

ELEKTROENERGETSKI SISTEMI

OSNOVI ELEKTROENERGETIKE

Dr Ivana Vlajić-Naumovska

Sadržaj

2

- Uopšteno o elektroenergetskim sistemima
- Osnovni delovi elektroenergetskog sistema
- Elektroenergetski sistem Srbije
- Organizacija elektroprivrede
- Tržište električne energije
- Osnovni pojmovi iz tržišta električne energije

ELEKTROENERGETSKI SISTEMI

3

- Elektroenergetski sistem (EES) je tehnički sistem čiji je osnovni zadatak da osigura kvalitetnu isporuku električne energije uz minimalne troškove u EES.



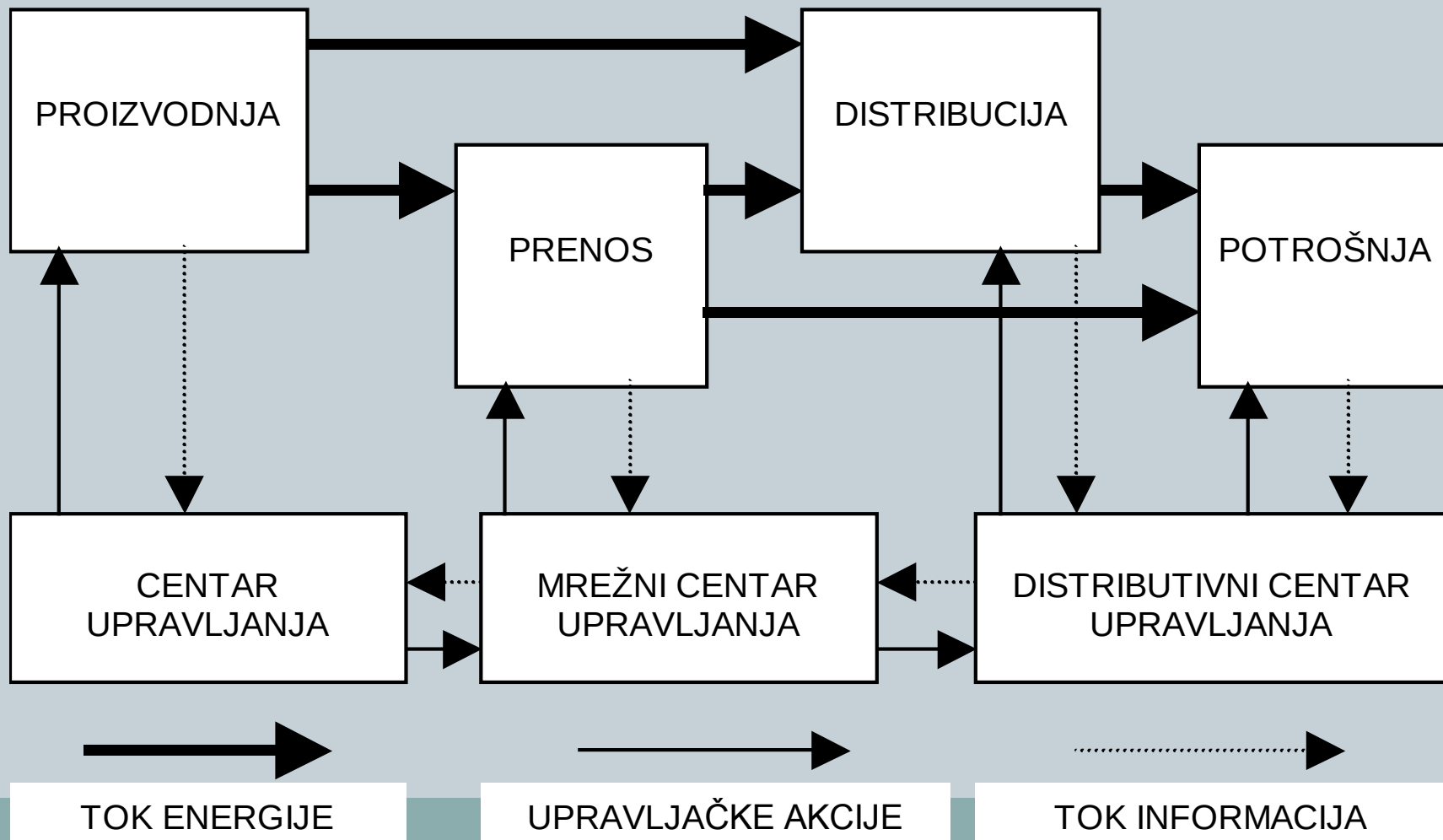
Osnovni delovi elektroenergetskog sistema

