DR RADOJLE RADETIĆ

PRENOS ELEKTRIČNE ENERGIJE

- LEKSIKON POJMOVA -

PRENOS ELEKTRIČNE ENERGIJE

LEKSIKON POJMOVA

Dr Radojle Radetić, dipl. inž. el.

Kompjuterska obrada teksta Dr Radojle Radetić

Izdaje i štampa: Agencija Eho, Niš

e-mail: redakcija@infoelektronika.net

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотеке Матице српске, Нови Сад

621.31(031)

РАДЕТИЋ, Радојле, 1957-
Prenos električne energije : leksikon pojmova / Radojle Radetić. - Niš : Agencija Eho, 2022 (Niš : Agencija Eho). - 110 str. : ilustr. ; 24 cm

Autorova slika. - Tiraž 200. - O autoru: str. 110. - Bibliografija: str. 109. - Registar.

ISBN 978-86-80134-45-1

a) Електроенергетика -- Лексикони
COBISS.SR-ID 78904329

Važne napomene

1. Značenja pojmova u ovom leksikonu su preuzeta iz autoru dostupne građe. Autor je samo priređivač te građe i njegov je izbor pojmova. Autor na to upozorava čitaoce i ne može da garantuje za njihovu tačnost niti da preuzme odgovornost za eventualne posledice.
2. Autor je nastojao da materija u ovoj knjizi bude izložena tačno i jasno. I pored svih napora da izbegne greške, ne može se garantovati da ih još uvek nema. Autor na to upozorava čitaoce i ne prihvata nikakvu odgovornost za eventualne posledice.
3. Autor zadržava sva prava eventualnih izmena, bez obaveze prethodnog obaveštenja.
4. Bilo kakvo umnožavanje, preštampavanje i kopiranje celine ili pojedinih delova ove knjige, nije dozvoljeno bez prethodne dozvole autora.

UVOD

Osnovna pretpostavka za razumevanje i praćenje neke tehničke oblasti je poznavanje njene terminologije. Time prestaje potreba za pretpostavljanjem i podrazumevanjem a samim tim smanjuje se mogućnost nesporazuma.

Elektroenergetika je oblast koja je pažljivo birala svoju terminologiju i u tom pogledu ona spada u dobro uređene oblasti po jasnoći svojih pojmova. Ovaj leksikon bi trebalo da sledi taj put i da doprinese podizanju ove oblasti na još viši nivo.

Cilj ovog leksikona je da se na jednom mestu nađu i objasne najčešće pominjani pojmovi iz oblasti prenosa električne energije. Značenje pojmova u najvećem broju preuzeto je iz postojećih dokumenata AD Elektromreža Srbije (EMS), JP Elektroprivreda Srbije (EPS), propisa, dostupne literature i obilne građe sa interneta. Cilj nije bio da se obuhvate svi postojeći pojmovi. Izbor pojmova je relativan, i rezultat je ličnog osećaja priređivača.

Izrada ovog leksikona ujedno je bila i prilika da se pojedini pojmovi bolje pojasne, ali i da se za neke ponude drugačija ili potpuno nova objašnjenja. Pri tome, težnja je bila da se objašnjenja svedu na formu definicije kad god je to bilo dovoljno a tamo gde nije, data su šira objašnjenja. Šta je definicija?

Definicija – predstavlja jasno tumačenje, odnosno određivanje značenja jednog pojma po njegovim osnovnim svojstvima. Pri definisanju koriste se najbliži srodni, opšte poznati pojmovi i ističu razlike prema drugim sličnim pojmovima. Pri tome prvenstveno ukazuje se na ono šta pojam jeste a samo izuzetno šta nije. Od definicije se očekuje da bude kratka, ali i da jasno određuje pojam na koji se odnosi.

U ovom leksikonu prednost je data domaćim izrazima. Tamo gde ne postoji adekvatan domaći izraz, koristi se strani (na primer; rasklopna oprema). Za termine; uklopiti i isklopiti, domaći izrazi su; uključiti i isključiti. Termin rasklopiti u našem jeziku znači rastaviti na sastavne delove a sklopiti – vratiti u prvobitno stanje. U tom smislu mogli bi da se koriste termini "prekidačka i rastavna oprema". Priređivač je o ovome konsultovao više kompetentnih stručnjaka iz ove oblasti i stekao utisak da je termin "rasklopna oprema" je opšteprihvaćen i da treba da ostane.

Kod objašnjenja nekih pojmova napravljene su manje promene. Neka objašnjenja su dodatno proširena, ponegde i matematičkim izrazima. Slike govore više od reči pa su neki pojmovi, pored objašnjenja dodatno ilustrovani. Zato ovo nije samo rečnik pojmova. Ovo je više od rečnika – Leksikon pojmova.

Za pojmove za koje nisu pronađena objašnjenja priređivač je pokušao da ih ponudi, po svom poznavanju stvari (na primer: uklopno stanje, kvitiranje trasa dalekovoda, rasplet dalekovoda, itd.).

I za neke postojeće pojmove predložena su nova objašnjenja. Na primer za rastavljač je važnija funkcija – obezbeđenje sigurnosnog razmaka (objektivno – merljivo), nego vidno odvajanje (subjektivno).

Pojmovi koji su usko specifični za pojedine oblasti nisu obuhvaćeni.

Pojmovi se mogu objasniti na različite načine u zavisnosti od ugla posmatranja. U ovom leksikonu pojmovi su objašnjeni iz ugla prenosa električne energije i oblasti koje on obuhvata (eksploatacija, održavanje, upravljanje, TS/RP, DV, automatika, TSU, TK, BZR, itd).

Pojmovi su podeljeni u 18 tematskih oblasti. Redosled navođenja pojmova u njima je izvršen prema srodnosti. Na ovaj način obuhvaćeno je preko 620 termina. Radi lakšeg nalaženja traženog pojma na kraju knjige dat je registar pojmova po abecednom redu sa naznačenim oblašću kojoj pripada i stranicom na kojoj se nalazi.

U delovima 19 i 20 dati su izrazi za pojedina stanja elemenata EES i elektroenergetske opreme, kao i skraćenice koje se koriste u praksi. Na ovaj način obuhvaćeno je ukupno 25 stanja i 72 skraćenice.

Ovaj leksikon je namenjen svima koje interesuje oblast prenosa električne energije počev od montera, tehničara, studenata elektrotehnike, inženjera, itd.

Na kraju želim da se zahvalim svima koji su pročitali ili bar pogledali radni materijal i na njega dali svoj komentar. Posebnu zahvalnost dugujem kolegama koji su dali korisne primedbe, predloge, sugestije i koji su podržali njegovu daljnju izradu. Oni su mi bili podsticaj da istrajem u ovom poslu.

Zahvalan sam i onima koji u ovom materijalu nisu videli vrednost. Oni su me podstakli da poboljšam formu i potražim druge puteve u njegovoj realizaciji.

Prenos električne energije je oblast koja se intenzivno razvija što sa sobom nosi pojavu novih termina. Njihovim praćenjem otvara se prostor za nadgradnju ovog leksikona i njegova nova izdanja. Svi predlozi, primedbe i sugestije u tom pravcu dobro su došli.

U Boru, juna 2021. godine

Priređivač: Dr Radojle Radetić

SADRŽAJ

1. OPŠTI POJMOVI 5
2. OSNOVNI POJMOVI ELEKTROTEHNIKE 8
3. REGULATIVA 13
4. ELEKTROPRIVREDA I TRŽIŠTE ELEKTRIČNE ENERGIJE 17
5. ELEKTROENERGETSKI SISTEM – OPŠTE 22
6. ELEKTROENERGETSKI SISTEM – UPRAVLJANJE 27
7. ELEKTROENERGETSKI SISTEM – NORMALAN RAD 29
8. ELEKTROENERGETSKI SISTEM – STANJE POREMEĆAJA 34
9. TRAFOSTANICE I RAZVODNA POSTROJENJA – OPŠTE 39
10. TRAFOSTANICE I RAZVODNA POSTROJENJA – VN OPREMA 45
11. TS/RP – SOPSTVENA (KUĆNA) POTROŠNJA 53
12. TS/RP - NADZOR I KOMANDOVANJE 57
13. TS/RP – RELEJNA ZAŠTITA 61
14. TS/RP – MERENJE I SIGNALIZACIJA 66
15. DALEKOVODI 70
16. ODRŽAVANJE VISOKONAPONSKE OPREME 76
17. IZVOĐENJE RADOVA 79
18. BZR, ZOP I ZŽS 83
    - 18.1. Bezbednost i zdravlje na radu (BZR) 83
    - 18.2. Zaštita od požara (ZOP) 86
    - 18.3. Zaštita životne sredine (ZŽS) 88
19. STANJA ELEMENATA EES I EE OPREME – IZRAZI 90
20. SKRAĆENICE 92
21. INDEKS POJMOVA PO ABECEDNOM REDU 94
22. LITERATURA 109

O AUTORU 110

1. OPŠTI POJMOVI

Element – opšti pojam za neku hardversku celinu (komponenta, sklop, aparat, uređaj, sistem), pojmovi koji se odnose na elemente u zavisnosti od njihove složenosti.

Mašinski element – deo mašine ili sklop delova koji vrši neku elementarnu funkciju. Ovde su važni jer predstavljaju sastavne delovi mnogih električnih uređaja (prekidača, rastavljača, elektromotora, generatora itd.). Mogu biti elementi za:

- vezu (zavrtanj, zakivak, čivija, klin, zavareni spoj, itd.)
- prenos kretanja (poluga, osovina, ležaj, spojnica itd.)
- prenos snage (vratilo, zupčanik, remen, remenica, lančanik, itd.)
- hidrauliku (sudovi pod pritiskom, cevi, cevni spojevi, zasuni, slavine, ventili, itd.)
- oslanjanje i nošenje (kućišta, ležišta, nosači, itd)

Komponenta – osnovna jedinica u čiju se strukturu ne zalazi (provodnik, izolator, stezaljka, odvodnik prenapona, rele, sklopka itd.). Na primer, za službu održavanja rastavljač bi mogao biti komponenta ako bi opredeljenje bilo takvo da se ne vrši njegova popravka već kompletna zamena.

