

Aplikacija modela marginalnih stroškov na prenosnem omrežju R Slovenije

mag. Djani Brečević, mag. Polona Lajevec,
 Andrej Bučar
 IREET Inštitut za raziskave v energetiki, ekologiji in
 tehnologiji, d.o.o.
 Mencingerjeva 7, Ljubljana
 E-mail: info@ireet.si, tel. 01 429 74 40

Vesna Cic, Slavko Grajfoner
 ELES - Elektro Slovenija
 Vetrinjska 2, Maribor

Povzetek – MARGIS je računalniški model, ki ga je IREET Inštitut razvil skupaj z zunanjimi sodelavci in predstavlja orodje za izračun kratkoročnih in dolgoročnih marginalnih in povprečnih stroškov. Model predstavlja možno podlago za sprejemanje poslovnih odločitev na področju investiranja v prenosno omrežje v Sloveniji, saj obstoječe operativne stroške prenosnega omrežja primerja z oceno teh stroškov po vključitvi predvidenih investicij, pri čemer upošteva sedanje in predvidene pretoke električne energije, ki potekajo po obstoječem in zaradi investicij spremenjenem omrežju. Rezultati modela prikazujejo stroškovne vplive spremenjenih pretokov in spremenjenih operativno-investicijskih stroškov na povprečne stroške prenosnega sistema, poleg tega pa prikazujejo tudi obseg marginalnih stroškov investiranja na kratek in dolgi rok.

I. UVOD

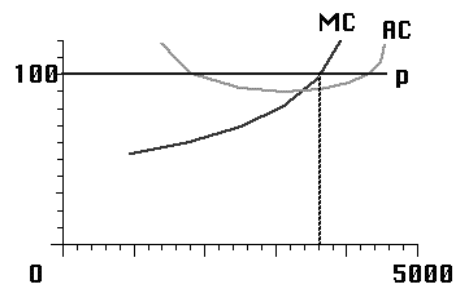
Med pomembnejše spremembe, ki jih Evropska unija uvaja na energetske trg sodi deregulacija trga električne energije. Liberalizacija trga povečuje konkurenčnost na trgu električne energije, poleg pa zahteva ustrezno regulativo tistih dejavnosti, ki so v okviru elektrogospodarstva monopolne. Vsebinska Direktiva 96/92/EC je v večji meri vključena tudi v slovensko energetske zakonodajo.

Energetski zakon (Ur. l. RS št. 79/99 in 8/00) namreč določa, da sta prenos električne energije in upravljanje s prenosnim omrežjem obvezni gospodarski javni službi. Spremljanje njunih aktivnosti je v pristojnosti neodvisne institucije, kar pomeni da Agencija za energijo R Slovenije določa cene prenosa električne energije in cene ostalih storitev vezanih na uporabo prenosnega omrežja.

Izvajalec dejavnosti prenosa je odgovoren za vzdrževanje in razvoj prenosnega omrežja. Vir financiranja javne službe prenosa električne energije predstavlja del cene, ki jo upravljalca prenosnega omrežja zaračunava uporabnikom omrežja in z internim obračunom prenosa na podjetje za prenos električne energije. Ta del cene mora zagotavljati ustrezno stopnjo donosa

gospodarske javne službe za prenos električne energije, pokrivati stroške vzdrževanja prenosnega omrežja ter stroške razvoja omrežja, ki omogoča dolgoročno kakovostno oskrbo z električno energijo brez omejitev.

Stroški razvoja so pogojeni s stroški potrebnih investicij v prenosno omrežje, ki pa so lahko posledica potrebnih večjih prenosnih kapacitet prenosnega omrežja ali večje zanesljivosti oskrbe odjemalcev.



Slika 1: Marginalni in povprečni stroški

Vsaka investicija pa mora ustrezati tudi pogoju upravičenosti same investicije. Ugotavljanje dolgoročnih marginalnih stroškov prenosnega sistema Slovenije pri posamezni investiciji je lahko eden od možnih kriterijev ugotavljanja upravičenosti posameznih investicij v omrežje.

