

**METODOLOGIJA I KRITERIJI
PLANIRANJA RAZVOJA DISTRIBUCIJSKE
MREŽE**

Period obnove: tri godine

Listopad, 2013. godine

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Pojmovnik	2
3. Ciljevi planiranja i sastavnice distribucijske mreže	8
3.1. Ciljevi planiranja.....	8
3.2. Sastavnice distribucijske mreže.....	8
4. Kriteriji planiranja	9
4.1. Dopušteno opterećenje elemenata mreže.....	9
4.2. Dopušteno odstupanje napona.....	10
4.3. Pouzdanost napajanja	10
4.4. Utjecaj obnove distribucijske mreže na planove razvoja	11
5. Strateške odrednice i koncepcija razvoja distribucijske mreže	12
5.1. Mreža srednjeg napona	12
5.1.1. Postupna zamjena naponske razine 10 kV s 20 kV	13
5.1.2. Uvođenje izravne transformacije 110/10(20) kV	13
5.1.3. Povezna mreža 10(20) kV	15
5.1.4. Tehnička rješenja za povećanje pouzdanosti napajanja	16
5.2. Idejna rješenja pojmih trafostanica	17
5.3. Mreža niskog napona	18
5.4. Tipizacija elemenata distribucijske mreže	18
6. Utjecaj priključenja kupaca na razvoj distribucijske mreže.....	19
6.1. Naponska razina priključenja.....	19
6.2. Zahtjevi za izgradnju postrojenja	19
7. Pristup i metodologija planiranja razvoja distribucijske mreže	20
7.1. Sigurnost opskrbe.....	20
7.2. Pouzdanost napajanja	21
7.2.1. (N-1) raspoloživost distribucijske mreže	21
7.2.2. Pokazatelji pouzdanosti napajanja.....	21
7.3. Ekonomska opravdanost ulaganja u distribucijsku mrežu.....	22
7.4. Metodologija	22
8. Razvojni i planski dokumenti	23
8.1. Studije razvoja distribucijske mreže	23
8.2. Desetogodišnji plan razvoja distribucijske mreže	24
8.3. Trogodišnji plan razvoja distribucijske mreže	25
8.4. Plan investicija	25

Popis tablica

Tablica 3.1 Naponske razine distribucijskog sustava.....	8
Tablica 4.1 Dopuštena opterećenja vodova i transformatora u postupku planiranja razvoja distribucijske mreže	10
Tablica 4.2 Kriteriji pouzdanosti napajanja u postupku planiranja distribucijske mreže srednjeg napona (prosjeak po TS 10(20)/0,4 kV)	11
Tablica 4.3 Preporučeni uvjeti za obnovu elemenata distribucijske mreže radi starosti	12
Tablica 6.1 Uobičajene naponske razine priključenja kupaca.....	19
Tablica 6.2 Zahtjevi za pojačanje postojeće transformacije ili izgradnju TS 110/SN kV.....	19
Tablica 6.3 Zahtjevi za pojačanje postojeće transformacije ili izgradnju TS 10(20)/0,4 kV	20
Tablica 6.4 Uobičajene projektne vrijednosti struja kratkog spoja za različite naponske razine priključenja.....	20
Tablica 8.1 Kategorizacija studija razvoja mreže	24

Popis slika

Slika 3.1 Pojednostavljeni prikaz distribucijske mreže	9
Slika 5.1 Usporedba koncepcije distribucijske mreže s mrežom 35 kV i međutransformacijom 35/10(20) kV (A) i koncepcije s izravnom transformacijom 110/10(20) kV (B)	14
Slika 5.2 Prstenasta i povezna struktura distribucijske mreže 10(20) kV	16
Slika 5.3 Osnovna shema prema načelu tipske TS 110/10(20) kV	17

1. Uvod

Sukladno postojećoj zakonskoj regulativi (Zakon o energiji NN br. 120/12 i Zakon o tržištu električne energije NN br. 22/13) i Dozvoli za obavljanje energetske djelatnosti (izdanoj 12.12.2003. godine), HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o. je energetski subjekt zadužen za obavljanje regulirane djelatnosti distribucije električne energije na cjelokupnom području Republike Hrvatske.

Zakonom o tržištu električne energije, Člankom 39., utvrđena je odgovornost operatora distribucijskog sustava za razvoj, vođenje distribucijskog sustava, za usklađeni pogon distribucijskog sustava s priključenim mrežama ostalih operatora i postrojenja korisnika, te održavanje i izgradnju distribucijske mreže.

Operator distribucijskog sustava temeljem važećih zakonskih propisa u dijelu planiranja razvoja distribucijske mreže odgovoran je za:

- razvoj distribucijske mreže kojim se osigurava dugoročna sposobnost distribucijske mreže da ispuni razumne zahtjeve za distribucijom električne energije,
- osiguranje sigurnosti i kvalitete opskrbe električnom energijom ,
- poticanje ekonomičnog razvoja mreže, uzimajući u obzir ostvarena opterećenja i proizvodnju u distribucijskoj mreži, kao i zahtjeve za priključenje objekata korisnika mreže u okviru dugoročnog planiranja razvoja mreže,
- graditi, modernizirati i poboljšavati distribucijsku mrežu u cilju sigurnog, pouzdanog i učinkovitog pogona distribucijskog sustava (napredne mreže),
- pripremu izgradnje i nadzor nad izgradnjom objekata mreže,
- utvrđivanje tehničkih i drugih uvjeta za priključenje korisnika na distribucijsku mrežu i za povezivanje s drugim sustavima, te uvjeta za povećanje priključne snage postojećim korisnicima mreže,
- izradu i usklađivanje planova razvoja s operatorom prijenosnog sustava.

Temeljem Članka 44, stavka (2), točke 12. Zakona o tržištu električne energije Mrežnim pravilima distribucijskog sustava koja, uz prethodnu suglasnost Hrvatske energetske regulatorne agencije, donosi operator distribucijskog sustava propisuju se metodologija i kriteriji za planiranje razvoja distribucijske mreže.

Svrha metodologije i kriterija planiranja razvoja distribucijske mreže je uspostaviti pravila i procedure te dati smjernice kojima će se osigurati koordinirano i učinkovito planiranje i izgradnja u cilju dugoročne sposobnosti distribucijske mreže da ispuni razumne zahtjeve za distribucijom električne energije. Metodologija i kriteriji planiranja primjenjuju se jednako na sve korisnike distribucijske mreže.

U trećem poglavlju opisani su ciljevi planiranja razvoja distribucijske mreže i područje obuhvata.

Četvrto poglavlje definira kriterije i pogonske veličine koje moraju biti zadovoljene planiranjem razvoja mreže.

Peto poglavlje sadrži smjernice razvoja srednjonaponske i niskonaponske mreže.

Šesto poglavlje definira način planiranja razvoja distribucijske mreže koji vrednuje utjecaj priključenja korisnika mreže.

U sedmom poglavlju je predstavljena metodologija i procedura planiranja razvoja distribucijske mreže.

U osmom poglavlju prikazani su razvojni i planski dokumenti koje redovito izrađuje operator distribucijskog sustava.

2. Pojmovnik

Pojam	Značenje
bazna godina	Početna godina razdoblja planiranja
CAIDI <i>Customer Average Interruption Duration Index</i>	Prosječno vrijeme trajanja jednog prekida prosječnog kupca u određenom vremenskom periodu. Dobiva se kao količnik ukupnog trajanja prekida svih kupaca i ukupnog broja dugotrajnih prekida opskrbe svih kupaca tokom istog vremenskog perioda. CAIDI se računa kao količnik SAIDI i SAIFI indikatora.
ciljevi planiranja	Želje glede vrijednosti pojedinih atributa planiranja. Najčešće je riječ o minimalnim ili maksimalnim vrijednostima (ali ponekad i o postizanju neke zadane vrijednosti). Na primjer, minimalni investicijski troškovi, maksimalna pouzdanost opskrbe i sl.
čvorište	Mjesto gdje se u mreži sastaju dva ili više voda. Za razliku od točke opterećenja čvorište ne mora imati opterećenje. Prema tome, svaka je točka opterećenja čvorište, ali svako čvorište nije ujedno i točka opterećenja.
diskontni faktor (stopa)	Diskontni faktor je matematički izraz za izračunavanje diskontne (sadašnje) vrijednosti nekog iznosa. U postupcima planiranja diskontni faktor objedinjuje sve one razloge zbog kojih distribucijska društva nastoje odgoditi troškove.
distribucija električne energije	Razvod električne energije distribucijskim mrežama visokog, srednjeg i niskog napona radi njezine isporuke kupcima, koji ne uključuje opskrbu.
distribuirani izvor	Izvor električne energije priključen na distribucijsku mrežu.
distribuirana proizvodnja	Postrojenje u kojem se odvija proizvodnja električne energije priključeno na distribucijsku mrežu slijedeći načelo „čim bliže potrošnji“.
horizontna godina	Posljednja godina razdoblja planiranja.

