

Projekt4:

Analiza zamašenosti elementov omrežja za namen napovedovanja cene električne energije v srednje zahodni Evropski regiji

Uvod

Električna energija ni običajna dobrina. Od običajnih dobrin se razlikuje v tem, da jo je težko shranjevati. Temu primerno je razpoložljiva shranjevalna kapaciteta relativno majhna, v primerjavi z odjemom na večini trgov.

Iz zgornjega dejstva izhaja unikatna zasnova trgov električne energije, ki temeljijo na načelu optimizacije izravnavanja proizvodnje in odjema. V primeru neuravnoteženosti omrežja namreč lahko pride do izpada električne energije na širših območjih, kar pa se običajno prevede v visoko družbeno in materialno škodo.

Trgovanje z električno energijo se v smislu oddaljenosti od dospelosti produkta prične na trgu s terminskimi posli (*forward/futures market*). Nato sledijo dnevni trg (*day-ahead market*), znotraj dnevnega trga (*intraday market*) in nazadnje še izravnalni trg (*balancing market*).

Za namen te naloge se osredotočimo na dnevni trg, na katerem udeleženci sklepajo posle (kupujejo ali prodajajo električno energijo) z dospelostjo v začetku prihodnjega dneva. Cena vsake ure prihodnjega dne se določi na avkciji, na kateri proizvajalci in porabniki oddajo svoje ponudbe oziroma povpraševanja na urni resoluciji¹. Cena dnevnega produkta je enaka povprečju urnih cen, določenih na dnevni avkciji.

Z namenom maksimizacije družbene blaginje večina dnevnih trgov v Evropi, v procesu določanja cene električne energije in optimizacije tokov med trgi, uporablja eno od metod spajanja trgov (*market coupling*, *kratko MC*). Na Evropskih trgih sta prisotna dva tipa spajanja trgov. Prvi temelji na optimizaciji tokov na podlagi razpoložljivih prenosnih kapacitet med posameznimi trgi (*Net transfer capacity based market coupling*), drugi pa na podlagi obremenjenosti ključnih elementov prenosnega omrežja (*Flow-based market coupling*, *kratko FBMC*).²

V regiji srednje zahodne Evrope (*Central Western Europe*, *kratko CWE*) se od leta 2015 cene na dnevnem trgu oblikujejo s pomočjo *FBMC*. V nalogi boste raziskovali nekatere zakonitosti, ki veljajo na dnevnih trgih *CWE*.

¹ Primer: Dnevni trg električne energije v Sloveniji organizira borza BSP (<https://www.bsp-southpool.com/day-ahead-market.html>). Več o načinu določanja cen in organizaciji samega trga si lahko preberete na povezavah na njihovi spletni strani.

² Primer ključnega elementa prenosnega omrežja je posamezni daljnovod. V primerjavi z *NTC-based MC* gre torej pri *FBMC* za bolj sofisticirano obliko tega pristopa.

Podatki

Podatke najdete v 2 ločenih .csv datotekah.

Časovno obdobje podatkov: 15.9.2021 - 5.11.2021

Podatki so v lokalnem času (CET/CEST). V nalogi uporabite le časovno obdobje od 20.9. do vključno 31.10.2021.

Atributi:

- ID; ključ vnosa posamezne *PTDF* vrednosti, vezane na določen časovni interval,
- Name; ime elementa omrežja,
- mkt; *PTDF* (Power transmission distribution factor) vrednosti za posamezni trg (AT=Avstrija, BE=Belgija, DE=Nemčija, FR=Francija, NL=Nizozemska, CH=Švica, CZ=Češka),
- RAM; *RAM* (Remaining available margin) vrednost,
- NP_mkt; NP trga mkt.

Element omrežja lahko pripada posameznemu trgu ali dvema trgovoma hkrati (v primeru, da jih povezuje). To se da razbrati iz niza kratic v oglatih oklepajih na začetku niza Name. Prva od dveh kratic označuje trg na katerem leži začetna točka elementa, druga pa trg na katerem leži končna točka elementa. Element omrežja je del trga, kadar na njem leži vsaj ena izmed dveh točk.

Nemški trg se deli na cone. Cone so označene s črko D, ki ji sledi številka. V tej nalogi lahko cone ignorirate. Oznako [D4-D3] torej berite kot [DE-DE].

Češka in Švica nista del *CWE*, zato iz podatkov odstranite vse elemente omrežja, ki so del vsaj enega od teh dveh trgov.

Vrstice, v katerih se polje Name ne začne z znakom 'I' označujejo elemente, ki so del visokonapetostne direktne napeljave med Nemčijo in Belgijo. Del povezave, ki leži v Belgiji je označen s kratico *ALBE*, Nemški del pa s kratico *ALDE*. V *FBMC* modelu imata konca povezave, zaradi vpliva na celoten *CWE* sistem, vsak svojo NP. Pripadajoči elementi te povezave imajo svoje *PTDF* vrednosti. *ALBE* in *ALDE* tretirajte kot ločena trga (ne kot del Belgije in Nemčije).

Če med podatki obstajajo vrstice z manjkajočimi ali nesmiselnimi vrednostmi, jih odstranite iz vzorca. Upoštevajte, da *PTDF* vrednosti živijo le na intervalu $[-1,1]$.

NP trga se izraža v megawatt-ih (MW) in je enaka:

- razliki med proizvodnji in porabo posameznega trga ali
- razliki med izvozom in uvozom električne energije iz/v posamezni trg.

Obremenjenost (*congestion*, kratko *c*) elementa *i* ob času *t* je enaka vsoti produktov *PTDF* vrednosti in NP po vseh trgih ob času *t*:

$$C_i^t = \sum_{mkt} PTDF_{i,mkt}^t NP_{i,mkt}^t$$

Če je zamašen vsaj 1 element omrežja, pravimo da je zamašeno celotno omrežje.

V teoriji mora veljati $C_i^t \leq RAM_i^t$ v primeru, ko $C_i^t < RAM_i^t$, omrežje ni zamašeno, ko pa velja $C_i^t =$

RAM_i^t , pa je omrežje zamašeno.

V podatkih boste opazili tudi primere, ko $c_i^t > RAM_i^t$. Takrat predpostavite, da gre za zamašeno omrežje, torej primer tretirajte kot $c_i^t = RAM_i^t$.

Naloga

Odgovorom pripišite komentarje, ki bodo ocenjevalcem omogočali vpogled v vaše razmišljanje.

- Kateri elementi omrežja v opazovanem obdobju najpogosteje in kateri najredkeje povzročajo zamašitve omrežja?
- Kateremu trgu pripada največ in kateremu najmanj elementov, ki najpogosteje povzročajo zamašitve omrežja?
- Ključni cilj tržne analitike, ki nudi podporo trgovcem na dnevnem trgu, je napovedovanje cene električne energije za naslednji dan. Pomagajte tržnim analitikom pri napovedovanju dnevne cene in izdelajte model za napovedovanje (ne)zamašenosti omrežja (kot binarne spremenljivke) v odvisnosti od NP . Kot dodatne pojasnjevalne spremenljivke lahko uporabite podatke o uri ali dnevu. Podrobneje komentirajte izbor uporabljenih pristopov in napovedno moč modela.

Končno poročilo pošljite na naslove: jus.pogacar@gen-i.si (mentor), kristian.snekvik@gen-i.si (mentor) in lev.prislan@gen-i.si.

OPOMBA: Podatki so last in posledično poslovna skrivnost družbe Gen-I, d.o.o!