4

- Tehnološki proces u EES sastoji se od sledećih faza:
 - obezbeđivanje dovoljnih količina primarnih oblika energije,
 - *proizvodnja* električne energije,
 - *prenos i distribucija* (raspodela) električne energije do konačnih potrošača,
 - *potrošnja* električne energije.
- Elektroenergetski sistemi obuhvataju područja jedne ili više država pa se i upravljanje EES vrši iz više centara.
- Osnovne tehnološke celine, centre upravljanja i tokove energija, informacija i upravljačkih akcija u EES prikazuje Slika 1.

Osnovni delovi elektroenergetskog sistema

5



Osnovni delovi elektroenergetskog sistema

6

- *Proizvodnja* električne energije se vrši u elektranama, koje često nazivamo i izvorima električne energije.
- Najveće količine električne energije se proizvode u termoelektranama (*TE*) i hidroelektranama (*HE*). Posebni vid termoelektrana predstavljaju nuklearne elektrane (*NE*). Uz električnu energiju, u elektranama se mogu proizvoditi i drugi vidovi energije, najčešće toplotna energija za tehnološke procese (industrijske energane) i grejanje (termoelektrane-toplane).
- *Prenos* obuhvata prenosnu mrežu, koja se sastoji od nadzemnih vodova (dalekovodi), kablovskih vodova i interkonektivnih transformatora koji povezuju mreže različitih naponskih nivoa.
- *Distribucija* obuhvata distributivne mreže i distributivne transformatore.

Osnovni delovi elektroenergetskog sistema

7

- Električna snaga se po jednomvodu može prenositi sa većim naponom i manjom strujom, ili, obrnuto, sa manjim naponom a većom strujom.
- Gubici transporta električne energije vodom srazmerni su kvadratu struje (RI^2t).
- Zato su i naponski nivoi koji se koriste u prenosu veoma visoki i viši su od naponskih nivoa koji se koriste u distribuciji električne energije.
- Tako se u našem EES u prenosu koriste naponski nivoi 400kV, 220kV i 110kV, a u distribuciji neki 110kV, 35kV, 20kV i 10kV (u velikim industrijskim pogonima i naponski nivoi od 6kV i 3kV).

Osnovni delovi elektroenergetskog sistema

8

- Za svaki EES postoji glavni *centar upravljanja* odakle se upravlja proizvodnjom električne energije.
- U *mrežnim centrima upravljanja* upravlja se prenosnom mrežom, a u *distributivnim centrima upravljanja* distributivnom mrežom i eventualno potrošnjom električne energije.
- Centri upravljanja nazivaju se i *dispečerski centri*.

ОГРАНЦИ



Београд - центар
Баново брдо
Земун
Крњача
Младеновац
Обреновац



Нови Сад
Суботица
Панчево
Сомбор
Зрењанин
Рума
Сремска Митровица



Краљево
Лазаревац
Јагодина
Крушевац
Аранђеловац
Чачак
Ваљево
Шабач
Лозница
Ужице
Нови Пазар



