



Treći projekt obnove EES
(BHP3-ESS-TEPRP-Q-04/05 WB)

STUDIJA ENERGETSKOG SEKTORA U BiH

KONAČNI IZVJEŠTAJ

Modul 5 – Distribucija električne energije

PROJEKT IZVODI KONZORCIJ KOJEG ČINE:

Energetski institut Hrvoje Požar, Hrvatska
Soluziona, Španjolska
Ekonomski institut Banjaluka, BiH
Rudarski institut Tuzla, BiH

PROJEKT FINANCIRA:

Svjetska Banka

KONAČNI IZVJEŠTAJ

Naziv projekta:	Studija energetskeg sektora u BiH	
Šifra projekta:	BHP3-EES-TEPRP-Q-04/05 WB	
Zemlja:	Bosna i Hercegovina	
Konzultant:	Konzorcij: Energetski institut Hrvoje Požar, Hrvatska Soluziona, Španjolska Ekonomski institut Banjaluka, BiH Rudarski institut Tuzla, BiH	
Kontakt osobe:	Haris Boko	Davor Bajs
Telefon:	++ 385 1 6326 165	++385 1 6326 102
Fax:	++ 385 1 6040 599	++ 385 1 6040 599
e-mail:	hboko@eihp.hr	dbajs@eihp.hr

Datum izvještaja: 31.03.2008.

Autori izvješća: Goran Granić (vođa tima), Mladen Zeljko (ekspert za električnu energiju), Idriz Moranjić (ekspert za ugljen), Jose Andres Martinez (ekspert za plin i naftu), Marisa Olano (ekspert za obnovljive izvore), Željko Jurić (ekspert za zaštitu okoliša)

Voditelj modula

Tomislav Baričević, dipl.ing., Energetski institut Hrvoje Požar

Autori

Tomislav Baričević, dipl.ing., Energetski institut Hrvoje Požar

Mr.Sc. Ivan Goran Kuliš, dipl.ing, Energetski institut Hrvoje Požar

Mr.Sc. Mario Maričević, dipl.ing, Energetski institut Hrvoje Požar

Dr.Sc. Minea Skok, dipl.ing., Energetski institut Hrvoje Požar

PROJEKTNI ZADATAK

Osnovna uloga distribucijske mreže je ekonomski optimalna distribucija električne energije od prijenosne mreže i proizvođača do kupaca. Pritom pogon sustav treba zadovoljavati ograničenja u pogledu opterećenja i vrijednosti napona te pružati zadovoljavajuću kvalitetu električne energije.

Zadatak ovog Modula je priprema plana razvoja sustava distribucije električne energije za period od 15 godina (od 2005. do 2020. godine), s posebnim osvrtom na zadovoljavanje potreba povratka izbjeglica. Detaljnije, zadaci ovog Modula su:

- o prepoznati potrebe i pripremiti plan ulaganja u modernizaciju postojeće distribucijske mreže uključujući obnovu ili rekonstrukciju starijih postrojenja;
- o pripremiti plan ulaganja u izgradnju nove distribucijske mreže potrebne za praćenje porasta potrošnje električne energije;
- o dati pregled komponenata, opreme i materijala za razvoj i obnovu distribucijske mreže s procjenom pridruženih troškova;
- o prepoznati dodatne potrebe i ulaganja za povratak izbjeglica.

Plan razvoja distribucijske mreže treba biti usklađen s planom ulaganja u proizvodnju električne energije (Modul 3) u dijelu koji obrađuje moguće potrebe priključenja novih elektrana na distribucijsku mrežu, kao i s planom razvoja prijenosne mreže (Modul 4) u dijelu koji se odnosi na lokacije novih VN/SN trafostanica.

Budući da je održavanje i razvoj distribucijske mreže tijekom posljednjeg desetljeća bilo gotovo potpuno zanemareno, prilikom pripreme plana ulaganja u distribucijsku mrežu treba uzeti u obzir obnovu postojećih objekata.

Planom ulaganja u distribucijsku mrežu potrebno je obuhvatiti interval od 2005. do 2020. godine, pri čemu konačni rezultat treba biti popis novih, rekonstruiranih i obnovljenih elemenata distribucijske mreže s pridruženim troškovima. Osim jedinstvenog plana ulaganja u distribucijsku mrežu na razini Bosne i Hercegovine, potrebno je dati i pregled za Federaciju BiH, Republiku Srpsku i Distrikt Brčko, odnosno EPBiH, EPHZHB, ERS i Elektrodistribuciju Distrikta Brčko.

Planom provedbe projekta predviđene su sljedeće aktivnosti:

- Pregled studija, projekata i investicijskih planova koji se odnose na pripremu plana razvoja distribucijske mreže.

Potrebno je revidirati postojeće studije, projekte i investicijske planove koji se odnose na planiranje distribucijske mreže i u suradnji s operatorima distribucijske mreže definirati početno stanje sustava distribucije električne energije.

- Prikupljanje ulaznih podataka vezanih za tehničke i ekonomske analize razvoja distribucijske mreže.

Definiran je sljedeći opseg ulaznih podataka: scenariji porasta opterećenja (rezultat Modula 2), moguće nove elektrane priključene na distribucijsku mrežu (rezultat Modula 3), detaljni parametri mreže 35 kV i transformacije 110/10(20) kV i 35/10(20) kV (uključujući godine izgradnje), manje detaljni parametri mreže 10(20) kV i transformacije 10(20)/0,4 kV, globalni parametri mreže niskog napona te jedinične cijene objekata, odnosno elemenata distribucijske mreže.

- Definiranje kriterija i metodologije planiranja distribucijske mreže.

Plan razvoja distribucijske mreže treba se temeljiti na jasno definiranim kriterijima i metodologiji planiranja, koji trebaju biti usklađeni s distribucijskim mrežnim pravilima.

- Definiranje kriterija i metodologije obnove distribucijske mreže.

Plan obnove postojećih objekata distribucijske mreže treba se temeljiti na jasno definiranim kriterijima i metodologiji.

- Analiza mreže 35 kV te transformacije VN/SN i SN/SN s prijedlogom novih investicija na temelju determinističkih simulacija (tokovi snaga, (N-1) kriterij pouzdanosti pogona).

Za svaki novi objekt na ovoj razini distribucijske mreže potrebno je provesti analize determinističkih tokova snaga i pouzdanosti prema (N-1) kriteriju.

- Analiza mreže 10(20) kV i prijelaza s 10 kV na 20 kV.

Predviđene su globalne analize mreže 10(20) kV koje daju pregled potrebnih ulaganja u nove objekte i obnovu ili rekonstrukciju postojećih te analize potrebe prijelaza s pogona na naponskoj razini 10 kV na naponsku razinu 20 kV u pojedinim dijelovima distribucijske mreže.

- Ekonomsko opravdanje predloženog plana razvoja SN mreže i transformacije VN/SN i SN/SN.

Definiranje optimalnog 15-godišnjeg plana razvoja s minimalnim ukupnim troškovima ulaganja i gubitaka električne energije.

- Analiza SN/NN transformatorskih stanica i NN mreže.

Predviđene su globalne analize koje daju pregled potrebnih ulaganja u nove objekte i obnovu ili rekonstrukciju postojećih.

- Analiza sustava upravljanja, mjerenja i komunikacija

Predviđene su globalne analize koje daju pregled potrebnih ulaganja u nove sustave i obnovu postojećih.

- Procjena ukupnih troškova investicija i razvoja vezanih uz pojačanja mreže i modernizaciju sustava distribucije električne energije.

Potrebno je dati pregled svih novih elemenata distribucijske mreže te planove obnove postojećih, uz navođenje procijenjenih troškova.

- Izvještaj o detaljnom planu razvoja sustava distribucije električne energije s pridruženim troškovima za interval 2005 – 2020.

SAŽETAK

Distribucijska mreža je dio elektroenergetskog sustava, koji služi za dovođenje električne energije od prijenosne mreže ili elektrana priključenih na distribucijsku mrežu do kupaca priključenih na distribucijsku mrežu. U elektroenergetskom sustavu Bosne i Hercegovine djelatnost distribucije električne energije obavlja osam operatora distribucijskog sustava: Elektroprivreda Bosne i Hercegovine (EPBiH), Elektroprivreda Hrvatske zajednice Herceg Bosne (EPHZHB), Elektrodistribucija Distrikta Brčko (EDBD) i pet korisnika dozvole za distribuciju električne energije u vlasništvu Elektroprivrede Republike Srpske (ERS): Elektrokrajina, Elektro Doboj, Elektro Bijeljina, Elektrodistribucija Pale i Elektrohercegovina.

Iako su radi prirode planiranja elektroenergetske mreže u analize u sklopu Modula 5 uključene i transformatorske stanice 110/SN, konačni plan potrebnih ulaganja je dan za sljedeće elemente u vlasništvu operatora distribucijskog sustava: vodove 35 kV, transformatorske stanice 35/10(20) kV, vodove 10(20) kV, transformatorske stanice SN/NN, vodove niskog napona te sustave upravljanja, mjerenja i komunikacija.

Planiranje distribucijske mreže geografska je, tehnička i ekonomska analiza različitih rješenja pružanja pouzdane i ekonomski povoljne usluge korisnicima mreže s obzirom na njihove buduće potrebe. Svrha planiranja razvoja distribucijske mreže je primjereno dimenzioniranje za pouzdani rad i održavanje parametara kvalitete električne energije u skladu s normama te usklađeno djelovanje distribucijske mreže s prijenosnom mrežom i priključenim postrojenjima korisnika distribucijske mreže.

U studiji je dan kratki pregled osnovnih karakteristika distribucijske mreže Bosne i Hercegovine po svim elementima mreže za svakog od četiri operatora distribucijskog sustava. Zatim su definirana načela i kriteriji planiranja izgradnje novih i obnove postojećih objekata te je dan pregled polaznih tehničkih, energetskih i ekonomskih postavki planiranja. Glavni dio je pregled potreba izgradnje novih objekata i obnove postojećih objekata po planskim razdobljima, distribucijskim područjima, operatorima distribucijske mreže te vrstama i naponskim razinama elemenata distribucijske mreže.

U Bosni i Hercegovini registrirano je ukupno oko 1.331.000 kupaca električne energije, od čega EPBiH opskrbljuje 48%, EPHZHB 13%, ERS 37% i EDBD 2%. Ukupna bruto potrošnja (s uključenim gubicima) električne energije na razini distribucije Bosne i Hercegovine je 3.632 GWh, sa sljedećim udjelima pojedinih operatora distribucijskog sustava: EPBiH 44%, EPHZHB 15%, ERS 38% i EDBD 3%. Pritom su gubici i neregistrirana potrošnja električne energije na prihvatljivoj razini samo u EPBiH, dok su u slučaju ostalih operatora mreže dva ili više puta veći od prihvatljive razine.

Na području Bosne i Hercegovine u pogonu je 121 TS 110/SN u vlasništvu Elektroprijenosa BiH, preko kojih se opskrbljuju kupci na 35 kV, 10(20) kV i niskom naponu te 7 industrijskih u vlasništvu kupaca na 110 kV. U vlasništvu (punom ili djelomičnom) operatora distribucijske mreže je 179 TS 35/SN te preko 2.000 km vodova 35 kV. Udio izravne transformacije 110/SN, odnosno distribucija električne energije bez posredovanja mreže 35 kV i transformacije 35/10(20) kV, je najveći u EPHZHB. No, promatrano lokalno, izravna transformacija prevladava na području Elektrokrajine (ERS) i ED Sarajevo (EPBiH), a u velikoj mjeri je prisutna u DP Jug i DP Centar (EPHZHB) te ED Bihać (EPBiH). Mreža 35 kV je izrazito razvijena u ED Tuzla (EPBiH) i Elektro Doboj (ERS).

Od ukupno 2.071 km vodova 35 kV, kabele čine 160 km, od čega 33% otpada na izolirane papirom (IPZO 13 i slični), a 36% na izolirane umreženim polietilenom (XHP 48 i slični). U nadzemnoj mreži 3/4 vodova građeno je na čelično-rešetkastim stupovima, a u skladu s tim je i podatak o gotovo 80% vodova presjeka 95 mm² ili većeg. Posebno je kvalitetna mreža 35 kV na području EPBiH.

U transformatorskim stanicama 35/SN preko 70% postrojenja je klasično (izolirano zrakom), preko 3/4 prekidača je malouljno, elektromehanička zaštita je zastupljena u 50% stanica EPBiH i 70% stanica ERS (prosjeak oko 60% na razini BiH), odgovarajući udjeli digitalne zaštite su 28%, 12% (24%), udio postrojenja 20 kV je 25% u EPBiH, 8% u ERS, odnosno 16% na razini BiH, a primjena sustava daljinskog vođenja je raširena u TS 110/SN, dok se u TS 35/SN koristi samo iznimno, osim u Elektro Doboj (ERS), gdje je sustavno primijenjena.

Nadzemna mreža 10(20) kV je većinom izgrađena na drvenim stupovima, čiji se udio kreće od 45% u EDBD, preko 60% u EPHZHB i 67% u EPBiH do 75% u ERS, što daje prosjek 70% na razini BiH. Udio čelično-rešetkastih stupova je zanemariv i ne prelazi 5% na razini pojedinog operatora distribucijske mreže. Velika većina vodiča je presjeka od 25 mm² do 50 mm². Ostali vodiči ne prelaze 7%. Udio vodiča presjeka manjeg od 50 mm² je 70% u ERS, 64% u EPBiH, 44% u EPHZHB i 40% u EDBD, što daje prosjek 63% na razini BiH. Na razini BiH manje od 20% nadzemne mreže je u pogonu na 20 kV, ali postoje velike razlike: čitava mreža EPHZHB i EDBD je u pogonu na 10 kV, dok je udio mreže na 20 kV oko 5% u EPBiH (dijelovi ED Bihać i ED Zenica) i čak 30% u ERS (veliki dio Elektrokrajine i vrlo mali dio Elektrodistribucije Pale).

Kabeli 10(20) kV koji se mogu koristiti na naponskoj razini 20 kV čine od 35% u ERS i EDBD do preko 70% u EPBiH, odnosno oko 60% na razini BiH (uzevši u obzir i 10 kV IPO). U pogonu na 20 kV je 10% kableske mreže EPBiH (ED Bihać, ED Zenica, ED Sarajevo) te 25% kableske mreže ERS (Elektrokrajina, Elektrodistribucija Pale).

Udio KTS u ukupnom broj u transformatorskih stanica SN/NN je 37% u EPBiH, 28% u EPHZHB, 18% u ERS, 28% u EDBD, odnosno oko 27% na razini BiH. Ostatak su većinom STS (oko 65%). U strukturi STS prevladavaju čelično-rešetkasti i betonski stupovi: 60% i 35% u EPBiH, 75% i 20% u ERS. U pogonu na naponskoj razini 20 kV je 4% transformacije u EPBiH i 24% u ERS, što daje udio oko 12% na razini BiH. Ostatak transformacije je u pogonu na 10 kV, a udio ugrađenih preklopivih ili prespojivih transformatora 10(20)/0,4 kV je 28% u EPBiH i 5% u ERS, odnosno 12% na razini BiH.

Mrežu niskog napona čine podzemna kableska (5%) i nadzemnu, u kojoj se razlikuje izolirana (33%) i neizolirana (62%). Relativno visoki udio nadzemne mreže izvedene samonosivim kableskim snopom upućuje na zaključak da je provedena značajna obnova mreže niskog napona, ali je unatoč tome još uvijek gotovo 30% mreže vrlo malog presjeka (Al/Fe 25 mm² ili manjeg). Preko 3/4 nadzemne mreže je na drvenim stupovima, 18% je na betonskim stupovima, a još uvijek je 7% mreže na krovnim ili drugim nosačima. Jedan od osnovnih pokazatelja za analizu i planiranje mreže niskog napona je prosječna duljina mreže niskog napona po transformatorskoj stanici SN/NN. U tom pogledu postoje značajne razlike između pojedinih operatora distribucijske mreže. Prosječna duljina mreže niskog napona po transformatorskoj stanici SN/NN je 2,7 km u EPHZHB, 3,0 km u EPBiH, 3,7 u EDBD i čak 3,9 u ERS, a prosjek na razini BiH je 3,4 km. Za usporedbu, 1996. godine je prosjek u Francuskoj bio 1 km, a u Hrvatskoj 2,6 km, dok je prosjek u Crnoj Gori 2004. godine bio 3,5 km.

Modulom 2 definirana su tri scenarija razvoja potrošnje električne energije, S2 – referentni, S1 – niži i S3 – s mjerama. Za planiranje distribucijske mreže mjerodavan je referentni scenarij, jer ostala dva podrazumijevaju niže razine potrošnje električne energije. Osim toga, budući da je horizont planiranja (15 godina) relativno kratak, razlike između scenarija ostaju do 2020. godine relativno male i svode se na vremenski odmak od približno 3 godine između scenarija S2 i S1, odnosno približno 1 godine između scenarija S2 i S3. Budući da se svi rezultati daju za vremenske intervale od 5 godina, planovi potrebnih ulaganja su formalno

jednaki za sva tri scenarija. U skladu s tim, sve analize i prikazi rezultata u izvještaju Modula 5 odnose se na referenti scenarij razvoja potrošnje električne energije.

Budući da je distribucija električne energije djelatnost lokalnog karaktera, ovisna o lokalnim uvjetima i dinamici razvoja potrošnje energije, analize distribucijske mreže su u pogledu porasta potrošnje električne energije provedene na razini 10 zona potrošnje električne energije. One su (s namjerom) definirane tako da se približno poklapaju s distribucijskim područjima pojedinih operatora mreže. Naravno, prilikom definiranja zona potrošnje kriteriji su osim toga bili i ostali karakteristični za regionalno energetske planiranje: klimatski uvjeti, dostupnost drugih energenata, tipovi stambenih jedinica i slični. Vrlo važan utjecaj na budući porast potrošnje električne energije ima i postojeća razina neregistrirane potrošnje električne energije. U skladu s tim, dobivene su vrlo različite stope porasta potrošnje električne energije do 2020. godine. Odgovarajući indeksi porasta potrošnje se kreću od 1,69 do 2,04 u zonama koje pokrivaju EPBiH, preko 1,44 do 1,6 u zonama ERS i 1,27 do 1,41 u zonama EPHZHB do 1,12 na području EDBD.

Osnovni elementi ekonomskih analiza su troškovi izgradnje ili obnove samih objekata distribucijske mreže te troškovi neisporučene energije i snage. Ekonomske analize služe za međusobno uspoređivanje različitih mogućih rješenja razvoja distribucijske mreže primjenom metode aktualizacije svih investicija i troškova. Osnovni podaci na kojima se te analize zasnivaju su diskontna stopa (8 %) i cijena neisporučene električne energije (2,5 €/kWh) te cijena neisporučene električne snage (0,75 €/kW). Osim toga, sve ekonomske analize se trebaju zasnivati na realnim cijenama elektroenergetske opreme i montažnih radova. Ako ne postoji točniji podatak o troškovima određenog objekta, ili je primjetno značajno odstupanje od prosječnih vrijednosti, treba koristiti tipske cijene.

Analiza transformacije 110/SN i primarne distribucijske mreže srednjeg napona Bosne i Hercegovine provedena je na razini 13 područja, čija kombinacija u cijelosti pokriva kako pojedine operatore distribucijske mreže, tako i entitete Bosne i Hercegovine: u EPBiH i ERS su pojedinačno analizirana sva distribucijska područja (po pet), u EPHZHB je posebno analizirano DP Jug, a zajedno DP Centar i Sjever dok je kao trinaesto područje promatran Distrikt Brčko. Za svako od navedenih područja je analizirano sadašnje stanje transformacije 110/SN, mreže 35 kV i transformacije 35/SN, udio mreže sekundarnog srednjeg napona u pogonu na 20 kV te stanje pripremljenosti mreže 10(20) kV za pogon na 20 kV. Uzevši u obzir sve navedene karakteristike i očekivani porast opterećenja distribucijske mreže do 2020. godine, dano je optimalno rješenje razvoja sustava primarne distribucijske mreže s pregledom potrebne izgradnje transformatorskih stanica 110/SN, vodova 35 kV, transformatorskih stanica 35/SN, povećanja snage transformacije, prijelaza na pogon na 20 kV, čvršćeg po vezivanju mreža 10(20) kV pojedinih transformatorskih stanica te ostalih mogućih rješenja za očekivana ograničenja u promatranim distribucijskim mrežama do 2020. godine.

Analiza sekundarne distribucijske mreže srednjeg napona i mreže niskog napona provedena je manje detaljno, na razini svakog od četiri operatora distribucijskog sustava. Bit metode planiranja razvoja i obnove na toj razini distribucijske mreže je podjela pojedinih elemenata distribucijske mreže u grupe prema karakteristikama, koje su izravno povezane s potrebama opsega, cijene i dinamike izgradnje, odnosno obnove.

Važni dio sadržaja Modula 5 su načela i kriteriji planiranja razvoja distribucijske mreže. Veći dio postojećeg sustava distribucije električne energije na razini srednjeg napona temelji se na dva stupnja transformacije (110/35 kV i 35/10 kV) te dvije mreže srednjeg napona (35 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 dva djelomično povezana načela: postupna

zamjena naponske razine 10 kV sa 20 kV i postupno uvođenje izravne transformacije 110/10(20) kV te ukidanje mreže 35 kV. Jedan od osnovnih zadataka planiranja distribucijske mreže je pronalaženje optimalnih prijelaznih rješenja, koja će omogućiti postupni prijelaz na novu koncepciju, uz iskorištenje postojeće mreže. Radi se o dugoročnom i nejednolikom procesu, koji u nadzemnoj vangradskoj mreži započinje zamjenom naponske razine 10 kV sa 20 kV, a u gradovima uvođenjem izravne transformacije 110/10 kV. Pitanje smisla obnove postojeće i moguće izgradnje nove mreže 35 kV i transformacije 35/10(20) kV u vangradskim područjima je sljedeća faza, koja mora uzeti u obzir sve bitne lokalne osobine distribucijske mreže. Čitav proces završava prijelazom gradske kableske mreže na pogon na naponskoj razini 20 kV.

Postojeća mreža niskog napona, naročito u vangradskim mrežama, nije optimalno izgrađena. Optimalan broj i instalirana snaga transformacije 10(20)/0,4 kV na nekom području uvjetovani su gustoćom opterećenja. U Bosni i Hercegovini je po TS 10(20)/0,4 kV prosječno priključena prevelika duljina mreže niskog napona, uglavnom malog presjeka vodiča. Razvoj mreže niskog napona treba temeljiti na sljedećim načelima: kratki izvodi niskog napona i pojednostavnjene TS 10(20)/0,4 s transformatorima relativno male nazivne snage i kratkom priključenom mrežom niskog napona. Ovakva koncepcija razvoja mreže niskog napona znači da nisu planirana veća ulaganja u vodove niskog napona, već se opskrba povećanog opterećenja rješava povećanjem broja izvoda niskog napona ugradnjom novih TS 10(20)/0,4 kV u postojeću mrežu.

Pri planiranju razvoja složenog sustava kakav je distribucija električne energije potrebno je planirati stalnu modernizaciju, odnosno postupnu zamjenu pojedinih uređaja novim i modernijim te ugradnju suvremenih uređaja koji doprinose pouzdanijem pogonu distribucijske mreže i kvalitetnijem napajanju njenih korisnika. Međutim, pritom odlučujući trebaju biti ekonomski kriteriji planiranja distribucijske mreže kroz vrednovanje dobiti i troškova ugradnje ili zamjene uređaja. U ovu kategoriju ulaze i projekti koji nisu uvjetovani tehničkim kriterijima, ali mogu donijeti značajnu ekonomsku korist operatoru distribucijske mreže kroz smanjenje troškova i reorganizaciju redovitog poslovanja. Tu se u prvom redu misli na dugoročne strateške projekte, na primjer smanjenje gubitaka električne energije i snage, smanjenje neovlaštene potrošnje rekonstrukcijom priključaka i postavljanjem mjernih mjesta na fasadu ili granicu vlasništva posjeda, automatizaciju i daljinsko upravljanje mrežom, ugradnju elektroničkih brojila električne energije i omogućavanje daljinskog očitavanja i upravljanja potrošnjom i slično.

Glavne preporuke za razvoj djelatnosti distribucije električne energije su sažete u slijedećoj preglednoj tablici.

Tablica 1. Preporuke za razvoj djelatnosti distribucije električne energije do 2020. godine

PODRUČJE DJELOVANJA	PREPORUKA
Transformacija VN/SN	Postupni prijelaz na izravnu transformaciju 110/10(20) kV; u gradovima 110/10 kV, u vangradskim mrežama 110/20 kV
	Tipizirati pojednostavnjene jednotransformatorske TS 110/10(20) kV s transformatorom male snage (8 ili 10 MVA)
	Primjena plinom izoliranih postrojenja s vakuumskim prekidačima i integriranom numeričkom zaštitom na srednjem naponu

PODRUČJE DJELOVANJA	PREPORUKA
Mreža 35 kV	Postupno ukidanje naponske razine 35 kV; dinamika ovisi o lokalnim specifičnostima distribucijske mreže
	Korištenje na naponskoj razini 20 kV
Transformacija 35/SN	Postupno ukidanje i zamjena izravnom transformacijom 110/10(20) kV
	U slučaju izgradnje novih ili obnove postojećih ugrađivati 20 kV opremu i po potrebi planirati buduću dogradnju u TS 110/10(20) kV
	Primjena plinom izoliranih postrojenja s vakuumskim prekidačima i integriranom numeričkom zaštitom na srednjem naponu
Mreža 10(20) kV	Postupna zamjena naponske razine 10 kV sa 20 kV; dugoročni proces koji započinje u vangradskim mrežama, a završava u gradskim kabelskim
	Novi nadzemni vodovi na betonskim ili drvenim stupovima
	Tipski vodiči nadzemnog voda Al/Fe 95 mm ² , a kabelskog Al 150 mm ² ili Al 185 mm ²
	Kvalitetu električne energije održavati na definiranoj razini primjenom indikatora kvarova, prekidača ili daljinski upravljanih rastavljača na stupovima vodova 10(20) kV i automatskih regulatora napona u posebnim slučajevima dugačkih izvoda 10(20) kV
	Između bliskih izvoda 10(20) kV graditi povezne 10(20) kV vodove; osobito korisno u mrežama 20 kV
TS 10(20)/0,4 kV	Primjenjivati plinom izolirana postrojenja (RMU) u KTS SN/NN
	Na područjima na kojima se planira prijelaz na 20 kV ugrađivati preklopive ili prespojive transformatore
	Ugrađivati transformatore sa smanjenim gubicima nakon definiranja primjerenih optimalnih parametara
	U vangradskim mrežama koristiti transformatore male snage (50 MVA i manje)
Mreža niskog napona	Ugradnja većeg broja pojednostavnjenih TS 10(20)/0,4 kV male snage u postojeću mrežu radi skraćivanja izvoda niskog napona
	Primjena samonosivih kabelskih snopova u nadzemnim mrežama
Upravljanje mrežom	Opremanje distribucijskih dispečerskih centara za automatsko i daljinsko upravljanje mrežom srednjeg napona
	MTU sustav, optička komunikacija, PLC
Uređenje priključaka	Premještanje mjernih mjesta na fasadu ili granicu posjeda i/ili ugradnja brojila s daljinskim očitanjem i upravljanjem

PODRUČJE DJELOVANJA	PREPORUKA
Daljnja specijalistička istraživanja	Parametri transformatora 10(20)/0,4 kV sa smanjenim gubicima
	Procjena gubitaka električne energije
	Preporuke za smanjenje gubitaka i neregistrirane potrošnje električne energije
	Strategija zamjene brojila za pojedine kategorije kupaca

Pregled potrebnih ulaganja u distribucijsku djelatnost na području Bosne i Hercegovine, po operatorima distribucijskog sustava i po entitetima, dan je u Tablici 2. Do 2020. godine je na razini Bosne i Hercegovine planirano ulaganje ukupno 917 milijuna eura, pri čemu je primjetno postupno opadaju tijekom planskog razdoblja: do 2010. godine 332 mil €, od 2011. do 2015. godine 312 mil € te od 2016. do 2020. godine 273 mil €.

Tablica 2. Pregled ulaganja u distribucijsku djelatnost u 000 € po operatorima distribucijskog sustava i entitetima

	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
Bosna i Hercegovina					
Vodovi 35 kV	8.668	7.157	4.788	20.613	2
TS 35/10(20) kV	26.836	20.008	13.489	60.333	7
Vodovi 10(20) kV	100.419	100.327	70.642	271.388	30
TS 10(20)/0,4 kV	85.158	84.174	84.884	254.216	28
Vodovi niskog napona	90.034	82.452	82.452	254.938	28
Sustavi upravljanja, mjerenja i komunikacija	21.305	17.905	16.705	55.915	6
UKUPNO	332.420	312.023	272.960	917.403	100
Federacija Bosne i Hercegovine					
Vodovi 35 kV	4.100	3.818	2.694	10.612	2
TS 35/10(20) kV	13.946	9.623	5.908	29.477	6
Vodovi 10(20) kV	51.431	53.636	37.621	142.688	30
TS 10(20)/0,4 kV	46.087	46.087	46.797	138.971	29
Vodovi niskog napona	40.399	40.399	40.399	121.197	25
Sustavi upravljanja, mjerenja i komunikacija	13.120	11.120	10.320	34.560	7
UKUPNO	169.083	164.683	143.739	477.505	100

	do 2010	2011-2015	2016-2020	UKUPNO	%
ERS					
Vodovi 35 kV	4.128	3.339	2.094	9.561	2
TS 35/10(20) kV	12.736	10.154	7.504	30.394	7
Vodovi 10(20) kV	46.965	43.568	31.498	122.031	29
TS 10(20)/0,4 kV	36.800	35.816	35.816	108.432	26
Vodovi niskog napona	49.182	41.600	41.600	132.382	31
Sustavi upravljanja, mjerenja i komunikacija	7.540	6.540	6.140	20.220	5
UKUPNO	157.351	141.017	124.652	423.020	100
EDBD					
Vodovi 35 kV	440	0	0	440	3
TS 35/10(20) kV	154	231	77	462	3
Vodovi 10(20) kV	2.023	3.123	1.523	6.669	40
TS 10(20)/0,4 kV	2.271	2.271	2.271	6.813	40
Vodovi niskog napona	453	453	453	1.359	8
Sustavi upravljanja, mjerenja i komunikacija	645	245	245	1.135	7
UKUPNO	5.986	6.323	4.569	16.878	100
EPBiH					
Vodovi 35 kV	2.916	2.854	2.034	7.804	2
TS 35/10(20) kV	11.196	6.462	4.039	21.697	6
Vodovi 10(20) kV	39.728	41.108	29.303	110.139	30
TS 10(20)/0,4 kV	35.277	35.277	35.277	105.831	29
Vodovi niskog napona	30.674	30.674	30.674	92.022	25
Sustavi upravljanja, mjerenja i komunikacija	9.220	8.220	7.820	25.260	7
UKUPNO	129.011	124.595	109.147	362.753	100
EPHZHB					
Vodovi 35 kV	1.184	964	660	2.808	2
TS 35/10(20) kV	2.750	3.161	1.869	7.780	7
Vodovi 10(20) kV	11.704	12.529	8.319	32.552	28
TS 10(20)/0,4 kV	10.810	10.810	11.520	33.140	29
Vodovi niskog napona	9.725	9.725	9.725	29.175	25
Sustavi upravljanja, mjerenja i komunikacija	3.900	2.900	2.500	9.300	8
UKUPNO	40.073	40.089	34.593	114.755	100

Gledano prema vrstama objekata u distribucijskoj mreži, najveći dio ulaganja otpada na sekundarnu mrežu srednjeg napona (57%), zatim na mrežu niskog napona (28%), a ostatak otpada na primarnu mrežu srednjeg napona te sustave upravljanja, mjerenja i komunikacija. Strukturiranje prema razlozima ulaganja pokazuje da je najveći dio uvjetovan izgradnjom

transformacije SN/NN i obnovom mreže niskog napona (55%) te obnovom postojećih objekata distribucijske mreže (37%).

Slična struktura vrijedi i za sve operatore distribucijske mreže pojedinačno, osim EDBD, koji radi svoje male veličine u određenoj mjeri odstupa od prosjeka. Udjeli pojedinih operatora distribucijske mreže u ukupnim troškovima distribucijske djelatnosti na razini Bosne i Hercegovine su: EPBiH 40%, EPHZHB 12%, ERS 46% i EDBD 2%.

Navedena ulaganja odgovaraju procjenama temeljenim na zadanim kriterijima i u prvom redu omogućavaju zadovoljavajuću kvalitetu opskrbe električnom energijom u pogledu potreba djelatnosti distribucije električne energije, odnosno svojevrzne minimalne potrebe za zadovoljavajuće obavljanje djelatnosti distribucije električne energije. Njihov mogući ograničavajući utjecaj na ostale aktivnosti elektroprivrednih kompanija ne treba ni u kojem slučaju promatrati kao konačan ili obvezujući, jer predloženi plan ne sprječava dodatna ulaganja u skladu s ambicioznom poslovnom politikom elektroprivrednih kompanija. Osim toga, kako je distribucija električne energije djelatnost lokalnog karaktera, planove izgradnje pojedinačnih većih objekata (TS 110/SN, vodova 35 kV, TS 35/SN) ne treba u dugoročnom razdoblju smatrati konačnim, već je uvijek moguća potreba većeg ili manjeg dodatnog usklađenja s detaljnijim lokalnim razvojnim planovima.

SADRŽAJ

PROJEKTNI ZADATAK.....	I
SAŽETAK	V
SADRŽAJ	1
1. UVOD	3
2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE DISTRIBUCIJSKE MREŽE BOSNE I HERCEGOVINE	7
2.1. Organizacija distribucijske djelatnosti u Bosni i Hercegovini	8
2.1.1. Elektroprivreda Bosne i Hercegovine	9
2.1.2. Elektroprivreda Hrvatske zajednice Herceg Bosne	9
2.1.3. Elektroprivreda Republike Srpske	9
2.1.4. Elektrodistribucija Distrikta Brčko	10
2.2. Potrošnja električne energije	10
2.3. Transformacija VN/SN i primarna mreža srednjeg napona	13
2.4. Sekundarna mreža srednjeg napona	17
2.5. Mreža niskog napona	21
3. METODOLOGIJA PLANIRANJA RAZVOJA DISTRIBUCIJSKE MREŽE	25
3.1. Osnovna načela razvoja mreže srednjeg napona	26
3.1.1. Postupna zamjena naponske razine 10 kV sa 20 kV	26
3.1.2. Postupno uvođenje izravne transformacije 110/10(20) kV i ukidanje mreže 35 kV.....	27
3.2. Osnovna načela razvoja mreže niskog napona.....	31
3.3. Modernizacija sustava distribucije električne energije	32
3.4. Tehnički kriteriji planiranja distribucijske mreže.....	33
3.5. Ekonomski kriteriji planiranja distribucijske mreže.....	36
3.6. Kriteriji za zamjene i obnove distribucijske mreže	36
3.7. Pregled primijenjenih kriterija i smjernica razvoja distribucijske mreže	37
3.7.1. Transformacija 110/SN i primarna mreža srednjeg napona	38
3.7.2. Smjernice za izgradnju i obnovu vodova 10(20) kV	41
3.7.3. Smjernice za izgradnju i obnovu transformacije SN/NN	42
3.7.4. Smjernice za obnovu vodova niskog napona	44
3.7.5. Smjernice za obnovu distribucijske mreže potrebnu za povratak izbjeglica ...	44
3.7.6. Smjernice za izgradnju i obnovu sustava upravljanja mjerenja i komunikacija	45
4. ANALIZIRANI SCENARIJI I POLAZNE PRETPOSTAVKE	47
4.1. Scenariji razvoja potrošnje električne energije i opterećenja elemenata distribucijske mreže	48
4.2. Podaci za ekonomske analize	66
5. PLAN RAZVOJA DISTRIBUCIJSKE MREŽE	69
5.1. Plan razvoja distribucijske mreže Bosne i Hercegovine	70
5.2. Plan razvoja distribucijske mreže Elektroprivrede Bosne i Hercegovine	79
5.2.1. Transformacija VN/SN i primarna mreža srednjeg napona	79
5.2.2. Sekundarna mreža srednjeg napona.....	111
5.2.3. Mreža niskog napona	113
5.2.4. Sustavi upravljanja mjerenja i komunikacija	113
5.2.5. Pregled ulaganja u distribucijsku mrežu Elektroprivrede Bosne i Hercegovine	114
5.3. Plan razvoja distribucijske mreže Elektroprivrede Hrvatske zajednice Herceg Bosne	124
5.3.1. Transformacija VN/SN i primarna mreža srednjeg napona	124
5.3.2. Sekundarna mreža srednjeg napona.....	134
5.3.3. Mreža niskog napona	136
5.3.4. Sustavi upravljanja mjerenja i komunikacija	137

5.3.5.	Pregled ulaganja u distribucijsku mrežu Elektroprivrede Hrvatske zajednice Herceg Bosne	138
5.4.	Plan razvoja distribucijske mreže Federacije Bosne i Hercegovine	148
5.5.	Plan razvoja distribucijske mreže Elektroprivrede Republike Srpske	157
5.5.1.	Transformacija VN/SN i primarna mreža srednjeg napona	157
5.5.2.	Sekundarna mreža srednjeg napona	180
5.5.3.	Mreža niskog napona	182
5.5.4.	Sustavi upravljanja mjerenja i komunikacija	183
5.5.5.	Pregled ulaganja u distribucijsku mrežu Elektroprivrede Republike Srpske ..	184
5.6.	Plan razvoja Elektrodistribucije Distrikta Brčko	194
5.6.1.	Transformacija VN/SN i primarna mreža srednjeg napona	194
5.6.2.	Sekundarna mreža srednjeg napona	196
5.6.3.	Mreža niskog napona	198
5.6.4.	Sustavi upravljanja mjerenja i komunikacija	198
5.6.5.	Pregled ulaganja u distribucijsku mrežu Distrikta Brčko	199
6.	ZAKLJUČCI I PREPORUKE	209
7.	LITERATURA	215
8.	POPIS TABLICA	217
9.	POPIS SLIKA	221
10.	POPIS KRATICA	225

1. UVOD

Distribucijska mreža je dio elektroenergetskog sustava, koji služi za dovođenje električne energije od prijenosne mreže ili elektrana priključenih na distribucijsku mrežu do kupaca priključenih na distribucijsku mrežu. U elektroenergetskom sustavu Bosne i Hercegovine djelatnost distribucije električne energije obavlja osam operatora distribucijskog sustava: Elektroprivreda Bosne i Hercegovine (EPBiH), Elektroprivreda Hrvatske zajednice Herceg Bosne (EPHZHB), Elektrodistribucija Distrikta Brčko (EDBD) i pet korisnika dozvole za distribuciju električne energije u vlasništvu Elektroprivrede Republike Srpske (ERS): Elektrokrajina, Elektro Doboj, Elektro Bijeljina, Elektrodistribucija Pale i Elektrohercegovina. U nastavku studije će u usporedbama s EPBiH i EPHZHB tih pet operatora distribucijskog sustava biti promatrani kao jedan jedinstveni (ERS).

Nakon osnivanja jedinstvenog poduzeća za prijenos električne energije, u čijem vlasništvu se nalaze svi objekti visokog napona, uključujući i transformatorske stanice VN/SN, u vlasništvu operatora distribucijske mreže isključivo su objekti srednjeg i niskog napona. No, analiza opterećenja postojećih te planiranje lokacija i osnovnih parametara novih transformatorskih stanica VN/SN po prirodi je zadatak operatora distribucijske mreže. Stoga su navedene analize uvrštene u ovaj Modul, dok su troškovi vezani uz transformatorske stanice VN/SN, poštujući postojeću vlasničku strukturu, uvršteni u izvještaj Modula 4.

Radi jednostavnosti i odvajanja funkcionalno različitih elemenata distribucijske mreže definirana je podjela na primarnu i sekundarnu distribucijsku mrežu srednjeg napona, pri čemu će primarna biti skraćeno označavana sa SN_P , a sekundarna sa SN_S . Tipične vrijednosti primarnih distribucijskih napona su 35 kV i 30 kV te ponegdje 50 kV, a sekundarnih 10 kV i 20 kV te ponegdje 6 kV. Sekundarna distribucijska mreža srednjeg napona je veza prema mreži niskog napona i obuhvaća SN/NN transformatorske stanice te SN izvode (vodove) iz vodnih polja u transformatorskim stanicama VN/ SN_S i primarnim distribucijskim transformatorskim stanicama SN_P/SN_S . Dakle, sekundarnu distribucijsku mrežu čine SN izvodi, gotovo isključivo u radijalnom pogonu, vrlo često bez mogućnost dvostranog napajanja i najčešće bez komponenata relejne zaštite koji bi mogli vršiti selektivno isključivanje dijelova mreže. U slučaju kvara na bilo kojem dijelu, ispada iz pogona cijeli SN izvod i pripadajuće SN/NN transformatorske stanice, kojih može biti od nekoliko duž gradskog kablenskog izvoda do nekoliko desetaka duž vangradskog nadzemnog izvoda. Sekundarna distribucijska mreža srednjeg napona je, kao veza prema mreži niskog napona, obavezni dio svake distribucijske mreže. Za razliku od nje, primarna distribucijska mreža srednjeg napona kao veza između mreže visokog napona i sekundarne distribucijske mreže srednjeg napona nije nužno potrebna, jer je moguća i sve češće primjenjivana izravna transformacija VN/ SN_S . Primarna distribucijska mreža srednjeg napona obuhvaća primarne distribucijske transformatorske stanice SN_P/SN_S te SN vodove između njih i VN/ SN_P transformatorskih stanica. Za razliku od sekundarne distribucijske mreže srednjeg napona, u primarnoj je ugrađena relejna zaštita na gotovo svakom elementu mreže (vodu, odnosno transformatorskoj stanici) te je vrlo često osigurana raspoloživost pogona prema (N-1) kriteriju, odnosno dvostrano napajanje transformatorskih stanica SN_P/SN_S . Ako to i nije slučaj, raspoloživost je veća u odnosu na sekundarnu distribucijsku mrežu srednjeg napona, jer je utjecaj ispada jednog elementa mreže na ostale bitno manji, budući da se preko jednog SN voda najčešće napaja samo jedna ili rjeđe dvije transformatorske stanice SN_P/SN_S , za razliku od nekoliko desetaka transformatorskih stanica SN/NN duž vangradskog SN izvoda.

U skladu s navedenim pristupom planiranju distribucijske mreže i danim definicijama, u Modulu 5 analizirani su sljedeći elementi elektroenergetskog sustava:

- transformatorske stanice VN/SN (110/35 kV, 110/6 kV, 110/10 kV, 110/20 kV),
- primarne distribucijske mreže srednjeg napona:
 - o vodovi 35 kV,
 - o transformatorske stanice 35/6 kV, 35/10 kV i 35/20 kV,

- sekundarne distribucijske mreže srednjeg napona:
 - o vodovi 6 kV, 10 kV i 20 kV,
 - o transformatorske stanice 6/0,4 kV, 10/0,4 kV i 20/0,4 kV,
- vodovi niskog napona.

Planiranje distribucijske mreže geografska je tehnička i ekonomska analiza različitih rješenja pružanja pouzdane i ekonomski povoljne usluge korisnicima mreže s obzirom na njihove buduće potrebe. Prema razdoblju planiranja distribucijske mreže, proces planiranja dijelimo na kratkoročno, srednjoročno i dugoročno planiranje. Dugoročno planiranje obuhvaća razdoblje od 10 do 30 godina. Cilj dugoročnog planiranja je postavljanje globalnih smjernica razvoja mreže s obzirom na njenu konfiguraciju, razvoj pojedinih naponskih razina, primjenu novih tehnologija, izgradnju novih vodova 35 kV po približno određenim trasama te formiranje i određivanje makrolokacija novih transformatorskih stanica VN/SN i SN/SN ovisno o porastu opterećenja.

Svrha planiranja razvoja distribucijske mreže je primjereno dimenzioniranje za pouzdan rad i održavanje parametara kvalitete električne energije u skladu s normama te usklađeno djelovanje distribucijske mreže s prijenosnom mrežom i priključenim postrojenjima korisnika distribucijske mreže. Planiranjem razvoja distribucijske mreže potrebno je osigurati zadovoljavajuću razinu kvalitete usluge korisnika mreže pri poremećajima značajnije vjerovatnosti nastanka.

Svrha planiranja razvoja distribucijske mreže je i omogućavanje funkcioniranja tržišta električne energije preko omogućavanja nepristranog pristupa distribucijskoj mreži prema utvrđenim uvjetima.

U studiji je dan kratki pregled osnovnih karakteristika distribucijske mreže Bosne i Hercegovine po svim elementima mreže za svakog od četiri operatora distribucijskog sustava. Zatim su definirana načela i kriteriji planiranja izgradnje novih i obnove postojećih objekata te je dan pregled polaznih tehničkih, energetske i ekonomskih postavki planiranja. Glavni dio je pregled potreba izgradnje novih i obnove postojećih objekata po planskim razdobljima te vrstama i naponskim razinama elemenata distribucijske mreže. Detaljni popisi potrebnih intervencija na transformaciji VN/SN i primarnoj mreži srednjeg napona dani su po operatorima distribucijske mreže. Za sekundarnu mrežu srednjeg napona i mrežu niskog napona, odnosno za entitete i Bosnu i Hercegovinu u cjelini dani su skupni pregledi po pojedinim elementima distribucijske mreže, uz po potrebi dodatnu razinu podjele prema vrstama objekata i kriterijima planiranja razvoja distribucijske mreže. Na kraju je dan sumarni pregled ukupnih potrebnih ulaganja te zaključne preporuke.

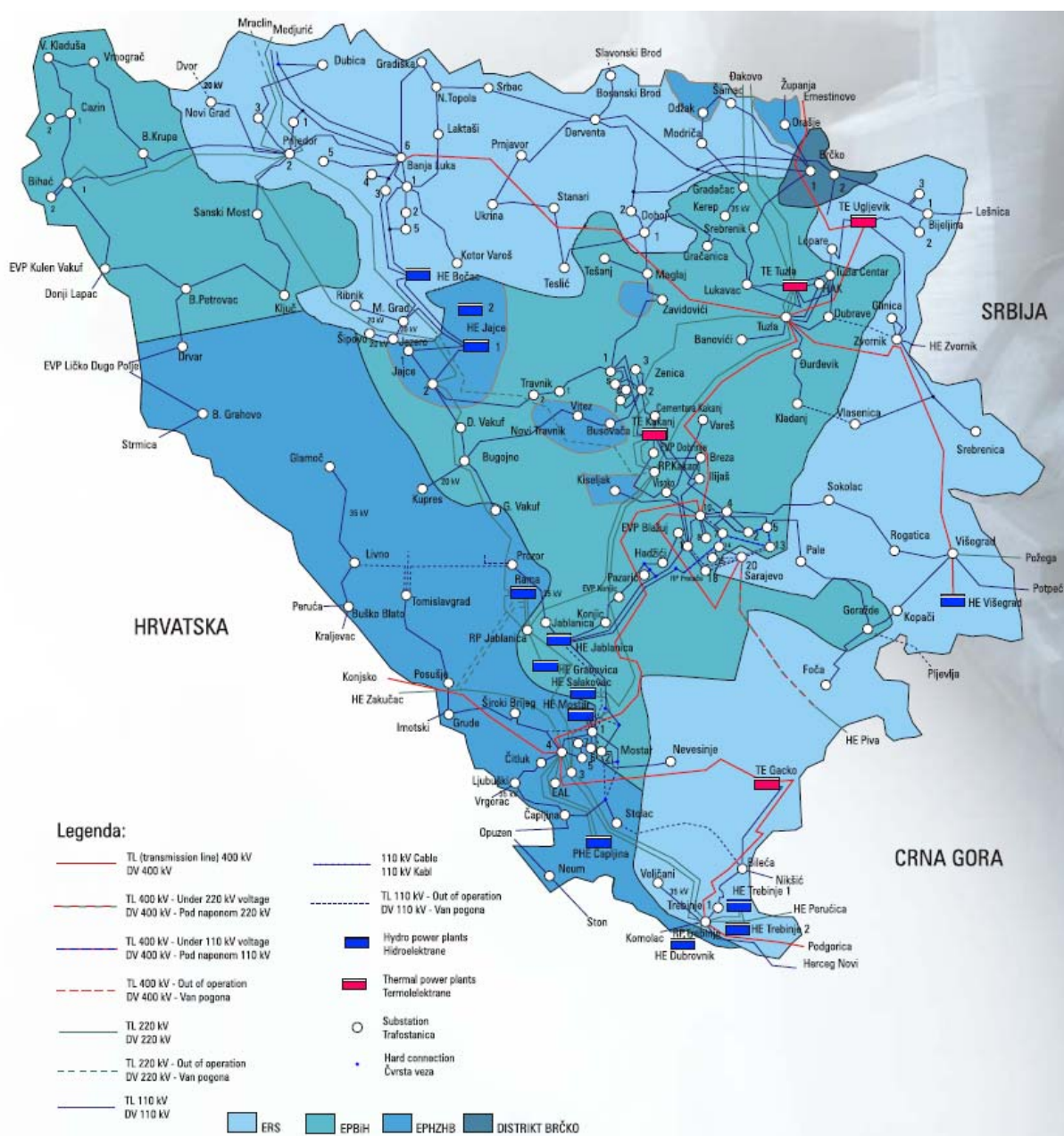
Navedena ulaganja trebaju predstavljati svojevrzne minimalne potrebe za zadovoljavajuće obavljanje djelatnosti distribucije električne energije. Njihov mogući ograničavajući utjecaj na ostale aktivnosti elektroprivrednih kompanija ne treba ni u kojem slučaju promatrati kao konačan ili obavezujući, jer predloženi plan ne sprječava dodatna ulaganja u skladu s ambicioznom poslovnom politikom elektroprivrednih kompanija. Osim toga, kako je distribucija električne energije djelatnost lokalnog karaktera, planove izgradnje pojedinačnih većih objekata (TS 110/SN, vodova 35 kV, TS 35/SN) ne treba u dugoročnom razdoblju smatrati konačnim, već je uvijek moguća potreba većeg ili manjeg dodatnog usklađenja s detaljnijim lokalnim razvojnim prostornim i urbanističkim planovima.

2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE DISTRIBUCIJSKE MREŽE BOSNE I HERCEGOVINE

U ovom poglavlju dane su samo osnovne tehničke karakteristike distribucijske mreže na području Bosne i Hercegovine, odnosno pojedinih operatora distribucijske mreže. Detaljne analize postojeće primarne distribucijske mreže srednjeg napona dane su radi jednostavnosti i preglednosti u poglavlju 5, zajedno s odgovarajućim rješenjima razvoja do 2020. godine.

2.1. Organizacija distribucijske djelatnosti u Bosni i Hercegovini

Distribuciju električne energije na području Bosne i Hercegovine vrše četiri operatora mreže, čiju prostornu raspodjelu prikazuje *Slika 2.1: Elektroprivreda Bosne i Hercegovine (EPBiH), Elektroprivreda Hrvatske zajednice Herceg Bosne (EPHZHB), Elektroprivreda Republike Srpske (ERS) i Elektrodistribucija Distrikta Brčko (EDBD).*



Slika 2.1. Prostorna pokrivenost i TS 110/SN po operatorima distribucijske mreže

Izvor: EPBiH

2.1.1. Elektroprivreda Bosne i Hercegovine

Distribucija električne energije u sklopu Elektroprivrede Bosne i Hercegovine organizirana je u pet distribucijskih područja (elektrodistribucija): ED Sarajevo, ED Tuzla, ED Zenica, ED Bihać i ED Mostar.

Elektrodistribucija Sarajevo ima oko 190 000 kupaca i prostire se na području grada Sarajeva (Stari Grad, Centar, Novo Sarajevo, Novi Grad), prigradskih općina Ilidža, Vogošća, Hadžići i Ilijaš te područja Goražda.

Elektrodistribucija Tuzla ima oko 157 000 kupaca u 12 poslovnice: Banovići, Čelić, Gračanica, Gradačac, Kalesija, Kladanj, Lukavac, Srebrenik, Sapna Tuzla, Teočak i Živinice.

Elektrodistribucija Zenica ima oko 170 000 kupaca u 19 poslovnica: Breza, Doboj, Kakanj, Maglaj, Olovo, Tešanj, Vareš, Visoko, Zavidovići, Zenica, Žepče, Travnik, Bugojno, Novi Travnik, Gornji Vakuf, Donji Vakuf, Busovača, Fojnica i Vitez.

Elektrodistribucija Bihać ima oko 86 000 kupaca u 8 poslovnica: Bihać, Bosanska Krupa, Cazin, Velika Kladuša, Bužim, Bosanski Petrovac, Ključ i Sanski Most.

Elektrodistribucija Mostar ima oko 32 000 kupaca u 3 poslovnice: Mostar, Jablanica i Konjic.

2.1.2. Elektroprivreda Hrvatske zajednice Herceg Bosne

Distribucija električne energije organizirana je u tri distribucijska područja: DP Jug, DP Centar i DP Sjever.

DP Jug ima oko 117 000 kupaca i obuhvaća grad Mostar i općine Čapljina, Čitluk, Stolac, Rama, Neum, Ravno, Doljani, Jablanica (dio), Široki Brijeg, Grude, Ljubuški, Posušje, Livno, Tomislavgrad, Kupres, Glamoč, Bosansko Grahovo i Drvar.

DP Centar ima oko 44 000 kupaca i obuhvaća općine Novi Travnik, Vitez, Busovača, Uskoplje – Gornji Vakuf, Kiseljak, Kreševo, Fojnica, Jajce, Dobretići, Nova Bila, Travnik (dio), Žepče, Usora, Vareš, Novi Šeher, Zenica (dio) i Tešanj (dio).

DP Sjever ima oko 16 000 kupaca i obuhvaća općine Orašje, Odžak i Domaljevac - Šamac.

2.1.3. Elektroprivreda Republike Srpske

Distribucija električne energije u sklopu Elektroprivrede Republike Srpske organizirana je u pet samostalnih operatora distribucijskog sustava (elektrodistribucija): Elektrokrajina, Elektro Doboj, Elektro Bijeljina, Elektrodistribucija Pale i Elektrohercegovina.

Elektrokrajina ima oko 232 000 kupaca i organizirana je u deset radnih jedinica: Banja Luka, Prijedor, Novi Grad, Kozarska Dubica, Gradiška, Srbac, Laktaši, Prnjavor i Mrkonjić Grad.

Elektro Doboj ima oko 88 000 kupaca i organizirana je u šest radnih jedinica: Doboj, Teslić, Modriča, Derventa, Šamac i Bosanski Brod.

Elektro Bijeljina ima oko 100 000 kupaca i organizirana je u pet radnih jedinica: Bijeljina, Ugljevik, Zvornik, Bratunac i Vlasenica.

Elektrodistribucija Pale opskrbljuje električnom energijom oko 51 000 kupaca i organizirana je u sedam radnih jedinica: Pale, Sokolac, Rogatica, Višegrad, Foča, Istočno Novo Sarajevo i Trnovo sa 5 pripadajućih poslovnica. Dvije posebne organizacijske jedinice su Hidroelektrana "Bogatići" Trnovo i Hidroelektrana "Mesići" Rogatica.

Elektrohercegovina ima oko 27 000 kupaca i organizirana je u pet radnih jedinica: Trebinje, Nevesinje, Gacko, Ljubinje i Bileća.

2.1.4. Elektrodistribucija Distrikta Brčko

Elektrodistribucija Distrikta Brčko opskrbljuje električnom energijom oko 21 000 kupaca i četvrti je, najmanji, operator distribucijske mreže na području Bosne i Hercegovine.

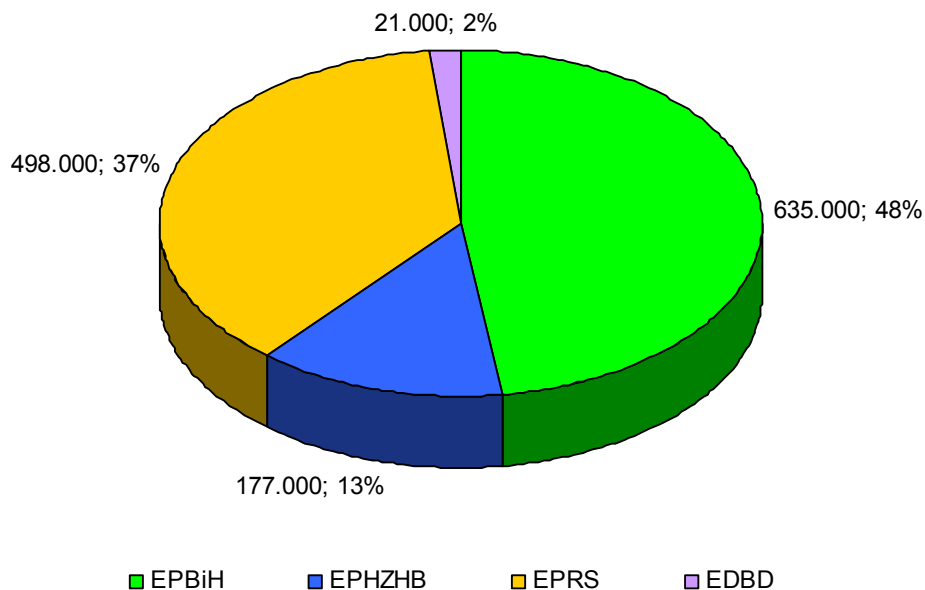
2.2. Potrošnja električne energije

Detaljniji pregled strukture registrirane potrošnje električne energije, gubitaka i neregistrirane potrošnje po operatorima distribucijske mreže i entitetima u Bosni i Hercegovini prikazuje Tablica 2.1.

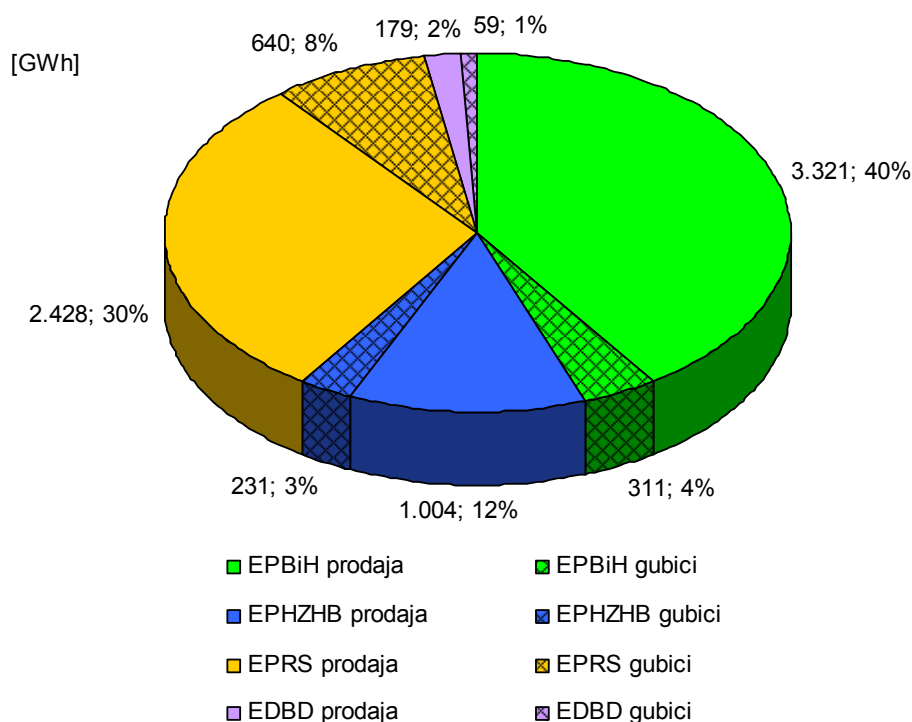
Tablica 2.1. Struktura potrošnje električne energije po operatorima mreže i entitetima u 2005. godini

Kategorija potrošnje / Razina	EPBiH	EPHZHB	ERS	EDBD	FBiH	BiH
Potrošnja električne energije [GWh]						
Gubici prijenosa	163,8	83,5	136,5		247,3	383,8
Kupci na 110 kV	394,0	2.133,3	250,2		2.527,3	2.777,5
Bruto distribucijska potrošnja	3.631,9	1.235,2	3.067,7	237,5	4.867,1	8.172,3
Gubici distribucije (tehnički gubici)	217,9	74,1	184,1	14,2	292,0	490,3
Neregistrirana potrošnja	92,8	157,0	455,8	44,4	249,8	749,9
Ukupni gubici distribucije	310,7	231,1	639,8	58,7	541,8	1.240,3
Kupci na 35 i 10 kV	838,0	134,1	398,3	14,9	972,1	1.385,3
Ostali kupci na 0,4 kV	638,7	262,6	495,9	45,0	901,3	1.442,2
Kućanstva (0,4 kV)	1.844,5	607,4	1.533,7	118,9	2.451,9	4.104,5
Ukupna potrošnja	4.189,7	3.452,0	3.454,4	237,5	7.641,7	11.333,6
Udjeli u bruto distribucijskoj potrošnji električne energije [%]						
Bruto distribucijska potrošnja	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Gubici distribucije (tehnički gubici)	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Neregistrirana potrošnja	2,6	12,7	14,9	18,7	5,1	9,2
Ukupno gubici distribucije	8,6	18,7	20,9	24,7	11,1	15,2
Kupci na 35 i 10 kV	23,1	10,9	13,0	6,3	20,0	17,0
Ostali kupci na 0,4 kV	17,6	21,3	16,2	19,0	18,5	17,6
Kućanstva (0,4 kV)	50,8	49,2	50,0	50,1	50,4	50,2

Sljedeće dvije slike prikazuju udjele pojedinih operatora distribucijske mreže u broju kupaca električne energije te prodaji i gubicima električne energije na srednjem i niskom naponu.

