

## Izbrane značilnosti slovenskega elektrogospodarstva

Janez Hrovatin

Elektrotehniška zveza Slovenije Ljubljana Stegne 7  
E-pošta: hrovatin.janez@siol.net

**Povzetek.** Rezultati preteklega delovanja slovenskega in evropskih elektrogospodarstev so večkrat prezrti. Z novimi kadri in novimi oblikami elektrogospodarstva se pogosto, ne brez škode, vse začne znova. Članek obravnava delovanje slovenskega elektroenergetskega sistema kot dela evropske interkonekcije v prehodu na tržno obliko delovanja elektrogospodarskih organizacij. Prikazuje nekatere značilnosti in rezultate delovanja slovenskega elektroenergetskega sistema, ki jih je smotno upoštevati pri strateškem načrtovanju razvoja elektrogospodarske panoge.

**Ključne besede:** elektroenergetski sistemi, sinhronska interkonekcija, trga z električno energijo

## Selected characteristics of the Slovenian electricity sector

**Extended abstract.** The past achievements of the Slovenian and European electric power system operation are frequently underestimated or even overlooked. With new organization of the electricity sector and new personnel cadres, issues are often approached anew irrespective of the negative consequences.

The paper deals with operation of the Slovenian electric power system as a part of the European interconnection at the time of transition to the electricity market. It describes some characteristics and results of Slovenian electric system operation, which should be taken into consideration in strategic planning of development of the Slovenian electricity sector.

Economic growth, the growth of GDP and even the rational consumption of energy are enabled by the growth of electric energy consumption. European electricity market has not yielded the anticipated results yet and will continue to be developed intensively.

High quality and reliability of electricity supply is ensured by electric power systems operations, which stability is also the foundation of the further electricity market development.

The 10<sup>th</sup> anniversary of the European directive on liberalization of the European market is, at the same time, also the 110<sup>th</sup> anniversary of introduction of the three-phase transmission system in Slovenia, which enabled undreamed-of social and economic development. Three-phase transmission system is the birth place of the development of energy power systems.

This could be the right moment to reflect upon the past achievements sustaining the notable power system characteristics while planning the electric power future as the essential component of economic growth in Slovenia.

**Key words:** electric power system, synchronous interconnected operation, electricity market.

---

### 1 Uvod

Interkonekcija UCPTÉ (Union pour la Coordination de la Production et du Transport de l'Electricité) je bila ustanovljena v letu 1951. Obdobje pred letom 1991 je obdobje stalnega razvoja elektroenergetskih sistemov Evrope. Dosegli so zavidljivo stopnjo kakovosti delovanja, ki je evropskim odjemalcem dajala visoko kvaliteto dobave električne energije.

Konec 90. let se je z odpiranjem trga z električno energijo interkonekcija preimenovala v UCTE. V njej ni bilo več proizvodnih podjetij (»P« je iz kratice odpadel).

Interkonekcija ima svoja pravila (standardi UCTE) in priporočila, ki zagotavljajo delovanje posameznih elektroenergetskih sistemov in hkrati interkonekcije kot celot.

### 2 Zgodovinske značilnosti

V petdesetih letih se je postopoma oblikoval tudi slovenski elektroenergetski sistem s svojimi funkcijami razvoja in vodenja. V letu 1974 se je kot podsistem jugoslovanskega elektroenergetskega sistema vključil v interkonekcijo UCPTÉ.

Elektroenergetski sistem Slovenije je deloval v spreminjajočih se organizacijskih oblikah. V nekaterih organizacijskih oblikah in vplivih družbeno-političnega okolja je prihajalo do kritičnih stanj, ki so se kazala v pomanjkanjih električne energije. V obdobjih, ki so sledila tem stanjem, se je elektrogospodarstvo lahko učinkovito odzvalo v organizacijski obliki integriranega elektroenergetskega sistema in tako uspelo normalizirati delovanje elektrogospodarstva s usklajenim

dograjevanjem postrojev in izboljšanjem preskrbe z električno energijo na racionalen način.

### 3 Elektroenergetski sistemi

Izkoriščajoč dane tehnološke možnosti, naravne danosti in izsledke tehničnih in elektrotehničnih znanosti, je elektrogospodarstvo v posameznih časovnih obdobjih udeležalo moderne in racionalne rešitve za preskrbo gospodarstva in in gospodinjstev z električno energijo. Do zgodnjih 90. let so tako slovensko kot evropska elektrogospodarstva delovala na podlagi tehničnih elektroenergetskih sistemov, organiziranih v podjetjih, ki so obsegala najmanj visokonapetostno prenosno omrežje in proizvodnjo na geografsko zaokroženih območjih. Država jim je dala pravico in dolžnost preskrbovanja vseh odjemalcev na njihovem območju.