Mašinski deo – deo mašine koji se, bez razaranja, ne može rastaviti na jednostavnije delove (zavrtanj, navrtka, zupčanik, osovina, klin itd.).

Osovina – mašinski element koji ne prenosi moment (snagu) već samo rotaciono kretanje (primer osovine na vagonima). Ponegde u literaturi za električne mašine se kaže osovina elektromotora što je nepravilno jer se radi o vratilu.

Vratilo – mašinski element koji vrši rotaciono kretanje i pri tome prenosi moment odnosno snagu (primer vratilo elektromotora ili generatora). Ponekad se koristi naziv i pogonska osovina (u železnici).

Kućište – deo sklopa koji mu obezbeđuje određeni stepen zaštite od spoljnih uticaja, zaštitu od pristupa ili dodira delovima pod naponom ili pokretnih delova.

Stepen mehaničke zaštite (IP) – stepen zaštite ostvaren kućištem. Odnosi se na zaštitu od prodiranja čvrstih stranih tela odnosno pristupa lica opasnim delovima (prva karakteristična cifra) i zaštitu od prodiranja vode (druga karakteristična cifra). Na primer IP00 znači da nema nikakve zaštite od prodora čvrstih stranih tela odnosno pristupa lica opasnim delovima niti zaštite od vode sa opasnim dejstvom. Najviši stepen mehaničke zaštite je IP68 i on podrazumeva kućište potpuno zaptiveno koje dozvoljava trajno potapanje u vodu.
Iza brojeva mogu da se nađu još i dodatno (zaštita od pristupa opasnim delovima) i dopunsko slovo (dopunske informacije). Na primer dopunsko slovo H označava visokonaponske uređaje.

Sklop (aparat) – celina sastavljena od elemenata smeštenih u zajedničkom prostoru, koja uključenjem u rad izvršava svoj program ili omogućuje neku korisnu radnju namenjena za određenu funkciju (prekidač, rastavljač, regulaciona sklopka, itd). U odnosu na komponentu radi se o celini višeg stepena složenosti.

Uređaj – celina sastavljena od sklopova smeštenih u zajedničkom prostoru, namenjena za određenu funkciju (energetski transformator, prekidač, rastavljač, itd). U odnosu na sklop radi se o još složenijoj celini.

Mašina – naprava koja obavlja određene operacije a za svoj rad koristi energiju (električni agregat, kompresor, stacionarna brusilica, stubna bušilica, strug, mašina za premotavanje provodnika, pumpe za pretakanje ulja, za sušenje ulja, ...). Jednostavnije mašine spadaju u alate.
U elektrotehnici se pod mašinama podrazumevaju i transformatori (statičke električne mašine) elektromotori i generatori (rotacione električne mašine).

Oprema – obuhvata prateće elemente za uređaje i aparate (izolatori, sabirnice, provodnici, ovesna oprema, regulator napona, monitoring, razni merni i signalni uređaji, itd). Na primer, pogonski mehanizam prekidača po strukturi je sklop, ali u odnosu na prekidač kao celinu on je deo njegove opreme. Rasklopni uređaji u odnosu na polje su njegova oprema.

Proces – skup međusobno povezanih aktivnosti koji daju neki rezultat.

Sistem – veoma širok pojam koji obuhvata: društveni, ekonomski, pravni, ekosistem, geopolitički, informacioni, tehnički sistem itd. Dalje će se pod sistemom podrazumevati Tehnički sistemi.

Sistem (tehnički sistem) – skup elemenata međusobno povezanih tako da svi zajedno obavljaju određenu funkciju (EES, SCADA, sistem za dojavu požara, sistem daljinskog upravljanja, itd). U slučaju EES radi se o veoma razrađenom sistemu sa međusobno, prostorno veoma udaljenim elementima.

Bliski elementi koji nisu u funkcionalnoj vezi ni sa jednim elementom sistema predstavljaju okruženje sistema.

Karakteristike sistema – najvažnije karakteristike sistema su njegova pouzdanost, bezbednost (po ljude i opremu), stabilnost (vraćanje u radno stanje posle poremećaja), robusnost (neosetljivost na spoljašnje uticaje, greške itd), itd. Neke od ovih karakteristika biće preciznije definisane kasnije.

Podsistem – skup elemenata koji je sistem za sebe, ali je i deo većeg sistema. Na primer u odnosu na elektroenergetski sistem podsistemi mogu da budu proizvodnja, prenos i distribucija električne energije.

Tehničke karakteristike – skup karakteristika kojima se opisuje posmatrani pojam. Kod električnih uređaja obično obuhvata karakteristike kao što su: vrsta napajanja, snaga, karakteristični naponi i struje, frekvencija, brzina obrtanja, gabarit, težina, itd.

Gabariti – spoljne mere (dimenzije) važne za zauzeće prostora, ugradnju, transport i slično.

Prigradne mere – skup mera (dimenzija) važnih za mehaničko povezivanje komponente sa ostalim delovima sklopa, nosačem, kućištem itd.

Natpisna pločica (tablica) uređaja – mesto na kojoj su upisani najvažniji podaci o uređaju. Služi za identifikaciju uređaja i tako predstavlja njegovu ličnu kartu. Obično

sadrži: naziv uređaja i tip, naziv proizvođača, godina proizvodnje, tehničke karakteristike, itd.

Uputstvo za rukovanje – prateći dokument uređaja kojim proizvođač daje korisniku instrukcije za pravilno rukovanje (skladištenje, održavanje itd.). Pridržavanje ovog uputstva važno je zbog važenja garancije. Za servisere postoje i servisna uputstva.

Garancija – pisana izjava proizvođača kojom se on obavezuje na servisiranje svog proizvoda u garantnom roku uz uslov da se sa korisnik pridržavao uputstva za rukovanje.

2. OSNOVNI POJMOVI ELEKTROTEHNIKE

Naelektrisanje ili **električni naboj** – osobina nekih subatomskih čestica (elektrona i protona) kojom se karakterišu elektromagnetne interakcije (interakcije čestica sa elektromagnetskim poljem). Javlja se samo kao celobrojni umnožak elementarnog naelektrisanja. Jedinica za naelektrisanje je kulon (C). Jedan kulon sadrži oko 6,24 $\cdot 10^{18}$ elementarnih naelektrisanja.

Elementarno naelektrisanje (e) – naelektrisanje jednog protona ili ekvivalentno negativno naelektrisanje jednog elektrona. Veličina elementarnog naelektrisanja je približno e=1,6$\cdot 10^{-19}$ C.

Električno polje – stanje prostora u kome postoji dejstvo sile na naelektrisanje.

Električni potencijal – potencijal (V) neke tačke u polju jednak je radu koji se izvrši kada se jedinično naelektrisanje prenese iz referentne tačke (tačke nultog potencijala) u tu tačku. Jedinica za potencijal je ***volt*** (**V**).

Električni napon (*U*) – razlika potencijala između dve posmatrane tačke u električnom polju. Jedinica za napon je takođe *volt* (V).

Električna struja (*I*) – predstavlja usmereno kretanje naelektrisanih čestica (elektrona, šupljina ili jona). Izražava se preko jačine struje. Jedinica jačine struje je *amper* (A).

Vrste električne struje – električna struja može biti jednosmerna ili naizmenična. Naizmenična struja može biti monofazna ili višefazna (dvofazna, trofazna itd.). Isto važi i za napon.

Sistemi jednosmerne i naizmenične struje – izvori, razvodi i trošila električne struje sa aspekta vrste električne struje (jednosmerna ili naizmenična monofazna ili trofazna).

Frekvencija – broj perioda naizmenične struje u sekundi. Jedinica je *herc* (Hz).

Provodnik električne struje – element strujnog kola koji omogućava prolazak struje. Obično je u pitanju metal ali može biti i elektrolit, zemlja i slično.

Električna otpornost (*R*) – fizička pojava koja karakteriše suprotstavljanje nekog elementa kola, prolasku električne struje. Elementi koji imaju ovu osobinu nazivaju se otpornici. Jedinica za električnu otpornost je *om* (Ω). U kolu naizmenične struje ovu osobinu imaju još i prigušnice i kondenzatori.

Električna provodnost – fizička pojava brojno jednaka recipročnoj vrednosti električne otpornosti.

Omov zakon – daje vezu između napona, struje i otpornosti kao: $I = \frac{U}{R}$. Odnosi se na kolo jednosmerne struje. Uz određene modifikacije može se primeniti i na kolo naizmenične struje.

Superprovodnost – Pad specifične električne otpornosti nekih provodnika na nulu, pri vrlo niskim temperaturama.

Kirhofovi zakoni – zajedno sa Omovim zakonom predstavljaju osnov za rešavanje složenih električnih kola jednosmerne struje. Složena električna kola se posmatraju preko kontura i čvorova.
Prvi K. Z. kaže da je algebarski zbir svih napona po zatvorenoj konturi jednak nuli.
Drugi K. Z. kaže da je algebarski zbir svih struja jednog čvora jednak nuli.

Magnetno polje – stanje prostora u kome se pojavljuje dejstvo sile na provodnik sa strujom.

Magnetna indukcija – predstavlja gustinu magnetnog fluksa. Označava se sa ***B*** a jedinica je T (Tesla).

Magnetni fluks – predstavlja integral: $\Phi = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$, gde je "***S***" provodna kontura kojom je obuhvaćen magnetni fluks. Jedinica magnetnog fluksa je Wb (Weber).

Elektromagnetna indukcija – pojava napona u provodnoj konturi usled promene obuhvaćenog magnetnog fluksa.

$$U = -\frac{d\Phi}{dt}$$

Ovu pojavu prvi je uočio i detaljno objasnio engleski fizičar Majkl Faradej čije ime nosi ovaj zakon.

