



20. konferenca Dnevi slovenske informatike

Kvantitativne metode za napovedovanje porabe električne energije: pregled uveljavljenih metod in analiza njihove uporabe v Sloveniji

Petra Šparl, Davorin Kofjač, Alenka Brezavšček
Univerza v Mariboru
Fakulteta za organizacijske vede

15. 04. 2013





Vsebina

- Uvod
- Napovedovanje električne energije
- Metode in tehnike za modeliranje
- Napovedovanje električne energije v Sloveniji
- Zaključek

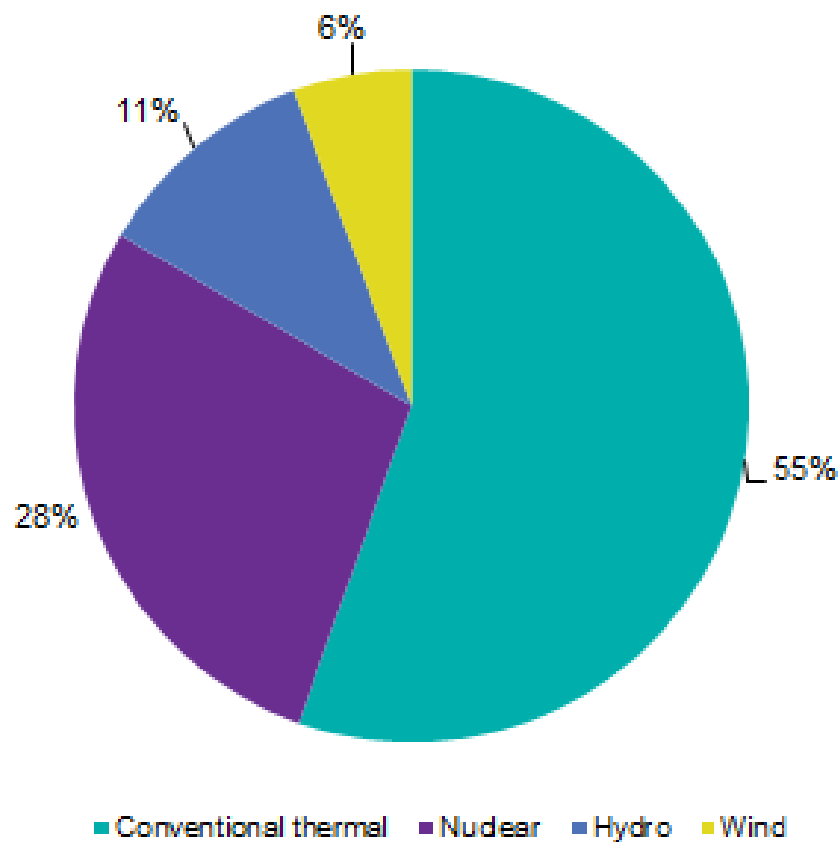


Uvod

- Na trgu električne energije se, tako kot na vsakem prostem trgu, cena energije določa na podlagi ponudbe in povpraševanja akterjev na tržišču.
- Napovedovanje porabe električne energije je zato z ekonomskega vidika zelo pomembno orodje pri odločanju o nabavi in generiranju električne energije.
- Točne napovedi namreč omogočajo ponudnikom električne energije obratovati z nižjimi stroški, kar lahko privede do pomembnih prihrankov.
- Cilj prispevka
 - prikazati metode in tehnike, ki jih v literaturi o najpogosteje srečamo in so se v praksi najbolj uveljavile,
 - predstaviti rezultate analize, ki je bila izvedena na slovenskem trgu ponudnikov električne energije.