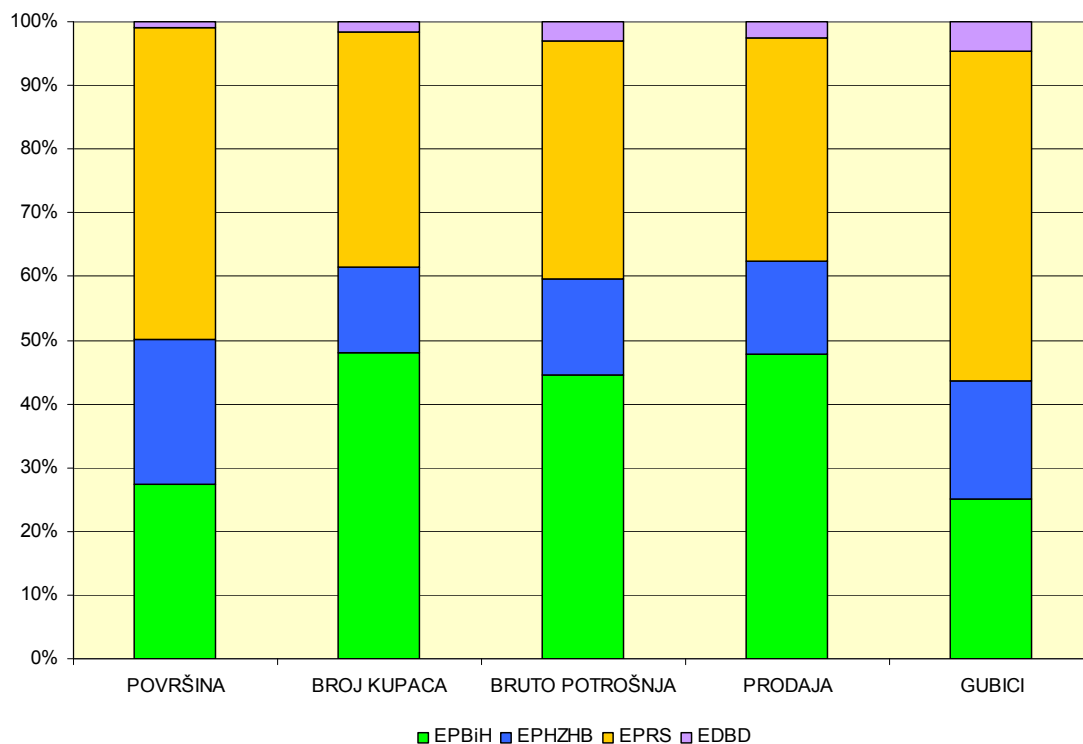


Slika 2.2. Broj kupaca električne energije po operatorima distribucijske mreže



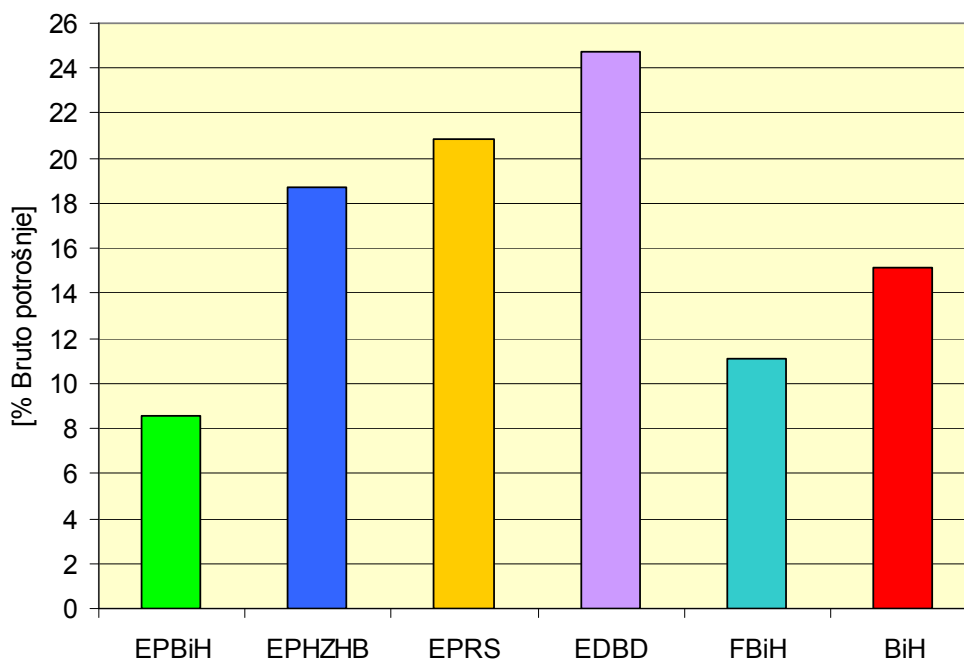
Slika 2.3. Prodaja i gubici električne energije na SN i NN po operatorima distribucijske mreže

Slika 2.4 prikazuje usporedbu udjela pojedinih operatora distribucijske mreže u Bosni i Hercegovini u nekoliko kategorija: površini, broju kupaca, potrošnji i gubicima na srednjem i niskom naponu, prodaji (registriranoj potrošnji) te gubicima i neregistriranoj potrošnji električne energije.



Slika 2.4. Udjeli operatora distribucijske mreže po kategorijama

ERS pokriva gotovo pola površine Bosne i Hercegovine, ali EPBiH ima gotovo pola kupaca i prodaje električne energije. Vidljiva je također i disproporcija između bruto potrošnje s jedne i gubitaka i neregistrirane potrošnje s druge strane, koja je posljedica izrazito visokog udjela gubitaka i neregistrirane potrošnje električne energije u ERS (i EPHZHB i EDBD), za razliku od gotovo prihvatljive razine u EPBiH (Slika 2.3 i Slika 2.5).



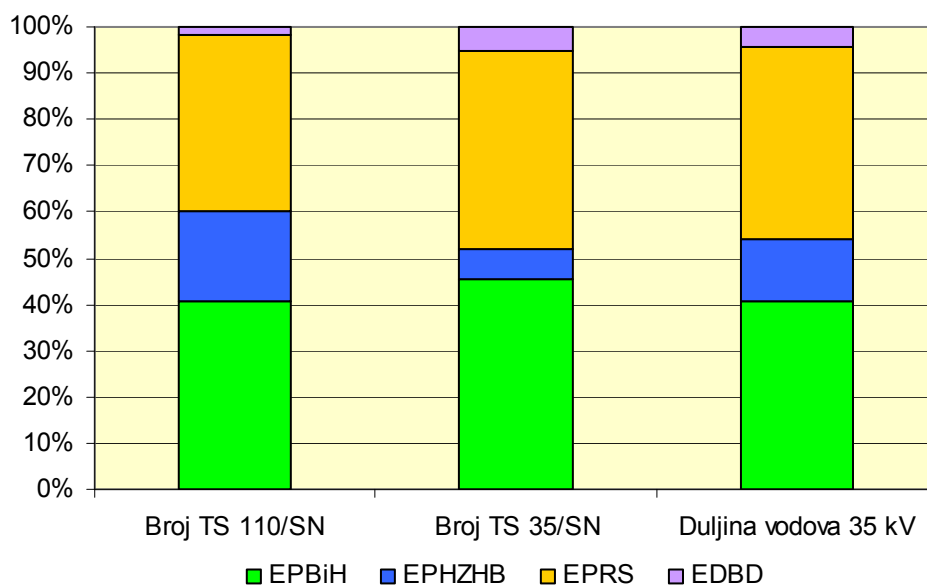
Slika 2.5. Relativni gubici i neregistrirana potrošnja električne energije

2.3. Transformacija VN/SN i primarna mreža srednjeg napona

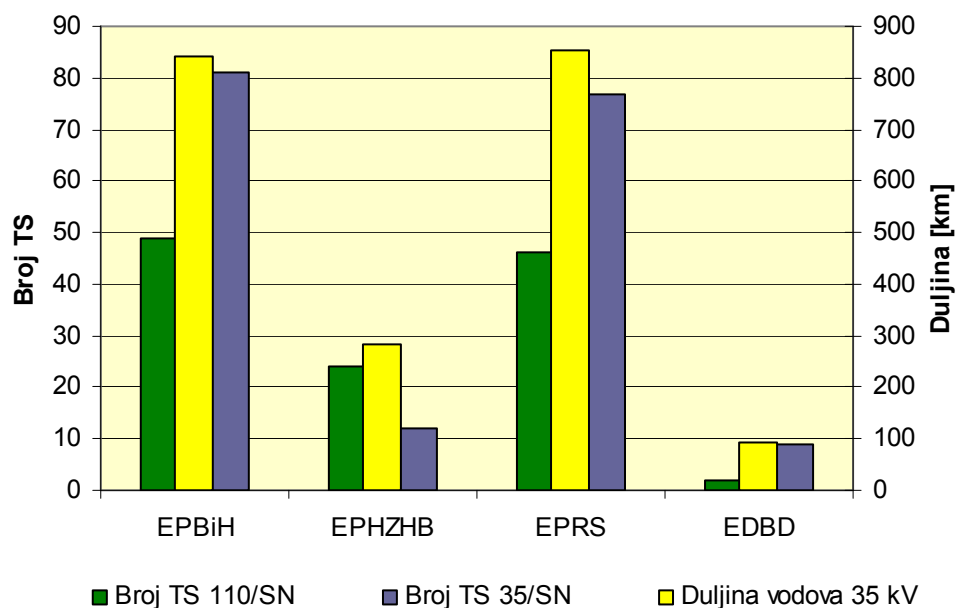
Na području Bosne i Hercegovine u pogonu je 121 TS 110/SN u vlasništvu Elektroprenosa-Elektroprijenosa BiH (u nastavku Elektroprijenos BiH), preko kojih se opskrbljuju kupci na 35 kV, 10(20) kV i niskom naponu te 7 industrijskih u vlasništvu kupaca na 110 kV. U vlasništvu (punom ili djelomičnom) operatora distribucijske mreže je 179 TS 35/SN te preko 2.000 km vodova 35 kV. Strukturu po operatorima distribucijske mreže, odnosno entitetima u Bosni i Hercegovini, daju Tablica 2.2 i Slika 2.6. Vidljivo je da je udio izravne transformacije 110/SN, odnosno distribucija električne energije bez posredovanja mreže 35 kV i transformacije 35/10(20) kV u vlasništvu operatora distribucijske mreže, relativno najzastupljenija u EPHZHB. No, promatrano lokalno, izravna transformacija prevladava na području Elektrokrajine (ERS) i ED Sarajevo (EPBiH), a u velikoj mjeri je prisutna u DP Jug i DP Centar (EPHZHB) i ED Bihać (EPBiH). Mreža 35 kV je izrazito razvijena u ED Tuzla (EPBiH) i Elektro Doboju (ERS).

Tablica 2.2. Objekti VN/SN i primarna distribucijska mreža

Operator mreže / Objekt	Broj TS 110/SN	Broj TS 35/SN	Duljina vodova 35 kV [km]
EPBiH	49	81	840
EPHZHB	24	12	284
ERS	46	77	854
EDBD	2	9	93
FBiH	73	93	1.124
BiH	121	179	2.071

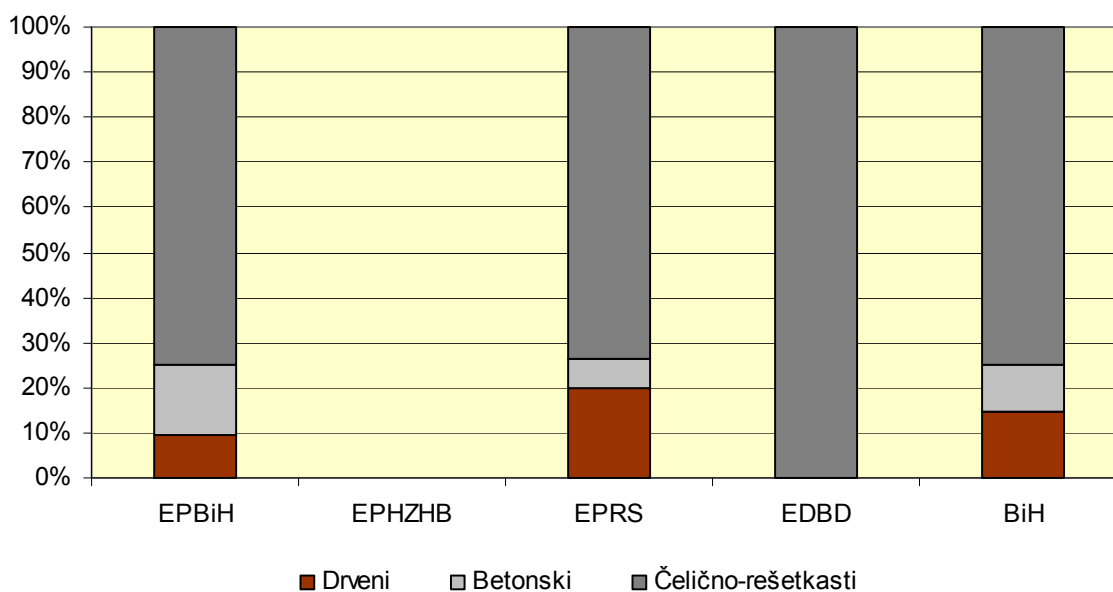


Slika 2.6. Udjeli operatora mreže u TS 110/SN i primarnoj distribucijskoj mreži

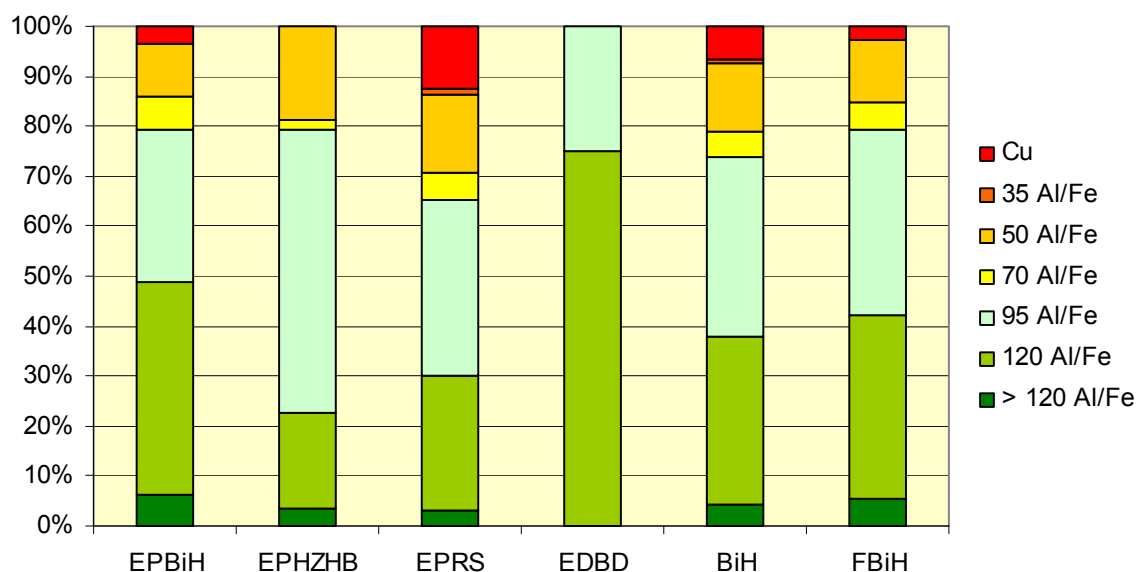


Slika 2.7. TS 110/SN i primarna distribucijska mreža po operatorima

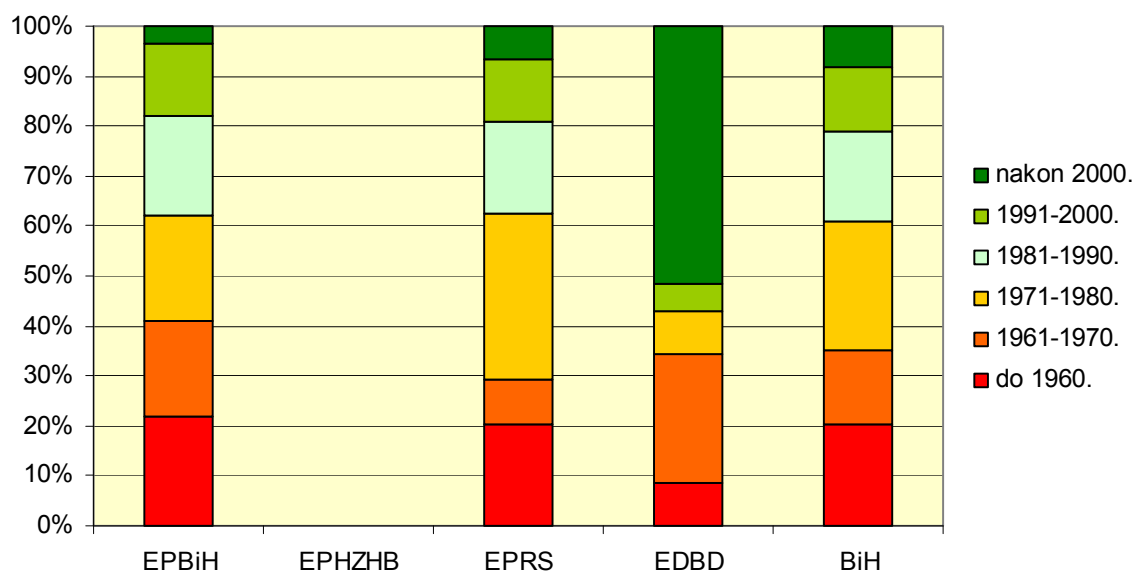
Od ukupno 2.071 km vodova 35 kV, kabele čine 160 km, od čega 33% otpada na izolirane papirom (IPZO 13 i slični), a 36% na izolirane umreženim polietilenom (XHP 48 i slični). Strukturu nadzemnih vodova prema vrsti stupova prikazuje *Slika 2.8*, a prema presjeku vodiča *Slika 2.9*. Vidljivo je da je 3/4 vodova građeno na čelično-rešetkastim stupovima. To su vodovi s presjecima 95 mm² ili većim, koji čine gotovo 80% nadzemne mreže 35 kV. U pogledu presjeka vodiča posebno je kvalitetna mreža 35 kV na području EPBiH, dok struktura starosti mreže (nadzemne i kabeleske zajedno, *Slika 2.10*) pokazuje da je prosječno nešto mlađa mreža ERS.



Slika 2.8. Struktura nadzemnih vodova 35 kV prema vrsti stupova



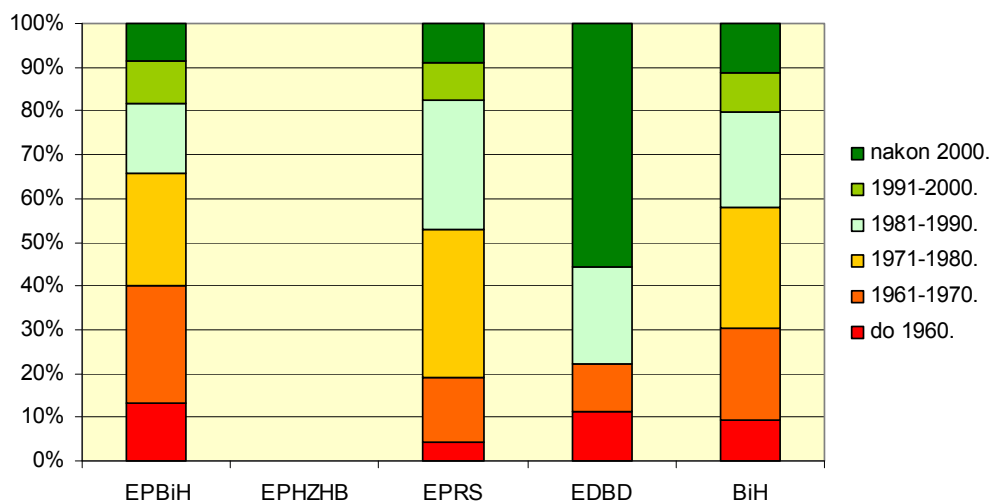
Slika 2.9. Struktura nadzemnih vodova 35 kV prema materijalu i presjeku vodiča [mm²]



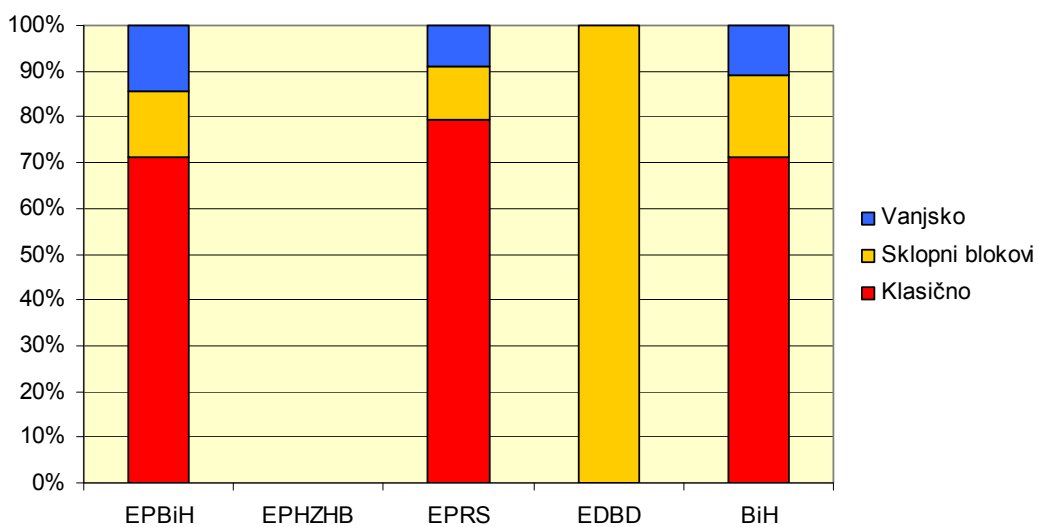
Slika 2.10. Struktura mreže 35 kV prema godini izgradnje

Pregled strukture TS 35/SN dan je na temelju podataka za EPBiH, ERS i EDBD. Struktura TS 35/SN prema starosti (Slika 2.11) pokazuje da su transformatorske stanice prosječno nešto novije od vodova 35 kV, što je i logično ako se uzme u obzir razvoj prema izravnoj transformaciji 110/SN. Ostale glavne karakteristike TS 35/SN su:

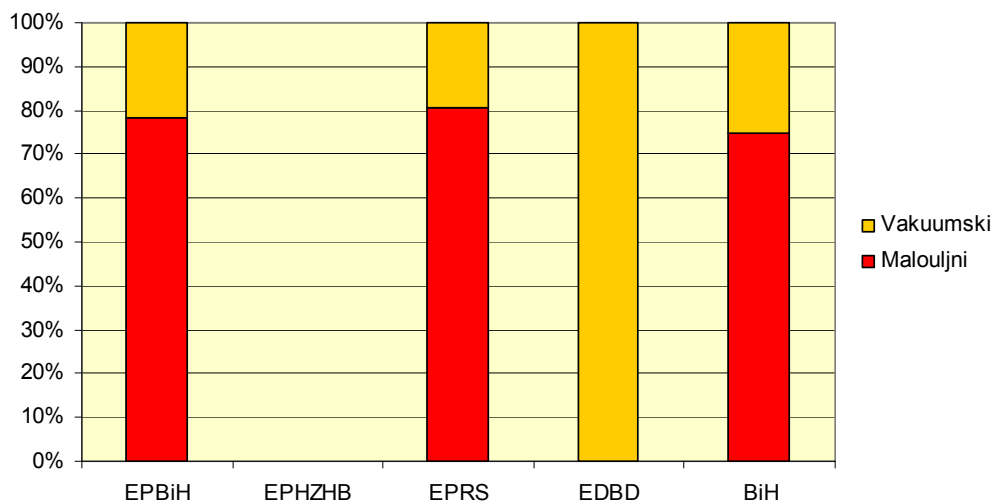
- preko 70% postrojenja je klasično (izolirano zrakom),
- preko 3/4 prekidača je malouljno, a ostali su vakuumski,
- elektromehanička zaštita je zastupljena u 50% stanica EPBiH i 70% stanica ERS, što daje prosjek oko 60% na razini BiH; odgovarajući udjeli digitalne zaštite su 28%, 12% te 24%,
- udio postrojenja 20 kV je 25% u EPBiH, 8% u ERS, odnosno 16% na razini BiH,
- primjena sustava daljinskog vođenja je raširena u TS 110/SN, dok se u TS 35/SN koristi samo iznimno, osim u Elektro Dobo (ERS), gdje je sustavno primijenjena.



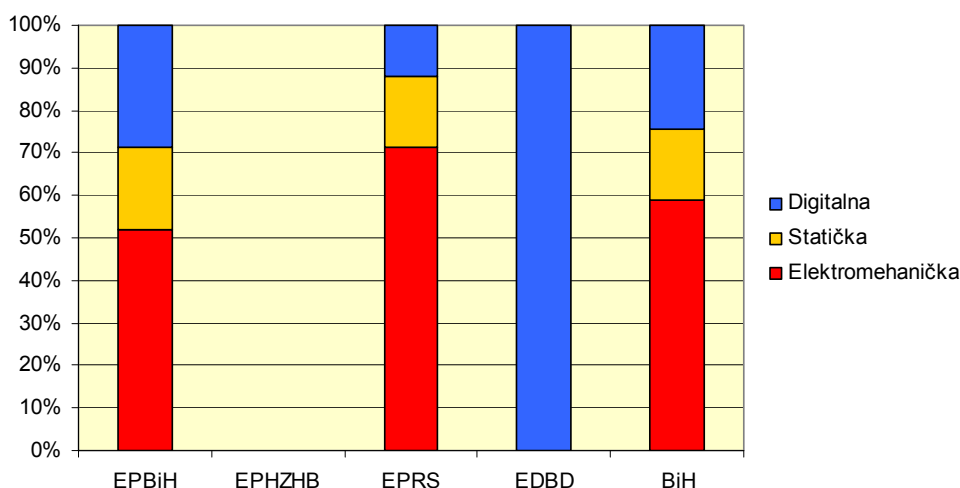
Slika 2.11. Struktura TS 35/SN prema godini izgradnje



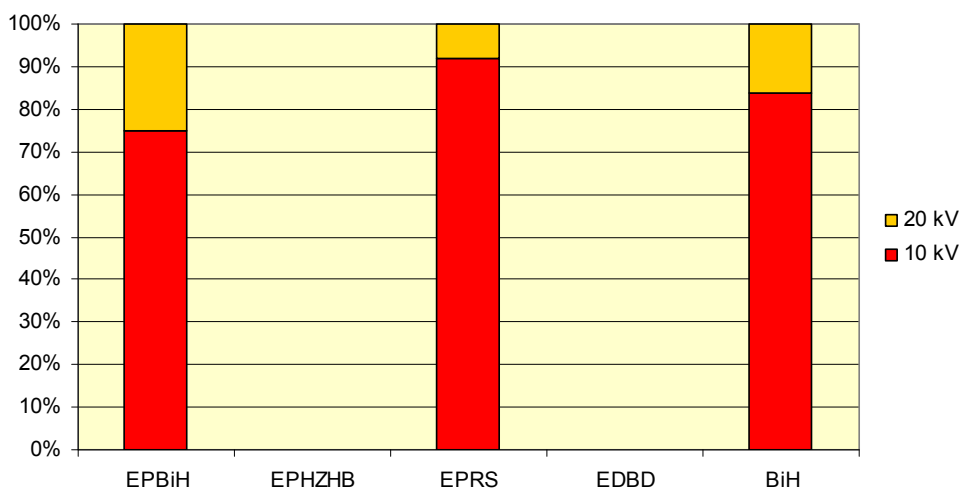
Slika 2.12. Struktura TS 35/SN prema vrsti postrojenja



Slika 2.13. Struktura TS 35/SN prema vrsti prekidača



Slika 2.14. Struktura TS 35/SN prema vrsti zaštite



Slika 2.15. Struktura TS 35/SN prema naponu postrojenja sekundarnog napona

2.4. Sekundarna mreža srednjeg napona

Sekundarnu mrežu srednjeg napona čine nadzemni i kabelski vodovi 10(20) kV te transformacija SN/NN (Tablica 2.3).

Osnovne osobine nadzemnih vodova prikazane su na sljedeće tri slike. Udio drvenih stupova se kreće od 45% u EDBD, preko 60% u EPHZHB i 67% u EPBiH do 75% u ERS, što daje prosjek 70% na razini BiH. Udio čelično-rešetkastih stupova je zanemariv i ne prelazi 5% na razini pojedinog operatora distribucijske mreže.

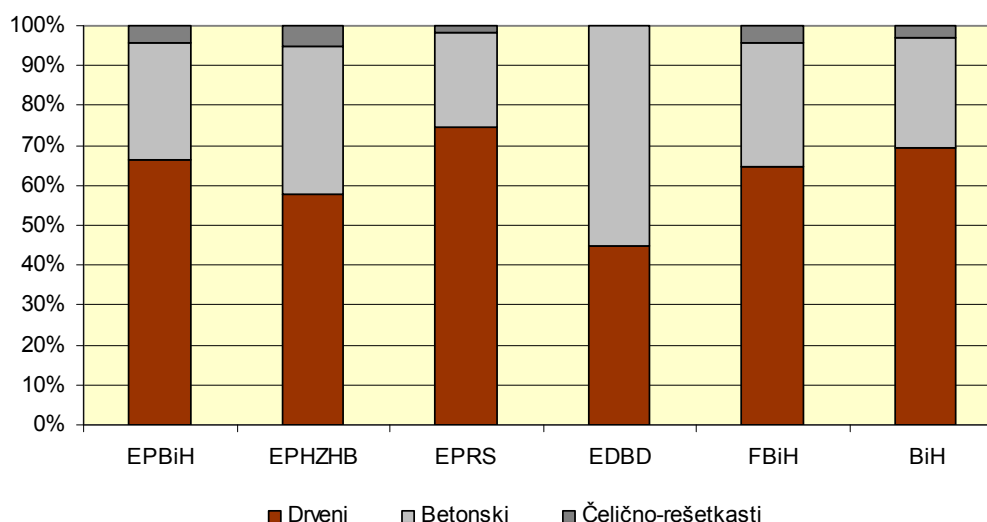
Velika većina vodiča je presjeka od 25 mm² do 50 mm². Ostali vodiči ne prelaze 7%. Udio vodiča presjeka manjeg od 50 mm² je 70% u ERS, 64% u EPBiH, 44% u EPHZHB i 40% u EDBD, što daje prosjek 63% na razini BiH.

Na razini BiH manje od 20% nadzemne mreže je u pogonu na 20 kV, ali postoje velike razlike: čitava mreža EPHZHB i EDBD je u pogonu na 10 kV, dok je udio mreže na 20 kV

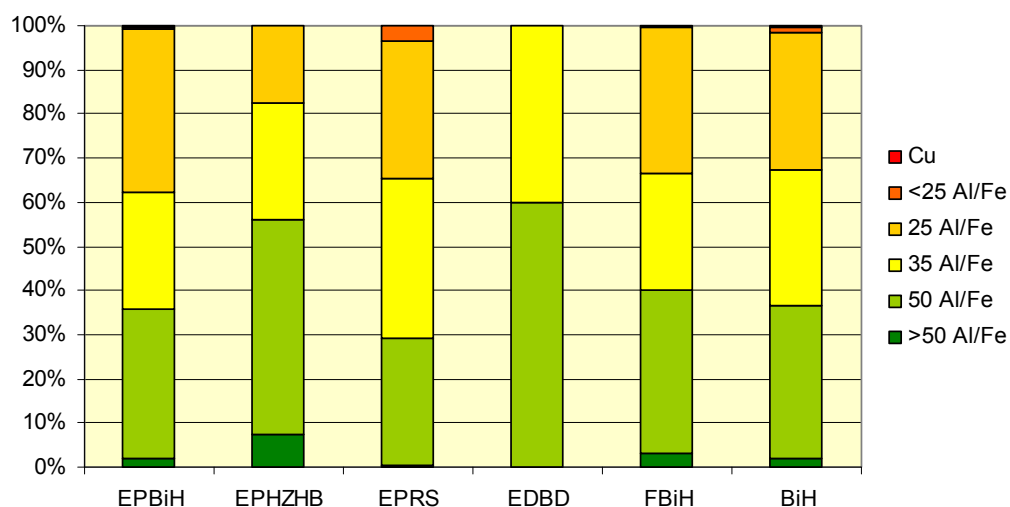
oko 5% u EPBiH (dijelovi ED Bihać i ED Zenica) i čak 30% u ERS (veliki dio Elektrokrajine i vrlo mali dio Elektro distribucije Pale).

Tablica 2.3. Sekundarna distribucijska mreža srednjeg napona

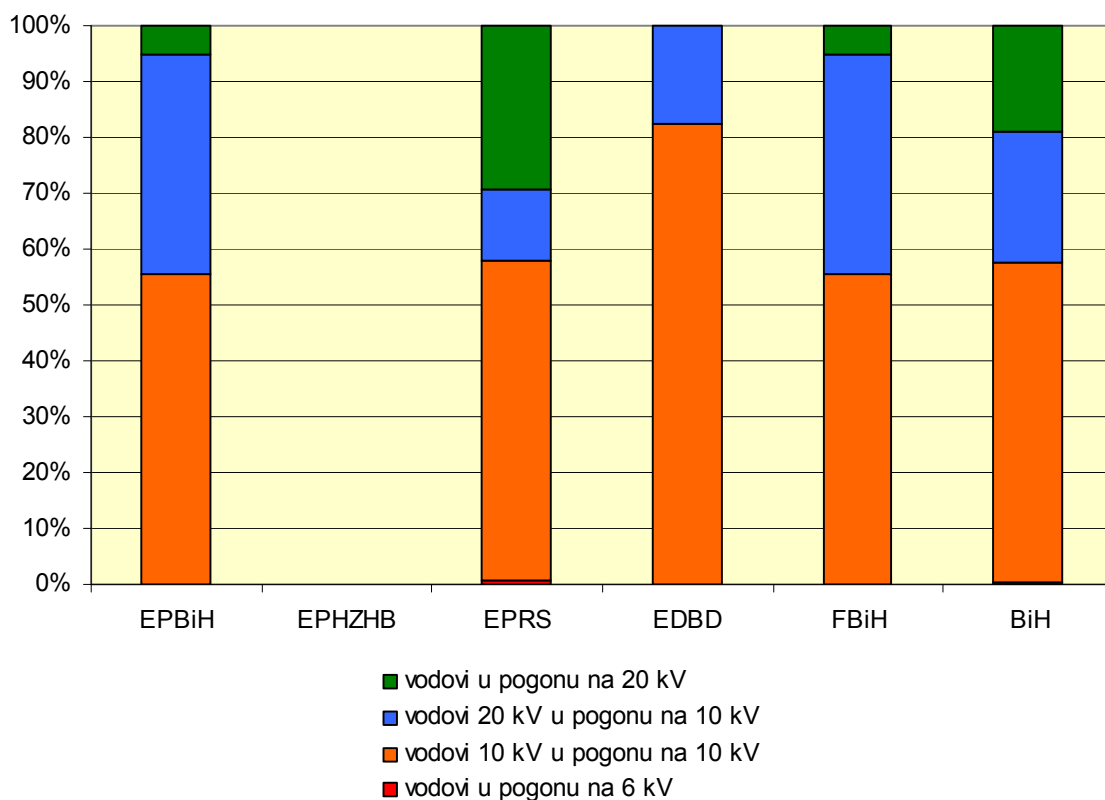
Operator mreže / Objekt	Duljina mreže 10(20) kV [km]	Broj TS SN/NN	Instalirana snaga [MVA]
EPBiH	8.100	7.300	2.200
EPHZHB	3.500	3.300	900
ERS	9.900	8.500	2.100
EDBD	430	440	150
FBiH	11.600	10.600	3.100
BiH	21.930	19.540	5.350



Slika 2.16. Struktura nadzemnih vodova 10(20) kV prema vrsti stupova

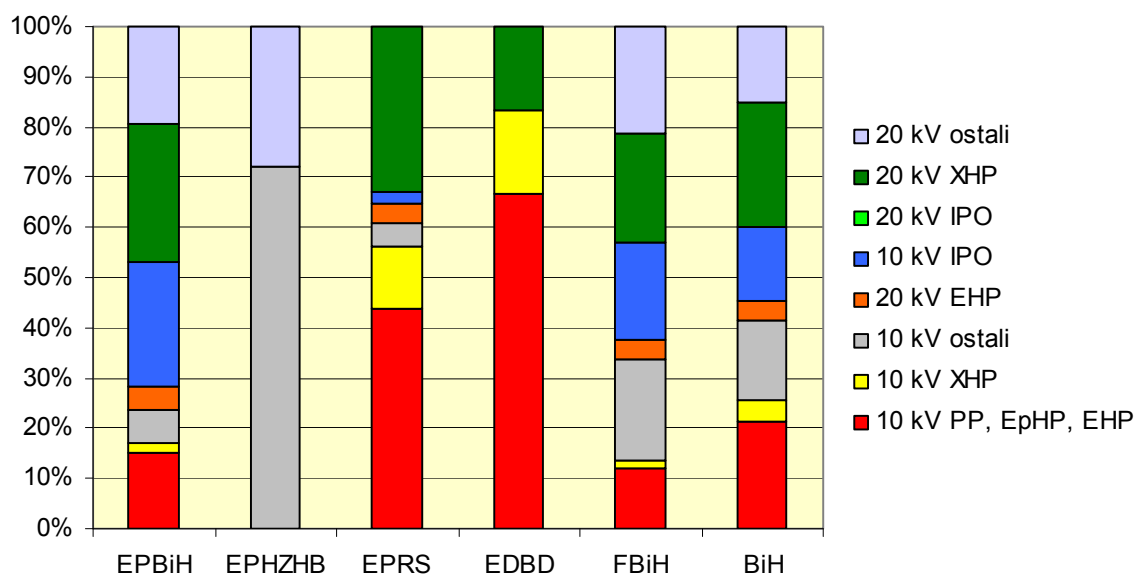


Slika 2.17. Struktura nadzemnih vodova 10(20) kV prema materijalu i presjeku vodiča [mm²]



Slika 2.18. Struktura nadzemnih vodova 10(20) kV prema nazivnom i pogonskom naponu

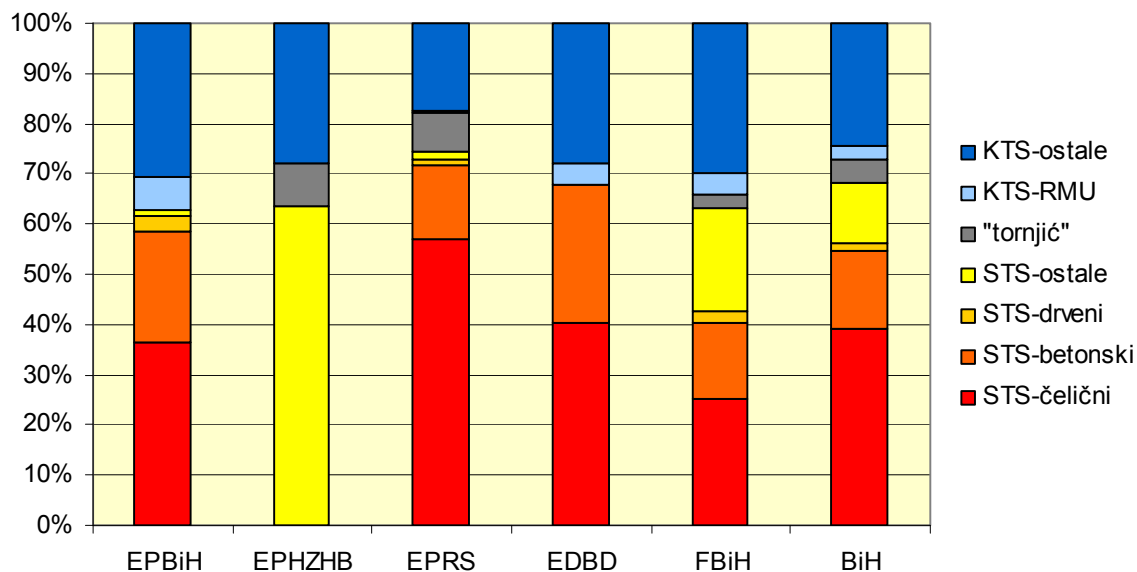
Slika 2.19 prikazuje strukturu kabljske mreže 10(20) kV s obzirom na nazivni napon i vrstu izolacije. Kabeli koji se mogu koristiti na naponskoj razini 20 kV čine od 35% u ERS i EDBD do preko 70% u EPBiH, odnosno oko 60% na razini BiH (uzevši u obzir i 10 kV IPO). U pogonu na 20 kV je 10% kabljske mreže EPBiH (ED Bihać, ED Zenica, ED Sarajevo) te 25% kabljske mreže ERS (Elektrokrajina, Elektrodistribucija Pale).



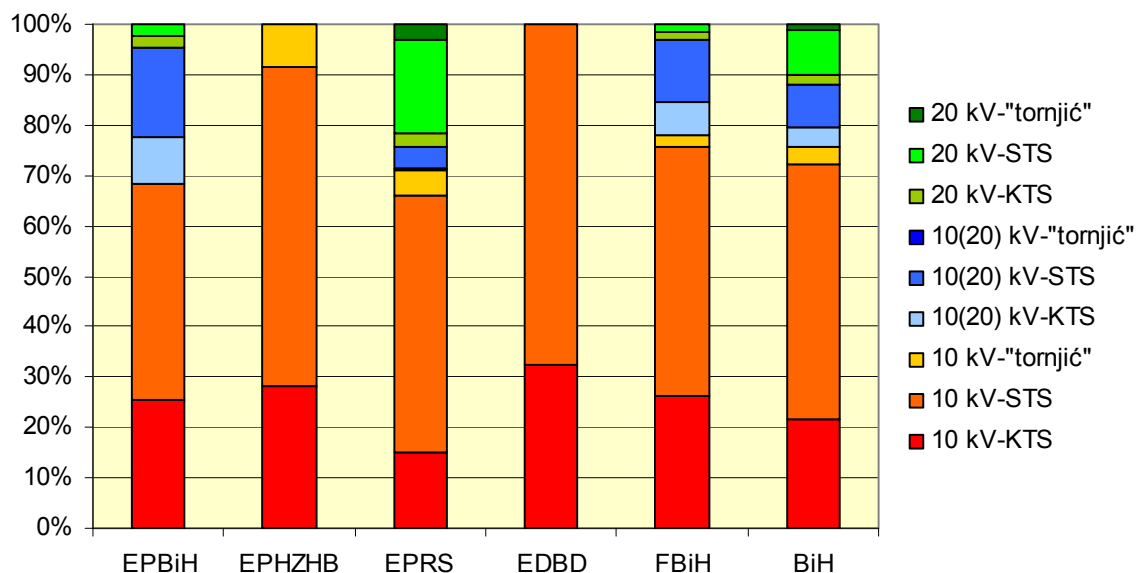
Slika 2.19. Struktura kabljskih vodova 10(20) kV prema nazivnom naponu i vrsti izolacije

Glavne osobine transformacije SN/NN dane su na sljedeće četiri slike. Udio KTS je 37% u EPBiH, 28% u EPHZHB, 18% u ERS, 28% u EDBD, odnosno oko 27% na razini BiH. Ostatak su većinom STS (oko 65%) i „tornjići“ (oko 5%). U strukturi STS prevladavaju čelično-rešetkasti i betonski stupovi: 60% i 35% u EPBiH, 75% i 20% u ERS.

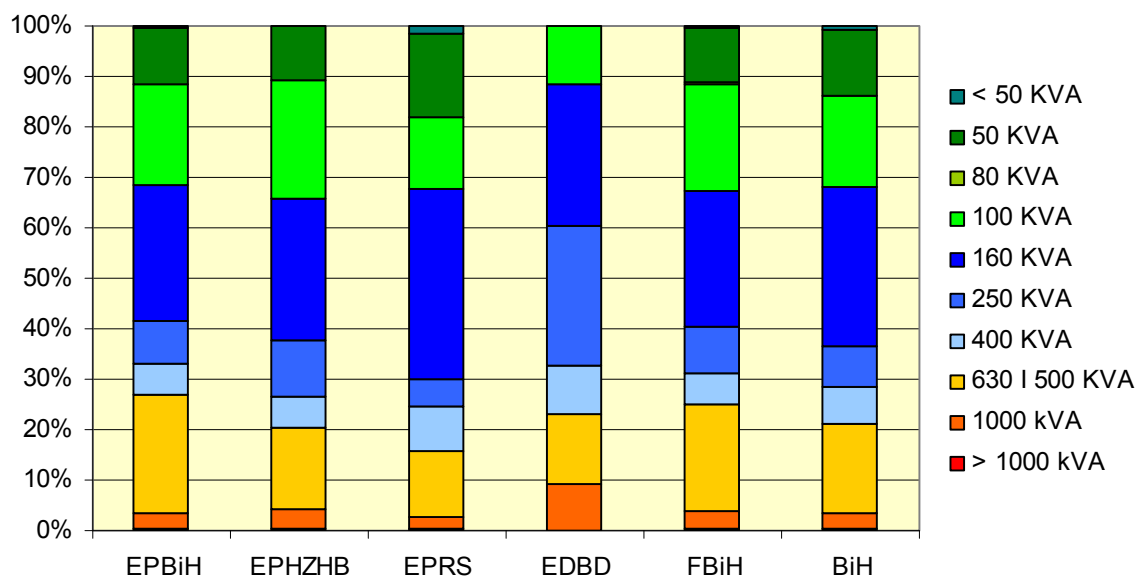
U pogonu na naponskoj razini 20 kV je 4% transformacije u EPBiH i 24% u ERS, što daje udio oko 12% na razini BiH. Ostatak transformacije je u pogonu na 10 kV, a udio ugrađenih preklopivih ili prespojivih transformatora 10(20)/0,4 kV je 28% u EPBiH i 5% u ERS, odnosno 12% na razini BiH.



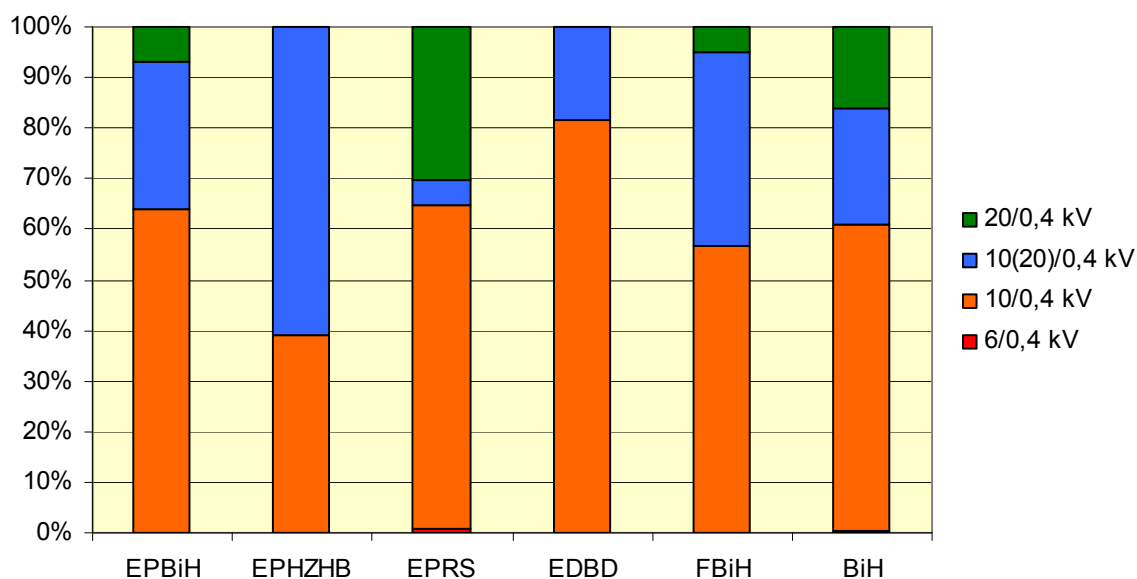
Slika 2.20. Struktura TS 10(20)/0,4 kV prema građevinskoj izvedbi



Slika 2.21. Struktura TS 10(20)/0,4 kV prema nazivnom i pogonskom naponu



Slika 2.22. Struktura transformatora 10(20)/0,4 kV prema nazivnoj snazi



Slika 2.23. Struktura transformatora 10(20)/0,4 kV prema nazivnom i pogonskom naponu

2.5. Mreža niskog napona

Mreža niskog napona može se podijeliti na podzemnu kabelsku i nadzemnu, u kojoj se razlikuje izolirana (samonosivi kabelski snop, SKS) i neizolirana. Globalni pregled mreže niskog napona daje Tablica 2.4.

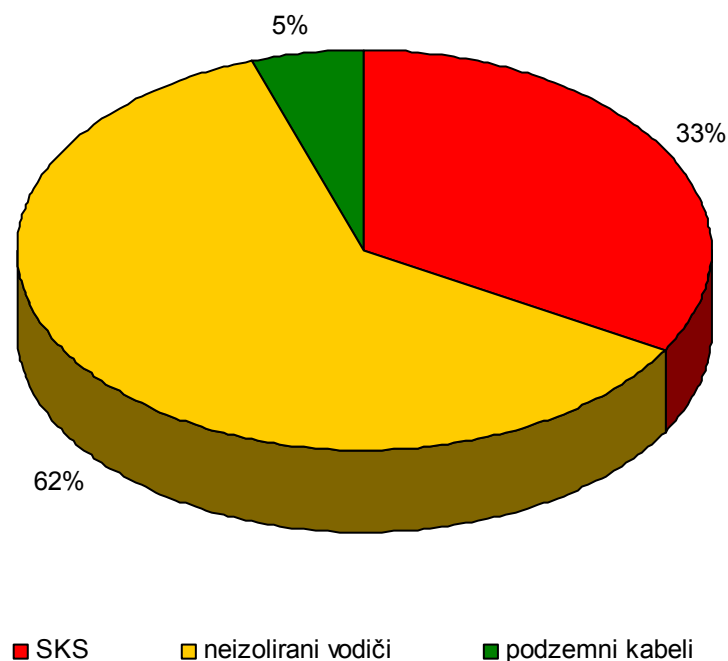
Budući da nije poznata struktura mreže niskog napona za sve operatore distribucijske mreže, na sljedećim slikama je dan globalni pregled na razini BiH na temelju nekih podataka za ERS, EPHZHB i EDBD.

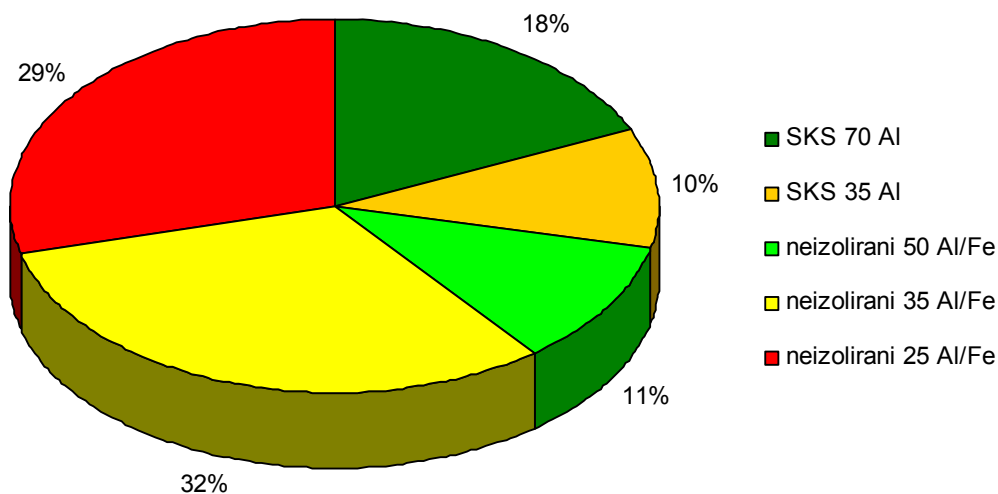
Tablica 2.4. Mreža niskog napona

Operator mreže / Objekt	Duljina nadzemne neizolirane mreže [km]	Duljina nadzemne izolirane mreže [km]	Duljina kabela mreže [km]
EPBiH	20.100		2.200
EPHZHB	2.700	4.000	500
ERS	30.100		1.200
EDBD	200	1.300	120
FBiH	26.800		2.700
BiH	58.400		4.020

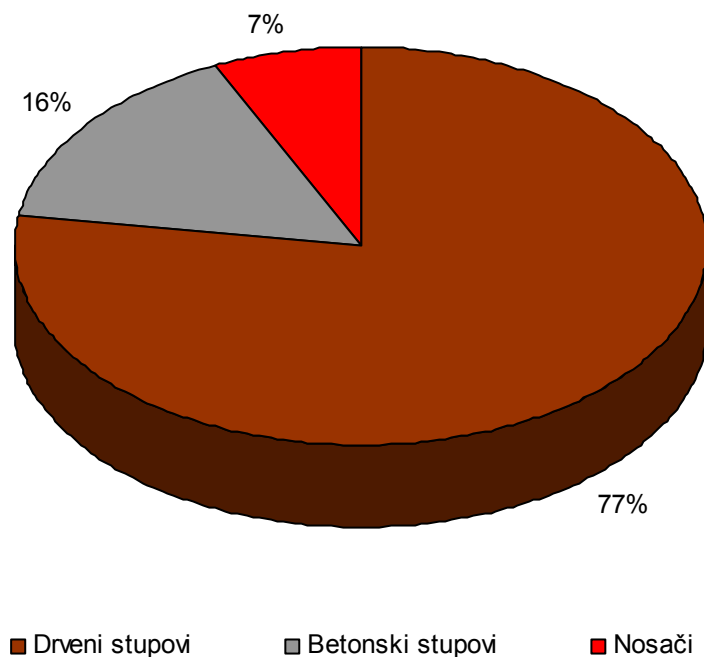
Vidljive su sljedeće osnovne karakteristike mreže niskog napona na području Bosne i Hercegovine:

- 95% čini nadzemna mreža, od koje je preko 50% izvedeno samonosivim kabelskim snopom, što upućuje na značajnu obnovu mreže niskog napona,
- unatoč tome, još uvijek je gotovo 30% mreže vrlo malog presjeka (Al/Fe 25 mm² ili manjeg), a jednaki je i udio vodiča većeg presjeka (Al/Fe 50 mm² ili većeg),
- preko 3/4 nadzemne mreže je na drvenim stupovima, 18% je na betonskim stupovima, a još uvijek je 7% mreže na krovnim ili drugim nosačima.


Slika 2.24. Struktura mreže niskog napona prema vrsti

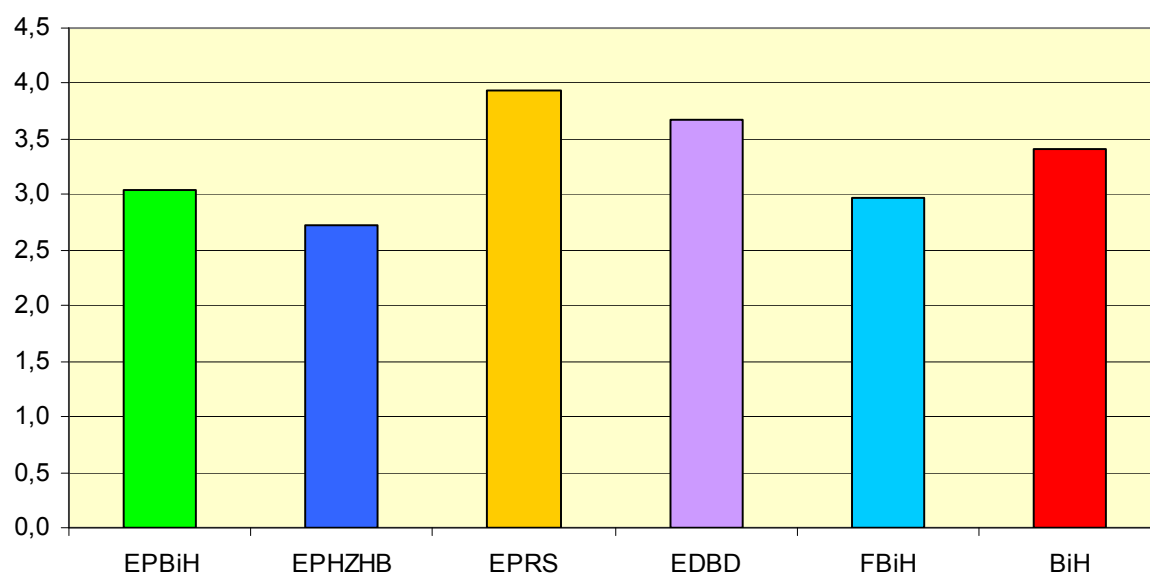


Slika 2.25. Struktura nadzemne mreže niskog napona prema vrsti i presjeku vodiča



Slika 2.26. Struktura nadzemne mreže niskog napona prema vrsti stupova (nosača)

Jedan od osnovnih pokazatelja za analizu i planiranje mreže niskog napona je prosječna duljina mreže niskog napona po transformatorskoj stanici SN/NN (*Slika 2.27*). Vidljivo je da postoje značajne razlike između pojedinih operatora distribucijske mreže. Prosječna duljina mreže niskog napona po transformatorskoj stanici SN/NN je 2,7 km u EPHZHB, 3,0 km u EPBiH, 3,7 u EDBD i čak 3,9 u ERS, a prosjek na razini BiH je 3,4 km. Za usporedbu, 1996. godine je prosjek u Francuskoj bio 1 km, a u Hrvatskoj 2,6 km, dok je prosjek u Crnoj Gori 2004. godine bio 3,5 km.



Slika 2.27. Duljina mreže niskog napona po TS SN/NN

3. METODOLOGIJA PLANIRANJA RAZVOJA DISTRIBUCIJSKE MREŽE

U ovom poglavlju definirana su osnovna načela razvoja distribucijske mreže srednjeg i niskog napona te kriteriji za određivanje potrebne dinamike ulaganja, radi održavanja pogona mreže u skladu s važećim tehničkim propisima i zahtjevima za razinom kvalitete električne energije u pogledu napona i stalnosti napajanja definiranom normom EN 50160 (nakon prijelaznog perioda odobrenog za prilagodbu). Pritom bez mogućnosti detaljnih analiza mreža sekundarnog srednjeg napona i niskog napona nisu moguće procjene efekata pojedinih ulaganja na vrijednosti pokazatelja kvalitete električne energije. Umjesto toga je korišten pristup usporedbe stanja pojedinih dijelova distribucijske mreže u Bosni i Hercegovini sa stanjem u uređenim sustavima distribucije električne energije, na temelju koje su dane smjernice i ciljevi razvoja do 2020. godine.

Procjene potrebnih ulaganja u obnovu postojeće distribucijske mreže provedene su na temelju analize njenog stanja i klasifikacije u razrede, za koje je predviđena različita dinamika i opseg obnove.

Na ovaj način dobivene su procjene potrebnog broja novih odnosno obnovljenih objekata distribucijske mreže. Glavni kriterij određivanja pojedinačnih lokacija treba biti stvarno stanje postrojenja i kvaliteta električne energije priključenih korisnika.

3.1. Osnovna načela razvoja mreže srednjeg napona

Veći dio postojećeg sustava distribucije električne energije na razini srednjeg napona temelji se na dva stupnja transformacije (110/35 kV i 35/10 kV) te dvije mreže srednjeg napona (35 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 dva djelomično povezana načela:

- postupna zamjena naponske razine 10 kV sa 20 kV i
- postupno uvođenje izravne transformacije 110/10(20) kV te ukidanje mreže 35 kV.

Jedan od osnovnih zadataka planiranja distribucijske mreže je pronalaženje optimalnih prijelaznih rješenja, koja će omogućiti postupni prijelaz na novu koncepciju, uz iskorištenje postojeće mreže. Radi se o dugoročnom i nejednolikom procesu, koji u nadzemnoj vangradskoj mreži započinje zamjenom naponske razine 10 kV sa 20 kV, a u gradovima uvođenjem izravne transformacije 110/10 kV. Pitanje smisla obnove postojeće i moguće izgradnje nove mreže 35 kV i transformacije 35/10(20) kV u vangradskim područjima je sljedeća faza, koja mora uzeti u obzir sve bitne lokalne osobine distribucijske mreže. Čitav proces završava prijelazom gradske kabelske mreže na pogon na naponskoj razini 20 kV.

3.1.1. Postupna zamjena naponske razine 10 kV sa 20 kV

Osnovni kriterij za prijelaz na naponsku razinu 20 kV na nekom području je nedostatak prijenosnog kapaciteta postojeće mreže 10 kV. U nadzemnim mrežama to se u pravilu svodi na kriterij dopuštenog odstupanja napona, a u kabelskim mrežama na strujno opterećenje vodiča.

U skladu s navedenom koncepcijom razvoja, mogu se odrediti neke 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. Na područjima gdje se predviđa mogućnost uvođenja u pogon napona 20 kV u sljedećih dvadesetak godina svi novi transformatori u TS 10(20)/0,4 kV trebaju biti preklopivi ili prespojivi. Vodove 10(20) kV treba graditi na betonskim stupovima, a ne na bitno skupljim čelično-rešetkastim. Novi magistralni

vodovi 10(20) kV trebaju imati vodiče tipa barem Al/Fe 95. Suvremene metode polaganja čine kabele konkurentnima nadzemnim vodovima. Osim toga, bez obzira na ekonomske kriterije planiranja, u visoko urbaniziranim područjima te u slučaju nepovoljnih klimatskih uvjeta prednost pri izgradnji imaju kabele.

Uvođenjem u pogon napona 20 kV, postojeće 10 kV nadzemne vodove te 10 kV kabele sa papirnom izolacijom moguće je staviti pod napon 20 kV uz sljedeće uvjete:

- zvjezdište u točki napajanja treba uzemljiti radi smanjivanja unutrašnjih prenapona;
- kabelske glave na navedenim kabelima treba zamijeniti odgovarajućim 20 kV glavama; prema mogućnostima treba zamijeniti i 10 kV kabelske spojnice.