Lorencova sila – ukupna sila (F) kojom električno (E) i magnetno polje (B) deluju na naelektrisanje (q) koje se kreće brzinom (v).

$$\vec{F} = q\left(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}\right)$$

Sila na provodnik u magnetnom polju – deo Lorencove sile koji potiče od magnetnog polja. Za jačinu magnetnog polja (B), pri struji (I) na provodnik dužine (l) deluje sila:

$$\vec{F} = (\vec{l} \times \vec{B})I$$

Na ovoj sili i Faradejevom zakonu elektromagnetne indukcije zasniva se rad elektromotora i generatora električne energije.

Induktivnost (*L*) – količnik magnetnog fluksa i struje koja ga je izazvala. Predstavlja meru protivljenja elementa promeni struje kroz njega. Elementi koji imaju ovu osobinu nazivaju se prigušnice. Jedinica za induktivnost je *henri* (H).

Prigušnica – element koji se karakteriše induktivnošću. Sastoji se od namota i jezgra (vazdušnog ili feromagnetnog).

Kapacitivnost (*C*) – Količnik količine elektriciteta i napona koji je ona izazvala. Predstavlja meru protivljenja elementa promeni napona na njegovim priključcima. Elementi koji imaju ovu osobinu nazivaju se kondenzatori. Jedinica za kapacitivnost je *farad* (F).

Kondenzator – element koji se karakteriše električnom kapacitivnošću. Sastoji se od dve provodne ploče (tela) međusobno izolovane dielektrikom.

Snaga – brzina vršenja rada. Jedinica za snagu je *vat* (W). U električnom sistemu se definiše u zavisnosti od vrste sistema:
U jednosmernom sistemu napona U i struje I snaga (P) je:

$$P = UI$$

U sistemima naizmenične struje definiše se više vrsta snaga (obično 3 vrste).

Energija – fizička veličina koja karakteriše mogućnost vršenja rada (električna, toplotna, mehanička, svetlosna ...) energija. Jedinica za energiju je *džul* (J). U praksi se koriste još i druge jedinice: Wh, kWh, MWh itd. Jedan kWh ima 3600000 J.

Faktor snage – Pretstavlja količnik aktivne i prividne snage. Ako u mreži nema viših harmonika te su naponi i struje prostoperiodični, faktor snage jednak je kosinusu ugla između napona i struje ($\cos\varphi$).

Jednosmerni sistem – sistem napajanja sa provodnicima pozitivnog i negativnog polariteta (+ i –, ili p i n). Najčešće se koriste sistemi sa konstantnim naponom.

Monofazni sistem – sistem napajanja sa dva provodnika (fazni i neutralni) u kome su napon i struja oblika:

$$u = U_m \sin\omega t\,,\ \ i = I_m \sin(\omega t - \varphi)$$

Broj provodnika kod monofaznog sistema može biti i 3 (faza, nula i uzemljenje).

Trofazni sistem – sistem napajanja sa tri jednaka, ali međusobno fazno pomerena napona za po 120^0. Pri simetričnom opterećenju u kolu postoje tri jednake ali međusobno fazno pomerene struje za po 120^0.

$$u_a = U_m \sin\omega t\,,\ u_b = U_m \sin(\omega t - 120^0)\,,\ u_c = U_m \sin(\omega t - 240^0)$$

Struje u opštem slučaju kasne za ugao φ i iznose:

$$i_a = I_m \sin(\omega t - \varphi)\,,\ i_b = I_m \sin(\omega t - 120^0 - \varphi)\,,\ i_c = I_m \sin(\omega t - 240^0 - \varphi)$$

Broj provodnika kod trofaznog sistema može biti 3, 4 ili 5.

Aktivna snaga – realni deo kompleksne snage. Predstavlja snagu koja vrši željeni rad na strani potrošnje. Može biti pozitivna (prijem snage, potrošnja), ili negativna (odavanje snage, proizvodnja).

- u monofaznom sistemu $P = U \cdot I \cos\varphi$
- u trofaznom sistemu $P = \sqrt{3}U \cdot I \cos\varphi$
- jedinice za aktivnu snagu W, kW, MW GW itd.

Reaktivna (jalova) snaga – imaginarni deo kompleksne snage. Može biti pozitivna (potrošači induktivnog karaktera) ili negativna za kondenzatore.

- u monofaznom sistemu $P = U \cdot I \sin\varphi$
- u trofaznom sistemu $P = \sqrt{3}U \cdot I \sin\varphi$
- jedinice za reaktivnu snagu VAr, kVAr, MVAr, GVAr, itd.

Prividna snaga – modul kompleksne snage i proporcionalna je proizvodu efektivnih vrednosti napona i struje.

- u monofaznom sistemu $P = U \cdot I$
- u trofaznom sistemu $P = \sqrt{3}U \cdot I$
- jedinice VA, kVA, MVA, GVA, itd.

Električna energija (EE) – oblik energije koja nastaje dejstvom električne struje. Dobija se iz izvora (generatora) električne energije, pretvaranjem drugih oblika energije (mehanička, svetlosna, hemijska itd) u električnu. Ima tu pogodnost da može da se prenosi na daljinu i da se lako pretvara u druge oblike energije. Kod naizmenične struje energija može biti aktivna (jedinice W, kW, MW GW itd.), reaktivna (VAr, kVAr, MVAr, GVAr) i prividna (VA, kVA, MVA, GVA).

Električni izvor – element električnog kola iz koga se ono napaja električnom strujom. Može biti naponski ili strujni.

Električni generator – električna mašina ili uređaj koji vrši pretvaranje nekog oblika energije u električnu. Ta energija može biti mehanička, svetlosna, hemijska ....

Elektromotor – električna mašina koji vrši pretvaranje električne u mehaničku energiju. Elektromotor radi suprotno od generatora – troši električnu energiju.

Električno (strujno) kolo –kolo sastavljeno od električnog izvora, električnog trošila, rasklopnih, mernih i drugih uređaja i električnih (strujnih) vodova kojima su povezani. U zavisnosti od vrste struje može biti kolo jednosmerne ili naizmenične struje. Kod naizmenične struje kolo može biti monofazno ili trofazno (polifazno). Električno kolo može biti otvoreno (bez struje) ili zatvoreno (sa strujom).

Izolovanje (električno) – raspored provodnika sa čvrstom izolacijom takav da među njima ne može doći do električnog proboja. Ostvaruje se dielektričnim materijalima.

Termoelektrični efekti – pojava napona na spojevima dva različita metala usled razlike u temperaturama njihovih spojeva (i obrnuto). Ovde spadaju Zebekov, Peltjeov i Tomsonov efekat. Na Zebekovom efektu zasniva se rad termoparova.

Skin efekat – potiskivanje struje ka površini provodnika kod naizmenične struje. Izraženiji je na višim frekvencijama. Dubina prodiranja struje u metal.

$$z = \sqrt{\frac{\rho}{\mu \pi f}}$$

Na primer kod bakra dubina prodiranja struje na frekvenciji 50 Hz je oko 10 mm.

Efekat blizine – promena raspodele gustine struje u preseku provodnika zbog uticaja susednog provodnika sa strujom.

Rezonancija – oscilatorno nagomilavanje energije u kolu naizmenične struje sastavljenom pretežno od induktivnosti i kapacitivnosti. Manifestuje se povećavanjem napona i struje u kolu u odnosu na električni izvor koji ih je izazvao. Rezonantna frekvencija oscilacija definisana je Tomsonovom formulom:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

U realnim uslovima uvek postoje i gubici u kolu pa amplitude struja i napona mogu dostići velike ali konačne vrednosti.
U prenosnoj mreži rezonancija se javlja u obliku ferorezonancije, Ferantijeovog efekta i slično.

3. REGULATIVA

Dokument – objektivno sačuvana informacija koja se može po potrebi reprodukovati. Informacija može biti smeštena na neki medijum ili biti u elektronskom obliku.

Zapis – dokument kojim se iskazuju dobijeni rezultati ili daju dokazi o izvršenim aktivnostima.

Zakon – pravni akt države kojim se uređuje neka oblast. Za oblast prenosa električne energije to je Zakon o energetici "Službeni glasnik RS", br. 145/2014.

Tehnička regulativa – sastavni deo državne regulative (zakona i podzakonskih akata). Ovde spadaju Tehnički propisi, Standardi, Granski standardi (interna tehnička regulativa).

Tehnički propisi – sadrže tehničke i druge zahteve za procese, proizvode i usluge neposredno ili pozivanjem na standard, i imaju obaveznost primene. Tehnički propisi se objavljuju u Službenom glasniku RS pod nazivima: pravilnik, pravila ili pravilnik o tehničkim normativima. Najvažniji tehnički propisi za oblast prenosa električne energije su:

- Pravilnik o tehničkim normativima za elektro-energetska postrojenja nazivnog napona iznad 1000 V ("Službeni list SFRJ", br. 4/74, 13/78,"Službeni list SRJ", br. 61/95)
- Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona od 1 kV do 400 kV ("Službeni list SFRJ", br. 65/88,"Službeni list SRJ", br. 18/92)
- Pravilnik o tehničkim normativima za pogon i održavanje elektroenergetskih postrojenja i vodova ("Službeni list SRJ", br. 41/93)
- Pravilnik o tehničkim normativima za uzemljenja elektroenergetskih postrojenja nazivnog napona iznad 1000 V ("Službeni list SRJ", br. 61/95)
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu elektroenergetskih postrojenja i uređaja od požara ("Službeni list SFRJ", br. 74/90)

Standardi – javno dostupna dokumenta doneta od priznatog tela u kojima se za opštu upotrebu utvrđuju pravila, smernice ili karakteristike za određene aktivnosti ili njihove rezultate radi ostvarivanja optimalnog reda u određenoj oblasti.

