

Analiza vpliva množične uporabe električnih vozil na Elektro-energetska omrežja

Simon Lisec, simon@edata.si

Povzetek

1. Uvod

Vozila na električni pogon bodo v bližnji prihodnosti zamenjala sedanja vozila na fosilni pogon. Zanima nas kako bi množična uporaba tovrstnih vozil vplivala na distribucijska električna omrežja. Smernice razvoja električne mobilne industrije nakazujejo v prihodnje množičnost uporabe vozil na električne pogon za določene primere uporabe. Električna vozila bodo na začetku predvsem menjala manjše mestne avtomobile in mestne skuterje. Močan vpliv pa bo tudi na vozilih na ročni pogon kot so kolesa in skiroji.

2. Opredelitev problema

Na eni vrsti razpolagamo z tehničnimi podatki posameznih električnih vozil. Vrste vozil so električna kolesa, električni skuterji oz. motorji in električni avtomobili. Razpolagamo tudi z podatki o moči distribucijskih električnih omrežij, o številu gospodinjskih odjemalcev na posameznem področju, ne poznamo pa števila oseb v posameznih gospodinjstvih in gibalnih navad ljudi. Za pridobitev tovrstnih podatkov pa smo izvedli anketo enega mestnega predela v srednje velikem slovenskem mestu. Anketa je zajemala 500 gospodinjstev, 280 gospodinjstev pa je anketo tudi vrnilo.

Poskušali bomo najti odgovore na naslednji vprašanji:

1. Kdaj se pričakuje največja obremenitev omrežja zaradi polnjenja baterij v vozilih ?
2. Kakšne vrste gospodinjstev razmišljajo o zamenjavah in kaj so primarna vozila, ki jih želijo zamenjati ?

Pridobljeno znanje pomeni veliko dodano vrednost k bolj zanesljivi analizi pri ugotavljanju, kdaj bo naše električno omrežje postalo prešibko za uporabniške potrebe in ali bi vpliv na navade uporabnikov vplival tudi na zasedenost virov električnega omrežja ?

Na definiran problem vplivajo trije ključni dejavniki:

1. Vrste transformatorskih postaj,
2. Navade uporabnikov,
3. Tehnične karakteristike vozil.

Poznamo pa tudi nekaj posrednih vplivnih dejavnikov, ti pa so prodajni paketi energije, cena električne energije, cena vozil in možnost nadzora in upravljanja nad porabniki energije v gospodinjstvih.

Na razpolago imamo točne podatke o distribucijskem omrežju in o transformatorskih postajah. Za vsako transformatorsko postajo tudi vemo, koliko gospodinjstev streže.

Zadovoljive podatke imamo tudi na področju tehničnih karakteristik električnih vozil. Za te podatke je potrebno vedeti, da bo tehnologije na tem področju napredovala in se bo optimizacija še povečala, kar pozitivno vpliva na model. Na drugi strani pa se

Analiza vpliva množične uporabe električnih vozil na elektro energetska omrežje

lahko pojavijo nove vrste vozil, ki lahko negativno vplivajo na opredeljen model.

Zadnji ključni dejavnik pa je obdelava podatkov analize navad uporabnikov oz. gospodinjstev. Te podatke smo pridobili s pomočjo ankete uporabnikov. Podatki so verodostojni za obdelavo podatkov na anketiranem področju. Ne smemo pa enostavno posplošiti rezultatov ankete na področje celotnega območja, na področje celotne države. Obstajajo demografsko ogrožena področja, nadstandardne stanovanjske soseske, urbana in manj urbana središča, industrijsko močna območja in popolna spalna področja. Z rezultati ankete moramo biti zelo previdni, ker lahko ob nerazumevanju in poenostavitvah močno vplivajo na investicije elektro distributerjev.

Iz analize podatkov se pričakuje smernice za strateško odločanje investicij v naslednjih letih na distribucijskem električnem omrežju.