Pri spreminjanju poslovnih odločitev je potrebno upoštevati še nekaj teoretičnih napotkov.

Iz prikazanih krivulj kratkoročnih marginalnih in kratkoročnih povprečnih stroškov na sliki 1 izhaja, da podjetje investira toliko časa, dokler marginalni stroški ne sekajo krivulje povprečnih stroškov, kajti po tej točki začno povprečni stroški naraščati. Do te točke so tudi investicije v omrežje upravičene.

II. OPIS MODELA

Model marginalnih stroškov na prenosnem omrežju R Slovenije - MARGIS je računalniški model za izračun dolgoročnih marginalnih stroškov, ki ga je IREET Inštitut razvil v podporo odločanju pri oblikovanju cene za prenos električne energije na podlagi stroškov poslovanja in konfiguracije omrežja ter novih investicij in pretokov električne energije po omrežju.

Temeljno vodilo modela je, da izračuna dve različni stanji prenosnega omrežja. Osnovno delovanje omrežja temelji na obstoječih stroških ter obstoječih pretokih električne energije. Na spremenjeno delovanje omrežja vplivajo nove investicije v prenosno omrežje in predvideno povečanje pretokov električne energije.

Pri sprejemanju investicijskih odločitev je pomembno poznati učinke investiranja in njihovo ekonomsko učinkovitost. Ena od možnih podlag za poslovno odločanje je sprejemanje odločitev na podlagi izračuna marginalnih stroškov, ki poleg tega dajejo okvir določanja cene za prenos električne energije. Praksa je razvila ustrezne, specifično prilagojene ekonomske modele za izračun raznovrstnih stroškov, ki merijo učinke pričakovanih sprememb na različnih področjih kot so npr.: sprememba povpraševanja, investiranje, idr.

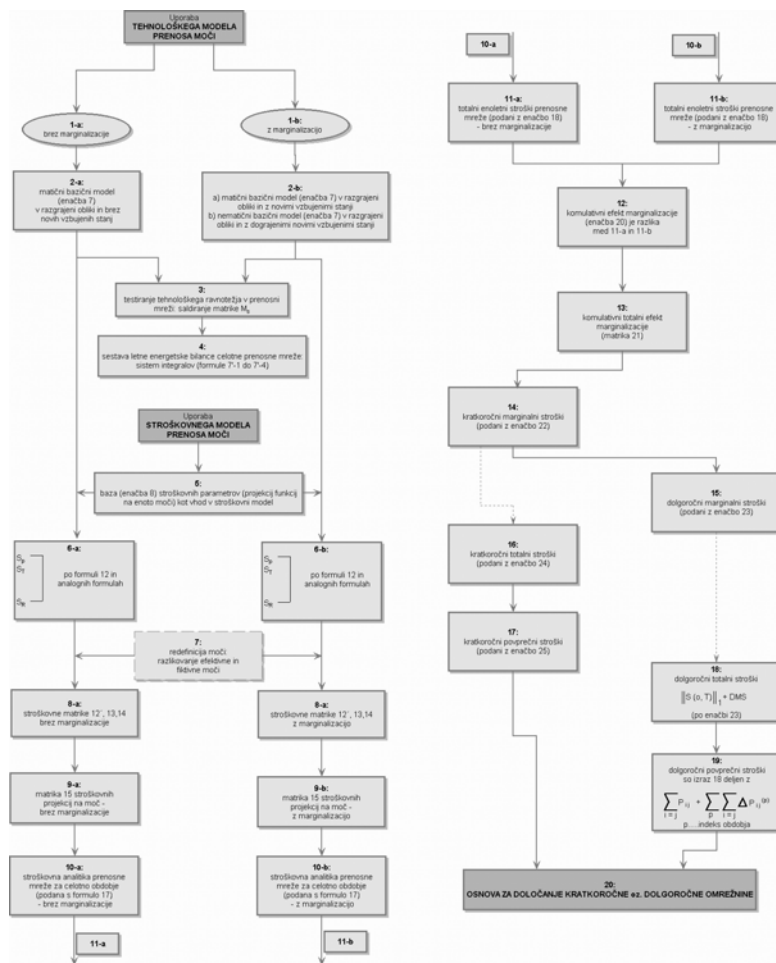
Model MARGIS upošteva večnivojsko strukturo prenosnega omrežja. Izračunava stroške in pretoke za vse tri nivoje osnovnega omrežja in po vključitvi investicij, tudi nove stroške in pretoke na vseh treh