Pojedine države imaju svoje standarde (BS, DIN, VDE, ANSI, GOST, ...).

Postoje i međunarodni standardi (ISO, IEC, CEN, ...).

Bivša država Jugoslavija je imala svoje standarde (JUS) od kojih se neki i danas koriste. Republika Srbija danas ima svoje standarde (SRPS) koje donosi Institut za standardizaciju Srbije. Srpski standardi se objavljuju na srpskom jeziku. Osnova za donošenje srpskih standarda su po pravilu međunarodni standardi pa se oni mogu objaviti i na nekom od zvaničnih jezika evropskih organizacija za standardizaciju (engleski, nemački, francuski i ruski).

Međunarodna saradnja i povezivanje država zahteva i međusobno usaglašavanje njihovih standarda. Na nivou EU usaglašavanje se vrši preko odgovarajućih direktiva Evropskog parlamenta i Evropskog saveta. Ovim dokumentima se predviđa

postojanje nacionalnih komiteta za usaglašavanje nacionalnih standarda i srodnih dokumenata sa evropskim i međunarodnim standardima i srodnim dokumentima. U tu svrhu Srbija ima nacionalnu organizaciju za standardizaciju (ISS).

Primena standarda nije obavezna dok se ne propiše nekom regulativom.

Interna tehnička regulativa – Preduzeća i druga pravna lica mogu za svoje potrebe da donose i svoje tehničke preporuke, uputstva, interne standarde, itd. kojima se daju konkretne smernice za projektantska rešenja, izbor opreme, način ugradnje, ispitivanja itd. Ova dokumenta se nazivaju internom tehničkom regulativom.

Interna tehnička regulativa preduzeća – obuhvata dokumenta kojima se za potrebe obavljanja poslova iz okvira delatnosti preduzeća utvrđuju karakteristike predmeta (opreme), sredstava ili rezultata rada, kao i pravila i smernice za određene aktivnosti, radi primene optimalnih tehničko – ekonomskih rešenja i jednobraznog i međusobno usaglašenog postupanja nadležnih službi preduzeća.

Dokumenta tehničke regulative su: pravilnici (pravila), pravila zaštite od požara za objekte, interni standardi, tehnička uputstva, uputstva za pogon objekata, planovi, tehničke procedure, odluke o tehničkim pitanjima i ostala tehnička regulativa.

Pravilnici – (pravila) su dokumenta:

- za čije je donošenje firma obavezna ili ovlašćena na osnovu propisa
- kojima se uređuju opšta, koncepcijska pitanja iz nadležnosti firme.

Pravila zaštite od požara – donose se za svaki pojedinačni poslovni i/ili elektroenergetski objekat uvažavajući specifičnosti svakog objekta.

Interni standardi – dokumenta kojima se prvenstveno uređuje koncepcija, projektovanje, izgradnja i eksploatacija opreme, sistema i objekata prenosnog sistema radi primene optimalnih tehničko – ekonomskih rešenja, a mogu se uređivati i druga pitanja.

Tehnička uputstva – dokumenta kojima se uređuju:

- Pogon, rad, funkcionisanje, eksploatacija
- Održavanje u smislu standardizacije i unifikacije rešenja, opreme, sistema i objekata prenosnog sistema.

Uputstva za pogon objekata – uređuju pogon prenosnih objekata uvažavajući njihove specifičnosti.

Planovi – dokumenta kojima se uređuju postupci i smernice za postizanje uže određenog cilja, po pravilu su vremenski ograničeni pa se donose pojedinačno.

Procedura – utvrđen način (postupak) za obavljanje neke aktivnosti ili procesa.

Uputstvo – dokument kojim se razrađuje način sprovođenja pojedinih aktivnosti i daju bliža uputstva neposrednim izvršiocima.

Tehničke procedure – dokumenta kojima se uređuje izvršenje tehničkih poslova različitih organizacionih celina u cilju jednoobraznog i međusobno usaglašenog postupanja.

Odluke o tehničkim pitanjima – dokumenta kojima se uređuju pojedinačna tehnička pitanja. Ove odluke po pravilu imaju privremeno dejstvo, do izmene odgovarajućeg dokumenta tehničke regulative.

Projektni zadatak – dokument kojim investitor projektantu definiše svoje zahteve i na osnovu koga se izrađuje projekat.

Projektni zadatak – dokument kojim klijent (sam ili u saradnji sa projektantom) definiše svoje zahteve, ideje i zamisli. Projektni zadatak zajedno sa podlogama (potvrda o vlasništvu, lokacijski uslovi, itd) čini temelj za izradu projekta.

Projekat (JUS ISO 10006) – Jedinstven proces, ograničen po vremenu, troškovima i resursima, sastavljen od skupa koordiniranih i upravljačkih aktivnosti, sa datumima početka i završetka koji je preduzet radi postizanja cilja. usaglašenog sa definisanim zahtevima.

Tehnička dokumentacija – skup projekata koji se izrađuju radi: utvrđivanja koncepcije, razrade uslova, načina izgradnje objekta, kao i za potrebe korišćenja i održavanja objekta. TD obuhvata: generalni projekat, idejno rešenje, idejni projekat, projekat za građevinsku dozvolu, projekat za izvođenje i projekat izvedenog stanja.

Generalni projekat – ima za cilj sagledavanje resursnih i prostornih mogućnosti i ograničenja izgradnje objekta, sa zadatkom da se definiše generalna koncepcija, mikrolokacija, i prostorna dispozicija objekta utvrde osnovne funkcionalne, tehničko-tehnološke karakteristike objekta, etapnost gradnje, uslovi eksploatacije, odnos prema okolnom prostoru i životnoj sredini, kao i osnove za ekonomsku analizu.

Idejno rešenje – prikaz planirane koncepcije objekta sa podacima neophodnim za utvrđivanjem lokacijskih uslova i služi za pribavljanje lokacijskih uslova.

Idejni projekat – skup međusobno usaglašenih projekata kojima se određuje: namena, položaj, oblik, kapacitet, tehničko-tehnološke karakteristike i izgled objekta i okvirno dokazuje ispunjenost osnovnih zahteva za objekat. Izrađuje se za potrebe izrade studije opravdanosti i pribavljanje rešenja o odobrenju za izvođenje radova. IP podleže reviziji (stručnoj kontroli).

Projekat za građevinsku dozvolu – skup međusobno usaglašenih projekata kojima se definišu: položaj i kapacitet objekta, na lokaciji, funkcionalnost, prostorno oblikovanje, izbor konstrukcijskog sistema, dimenzionisanje glavnih elemenata konstrukcije, načelni izbor građevinskog materijala, instalacija i opreme, čime se obezbeđuje ispunjenost lokacijskih uslova i drugih zahteva za objekat.

Projekat za izvođenje – skup međusobno usaglašenih projekata neophodnih za izvođenje građevinskih, zanatskih, instalaterskih i drugih radova, kojima se utvrđuju građevinsko-tehničke, tehnološke i eksploatacione karakteristike objekta sa opremom i instalacijama, tehničko-tehnološka i organizaciona rešenja za izgradnju objekta, investiciona vrednost objekta, kao i uslovi održavanja objekta.

Projekat izvedenog stanja – skup međusobno usaglašenih projekata sa prikazom svih detalja izgrađenog objekta neophodnih za utvrđivanje njegove podobnosti za upotrebu.

Ugovor o eksploataciji – dokument kojim se definiše pravno obavezujući odnos između ugovornih strana o granicama vlasništva i eksploataciji elektroenergetskog objekta na koji se odnosi. On obuhvata nadležnost upravljanja, tačke merenja električne energije, rad zaštitnih, TK uređaja itd.

4. ELEKTROPRIVREDA I TRŽIŠTE ELEKTRIČNE ENERGIJE



Vetropark

Elektroprivreda (grana privrede) – oblast privrede koja se bavi proizvodnjom, prenosom i distribucijom električne energije.

Elektroprivreda Srbije (EPS) – kompanija koja obuhvata proizvodnju, snabdevanje, distribuciju i trgovinu električnom energijom u Republici Srbiji. Organizovana je kao javno preduzeće.

Energenti – ugalj, prirodni gas, nafta, derivati nafte, obnovljivi i drugi izvori energije.

Obnovljiva energija – električna energija dobijena iz obnovljivih izvora. Iako skuplja, poslednjih godina postoji tendencija ka povećanju učešća ove energije u ukupnoj proizvodnji EE. Proizvođači koji proizvode električnu energiju iz ovih izvora imaju status povlašćenih proizvođača. Taj status imaju i male elektrane (do 10 MW).

Obnovljivi izvori energije – nefosilni izvori energije kao što su: vodotokovi, biomasa, vetar, sunce, biogas, deponijski gas, gas iz pogona za preradu kanalizacionih voda i izvori geotermalne energije.

Proizvodnja električne energije – delatnost koja se bavi proizvodnjom električne energije. U RS ova delatnost se najvećim delom nalazi u sastavu JP EPS. Otvaranjem tržišta električne energije u Republici Srbiji stvorena je mogućnost proizvodnje električne energije i izvan JP EPS.

Proizvođač električne energije – energetski subjekt koji proizvodi električnu energiju.

Povlašćeni proizvođač električne energije – energetski subjekt koji proizvodi električnu energiju iz obnovljivih izvora energije ili visokoefikasne kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije i ima pravo na podsticajne mere u skladu sa zakonom o energetici.

Elektrana – elektroenergetski objekat u kome se proizvodi električna nergija. Može biti: hidro, termo, nuklearna, vetro, solarna, na bio masu, geotermalna itd. Na EES se povezuje preko TS/RP i dalekovoda odgovarajućeg naponskog nivoa.

Hidroelektrana (HE) – elektrana u kojoj se električna nergija proizvodi iz mehaničke energije (potencijalne i kinetičke) vodotoka reke. U zavisnosti od kapaciteta gornjeg

Posebna vrsta hidroelektrane je reverzibilna hidro elektrana (RHE). Prema potrebi EES ona može da troši električnu energiju (akumulira pumpanjem vode) ili da je proizvodi.