Elektrogospodarsko podjetje, ki je bilo pravno in organizacijsko elektroenergetski sistem je imelo na tehničnem področju dva osnovna sektorja, in to: razvoj in obratovanje.

Razvoj elektroenergetskega omrežja in proizvodnih zmogljivosti je temeljil na načrtovanju potreb po energiji in moči za srednjeročna in dolgoročna obdobja, za katera so nato oblikovali načrte razširitev zmogljivosti prenosnega omrežja in proizvodnih zmogljivosti in to z optimizacijskimi metodami po kriteriju najnižjih stroškov.

Obratovanje elektroenergetskih sistemov z odločilno vlogo centrov vodenja je temeljilo na kratkoročnih načrtih, ki so bili oblikovani v dnevnih, tedenskih, letnih in orientacijsko na večletnih obratovalnih programih. Tako kot pri razvoju so bile tudi pri obratovalnem načrtovanju uporabljene optimizacijske metode s kriterijem najnižjih stroškov.

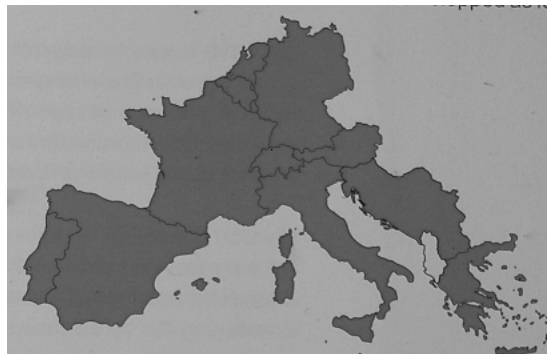
Za racionalen razvoj elektrogospodarskih zmogljivosti so bile potrebne čim bolj realne elektroenergetske prognoze. (5)



Slika 1. Ustanovne članice UCPTA v letu 1951  
Figure 1. UCPTA founders in 1951

### 4 Načrti porabe električne energije v Sloveniji in Evropi

Poraba električne energije je rasla vzporedno z rastjo gospodarstva in standardom prebivalstva.



Slika 2. Članice UCPTA v letu 1991  
Figure 2. UCPTA Members in 1991

Evropski elektroenergetski sistemi, med katere spada tudi slovenski elektroenergetski sistem, so že v 80. letih v okviru UCPTA obravnavali možnosti bodočega uvoza električne energije iz takratne Sovjetske zveze in variantno dobave goriv za proizvodnjo električne energije v novih proizvodnih zmogljivostih. V letu 2007 (3) je prednostnega pomena za EU krepitev strateškega partnerstva z Rusijo, kar je v energetskega pogledu izjemno pomembno.

V kriznem obdobju razpada Jugoslavije se je odjem močno zmanjšal skladno z upadom proizvodnje in gospodarstva. Po oživitvi gospodarstva na novih temeljih samostojne Slovenije je poraba električne energije ponovno narasla sorazmerno gospodarskemu razvoju. Nov državni aparat je v začetku 90. let kljub predvidenemu gospodarskemu razvoju načrtoval ničelno rast porabe električne energije, kar se je izkazalo kot zmotno in povzročilo zastoj gradenj elektrogospodarskih zmogljivosti. Pretečeno obdobje je pokazalo trdno soodvisnost dviga gospodarske rasti in standarda prebivalstva z dvigom porabe električne energije. Nепreverjeni teoretični izsledki in dobre želje ne zadostujejo za realno načrtovanje. Odpira se problem zaostajanja gradenj domačih proizvodnih zmogljivosti.

Kljub izjemnim prizadevanjem in načrtovanjem uspehom pri racionalizaciji porabe električne energije načrtujejo v EU do leta 2050 podvojitve potreb po električni energiji ! (1) Tako velika rast porabe električne energije bo zahtevala izjemne strateške usmeritve in velika vlaganja. Potrebne bodo ojačitve elektroenergetskih omrežij, gradnja novih jedrskih elektrarn IV generacije, predvidena je vključitev distribuirane proizvodnje številnih manjših proizvodnih enot, skladiščenje ogljika, ki nastaja ob izgorevanju v premogovnih termoelektarnah in drugi ukrepi med

katerimi je uvoz električne energije in energentov med najbolj kompleksnimi. Opcija manjše porabe električne energije, ki naj bi zadostovala za načrtovan gospodarski razvoj, bi bila mogoča ob drastičnih spremembah in novitetah na področju proizvodnje in porabe električne energije, ki pa danes še niso znane.