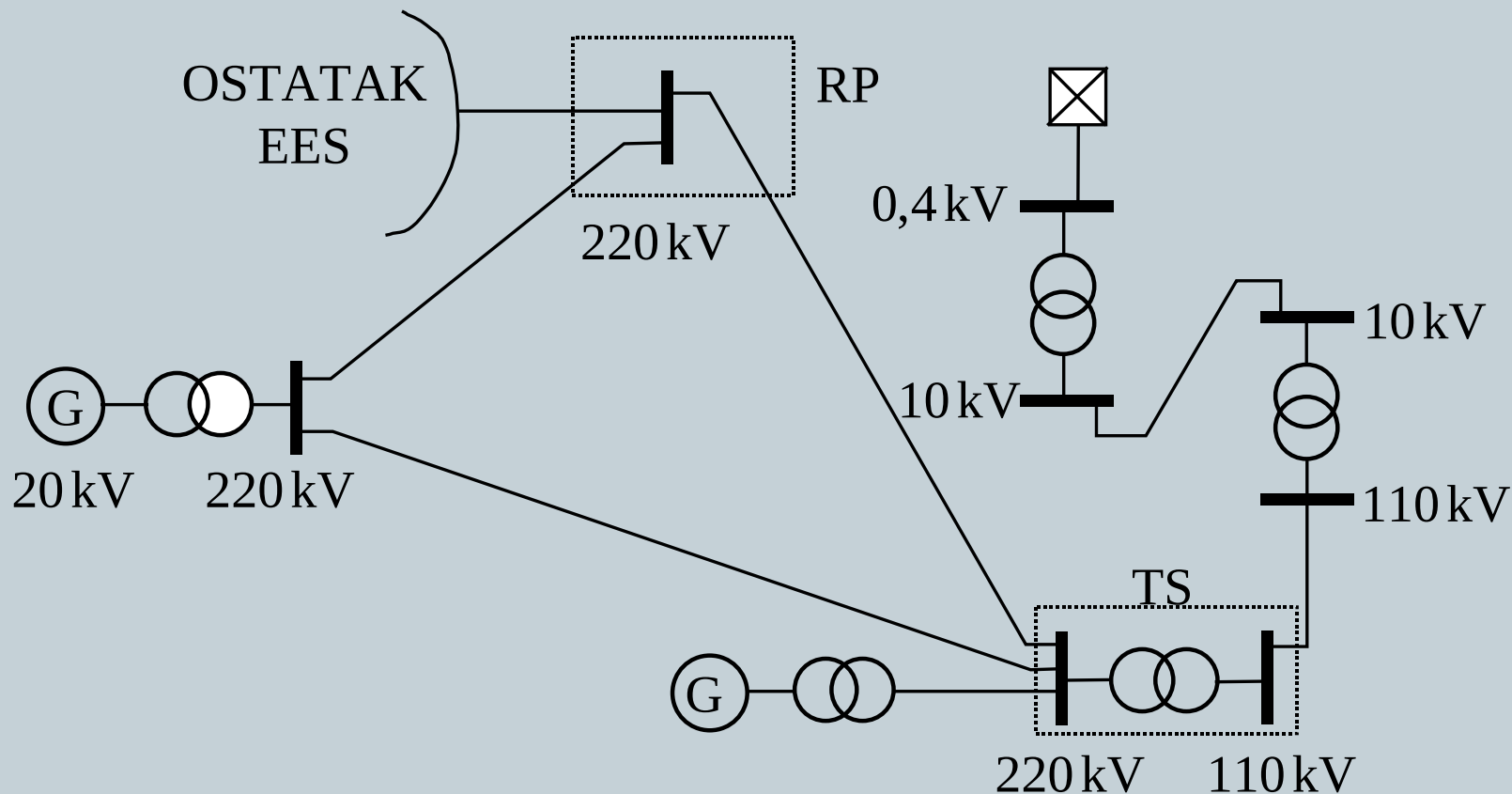
Крагујевац
Пожаревац
Смедерево



Ниш
Зајечар
Прокупље
Пирот
Лесковац
Врање

Osnovni delovi elektroenergetskog sistema

9



Slika 2 Primer dela elektroenergetskog sistema

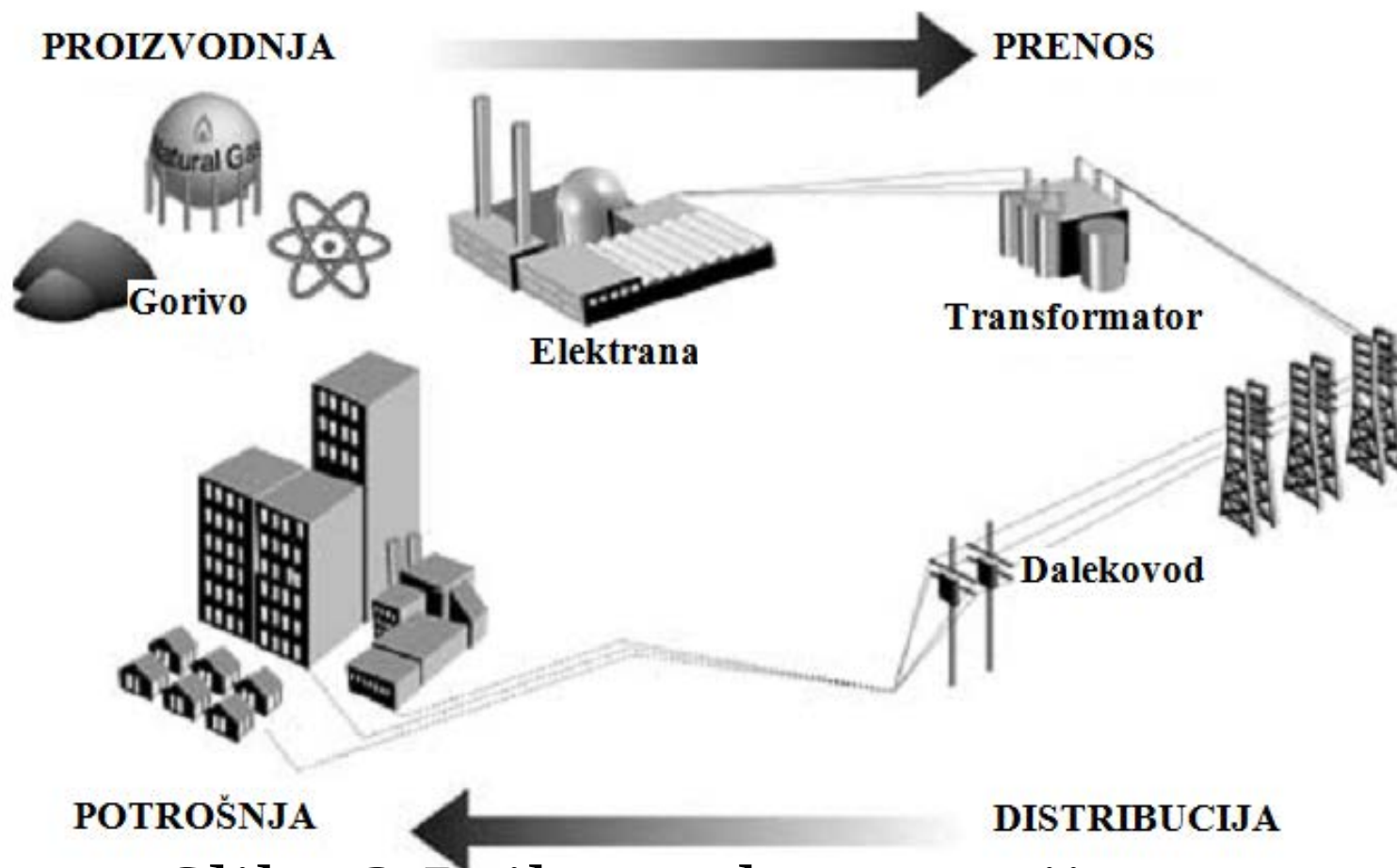
Osnovni delovi elektroenergetskog sistema

10

- Na primeru šeme dela jednog EES (Slika 2) prikazana je prenosna mreža koja se sastoji od tri voda 220kV.
- U dva čvora ove mreže nalaze se elektrane (generator 20kV i transformator koji podiže napon na 220kV) i jedno razvodno postrojenje (RP).
- U jednom od čvorova mreže 220kV nalazi se transformatorska stanica TS 220/110 kV/kV, u kojoj se napon transformiše na nivo mreže 110kV.
- U TS 110/10 kV/kV i TS 10/0,4 kV/kV napon se transformiše na nivoe pogodne za distribuciju i potrošnju električne energije.

Osnovni delovi elektroenergetskog sistema

(11)