Kvalitetu električne energije treba održavati na definiranoj razini u prvom redu primjenom suvremenih i relativno jeftinih rješenja predviđenih upravo za tu svrhu, umjesto dosadašnje vrlo neracionalne prakse izgradnje primarnih postrojenja (novih izvoda i transformatorskih stanica). Takva rješenja su:

- indikatori kvarova,
- prekidači na stupovima vodova 10(20) kV,
- daljinski upravljani rastavljači na stupovima vodova 10(20) kV i
- automatski regulatori napona u posebnim slučajevima dugačkih izvoda 10(20) kV.

Između bliskih izvoda 10(20) kV treba graditi povezne 10(20) kV vodove. Uvidom u značajke naših nadzemnih mreža 10(20) kV utvrđeno je da je u većini slučajeva moguće uspostaviti vezu između pojedinih izvoda i između transformatorskih stanica 110/10(20) kV i 35/10(20) kV izgradnjom relativno kratkih spojnih vodova.

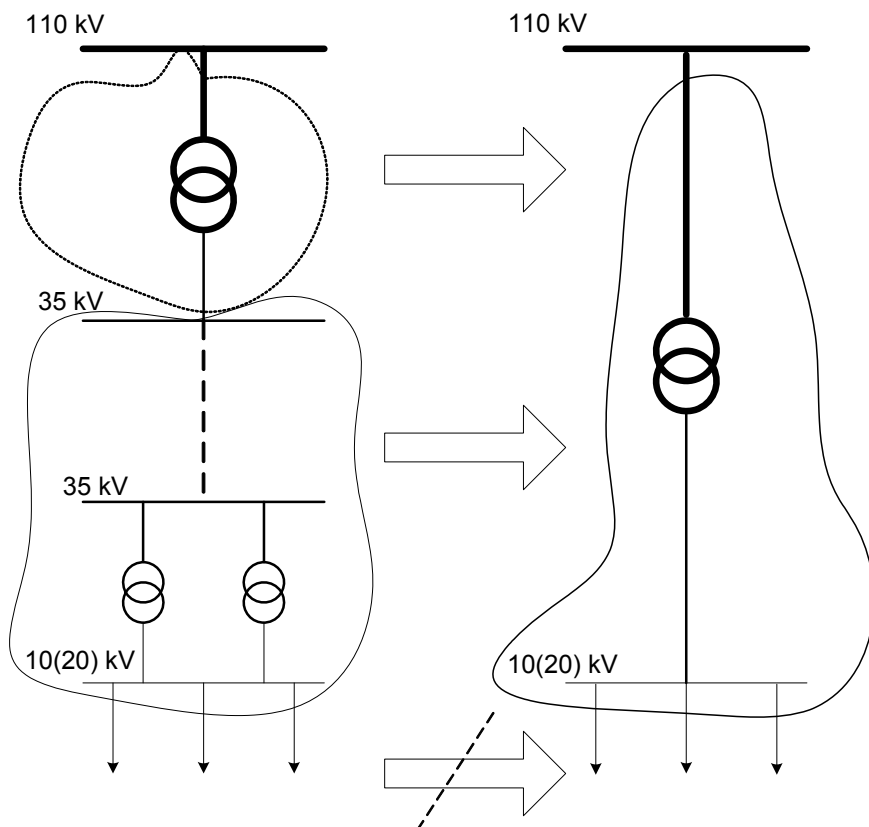
3.1.2. Postupno uvođenje izravne transformacije 110/10(20) kV i ukidanje mreže 35 kV

Prijelaz na izravnu transformaciju 110/10(20) kV i napuštanje mreže 35 kV nije nužno neposredno povezano s procesom zamjene napona 10 kV sa 20 kV. Osnovni kriterij je nedostatak prijenosnog kapaciteta postojeće mreže 35 kV i transformacije 35/10 kV, ali osim toga i moguće izbjegavanje troškova vezanih uz potrebu buduće obnove postrojenja 35 kV i potpuno dotrajalih vodova 35 kV. Posebno je važno uočiti da je uloga TS 110/10(20) kV u elektroenergetskom sustavu bitno drukčija od uloge TS 110/35 kV (Slika 3.1).

Vidljivo je da TS 110/10(20) kV predstavlja zamjenu ne samo za TS 110/35 kV, nego i TS 35/10 kV. Prema tome, prilikom analize opravdanosti izgradnje tih stanica nije moguće prihvatiti pojednostavljeni pristup utemeljen na snazi ugrađene transformacije u postojećim TS 110/35 kV, jer bi se uvažavanjem samo tog kriterija razvoj distribucijske mreže često unaprijed usmjeravao u smjeru daljnjih ulaganja u mrežu 35 kV, što u mnogim slučajevima nije opravdano. Pravilan tehničko-ekonomski pristup podrazumijeva sljedeće:

- analizu 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);
- detaljne energetske proračune u mreži 35 i 10 kV, za sadašnje i buduće stanje;
- usporedbu mogućih tehničkih rješenja, posebno koncepcije utemeljene na izgradnji izravne transformacije 110/10(20) kV (što znači odumiranje mreže 35 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;
- usporedbu ekonomskih pokazatelja za sve promatrane mogućnosti.

Samo nakon provođenja ovih analiza se može donijeti odluka o (ne)opravdanosti izgradnje nove TS 110/10(20) kV, neovisno o raspoloživoj snazi transformacije u postojećim TS 110/35 kV.



Slika 3.1. Usporedba koncepcije distribucijske mreže s izravnom transformacijom 110/10(20) kV i koncepcije s mrežom 35 kV i međutransformacijom 35/10(20) kV

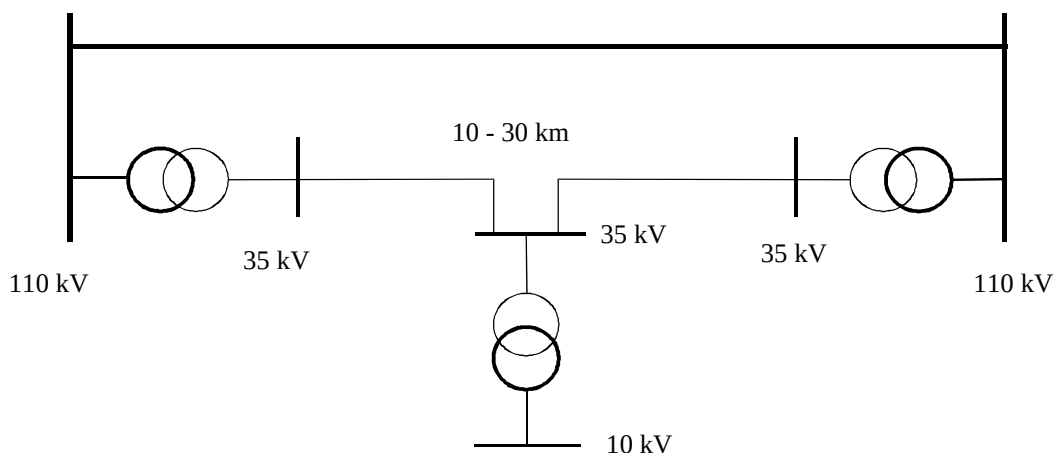
Načelna orijentacija na izravnu transformaciju 110/10(20) kV ne znači da se neće graditi ili obnavljati vodovi 35 kV i TS 35/10(20) kV, osobito u područjima male gustoće opterećenja ili u mrežama u kojima nije provedena sustavna ugradnja opreme nazivnog napona 20 kV. Prilikom rekonstrukcije postojećih TS 35/10 kV i TS 10/0,4 kV treba ugrađivati opremu stupnja izolacije 24 kV. Kod izgradnje novih vodova 35 kV treba koristiti racionalnija rješenja od postojećih vodova na čelično rešetkastim stupovima sa zaštitnim vodičima, kao što su vodovi s betonskim stupovima bez zaštitnog vodiča ili, u uvjetima teške primjene betonskih stupova, vodovi na čelično-rešetkastim stupovima bez zaštitnog vodiča. Umjesto nadzemnih vodova 35 kV na čelično-rešetkastim stupovima treba također koristiti kabele 35 kV, s obzirom da im je cijena postala konkurentna. Nakon uvođenja u pogon napona 20 kV, ti vodovi će raditi pod naponom 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.

Prilikom izgradnje transformatorskih stanica 110/10(20) kV i 35/10(20) kV treba usvojiti takva rješenja koja će omogućiti fleksibilan razvoj mreže u budućnosti. Na području većih gradskih cjelina treba nastojati maksimalno iskoristiti postojeću transformaciju 35/10 kV. Nakon iskorištenja raspoložive snage postojeće transformacije 35/10 kV, napajanje tih gradova treba rješavati gradnjom novih TS 110/10(20) kV. Te stanice će u početku raditi kao TS 110/10 kV, dok se ne stvore uvjeti za prelazak na rad kao TS 110/20 kV. Brzina prelaska najviše ovisi o duljini postojećih 10 kV kabela, koji se neće uvijek moći brzo zamijeniti 20 kV

kabelima. Na području malih gradova, ako se pokaže da nije opravdana izgradnja novih TS 110/10(20) kV, dolazi u obzir izgradnja novih TS 35/10(20) kV, koje će u prvoj fazi raditi kao TS 35/10 kV, a kada se stvore uvjeti kao TS 35/20 kV. Pritom treba rezervirati dovoljno velike lokacije, kako bi se u budućnosti te stanice mogle pretvoriti u TS 110/10(20) kV (uz iskorištenje postrojenja 10(20) kV). Kod TS 35/10(20) kV u vangradskim područjima u pravilu postoji dovoljno rezerve u snazi transformacije. Kod takvih mreža problem nije u transformaciji, nego u gubitku napona na vodovima 10 kV. S porastom opterećenja broj izvoda 10 kV s povećanim gubicima napona će se povećati. U tim situacijama treba rekonstruirati TS 35/10 kV u TS 35/20 kV. Na taj način se na duži rok popravljaju situacija u mrežama 10 kV. U daljnjoj budućnosti TS 35/20 kV zamijenit će se sa TS 110/20 kV, kada to bude opravdano s energetskeg stanovišta. Kao privremeno rješenje treba koristiti naprave za automatsku regulaciju napona.

Koncepcija izravne transformacije 110/10(20) kV zahtijeva upotrebu jednostavnijih tehnoloških rješenja te je potrebno tipizirati pojednostavljene jednotransformatorske TS 110/10(20) kV s transformatorom male snage (8 ili 10 MVA). Takvo rješenje se može primijeniti u ruralnim područjima gdje postoje izgrađeni vodovi 110 kV, na koje se pojednostavljena stanica priključuje putem kratkih odvojaka. 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.

Kao karakterističan primjer primjene jednotransformatorske TS 110/10(20) kV s transformatorom male snage može se navesti problem dotrajalosti nadzemnih vodova 35 kV (Slika 3.2). Nadzemni vod 35 km redovito je puno stariji od paralelno izgrađenog voda 110 kV. U slučaju izrazite dotrajalosti postavlja se zahtjev za gradnjom novog, zamjenskog voda 35 kV. Alternativa je gradnja pojednostavljene TS 110/10(20) kV, koja bi se priključila na susjedni vod 110 kV te bi zamijenila TS 35/10 kV. Ako se radi o novijoj TS 35/10 kV, može se iskoristiti 10 kV postrojenje u toj stanici kao "produžena" sabirnica nove TS 110/10(20) kV.



Slika 3.2. Primjer korištenja transformacije 110/35/10 kV

Uz važeće odnose cijena, pojednostavljena TS 110/10(20) kV košta kao 10-12 km nadzemnog voda 35 kV (ovisno o lokalnim uvjetima). No, potrebno je napomenuti da uporaba pojednostavljenih TS 110/10(20) kV zahtijeva kvalitetno održavanje postrojenja, kako bi se minimizirao broj kvarova, jer ne postoji rezerva u transformaciji. Moguće rješenje je držanje nekoliko rezervnih transformatora na odgovarajućim lokacijama u Bosni i Hercegovini te obučavanje ekipa, koje bi se eventualne zamjene pokvarenih transformatora

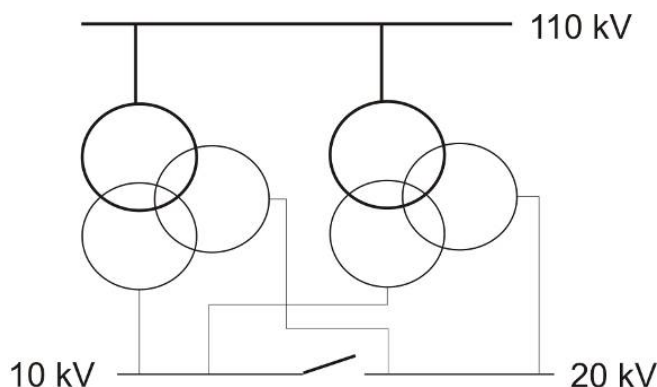
izvršile u što kraćem vremenu. Nužna rezerva može se osigurati kroz povezu mrežu 10(20) kV.

Unatoč načelnoj orijentaciji na sustav izravne transformacije 110/10(20) kV, radi lokalnih posebnosti razvoja distribucijske mreže i u budućnosti će se morati graditi (rekonstruirati) TS 35/10(20) kV, za što je potrebno usvojiti sljedeće smjernice:

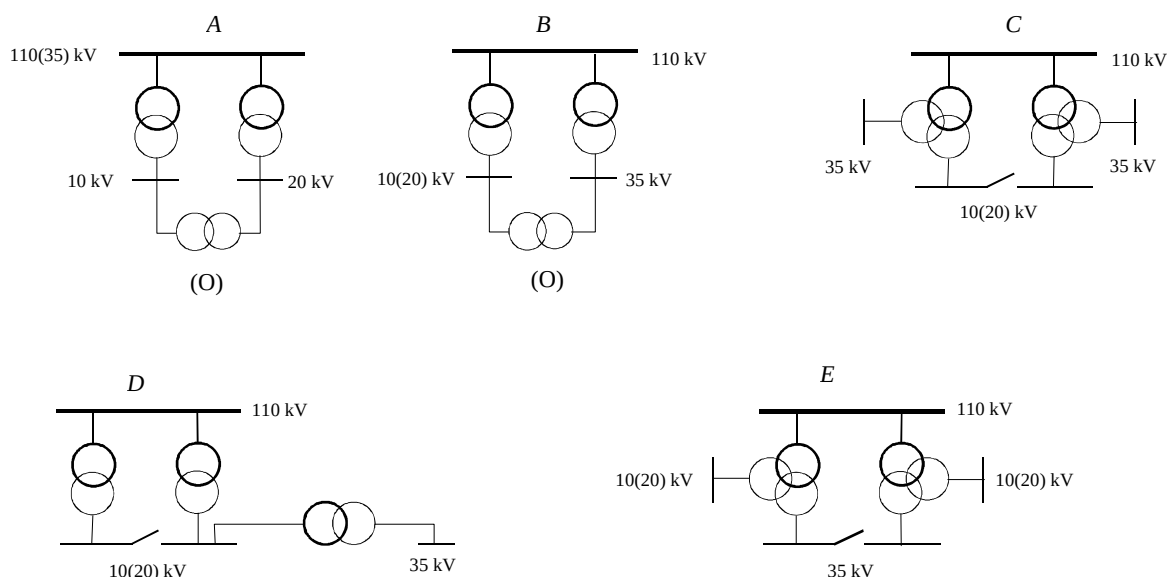
- stanice treba projektirati za maksimalnu moguću instaliranu snagu 2x8 MVA;
- postrojenje 10(20) kV treba izvoditi samo sa 20 kV opremom;
- potrebno je predvidjeti i takvo rješenje, koje omogućava da se u budućnosti TS 35/20 kV pretvori u TS 110/10(20), uz korištenje postojećeg 10(20) kV postrojenja.

Kao netipična rješenja, dolaze u obzir i gradska TS 35/10(20) kV za snagu 2x16 MVA ili vangradska 4 MVA, uvjetovana u prvom redu problemima s naponima u izoliranim dijelovima mreže 10 kV koji ne mogu u zahtijevanom roku preći na pogon na 20 kV. Takve stanice treba rješavati od slučaja do slučaja.

S obzirom na značajke postojećih distribucijskih mreža, često će trebati u TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV u sklopu prijelaza na pogon na naponskoj razini 20 kV osigurati uporabu dva sekundarna napona. U tom smislu Bosna i Hercegovina je u značajnoj prednosti pred primjerice Hrvatskom, jer u mnogim distribucijskim područjima postoji praksa korištenja izravne transformacije 110/10(20) kV te, što je također jako bitno, praksa ugradnje transformatora 110/20/10 kV s namjerom korištenja tercijara, koji tada ima i prikladnu nazivnu snagu, usporedivu ili ponekad i veću od one sekundara. Upravo radi toga se preporučuje u budućnosti nastaviti praksu kupnje transformatora 110/10(20)/10 kV 20/20/14 MVA. To će u velikom broju područja značajno pojednostavniti prijelaz na pogon s naponske razine 10 kV na 20 kV, jednostavnim korištenjem jedne sekcije sabirnica SN na 10 kV, a drugim na 20 kV, uz zadržavanje (N-1) kriterija u transformaciji 110/10(20) kV (Slika 3.3). Istovremeno prespojivi sekundarni namot omogućava prijenos pune snage na 10 kV do prijelaza na pogon na 20 kV. Na područjima gdje takvo rješenje nije ostvarivo, mogu se koristiti neke sheme koje omogućavaju napajanje mreža srednjeg napona na fleksibilan način, uz istodobno zadržavanje zadovoljavajuće pouzdanosti pogona mreže (Slika 3.4).



Slika 3.3. Shema TS 110/20/10 kV



(O) - OPCIIJA

Slika 3.4. Moguće sheme TS 110/10(20) kV i 35/10(20) kV

Shema (A) koristi se u situacijama kada nije moguće odjednom cijelu mrežu prevesti sa napona 10 kV na napon 20 kV. Česta je situacija da se nadzemna mreža može brzo staviti pod napon 20 kV, a kabela mreža zahtijeva vrijeme za prelazak zbog visokih troškova zamjene 10 kV kabela. Shema (B) može se koristiti za napajanje gradskih mreža putem napona 10(20) kV, dok se transformator 110/35 kV koristi za napajanje postojeće mreže 35 kV. Ova shema dolazi u obzir za primjenu i kod rekonstrukcije postojećih TS 110/35 kV. Shema (C) nije uobičajena u distribucijskim mrežama. Ona bi se mogla koristiti za napajanje gradskih mreža 10(20) kV, dok bi se putem tercijara napajala vangradska mreža 35 kV, koja je obično slabo opterećena. Shema (D) zasnovana je na istoj ideji kao i prethodna. Razlika je u tome što se u ovom slučaju može iskoristiti postojeća TS 35/10 kV za dobivanje napona 35 kV, tj. za daljnje napajanje vangradske mreže 35 kV. Shema (E) može se koristiti kod stanica koje napajaju dobro opterećenu mrežu 35 kV, a kod kojih postoji potreba i za napajanjem 10(20) kV mreža koje su locirane blizu TS 110/35/10 kV. Time se izbjegava gradnja TS 35/10 kV u neposrednoj okolini TS 110/10 kV. Potrebno je upozoriti da pri korištenju tercijara transformatora 110/SN za napajanje nadzemnih mreža treba osigurati kvalitetnu prenaponsku zaštitu te uzemljiti zvjezdžište.

3.2. Osnovna načela razvoja mreže niskog napona

Optimalan broj i instalirana snaga transformacije 10(20)/0,4 kV na nekom području uvjetovani su gustoćom opterećenja. Postojeća mreža niskog napona, naročito u vangradskim mrežama, nije optimalno izgrađena. Prosječno je po TS 10(20)/0,4 kV priključena prevelika duljina mreže niskog napona, uglavnom malog presjeka vodiča. Razvoj mreže niskog napona treba temeljiti na sljedećim načelima:

- kratki izvodi niskog napona i
- pojednostavnjene TS 10(20)/0,4 s transformatorima relativno male nazivne snage i kratkom priključenom mrežom niskog napona.

Ovakva koncepcija razvoja mreže niskog napona znači da nisu planirana veća ulaganja u vodove niskog napona, već se opskrba povećanog opterećenja rješava povećanjem broja izvoda niskog napona ugradnjom novih TS 10(20)/0,4 kV u postojeću mrežu. Alternativno rješenje, zamjena vodiča malog presjeka novim dionicama sa SKS-om, je u načelu skuplje. Sustavna zamjena vodova niskog napona radi dotrajalosti nije planirana, već samo zamjena dotrajalih stupova i neispravnih izolatora. Zamjenska izgradnja je opravdana u mrežama u kojima nije moguće na bolji način omogućiti napajanje kvalitetnom električnom energijom (u pogledu napona i stalnosti napajanja) ili zbog sigurnosnih razloga.

Osim toga, preporučuje se ugradnja transformatora sa smanjenim gubicima. Pritom je uputno prije njihove sustavne ugradnje pristupiti izradi posebne studije kojom bi se analizirali i definirali parametre transformatora 10(20)/0,4 kV sa smanjenim gubicima, vodeći računa o njihovoj većoj cijeni, ali i doprinosu smanjenju gubitaka električne energije.

3.3. Modernizacija sustava distribucije električne energije

Pri planiranju razvoja složenog sustava kakav je distribucija električne energije potrebno je planirati stalnu modernizaciju, odnosno postupnu zamjenu pojedinih uređaja novim i modernijim te ugradnju suvremenih uređaja koji doprinose pouzdanijem pogonu distribucijske mreže i kvalitetnijem napajanju njenih korisnika. Međutim, pritom odlučujući trebaju biti ekonomski kriteriji planiranja distribucijske mreže kroz vrednovanje dobiti i troškova ugradnje ili zamjene uređaja. To znači da u pravilu vrijede sljedeća načela modernizacije sustava distribucije električne energije:

- primjenjivati suvremena tehnička rješenja, kao što su optički kabeli u zaštitnim vodičima, plinom izolirana postrojenja s vakuumskim prekidačima i integriranom numeričkom zaštitom na srednjem naponu u transformatorskim stanicama VN/SN i SN_P/SN_S, plinom izolirana postrojenja (RMU) u KTS SN/NN, samonosive kabeleske snopove na niskom naponu te sustave daljinskog upravljanja i nadzora,
- izbor moderne opreme za ugradnju u distribucijskoj mreži potrebno je vršiti imajući u vidu stvarne potrebe,
- u slučaju zadovoljavajućeg rada i karakteristika postojećih uređaja u distribucijskoj mreži nije opravdano vršiti modernizaciju zamjenom uređaja u kratkom roku, osim iznimno, na primjer kada je otežano održavanje radi prestanka proizvodnje rezervnih dijelova,
- nije opravdano ugrađivati nove uređaje čije se sve karakteristike u njihovom životnom vijeku neće moći iskoristiti,
- najsuvremenije tehnologije treba koristiti samo onda kada je to tehnički nužno i ekonomski opravdano.

U ovu kategoriju ulaze i projekti koji nisu uvjetovani tehničkim kriterijima, ali mogu donijeti značajnu ekonomsku korist operatoru distribucijske mreže kroz smanjenje troškova i reorganizaciju redovitog poslovanja. Tu se u prvom redu misli na dugoročne strateške projekte, na primjer smanjenje gubitaka električne energije i snage, smanjenje neovlaštene potrošnje rekonstrukcijom priključaka i postavljanjem mjernih mjesta na fasadu ili granicu vlasništva posjeda, automatizaciju i daljinsko upravljanje mrežom, ugradnju elektroničkih brojlara električne energije i omogućavanje daljinskog očitavanja i upravljanja potrošnjom i slično.

3.4. Tehnički kriteriji planiranja distribucijske mreže

Tehnički kriterij pouzdanosti određuje željeno ponašanje sustava distribucije električne energije pri nastanku poremećaja značajnije vjerojatnosti i manje vjerojatnosti u distribucijskoj mreži.

Distribucijska mreža mora biti dimenzionirana tako da su u stanju raspoloživosti svih elemenata mreže (stanje bez poremećaja) vrijednosti svih pogonskih veličina (napon, struja) unutar dopuštenih granica, bez obzira na razinu opterećenja i angažman proizvodnih postrojenja.

Distribucijska mreža mora biti dimenzionirana tako da su u slučaju nastanka poremećaja značajnije vjerojatnosti isključeni sljedeći učinci:

- trajno narušavanje graničnih vrijednosti pogonskih veličina u distribucijskoj mreži (napon, struja), koje dovodi u opasnost siguran pogon ili uzrokuje oštećenje, odnosno nedopušteno skraćivanje životne dobi opreme distribucijske mreže ili uređaja u vlasništvu korisnika mreže,
- broj i trajanje prekida napajanja korisnika veći od dopuštenih vrijednosti unatoč iskorištenju rezervnih prijenosnih kapaciteta u mreži, ako je na ekonomski opravdan način moguće izvesti odgovarajuće pojačanje mreže,
- širenje poremećaja, odnosno daljnje isključivanje djelovanjem uređaja zaštite dijelova distribucijske mreže koji nisu izravno zahvaćeni poremećajem.

Pri nastanku poremećaja značajne vjerojatnosti sustav mora biti sposoban postići novo ravnotežno stanje te se u najkraćem mogućem roku primjenom dispečerskih mjera ili korektivnih akcija te otklanjanjem poremećaja vratiti u stanje u kojemu će kriterij pouzdanosti biti zadovoljen.

Svi planovi razvoja i izgradnje distribucijske mreže koji uključuju nove objekte određene po tehničkim kriterijima planiranja razvoja moraju zadovoljavati ekonomske i ekološke zahtjeve. Ekonomski zahtjevi definirani su ekonomskim kriterijima planiranja razvoja, dok se ekološki zahtjevi odnose na postojeće i buduće propise i zakone Bosne i Hercegovine u tom području.

Poremećaji značajne vjerojatnosti označavaju se oznakom (N-1) i obuhvaćaju sljedeće događaje koji se javljaju u pogonu distribucijske mreže:

- neraspoloživost jednog jednosustavnog ili jednostrukog voda (nadzemni vod/kabel),
- neraspoloživost jedne trojke dvosustavnog voda,
- neraspoloživost jednog energetskog transformatora.

Sposobnost mreže da zadovolji kriterij (N-1) ispituje se na dva načina, ovisno o uzroku poremećaja. U slučaju ispada radi kvara na jednom od navedenih elemenata distribucijske mreže radi se o neplaniranoj neraspoloživosti te se kriterij (N-1) ispituje s obzirom na vršno opterećenje u razmatranom vremenskom presjeku. Kao dopuštene granice opterećenja nadzemnih vodova i energetskih transformatora koriste se maksimalno dopuštene struje odnosno opterećenja u normalnom pogonu u sezoni vršnog opterećenja. Ako je (N-1) kriterij moguće zadovoljiti primjenom neke od dispečerskih mjera ili korektivnih akcija (u vremenu dok traje otklanjanje poremećaja, kao mjerodavne se uzimaju maksimalno dozvoljene struje odnosno opterećenja u poremećenom pogonu u sezoni vršnog opterećenja. Za dopušteno maksimalno opterećenje kabelskog voda uzima se struja koju preporučuje proizvođač kabela.

U slučaju planiranog održavanja koje zahtijeva rad u beznaponskom stanju radi se o planiranoj neraspoloživosti. Kriterij (N-1) se ispituje s obzirom na prosječno opterećenje u

sezoni minimalnog opterećenja (ovisi o zastupljenosti različitih vrsta potrošnje). Pritom se pretpostavlja da je dispečer, korištenjem neke od dispečerskih mjera ili korektivnih akcija, prije prekida napajanja postavio najpovoljnije pogonsko stanje, koje omogućava optimalno napajanje svih ili najvećeg mogućeg broja korisnika mreže. Kao dopuštene granice opterećenja nadzemnih vodova i energetske transformatora koriste se maksimalno dopuštene struje odnosno opterećenja u poremećenom pogonu u sezoni minimalnog opterećenja. Za dozvoljeno maksimalno opterećenje kablenskog voda uzima se struja koju preporučuje proizvođač kabela.

Kao moguće dispečerske mjere odnosno korektivne akcije radi zadovoljenja kriterija pouzdanosti (N-1) u distribucijskoj mreži smatraju se:

- promjena uklopnog stanja mreže primjenom automatski, daljinski ili ručno upravljivih rastavnih uređaja,
- korištenje automatske uzdužne regulacije transformatora 110/35 kV, 110/20 kV i 110/10 kV te ručne uzdužne regulacije transformatora 35/10 kV i 35/20 kV,
- regulacija, odnosno uključenje i isključenje kompenzacijskih uređaja u mreži.

Pri planiranju razvoja distribucijske mreže nužno je analizirati sva moguća rješenja kojima se zadovoljavaju tehnički i ekonomski kriteriji planiranja. Osnovna rješenja pojačanja distribucijske mreže srednjeg napona su:

- izgradnja novog voda,
- izgradnja nove transformatorske stanice za napajanje mreže srednjeg napona,
- povećavanje prijenosne moći postojećih vodova ili transformatora kroz prijevremenu ili nužnu rekonstrukciju,
- prijelaz dijela mreže na pogon na višoj naponskoj razini,
- korištenje posebnih uređaja (daljinski upravljive linijske sklopke ili prekidači, linijski regulatori napona i dr.),
- promjena uklopnog stanja mreže u kombinaciji s odlaganjem nekog od gore navedenih rješenja.

Pri odabiru osnovnih (strukturnih) rješenja tehnički kriteriji propisuju vrste rješenja, a ekonomski kriteriji nalaze najprikladnije (najpovoljnije) rješenje. Promjena redovnog uklopnog stanja (odstupanje od optimalnog uklopnog stanja) distribucijske mreže radi odgađanja potrebnih ulaganja se ekonomski vrednuje kao jedno ulaganje i nakon pojačanja mreže treba ponovo uspostaviti optimalno uklopno stanje.

Osnovna rješenja pojačanja distribucijske mreže niskog napona su:

- ugradnja nove transformatorske stanice 10(20)/0,4 kV u postojeću mrežu niskog napona,
- povećavanje prijenosne moći postojećih vodova kroz prijevremenu ili nužnu rekonstrukciju.

Planove razvoja i izgradnje te planove zamjena i rekonstrukcija distribucijske mreže treba međusobno usklađivati, kako bi se odredilo najpovoljnije rješenje razvoja mreže (npr. povećanje prijenosne moći postojećeg voda kroz zamjene i rekonstrukcije može otkloniti potrebu za izgradnjom novog voda).

Kriterij (N-1) smatra se zadovoljenim ako je nakon nastanka poremećaja i provedenih korektivnih akcija uspostavljeno novo uklopno stanje s dopuštenim vrijednostima pogonskih veličina (napon, struja) bez redukcije potrošnje koja bi dovodila do broja i/ili trajanje prekida napajanja korisnika mreže većih od dopuštenih vrijednosti.

Tehnički kriteriji pouzdanosti distribucijske mreže definiraju dopuštene vrijednosti opterećenja vodova i transformatora te napona na mjestu priključka korisnika u distribucijskoj mreži u slučaju normalnog pogona i pri nastanku poremećaja značajne vjerojatnosti.

Tablica 3.1. Dopusštena opterećenja vodova i transformatora u distribucijskoj mreži

ELEMENT MREŽE	TRAJNO DOPUŠTENO OPTEREĆENJE	DOPUŠTENO OPTEREĆENJE ZA VRIJEME TRAJANJA NEPLANIRANOG POREMEĆAJA	DOPUŠTENO OPTEREĆENJE ZA VRIJEME TRAJANJA PLANIRANOG POREMEĆAJA
NADZEMNI VOD	maksimalno dopuštena struja u <i>normalnom</i> pogonu u sezoni <i>vršnog</i> opterećenja	maksimalno dopuštena struja u <i>poremećenom</i> pogonu u sezoni <i>vršnog</i> opterećenja	maksimalno dopuštena struja u <i>poremećenom</i> pogonu u sezoni <i>minimalnog</i> opterećenja
KABEL	maksimalno dopuštena struja u normalnom pogonu		
TRANSFORMATOR	maksimalno dopušteno opterećenje u <i>normalnom</i> pogonu u sezoni <i>vršnog</i> opterećenja	maksimalno dopušteno opterećenje u <i>poremećenom</i> pogonu u sezoni <i>vršnog</i> opterećenja	maksimalno dopušteno opterećenje u <i>poremećenom</i> pogonu u sezoni <i>minimalnog</i> opterećenja

Napon u sustavu distribucije električne energije, odnosno odstupanje napona od odgovarajućeg nazivnog napona, treba biti u granicama propisanim važećim normama. Pri analizi napona treba uzeti u obzir mogućnosti regulacije napona. Europske norme EN 50160 su u Bosni i Hercegovini prihvaćene 2004. godine te će biti potrebna značajna ulaganja da se u prijelaznom periodu postigne tražena razina kvalitete električne energije. Iako je opskrba kupaca kvalitetnom električnom energijom osnovni zadatak operatora distribucijskog sustava, stupanjem na snagu novih normi ona će biti dodatno istaknuta ugovornim obvezama, u kojima mora biti naveden i parametar standardnog nazivnog napona na mjestu priključenja.

Dopusštena odstupanja napona u distribucijskoj mreži srednjeg i niskog napona su (nakon isteka odobrenog prijelaznog perioda za prilagodbu zahtjevima EN 50160):

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

Standardima su također definirani i naponi koji nisu dopušteni u distribucijskim mrežama. Takav je napon 6 kV, koji se još uvijek koristi na području Elektrokrajine u ERS. Zamjena tih dijelova mreže srednjeg napona vodovima, odnosno postrojenjima, nazivnog napona 20 kV spada u prvi prioritet obnove distribucijske mreže.

3.5. Ekonomski kriteriji planiranja distribucijske mreže

U troškove ulaganja u djelatnost distribucije električne ubrajaju se investicijski troškovi te troškovi pogona (gubitaka i neisporučene električne energije). Svi troškovi se izračunavaju koristeći planske jedinične cijene elemenata mreže, odnosno cijene gubitaka električne energije i neisporučene električne energije i snage te ostale parametre definirane u poglavlju 4.2.

Dobit od ulaganja u djelatnost distribucije električne energije se najčešće svodi na smanjenje troškova distribucije električne energije. Pri ekonomskim analizama na ovoj razini planiranja treba obuhvatiti sljedeće izvore dobiti: dobit radi smanjenja troškova gubitaka električne energije i dobit radi smanjenja očekivanih troškova neisporučene električne energije. Pritom se 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.

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 projekata nužnih za funkcioniranje sustava distribucije električne energije u skladu s tehničkim kriterijima te mogućih dodatnih projekata koji nisu nužni u pogledu zadovoljavanja tehničkih kriterija planiranja distribucijske mreže, ali su ekonomski opravdani.

3.6. Kriteriji za zamjene i obnove distribucijske mreže

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

- vodovi 35 kV,
- transformatorske stanice 35/10 kV i 35/20 kV.

Navedeni elementi mreže se definiraju kao kandidati za kratkoročni i srednjoročni plan zamjena i obnova distribucijske mreže ako zadovoljavaju jedan ili više od sljedećih uvjeta:

- starost u promatranom razdoblju jednaka ili veća od očekivane životne dobi, čije su vrijednosti, radi pretpostavljenog smanjenog održavanja od 1990. do 2000. godine, nešto smanjene u odnosu na standardne i iznose za električki dio nadzemnih vodova srednjeg napona 35 godina, za stupove nadzemnih vodova srednjeg napona osim drvenih 60 godina, za drvene stupove nadzemnih vodova srednjeg napona 40 godina, za kableske vodove srednjeg napona 40 godina, za energetske transformatore 50 godina te za rasklopna postrojenja 35 kV, 10 kV i 20 kV 30 godina,
- ne zadovoljava postavljene tehničke zahtjeve,
- knjigovodstveno otpisan (amortiziran).

Pod tehničkim kriterijima zamjena i obnova elemenata i komponenti elemenata distribucijske mreže podrazumijevaju se razlozi tehničke prirode radi kojih je bezuvjetno potrebna zamjena ili obnova, odnosno demontaža ako element ili komponenta elementa više nisu bitni za funkcioniranje distribucije električne energije. Tu spadaju:

- tehnička neispravnost elementa ili komponente elementa,
- tehnička greška elementa ili komponente elementa mreže takva da je ekonomski neisplativo tu grešku otkloniti,
- nezadovoljavajuće karakteristike elementa ili komponente elementa mreže s obzirom na očekivane pogonske uvjete u planskom razdoblju (opterećenja, kratki spoj),

- nezadovoljavanje postojećih i budućih tehničkih propisa koje element mreže mora zadovoljavati,
- nedostatak osoblja obučenog za održavanje pojedinih vrsta starih komponenata elemenata mreže,
- nedostatak rezervnih dijelova nužnih za normalan pogon elementa ili komponente elementa mreže.

Pod tehnički neispravnim elementima ili komponentama elemenata distribucijske mreže podrazumijevaju se oni koji su trajno u stanju zastoja radi kvara te oni koji su u pogonu, ali predstavljaju opasnost ili rizik za ljude ili imovinu i ispravno funkcioniranje ostalih elemenata i komponenata mreže.

Pod tehničkom greškom elementa ili komponente elementa distribucijske mreže podrazumijevaju se posljedice događaja koji promatrani element stavlja u stanje privremene ili trajne neispravnosti.

Pod nezadovoljavajućim karakteristikama elementa ili komponente elementa distribucijske mreže podrazumijevaju se one koje dovode do narušavanja tehničkih kriterija pouzdanosti i stalnosti napajanja korisnika distribucijske mreže. Zadovoljenje karakteristika elemenata ili komponenti elemenata mreže ocjenjuje se s obzirom na planiranu konfiguraciju distribucijske mreže u promatranom budućem razdoblju.

Elementi i komponente elemenata distribucijske mreže koje zadovoljavaju jedan od gore postavljenih tehničkih kriterija automatski ili ulaze u kratkoročni plan zamjena i rekonstrukcija distribucijske mreže ili treba planirati njihovu demontažu i zbrinjavanje. Ako je potrebna zamjena ili rekonstrukcija elementa distribucijske mreže, treba analizirati mogućnost izgradnja nekog novog elementa ili drugačijeg tehnološkog rješenja istog problema. Odabire se rješenje koje zadovoljava ekonomski kriterij, odnosno kod kojeg su ukupni diskontirani troškovi izgradnje i pogona manji.

Pritom se ekonomski kriteriji zamjena i rekonstrukcija distribucijske mreže primjenjuju samo na one elemente i komponente elemenata mreže čiji su investicijski troškovi veći od 150.000 €. Dodatno nužno pojednostavnjenje je da se svi gore navedeni kriteriji zamjene i obnove ne primjenjuju na sekundarnu mrežu srednjeg napona i mrežu niskog napona, koje se promatraju globalno, prema smjernicama definiranim u sljedećem poglavlju.

Osim elemenata primarne distribucijske mreže srednjeg napona, koji se promatraju pojedinačno na upravo opisani način, planirana je i obnova sekundarne distribucijske mreže srednjeg napona i mreže niskog napona. Osnovna metoda je prepoznavanje kategorija elemenata mreže za koje je potrebna obnova te pridružene vremenske dinamike obnove. Jedna od kategorija koje u svakom slučaju ulaze u plan razvoja distribucijske mreže do 2010. godine su obnove distribucijskih mreža radi omogućavanja povratke izbjeglica.

3.7. Pregled primijenjenih kriterija i smjernica razvoja distribucijske mreže

U nastavku su dani kriteriji i vrijednosti pojedinih parametara te smjernice razvoja distribucijske mreže po svim elementima i planskim stavkama, uz navođenje dinamike ulaganja po petogodištima: do 2010, od 2011 do 2015. te od 2016. do 2020. godine.

3.7.1. Transformacija 110/SN i primarna mreža srednjeg napona

Pod izgradnjom se podrazumijevaju nove transformatorske stanice, a pod rekonstrukcijom postojećih transformatorskih stanica povećanje projektirane snage, najčešće s 2×4 MVA na 2×8 MVA, pri čemu se troškovi uglavnom svode na kupovinu transformatora veće snage, a nije predviđena zamjena opreme u postrojenjima. Za razliku od rekonstrukcije, obnova obuhvaća zamjenu primarne i sekundarne opreme u postrojenjima (odnosno zamjenu čitavih postrojenja suvremenim sklopnim blokovima), bez zamjene transformatora.

Tehnički kriteriji planiranja izgradnje novih i rekonstrukcije postojećih objekata

Gornje granice dopuštenog opterećenja transformatora VN/SN i SN_P/SN_N :

- u normalnom pogonu: 100 % nazivne snage
- u izvanrednom pogonu: 120 % nazivne snage

Gornje granice dopuštenog opterećenja nadzemnih vodova 35 kV:

- u normalnom pogonu: 100 % nazivne termičke struje
- u izvanrednom pogonu: 120 % nazivne termičke struje

Gornje granice dopuštenog opterećenja kabelskih vodova 35 kV:

- u normalnom pogonu: 100 % nazivne termičke struje
- u izvanrednom pogonu: 100 % nazivne termičke struje

Gornje granice dopuštenog pada napona u mreži 35 kV, koje uzimaju u obzir mogućnosti regulacije napona :

- u normalnom pogonu: 8 %,
- u izvanrednom pogonu: 12 %.

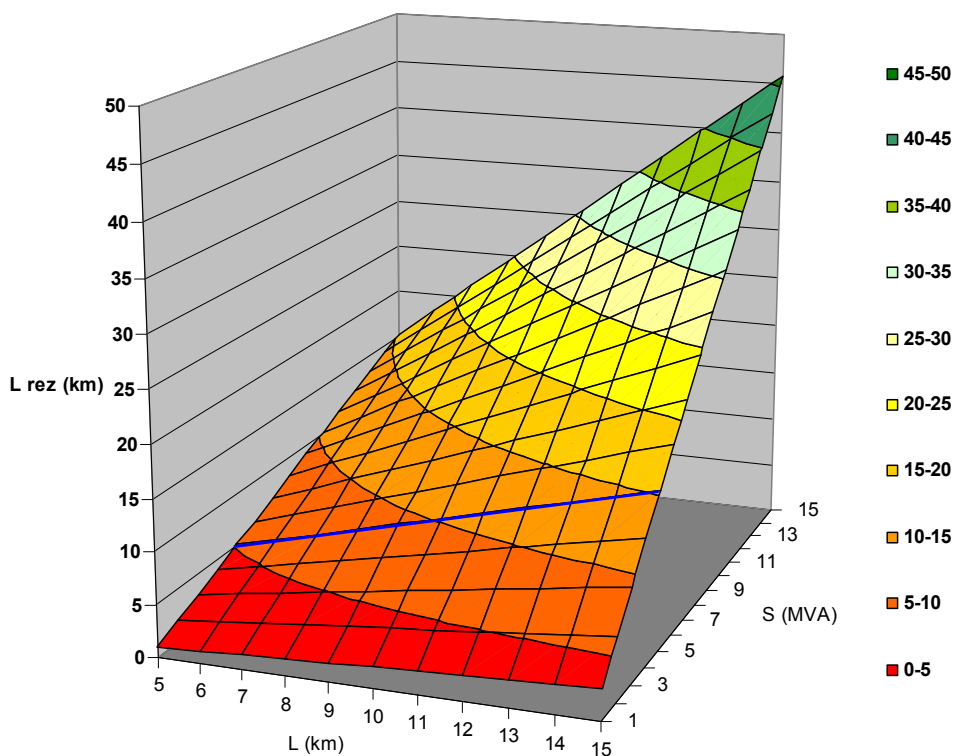
Iskustvo u planiranju distribucijske mreže na razini 10(20) kV pokazuje da su ponekad nužna dodatna ulaganja, koja nisu uvjetovana odgovarajućim gore navedenim kriterijima. Tu spadaju sljedeći slučajevi:

- ulaganja radi izrazito loših napona u mreži 10(20) kV:
 - izgradnja TS 35/10(20) kV ili TS 110/10(20) kV i po potrebi priključnog voda; planom razvoja distribucijske mreže može biti planirana jedna ili više transformatorskih stanica na nedefiniranim lokacijama;
 - alternativa je brži prijelaz na pogon na naponskoj razini 20 kV od „prirodnog“ uvjetovanog zamjenom komponenata nazivnog napona izolacije 12 kV kroz redovno održavanje; planom razvoja distribucijske mreže može biti planirano jedno ili više područja na nedefiniranim lokacijama;
 - odabir vjerojatnijeg od ovih alternativnih rješenja ovisi o različitim dodatnim uvjetima, primjerice blizini voda za priključak transformatorske stanice, mogućoj budućoj potrošnji ili elektrani koja bi koristila transformaciju te stanju pripremljenosti mreže za prijelaz na naponsku razinu 20 kV;
 - za oba alternativna rješenja pretpostavljeni su jednaki troškovi koji ukupno odgovaraju izgradnji vangradske TS 35/10(20) kV (2×4 MVA) i 10 km priključnog voda 35 kV; u slučaju prvog rješenja uvrštavaju se u plan izgradnje transformacije 35/10(20) kV, odnosno vodova 35 kV;
 - u slučaju odabira prijelaza na 20 kV, ukupni troškovi se dijele na dva dijela: 1/3 otpada na prilagodbu nadzemnih vodova 10 kV (zamjenu izolatora i linijskih rastavljača), a 2/3 na prilagodbu TS 10/0,4 kV (zamjena postrojenja 10 kV i transformatora);
- izgradnja gradske kabelske mreže 10(20) kV radi jačeg povezivanja dviju TS 110/10(20) kV i boljeg iskorištenja transformacije:
 - odlaže se potreba izgradnje nove transformatorske stanice;

- planom razvoja distribucijske mreže može biti procijenjena potrebna duljina takve povezne mreže 10(20) kV;
- troškovi se uvrštavaju u plan izgradnje kabelske mreže 10(20) kV.

Ekonomski kriterij i smjernice za primjenu (N-1) načela pouzdanosti

Distribucijska mrežna pravila svih operatora mreže definiraju primjenu (N-1) kriterija pouzdanosti pogona samo ako je to ekonomski opravdano. U skladu s tim načelom definiran je pojednostavnjeni model za analizu ekonomske opravdanosti izgradnje drugog (rezervnog) voda 35 kV za dvostrano napajanje TS 35/SN. Model se temelji na procjeni neisporučene energije i tri grupe ulaznih podataka (u uglatoj zagradi su navedene uobičajene vrijednosti): fiksnih parametara (cijena neisporučene energije [2,5 €/kWh] i diskontna stopa [8%]), promjenjivih parametara (trajanje vršnog opterećenja [4 000 sati], frekvencija ispada [10/100 km⁻¹god⁻¹] i vrijeme popravka kvara na osnovnom napajanju [5 sati] te cijena izgradnje rezervnog voda 35 kV [35 000 €/km]) i varijabli (vršno opterećenje i duljina postojećeg voda za osnovno napajanje).



Slika 3.5. Maksimalna ekonomski opravdana duljina rezervnog napajanja na 35 kV

Pritom je pretpostavljeno da je prilikom izgradnje napravljen optimalni priključak na mrežu, odnosno najkraći vod, s minimalnim gubicima i troškovima neisporučene električne energije, te da postojeće napajanje ostaje trajno osnovno napajanje. Slika 3.5 prikazuje rezultat modela za uobičajene vrijednosti ulaznih podataka. Ekonomska opravdanost izgradnje drugog duljeg voda 35 kV za rezervno napajanje izravno ovisi o opterećenju TS 35/SN i granica od 5 MVA je na slici označena plavom bojom. Pojednostavnjeno, za uobičajene vrijednosti parametara nije opravdano graditi vod za rezervno napajanje TS 35/SN dok opterećenje ne pređe 5 MVA. Budući da se radijalno napajane TS 35/SN uglavnom nalaze

na prostorno izoliranim područjima te stoga imaju opterećenje manje od ove vrijednosti, izgradnja rezervnog napajanja najčešće nije ekonomski opravdana.

Sličan model za transformaciju 110/SN ili 35/SN bi opravdao rezervu u transformaciji pri cijenama transformatora (grubo procijenjeno) dvostruko manjim od postojećih. No, primjena takvog modela nije u potpunosti primjerena, jer postoji važna razlika između vodova i transformatora: mogućnost preseljenja i korištenja na drugoj lokaciji, nakon što postanu neodgovarajući na jednoj. Zadnje rješenje može biti prodaja viška ispravnih transformatora drugim operatorima distribucijske mreže. Radi toga je nabavu novih transformatora potrebno promatrati na razini svakog operatora distribucijske mreže, na temelju pretpostavke mogućnosti preseljenja, životnog vijeka 50 godina, dopuštenog preopterećenja i mogućnosti prebacivanja dijela opterećenja na bliske susjedne TS 35/10(20) kV. Stoga za primjenu (N-1) kriterija pouzdanosti u pogledu transformacije vrijede sljedeće dodatne smjernice:

- transformacija 110/35 kV: analiza utjecaja mreže 35 kV, uzimajući u obzir vrijednosti parametara koje vrijede u izvanrednom pogonu;
- transformacija 110/10(20) kV i 35/10(20) kV:
 - rezerva u transformaciji nije nužna ako ne postoji dvostrano napajanje iz mreže 35 kV (vrlo kratki vodovi su izuzetak);
 - rezerva u transformaciji nije nužna za vangradsko područje vršnog opterećenja manjeg od 4 MVA;
 - dopušteno opterećenje transformatora u transformatorskoj stanici s dva ugrađena transformatora, bez povezne mreže 10(20) kV:
 - 60 % nazivne snage u normalnom pogonu;
 - 120 % nazivne snage u izvanrednom pogonu;
 - dopušteno opterećenje transformatora u transformatorskoj stanici s dva ugrađena transformatora, s poveznom mrežom 10(20) kV:
 - 75 % nazivne snage u normalnom pogonu;
 - 120 % nazivne snage u izvanrednom pogonu;
 - dopušteno opterećenje transformatora u transformatorskoj stanici s tri ugrađena transformatora (netipično rješenje):
 - 80 % nazivne snage u normalnom pogonu;
 - 120 % nazivne snage u izvanrednom pogonu.

Smjernice za obnovu transformacije 35/10(20) kV

Osnovni problem postrojenja 35 kV i 10(20) kV je tehnološka zastarjelost i problemi s rezervnim dijelovima. S obzirom na zastupljenost i starost ugrađene opreme, najveći problem predstavljaju sljedeće komponente: malouljni prekidači, elektromehanička zaštita, sustavi istosmjernog razvoda, sustavi za kompenzaciju jalove snage te nedostatak sustava za uzemljenje neutralne tačke. Predlaže se obnova postrojenja 35 kV i 10(20) kV s ugrađenom zastarjelom tehnologijom prema sljedećim smjernicama:

- kandidati za obnovu su transformatorske stanice za koje se očekuje da će u pogonu biti barem do 2020. godine, a izgrađene su (ili zadnji puta obnovljene) prije 1990. godine,
- kandidati za obnovu su raspoređeni u tri kategorije: gradske, vangradske i pojednostavnjene,
- obnovom se ugrađuju sljedeće komponente: suvremeni sklopni blokovi s integriranom numeričkom zaštitom za postrojenje 35 kV i 10(20) kV, postrojenja za uzemljenje neutralne tačke 10(20) kV, kondenzatorske baterije, sustav istosmjernog napajanja i lokalni sustav za priključak na distribucijski dispečerski centar,
- za svaki objekt odrediti petogodište u kojem treba izvršiti obnovu, a ako to nije moguće, planirati linearnu dinamiku korištenja sredstava do 2020. godine .

Smjernice za izgradnju i obnovu vodova 35 kV

Planovima razvoja distribucijske djelatnosti predviđeno je uvođenje izravne transformacije 110/10(20) kV i postupni prijelaz na srednji napon 20 kV. Naponska razina 35 kV će se postupno napuštati te nije planirana značajnija izgradnja novih vodova 35 kV. Izuzetak su priključni vodovi za nove TS 35/10(20) kV, zamjenski vodovi 35 kV za postojeće dotrajale, a nužne vodove te vodovi za osiguranje dvostranog napajanja TS 35/10(20) kV. Pritom vrijede sljedeće smjernice:

- planirani su samo u izvanrednim slučajevima: za priključak novih TS 35/10(20) kV i za osiguranje rezervnog napajanja prema gore definiranom kriteriju,
- nadzemni vodovi su tipa Al/Fe 95 mm², a kabelski XHE Al 185 mm², osim u slučaju perspektive izgradnje TS 110/SN na istoj lokaciji.

Obnova postojećih vodova 35 kV planirana je prema sljedećim smjernicama:

- na područjima na kojima postoji dugoročna perspektiva nadzemne mreže 35 kV; najčešće ne u većim gradovima;
- zamjena vodiča, izolatora i pripadajućeg pribora na nadzemnim vodovima velikog presjeka (Al/Fe 95 mm² i većeg) građenih (ili zadnji puta obnovljenih) prije 1985. godine; oni će se svakako koristiti bilo na naponskoj razini 35 kV, bilo na 10(20) kV;
- zamjena vodiča, izolatora i pripadajućeg pribora na nadzemnim vodovima malog presjeka (manjeg od Al/Fe 95 mm²), na područjima gdje je planirano da mreža 35 kV ostane u pogonu u osnovnom napajanju barem do 2020. godine;
- za svaki nadzemni vod odrediti petogodište u kojem treba izvršiti obnovu, a ako to nije moguće, planirati linearnu dinamiku korištenja sredstava do 2020. godine,
- zamjena kabela 35 kV s PVC i PE izolacijom (tipovi EHP, PHP i slični), do 2015. godine.

3.7.2. Smjernice za izgradnju i obnovu vodova 10(20) kV

Izgradnja novih vodova 10(20) kV planirana je za priključak TS 110/10(20) kV i 35/10(20) kV te 10(20)/0,4 kV prilikom ugradnje u mrežu niskog napona, uz sljedeće smjernice:

- novi nadzemni ili kabelski vodovi za priključak TS 110/10(20) kV ili TS 35/10(20) kV; duljine se procjenjuju za svaku transformatorsku stanicu pojedinačno, a mogu biti od 5 km za vangradske stanice do 20 km za gradske stanice;
- novi nadzemni ili kabelski vodovi za priključak TS 10(20)/0,4 kV; pretpostavljena je prosječna duljina priključnog kabela od 600 m po KTS te priključnog nadzemnog voda od 400 m po STS;
- dinamika izgradnje vezana je uz dinamiku izgradnje transformatorskih stanica.

Detaljni podaci o strukturi presjeka vodiča u nadzemnoj mreži često nisu poznati, ali ih se u pogledu potrebe, opsega i dinamike obnove može podijeliti u tri grupe: vodove nazivnog napona izolacije nižeg od 10 kV, vodove 10(20) kV s vodičima presjeka 35 mm² i manjih te vodove 10(20) kV velikog presjeka (95 mm² i većeg) na čelično-rešetkastim stupovima.

Za vodove nazivnog napona izolacije nižeg od 10 kV potrebno je planirati:

- zamjenu vodovima 20 kV do 2010. godine.

Nadzemni vodovi s vodičima presjeka 35 mm² i manjih su dominantna skupina vodova, koju karakterizira izrazita dotrajalost i loše energetske osobine (veliki padovi napona s porastom opterećenja). Planirana je zamjena magistralnih dionica vodovima većeg presjeka. Nije planirana značajnija zamjena odcjepa, jer su na njima prisutna bitno manja opterećenja, već

je pretpostavljeno da će se problem njihove dotrajalosti rješavati kroz održavanje. Prilikom planiranja obnove se potrebno pridržavati sljedećih smjernica:

- udio odcjeka u ukupnoj duljini mreže 10(20) kV je 25%; pretpostavljeno je da su odcjepi izvedeni upravo od vodiča malog presjeka te za tu duljinu treba smanjiti plan obnove kako bi se obuhvatile samo magistralne dionice;
- na temelju očekivane životne dobi i duljine intervala planiranja, procjenjuje se da je do 2020. godine potrebno obnoviti 50% magistralnih dionica malog presjeka (35 mm² i manjih); ostatak je planiran nakon 2020. godine;
- 70% navedenih vodova zamijeniti novim dionicama presjeka Al/Fe 50 mm² (obično na betonskim stupovima), a od preostalih 30% po 15 % nadzemnim vodovima velikog presjeka (Al/Fe 95 mm²), odnosno kabelima;
- sve zamjenske vodove graditi s nazivnim naponom izolacije 24 kV.

Obnova nadzemnih vodova velikog presjeka (95 mm² i većeg) na čelično-rešetkastim stupovima je planirana prema sljedećim smjernicama:

- zamjena vodiča, izolatora i pripadajućeg pribora, ali ne i stupova;
- na temelju očekivane životne dobi i duljine intervala planiranja, procjenjuje se da je do 2020. godine potrebno obnoviti 50% vodova tog tipa; ostatak je planiran nakon 2020. godine;
- u nedostatku točnijih procjena predvidjeti linearnu dinamiku zamjene tijekom cijelog promatranog razdoblja.

S obzirom na potrebe zamjene, kabeli 10(20) kV se u načelu mogu podijeliti u tri grupe. Oni s papirnom izolacijom (IPZO 13, IPO 13) pokazali su se u svjetskoj praksi vrlo pouzdanim, s dugačkim životnim vijekom. Zato za sada nije predviđena njihova masovna zamjena. Kabeli s izolacijom od plastičnih masa (osim umreženog polietilena) imaju znatno veću učestalost kvarova te je predviđena njihova postupna zamjena (u pogodnim situacijama, npr. prilikom rekonstrukcija ulica) kabelima nazivnog napona izolacije 24 kV s izolacijom od umreženog polietilena. Treća grupa su kabeli nazivnog napona izolacije nižeg od 10 kV, koje treba uvrstiti u prvu fazu zamjene. Dakle, osnovne smjernice obnove kabelske mreže 10(20) kV su:

- zamjena kabela nazivnog napona izolacije nižeg od 10 kV,
- zamjena kabela s izolacijom od plastičnih masa (osim umreženog polietilena),
- koristiti tipske kabele, primjerice XHE Al 185 mm², nazivnog napona izolacije 24 kV,
- u nedostatku točnijih procjena, planirati linearnu dinamiku do 2015. godine.

3.7.3. Smjernice za izgradnju i obnovu transformacije SN/NN

Početna ideja analize mreže niskog napona i s njom povezane transformacije SN/NN je bila usmjerena na stvarno mjerljiv izravni kriterij vrijednosti napona na priključku korisnika distribucijske mreže. No, u nedostatku podataka o naponima, a zatim i podataka o duljinama pojedinih izvoda niskog napona, preostao je relativno grubi kriterij prosječne duljine mreže niskog napona po transformatorskoj stanici SN/NN. Pritom čak niti ti podaci nisu bili u potpunosti dostupni.

Osim toga, bez mogućnosti detaljnih analiza mreža niskog napona nisu moguće procjene efekata pojedinih ulaganja na vrijednosti pokazatelja kvalitete električne energije. Umjesto toga je korišten pristup usporedbe stanja u Bosni i Hercegovini sa stanjem u uređenim sustavima distribucije električne energije, na temelju čega su dane smjernice i ciljevi razvoja do 2020. godine. Referentni cilj kojem operatori distribucijske mreže trebaju težiti u pogledu broja, odnosno izgradnje novih transformatorskih stanica SN/NN i mreže niskog napona su vrijednosti karakterističnih indikatora EDF-a i HEP-a. Osnovna pretpostavka je da je

Francuska mreža dobro izgrađena i prema tome primjer koji treba slijediti, a za usporedbu su radi pouzdanosti i dostupnosti potrebnih podataka odabrana sljedeća dva kriterija:

- odnos potrošnje energije na niskom naponu i ugrađene snage transformacije u transformaciji SN/NN (iskorištenje transformacije SN/NN) i
- duljina mreže niskog napona po transformatorskoj stanici.

Prilikom analize potrebno je koristiti sljedeće pretpostavke:

- prosječna nazivna snaga transformatora u novim STS je 70 kVA, a u novim KTS 450 kVA; nove trafostanice u ruralnim područjima će se graditi s transformatorima manje nazivne snage (50 MVA ili čak manje), a u većim gradovima će se ugrađivati transformatori velike snage;
- duljina mreže niskog napona se skraćuje interpolacijom novih TS 10(20)/0,4 kV, jer se dio mreže može demontirati; pretpostavljeno je skraćivanje po novoj STS proporcionalno duljini mreže po TS i broju novih STS

Do 2020. godine potrebno je obnoviti veliki dio transformacije SN/NN. U slučaju STS je ponekad potrebno obnoviti i građevinski dio (stup), dok je u KTS predviđena samo zamjena klasičnih SN postrojenja sa RMU, jer je pretpostavljeno da je oprema u relativno boljem stanju, budući da se nalazi u zatvorenom prostoru. Obnova transformatorskih stanica SN/NN temelji se na sljedećim smjernicama:

- definiranje kategorija transformatorskih stanica u pogledu potrebe, sadržaja i dinamike obnove,
- STS na drvenim stupovima i TS tipa „tornjić“: na temelju očekivane životne dobi, razdoblja izgradnje ovih tipova objekata i duljine intervala planiranja, procjenjuje se da je do 2020. godine potrebno sve objekte zamijeniti novim STS (ili obnoviti u visini cijene nove STS),
- STS na betonskim i čelično rešetkastim stupovima: na temelju očekivane životne dobi i duljine intervala planiranja, procjenjuje se da je do 2020. godine potrebno na 50% objekata izvršiti zamjenu opreme, ali ne i stupova,
- KTS bez RMU (u slučaju nedostatka točnijih podataka uzeti procjenu da se radi o 80% ukupnog broja KTS): na temelju očekivane životne dobi, razdoblja izgradnje ovih tipova objekata i duljine intervala planiranja, procjenjuje se da je do 2020. godine potrebno u svim objektima izvršiti zamjenu klasičnog SN postrojenja suvremenim sklopnim blokom nazivnog napona izolacije 24 kV.