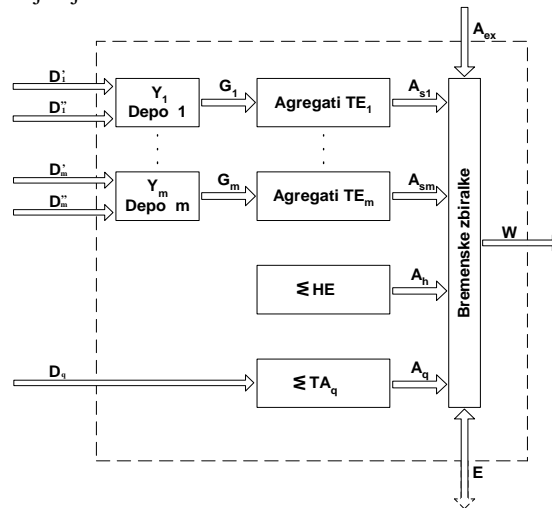
## 5 Elektroenergetski sistemi ob prehodu na trg z električno energijo

Neupoštevanje rezultatov preteklega obdobja smo bili priča domala v vseh elektrogospodarstvih Evrope in to predvsem na področju delovanja elektroenergetskih sistemov. Tudi slovensko elektrogospodarstvo kot del evropskega je bilo vključeno v ta proces.

V začetku 90. let se je evropskemu elektrogospodarstvu navrgel nov princip delovanja v sistemsko nepovezanih avtonomnih podjetjih (»un-bundling« elektroenergetskih organizacij). Odnosi v elektrogospodarstvu naj bi bili učinkoviti ob prednostnem upoštevanju tržnih načel. Sledila je tako imenovana »deregulacija« ob sočasni zamenjavi izkušenih vodilnih tehničnih kadrov z novimi tržno orientiranimi kadri različnih strok. Novi vodilni timi so pomenili drastično prekinitev s tradicionalnimi oblikami delovanja elektrogospodarstev. Delovanje elektroenergetskih sistemov je bilo v preteklosti odločilno povezano s sistemskimi, kapitalsko močnimi elektrogospodarskimi podjetji, ki so jih v 90. letih želeli čim prej dezintegrirati. Z njihovo dezintegracijo so izginjali tudi elektroenergetski sistemi. Temeljite reorganizacije, redukcije tehniških kadrov in izginotje pomena elektroenergetskih sistemov bi lahko povzročili večje zmanjšanje zanesljivosti dobave električne energije in neracionalnosti elektrogospodarskih procesov, če ne bi bili v zahodno-evropsko interkonekcijo povezani sistemi tehnično dobro opremljeni z avtomatskimi sistemskimi regulacijami, poleg tega pa razpolagali z zadostnimi rezervami proizvodnih in tudi prenosnih zmogljivosti iz preteklega obdobja.

V Sloveniji so bile v nasprotju z ostalo Evropo reorganizacije stalne v celotnem obdobju po drugi svetovni vojni (5). Vzroki so bili predvsem politične narave, temelječe na razvoju samoupravnega sistema, želje po avtonomnosti samoupravnih organizacij in tekmovanja med pokrajinami za sedeže kapitalsko močnih podjetij. Zadnje je privedlo do delitve prenosnega omrežja na tri dele in pripojitve posameznih delov k Dravskim, Savskim in Soškim elektrarnam. Za uravnavanje sistemskega ravnotežja je delovala dispečerska služba s pogodbeno kritimi stroški. Služba, ki je uravnavala delovanje elektroenergetskega sistema, je imela torej servisni položaj, podobno kot danes!

Klasično zahodnoevropsko obliko elektrogospodarske organizacije pa je imelo Združeno podjetje elektrogospodarstva Slovenije, ustanovljeno v letu 1975. Vključevalo je poleg proizvodnje, prenosa in distribucije tudi rudnike, ki so dobavljali gorivo termoelektrarnam. Iz tega obdobja izhaja optimizacija obratovanja elektroenergetskega sistema, ki vključuje v funkcije hidrotermalnega sistema tudi funkcije gospodarjenja z gorivi. (5) kriterij optimizacije so bili najnižji stroški.