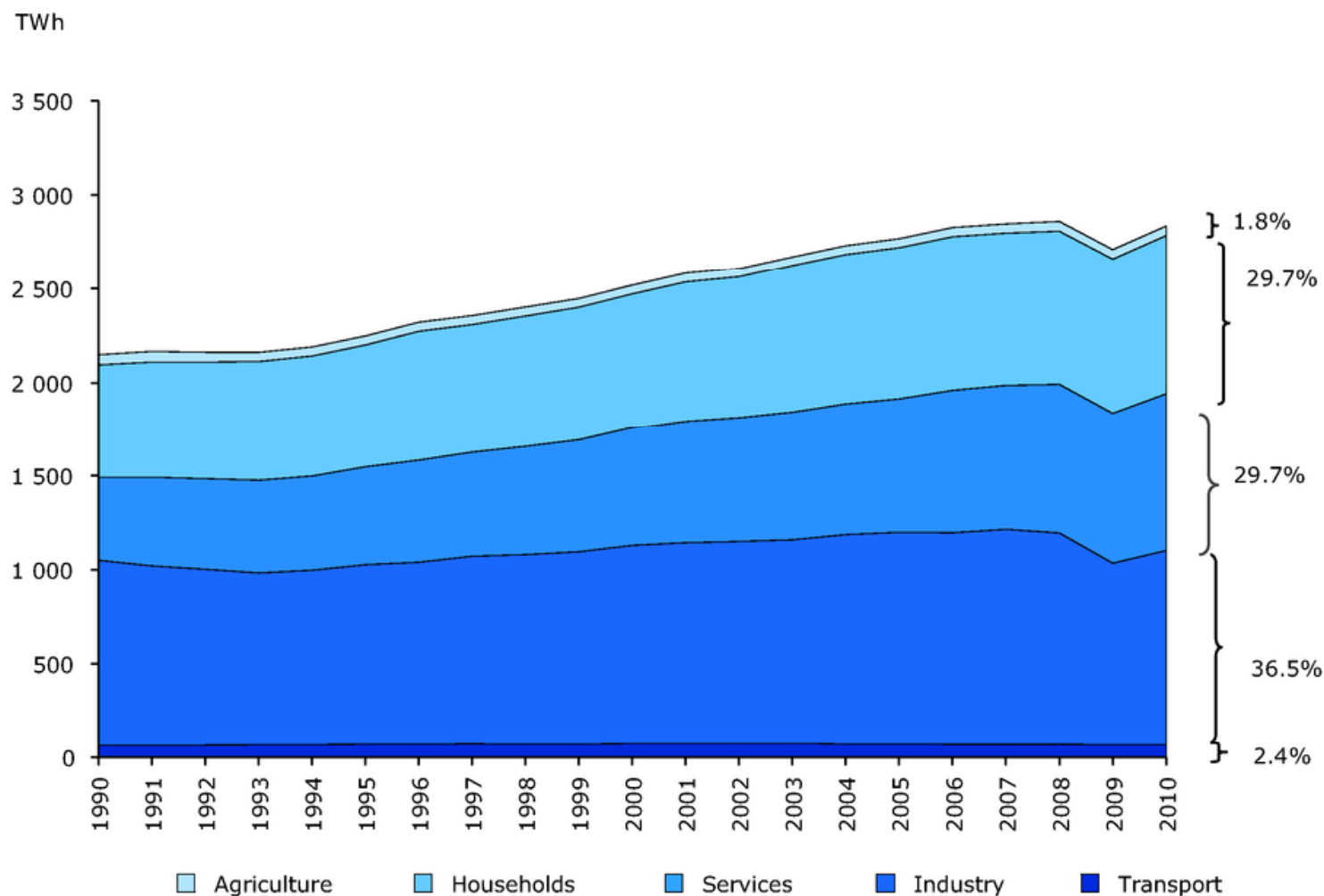
EU -27 proizvodnja električne energije glede na izvor, 2011



http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Electricity_production_and_supply_statistics



