### ****UVODNO PREDAAVANJE****

**1**. **Elektrodistributuvni sistem (EDS)**

**1.1. EDS kao podsistem elektroenergetskog sistema (EES)**

**Elektroenergetski sistem (EES)** je jedinstveni **tehnički sistem za proizvodnju, prenos, distribuciju i potrošnju električne energije**.

EES je složeni, dinamički sistem velike dimenzionalnosti, čija je prevashodna funkcija da **sigurno** i **ekonomično** snabdijeva potrošače sa **dovoljnim količinama** **kvalitetne električne energije.**

**Današnji EES-i su trofazni sistemi naizmjenične struje učestanosti 50 Hz** (60 Hz u SAD).

Kao segmente EES, prvenstveno u okviru interkonekcija, imamo i jednosmjerni prenos visokog, odnosno veoma visokog napona.

**Prema funkciji, EES se može podijeliti na podsisteme:**

* **PROIZVODNJA**
* **PRENOS**
* **DISTRIBUCiJA i**
* **POTROŠNJA**

**Svi podsistemi su međusobno povezani i čine jednu cjelinu (EES) u okviru koje se jednovremeno realizuju funkcije proizvodnje, prenosa, distribucije i potrošnje električne energije.**

**Podsistem PROIZVODNJE u okviru EES, čine svi izvori električne energije, odnosno elektroenergetski objekti za proizvodnju električne energije – ELEKTRANE**

Elektrane imaju zadatak da u svakom trenutku zadovolje potrebe potrošača za električnom energijom i da obezbijede neophodan nivo rezerve za slučaj ispada pojedinih kapaciteta ili za slučaj nepredviđenih zahtjeva od strane potrošača

Osnovni elementi elektrana su:

* **Generatori** (najčešće sinhroni generator, a ponekad i asinhroni generator u slučaju manjih instalisanih snaga i kod solarnih fotonaponskih elaktrana, FN paneli kao izvori jednosmjenrne struje), koji proizvode električnu energiju i aktivni su elementi EES-a.
* **Blok transformatori** (osim u slučaju kad je nazivni napon generatora jednak nazivnom naponu voda na koji je elektrana priključena), preko kojih se električna energija proizvedena u generatoru transformiše na naponski nivo elektroenergetskog voda na koji je elektrana priključena.

Osnovne elektroenergetske karakteristike elektrana su:

* **Instalisana snaga elektrane,** koja se definiše kao zbir naznačenih (nazivnih) snaga generatorskih jedinica elektrane **().** To je istovremeno i naznačena (nazivna) snaga elektrane ().

* + **Snaga trofaznih generatorskih** u velikim elektranama iznose od više desetina i više stotina MW, pa i do više hiljada MW. Uobičajeno se koriste generatori snaga reda **više stotina MW**.
  + **Kod malih elektrana** (snage do 10 MW) nazivne snage generatorskih jedinica su najčešće od **nekoliko stotina kW**, sa tipičnim vrijednostima od 500 kW do 2 MW. Kod mini (do 100kW) i mikro (od 1 kW do 1 MW) primjenjuju se znatno manje generatorske jedinice.
* **Napon elektrane**, koji predstavlja naznačeni (nazivni) napon generatorskih jedinica elektrane()**,** uz istu učestanost (50 Hz ili 60 Hz) i usklađeni fazni stav.
  + Vrijednosti nazivnih (naznačenih) napona generatorskih jedinica kreću se u opsegu do 20 kV:
    - * 3.15 kV
      * 6.3 kV
      * 10.5 kV
      * 15.75 kV
      * 21 kV ili 20 kV i
      * 0,4 kV i 0,690 kV (karakteristični za male elektrane, konkretno 690 V za vjetroagregate)

Elektrane većih snaga priključuju se na prenosnu mrežu, dok se elektrane manjih snaga priključuju na distribucijsku mrežu (”distribuirani izvori”) ili direktno na instalacije potrošača („potrošačke elektrane“).