nivojih spremenjenega omrežja. Razlika med obema izračunoma so dodatni stroški, ki nastajajo zaradi investiranja in sprememb v pretokih električne energije, preračunani na enoto dodatne delovne energije pa predstavljajo marginalne stroške, ki nastajajo po različnih nivojih in v celotnem sistemu, prav zaradi investiranja v prenosno omrežje.

Model torej upošteva vrsto vhodnih podatkov, ki zadevajo osnovne in spremenjene stroške sistema, njegovo organizacijsko strukturo, predvidene spremembe v pretokih električne energije, ki izhajajo iz novih investicij in povečanja povpraševanja. Na podlagi teh podatkov in ob podpori matematičnega modela ugotavljamo obseg stroškov investiranja na dodatno enoto prenesene električne energije na kratek rok in v daljšem časovnem obdobju.

Zaradi sezonski nihanj model ločeno obravnava posamezna časovna obdobja znotraj leta in s tem ustrezno vključuje pretoke električne energije.

Obdobje celega leta je v modelu razdeljeno na četrtletja.



Slika 2: Diagram poteka modela MARGIS

Posamezno četrtletje vključuje pretoke električne energije, ki so značilni za naslednja časovna obdobja:

- I. četrtletje (januar – marec);
- II. četrtletje (april – junij);
- III. četrtletje (julij – september);
- IV. četrtletje (oktober – december).

Model delne, četrtletne podatke preračunava v povprečne letne podatke posameznih napetostnih nivojev omrežja in za sistem kot celoto.

Končni rezultati modela prikazujejo:

- absolutno vrednost marginalnih stroškov po četrtletjih in nivojih omrežja (kumulativni totalni efekt marginalizacije);
- kratkoročne marginalne stroške po četrtletjih in nivojih omrežja, ki predstavljajo razmerje med absolutno vrednostjo marginalnih stroškov in razliko v rezidualnih pretokih;
- dolgoročne marginalne stroške, ki so diskontirani kratkoročni marginalni stroški za daljše časovno obdobje;

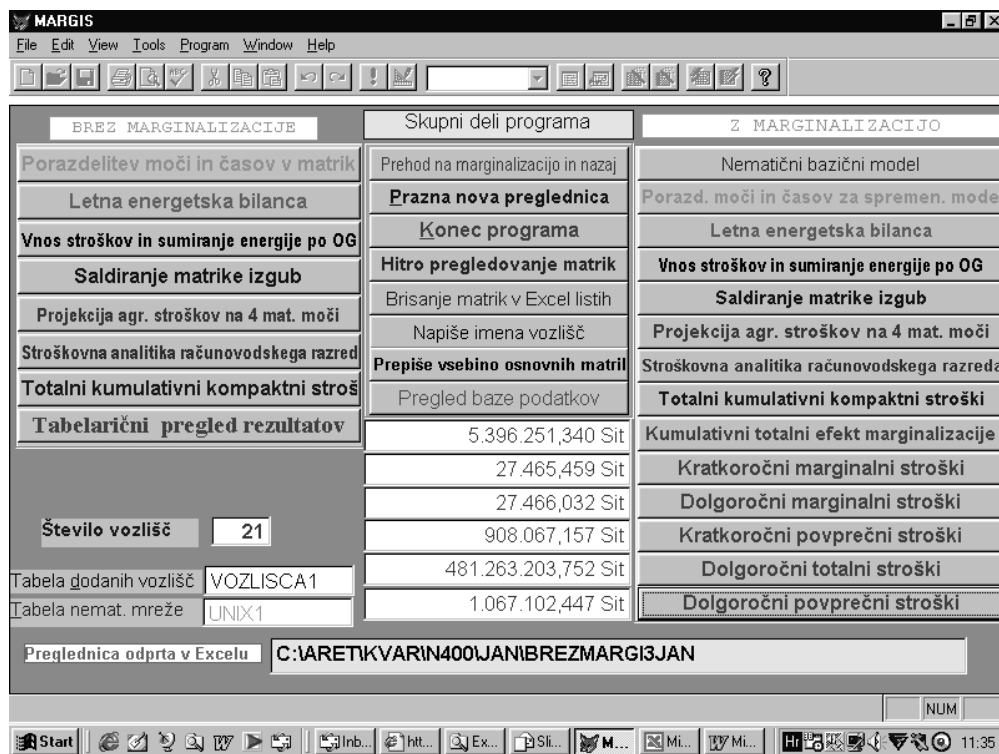
- kratkoročne povprečne stroške, ki predstavljajo obseg celotnih letnih stroškov na enoto residualov;
- dolgoročne stroške sistema, ki poleg osnovnih stroškov prenosnega omrežja vključujejo tudi dolgoročne marginalne stroške;
- dolgoročne povprečne stroške kot razmerje med celotnimi dolgoročnimi stroški in rezidualnimi pretoki električne energije.