Poraba električne energije pri končnih uporabnikih



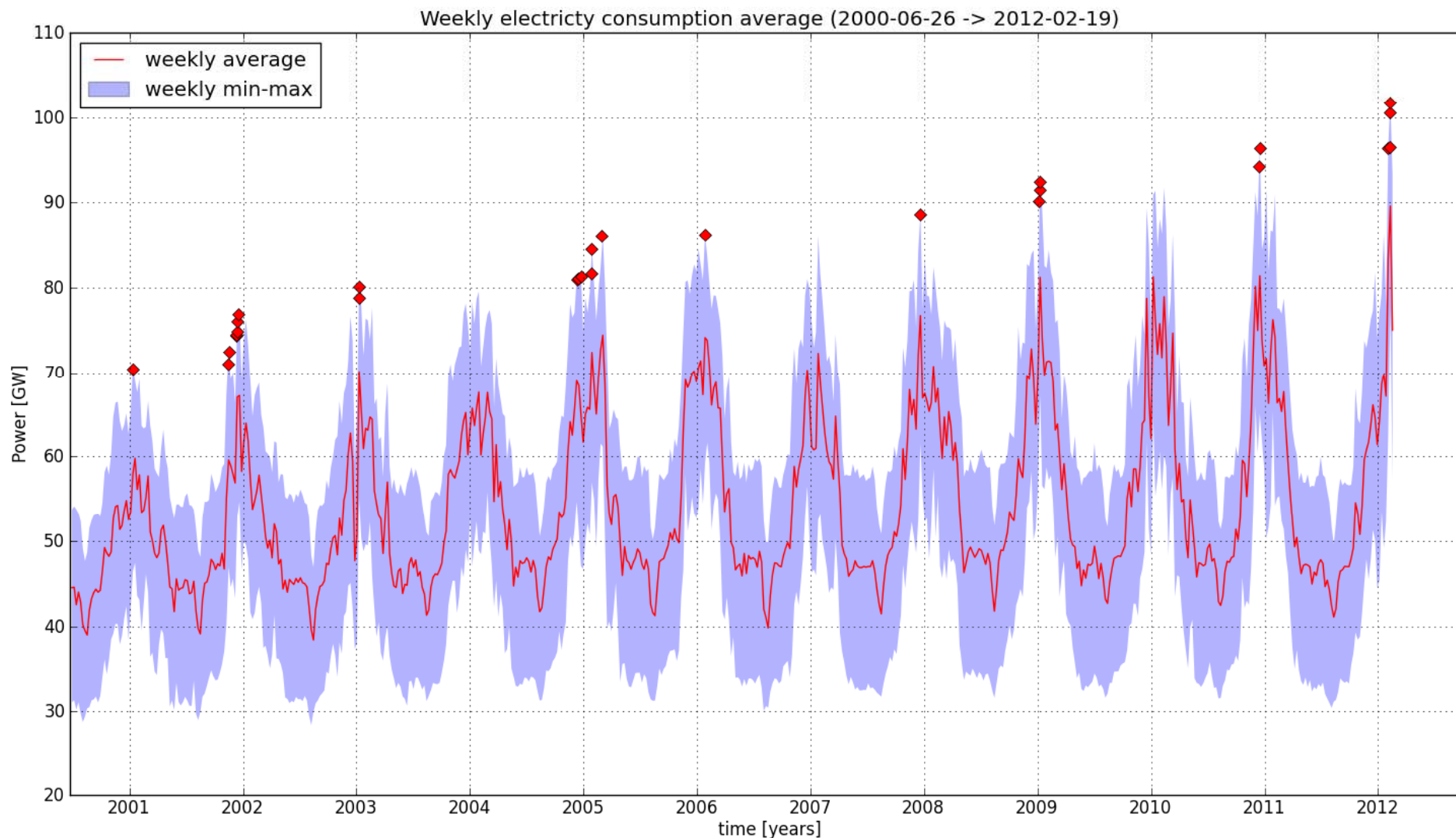


Napovedovanje električne energije

- Napovedovanje električne energije je kompleksen matematični problem.
- Da zagotovimo zadovoljivo natančnost napovedi, je potrebno upoštevati številne dejavnike.
- Med najpomembnejše dejavnike, ki jih pri napovedovanju velja upoštevati, sodijo:
 - **koledarski podatki:** del dneva, dan v tednu, prazniki, mostovi med prazniki, šolske počitnice, zimski oziroma poletni čas, itd.
 - **vremenski in drugi meteorološki podatki:** temperatura, sončno obsevanje, trajanje sončne svetlobe, relativna vlažnost, hitrost vetra, količina padavin, itd.
 - **ekonomski dejavniki:** gospodarske razmere, ekonomska rast, dejavnost podjetja, proizvodni plan podjetja, itd.