**Podsistem PRENOSA u okviru EES–a ima funkciju da električnu energiju velikih snaga ( reda više stotina MW i veće ) prenese od izvora do udaljenih/veoma udaljenih potrošačkih područja, odnosno velikih potrošača, kao i da razmjenjuje snage između povezanih EES-a ( na udaljenostima reda više stotina km i duže) .**

Podsistem prenosa čine:

**prenosne mreže visokog ( ≥ 110 kV ) i veoma visokog napona ( ≥ 400 kV ).**

Da bi se smanjio pad napona i gubici i obezbijedila ekonomičnost prenosa, **prenos se realizuje mrežama** **visokog i veoma visokog napona**: **110 kV, 220 kV i 400 kV ( u našem EES), a u većim EES ima i mrežama 750 kV, 1000 kV do 1500 kV.**

Osnovni elementi prenosnih mreža su:

* **Visokonaponski elektroenergetski vodovi ili prenosni vodovi (dominantno nadzemni) nazivnih (naznačenih) napona:** 
  + **110 kV ( 20- 50 MW, 50- 80 km, Al/Č 150/25 mm2, 240/40 mm2)**
  + **220 kV (100-300 MW, 150- 300 km, Al/Č 240/40 mm2 , 300/50 mm2)**
  + **400 kV (500-1500 MW, 300- 500 km i više, Al/Č 490/65 mm2, 625/80 mm2 ) u EES CG i viših za veće sisteme:**
  + **750 kV**
  + **1150 kV do**
  + **1500 kV.**
* **Transformatorska razvodna postrojenja (transformatorske stanice TS) prenosnog odnosa:** 
  + **400/220 kV**
  + **220/110 kV**
  + **400/110 kV**,za povezivanje prenosnih mreža različitih nazivnih napona (interkonektivni transformatori) i
  + **110/35 kV/kV**
  + **110/10 kV**,za vezu prenosa i distribucije, kao i
  + **400/110 kV**, za vezu prenosa i velikih elektrodistributivnih sistema (EDS)
* **Rasklopna postrojenja** (visokonaponska razvodna postrojenja bez transformacije), **nazivnih (naznačenih) napona: 110 kV, 220 kV, 400 kV i viših.**

Na nivou prenosa pored trofaznog naizmjeničnog sistema prenosa, srijeće se i **jednosmjerni prenos:**

* Podmorski DC kablovi, jer se smanjuju kapacitivni gubici koji su posebno veliki u slučaju podmorskih kablova na velikim udaljenostima
* Prenos na velike udaljenosti, gdje se kod DC prenosa smanjuju gubic iznad dodatnih investicija za ispravljačko postrojenje. U rasponu prenosa od 500 do 700 km, AC i DC sistemi prenosa su ravnopravni*,* dok je *na* većim udaljenostimaDC prenos povoljniji*.*
* Povezivanje EES različitih učestanosti, jer nije potrebna sinhronizacija i usklađivanje učestanosti, kontrola tokova snaga je preciznija i efikasnija.

Primjer DC prenosa: Podmorski kabl Italija – CG: 500 kV DC, 600 MW, 455 km (podmorski dio 433 km).

**Podsistem distribucije** obuhvata elektroenergetske mreže **koje distribuiraju električnu energiju unutar potrošačkih područja (konzuma), od krajnjih tačaka prenosa i od distribuiranih izvora električne energije do mjesta priključka pojedinačnih ili grupnih potrošača.**

**Mjesta priključka** pojedinačnih ili grupnih potrošača električne energije (kupaca) su razvodni ormari potrošača (P RO) sa uređajima za registrovanje potrošnje električne energije.

Distribucija se obavlja pod nižim naponima (35 kV, 10 kV i 0,4 kV), na znatno manjim rastojanjima i sa manjim snagama u odnosu na prenos.

Podsistem distribucije čine:

* **distributivne mreže** **srednjeg napona (SN)**
  + **35 kV** (viši srednji napon – V SN)
  + **20 kV**
  + **10** **kV**

i

* **distributivne mreže** **niskog napona (NN)**
  + **0,4 kV**

Za distributivne mreže srednjeg napona (SN) karakteristične su snage prenosa od nekoliko MW pa do nekoliko desetina MW, uz dužine prenosa od nekoliko kilometara pa do par desetina kilometara.

Za distributivne mreže niskog napona (NN) karakteristične su snage prenosa do nekoliko stotina kW, uz dužine prenosa najčešće do 1 km.

