



# **ELEKTROENERGETSKI SISTEMI**



❑ Elektroenergetski sistem (EES), kao jedan dio energetskeg sistema, predstavlja jedan od najkompleksnijih tehnološko-ekonomskih sistema. Sastoji se od izuzetno velikog broja elemenata i prostire se na ogromnim površinama.

❑ Primarni oblici energije kao izvor električne energije....

❑ EES ima za cilj da pretvori neki drugi vid energije (energiju fosilnih goriva, hidro energiju, vjetro energiju, solarnu energiju, geotermalnu energiju, itd...) u električnu energiju, te da je prenese do potrošačkih centara i ponovo pretvori u korisni oblik energije (zagrijavanje, rad mašina, osvjetljenje itd...).

❑ Osnovni zadatak EES jeste osigurati pouzdano i kvalitetno napajanje različitih kategorija potrošača (industrija, komercijalni potrošači i domaćinstva).

❑ Električna energija je najkorisniji oblik energije, a to znači da se ona može pretvarati u razne oblike energije.

❑ Svaka teritorija (država, republika, itd...) ima svoj EES koji je u današnjem vremenu spojen preko interkonektivnih vodova sa drugim EES.

Osnovni podsistemi EES su:

- Podsistem za proizvodnju električne energije (proizvodnja el. energije);
- Podsistem za prenos električne energije (prenos el. energije);
- Distributivni sistemi i podsistem za potrošnju električne energije (distribucija i potrošnja el. energije);
- Industrijski energetski sistem (industrijski elektroenergetski sistem).

**Podsistem za proizvodnju električne energije** ima za cilj, da neki drugi vid energije pretvori u električnu energiju. Ova pretvorba energije dešava se u elektranama. Za proizvodnju električne energije koriste se elektroenergetski izvori (EEI). Izvori mogu biti:

- Konvencionalni;
- Nekonvencionalni.

**Konvencionalni** EEI su izvori koji kao resurs za proizvodnju električne energije koriste ugalj, naftu, prirodni plin, nuklearno gorivo i hidro potencijal. **Nekonvencionalni** EEI koriste energiju vjetra, sunčevu energiju, energiju biomase, geotermalnu energiju, energiju gravitacionog polja, okeansku termalnu energiju, energiju plime i oseke, energiju vodenih valova.

Elektroenergetski izvori se mogu podijeliti na:

- Obnovljive izvore energije;
- Neobnovljive izvore energije.

**Neobnovljivi izvori energije su:**

- Energija uglja (termoelektrane);
- Energija nafte;
- Energija prirodnog plina;
- Energija nuklearnih goriva (nuklearne elektrane).

**Obnovljivi izvori energije su:**

- Energija vode (hidroelektrane);
- Energija sunca (solarne elektrane);
- Energija vjetra (vjetrenjače);
- Energija gravitacionog polja;
- Energija biomase;
- Energija plime i oseke;
- Energija vodenih valova;
- Geotermalna energija.

Svaki od navedenih EEI ima svoje prednosti i mane u odnosu na druge. Pravilnim upravljanjem EEI moguće je znatno smanjiti troškove rada pojedinih elektrana.

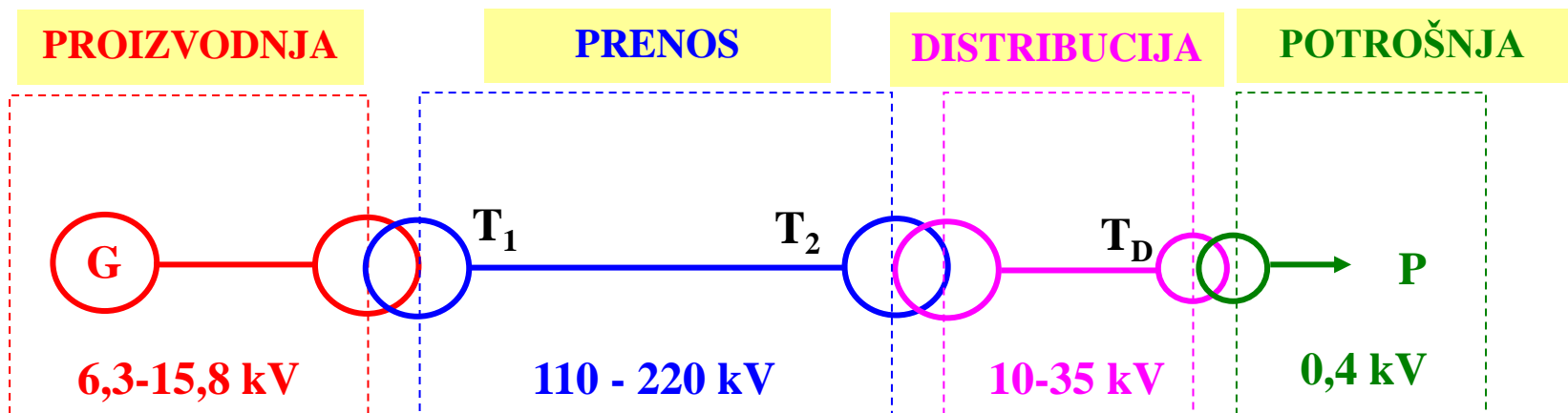
**Prenosna mreža** ima za cilj da prenese električnu energiju od udaljenih EEI do distributivnih centara. Prenos električne energije se ostvaruje preko visokonaponskih vodova i kabela. Visoki napon se koristi iz razloga smanjenja gubitaka u prenosnoj mreži. Ako se radi o prenosu velikih snaga na velike udaljenosti, onda se nerijetko koristi istosmjerni (DC) napon za prenos električne energije.