ispad	<p>Neplaniran prijelaz mrežnog elementa iz pogonskog stanja u izvanpogonsko stanje.</p> <p>Napomena¹: Ispad ne znači jednako što i prijelaz iz ispravnog u neispravno stanje (greška). Ispadom može biti pogođen i ispravan element, a neispravan ne mora biti izvan pogona.</p> <p>Napomena²: Planirani prijelaz iz pogonskog u izvanpogonsko stanje nije ispad, već planirani isklon. Nakon njega slijedi stanje koje se zove planirani zastoj.</p>
isporuka električne energije	Predaja električne energije na određenom mjestu isporuke.
izvanredni pogon	Stanje u elektroenergetskom sustavu kada su prekoračene granične vrijednosti pogonskih veličina i postoji rizik od širenja poremećaja.
izvod	Skup vodova distribucijske mreže koji se napajaju iz jedne pojne točke preko jedinstvenog vodnog polja.
komponenta	Sastavni dio svakog elementa mreže (element se sastoji se iz komponenata).
korisnik distribucijske mreže	Pravna ili fizička osoba koja koristi distribucijsku mrežu za isporuku električne energije u mrežu ili preuzimanje električne energije iz mreže.
kriteriji planiranja	Općeniti aspekti koji utječu na proces odlučivanja u postupku planiranja (npr troškovi, kvaliteta opskrbe, itd).
kriterij (n-1)	<p>Kriterij tehničke sigurnosti koji se koristi pri vođenju pogona i planiranju razvoja i izgradnje distribucijske mreže. Odnosi se na neraspoloživost jednog elementa sustava (vod, transformator..). Zadovoljen je ako je pri ispadu jednog elementa sustava moguće spriječiti sljedeće učinke:</p> <p>trajno prekoračenje pogonskih veličina u distribucijskoj mreži uz granične vrijednosti koje se odnose na izvanredno pogonsko stanje,</p> <p>daljnji prekid isporuke električne energije izvan sektora u kvaru u prostorno zatvorenoj distribucijskoj mreži.</p>
kvaliteta napona	Stalnost fizikalnih značajki napona u odnosu na normirane vrijednosti (efektivna vrijednost, frekvencija, valni oblik, simetričnost faznih vrijednosti napona i dr.).
kvaliteta opskrbe električnom energijom	Pouzdanost napajanja i kvaliteta napona na mjestu preuzimanja odnosno predaje električne energije, te kvaliteta usluga korisnicima mreže.

napajanje (električnom energijom)	Stanje pri kojem je korisnik mreže priključen na mrežu i taj priključak je pod naponom, u korištenju ili spreman za korištenje.
napredna mreža	Elektroenergetska mreža koja može inteligentno integrirati aktivnosti svih korisnika spojenih na nju, proizvođače, kupce i one koji objedinjuju te dvije funkcije, kako bi se osigurala učinkovita, održiva i sigurna dobava električne energije.
nazivni i pogonski napon mreže	Nazivni napon kojim se mreža označava i naziva. Pogonski napon je trenutna vrijednost napona, koja se razlikuje od nazivnog napona za dopušteno odstupanje. Standardni nazivni naponi javnih elektroenergetskih mreža u Hrvatskoj su: 0,4, 10, 20, 35(30), 110, 220 i 400 kV.
neisporučena električna energija	Eng. Energy Not Supplied (ENS), dobiva se kao zbroj umnožaka ispane snage i vremena trajanja prekida za sve prekide u određenom vremenskom periodu.
niski napon (NN)	Naponske razine do uključivo 1000 V.
normalni pogon	Normalan pogon distribucijske mreže je stanje mreže u kojem su svi kupci opskrbljeni i moguće je preuzimanje električne energije od proizvođača priključenih na distribucijsku mrežu, sve granične vrijednosti pogonskih veličina su održane, te se ostvaruju sve usluge i planski radovi u distribucijskoj mreži. Ugroženi normalni pogon je normalni pogon u kojem nije u svim dijelovima distribucijske mreže zadovoljen kriterij n-1.
opskrbno područje	Geografsko područje koje se električnom energijom opskrbljuje iz jedne ili više pojmih točaka preko jednog ili više izvoda.
opterećenje	Isto što i snaga u elektroenergetskoj mreži. Može se odnositi na pojedini element mreže ili na dio mreže ili na čitav elektroenergetski sustav, te na mjesta preuzimanja u mrežu ili predaje iz mreže.
opcija (varijanta) plana	Planer definira plan razvoja distribucijske mreže na temelju raspoloživih opcija (varijanti). Na primjer, izgradnja nove TS, zamjena transformatora u postojećoj TS, transformacija postojeće TS u rasklopište, izgradnja novih vodova, zamjena postojećih vodova novima i sl.
plan	Plan izgradnje i/ili pojačanja postojeće mreže je skup odabranih opcija. Na primjer, izgradnja nove TS VN/SN snage 40 MVA koja će ući u pogon 2015. godine i zamjena transformatora u postojećoj TS VN/SN transformatorima snage 2x40 MVA do 2018. godine“.

pogonska stanja elektroenergetskog sustava	<p>Pogonska stanja elektroenergetskog sustava mogu biti:</p> <ul style="list-style-type: none"> – normalni pogon, – poremećeni pogon i – raspad elektroenergetskog sustava.
pojna točka	<p>U užem smislu mjesto gdje se proizvodi električna energije, a u širem smislu to je mjesto gdje se raspolaže određenom količinom električne energije.</p> <p>U planerskim dokumentima pojna točka je u pravilu sinonim za transformatorsku stanicu 110/35 kV, 110/20 kV, 110/10 kV, 35/10 kV, 20/10 kV, 35/0.4 kV, 20/0.4 kV i 10/0.4kV koja napaja distribucijsku mrežu određenog područja ili distribuiranu proizvodnju koja se priključuje na distribucijsku mrežu.</p>
polje (vodno, transformatorsko, generatorsko)	<p>Dio postrojenja koji sadrži sklopne uređaje, mjerne transformatore i drugu opremu koji služi za priključak jednog izvoda (vodno polje), ili energetskog transformatora (transformatorsko polje) ili proizvodne jedinice (generatorsko polje) na sabirnice postrojenja.</p> <p>U postrojenju su moguće i druge vrste polja (npr. spojno, mjerno, itd).</p>
poremećaj	<p>Skup iznenadnih (neplaniranih) događaja i stanja u elektroenergetskom sustavu koji može dovesti do ugroženog normalnog pogona ili poremećenog pogona.</p>
poremećeni pogon	<p>Poremećeni pogon označen je stanjem:</p> <ul style="list-style-type: none"> – svi korisnici mreže su još napajani, – granične vrijednosti napona i frekvencije nisu više održane, – moguća su preopterećenja elemenata mreže, – kriterij (n-1) nije ispunjen.
pouzdanost napajanja	<p>Sposobnost mreže da osigura stalnost napajanja električnom energijom u određenom vremenskom razdoblju, iskazana pokazateljima broja i trajanja prekida napajanja.</p>
preopterećenje	<p>Preopterećenje se javlja u slučaju narušavanja dopuštenog termičkog opterećenja prijenosnog ili distribucijskog nadzemnog voda, kabela ili transformatora.</p>
priključak na distribucijsku mrežu	<p>Fizički priključak na distribucijsku mrežu koji obuhvaća mjernu opremu i obračunsko mjerno mjesto, a koji je sastavni dio mreže.</p>

prostorno otvorene distribucijske mreže (radijalne, zrakaste)	Za <i>prostorno otvorene mreže</i> karakteristično je da se u svim pogonskim prilikama čvorišta opterećenja napajaju samo iz samog jednog smjera. Zbog male raspoloživosti opskrbe u izvanrednim pogonskim prilikama ova se struktura vrlo rijetko koristi u urbanim sredinama, ali je vrlo raširena u ruralnim mrežama pri čemu se uobičajeno koriste zračni vodovi.
prostorno zatvorene distribucijske mreže	U prostorno zatvorenim distribucijskim mrežama se za većinu, ako ne i svako čvorište opterećenja, osigurava mogućnost dvostranog napajanja. Težnja je u europskim distribucijskim mrežama izgrađivati vodove u jednu ili kombinaciju sljedećih (tzv. „čistih“) prostorno zatvorenih struktura: prstenastu, poveznju, mrežu s protustanicom, mrežu s međustanicom ili mrežu s potpornom točkom.
razdoblje planiranja	Vremensko razdoblje unutar kojeg se razmatraju efekti promatranih varijantnih planova (rješenja, planerovih odluka)
ruralno područje	Geografsko područje koje karakteriziraju svojstva ruralnosti (najčešće sela).
SAIDI <i>System Average Interruption Duration Index</i>	<p>Prosječno trajanje dugotrajnih prekida po kupcu na razini sustava.</p> $SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^K N_i \cdot t_i}{N_T}$ <p>gdje su:</p> <ul style="list-style-type: none"> – K ukupan broj dugotrajnih prekida, – N_i broj kupaca pogođenih i-tim prekidom, – N_T ukupan broj kupaca na razini sustava, – t_i trajanje i-tog prekida u minutama.
SAIFI <i>System Average Interruption Frequency Index</i>	<p>Prosječan broj dugotrajnih prekida po kupcu na razini sustava. Računa se na sljedeći način:</p> $SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^K N_i}{N_T}$ <p>gdje su:</p> <ul style="list-style-type: none"> – K ukupan broj dugotrajnih prekida, – N_i broj kupaca pogođenih i-tim prekidom, – N_T ukupan broj kupaca na razini sustava.
sigurnost opskrbe	Osiguravanje potrebne količine električne energije krajnjim kupcima, kao i sposobnost prijenosnih i distribucijskih mreža da omoguće isporuku te električne energije do krajnjih kupaca.

srednji napon (SN)	Naponske razine od 1 kV do uključivo 35 kV.
točka opterećenja	<p>Predstavlja mjesto gdje se može smatrati da postoji određeni iznos koncentriranog opterećenja.</p> <p>U postupcima planiranja to je najčešće vršno opterećenje transformatorskih stanica 10(20)/0.4 kV ili izravnih kupaca električne energije.</p>
urbano područje	Geografsko područje koje karakteriziraju svojstva urbanosti (najčešće veća gradska područja).
varijantno rješenje (plan)	Jedan od mogućih planova izgradnje i pojačanja distribucijske mreže koji zadovoljava sva ograničenja u modelu problema planiranja.
visoki napon (VN)	Naponske razine od 35 kV do uključivo 220 kV.
zastoj	<p>Izvanpogonsko stanje elementa mreže.</p> <p>U slučaju prisilnog zastoja uzrokovano je:</p> <ul style="list-style-type: none"> – neispravnnošću promatranog elementa, – neispravnnošću drugih elemenata, ali tako da je to uzrokovalo i izvanpogonsko stanje promatranog elementa. <p>U slučaju planiranog zastoja uzrokovano je:</p> <ul style="list-style-type: none"> – potrebnim radovima ili zahvatima na promatranom elementu, – potrebnim radovima ili zahvatima izvan promatranog elementa, ali koji se mogu obaviti samo uz izvanpogonsko stanje promatranog elementa. <p>Zastojem se ne smatra:</p> <ul style="list-style-type: none"> – stavljanje ispravnog elementa u rezervu, – stavljanje ispravnog elementa u izvanpogonsko stanje radi naponskih prilika, ograničenja struje kratkog spoja i sličnih razloga u mreži, – čekanje dulje od 30 minuta na uklop, nakon primitka obavijesti o raspoloživosti promatranog elementa. <p>Zastoj može dovesti do prekida napajanja.</p>

3. Ciljevi planiranja i sastavnice distribucijske mreže

3.1. Ciljevi planiranja

Planiranje distribucijske mreže je proces utvrđivanja optimalne izgradnje i pojačanja u distribucijskoj mreži određenog područja kroz određeno razdoblje planiranja na temelju tehnoeekonomskih analiza, sa svrhom postizanja zahtijevane sigurnosti i kvalitete opskrbe uz minimalne troškove ulaganja.