Za veća potrošačka područja (veoma velike površine i snage kao i veliki broj potrošača – karakteristike metropola), podsistemu distribucije pripadaju i

* **Napojne (visokonaponske) mreže**, koje vode od krajnjih tačaka prenosa do potrošačkih područja/konzuma, odnosno oko potrošačkih područja, kao i unutar njih do pojedinih centara potrošnje. Odatle se dalje električna energija srednjenaponskim i niskonaponskim mrežama distribuira unutar centara potrošnje do krajnjih potrošača.

Nazivni naponi napojnih mreža iznose:

* 110 kV (u našim uslovima - EDS Podgorice), pa i više
* 220 kV (EDS Pariza - 225 kV)
* 400 kV (EDS Berlina – 380 kV )

Za napojne mreže su karakteristične snage prenosa od više desetina MW do više stotina MW

Osnovni elementi distributivnih mreža su:

* **Distributivni elektroenergetski vodovi:** 
  + **Nadzemni elektroenergetski vodovi** (nazivnih napona 35 kV, 20 kV, 10 kV za SN i 0.4 kV za NN)
  + **Kablovski vodovi** (nazivnih napona 35 kV, 20 kV i 10 kV za SN i 0,4 kV za NN)
  + **Samonoseći kablovski snopovi** (0,4 kV dominantno, a i do napona 20 kV )

**Nadzemni elektroenergetski vodovi se koriste** za duže udaljenosti, prvenstveno u seoskim i prigradskom područjima, dok su **kablovski vodovi** pogodni za gradsku mrežu i gusto naseljena područja. **Samonoseći kablovski snopovi se najčešće koriste** u NN mrežama seoskih i prigradskih područja, ali se primjenjuju i u gradskim sredinama.

**Nazivni presjeci distributivnih elektroenergetskih vodova su standardizovani** i pokrivaju širok spektar primjena, pri čemu presjeci ovise o opterećenju, udaljenosti prenosa i zahtjevima potrošnje.

* **Distributivne transformatorske stanice** (D TS), koje povezuju distributivne mreže različitih naponskih nivoa, odnosno preko kojih se električne energije transformiše iz jednog naponskog nivoa u drugi:
  + 35/10 kV
  + 20/0,4 kV
  + 10/0,4 kV

U našoj praksi, nazivne snage TR jedinica su:

* + Za 35/10 kV: 1 MVA, 2,5 MVA, 4 MVA, 6,3 MVA, 8 MVA, 10 MVA, 16 MVA i 20 MVA
  + Za 10/0,4 kV: 50 kVA, 100 kVA, 160 kVA, 250 kVA, 400 kVA, 630 kVA, 800 kVA, 1000 kVA

Kod podsistema distribucije sa napojnim mrežama imamo:

* Napojne TS, prenosnih odnosa:
  + 110/35 kV i 110/10 kV (primjer Podgorice)
  + 225/110 kV i 225/20 kV (Pariz)
  + 380/110 kV i 380/30 kV ili 380/20 kV (Berlin)

Nazivne snage TR jedinica su:

* + Za 110/35 kV: 20 MVA, 31,5 MVA, 40 MVA, 50 MVA, 63 MVA, 80 MVA, 100 MVA
  + Za 110/10 kV: 10 MVA, 20 MVA, 31,5 MVA, 40 MVA, 50 MVA, 63 MVA

**Podsistem POTROŠNJE** obuhvata sve potrošače električne energije koji preko potrošačke mreže ili električnih instalacija preuzimaju električnu energiju iz prenosne ili distributivne mreže i koriste je za svoje potrebe.

**Podsistem potrošnje** preuzima električnu energiju iz prenosne ili distributivne mreže za vlastite potrebe, tj. za napajanje različitih vrsta električnih uređaja.

**Potrošač**, predstavlja svaki objekat koji je priključen na mrežu i koji iz mreže uzima aktivnu i reaktivnu energiju, i praktično je sastavni dio mreže. Posmatra se kao impedansa fiksnog iznosa nezavisno od napona u priključnom čvoru ili kao angažovana aktivna i reaktivna snaga u priključnom čvoru, tako da se odgovarajuća impedansa potrošača mijenja u zavisnosti od stvarnog napona u priključnom čvoru.