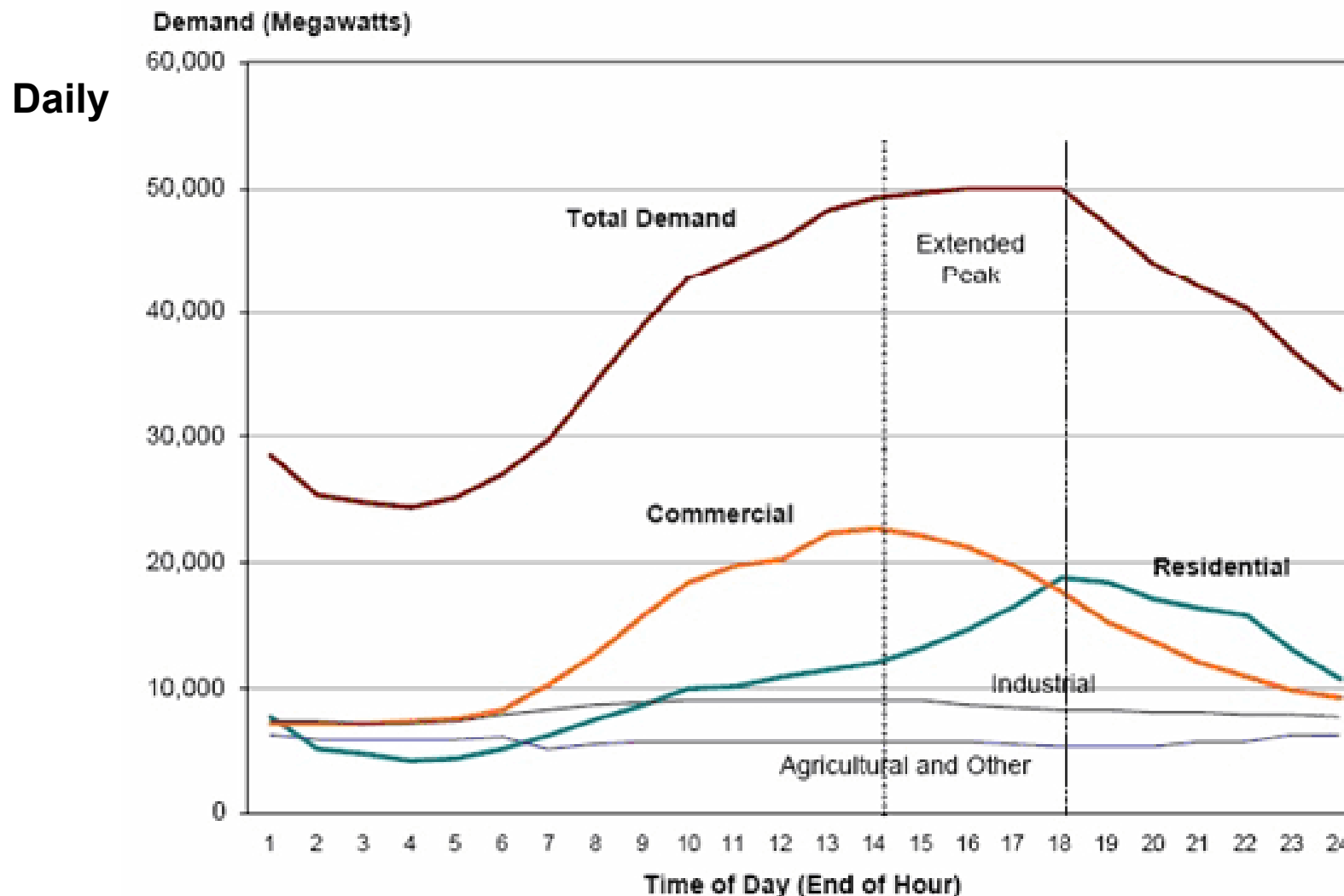
Tedenska poraba električne energije v Franciji



