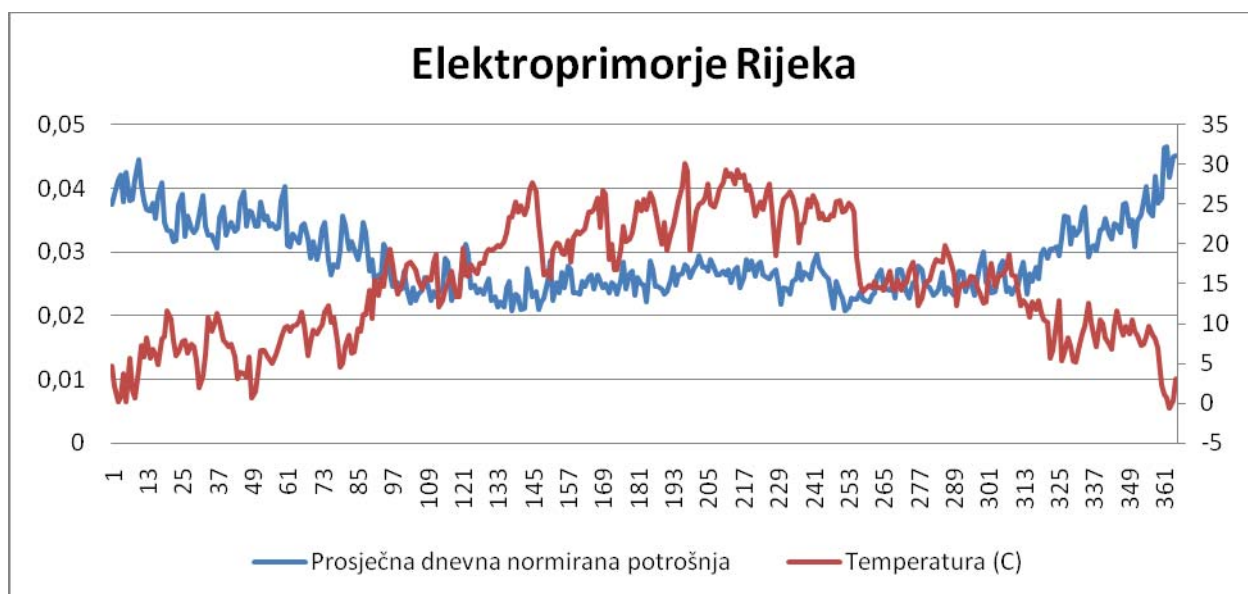
U ovom istraživačkom uzorku primjer iz DP Elektroinstalacije Split možda najbolje predstavlja ovisnost potrošnje o temperaturi. U uzorku, prema anketi koje je popunjena za mjerna mjesta, možemo ustvrditi kako veliki broj kućanstva koje se nalaze u DP-u Elektroinstalacija Split grije prostor koristeći električnu energiju, ali također tijekom ljeta koristi klima uređaje za hlađenje tog istog prostora što uzrokuje vrlo izraženu i dugotrajnu ovisnost o temperaturi.



Slika 4 Usporedba dnevne potrošnje za DP Elektroistra Pula i temperature mjerene u Puli na uzorku od godinu dana