Cilj planiranja razvoja i izgradnje te zamjena i rekonstrukcija distribucijske mreže je:

- primjereno dimenzioniranje komponenata distribucijske mreže za pouzdan rad, u skladu s tehničkim propisima na troškovno učinkovit način,
- održavanje parametara kvalitete električne energije u skladu s pravilima,
- usklađen razvoj distribucijske mreže s prijenosnom mrežom i priključenim postrojenjima korisnika distribucijske mreže,
- učinkovito korištenje prostora i usklađenu izgradnju infrastrukturnih projekata.

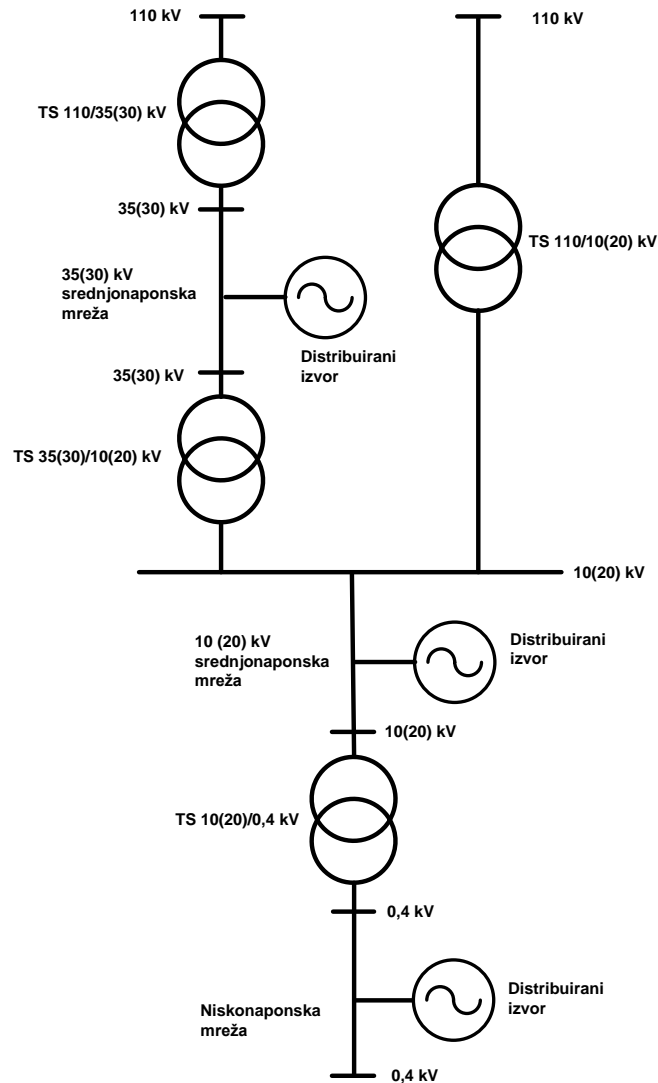
Svrha planiranja razvoja distribucijske mreže je također i omogućavanje funkcioniranja tržišta električnom energijom kroz nepristran pristup distribucijskoj mreži za treće osobe prema utvrđenim uvjetima.

3.2. Sastavnice distribucijske mreže

Naponske razine distribucijskog sustava prikazane su Tablicom 3.1. Distribucijska mreža pojednostavnjeno je prikazana Slikom 3.1.

Tablica 3.1 Naponske razine distribucijskog sustava

Naponska razina	Nazivni napon
Niski napon (NN)	230 V (jednofazno) 400 V (trofazno)
Srednji napon (SN)	10 kV 20 kV 30 kV 35 kV
Visoki napon (VN)	110 kV



Slika 3.1 Pojednostavljeni prikaz distribucijske mreže

4. Kriteriji planiranja

Kriteriji planiranja razvoja i izgradnje te zamjena i rekonstrukcija distribucijske mreže odnose se na sve objekte i postrojenja u elektroenergetskom sustavu Republike Hrvatske nazivnog napona nižeg od 110 kV te na transformatorske stanice 110/35(30) kV i 110/10(20) kV, bez obzira na vlasništvo nad njima.

4.1. Dopušteno opterećenje elemenata mreže

Dopuštena opterećenja u postupku planiranja distribucijske mreže, s navedenim uobičajenim vrijednostima, dana su u sljedećoj tablici.

Tablica 4.1 Dopuštena opterećenja vodova i transformatora u postupku planiranja razvoja distribucijske mreže

Element mreže	Trajno dopušteno opterećenje	Dopušteno opterećenje za vrijeme trajanja neplaniranog poremećaja
Nadzemni vod	maksimalno dopuštena struja u <i>normalnom</i> pogonu u stanju <i>vršnog</i> opterećenja (100%)	maksimalno dopuštena struja u <i>poremećenom</i> pogonu u stanju <i>vršnog</i> opterećenja (120% zimi, 110% ljeti)
Kabel	maksimalno dopuštena struja u normalnom pogonu (100%)	
Transformator	maksimalno dopušteno opterećenje u <i>normalnom</i> pogonu u stanju <i>vršnog</i> opterećenja (100%)	maksimalno dopušteno opterećenje u <i>poremećenom</i> pogonu u stanju <i>vršnog</i> opterećenja (120% zimi, 110% ljeti)

4.2. Dopušteno odstupanje napona

Prema usvojenoj normi HRN EN 50160:2012, dopuštena odstupanja napona u distribucijskoj mreži srednjeg i niskog napona su:

- Trajno dopušteno odstupanje napona na mjestu priključka korisnika distribucijske mreže: nazivni napon $\pm 10\%$,
- Dopušteno odstupanje napona na mjestu priključka korisnika distribucijske mreže za vrijeme trajanja poremećaja: nazivni napon $+10\%$ / -15% .

U postupku planiranja razvoja distribucijske mreže koriste se drugačija dopuštena odstupanja napona od onih definiranih normom HRN EN 50160:2012 za pogon mreže, tako je dopušteni pad napona u mreži 10(20) kV u postupku planiranja:

- 8% u normalnim pogonskim prilikama
- 12% u izvanrednim pogonskim prilikama

Ove vrijednosti podrazumijevaju pričuvu spram zahtjeva norme HRN EN 50160:2012 i uzimaju u obzir mogućnosti regulacije napona u transformatorskim stanicama 110/SN, 35/SN i SN/NN, a ne vrednuju utjecaj elektrana u paralelnom pogonu s distribucijskom mrežom.

4.3. Pouzdanost napajanja

Sukladno Zakonu o tržištu električne energije, pokazatelje kvalitete opskrbe električnom energijom propisuje Hrvatska energetska regulatorna agencija.

Pokazatelji kvalitete koje propisuje Hrvatska energetska regulatorna agencija odnose se na pogon distribucijske mreže. U svrhu planiranja razvoja distribucijske mreže definiraju se pokazatelji pouzdanosti napajanja prikazani Tablicom 4.2.

Tablica 4.2 Kriteriji pouzdanosti napajanja u postupku planiranja distribucijske mreže srednjeg napona (prosjek po TS 10(20)/0,4 kV)

	Vrsta mreže	SAIDI - trajanje dugačkih neplaniranih prekida napajanja uzrokovanih ispadima na mreži srednjeg napona (min/god)	SAIFI - broj dugačkih neplaniranih prekida napajanja uzrokovanih ispadima na mreži srednjeg napona (kom/god)
STANDARD 1	gradsko područje s pretežno kablskom mrežom	120	2
STANDARD 2	prigradska područja i veća naselja	240	4
STANDARD 3	nadzemni vodovi u vangradskom području	360	8
Dodatni globalni kriterij		Zadržavanje postojećeg stanja ako je bolje od standarda.	

Navedene vrijednosti su prosječni godišnji ciljani standardi u pogledu očekivanog broja i trajanja dugačkih (trajanja iznad 3 minute) neplaniranih prekida napajanja uzrokovanih ispadima na mreži srednjeg napona na razini HEP ODS-a za tri definirane vrste mreže.

Definirane granične vrijednosti karakteristične su za distribucijska područja s boljim pokazateljima pouzdanosti napajanja korisnika mreže od prosjeka na razini mreže HEP ODS-a i odnose se na prosječne vrijednosti, a ne najveće dopuštene vrijednosti (zajamčena razina kvalitete opskrbe) za pojedinog korisnika.

Zbog značajnih razlika prosječnih godišnjih pokazatelja pouzdanosti distribucijskih područja, propisan je dodatni kriterij zadržavanja postojećeg stanja pokazatelja pouzdanosti ukoliko su oni bolji od propisanih. Dodatni kriterij se promatra globalno, na razini distribucijskog područja.