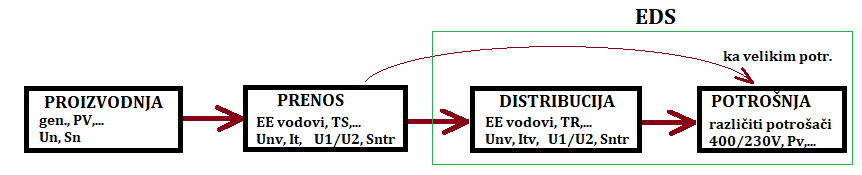
U okviru samih potrošača (domaćinstva, komercijalni, kulturni, obrazovni i sportski objekti, trgovina, javna infrastruktura, saobraćaj, industrija i dr.) snabdijevaju se električnom energijom različite vrste električnih uređaja i sistema.

Naponski nivoi u podsistemu potrošnje:

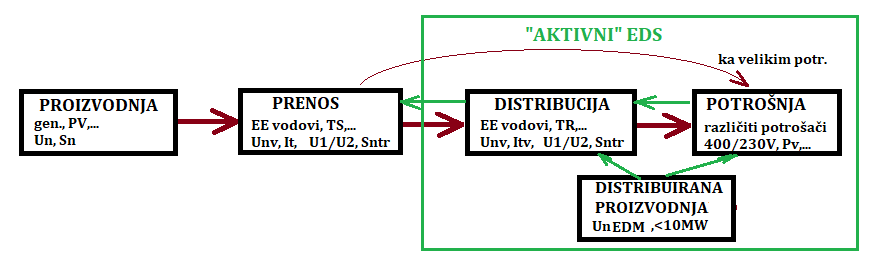
* **0,4 kV** je osnovni naponski nivo potrošnje, najčeće korišćen u stambenim, poslovnim i manjim industrijskim objektima, sa naponom 230 V za napajanje pojedinačnih uređaja u ovim objektima
* **10 kV** za industrijska postrojenja, velike komercijalne objekte, javne institucije, objekti komunalne infrastrukture i dr.
* **35 kV** za veće industrijske potrošače (npr. Željezara), infrastrukturne objekte, industrijske zone i dr.
* **110 kV** za velike industrijske potrošače (npr. Kombinat aluminijuma), velika proizvodna postrojenja i sl.

U okviru EES-a **funkcije podsistema distribucije i potrošnje realizuju se preko elektrodistributivnog sistema (EDS)**, kao krajnje veze sa potrošačima električne energije

Na Slici 1.a. prikazan je strukturni blok dijagram EES klasične izvedbe, a na sa Slici 1.b) EES-a savremene izvedbe sa distribuiranim izvorima električne energije, odnosno “aktivnim EDS-om”



*a)*



*b)*

*Slika 1. Strukturni blok dijagram: a) EES klasične izvedbe, b) savremenog EES, sa “aktivnim EDS”*

**Slika 1.a) EES klasične izvedbe:**

* Snaga se proizvodi u podsistemu **PROIZVODNJA** (generatori hidroelektrana, termoelektrana, nuklearnih elektrana, vjetroparkova i dr.) i zatim se prenosi kroz prenosni podsistem (**PRENOS**) ka distributivnom podsistemu (**DISTRIBUCIJA**), a potom do krajnjih potrošača u podsistemu **POTROŠNJA**.
* Tok snage je jednosmjeran, tj. ide od proizvođača prema potrošaču.

**U okviru EDS-a** obavljaju se funkcije raspodjele i distribucije električne energije, uz vezu sa podsistemom potrošnje kao krajnjim elementom u okviru kojeg se angažuju odgovarajuće aktivne i reaktivne snage u skladu sa potrebama i karakteristikama potrošača.

* U klasičnoj izvedbi, EDS funkcioniše kao jednosmjeran prenos energije prema krajnjim potrošačima, bez vraćanja snage ka višim nivoima sistema.

**Slika 1.b) EES sa distribuiranim izvorima električne energije:**

* Savremene EES karakteriše prisustvo distribuirane proizvodnje, odnosno izvora električne energije koji se priključuju u raznim tačkama distributivnih mreža svih naponskih nivoa. Ovdje u strukturnom blok dijagramu EES-a imamo dodatni blok "DISTRIBUIRANA PROIZVODNJA," koji pokazuje da u okviru EDS-a postoje manji izvori električne energije (najčešće obnovljivi izvori, poput solarnih fotonaponskih elektrana ili vjetroelektrana), koji proizvode električnu energiju.
* Distribuirani izvori energije omogućavaju dvosmjerni tok snage:
  + **Tok snage od distribucije ka potrošnji** (klasičan tok),
  + **Tok snage od distribuirane proizvodnje ka potrošnji ili nazad ka distributivnoj i prenosnoj mreži** (u slučaju viška energije).
* Distribuirana proizvodnja može snabdijevati direktno lokalne potrošače, ali i vraćati višak električne energije nazad u mrežu.