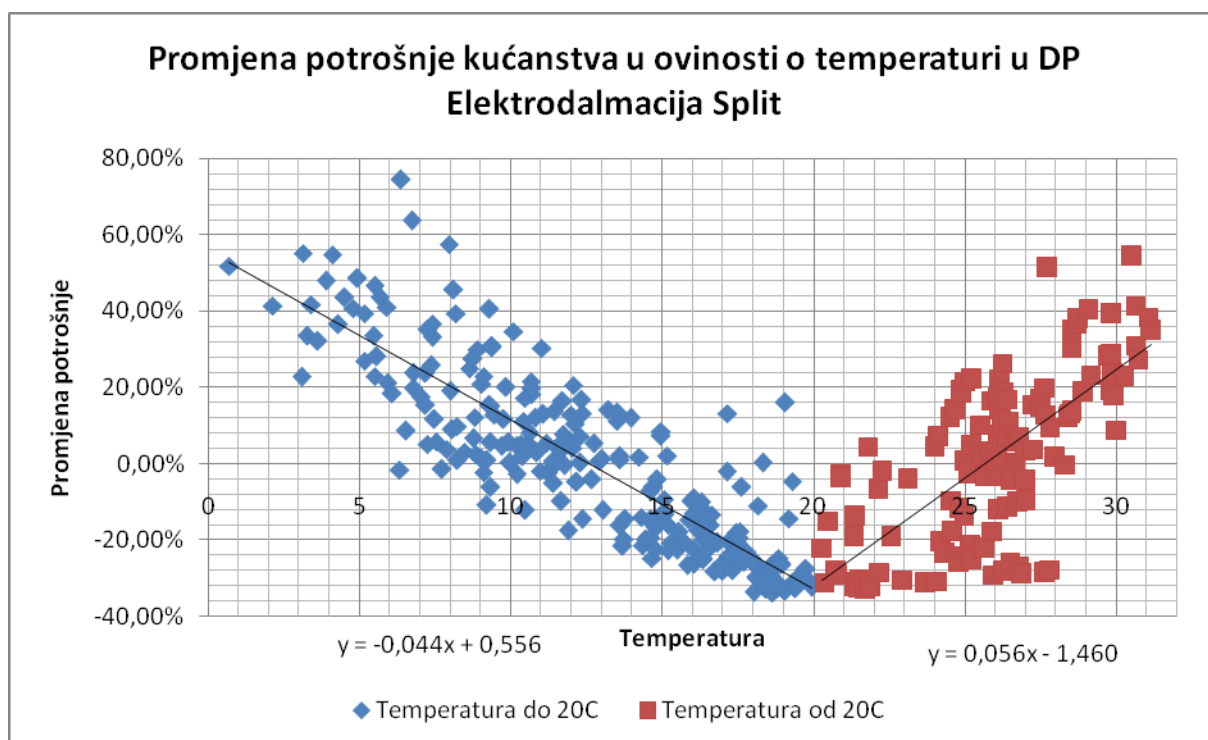
Slika 5 Usporedba prosječne dnevne normirane potrošnje za DP Elektroistra Pula i temperature mjerene u Puli



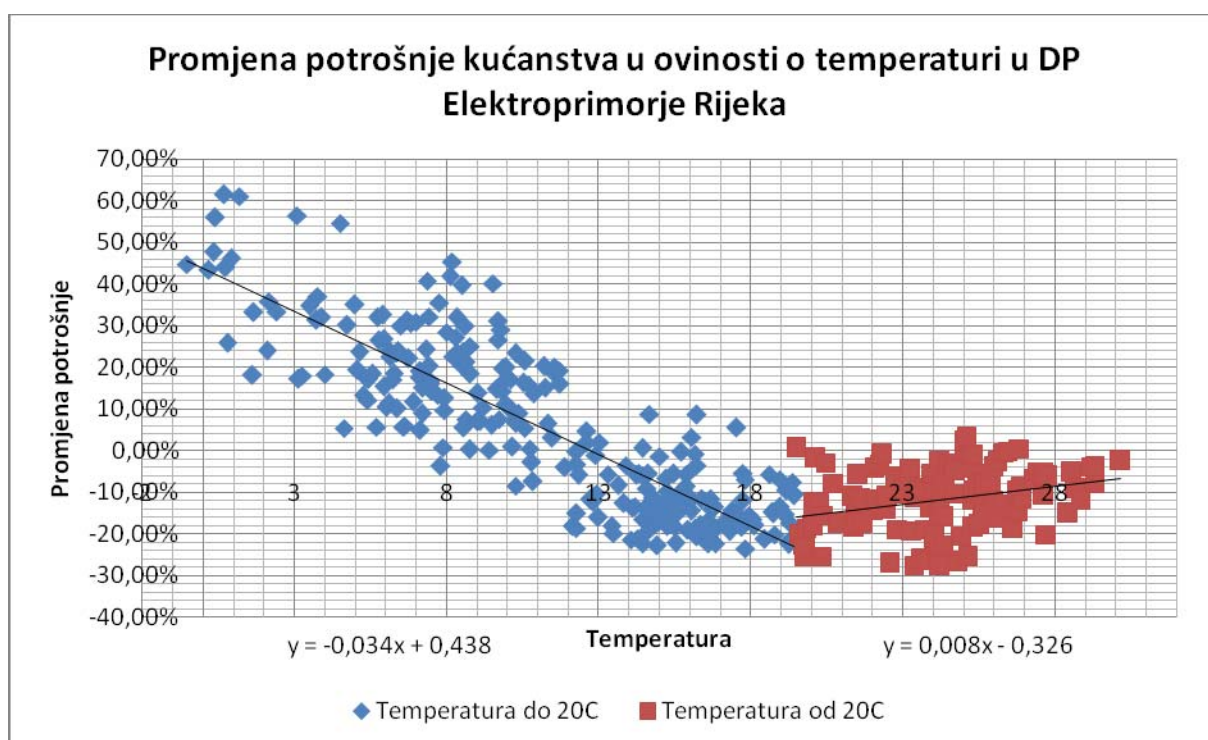
Slika 6 Usporedba prosječne dnevne normirane potrošnje za DP Elektroprimorje Rijeka i temperature mjerene u Rijeci