A. Algoritem modela

V nadaljevanju je predstavljen algoritem modela za izračun dolgoročnih marginalnih stroškov, ki prikazuje potek izračunavanja stroškov. Diagram poteka in uporabe modela je prikazan na sliki 2.

Na sliki 3 je prikazan osnovni menu modela MARGIS, ki je v osnovi razdeljen na dva dela:

- brez marginalizacije – osnovna mreža;
- z marginalizacijo – spremenjena mreža.



Slika 3: Osnovni menu modela za izračun dolgoročnim marginalnih stroškov – MARGIS

V prvem koraku opravimo razdelitev moči in časov za vsako obdobje in nivo omrežja, ki smo jih preko vmesnika vnesli iz programskega paketa Neplan. Program na podlagi teh podatkov izračuna letne energetske bilance za osnovno in spremenjeno mrežo. V drugem koraku na podlagi pretokov

električne energije izračunamo ponderje, ki veljajo za četrtletje in nivo prenosnega omrežja. Izračunani ponderji so osnova za delitev stroškov. V tretjem koraku vnesemo v model celotne stroške osnovne mreže. Izračunani ponderji razporejajo celotne stroške na ustrezen nivo omrežja in v ustrezno

časovno obdobje. Ko zaključimo z izračuni na osnovni mreži ponovimo postopke tudi za spremenjeno mrežo.

Rezultati, ki merijo razlike v stroških na osnovni in spremenjeni mreži, se izpisujejo na ekranu za vsako obdobje in raven omrežja posebej.

Na podlagi rekapitulacije delnih rezultatov, ki veljajo za posamezne napetostne nivoje v določenem četrtletju, program izračunava povprečne letne podatke po nivojih omrežja in za sistem kot celoto.

III. PRIPRAVA VHODNIH PODATKOV

Pri zajemanju računovodskih podatkov smo upoštevali organiziranost podjetja. Skupne poslovne aktivnosti v ELES-u potekajo preko:

- uprave in upravnih dejavnosti;
- upravljanja prenosnega omrežja;
- prenosa električne energije;
- telekomunikacij;
- izobraževalnega centra.

Posamične poslovne aktivnosti prenosa električne energije se odvijajo na nivoju štirih organizacijskih enot (OG-jev):

- OG 1 Elektroprenos Ljubljana;
- OG 2 Elektroprenos Maribor;
- OG 3 Elektroprenos Podlog;
- OG 4 Elektroprenos Primorska.