4.4. Utjecaj obnove distribucijske mreže na planove razvoja

Prilikom planiranja razvoja distribucijske mreže potrebno je na primjeren način uzeti u obzir i planove obnove postojećih elemenata distribucijske mreže.

Obnova postojeće infrastrukture je zamjena postojećih neispravnih ili starih komponenata jednakim ili odgovarajućim tipskim novim komponentama, bez većih dodatnih ulaganja povezanih s drugim razlozima izgradnje distribucijske mreže.

Utjecaj obnove postojeće infrastrukture na planove budućeg razvoja provodi se analizom mogućnosti izgradnje novog elementa ili drugačijeg tehnološkog rješenja istog problema, pri čemu se odabire ekonomski povoljnije rješenje.

Elementi distribucijske mreže za koje se pojedinačno analiziraju potrebe zamjene i rekonstrukcije su:

- Transformatorske stanice i transformatori 110/35(30) kV i 110/10(20) kV,
- Vodovi 35(30) kV,
- Transformatorske stanice i transformatori 35(30)/10(20) kV,
- Vodovi 10(20) kV.

Za TS 10(20)/0,4 kV i mrežu niskog napona pretpostavljena je redovna obnova koja ima zanemarivi utjecaj na planiranje razvoja srednjonaponske distribucijske mreže.

Element mreže je kandidat za obnovu ako zadovoljava jedan ili više od sljedećih uvjeta:

- Izdano obvezujuće rješenje prema inspekcijskom nadzoru,
- Prosječna neraspoloživost radi planiranih i prisilnih zastoja u posljednjem petogodišnjem razdoblju obuhvaćenom statistikom pogonskih događaja veća od ukupne prosječne neraspoloživosti istovrsnih elemenata mreže u promatranom razdoblju,
- Prosječni broj kvarova u posljednjem petogodišnjem razdoblju obuhvaćenom statistikom pogonskih događaja veći od ukupnog prosječnog broja kvarova istovrsnih elemenata mreže u promatranom razdoblju,
- Starost u promatranom razdoblju jednaka ili veća od očekivane životne dobi,
- Ne zadovoljava postavljene tehničke zahtjeve,
- Knjigovodstveno otpisan (amortiziran).

Plan obnove kandidiranih elemenata distribucijske mreže određuje se vrednovanjem:

- Stvarnog stanja elementa ili komponente elementa mreže,
- Uloge koju promatrani element ili komponenta elementa ima u elektroenergetskom sustavu,
- Očekivanih troškova koje promatrani element ili komponenta elementa uzrokuje u sustavu.

Preporučeni uvjeti za obnovu elemenata mreže radi starosti prikazani su Tablicom 4.3. Navedene vrijednosti odnose se na uobičajene uvjete eksploatacije, a ne uključuju izražene nepovoljne uvjete (npr. posolica, polaganje kabela u more i sl.).

Tablica 4.3 Preporučeni uvjeti za obnovu elemenata distribucijske mreže radi starosti

Element mreže	Uvjet za obnovu	Napomena
Električni dio nadzemnih vodova 35 kV i 10(20) kV	starost preko 35 (40) godina	ovisno o izvedbi
Drveni stupovi nadzemnih vodova	starost preko 40 godina	
Ostali stupovi nadzemnih vodova	starost preko 50 godina	ovisno o izvedbi
Kabeli 35 kV i 10(20) kV	starost preko 40 (50) godina	ovisno o izvedbi
Rasklopna postrojenja u TS 35/10(20) kV	starost preko 30 godina	
Transformator VN/SN ili 35/10(20) kV	starost preko 40 godina	

5. Strateške odrednice i koncepcija razvoja distribucijske mreže

5.1. Mreža srednjeg napona

Veći dio postojeće srednjonaponske mreže temelji se na dva stupnja transformacije (110/35(30) kV i 35(30)/10 kV) te dvije mreže srednjeg napona (35(30) kV i 10 kV). Dugoročno promatrano, cilj je postojeći sustav transformirati u sustav s jednom razinom srednjeg napona (20 kV) i jednom izravnom transformacijom (110/20 kV), stoga se razvoj mreže srednjeg napona temelji na dvije osnovne strateške smjernice, koje suštinski jesu, ali ne nužno i neposredno povezane:

- Postupna zamjena naponske razine 10 kV sa 20 kV i
- Postupno uvođenje izravne transformacije 110/10(20) kV te ukidanje naponske razine 35(30) kV.

5.1.1. Postupna zamjena naponske razine 10 kV s 20 kV

Osnovni poticaj za zamjenu naponske razine 10 kV naponskom razinom 20 kV na nekom području je nedostatak prijenosnog kapaciteta postojeće mreže 10 kV. U nadzemnim mrežama to se u pravilu svodi na kriterij dopuštenog pada napona, a u kabelskim mrežama na dopušteno strujno opterećenje vodiča.

Prema postojećoj tehničkoj regulativi, nadzemni vodovi, rasklopna postrojenja i transformatorske stanice izvedeni za nazivni napon 10 kV mogu se koristiti pod naponom 20 kV ako su ispunjeni sljedeći uvjeti:

- Mreža u kojoj se koriste ima uzemljenu ili je pripremljena za uzemljenje neutralne točke,
- U rasklopnim postrojenjima i transformatorskim stanicama sva oprema, osim rastavljača, potpornih i provodnih izolatora i sabirnica, izvedena je za 20 kV napon,
- Najmanji razmaci između golih vodiča i drugih izolacijom nepokrivenih dijelova postrojenja pod naponom prema zemlji ili susjednim dijelovima postrojenja nisu manji od razmaka propisanih za stupanj izolacije 12 Si 28/75, odnosno za nazivni napon 10 kV,
- Od dana prijelaza na 20 kV pogonski napon sva oprema sa stupnjem izolacije 12 kV mora biti u roku od 10 godina zamijenjena s opremom koja ima 24 kV izolaciju, osim u slučaju nadzemnih vodova na betonskim ili čelično-rešetkastim stupovima za koje je taj rok 5 godina,

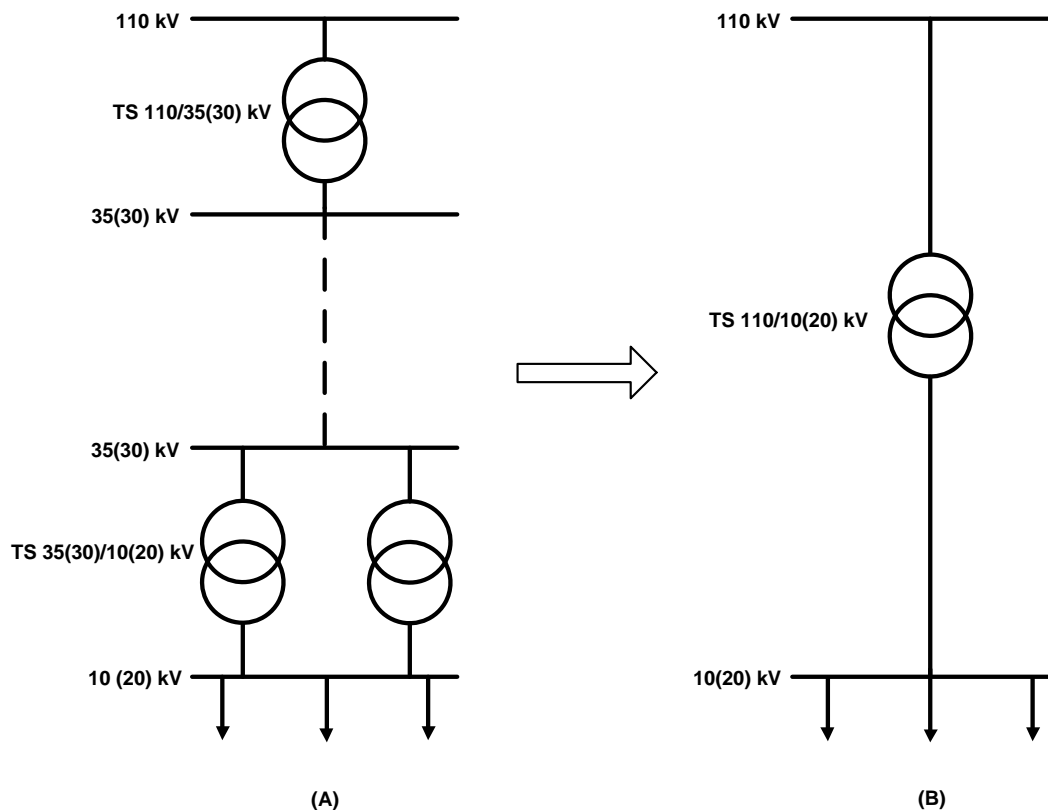
Temeljne smjernice odabira tehnologije pri izgradnji novih ili obnovi postojećih objekata distribucijske mreže:

- Sve nove kabele i nadzemne vodove te transformatorske stanice 10/0,4 kV i linijske rastavljače u mreži 10 kV treba graditi sa stupnjem izolacije 24 kV.
- Svi novi transformatori u transformatorskim stanicama 10(20)/0,4 kV trebaju biti preklopivi ili prespojivi.
- Vodove 10(20) kV treba nastojati graditi na betonskim stupovima, a ne na bitno skupljim čelično-rešetkastim.
- Novi magistralni nadzemni vodovi 10(20) kV trebaju imati presjek vodiča barem Al/Č 3×95 mm².
- Presjeci jednožilnih aluminijskih kabela ne smiju biti manji od 150 mm², a kabele pomoću kojih se iznosi snaga iz transformatorskih stanica 110/10(20) kV u centre konzuma (rasklopišta 10(20) kV s ili bez transformacije) ne manji od 185 mm².
- U visoko urbaniziranim područjima te u slučaju nepovoljnih uvjeta za nadzemne vodove u okolišu, prednost treba dati kabelima.