Slika 3 Prikaz toka energije u elektroenergetskom sistemu

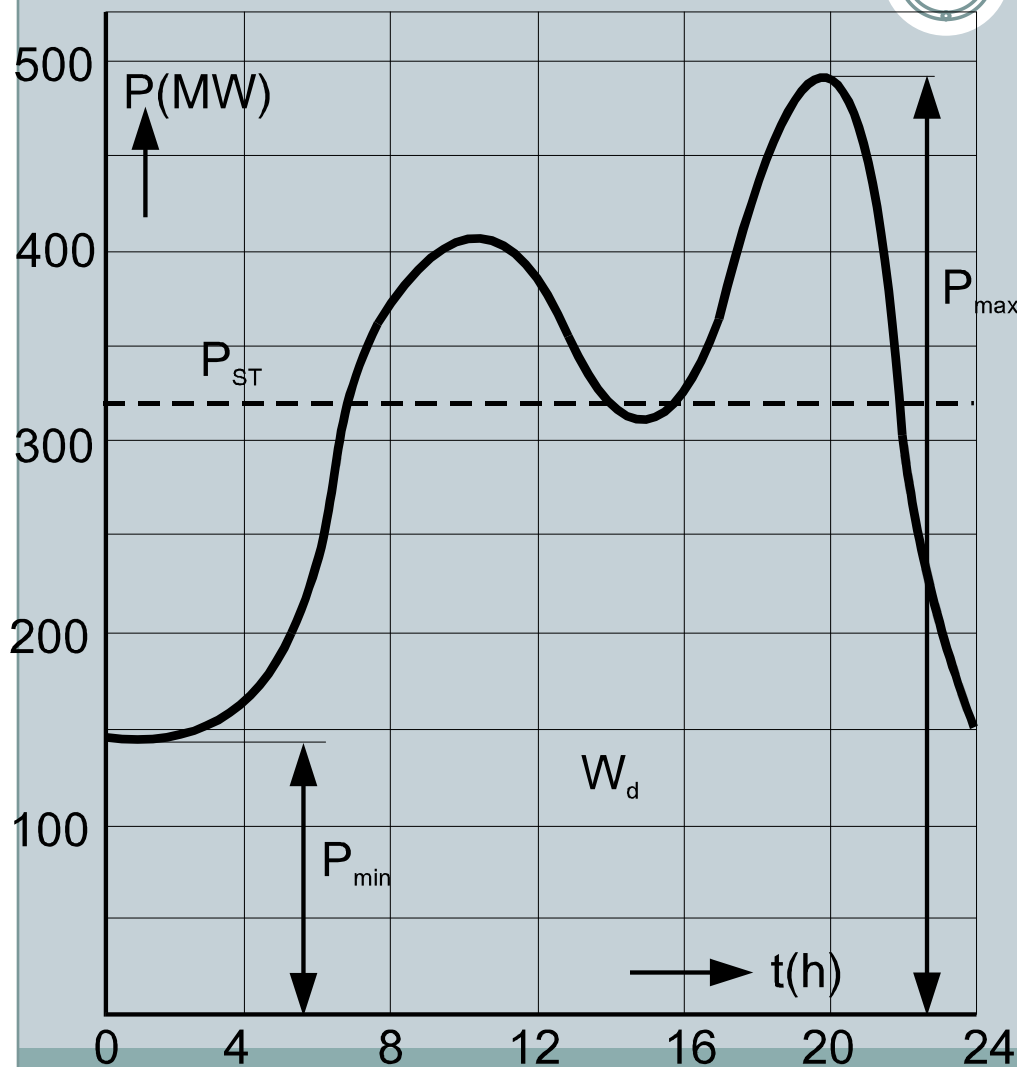
Osnovni delovi elektroenergetskog sistema

12

- Velika primena električne energije ima za posledicu i veliku promenljivost potrošnje tokom dana, nedelje, meseca i godine.
- Pomenute varijacije u potrošnji su posledica uključenja ili isključenja postojećih potrošača, uključenja novih potrošača, promene temperature, vetra i sl.
- Zbog klimatskih i životnih prilika u kojima žive potrošači električne energije javljaju se sezonske varijacije u potrošnji. Na primer, potrošnja većine industrijskih potrošača nezavisna je od godišnjeg doba, dok je potrošnja za osvetljenje, grejanje i klimatizaciju veoma zavisna od godišnjeg doba.
- Potrošnja električne energije varira i u zavisnosti od nivoa radne aktivnosti (neradnim danima potrošnja je manja, ponedeljkom raste a u petak opada).
- Primer dnevnog dijagrama opterećenja, koji predstavlja zavisnost snage opterećenja od vremena u toku dana, prikazuje Slika 4.