3. Podatki

Razpolagamo z različnimi podatki, ki vplivajo na naš model. Kot prvo si pogledjmo podatke o transformatorskih postajah.

Transformatorske postaje (TP):

V primeru podatkov o posameznih TP imamo na razpolago podatke v naslednji tabeli:

Tip	Faktor (nx)	Moč	Enota (nVA)
-----	-------------	-----	-------------

- Tip; vrsta transformatorske postaje, v primeru seminarske naloge razpolagamo z eno od možnih vrst in možno zamenjavo, če le ta postane prešibka,
- Faktor; podatek nam pomeni mnogokratnik podatka o moči TP
- Moč; podatke navaja moč posamezne TP. Tabela nam prikazuje tudi možne zamenjave

TP v primerih, da postanejo prešibke ob določenih predpostavkah.

- Enota; v atributu enota se uporabljajo različne velikosti izražene v kilo Volt Amperih in mega Volt Amperih.

Paketi:

Pri podatkih o poslovnih paketih med katerimi uporabniki lahko izbirajo imamo na razpolago osnovne attribute:

Paketi	Moč	Enota
--------	-----	-------

- Paketi; na razpolago imamo le tri različne prodajne pakete električne energije in sicer Osnovni paket, Standardni paket in Pametni paket.
- Moč; atribut moč nam poda informacijo o moči energije, ki jo uporabnik lahko v določenem trenutku uporabi.

Vkolikor pride do prekoračitve moči porabe nad močjo paketa pride do neljube situacije odpovedi glavne varovalke. V tem primeru pride do motenja z oskrbo gospodinjstva z električno energijo. Pride tudi do nezadovoljstva uporabnikov, čeprav je razlog odpovedi delovanje uporabnika samega, s tem pa pride tudi do poslabšanja ugleda elektro podjetja.

- Enota; podatki o enoti nam podajajo informacijo o pravi moči porabe energije v kiloWat-ih (na primer 3 kW, 10kW, ...)

Vozila:

Podatki o vozilih so zelo pomembni saj nam predstavljajo osnovne informacije za vse nadaljnje kalkulacije. Pri presojanju verodostojnosti modelov za vozila se je potrebno zavedati, da je potrebno podatke osveževati z novimi vozili. Pogledjmo si pomembne attribute o vozilih:

Analiza vpliva množične uporabe električnih vozil na elektro energetska omrežje

vozilo_id	tip	moč	baterija	polnitev	čas
obremenitev	max_hitrost	domet	osebe	cena	

- vozilo_id; enolična označba vozila,
- tip; tip nam podaja vrsto vozila za katerega imamo ustrezne podatke,

Ločujemo med osebnimi avtomobili, motorji, skuterji, skiroji in kolesi z motorjem. Vsako vozilo je uporabljeno v gospodinjstvih za različne namene. Pomembnost podatkov je v razumevanju, da električna vozila ne zamenjujejo le vozil na fosilna goriva ampak so dodaten vir energije tudi za vozila na nožni pogon, kot so kolesa in skiroji.

- moč; moč vozila izražena v Watt-ih
- baterija; kapaciteta vgrajene bateriji v vozilo.
- polnitev; polnitev nam podaja informacijo o nazivni moči, ki se uporablja za polnitev baterije.
- čas; polnitev nam podaja informacijo o času polnitve popolnoma prazne baterije do polne kapacitete.

Podatek čas nam služi pri analizi, koliko časa lahko pričakujemo obremenitev našega omrežja. Prav tako je pomemben podatek tudi čas pričetka polnjenja, ki pa je pridobljen s pomočjo ankete uporabnikov.

- Obremenitev nam pove največjo težo s katero lahko obremenimo vozilo. Teža zajema osebe in prtljago oz. tovor.
- max_hitrost; podatek nam pove maksimalno hitrost, ki jo vozilo lahko razvije.
- domet nam pove kakšno razdaljo lahko prevozimo z polno obremenjenim vozilom in potovalno hitrostjo z energijo shranjeno v bateriji brez polnitev.