**G – GENERATOR U ELEKTRANI**

**T<sub>1</sub> i T<sub>2</sub> – BLOK I MREŽNI TRANSFORMATORI**

**T<sub>D</sub> – DISTRIBUTIVNI TRANSFORMATOR**

**P – POTROŠAČ**



**Generator**



**Transformator**



6  
**VN Vod**



**VN Kabel**



**Trofazni Motor**

**Distributivni sistemi** imaju za cilj da preuzmu električnu energiju od prenosne mreže, snize naponski nivo i prenesu energiju do potrošača. Potrošači električne energije istu pretvaraju u neki koristan rad.

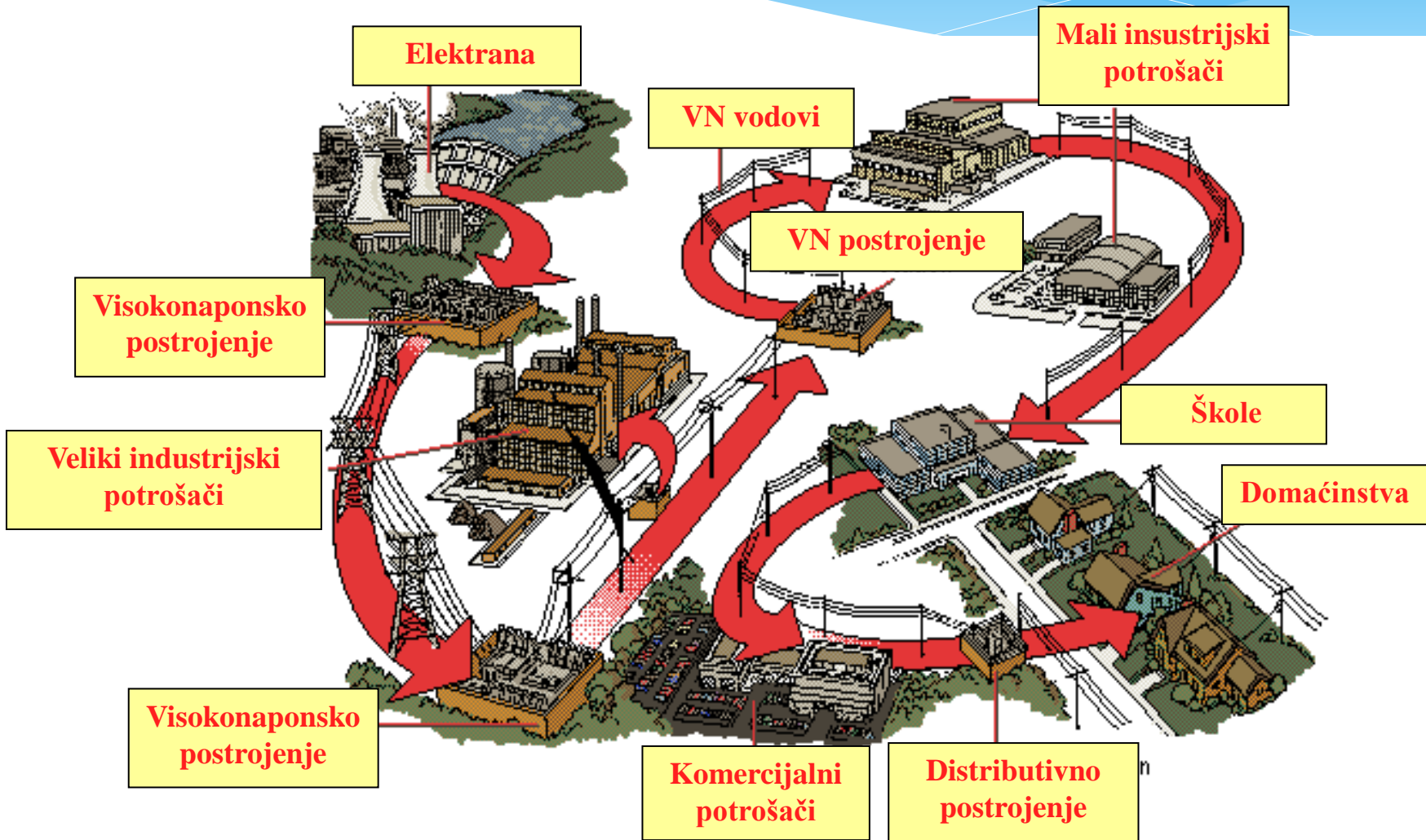
❑ Potrošači su:

- ❑ industrija, i domaćinstva (gradska urbana naselja ili seoska naselja );
- ❑ komercijalni potrošači (uslužne djelatnosti, tržišni centri, institucije obrazovanja, državne institucije, itd...)
- ❑ Industrijski potrošači (tvornice za proizvodnju i preradu materijala, autoindustrija, elektrohemiska industrija, industrija lijekova, itd...)
- ❑ važni potrošači (bolnice, vatrogasne službe, važni državni objekti, namjenska industrija, itd...)