Osnovni delovi elektroenergetskog sistema

13

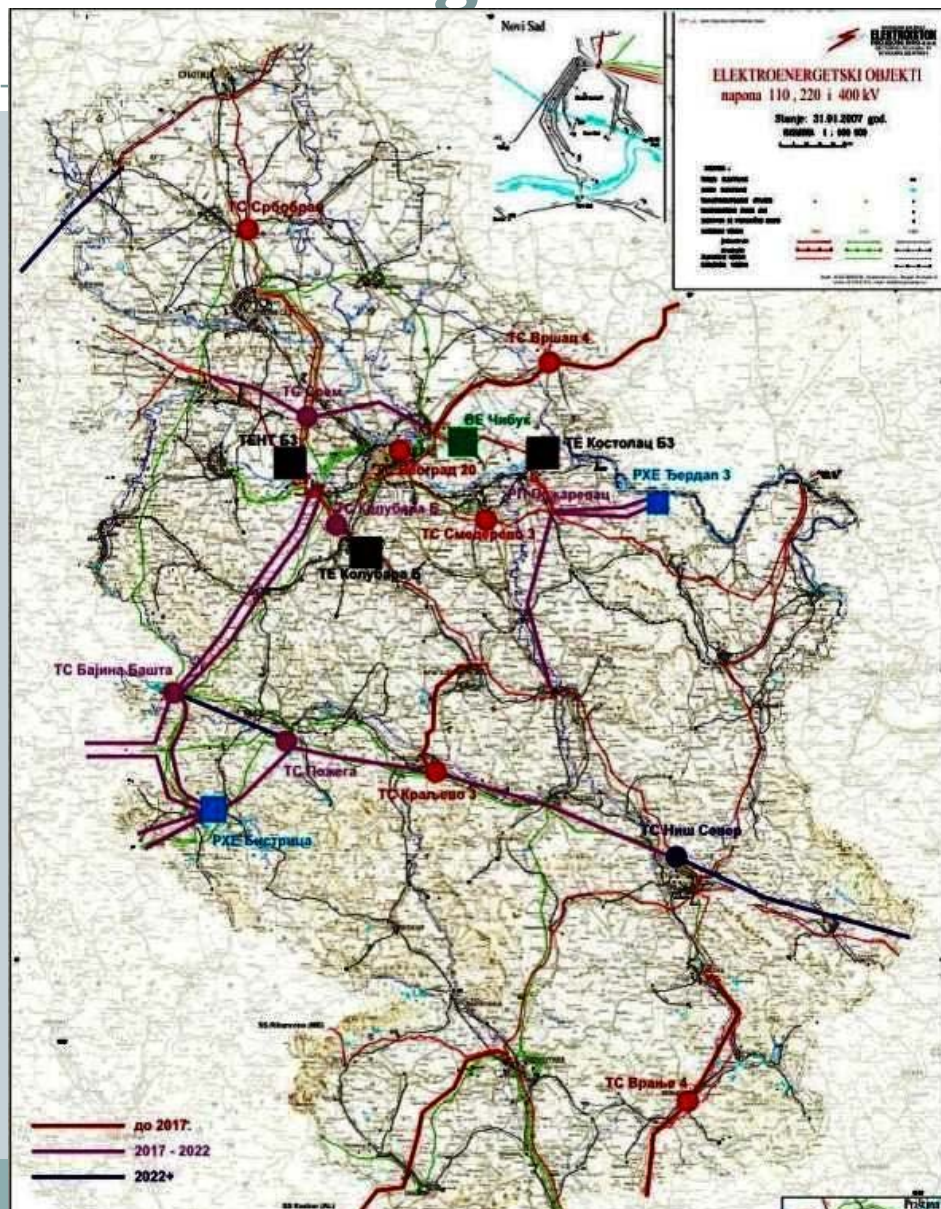


Slika 4 Dnevni dijagram opterećenja

Elektroenergetski sistem Srbije



Elektroenergetski sistem Srbije



Organizacija elektroprivrede i tržište električne energije

16

- Organizacija elektroprivrede, grane privrede koja se bavi eksploatacijom elektroenergetskog sistema, zavisi od tržišta električne energije i s tim u vezi od vlasništva nad elektroenergetskim sistemom.
- Postoje četiri glavna modela tržišta električnom energijom:
 - model monopola;
 - model jedinog kupca;
 - model konkurencije u prodaji na veliko;
 - model konkurencije u prodaji na malo.

Organizacija elektroprivrede i tržište električne energije

17

- Do kraja osamdesetih godina prošlog veka *model monopola* bio je praktično jedini model koji se primenjivao svuda u svetu.
- Prema ovom modelu, elektroprivredne kompanije u svom sastavu sadrže sve tehnološke celine u elektroenergetskom sistemu: proizvodnju, prenos, distribuciju i isporuku električne energije.
- Kompanije su vlasništvo države ili privatno vlasništvo, a njihovo ponašanje na tržištu praktično u potpunosti regulisano odgovarajućim zakonima.
- Ne postoji konkurencija ni u proizvodnji ni u isporuci električne energije.
- Trgovina električnom energijom ograničena je na razmenu energije sa drugim elektroenergetskim sistemima.

Organizacija elektroprivrede i tržište električne energije

18

- Razvoj elektroprivrede je centralno planiran kako bi se obezbedila elektrifikacija svih područja u zemlji.
- Država garantuje i ograničava profit koji se postiže investiranjem u elektroenergetski sistem na nivo nešto veći od onoga koji se dobija plasmanom novca u banke.
- Kupci mogu da kupuju električnu energiju samo od jednog isporučioca po ceni koja je pod kontrolom države.
- Prednosti ovog sistema se uglavnom svode na to da je omogućena elektrifikacija zemlje i u slabo naseljenim područjima, a nedostatak je previsoka cena električne energije usled nepostojanja konkurencije.