Kvarovi na transformatorima SN/NN u nadzemnim mrežama su značajni uzrok prekida napajanja potrošača. Važna činjenica je također i novi napon 400/230 V, koji je standardan u EU i čija primjena, naročito u nadzemnim mrežama gdje se češće javljaju problemi s padom napona, zahtijeva zamjenu transformatora. Općenito gledano, transformatori 10/0,4 kV su stariji, ne omogućavaju prijelaz na naponsku razinu 20 kV i stoga je manje vjerojatno da bi mogli održavati razinu napona 400/230V. U skladu s tim, planirana je njihova zamjena preklopivima 10(20)/0,4 kV, najprije u vangradskim nadzemnim mrežama, a zatim u gradskim mrežama. Budući da se obnova transformatora planira u toku dužeg perioda, pretpostavlja se da će se provoditi racionalno, vodeći računa o stvarnom stanju pojedinih transformatora, stanju napona duž izvoda 10(20) kV i mogućim potrebama ubrzane namjene radi prijelaza na pogon na naponskoj razini 20 kV. Zaključno, vrijede sljedeće smjernice zamjene transformatora SN/NN:

- nije predviđeno prematanje i obnova, već zamjena novim suvremenim jedinicama,
- preporučuje se ugradnja transformatora sa smanjenim gubicima, nakon određivanja njihovih optimalnih parametara;
- zamjena transformatora 10/0,4 kV male snage (manje od 400 kVA) do 2020. godine; pretpostavljeno je da su to transformatori većinom transformatori u nadzemnim vangradskim mrežama;

- na temelju očekivane životne dobi i duljine intervala planiranja, procjenjuje se da je do 2020. godine potrebna zamjena 2/3 transformatora 10/0,4 kV velike snage (400 kVA i veće) do 2020. godine.

Značajni dodatni trošak prilikom prijelaza s naponske razine 10 kV na 20 kV je zamjena transformatora 10/0,4 kV sa preklopivima 10(20)/0,4 kV. Dobivaju se oko 25% veći troškovi zamjene transformatora 10/0,4 kV, no relativno gledano to nije puno u odnosu na ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu. Osim toga, te troškove je moguće smanjiti ako se zna stvarna dinamika prijelaza na 20 kV, primjerice kupnjom samo 20% preklopivih transformatora, koji se kasnije koriste u svim područjima koja prelaze na višu naponsku razinu.

3.7.4. Smjernice za obnovu vodova niskog napona

Osnovna karakteristika mreže niskog napona je velika duljina izvoda, koja rezultira nedopušteno visokim padovima napona. Rješenje tog problema je interpolacija novih TS 10(20)/0,4 kV u postojeću mrežu niskog napona. Pretpostavlja se da će se na taj način ukupno gledano mreža niskog napona skratiti zbog demontaže dijelova nadzemne mreže. Teško je točno procijeniti koliko, ali u svakom slučaju predložena koncepcija pretpostavlja značajnije povećanje mreže 10(20) kV i broja TS 10(20)/0,4 kV upravo s ciljem da se dođe što bliže potrošaču s naponskom razinom 10(20) kV. U skladu s tim je pretpostavljeno da nema značajnije izgradnje novih vodova niskog napona, osim priključaka.

U postojećoj nadzemnoj mreži niskog napona prisutni su sljedeći problemi: dotrajalost većeg dijela mreže na drvenim stupovima, dominantni udio vodiča s presjekom Al/Fe 35 mm² i manjim te veliki padovi napona. Stoga će dio postojeće mreže niskog napona ipak trebati obnoviti. To se u prvom redu odnosi na vodove s vodičima malih presjeka, koji će većinom biti zamijenjeni vodovima s SKS-om presjeka 70 mm². No, taj će proces teći postupno i vrlo dugotrajno, jer se radi o velikim troškovima. Nikako nije realno pretpostaviti zamjenu svih dotrajalih vodova novima, jer bi to radi velike duljine mreže rezultiralo neprihvatljivo velikim troškovima. Radi toga bi osnovni kriterij za zamjenu vodova trebali biti podaci o vrijednostima napona, a problem same dotrajalosti vodova treba rješavati kroz redovno održavanje.

Međutim, dostupni podaci o mrežama niskog napona najčešće nisu dovoljni za odgovarajuće energetske analize. Radi toga su dane sljedeće smjernice obnove mreže niskog napona:

- na temelju očekivane životne dobi i duljine intervala planiranja, procjenjuje se da je do 2020. godine potrebna zamjena 2/3 nadzemnih vodova presjeka Al/Fe 25 mm² i manjeg te svih s vodičima od bakra, 80% vodovima s SKS-om presjeka 70 mm², a 20% kabelima od aluminija presjeka 150 mm²,
- zamjena kabela presjeka 70 mm² i manjeg novima od aluminija presjeka 150 mm²,
- u nedostatku točnijih procjena, pretpostaviti linearnu dinamiku do 2020. godine.

3.7.5. Smjernice za obnovu distribucijske mreže potrebnu za povratak izbjeglica

Budući da se radi o lokalno specifičnim podacima, oni se ne mogu koristiti za opće zaključke i analize na široj razini (operator mreže ili BiH). U studiji su uvršteni projekti koje su dostavili operatori distribucijske mreže, uz pretpostavku da će svi biti dovršeni do 2010. godine.

Ovisno o veličini i udaljenosti naselja od postojeće elektroenergetske mreže, planirana je izgradnja mreže niskog napona ili zajedno s njom i TS 10(20)/0,4 kV te priključnog voda 10(20) kV.

3.7.6. Smjernice za izgradnju i obnovu sustava upravljanja mjerenja i komunikacija

Osim ulaganja u tzv. primarnu opremu, u distribucijskoj djelatnosti prisutna su i značajna ulaganja u druge segmente. Posebno se ističu ulaganja u dispečerske centre i komunikacijsku opremu, sustav mrežnog ton-frekventnog upravljanja (MTU) te brojila električne energije.

Dispečerski centri

Postojanje suvremenih distribucijskih dispečerskih centara je uvjet racionalnog poslovanja distribucijske djelatnosti, jer se otklanja potreba za uklopničarima u TS X/10(20) kV (3 do 4 po trafostanici), smanjuju se troškovi neisporučene električne energije i omogućava se optimalno vođenje pogona. Planirano je sva distribucijska područja opremiti suvremenim dispečerskim centrima, vodeći se sljedećim smjernicama.

- poštivanje teritorijalne organizacije distribucijske djelatnosti,
- životni vijek distribucijskog dispečerskog centra 15 godina.

U okviru projekta POWER IV planirano je opremanje SCADA sustava za postrojenja 35 kV i 10(20) kV u TS 110/SN i TS 35/10(20) te postrojenja 10(20) kV u ključnim TS 10(20)/0,4 kV. U ERS su u tijeku aktivnosti na izradi Studije izvodljivosti za uspostavljanje četiri dispečerska centra (uz postojeći u Elektro Doboju).

MTU postrojenja

Prednosti MTU su poznate: kod dvo(tro)tarifnih brojila mijenjaju nepouzidane uklopne satove, omogućavaju upravljanje javnom rasvjetom i što je najvažnije stvaraju uvjete za upravljanje snagom kod potrošača (*load management*). Prema sadašnjim spoznajama, optimalno rješenje je utiskivanje MTU signala u mrežu 110 kV, uz sljedeće smjernice:

- pretpostavljeno je da se cijela distribucija može pokriti iz tri postrojenja, po jednog u svakom od tri velika operatora mreže,
- životni vijek MTU postrojenja 15 godina.

MTU tehnologija predložena je kao klasična u distribuciji električne energije, ali tijekom promatranog razdoblja može se očekivati i šira primjena suvremenijih rješenja, osobito u kombinaciji s projektima uređenja priključaka (mjernih mjesta) i zamjene brojila. Primjerice, automatsko očitavanje brojila (AMR) i uskopojasna i širokopojasna PLC tehnologija već postoje u primjeni kao pilot projekti. Budući da ti sustavi nude šire mogućnosti korištenja i komunikacija s kupcima, očekuje se njihova primjena u okviru planiranog opsega ulaganja ili većih ulaganja prema ambicioznijim poslovnim planovima elektroprivrednih kompanija.

Zamjena brojila

Do 2020. godine je planirana zamjena 50% postojećih brojila. Radi se o vrlo gruboj procjeni, jer je detaljniji točna specifikacija novih brojila za pojedine kategorije kupaca predmet specijalističke studije. Općenito se preporučuje primjena suvremenih elektroničkih uređaja koji omogućavaju daljinsko očitavanje i upravljanje potrošnjom, jer se na taj način praktično rješava i šire pitanje uređenja priključka (mjernog mjesta) u smislu mogućnosti pristupa brojilu i upravljanja potrošnjom.

Gore navedenu procjenu ne treba smatrati ograničavajućom za dodatni širi opseg zamjene brojila i uređenja priključaka (mjernih mjesta). Mogući ciljevi ambicioznijih poslovnih odluka elektroprivrednih kompanija su postizanje jednostavnosti djelovanja tržišta električne energije, jednostavnije smanjenje neregistrirane potrošnje električne energije, proširenje ponude tarifnih modela i slično.

4. ANALIZIRANI SCENARIJI I POLAZNE PRETPOSTAVKE

4.1. Scenariji razvoja potrošnje električne energije i opterećenja elemenata distribucijske mreže

Osnovni kriteriji razvoja distribucijske mreže se svode na pouzdanu opskrbu kvalitetnom električnom energijom u budućnosti, odnosno tijekom promatranog razdoblja planiranja. Pritom treba osim obnove distribucijske mreže radi starenja postojećih objekata planirati i izgradnju novih objekata radi porasta potrošnje električne energije.

Modulom 2 definirana su tri scenarija razvoja potrošnje električne energije, S2 – referentni, S1 – niži i S3 – s mjerama. Ti scenariji su po pojedinim operatorima mreže, entitetima te na razini Bosne i Hercegovine prikazani u tablicama, odnosno slikama 4.1, 4.2. Dane su vrijednosti na razini bruto potrošnje električne energije u distribuciji, koja je jednaka zbroju gubitaka i potrošnje električne energije na srednjem i niskom naponu, odnosno ukupnoj potrošnji električne energije umanjenoj za potrošnju na visokom naponu (110 kV i 220 kV) i gubitke električne energije u prijenosnoj mreži.

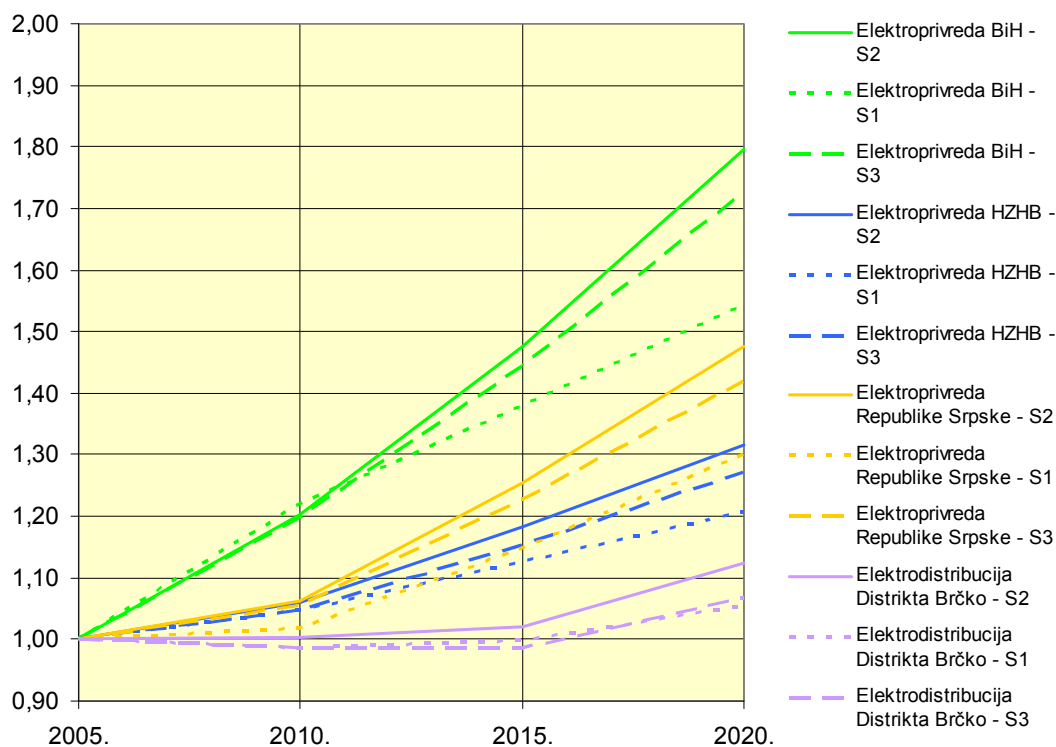
Tablica 4.1. Scenariji razvoja bruto potrošnje električne energije u distribuciji

Razina promatranja – Scenarij / Godina	2005.	2010.	2015.	2020.
[GWh]				
Elektroprivreda BiH - S2	3.632	4.365	5.358	6.522
Elektroprivreda BiH - S1		4.427	5.009	5.607
Elektroprivreda BiH - S3		4.353	5.242	6.270
Elektroprivreda HZHB - S2	1.235	1.308	1.461	1.624
Elektroprivreda HZHB - S1		1.295	1.392	1.491
Elektroprivreda HZHB - S3		1.296	1.426	1.570
Federacija Bosne i Hercegovine - S2	4.867	5.673	6.818	8.146
Federacija Bosne i Hercegovine - S1		5.722	6.401	7.098
Federacija Bosne i Hercegovine - S3		5.648	6.668	7.840
Elektroprivreda Republike Srpske - S2	3.068	3.259	3.846	4.526
Elektroprivreda Republike Srpske - S1		3.121	3.521	3.993
Elektroprivreda Republike Srpske - S3		3.235	3.764	4.355
Elektrodistribucija Distrikta Brčko - S2	237	238	242	267
Elektrodistribucija Distrikta Brčko - S1		234	237	250
Elektrodistribucija Distrikta Brčko - S3		234	234	253
Bosna i Hercegovina - S2	8.172	9.170	10.907	12.939
Bosna i Hercegovina - S1		9.077	10.159	11.342
Bosna i Hercegovina - S3		9.117	10.666	12.449

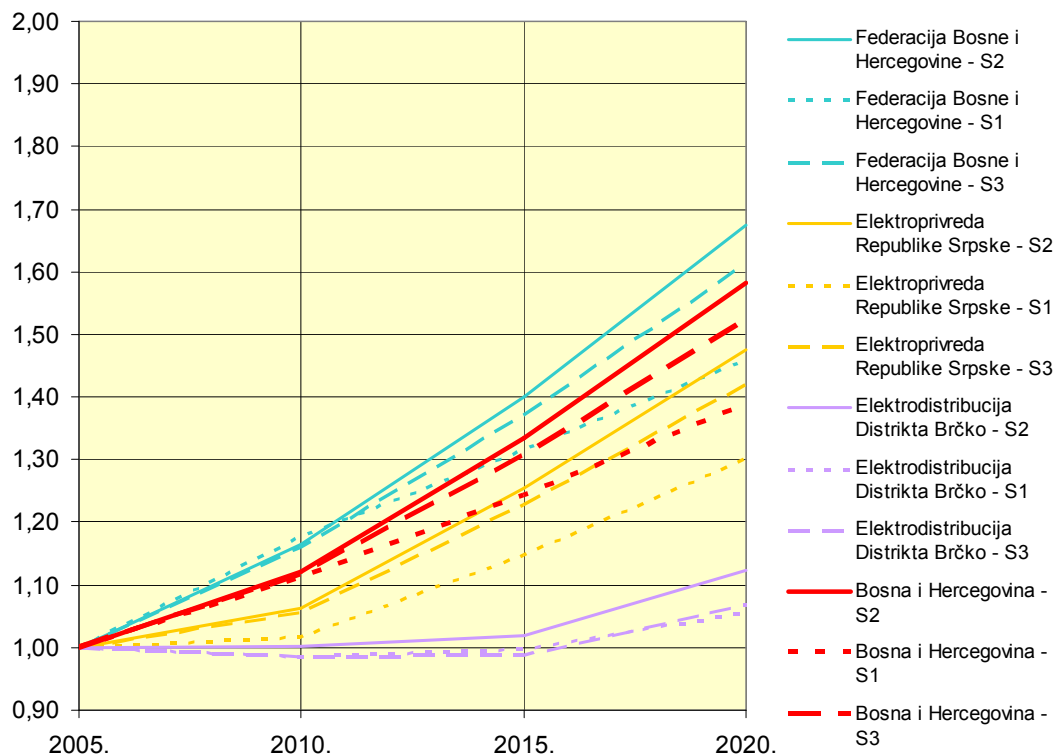
Pregled scenarija pokazuje da je za planiranje distribucijske mreže mjerodavan referentni scenarij, jer ostala dva podrazumijevaju niže razine potrošnje električne energije. Osim toga, budući da je horizont planiranja (15 godina) relativno kratak, razlike između scenarija ostaju do 2020. godine relativno male i svode se na vremenski odmak od približno 3 godine između scenarija S2 i S1, odnosno približno 1 godine između scenarija S2 i S3. Budući da se svi rezultati daju za vremenske intervale od 5 godina, planovi potrebnih ulaganja su formalno jednaki za sva tri scenarija. U skladu s tim, sve analize i prikazi rezultata u nastavku odnose se na referentni scenarij razvoja potrošnje električne energije.

Tablica 4.2. Indeksi razvoja bruto potrošnje električne energije u distribuciji za scenarije S2, S1 i S3

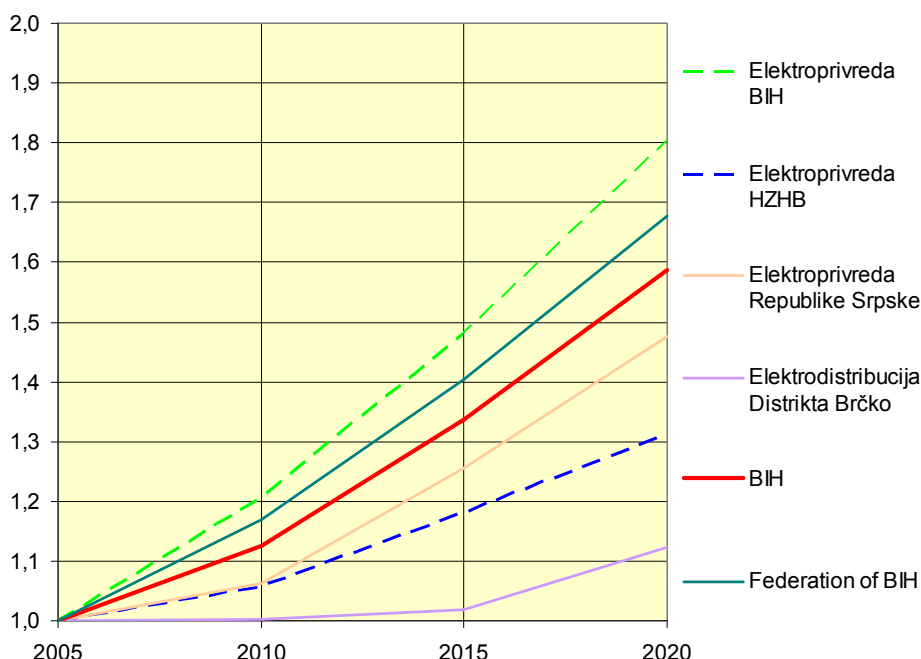
Razina promatranja – Scenarij / Godina	2005.	2010.	2015.	2020.
Elektroprivreda BiH - S2	1,00	1,20	1,48	1,80
Elektroprivreda BiH - S1		1,22	1,38	1,54
Elektroprivreda BiH - S3		1,20	1,44	1,73
Elektroprivreda HZHB - S2		1,06	1,18	1,31
Elektroprivreda HZHB - S1		1,05	1,13	1,21
Elektroprivreda HZHB - S3		1,05	1,15	1,27
Federacija Bosne i Hercegovine - S2		1,17	1,40	1,67
Federacija Bosne i Hercegovine - S1		1,18	1,32	1,46
Federacija Bosne i Hercegovine - S3		1,16	1,37	1,61
Elektroprivreda Republike Srpske - S2		1,06	1,25	1,48
Elektroprivreda Republike Srpske - S1		1,02	1,15	1,30
Elektroprivreda Republike Srpske - S3		1,05	1,23	1,42
Elektrodistribucija Distrikta Brčko - S2		1,00	1,02	1,12
Elektrodistribucija Distrikta Brčko - S1		0,99	1,00	1,05
Elektrodistribucija Distrikta Brčko - S3		0,99	0,99	1,07
Bosna i Hercegovina - S2		1,12	1,33	1,58
Bosna i Hercegovina - S1		1,11	1,24	1,39
Bosna i Hercegovina - S3		1,12	1,31	1,52



Slika 4.1. Indeksi razvoja bruto potrošnje električne energije u distribuciji na razini operatora mreže za scenarije S2, S1 i S3



Slika 4.2. Indeksi razvoja bruto potrošnje električne energije u distribuciji na razini entiteta i Bosne i Hercegovine



Slika 4.3. Indeksi razvoja bruto potrošnje električne energije u distribuciji za scenarij S2 na razini operatora mreže odnosno entiteta i Bosne i Hercegovine

Struktura potrošnje električne energije za referentni scenarij (S2) za sva četiri operatora distribucijske mreže te na razini entiteta i Bosne i Hercegovine dana je u tablicama 4.3 – 4.8.

Tablica 4.3. Struktura potrošnje električne energije u EPBiH za scenarij S2

Kategorija potrošnje / Godina	2005.	2010.	2015.	2020.
Potrošnja [GWh]				
Gubici prijenosa	163,8	188,1	218,8	251,1
Kupci na 110 kV	394,0	530,0	675,7	834,8
Bruto distribucijska potrošnja	3.631,9	4.365,4	5.357,7	6.522,0
Gubici distribucije (tehnički gubici)	217,9	261,9	321,5	391,3
Neregistrirana potrošnja (netehnički gubici)	92,8	87,3	107,2	130,4
Ukupni gubici distribucije	310,7	349,2	428,6	521,8
Kupci na 35 i 10 kV	838,0	1.062,8	1.438,0	1.895,0
Ostali kupci na 0,4 kV	638,7	883,0	1.191,2	1.584,4
Kućanstva (0,4 kV)	1.844,5	2.070,4	2.299,9	2.520,8
Ukupna potrošnja električne energije	4.189,7	5.083,6	6.252,2	7.607,8
Udjeli u bruto distribucijskoj potrošnji električne energije [%]				
Bruto distribucijska potrošnja	100,0	100,0	100,0	100,0
Gubici distribucije (tehnički gubici)	6,0	6,0	6,0	6,0
Neregistrirana potrošnja (netehnički gubici)	2,6	2,0	2,0	2,0
Ukupno gubici distribucije	8,6	8,0	8,0	8,0
Kupci na 35 i 10 kV	23,1	24,3	26,8	29,1
Ostali kupci na 0,4 kV	17,6	20,2	22,2	24,3
Kućanstva (0,4 kV)	50,8	47,4	42,9	38,7

Tablica 4.4. Struktura potrošnje električne energije u EPHZHB za scenarij S2

Kategorija potrošnje / Godina	2005.	2010.	2015.	2020.
Potrošnja [GWh]				
Gubici prijenosa	83,5	96,3	110,0	119,7
Kupci na 110 kV	2.133,3	2.372,6	2.502,3	2.529,4
Bruto distribucijska potrošnja	1.235,2	1.307,9	1.460,8	1.624,3
Gubici distribucije (tehnički gubici)	74,1	78,5	87,6	97,5
Neregistrirana potrošnja (netehnički gubici)	157,0	52,3	29,2	32,5
Ukupni gubici distribucije	231,1	130,8	116,9	129,9
Kupci na 35 i 10 kV	134,1	181,6	239,2	292,3
Ostali kupci na 0,4 kV	262,6	329,9	388,7	452,8
Kućanstva (0,4 kV)	607,4	665,7	716,0	749,3
Ukupna potrošnja električne energije	3.452,0	3.776,9	4.073,0	4.273,3
Udjeli u bruto distribucijskoj potrošnji električne energije [%]				
Bruto distribucijska potrošnja	100,0	100,0	100,0	100,0
Gubici distribucije (tehnički gubici)	6,0	6,0	6,0	6,0
Neregistrirana potrošnja (netehnički gubici)	12,7	4,0	2,0	2,0
Ukupno gubici distribucije	18,7	10,0	8,0	8,0
Kupci na 35 i 10 kV	10,9	13,9	16,4	18,0
Ostali kupci na 0,4 kV	21,3	25,2	26,6	27,9
Kućanstva (0,4 kV)	49,2	50,9	49,0	46,1

Tablica 4.5. Struktura potrošnje električne energije u ERS za scenarij S2

Kategorija potrošnje / Godina	2005.	2010.	2015.	2020.
Potrošnja [GWh]				
Gubici prijenosa	136,5	143,6	173,7	207,0
Kupci na 110 kV	250,2	377,7	551,0	715,4
Bruto distribucijska potrošnja	3.067,7	3.258,6	3.846,3	4.526,1
Gubici distribucije (tehnički gubici)	184,1	195,5	230,8	271,6
Neregistrirana potrošnja (netehnički gubici)	455,8	130,3	76,9	90,5
Ukupni gubici distribucije	639,8	325,9	307,7	362,1
Kupci na 35 i 10 kV	398,3	613,9	898,8	1.196,5
Ostali kupci na 0,4 kV	495,9	639,2	811,8	1.004,8
Kućanstva (0,4 kV)	1.533,7	1.679,7	1.827,9	1.962,7
Ukupna potrošnja električne energije	3.454,4	3.780,0	4.571,0	5.448,5
Udjeli u bruto distribucijskoj potrošnji električne energije [%]				
Bruto distribucijska potrošnja	100,0	100,0	100,0	100,0
Gubici distribucije (tehnički gubici)	6,0	6,0	6,0	6,0
Neregistrirana potrošnja (netehnički gubici)	14,9	4,0	2,0	2,0
Ukupno gubici distribucije	20,9	10,0	8,0	8,0
Kupci na 35 i 10 kV	13,0	18,8	23,4	26,4
Ostali kupci na 0,4 kV	16,2	19,6	21,1	22,2
Kućanstva (0,4 kV)	50,0	51,5	47,5	43,4

Tablica 4.6. Struktura potrošnje električne energije u EDBD za scenarij S2

Kategorija potrošnje / Godina	2005.	2010.	2015.	2020.
Potrošnja [GWh]				
Gubici prijenosa				
Kupci na 110 kV				
Bruto distribucijska potrošnja	237,5	238,0	242,1	266,6
Gubici distribucije (tehnički gubici)	14,2	14,3	14,5	16,0
Neregistrirana potrošnja (netehnički gubici)	44,4	16,7	4,8	5,3
Ukupni gubici distribucije	58,7	30,9	19,4	21,3
Kupci na 35 i 10 kV	14,9	20,2	27,6	37,3
Ostali kupci na 0,4 kV	45,0	57,8	68,0	78,5
Kućanstva (0,4 kV)	118,9	129,0	127,2	129,5
Ukupna potrošnja električne energije	237,5	238,0	242,1	266,6
Udjeli u bruto distribucijskoj potrošnji električne energije [%]				
Bruto distribucijska potrošnja	100,0	100,0	100,0	100,0
Gubici distribucije (tehnički gubici)	6,0	6,0	6,0	6,0
Neregistrirana potrošnja (netehnički gubici)	18,7	7,0	2,0	2,0
Ukupno gubici distribucije	24,7	13,0	8,0	8,0
Kupci na 35 i 10 kV	6,3	8,5	11,4	14,0
Ostali kupci na 0,4 kV	19,0	24,3	28,1	29,4
Kućanstva (0,4 kV)	50,1	54,2	52,5	48,6

Tablica 4.7. Struktura potrošnje električne energije u Federaciji BiH za scenarij S2

Kategorija potrošnje / Godina	2005.	2010.	2015.	2020.
Potrošnja [GWh]				
Gubici prijenosa	247,3	284,4	328,8	370,7
Kupci na 110 kV	2.527,3	2.902,6	3.177,9	3.364,2
Bruto distribucijska potrošnja	4.867,1	5.673,4	6.818,5	8.146,3
Gubici distribucije (tehnički gubici)	292,0	340,4	409,1	488,8
Neregistrirana potrošnja (netehnički gubici)	249,8	139,6	136,4	162,9
Ukupni gubici distribucije	541,8	480,0	545,5	651,7
Kupci na 35 i 10 kV	972,1	1.244,4	1.677,2	2.187,3
Ostali kupci na 0,4 kV	901,3	1.212,9	1.579,9	2.037,2
Kućanstva (0,4 kV)	2.451,9	2.736,1	3.015,9	3.270,1
Ukupna potrošnja električne energije	7.641,7	8.860,4	10.325,2	11.881,2
Udjeli u bruto distribucijskoj potrošnji električne energije [%]				
Bruto distribucijska potrošnja	100,0	100,0	100,0	100,0
Gubici distribucije (tehnički gubici)	6,0	6,0	6,0	6,0
Neregistrirana potrošnja (netehnički gubici)	14,9	4,0	2,0	2,0
Ukupno gubici distribucije	20,9	10,0	8,0	8,0
Kupci na 35 i 10 kV	13,0	18,8	23,4	26,4
Ostali kupci na 0,4 kV	16,2	19,6	21,1	22,2
Kućanstva (0,4 kV)	50,0	51,5	47,5	43,4

Tablica 4.8. Struktura potrošnje električne energije u Bosni i Hercegovini za scenarij S2

Kategorija potrošnje / Godina	2005.	2010.	2015.	2020.
Potrošnja [GWh]				
Gubici prijenosa	383,8	428,0	502,5	577,8
Kupci na 110 kV	2.777,5	3.280,4	3.729,0	4.079,6
Bruto distribucijska potrošnja	8.172,3	9.170,0	10.906,8	12.938,9
Gubici distribucije (tehnički gubici)	490,3	550,2	654,4	776,3
Neregistrirana potrošnja (netehnički gubici)	749,9	286,6	218,1	258,8
Ukupni gubici distribucije	1.240,3	836,8	872,5	1.035,1
Kupci na 35 i 10 kV	1.385,3	1.878,5	2.603,6	3.421,2
Ostali kupci na 0,4 kV	1.442,2	1.909,9	2.459,7	3.120,5
Kućanstva (0,4 kV)	4.104,5	4.544,8	4.970,9	5.362,2
Ukupna potrošnja električne energije	11.333,6	12.878,4	15.138,3	17.596,3
Udjeli u bruto distribucijskoj potrošnji električne energije [%]				
Bruto distribucijska potrošnja	100,0	100,0	100,0	100,0
Gubici distribucije (tehnički gubici)	6,0	6,0	6,0	6,0
Neregistrirana potrošnja (netehnički gubici)	9,2	3,1	2,0	2,0
Ukupno gubici distribucije	15,2	9,1	8,0	8,0
Kupci na 35 i 10 kV	17,0	20,5	23,9	26,4
Ostali kupci na 0,4 kV	17,6	20,8	22,6	24,1
Kućanstva (0,4 kV)	50,2	49,6	45,6	41,4

Jedna od osnovnih pretpostavki na kojima se temelje predviđanja razvoja potrošnje električne energije je relativno brzo rješenje problema neregistrirane potrošnje električne energije. Procjena razine tehničkih gubitaka električne energije, mjere za njihovo smanjenje, kao i mjere za smanjenje neovlaštene potrošnje električne energije su predmet posebne specijalističke studije. Ovdje primijenjene vrijednosti su prihvaćene u uređenim sustavima distribucije električne energije kao razumne granice gubitaka električne energije: 6% tehničkih gubitaka i 2% neregistrirane potrošnje električne energije.

Gore navedene vrijednosti potrošnje električne energije dane su na razini operatora mreže. No, distribucija električne energije je djelatnost lokalnog karaktera i stoga ovisi o lokalnim uvjetima i dinamici razvoja potrošnje energije. Radi toga su analize distribucijske mreže provedene detaljnije, na razini 10 zona potrošnje električne energije prikazanih na slici 4.4. Vidljivo je da su zone potrošnje (s namjerom) definirane tako da se približno poklapaju s distribucijskim područjima pojedinih operatora mreže. Naravno, prilikom definiranja zona potrošnje kriteriji su osim toga bili i ostali karakteristični za regionalno energetske planiranje: klimatski uvjeti, dostupnost drugih energenata, tipovi stambenih jedinica i slični. Iako radi toga nije ostvareno potpuno poklapanje zona potrošnje s distribucijskim područjima, ostala je vrlo velika razina korelacije.

Zone 1-4 pokrivaju područje EPBiH na sljedeći način:

- zona 1: ED Bihać,
- zona 2: ED Tuzla, dio ED Zenica i dio ED Sarajevo (Goražde i okolica grada Sarajeva),
- zona 3: dio ED Sarajevo (sam grad Sarajevo),
- zona 4: ED Mostar i dio ED Zenica.

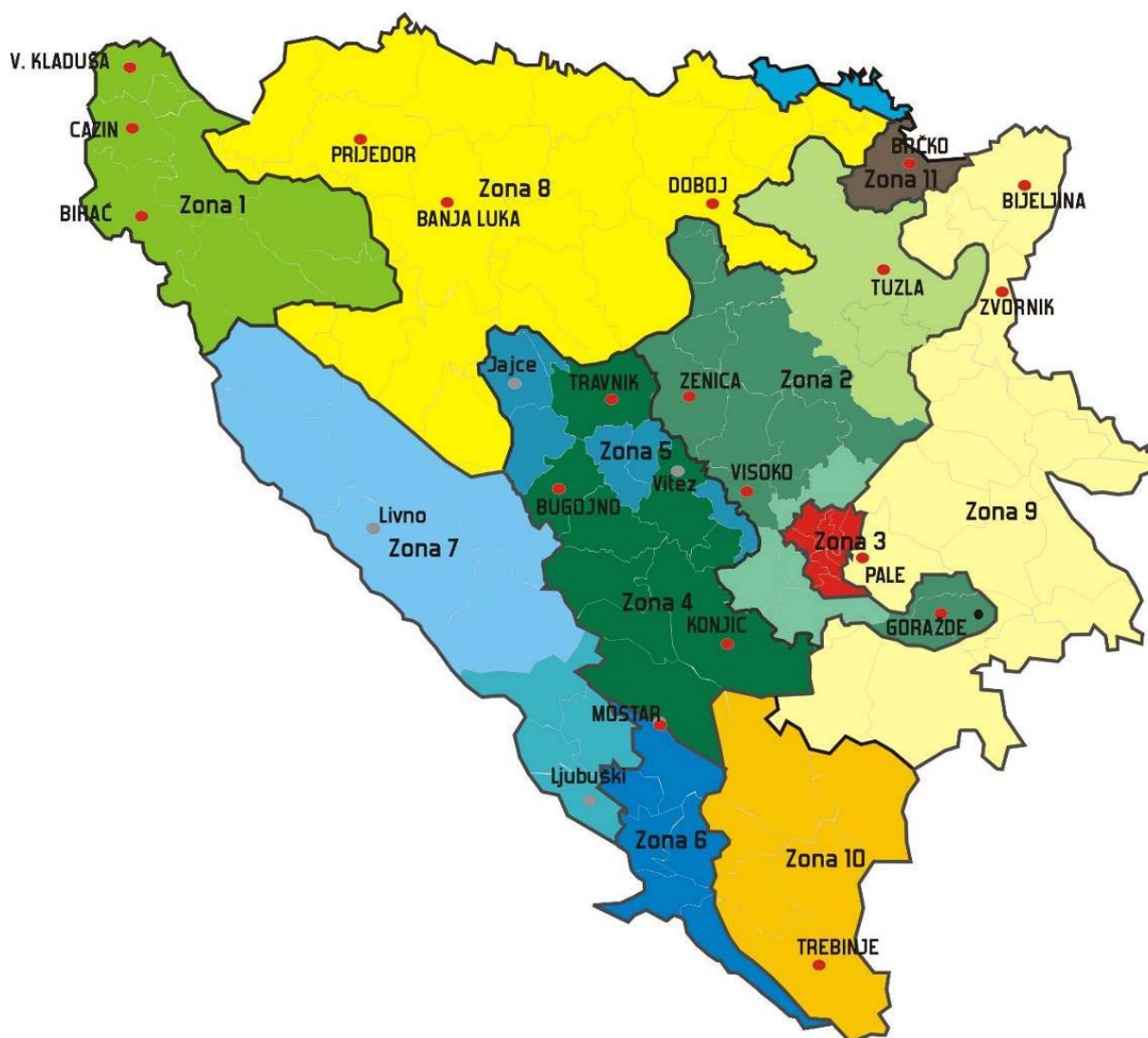
Zone 5-7 pokrivaju područje EPHZHB na sljedeći način:

- zona 5: DP Centar i DP Sjever,
- zona 6: dio DP Jug (jugoistok),
- zona 7: dio DP Jug (sjeverozapad).

Zone 8-10 pokrivaju područje ERS na sljedeći način:

- zona 8: Elektrokrajinu i Elektro Doboј,
- zona 9: Elektro Bijeljину i Elektrodistribuciju Pale,
- zona 10: Elektrohercegovinu.

Zona 11 pokriva područje Elektrodistribucije Distrikta Brčko.



Slika 4.4. Zone potrošnje električne energije

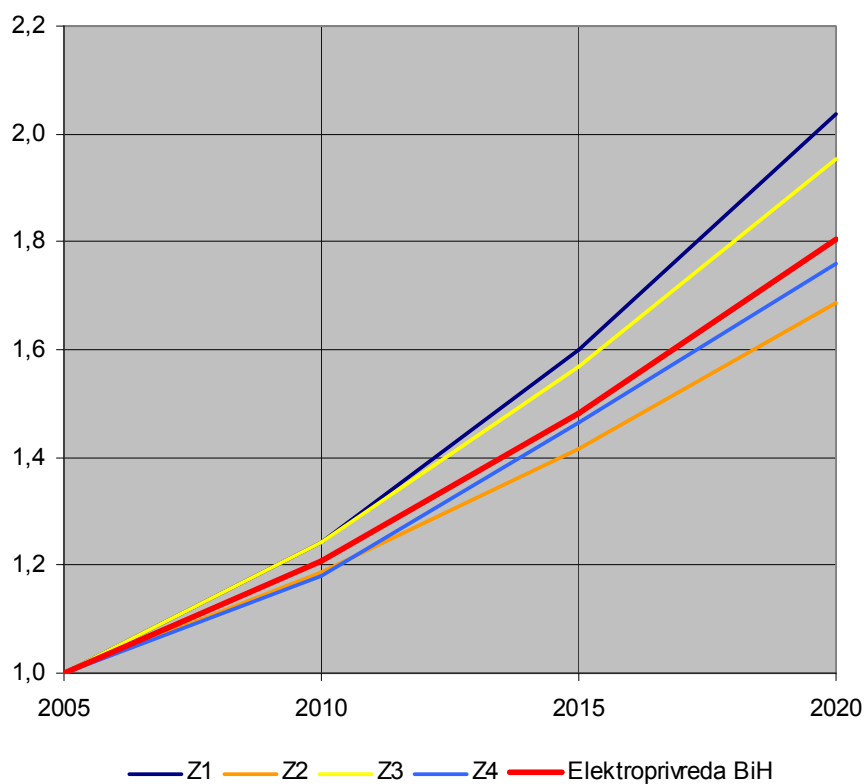
Radi jednostavnosti i sličnosti, zone 6 i 7, odnosno DP Jug, se promatraju kao jedno područje. Razdioba bruto potrošnje električne energije u distribuciji na definirane zone potrošnje prikazana je u tablici 4.9, a u tablici 4.10 su dane pripadajuće petogodišnje stope i indeksi promjene potrošnje električne energije. Promjene potrošnje električne energije po zonama i razlike između pojedinih zona jasnije su vidljive na slikama 4.5 – 4.7 za pojedine operatore distribucijske mreže.

Tablica 4.9. Razvoj bruto potrošnje električne energije u distribuciji za scenarij S2 po zonama

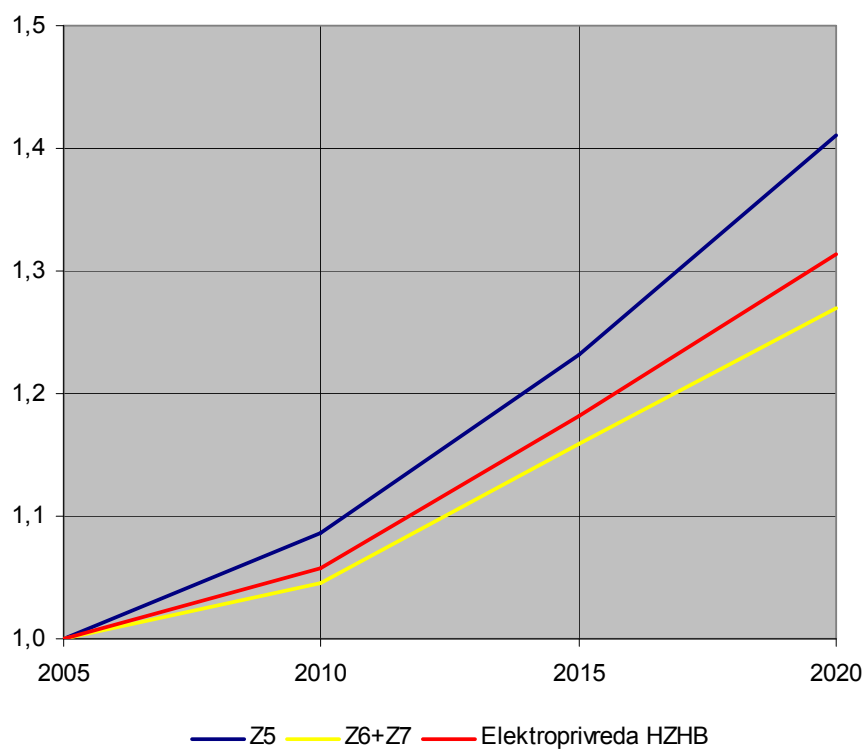
Zona / Godina	2005.	2010.	2015.	2020.
Z1	448	557	716	912
Z2	1.814	2.154	2.567	3.060
Z3	836	1.040	1.313	1.634
Z4	520	615	762	916
Elektroprivreda BiH	3.617	4.365	5.358	6.522
Z5	391	425	482	552
Z6+Z7	845	883	979	1.072
Elektroprivreda HZHB	1.236	1.308	1.461	1.624
Federacija BiH	4.854	5.673	6.818	8.146
Z8	1.979	2.075	2.428	2.846
Z9	892	978	1.164	1.367
Z10	195	205	255	313
Elektroprivreda Republike Srpske	3.065	3.259	3.846	4.526
Elektrodistribucija Distrikta Brčko	237	238	242	267
Bosna i Hercegovina	8.156	9.170	10.907	12.939

Tablica 4.10. Stope i indeksi promjene bruto potrošnje električne energije u distribuciji za scenarij S2 po zonama

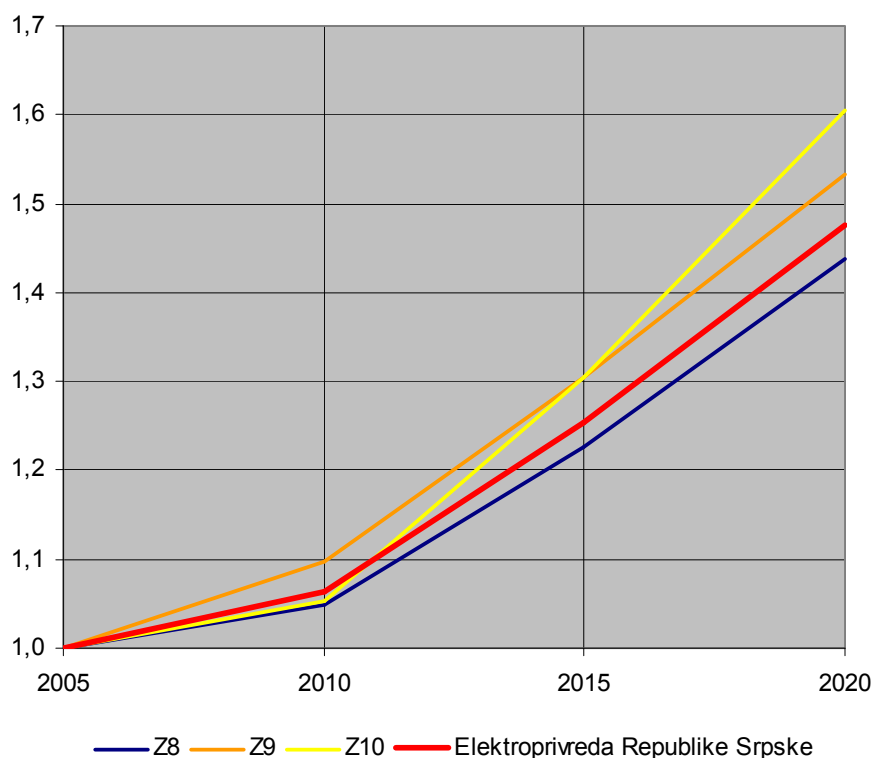
Zona / Godina	Stopa promjene potrošnje (%)			Indeks promjene potrošnje			
	2010.	2015.	2020.	2005.	2010.	2015.	2020.
Z1	4,46	5,17	4,97	1,00	1,24	1,60	2,04
Z2	3,50	3,57	3,57		1,19	1,42	1,69
Z3	4,47	4,76	4,48		1,24	1,57	1,95
Z4	3,39	4,38	3,75		1,18	1,46	1,76
Elektroprivreda BiH	3,83	4,18	4,01		1,21	1,48	1,80
Z5	1,68	2,54	2,75		1,09	1,23	1,41
Z6+Z7	0,88	2,09	1,84		1,04	1,16	1,27
Elektroprivreda HZHB	1,13	2,23	2,14		1,06	1,18	1,31
Federacija BiH	3,17	3,75	3,62		1,17	1,40	1,68
Z8	0,96	3,19	3,23		1,05	1,23	1,44
Z9	1,87	3,54	3,27		1,10	1,31	1,53
Z10	1,04	4,38	4,22		1,05	1,30	1,60
Elektroprivreda Republike Srpske	1,23	3,37	3,31		1,06	1,25	1,48
Elektrodistribucija Distrikta Brčko	0,04	0,34	1,95		1,00	1,02	1,12
Bosna i Hercegovina	2,37	3,53	3,48		1,12	1,34	1,59



Slika 4.5. Indeksi promjene bruto potrošnje električne energije u distribuciji u zonama EPBiH



Slika 4.6. Indeksi promjene bruto potrošnje električne energije u distribuciji u zonama EPHZHB



Slika 4.7. Indeksi promjene bruto potrošnje električne energije u distribuciji u zonama ERS

Iako se strogo promatrano radi o stopama promjene potrošnje električne energije, jednake vrijednosti su pretpostavljene za promjenu vršnog opterećenja elemenata distribucijske mreže kao veličinu mjerodavnu za planiranje. Te stope su primijenjene na vršna opterećenja TS 110/SN, koja su radi dostupnosti podataka za razdoblje od 2002. do 2006. godine iz jednog izvora (Elektroprijenos BiH) procijenjena najvjerodostojnijim ulaznim podatkom za planiranje distribucijske mreže u pogledu opterećenja. Vršna opterećenja TS 35/SN su u načelu puno nepouzdaniji, a često i nedostupni podaci.

Pregled postojećih TS 110/SN na karti elektroenergetskog sustava Bosne i Hercegovine po pojedinim operatorima distribucijske mreže daje Slika 2.1, a plan razvoja opterećenja do 2020. godine prikazuje

Tablica 4.11. Pritom se ne radi samo o jednostavnoj primjeni indeksa promjene opterećenja na svaku TS 110/SN nezavisno, već o planu razvoja te transformacije u promatranom razdoblju, prema kriterijima definiranim u poglavlju 3. Uzeta je u obzir mogućnost rasterećenja susjednih TS 110/SN preko SN mreže, kao i karakteristike i trendovi razvoja lokalne distribucijske mreže. Na taj način dobiven je plan izgradnje potrebnih novih objekata (označenih crvenom bojom), odnosno plan rekonstrukcija ili samo povećanja snage transformacije postojećih TS 110/SN. Taj plan i razdioba opterećenja ulazni su podatak kako za planiranje prijenosne mreže, tako i detaljniju razradu plana razvoja distribucijske mreže u pogledu potrebne obnove postojećih objekata primarne mreže srednjeg napona.

Tablica 4.11. Razdioba TS 110/SN po zonama i razvoj vršnog opterećenja do 2020. godine

Naziv TS 110/SN	Zona	Vršna snaga [MVA]			
		2005.	2010.	2015.	2020.
Bihać 1	Z 1	10,3	12,9	16,5	21,1
Bihać 2	Z 1	7,9	9,9	12,7	16,2
Bosanska Krupa	Z 1	6,3	7,8	10,0	12,8
Bosanski Petrovac	Z 1	4,0	3,2	4,1	5,2
Bužim	Z 1		3,8	4,9	6,3
Cazin 1	Z 1	13,5	16,8	21,6	27,5
Cazin 2	Z 1	4,0	4,9	6,3	8,1
EVP/TS Kulen Vakuf	Z 1	0,8	2,5	3,0	3,6
Ključ	Z 1	3,9	4,8	6,2	7,9
Sanski Most	Z 1	9,0	11,2	14,4	18,3
Velika Kladuša	Z 1	8,8	10,9	14,0	17,9
Vrnograč	Z 1	6,2	3,8	4,9	6,3
Banovići	Z 2	16,2	19,2	22,9	27,3
Breza	Z 2	9,8	11,6	13,9	16,5
Bugojno	Z 2	12,3	11,5	14,2	17,1
Doboj Istok	Z 2				7,6
Donji Vakuf	Z 2	3,1	3,7	4,4	5,3
Đurđevik	Z 2	12,2	14,5	17,3	20,6
Fojnica	Z 2		5,1	5,8	6,7
Goražde 1	Z 2	8,4	9,0	9,6	11,4
Gračanica	Z 2	17,2	20,4	24,4	21,8
Gradačac	Z 2	12,6	15,0	17,9	21,3
Hadžići	Z 2	3,8	4,5	7,3	9,4
Ilijaš	Z 2	0,5	0,5	11,0	13,7
Jelah	Z 2			13,9	16,5
Kladanj	Z 2	4,4	5,2	3,1	3,7
Lukavac	Z 2	17,7	21,0	25,0	29,8
Maglaj	Z 2	11,6	13,8	16,4	19,5
Olovo	Z 2			3,1	3,7
Pazarić	Z 2	3,5	4,2	5,0	6,0
Rudnik soli Tušanj	Z 2			15,4	18,3
Srebrenik	Z 2	10,1	12,0	9,3	11,1
Tešanj	Z 2	14,0	16,6	5,9	7,1
Tinja	Z 2			7,0	8,0
Travnik 1	Z 2	17,7	20,9	25,8	31,1
Travnik 2	Z 2	9,2	10,8	13,4	16,2
Tuzla 3	Z 2		12,9	15,4	18,3
Tuzla 5	Z 2	16,8	20,0	23,8	28,3
Tuzla Centar	Z 2	36,2	30,1	20,5	24,4

Naziv TS 110/SN	Zona	Vršna snaga [MVA]			
		2005.	2010.	2015.	2020.
Vareš	Z 2	3,8	4,5	5,3	6,4
Visoko	Z 2	16,3	19,3	23,1	27,5
Zavidovići	Z 2	17,4	20,7	15,6	19,0
Zenica 1	Z 2	5,2	6,2	7,4	8,8
Zenica 2	Z 2		0,0	0,0	0,0
Zenica 3	Z 2	21,2	25,2	30,0	35,8
Zenica 4	Z 2	10,7	12,7	15,1	18,0
Prača	Z 2/9		2,0	2,4	2,8
Ustikolina	Z 2/9			1,2	1,4
Sarajevo 1	Z 3	19,8	24,7	13,8	15,8
Sarajevo 2	Z 3	20,7	6,4	8,1	20,1
Sarajevo 4	Z 3	8,9	11,0	13,9	17,3
Sarajevo 5	Z 3	31,9	39,6	40,0	32,3
Sarajevo 6	Z 3				20,0
Sarajevo 7	Z 3	25,5	23,8	30,0	37,3
Sarajevo 8	Z 3	20,1	25,0	31,5	29,2
Sarajevo 10	Z 3			5,0	17,0
Sarajevo 11	Z 3		18,5	33,4	29,1
Sarajevo 12	Z 3		24,5	30,9	38,5
Sarajevo 13	Z 3	26,1	24,4	30,7	38,3
Sarajevo 14	Z 3	27,2	25,4	32,1	39,9
Sarajevo 15	Z 3	15,3	19,1	24,1	30,0
Sarajevo 18	Z 3	11,4	14,2	17,9	22,3
Buturović Polje	Z 4		1,1	1,4	1,7
Jablanica	Z 4	7,3	8,6	10,7	12,9
Konjic	Z 4	9,7	10,3	12,8	15,4
Mostar 2	Z 4	19,6	23,2	21,5	25,9
Željuša	Z 4			7,2	8,6
Busovača	Z 5	6,5	7,0	8,0	9,1
Jajce 1	Z 5	8,3	9,1	10,3	11,8
Kiseljak	Z 5	15,8	12,0	13,6	15,6
Novi Travnik	Z 5	7,9	8,6	9,8	11,2
Odžak	Z 5	7,8	8,5	9,6	11,0
Orašje	Z 5	13,8	15,0	17,0	19,4
Uskoplje	Z 5	5,6	6,1	6,9	7,9
Vitez	Z 5	15,4	16,8	19,0	21,8
Žepče	Z 5			9,1	10,4
Bosansko Grahovo	Z 6/7	0,6	0,7	0,7	0,8
Čapljina	Z 6/7	15,6	16,3	18,0	19,8
Čitluk	Z 6/7	19,4	20,3	15,8	17,3

Naziv TS 110/SN	Zona	Vršna snaga [MVA]			
		2005.	2010.	2015.	2020.
Čitluk 2	Z 6/7			6,8	7,4
Drvar	Z 6/7	3,5	3,7	4,1	4,5
Grude	Z 6/7	12,3	12,9	14,3	15,6
Kupres	Z 6/7		3,1	3,8	4,6
Livno	Z 6/7	11,9	12,4	13,8	15,1
Ljubuški	Z 6/7	22,6	23,6	15,7	17,2
Ljubuški 2	Z 6/7			10,5	11,5
Mostar 4	Z 6/7	1,1	2,2	2,4	2,7
Mostar 5	Z 6/7	14,1	7,4	8,2	8,9
Mostar 6	Z 6/7	32,6	27,2	30,2	23,1
Mostar 7	Z 6/7	16,7	24,3	26,9	22,5
Mostar 9	Z 6/7		7,4	8,2	8,9
Mostar 11	Z 6/7				17,0
Neum	Z 6/7	3,9	4,0	4,5	4,9
Posušje	Z 6/7	11,8	12,3	13,7	15,0
Rama - Prozor	Z 6/7		6,3	7,0	7,6
Stolac	Z 6/7	5,9	6,1	6,8	7,4
Široki Brijeg	Z 6/7	19,4	19,3	21,4	23,4
Tomislavgrad	Z 6/7	10,5	11,0	12,2	13,4
Banja Luka 1	Z 8	54,4	22,8	26,7	31,3
Banja Luka 2	Z 8	36,5	30,7	33,6	36,8
Banja Luka 3	Z 8	40,5	34,0	37,3	40,8
Banja Luka 4	Z 8	20,9	21,9	25,6	30,0
Banja Luka 5	Z 8	9,1	9,5	11,1	13,1
Banja Luka 7	Z 8		16,2	23,6	33,2
Banja Luka 8	Z 8		15,3	17,9	21,0
Banja Luka 9	Z 8		11,4	13,3	15,6
Bosanski Brod	Z 8	5,4	5,7	6,6	7,8
Čelinac	Z 8		11,4	13,3	15,6
Derventa	Z 8	16,6	17,4	20,4	23,9
Doboj 1	Z 8	12,4	13,0	15,3	17,9
Doboj 2	Z 8	18,7	15,7	15,4	18,0
Doboj 3	Z 8	1,3	5,2	9,1	10,7
Dubica	Z 8	15,6	16,3	19,1	22,4
Gradiška	Z 8	16,8	17,6	20,6	24,2
Kotor Varoš	Z 8	9,6	10,1	11,8	13,8
Laktaši	Z 8	18,5	11,6	13,6	15,9
Laktaši 2	Z 8		3,9	9,5	15,3
Modriča	Z 8	12,1	12,7	14,9	17,4
Mrkonjić Grad	Z 8	14,0	9,8	11,5	13,5
Nova Topola	Z 8	11,4	11,9	14,0	16,4

Naziv TS 110/SN	Zona	Vršna snaga [MVA]			
		2005.	2010.	2015.	2020.
Novi Grad	Z 8	10,2	10,7	12,5	14,7
Prijedor 1	Z 8	29,0	24,4	23,9	28,0
Prijedor 2	Z 8		0,0	0,0	0,0
Prijedor 3	Z 8	14,4	15,1	17,7	20,7
Prijedor 5	Z 8	7,7	14,2	21,2	24,9
Prnjavor	Z 8	17,2	18,1	14,8	17,3
Prnjavor 2	Z 8			6,3	7,4
Srbac	Z 8	10,7	11,2	13,1	15,3
Stanari	Z 8	3,9	4,0	4,7	5,6
Šamac	Z 8	11,4	11,9	14,0	16,4
Šipovo	Z 8		4,8	5,7	6,6
Teslić	Z 8	13,7	14,3	16,8	19,7
Ukrina	Z 8	1,7	1,8	2,1	2,4
Bijeljina 1	Z 9	32,8	25,2	25,7	30,2
Bijeljina 3	Z 9	24,7	27,1	32,3	37,9
Bijeljina 4	Z 9		10,8	17,1	20,1
Foča	Z 9	8,4	9,2	10,9	12,8
Goražde 2	Z 9	1,1	1,3	1,5	1,7
Lopare	Z 9	3,0	3,3	4,0	4,7
Pale	Z 9	18,4	19,2	22,8	26,8
Rogatica	Z 9	4,8	5,3	6,3	7,4
Sarajevo 20	Z 9	12,7	14,0	16,6	19,5
Sokolac	Z 9	7,4	8,1	9,7	11,4
Srebrenica	Z 9	9,7	10,7	12,7	14,9
Ugljevik	Z 9	10,9	11,9	14,2	16,6
Višegrad	Z 9	8,4	9,3	11,0	13,0
Vlesenica	Z 9	9,8	10,8	12,8	15,0
Zvornik	Z 9	9,1	10,0	11,9	13,9
Bileća	Z 10	7,1	7,5	9,2	11,4
Gacko	Z 10	5,5	5,8	7,2	8,8
Nevesinje	Z 10	4,0	4,2	5,2	6,4
Trebinje	Z 10	16,0	16,8	14,6	18,0
Trebinje 1	Z 10	11,0	11,6	11,5	14,1
Trebinje 3	Z 10			9,1	11,2
Brčko 1	BD	32,0	32,0	32,6	35,9
Brčko 2	BD	38,4	38,5	39,2	43,1

NARANDASTO = nedavno izgrađene TS 110/SN

CRVENO = nove TS 110/SN

Izvor: Elektroprijenos BiH, EIHP

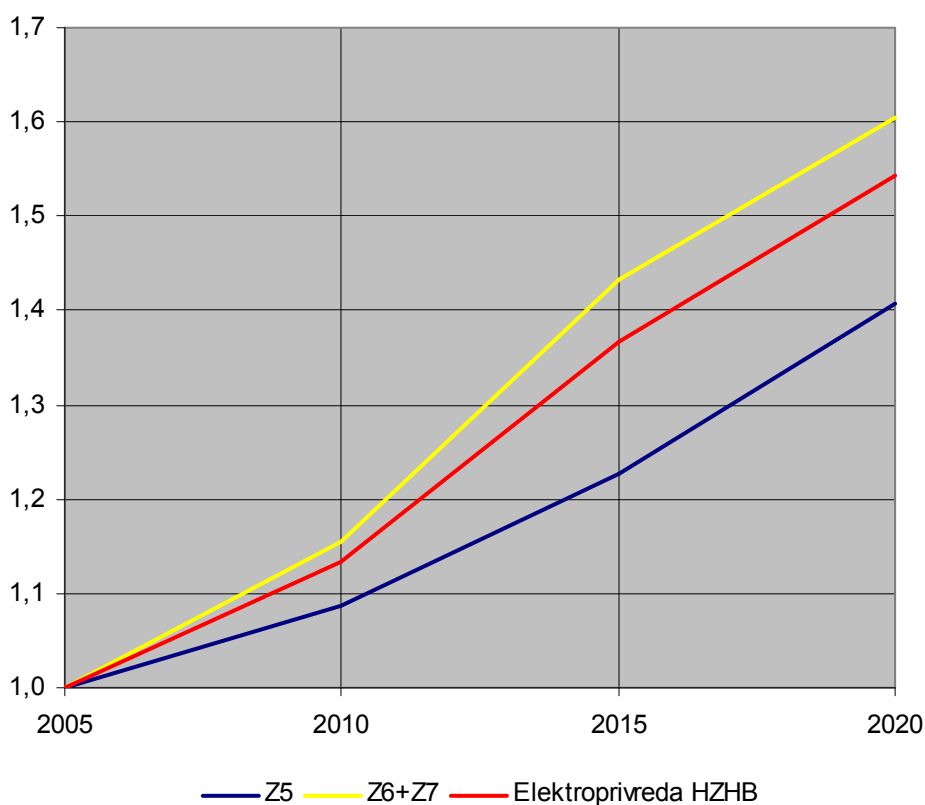
Podaci o vršnom opterećenju TS 35/SN su često nedostupni ili manje pouzdani od opterećenja TS 110/SN. Osim toga, radi se o velikom broju objekata, te su radi preglednosti i jednostavnosti praćenja dani u poglavlju 5 po pojedinim distribucijskim područjima.