Termoelektrana (TE) – elektrana u kojoj se električna nergija proizvodi iz toplotne energije uglja, nafte, mazuta itd. Posebna vrsta termoelektrane je termoelektrana toplana (TE-TO). U njoj se pored proizvodnje električne energije dobija i toplota za grejanje.

Nuklearna elektrana (NE) – elektrana u kojoj se električna nergija proizvodi iz energije fisije nuklearnog goriva. Republika Srbija ima moratorijum na izgradnju nuklearnih elektrana od 1989. godine, posle havarije u Černobilju. RS nema nuklearne elektrane u svom elektroenergetskom sistemu.

Solarna elektrana (SE) – elektrana u kojoj se električna nergija proizvodi iz energije svetlosnog zračenja sunca.

Vetroelektrana (VE) – elektrana u kojoj se električna nergija proizvodi iz energije vetra. Vetroelektrane se nazivaju još i vetroparkovima.

Prenos električne energije – delatnost koja se bavi prenosom električne energije na naponskim nivoima 400-220-110 kV. U RS ovu delatnost obavlja AD Elektromreža Srbije (EMS).

Konzum – snaga ili energija koja se preuzima iz prenosne mreže ili njenog dela. Pod konzumom se podrazumeva i celina koju čini veliki broj raznorodnih potrošača električne energije koji se napajaju iz električne mreže (prenosne ili distributivne).

Distribucija električne energije – delatnost koja se bavi razvođenjem električne energije na naponskim nivoima 35 kV i nižim, do potrošača električne energije. U RS ova delatnost se nalazi u sastavu JP EPS.

Potrošnja (neto potrošnja) – električna energija, odnosno snaga, koja se preuzima iz prenosne mreže ili njenog dela.

Potrošač (prijemnik, trošilo) električne energije – Pod potrošačima električne energije se podrazumevaju i električni uređaji koji za svoj rad koriste električnu energiju – koristi se i izraz prijemnik EE.

Primedba priređivača: Možda bi bolje odgovarao pojam trošilo (kao vozilo, plovilo, brojilo, ...). Za lica se kaže; vozač, plivač, ... potrošač.

Snabdevanje električnom energijom – kupovina i prodaja energije kupcima ili drugim energetskim subjektima.

Snabdevač – energetski subjekt koji obavlja energetsku delatnost snabdeva električnom energijom te kupuje električnu energiju od proizvođača ili trgovca i prodaje je kupcima.

Isključenje električne energije – mera koju sprovodi operator distributivnog sistema (ODS) u skladu sa propisima a podrazumeva isključenje objekta Krajnjeg kupca sa sistema, prestanak Ugovora i ugovora o pristupu.

Obustava isporuke električne energije – mera koja podrazumeva prekid isporuke električne energije dok se ne otklone uzroci koji su doveli do obustave.

Tržište električne energije – organizovana trgovina električnom energijom na teritoriji Republike Srbije. Tržište električne energije obuhvata:

- bilateralno tržište električne energije,
- balansno tržište električne energije i
- organizovano tržište električne energije.

Preduslovi za uvođenje tržišta električne energije su liberalizacija i deregulacija postojećeg zakonodavstva iz ove oblasti.

Liberalizacija tržišta električne energije – promena načina poslovanja na tržištu električne energije u smislu smanjenja uloge državnih regulativa i povećanja uloge tržišnih mehanizama na tržištu.

Deregulacija tržišta električne energije – proces kojim se demonopolizuje tržište, uvode tržišni mehanizmi a sve u cilju veće efikasnosti i niže cene električne energije za krajnjeg korisnika.

Operator tržišta električne energije – energetski subjekt koji je nadležan za organizovanje i administraciju organizovanog tržišta električne energije.

Isporuka električne energije - predaja energije iz objekata jednog energetskog subjekta u objekat drugog energetskog subjekta ili kupca.

Pristup sistemu – korišćenje sistema radi prenosa, odnosno transporta, distribucije, preuzimanja i predaje ugovorene količine energije u ugovoreno vreme.

Priključak – skup električnih vodova i uređaja visokog, srednjeg ili niskog napona uz obračunsko merno mesto, kojim se građevina proizvođača ili kupca priključuje na mrežu.

Mesto primopredaje električne energije – mesto na kome se električna energija isporučuje, odnosno preuzima.

Javni snabdevač električnom energijom – energetski subjekt koji vrši aktivnost javnog snabdevanja električnom energijom.

Tarifni sistem – akt kojim se utvrđuju tarifni elementi za obračun cena električne energije, odnosno usluga elektroenergetskih delatnosti za različite energetske subjekte, na području Republike Srbije, kao i način primene tih elemenata.

Tarifa – Utvrđena cena za obavljanje raznih poslova, cenovnik, utvrđeni stavovi (uslovi) po kojima se vrši neka naplata (na primer električne energije) itd.

Tarifne stavke – elementi koji omogućavaju obračun naknade za uslugu isporuke električne energije.

Potrošač – fizičko lice koje na tržištu pribavlja robu ili usluge u svrhe koje nisu namenjene njegovoj poslovnoj ili drugoj komercijalnoj delatnosti.

Ugroženi potrošač – potrošač koji zbog svog ekonomskog ili društvenog položaja, uslova života, posebnih potreba ili drugih teških ličnih prilika pribavlja robu ili koristi uslugu pod naročito otežanim uslovima ili je u tome onemogućen.

Potrošač električne energije – subjekat koji je priključen na prenosnu ili distributivnu mrežu sa ciljem potrošnje (korišćenja) EE.

Kupac električne energije – pravno, fizičko lice ili preduzetnik koji kupuje energiju za svoje potrebe ili radi dalje prodaje.

Kvalifikovani kupac električne energije – kupac koji ispunjava uslove propisane zakonom, kupuje energiju za sopstvene potrebe i koji može slobodno izabrati svog snabdevača energije.

Povlašćeni kupac električne energije – kupac koji može slobodno izabrati snabdevača električnom energijom.

Tarifni kupac električne energije – kupac koji kupuje električnu energiju za sopstvene potrebe po propisanom tarifnom sistemu.

Krajnji kupac električne energije – kupac koji kupuje električnu energiju za sopstvene potrebe.

Energetski zaštićen (ugroženi) kupac električne energije – kupac iz kategorije domaćinstvo koje živi u jednoj stambenoj jedinici sa jednim mernim mestom na kome se meri potrošnja električne energije, koje troši maksimalnu, Uredbom propisanu količinu električne energije. Ovde spada i domaćinstvo čijem članu zbog zdravstvenog stanja obustavom isporuke električne energije može biti ugrožen život ili zdravlje.

Prema: TARIFNI SISTEM ZA OBRAČUN ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA TARIFNE KUPCE, SG-31/2007. Kategorije i grupe kupaca određene su u zavisnosti od: nazivnog napona mreže sa koje se predaje električna energija, vrste mernih uređaja, odnosno načina merenja i drugih kriterijuma utvrđenih tarifnim sistemom. Kategorije kupaca su:

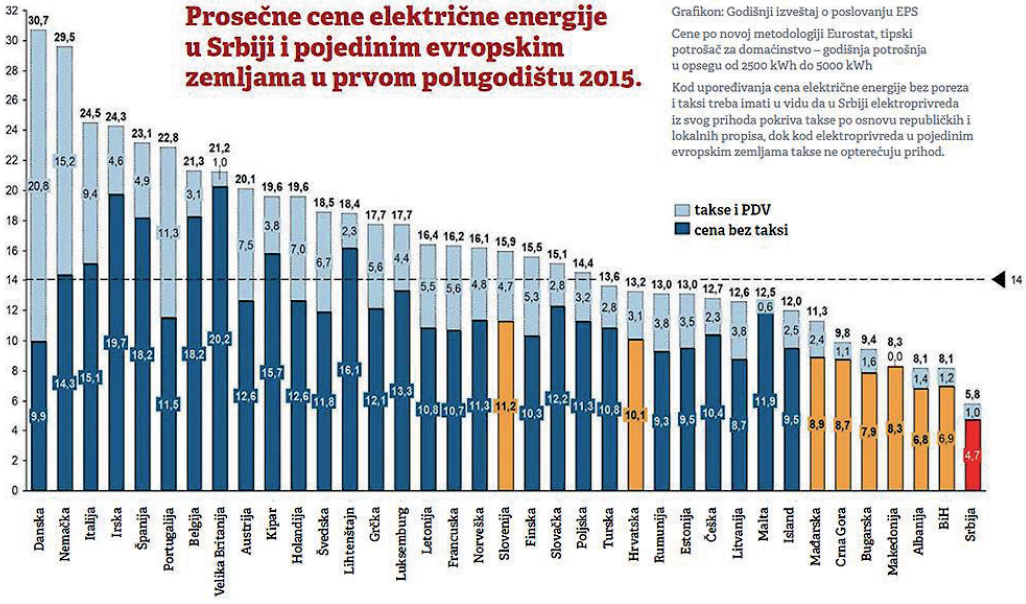
1) potrošnja na visokom naponu (110 kV i više);
2) potrošnja na srednjem naponu (1kV do ispod 110 kV);
3) potrošnja na niskom naponu (ispod 1 kV);
4) široka potrošnja;
5) javno osvetljenje.

U kategoriji široke potrošnje definisane su grupe u zavisnosti od merenja (jednotarifno ili dvotarifno), i namene potrošnje ee. (domaćinstvo, javna i zajednička potrošnja, i komercijalna potrošnja). U kategoriji javno osvetljenje definisana je grupa svetleće reklame.