Organizacija elektroprivrede i tržište električne energije

19

- *Ostali modeli tržišta* u većoj ili manjoj meri omogućavaju konkurenciju u prodaji električne energije.
- Svi delovi elektroenergetskog sistema, osim prenosa, mogu biti privatizovani (privatizacija) i regulisani su u manjoj meri (deregulacija ili tačnije reregulacija pošto izvestan stepen regulacije ostaje radi očuvanja funkcionisanja elektroenergetskog sistema, pre svega stabilnost rada).
- U ovim modelima ostvaruje se otvoren pristup prenosnoj mreži, a u nekim modelima i distributivnoj mreža, za sve učesnike na tržištu električne energije (otvoren pristup).

Organizacija elektroprivrede i tržište električne energije

20

- Pomenute promene nužno zahtevaju promenu organizacione strukture elektroprivrede (restruktuiranje – što je i najširi pojam kojim se opisuje proces promene modela monopola).
- Promena modela otvara veliki broj novih tehničkih i ekonomskih pitanja vezanih za funkcionisanje elektroenergetskih sistema i tržišta energije.
- Napuštanjem modela monopola postiže se sniženje cena električne energije i povećanje kvaliteta ponude.

Organizacija elektroprivrede i tržište električne energije

21

- *Prema modelu jedinog kupca*, privatizuje se proizvodnja električne energije, tako da između proizvođača postoji konkurencija. Svi proizvođači električnu energiju prodaju jednom jedinom kupcu, koji od najboljeg ponuđača kupuje električnu energiju za sve distributivne kompanije.
- *Prema modelu konkurencije na veliko* kompanije za distribuciju i isporuku električne energije i veliki potrošači mogu da kupuju od bilo kog proizvođača, s tim da se prenosu plaćaju odgovarajući troškovi. Krajnji kupac i dalje može da kupuje samo od jednog, lokalnog isporučioaca.

Organizacija elektroprivrede i tržište električne energije

22

- *Prema modelu konkurencije na malo* učesnici na tržištu električne energije imaju otvoren pristup i prenosnoj i distributivnoj mreži.
- Pored kompanija koje se bave distribucijom i isporukom električne energije, pojavljuju se i kompanije koje isključivo isporučuju (prodaju) električnu energiju krajnjim kupcima, koju na veliko kupuju od proizvođača, plaćajući pri tome prenosu i distribuciji odgovarajuće troškove.
- Između ovih kompanija dolazi do konkurencije, jer krajnji kupac može da bira od koje kompanije će kupiti električnu energiju.
- Kompanije koje isporučuju električnu energiju obično svojim kupcima nude i druge usluge (besprekidno napajanje električnom energijom, voda, gas itd.).

Osnovni pojmovi

23

- *elektroenergetski sistem* – skup međusobno povezanih elektrana, mreža i potrošača;
- *elektroenergetska mreža* – mreža za snabdevanje električnom energijom; skup povezanih jedinica mreže za prenos i/ili mreže za distribuciju električne energije;
- *brojilo električne energije* – uređaj koji meri i registruje utrošak električne energije na obračunskom mernom mestu, skladno propisima u području zakonskog merenja i tehničkim pravilima operatora sistema;
- *direktni dalekovod* - dalekovod koji povezuje proizvođača sa sopstvenim pogonima, objektom izolovanog kupca, odnosno proizvođača ili isporučioca sa objektima kvalifikovanog kupca;
- *distribucija* - prenošenje energije preko distributivnog sistema radi isporuke energije kupcima, osim snabdevanja;

Osnovni pojmovi

24

- *energenti* - prirodni gas, nafta, derivati nafte, obnovljivi i drugi izvori energije;
- *energija* - električna energija, toplotna energija;
- *energetska dozvola* - dozvola za izgradnju energetske objekata;
- *energetski sistem* - energetski objekti međusobno povezani tako da čine jedinstven tehničko-tehnološki sistem;
- *energetski subjekt* - pravno lice, odnosno preduzetnik, koje je upisano u registar za obavljanje jedne ili više energetske delatnosti;
- *isporuka* - predaja energije iz objekata jednog energetske subjekta u objekat drugog energetske subjekta ili kupca;

Osnovni pojmovi

25

- *javna usluga* - usluga dostupna u svako vreme svim kupcima i energetske subjektima po regulisanoj ceni i prema regulisanim uslovima pristupa i korišćenja, koja se obavlja prema načelima javnosti rada i nadzora tela određenih zakonom;
- *kvalifikovani kupac* - kupac koji ispunjava uslove propisane ovim zakonom, kupuje energiju za sopstvene potrebe i koji može slobodno izabrati svog snabdevača energije;
- *korisnik elektroenergetske mreže* - fizička i pravna lica koja isporučuju električnu energiju u prenosnu ili distributivnu mrežu (proizvođač) ili iz nje preuzima električnu energiju (kupac) ili koristi mrežu za protok električne energije (trgovac);