Osim prikazana tri osnovna scenarija razvoja potrošnje električne energije, za područje zona 6 i 7 provedena je dodatna analiza osjetljivosti koja uzima u obzir slijedeće moguće rizike povećanja potrošnje električne energije: izostanak razvoja plinske distribucijske mreže na širem području Mostara i nešto manji efekt smanjenja potrošnje uslijed provođenja djelotvornog programa smanjenja neregistrirane potrošnje električne energije.

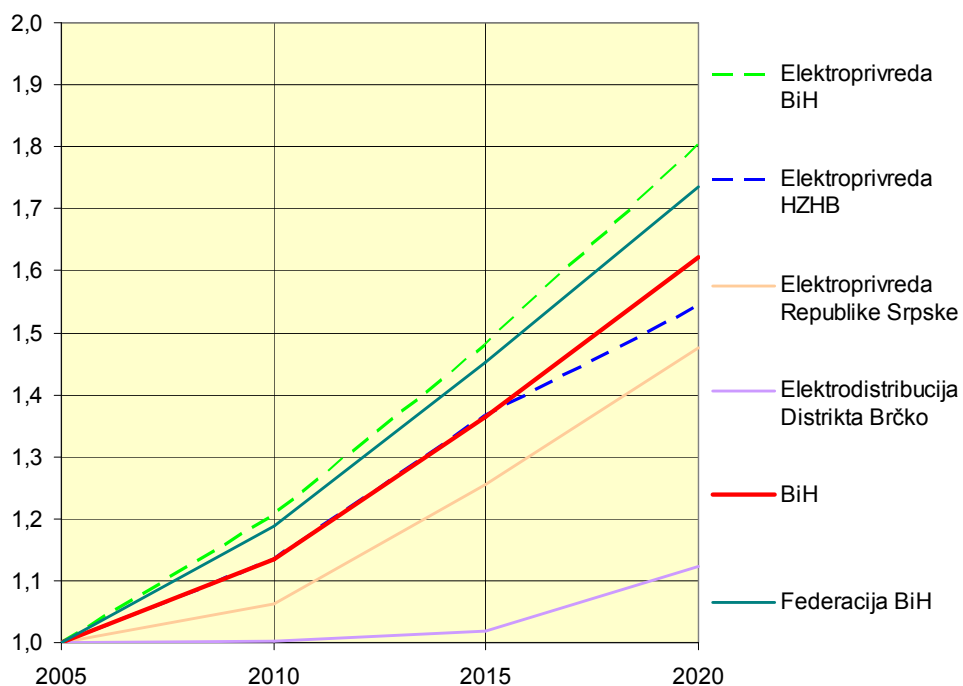
Rezultati analize osjetljivosti su prikazani u slijedećim tablicama i slikama. Konačni porast potrošnje električne energije je 27% veći na području zona Z 6 i Z 7, odnosno 18% veći na razini EPHZHB te indeksi porasta približno odgovaraju onima na razini Bosne i Hercegovine.

Tablica 4.12. Stope i indeksi promjene bruto potrošnje električne energije u distribuciji za analizu osjetljivosti scenarija S2 u zonama 6 i 7

Zona / Godina	Stopa promjene potrošnje (%)			Indeks promjene potrošnje			
	2010.	2015.	2020.	2005.	2010.	2015.	2020.
Z5	1,68	2,54	2,75	1,00	1,09	1,23	1,41
Z6+Z7	2,93	4,39	2,31		1,16	1,43	1,61
Elektroprivreda HZHB	2,54	3,82	2,44		1,13	1,37	1,54



Slika 4.8. Indeksi promjene bruto potrošnje električne energije u distribuciji u zonama EPHZHB za analizu osjetljivosti scenarija S2



Slika 4.9. Indeksi promjene bruto potrošnje električne energije u distribuciji za analizu osjetljivosti scenarija S2 na razini operatora mreže odnosno entiteta i Bosne i Hercegovine

Tablica 4.13. Razvoj vršnog opterećenja do 2020. godine u zonama 6 i 7 za analizu osjetljivosti scenarija S2

Naziv TS 110/SN	ZONA	Vršna snaga [MVA]			
		2005.	2010.	2015.	2020.
Bosansko Grahovo	Z 6/7	0,6	0,7	0,9	1,0
Čapljina	Z 6/7	15,6	18,0	22,3	25,0
Čitluk	Z 6/7	19,4	22,4	19,5	21,8
Čitluk 2	Z 6/7			8,3	9,4
Drvar	Z 6/7	3,5	4,1	5,1	5,7
Grude	Z 6/7	12,3	14,2	17,6	19,8
Kupres	Z 6/7		3,1	3,8	4,6
Livno	Z 6/7	11,9	13,7	17,0	19,1
Ljubuški	Z 6/7	22,6	26,1	19,4	21,7
Ljubuški 2	Z 6/7			12,9	14,5
Mostar 4	Z 6/7	1,1	2,4	3,0	3,4
Mostar 5	Z 6/7	14,1	8,1	10,1	11,3
Mostar 6	Z 6/7	32,6	30,1	37,3	31,8
Mostar 7	Z 6/7	16,7	26,8	33,2	30,3
Mostar 9	Z 6/7		8,1	10,1	11,3
Mostar 11	Z 6/7				17,0
Neum	Z 6/7	3,9	4,5	5,5	6,2
Posušje	Z 6/7	11,8	13,6	16,9	18,9
Rama - Prozor	Z 6/7		6,9	8,6	9,6
Stolac	Z 6/7	5,9	6,8	8,4	9,4
Široki Brijeg	Z 6/7	19,4	21,3	26,4	29,6
Tomislavgrad	Z 6/7	10,5	12,2	15,1	16,9

4.2. Podaci za ekonomske analize

Osnovni elementi ekonomskih analiza su troškovi izgradnje ili obnove samih objekata distribucijske mreže te troškovi neisporučene energije i snage. Ekonomske analize služe za međusobno uspoređivanje različitih mogućih rješenja razvoja distribucijske mreže primjenom metode aktualizacije svih investicija i troškova. Osnovni podaci na kojima se te analize zasnivaju su diskontna stopa (8 %) i cijena neisporučene električne energije (2,5 €/kWh) te cijena neisporučene električne snage (0,75 €/kW).

Sve ekonomske analize se trebaju zasnivati na realnim cijenama elektroenergetske opreme i montažnih radova. Ako ne postoji točniji podatak o troškovima određenog objekta, ili je primjetno značajno odstupanje od prosječnih vrijednosti, treba koristiti tipske cijene, koje su dane u nastavku.

Tablica 4.14. Planske cijene transformatorskih stanica 35/10(20) kV i 10(20)/0,4 kV

Naponski omjer [kV]	Opis ulaganja	Cijena [€]
35/10(20)	izgradnja gradske TS 35/10(20) kV 2×8 MVA	900 000
35/10(20)	izgradnja vangradske TS 35/10(20) kV 2×4 MVA	750 000
35/10(20)	izgradnja pojednostavljene TS 35/10(20) kV 1×4 MVA	400 000
35/10(20)	potpuna obnova TS 35/10(20) kV, uz pretpostavku zamjene opreme (prekidača, rastavljača, strujnih transformatora, izolatora, ...) u postrojenjima klasičnog tipa	350 000
35/10(20)	potpuna obnova TS 35/10(20) kV, uz pretpostavku zamjene postrojenja klasičnog tipa sklopnim blokovima	500 000
35/10(20)	rekonstrukcija TS 35/10(20) kV radi povećanja projektirane snage (rekonstrukcija temelja transformatora, uljne jame i mogući dodatni radovi)	100 000
10(20)/0,4	standardna STS 10(20)/0,4 kV (građevinski dio, elektromontažni radovi, oprema, stup 700 kg, bez transformatora)	7 000
10(20)/0,4	obnova standardne STS 10(20)/0,4 kV: zamjena opreme SN i NN, elektromontažni radovi (bez transformatora i bez stupa)	4 000
10(20)/0,4	standardna KTS 10(20)/0,4 kV (građevinski dio, elektromontažni radovi, oprema, bez transformatora)	10 000
10(20)/0,4	obnova standardne KTS 10(20)/0,4 kV bez RMU: zamjena SN postrojenja s RMU (bez građevinskog djela i transformatora)	6 000

Izvor: ERS, EIHP

Tablica 4.15. Planske cijene energetskih transformatora

U_a [kV]	U_d [kV]	S [kVA]	Cijena [€]
35	10(20)	1 600	26 500
35	10(20)	2 500	30 000
35	10(20)	4 000	42 500
35	10(20)	8 000	727 000
35	10(20)	16 000	140 000
20	10	2 500	31 000
20	10	4 000	43 000
20	10	8 000	79 000
10 ili 20	0,4	30	1 760
10 ili 20	0,4	50	2 300
10 ili 20	0,4	100	3 080
10 ili 20	0,4	160	4 060
10 ili 20	0,4	250	4 860
10 ili 20	0,4	400	6 060
10 ili 20	0,4	630	8 020
10 ili 20	0,4	1 000	10 880
10(20)	0,4	30	2 200
10(20)	0,4	50	2 870
10(20)	0,4	100	3 850
10(20)	0,4	160	5 080
10(20)	0,4	250	6 080
10(20)	0,4	400	7 570
10(20)	0,4	630	10 020
10(20)	0,4	1 000	13 600

Pretpostavka: preklopivi transformatori približno 25% skuplji od fiksnih.

Izvor: ERS, EIHP

Tablica 4.16. Planske cijene izgradnje i obnove vodova srednjeg i niskog napona

Vrsta voda	U_n [kV]	Cijena [€/km]
Nadzemni vod, jednosustavni, Al/Fe 3x120 mm ² , sa zaštitnim vodičem	35	32 000
Nadzemni vod, jednosustavni, Al/Fe 3x120 mm ² , bez zaštitnog vodiča	35	28 000
Nadzemni vod, dvosustavni, Al/Fe 3x120 mm ² , sa zaštitnim vodičem	35	47 000
Nadzemni vod, dvosustavni, Al/Fe 3x120 mm ² , bez zaštitnog vodiča	35	43 000
Kabelski vod (Al 185 mm ²), vangradski	35	65 000
Potpuna obnova nadzemnog voda 35 kV Al/Fe 95 mm ² ili Al/Fe 120 mm ² (zamjena vodiča, izolatora i ovjesnog pribora, ali ne i stupova)	35	20 000

Vrsta voda	Un [kV]	Cijena [€/km]
Potpuna obnova nadzemnog voda 35 kV presjeka manjeg od Al/Fe 95 mm ² (zamjena vodiča, izolatora i ovjesnog pribora, ali ne i stupova)	35	18 000
Nadzemni vod, Al/Fe 3x95 mm ²	20	26 000
Nadzemni vod, Al/Fe 3x120 mm ²	20	28 000
Nadzemni vod, Al/Fe 3x50 mm ² , betonski stupovi ili drveni stupovi s betonskim nogarima	20	14 000
Kabelski vod (Al 185 mm ²), vangradski	20	45 000
Kabelski vod (Al 185 mm ²), gradski	20	55 000
Potpuna obnova nadzemnog voda 10(20) kV Al/Fe 95 mm ² ili Al/Fe 120 mm ² (zamjena vodiča, izolatora i ovjesnog pribora, ali ne i stupova)	20	20 000
Zamjena izolatora prilikom prelaska nadzemnih vodova nazivnog napona izolacije 12 kV izgrađenih na drvenim stupovima na pogon na naponskoj razini 20 kV	20	3 300
Nadzemni vod (SKS Al 70 mm ²), betonski stupovi ili drveni stupovi s betonskim nogarima	0,4	17 000
Kabelski vod (Al 150 mm ²)	0,4	30 000

Izvor: ERS, EIHP

Vodovi 10 kV se u odnosu na odgovarajuće vodove 20 kV (istih ostalih karakteristika) u načelu razlikuju samo u jednom izolatoru po vodiču, što uz standardne raspone između stupova smanjuje cijenu voda približno 1.000 €, odnosno za 2% do 4%. To je razlika višestruko manja od raspona cijena ovisnog o tipu terena na kojem se vod gradi te je stoga zanemarena.

Na kraju su dane okvirni troškovi ulaganja u sustave upravljanja, mjerenja i komunikacija: distribucijske dispečerske centre, MTU sustave i zamjenu brojila.

Tablica 4.17. Planske cijene sustava upravljanja, mjerenja i komunikacija

Naziv sustava / komponente	Cijena [€/kom]
Distribucijski dispečerski centar	400 000
Sustav mrežnog ton-frekventnog upravljanja	1 000 000
Brojila potrošnje električne energije za kupce na niskom naponu	70

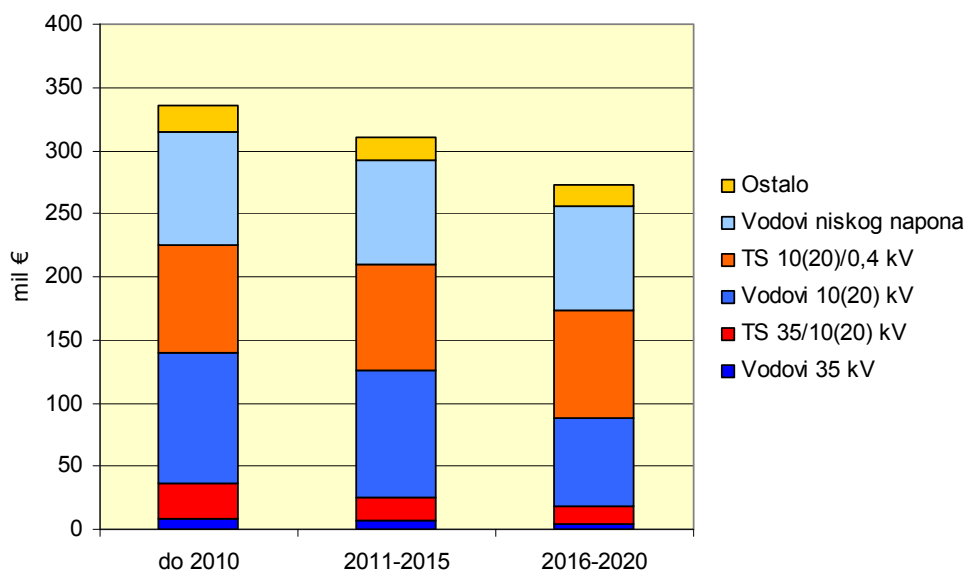
5. PLAN RAZVOJA DISTRIBUCIJSKE MREŽE

5.1. Plan razvoja distribucijske mreže Bosne i Hercegovine

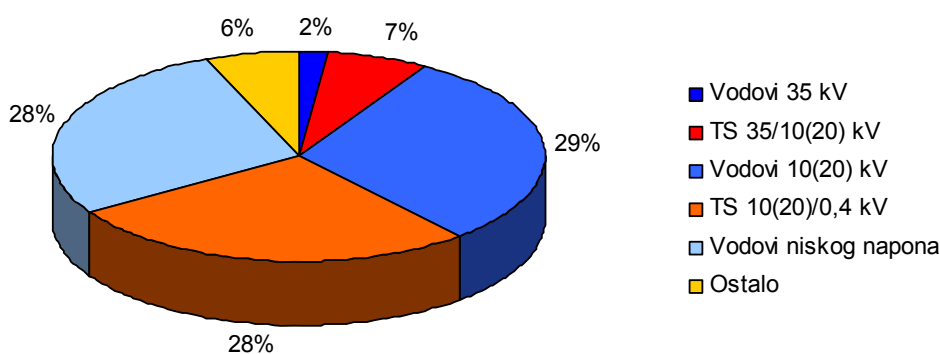
U ovom poglavlju prikazan je ukupni plan razvoja sustava distribucije električne energije na razini Bosne i Hercegovine, koji odgovara sumi detaljnih analiza po pojedinim operatorima distribucijske mreže (EPBiH; EPHZHB, ERS, EDBD). Ukupna ulaganja u distribucijsku djelatnost na području Bosne i Hercegovine po planskim intervalima, objektima distribucijske mreže i razlozima ulaganja daje Tablica 5.1. Do 2020. godine je planirano ulaganje 917 milijuna eura, dinamikom i strukturom prikazanom na sljedećim slikama. Ulaganja postupno opadaju tijekom planskog razdoblja:

- do 2010. godine 332 mil €,
- od 2011. do 2015. godine 312 mil € te
- od 2016. do 2020. godine 273 mil €.

Gledano prema vrstama objekata u distribucijskoj mreži, najveći dio ulaganja otpada na sekundarnu mrežu srednjeg napona (57%), zatim na mrežu niskog napona (28%), a ostatak otpada na primarnu mrežu srednjeg napona te sustave upravljanja, mjerenja i komunikacija.

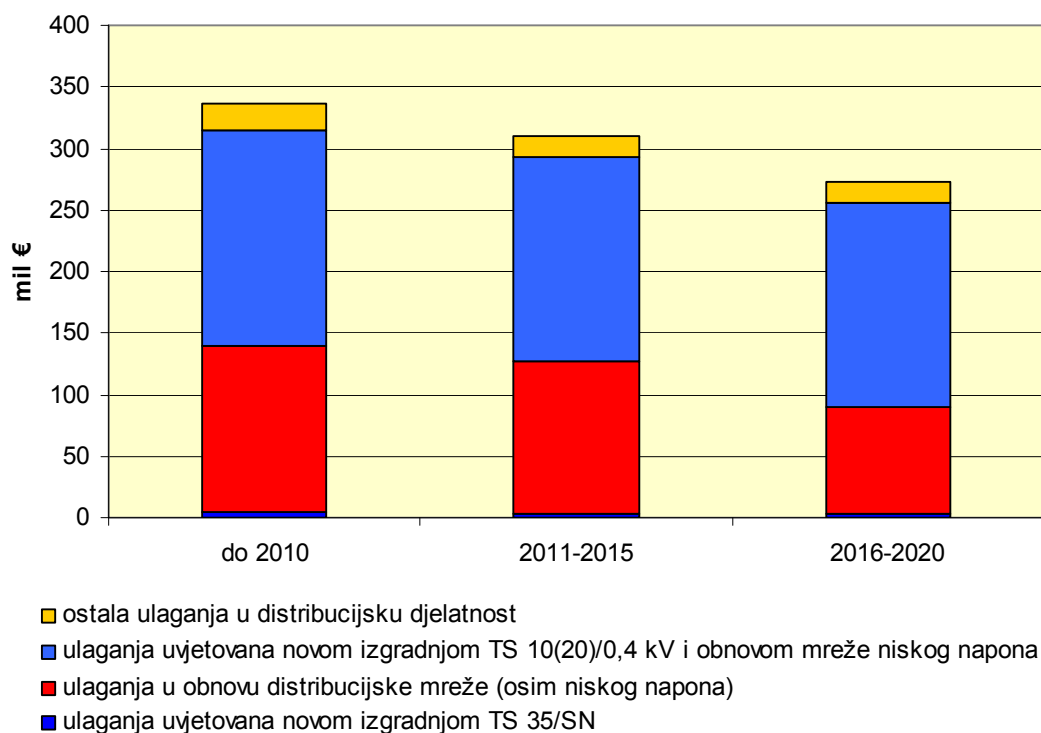


Slika 5.1. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu BiH po vrstama objekata

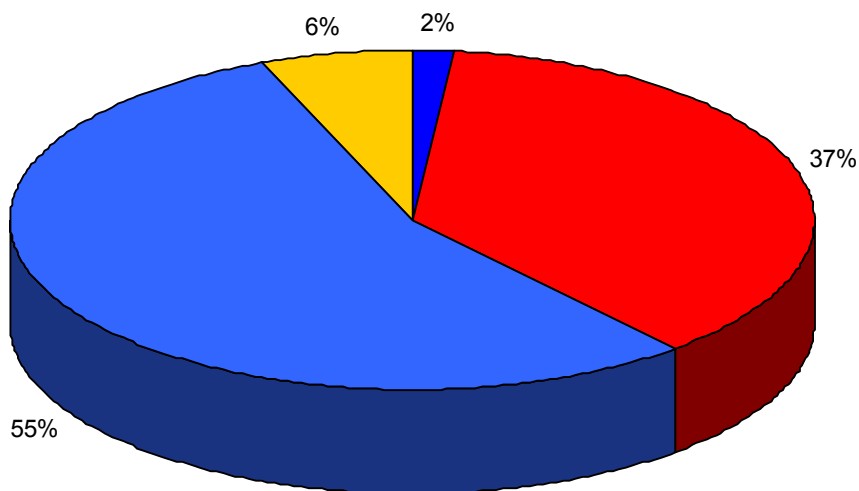


Slika 5.2. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu BiH po vrstama objekata

Strukturiranje prema razlozima ulaganja pokazuje da je najveći dio uvjetovan izgradnjom transformacije SN/NN i obnovom mreže niskog napona (55%) te obnovom postojećih objekata distribucijske mreže (37%).



Slika 5.3. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu BiH po razlozima ulaganja



- ulaganja uvjetovana novom izgradnjom TS 35/SN
- ulaganja u obnovu distribucijske mreže (osim niskog napona)
- ulaganja uvjetovana novom izgradnjom TS 10(20)/0,4 kV i obnovom mreže niskog napona
- ostala ulaganja u distribucijsku djelatnost

Slika 5.4. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu BiH po razlozima ulaganja

Tablica 5.1. Pregled ukupnih ulaganja u distribucijsku mrežu BiH

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
nove TS 35/10(20) kV - gradske	Izgradnja novih gradskih TS 35/10(20) kV	1	1		2	900	900		1.800	0
nove TS 35/10(20) kV - vangradske	Izgradnja novih vangradskih TS 35/10(20) kV	3	5	3	11	2.250	3.750	2.250	8.250	1
postojeće TS 35/10(20) kV	Obnova postojećih TS 35/10(20) kV: zamjena dotrajale sklopne opreme, relejne zaštite, pomoćnih krugova,...	46	28	20	94	23.000	14.000	10.000	47.000	5
transformatori 35/10(20) kV 8 MVA	Kupnja novih transformatora radi povećanja opterećenja i zamjene starih	4	16	15	35	308	1.232	1.155	2.695	0
transformatori 35/10(20) kV 4 MVA	Kupnja novih transformatora radi povećanja opterećenja i zamjene starih	9	3	2	14	378	126	84	588	0
novi nadzemni vodovi 35 kV	Izgradnja novih vodova 35 kV za priključak i dvostrano napajanje	30	46	25	101	960	1.472	800	3.232	0

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
novi kabelski vodovi 35 kV	Izgradnja novih kabela 35 kV za priključak i dvostrano napajanje	10	3		13	650	195		845	0
postojeći nadzemni vodovi 35 kV	Obnova nadzemnih vodova 35 kV presjeka Al/Fe 95 i većeg (zamjena vodiča i izolatora)	262	216	185	663	5.240	4.320	3.700	13.260	1
postojeći nadzemni vodovi 35 kV	Obnova nadzemnih vodova 35 kV presjeka manjeg od Al/Fe 95 (zamjena vodiča i izolatora)	101	65	16	182	1.818	1.170	288	3.276	0
postojeći kabelski vodovi 35 kV	Zamjena kabela s PVC i PE izolacijom (EHP, PHP i slični)									
novi nadzemni vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih nadzemnih vodova 10(20) kV Al/Fe 120 mm ² za TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV	30	50	40	120	810	1.350	1.080	3.240	0
novi nadzemni vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih nadzemnih vodova 10(20) kV Al/Fe 50 mm ² za TS 10(20)/0,4 kV	1.142	1.142	1.142	3.427	15.994	15.994	15.994	47.982	5

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
novi nadzemni vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih nadzemnih vodova 10(20) kV Al/Fe 120 mm ² za povezivanje mreža susjednih TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV									
novi kabelski vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih kabelskih vodova 10(20) kV za TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV	55	40	15	110	3.025	2.200	825	6.050	1
novi kabelski vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih kabelskih vodova 10(20) kV za TS 10(20)/0,4 kV	412	412	412	1.235	22.638	22.638	22.638	67.914	7
novi kabelski vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih kabelskih vodova 10(20) kV za povezivanje mreža susjednih TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV		65	15	80		3.575	825	4.400	0
postojeći nadzemni vodovi nazivnog napona nižeg od 10 kV	Zamjena novim nadzemnim vodovima 20 kV, presjeka 3x50 Al/Fe	73			73	1.022			1.022	0
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 35 mm ² i manjeg	Zamjena magistralnih nadzemnih vodova 10(20) kV novima, presjeka 3x50 Al/Fe	822	822	822	2.466	11.508	11.508	11.508	34.524	4

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 35 mm ² i manjeg	Zamjena magistralnih nadzemnih vodova 10(20) kV novima, presjeka 3x95 Al/Fe	176	176	176	528	4.752	4.752	4.752	14.256	2
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 35 mm ² i manjeg / novi kabeli	Zamjena magistralnih nadzemnih vodova 10(20) kV novim kabelima	176	176	176	528	8.800	8.800	8.800	26.400	3
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 95 mm ² i većeg na ČR stupovima	Obnova nadzemnih vodova 10(20) kV presjeka Al/Fe 95 i većeg (zamjena vodiča i izolatora)	193	193	193	579	3.860	3.860	3.860	11.580	1
postojeći kabelski vodovi nazivnog napona nižeg od 10 kV	Zamjena kabela nazivnog napona nižeg od 10 kV	8			8	400			400	0
postojeći kabelski vodovi 10(20) kV	Zamjena kabela s izolacijom od plastičnih masa, osim umreženog polietilena	513	513		1.026	25.650	25.650		51.300	6
postojeći nadzemni vodovi 10 kV	Zamjena izolatora i linijskih rastavljača radi ubrzanog prijelaza na 20 kV			1				360	360	0

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
nova mreža 10(20) kV	Izgradnja nove mreže radi povratka izbjeglica	140			140	1.960			1.960	0
nove STS 10(20)/0,4 kV	Izgradnja novih STS zbog popravljanja napona u NN mreži i praćenja potrošnje	2.856	2.856	2.856	8.568	31.416	31.416	31.416	94.248	10
nove KTS 10(20)/0,4 kV	Izgradnja novih KTS zbog popravljanja napona u NN mreži i praćenja potrošnje	686	686	686	2.058	13.034	13.034	13.034	39.102	4
postojeće STS 10(20)/0,4 kV na drvenim stupovima i "tornjići"	Izgradnja zamjenskih STS ili obnova do te razine troškova (bez transformatora)	442	442	442	1.326	3.094	3.094	3.094	9.282	1
postojeće STS 10(20)/0,4 kV na betonskim i čeličnim stupovima	Obnova kroz zamjenu dotrajale opreme 10(20) kV, ormarića niskog napona, bez stupa i transformatora	2.052	2.052	2.052	6.156	8.208	8.208	8.208	24.624	3
postojeće KTS 10(20)/0,4 kV bez RMU	Obnova KTS 10(20)/0,4 kV bez RMU: zamjena dotrajale opreme 10(20) kV s RMU, bez građevine i transformatora.	1.517	1.517	1.517	4.551	9.102	9.102	9.102	27.306	3
postojeći transformatori 10/0,4 kV snage manje od 400 kVA	Zamjena transformatora 10/0,4 kV snage manje od 400 kVA preklopivim, sekundarnog napona 420 V	2.716	2.716	2.716	8.148	11.944	11.944	11.944	35.832	4

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
postojeći transformatori 10/0,4 kV snage 400 kVA i veće	Zamjena transformatora 10/0,4 kV snage 400 kVA i veće preklopivim, sekundarnog napona 420 V	747	747	747	2.241	7.376	7.376	7.376	22.128	2
postojeći transformatori i TS 10/0,4 kV u vangradskim mrežama	Zamjena SN postrojenja i transformatora radi ubrzanog prijelaza na 20 kV			1				710	710	0
nove STS 10(20)/0,4 kV	Izgradnja novih STS 10(20)/0,4 kV (s transformatorom) radi povratka izbjeglica	82			82	984			984	0
postojeća nadzemna mreža niskog napona	Rekonstrukcija/zamjena dotrajalih vodova malog presjeka novim vodovima (SKS)	3.036	3.036	3.036	9.108	51.612	51.612	51.612	154.836	17
postojeća nadzemna mreža niskog napona	Zamjena dotrajalih vodova malog presjeka novim kabelima 4x150 Al	759	759	759	2.277	22.770	22.770	22.770	68.310	7
postojeća kabela mreža niskog napona	Zamjena starih kabela malog presjeka novima 4x150 Al	269	269	269	807	8.070	8.070	8.070	24.210	3

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
nova mreža niskog napona	Izgradnja nove mreže radi povratka izbjeglica	446			446	7.582			7.582	1
Dispečerski centri	Životni vijek 15 godina	7	6	3	16	2.800	2.400	1.200	6.400	1
MTU postrojenja	Životni vijek 15 godina	3			3	3.000			3.000	0
Zamjena brojila kod potrošača	Zamjena dotrajalih brojila	221.500	221.500	221.500	664.500	15.505	15.505	15.505	46.515	5
UKUPNO						332.420	312.023	272.960	917.403	

5.2. Plan razvoja distribucijske mreže Elektroprivrede Bosne i Hercegovine

5.2.1. Transformacija VN/SN i primarna mreža srednjeg napona

5.2.1.1. Elektrodistribucija Sarajevo

Velika većina potrošnje električne energije distribuira se preko izravne transformacije 110/10 kV, a opskrba električnom energijom preko mreže 35 kV i transformacije 35/10 kV te 35/6 kV i 35/0,4 kV je u pogonu iz transformacije 110/35 kV Sarajevo 1, Sarajevo 2, Sarajevo 18 i Pazarić na području Sarajeva te Goražde 1 i Vareš (Elektrodistribucija Zenica). Osnovne podatke o TS 110/SN daje Tablica 5.2.

Tablica 5.2. Transformatorske stanice 110/SN na području EPBiH – ED Sarajevo

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon	Kratki opis stanja
Sarajevo 1	T1	110/36,75/10,5	16/20	1954	rezerva na 35 kV, predložen za otpis
	T2	110/36,75/10,5	63/63/21	1968	tercijar se koristi
	T3	110/36,75/10,5(21)	20/14/20	1999	tercijar se koristi
	T	110/21(10,5)/10,5	20/20/14	2002	rezerva
Sarajevo 2	T1	110/36,75/21(10,5)	31,5/21/31,5	2005	tercijar se ne koristi
	T2	110/36,75/10,5	63/63/21	1976	tercijar se ne koristi
	T3	36,75/10,5	8/8	1967	nema tercijara
	T4	36,75/10,5	8/8	1973	nema tercijara
Sarajevo 4	T1	110/10,5/10,5	20/20/6,67	1972	tercijar se ne koristi
	T2	110/10,5/10,5	20/20/6,67	1972	tercijar se ne koristi
Sarajevo 5	T1	110/10,5/10,5	31,5/31,5/10,5	1977	tercijar se ne koristi
	T2	110/10,5/10,5	31,5/31,5/10,5	1977	tercijar se ne koristi
Sarajevo 7	T1	110/10,5/10,5	31,5/31,5/10,5	1977	tercijar se ne koristi
	T2	110/10,5/10,5	31,5/31,5/10,5	1977	tercijar se ne koristi
Sarajevo 8	T1	110/10,5/10,5	31,5/31,5/10,5	1984	tercijar se ne koristi
	T2	110/10,5/10,5	31,5/31,5/10,5	1984	tercijar se ne koristi
Sarajevo 10	T1	400/115/31,5	300/300/100	1984	tercijar se ne koristi
	T2	400/115/31,5	300/300/100	1978	tercijar se ne koristi
Sarajevo 13	T1	110/10,5/10,5	31,5/31,5/10,5	1982	tercijar se ne koristi
	T2	110/10,5/10,5	31,5/31,5/10,5	1982	tercijar se ne koristi

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon	Kratki opis stanja
Sarajevo 14	T1	110/10,5	31,5/31,5	1976	tercijar se ne koristi
	T2	110/10,5	31,5/31,5	1976	tercijar se ne koristi
Sarajevo 15	T1	110/10,5/10,5	31,5/31,5/10,5	1977	tercijar se ne koristi
	T2	110/10,5/10,5	31,5/31,5/10,5	1980	tercijar se ne koristi
	T3	36,75/10,5	8/8	1966	nema tercijara
Sarajevo 18	T1	110/10,5/36,75	31,5/21/21	1980	tercijar se koristi
	T2	36,75/10,5	8/8	1995	nema tercijara
Pazarić	T	110/10,5/36,75	20/20/14	1986	tercijar se koristi
Hadžići	T	110/21(10,5)/10,5	31,5/31,5/10,5	1999	tercijar se koristi
Ilijaš	T1	110/21			dvojno vlasništvo
	T2	110/21			dvojno vlasništvo
Goražde 1	T1	110/36,75/21(10,5)	20/14/20	2005	tercijar se ne koristi
	T2	110/36,75/10,5	20/20/6,67	1970	tercijar se koristi
	T3	36,75/10,5	4/4	1973	nema tercijara

Izvor: Elektroprijenos BiH

Osim ovih, u izgradnji je TS 110/10(20) kV Sarajevo 11 (2x31,5 MVA), koja treba zamijeniti TS 35/10 kV Vijećnica 3x8MVA.

Osnovne podatke o TS 35/SN daje Tablica 5.3. Nisu poznati nikakvi detaljniji podaci o stanju pojedinih transformatorskih stanica.

Tablica 5.3. Transformatorske stanice 35/SN na području EPBiH – ED Sarajevo

Naziv TS	Vlasništvo	Nazivni naponski omjer [kV]	Godina izgradnje	Ugrađena snaga [MVA]
VIJEĆNICA	EDSA	35/10	1969	24
RAJLOVAC	EDSA	35/10	1973	8
BJELAŠNICA	EDSA	35/10	1983, 1997	8
V.M.CRNI	EDSA	35/10	1966	8
GLADNO POLJE	EDSA	35/10	1984	8
ILIJAŠ	EDSA	35/10	1962	8
NIŠIĆI	EDSA	35/10	1984, 1997	2,5
GRBAVICA	EDSA	35/10	1969	32
LIVNICA	EDSA	35/10	1972	12
HRASNIČKI STAN	EDSA	35/10	2002	0,1

Naziv TS	Vlasništvo	Nazivni naponski omjer [kV]	Godina izgradnje	Ugrađena snaga [MVA]
IGMAN	EDSA	35/10	2004	4
KLINČARA	EDSA	35/10	1969	16
BOSANKA	EDSA	35/10	1970	5,5
ENERGOINVEST STUP	EDSA	35/10	1989	5
POBJEDA	EDSA	35/10	1956	8
AZOT	EDSA	35/6	1953	8

Izvor: EPBiH

Vršna opterećenja transformacije 35/10 kV, 35/6 kV i 35/0,4 kV također nisu poznata, ali se mogu procijeniti na temelju ugrađene snage transformacije i vršnog opterećenja transformacije 110/35 kV u redovnom uklopnom stanju. Osnovno napajanje iz TS 110/35/10 kV Sarajevo 1 imaju TS 35/10 kV Bosanka (nema rezervnog napajanja), TS 35/10 kV Gladno Polje (nema rezervnog napajanja), TS 35/10 kV Rajlovac (nema rezervnog napajanja za dionicu duljine 2,6 km) i TS 35/10 kV Ilijaš (rezervno napajanje iz TS 110/35 kV Breza, ED Zenica). Osnovno napajanje iz TS 110/35 kV Sarajevo 2 imaju TS 35/10 kV Sarajevo 2 (lokacija TS 110/35 kV Sarajevo 2), TS 35/10 kV Vijećnica (dvostrano napajanje) i TS 35/10 kV Vaso Miskin Crni (rezervno napajanje preko kablenskog voda 35 kV iz TS 110/35/10 kV Sarajevo 18 ukupne duljine 13,3 km). Osnovno napajanje iz TS 110/35/10 kV Sarajevo 18 imaju TS 35/10 kV Sarajevo 18 (lokacija TS 110/35 kV Sarajevo 18), TS 35/10 kV Bjelašnica (nema rezervnog napajanja), TS 35/10 kV Klinčara (rezervno napajanje preko kablenskog voda 35 kV iz TS 110/35 kV Sarajevo 2 ukupne duljine 5,7 km), TS 35/6 kV Livnica (nema rezervnog napajanja) i TS 35/10 kV Sarajevo 15, rezerva za transformaciju 110/10 kV Sarajevo 15, (lokacija TS 110/35 kV Sarajevo 15, rezervno napajanje iz TS Sarajevo 15). Osnovno napajanje iz TS 110/35/10 kV Pazarić imaju TS 35/10 kV Igman (zamjena za TS 35/10 kV Kabalovo, rezervno napajanje iz TS 110/35 kV Sarajevo 18 ukupne duljine 9,1 km) i TS 35/0,4 kV Hrasnički Stan (rezervno napajanje preko kablenskog voda 35 kV iz TS 110/35 kV Sarajevo 18 ukupne duljine 5,9 km). Osnovno napajanje iz TS 110/35/10 kV Vareš ima TS 35/10 kV Nišići (nema rezervnog napajanja). Osnovno napajanje iz TS 110/35/10 kV Goražde 1 imaju TS 35/10 kV Goražde 1 (lokacija TS 110/35 kV Goražde 1), TS 35/10 kV Pobjeda (nema rezervnog napajanja) i TS 35/6 kV Azot (nema rezervnog napajanja).

Pregled prosječnog opterećenja, usklađen s navedenim uklopnim stanjem daje Tablica 5.4. Općenito se može zaključiti da je transformacija 35/10 kV relativno nisko opterećena. Završetkom izgradnje TS 110/10(20) kV Sarajevo 11 biti će rasterećena TS 35/10 kV Vijećnica. Ostatak mreže 35 kV i transformacije 35/10 kV na području grada Sarajeva se može podijeliti u dvije grupe: dio koji ostaje u pogonu u promatranom razdoblju i dio koji će postupno biti zamijenjen izravnom transformacijom 110/10(20) kV. U prvu grupu spada obnovljena mreža 35 kV TS 110/35/10 kV Pazarić - Sarajevo 18 - Sarajevo 15 s novim TS 35/10 kV Igman i Hrasnički Stan te obnovljena TS 35/10 kV Bjelašnica.

Tablica 5.4. Prosječno relativno opterećenje transformacije 35/SN

Osnovno napajanje TS 110/35/10 kV	Vršno opterećenje transformacije 110/35 kV [MVA]	Ugrađena snaga transformacije 35/SN kV [MVA]	Prosječno opterećenje uz faktor istodobnosti 0,9 [%]
Sarajevo 1	14,8=19,8-5 ⁽¹⁾	29	57
Sarajevo 2	20,7	48	48
Sarajevo 18	11,4	44 ⁽²⁾	29
Pazarić	3,5	4,1	85 ⁽³⁾
Goražde 1	5,4=8,4-3 ⁽⁴⁾	16 ⁽⁵⁾	38

⁽¹⁾ Pretpostavljeno vršno opterećenje izravne transformacije 110/10 kV jednako 5 MVA.

⁽²⁾ Nije uključen transformator 8 MVA u TS 35/10 kV Sarajevo 15, jer služi za rezervno napajanje.

⁽³⁾ Faktor istodobnosti jednak 1. Ako je u pogonu transformacija 110/10 kV Pazarić, opterećenje je niže. U slučaju potrebe ugraditi drugi transformator u TS 35/10 kV Igman.

⁽⁴⁾ Pretpostavljeno vršno opterećenje izravne transformacije 110/10 kV jednako 3 MVA.

⁽⁵⁾ Nije uključen transformator 4 MVA u TS 110/35/10 kV Goražde 1, jer služi za rezervno napajanje.

Tablica 5.5. Vodovi 35 kV na području EPBiH – ED Sarajevo

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Vrsta stupova / izolacije	Duljina [m]	Godina izgradnje
110/10/35 FAMOS-B40	35/10 BJELAŠNICA	Al/Fe	95	ČEL	10248	
35/10 TISOVCI	35/10 NIŠIĆI-B03	Al/Fe	95	DRV	15103	1983
35/10 ILIJAŠ	35/10 NOVA BREZA	Al/Fe	50	ČEL	8500	
110/10/35 BLAŽUJ-B11	35/10 BOSANKA	Al/Fe	50	BET	2561	1957
110/35/10 GORAŽDE 1	ČVORNA TAČKA	Al/Fe	120	BET	2000	1953
ČVORNA TAČKA	35/10 RAJLOVAC	Al/Fe	50	ČEL	2601	
ČVORNA TAČKA	35/10 ILIJAŠ	Cu	70	DRV	5508	1974
ČVORNA TAČKA	ČVORNA TAČKA	Al/Fe	95	DRV	2300	1994
35/10 BOSANKA	35/10 GLADNO POLJE	Al/Fe	95	DRV-BET	1782	1983
110/10/35 BLAŽUJ-B11	ČVORNA TAČKA	Al/Fe	95	DRV-BET	703	1978
110/10/35 BLAŽUJ-B11	ČVORNA TAČKA	Cu	70	DRV-BET	5300	1978
110/35/10 GORAŽDE 1	35/10 POBJEDA	Al/Fe	50	ČEL	3488	1956
110/10 VELEŠIĆI-A04	35/10 VIJEČNICA-A36		95	IPZO 13	4200	1963
RASK. KABALOVO	35/10 IGMAN		150	XHE 49 (-A)	160	2005
110/35/10 NEĐARIĆI	RASK.HRASNICA		150	XHE 49 (-A)	5916	1996
110/10/35 BLAŽUJ	35/10 BOSANKA		150	XHE 49 (-A)	255	

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Vrsta stupova / izolacije	Duljina [m]	Godina izgradnje
35/04 HRASNIČKI STAN	RASK.KABALOVO		150	XHP 48 (-A)	3238	1996
110/10 VELEŠIĆI - A06	35/10 V.MISKIN CRNI-02		95	IPZO 13	2160	
110/10 VELEŠIĆI	35/10 VIJEČNICA		95	IPZO 13	4529	1962
110/10 VELEŠIĆI	35/10 VIJEČNICA		150	XHE 49 (-A)	91	1962
ČVORNA TAČKA	35/6 AZOT		120	IPO 13	366	1953
110/35/10 NEĐARIĆI	35/10 KLINČARA		150	XHE 49 (-A)	2938	1996
110/10/35 FAMOS	RASK.HRASNICA		150	XHE 49 (-A)	1030	1996
35/10 ENERG.AL.MOST	35/10 KLINČARA		95	IPZO 13	315	1967
35/10 V.MISKIN CRNI	35/10 KLINČARA		95	IPZO 13	3464	1967
110/35/10 PAZARIĆ	ČVORNA TAČKA		150	XHE 49 (-A)	2553	2005
RASK.HRASNICA	35/04 HRASNIČKI STAN		150	XHE 49 (-A)	4947	1996

Izvor: EPBiH

Opterećenje TS 35/10 kV Klinčara i Vaso Miskin Crni trebaju u redovnom pogonu preuzeti TS 110/10 kV Sarajevo 15, Sarajevo 14 i TS 110/35/10 kV Sarajevo 2. Kabeli 35 kV Sarajevo 2 – Klinčara su položeni 1967. godine i mogu služiti za rezervno napajanje TS 35/6 kV Livnica. U slučaju njihove trajne nerazpoloživosti, po potrebi se rezervno napajanje može osigurati polaganjem drugog kabela 35 kV iz TS 110/35/10 kV Sarajevo 15 duljine oko 3,5 km i korištenjem pojednostavnjene postojeće transformacije 10/35 kV. Tada bi i transformacija 110/35 kV Sarajevo 2 postala nepotrebna te bi se po potrebi mogla potpuno zamijeniti izravnom transformacijom 110/10(20) kV.

Područje Grbavice se trenutno opskrbljuje preko postrojenja 10 kV nekadašnje TS 110/10(20) kV Sarajevo 12 iz TS 110/10(20) kV Sarajevo 7, 13 i 14, pri čemu je pouzdanost u potpunosti nezadovoljavajuća. Radi toga je na istom mjestu potrebno izgraditi novu transformatorsku stanicu.

U zapadnom dijelu grada također nije planirana obnova relativno starih postrojenja i vodova 35 kV. Opterećenje TS 35/10 kV Bosanka i Gladno polje trebaju preuzeti TS 110/35/10 kV Sarajevo 1 i TS 110/20/10 kV Hadžići. TS 35/10 kV Rajlovac je u blizini TS 400/110 kV Sarajevo 10 te veći dio opterećenja treba preuzeti planirana nova transformacija 110/10(20) kV.

U sjevernom prigradskom području Betanije radi opskrbe električnom energijom novih naselja urbanističkim planom predviđena je izgradnja TS 110/10(20) kV Sarajevo 6.

Opterećenje TS 35/10 kV Ilijaš treba preuzeti TS 110/20/10 kV Ilijaš, koja se gradi kao proširenje postojeće transformatorske stanice u vlasništvu željezare. U pogonu ostaje obnovljena TS 35/10 kV Nišići sjeverno od Sarajeva. Ulaganje u rezervno napajanje na 35 kV pri postojećem niskom opterećenju nije ekonomski opravdano.

U slučaju da navedene postojeće, rekonstruirane i nove transformatorske stanice nisu dostatne za opskrbu električnom energijom, radi porasta opterećenja većeg od planiranog, potrebno je transformatore 31,5 MVA zamijeniti s 40 MVA. Isto se preporučuje i prilikom zamjene transformatora radi starosti.

TS 35/10 kV Pobjeda i TS 35/6 kV Azot su u vlasništvu Elektrodistribucije Sarajevo, ali služe većim dijelom za napajanje istoimenih industrijskih postrojenja. Nalaze se u neposrednoj blizini TS 110/35/10 kV Goražde 1 i radijalno su napajane vodovima 35 kV. Vodovi i transformatorske stanice su stariji od 50 godina te je planirana zamjena vodiča i obnova postrojenja u stanicama. Napajanje javne mreže 10(20) kV na cijelom području Goražda moguće je riješiti iz TS 110/35/10(20) kV Goražde 1 ili (u dogovoru s kupcima na 35 kV) iz rekonstruirane TS 110/20 kV 2x20 MVA Goražde 1. Osim toga, kada se za potrebe priključenja udaljenih malih hidroelektrana izgrade dvije pojednostavnjene TS 110/10(20) kV (Prača i Ustikolina), radi kvalitetnije opskrbe i lokalnog korištenja proizvedene električne energije te razvoja navedenih područja, potrebno je predvidjeti i postrojenja 10(20) kV za lokalnu distribuciju.

Uvođenja pogona na naponskoj razini 20 kV je započeto s pogonom prve četiri TS 20/0,4 kV. S takvim pristupom potrebno je nastaviti dok napajanje čitave okolice grada i područje Goražda ne bude na kvalitetan način riješeno u pogledu dvostranog napajanja na 20 kV svih važnijih naselja. Trenutno stanje ugrađenosti opreme za pogon na 20 kV je sljedeće: 23% preklopivih transformatora 10(20)/0,4 kV, oko 37% TS 10(20)/0,4 kV, 29% nadzemnih vodova 10(20) kV te 44% kabelske mreže 10(20) kV. Potrebno je provjeriti mogućnost rješenja pouzdanog napajanja Nišića iz TS 110/20 kV Ilijaš na taj način.

Zaključno, za potrebe distribucije električne energije potreban je sljedeći razvoj transformacije 110/35 kV i 110/10(20) kV na području ED Sarajevo:

- do 2010. godine dovršetak izgradnje TS 110/10(20) kV Sarajevo 11, transformacija 110/10(20) kV 2x31,5 MVA;
- do 2010. godine izgraditi TS 110/10(20) kV Sarajevo 12, transformacija 110/10(20) kV 2x31,5 MVA;
- od 2011. do 2015. godine dograditi TS 110/10(20) kV Ilijaš uz postojeću u krugu željezare; nova transformatorska stanica preuzima opterećenje TS 35/10 kV Ilijaš;
- od 2011. do 2015. godine TS 110/35/10 kV Sarajevo 1 rekonstruirati u TS 110/20/10 kV, jedan transformator 31,5/31,5/21 MVA;
- od 2011. do 2015. godine u TS 400/110 kV Sarajevo 10 ugraditi transformator 110/20/10 kV 31,5/31,5/21 MVA;
- od 2011. do 2015. godine ugraditi drugi transformator u TS 110/20/10 kV Hadžići;
- od 2016. do 2020. godine u TS 110/20/10 kV Sarajevo 1 ugraditi drugi transformator 31,5 MVA;
- od 2016. do 2020. godine TS 110/35 Sarajevo 2 rekonstruirati u TS 110/10(20) kV 2x31,5 MVA;
- od 2016. do 2020. godine transformator 110/35/20(10) kV, 31,5/21/31,5 MVA premjestiti iz TS 110/35/10 kV Sarajevo 2 u TS 110/35/10 kV Sarajevo 18;
- od 2016. do 2020. godine u TS 400/110 kV Sarajevo 10 ugraditi drugi transformator 110/10 kV 31,5 MVA;
- od 2016. do 2020. godine izgraditi TS 110/10(20) kV Sarajevo 6, 31,5 MVA, radi opskrbe prigradskog područja Betanije, na kojem je urbanističkim planom predviđena značajna izgradnja;
- u slučaju potrebe zamjene transformatora radi starosti ili dodatnog porasta opterećenja većeg od planiranog, preporučuje se kupnja jedinica nazivne snage 40 MVA.

U slučaju izgradnje slijedećih TS 110/SN, vezanih u prvom redu uz priključak malih hidroelektrana, potrebno je predvidjeti i primjenu za lokalnu distribuciju električne energije:

- do 2010. godine pojednostavnjena TS 110/10(20) kV Prača, transformacija 110/10(20) kV 8 MVA; glavni razlog izgradnje je priključak malih hidroelektrana, a koristila bi se i za potrebe distribucije električne energije;
- od 2011. do 2015. godine pojednostavnjena TS 110/10(20) kV Ustikolina, transformacija 110/10(20) kV 10 MVA; glavni razlog izgradnje je priključak malih hidroelektrana, a koristila bi se i za potrebe distribucije električne energije.

Izgradnja novih TS 35/SN nije planirana, a od postojećih je planirana obnova samo dviju industrijskih kraj Goražda:

- obnova TS 35/10 kV Pobjeda do 2010. godine i
- obnova TS 35/6 kV Azot do 2010. godine.

Od ostalih TS 35/SN dugoročno u pogonu za osnovno napajanje ostaju samo četiri, koje su obnovljene ili izgrađene nakon 1997. godine: Bjelašnica, Igman i Hrasnički Stan u okolini Sarajeva te Nišići na sjeveru ED Sarajevo. Nije planirana kupnja transformatora 35/10 kV jer je pretpostavljeno da će iz postojećih ostati na raspolaganju nekoliko zadovoljavajućeg stanja za ugradnju u transformatorske stanice koje dugoročno ostaju u pogonu. Po istoj logici planirana je sljedeća dinamika obnove vodova 35 kV:

- zamjena vodiča, izolatora i pripadajućeg pribora nadzemnog voda 35 kV Goražde 1 – Pojeda duljine 4 km do 2010. godine (Al/Fe 50 mm²),
- zamjena vodiča, izolatora i pripadajućeg pribora nadzemnog dijela voda 35 kV Goražde 1 – Azot duljine 2 km do 2010. godine (Al/Fe 95 mm² ili veći),
- zamjena vodiča, izolatora i pripadajućeg pribora nadzemnog voda 35 kV Sarajevo 18 – Bjelašnica duljine 10 km od 2016. do 2020. godine (Al/Fe 95 mm² ili veći),
- zamjena vodiča, izolatora i pripadajućeg pribora nadzemnog voda 35 kV Tisovci – Nišići duljine 15 km od 2016. do 2020. godine (Al/Fe 95 mm² ili veći).

5.2.1.2. Elektrodistribucija Tuzla

Elektrodistribucija Tuzla je karakteristična po vrlo razvijenoj i kvalitetnoj mreži 35 kV (u pravilu vodovi Al/Fe 120 mm²) i distribuciji velike većine potrošnje električne energije preko transformacije tronaponskog sustava 110/35/10 kV. Osnovne osobine transformacije 110/SN prikazuje Tablica 5.23. Izravna transformacija 110/10 kV u pogonu je u gradu Tuzli (transformatorska stanica Tuzla Centar, pogon na 35 kV i 10 kV) te na području sjeverne trećine ED Tuzla (transformatorske stanice Gračanica, Srebrenik i Gradačac).

Tablica 5.6. Transformatorske stanice 110/SN na području EPBiH – ED Tuzla

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon	Kratki opis stanja
Tuzla	T1	400/231/31,5	400/400/100	1974	tercijar se ne koristi
	T2	400/231/31,5	400/400/100	1974	tercijar se ne koristi
	T3	220/115/10,5	150/150/50	1978	tercijar se ne koristi
	T4	220/115/10,5	150/150/50	1999	tercijar se ne koristi

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon	Kratki opis stanja
Tuzla 5	T1	110/36,75/6,3	31,5/21/21	1986	tercijar se koristi
	T2	110/36,75/6,3	31,5/21/21	1988	tercijar se koristi
Tuzla Centar	T1	110/10,5(21)/36,75	40/40/27	1982	tercijar se koristi
	T2	110/36,75/10,5	40/40/27	1982	tercijar se koristi
Gradačac	T1	220/115/10,5	150/150/50	1987	tercijar se ne koristi
	T2	110/36,75/10,5	20/20/14	1980	tercijar se ne koristi
	T3	110/10,5(21)/10,5	20/20/14	2002	tercijar se ne koristi
Srebrenik	T1	110/36,75/10,5	20/20/14	1987	tercijar se ne koristi
	T2	110/10,5/21	20/20/6,67	1973	tercijar se ne koristi
Gračanica	T1	110/36,75/10,5	20/20/14	1980	tercijar se ne koristi
	T2	110/10,5/10,5	31,5/31,5/10,5	1979	tercijar se ne koristi
Banovići	T1	110/36,75/6,3	31,5/21/21	1983	tercijar se koristi
	T2	110/36,75/6,3	31,5/21/21	1983	tercijar se koristi
Đurđevik	T1	110/36,75/6,3	31,5/21/21	1983	tercijar se koristi
	T2	110/36,75/6,3	31,5/21/21	1983	tercijar se koristi
HAK	T1	110/36,75/6,3	40/40/13,4	1976	tercijar se koristi
	T2	110/36,75/6,3	40/40/13,3	1980	tercijar se koristi
Kladanj	T1	110/36,75(21)/10,5	20/20/6,67	1976	tercijar se ne koristi
	T2	36,75/10,5	4/4	1983	nema Tercijara
Lukavac	T1	110/36,75/10,5	20/20/6,67	1966	tercijar se ne koristi
	T2	110/36,75(6,3)	20/6,67	1958	nema Tercijara
	T3	110/36,75/6,3	31,5/31,5/10,5	1963	tercijar se ne koristi

Izvor: Elektroprijenos BiH

Osim ovih transformatorskih stanica, u izgradnji je TS 110/10(20) kV Tuzla 3 istočno od TS 110/35/10 kV Tuzle Centar.

Pregled osnovnih osobina transformacije 35/SN daje Tablica 5.7. Od 28 transformatorskih stanica, u vlasništvu ED Tuzla su 22 te postrojenja SN u 4. Dvije transformatorske stanice (Kalesija i Kerep) su kao prva faza budućih TS 110/SN u vlasništvu Elektroprijenosa BiH. Samo tri transformatorske stanice su uključene u sustav daljinskog vođenja.

Tablica 5.7. Transformatorske stanice 35/SN na području EPBiH – ED Tuzla

Naziv TS	Vlasništvo ¹⁾	Nazivni napon [kV]	SDV	Godina izgradnje	Vrsta i godina obnove	Ugrađena snaga [MVA]	Projektirana snaga [MVA]	Vršno opterećenje [MVA]
TUZLA I	D	35/10	NE	1964	zaštita i upravljanje 2005	8+8	8+8	10,2
TUZLA II	D	35/10	NE	1964	zaštita i upravljanje 2005	8+8	8+8+8	6,9
TUZLA III	D	35/10	NE	1975		8+8	8+8+8	9,5
TUZLA IV	D	35/10	NE	1987		4	4+8	2,5
POŽARNICA	D	35/10	NE	1952	zgrada i postrojenje 1980	8	8	2,9
TOJŠIĆI	D	35/10	NE	1981	postrojenje 2000	4+2,5	4+2,5	4,3
KALESIIJA	P	35/10	DA	1997		8	8	4,6
SAPNA	D	35/10	DA	1997		4	8	3,2
DUBRAVE BAZA EAGLE	D	35/10	NE	1999		8+8	8+8	1,5
LJUBAČE	D	35/10	NE	1995		8	8	5,3
ŽIVINICE I	D	35/10	NE	1962		8+8	8+8	9,8
ŽIVINICE II	D	35/10	NE	1988		8+8	8+8+4	6,7
BANOVIĆI GRAD	D	35/10/6	NE	1998		8	8	5,2
MUŠIĆI	K, D - SN postrojenje	35/10/6	NE	1970		4+2,5+2,5	4+2,5+2,5	1,3
TE BANOVIĆI	D	35/10	NE	1965		4	4	1,1
BRANA MODRAC	TE, D - SN postrojenje	35/10/6	NE	1980		8+1+1	8+1+1	3,2
DELIČA POTOK	K, D - SN postrojenje	35/10/6	NE	1969		8+2,5+2,5	8+2,5+2,5	3,4
LUKAVAC II	D	35/10	NE	1987		8	8	4,4
SVATOVAC	D	35/10	NE	1982		4	4	1,5
TURIJA	D	35/10	NE	1974	postrojenje 1982	4	4	2,4
BUKINJE	K, D - SN postrojenje	35/10/6	NE	1956	postrojenje 1980	8+4+4	8+4+4	4,4
LIPNICA	D	35/10	NE	1984	zgrada i postrojenje 2000	4	4	2,8
RUDNIK SOLI TUŠANJ	D	35/10	NE	1963		4+2,5+2,5	4+4+4	0,5
DOBOŠNICA	D	35/10	NE	2006		4	4	2,0
GRADAČAC GRAD	D	35/10	NE	1986		8+4	8+4	9,6
KEREP	P	35/10	DA	2000		8	8	4,4
STUPARI	D	35/10	NE	1967	zgrada i postrojenje 1984	2,5	4	1,3
ČELIĆ	D	35/10	NE	1977	zgrada i postrojenje 1997	8	8	3,2

¹⁾ Vlasništvo: D – ED Tuzla, P – Elektroprijenos BiH, TE – Termoelektrana Tuzla, K – korisnik mreže

Izvor: EPBiH

Tablica 5.8. Vodovi 35 kV na području EPBiH – ED Tuzla

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Nazivni napon [kV]	Vrsta voda	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Vrsta stupova / izolacije	Duljina [m]	Godina izgradnje	Vlasništvo
TE TUZLA	TUZLA 1A	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	4265	1962	
TE TUZLA	TUZLA 1B	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	4265	1962	
TE TUZLA	SOLANA	35	NV	Al/Fe	95	ČEL	4312	1960	
SOLANA	TUZLA1	35	NV	Al/Fe	95	ČEL	720	1960	
TUZLA CENTAR	TUZLA1	35	NV	Al/Fe	95	ČEL	2700	1965, 1978	
TUZLA CENTAR	POZARNICA	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	6500	1978	
TUZLA IV	RUDNIK SOLI TUŠANJ	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	3425	1967	
TUZLA IV	RUDNIK SOLI TETIMA	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	4524	1986	
TUZLA II	TUZLA IV	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	5963	1990	
POZARNICA	TOJŠICI	35	NV	Al/Fe	95	ČEL	6510	1982, 1983	
TE TUZLA	RP LJUBACE	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	5952	1962,dio 1979	
RP LJUBACE	CTS ZIVINICE I	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	4300	1970	
CTS ZIVINICE I	CTS ZIVINICE II	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	3191	1990	
CTS ZIVINICE II	TS ĐURĐEVİK	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	4664	1990	
CTS ZIVINICE I	BRNARE ODLAGALIŠTE	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	4126	1982	
TS 110/35/6 ĐURĐEVİK	TS 35/10 STUPARI	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	10542	1983, 1988	
GRADAČAC	GRADAČAC DIONICA BREKINJE	220	NV	Al/Fe	95	ČEL	4160	1981	
DV 35(110) KV KEREP	KEREP	110	NV	Al/Fe	240	ČEL	10610	2000	Elektroprijenos BiH

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Nazivni napon [kV]	Vrsta voda	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Vrsta stupova / izolacije	Duljina [m]	Godina izgradnje	Vlasništvo
TS 110/35/6 KV BANOVIĆI SELO	TS 35/6 KV ČUBRIĆ	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	4200	1970	
TS 35/6 KV CUBRIC	TS 35/10/6 KV MUŠICI	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	2500	1970	
TS 35/10/6 KV MUŠICI	TS 35/10 KV BANOVIĆI GRAD	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	1495	1972	
TS 35/10 KV BANOVIĆI GRAD	TS 35/6 KV OSKOVA	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	3270	1972	
TS 35/6 OSKOVA	TS BANOVIĆI TERMoeLEKTRANA	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	1424	1972	
TS 35/10 KV BANOVIĆI TERMoeLEKTRANA	TS35/6 KV VIŠĆA	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	6000	1972	
CTS TOJŠICI	CTS KALESIJA	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	9200	1996	
KALESIJA	SAPNA	35	NV	Al/Fe	95	ČEL	12000	1998	
RAHIC	CELIC DIONICA 1	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	5200	1993	ED Brčko
RAHIC	CELIC DIONICA 2	35	NV	Al/Fe	70	BET	8750	1993	
LOPARE	ČELIĆ DIONICA 2	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	2253	2002	
TE TUZLA	CEMENTARA	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	9982	1960	
TE TUZLA	BRANA MODRAC	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	9092	1960, 1985	
LUKAVAC I	BRANA MODRAC	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	3640	1960	
LUKAVAC I	CEMENTARA	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	4530	1960	
LUKAVAC I	SVATOVAC DIONICA 1	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	3170	1958, 1997	
LUKAVAC I	SVATOVAC DIONICA 2	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	7275	1958, 1997	

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Nazivni napon [kV]	Vrsta voda	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Vrsta stupova / izolacije	Duljina [m]	Godina izgradnje	Vlasništvo
PRIKLJUCNI 35 ZA	TS 35/10 TURIJA	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	1810	1980	
TE TUZLA	TS 35/6 KV ĐURĐEVİK	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	16114	1962	
TS 35/35KV MOLUHE	TS 35/6 KV TUŠANJ	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	1671	1967	
TE TUZLA	TS 35/10/6 KV BUKINJE	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	1368	1988	
TS 35/10 KV LIPNICA	TS 35/10/6 KV BUKINJE	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	2350	1988	
TS 35/6 KV DOBRNJA	TS 35/10 KV LIPNICA	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	3504	1989	
TS 35/10 KV TUZLA IV	TS 35/6 KV TETIMA	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	4524	1990	
TS 110/35/10 KV ĐURĐEVİK	TS 35/6 KV ĐURĐEVİK	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	824	1983	
TS 110/35/6 KV DUBRAVE	TS 35/6 KV ODLAGALIŠTE-BRNARE	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	2593	1982	
TS 110/35/6 KV DUBRAVE	TS 35/10 KV AERODROM BAZA ORAO	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	1250	1982	
TS 110/35/6 KV BANOVIĆI SELO	TS 35/6 KV GRIVICE	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	4508	1981	
TS 110/35/6 KV ĐURĐEVİK	TS 35/10 KV VIŠĆA	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	5658	1972	
TS 110/35 KV LUKAVAC1	TS 35/6 KV ŠIKULJE1	35	NV	Al/Fe	150	ČEL	2013	1983	
TS 110/35 KV LUKAVAC1	TS 35/6 KV ŠIKULJE2	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	1558	1985	
TS 35/6 KV ŠIKULJE1	TS 35/6 KV ŠIKULJE 2	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	2153	1987	
TS 35/6 KV ŠIKULJE2	TS 35/10/6 KV DELIĆA POTOK	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	3902	1975	
TS 35/10/6 KV DELIĆA	TS 35/6 KV	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	4016	1969	

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Nazivni napon [kV]	Vrsta voda	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Vrsta stupova / izolacije	Duljina [m]	Godina izgradnje	Vlasništvo
POTOK	LUKAVAČKA RIJEKA								
TS 35/6 KV LUKAVAČKA RIJEKA	TS 35/6 KV DOBRNJA	35	NV	Al/Fe	120	ČEL, DRV	4524	1969, dio 1996	
TS 110/35 KV LUKAVAC1	TS 35/6 AZOTARA 1	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	1219	1962	Koksno Hemijski Kombinat Lukavac
TS 35/6 AZOTARA 1	TS 35/6 KV AZOTARA 2	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	390	1962	Koksno Hemijski Kombinat Lukavac
TS 110/35 LUKAVAC 1	TS 35/6 KV AZOTARA 2	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	1242	1962	Koksno Hemijski Kombinat Lukavac
TS 110/35/6 KV DUBRAVE	DV KALESIJA-SAPNA	110, 35	NV	Al/Fe	240,120	ČEL			Elektroprijenos BiH
TS TUZLA I	TS MOLUHE	35	KV	Cu	3X240	IPZO13	1024	1975	
TS TUZLA I	TS TUZLA III	35	KV	Cu	3X240	IPZO13	2405	1975	
TS TUZLA I	LIVNICA	35	KV	Cu	3X240	IPZO13	1018	1979	Livnica Tuzla
TUZLA CENTAR	TS TUZLA II	35	KV	Cu	3X240	IPZO13	2055	1980	
TUZLA CENTAR	TS TUZLA II	35	KV	Cu	3X240	IPZO13	2055	1980	
TUZLA CENTAR	TS TUZLA III	35	KV	Al/Cu	1X240, 3X240	XHE49-A, IPZO13	2870	1981, 2003	
ČVOR C001 (DV Rahić-Čelić)	ČVOR C002 (DV Rahić-Čelić)	35	KV	Al	1X240	XHE49-A	250	2006	
LUKAVAC II	CEMENTARA KABAL A	35	KV	Cu	1X185	XHP48	800	1987	
LUKAVAC II	CEMENTARA KABAL B	35	KV	Cu	1X185	XHP48	800	1987	
LUKAVAC II	FABRIKA SODE LUKAVAC	35	KV	Cu	1X185	XHP41	956	1987	Fabrika sode Lukavac

Izvor: EPBiH

Čitava sekundarna mreža srednjeg napona u pogonu je na 10 kV. Udio elemenata mreže pripremljenih za pogon na 20 kV je sljedeći: 22% preklopivih transformatora 10(20)/0,4 kV, 21% TS 10(20)/0,4 kV, 15% nadzemnih vodova 10(20) kV te 25% kabela 10(20) kV.