Na gornjim dijagramima se nalaze dnevna normirana potrošnja kućanstva u DP-a Elektrodalmacija Split, DP Elektroprimorje Rijeka te DP Elektroistra Pula. Upravo te dnevne normirane potrošnje kućanstva koriste se i za izradu polinoma dinamizacije koji služi za podizanje ili spuštanje nadomjesnih krivulja opterećenja kategorije kućanstva. Znači kako sama potrošnja već u sebi sadrži utjecaj temperature, a sam polinom nastaje iz potrošnji, može se zaključiti kako je sezonski utjecaj temperature sadržan u polinomu dinamizacije.

Na slikama 7 i 8 se nalazi točno ta ovisnost, no dnevna normirana potrošnja je ovdje ovisna o ulaznom parametru koji je prosječna temperatura.



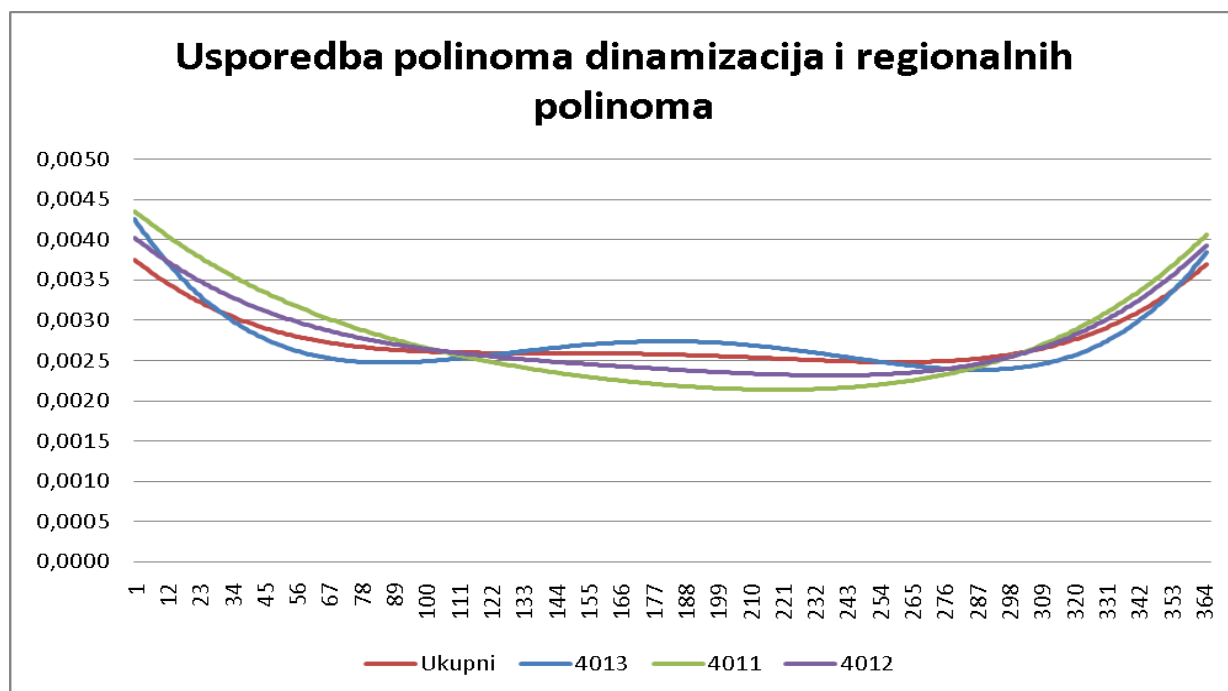
Slika 7 Promjena prosječne potrošnje kućanstva u DP-u Elektrodalmacija Split u ovisnosti o temperaturi



Slika 8 Promjena prosječne potrošnje kućanstva u DP-u Elektroprimorje Rijeka u ovisnosti o temperaturi