❑ Danas se u distributivnoj elektroenergetskoj mreži dešava značajan preokret po pitanju implementacije novih trendova u elektroenergetici.

**Industrijski sistem** je specifičan dio EES. Veliki industrijski centri mogu zahtijevati poseban tretman od strane EES i kao takvi zadavati velike probleme u radu EES. Radi ovoga, na industrijske centre se mora obratiti velika pažnja tokom projektovanja, planiranja i eksploatacije EES.







## Planiranja elektroenergetskih sistema

Planiranja elektroenergetskih sistema je skup aktivnosti koji se provode u cilju smanjenja **rizika** od neželjenih efekata u EES-u.

## Projektovanje elektroenergetskih sistema

Projektovanje elektroenergetskih sistema je skup aktivnosti koji se provode prema prethodno definiranim **normama, standardima, direktivama i preporukama** a koji treba da osiguraju da projektvani EES zadovolji:

- sigurnosti i stabilnosti;
- pouzdanosti;
- kvalitet električne energije;
- ekonomičnosti.

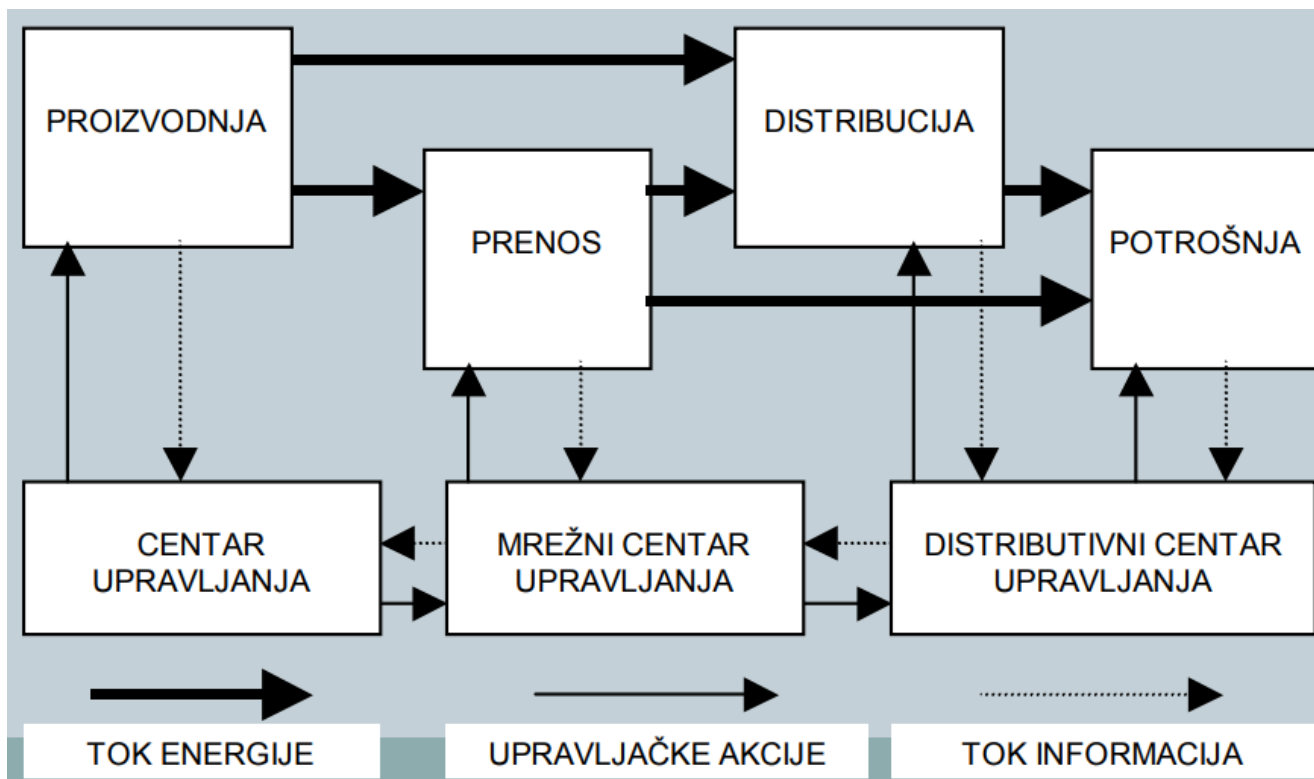
## Izgradnja elektroenergetskih sistema

Izgradnja elektroenergetskih sistema je skup aktivnosti koji se provode sa celjem da **novoizgrađeni ili rekonstruisani** dio EES odgovori na zahtjeve koji su predviđeni aktivnostima u procesu **planiranja i projektovanja EES-a**.

## ❑ Eksploatacija elektroenergetskih sistema

❑ Eksploatacija elektroenergetskih sistema je skup aktivnosti koji se provode u cilju optimalnog korištenja EES-a.

## ❑ Upravljanje elektroenergetskim sistemom



## Osnovni pokazatelji u EES-u

- frekvencija (50Hz ili 60Hz);
- iznos napona i ugao napona;
- iznos struje i ugao struje;
- aktivna i reaktivna snaga;
- ocjena valnog oblika napon i struje.