Pregled vodova 35 kV koji daje Tablica 5.8 pokazuje da je mreža 35 kV na području ED Tuzla vrlo rasprostranjena i kvalitetna. Gotovo svih 220 km nadzemnih vodova su građeni na čelično rešetkastim stupovima i presjeka su 120 mm², a svih 15 km kabela su relativno novi i pouzdani, s papirnom ili izolacijom od umreženog polietilena.

Razvijenost mreže 35 kV i transformacije 35/10 kV s jedne strane te niski udio opreme 20 kV s druge strane predodređuju daljnje korištenje tronaponskog 110/35/10 kV sustava distribucije električne energije na području ED Tuzla tijekom promatranog razdoblja. No, izgradnjom TS 110/10(20) kV Tuzla 3 nastaviti će se i postupno povećanje udjela distribucije preko izravne transformacije, što je posebno korisno u većim gradovima.

TS 110/10(20) kV Tuzla 3 će preuzeti opskrbu dijela opterećenja TS 110/10/35 kV Tuzla Centar te TS 35/10 kV Tuzla II i Požarnica. Budući da je na području Tuzle predviđeno značajno povećanje opterećenja do 2020. godine (za faktor 1,7), za pouzdanu opskrbu električnom energijom, osobito u slučaju nerazpoloživosti transformacije 110/35 kV ili vodova 35 kV, potrebna je još i izgradnja TS 110/35 kV Rudnik soli Tušanj (odnosno dogradnja postrojenja 110 kV na lokaciji postojeće transformatorske stanice). U redovnom uklopnom stanju iz te transformatorske stanice opskrbljivali bi se kupci na području TS 35/10 kV Tuzla I, III i IV, Tetima i Livnica. Uz takvu topologiju primatne distribucijske mreže srednjeg napona, izravna transformacija Tuzla Centar i Tuzla 3 te četiri gradske TS 35/10 kV su dostatne za pouzdanu opskrbu električnom energijom grada Tuzle, uz ugradnju drugog transformatora 4 MVA u TS 35/10 kV Tuzla IV u intervalu od 2011. do 2015. godine.

Napajanje područje sjeveroistočno i istočno od Tuzle je riješeno na pouzdan način priključenjem TS 35/10 kV Kalesija na vod 110 kV pod naponom 35 kV. Dvostrano su napajane TS 35/10 kV Tuzla IV, Tetima, Požarnica, Tojšići i Kalesija, a radijalno ostaje napajana samo TS 35/10 kV Sapna, čije je očekivano vršno opterećenje 2020. godine 5,4 MVA te nije ekonomski opravdano ulaganje u dvostrano napajanje. No, u intervalu od 2016. do 2020. godine potrebno je ugraditi drugi transformator 4 MVA. Ostale promjene u transformaciji su potrebne do 2010. godine: Tojšići 2x8 MVA, Kalesija 2x8 MVA i Požarnica 2x4 MVA. Prema podacima o vršnom opterećenju, može se pretpostaviti da su uz jedan u Požarnici na raspolaganju i dva transformatora od 8 MVA u TS 35/10 kV Dubrave Baza Eagle te nije potrebno kupovati nove. U promatranom planskom razdoblju za potrebe distribucije električne energije nije planirana rekonstrukcija TS 35/10 kV Kalesija u TS 110/35/10 kV. Ta mogućnost ostaje otvorena za slučaj potrebe prijenosne djelatnosti, odnosno korištenja voda Tuzla 5 – Zvornik pod naponom 110 kV.

Mreža 35 kV i transformacija 35/10 kV u trokutu između TS 110/SN Banovići, Đurđevik i Tuzla 5 je dostatna za pouzdanu opskrbu električnom energijom. Za praćenje porasta opterećenja Banovića, kako na 35 kV tako i 10 kV, planirana je u intervalu od 2016. do 2020. godine rekonstrukcija i zamjena transformatora u TS 110/SN Banovići, radi aktiviranja tercijara 10(20) kV te ugradnje dva transformatora 110/35/10(20) kV snage 31,5/31,5/10,5 MVA ili veće. Do tada se u TS 35/10 kV Banovići Grad može radi pouzdanosti napajanja ugraditi jedan od transformatora 4 MVA koji postaju viškom nakon povećanja snage transformacije u drugim stanicama.

Na širem području Lukavca u pogonu je veći broj radijalno napajanih TS 35/10 kV malog vršnog opterećenja, uključujući i novoizgrađenu TS 35/10 kV Dobošnica, za koje u promatranom planskom razdoblju nije planirano dvostrano napajanje. Jedine više opterećene su TS 35/10 kV Lukavac II i Bukinje. Dodatni transformator potreban je u TS 35/10 kV

Lukavac II, ali budući da se dio rezerve može ostvariti preko mreže 10 kV, nije nužna kupnja novog transformatora 8 MVA. U slučaju značajnijeg porasta opterećenja, u prvom redu radi razvoja industrijske zone, moguća je izgradnja TS 110/SN Lukavac II.

Izgradnjom TS 35/10 kV Dobošnica, koja je u budućnosti planirana kao TS 110/10(20) kV (ali ne u promatranom planskom razdoblju), riješen je problem opskrbe područja između Lukavca i Gračanice. Ostaje problem opskrbe električnom energijom krajnjeg zapadnog dijela ED Tuzla, kako u pogledu kvalitete napona, tako i planiranog porasta opterećenja radi razvoja industrijske zone Stjepan Polje. Radi toga je u intervalu od 2016. do 2020. godine planirana izgradnja TS 110/10(20) kV Doboj Istok, s priključenjem na postojeći vod Gračanica – Doboj 1. U međuvremenu je radi visokog opterećenja u samoj TS 110/10(20) kV Gračanica planirano povećanje snage transformacije.

Šire područje Gradačca opskrbljuje se električnom energijom iz transformacije 110/10 kV Gradačac te TS 35/10 kV Gradačac Grad u Kerep. Pritom je radijalno napajana TS 35/10 kV Kerep planirana kao buduća TS 110/SN. S predviđenim porastom opterećenja na 7,5 MVA 2020. godine, uz uobičajene vrijednosti ulaznih parametara, ali uz cijenu izgradnje voda 110 kV (70 000 €/km), ekonomski je opravdana duljina do 8 km radi rezerve za postojeći 35(110) kV duljine 10,6 km. Dakle, izgradnja gotovo 20 km dugačkog voda 110 kV (u prvoj fazi u pogonu na 35 kV) do Gračanice nije ekonomski opravdana. Rezervu treba tražiti u povezivanju na 10 kV s izvodima iz Gradačca, Srebrenika i Gračanice te pripremi za prijelaz na naponsku razinu 20 kV (iza horizonta planiranja). Porast opterećenja na području Gradačca treba u većoj mjeri preuzimati izravna transformacija, a planirana je i ugradnja transformatora 8 MVA umjesto 4 MVA u TS 35/10 kV Gradačac Grad od 2011. do 2015. godine, kako radi osnovnog napajanja tako i radi rezerve za slučaj neraspoloživosti TS 35/10 kV Kerep

Područje Kladnja opskrbljuje se iz jedne transformatorske stanice, ali je za druga distribucijska područja potrebno zadržati napon 35 kV te je planirana ugradnja drugog odgovarajućeg transformatora.

Značajni dio općine Srebrenik opskrbljuje se preko izvoda 10 kV Tinja uz velike padove napona, nemogućnost priključenja novih kupaca i korištenje više agregata reda veličine 1 MVA za postojeće industrijske pogone. Budući da prijelaz na 20 kV nije ostvariv u kratkom vremenu, planirana je izgradnja TS 110/10(20) kV Tinja.

TS 35/10 kV Stupari ostaje u promatranom planskom razdoblju radijalno napajana, a u TS 35/10 kV Čelić planirana je ugradnja drugog transformatora, ne nužno 8 MVA.

Zaključno, do 2020. godine je planiran sljedeći razvoj transformacije 110/35 kV i 110/10(20) kV za potrebe distribucije električne energije:

- do 2010. godine dovršetak izgradnje TS 110/10(20) kV Tuzla 3, dva transformatora 110/10(20)/35 kV 2x40/40/27 MVA;
- do 2010. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/SN Kladanj (110/10(20)/10 kV 20/20/14 MVA);
- do 2010. godine zamjena transformatora 110/35/10 kV 20/20/14 MVA sa 110/10(20)/10 kV 31,5/31,5/10,5 kV u TS 110/SN Gračanica;
- od 2011. do 2015. godine izgraditi TS 110/35 kV Rudnik soli Tušanj na lokaciji postojeće TS 35/6 kV, jedan transformator 40 MVA;
- od 2011. do 2015. godine izgraditi TS 110/10(20) kV Tinja, jedan transformator 20 MVA;
- od 2016. do 2020. godine TS 110/20 kV Doboj Istok preuzima dio opterećenja TS 110/35/10 kV Gračanica;

- od 2016. do 2020. godine rekonstrukcija i zamjena transformatora u TS 110/SN Banovići, radi aktiviranja tercijara 10(20) kV; ugradnja dva transformatora 110/35/10(20) kV snage 31,5/31,5/10,5 MVA ili veće.

Ostale TS 110/SN čija dinamika izgradnje nije točno precizirana ovim planom, ali su promatrane u drugim analizama razvoje elektroenergetske mreže su:

- TS 110/35 kV Kalesija; postojeće stanje zadovoljava potrebe distribucije, ali ne i stanje u slučaju stavljanja voda Tuzla 5 – Zvornik pod napon 110 kV;
- TS 110/SN Lukavac II; izgradnja je vezana uz značajniji porast opterećenja planirane industrijske zone;
- TS 110/SN Krivače; nije predviđena ovim planom; predlaže se kao alternativu analizirati TS 110/10(20) Živinice, po mogućnosti na lokaciji postojeće TS 35/10(20) kV Živinice 1.

Nakon TS 35/10 kV Dobošnica nije planirana izgradnja novih TS 35/10 kV, kao niti izgradnja novih vodova 35 kV za osiguranje rezervnog napajanja. Preraspodjelom postojećih transformatora 35/10 kV gotovo da je moguće ostvariti pouzdanost pogona prema (N-1) kriteriju definiranom u poglavlju 3.7.1, ali budući da je u pogonu relativno veliki broj transformatora nazivne snage 8 MVA, planirana je radi moguće potrebe zamjene dotrajalih sljedeća dinamika kupnje transformatora:

- dva transformatora 35/10(20) kV 8 MVA od 2011. do 2015. godine i
- dva transformatora 35/10(20) kV 8 MVA od 2016. do 2020. godine.

Obnova postojećih TS 35/10 kV, koje ostaju u pogonu tijekom cijelog promatranog razdoblja, definirana je ovisno o vremenu proteklom od izgradnje ili zadnje obnove postrojenja (obnova nakon 30 godina). Rezultat takvog kriterija je sljedeća dinamika:

- do 2010. godine 6 TS 35/10 kV: Tuzla III, Požarnica, Živinice I, Mušići, TE Banovići i Delića Potok,
- od 2011. do 2015. godine 7 TS 35/10 kV: Tuzla I, Tuzla II (2005. godine obnovljena zaštita i upravljanje), Modrac, Svatovac, Turija, Bukinje i Stupari te
- od 2016. do 2020. godine 4 TS 35/10 kV: Tuzla IV, Živinice II, Lukavac II i Gradačac Grad.

Budući da dugoročno ostaje u pogonu, planirana je i obnova nadzemne mreže 35 kV, kroz zamjenu vodiča, izolatora i pripadajućeg pribora vodova izgrađenih ili obnovljenih prije 1985. godine. Pritom su uzeti u obzir samo vodovi u vlasništvu ED Tuzla. Ovisno o vremenu proteklom od izgradnje ili zadnje obnove, do 2010. godine bi trebalo obnoviti čak 98 km vodova, od 2011. do 2015. godine 13 km te od 2016. do 2020. godine 17 km. Dakle, potrebno je obnoviti ukupno 128 km (63%) nadzemnih vodova 35 kV. No, navedena dinamika bila bi i u pogledu provedbe i ekonomski teško održiva te je planirana obnova po 40% ukupne duljine u prva dva petogodišta i preostalih 20% u trećem:

- do 2010. godine 50 km,
- od 2011. do 2015. godine 50 km te
- od 2016. do 2020. godine 28 km.

Budući da su svi kabeli 35 kV tipova koji su se pokazali pouzdanima i dugog životnog vijeka, zamjena nije planirana.

5.2.1.3. Elektrodistribucija Zenica

Na području ED Zenica je vrlo rašireno korištenje tercijara transformacije 110/35/10(20) kV, odnosno kombinacija izravne transformacije 110/10(20) kV i mreže 35 kV. Osim tercijara, u TS 110/SN se radi fleksibilnosti pogona i boljeg iskorištenja transformacije koriste i transformatori 35/10(20) kV, obično snage 8 MVA.

Dodatna povoljnost za to je također i činjenica da je dio sekundarne mreže srednjeg napona u pogonu na 20 kV. Sudeći prema udjelu broja transformatora 20/0,4 kV, udio mreže 20 kV varira od 75% na području Zavidovića, preko 49% na području Bugojna, 42% na području Zenice, 28% na području Donjeg Vakufa do 18% na području Travnika, s prosjekom na razini ED Zenica jednakim 21%. No, za planiranje budućeg razvoja je važniji udio mreže u pogonu na 10 kV, ali pripremljen za 20 kV: 33% transformatora i 45% transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV te 44% nadzemne i 38% kabelske mreže 10(20) kV. Relativno visoki postoci omogućavaju planiranje prijelaza dijelova mreže na 20 kV tijekom promatranog razdoblja.

Osnovne karakteristike transformacije 110/SN daje Tablica 5.9, transformacije 35/SN Tablica 5.10, a vodova 35 kV Tablica 5.11. Od ukupno 251 km nadzemnih vodova 35 kV, 230 km je u vlasništvu ED Zenica, a od toga je 70 km (30%) presjeka manjeg od Al/Fe 95 mm² i nalaze se na graničnom području prema ED Sarajevo (Vareš, Breza, Kakanj, Kiseljak), gdje je umjesto daljnjeg razvoja mreže 35 kV planirana izravna transformacija 110/10(20) kV. Ukupna duljina kabela 35 kV u vlasništvu ED Zenica je 20 km i svi su dugog životnog vijeka i relativno novi te nije planirana zamjena. Općenito je na području ED Zenica, radi dotrajalosti većeg broja TS 35/10(20) kV i vodova 35 kV, u tijeku svojevrstan prirodni prijelaz sa sustava tronaponske distribucije 110/35/10 kV na izravnu transformaciju.

Tablica 5.9. Transformatorske stanice 110/SN na području EPBiH – ED Zenica

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon	Kratki opis stanja
Zenica 1	T1	110/36,75/6,3	31,5/31,5/10	1958	tercijar se ne koristi
	T2	110/36,75/6,3			tercijar se ne koristi
Zenica 2	T1	220/115/10,5	150/150/50	1968	tercijar se ne koristi
	T2	220/115/10,5	150/150/50	1987	tercijar se ne koristi
Zenica 3	T1	110/21(10,5)/10,5	20/14/14	1976	tercijar se koristi
	T2	110/21(10,5)/36,75	40/40/27	1981	tercijar se koristi
	T3	36,75/10,5	8/8	1975	nema tercijara
Zenica 4	T	110/21/36,75	40/40/27	1987	tercijar se koristi
Breza	T	110/36,75/10,5(21)	20/14/20	1999	tercijar se koristi
Bugojno	T1	110/21/10,5	20/14/14	1975	tercijar se koristi
	T2	110/21/10,5	20/14/14	1975	tercijar se koristi

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon	Kratki opis stanja
Donji Vakuf	T	110/21(10,5)/36,75	20/20/14	1976	tercijar se ne koristi
Cementara	T1	110/36,75/10,5	31,5/31,5/21	1981	tercijar se koristi
	T2	110/6			dvojno vlasništvo
	T3	110/6			dvojno vlasništvo
Maglaj	T	110/36,75/10,5	20/20/14	1989	tercijar se koristi
Tešanj	T1	110/10,5(21)/36,75	20/20/14	1987	tercijar se koristi
	T2	36,75/10,5	8/8	1981	nema tercijara
Travnik 1	T1	110/36,75/6,3	20/20/6,67	1963	tercijar se koristi
	T2	110/10,5(21)/36,75	40/36/27	1977	tercijar se koristi
Travnik 2	T	110/21(10,5)/10,5	20/20/14	1985	tercijar se ne koristi
Vareš	T	110/10,5(21)/36,75	40/36/27	1977	tercijar se koristi
Visoko	T1	110/10,5/36,75	20/20/14	1995	tercijar se ne koristi
	T2	110/36,75/21(10,5)	20/14/20	2003	tercijar se koristi
Zavidovići	T1	110/10,5(21)/36,75	40/36/27	1977	tercijar se koristi
	T2	36,75/10,5	8/8	1967	nema tercijara

Izvor: Elektroprijenos BiH

U izgradnji je TS 110/35/20 kV Fojnica.

Tablica 5.10. Transformatorske stanice 35/SN na području EPBiH – ED Zenica

Naziv TS	Vlasništvo ¹⁾	SDV	Godina izgradnje	Ugrađena snaga [MVA]	Projektirana snaga [MVA]	Vršno opterećenje [MVA]
VOZUČA	ED	Ne	1985	4	4	1,5
JELAH	ED	Ne	1975	8+8	8+8	11,5
MATUZIĆI	ED	35kV	1997	8	8	3,9
MAGLAJ II	ED	Ne	1975	8	8	1,0
MAGLAJ I NATRON	ED	Ne	1953	4	4	3,0
MAGLAJ I NATRON	TL	Ne	1953			1,3
ZAVIDOVIĆI	ED	Ne	1955	4	4	0,0
NEMILA	ED	35kV	2001	8	8	3,6
RUDNIK ZENICA	TL	Ne				3,7

Naziv TS	Vlasništvo ¹⁾	SDV	Godina izgradnje	Ugrađena snaga [MVA]	Projektirana snaga [MVA]	Vršno opterećenje [MVA]
12 APRIL	ED	35kV	1975	8+8	8+8	5,4
KPD	TL	Ne	1972			2,3
RUDNIK RASPOTOČJE	TL	Ne				
RUDNIK VRTLIŠTE	TL	Ne				
4 JULI	ED	Ne	1975	8	8	
RUDNIK KAKANJ	TL	Ne				4,5
RUDNIK RIČICA	TL	Ne				
RUDNIK PLANIŠTE	TL	Ne				
RUDNIK SEPARACIJA	TL	Ne				
RUDNIK HALJINIĆI	TL	Ne				
RTS ČATIĆI	ED	35kV	1975, 1997	4+2,5	4+2,5	
RP KAKANJ	TL	Ne				
TS BROVIS	TL	Ne	2005			0,8
VISOKO	ED	Ne	1965	4+4	4+4	
BREZA	ED	Ne	1930	4	4	
RMU BREZA	TL	Ne	1952			3,2
VAREŠ DROŠKOVAC	TL	Ne	1955			
VAREŠ MAJDAN	TL	Ne	1938			
VAREŠ MAJDAN	ED	Ne	1938	4	4	
VAREŠ TISOVCI	TL	Ne	1981			
OLOVO	ED	Ne	1975	4+4	4+4	3
TRAVNIK	ED	NE	1966	4+4+4+0,63		3,8
TURBE	ED	NE	1998	8		5,9
MEHURIĆ	ED	NE	2001	8		3,0
FOJNICA	ED	NE	1978	4+2,5		5,2

¹⁾ Vlasništvo: ED – ED Zenica, TL – korisnik mreže ili drugi operator mreže

Izvor: EPBiH

Tablica 5.11. Vodovi 35 kV na području EPBiH – ED Zenica

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Nazivni napon [kV]	Vrsta voda	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Vrsta stupova / izolacije	Duljina [m]	Godina izgradnje	Vlasništvo
TS NEMILA 35/10	SM BR.40A	35	KV	Al	3x150/1x25	XLPE-AL	220	2001	
SM BR.40A	TS NEMILA 35/10	35	KV	Al	3x150/1x25	XLPE-AL	220	2001	
SM BR.103A	TS 35/10 ŽEPČE	35	KV	Al	3x150/1x25	XLP-AL	550	2001	
TS 110/SN ZENICA 3	TS 35/10 KP DOM	35	KV	Cu	3x120	IPZO13	1650	1970	
TS 35/10 KP DOM	TS 35/10 12 APRIL	35	KV	Cu	3x120	IPZO13	1539	1972	
TS 35/10 12 APRIL	TS 35/SN RUDNIK ZENICA	35	KV	Cu	3x120	IPZO13	1326	1972	
TS 110/SN ZENICA 1	TS 35/10 12 APRIL	35	KV	Cu	3x120	IPZO13	1067	1975	
TS 110/SN ZENICA 3	TS 35/SN RUDNIK RASPOTOČJE	35	KV	Al	3x95	XHP48-A	1680	1979	
TS 110/SN ZENICA 4	TS 35/10 12 APRIL	35	KV	Al	3x150	NA2XS(F)2Y	1803	2003	
SM BR. 32	TS 35/V RUDNIK ZENICA	35	KV	Cu	3x95	XHP48	95		
TS 110/SN BREZA	TS RUDNIK BREZA	35	KV	Al	3x150	XHE49-A	1430	2000	
TS 110/SN BREZA	DV BREZA STARA	35	KV	Al	3x150	XHE49-A	50	2000	
TS RUDNIK BREZA	DV RUDNIK BREZA	35	KV	Al	3x150	XHE49-A	50	2000	
RUDNIK KAKANJ	RUDNIK KAKANJ	35	KV	Cu	3x95	XHP48	750	1975	
KB 4 JULI	TA 4 JULI	35	KV	Cu	3x150	XHP48	2750	1980	
TS 35/10 ŽEPČE	SM BR.103	35	KV	Cu	3x150	XHP48	200	1953	
TS 35/10 VISOKO	SM NA DV KISELJAK	35	KV	Cu	3x150	XHP	2000	2000	
TS 110/SN VISOKO	SM NA DV VISOKO 35	35	KV	Al	3x150	XHE 49 A	447	2002	
TS 110/SN VISOKO	SM NA DV RTS ČATIĆI	35	KV	Al	3x120	XHE 49 A	467	2002	
SM ISPRED TS RP KAKANJ	TS 38/SN BROVIS	35	KV	Al	3x150	XHE 49 A	430	2005	
TS 110/SN ZAVIDOVIĆI	TS 35/10 PODUBRAVLJE	35	KV	Al	3x150	XHP48-A	1093	1996	
SM ISPRED TS MATUZIĆI	TS MATUZIĆI	35	KV	Al	3x150	XHE49-A	57	1997	
SM ISPRED TS MATUZIĆI	TS MATUZIĆI	35	KV	Al	3x150	XHE49-A	49	1997	

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Nazivni napon [kV]	Vrsta voda	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Vrsta stupova / izolacije	Duljina [m]	Godina izgradnje	Vlasništvo
ZENICA 1	RUDNIK	35	NV	Al/Fe	3x95(3x70)	DRV, BET i ČEL	5530	1962	
ZENICA 1	12. APRIL	35	NV	Al/Fe	3x120	DRV, BET i ČEL	5663	1975	
RUDNIK ZENICA	RUDNIK RASPOTOČJE	35	NV	Al/Fe	3x120	ČEL	5300		Rudnik Zenica
ZENICA 1	NEMILA	35	NV	Al/Fe	3x120	BET i ČEL	10553	1961	
NEMILA	ŽEPČE	35	NV	Al/Fe	3x120	BET i ČEL	15737	1961	
TS.110 KV BREZA	TS.35/10 KV BREZA	35	NV	Al/Fe	3x70	ČEL	931	1936	
TS.110 KV BREZA	TS.35/3 KV RUDNIK- TS.35/10 KV ILIJAŠ	35	NV	Al/Fe	3x70	DRV i ČEL	1162	1936	
BIJELO POLJE	BREZA	35	NV	Al/Fe	3x50	DRV i ČEL	10850	1936	
TE KAKANJ	RTS ČATIĆI	35	NV	Al/Fe	3x120	ČEL	750		
RUDNIK KAKANJ	RUDNIK RIČICA	35	NV	Al/Fe	3x50	ČEL	3400		Rudnik Kakanj
RUDNIK PLANIŠTE	RUDNIK SEPARACIJA	35	NV	Al/Fe	3x120	ČEL	2700		Rudnik Kakanj
RUDNIK SEPARACIJA	RUDNIK HALJINIĆI	35	NV	Al/Fe	3x120	ČEL	4450		Rudnik Kakanj
RTS ČATIĆI	RUDNIK SEPARACIJA	35	NV	Al/Fe	3x120	ČEL	3200		Rudnik Kakanj
TS 4.JULI	RUDNIK VRTLIŠTE	35	NV	Al/Fe	3x120	ČEL	2200		Rudnik Kakanj
TS 110/SN kv Maglaj	TS 35/10 kv Maglaj 2	35	NV	Al/Fe	3x120	BET i ČEL	578	1953	
TS 110/SN Maglaj	TS 35/10 kv MAGLAJ1	35	NV	Al/Fe	3x120	ČEL	4350	1953	
ŽEPČE	MAGLAJ 1	35	NV	Al/Fe	3x120	ČEL	12800	1953	
DV 35 KV B.POLJE	VAREŠ	35	NV	Al/Fe	3x50	ČEL	12000	1962	
DV 35 KV TS 110 VAREŠ	TS V.MAJDAN	35	NV	Al/Fe	3x150	ČEL	2600	1980	
VAREŠ MAJDAN	VAREŠ DROŠKOVAC	35	NV	Al/Fe	3x150	ČEL	2620	1980	

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Nazivni napon [kV]	Vrsta voda	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Vrsta stupova / izolacije	Duljina [m]	Godina izgradnje	Vlasništvo
VISOKO-KISELJAK	KISELJAK	35	NV	Al/Fe	3x50	DRV	8090	2000	
RTS ČATIĆI	BIJELO POLJE	35	NV	Al/Fe	3x70(3x50)	DRV I ČEL	7436	1968	
OTCJEP ZA RP KAKANJ	OTCJEP ZA RP KAKANJ	35	NV	Al/Fe	3x35	ČEL	200	1953	
RTS ČATIĆI	DO RP KAKANJ	35	NV	Al/Fe	3x120	ČEL	5900	1953	
OD RP KAKANJ	TS 110/SN KV VISOKO	35	NV	Al/Fe	3x120	ČEL	5700	1953	
BANOVIĆI	VOZUĆA	35	NV	Al/Fe	3x95	ČEL	8325	1983	
TS35/10 KV ZAVIDOVIĆI (PODUBRAVLJE)	TS 35/10 KV ŽEPČE	35	NV	Al/Fe	3x50	ČEL	8600	1985	
JELAH	MATUZIĆI	35	NV	Al/Fe	3x95	ČEL	8911	1997	
TS 110/SN KV TEŠANJ	TS 35/10 KV JELAH	35	NV	Al/Fe	3x95	ČEL	4441	1975	
KLADANJ	OLOVO	35	NV	Al/Fe	3x95	ČEL	15526	1972	
MAGLAJ 2	MATUZIĆI	35	NV	Al/Fe	3x120/1x20	BET I ČEL	17801	1953-1955	
110 VARES	TISOVCI	35	NV	Al/Fe	3x95	ČEL	3180	1981	
TS 110/SN KV VISOKO	TS 35/10KV VISOKO	35	NV	Al/Fe	3x120	ČEL	1600	1953	
TS Travnik 1	TS Turbe	35	NV	Al/Fe	95	ČEL	12700	1998	
TS Travnik 1	TS Travnik	35	NV	Al/Fe	50	DRV	3130	1965	
TS Travnik 1	TS Brastvo	35	NV	Al/Fe	150	ČEL	7500	1984	
TS Travnik 1	TS Mehurić	35	NV	Al/Fe	95	ČEL	5909	2001	
TS Kiseljak	TS Fojnica	35	NV	Al/Fe	70	DRV	18000	1974	

Izvor: EPBiH

Na području Zenice postoje četiri TS 35/10(20) kV, ali je samo jedna u vlasništvu ED Zenica (12 april), dok su ostale u vlasništvu kupaca električne energije. Ostatak potrošnje električne energije opskrbljuje se preko izravne transformacije TS 110/35/10(20) kV Zenica 3 i Zenica 4. Procijenjeno je da je postojeća transformacija 110/SN na području Zenice dostatna za pouzdanu opskrbu električnom energijom u promatranom planskom razdoblju, uz po potrebi dodatno povezivanje mreža 10(20) kV susjednih transformatorskih stanica.

Približno 10 km sjeverno od Zenice je TS 35/10(20) kV Nemila, dvostrano napajana na razini 35 kV. Prema definiranim kriterijima, do 2010. godine je radi pouzdanosti pogona potrebno ugraditi drugi transformator, 4 MVA ili 8 MVA, a do 2020. godine potrebno je ugraditi transformaciju 2x8 MVA.

Iz TS 110/SN Zavidovići napaja se također i područje Žepča. Budući da postoji samo jedan transformator, planirana je ugradnja drugog, čime se, uz prisutnost sekundarne mreže srednjeg napona 20 kV, dugoročno rješava opskrba električnom energijom područja Zavidovića. Nakon izgradnje TS 110/SN Žepče (od 2011. do 2015. godine), transformacija u Zavidovićima se dodatno rasterećuje. Stara TS 35/10 kV Zavidovići ostaje u pogonu, jer u TS 110/SN Zavidovići nema slobodnih polja 10(20) kV, a potrebno je zadržati naponsku razinu 35 kV. Nakon prijelaza cijelog područja na pogon na 20 kV potrebno je procijeniti mogućnost rekonstrukcije TS 35/10(20) kV Zavidovići u rasklopište 20 kV.

Na području Maglaja također se preporučuje postupno napuštanje TS 35/10(20) kV Maglaj II, koja je u neposrednoj blizini TS 110/SN Maglaj. TS 35/10(20)/6 kV Maglaj I Natron je u dvojnog vlasništva te ju je za potrebe potrošnje na 10(20) kV i niskom naponu moguće zadržati u pogonu dok postoji kupac na 35 kV. No, glavina opskrbe električnom energijom kupaca na području Maglaja treba se u budućnosti temeljiti na izravnoj transformaciji 110/10(20) kV, uz postupno uvođenje napona 20 kV. Radi toga je do 2010. godine potrebno ugraditi drugi transformator 110/10(20)/10 kV 20/20/14 MVA.

Na području Tešnja izravna transformacija se ne koristi u značajnijem omjeru, jer se glavina energije distribuira preko TS 35/10(20) kV Jelah. Planirana je dogradnja postrojenja 110 kV i njena rekonstrukcija u TS 110/35/10(20) kV. Naponska razina 35 kV je potrebna i radi napajanja TS 35/10(20) kV Matuzići. Iako je udaljena 14 km od Tešnja i 19 km od Maglaja, vodovi 35 kV Al/Fe 120 mm² omogućavaju dugoročnu pouzdanu opskrbu električnom energijom. Do 2010. godine potrebno je ugraditi drugi transformator 4 MVA, a do 2015. godine potrebna je transformacija 2x8 MVA.

Na području Kaknja se nalaze dvije TS 35/10(20) kV u vlasništvu ED Zenica (4. jul i RTS Čatići) te osam transformatorskih stanica u vlasništvu rudnika i ostalih kupaca na 35 kV. Vršna opterećenja nisu točno poznata, a napajanje je osigurano iz transformacije 110/35/10 kV Cementara i TE Kakanj.

Na područjima Visokog, Breze i Vareša postoji po jedna stara TS 35/10(20) kV, ali njihova obnova nije planirana, jer se za opskrbu električnom energijom koristi izravna transformacija u istoimenim TS 110/10(20) kV. Naponska razina 35 kV u Visokom je potrebna radi veze rezervnog napajanja Kiseljaka i Kaknja, u Brezi radi napajanja Ilijaša (dok potrošnju ne preuzme TS 110/10(20) kV Ilijaš) i Rudnika Breza a u Varešu trajno, radi napajanja dva kupca na 35 kV i TS 35/10(20) kV Nišići u ED Sarajevo.

TS 35/10(20) kV Vozuća i Olovo su radijalno napajani na 35 kV iz Banovića, odnosno Kladnja. Za područje Vozuće tijekom promatranog planskog razdoblja nije planirana promjena tog stanja, jer Izgradnja voda za rezervno napajanje radi relativno niskog opterećenja i nepovoljnog odnosa udaljenosti osnovnog i potencijalnog rezervnog napajanja

nije ekonomski opravdana. No, na području Olova je radi priključenja hidroelektrana planirana dogradnja postrojenja 110 kV, odnosno TS 110/35/10(20) kV Olovo.

Na području Travnika planirano je zadržavanje postojeće tri TS 35/10(20) kV Travnik, Turbe i Mehurić, od kojih su dvije posljednje nove. Budući da su radijalno napajane na 35 kV, nije planirana rezerva u transformaciji, već povezivanje mreža 10(20) kV tih transformatorskih stanica s TS 110/10(20) kV Travnik 2, koja treba preuzeti dio opterećenja i osigurati dovoljnu razinu pouzdanosti, odnosno rezerve u transformaciji. U slučaju bržeg porasta opterećenja, osobito radi razvoja turizma na Vlačiću, planirana je TS 110/35/10(20) kV Turbe.

TS 35/10(20) kV Fojnica je radijalno napajana iz Kiseljaka preko 18 km dugačkog voda na drvenim stupovima. Dovršetak TS 110/35/10(20) kV Fojnica omogućiti će pouzdanu opskrbu električnom energijom i uredan pogon hidroelektrana na tom području.

Opskrba električnom energijom područja Bugojna i Donjeg Vakufa na zadovoljavajući je način dugoročno riješena postojećom izravnom transformacijom 110/10(20) kV. Umjesto drugog transformatora u Donjem Vakufu, čije će opterećenje prema predviđanjima rasti do 5,3 MVA, planiran je nastavak prijelaza na pogon na 20 kV i korištenje rasterećenja preko povezne mreže 20 kV s Bugojnom, Travnikom (Turbe) i Jajcem.

Osim spomenute TS 110/SN Turbe, za porast opterećenja veći od planiranog radi razvoja industrijskih zona vezana je i mogućnost izgradnje TS 110/SN Bugojno 2 i Zenica 4, dok o potrebama priključka hidroelektrane ovisi TS 110/SN Voljevac.

Zaključno, do 2020. godine je planirana sljedeća dinamika razvoja transformacije 110/35 kV i 110/10(20) kV na području ED Zenica:

- do 2010. godine dovršetak izgradnje TS 110/35/20 kV Fojnica (postrojenje 110 kV, proširenje postrojenja 35 kV), jedan transformator 20 MVA;
- do 2010. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/SN Zavidovići (110/10(20)/10 kV 20/20/14 MVA);
- do 2010. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/SN Travnik 2 (110/10(20)/10 kV 20/20/14 MVA);
- do 2010. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/SN Maglaj (110/10(20)/10 kV 20/20/14 MVA);
- od 2011. do 2015. godine izgradnja TS 110/35/10(20) kV Jelah (preporučuje se analizirati alternativu 110/10(20) kV), 31,5 MVA;
- od 2011. do 2015. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/SN Zenica 3, 40 MVA;
- od 2011. do 2015. godine u TS 110/SN Visoko zamijeniti transformatore ugradnjom dva transformatora 110/10(20)/35 kV 31,5/31,5/10,5 MVA ili 40/40/27 MVA.

Za potrebe priključenja malih hidroelektrana na području Olova i istodobno rješavanje pouzdanosti opskrbe tog područja električnom energijom planirana je:

- od 2011. do 2015. godine izgradnja TS 110/35/10(20) kV Olovo, 20 MVA.

Ostale TS 110/SN čija dinamika izgradnje nije točno precizirana ovim planom, ali su promatrane u drugim analizama razvoje elektroenergetske mreže su:

- TS 110/20 kV Bugojno 2; izgradnja je vezana uz značajniji porast opterećenja planirane industrijske zone;
- TS 110/35/20 kV Turbe; izgradnja je vezana uz značajniji porast opterećenja turističkog područja Vlačića;

- proširenje TS 110/SN Zenica 4 i ugradnja drugog transformatora; izgradnja je vezana uz značajniji porast opterećenja planirane industrijske zone u krugu Željezare Zenica;
- TS 110/20/10 kV Voljevac; izgradnja je vezana uz priključak hidroelektrana.

Nije planirana izgradnja novih TS 35/10(20) kV, a radi povećanja opterećenja i potrebne zamjene u postojećim koje ostaju u pogonu potrebna je kupnja transformatora prema sljedećoj dinamici:

- jedan transformator 35/10(20) kV 8 MVA od 2011. do 2015. godine (u TS 110/SN Zenica 1, realizacija u tijeku);
- dva transformatora 35/10(20) kV 8 MVA od 2011. do 2015. godine i
- tri transformatora 35/10(20) kV 8 MVA od 2016. do 2020. godine.

Obnova postojećih TS 35/10 kV, koje ostaju u pogonu tijekom cijelog promatranog razdoblja, definirana je ovisno o vremenu proteklom od izgradnje ili zadnje obnove postrojenja (obnova nakon 30 godina). Rezultat takvog kriterija je sljedeća dinamika:

- do 2010. godine 7 TS 35/10 kV: 12 april, Jelah, Maglaj I Natron, 4. juli, Olovo, Travnik i Fojnica te
- od 2016. do 2020. godine TS 35/10 kV Vozuća.

Budući da dugoročno ostaje u pogonu, planirana je i obnova nadzemne mreže 35 kV, kroz zamjenu vodiča, izolatora i pripadajućeg pribora vodova izgrađenih ili obnovljenih prije 1985. godine. Pritom su uzeti u obzir samo vodovi u vlasništvu ED Zenica. Ovisno o vremenu proteklom od izgradnje ili zadnje obnove, do 2010. godine bi trebalo obnoviti čak 95 km vodova, od 2011. do 2015. godine 10 km te od 2016. do 2020. godine 24 km. Dakle, potrebno je obnoviti ukupno 129 km (56%) nadzemnih vodova 35 kV. No, navedena dinamika bila bi i u pogledu provedbe i ekonomski teško održiva te je planirana obnova po 40% ukupne duljine u prva dva petogodišta i preostalih 20% u trećem:

- do 2010. godine 50 km,
- od 2011. do 2015. godine 50 km te
- od 2016. do 2020. godine 29 km.

Obnova nadzemnih vodova 35 kV presjeka manjeg od Al/Fe 95 mm² u najvećem broju slučajeva nije planirana, radi prijelaza na izravnu transformaciju. Planirana je samo obnova voda 35 kV Kiseljak – Fojnica duljine 18 km do 2010. godine.

Budući da su svi kabeli 35 kV tipova koji su se pokazali pouzdanima i dugog životnog vijeka, zamjena nije planirana.

5.2.1.4. Elektrodistribucija Bihać

Veći dio električne energije na području ED Bihać distribuira se preko izravne transformacije 110/10(20) kV. Pritom je isključivo izravna transformacija u pogonu u TS 110/20/10 kV Sanski Most i Ključ, dok se u svim ostalim TS 110/SN ona koristi u kombinaciji s transformacijom 110/35 kV, bilo preko tercijara ili posebnog transformatora. No, u pogonu je i relativno veliki broj TS 35/10(20) kV, koje se mogu podijeliti u dvije grupe: tri dvostrano napajane gradske (Bihać, Cazin i Velika Kladuša) te ostalih 10 radijalno napajanih jednotransformatorskih malog opterećenja. Osnovne karakteristike transformacije 110/SN daje Tablica 5.12, transformacije 35/SN Tablica 5.13, a vodova 35 kV Tablica 5.14.

Sekundarna mreža srednjeg napona ED Bihać je u značajnoj mjeri u pogonu na 20 kV (prema kriteriju udjela broja transformatora SN/NN) na području Bosanskog Petrovca (40%) i Sanskog Mosta (21%). Područja Bosanske Krupe, Bužima i Velike Kladuše su u cijelosti u

pogonu na 10 kV, a na ostalim područjima ima manjih dijelova mreže u pogonu na 20 kV. Udjeli elemenata mreže u pogonu na 10 kV, ali pripremljenih za 20 kV su sljedeći: 56% transformatora i 9% transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV te 73% nadzemne i 71% kableske mreže 10(20) kV. Relativno visoki postoci omogućavaju planiranje prijelaza dijelova mreže na 20 kV tijekom promatranog razdoblja.

Tablica 5.12. Transformatorske stanice 110/SN na području EPBiH – ED Bihać

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon	Kratki opis stanja
Bihać 1	T	220/115/10,5	150/150/50	2002	tercijar se ne koristi
	T1	110/36,75/10,5	20/20/14	1981	tercijar se ne koristi
	T2	110/36,75/21(10,5)	20/14/20	2005	tercijar se ne koristi
	T3	35/10,5	4/4	1968	nema tercijara
Bihać 2	T	110/21(10,5)/10,5	20/14/14	1973	tercijar se koristi
Bosanska Krupa	T1	110/10,5(21)/36,75	20/20/14	1977	tercijar se koristi
	T2	110/36,75/21(10,5)	20/14/20	2005	
Bosanski Petrovac	T	110/10,5(21)/36,75	20/20/14	1986	tercijar se koristi
Cazin 1	T	110/10,5(21)/36,75	20/20/14	1977	tercijar se koristi
Cazin 2	T	110/21/10,5	20/14/14	1976	tercijar se koristi
EVP Kulen Vakuf	T1	110/27,5	7,5/7,5	1985	tercijar se ne koristi
	T2	110/27,5	7,5/7,5	1985	tercijar se ne koristi
Ključ	T	110/21/10,5	20/20/14	1984	tercijar se ne koristi
Sanski Most	T1	110/21/10,5	20/20/14	1970	tercijar se koristi
	T2	110/21(10,5)/10,5	20/20/13,3	1999	tercijar se koristi
Velika Kladuša	T1	110/10,5(21)/36,75	20/20/14	1977	tercijar se koristi
	T2	110/36,75/10,5(21)	20/14/20	1999	tercijar se ne koristi
Vrnograč	T	110/10,5(21)/36,75	20/20/14	1987	tercijar se koristi

Izvor: Elektroprijenos BiH

U tijeku je izgradnja TS 110/10(20) kV Bužim.

Tablica 5.13. Transformatorske stanice 35/SN na području EPBiH – ED Bihać

Naziv TS	Vlasništvo	Nazivni naponski omjer [kV]	SDV	Godina izgradnje	Projektirana i ugrađena snaga [MVA]
BIHAĆ	ED Bihać	35/10	NE	1974	4+4+4
RIPAČ	ED Bihać	35/10	NE	1971	2,5
ŽITOPRERADA	ED Bihać	35/10	NE	1967	4,0
BREKOVICA	ED Bihać	35/10	NE	1970	2,5
KULEN VAKUF	ED Bihać	35/10	NE		2,5
BOSANSKA KRUPA	ED Bihać	35/10	NE		8,0
VRTOČE	ED Bihać	35/20	NE		4,0
BUŽIM	ED Bihać	35/10	NE		4,0
POPOVIĆ POLJE	ED Bihać	35/10	NE		2,5
CAZIN	ED Bihać	35/10	NE	1972	4+4
PEĆIGRAD	ED Bihać	35/10	NE	1986	2,5
VELIKA KLADUŠA	ED Bihać	35/10	NE		4+2,5
CRVAREVAC	ED Bihać	35/10	NE		2,5

Izvor: EPBiH

Razvoj distribucijske mreže bi se trebao nastaviti u započetom smjeru uvođenja dvonaponskog sustava 110/20 kV, ali uz maksimalno korištenje izgrađene mreže 35 kV i transformacije 35/SN, osobito one vangradske. Osnovno napajanje bi i nakon horizonta planiranja moglo biti vrlo kvalitetno riješeno transformacijom 110/20 kV i radijalno napajanom 35/20 kV, a rezervno napajanje bi se osiguravalo preko povezne mreže 20 kV. Takvo rješenje je planirano za područja Bosanskog Petrovca, okolice Bihaća i Cazina te Vrnograča.

Gradske TS 35/10(20) kV Bihać, Cazin i Velika Kladuša su udaljene tek nešto više od 1 km od TS 110/SN te nije planirana njihova obnova, već će se postupno napuštati, ili rekonstruirati u rasklopišta 10(20) kV, a opterećenje će preuzimati izravna transformacija.

Tablica 5.14. Vodovi 35 kV na području EPBiH – ED Bihać

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Nazivni napon [kV]	Vrsta voda	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Vrsta stupova / izolacije	Duljina [m]	Godina izgradnje / obnove
HE UNA	TS 35 BIHAĆ	35	NV	Al/Fe	3x95	BET_ČEL	8060	obnovljen 1986
HE UNA	TS 35 CAZIN	35	NV	Al/Fe	3x95	BET_ČEL	9100	1954
HE UNA	TS 35 BREKOVICA	35	NV	Cu, Al/Fe	3x70, 3x95	BET	1200	
TS 220 BIHAĆ 1	TS 35 BIHAĆ	35	NV	Al/Fe	3x150	ČEL	1507	
TS 220 BIHAĆ 1	TS 35 ŽITOPRERADA	35	NV	Al/Fe	3x150	ČEL	2200	
TS 35 ŽITOPRERADA	TS 35 RIPAČ	35	NV	Al/Fe	3x150	ČEL	7500	
TS 110 CAZIN	TS 35 CAZIN	35	NV	Al/Fe	3x95	ČEL	1208	1979
TS 35 CAZIN	TS 35/ PEĆIGRAD	35	NV	Al/Fe	3x95	BET, ČEL	11308	1985
TS 110 BOSANSKA KRUPA	TS 35 BOSANSKA KRUPA	35	NV	Al/Fe	3x95	BET, ČEL	3523	1976, 1998
TS 110 VELIKA KLADUŠA	TS 35 VELIKA KLADUŠA	35	NV	Al/Fe	3x150	ČEL	1300	
TS 110 VRNOGRAČ	TS 35 CRVAREVAC	35	NV	Al/Fe	3x50	ČEL	5100	1981
TS 35 CRVAREVAC	TS 35 POPOVIĆ POLJE	35	NV	Al/Fe	3x50	ČEL	2800	1981
TS 35 POPOVIĆ POLJE	TS 35 BUŽIM	35	NV	Al/Fe	3x50	ČEL	5541	1981
TS 110 BOSANSKI PETROVAC	TS 35 VRTOČE	35	NV	Al/Fe	3x150	ČEL	18500	1957
TS 35 VRTOČE	TS 35 KULEN VAKUF	35	NV	Al/Fe	3x50	ČEL	12500	1976

Izvor: EPBiH

Pouzdanost opskrbe TS 35/10(20) kV koje se napajaju iz TS 110/SN Bosanski Petrovac, Ključ i Vrnograč nije zadovoljavajuća radi nedostatka rezerve u transformaciji, ali je ugradnja drugog transformatora planirana samo u TS 110/SN Ključ. Za područje Bosanskog Petrovca planirano je proširenje TS 110/SN Kulen Vakuf ugradnjom postrojenja 20 kV i jednog transformatora 110/20 kV. Za područje Vrnograča planirana je izgradnja TS 110/10(20) kV Bužim, kao povoljnije rješenje za problem kvalitete napona na tom području. Postojeća transformacija 35/SN može ostati u pogonu za rezervno napajanje od Vrnograča do Bužima.

U slučaju većeg opterećenja na području planirane poslovne zone i općenito šireg područja grada Bihaća, moguća je i potreba izgradnje TS 110/SN Bihać 3 na jugozapadnom dijelu Općine Bihać.

Zaključno, na području ED Bihać je do 2020. godine planirana sljedeća dinamika razvoja transformacije 110/35 kV i 110/10(20) kV za potrebe distribucije električne energije:

- do 2010. godine dovršiti izgradnju TS 110/10(20) kV Bužim, jedan transformator snage do 20 MVA;
- do 2010. godine dogradnja TS 110/SN Kulen Vakuf, jedan transformator 110/20 kV snage do 20 MVA;
- do 2010. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/SN Ključ (110/10(20)/10 kV 20/20/14 MVA);
- do 2010. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/SN Cazin 1 (110/10(20)/35 kV 20/20/14 MVA);
- od 2011. do 2015. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/SN Bihać 2 (110/10(20)/10 kV 20/20/14 MVA).

U slučaju porasta opterećenja većeg od planiranog, u prvom redu radi poslovne zone, treba predvidjeti:

- TS 110/SN Bihać 3 na jugozapadnom dijelu Općine Bihać.

U slučaju izgradnje i priključka elektrana na mrežu 110 kV, potrebno je procijeniti potrebu dogradnje postrojenja 10(20) kV za potrebe lokalne distribucije električne energije.

Nije planirana izgradnja novih TS 35/10(20) kV, a potrebna kupnja novih transformatora radi povećanja opterećenja i zamjene dotrajalih u postojećim transformatorskim stanicama u nedostatku točnijih podataka procijenjena je na sljedeći način:

- jedan transformator 35/10(20) kV 4 MVA do 2010. godine,
- jedan transformator 35/10(20) kV 8 MVA od 2011. do 2015. godine i
- jedan transformator 35/10(20) kV 8 MVA od 2016. do 2020. godine.

Obnova 10 postojećih vangradskih TS 35/10(20) kV, koje ostaju u pogonu tijekom cijelog promatranog razdoblja, definirana je ovisno o vremenu proteklom od izgradnje ili zadnje obnove postrojenja (obnova nakon 30 godina). Podaci su dostupni samo za dio transformatorskih stanica i ukazuju na potrebu obnove 3 do 2010. godine te 1 u intervalu od 2016. do 2020. godine. Ako se preostalih 6 rasporedi linearno, dobiva se sljedeća dinamika:

- do 2010. godine 4 TS 35/10 kV: Žitoprerađa, Brekovica, Ripač i još jedna,
- od 2011. do 2015. godine 2 TS 35/10 kV te
- od 2016. do 2020. godine 3 TS 35/10 kV: Pećingrad i još dvije.

Budući da dugoročno ostaje u pogonu, bilo na 35 kV bilo na 20 kV, planirana je i obnova čitave nadzemne mreže 35 kV, kroz zamjenu vodiča, izolatora i pripadajućeg pribora. Ovisno o vremenu proteklom od izgradnje ili zadnje obnove, od ukupno 91 km vodova 35 kV potrebno je obnoviti 42 km vodova presjeka 95 mm² i većeg te 26 km vodova malog presjeka, odnosno ukupno 76% mreže 35 kV.

Prema dostupnim podacima o starosti, uz pretpostavku linearne razdiobe ostalih za koje nema podataka, do 2010. godine bi trebalo obnoviti čak 32 km vodova velikog presjeka, od 2011. do 2015. godine 6 km te od 2016. do 2020. godine 4 km. Zaključno je planirana ekonomski održivija dinamika obnove po 40% ukupne duljine u prva dva petogodišta i preostalih 20% u trećem:

- do 2010. godine 17 km,
- od 2011. do 2015. godine 17 km te
- od 2016. do 2020. godine 8 km.

Obnova nadzemnih vodova 35 kV presjeka manjeg od Al/Fe 95 mm² planirana je prema sličnim kriterijima i dobivena je prihvatljiva dinamika:

- od 2011. do 2015. godine 13 km te
- od 2016. do 2020. godine 13 km.

5.2.1.5. Elektrodistribucija Mostar

Opskrba električnom energijom ED Mostar temelji se na tri TS 110/35/10 kV i 12 TS 35/10 kV, od kojih je samo Zalik u Mostaru značajnije opterećena. Sekundarna mreža srednjeg napona je u pogonu isključivo na 10 kV, a udjeli elemenata mreže pripremljenih za pogon na 20 kV su: 23% transformatora i transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV te 37% nadzemne i 76% kabelske mreže 10(20) kV.

Osnovne podatke o transformaciji 110/SN daje Tablica 5.15, o transformaciji 35/SN Tablica 5.16, a o vodovima 35 kV Tablica 5.17. Dvije TS 35/10 kV izgrađene su nakon 2000. godine, a prije toga je zadnja izgrađena 1980. godine. Ukupna duljina nadzemne mreže 35 kV je 42 km, od čega je 21 km obnovljen od 2000. godine. Ukupna duljina kabelske mreže 13 km i gotovo cijela je izgrađena od 1995. godine.

Tablica 5.15. Transformatorske stanice 110/SN na području EPBiH – ED Mostar

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon	Kratki opis stanja
EVP Konjic	T1	110/25	7,5		dvojno vlasništvo
	T2	110/25	7,5		dvojno vlasništvo
Jablanica	T	110/10,5(21)/36,75	20/20/14	1979	tercijar se koristi
Konjic	T1	110/36,75	10/10	1956	nema Tercijara
	T2	110/36,75/10,5	20/14/14	1976	tercijar se koristi
	T3	36,75/10,5	8/8	1995	nema Tercijara
Mostar 2	T1	110/36,75/10,5	40/40/13,3	1973	tercijar se koristi
	T2	110/10,5	20/20	1976	nema Tercijara

Izvor: Elektroprijenos BiH

Tablica 5.16. Transformatorske stanice 35/SN na području EPBiH – ED Mostar

Naziv TS	Vlasništvo	Nazivni naponski omjer [kV]	Građevinska izvedba ¹⁾	SDV	Godina izgradnje	Projektirana i ugrađena snaga [MVA]	Vršna snaga [MVA]
BLAGAJ	D	35/10(20)	ZZ	NE	2000	4,0	2,5
ZALIK	D	35/10	ZZ	NE	1974	8+8	13,0
TORANJ VRAPČIĆI	D	35/10(20)	ZZ	NE	1960	4,0	2,4
ŽELJUŠA	D	35/10	ZZ	NE	1969	4+2,5	2,0
SALAKOVAC	D	35/10	L	NE	1970	2,5	0,0
GRABOVICA	D	35/10	L	NE	1970	2,5	0,8
BRANA	D	35/10	L	NE	1955	1,6	0,1
OSTROŽAC	D	35/10(20)	ZZ	NE	2002	1,6	0,4
BUTUROVIĆ POLJE	D	35/10	ZZ	NE	1967	2,5+1,6	0,6
TRBIĆA POLJE	D	35/10	ZZ	NE	1980	4,0	2,5
PUHALE	D	35/10	ZZ	NE	1960	4+4	3,6
MUSALA	D	35/10	L	NE	1978	2,5	1,0

¹⁾ Građevinska izvedba: ZZ – zidana zgrada, L – limeni kontejner

Izvor: EPBiH

Do 2020. godine referentnim planom je za potrebe distribucije električne energije planirana izgradnja TS 110/35/10(20) kV Željuša na lokaciji postojeće. Osim toga, za potrebe priključenja malih hidroelektrana ukupne snage oko 20 MVA planirana je izgradnja TS 110/35/10(20) kV Buturović Polje 31,5 MVA na mjestu postojeće TS 35/10(20) kV.

Zaključno, planirana su slijedeća ulaganja u transformaciju 110/SN za potrebe distribucije električne energije:

- od 2011. do 2015. godine izgradnja TS 110/35/10(20) kV Željuša, 20 MVA;
- od 2011. do 2015. godine zamjena transformatora 110/35 kV 10 MVA drugim 110/35/10 kV veće snage (barem 20/14/14 MVA) u TS 110/SN Konjic.

Na temelju dodijeljenih koncesija i poznatih planova izgradnje hidroelektrana, planirana je u prvom redu za njihov priključak, ali i za potrebe distribucije električne energije:

- do 2010. godine izgradnja TS 110/35/10(20) kV Buturović Polje, 31,5 MVA.

Osim navedenih, potrebno je predvidjeti i mogućnost ugradnje transformacije za potrebe distribucije u slijedećim TS 110/SN čija izgradnja je vezana uz priključak elektrana:

- TS 110/SN Glavatičevo u slučaju izgradnje HE Glavatičevo, čime bi se riješio problem opskrbe električnom energijom tog izoliranog područja;
- TS 110/35/10(20) kV Zalik u slučaju potrebe priključenja vjetroelektrana na području Mostara.