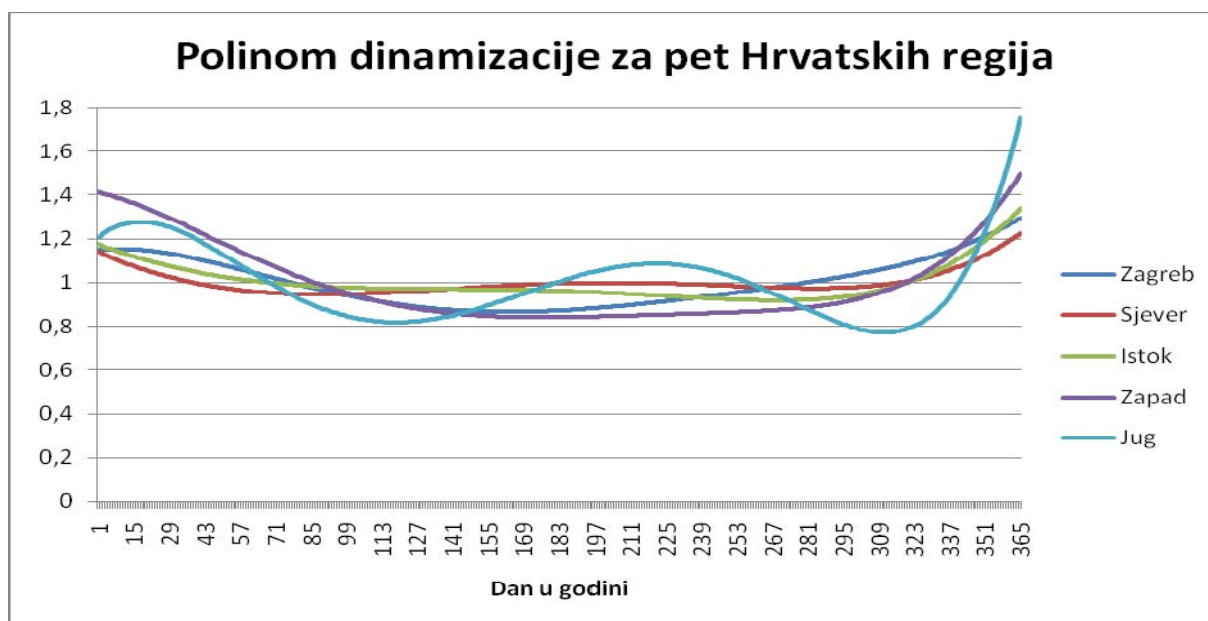
3. REGIONALNI FAKTOR DINAMIZACIJE

Na slici 9 se nalazi usporedba polinoma za tri DP-a, te ukupnog polinoma koji je predložen ovom studijom. Kao što se može vidjeti na slici postoji razlika između pojedinih polinoma, možemo ih zvati regionalnim. Razlika je najuočljivija preko ljeta, dok su mi sjecišta približno ista oko 115 dana i 280 dana.