## Zavisne veličine u EES-u

- frekvencija i aktivna snaga => Pf regulacija;
- iznos napona i reaktivna snaga => QV ili QU regulacija.

## Pf – regulacija

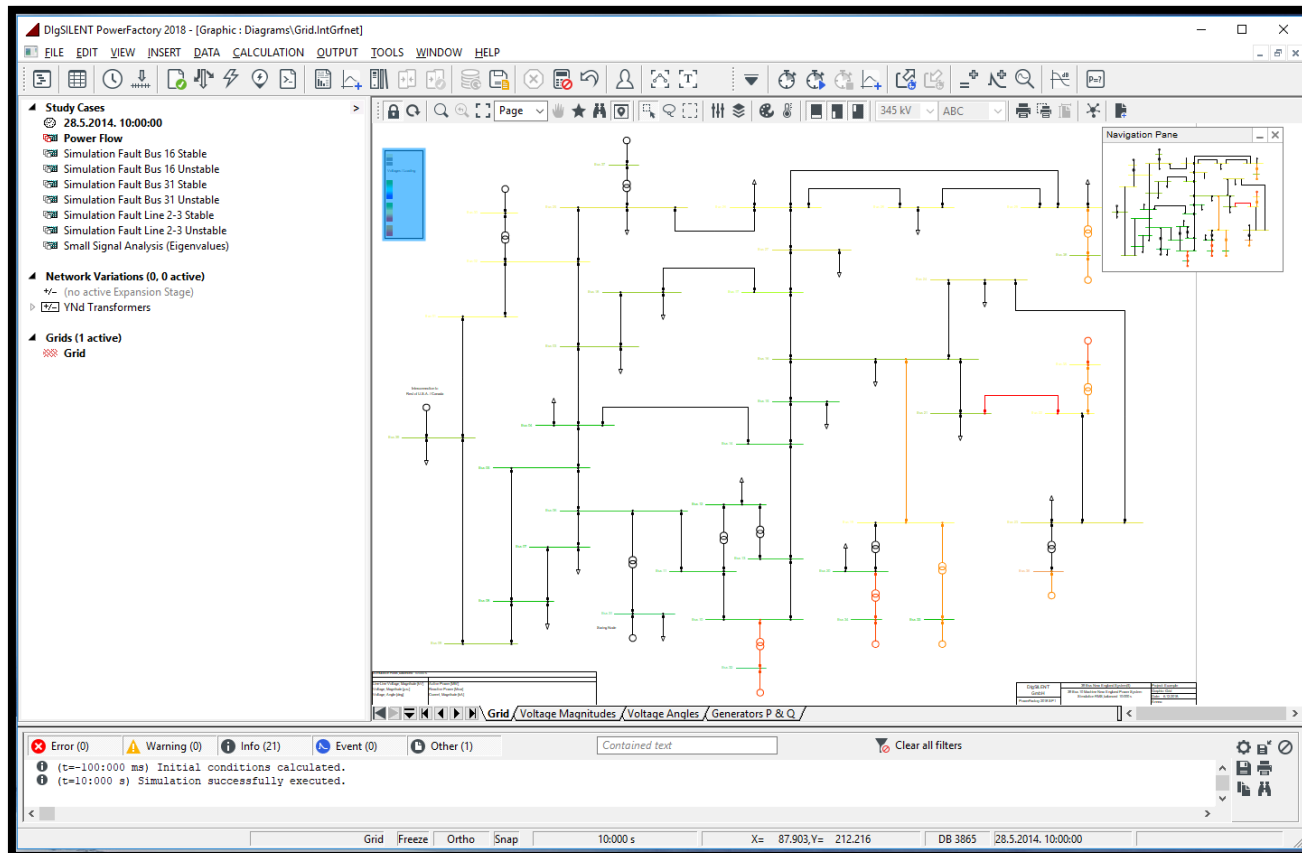
- Razmatra se za cjelokupan EES. Višak aktivne snage u EES-u za posljedicu ima porast frekvencije, dok manjak aktivne snage u EES-u za posljedicu ima smanjenje sistemske frekvencije.