- osebe; število oseb, ki jih lahko vozilo prepelje.

Pri nekaterih vozilih je število oseb korelirano z podatkom obremenitve, pri nekaterih pa korelacija ne obstaja, ker vozilo poleg potnikov lahko pelje tudi tovor. Število oseb je korelirano z obremenitvijo pri vozilih, ki poleg sedežev nimajo dodatnega prostora za prtljago in ne omogočajo prevoza prtljage oz. tovara.

- cena; trenutna maloprodajna cena vozila na slovenskem trgu.

Cena vozila je ključni dejavnik pri odločanju kupcev o nakupu vozila.

Polnjenje baterije, ki vpliva na obremenitev električnega omrežja je zelo odvisno od naslednjih dejavnikov:

1. nazivna moč polnjenja na našem omrežju
2. čas pričetka polnjenja in trajanje polnjenja
3. kapaciteta in število vgrajenih baterij.

Uporabniki:

Podatke o uporabnikih potrebujemo zaradi korelacije naslovov uporabnikov in pripadajoče transformatorske postaje. V podatkovni bazi o uporabnikih se nahajajo podatki o:

Id_up	Priimek	Ime	Naslov	Pošta	Prejemnik računa
-------	---------	-----	--------	-------	------------------

- Priimek; podatek o priimku uporabnika,
- Ime; podatek o imenu uporabnika,
- Naslov; naslov gospodinjstva,
- Pošta; podatek o poštni številki nam služi za prvo sinhronizacijo med uporabniki in transformatorskimi postajami,
- Prejemnik računa; podatek, kam naj se pošlje izstavljenе fakture, če lastnik stanovanja nima ne prebiva na tem naslovu

Analiza vpliva množične uporabe električnih vozil na elektro energetska omrežje

V našem primeru smo anketo izvedli le na gospodinjskih točno določene transformatorske postaje zato nam podatki o uporabnikih ne koristijo pri našem pridobivanju odgovorov na zastavljena vprašanja.

Anketa:

S pomočjo ankete smo pridobili statistične podatke o uporabnikih, ki jih nujno potrebujemo za naš model. S pomočjo ankete smo pridobili podatke o:

Anketiranec	Priimek	Ime	Naslov	št_oseb
avto	št_avto	av1_prih	av2_prih	av3_prih
motor	št_moto	mo1_prih	mo2_prih	št_otrok
Št_koles	skiro	zamenjati	novo1	novo2
	novo3	opombe		

- Anketiranec; enoumna označba uporabnikov,
- Priimek, Ime, Naslov so podatki o uporabniku.

Podatkov o uporabnikih v seminarski nalogi ne bom uporabil zaradi zakona v varovanju osebnih podatkov. Za modeliranje in analize, ki jih potrebujemo izvesti ti podatki tudi niso pomembni in jih lahko zanemarimo.

- št_oseb; podatek o številu oseb v gospodinjstvu,
- avto; podatek ali imajo v gospodinjstvu avtomobil,
- št_avto; število avtomobilov v gospodinjstvu,
- av1_prih, av2_prih, av3_prih; ura prihoda avtomobilov domov,
- motor; podatek ali imajo v gospodinjstvu motor,
- št.moto, število motorjev v gospodinjstvu (motorji in skuterji)
- m1_prih, mo2_prih; ura prihoda motorjev domov,
- št_otrok; število otrok v gospodinjstvu (nepolnoletne osebe),

- št_koles; število koles v gospodinjstvu,
- zamenjati; ali so v gospodinjstvu pripravljeni zamenjati kakšno vozilo za vozilo na el. pogon,
- novo1, novo2, novo3; so podatki katere vrste vozilo bi najprej menjali,
- opombe; razno.