Tablica 5.17. Vodovi 35 kV na području EPBiH – ED Mostar

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Nazivni napon [kV]	Vrsta voda	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Vrsta stupova / izolacije	Duljina [m]	Godina izgradnje / obnove
MOSTAR 2	OPINE	35	NV	AL/FE	95	ČEL	50	2000
HROMA LJUT	BLAGAJ	35	NV	AL/FE	95	ČEL	6479	2000
MOSTAR 2	ZTS 35/10(20) ZALIK	35	NV	AL/FE	95	ČEL	4500	
BTS 35/10 SALAKOVAC	ZTS 35/10 ŽELJUŠA	35	NV	AL/FE	95	ČEL	3500	2000
110/35/10 KONJIC	TRBIČA POLJE	35	NV	AL/FE	120	ČEL	3462	1978
TRBIČA POLJE	BTS 35/10 TRBIČA POLJE	35	NV	AL/FE	120	ČEL	50	1978
TRBIČA POLJE	ZTS 35/10 PUHALE	35	NV	AL/FE	120	ČEL	313	1978
110/35/10 KONJIC	MUSALA	35	NV	AL/FE	95	ČEL	2353	1972
OSTROŽAC	110/35/10 KONJIC	35	NV	AL/FE	95	ČEL	11090	1953, 2006
OSTROŽAC	BUTUROVIĆ POLJE	35	NV	AL/FE	95	ČEL	5156	1978
BTS 35/10 BRANA	OSTROŽAC	35	NV	AL/FE	95	ČEL	5144	1978
ZTS 35/10(20) ZALIK	ZTS 35/10 VRAPČIĆI	35	KV	AL	150	XHE49-A	5000	1995
ZTS 35/10 VRAPČIĆI	ZTS 35/10 PREDIONICA	35	KV	AL	150	XHE49-A	70	
BLAGAJ	ZTS 35/10(20) BLAGAJ	35	KV	AL	150	XHE49-A		2000
ZTS 35/10 PREDIONICA	ZTS 35/10 ŽELJUŠA	35	KV	AL	150	XHE49-A, XHP-48	6895	2004
OPINE	HROMA LJUT	35	KV	AL	150	XHE49-A, XHP-48	950	2005
MUSALA	BTS 35/10 MUSALA	35	KV	CU	50	XHP-48	150	1980
BUTUROVIĆ POLJE	ZTS 35/10 BUTUROVIĆ POLJE	35	KV	CU	95	XHP-48	25	1987
ZTS 35/10(20) OSTROŽAC	OSTROŽAC	35	KV	AL	150	XHE49-A	300	2002

Izvor: EPBiH

Opskrba grada Mostara bi nakon izgradnje TS 35/10 kV Blagaj i TS 110/35/10(20) kV Željuša trebala biti dugoročno osigurana. Nije planirana izgradnja novih TS 35/10(20) kV, a potrebna kupnja novih transformatora radi povećanja opterećenja i zamjene dotrajalih u postojećim transformatorskim stanicama u nedostatku točnijih podataka procijenjena je na sljedeći način:

- jedan transformator 35/10(20) kV 8 MVA do 2010. godine,
- jedan transformator 35/10(20) kV 8 MVA od 2011. do 2015. godine i
- jedan transformatora 35/10(20) kV 8 MVA od 2016. do 2020. godine.

Od 12 TS 35/10(20) kV u pogonu, dvije su nove (Blagaj i Ostrožac). Nije planirana zahtjevnija obnova transformatorske stanice Brana i Buturović Polje, na čijoj lokaciji se gradi nova transformatorska stanica. Plan obnove TS 35/10(20) kV ED Mostar obuhvaća 5 transformatorskih stanica do 2015. godine, prema sljedećoj dinamici:

- do 2010. godine 3 TS 35/10 kV: Zalik, Musala i Grabovica te
- od 2011. do 2015. godine 2 TS 35/10 kV: Željuša (ostaje u pogonu za rezervno napajanje) i Salakovac.

Budući da dugoročno ostaje u pogonu, planirana je i obnova preostalog 21 km nadzemne mreže 35 kV, kroz zamjenu vodiča, izolatora i pripadajućeg pribora. Do 2010. godine planirana je obnova vodova Mostar 2 – Zalik i Konjic – Musala, a u intervalu od 2011. do 2015. godine ostalih 14 km:

- do 2010. godine 7 km,
- od 2011. do 2015. godine 14 km.

5.2.2. Sekundarna mreža srednjeg napona

Planom izgradnje TS 110/SN definirana je izgradnja tri nove transformatorske stanice: Tuzla 3, Sarajevo 11 i Doboj Istok. Osim toga, planirana je i ugradnja transformacije 110/10(20) kV u TS 110/SN Sarajevo 10. Za priključak navedenih transformatorskih stanica u mrežu 10(20) kV planirane su sljedeće duljine kableske, odnosno nadzemne mreže 10(20) kV:

- do 2010. godine: 10 km nadzemnih vodova (Tuzla 3) i 20 km kabelskih vodova (Sarajevo 11),
- od 2011. do 2015. godine: 20 km kabelskih vodova (Sarajevo 10) i
- od 2016. do 2020. godine: 10 km nadzemnih vodova (Doboj Istok).

Nije planirana izgradnja novih TS 35/SN, nego čvršće povezivanje gradskih kabelskih i vangradskih nadzemnih mreža:

- od 2011. do 2015. godine: 15 km kableske mreže u Tuzli te 15 km kableske mreže u Zenici
- od 2016. do 2020. godine: 15 km kableske mreže u Tuzli.

Do 2020. godine je planirana je obnova 50% magistralnih nadzemnih vodova malog presjeka (Al/Fe 35 mm² i manjih) i to u sljedećem približnom omjeru novih vodova: 70% nadzemnim vodovima Al/Fe 50 mm², 15% nadzemnim vodovima Al/Fe 95 mm² te 15% kabelskih vodova. Ukupna duljina nadzemne mreže 10(20) kV je 6.078 km, od čega je duljina odcjepa procijenjena na 25% (1520 km). Pretpostavljeno je da su vodiči odcjepa upravo oni malog presjeka, te se oduzimanjem od ukupne duljine vodova malog presjeka (3.892 km) dolazi do ukupne duljine magistralnih dionica jednake 2.372 km. Za obnovu je planirana polovica, linearnom dinamikom do 2020. godine, odnosno u svakom od tri promatrana intervala po:

- 277 km nadzemnih vodova Al/Fe 50 mm²,
- 59 km nadzemnih vodova Al/Fe 95 mm² i
- 59 km kabelskih vodova.

Osim magistralnih vodova malog presjeka, čija obnovu radi problema s padovima napona i opterećenjem, planirana je i obnova nadzemnih vodova velikog presjeka na čelično-rešetkastim stupovima. Razlog je njihova kvaliteta i potreba dugoročnog zadržavanja u pogonu. U nedostatku točnijih procjena stanja vodova, planirana je do 2020. godine linearna dinamika obnove svih 234 km vodova, odnosno po 78 km tijekom svakog od tri promatrana vremenska intervala.

U kabelskoj mreži je planirana zamjena nepouzdatih kabela s izolacijom tipa PP, EPHP, EHP i sličnih, linearno do 2015. godine. Ukupna duljina takvih kabela je 405 km te je planirana zamjena po 203 km u dva promatrana vremenska intervala.

Izgradnja novih TS 10(20)/0,4 kV planirana je s ciljem približavanja globalnih pokazatelja transformacije SN/NN i mreže niskog napona vrijednostima u referentnoj mreži EDF-a. Prosječna duljina mreže niskog napona u EPBiH je 3,0 km po transformatorskoj stanici SN/NN. Gruba procjena uz zanemarenje promjene duljine mreže niskog napona pokazuje da bi za dostizanje prosjeka EDF-a od 1 km trebalo povećati broj transformatorskih stanica čak 3 puta. Kako je to nerealan cilj, koji bi zahtijevao velika ulaganja, za 2020. godinu je postavljen skromniji cilj od 1,8 km mreže niskog napona po TS 10(20)/0,4 kV. Prilikom analize je pretpostavljen porast potrošnje električne energije na niskom naponu u skladu s S2 scenarijem, udio KTS u novoizgrađenim TS 10(20)/0,4 kV jednak 25%, prosječna nazivna snaga transformatora u novim STS je 70 kVA, a u novim KTS 450 kVA.

Budući da se radi o vrlo velikim ulaganjima, a i radi nedostataka podataka za točniju analizu stvarnih potreba, pretpostavljena je jednolika izgradnja novih TS 10(20)/0,4 kV tijekom cijelog promatranog razdoblja. U skladu sa svim navedenim pretpostavkama, dobivena je potreba ugradnje po 366 KTS i 1.098 STS u svakom od tri intervala do 2020. godine. To ukupno iznosi po 20% postojećeg broja TS 10(20)/0,4 kV u svakom od tri intervala, odnosno povećanje broja TS 10(20)/0,4 kV za 60% do 2020. godine. Pregled razvoja transformacije SN/NN i mreže niskog napona daje Tablica 5.18.

Tablica 5.18. Globalni pokazatelji stanja transformacije SN/NN i mreže niskog napona EPBiH

GLOBALNI POKAZATELJ	EPBiH				HEP	EDF
	2005.	2010.	2015.	2020.	1996.	1996.
Potrošnja po TS [MWh]	352	346	351	362	343	197
Instalirana snaga po TS [kVA]	302	279	263	251	260	172
Duljina mreže 0,4 kV po TS [km]	3,0	2,5	2,1	1,8	2,6	1,0
Iskorištenje transformacije [kWh/kVA]	1.166	1.240	1.336	1.443	1.318	1.144
Gustoća potrošnje [MWh/km ²]	178	212	250	294	122	244
Gustoća instalirane snage [kVA/km ²]	159	176	193	210	92	213
Broj TS na 100 km ²	52	63	73	84	35	124

Osim povećanja broja STS s 4.604 na 7.898 (za 72%), odnosno KTS s 2.714 na 3.812 (za 40%), posljedica je i blago skraćenje duljine mreže niskog napona s 22.300 km na 21.200 km (za 5%).

Na temelju broja novih TS 10(20)/0,4 kV moguće je procijeniti i potrebnu duljinu priključnih vodova 10(20) kV. Uz procjenu izgradnje prosječno 400 m nadzemnog voda 10(20) kV za priključak nove STS 10(20)/0,4 kV, dobiva se potreba izgradnje po 439 km nadzemnih

vodova u svakom od tri vremenska intervala do 2020. godine. Za priključak novih KTS je procijenjena prosječna duljina kabela 10(20) kV 600 m te se na isti način dobiva potreba izgradnje po 220 km kabela.

Obnova TS 10(20)/0,4 kV je planirana za tri kategorije, različitom dinamikom. Zamjena STS na drvenim stupovima i „tornjića“ je planirana za sve objekte do 2020. godine: ukupno 228, linearno po 76 do 2020. godine.

U STS na betonskim i čelično-rešetkastim stupovima planirana je samo zamjena opreme SN i NN postrojenja, bez zamjene stupova. Do 2020. godine je planirana linearna obnova 50% od ukupno 4.023 objekta, odnosno po 670 u svakom od tri promatrana intervala.

Planirana je obnova KTS bez RMU kroz zamjenu SN postrojenja. Radi se ukupno o 2.227 objekata, odnosno po 742 u svakom od tri promatrana intervala do 2020. godine.

Konačno, potrebno je uzeti u obzir i zamjenu transformatora 10/0,4 kV, u prvom redu radi očekivanih problema s naponima u nadzemnim mrežama, ali i radi postupnog uvođenja napona 20 kV. Pretpostavljeno je da su u nadzemnim mrežama većinom transformatori manje snage te je planirana je zamjena svih transformatora 10/0,4 kV snage manje od 400 kVA do 2020. godine. Za transformatore 10/0,4 kV snage 400 kVA i veće planirana je zamjena 2/3 ukupnog broja do 2020. godine. Na temelju tih kriterija i pretpostavke da se ugrađuju transformatori 10(20)/0,4 kV jednake snage, dobivena je sljedeća dinamika zamjene transformatora u svakom od tri promatrana intervala do 2020. godine:

- 1.046 transformatora snage manje od 400 kVA; procjena troškova: 4.697.000 €;
- 391 transformator snage 400 kVA i veće; procjena troškova: 3.884.000 €.

5.2.3. Mreža niskog napona

U slučaju vodova niskog napona osim priključaka (koji se ne računaju u mrežu u užem smislu) nije predviđena izgradnja novih vodova. No, planirana je zamjena dijela postojećih nadzemnih i kabelskih vodova novima.

Zamjena nadzemnih vodova s neizoliranim vodičima malog presjeka (Al/Fe 25 mm² i manjeg te svih s vodičima od bakra) je planirana u 80% ukupne duljine sa SKS 70, a u 20% s kabelima niskog napona. Ukupna duljina takvih vodova je procijenjena na 30% nadzemne mreže niskog napona na temelju odgovarajućeg udjela u ERS i EDBD jednakog 29%, odnosno 34% u Hrvatskoj 1996. godine. Radi se o ukupno 6.030 km vodova malog presjeka, a uz pretpostavku zamjene 2/3 te mreže do 2020. godine dobiva se potreba zamjene 4.020 km. Od toga je 80%, odnosno po 1.072 km tijekom svakog od tri promatrana intervala, predviđeno za SKS 70, a 20%, odnosno po 268 km, za kabele niskog napona.

Preostaje još uzeti u obzir zamjenu samih kabela niskog napona malog presjeka. Prema iskustvima iz Hrvatske, do 2020. godine je planirana zamjena ukupno 20% kabelske mreže. Na temelju procjene duljine kabelske mreže 2.200 km, dobivena je potreba zamjene po 147 km tijekom svakog od tri promatrana intervala planiranja.

5.2.4. Sustavi upravljanja mjerenja i komunikacija

Osim ulaganja u primarnu opremu, u distribucijskoj djelatnosti prisutna su i značajna ulaganja u sekundarne dijelove sustava. Posebno se ističu ulaganja u dispečerske centre i

komunikacijsku opremu, sustav mrežnog ton-frekventnog upravljanja (MTU) te brojila električne energije.

Distribucijski dispečerski centri

Postojanje suvremenih distribucijskih dispečerskih centara je uvjet racionalnog poslovanja distribucijske djelatnosti, jer uklanja potrebu za uklopničarima (3 do 4 po transformatorskoj stanici 110/SN ili 35/SN), smanjuje troškove neisporučene električne energije i omogućava optimalno vođenje pogona. Poštujući teritorijalnu organizaciju distribucijske djelatnosti, predviđeno je sva distribucijska područja opremiti suvremenim dispečerskim centrima. Uz životni vijek od 15 godina, do 2020. godine potrebno je opremiti svih pet distribucijskih dispečerskih centara. Planirana je sljedeća dinamika: po dva u intervalima do 2010. godine i od 2011. do 2015. godine te preostali jedan u intervalu od 2016. do 2020. godine.

Prilagodba TS 110/SN i 35/SN za uključivanje u sustav daljinskog vođenja planirana je tijekom njihove izgradnje, odnosno obnove.

MTU postrojenja

Prednosti MTU su jasne: kod dvo(tro)tarifnih brojila mijenjaju nepouzdanu uklopnu satove, omogućavaju upravljanje javnom rasvjetom i što je najvažnije stvaraju uvjete za upravljanje snagom kod potrošača (*load management*).

Prema sadašnjim spoznajama, optimalno rješenje za ugradnju sustava MTU je utiskivanje signala u mrežu 110 kV. Uz pretpostavku da bi se čitava distribucija mogla pokriti iz 3 postrojenja, planirano je opremanje jednog u EPBiH, do 2010. godine.

Zamjena brojila

Do 2020. godine je planirana zamjena 50% postojećih brojila, odnosno 318.000 (linearno po 106.000 tijekom svakog od tri intervala). Točna specifikacija novih brojila za pojedine kategorije kupaca je predmet specijalističke studije, ali općenito se preporučuje primjena suvremenih elektroničkih uređaja, koji omogućavaju daljinsko očitavanje i upravljanje potrošnjom.

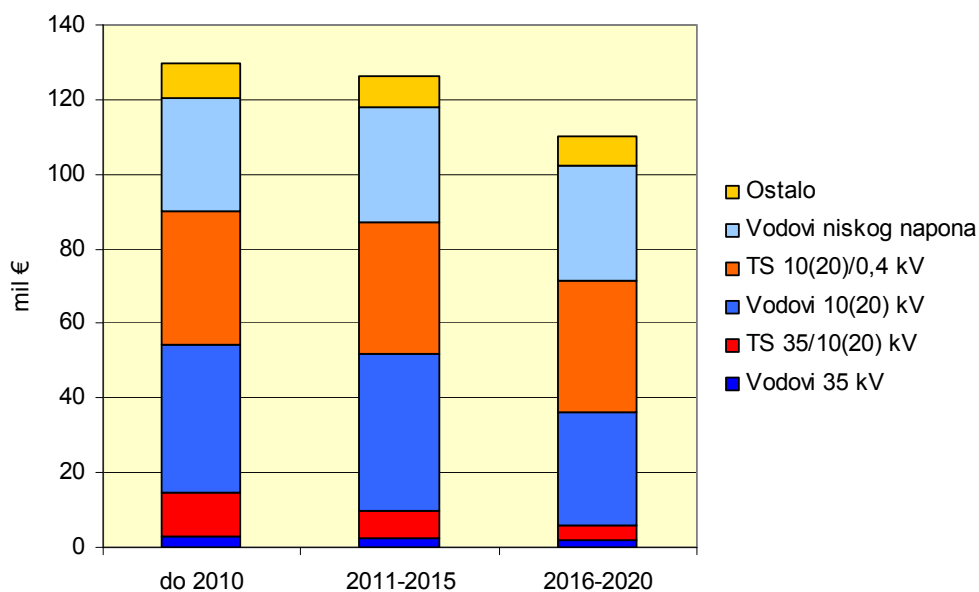
5.2.5. Pregled ulaganja u distribucijsku mrežu Elektroprivrede Bosne i Hercegovine

Pregled ukupnih ulaganja u distribucijsku mrežu EPBiH po planskim intervalima, objektima distribucijske mreže i razlozima ulaganja daje Tablica 5.19. Do 2020. godine je planirano ulaganje 363 milijuna eura, dinamikom i strukturom prikazanom na sljedećim slikama. Ulaganja su nešto intenzivnija do 2015. godine, a zatim opadaju:

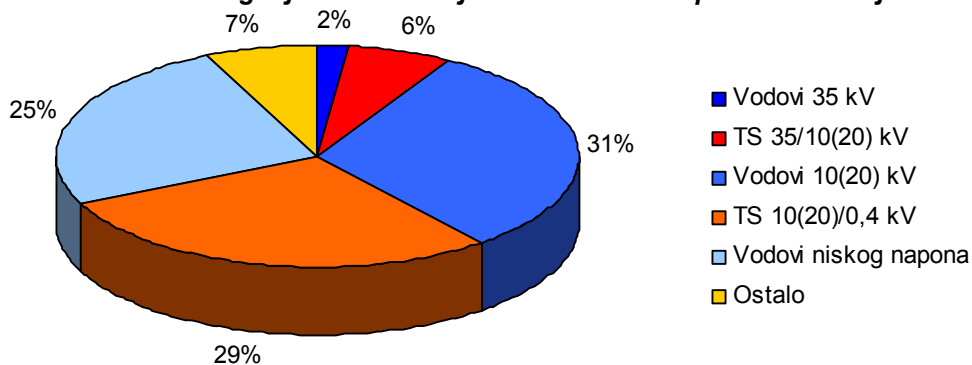
- do 2010. godine 129 mil €,
- od 2011. do 2015. godine 125 mil € te
- od 2016. do 2020. godine 109 mil €.

Gledano prema vrstama objekata u distribucijskoj mreži, najveći dio ulaganja otpada na sekundarnu mrežu srednjeg napona (60%), zatim na mrežu niskog napona (25%), a ostatak je ravnomjerno raspodijeljen na primarnu mrežu srednjeg napona te sustave upravljanja, mjerenja i komunikacija.

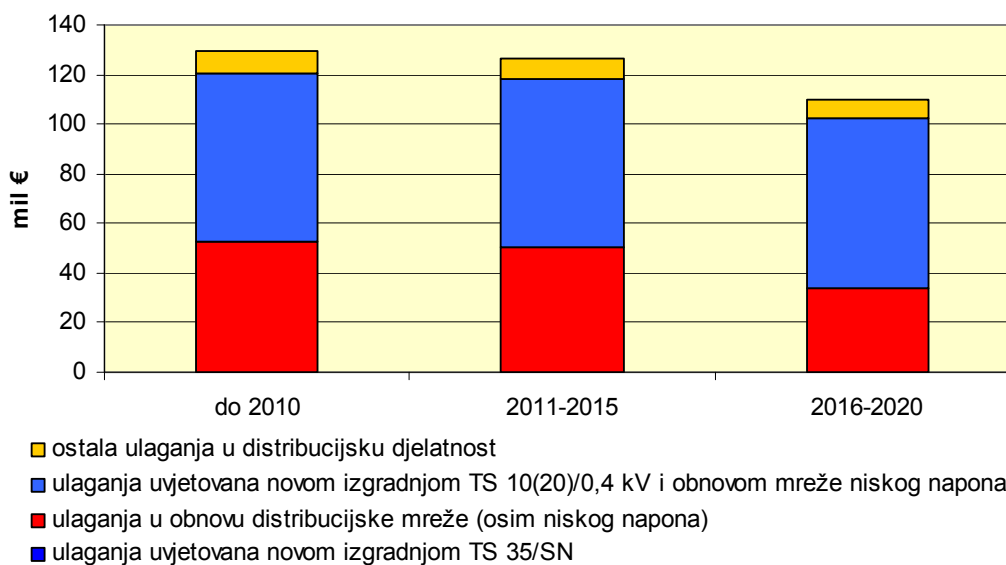
Strukturiranje prema razlozima ulaganja pokazuje da je najveći dio uvjetovan izgradnjom transformacije SN/NN i obnovom mreže niskog napona (56%) te obnovom postojećih objekata distribucijske mreže (37%).



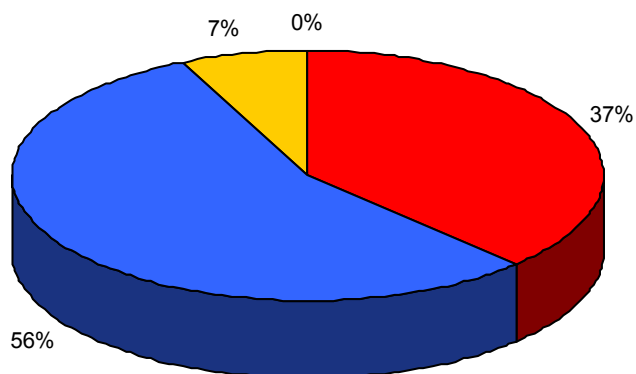
Slika 5.5. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu EPBiH po vrstama objekata



Slika 5.6. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu EPBiH po vrstama objekata



Slika 5.7. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu EPBiH po razložima ulaganja



- ulaganja uvjetovana novom izgradnjom TS 35/SN
- ulaganja u obnovu distribucijske mreže (osim niskog napona)
- ulaganja uvjetovana novom izgradnjom TS 10(20)/0,4 kV i obnovom mreže niskog napona
- ostala ulaganja u distribucijsku djelatnost

Slika 5.8. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu EPBiH po razlozima ulaganja

Tablica 5.19. Pregled ukupnih ulaganja u distribucijsku mrežu EPBiH

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
nove TS 35/10(20) kV - gradske	Izgradnja novih gradskih TS 35/10(20) kV				0	0	0	0	0	0
nove TS 35/10(20) kV - vangradske	Izgradnja novih vangradskih TS 35/10(20) kV				0	0	0	0	0	0
postojeće TS 35/10(20) kV	Obnova postojećih TS 35/10(20) kV: zamjena dotrajale sklopne opreme, relejne zaštite, pomoćnih krugova,...	22	12	7	41	11.000	6.000	3.500	20.500	6
transformatori 35/10(20) kV 8 MVA	Kupnja novih transformatora radi povećanja opterećenja i zamjene starih	2	6	7	15	154	462	539	1.155	0
transformatori 35/10(20) kV 4 MVA	Kupnja novih transformatora radi povećanja opterećenja i zamjene starih	1			1	42	0	0	42	0
novi nadzemni vodovi 35 kV	Izgradnja novih vodova 35 kV za priključak i dvostrano napajanje				0	0	0	0	0	0

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
novi kabelski vodovi 35 kV	Izgradnja novih kabela 35 kV za priključak i dvostrano napajanje				0	0	0	0	0	0
postojeći nadzemni vodovi 35 kV	Obnova nadzemnih vodova 35 kV presjeka Al/Fe 95 i većeg (zamjena vodiča i izolatora)	126	131	90	347	2.520	2.620	1.800	6.940	2
postojeći nadzemni vodovi 35 kV	Obnova nadzemnih vodova 35 kV presjeka manjeg od Al/Fe 95 (zamjena vodiča i izolatora)	22	13	13	48	396	234	234	864	0
postojeći kabelski vodovi 35 kV	Zamjena kabela s PVC i PE izolacijom (EHP, PHP i slični)				0	0	0	0	0	0
novi nadzemni vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih nadzemnih vodova 10(20) kV Al/Fe 120 mm ² za TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV	10		10	20	270	0	270	540	0
novi nadzemni vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih nadzemnih vodova 10(20) kV Al/Fe 50 mm ² za TS 10(20)/0,4 kV	439	439	439	1.318	6.149	6.149	6.149	18.447	5
novi nadzemni vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih nadzemnih vodova 10(20) kV Al/Fe 120 mm ² za povezivanje mreža susjednih TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV				0	0	0	0	0	0

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
novi kabelski vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih kabelskih vodova 10(20) kV za TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV	20	20		40	1.100	1.100	0	2.200	1
novi kabelski vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih kabelskih vodova 10(20) kV za TS 10(20)/0,4 kV	220	220	220	659	12.078	12.078	12.078	36.234	10
novi kabelski vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih kabelskih vodova 10(20) kV za povezivanje mreža susjednih TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV		30	15	45	0	1.650	825	2.475	1
postojeći nadzemni vodovi nazivnog napona nižeg od 10 kV	Zamjena novim nadzemnim vodovima 20 kV, presjeka 3x50 Al/Fe				0	0	0	0	0	0
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 35 mm ² i manjeg	Zamjena magistralnih nadzemnih vodova 10(20) kV novima, presjeka 3x50 Al/Fe	277	277	277	831	3.878	3.878	3.878	11.634	3
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 35 mm ² i manjeg	Zamjena magistralnih nadzemnih vodova 10(20) kV novima, presjeka 3x95 Al/Fe	59	59	59	177	1.593	1.593	1.593	4.779	1

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 35 mm ² i manjeg / novi kabeli	Zamjena magistralnih nadzemnih vodova 10(20) kV novim kabelima	59	59	59	177	2.950	2.950	2.950	8.850	2
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 95 mm ² i većeg na ČR stupovima	Obnova nadzemnih vodova 10(20) kV presjeka Al/Fe 95 i većeg (zamjena vodiča i izolatora)	78	78	78	234	1.560	1.560	1.560	4.680	1
postojeći kabelski vodovi nazivnog napona nižeg od 10 kV	Zamjena kabela nazivnog napona nižeg od 10 kV				0	0	0	0	0	0
postojeći kabelski vodovi 10(20) kV	Zamjena kabela s izolacijom od plastičnih masa, osim umreženog polietilena	203	203		406	10.150	10.150	0	20.300	6
postojeći nadzemni vodovi 10 kV	Zamjena izolatora i linijskih rastavljača radi ubrzanog prijelaza na 20 kV					0	0	0	0	0
nova mreža 10(20) kV	Izgradnja nove mreže radi povratka izbjeglica				0	0	0	0	0	0

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
nove STS 10(20)/0,4 kV	Izgradnja novih STS zbog popravljanja napona u NN mreži i praćenja potrošnje	1.098	1.098	1.098	3.294	12.078	12.078	12.078	36.234	10
nove KTS 10(20)/0,4 kV	Izgradnja novih KTS zbog popravljanja napona u NN mreži i praćenja potrošnje	366	366	366	1.098	6.954	6.954	6.954	20.862	6
postojeće STS 10(20)/0,4 kV na drvenim stupovima i "tornjići"	Izgradnja zamjenskih STS ili obnova do te razine troškova (bez transformatora)	76	76	76	228	532	532	532	1.596	0
postojeće STS 10(20)/0,4 kV na betonskim i čeličnim stupovima	Obnova kroz zamjenu dotrajale opreme 10(20) kV, ormarića niskog napona, bez stupa i transformatora	670	670	670	2.010	2.680	2.680	2.680	8.040	2
postojeće KTS 10(20)/0,4 kV bez RMU	Obnova KTS 10(20)/0,4 kV bez RMU: zamjena dotrajale opreme 10(20) kV s RMU, bez građevine i transformatora.	742	742	742	2.226	4.452	4.452	4.452	13.356	4
postojeći transformatori 10/0,4 kV snage manje od 400 kVA	Zamjena transformatora 10/0,4 kV snage manje od 400 kVA preklopivim, sekundarnog napona 420 V	1.046	1.046	1.046	3.138	4.697	4.697	4.697	14.091	4

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
postojeći transformatori 10/0,4 kV snage 400 kVA i veće	Zamjena transformatora 10/0,4 kV snage 400 kVA i veće preklopivim, sekundarnog napona 420 V	391	391	391	1.173	3.884	3.884	3.884	11.652	3
postojeći transformatori i TS 10/0,4 kV u vangradskim mrežama	Zamjena SN postrojenja i transformatora radi ubrzanog prijelaza na 20 kV					0	0	0	0	0
nove STS 10(20)/0,4 kV	Izgradnja novih STS 10(20)/0,4 kV (s transformatorom) radi povratka izbjeglica				0	0	0	0	0	0
postojeća nadzemna mreža niskog napona	Rekonstrukcija/zamjena dotrajalih vodova malog presjeka novim vodovima (SKS)	1.072	1.072	1.072	3.216	18.224	18.224	18.224	54.672	15
postojeća nadzemna mreža niskog napona	Zamjena dotrajalih vodova malog presjeka novim kabelima 4x150 Al	268	268	268	804	8.040	8.040	8.040	24.120	7
postojeća kabelska mreža niskog napona	Zamjena starih kabela malog presjeka novima 4x150 Al	147	147	147	441	4.410	4.410	4.410	13.230	4

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
nova mreža niskog napona	Izgradnja nove mreže radi povratka izbjeglica				0	0	0	0	0	0
Dispečerski centri	Životni vijek 15 godina	2	2	1	5	800	800	400	2.000	1
MTU postrojenja	Životni vijek 15 godina	1			1	1.000	0	0	1.000	0
Zamjena brojila kod potrošača	Zamjena dotrajalih brojila	106.000	106.000	106.000	318.000	7.420	7.420	7.420	22.260	6
UKUPNO						129.011	124.595	109.147	362.753	

5.3. Plan razvoja distribucijske mreže Elektroprivrede Hrvatske zajednice Herceg Bosne

5.3.1. Transformacija VN/SN i primarna mreža srednjeg napona

5.3.1.1. Distribucijsko područje Jug

Veliki dio električne energije na Distribucijskom području Jug distribuira se preko izravne transformacije 110/10 kV (Tablica 5.20). Preko transformacije 110/35 kV, mreže 35 kV i transformacije 35/10 kV električnom energijom se opskrbljuje mali dio Mostara, dio područja Neuma, Čapljine i Rame te područje Glamoča i Prologa. Sekundarna mreža srednjeg napona je u cijelosti u pogonu na 10 kV, što zahtijeva visoku razinu rezerve u transformaciji. Transformatorska stanica Buna uvrštena u pregled transformacije 35/10(20) kV, iako je u vlasništvu Elektroprijenosa BiH i u tijeku je rekonstrukcija u TS 110/10(20) kV Mostar 9.

Tablica 5.20. Transformatorske stanice 110/SN na području EPHZHB – DP Jug

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon	Kratki opis stanja
Mostar 4 (Čule)	T1	400/220/10	400/400/100	2003	tercijar se ne koristi
	T2	400/220/10	400/400/100	2003	tercijar se ne koristi
	T3	220/115/10	150/150/50	1973	tercijar se ne koristi
	T4	220/115/10	150/150/50	2006	tercijar se ne koristi
	T5	110/35/10	20/14/20	2002	
	T6	110/35/10	20/14/20	2004	
Mostar 5 (Radoč)	T1	110/36,75/21-10	20/14/20	1999	
	T2	110/35,75/21-10	20/14/20	1999	
	T3	35/(20)10	8/8		
Mostar 6 (Rudnik)	T1	110/35/10	20/14/20	1995	
	T2	110/35/10	20/14/20	1997	
Mostar 7 (Balinovac)	T1	110/10(20)/10	20/20/14	1977	tercijar se ne koristi
	T2	110/10(20)/10	20/20/14	2004	tercijar se ne koristi
Čapljina	T1	110/35/10	20/14/20	1995	
	T2	110/35/10	20/20/14	1979	
Stolac	T1	110/35/10	20/20/14	1977	
	T2	35/10	4/4	1975	
	T3	35/10	4/4	1975	

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon	Kratki opis stanja
Neum	T1	110/10/10	20/20/14	1980	tercijar se ne koristi
Čitluk	T1	110/20/10	20/20/14	1980	tercijar se ne koristi
	T2	110/2x10/10	20/20/14	2004	tercijar se ne koristi
Ljubuški	T1	110/10/35	20/20/14	1998	
	T2	110/10/35	20/20/14	1979	
Široki Brijeg	T1	110/2x10/10	20/20/14	1987	tercijar se ne koristi
	T2	110/2x10/10	20/20/14	1979	tercijar se ne koristi
Grude	T1	110/35/10	20/14/14	1976	
	T2	110/20(10)/35	20/20/14		
Posušje	T1	110/35/10	20/20/14	2004	
	T2	110/35/10	20/20/14	1995	
Tomislavgrad	T1	110/35/10	20/20/14	1986	
	T2	110/35/10	20/20/14	1999	
Kupres	T1	110/20/10	20/20/14	2004	
	T2	20/10	4/4	1999	
Rama	T1	110/35/10	20/14/20	2004	
	T2	35/10	8/8	1967	
Livno	T1	110/35/10	20/20/14	1979	
	T2	110/35/10	20/20/14	1999	
B. Grahovo	T1	110/35/10	20/14/20	2001	
	T2	35/10	2,5/2,5	1969	
Drvar	T1	110/35/10	20/20/14	1976	

Izvor: Elektroprijenos BiH

Tablica 5.21. Transformatorske stanice 35/SN na području EPHZHB – DP Jug

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Vršna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon
35/10 kV Buna ¹⁾	T1	35/10	4	7,1	1971
	T2	35/10	4		
35/10 kV Glamoč ¹⁾	T1	35/10	4	1,6	1967
	T2	35/10	2,5		
35/10 kV Hutovo	T	35/10	1,6	<1 (procjena)	

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Vršna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon
35/10 kV Ivanica	T	35/10	4	0,4	
35/10 kV Svitava	T	35/10	2,5	1,2	
35/10 kV Mluša	T	35/10	1,6	1,5	
35/10 kV Prolog	T	35/10	2,5	1,6	
35/10 kV Podgradina	T	35/10	2,5	1,4	
35/10 kV Drvar II	T	35/10	4		

¹⁾ Vlasništvo Elektroprijenos BiH

Izvori: Elektroprijenos BiH, EPHZHB

Tablica 5.22. Vodovi 35 kV na području EPHZHB – DP Jug

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Vrsta voda	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Duljina [km]	Napomena
Mostar 5	Buna	NV	Al/Fe	95	10	
Mostar 4	Mostar 5					nema podataka
Mostar 6	HE Mostar					nema podataka
Čapljina	Stolac	NV	Al/Fe	95	20,7	
Svitava	Hutovo	NV	Al/Fe	95	9	
Rama-Prozor	Miluša	NV	Al/Fe	95	4,8	
Miluša	HE Rama	NV	Al/Fe	95	11,5	
Trebinje	Ivanica	NV	Al/Fe	150	7,8	duljina do granice s RS
Stolac	Ljubinje	NV			4,6	duljina do granice s RS
Grude	Široki Brijeg	NV	Al/Fe	95	15,2	pod naponom 10 kV
Ljubuški	Vrgorac (RH)	NV			15	110 kV pod 35 kV
Livno	CS Buško Blato	NV	Al/Fe	120	14,4	
CS Buško Blato	Podgradina	NV	Al/Fe	50	0,7	
Livno	Prolog	NV	Al/Fe	50	oko 12	
odcjep Prolog	Tušnica	NV	Al/Fe	50	1	
Tomislavgrad	Podgradina	NV	Al/Fe	95	23,8	
TS 110/35/10 kV Drvar	TS 35/10 kV Drvar II	NV	Al/Fe	50, 35	2,5	
TS 110/35/10 kV Grahovo	TS 35/10 kV Grahovo	KV	kabelski vod	95	3	
Livno	Glamoč	NV				110 kV pod 35 kV, vlasništvo Elektroprijenos BiH

Izvor: EPHZHB

Pred završetkom je izgradnja 110 kV mreže između TS 110/SN Tomislavgrad, Livno, Rama i Kupres, čime se rješava problem pouzdanog napajanja na 110 kV svih navedenih područja. TS 110/35/10 kV Stolac ima rezervno napajanje preko voda 35 kV Čapljina – Stolac te radijalno napajane ostaju samo TS 35/10 kV Hutovo, Buna i Glamoč.

Osim ovih vodova koji su u pogonu na 35 kV, postoje vodovi koji se ne koriste ili se koriste na 10 kV. Uništeni ili napušteni vodovi, od kojih su preostale trase, su Mostar 2 - Buna, Čapljina – Ljubuški, Čapljina – Metković, Široki Brijeg - Mostar 6, Drvar – Bosansko Grahovo i Drvar – Bosanski Petrovac. Na 10 kV za napajanje područja Kočerina se koristi vod Grude – Široki Brijeg.

U tijeku je izgradnja priključnog voda 35 kV za TS 35/10(20) kV Zidine od postojećeg voda CS Buško Blato – Tomislavgrad. Započela je također i izgradnja TS 35/10(20) kV Blidinje, radi opskrbe električnom energijom područja ubrzanog porasta opterećenja vezanog uz razvoj turizma. Sada se navedeno područje napaja preko mreže 10 kV iz Rame i Jablanice, uz visoke padove napona i nisku raspoloživost.

Povećanje udjela distribucije električne energije preko izravne transformacije 110/10(20) kV će se na Distribucijskom području Jug nastaviti izgradnjom TS 110/10(20) kV Mostar 9 na lokaciji TS 35/10 kV Buna, TS 110/10(20) kV Čitluk 2 i TS 110/10(20) kV Ljubuški 2. U slučaju izostanka planiranog razvoja plinske mreže na širem području Mostara, za potrebe distribucije električne energije treba uzeti u obzir i vjerojatnu potrebu izgradnje TS 110/SN Mostar 11, ili dodatno pojačanje transformacije 110/SN u postojećim transformatorskim stanicama te dodatno povezivanje mreža 10(20) kV u Mostaru, radi racionalnijeg korištenja rezerve u transformaciji.

Procjenjuje se da će na području Međugorja i drugih turističkih područja (Kupres, Neum, Blidinje) porast opterećenja biti brži globalno planiranog u referentnom scenariju, u prvom redu radi bitno manjeg utjecaja rješavanja problema nenaplaćene potrošnje električne energije u odnosu na planirane prosječne efekte. Naime, troškovi električne energije ne bi trebali imati značajniji udio u ukupnim troškovima boravka turista na navedenim područjima te bi izostao i efekt smanjenja potrošnje električne energije u ovisnosti o cijeni i naplati.

TS 110/10(20) kV Ljubuški 2 planirana je djelomično radi potrebe distribucije električne energije, odnosno opskrbe relativno velikog područja između Ljubuškog i Gruda, ali i radi potrebe priključenja planiranih hidroelektrana na Trebižatu.

Dugoročno u pogonu u funkciji osnovnog napajanja kupaca električne energije na srednjem i niskom naponu ostaju samo TS 35/10(20) kV Glamoč, Ivanica, Prolog i po potrebi Hutovo. Vršna opterećenja ovih transformatorskih stanica ostaju tijekom cijelog promatranog razdoblja reda veličine nekoliko MVA te nije opravdano ulaganje u izgradnju vodova 35 kV za rezervno napajanje. U slučaju značajnijeg nepredvidivog porasta opterećenja, dvostrano napajanje područja Glamoča bi se moglo ostvariti prema TS 110/10(20) kV Šipovo (u izgradnji), koja je, kao i TS 35/10(20) kV Glamoč, također radijalno napajana vodom 110 kV pod naponom 35 kV. U budućnosti bi se na taj način dobila pouzdana opskrba oba područja transformacijom 110/10(20) kV. TS 35/10(20) kV Ivanica u slučaju značajnijeg nepredvidivog porasta opterećenja treba rekonstruirati u TS 110/10(20) kV, jer u neposrednoj blizini prolazi vod 110 kV Trebinje – Komolac.

Na Distribucijskom području Jug u pogonu je samo mreža 10 kV, ali je barem 50% mreže opremljeno komponentama nazivnog napona izolacije 24 kV. U nekim područjima taj udio je i viši te se pred kraj promatranog razdoblja može očekivati prijelaz na pogon na 20 kV. To je potrebno uzeti u obzir već sada, prilikom kupnje transformacije 110/10(20) kV. Radi jednostavnosti i fleksibilnosti pogona na 10 kV i 20 kV iz jedne transformatorske stanice preporučuje se ugradnja transformatora 110/10(20)/10 kV 20/20/14 MVA.

Zaključno, u promatranom razdoblju planiran je sljedeći razvoj transformacije 110/35 kV i 110/10(20) kV za potrebe distribucije električne energije:

- do 2010. godine dovršetak izgradnje TS 110/10(20) kV Mostar 9, transformacija 110/10(20)/10 kV 20/20/14 MVA; za rezervno napajanje služi postojeći vod 35 kV i transformacije 35/10 kV;
- do 2010. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/10(20) kV Neum (110/10(20)/10 kV, 20/20/14 MVA);
- do 2010. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/10(20) kV Kupres (110/10(20)/10 kV, 20/20/14 MVA) radi brzog porasta opterećenja;
- do 2010. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/35/10 kV Drvar (110/10(20)/10 kV, 20/20/14 MVA);
- od 2011. do 2015. godine izgradnja TS 110/10(20) kV Ljubuški 2, dva transformatora 110/10(20)/10 kV, 20/20/14 MVA;
- od 2011. do 2015. godine izgradnja TS 110/10(20) kV Čitluk 2, jedan transformator 20 MVA;
- od 2011. do 2015. godine zamjena transformatora u TS 110/SN Mostar 6 (2x40 MVA);
- ugradnja drugog transformatora 110/35/10(20) kV, 20/20/14 MVA u TS 110/SN Stolac nakon izgradnje voda 110 kV za dvostrano napajanje;
- od 2016. do 2020. godine izgradnja TS 110/SN Mostar 11 na lokaciji Cim, osobito u slučaju potrebe priključka VE Planinica; u slučaju izostanka izgradnje VE analizirati alternativnu zamjenu transformatora u TS 110/SN Mostar 7 (2x40 MVA).

U slučaju izostanka ili kašnjenja razvoja plinske mreže na širem području Mostara porast opterećenja elektroenergetske mreže će biti značajno brži od planiranog u scenariju S2. U tom slučaju moglo bi biti potrebno izgraditi neke objekte ranije od gore navedene dinamike te planirati slijedeća dodatna ulaganja u transformaciju 110/SN:

- TS 110/35/10(20) kV Čapljina 2 na lokaciji planirane TS 35/10(20) kV Višići u slučaju značajnijeg porasta opterećenja.

Osim navedenih, moguća je i ugradnji transformacije prema distribucijskoj mreži za potrebe distribucije (odnosno novih TS 110/SN) iz postrojenja 110 kV izgrađenih u prvom redu radi priključenja elektrana. Spominje se veliki broj lokacija potencijalnih VE, HE i TE, od kojih bi za TS 110/SN bile povoljne sljedeće:

- TS 110/35/10(20) HE Vrilo (već je planirana izgradnja TS 35/10(20) kV);
- TS 110/35/10 kV Rakitno (već je planirana izgradnja TS 35/10(20) kV) za priključak VE Poklečani;
- TS 110/SN Ljubuški 3 na lokaciji Studenci, u slučaju potrebe priključenja malih hidroelektrana na vodotoku Trebižata.

Postojeće TS 35/10(20) kV su vrlo nisko opterećene, što znači da postoje u prvom redu radi velikih udaljenosti, na kojima bi opskrba preko mreže 10 kV bila nemoguća radi velikog pada napona. Slični problemi već postoje na krajevima izvoda 10 kV iz TS 110/35/10 kV Tomislavgrad i Posušje te su planirane dvije nove TS 35/10(20) kV: Zidine i Rakitno. Budući da će opterećenje opet biti nisko, objekti sami po sebi nisu ekonomski opravdani. No, lokacije su odabrane tako da se maksimalno iskoristi postojeća mreža i ujedno uzmu u obzir moguće buduće potrebe.

TS 35/10(20) kV Zidine se priključuje u obližnji vod 35 kV CS Buško Blato – Tomislavgrad i u bliskoj budućnosti bi, osim kvalitetne električne energije za postojeće kupce, trebala omogućiti napajanje nove poslovne zone na graničnom prijelazu prema Republici Hrvatskoj. U slučaju izgradnje CHE Vrilo, transformatorska stanica bi se rekonstruirala u TS 110/10(20) kV, a postojeći vod 35 kV u vod 110 kV.

TS 35/10(20) kV Rakitno je planirana na prijevoju sjeverozapadno od Rakitnog polja u općini Posušje, radi velikih padova napona u mreži 10 kV od TS 110/35/10 kV Posušje prema TS 110/35/10 kV Rama te od TS 10/35/10 kV Tomislavgrad prema TS 110/35/10 kV Posušje. Područje je izolirano i nema mreže 35 kV, ali je planirano korištenje na 35 kV jednog sustava dvosustavnog voda 220 kV Rama – Posušje do stavljanja oba sustava na napon 220 kV između 2015. i 2020. godine. Do tada je moguće pripremiti mrežu 10 kV na promatranom području za pogon na 20 kV, čime bi problem pada napona bio riješen. Moguća je također izgradnja VE Poklečani, koja bi se priključila na VN mrežu na lokaciji TS 35/10(20) kV Rakitno te bi se u slučaju potrebe mogla ugraditi i transformacija prema 35 kV ili 20 kV.

Nakon osiguranja dvostranog napajanja TS 110/35 kV Stolac na 110 kV, planirano je korištenje voda 35 kV Čapljina – Stolac na 10(20) kV za napajanje područja Domanovića. U slučaju većeg porasta opterećenja moguća je izgradnja TS 35/10(20) kV Domanovići.

U budućnosti će se vjerojatno pojaviti nova područja mreže 10 kV s velikim padovima napona. Jedan dio će sigurno biti moguće riješiti prijelazom na 20 kV, nakon postupne pripreme mreže, ali moguće je da će za rješenje dijela problema biti potrebno izgraditi dodatne TS 35/10(20) kV ili pojednostavnjene TS 110/10(20) kV. Referentnim planom razvoja mreže pretpostavljena je za tu svrhu jedna TS 35/10(20) kV i 10 km priključnog voda 35 kV te ulaganja u ubrzani prijelaz na naponsku razinu 20 kV (uvršteno u poglavlje 5.3.2). Zaključno, u promatranom razdoblju planiran je sljedeći razvoj transformacije 35/10(20) kV:

- do 2010. godine izgradnja TS 35/10(20) kV Zidine (2x4 MVA); gradnja priključnog voda 35 (110) kV je u tijeku;
- do 2010. godine izgradnja TS 35/10(20) kV Blidinje (2x4 MVA); priključak na vod 220 kV (pod 35 kV) Rama – Posušje;
- od 2011. do 2015. godine izgradnja TS 35/10(20) kV Rakitno (2x4 MVA); priključak na vod 220 kV (pod 35 kV) Rama – Posušje;
- od 2011. do 2015. godine izgradnja TS 35/10(20) kV Višići (2x8 MVA);
- od 2016. do 2020. godine izgradnja TS 35/10(20) kV (2x4 MVA) na lokaciji s velikim padovima napona.

U planovima razvoja EPHZHB spomenute su i slijedeće TS 35/10(20) kV, čija izgradnja je vezana uz mogućnost značajnijeg porasta opterećenja, primjerice radi razvoja industrijskih zona, ili radi priključenja malih hidroelektrana:

- TS 35/10(20) kV Knešpolje, oko 6 km istočno od Širokog Brijega, s priključkom na vod 35 kV Grude – Kočerin – Široki Brijeg – Knešpolje;
- TS 35/10(20) kV Kočerin, oko 6 km istočno od Gruda, s priključkom na vod 35 kV Grude – Kočerin – Široki Brijeg – Knešpolje;
- TS 35/10(20) kV Domanovići, sjeveroistočno od Čapljine, s priključkom na vod 35 kV Čapljina – Stolac;
- TS 35/10(20) kV Studenci, jugoistočno od Ljubuškog, s priključkom na vod 35 kV Čapljina – Ljubuški (potrebna rekonstrukcija), u prvom redu radi priključenja malih hidroelektrana.

Od postojećih TS 35/10(20) kV za obnovu do 2020. godine su planirane Glamoč, Ivanica, Prolog i Mluša. Budući da je TS 35/10(20) kV Glamoč vlasništvo Elektroprijenosa BiH, u sklopu ovog Modula planirana je obnova tri transformatorske stanice i to sljedećom dinamikom (bez specificiranja lokacija, radi nedostatka podataka o stanju pojedinog objekta i postrojenja):

- od 2011. do 2015. godine obnova jedne TS 35/10(20) kV;
- od 2016. do 2020. godine obnova dvije TS 35/10(20) kV.

Budući da nisu poznati podaci o starosti transformatora 35/10(20) kV, potrebna nabava novih je, na temelju činjenica da u pogonu kao osnovno napajanje ostaju samo četiri radijalno napajane transformatorske stanice niskog opterećenja, grubo procijenjena na kupnju dva transformatora od 4 MVA, jednog od 2011. do 2015. godine, a drugog od 2016. do 2020. godine.

Osim dovršenja započetog priključnog voda 35 (110) kV za TS 35/10(20) kV Zidine, planirana je izgradnja 10 km priključnog vodova za TS 35/10(20) kV u području velikih padova napona. Nije planirana izgradnja novih vodova 35 kV radi osiguranja rezervnog napajanja, jer postojeće i buduće TS 35/10(20) kV imaju relativno niska opterećenja. Zaključno, planirana je sljedeća dinamika izgradnje novih vodova 35 kV:

- od 2016. do 2020. godine 10 km priključnog voda 35 kV prema području s velikim padovima napona.

Prema definiranim kriterijima, u nedostatku točnih podataka o starosti pojedinih vodova, do 2020. godine je planirana obnova oko 60% od ukupno 107,2 km nadzemnih vodova 35 kV presjeka Al/Fe 95 mm² i većeg izvan urbanih područja. Pritom nisu uzeti u obzir vodovi građeni za 110 kV, koji su vlasništvo Elektroprijenosa BiH te vod Mostar 5 – Buna u gradu Mostaru. Na takav udio vodova izgrađenih prije 1985. godine upućuju podaci iz drugih distribucijskih područja. U nedostatku podataka o starosti, odnosno stanju vodova, planirana je prema iskustvima na drugim distribucijskim područjima sljedeća dinamika zamjene vodiča, izolatora i pripadajućeg pribora:

- do 2010. godine 25 km,
- od 2011. do 2015. godine 25 km te
- od 2016. do 2020. godine 14 km.

Planirana je obnova dijela uništenog voda 35 kV Široki Brijeg - Mostar 6, većinom na postojećim stupovima s vodičima Al/Fe 70 mm² od Širokog Brijega do Knešpolja (7 km). Vod bi u prvoj fazi služio za opskrbu nove industrijske zone u Knešpolju na 10 kV. Osim toga, od nadzemnih vodova 35 kV manjeg presjeka za obnovu su predviđeni oni koji služe za osnovno napajanje TS 35/10(20) kV u pogonu barem do 2020. godine. Taj kriterij zadovoljava ukupno 14 km vodova za napajanje TS 35/10(20) kV Podgradina, Prolog i Tušnica na području Livna. Zaključno, planirana je sljedeća dinamika zamjene vodiča, izolatora i pripadajućeg pribora na nadzemnim vodovima 35 kV manjeg presjeka:

- do 2010. godine 7 km voda 35 kV Široki Brijeg - Knešpolje;
- od 2011. do 2015. godine 14 km voda 35 kV na području Livna.

5.3.1.2. Distribucijska područja Centar i Sjever

U DP Centar približno je jednoliko zastupljena distribucija preko izravne transformacije 110/10 kV i transformacije 110/35/10 kV, a u DP Sjever prevladava tronaponska transformacija 110/35/10 kV. Sekundarna mreža srednjeg napona je u pogonu na 10 kV, što zahtijeva visoku razinu rezerve u transformaciji, ali se u budućnosti može planirati pogon dijelova mreže na 20 kV, radi relativno visoke pripremljenosti mreže (preko 60% sudeći prema udjelu preklopivih ili prespojivih transformatora i kabela).

TS 35/10 kV Kreševo, Novi Grad i Tolisa su radijalno napajane, dok ostale transformatorske stanice imaju osigurano pouzdano napajanje.

Osim gore navedenih vodova, koji su u pogonu na 35 kV, postoje vodovi koji se ne koriste ili se koriste na 10 kV. Uništeni ili napušteni vodovi, od kojih su preostale trase, su Domaljevac – Šamac (3 km u EPHZHB i 5 km u ERS) te Orašje – Brčko (10 km EPHZHB, 3 km ERS, 9

km BD). Do izgradnje TS 35/10(20) kV Domaljevac, koja je u pripremi, za napajanje područja Domaljevca se na 10 kV koristi vod Tolisa – Domaljevac.

Tablica 5.23. Transformatorske stanice 110/SN na području EPHZHB – DP Centar i Sjever

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon	Kratki opis stanja
Jajce 1	T1	110/35/10	40/40/13,3	1978	tercijar se ne koristi
	T2	110/20/10	20/20/14	1978	tercijar se ne koristi
	T3	35/10	4/4	1974	
	T4	35/10	8/8	1975	
	T5	35/10	4/4	1980	
Jajce 2	T1	220/115/10,5	150/150/50	1975	tercijar se ne koristi
	T2	110/36,75/10,5	40/40/13,33	1970	tercijar se ne koristi
	T3	110/36,75/10,5	40/40/13,33	1970	tercijar se ne koristi
	T4	110/36,75/10,5	63/63/21	2002	tercijar se ne koristi
Novi Travnik	T1	110/20/10	20/20/14	1986	
	T2	110/35	10/10	1956	
Vitez	T1	110/35	10/10	1980	
	T2	110/20/10	20/20/14	1988	
Busovača	T1	110/20/10	20/20/14	1976	
Uskoplje	T1	110/20/10	20/20/14	1986	
Kiseljak	T1	110/20/10	20/8,4/12	1979	
	T2	35/10	8/8	1975	
Odžak	T1	110/35/10	20/20/14	1999	
	T2	35/10	8	1998	
Orašje	T1	110/35/10	20/14/20	1997	
	T2	110/35/10	20/14/20	1999	

Izvor: Elektroprijenos BiH

Tablica 5.24. Transformatorske stanice 35/SN na području EPHZHB – DP Centar i Sjever

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Vršna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon
35/10 kV Žepče ¹⁾	T1a	35/10	4	7,2	1967
	T1b	35/10	4		

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Vršna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon
	T2	35/10	4		1967
35/10 kV Kreševo	T1	35/10	2,5	3,1	
	T2	35/10	4		
35/10 kV Fojnica	nema transformacije			1,4	
35/10 kV HE Jajce 2	T1	35/10	8		
	T2	35/10	8		
35/10 kV Divićani	T	35/10	4	2,0	
35/10 kV Novi Grad	T	35/10(20)	8	2,6	
35/10 kV Tolisa	T1	35/10(20)	8	5,6	
	T2	35/10(20)	8		

¹⁾ Vlasništvo Elektroprijenos BiH

Izvori: Elektroprijenos BiH, EPHZHB

Tablica 5.25. Vodovi 35 kV na području EPHZHB – DP Centar i Sjever

Naziv voda	Duljina [km]	Materijal i presjek [mm ²]
DV 35 KV PUTIĆEVO-N.TRAVNIK	6	AlFe 3x95
DV 35 KV HE JAJCE 1-RTS DIVIĆANI	3,586	AlFe 3x70
SNKB 35 KV HE JAJCE 1-RTS DIVIĆANI	0,15	XHE 49 A 3x150
DV 35 KV TS 35/10 ŽEPČE	0,03	AlFe 3x50
DV 35 KV DOLAZ IZ ZAVIDOVIĆA	6,38	AlFe 3x50
DV 35 KV DOLAZ IZ ZAVIDOVIĆA	4,96	AlFe 3x50
SNKB 35 KV TS 35/10 ŽEPČE	0,61	XHE 49 A 3x150
SNKB 35 KV DOLAZ IZ ZAVIDOVIĆA	0,46	XHE 49 A 3x150
SNKB 35 KV DOLAZ IZ ZAVIDOVIĆA	0,23	XHE 49 A 3x150
DV 35 KV KISELJAK - KREŠEVO	9	AlFe 3x50
DV 35 KV KISELJAK - VISOKO	4	AlFe 3x50
DV 35 KV KISELJAK - FOJNICA	10	AlFe 3x70
DV 35 KV ORAŠJE - TOLISA	4,3	AlFe 3x120
DV 35 KV ODŽAK – NOVI GRAD	8,3	AlFe 3x120
DV 35 KV ODŽAK – MODRIČA (rezerva)	0,9 ¹⁾	AlFe 3x120
DV 35 KV TOLISA – DOMALJEVAC (10 kV)	8,6	AlFe 3x90

¹⁾ Ukupna duljina 6 km, od čega 0,9 km EPHZHB, 5,1 km ERS.

Izvor: EPHZHB

U DP Centar nastavlja se praksa uvođenja izravne transformacije 110/10(20) kV. Osim ugradnje drugog ili zamjenskog transformatora u TS 110/SN Novi Travnik, Vitez, Busovača, Uskoplje i Kiseljak, predviđena je i izgradnja TS 110/10(20) kV Žepče od 2011. do 2015. godine, u prvoj fazi s jednim transformatorom, jer je za rezervno napajanje raspoloživa postojeća mreža 35 kV, koja ujedno omogućava i dvostrano napajanje TS 35/10(20) kV Nemila. Opskrba električnom energijom na 35 kV ostaje u pogonu na području Jajca, Kreševa i Fojnice pa je za te TS 35/10(20) kV, kao i za pripadajuće vodove 35 kV, potrebno predvidjeti obnovu (Fojnica je obuhvaćena u ED Zenica, EPBiH). Radi niskog opterećenja TS 35/10(20) kV Divičani nije ekonomski opravdana izgradnja rezervnog voda 35 kV.

U DP Sjever nastavlja se razvoj oba sustava distribucije električne energije. Tercijari 10(20) kV se koriste u Orašju i Odžaku, a osim postojećih TS 35/10(20) kV Novi Grad i Tolisa planiran je do 2010. godine dovršetak izgradnje TS 35/10(20) kV Domaljevac. Očekivano vršno opterećenje područja koje se danas napaja iz TS 35/10(20) kV Tolisa 2010. godine je oko 6,1 MVA, što upućuje na ekonomsku opravdanost rekonstrukcije uništenog voda 35 kV Šamac – Domaljevac duljine 8 km.

Za područje Odžaka planirano je zadržavanje postojeće transformacije u obje transformatorske stanice. Za rezervno napajanje na 35 kV služi vod 35 Modriča-Odžak, a radi pouzdanosti napajanja Novog Grada potrebno je ostvariti jače povezivanje na 10 (20) kV s TS 110/30/10 kV Odžak. Potrebno je postupno planirati prijelaza s naponske razine 10 kV na 20 kV i 110/35/20 kV Odžak.

Planirana su sljedeća ulaganja u transformaciju 110/SN u razdoblju do 2020. godine:

- do 2010. godine zamjena transformatora u TS 110/SN Novi Travnik (novi 110/10(20)/10 kV 20/20/14 MVA umjesto 110/35 kV 10/10 MVA starog preko 50 godina);
- do 2010. godine zamjena transformatora u TS 110/SN Vitez (novi 110/10(20)/10 kV 20/20/14 MVA umjesto 110/35 kV 10/10 MVA);
- do 2010. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/SN Jajce 1 (110/10(20)/10 kV, 20/20/14 MVA); transformator 110/35 kV služi za napajanje Elektrobosne;
- do 2010. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/20/10 kV Busovača (110/10(20)/10 kV, 20/20/14 MVA);
- do 2010. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/20/10 kV Uskoplje (110/10(20)/10 kV, 20/20/14 MVA);
- od 2011. do 2015. godine izgradnja TS 110/20/10 kV Žepče s dva transformatora 110/10(20)/10 kV, 20/20/14 MVA;
- zamjena transformatora, odnosno ugradnja dva nova 110/10(20)/35 kV, 20/20/14 MVA u TS 110/35/10 kV Kiseljak nakon izgradnje voda 110 kV za dvostrano napajanje.

U promatranom razdoblju planirana je samo jedna nova transformatorska stanica 35/10(20) kV:

- do 2010. godine izgradnja TS 35/10(20) kV Domaljevac (2x4 MVA).

Od postojećih TS 35/10(20) kV u vlasništvu operatora distribucijske mreže, dugoročno u pogonu ostaju Kreševo, Divičani, Novi Grad i Tolisa. U nedostatku podataka o stanju, odnosno starosti pojedinih objekata i postrojenja, pretpostavljeno je da je jedna u zadovoljavajućem stanju, a za preostale tri je planirana sljedeća dinamika obnove:

- do 2010. godine obnova jedne TS 35/10(20) kV;
- od 2011. do 2015. godine obnova dvije TS 35/10(20) kV.

Budući da nisu poznati podaci o starosti transformatora 35/10(20) kV, potrebna nabava novih je grubo procijenjena na temelju postojećeg broja transformatora i očekivanog porasta opterećenja na sljedeći način:

- od 2011. do 2015. godine jedan transformator 4 MVA i jedan transformator 8 MVA te
- od 2016. do 2020. godine jedan transformator 8 MVA.

Osim rekonstrukcije voda 35 kV Šamac – Domaljevac, nije planirana izgradnja novih vodova 35 kV:

- do 2010. godine 8 km voda 35 kV.