## QV – regulacija

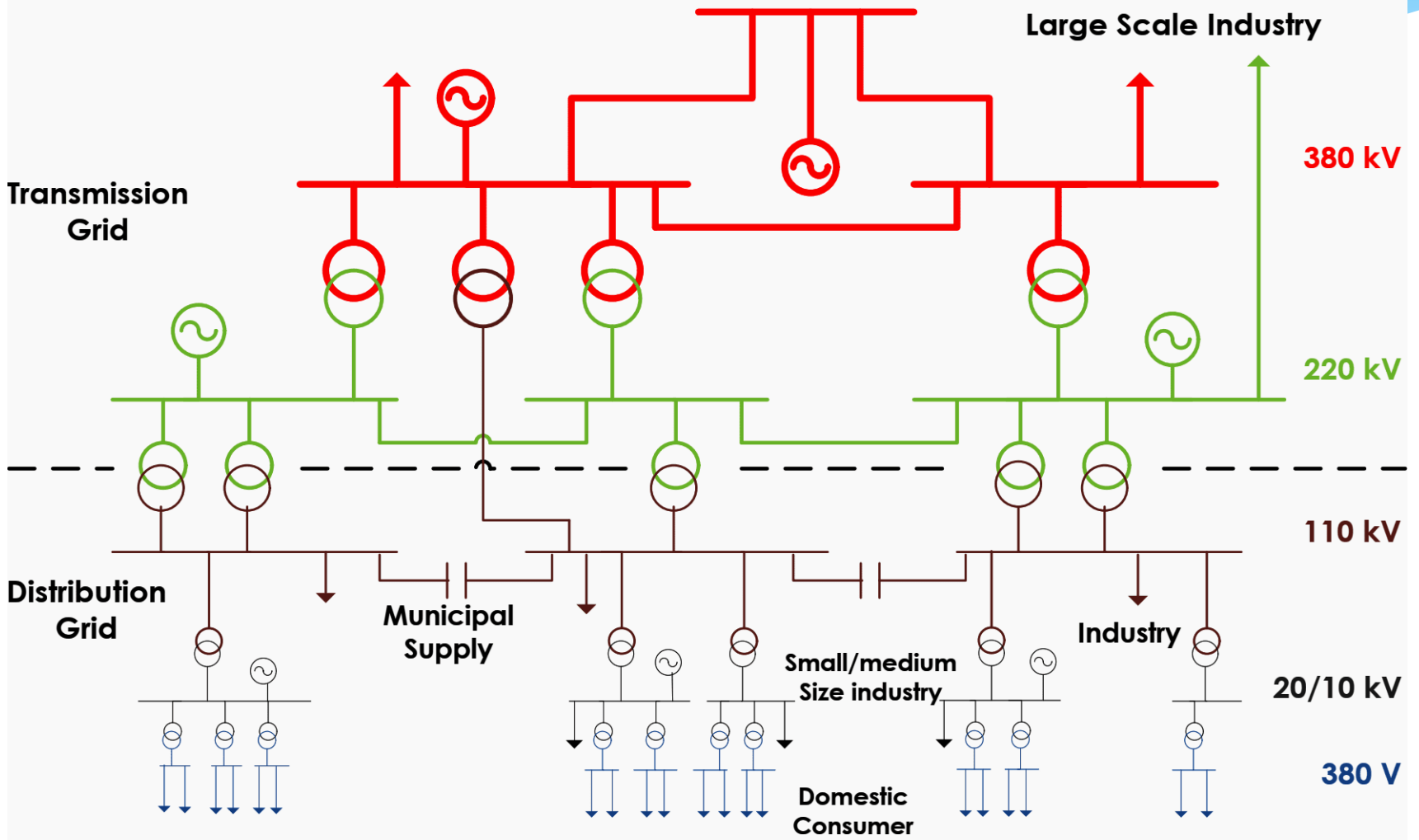
- Razmatraju se djelovi EES-a. Višak reaktivne snage u EES-u dovodi do povišenih napona, dok manjak reaktivne snage u EES-u za posljedicu ima smanjenje napona.

Pretežno su svi komercijalni softveri specijalizirani za određene AEES. Osnovni preduslov za korištenje bilo kojeg softvera jeste poznavanje matematičkih modela elemenata EES-a, potrebnih ulaznih podataka, te očekivani rezultata. **Softver će za bilo koji set ulaznih podatak dati rezultat, ali ne znači da je dobiveni rezultat UPOTREBLJIV !!!!.**

## DigSILENT - Power Factory



# Transmission System Operator (TSO)



# Distribution System Operator (DSO)

Predstavljanje EES-a:

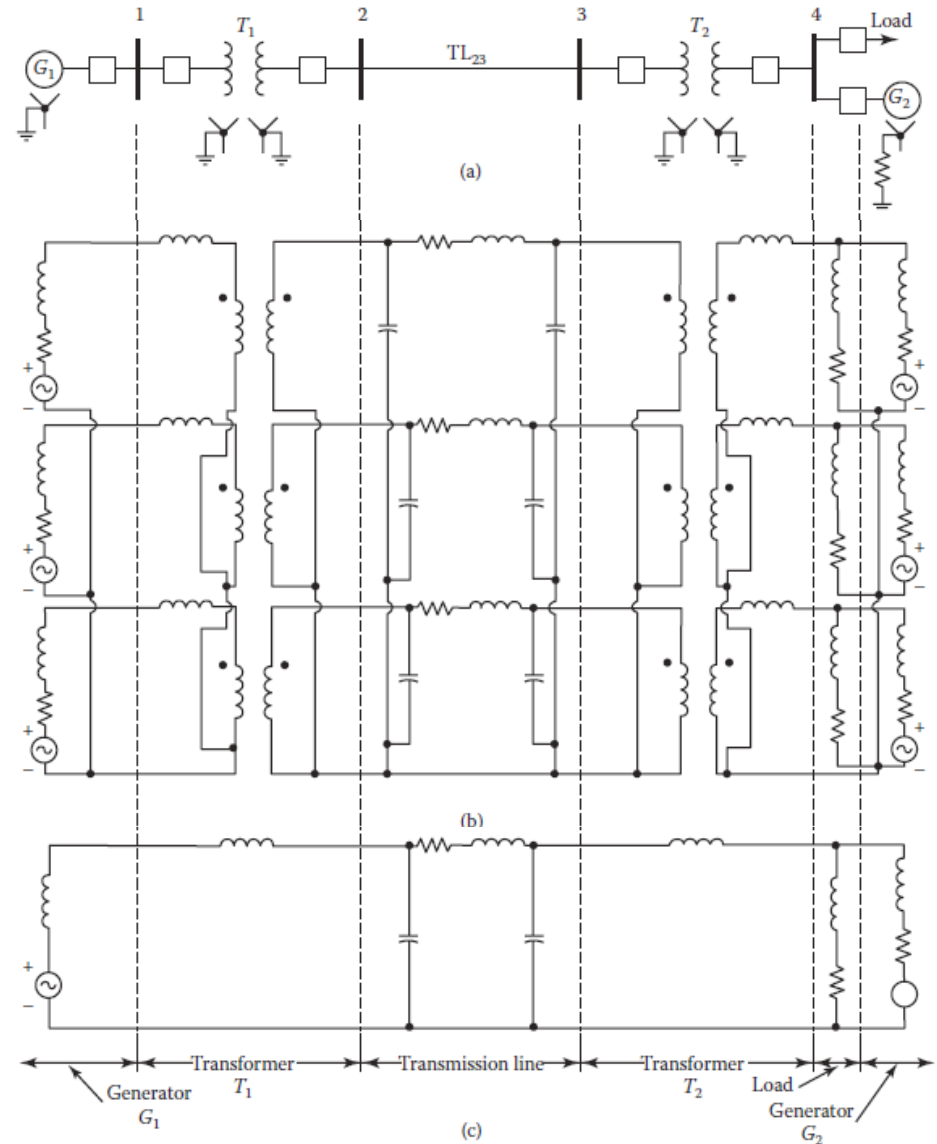
a) Shema mreže (engl. *one-line diagram*)