Osnovni pojmovi

26

- *kategorija potrošnje* – kategorizacija kupaca s obzirom na vrstu korisnika (kupca), naponski nivo na kojoj preuzimaju električnu energiju (mesto predaje), razdoblje isporuke i sezonsku ili dnevnu dinamiku isporuke;
- *kupac* - pravno ili fizičko lice koje kupuje energiju;
- *licenca* - dozvola za obavljanje energetske delatnosti utvrđena ovim zakonom;
- *limitator* – odnosno ograničavač strujnog opterećenja, je uređaj koji kod kupaca ograničava maksimalno strujno opterećenje istovremeno uključenih električnih uređaja na veličinu koja je definisana elektroenergetskom saglasnošću.
- *operator sistema* - energetske subjekt koji obavlja delatnost upravljanja prenosnim, transportnim ili distributivnim sistemom, odnosno delatnost upravljanja skladištem prirodnog gasa i koji obezbeđuje sistemske usluge;
- *operator tržišta energije* - energetske subjekt koji obavlja poslove organizovanja i upravljanja tržištem energije;

Osnovni pojmovi

27

- *obnovljivi izvori energije* - izvori energije koji se nalaze u prirodi i obnavljaju se u celosti ili delimično, posebno energija vodotokova, vetra, neakumulirana sunčeva energija, biomasa, geotermalna energija i dr.;
- *priključak* – sklop električnih vodova i uređaja visokog, srednjeg ili niskog napona uz obračunsko merno mesto, kojim se građevina proizvođača ili kupca priključuje na mrežu;
- *povlašćeni kupac* - kupac koji može slobodno izabrati snabdevača električnom energijom;
- *prenos, odnosno transport energije* - prenos električne energije povezanih sistema vrlo visokih i visokih napona do krajnjih potrošača ili distributera, odnosno transport gasa, nafte, derivata nafte i toplotne energije od proizvođača ili drugih sistema, odnosno terminala do distributivnih sistema ili korisnika, osim snabdevanja;
- *priključak na sistem* - fizički priključak na sistem kojim se povezuje energetska objekat ili objekat kupca sa prenosnim, transportnim, odnosno distributivnim sistemom;
- *pristup sistemu* - korišćenje sistema radi prenosa, odnosno transporta, distribucije, preuzimanja i predaje ugovorene količine energije u ugovoreno vreme;

Osnovni pojmovi

28

- *snabdevanje* - kupovina i prodaja energije kupcima ili drugim energetske subjektima;
- *snabdevanje energijom tarifnih kupca* - kupovina i prodaja energije za potrebe tarifnih kupaca;
- *tarifni kupac* - kupac za kojeg se energija dobavlja na regulisan način i po regulisanoj ceni, u sistemu obaveze javne usluge;
- *tarifni sistem* – akt kojim se utvrđuju tarifni elementi za obračun cena električne energije, odnosno usluga elektroenergetskih delatnosti koje se obavljaju kao javne usluge za različite energetske subjekte, odnosno kupce, zavisno od vrste, snage, kvaliteta i drugih elemenata isporučene energije, na području Republike Srbije, te način primene tih elemenata;

Osnovni pojmovi

29

- *tranzit* - prenos, odnosno transport energije koja je poreklom iz druge države, koja je namenjena trecoj drzavi, a vrši se preko teritorije Republike Srbije ili prenos, odnosno transport energije poreklom iz druge države koja je namenjena toj drugoj drzavi, a vrši se preko teritorije Republike Srbije;
- *trgovina* - kupovina i prodaja energije (na veliko, na malo i uvoz i izvoz) i posredovanje i zastupanje na tržištu energije;
- *tržište energije* - organizovana trgovina svih oblika energije na teritoriji Republike Srbije;
- *tarifne stavke* - elementi koji omogućavaju obračun naknade za uslugu isporuke električne energije za obračunsko razdoblje, zavisno od vrste korisnika, razdoblju isporuke i sezonskoj ili dnevnoj dinamici isporuke;
- *tarifni model* - određena kombinacija tarifnih stavki;

Literatura

30

- M. Milanković, D. Perić, I. Vlajić-Naumovska, “*Osnovi elektroenergetike*”, Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija, Beograd, 2016.
- www.epsdistribucija.rs
- www.ems.rs