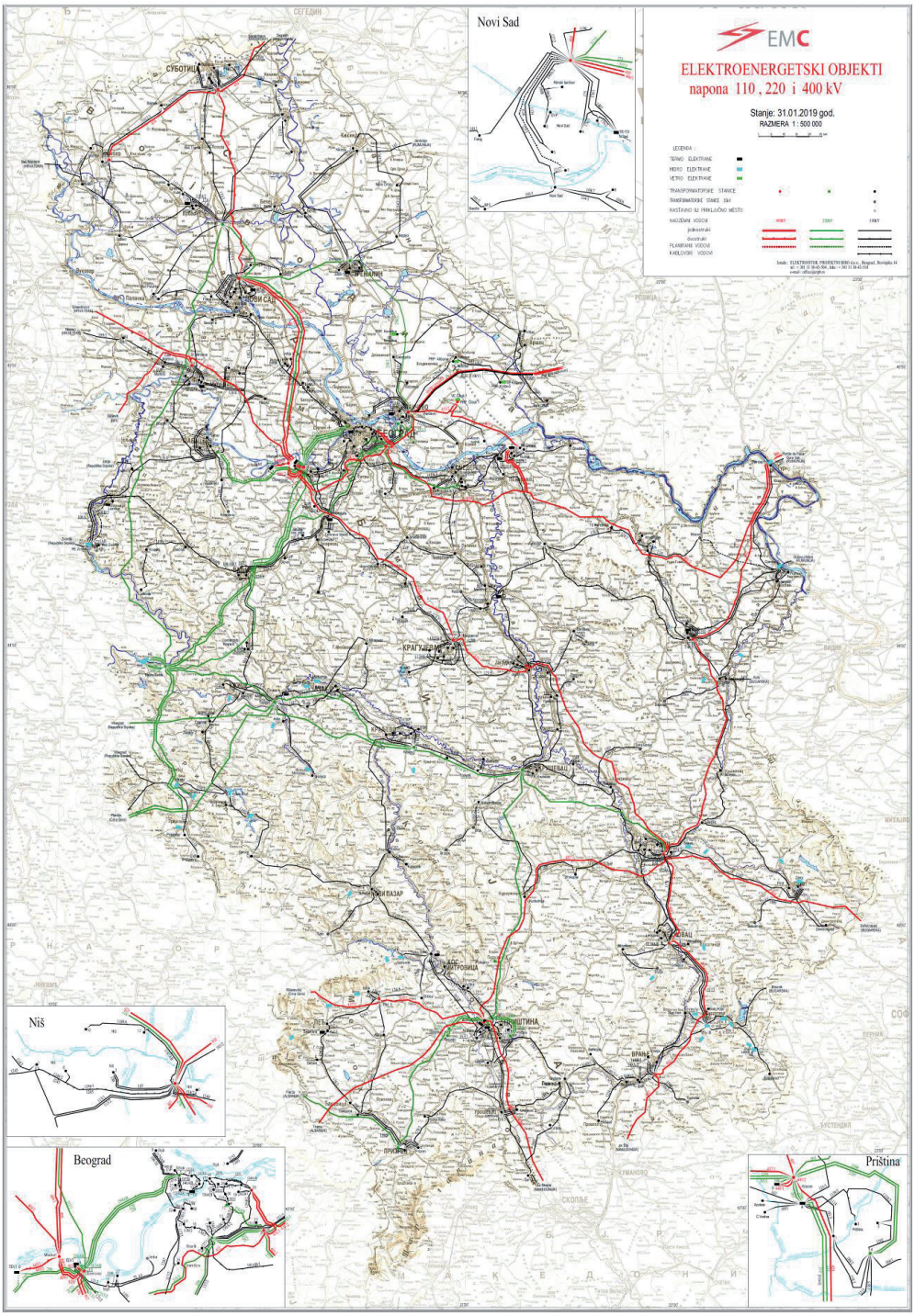
Tarifni elementi su: 1) snaga; 2) aktivna energija; 3) reaktivna energija; 4) merno mesto.

Tarifni stavovi se utvrđuju po kategorijama i grupama kupaca za svaki od tarifnih elemenata tarifnog sistema. Na primer za tarifne kupce iz kategorije ”široka potrošnja”, tarifni stavovi za aktivnu energiju utvrđuju se i u zavisnosti od količine potrošene aktivne energije:

1) tarifni stav za racionalnu potrošnju – do 350 kWh – zelena zona;
2) tarifni stav za umerenu potrošnju – 350 – 1600 kWh – plava zona;
3) tarifni stav za veliku potrošnju preko 1600 kWh – crvena zona.



5. ELEKTROENERGETSKI SISTEM – OPŠTE



Elektroenergetski objekti napona 110, 220 i 400 kV Republike Srbije

Elektroenergetski sistem (EES) – skup međusobno povezanih elektroenergetskih objekata (sa svom infrastrukturom), počev od mesta proizvodnje (elektrane), preko prenosnog i distributivnog sistema, do mesta isporuke električne energije krajnjem korisniku. Ovde se misli na sve naponske nivoe, počev od 400 kV do 0,4 kV.

Objekat (ZOPI) - objekat jeste građevina spojena sa tlom, koja predstavlja fizičku, funkcionalnu, tehničko-tehnološku ili biotehničku celinu (zgrade svih vrsta, saobraćajni, vodoprivredni i energetski objekti, objekti infrastrukture elektronskih komunikacija - kablovska kanalizacija, objekti komunalne infrastrukture priključak na elektroenergetsku mrežu, industrijski, poljoprivredni i drugi privredni objekti, objekti sporta i rekreacije, groblja, skloništa i sl.) koji može biti podzemni ili nadzemni.

Elektroenergetski objekat (EEO) – građevinsko elektromontažna celina koja je deo EES. Ovde spadaju: elektrane, transformatorske stanice, razvodna postrojenja, i dalekovodi.

Eksploatacija objekata EES – aktivnosti čiji je cilj da se primenom tehničko-ekonomskih metoda na najbolji mogući način iskoriste postojeći, već izgrađeni elektroenergetski objekti i celokupni EES. Drugim rečima, to je skup upravljačkih akcija (ručnih ili automatskih) preduzetih u cilju zadovoljavanja potreba korisnika prenosnog sistema, uz uslov da se obezbede uslovi normalnog rada EES i najmanji troškovi poslovanja.

Primedba priređivača. Reč eksploatacija podrazumeva iskorišćavanje resursa (u negativnom kontekstu – iscrpljivanje). Ovde se pored korišćenja resursa radi i o vođenju brige o objektu – gazdovanje. U zapadnoj terminologiji koristi se reč operation (rukovanje, pogon ...).

Sinhroni generator – električna mašina (generator) koja im mehaničke proizvodi električnu energiju u obliku naizmeničnog napona i struje. Frekvencija napona određena je brojem pari polova (p) i brzinom obrtanja rotora (n). Za minutni broj obrtaja frekvencija je:

$$f = \frac{pn}{60}$$

Pored sinhronog postoje i druge vrste električnih generatora (na primer asinhroni). Po zastupljenosti u elektranama sinhroni generator je daleko ispred svih ostalih. Prednost mu je što pored aktivne proizvodi i reaktivnu energiju i lako mu se može regulisati napon, i reaktivna snaga (regulatorom pobude). Aktivna snaga se reguliše dotokom radnog fluida na turbini (turbinski regulator).

Prenosni sistem – deo EES koji obuhvata objekte naponskih nivoa 400-220-110 kV. Ovde spadaju: Dalekovodi, TS/RP, merenje EE, telekomunikaciona infrastruktura, informacioni i upravljački sistem i druga infrastruktura potrebna za funkcionisanje prenosnog sistema.

Pouzdanost prenosnog sistema – sposobnost elemenata prenosnog sistema da tokom određenog vremenskog perioda isporučuju električnu energiju KPS u okviru prihvaćenih standarda i u željenom iznosu. Pouzdanost na prenosnom nivou može biti

Merni orman – tipski orman u koji su smeštena brojila na mesu merenja u jednom elektroenergetskom objektu na prenosnom sistemu. U jednom EEO može biti više mernih ormana.

Merni slog – sačinjavaju sekundarni merni namotaji naponskih i strujnih transformatora i pripadajuće višefunkcijsko brojilo.

Merno mesto – mesto (u električnom smislu) na kome su priključeni naponski i strujni merni transformatori koji napajaju pripadajuća brojila za merenje razmenjene električne energije između objekta i KPS.

15. DALEKOVODI



Dalekovodi

Elektroenergetski vod – elektroenergetski objekat kojim se električna energija prenosi na daljinu. Može biti nadzemni - vazdušni (dalekovod) i kablovski.

Dalekovod – nadzemni elektroenergetski vod (Overhead lines) – element (linijski elektroenergetski objekat) koji nadzemno vođenim provodnicima prenosi električnu energiju između dva postrojenja istog naponskog nivoa. Dalekovodu pripadaju zatezna ovešenja provodnika i zaštitnog užeta kojima se oni prihvataju na izlazni portal TS/RP, uključujući i zatezne izolatorske lance. Sastoji se od: provodnika, zaštitnih užadi, zemljovoda, uzemljivača, izolatora, nosača, konzola, stubova i temelja.

Kabl (podzemni elektroenergetski vod) – skup opreme koja služi za podzemno vođenje provodnika koji prenose i razvode električnu energiju. Obuhvata sledeću opremu: kablovsku glavu, kabl, kablovske spojnice, uzemljivače, kablovski kanal i, po potrebi, pomoćnu opremu.

Paralelni dalekovodi – smatra se da su to dva voda koja su izgrađena paralelno jedan sa drugim u dužini većoj od 2 km, i to na međusobnoj udaljenosti:

- za 110 kV manjoj od 100 m
- za 220 kV manjoj od 150 m
- za 400 kV manjoj od 200 m

Dostruki (dvosistemski) dalekovod – dva dalekovoda (sistema) na istim stubovima na celoj dužini ili delimično.

Višesistemski dalekovodi – dva ili više dalekovoda koji koriste iste stubove, po pravilu, na celoj dužini oba dalekovoda. Nije obavezno da ovi dalekovodi budu istog naponskog nivoa.