<http://blog.xn--ole-9la.net/electricity-consumption-peaks/>



Vzorci dnevne porabe električne energije





Napovedovanje električne energije

- Izbira ustrezne modelirne metode je odvisna od obdobja, za katerega želimo napoved izvesti.
- Glede na dolžino intervala napovedovanja razlikujemo tri vrste napovedi:
 - **kratkoročna napoved**, ki jo pogosto imenujemo tudi urna napoved. Taka napoved naj bi bila veljavna za obdobje od nekaj ur do nekaj tednov in je pomembna pri izvajanju rednih dnevnih aktivnosti ponudnika električne energije.
 - **srednjeročna napoved**, ki ji pravimo tudi mesečna napoved. Le-ta naj bi bila veljavna za obdobje od nekaj tednov do nekaj mesecev ali celo let.
 - **dolgoročna** ali letna **napoved**, ki mora biti veljavna za obdobje več let (od 5 do celo 25).



Metode in tehnike za modeliranje

- V strokovni literaturi lahko zasledimo številne metode in tehnike, ki so se na področju napovedovanja porabe električne energije uveljavile.
- Zasledimo lahko številne različne klasifikacije in kategorizacije modelirnih metod kot na primer:
 - **Avtonomni modeli** - skušajo potek porabe električne energije v prihodnosti povezati s proučevanjem porabe v preteklosti. V to kategorijo spadajo različne statistične metode in socio-ekonomski modeli.
 - **Pogojni modeli** - skušajo gibanje porabe električne energije napovedati glede na druge, predvsem ekonomske indikatorje. Sem uvrščamo različne ekonometrične in mikro-analitske modele.
- Nekateri avtorji podajajo celovit pregled uporabnih metod (glej npr., Al-Alawi and Islam, 1996; Kandil, El-Debeiky and Hasanien, 2001; Alfares and Nazeeruddin, 2002; Fisher, 2010).



Metode in tehnike za modeliranje

- Metode, ki so se po našem mnenju v praksi najbolj uveljavile, so naslednje
 - Analogna metoda
 - Statistične metode
 - Druge metode
- Izbira ustrezne metode je odvisna od razpoložljivosti podatkov iz preteklosti, od dolžine intervala napovedovanja ter od želene natančnosti.
- Pogosto uveljavljen pristop je tudi ta, da uporabimo več metod ter primerjamo rezultate, kar omogoča bolj natančne napovedi.



Analogna metoda

- To je ročna metoda, kjer analitik v bazi podatkov iz preteklosti išče situacijo, ki je najbolj podobna tisti, za katero želi podati napoved.
- Definiramo množico vplivnih dejavnikov, na podlagi katerih odločamo, kateri podatki iz preteklosti bodo uporabljeni pri ocenjevanju vrednosti ciljne spremenljivke – napovedi.
- **Prednosti:**
 - razumljivost in enostavnost za izvedbo
 - dobljenih rezultatov ni težko interpretirati
- **Pomanjkljivosti:**
 - Izvedba lahko postane precej zahtevna, če se število vplivnih dejavnikov povečuje
 - v primeru, ko v bazi podatkov ne najdemo ustrezne sorodne situacije, napovedi ne moremo podati



Statistični modeli

- Statistične modele definiramo na podlagi »učenja« na podatkih iz preteklosti.
- Potrebujemo ustrezno bazo podatkov o dejanskih vrednosti porabe kakor tudi pripadajočih napovedanih vrednosti.
- Ugotoviti je potrebno, v kolikšni meri se dejanske pretekle vrednosti razlikujejo od pričakovanih ter to popisati z ustreznim matematičnim modelom.
- Metode:
 - Linerana regresija
 - Multivariatni prilagodljivi regresijski zlepci (MARS)
 - Časovne vrste (AR, ARMA, ARIMA)



Statistični modeli

- **Linearna regresija**

- Predvideva linearno oziroma vsa odsekoma linearno odvisnost porabe od vplivnih dejavnikov.