b) Zamjenska shema u faznim vrijednostima (engl. *three-phase equivalent impedance diagram*)

c) Jednopolna zamjenska shema (engl. *equivalent impedance diagram per phase*.)

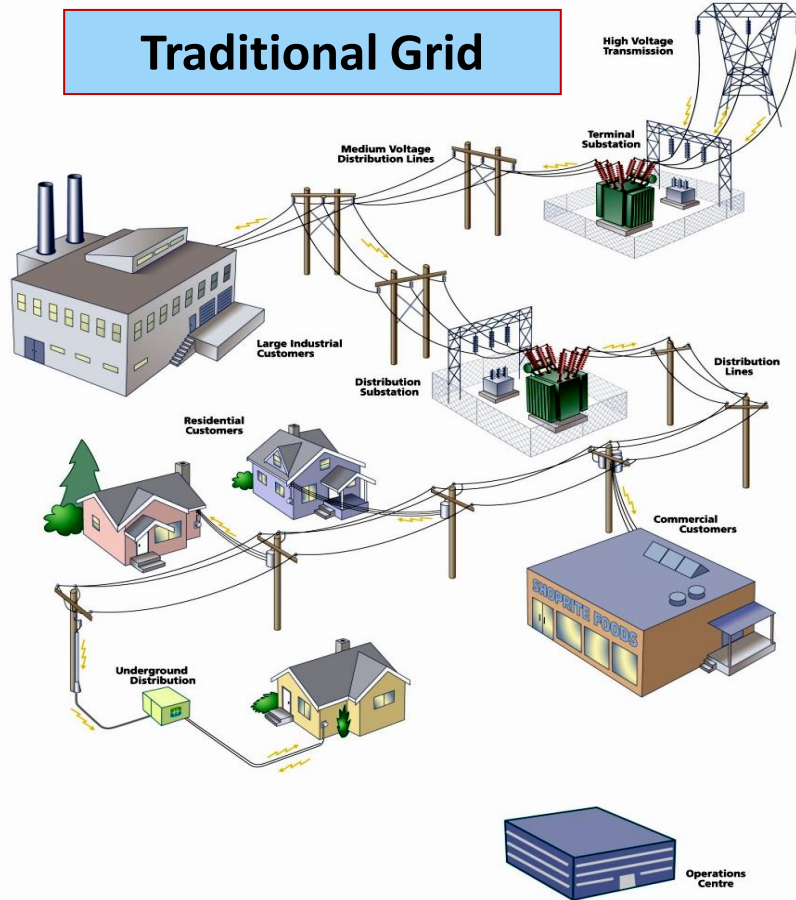
❑ EES funkcioniše u sistemu faznih vrijednosti.

❑ Analize EES se najčešće provode u sistemu simetričnih komponenti.