5.1.2. Uvođenje izravne transformacije 110/10(20) kV

Osnovni poticaj za prijelaz na izravnu transformaciju 110/10(20) kV je nedostatak prijenosnog kapaciteta postojeće mreže 35 kV i transformacije 35/10 kV, ali također i moguće izbjegavanje troškova vezanih uz potrebu buduće obnove postrojenja 35 kV i potpuno dotrajalih vodova 35 kV.

Slika 5.1 prikazuje usporedbu koncepcije distribucijske mreže s izravnom transformacijom 110/10(20) kV i koncepcije s mrežom 35 kV i međutransformacijom 35/10(20) kV.



Slika 5.1 Usporedba koncepcije distribucijske mreže s mrežom 35 kV i međutransformacijom 35/10(20) kV (A) i koncepcije s izravnom transformacijom 110/10(20) kV (B)

Imajući u vidu ulogu izravne transformacije 110/10(20) kV te općenito višegodišnje trajanje izgradnje transformatorskih stanica, planiranje prijelaza na izravnu transformaciju 110/10(20) kV i postupno ukidanje naponske razine 35 kV, odnosno planiranje izgradnje transformatorskih stanica 110/35 kV i 35/10(20) kV, treba temeljiti na sljedećim analizama:

- Preliminarna analiza opterećenja postojećih transformatorskih stanica 110/SN i 35/10(20) kV kao indicacija za razmatranje izgradnje novih transformatorskih stanica (okvirni kriterij relativnog opterećenja tipske transformatorske stanice u redovnom pogonu: preko 80% u poveznim gradskim kabelskim mrežama, odnosno preko 60% u nadzemnim radijalnim vangradskim mrežama),
- Analiza stanja svih mjerodavnih dijelova distribucijske mreže na promatranom području (TS 110/35 kV, 110/10(20) kV, vodova 35 kV, TS 35/10(20) kV, mreže 10(20) kV),
- Detaljnih energetske proračuna u mreži 35 i 10 kV, za sadašnje i buduće stanje,
- Usporedbe mogućih tehničkih rješenja, posebno koncepcije utemeljene na izgradnji izravne transformacije 110/10(20) kV te koncepcije temeljene na daljnjem širenju mreže 35 kV; pri tomu, osim energetske analize posebnu pozornost treba posvetiti revitalizaciji dotrajalih dijelova mreže 35 kV i postrojenja 35 kV u transformatorskim stanicama,
- Usporedbe tehničkih i ekonomskih pokazatelja za sve promatrane mogućnosti.

Načelna orijentacija na izravnu transformaciju 110/10(20) kV ne znači da se neće graditi ili obnavljati vodovi 35 kV i transformatorske stanice 35/10(20) kV, osobito u područjima male gustoće opterećenja ili u mrežama u kojima nije provedena sustavna ugradnja opreme nazivnog napona 20 kV.

Prilikom izgradnje ili obnove objekata distribucijske mreže treba usvojiti rješenja koja će omogućiti fleksibilan razvoj mreže u budućnosti:

- Pravodobno planiranje novih objekata, čija izgradnja često može potrajati više godina, uz pretpostavku primjerene izgrađenosti povezne mreže 10(20) kV.
- Racionalna rješenja izgradnje novih vodova 35 kV ili polaganje kabela, imajući u vidu da će nakon prijelaza na izravnu transformaciju biti u pogonu na 20 kV.
- Alternativa izgradnji vodova 35 kV je izgradnja vodova 110 kV, koji bi u prvoj fazi radili pod naponom 35 kV, a u konačnici služili za napajanje TS 110/10(20) kV.
- Izgradnja TS 110/10(20) kV na području većih gradskih naselja, uz maksimalno korištenje postojeće transformacije 35/10(20) kV temeljeno na primjerenoj izgrađenosti povezne mreže 10(20) kV, poštujući (N-1) kriterij za slučaj neraspoloživosti jednog voda ili transformatora.
- Na području malih gradova dolazi u obzir gradnja novih TS 35/10(20) kV, u pravilu nazivne snage 2x8 MVA, a iznimno 2x16 MVA, pri čemu treba rezervirati dovoljno velike lokacije kako bi se u budućnosti mogle pretvoriti u TS 110/10(20) kV.
- Kod TS 35/10(20) kV u vangradskim područjima u pravilu postoji dovoljno rezerve u snazi transformacije, a problem predstavlja pad napona na vodovima 10 kV. Rješenje je najčešće rekonstrukcija TS 35/10 kV u TS 35/20 kV, odnosno, u daljoj budućnosti, TS 110/20 kV.
- U ruralnim područjima u blizini već izgrađenog voda 110 kV moguća je upotreba pojednostavljene jednotransformatorske TS 110/10(20) kV s transformatorom male snage (8 ili 10 MVA) . Pritom se može raditi o novoj transformatorskoj stanici ili rekonstrukciji postojeće TS 35/10(20) kV u TS 110/10(20) kV radi izbjegavanja troškova obnove mreže i postrojenja 35 kV.
- U izoliranim dijelovima mreže 10 kV koji ne mogu u primjerenom roku preći na pogon na 20 kV moguće je razmotriti izgradnju pojednostavljene TS SN/10 kV, snage do 4 MVA.

Potrebno je napomenuti da uporaba pojednostavljenih transformatorskih stanica 110/10(20) kV zahtijeva kvalitetno održavanje postrojenja, kako bi se minimizirao broj kvarova, jer ne postoji rezerva u transformaciji. Nužna rezerva može se osigurati kroz poveznu mrežu 10(20) kV.

5.1.3. Povezna mreža 10(20) kV

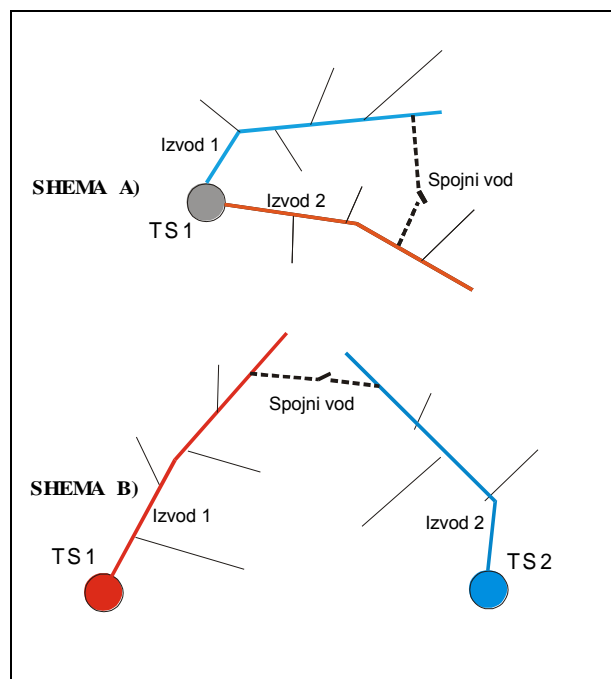
Radi optimiranja ulaganja u 35 kV mrežu, osobito transformaciju 35/10(20) kV i 110/10(20) kV, te radi jednostavnosti pogona, treba težiti izgradnji poveznih mreža srednjeg napona.

Pouzdanost napajanja u sredjonaponskoj mreži poželjno je osiguravati izgradnjom poveznih SN vodova umjesto ulaganjem u izgradnju ili pojačanje transformacije.

Dvije osnovne strukture mreže srednjeg napona prikazuje Slika 5.2. Rezervno napajanje moguće je:

- Preko drugog izvoda iste TS VN/SN ili TS SN/SN (Shema A na Slici 5.2 – prstenasta struktura distribucijske mreže) ili
- Preko drugog izvoda druge TS VN/SN ili TS SN/SN (Shema B na Slici 5.2 – povezna struktura distribucijske mreže).

U smislu opće raspoloživosti povoljnija je povezna struktura, jer osim povećanja raspoloživosti same mreže 10(20) kV omogućuje i određenu razinu rezervnog napajanja za slučaj neraspoloživosti TS VN/SN ili TS SN/SN.



Slika 5.2 Prstenasta i povezna struktura distribucijske mreže 10(20) kV

Temeljne smjernice za strukturiranje mreže 10(20) kV:

- Jednostavna struktura posebno je značajna u gradskim kabelskim mrežama 10(20) kV koje se u pravilu svode na povezne mreže između transformatorskih stanica 110/10(20) kV ili 35/10(20) kV, odnosno prstenaste iz pojedinih TS 110/10(20) kV ili TS 35/10(20) kV na rubnim prigradskim područjima. Izgradnja kabelskih srednjonaponskih mreža jednostavne strukture značajna je za automatizaciju mreže u narednom razdoblju.
- Povezna kabelska mreža 10(20) kV omogućava vrlo visoko opterećenje gradskih TS 35/10(20) kV ili TS 110/10(20) kV, uz zadržavanje (N-1) kriterija za slučaj neraspoloživosti pojedinih transformatora ili čak čitavih transformatorskih stanica.
- U nadzemnoj mreži često je moguće između bliskih izvoda ili odcjepa 10(20) kV izgradnjom relativno kratkih spojnih vodova značajno povećavati pouzdanost napajanja korisnika mreže.

Prilikom izgradnje povezne mreže, u obzir je potrebno uzeti i dodatne zahtjeve, poput usklađenosti grupe spoja transformatora u pojnim transformatorskim stanicama.