D : Dobava goriv  
 Y : Količine goriv na posameznih deponijah  
 G : Poraba goriv v posameznih termoelektrarnah  
 A : Proizvodnja električne energije na pragu posameznih elektrarn  
 $A_{ex}$  : Uvoz in izvoz električne energije  
 E : Naturalni prejem in dobava električne energije  
 W : Električna energija na pragu odjemalcev slovenskega elektroenergetskega sistema

Slika 3. Grob prikaz elementov optimizacijskega modela iz obdobja integriranega elektrogospodarstva Slovenije (5)  
 Figure 3. General presentation of the optimisation model elements as used in the period of the integrated Slovenian electricity supply industry (5)

Z uveljavitvijo organizacije »un-bundling« v prvi polovici 90. let je pomen elektroenergetskih sistemov povsem zbledel. Njihov pomen se je vračal počasi in nekako v ozadju. Danes imamo že praviloma urejene razmere, ki dajejo minimalne pogoje za zanesljivo delovanje elektroenergetskih sistemov. Treba pa je bilo »deregulaciji« dodati veliko močnejšo »regulacijo«, ki jo najdemo v uradnih listih. Slovenski energetski zakon (2) odreja sistemske operaterje, njihovo delovanje pa podrobneje določa več podzakonskih aktov med katerimi sta za delovanje elektroenergetskega sistema najpomembnejša »Sistemska obratovalna navodila za prenosno omrežje« (4) in »Pravilnik o sistemskem obratovanju distribucijskega omrežja«. Z zakonom so predpisane »sistemske storitve«, ki naj omogočajo

nemoteno, zanesljivo in kakovostno delovanje energetskega sistema. Razvoj proizvodnih zmogljivosti je opredeljen v okviru celotne elektroenergetike v Nacionalnem energetskem programu. Razvoj in obratovanje kot klasični področji elektroenergetskih sistemov sta torej ponovno zagotovljena tokrat z zakonskimi predpisi. Avtonomne elektrogospodarske organizacije so zavezane delovati v elektroenergetskem sistemu ter upoštevati pravila in priporočila UCTE.

Zakon dodeljuje sistemskemu operaterju prenos električne energije, vzdrževanje in razvoj prenosnega omrežja in obratovanje elektroenergetskega sistema ob zagotavljanju bilančne enačbe, ki se v poenostavljeni obliki glasi:

$$A(t) + E(t) = W(t). \quad (1)$$

Pri tem je  $A(t)$  časovna funkcija energetske vsote vseh proizvodnih zmogljivosti matičnega sistema,  $E(t)$  časovna funkcija energetske vsote izvoza in uvoza ter  $W(t)$  vsota odjema na sprejemnih energetskih vozliščih distribucije, odjemalcev na prenosnem omrežju in izgub prenosnega omrežja. Za kakovostno obratovanje mora biti bilančna enakost zagotovljena tako v realnem času kot v vsakem načrtovalnem obdobju ob hkratnem zagotavljanju zadostnih sistemskih rezerv skladno s sistemskimi obratovalnimi navodili. Med sistemske rezerve spada tudi minutna rezerva (7), ki elektroenergetskemu sistemu Slovenije omogoča samostojnost. V mednarodnem sodelovanju jo bo treba ohranjati, saj je bila pripravljena še pod vplivom prevladujoče tehnične - elektroenergetske miselnosti v evropski interkonekciji (5). Zagotavljanje zadostnih sistemskih rezerv bo potrebno reševati vzporedno z načrtovanjem bodočih relativno velikih proizvodnih enot v slovenskem EES.

»Upravljavca prenosnega omrežja« in »izvajalca prenosa« sta z novim zakonom (2) združena, kar omogoča racionalno organizacijo delovanja tehnično oblikovanega EES, ki se je izkazal v dolgoletni obratovalni praksi interkonekcije UCPT. V organizaciji sistemskega operaterja sicer ni proizvodnje, vendar zakonska regulativa odreja potrebne sistemske povezave. Elektroenergetskemu sistemu je nadgrajen evropski trg z električno energijo, ki daje možnost konkurence le na področju proizvodnje električne energije. Žal pa z uvedbo elektroenergetskega trga ne bo uresničena predpostavka o nižjih cenah električne energije. Zdi se, da spadajo časi nizke cene električne energije že v preteklo delovanje tako slovenskega kot evropskih elektrogospodarstev (1).

Elektroenergetski sistemi dajejo možnost racionalnega delovanja elektrogospodarskih podjetij in omogočajo visoko kakovost dobave električne energije. Njihovo izpopolnjevanje je smotno tudi v tržnem gospodarstvu. Elektroenergetski sistemi pa so danes še dodatno modificirani. V slovenskem primeru daje to

modifikacijo Agencija za energijo, ki izdaja splošne akte in druge dokumente s katerimi opredeljuje, nadzira in daje soglasja k bistvenim elementom dela sistemskih operaterjev. V ta sklop spadajo omrežna, ki je namenjena za plačilo sistemskih operaterjev in omenjenih sistemskih storitev, pogoji za dobavo električne energije, sistemska obratovalna navodila, pravila za dodeljevanje zmogljivosti povezovalnih vodov in vrsto drugih Agenciji dodeljenih pristojnosti. Agencija za energijo je z Energetskim zakonom (2) neposredno vključena v delovanje elektroenergetskega sistema in postavlja s svojim delovanjem sistemskega operaterja iz vrha tehnološke strukture v servisni položaj.