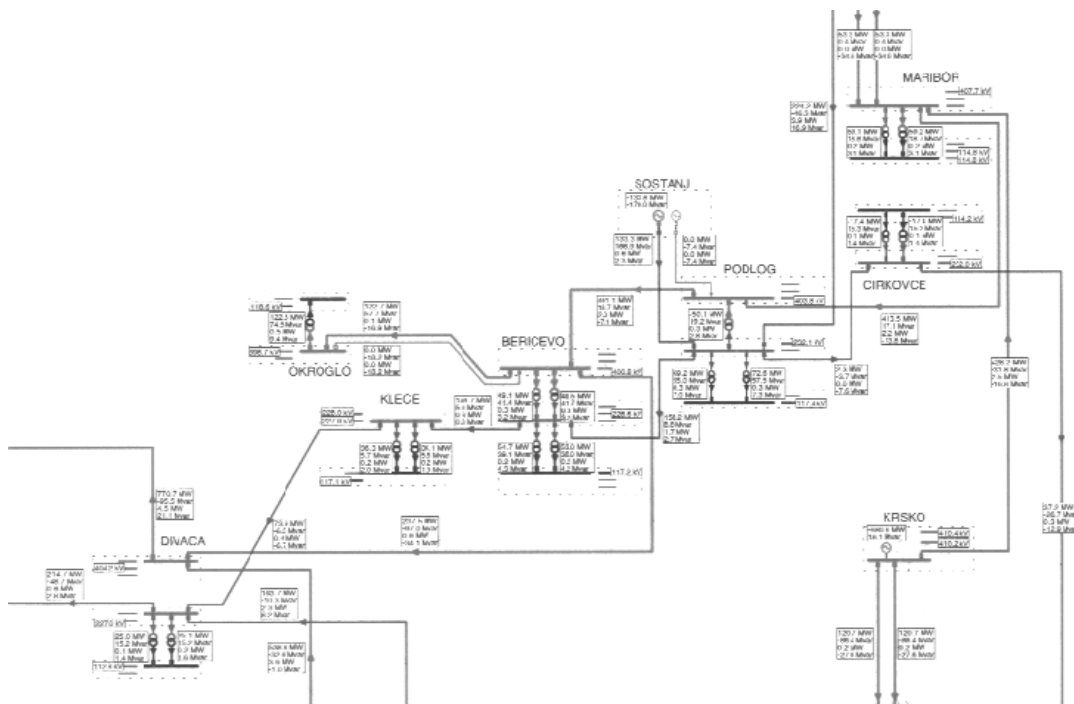
Elektroprenos Primorska združuje oddelke v Novi Gorici, Divači ter vodstvo Primorske in obe področni vodstvi. Poleg navedene organizacijske

spremembe je organizacijska struktura dopolnjena z dodatno organizacijsko enoto OG 5 - Mednarodni prenos.

Pri zajemanju podatkov o prenosnem omrežju smo upoštevali pripadnost razdelilnih transformatorskih postaj - RTP posameznim OG-jem. V okviru tehnološke strukture se vozlišča združujejo na ustrezne RTP-je, le-ti pa v okviru elektroprenosne organizacijske enote.

Pri zajemanju podatkov o pretokih električne energije smo upoštevali:

- vse proizvodne objekte priključene na prenosno omrežje;
- tri - nivojsko napetostno delitev elektroenergetskega prenosnega sistema Slovenije: 400 kV omrežje, 220 kV omrežje in 110 kV omrežje;
- štiri vrste pretokov: pulzne – energija iz proizvodnih objektov, uvoz in transformacija iz višjega na obravnavani napetostni nivo (transformacija iz 400 kV na 220 kV je za 220 kV omrežje pulz), tranzitne – pretoki med ELES-ovimi vozlišči na istem napetostnem nivoju, residualne – odjem distribucijskih podjetij in neposrednih odjemalcev ter transformacija iz obravnavanega na nižji napetostni nivo (transformacija iz 400 kV na 220 kV je za 400 kV omrežje residual), jalove – odjem jalove energije;
- izgube v prenosnem omrežju.