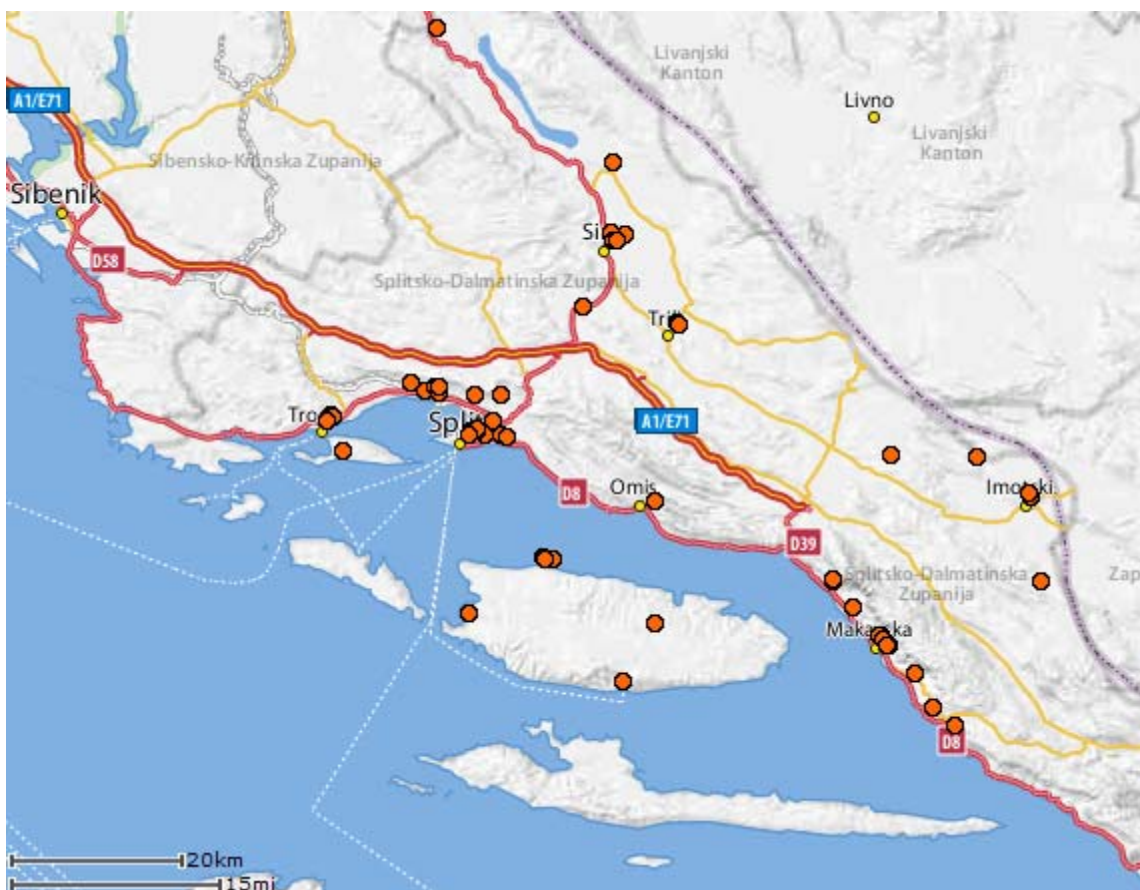


Slika 9 Usporedba polinoma dinamizacija i regionalnih polinoma po DP-ima
(4013 = Elektrodalmacija Split, 4011 = Elektroistra Pula, 4012 = Elektroprimorje Rijeka)

Povećanjem granulacije promatranih područja s razine DP-a na pet regija ovog istraživanja (Sjever, Jug, Istok, Zapad, te Zagreb) dobiva se bolji pregled utjecaja regionalnog razmještaja na polinom dinamizacije.