## 6 Sklep

Rast gospodarstva, rast družbenega proizvoda in celo racionalizacija porabe energije je podprta z rastjo porabe električne energije.

Trg z električno energijo je evropska usmeritev, ki še ne daje oprijemljivih in načrtovanih rezultatov. Zato se bo evropski elektroenergetski trg še intenzivno izpopolnjeval in dopolnjeval. Delovanje elektroenergetskih sistemov je preizkušeno in omogoča racionalno in kakovostno preskrbo z električno energijo in hkrati tudi zanesljivo dopolnjevanje in nadaljnji razvoj trga z električno energijo (5).

Menjave kadrovske strukture v elektrogospodarskih podjetjih so še vedno številne in domala stalnica našega vsakdana. Smotno je, da so novi kadri dobro seznanjeni z rezultati in značilnostmi preteklega obdobja.

Leto 2007 je desetletnica evropske direktive o liberalizaciji evropskega trga, ki je na široko odprla vrata revolucionarnim spremembam v elektrogospodarskih organizacijah in hkrati tudi 110-letnica uvedbe trifaznega sistema prenosa električne energije v Sloveniji, ki je omogočil nesluten gospodarski in družbeni razvoj. Na njem so se razvili elektroenergetski sistemi in sinhronske interkonekcije. Morda je to pravi trenutek za premislek o prehojeni poti in za načrtovanje smotrne elektroenergetske prihodnosti kot bistvene komponente gospodarskega razvoja Slovenije.

Brez upoštevanja značilnosti elektrogospodarstva se rado sprejmejo škodljive odločitve o razvoju elektrogospodarstva. Takim odločitvam pod vplivom modne ali kratkoročne družbene klime se moramo ogniti upoštevajoč dolgoročne nacionalne interese.

## 7 Literatura

- [1] *EURELECTRIC Annual Convention and Conference, »The Next to Years, 11-12 junij 2007* Antwerpen Belgija.
- [2] *Energetski zakon Ur.l.RS št.27/2007.*

- [3] *Deklaracija o usmeritvah za delovanje republike Slovenije v institucijah EU*; Ur.l.RS št. 31/2007.
- [4] *Sistemska obratovalna navodila za prenosno omrežje električne energije*, Ur.l.RS št. 49/2007.
- [5] *Zgodovina slovenskega elektrogospodarstva*, Elektrotehniška zveza Slovenije; Ljubljana 2007.
- [6] UCTE 40 ans d'interconnexion électrique; Zúrich mai 1991.
- [7] Hrovatin J. 1992: *Delovanje zahodnoevropske interkonekcije UCPTe*. *Elektrotehniški vestnik* vol 59.
- [8] Kremer B., Dolinar D. 2005 : *Optimizacija proizvodnje električne energije na dereguliranem trgu*, *Elektrotehniški vestnik* vol 72 št 2-3.
- [9] Jakl F. 1977: *Izgradnja prenosnega omrežja 400 kV v Sloveniji*. *Elektrotehniški vestnik*, vol 44, št 5.
- [10] Taljan G., Pantoš M.: 2006 : *Porazdelitev stroškov zakupa in prenosa jalove moči na trgu sistemskih storitev*, *Elektrotehniški vestnik* vol 73, št. 4.
- [11] Tomšič T., Verbič G., Gubina F. 2006 : *Prenova sheme razbremenjevanja v slovenskem EES*, *Elektrotehniški vestnik* vol 73 št 4.

**Hrovatin Janez** je magister elektroenergetike in doktor tehniških znanosti. Bil je dolgoletni vodja obratovanja slovenskega elektroenergetskega sistema in dolgoletni član Ožjega komiteja evropske interkonekcije UCPTe/UCTE. Med drugim je bil predsednik južnega dela zahodnoevropske interkonekcije SUDEL, vodil je projekt gradnje republiškega centra vodenja elektroenergetskega sistema Slovenije in evropski projekt UCTE za vključitev romunskega in bolgarskega elektroenergetskega sistema v evropsko interkonekcijo. Pri Elektrotehniški zvezi Slovenije predseduje komisiji za izobraževanje in kadre, pri Inženirski zbornici Slovenije pa vodi strokovne izpite za odgovorne projektante in odgovorne vodje