Slika 4: Pretoki po obstoječem 400 kV in 220 kV omrežju – NEPLAN (I. četrtletje)

A. Priprava tehničnih – energetskih podatkov

Tehnični podatki so podatki o pretokih med posameznimi vozlišči prenosnega elektroenergetskega omrežja. Izhodišče za vhodne podatke v MARGIS predstavljajo podatki iz programa NEPLAN, ki za določeno konfiguracijo elektroenergetskega sistema optimira pretoke električne energije. Podatki o pretokih so ločeni po napetostnih nivojih prenosnega omrežja (400 kV, 220 kV in 110 kV).

Ker je s programom NEPLAN možno narediti posnetek trenutnih pretokov, smo simulirali štiri reprezentativna stanja prenosnega omrežja v letu – za vsako posamezno četrletno obdobje. Posamezno četrletje tako vključuje značilnosti pretokov električne energije po prenosnem omrežju znotraj obdobja:

- I. četrletje (januar – marec);
- II. četrletje (april – junij);
- III. četrletje (julij – september);
- IV. četrletje (oktober – december).

Slika 4 prikazuje pretoke električne energije za 400 kV in 220 kV prenosno omrežje za obdobje januar – marec.

Vezni člen med programskim paketom NEPLAN in modelom za izračun dolgoročnih marginalnih stroškov - MARGIS je vmesnik, ki pripravi podatke ustrezne oblike. Na ta način vključimo v MARGIS podatke o pretokih, ki so na podlagi značilnega pretoka moči v posameznem četrletnem obdobju projicirani na celotno četrletno obdobje, ob upoštevanju časa trajanja četrletnega obdobja. Struktura pretokov po napetostnih nivojih omrežja je naslednja:

- 400 kV omrežje: 49,8 %;
- 220 kV omrežje: 18,5 %;
- 110 kV omrežje: 31,7 %.

B. Priprava ekonomskih podatkov

Uporabljeni izhodiščni stroški, ki predstavljajo stroške osnovne mreže prenosnega sistema, so stroški, ki jih je podjetje ELES doseglo v prvem polletju leta 2000. To so stroški za pokrivanje stroškov dela, amortizacije, vzdrževanja, storitev in ostalih stroškov. Poleg tega so v izhodiščne stroške vključeni tudi stroški izgub. Na letni ravni se ti stroški podvojijo.

Med vsemi stroški podjetja predstavljajo dejanski stroški skupnih funkcij okrog 87 % stroškov, operativne organizacijske enote pa porabijo okrog 13 %. Pri tem je potrebno poudariti, da so stroški amortizacije zajeti na nivoju prenosa električne energije, izgube pa v okviru upravljanja s prenosnim omrežjem.

Stroški spremenjene mreže prenosnega omrežja predstavljajo stroške osnovne mreže in stroške, ki nastanejo zaradi investicij v omrežje. V testiranje

modela MARGIS sta tako vključeni dve investiciji, in sicer izgradnja daljnovoda 2×400 kV Krško – Beričevo in izgradnja razdelilne transformatorske postaje Krško.

Opisani investiciji povečata letni strošek delovanja prenosnega omrežja za okrog 6 %.

IV. DELITEV STROŠKOV PRENOSNEGA OMREŽJA

Stroški celotnega elektroprenosnega omrežja se v okviru ELES-a evidentirajo na dveh nivojih. Prvi nivo stroškov nastaja na nivoju upravljanja podjetja, prenosa električne energije, upravljanja z omrežjem, na področju telekomunikacij in izobraževanja. Stroški, ki so evidentirani na nivoju organizacijskih enot PEE, predstavljajo drugi nivo stroškov.

Ena izmed osnovnih lastnosti modela MARGIS je, da razporeja stroške prenosnega sistema v odvisnosti od pretokov električne energije preko vozlišč, ki pripadajo posamezni organizacijski enoti.