5.1.4. Tehnička rješenja za povećanje pouzdanosti napajanja

Prilikom tehničkog i ekonomskog vrednovanja pouzdanosti napajanja korisnika mreže, osim razvoja primjerenih struktura mreže treba uzeti u obzir i primjenu sljedećih suvremenih rješenja učinkovitog upravljanja mrežom:

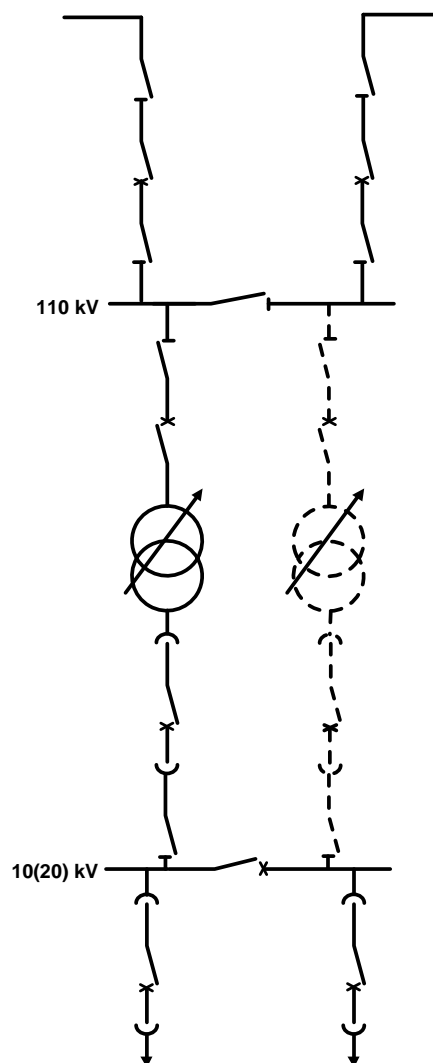
- Daljinsko upravljanje i numerička zaštita u pojnim transformatorskim stanicama,
- Indikatori kvarova,
- Daljinski upravljive rastavne naprave na vodovima 10(20) kV i daljinski upravljive sklopne aparature u transformatorskim stanicama 10(20)/0,4 kV,
- Prekidači na vodovima 10(20) kV,
- Automatsko upravljanje srednjonaponskom mrežom,
- Automatska regulacija napona ovisna o opterećenju u transformatorskim stanicama 110/x kV,
- Automatski regulatori napona (autotransformatori) u posebnim slučajevima dugačkih izvoda 10(20) kV,

- Automatske kompenzacijske regulacijske prigušnice za uzemljenje 10(20) kV mreže.

5.2. Idejna rješenja pojmih trafostanica

Provedba konceptijskih rješenja iz gornjeg poglavlja uvjetuje različita rješenja izvedbe transformatorskih stanica 110/10(20) kV te u manjoj mjeri TS 35/10(20) kV. To se odnosi na izgradnju potpuno novih objekata, ali i na rekonstrukciju postojećih, uključujući i rekonstrukciju transformatorskih stanica 110/35 kV. Pri tome je kod donošenja investicijskih odluka bitno sagledati njihovu ulogu u mreži kroz narednih tridesetak godina (životna dob opreme).

Najčešće rješenje transformatorskih stanica 110/10(20) kV (Slika 5.3) zasnovano je na primjeni jednostrukih sekcioniranih sabirnica 110 kV za uobičajeno 2, a najviše 4 vodna polja te ugradnji dva transformatora, snage 20 ili 40 MVA. U pravilu se planira srednji napon 10(20) kV. U transformatorskim stanicama 110/10(20) kV koje napajaju umjereno gradsko područje srednje veličine, prema potrebi se prigraduje međutransformacija 10(20)/35 kV.



Slika 5.3 Osnovna shema prema načelu tipске TS 110/10(20) kV

Zbog uvažavanja modernih tehničkih rješenja, smanjenja troškova izgradnje pojmih točaka i ubrzanja prijelaza na 20 kV naponsku razinu, studijski su razrađene varijante pojednostavljenih TS 110/10(20) kV, uz analizu tehničkih zahtjeva, pouzdanosti priključka na 110 kV mrežu i osnovni pregled troškova pripreme i izgradnje.

Maksimalna financijska učinkovitost jednostavne TS 110/(10)20 kV, 1x(10)20 MVA postiže se u ruralnim područjima, gdje postoje izgrađeni vodovi 110 kV na koje se pojednostavljena stanica priključuje preko kratkih odcjepa. Primjerenim lociranjem objekata jednostavnih TS 110/20 kV i međusobnim povezivanjem SN mreža pogonskog napona 20 kV napajanih iz jednostavnih stanica postiže se dobra pokrivenost područja potrošnje i visoka pouzdanost napajanja u SN mreži.

U projektnoj i tehničkoj pripremi izgradnje i opremanja TS 110/10(20) kV prema načelima tipske TS 110/x kV sagledava se mogućnost faznog proširenja i dogradnje postrojenja i podsustava, kao i fazna ugradnja transformatora (pojačanje transformacije). Analiza se provodi s ciljem optimiranja troškova izgradnje i opremanja prema potrebama pogona (stanje i značajke sadašnje potrošnje, procjene povećanja potrošnje, razvoj mreže, prijelaz na 20kV, kabliranje 20 kV mreže i dr.).

Za rješenje napajanja tijekom prijelaza na pogon na naponskoj razini 20 kV postoje iskustva ugradnje transformatora 110/20/10 kV s mogućnošću korištenja tercijara prikladne nazivne snage. Prijelaz na pogon s naponske razine 10 kV na 20 kV je omogućen uz zadržavanje (N-1) kriterija raspoloživosti transformacije 110/10(20) kV, jednostavnim korištenjem jedne sekcije sabirnica SN na 10 kV, a druge na 20 kV. Ovakvo rješenje napajanja za sada nije u širokoj primjeni.

5.3. Mreža niskog napona

Ulaganja u mrežu niskog napona uvjetovana su visokim padovima napona, raspodjelom opterećenja duž niskonaponskih vodova i dotrajalošću opreme.

Temeljne smjernice planiranja razvoja mreže niskog napona su:

- Interpolacija TS 10(20)/0,4 kV s transformatorima većih instaliranih snaga u kabelskim mrežama visokourbaniziranih gradskih područja,
- Ugradnja pojednostavljenih TS 10(20)/0,4 kV s transformatorima male nazivne snage, radi skraćivanja izvoda niskog napona i sanacije naponskih prilika u ruralnim područjima,
- Zamjena dotrajalih nadzemnih vodova niskog napona malog presjeka novim dionicama sa SKS-om.

Ovakve zahvate treba prvenstveno raditi u mrežama gdje su prisutni previsoki padovi napona.

U mrežama gdje su naponske okolnosti zadovoljavajuće, a vodovi niskog napona nalaze se u dotrajalom stanju, zamjenska izgradnja je opravdana zbog sigurnosnih razloga te u slučaju previsokih troškova neisporučene električne energije.

TS 10(20)/0,4 kV u pravilu ne treba imati više od 3 10(20) kV vodna polja, a rasklopište ne više od 6 10(20) kV vodnih polja. Pri planiranju TS 10(20)/0,4 kV nije potrebno predviđati rezervna vodna polja.

Po mogućnosti, mrežu niskog napona treba graditi uz što više korištenja javnih površina, odnosno izvan privatnog posjeda.

Poseban problem predstavljaju niskonaponski vodovi na krovnim i zidnim nosačima, jer iskustva pokazuju da je u takvim okolnostima otežano pristup vodovima. Zbog toga, nove vodove treba planirati i graditi u drugačijoj izvedbi.

5.4. Tipizacija elemenata distribucijske mreže

Distribucijsku mrežu čini vrlo veliki broj različitih komponenti. Povećanje učinkovitosti planiranja, izgradnje i pogona distribucijske mreže postiže se tipiziranjem čim više elemenata mreže.

Korištenje tipiziranih elemenata mreže obavezno pri planiranju i izgradnji distribucijske mreže, kao i pri planiranju i izgradnji postrojenja korisnika mreže.

6. Utjecaj priključenja kupaca na razvoj distribucijske mreže

Priključenje novih kupaca ili promjena priključne snage postojećih mogu značajno utjecati na planiranje razvoja distribucijske mreže te ih je potrebno na prikladan način obuhvatiti.

Kriteriji koji se rješavaju u postupku priključenja novih kupaca, kao što su usporedba struja kratkog spoja s rasklopnom moći prekidača, zastupljenost brzih poremećaja (flikera) i viših harmonika napona, podešenje zaštite i slično, nisu uvršteni u osnovne kriterije planiranja pogona i razvoja distribucijske mreže na ovoj razini analize.

6.1. Naponska razina priključenja

Naponska razina priključenja kupca, između ostaloga, ovisi o zahtijevanoj priključnoj snazi. Tablica 6.1. prikazuje uobičajene naponske razine priključenja kupca u zavisnosti o traženoj priključnoj snazi.

Tablica 6.1 Uobičajene naponske razine priključenja kupaca

Priključna snaga kupca	Uobičajena naponska razina priključenja
< 500 kVA	0,4 kV
500 kVA - 15 MVA	10 ili 20 kV
	iznimni slučajevi 35(30) kV (podopterećenost, tj. zalihost kapaciteta u 35(30) kV mreži)
> 15 MVA	110 kV

6.2. Zahtjevi za izgradnju postrojenja

Za priključenje kupca na SN mrežu može biti potrebno pojačanje postojeće transformacije ili izgradnja TS 110/SN kV, ukoliko lokalna mreža ne može prihvatiti opterećenje kupca. Smjernice i zahtjevi za pojačanje transformacije ili izgradnju TS 110/SN kV radi priključenja kupca na srednjonaponsku mrežu prikazane su Tablicom 6.2.

Tablica 6.2 Zahtjevi za pojačanje postojeće transformacije ili izgradnju TS 110/SN kV

Zahtijevana priključna snaga kupca	Zahtjevi za pojačanjem ili izgradnjom TS 110/SN
≥ 6 MVA	za opterećenja ove razine vjerojatno će biti potrebno pojačanje ili izgradnja TS 110/SN
< 6 MVA	pojačanje ili izgradnja TS 110/SN je potrebna ukoliko predstavlja ekonomski najpovoljnije tehnički prihvatljivo rješenje obzirom na: planirano vršno opterećenje promjenjivo opterećenje udaljenost od postojećih trafostanica slobodni kapacitet u postojećim trafostanicama i lokalnoj SN mreži planove razvoja

Tablica 6.3 daje smjernice i zahtjeve za pojačanje postojeće transformacije ili izgradnju TS 10(20)/0,4 kV radi priključenja kupca na niskonaponsku mrežu.