**EDS** ovdje nije više samo posrednik u isporuci električne energije, već postaje "aktivan" element sistema. Distribucija sada ne samo da distribuira energiju, već i integriše proizvodnju iz distribuiranih izvora.

Aktivni EDS omogućava optimizaciju korišćenja lokalne proizvodnje, smanjuje opterećenje prenosne mreže i može pružiti veći stepen fleksibilnosti i sigurnosti u radu EES-a.

**1.2. Osnovne karakteristike EDS-a**

**1.2.1. Definicija EDS-a**

Elektrodistributivni sistem (EDS) se, u skladu sa funkcijom i osnovnom strukturom,može definisati na sljedeći način:

**EDS je skup međusobno povezanih elektroenergetskih mreža čija je funkcija da unutar pripadne teritorije omogući raspodjelu i distribuciju električne energije od krajnjih tačaka prenosa (TS na granici prenos/distribucija) i od distribuiranih izvora električne energije (ako postoje) do praga pojedinačnih ili grupnih potrošača, uz mogućnost prenosa električne energije ka mrežama viših naponskih nivoa, sve do prenosnog sistema.**

Savremeni EDS-i najčešće sadrže i sopstvene elektrane, odnosno distribuirane izvore električne energije, koji dominantno pripadaju grupi obnovljivih izvora i kategoriji malih elektrana (mE - snage ispod 10 MW).

Distribuirani izvori se priključuju na distributivne mreže svih naponskih nivoa (35 kV, 10 kV, 0,4 kV).

Distributivna mreža na koju je priključen distribuirani izvor električne energije je „aktivna” distributivna mreža, a EDS-i sa distribuiranim izvorima električne energije su „aktivni” EDS-i. Ovaj naziv ukazuje na mogućnost distributivne mreže, odnosno EDS-a, da aktivno učestvuje i u proizvodnji električne energije. Tokovi snaga u takvim sistemima su dvosmjerni: ka potrošačima i ka mreži višeg naponskog nivoa, sve do prenosnog sistema.

EDS se,u skladu sa funkcijom i osnovnim elementima koji ga čine, može definisati i na sljedeći način:

**EDS je skup međusobno povezanih elektroenergetskih objekata: malih elektrana, razvodnih postrojenja, transformatorskih stanica i elektroenergetskih vodova, izgrađenih na teritoriji na kojoj su locirani potrošači i u njenoj bližoj okolini sa ciljem obezbjeđenja potrebne količine kvalitetne električne energije za sve potrošače konzuma, uz mogućnost prenosa električne energije ka mrežama viših naponskih nivoa, sve do prenosnog sistema**.

Prema podacima iz literature, udio EDS-a u ukupnim investicijama u EES se kreće od 30% pa i do 50%. Najčešće, oko trećine investicija odlazi na elektrane, trećina na prenosnu mrežu, a trećina na distribuciju.

Takođe, EDS ima dominantan uticaj na pouzdanost napajanja krajnjih potrošača.*.* Ovaj uticaj se ocjenjuje do 80%, dok elektrane i prenosna mreža utiču sa svega oko 20%. Pogotovo je značajan uticaj elektroenergetskih vodova srednjeg napona.

Sve ovo ukazuje na izuzetan značaj optimizacije u planiranju i pogonu EDS-a.

**1.2.2. Naponski nivoi u okviru EDS-a**

Nazivni naponi elektroenergetskih mreža su definisani odgovarajućim Standardom.