Ker del stroškov nastaja na nivoju skupnih funkcij podjetja (prvi nivo stroškov), jih je potrebno razdeliti na operativni nivo (drugi nivo stroškov) in jih združiti z dejansko evidentiranimi stroški tega nivoja. Za delitev stroškov prvega nivoja upošteva model različne ključne (stroški dela, vzdrževanja in storitev, stroški storitev, stroški dela in vzdrževanja).

Na podlagi navedenih ključev se razdelijo stroški prvega nivoja na drugi nivo tako za osnovno kot spremenjeno mrežo.

Stroški osnovne in spremenjene mreže se razporedijo na posamezna četrletna obdobja in na posamezne nivoje na podlagi ugotovljenih pretokov v istem časovnem obdobju in na določenem nivoju omrežja.

V. REZULTATI MODELA ZA IZRAČUN DOLGOROČNIH MARGINALNIH STROŠKOV

Z modelom za izračun dolgoročnih marginalnih stroškov - MARGIS dobimo naslednje rezultate:

- Totalni kumulativni kompaktni stroški (TKKS). TKKS so celotni letni stroški omrežja razdeljeni na posamezna časovna obdobja (četrletja) in posamezne nivoje omrežja. Računamo jih tako za osnovno kot spremenjeno mrežo.
- Kumulativni totalni efekt marginalizacije (KTEM). KTEM predstavlja absolutno razliko v celotnih stroških spremenjene in osnovne mreže, ki jih MARGIS prav tako ugotavlja za vsako četrletno obdobje in vsak nivo omrežja posebej.
- Kratkoročni marginalni stroški (KMS). KMS so stroški, ki zaradi investicij v omrežje bremenijo enoto povečane

residualne moči. Ti stroški so na podlagi časovne komponente preračunani tudi na stroške, ki nastajajo zaradi povečane porabe ene enote električne energije. KMS so izračunani za vsako posamezno četrtletno obdobje in za celo leto ter za vsak nivo omrežja posebej.

- Dolgoročni marginalni stroški (DMS). DMS so KMS, ki jih izračunamo za vsako leto posebej in jih diskontiramo na začetek obdobja na podlagi izbrane diskontne stopnje.
- Kratkoročni povprečni stroški (KPS). KPS so celotni stroški spremenjene mreže z upoštevanimi učinki investiranja, ki odpadejo na enoto residualne moči v spremenjeni mreži.
- Dolgoročni totalni stroški (DTS). DTS so stroški osnovne mreže, povečani za dolgoročne marginalne stroške.
- Dolgoročni povprečni stroški (DPS). DPS so DTS, ki odpadejo na enoto residualov v spremenjeni mreži.

- Energetski zakon (Ur. l. RS št. 79/99 in 8/00)
- ELES Letno poročilo 2000, Ljubljana 2001
- Podatki posredovani s strani podjetja ELES

V. ODPRTOST MODELA

Uporabnost modela MARGIS vsekakor ni omejena le na opisano organizacijsko, stroškovno in tehnološko strukturo. Zasnova modela namreč omogoča vključevanje sprememb in dopolnitev v vseh delih programa. Gre torej za odprt model, v katerem lahko poljubno spreminjamo tehnično konfiguracijo omrežja, prosto ocenjujemo pretoke električne energije, upoštevamo le posamezne vrste pretokov, dodajamo ali odvezujemo organizacijske enote, vključujemo nove vrste stroškov, uporabljamo drugačne načine njihove delitve med organizacijskimi nivoji, itd.

To kar je v MARGISU stabilno je njegova temeljna organizacija vhodnih podatkov in tehnika izračunavanja, ki nas na podlagi matematične natančnosti pripelje do končnih rezultatov. Le-ti so odraz predhodno vključenih definicij za izračun posamezne vrste kratkoročnih in dolgoročnih stroškov.

REFERENCE

- prof. dr. V. Rupnik: Model prenosnih stroškov elektromreže SLO
- Energy Australia: Energy Australia Discussion Paper: Economics of Network Pricing, 1999
- Vienna University of Economics: Estimating Marginal Costs for the Austrian Railway System, 2002
- Transco: Transcost economic model, 1999