- **MARS**

- Razdeli množico podatkov iz preteklosti na disjunktne podmnožice, nato pa za vsako podmnožico postavi enostaven model tako, da je skupna rešitev zvezna tudi v mejah med podmnožicami.
- Modeli posameznih podmnožic so zapisani kot multivariatni polinomi.



Statistični modeli

• Časovne vrste

- Obnašanje ciljne spremenljivke v prihodnosti določimo na podlagi njenih preteklih vrednosti.
- Glavna prednost je v tem, da ni potrebno zbirati podatkov o vrednosti vplivnih dejavnikov, pač pa popolnoma zadošča že beleženje dejanskih vrednosti ciljne spremenljivke.



Druge metode

- Metode v tej kategoriji običajno spadajo na področje umetne inteligence in ekspertnih sistemov.
- Metode
 - Umetne nevronske mreže
 - Učenje s podpornimi vektorji
 - Genetski algoritmi
 - Mehka logika
 - Ekspertni sistemi



Druge metode

• Umetne nevronske mreže

- Modelirajo se po poenostavljenem principu delovanja človeških možganov.
- Mreža se »uči« na podlagi izpostavljanja različnim situacijam.
- NN predstavljajo multi-variatno, nelinearno, neparametrično regresijsko metodo.
- Metode NN so postale referenčne metode v energetske sektorju.



Druge metode

- **Učenje s podpornimi vektorji**

- Je nadzirano učenje z asociativnimi učnimi algoritmi, ki analizirajo podatke in razpoznavajo vzorce, kar se potem uporablja za klasifikacijo in regresijsko analizo.

- **Genetski algoritmi**

- Robustni in stohastični iskalni algoritmi, primerni za reševanje raznovrstnih problemov.
- Delujejo na osnovi mehanizma naravne selekcije in naravne genetike, ki združuje pojme obstanka najmočnejšega, naključnega in hkrati strukturiranega iskanja ter paralelne evalvacije rešitev v iskalnem prostoru.



Druge metode

- **Mehka logika**

- So sistemi, ki temeljijo na pravili, v katerih niz t.i. mehkih pravil predstavlja odločitveni mehanizem glede na določene vhodne podatke.

- **Ekspertni sistemi**

- So računalniški sistemi, ki posnemajo proces odločanja pri ekspertu.
- Načrtovani so za reševanje kompleksnih problemov s sklepanjem iz ekspertnega znanja in ne s sledenjem algoritmu.



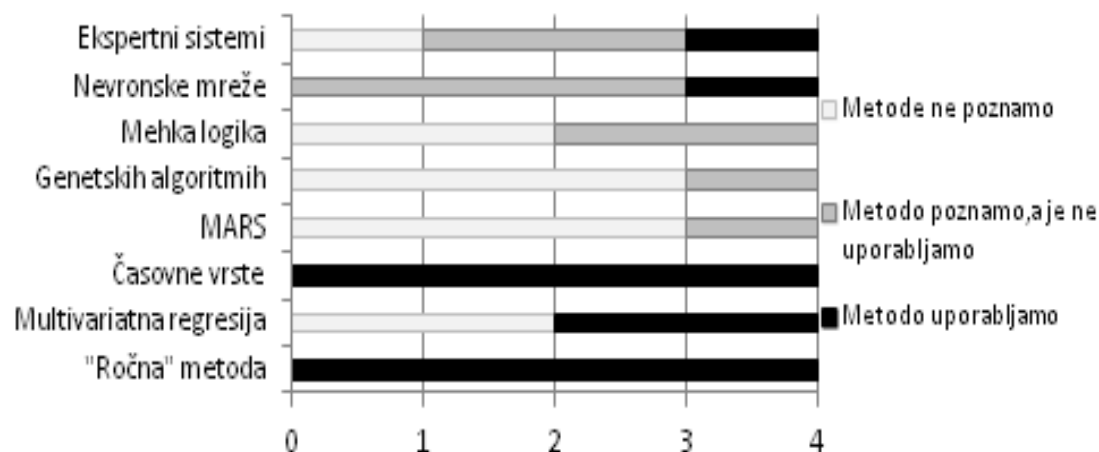
Napovedovanje električne energije v Sloveniji