U okviru EDS-a, kod nas su to naponi:

* 110 kV - napojni nivo
* 35 kV - distributivne mreže višeg srednjeg napona (V SN)
* 20 kV i 10 kV – distributivne mreže srednjeg napona (SN)
* 0,4 kV - distributivne mreže niskog napona

Ovdje se postavlja pitanje optimizacije: **koji srednji napon ima prednost ?**

Opšti zaključak je: **svaki viši napon, ako se dobro iskoristi, ekonomičniji je od nižeg napona !**

U skladu sa tim: **napon 20 kV j.e povoljniji od napona 10 kV.**

**Međutim,** u uslovima već razvijene kablovske mreže 10 kV (nekad u postojećem sklopu sa 35 kV) i nedozvoljenog korišćenja tih kablova pod napon 20 kV, kao i u uslovima razvijenije proizvodnje 10 kV opreme, a time i značajno niže cijene, i uz niz drugih specifičnosti vezano za karakteristmožda si zbog ike konzuma, često se kao povoljnije dobija rješenje EDS-a sa 10 kV srednjim naponom. Takvo rješenje je dobijeno i za EDS Podgorice, prvenstveno zbog već izgrađene elektroenergetske infrastrukture

**Zaključak:** za svaki konkretni EDS neophodno je izvršiti odgovarajuće optimizacione analize tehno- ekonomskog karaktera, koje će dati odgovor **koji srednji napon je optimalan** za dalji razvoj posmatranog EDS-a.

**1.2.3. Broj transformacija u okviru EDS-a**

U našim uslovima EDS-i se realizujusa sljedećim transformacijama:

**I.**

* **110/35 kV** - transformacija koja povezuje napojni i distributivni nivo (napojne mreže VN i distributivne mreže V SN)
* **35/10 kV** - transformacija koja povezuje distributivne mreže V SN i SN (**međutransformacija**)
* **10/0.4 kV** - transformacija koja povezuje distributivne mreže SN i NN

**II.**

* **110/10 kV (110/20 kV)**- transformacija koja povezuje napojni i distributivni nivo (napojne mreže VN i distributivne mreže SN)
* **10/0,4 kV (20/0,4 kV) -** transformacija koja povezuje distribuutivne mreže SN i NN

**Varijanta I:**

**EDS-i sa dvije transformacije na distributivnom nivou (35/10 kV- međuutransformacija i 10/0,4 kV) su EDS-i sa međutransformacijom** (Slika 2.a).

**Varijanta II:**

**EDS-i sa jednom transformacijom na distributivnom nivou (10/0,4 kV ili 20/0,4 kV) su EDS-i direktne transformacije** (Slika 2.b).

**Opšta tendencija** pri razvoju EDS-a (kako kod nas tako i u svijetu) **je smanjenje broja naponskih nivoana distributivnom nivou**, **odnosno primjena EDS-a direktne transformacije.**

Postojanje EDS sa međutransformacijom često je posljedica razvoja sistema. Na početku EDS, je koncipiran za manji konzum i realizovan je napojnom mrežom nivoa V SN (npr. 35 kV) i sa SN i NN distributivnom mrežom (npr. 10 kV i 0,4 kV). Razvoj konzuma uslovio je uvođenje VN ( npr. 110 kV) na napojnom nivou. Tako, ranija napojna mreža, preuzima ulogu distributivne mreže V SN, a sistem poprima strukturu sistema sa međutransformacijom. Pri tome se najčešće dalji razvoj EDS bazira na EDS-u direktne transformacije, sa tendencijom „nestajanja” distribuutivne mreže 35 kV i međutransformacija 35/10 kV. Takvo je razvojno opredjeljenje za EDS Podgorice.

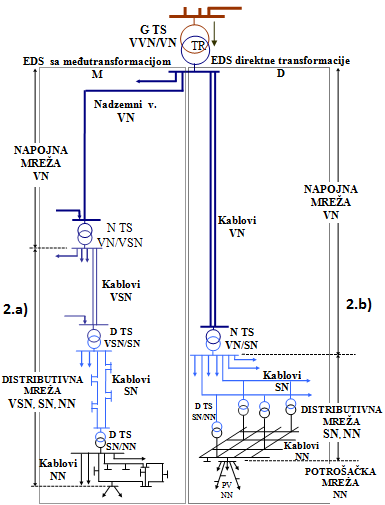
**Broj transformacija ?**

**Opšti odgovor na pitanje broja transformacija** unutar EDS-a je da**primjena direktnih transformacija (npr. 110/10 kV ili 110/20 kV) ima određene prednostiu odnosu na sisteme sa međutransformacijom.**