4. Metoda dela

Ključni postopek je bilo pridobivanje podatkov, ki jih je bilo potrebno pridobiti s pomočjo ankete. Ključni podatki so podatki o navadah in obnašanju uporabnikov glede na komercialne ponudbe vozil na trgu in ponudbe paketov ponudnikov električne energije. Potrebno je upoštevati dejstvo, da je tehnologija v sami začetni fazi in je razvoj električnih vozil v polnem razmahu. Ključno bo osveževanje podatkov vozil, ki bodo med najboljše prodajanimi modeli na našem trgu.

Podatke je bilo potrebno normalizirati in izločiti odvečne oz. nepomembne podatke, ki bi lahko le zavajali pri iskanju odgovorov. Uporabil sem postopke standardne deviacije, kjer sem izločil 15 % najbolj čudnih odgovorov anketirancev. Za potrebe iskanja znanj sem uporabil orodje Orange in funkcionalnosti, ki jih le ta omogoča z uporabo »widget«-ov kot so:

- Klasifikacijski modeli (naive Baye, klasifikacijski drevo, C4.5,...)
- Uporabo regresijskega drevesa
- Predikcij
- Vizualizacij podatkov s pomočjo linearne projekcije, porazdelitev in korespondenčne analize.

5. Rezultati

Model je uporaben v praksi, kar nam lepo vizualizira podatke pridobljene z anketo. Lepo je vidna korelacija med številom oseb v gospodinjstvu in

številom vozil, ki jih imajo na razpolago. Pomemben rezultat iskanja v podatkih so tudi informacije o kategorizaciji gospodinjstev, ki že razmišljajo o zamenjavi vozil. Pridobili smo tudi podatke kakšna električna vozila lahko pričakujemo, da se bodo prva masovno pojavila tudi v praksi.

Ugotovil sem da imam pomanjkljive podatke. Manjkajo podatki o pogostosti uporabe posameznih vozil. Za prvo vozilo se lahko predvideva, da je v dnevni uporabi. Kaj pa vsa ostala vozila? Kako pogosto uporabljamo motor, kolesa, skiroje? Brez frekvenca uporabe vozil lahko dobimo napačne predpostavke za naše nadaljnje odločanje.

Problem manjkajočih podatkov, ki sem ga evidentiral pri podatkih so tudi podatki o različnih nazivnih močeh in čas polnjenja vozil. Nikakor pa ne moremo pridobiti podatkov o dejanskih časih polnjenja, ker so zelo odvisni od izpraznjenosti baterij. Zaradi tega sem uporabil maksimalni čas polnjenja, ker nam to pomeni najslabši možni scenarij v praksi.

5. Zaključek

Z metodami iskanja znanj v podatkih smo pridobili nekaj zelo pomembnih informacij za naše nadaljnje delo. Ugotovili smo, da v začetni fazi, dokler bo povprečno v gospodinjstvih v dnevni uporabi le eno električno vozilo z omrežjem ne bomo imeli težav. Problemi z omrežjem pa lahko nastanejo na določenih transformatorskih postajah, kjer se hitro povečuje število gospodinjstev in se pričakuje, da se bo postopoma uporabljalo vse več električnih vozil.

Literatura

Knjige:

Ian H. Witten, Eibe Frank (2005), Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques (Second Edition)

Spletne strani:

Wikipedia (Data analysis), junij 2010, http://en.wikipedia.org/wiki/Data_analysis

Elektro Gorenjska, povprečna poraba energije za gospodinjstva, junij 2010, <http://www.elektro-gorenjska.si/index.php?i=514>,

Društvo za električna vozila Slovenije, junij 2010, <http://www.devs.si/>

SODO, Sistemski operater distribucijskega omrežja z električno energijo, junij 2010,

http://www.sodo.si/porabimo_ucinkovito/raziskava_o_merjenju_stalisc_poslovnih_odjemalcev_ee