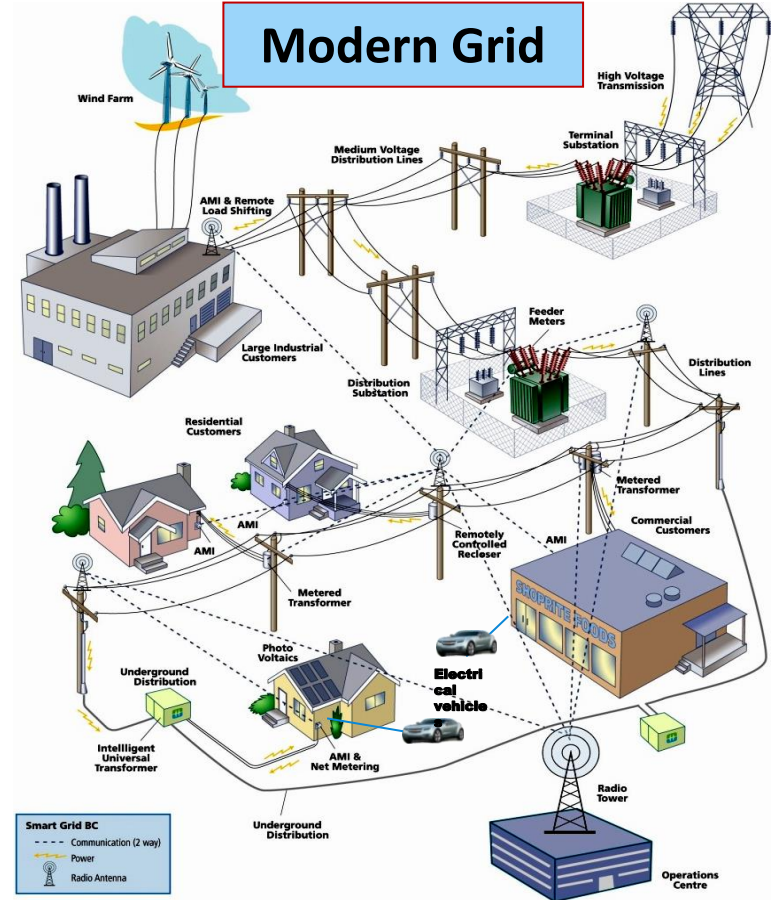


# Novi trendovi u elektroenergetskim sistemima

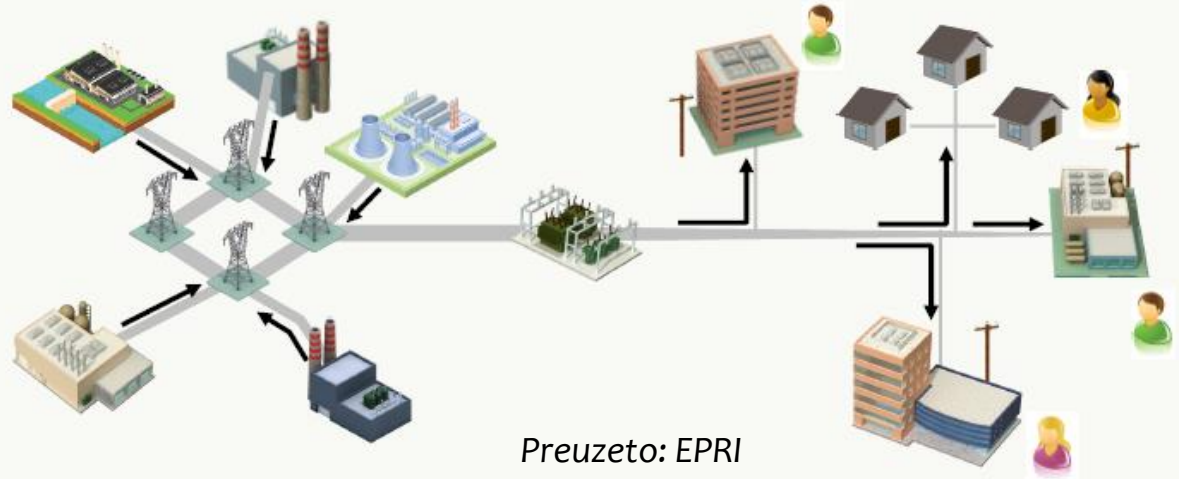
## Traditional Grid



## Modern Grid

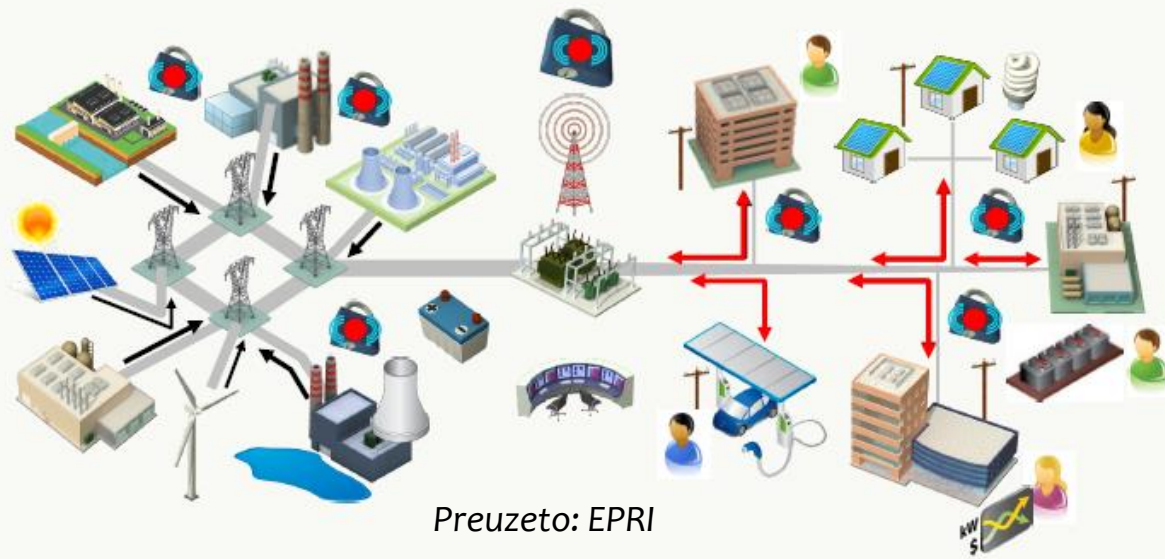


## Konvencionalna struktura EES



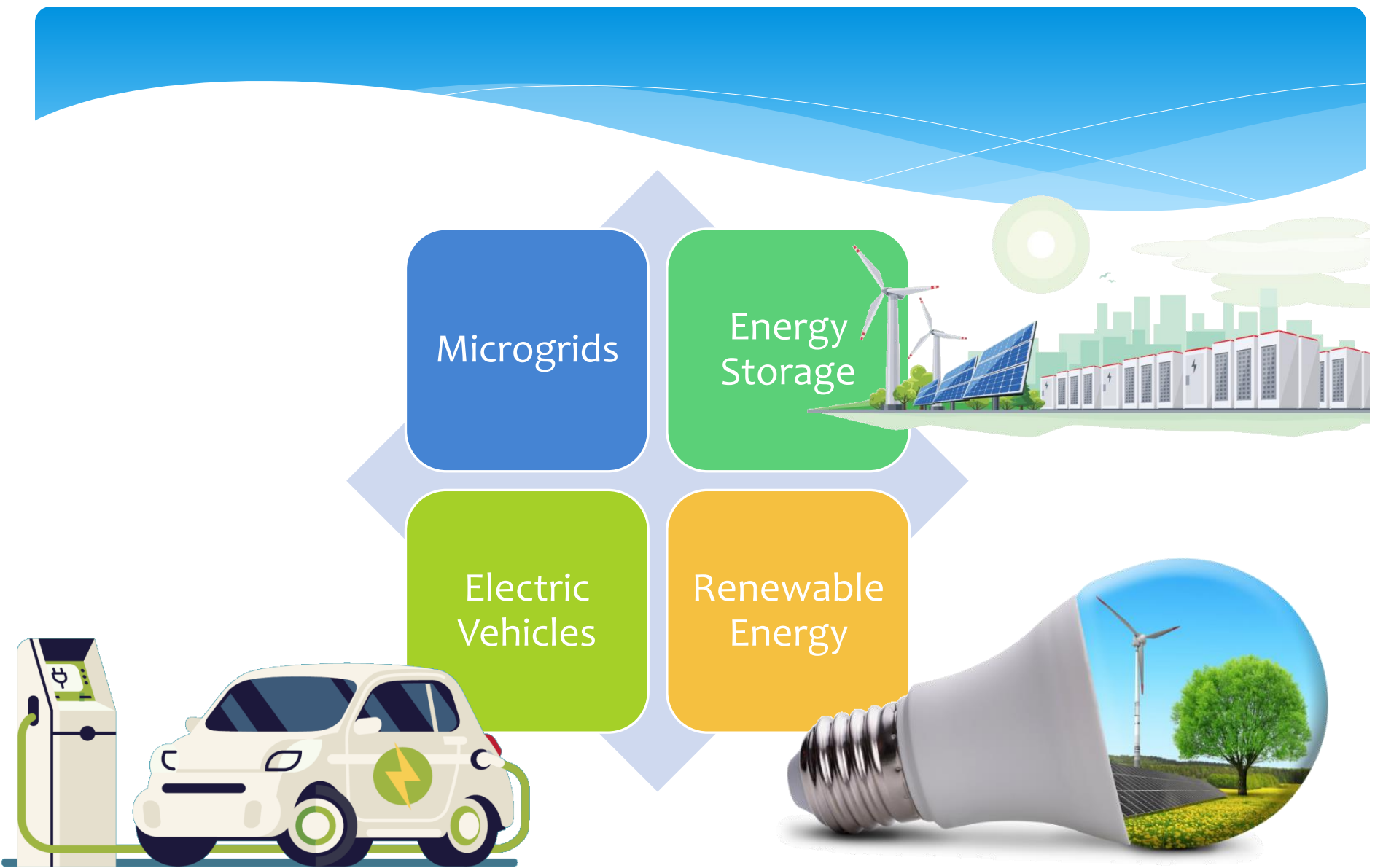
Preuzeto: EPRI

## Moderna struktura EES



Preuzeto: EPRI





❑ Danas modernim djelovima elektroenergetskog sistema nazivaju “Pametnom mrežom” (*engl. Smart Grid*).

❑ Pametna mreža je električna mreža koja uključuje različite aktivnosti i načine mjerenja koji uključuju pametne mjerne uređaje, pametne aplikacije, obnovljive izvore energije, te uređaje visoke efikasnosti. Vrlo važan dio pametne mreže su: proizvodnja električne energije, dinamička kontrola proizvodnje i distribucija električne energije.

❑ U konceptu pametnih mreža stvorena je dodatna potreba za analizama elektroenergetskih sistema, sa posebnim osvrtom da se iste provode u **realnom vremenu**.

❑ **Matematički modeli**, za procjene stanja elektroenergetske mreže ili djela elektroenergetske mreže, su osnov u konceptu pametnih mreža.