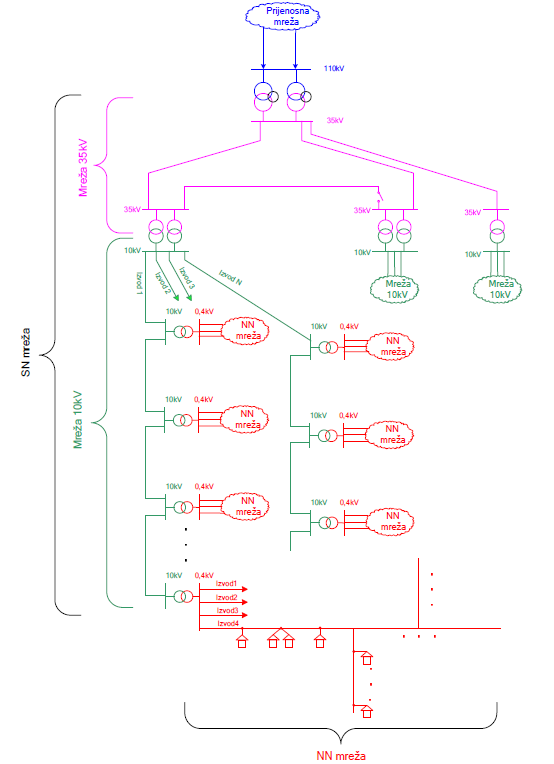
**Međutim**, odgovor na pitanje broja transformacija u okviru konkretnih EDS-a treba da slijedi iz adekvatnih tehničko-ekonomskih optimizacionih analiza za taj sistem.

Na rezultate optimizacionih analizaza značajan uticaj može imati postojeće stanje sistema, npr. već izgrađena 35 kV mreža i razvijena proizvodnja opreme odgovarajućeg napona, kada se može desiti da je cijena opreme višeg napona, npr. 35 kV, neznatno veća od cijene opreme nižeg napona, npr. 20 kV.

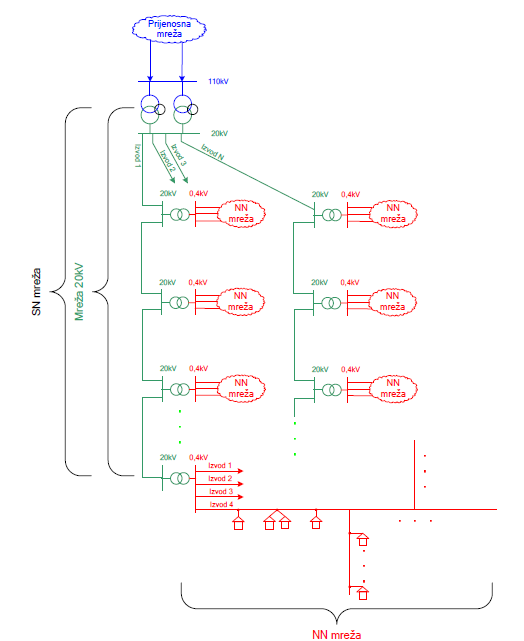
Takođe, treba uvažiti činjenicu da uvođenje međunapona u distributivnim mrežama, može biti povoljno sa aspekta održavanja povoljnih naponskih prilika i smanjenja snaga kratkog spoja.

****

Slika 2.a) Strukturna šema EDS-a sa međutransformacijom, 2.b) EDS-a direktne transformacije



***Slika 2.a) Struktura EDS sa medjutransformacijom***



***Slika 2.b) Struktura EDS direktne transformacije***

**1.2.4. Konfiguracije distributivnih mreža EDS-a**

Konfiguracija distributivne mreže predstavlja način na koji su povezani električni vodovi, transformatorske stanice i potrošači unutar posmatrane mreže.

Osnovne konfiguracije distributivnih mreža su:

* **Radijalna konfiguracija koju** karakteriše samo jedan smjer protoka električne energije po dionicama vodova mreže i jednostrano napajanje potrošačkih čvorova. Realizuje se u različitim varijantama: radijalno napajanje u tački, čisto radijalno napajanje, radijalno napajanje sa ograncima (*slika 3*).