- Izvedli smo elektronsko raziskavo med 8 ponudniki električne energije v Sloveniji.
- Glavna vprašanja so bila osredotočena na to, katere vrste napovedi izvajajo in katere metode ter programske pakete uporabljajo za samo napovedovanje.
- Odziv je bil pod pričakovanji – anketni vprašalnik so oddali le 4 slovenski ponudniki električne energije.
- Razlog za slabo odzivnost gre najbrž iskati v internih politikah posameznih podjetij, ki omejujejo razširjanje notranjega znanja, širjenje internih informacij, izkušenj in znanja.

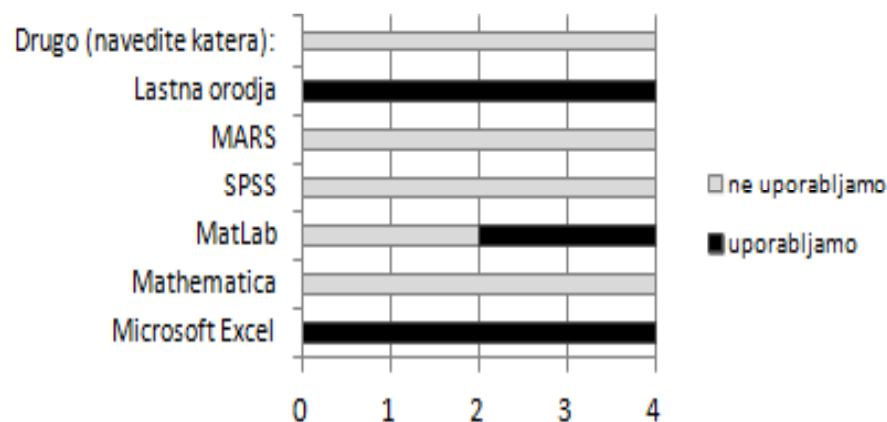


Napovedovanje električne energije v Sloveniji

Katerih metod za napovedovanje se poslužujete v vašem podjetju?



Katera programska orodja uporabljate za napovedi?





Zaključek

- Napovedovanje porabe električne energije predstavlja enega od glavnih stebrov zagotavljanja ekonomsko optimalnega kakor tudi varnega in zanesljivega delovanja sistema oskrbe z električno energijo.
- V literaturi lahko najdemo številne metode in tehnike, ki so se na tem področju izkazale kot uporabne.
- V prispevku smo predstavili nekaj metod, ki so se glede na izsledke v literaturi najbolj uveljavile v praksi. Opisali smo analogno metodo, statistične metode in druge metode.
- Za doseganje boljše točnosti se v praksi pogosto uporablja kombinacija več različnih metod.
- Izbira ustrezne metode je odvisna od specifik obravnavanega elektrodistribucijskega sistema, predvsem pa od kakovosti in razpoložljivosti podatkov o porabi v preteklosti.



Zaključek

- Izvedli smo raziskavo na slovenskem tržišču z električno energijo.
- Čeprav je bil odziv nekoliko skromen, dobljeni rezultati nakazujejo, da se sodobne kvantitativne metode za napovedovanje električne energije v Sloveniji še niso povsem uveljavile.
- Slednja ugotovitev zagotovo odpira priložnosti za nadaljnje raziskovalno delo na tem področju.



Hvala za vašo pozornost !

Vprašanja?

Pripombe?

Predlogi?

petra.sparl@fov.uni-mb.si

davorin.kofjac@fov.uni-mb.si

alenska.brezavscek@fov.uni-mb.si