Tablica 6.3 Zahtjevi za pojačanje postojeće transformacije ili izgradnju TS 10(20)/0,4 kV

Zahtijevana priključna snaga kupca	Zahtjevi za pojačanjem ili izgradnjom TS 10(20)/0,4 kV
≥ 200 kVA	za opterećenja ove razine vjerojatno će biti potrebno pojačanje ili izgradnja TS 10(20)/0,4 kV
< 200 kVA, urbano područje	pojačanje ili izgradnja TS 10(20)/0,4 kV je potrebna kada predstavlja ekonomski najpovoljnije tehnički prihvatljivo rješenje obzirom na: planirano vršno opterećenje udaljenost od postojećih trafostanica slobodni kapacitet u postojećim trafostanicama i lokalnoj NN mreži planove razvoja
< 200 kVA, ruralno područje	pojačanje ili izgradnja TS 10(20)/0,4 kV je potrebna osim ako se može isključiti daljnji porast opterećenja na tom području

Oprema u postrojenju kupca treba biti dimenzionirana na vrijednosti veće od uobičajenih projektnih vrijednosti struja kratkog spoja koje prikazuje Tablica 6.4. Stvarne vrijednosti na mjestu priključenja mogu biti drugačije, u tom su slučaju za dimenzioniranje postrojenja korisnika mjerodavne stvarne vrijednosti.

Tablica 6.4 Uobičajene projektne vrijednosti struja kratkog spoja za različite naponske razine priključenja

Nazivni napon na mjestu priključenja (kV)	Struja kratkog spoja (efektivna vrijednost simetrične komponente) (kA)
NN 0,4 kV (kućanstva)	9,0
NN 0,4 kV (industrija/poduzetništvo)	37,0
SN 10 kV	12,5
SN 20 kV	12,5
SN 30(35) kV	12,5

7. Pristup i metodologija planiranja razvoja distribucijske mreže

Suvremene metode planiranja razvoja elektroenergetskih mreža uključuju nekoliko međusobno povezanih analiza. Osnovni zahtjev koji uvijek mora biti zadovoljen je pogon mreže u skladu s kriterijima opisanim u Poglavlju 4.

7.1. Sigurnost opskrbe

Kako bi bio zadovoljen pogon mreže u skladu s tehničkim kriterijima, početak svakog planiranja dugoročnog razvoja mreže je energetska analiza sigurnosti opskrbe korisnika mreže u redovnom pogonskom stanju u promatranom planskom razdoblju.

Analiza sigurnosti na temelju dva kriterija koji moraju biti zadovoljeni kroz čitavo promatrano razdoblje:

- Niti jedan element mreže (vod ili transformator) ne smije biti preopterećen u redovnom pogonskom stanju,
- Svaki korisnik mreže mora imati osiguran napon unutar propisanih granica.

Rezultat ove analize je pregled vremenske dinamike bezuvjetno potrebne izgradnje ili rekonstrukcije mreže, što ne znači da je moguće samo jedno rješenje, jer postoje dvije koncepcije izgradnje i pogona mreže srednjeg napona:

- Na dvije naponske razine: transformacija 110/35 kV i 35/10 kV s mrežom 35 kV i 10 kV,
- Na jednoj naponskoj razini: transformacija 110/20 kV i mreža 20 kV.

U skladu s tim postoji i nekoliko mogućih rješenja razvoja mreže obzirom na sigurnost opskrbe. Optimalno rješenje je određeno minimalnim troškovima izgradnje i pogona mreže (neisporučene energije i snage te gubitaka energije i snage) u cijelom promatranom razdoblju.

7.2. Pouzdanost napajanja

Nakon što je određeno optimalno rješenje u pogledu elektroenergetskih prilika u mreži u redovnom pogonu, slijedi analiza pouzdanosti napajanja korisnika mreže.

7.2.1. (N-1) raspoloživost distribucijske mreže

Jedan pristup pouzdanosti napajanja je osiguranje rezervnog napajanja određenih korisnika mreže ili grupe korisnika mreže u slučaju neraspoloživosti jednog elementa mreže (tzv. (N-1) kriterij pouzdanosti). Korisnici mreže na koje se kriterij odnosi odabrani su prema vršnom opterećenju.

Za potrebe planiranja razvoja, (N-1) kriterij pouzdanosti mreže je zadovoljen ako ne postoji element distribucijske mreže: TS 110/SN i 35/SN te 35 kV ili 10(20) kV vod čija neraspoloživost dovodi, uz primjenu tehničkih ograničenja izvanrednog pogona mreže, do prekida napajanja korisnika mreže ili grupe korisnika mreže vršnog opterećenja većeg od 1 MVA tijekom cijelog vremena u kojem promatrani element mreže nije raspoloživ.

Drugim riječima, (N-1) kriterij nije zadovoljen ako u slučaju neraspoloživosti bilo kojeg elementa distribucijske mreže (transformatora u TS 110/SN i 35/SN, voda 35kV ili 10(20) kV) preostala mreža srednjeg napona (35 kV, 20 kV i 10 kV) ne može osigurati napajanje grupe korisnika mreže vršnog opterećenja većeg od 1 MVA prije popravka kvara. Pri tome se uzima u obzir, odnosno dopušta preopterećenje transformatora i pojmih nadzemnih vodova od 20% i pad napona od 12% te mogućnost rekonfiguracije mreže.

Pri planiranju razvoja distribucijske mreže (N-1) kriterij pouzdanosti primjenjuje se na razini distribucijske mreže, tj. transformatorskih stanica 110/SN i 35/SN te 35 kV i 10(20) kV vodova, uz dodatno ograničenje na vršno opterećenje grupe korisnika veće od 1 MVA.

Pritom se pri analizi tokova snaga u poremećenom pogonu, odnosno neraspoloživosti jednog elementa mreže, uzima u obzir cjelokupna mreža srednjeg napona preko koje je moguće ostvariti određenu razinu rezervnog napajanja.

7.2.2. Pokazatelji pouzdanosti napajanja

Sljedeći pristup analizi pouzdanosti mreže je definiranje pokazatelja pouzdanosti napajanja korisnika mreže i vrijednosti tih pokazatelja koje se planiranjem razvoja trebaju postići u pojedinim dijelovima mreže.

Pri planiranju razvoja distribucijske mreže, minimalni kriterij trebala bi biti postojeća dostignuta razina pouzdanosti napajanja električnom energijom (to se odnosi na područja koja već imaju vrlo pouzdano napajanje električnom energijom), a maksimalni kriterij pouzdanost napajanja električnom energijom u gradskim mrežama.

Standardi pouzdanosti napajanja za pojedine skupine korisnika mreže definirani su u Poglavlju 5.1.3., vodeći računa o sljedećim načelima:

- Nije realno tražiti pouzdanost napajanja veću od postignute u europskim zemljama sa visokim standardom pouzdanosti napajanja,
- U budućnosti bi prosječna pouzdanost napajanja na razini TS 10(20)/0,4 kV trebala rasti.

Bitno je naglasiti da se navedene dopuštene vrijednosti na razini prosjeka po TS 10(20)/0,4 kV promatranju kao prosječni godišnji ciljevi na razini čitavih zona, odnosno grupe svih TS 10(20)/0,4 kV s jednakim ciljem kvalitete. Najveće dopuštene vrijednosti (zajamčena razina pouzdanosti napajanja) u pogonu propisuje Hrvatska energetska regulatorna agencija.

Ukoliko nisu dostupne stvarne vrijednosti za promatrano područje i element mreže, analize u cilju određivanja pokazatelja pouzdanosti napajanja u distribucijskoj mreži provode se sa sljedećim iskustvenim podacima o učestalosti i vremenima potrebnim za restauraciju opskrbe i popravak kvarova:

- Učestalost dugih prekida na nadzemnim vodovima: 0,14 dpr/(km·god),
- Učestalost dugih prekida na kabelima: 0,07 dpr/(km·god),
- Prosječno vrijeme potrebno za vraćanje napajanja daljinski upravljivim sklopnim uređajima u distribucijskoj mreži: 10 min,
- Prosječno vrijeme potrebno za vraćanje napajanja u slučaju ručnog upravljanja sklopnim uređajima u distribucijskoj mreži: 60 min,
- Vrijeme potrebno za popravak kvara na nadzemnim vodovima: 300 min i
- Vrijeme potrebno za popravak kvara na kabelima: 960 min.

7.3. Ekonomska opravdanost ulaganja u distribucijsku mrežu

Cilj ekonomskih analiza je određivanje ekonomski optimalnog plana razvoja distribucijske mreže u promatranom razdoblju planiranja. Pritom se pod planom razvoja podrazumijeva vremenska dinamika (tijekom cijelog razdoblja planiranja) ulaska u pogon svih elemenata distribucijske mreže nužnih za funkcioniranje sustava distribucije električne energije u skladu s tehničkim kriterijima te mogućih dodatnih elemenata koji nisu nužni u pogledu zadovoljavanja tehničkih kriterija planiranja distribucijske mreže, ali su ekonomski opravdani.

Prilikom ekonomskih analiza u svrhu planiranja razvoja distribucijske mreže potrebno je uvažiti sljedeće smjernice:

- Osim troškova ulaganja, treba uzeti u obzir i troškove gubitaka električne energije i snage te troškove neisporučene energije i snage kao glavne troškove pogona i održavanja mreže,
- Dobit od ulaganja u djelatnost distribucije električne energije se najčešće svodi na smanjenje troškova distribucije električne energije,
- Izvori dobiti obuhvaćaju dobit radi smanjenja troškova gubitaka električne energije i dobit radi smanjenja očekivanih troškova neisporučene električne energije.