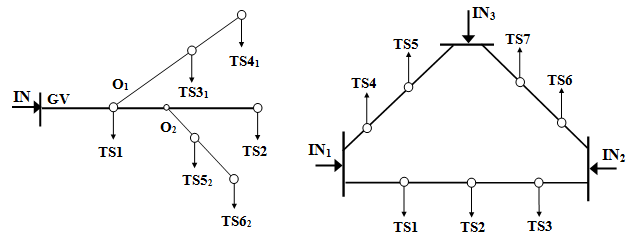
Radijalne mreže su jednostavne za izgradnju i održavanje, ali imaju nižu pouzdanost jer kvar na jednoj dionici može prekinuti napajanje za sve potrošače od mjesta kvara. **Radijalna konfiguracija** se najčešće koristi u ruralnim i prigradskim područjima gdje su troškovi implementacije bitni, a manji kvarovi neće izazvati veliki poremećaj u snabdijevanju potrošača.

.

* **Petljaste konfiguracije** koje karakteriše mogućnost protoka električne energije po dionicama vodova u oba smjera, a što se obezbjeđuje međusobnim povezivanjem dionica vodova i vezivanjem napojnih dionica na jedan ili više izvora napajanja (*slika 4 i dr.*).

Petljasta konfiguracija je složenija i skuplja za izgradnju i održavanje zbog većeg broja vodova, ali omogućava alternativne puteve za snabdijevanje u slučaju kvara, što povećava pouzdanost napajanja.

**Petljasta konfiguracija** je pogodna za gradske i industrijske zone gdje je potrebna visoka pouzdanost napajanja, jer kvar na jednoj dionici ne znači prekid u napajanju.



***Slika 3. Radijalna konfiguracija Slika 4. Petljasta konfiguracija***

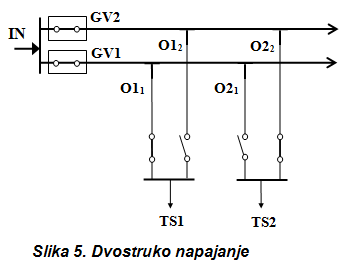
U zavisnosti od načina napajanja čvornih tačaka (potrošačkih čvorova), razlikujemo sljedeće konfiguracije SN i NN distributivnih mreža:

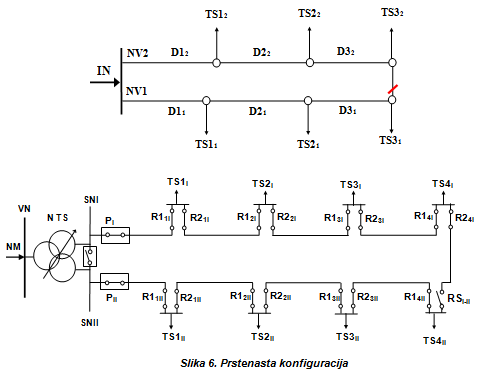
**dvostruko napajanje** – *slika 5*,

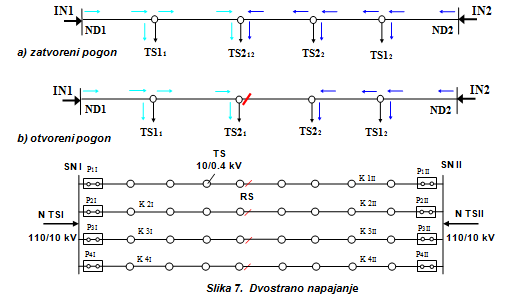
**prstenasta konfiguracija** – *slika 6*,

**dvostrano napajanje** - *slika* 7,

**složeno** **petljasta konfiguracija** (SP NN konfiguracija) – *slika 8* i dr.

******



******



***Slika 8. Složenopetljasta NN konfiguracija***

### ****Značaj optimizacije konfiguracija distributivnih mreža:****

* **Smanjenje energetskih gubitaka:** Optimizacija pomaže da se smanje gubici električne energije tokom prenosa i distribucije, čime se povećava efikasnost sistema.
* **Povećanje pouzdanosti napajanja:** Optimizovane mreže su otpornije na kvarove i omogućavaju brže vraćanje napajanja potrošačima, što doprinosi većoj sigurnosti snabdijevanja.
* **Smanjenje troškova:** Optimizacija omogućava smanjenje ukupnih troškova investicija, održavanja i operativnih troškova mreže.
* **Fleksibilnost i prilagodljivost:** Optimizovane mreže lakše se prilagođavaju promjenama u potrošnji, novim tehnologijama i integraciji obnovljivih izvora energije.