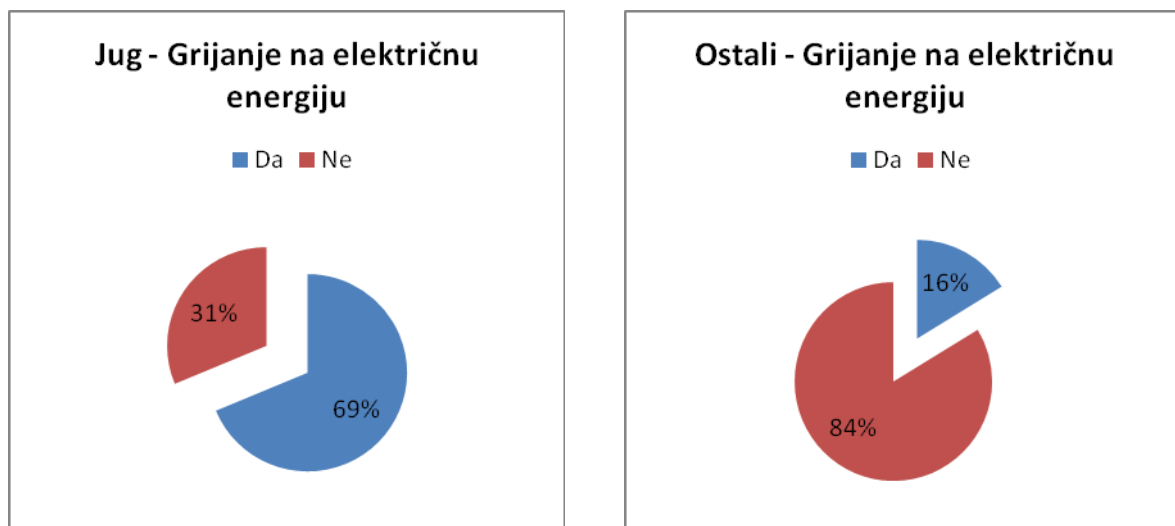


Slika 10 Prikaz polinoma dinamizacije za pet Hrvatskih regija

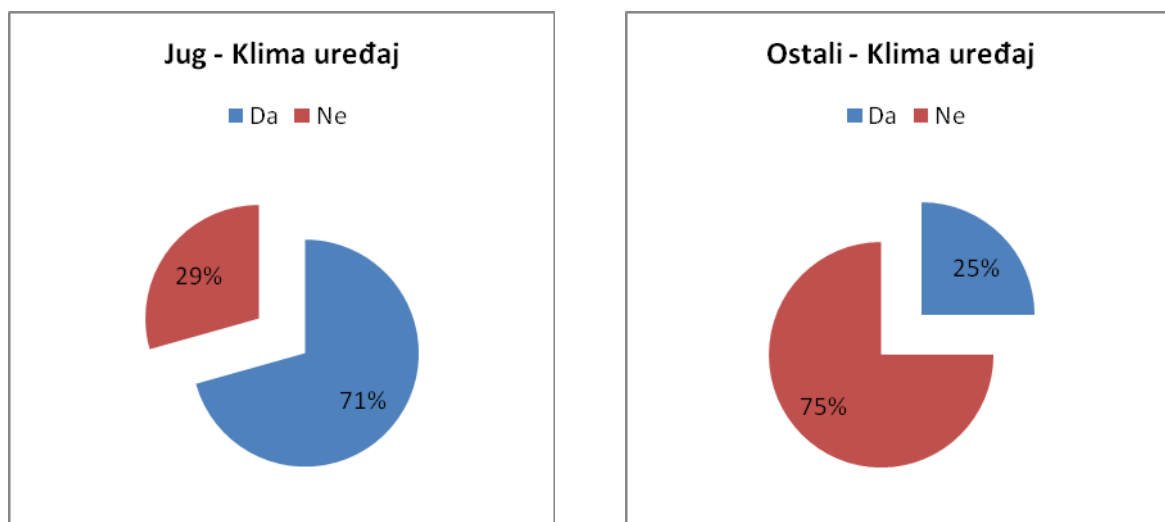


Slika 11 Zemljopisni raspored nekih IMM u regiji Jug koja ulaze u skupinu IMM za izradu polinoma dinamizacije

Polinom koji odstupa najviše od svih ostalih je polinom za područje juga Hrvatske. Kako bi se bolje razumio oblik polinoma regije Jug, na slici 11, ucrtana su neka od mjerna mjesta koji se nalaze u regiji Jug, a ušli su ovo istraživanje. Vidljivo je da su mjerna mjesta raspoređena po čitavom južnom dijelu regije Jug s većom koncentracijom oko grada Splita.



Slika 12 Udjel mjernih mjesta u različitim regijama koje koriste električnu energiju za grijanje prostora u uzorku za izradu polinoma



Slika 13 Udjel mjernih mjesta u različitim regijama koje koriste klima uređaja u uzorku za izradu polinoma

Slike 11, 12 i 13 prikazuju udio mjernih mjesta koji koriste električnu energiju za grijanje prostora, te udjel mjernih mjesta koja koriste za hlađenje prostora korištenjem klima uređaja. Kao što je vidljivo na slikama udjeli su potpuno drugačiji kod mjernih mjesta u ovom uzorku na jugu Hrvatske u odnosu na preostali uzorak ostatku Hrvatske. Možemo zaključiti da kako je zbog toga u ovoj regiji puno veća osjetljivost potrošnje na promjenu temperature, te zbog toga polinom dinamizacije ima izbočeniji oblik preko ljeta i zime.

4. ZAKLJUČAK

Potrošnja električne energije kućanstva u Hrvatskoj ovisi velikim dijelom o temperaturi zraka. Ta ovisnost preko zimskih mjeseci je izražena s padom temperature koji uzrokuje povećanje potrošnje, dok preko ljetnih mjeseci ovisnost je obrnuta, s rastom temperature raste i potrošnja. Rast i pad temperature ne utječu toliko na sam oblik krivulje potrošnje koliko utječu na sam iznos potrošene energije.

Ovisnost između temperature i potrošnje također je različita između različitih regija u Republici Hrvatskoj. U regijama gdje su grijanje i hlađenje na električnu energiju češća pojava ovisnost je više izražena.

Kako dnevna potrošnja kućanstva već u sebi sadrži utjecaj temperature, a sam polinom dinamizacije nastaje iz dnevne zbirne normirane potrošnje, može se zaključiti kako je sezonski utjecaj temperature sadržan u polinomu dinamizacije.