Interkonektivni dalekovod – dalekovod kojim su spojene prenose mreže u nadležnosti pojedinih operatora prenosnog sistema.

Trasa dalekovoda – linija ili putanja kojom se vodi dalekovod na terenu.

Koridor (**dalekovoda**) – predstavlja prostor ispod i oko dalekovoda kojim se obezbeđuje sigurnosna udaljenost. Širina koridora zavisi od naponskog nivoa dalekovoda i propisana je Zakonom o energetici.

Temelj stuba – masivna armirano-betonska konstrukcija koja vezuje stub za tlo i obezbeđuje mu stabilnost. Oko temelja se postavlja prstenasti uzemljivač koji se vezuje sa čeličnom armaturom stuba i zajedno predstavljaju temeljni uzemljivač stuba.

Dalekovodni stub (pole) – element dalekovoda koji nosi izolatore, fazne provodnike i zaštitnu užad, i obezbeđuje im sigurnosnu visinu i sigurnosnu udaljenost. Postavlja se vertikalno sa jednom stranom ukopan u tlo direktno ili preko temelja. Prema ulozi na DV može biti noseći (linijski), zatezni, ugaoni, za preplitanje, krajnji itd. Prema materijalu od koga je izrađen, može biti: drveni, betonski i čelični. Prema obliku: jela, portalni, Y, itd.

Noseći stub (linijski) – dalekovodni stub koji nosi fazne provodnike i zaštitnu užad.

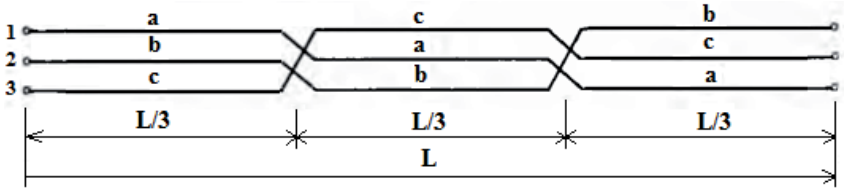
Zatezni stub – dalekovodni stub koji služi za zatezanje faznih provodnika i zaštitne užadi.

Ugaoni stub – dalekovodni stub koji se postavlja na mestima skretanja trase za više od 5^0.

Provodnik – žica ili skup žica bez međusobne izolacije namenjene da provode električnu struju.

Fazni provodnik – alu-čelični (i slični) provodnici čija je osnovna funkcija provođenje električne struje u cilju prenosa električne energije. Izrađuju se u obliku užadi i od njih se pored dobrog provođenja električne struje očekuje i odgovarajuća mehanička čvrstoća. Tipski preseci Al/Če provodnika u RS su: 110 kV – 240/40, 220 kV – 360/57 i za 400 kV – 2x490/65 mm. Strujne opteretivosti navedenih provodnika u letnjem/zimskom periodu redom su: 380/740A, 480/940 A i 1140/2280 A.

Transpozicija (preplitanje) – promena međusobnog položaja faznih provodnika. Izvodi se radi ujednačavanja induktivnosti i kapacitivnosti faznih provodnika, ali i radi prilagođenja rasporeda provodnika pri ulasku u TS/RP.



Interval transpozicije – dužina dela voda sa istim međusobnim položajem faznih provodnika.

Zaštitno uže – uzemljeno uže koje služi za zaštitu dalekovoda od atmosferskih i pogonskih prenapona.

Izolator – vidi 10. Trafostanice i razvodna postrojenja – VN oprema

Izolatorski lanac – vidi 10. Trafostanice i razvodna postrojenja – VN oprema

Ovesna i spojna oprema – zajednički naziv za elemente (obujmice, spojnice, odstojnici, varničari, stezaljke, kleme, itd) kojima se ostvaruju mehaničke i električne veze kod; konzole stuba, izolatora i izolatorskih lanaca, provodnika itd.

Varničari – ograničavaju prenapon tako što pri prenaponu dolazi do preskoka čime se pravi zemljospoj i napon pada skoro na nultu vrednost. Konstrukcija im je u obliku rogova i prstenova. Montiraju se na oba kraja izolatora. Rogovi se postavljaju tako da se luk usmeri na stranu gde ne može da se prenese na susedne elemente i da se udalji od tela izolatora. Prstenovi oblikuju električno polje i ujednačuju raspodjelu napona duž izolatora. Nedostatak varničara je što pojavom luka dolazi do zemljospoja. Očekuje se da element zahvaćen zemljospojem isključi relejna zaštita (prekidač).

Prigušivači vibracija – služe da smanje vibracije faznih provodnika usled vetra.

Tegovi – služe da povećaju opterećenje izolatora i smanje njihovo otklanjanje pri bočnom vetru. Takođe koriste se i kad je vertikalna sila na viseći izolator usmerena naviše (negativan gravitacioni raspon).

Provodnici u snopu – više provodnika unutar iste faze kojima se postiže veći ekvivalentni prečnik i smanjuje intenzitet korone.

Odstojnici – elementi koji obezbeđuju rastojanje između pojedinih usnopljenih provodnika.

Raspon (*a*) – horizontalno rastojanje između osa dva susedna stuba (tačaka vešanja).

Raspon ukrštanja – raspon u kome vod prelazi preko nekog objekta ili mu se približava.

Susedni raspon – raspon koji se nalazi neposredno do raspona ukrštanja.

Zatezno polje – deo dalekovoda koji se nalazi između dva susedna zatezna stuba.

Lančanica – idealna kriva kojom se opisuje oblik koji ima fazni provodnik ili zaštitno uže između dva susedna stuba na dalekovodu. Za kraće raspone (ispod 300 m) lančanica se može aproksimirati kvadratnom parabolom.

Ugib provodnika (*f*) – vertikalno rastojanje provodnika od pravca koji spaja tačke njegovog vešanja.

Maksimalni ugib provodnika (f_m) – ugib na mestu gde je tangenta na lančanici paralelna sa pravcem koji spaja tačke vešanja. Njegova veličina je približno:

Za raspone do 1000 m $$f_m(m) \approx \frac{a^2}{8p} + \frac{a^4}{384p^3}$$

Za raspone do 300 m $$f_m(m) \approx \frac{a^2}{8p}$$

Gde je: a – raspon (m), p – parametar lančanice (m)

Parametar lančanice zavisi od materijala provodnika temperature i dodatnog opterećenja. Bez dodatnog opterećenja za Al je oko 2600 m, a za Al–Fe (6:1) oko 3100 m. Sa dodatnim opterećenjem može da padne i do 1000 m.

Sigurnosna visina – najmanja dozvoljena vertikalna udaljenost provodnika odnosno delova pod naponom, od zemlje ili nekog objekta pri temperaturi od $+40^0$C ili – 5^0C sa normalnim dodatnim opterećenjem, bez vetra.

$$h_S(m) = 6 + \frac{U_n(kV) - 110}{150}$$ ili: 110 kV – 6 m; 220 kV – 6,75 m; i 400 kV – 8 m.

Sigurnosna udaljenost – najmanja dozvoljena udaljenost provodnika odnosno delova pod naponom, od zemlje ili nekog objekta, u bilo kom pravcu, pri temperaturi od $+40^0$C i opterećenju vetrom od nule do punog iznosa.

Dodatno opterećenje provodnika odnosno zaštitnog užeta – opterećenje od snega, leda ili inja, a dejstvuje vertikalno naniže i dodaje se težini provodnika, odnosno zaštitnog užeta.

Normalno dodatno opterećenje (g_{nd}) – prosečno dodatno opterećenje usled snega, leda i inja za period od 5 godina na datoj lokaciji i ne manje od:

$$g_{nd,\min}(daN/m) = 0{,}18\sqrt{d(mm)}$$

Izuzetno dodatno opterećenje (g_{id}) – maksimalno dodatno opterećenje usled snega, leda i inja za period od poslednjih 20 godina na datoj lokaciji i ne manje od $2g_{nd}$, odnosno $3g_{nd}$, na mestima ukrštanja sa PTT vodovima i železnicom.



Zaleđen provodnik na nadzemnom vodu 0,4 kV

Normalno dozvoljeno naprezanje provodnika odnosno zaštitnog užeta – horizontalna komponenta naprezanja koje se ne sme prekoračiti pod normalnim uslovima, tj. na temperaturi od –5°C pri normalnom dodatnom opterećenju i na temperaturi od –20°C bez tog opterećenja.

Sila vetra na provodnik – horizontalna sila u smeru vetra definisana kao proizvod izložene površine i pritiska vetra. Pritisak vetra je:

$$p_v(\text{daN/m}^2) = \frac{v_v^2(m/s)}{16} = \frac{v_v^2(km/h)}{207}$$

Izuzetno dozvoljeno naprezanje provodnika, odnosno zaštitnog užeta – naprezanje u tački učvršćenja koje se ne sme prekoračiti pod izuzetnim uslovima, tj. na temperaturi od –5°C pri izuzetnom dodatnom opterećenju.

Kritičan raspon – raspon (računski) kod koga je maksimalna vrednost horizontalne komponente naprezanja, u normalnim uslovima na temperaturi od -20^0 bez dodatnog tereta, jednaka kao na temperaturi od -5^0 sa normalnim dodatnim teretom.

Kritična temperatura – temperatura pri kojoj je ugib jednak ugibu na -5^0 sa normalnim dodatnim opterećenjem.

Rasplet dalekovoda – prostorni raspored uvođenja DV u razvodno postrojenje.

Tuširanje provodnika – odskakivanje provodnika dalekovoda zbog otpadanja dodatnog opterećenja ili dejstva vetra i približavanje drugom provodniku što može da dovede do pojave luka i ispada dalekovoda iz pogona.

Galopirajuće oscilacije provodnika – pojava putujućih talasa velike amplitude na užadima dalekovoda u nekom rasponu. Javlja se kao posledica dejstva konstantnog i umereno jakog vetra na provodnik sa ili bez dodatnog opterećenja.