Ekonomsko vrednovanje i usporedba različitih planova razvoja distribucijske mreže temelji se na metodi diskontiranja (aktualizacije), uz pomoć koje se sve novčane vrijednosti u promatranom razdoblju svode na sadašnju vrijednost upotrebom diskontne stope.

7.4. Metodologija

U distribucijskim mrežama srednjeg napona u Hrvatskoj, sa sadašnjom razinom potrošnje električne energije, kriterij ekonomske opravdanosti i (N-1) kriterij pouzdanosti često predstavljaju dvije krajnosti. Rezultat prvog pristupa je često zaključak da se radi povećanja pouzdanosti isplate samo relativno

mala ulaganja, a rezultat drugog pristupa mogu biti vrlo velika ulaganja u pouzdanost opskrbe, bez stvarnog ekonomskog opravdanja.

U skladu s tim, umjesto diskrecijskog odabira jednog od navedenih pristupa, moguće je odabrati metodologiju koja u prvom koraku obuhvaća sve navedene pristupe, koji će dati raspon mogućih ulaganja u pouzdanost opskrbe električnom energijom.

U tom slučaju niti jedan od navedenih kriterija sam po sebi nije odlučujući. Optimalna ulaganja se određuju vodeći računa o sva tri kriterija. Na primjer, opseg ulaganja u pouzdanost može biti definiran (N-1) raspoloživosti distribucijske mreže i pokazateljima pouzdanosti napajanja, a vremenska dinamika tih ulaganja se može odrediti prema kriteriju ekonomske opravdanosti. Na taj način traženi standardi pouzdanosti napajanja nisu u svakom trenutku ostvareni, ali se postižu tijekom ili na kraju promatranog planskog razdoblja, pri čemu je ostvaren minimum troškova. Druga mogućnost, koja osigurava višu pouzdanost napajanja tijekom cijelog planskog razdoblja, je izgradnja potrebnih objekata nešto ranije u odnosu na vrijeme kada je ulaganje ekonomski opravdano.

Naravno, moguća je i suprotna situacija: da analiza pouzdanosti pogona prema (N-1) kriteriju i/ili analiza pouzdanosti napajanja električnom energijom pokaže da su određeni objekti potrebni, a da analiza ekonomske opravdanosti tih objekata pokaže da ih se isplati izgraditi i ranije. To se može očekivati u područjima s većom gustoćom opterećenja i već relativno kvalitetnom opskrbom električnom energijom.

Sukladno opisanoj metodologiji, konačni najpovoljniji plan razvoja distribucijske mreže traži se na temelju sljedeća četiri parcijalna plana razvoja, svakog temeljenog na primjeni dijela opisanih pristupa planiranju:

1. Sigurnost opskrbe: nužna minimalna ulaganja radi opskrbe korisnika mreže u redovnom pogonu,
2. Raspoloživosti distribucijske mreže prema (N-1) kriteriju, uz uključen kriterij sigurnosti opskrbe,
3. Pouzdanost napajanja korisnika mreže sukladna definiranim standardima pokazatelja SAIDI i SAIFI, uz uključen kriterij sigurnosti opskrbe i
4. Ekonomska opravdanost ulaganja u distribucijsku mrežu, uz uključen kriterij sigurnosti opskrbe.

Opisane analize još su složenije u slučaju priključenja elektrana na distribucijsku mrežu. Modeliranje režima rada ovisi o vrsti elektrane. Primjerice, elektrane na bioplin i biomasu u sustavu poticane proizvodnje u načelu su u pogonu punom snagom gotovo cijele godine te ih ima smisla na taj način i modelirati.

Analizu sigurnosti opskrbe potrebno je provesti za slučaj sa i bez pogona elektrane (po potrebi i pri minimalnom opterećenju mreže). Prilikom analize raspoloživosti prema (N-1) kriteriju može se uzeti u obzir doprinos takve elektrane, odnosno može ju se promatrati ravnopravno s ostalim elementima mreže. Moguća dodatna analiza je raspoloživost prema (N-1) kriteriju u slučaju planirane neraspoloživosti elektrane (radi remonta) u sezoni minimalnog opterećenja. Takve elektrane također mogu doprinositi i povećanju pouzdanosti napajanja korisnika mreže, a utječu i na rezultate analize ekonomske opravdanosti ulaganja u svojem okruženju.

Nasuprot tome, elektrane kojima nije moguće dovoljno točno predvidjeti režim rada (primjerice vjetroelektrane, sunčane elektrane, male hidroelektrane) ne treba uzeti u obzir u analizama raspoloživosti i pouzdanosti, dok je analizu sigurnosti opskrbe potrebno provesti za slučaj sa i bez pogona elektrane (po potrebi i pri minimalnom opterećenju mreže).

8. Razvojni i planski dokumenti

8.1. Studije razvoja distribucijske mreže

Temelj za izradu višegodišnjih planova razvoja su studije dugoročnog razvoja distribucijske mreže.

Obzirom na područje obuhvata, studije razvoja mreže kategorizirane su na sljedeći način:

Tablica 8.1 Kategorizacija studija razvoja mreže

Red. br.	Vrsta studije	Područje obuhvata	Horizont promatranja	Razdoblje revidiranja
1	Razvoj distribucijske mreže distribucijskog područja	distribucijsko područje	20 godina	Svakih 5 godina
2	Potrebni kapaciteti mreže 110 kV s aspekta planiranog razvoja SN mreže	regija (područje Prp-a) i grad Zagreb	20 godina	Svakih 10 godina
3	Izrada Master plana (Potrebna izgradnja elektroenergetskih objekata i postrojenja HEP ODS-a)	distribucijska mreža	20 godina	Svakih 10 godina

Studije razvoja mreže distribucijskih područja detaljno obrađuju postojeće stanje promatrane mreže te na osnovu prognoza porasta opterećenja, sukladno usvojenim kriterijima i pristupu planiranju razvoja, predlažu dugoročni razvoj mreže. Studije razvoja mreže distribucijskih područja kontinuirano se izrađuju za grupe područja, uz razdoblje revidiranja od 5 godina.

Ujednačenost sadržaja, dubine razrade, horizonta planiranja i periodičnosti izrade studija razvoja nužna je za učinkovito dugoročno planiranje razvoja distribucijske mreže, a osigurava se centralnom koordinacijom izrade studija, kroz precizno definirane:

- Obrazac studijskog zadatka,
- Popis ulaznih podataka za izradu studije razvoja mreže,
- Model za određivanje planske vrijednosti studije,
- Terminski plan izrade studije,
- Postupak pregleda, revizije i recenzije studija.

Sastavni dijelovi postupka pripreme, izrade i recenzije studija razvoja mreže godišnje se revidiraju kako bi se čim detaljnijim opisom procesa postigla viša kvaliteta studija razvoja mreže.

8.2. Desetogodišnji plan razvoja distribucijske mreže

Desetogodišnji plan razvoja distribucijske mreže treba biti usklađen s:

- Strategijom energetskog razvoja Republike Hrvatske,
- Programom provedbe Strategije energetskog razvoja,
- Prostorno-planskim dokumentima i važećim zakonima i propisima iz područja prostornog uređenja i građenja,
- Zahtjevima za priključenje objekata proizvođača i krajnjih kupaca na distribucijsku mrežu,
- Kriterijima planiranja definiranim ovim mrežnim pravilima,
- Postojećim relevantnim studijama razvoja distribucijske mreže.

Desetogodišnji plan razvoja distribucijske mreže sadrži:

- Opis i analizu postojećeg stanja distribucijskog sustava,
- Strateške ciljeve i smjernice razvoja distribucijskog sustava u predmetnom planskom razdoblju,
- Pregled potrebnih ulaganja po kategorijama ulaganja, sukladno rezultatima studija razvoja mreže.

Desetogodišnji plan razvoja distribucijske mreže donosi se svake godine, s pomicanjem horizonta planiranja za jednu godinu i na primjeren način objavljuje do 31. listopada.

8.3. Trogodišnji plan razvoja distribucijske mreže

Trogodišnji plan razvoja distribucijske mreže treba biti usklađen s:

- Desetogodišnjim planom razvoja distribucijske mreže,
- Prostorno-planskim dokumentima i važećim zakonima i propisima iz područja prostornog uređenja i građenja.

Trogodišnji plan razvoja distribucijske mreže sadrži:

- Opis i analizu postojećeg stanja distribucijskog sustava,
- Opseg i dinamiku izgradnje distribucijske mreže i potrebna sredstva za razvoj i izgradnju distribucijskog sustava:
 - Pregled objekata planiranih za izgradnju i rekonstrukciju i potrebnih ulaganja po godinama,
 - Pregled potrebnih ulaganja u prateće sustave po godinama, sukladno strateškim ciljevima razvoja distribucijskog sustava definiranim u desetogodišnjem planu.

Trogodišnji plan razvoja distribucijske mreže donosi se svake godine, s pomicanjem horizonta planiranja za jednu godinu i na primjeren način objavljuje do 30. studenog godine koja prethodi trogodišnjem razdoblju na koje se plan odnosi.

8.4. Plan investicija

Godišnji plan investicija treba biti usklađen s:

- Desetogodišnjim planom razvoja distribucijske mreže,
- Trogodišnjim planom razvoja distribucijske mreže,
- Stanjem ostvarenja godišnjeg plana prethodne planske godine,
- Stanjem pripreme izgradnje,
- Prostorno-planskim dokumentima.

Godišnji plan razvoja distribucijske mreže sadrži:

- Osnove odrednice, sukladno važećem trogodišnjem planu,
- Strukturu i kategorizaciju planiranih ulaganja,
- Pregled, namjenu i opis planiranih ulaganja.

Godišnji investicijski plan donosi se i na primjeren način objavljuje do 30. studenog godine koja prethodi planu.