Električni parametri dalekovoda – podužna; induktivnost, kapacitivnost, električna otpornost i odvodnost. Računaju se po jedinici dužine od 1 km.

Podužna električna otpornost dalekovoda – električna otpornost faznog provodnika dužine 1 km. Za jednosmernu struju podužna električna otpornost je:

$$r_{dc}(\Omega/km) = 1000\frac{\rho(\Omega mm^2/m)}{S(mm^2)}$$

Zbog skin efekta otpornost pri naizmeničnoj struji je veća i iznosi:

$$r_{ac} = r_{dc}\left(1 + 75\mu_r f^2 d^4\right)$$

Na primer kod preseka provodnika 240 mm^2 povećanje otpornosti je oko 1 % a za 480 mm^2 oko 5 %.

Podužna induktivnost dalekovoda – induktivnost dalekovoda dužine od 1 km.

$$l = 2\cdot 10^{-4}\left(\ln\frac{D_{sr}}{r_e} + \frac{\mu_r}{4}\right) \quad \text{gde je:} \quad D_{sr} = \sqrt[3]{D_{12}D_{23}D_{31}} \quad \text{i} \quad r_e = \sqrt{r\cdot a}$$

D_{sr} srednje geometrijsko rastojanje faznih provodnika

r_e ekvivalentni poluprečnik za dva provodnika u snopu
r poluprečnik jednog provodnika iz snopa
a srednje geometrijsko rastojanje između dva provodnika iz snopa

Podužna kapacitivnost dalekovoda – kapacitivnost dalekovoda dužine od 1 km. Obuhvata kapacitivnosti između provodnika i prema zemlji.

$$c(F/km) = \frac{10^{-6}}{18\ln\frac{D_{sr}}{r_e}}$$

Podužna odvodnost dalekovoda – odvodnost dalekovoda dužine od 1 km. Pod odvodnošću se podrazumeva ekvivalentna paralelna provodnost zbog nesavršenosti izolacije i korone. Kod kablovskih vodova obuhvataju i dielektrične gubitke izolacije. Jako zavisi od stanja izolacije (starost, zaprljanost, itd.) vlažnosti, temperature, itd. Odvodnost stvara gubitke aktivne snage zavisne od napona. Bez korone može se uzeti da je odvod voda oko 10^{-7} S/km. U odnosu na druge gubitke aktivne snage ovi gubici su mali i najčešće se mogu zanemariti.
Korona je tinjavo pražnjenje koje nastaje kada je jačina polja na površini provodnika veća od dielektrične probojnosti vazduha. Pojavljuje se na oštrim ivicama, šiljcima i provodnicima malog prečnika. Za prečnik provodnika (d), kritična vrednost napona kada nastaje korona je približno:

$$U_k(kV) \approx 9d(mm)$$

Za standardne provodnike dalekovoda granica je na naponskom nivou 220 kV. Već kod 400 kV korona bi bila previsoka pa se provodnici izvode usnopljeno.

Karakteristična impedansa voda – predstavlja:

$$Z_C = \sqrt{\frac{L_V}{C_V}} = \sqrt{\frac{l_V}{c_V}}$$

Karakteristične impedanse nadzemnih vodova (dalekovoda) su oko 400 Ω a za kablove ona je oko 50 Ω.

Prirodna snaga voda – snaga koja odgovara opterećenju karakterističnom impedansom (Z_C) voda. Pri ovakvom opterećenju induktivne padove napona kompenzuje kapacitivna struja voda tako da je napon duž voda približno isti. Pri radu sa snagom većom od prirodne, napon duž dalekovoda se smanjuje, a sa manjom od prirodne napon duž voda raste (Ferantijev efekat). Prirodna snaga za dalekovod 400 kV je oko 400 MW. Dalekovodi normalno rade sa snagom 2 do 3 puta većom od prirodne. Kod kablova je obrnuto.

Ferantijev efekat – povećavanje napona na kraju dalekovoda u odnosu na početak. Do povećanja napona dolazi zbog prolaska kapacitivne struje dalekovoda kroz njegovu induktivnost. Posebno je izraženo u praznom hodu ili pri malom opterećenju dalekovoda.

16. ODRŽAVANJE VISOKONAPONSKE OPREME



Održavanje EEO – skup aktivnosti čija je svrha očuvanje stalne tehničke ispravnosti EEO. U održavanje spadaju: planiranje, nabavka rezervnih delova, pregledi, revizije i remonti. U AD EMS ova oblast je definisana "Pravilnikom o održavanju EEO AD EMS".

Korektivno (naknadno) održavanje – održavanje kod koga se interveniše na elementu ili opremi posle nastanka kvara.

Preventivno održavanje – održavanje kod koga se interveniše na elementu ili opremi dok su još u funkciji da bi se predupredio nastanak kvara.

Dijagnostika – utvrđivanje stanja nekog elementa ili opreme radi procene pouzdanosti u daljnjem radu i blagovremeno planiranje budućih aktivnosti održavanja ili zamene tog elementa ili opreme. Vrši se periodično ili po ukazanoj potrebi.

Pouzdanost – predstavlja očekivanje od elementa, objekta ili tehničkog sistema u celini da uspešno obavlja zadatu funkciju, pod definisanim uslovima, tokom svog radnog veka.

Raspoloživost (elementa) – predstavlja očekivanje da on može početi sa radom u trenutku kada to zatreba. Veličina raspoloživosti izražava se preko verovatnoće.

Greška (oštećenje) – stanje (ili skrivena mana) elementa ili opreme u kome oni još imaju sposobnost za obavljanje svoje funkcije, ali može dovesti do otkaza.

Otkaz (kvar) – prestanak sposobnosti elementa ili opreme za obavljanje svoje funkcije.

Poremećaj u radu – odstupanje od normalnog radnog stanja.

Zastoj u radu – vreme u kome neki element nije u radu a treba da bude.

Raspoloživost – odnos vremena rada elementa i vremena rada plus zastoja. Teži se da raspoloživost bude jednaka jedinici (100%).

Neraspoloživost – odnos vremena zastoja elementa i vremena rada plus zastoja. Teži se da neraspoloživost bude jednaka nuli.

Starenje VNO – nepovratni proces pogoršanja karakteristika VNO.

Planiranje održavanja EEO – aktivnost kojom se unapred definiše odvijanje nekog tehnološkog procesa održavanja EEO, u pogledu; tehnologije, dinamike, BZR, ZŽS, itd. Rezultat planiranja je plan održavanja koji može biti kvartalni, mesečni, nedeljni, itd. Planiranje je sastavni deo održavanja EEO.

Pregled (elektroenergetskih objekata) – utvrđivanje stanja pogonske spremnosti (pouzdanost, funkcionalnost, ispravnost) objekata. Po pravilu vrši se bez isključivanja objekta (pod naponom) vodeći računa o sigurnosnom rastojanju. Može biti redovni - periodični (u tačno određenim rokovima određenim pravilnikom o održavanju elektroenergetskih objekata AD EMS-a) ili vanredni (po ukazanoj potrebi). Tokom pregleda mogu da se urade i sitne intervencije na opremi (na primer uključenje grejača u mehanizmu prekidača, zamena sijalice, postavljanje apsorbera za ulje, i slično).

Provera – utvrđivanje stanja, ispitivanje i merenje određene veličine, odnosno stanja elemenata elektroenergetskog objekta korišćenjem mernih instrumenata, alata, ili oruđa. Vrši kod pregleda ili remonta.

Ispitivanje – Skup aktivnosti kojima se utvrđuje stanje nekog uređaja ili opreme. Sastoji se od funkcionalnih provera i odgovarajućih merenja. Ispitivanje VNO po pravilu se izvodi u isključenom stanju.

Podešavanje – dovođenje parametara u radni opseg elementa koji je u funkciji ali njegovi parametri odstupaju od zadatih. Podešavanje spada u aktivnosti održavanja nižeg stepena složenosti.

Popravka – aktivnost u održavanju koja ima za cilj vraćanje elementa iz stanja otkaza u radno stanje.

Revizija – je rad koji se vrši u skladu sa uputstvom proizvođača opreme, odnosno u rokovima predviđenim pravilnikom o održavanju elektroenergetskih objekata AD EMS-a, kao i rad na otklanjanju nedostataka utvrđenih pregledom. Revizije se obavljaju u beznaponskom stanju. Tokom revizije radi se i detaljan vizuelni pregled elementa (iz blizine).

Remont – je rad koji ima za cilj da se većim popravkama i zamenama dotrajalih delova objekat održi u tehnički ispravnom stanju. Remonti mogu biti redovni ili vanredni i obavljaju se u beznaponskom stanju. Redovni se obavljaju u rokovima određenim pravilnikom o održavanju elektroenergetskih objekata AD EMS-a, a vanredni po ukazanoj potrebi. Remont se po pravilu obavlja u beznaponskom stanju. Pri remontu se obavlja i detaljan pregled elementa na kome se radi kao i njegova revizija.

Rezervni delovi, materijal – elementi i sredstva, potrebni za održavanje EEO.

Sredstva – maziva, goriva, krpe, sredstva za čišćenje, rastvarači, sprejevi, ...

Pribor – obuhvata sitnije elemente potrebne za neki rad: (poluga za navijanje opruge prekidača, adapteri za dopunjavanje gasom SF6, specijalni ključevi itd.).

Oprema za rad – alati, uređaji, mašine, postrojenja, instalacije, i sl. koji se koriste u procesu rada.

Alat – oprema koju radnici koriste tokom izvođenja radova (ručni, električni, itd).

Ispitni uređaji – elektronski uređaji namenjeni za proveru radnih parametara zaštitnih, mernih i upravljačkih uređaja.

Mehanizacija – mašine kojima se zamenjuje ljudski rad u obavljanju nekog posla (dizalica, korpa, viljuškar, kosačica, trimer, motorna testera, itd).