Prema definiranim kriterijima, u nedostatku točnih podataka o starosti pojedinih vodova, do 2020. godine je planirana obnova oko 60% od ukupno 28,1 km nadzemnih vodova 35 kV presjeka Al/Fe 95 mm² i većeg izvan urbanih područja. Na takav udio vodova izgrađenih prije 1985. godine upućuju podaci iz drugih distribucijskih područja. U nedostatku podataka o starosti, odnosno stanju vodova, planirana je prema iskustvima na drugim distribucijskim područjima sljedeća dinamika zamjene vodiča, izolatora i pripadajućeg pribora:

- do 2010. godine 7 km,
- od 2011. do 2015. godine 7 km te
- od 2016. do 2020. godine 3 km.

Od ukupne duljine nadzemnih vodova 35 kV presjeka manjeg od Al/Fe 95 mm² 38 km, za obnovu su planirani samo Jajce – Divičani i Kiseljak – Kreševo (Kiseljak – Fojnica obuhvaćen u ED Zenica, EPBiH), koji napajaju transformatorske stanice koje dugoročno služe za osnovno napajanje:

- do 2010. godine 9 km voda 35 kV Kiseljak - Kreševo;
- od 2011. do 2015. godine 4 km voda 35 kV HE Jajce 1 - Divičani.

5.3.2. Sekundarna mreža srednjeg napona

Planom izgradnje TS 110/SN definirana je izgradnja četiri transformatorske stanice: Mostar 9, Ljubuški 2, Čitluk 2 i Mostar 11. Za priključak navedenih transformatorskih stanica u mrežu 10(20) kV planirane su sljedeće duljine kabelske, odnosno nadzemne mreže 10(20) kV:

- do 2010. godine: 10 km kabelskih vodova (Mostar 9),
- od 2011. do 2015. godine: 10 km nadzemnih vodova (Ljubuški 2),
- od 2016. do 2020. godine: 15 km kabelskih vodova (Mostar 11 i Čitluk 2).

Za planirane nove TS 35/SN Zidine, Blidinje, Rakitno i Višići te petu na području s velikim padovima napona planirana je sljedeća dinamika izgradnje priključne mreže 10(20) kV:

- do 2010. godine: 2x10 km nadzemne mreže (Zidine, Blidinje),
- od 2011. do 2015. godine: 10 km nadzemne mreže (Rakitno) i 10 km kabelske mreže (Višići),
- od 2016. do 2020. godine: 10 km nadzemne mreže na području s velikim padovima napona.

Planirano je čvršće povezivanje nadzemnih mreža Odžaka i Novog Grada izgradnjom 15 km nadzemne mreže 10(20) kV u intervalu od 2011. do 2015. godine.

Do 2020. godine je planirana je obnova 50% magistralnih nadzemnih vodova malog presjeka (Al/Fe 35 mm² i manjih) i to u sljedećem približnom omjeru novih vodova: 70% nadzemnim vodovima Al/Fe 50 mm², 15% nadzemnim vodovima Al/Fe 95 mm² te 15% kabelskih vodova. Ukupna duljina nadzemne mreže 10(20) kV je 2.989 km, od čega je duljina odcjepa procijenjena na 25% (750 km). Pretpostavljeno je da su vodiči odcjepa upravo oni malog

presjeka, te se oduzimanjem od ukupne duljine vodova malog presjeka (1.300 km) dolazi do ukupne duljine magistralnih dionica jednake 550 km. Za obnovu je planirana polovica, linearnom dinamikom do 2020. godine, odnosno u svakom od tri promatrana intervala po:

- 64 km nadzemnih vodova Al/Fe 50 mm²,
- 14 km nadzemnih vodova Al/Fe 95 mm² i
- 14 km kablskih vodova.

Osim magistralnih vodova malog presjeka, koji su predviđeni za obnovu radi problema s padovima napona i opterećenjem, planirana je i obnova nadzemnih vodova velikog presjeka na čelično-rešetkastim stupovima. Razlog je njihova kvaliteta i potreba dugoročnog zadržavanja u pogonu. Ukupna duljina takvih vodova je procijenjena na 5% nadzemne mreže, odnosno 150 km. U nedostatku točnijih procjena stanja vodova, planirana je do 2020. godine linearna dinamika obnove, odnosno po 50 km tijekom svakog od tri promatrana vremenska intervala.

U kablskoj mreži je planirana zamjena nepouzdatih kabela s izolacijom tipa PP, EPHP, EHP i sličnih, linearno do 2015. godine. Ukupna duljina takvih kabela je prema podacima iz EPBiH i ERS procijenjena na 29% kablске mreže, odnosno 150 km, te je planirana zamjena po 75 km u dva promatrana vremenska intervala (do 2015. godine).

Izgradnja novih TS 10(20)/0,4 kV planirana je s ciljem približavanja globalnih pokazatelja transformacije SN/NN i mreže niskog napona vrijednostima u referentnoj mreži EDF-a. Prosječna duljina mreže niskog napona u EPHZHB je 2,7 km po transformatorskoj stanici SN/NN. Gruba procjena uz zanemarenje promjene duljine mreže niskog napona pokazuje da bi za dostizanje prosjeka EDF-a od 1 km trebalo povećati broj transformatorskih stanica čak 2,7 puta. Kako je to nerealan cilj, koji bi zahtijevao velika ulaganja, za 2020. godinu je postavljen skromniji cilj od 1,8 km mreže niskog napona po TS 10(20)/0,4 kV. Prilikom analize je pretpostavljen porast potrošnje električne energije na niskom naponu u skladu s S2 scenarijem, udio KTS u novoizgrađenim TS 10(20)/0,4 kV jednak 15%, prosječna nazivna snaga transformatora u novim STS je 70 kVA, a u novim KTS 450 kVA.

Budući da se radi o vrlo velikim ulaganjima, a i radi nedostataka podataka za točniju analizu stvarnih potreba, pretpostavljena je jednolika izgradnja novih TS 10(20)/0,4 kV tijekom cijelog promatranog razdoblja. U skladu sa svim navedenim pretpostavkama, dobivena je potreba ugradnje po 60 KTS i 341 STS u svakom od tri intervala do 2020. godine. To ukupno iznosi po 15% postojećeg broja TS 10(20)/0,4 kV u svakom od tri intervala, odnosno povećanje broja TS 10(20)/0,4 kV za 45% do 2020. godine. Pregled razvoja transformacije SN/NN i mreže niskog napona daje Tablica 5.26.

Tablica 5.26. Globalni pokazatelji stanja transformacije SN/NN i mreže niskog napona EPHZHB

GLOBALNI POKAZATELJ	EPHZHB				HEP	EDF
	2005.	2010.	2015.	2020.	1996.	1996.
Potrošnja po TS [MWh]	384	341	326	318	343	197
Instalirana snaga po TS [kVA]	267	249	235	223	260	172
Duljina mreže 0,4 kV po TS [km]	2,7	2,3	2,0	1,8	2,6	1,0
Iskorištenje transformacije [kWh/kVA]	1.440	1.371	1.391	1.426	1.318	1.144
Gustoća potrošnje [MWh/km ²]	75	86	95	103	122	244
Gustoća instalirane snage [kVA/km ²]	61	66	70	74	92	213

Broj TS na 100 km ²	23	26	30	33	35	124
--------------------------------	----	----	----	----	----	-----

Osim povećanja broja STS s 2.119 na 3.142 (za 48%), odnosno KTS s 555 na 735 (za 32%), posljedica je i blago skraćanje duljine mreže niskog napona s 7.300 km na 7.000 km (za 4%).

Na temelju broja novih TS 10(20)/0,4 kV moguće je procijeniti i potrebnu duljinu priključnih vodova 10(20) kV. Uz procjenu izgradnje prosječno 400 m nadzemnog voda 10(20) kV za priključak nove STS 10(20)/0,4 kV, dobiva se potreba izgradnje po 136 km nadzemnih vodova u svakom od tri vremenska intervala do 2020. godine. Za priključak novih KTS je procijenjena prosječna duljina kabela 10(20) kV 600 m te se na isti način dobiva potreba izgradnje po 36 km kabela.

Obnova TS 10(20)/0,4 kV je planirana za tri kategorije, različitom dinamikom. Zamjena STS na drvenim stupovima i „tornjića“ je planirana za sve objekte do 2020. godine. Ukupno je potrebno zamijeniti 320 objekata (49 STS na drvenim stupovima i 271 „tornjić“), odnosno linearno po 107 u svakom od tri intervala promatranja.

U STS na betonskim i čelično-rešetkastim stupovima planirana je samo zamjena opreme SN i NN postrojenja, bez zamjene stupova. Do 2020. godine je planirana linearna obnova 50% od ukupno 1.991 objekta, odnosno po 332 u svakom od tri promatrana intervala.

Planirana je obnova KTS bez RMU kroz zamjenu SN postrojenja. Radi se o približno 80% svih KTS, ukupno 732 objekata, odnosno po 244 u svakom od tri promatrana intervala do 2020. godine.

Konačno, potrebno je uzeti u obzir i zamjenu transformatora 10/0,4 kV, u prvom redu radi očekivanih problema s naponima u nadzemnim mrežama, ali i radi postupnog uvođenja napona 20 kV. Pretpostavljeno je da su u nadzemnim mrežama većinom transformatori manje snage te je planirana je zamjena svih transformatora 10/0,4 kV snage manje od 400 kVA do 2020. godine. Za transformatore 10/0,4 kV snage 400 kVA i veće planirana je zamjena 2/3 ukupnog broja do 2020. godine. Na temelju tih kriterija i pretpostavke da se ugrađuju transformatori 10(20)/0,4 kV jednake snage, dobivena je sljedeća dinamika zamjene transformatora u svakom od tri promatrana intervala do 2020. godine:

- 342 transformatora snage manje od 400 kVA; procjena troškova: 1.478.000 €;
- 84 transformatora snage 400 kVA i veće; procjena troškova: 823.000 €.

Konačno, radi očekivanih problema s naponima u mreži 10 kV, u intervalu od 2016. do 2020. godine je planiran ubrzani prijelaz na pogon na 20 kV na području veličine jedne vangradske TS 35/10 kV u DP Jug. Točna lokacija nije poznata, a troškovi su procijenjeni na vrijednost TS 35/10 kV i 10 km priključnog voda 35 kV, odnosno 1.070.000 €.

5.3.3. Mreža niskog napona

U slučaju vodova niskog napona osim priključaka (koji se ne računaju u mrežu u užem smislu) nije predviđena izgradnja novih vodova. No, planirana je zamjena dijela postojećih nadzemnih i kabelskih vodova novima.

Zamjena nadzemnih vodova s neizoliranim vodičima malog presjeka (Al/Fe 25 mm² i manjeg te svih s vodičima od bakra) je planirana u 80% ukupne duljine sa SKS 70, a u 20% s kabelima niskog napona. Ukupna duljina takvih vodova je procijenjena na 30% nadzemne mreže niskog napona na temelju odgovarajućeg udjela u ERS i EDBD jednakog 29%, odnosno 34% u Hrvatskoj 1996. godine. Radi se o ukupno 2.010 km vodova malog presjeka,

a uz pretpostavku zamjene 2/3 te mreže do 2020. godine dobiva se potreba zamjene 1.340 km. Od toga je 80%, odnosno po 357 km tijekom svakog od tri promatrana intervala, predviđeno za SKS 70, a 20%, odnosno po 89 km, za kabele niskog napona.

Preostaje još uzeti u obzir zamjenu samih kabela niskog napona malog presjeka. Prema iskustvima iz Hrvatske, do 2020. godine je planirana zamjena ukupno 20% kabelske mreže. Na temelju duljine kabelske mreže 511 km, dobivena je potreba zamjene po 34 km tijekom svakog od tri promatrana intervala planiranja.

5.3.4. Sustavi upravljanja mjerenja i komunikacija

Osim ulaganja u primarnu opremu, u distribucijskoj djelatnosti prisutna su i značajna ulaganja u sekundarne dijelove sustava. Posebno se ističu ulaganja u dispečerske centre i komunikacijsku opremu, sustav mrežnog ton-frekventnog upravljanja (MTU) te brojila električne energije.

Distribucijski dispečerski centri

Postojanje suvremenih distribucijskih dispečerskih centara je uvjet racionalnog poslovanja distribucijske djelatnosti, jer uklanja potrebu za uklopničarima (3 do 4 po transformatorskoj stanici 110/SN ili 35/SN), smanjuje troškove neisporučene električne energije i omogućava optimalno vođenje pogona. Poštujući teritorijalnu organizaciju distribucijske djelatnosti, predviđeno je DP centar, DP Sjever te tri pogona DP Jug opremiti suvremenim dispečerskim centrima. Uz životni vijek od 15 godina, do 2020. godine potrebno je opremiti svih pet distribucijskih dispečerskih centara. Planirana je sljedeća dinamika: po dva u intervalima do 2010. godine i od 2011. do 2015. godine te preostali jedan u intervalu od 2016. do 2020. godine.

Prilagodba TS 110/SN i 35/SN za uključivanje u sustav daljinskog vođenja planirana je tijekom njihove izgradnje, odnosno obnove.

MTU postrojenja

Prednosti MTU su jasne: kod dvo(tro)tarifnih brojila mijenjaju nepouzdana uklopna satova, omogućavaju upravljanje javnom rasvjetom i što je najvažnije stvaraju uvjete za upravljanje snagom kod potrošača (*load management*).

Prema sadašnjim spoznajama, optimalno rješenje za ugradnju sustava MTU je utiskivanje signala u mrežu 110 kV. Uz pretpostavku da bi se čitava distribucija mogla pokriti iz 3 postrojenja, planirano je opremanje jednog u EPHZHB, do 2010. godine.

Zamjena brojila

Do 2020. godine je planirana zamjena 50% postojećih brojila, odnosno 90.000 (linearno po 30.000 tijekom svakog od tri intervala). Točna specifikacija novih brojila za pojedine kategorije kupaca je predmet specijalističke studije, ali općenito se preporučuje primjena suvremenih elektroničkih uređaja, koji omogućavaju daljinsko očitavanje i upravljanje potrošnjom.

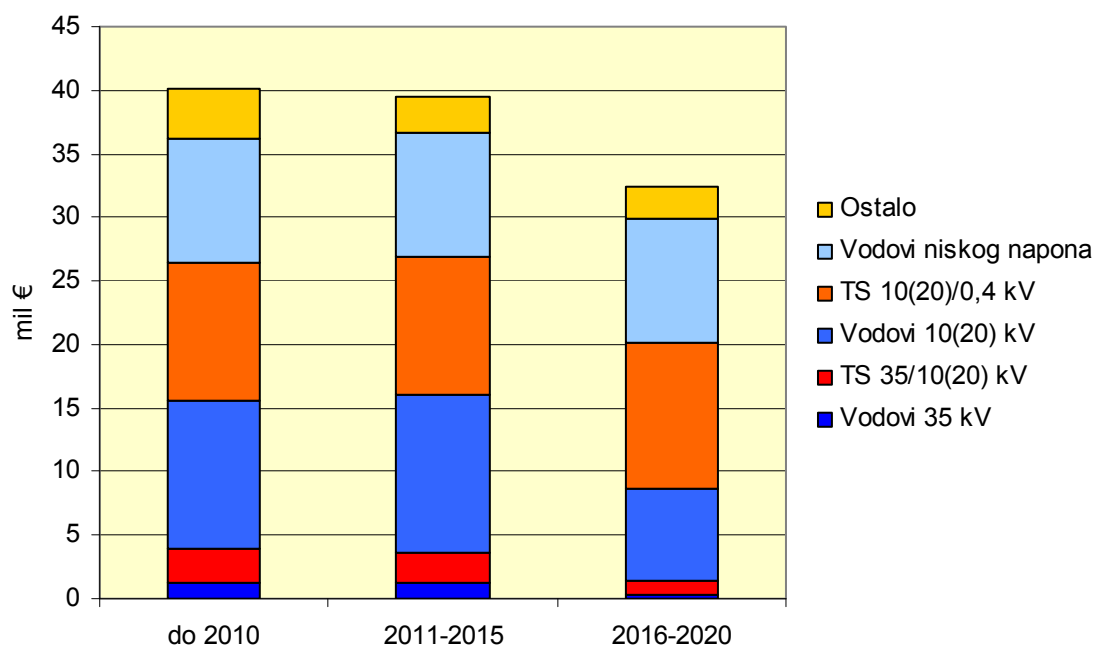
5.3.5. Pregled ulaganja u distribucijsku mrežu Elektroprivrede Hrvatske zajednice Herceg Bosne

Pregled ukupnih ulaganja u distribucijsku mrežu EPHZHB po planskim intervalima, objektima distribucijske mreže i razlozima ulaganja daje Tablica 5.27. Do 2020. godine je planirano ulaganje 115 milijuna eura, dinamikom i strukturom prikazanom na sljedećim slikama. Ulaganja su nešto intenzivnija do 2015. godine, a zatim opadaju:

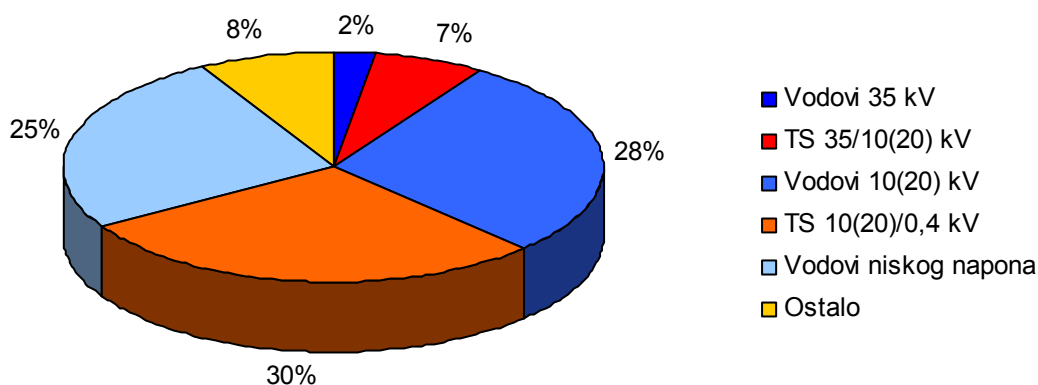
- do 2010. godine 40,1 mil €,
- od 2011. do 2015. godine 40,1 mil € te
- od 2016. do 2020. godine 34,6 mil €.

Gledano prema vrstama objekata u distribucijskoj mreži, najveći dio ulaganja otpada na sekundarnu mrežu srednjeg napona (57%), zatim na mrežu niskog napona (25%), a ostatak je ravnomjerno raspodijeljen na primarnu mrežu srednjeg napona te sustave upravljanja, mjerenja i komunikacija.

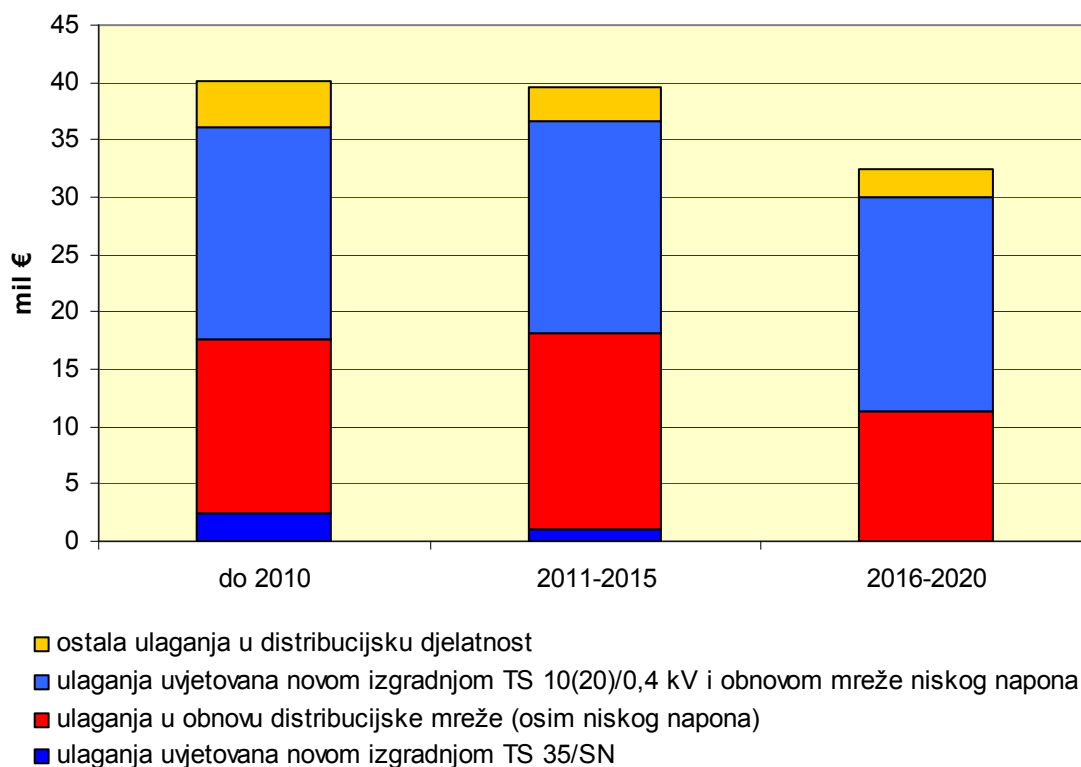
Strukturiranje prema razlozima ulaganja pokazuje da je najveći dio uvjetovan izgradnjom transformacije SN/NN i obnovom mreže niskog napona (49%) te obnovom postojećih objekata distribucijske mreže (39%).



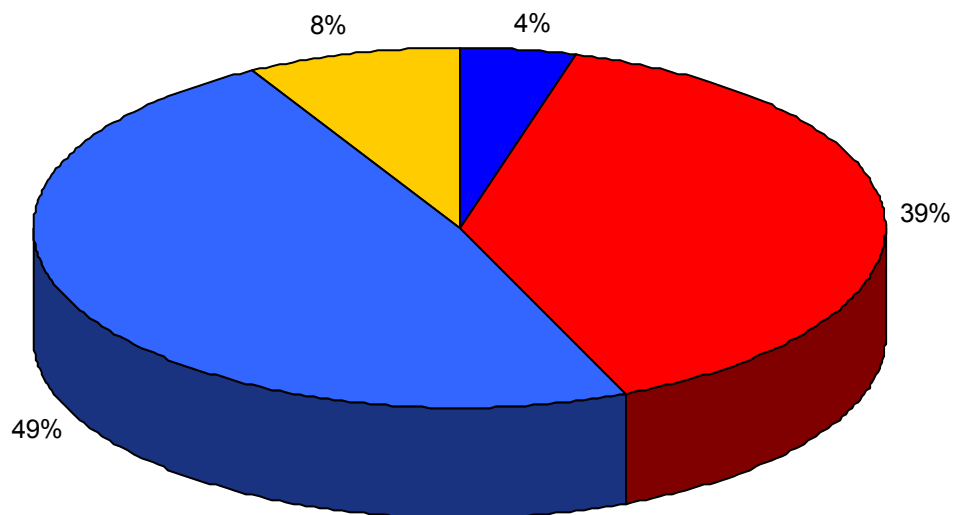
Slika 5.9. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu EPHZHB po vrstama objekata



Slika 5.10. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu EPHZHB po vrstama objekata



Slika 5.11. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu EPHZHB po razlozima ulaganja



- ulaganja uvjetovana novom izgradnjom TS 35/SN
- ulaganja u obnovu distribucijske mreže (osim niskog napona)
- ulaganja uvjetovana novom izgradnjom TS 10(20)/0,4 kV i obnovom mreže niskog napona
- ostala ulaganja u distribucijsku djelatnost

Slika 5.12. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu EPHZHB po razlozima ulaganja

Tablica 5.27. Pregled ukupnih ulaganja u distribucijsku mrežu EPHZHB

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
nove TS 35/10(20) kV - gradske	Izgradnja novih gradskih TS 35/10(20) kV				0	0	0	0	0	0
nove TS 35/10(20) kV - vangradske	Izgradnja novih vangradskih TS 35/10(20) kV	3	2	1	6	2.250	1.500	750	4.500	4
postojeće TS 35/10(20) kV	Obnova postojećih TS 35/10(20) kV: zamjena dotrajale sklopne opreme, relejne zaštite, pomoćnih krugova,...	1	3	2	6	500	1.500	1.000	3.000	3
transformatori 35/10(20) kV 8 MVA	Kupnja novih transformatora radi povećanja opterećenja i zamjene starih		1	1	2	0	77	77	154	0
transformatori 35/10(20) kV 4 MVA	Kupnja novih transformatora radi povećanja opterećenja i zamjene starih		2	1	3	0	84	42	126	0
novi nadzemni vodovi 35 kV	Izgradnja novih vodova 35 kV za priključak i dvostrano napajanje	8		10	18	256	0	320	576	1

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
novi kabelski vodovi 35 kV	Izgradnja novih kabela 35 kV za priključak i dvostrano napajanje				0	0	0	0	0	0
postojeći nadzemni vodovi 35 kV	Obnova nadzemnih vodova 35 kV presjeka Al/Fe 95 i većeg (zamjena vodiča i izolatora)	32	32	17	81	640	640	340	1.620	1
postojeći nadzemni vodovi 35 kV	Obnova nadzemnih vodova 35 kV presjeka manjeg od Al/Fe 95 (zamjena vodiča i izolatora)	16	18		34	288	324	0	612	1
postojeći kabelski vodovi 35 kV	Zamjena kabela s PVC i PE izolacijom (EHP, PHP i slični)				0	0	0	0	0	0
novi nadzemni vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih nadzemnih vodova 10(20) kV Al/Fe 120 mm ² za TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV	20	20	10	50	540	540	270	1.350	1
novi nadzemni vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih nadzemnih vodova 10(20) kV Al/Fe 50 mm ² za TS 10(20)/0,4 kV	136	136	136	409	1.910	1.910	1.910	5.730	5
novi nadzemni vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih nadzemnih vodova 10(20) kV Al/Fe 120 mm ² za povezivanje mreža susjednih TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV				0	0	0	0	0	0

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
novi kabelski vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih kabelskih vodova 10(20) kV za TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV	10	10	15	35	550	550	825	1.925	2
novi kabelski vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih kabelskih vodova 10(20) kV za TS 10(20)/0,4 kV	36	36	36	108	1.980	1.980	1.980	5.940	5
novi kabelski vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih kabelskih vodova 10(20) kV za povezivanje mreža susjednih TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV		15		15	0	825	0	825	1
postojeći nadzemni vodovi nazivnog napona nižeg od 10 kV	Zamjena novim nadzemnim vodovima 20 kV, presjeka 3x50 Al/Fe				0	0	0	0	0	0
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 35 mm ² i manjeg	Zamjena magistralnih nadzemnih vodova 10(20) kV novima, presjeka 3x50 Al/Fe	64	64	64	192	896	896	896	2.688	2
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 35 mm ² i manjeg	Zamjena magistralnih nadzemnih vodova 10(20) kV novima, presjeka 3x95 Al/Fe	14	14	14	42	378	378	378	1.134	1

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 35 mm ² i manjeg / novi kabeli	Zamjena magistralnih nadzemnih vodova 10(20) kV novim kabelima	14	14	14	42	700	700	700	2.100	2
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 95 mm ² i većeg na ČR stupovima	Obnova nadzemnih vodova 10(20) kV presjeka Al/Fe 95 i većeg (zamjena vodiča i izolatora)	50	50	50	150	1.000	1.000	1.000	3.000	3
postojeći kabelski vodovi nazivnog napona nižeg od 10 kV	Zamjena kabela nazivnog napona nižeg od 10 kV				0	0	0	0	0	0
postojeći kabelski vodovi 10(20) kV	Zamjena kabela s izolacijom od plastičnih masa, osim umreženog polietilena	75	75		150	3.750	3.750	0	7.500	7
postojeći nadzemni vodovi 10 kV	Zamjena izolatora i linijskih rastavljača radi ubrzanog prijelaza na 20 kV			1		0	0	360	360	0
nova mreža 10(20) kV	Izgradnja nove mreže radi povratka izbjeglica				0	0	0	0	0	0

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
nove STS 10(20)/0,4 kV	Izgradnja novih STS zbog popravljanja napona u NN mreži i praćenja potrošnje	341	341	341	1.023	3.751	3.751	3.751	11.253	10
nove KTS 10(20)/0,4 kV	Izgradnja novih KTS zbog popravljanja napona u NN mreži i praćenja potrošnje	60	60	60	180	1.140	1.140	1.140	3.420	3
postojeće STS 10(20)/0,4 kV na drvenim stupovima i "tornjići"	Izgradnja zamjenskih STS ili obnova do te razine troškova (bez transformatora)	118	118	118	354	826	826	826	2.478	2
postojeće STS 10(20)/0,4 kV na betonskim i čeličnim stupovima	Obnova kroz zamjenu dotrajale opreme 10(20) kV, ormarića niskog napona, bez stupa i transformatora	332	332	332	996	1.328	1.328	1.328	3.984	3
postojeće KTS 10(20)/0,4 kV bez RMU	Obnova KTS 10(20)/0,4 kV bez RMU: zamjena dotrajale opreme 10(20) kV s RMU, bez građevine i transformatora.	244	244	244	732	1.464	1.464	1.464	4.392	4
postojeći transformatori 10/0,4 kV snage manje od 400 kVA	Zamjena transformatora 10/0,4 kV snage manje od 400 kVA preklopivim, sekundarnog napona 420 V	342	342	342	1.026	1.478	1.478	1.478	4.434	4

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
postojeći transformatori 10/0,4 kV snage 400 kVA i veće	Zamjena transformatora 10/0,4 kV snage 400 kVA i veće preklopivim, sekundarnog napona 420 V	84	84	84	252	823	823	823	2.469	2
postojeći transformatori i TS 10/0,4 kV u vangradskim mrežama	Zamjena SN postrojenja i transformatora radi ubrzanog prijelaza na 20 kV			1		0	0	710	710	1
nove STS 10(20)/0,4 kV	Izgradnja novih STS 10(20)/0,4 kV (s transformatorom) radi povratka izbjeglica				0	0	0	0	0	0
postojeća nadzemna mreža niskog napona	Rekonstrukcija/zamjena dotrajalih vodova malog presjeka novim vodovima (SKS)	355	355	355	1.065	6.035	6.035	6.035	18.105	16
postojeća nadzemna mreža niskog napona	Zamjena dotrajalih vodova malog presjeka novim kabelima 4x150 Al	89	89	89	267	2.670	2.670	2.670	8.010	7
postojeća kabelska mreža niskog napona	Zamjena starih kabela malog presjeka novima 4x150 Al	34	34	34	102	1.020	1.020	1.020	3.060	3

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
nova mreža niskog napona	Izgradnja nove mreže radi povratka izbjeglica				0	0	0	0	0	0
Dispečerski centri	Životni vijek 15 godina	2	2	1	5	800	800	400	2.000	2
MTU postrojenja	Životni vijek 15 godina	1			1	1.000	0	0	1.000	1
Zamjena brojila kod potrošača	Zamjena dotrajalih brojila	30.000	30.000	30.000	90.000	2.100	2.100	2.100	6.300	5
UKUPNO						40.073	40.089	34.593	114.755	

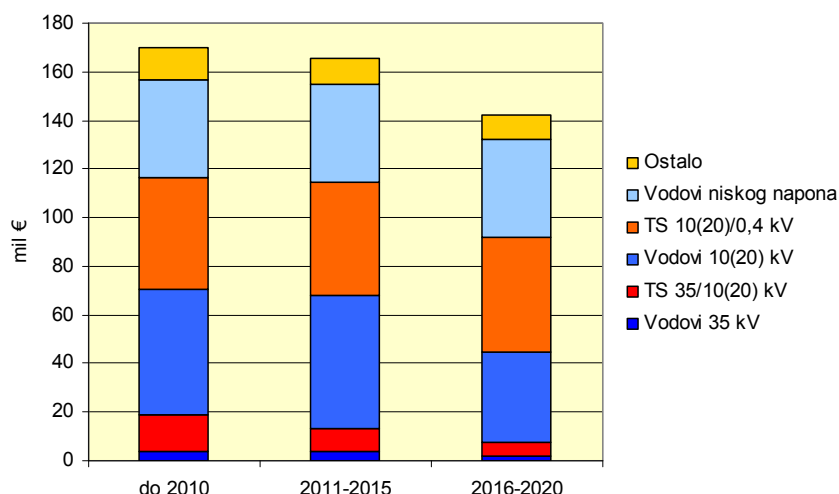
5.4. Plan razvoja distribucijske mreže Federacije Bosne i Hercegovine

U ovom poglavlju je dan pregled ukupnih ulaganja u distribucijsku mrežu na području Federacije Bosne i Hercegovine, odnosno za EPBiH i EPHZHB. Tablica 5.28 prikazuje troškove po planskim intervalima, objektima distribucijske mreže i razlozima ulaganja. Do 2020. godine je planirano ulaganje 478 milijuna eura, dinamikom i strukturom prikazanom na sljedećim slikama. Ulaganja su nešto intenzivnija do 2015. godine, a zatim opadaju:

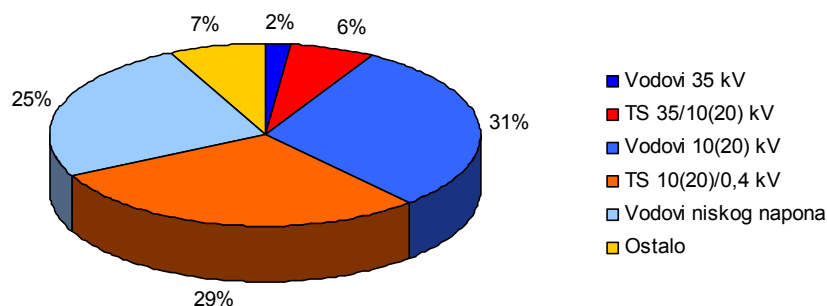
- do 2010. godine 169 mil €,
- od 2011. do 2015. godine 165 mil € te
- od 2016. do 2020. godine 144 mil €.

Gledano prema vrstama objekata u distribucijskoj mreži, najveći dio ulaganja otpada na sekundarnu mrežu srednjeg napona (59%), zatim na mrežu niskog napona (25%), a ostatak je ravnomjerno raspodijeljen na primarnu mrežu srednjeg napona te sustave upravljanja, mjerenja i komunikacija.

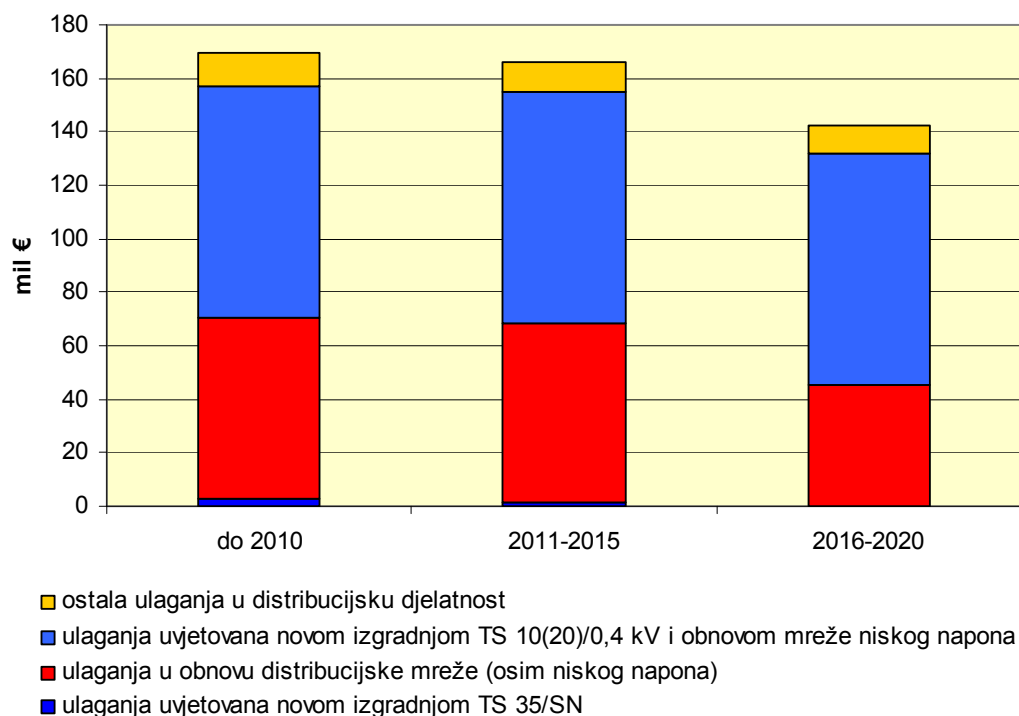
Strukturiranje prema razlozima ulaganja pokazuje da je najveći dio uvjetovan izgradnjom transformacije SN/NN i obnovom mreže niskog napona (55%) te obnovom postojećih objekata distribucijske mreže (37%).



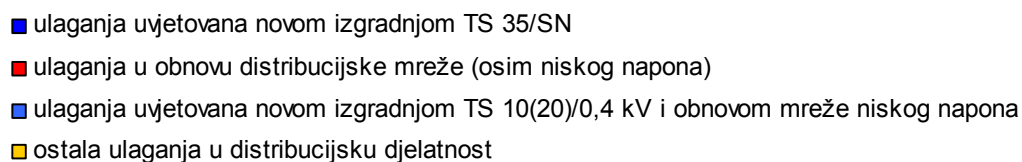
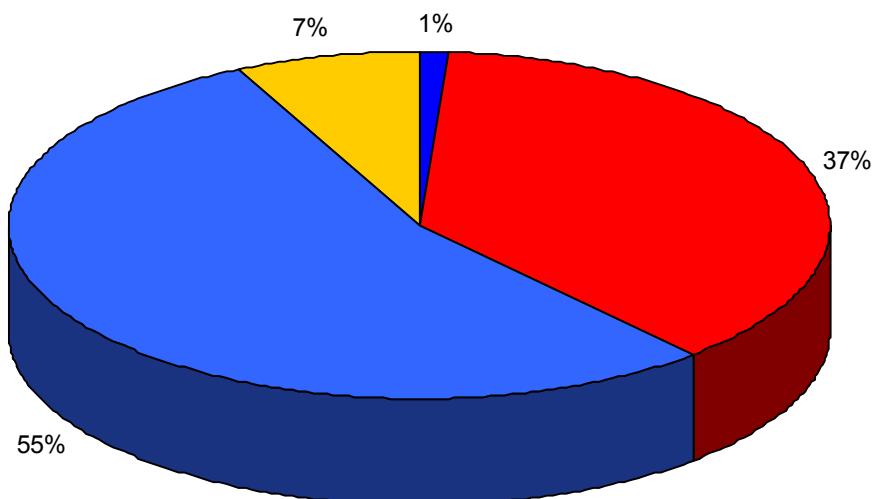
Slika 5.13. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu FBiH po vrstama objekata



Slika 5.14. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu FBiH po vrstama objekata



Slika 5.15. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu FBiH po razlozima ulaganja



Slika 5.16. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu FBiH po razlozima ulaganja

Tablica 5.28. Pregled ukupnih ulaganja u distribucijsku mrežu FBiH

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
nove TS 35/10(20) kV - gradske	Izgradnja novih gradskih TS 35/10(20) kV	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nove TS 35/10(20) kV - vangradske	Izgradnja novih vangradskih TS 35/10(20) kV	3	2	1	6	2.250	1.500	750	4.500	1
postojeće TS 35/10(20) kV	Obnova postojećih TS 35/10(20) kV: zamjena dotrajale sklopne opreme, relejne zaštite, pomoćnih krugova,...	23	15	9	47	11.500	7.500	4.500	23.500	5
transformatori 35/10(20) kV 8 MVA	Kupnja novih transformatora radi povećanja opterećenja i zamjene starih	2	7	8	17	154	539	616	1.309	0
transformatori 35/10(20) kV 4 MVA	Kupnja novih transformatora radi povećanja opterećenja i zamjene starih	1	2	1	4	42	84	42	168	0
novi nadzemni vodovi 35 kV	Izgradnja novih vodova 35 kV za priključak i dvostrano napajanje	8	0	10	18	256	0	320	576	0

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
novi kabelski vodovi 35 kV	Izgradnja novih kabela 35 kV za priključak i dvostrano napajanje	0	0	0	0	0	0	0	0	0
postojeći nadzemni vodovi 35 kV	Obnova nadzemnih vodova 35 kV presjeka Al/Fe 95 i većeg (zamjena vodiča i izolatora)	158	163	107	428	3.160	3.260	2.140	8.560	2
postojeći nadzemni vodovi 35 kV	Obnova nadzemnih vodova 35 kV presjeka manjeg od Al/Fe 95 (zamjena vodiča i izolatora)	38	31	13	82	684	558	234	1.476	0
postojeći kabelski vodovi 35 kV	Zamjena kabela s PVC i PE izolacijom (EHP, PHP i slični)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
novi nadzemni vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih nadzemnih vodova 10(20) kV Al/Fe 120 mm ² za TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV	30	20	20	70	810	540	540	1.890	0
novi nadzemni vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih nadzemnih vodova 10(20) kV Al/Fe 50 mm ² za TS 10(20)/0,4 kV	576	576	576	1.727	8.058	8.058	8.058	24.174	5

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
novi nadzemni vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih nadzemnih vodova 10(20) kV Al/Fe 120 mm ² za povezivanje mreža susjednih TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV	0	0	0	0	0	0	0	0	0
novi kabelski vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih kabelskih vodova 10(20) kV za TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV	30	30	15	75	1.650	1.650	825	4.125	1
novi kabelski vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih kabelskih vodova 10(20) kV za TS 10(20)/0,4 kV	256	256	256	767	14.058	14.058	14.058	42.174	9
novi kabelski vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih kabelskih vodova 10(20) kV za povezivanje mreža susjednih TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV	0	45	15	60	0	2.475	825	3.300	1
postojeći nadzemni vodovi nazivnog napona nižeg od 10 kV	Zamjena novim nadzemnim vodovima 20 kV, presjeka 3x50 Al/Fe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 35 mm ² i manjeg	Zamjena magistralnih nadzemnih vodova 10(20) kV novima, presjeka 3x50 Al/Fe	341	341	341	1.023	4.774	4.774	4.774	14.322	3

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 35 mm ² i manjeg	Zamjena magistralnih nadzemnih vodova 10(20) kV novima, presjeka 3x95 Al/Fe	73	73	73	219	1.971	1.971	1.971	5.913	1
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 35 mm ² i manjeg / novi kabeli	Zamjena magistralnih nadzemnih vodova 10(20) kV novim kabelima	73	73	73	219	3.650	3.650	3.650	10.950	2
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 95 mm ² i većeg na ČR stupovima	Obnova nadzemnih vodova 10(20) kV presjeka Al/Fe 95 i većeg (zamjena vodiča i izolatora)	128	128	128	384	2.560	2.560	2.560	7.680	2
postojeći kabelski vodovi nazivnog napona nižeg od 10 kV	Zamjena kabela nazivnog napona nižeg od 10 kV	0	0	0	0	0	0	0	0	0
postojeći kabelski vodovi 10(20) kV	Zamjena kabela s izolacijom od plastičnih masa, osim umreženog polietilena	278	278	0	556	13.900	13.900	0	27.800	6
postojeći nadzemni vodovi 10 kV	Zamjena izolatora i linijskih rastavljača radi ubrzanog prijelaza na 20 kV	0	0	1		0	0	360	360	0

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
nova mreža 10(20) kV	Izgradnja nove mreže radi povratka izbjeglica	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nove STS 10(20)/0,4 kV	Izgradnja novih STS zbog popravljanja napona u NN mreži i praćenja potrošnje	1.439	1.439	1.439	4.317	15.829	15.829	15.829	47.487	10
nove KTS 10(20)/0,4 kV	Izgradnja novih KTS zbog popravljanja napona u NN mreži i praćenja potrošnje	426	426	426	1.278	8.094	8.094	8.094	24.282	5
postojeće STS 10(20)/0,4 kV na drvenim stupovima i "tornjići"	Izgradnja zamjenskih STS ili obnova do te razine troškova (bez transformatora)	194	194	194	582	1.358	1.358	1.358	4.074	1
postojeće STS 10(20)/0,4 kV na betonskim i čeličnim stupovima	Obnova kroz zamjenu dotrajale opreme 10(20) kV, ormarića niskog napona, bez stupa i transformatora	1.002	1.002	1.002	3.006	4.008	4.008	4.008	12.024	3
postojeće KTS 10(20)/0,4 kV bez RMU	Obnova KTS 10(20)/0,4 kV bez RMU: zamjena dotrajale opreme 10(20) kV s RMU, bez građevine i transformatora.	986	986	986	2.958	5.916	5.916	5.916	17.748	4
postojeći transformatori 10/0,4 kV snage manje od 400 kVA	Zamjena transformatora 10/0,4 kV snage manje od 400 kVA preklopivim, sekundarnog napona 420 V	1.388	1.388	1.388	4.164	6.175	6.175	6.175	18.525	4

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
postojeći transformatori 10/0,4 kV snage 400 kVA i veće	Zamjena transformatora 10/0,4 kV snage 400 kVA i veće preklopivim, sekundarnog napona 420 V	475	475	475	1.425	4.707	4.707	4.707	14.121	3
postojeći transformatori i TS 10/0,4 kV u vangradskim mrežama	Zamjena SN postrojenja i transformatora radi ubrzanog prijelaza na 20 kV	0	0	1		0	0	710	710	0
nove STS 10(20)/0,4 kV	Izgradnja novih STS 10(20)/0,4 kV (s transformatorom) radi povratka izbjeglica	0	0	0	0	0	0	0	0	0
postojeća nadzemna mreža niskog napona	Rekonstrukcija/zamjena dotrajalih vodova malog presjeka novim vodovima (SKS)	1.427	1.427	1.427	4.281	24.259	24.259	24.259	72.777	15
postojeća nadzemna mreža niskog napona	Zamjena dotrajalih vodova malog presjeka novim kabelima 4x150 Al	357	357	357	1.071	10.710	10.710	10.710	32.130	7
postojeća kabela mreža niskog napona	Zamjena starih kabela malog presjeka novima 4x150 Al	181	181	181	543	5.430	5.430	5.430	16.290	3

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
nova mreža niskog napona	Izgradnja nove mreže radi povratka izbjeglica	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dispečerski centri	Životni vijek 15 godina	4	4	2	10	1.600	1.600	800	4.000	1
MTU postrojenja	Životni vijek 15 godina	2	0	0	2	2.000	0	0	2.000	0
Zamjena brojila kod potrošača	Zamjena dotrajalih brojila	136.000	136.000	136.000	408.000	9.520	9.520	9.520	28.560	6
UKUPNO						169.083	164.683	143.739	477.505	

5.5. Plan razvoja distribucijske mreže Elektroprivrede Republike Srpske

5.5.1. Transformacija VN/SN i primarna mreža srednjeg napona

5.5.1.1. Elektrokrajina

Distribucija električne energije na području Elektrokrajine već se sada temelji gotovo isključivo na izravnoj transformaciji 110/10(20) kV (Tablica 5.29). Osim navedenih 20 transformatorskih stanica, nedavno su dovršeni ili su pred dovršetkom slijedeći objekti:

- TS 110/20 kV Čelinac, očekivanog vršnog opterećenja 10 MVA, priključena na vod Banja Luka 1 – Kotor Varoš; postojeća TS 35/20 kV Čelinac ostaje neko vrijeme u pogonu za rezervno napajanje;
- TS 110/SN Banja Luka 8, očekivanog vršnog opterećenja 10 MVA, priključena na vod Banja Luka 1 – Laktaši;
- TS 110/20/6 kV Banja Luka 7

U izgradnji su također i slijedeća tri objekta: TS 110/10(20) kV Banja Luka 9 na lokaciji postojeće TS 35/SN Sitari, TS 110/10(20) kV Šipovo i TS 110/10(20) kV Laktaši 2, čija dinamika izgradnje treba biti vezana uz razvoj opterećenja industrijske zone.

Preostala je još mreža 35 kV i transformacija 35/10 kV i 35/20 kV na području Banja Luke, Prijedora i Mrkonjić Grada (Tablica 5.30). Pritom je u pogonu samo jedna TS 110/35 kV (Banja Luka 1), dok se u ostala dva područja koristi povratna transformacije 20/35 kV. TS 35/SN Sitari, Jezero i Šipovo služe za redovno napajanje, a TS 35/SN Novi Grad za rezervno napajanje, kao i Čelinac, nakon izgradnje TS 110/20 kV. Sekundarna distribucijska mreža srednjeg napona u pogonu je na tri naponske razine, 6 kV, 10 kV i 20 kV, pri čemu se udjeli duljina vodova, odnosno broja i ugrađene snage transformacije SN/NN grubo mogu procijeniti na 1:39:60. Vidljivo je da je udio naponske razine 6 kV zanemariv, a prevladava naponska razina 20 kV, što omogućava pouzdani pogon i uz manju razinu rezerve u transformaciji 110/SN.

Tablica 5.29. Transformatorske stanice 110/SN na području ERS – Elektrokrajina

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon	Kratki opis stanja
Banja Luka 1	T1	110/2x10,5/36,75	40/36/27	1978	u pogonu 35 kV i 10 kV
	T2	110/2x10,5/36,75	40/36/27	1979	u pogonu 35 kV i 10 kV
Banja Luka 2	T1	110/10,5/10,5	31/31/10,5	2005	tercijar 10 kV izoliran
	T2	110/10,5/10,5	20/20/6,6	1998 ¹	tercijar 10 kV izoliran
Banja Luka 3	T1	110/21/10,5	40/26/26	1976	u pogonu 20 kV i 10 kV
	T2	110/21/10,5	20/20/13,4	1978	u pogonu 20 kV i 10 kV
Banja Luka 4	T1	110/21/10,5	20/20/13,4	1978	u pogonu 20 kV i 10 kV

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon	Kratki opis stanja
	T2	110/21/10,5	20/20/6,67	1978	tercijar 10 kV izoliran
Banja Luka 5	T1	110/21/10,5	20/20/6,67	2001	tercijar 10 kV izoliran
Banja Luka 6	T1	400/110/31,5	300/300/100	1979	tercijar 30 kV izoliran
	T2	400/110/31,5	300/300/100	1979	tercijar 30 kV izoliran
	T3	110/2x10,5/10,5	20/20/6,7	2006	tercijar 10 kV izoliran
	T4	110/2x10,5/10,5	20/20/6,7	2006	tercijar 10 kV izoliran
Laktaši	T1	110/21/10,5	20/20/13,4	1984	tercijar se ne koristi
	T2	110/21/10,5	20/20/13,4	2006	tercijar se ne koristi
Nova Topola	T1	110/21/10,5	20/20/13,6	1975	u pogonu 20 kV i 10 kV
	T2	110/21/10,5	20/20/13,6	2007	u pogonu 20 kV i 10 kV
Gradiška	T1	110/2x10,5/10,5	20/20/13,4	1985	u pogonu 20 kV i 10 kV
	T2	110/21/10,5	20/20/13,4	1985	u pogonu 20 kV i 10 kV
Srbac	T1	110/2x10,5/10,5	20/20/13,4	1983	tercijar se ne koristi
Prnjavor	T1	110/2x10,5/10,5	20/20/14	1984	u pogonu 20 kV i 10 kV
Ukrina	T1	110/21	10/10	1979	planirati zamjenu
Kotor Varoš	T1	110/21/10,5	20/20/13,3	1986	tercijar se ne koristi
Mrkonjić Grad	T1	110/2x10,5/10,5	20/20/14	1983	u pogonu 20 kV i 10 kV
Prijedor 1	T1	110/21/10,5	20/20/13,6	2006	tercijar se ne koristi
	T2	110/21/10,5	20/20/13,33	1984	u kvaru
		110/36,75/10,5	40/27/27	2003	rezerva
		110/21/10,5	20/13,4/13,4	1953	u kvaru, vjerojatno otpis
Prijedor 2	T1	220/110/10,5	150/150/50	1972	ZV10 kV izolirano
	T2	220/110/10,6	150/150/50	1975	ZV10 kV izolirano
	T3	220/110/10	150/150/150	1975	u rezervi
Prijedor 3	T1	110/21/10,5	20/20/13,33	1980	u pogonu 20 kV i 10 kV
Prijedor 5	T1	110/6,3	16/16	1979	
	T2	110/21/6,3	20/20/14	2003	u pogonu 20 kV i 6 kV
	T3	110/2x10/10	20/20/13,4	2003	tercijar se ne koristi
Kozarska Dubica	T1	110/2x10,5/10,5	20/20/13,4	1975	u pogonu 20 kV i 10 kV
	T2	110/21/10,5	20/20/13,4	1975	u pogonu 20 kV i 10 kV
Novi Grad	T1	110/21/10,5	20/13,4/13,4	1983	u pogonu 20 kV i 10 kV

Izvor: Elektroprijenos BiH

Tablica 5.30. Transformatorske stanice 35/SN na području ERS – Elektrokrajina

Naziv TS 35/10(20) kV	Pogonski naponski omjer	Građevinska izvedba	Uključenost u SDV	Ugrađena transformacija [MVA]	Opterećenje [MVA] ¹⁾
35/10 kV Sitari	35/10	zidana zgrada	Ne	4+4	6,8
35/20 kV Čelinac	35/20	zidana zgrada	Ne	4+4	
35/10 kV Novi Grad	35/10	zidana zgrada	Ne	4+4	
20/35 kV Tukovi	20/35	zidana zgrada	Ne	4+4	
20/35/10 kV M. Grad	20/35	zidana zgrada	Ne	4+4	4,5
35/10 kV Jezero	35/10	zidana zgrada	Ne	2,5	0,9
35/20/10 kV Šipovo	35/20/10	zidana zgrada	Ne	4+4	3,6

¹⁾ Podaci o opterećenju odnose se na 13.9.2007.

Izvor: ERS

Tablica 5.31. Vodovi 35 kV na području ERS – Elektrokrajina

Naziv voda	Konstruktivski napon [kV]	Vrsta voda, stupova ili izolacije	Materijal i presjek [mm ²]	Duljina [m]	Godina izgradnje ili obnove
TS 110/SN Banja Luka 1 – TS 35/SN Sitari	35	NV, čelični stupovi	Al/Fe 95	9 000	
otcjep sa Banja Luka 1- Sitari – TS 35/SN Čelinac	35	NV, čelični stupovi	Al/Fe 35	9 000	
TS 110/SN Banja Luka 5 - TS 35/SN Sitari	35	NV, čelični stupovi	Al/Fe 50	3 640	
TS 20/35 kV Tukovi - TS 35/SN Novi Grad	35	NV, betonski stupovi	Al/Fe 70	34 999	
TS 20/35 kV Mrkonjić Grad - TS 35/SN Jezero	110	NV, čelični stupovi	Al/Fe 150	11 600	1999
TS 35/SN Jezero - TS 35/SN Šipovo	110	NV, čelični stupovi	Al/Fe 150	10 200	

Izvor: ERS

Dovršetkom izgradnje započetih TS 110/10(20) kV područje Elektrokrajine će praktično u cijelosti biti napajano preko izravne transformacije..

Za dvostrano napajanje TS 110/10(20) kV Šipovo treba razmotriti vod 110 kV Šipovo – Glamoč, čime se istodobno ostvaruje i rezervno napajanje Glamoča.

Područje Novog Grada je na postojeći način, u redovnom pogonu na 110 kV, a u rezervnom na 35 kV, sa zadovoljavajućom razinom pouzdanosti riješeno do izgradnje drugog voda 110 kV, kada je planirana i ugradnja drugog transformatora 110/20 kV (od 2011. do 2015. godine).

Nakon izgradnje svih započetih TS 110/SN, u pogonu će biti ukupno 25 točaka napajanja sekundarne mreže srednjeg napona. Kako je uz to i 60% te mreže u pogonu na 20 kV, uglavnom se može pretpostaviti da izvodi srednjeg napona nisu pretjerano dugački. Izuzetak je jedino područje Prnjavora, s jednom TS 110/20/10 kV relativno visokog opterećenja i velike udaljenosti od susjednih transformatorskih stanica te je tu planirana izgradnja TS 110/20/10 kV Prnjavor 2. U ostalim područjima moguće probleme s kvalitetom napajanja, osobito u pogledu padova napona u mrežama 10 kV ili 6 kV, treba rješavati prijelazom na pogon na 20 kV.

Zaključno, nakon dovršetka izgradnje TS 110/10(20) kV Banja Luka 9, Šipovo i Laktaši 2, u promatranom razdoblju planiran je sljedeći razvoj transformacije 110/35 kV i 110/10(20) kV:

- od 2010. godine u TS 110/SN Banja Luka 4 zamjena oba transformatora s dva 110/20/10 kV, 40/40/14 MVA (nije nužno već do 2010. godine, nego bi se moglo iza 2015. godine, ali bi se tada do 2010. godine trebalo kupiti više transformatora snage 20/20/14 MVA, kojih bi se onda iza 2015. godine pojavio višak);
- od 2010. godine u TS 110/SN Prnjavor ugradnja drugog transformatora 110/20/10 kV (20/20/13,4 MVA iz Banja Luka 4);
- od 2010. godine u TS 110/SN Kotor Varoš ugradnja drugog transformatora 110/20/10 kV (20/20/6,67 MVA iz Banja Luka 4);
- do 2010. godine u TS 110/SN Banja Luka 3 zamjena transformatora 110/20/10 kV 20/20/13,4 MVA s 40/40/14 MVA
- od 2010. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/SN Prijedor 3 (novi 110/10(20)/10 kV snage barem 20/20/14 MVA ili primjerice transformator 110/20/10 kV 20/20/13,4 MVA iz TS 110/SN Banja Luka 3);
- od 2010. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/SN Srbac (110/10(20)/10 kV 20/20/14 MVA);
- od 2010. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/SN Mrkonjić Grad (110/10(20)/10 kV 20/20/14 MVA);
- od 2011. do 2015. godine izgradnja TS 110/20/10 kV Prnjavor 2, jedan transformator 110/20/10 kV 20/20/14 MVA;
- od 2011. do 2015. godine u TS 110/SN Banja Luka 2 zamjena transformatora 110/10/10 kV 20/20/6,6 MVA s 40/40/14 MVA;
- od 2011. do 2015. godine u TS 110/SN Banja Luka 3 zamjena (drugog) transformatora 110/20/10 kV, 40/26/26 MVA s 40/40/14 MVA;
- od 2011. do 2015. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/SN Banja Luka 5 (novi 110/10(20)/10 kV snage barem 20/20/14 MVA ili primjerice transformator 110/20/10 kV, 40/26/26 MVA iz TS 110/SN Banja Luka 3);
- od 2011. do 2015. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/SN Novi Grad (110/10(20)/10 kV 20/20/14 MVA).

S obzirom da aktualni plan razvoja u biti predstavlja potpuni prijelaz na izravnu transformaciju 110/10(20) kV, nije planirana izgradnja novih niti obnova postojećih TS 35/10(20) kV ili vodova 35 kV, kao niti kupnja novih transformatora 35/10(20) kV.

5.5.1.2. Elektro Dobož

Za razliku od susjedne Elektrokrajine, u kojoj prevladava izravna transformacija 110/20 kV i sekundarna mreža srednjeg napona u pogonu na 20 kV, distribucija električne energije na području Elektro Doboža temelji se na transformaciji 110/35/10 kV, bilo preko tercijara ili vodova 35 kV i odvojene transformacije 35/10 kV. Čitava sekundarna mreža srednjeg napona je u pogonu na 10 kV, a prema dostavljenim podacima tako će vjerojatno i ostati tijekom cijelog promatranog razdoblja, jer gotovo da i nije započela ugradnja opreme nazivnog napona izolacije 24 kV: svi vodovi i sve transformatorske stanice SN/NN imaju nazivni napon izolacije 10 kV, a izuzetak je tek nekoliko preklopivih transformatora 10(20)/0,4 kV.

Pregled transformacije 110/SN, 35/SN te vodova 35 kV daju Tablica 5.32, Tablica 5.33 i Tablica 5.34. Opći zaključak je da primarna mreža srednjeg napona nije visoko opterećena. U svim značajnije opterećenim TS 35/10 kV osigurana je rezerva u transformaciji, bilo u samoj transformatorskoj stanici, bilo preko mreže 10 kV iz drugih obližnjih TS 35/10 kV, TS 110/10 kV ili tercijara TS 110/35/10 kV. Takav je slučaj s TS 35/10 kV Kotorsko, Modran,

Brod 2, Šamac 1 i Batkusa. Radijalno napajane TS 35/10 kV relativno udaljene od prve susjedne su Blatnica i Klupe u RJ Teslić te Vranjak u RJ Modriča, no samo prve dvije imaju nešto veće opterećenje (vršno do 3 MVA). Sjeverno od TS 35/10 kV Klupe je TS 110/10(20) kV Ukrina te problem pouzdanosti treba rješavati povezivanjem na 10(20) kV. Najisplativija veza na 35 kV se čini upravo međusobna veza Blatnice – Klupe, duljine oko 25 km, koja nije ekonomski opravdana dok zajedničko opterećenje bez mogućnosti rasterećenja preko mreže 10 kV ne dosegne barem 8 MVA.

Vodovi 35 kV su vrlo kvalitetni, velikom većinom presjeka 120 mm². Problem nedostatka rezerve u transformaciji 110/SN planira se u skoroj budućnosti ukloniti.

Tablica 5.32. Transformatorske stanice 110/SN na području ERS – Elektro Doboj

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon	Kratki opis stanja
Doboj 1	T1	110/36,75/10,5	20/20/14	2001	
	T2	110/36,75/6,3	20/20/6		
Doboj 2	T1	110/10,5/36,75	20/20/13,4	1984	
	T2	110/10,5/36,75	20/20/13,4	1985	
Doboj 3	T1	110/10,5/36	20/20/14		
Brod	T1	110/35	16/16	1985	
	T2	110/6,3	16/16	1979	privremena zamjena
	T3	110/6,3	31,5		
	T	110/10,5/6,3	20/20/13,4	1981	
Derventa	T1	110/36,75/10,5	20/20/13,12	1978	remont 1993.
	T2	110/35	20/20/6,6	1983	remont 1993.
Modriča	T1	110/10,5/36,75	20/12/8,4	1982	zamjena ulja 2003.
Šamac	T1	110/36,75(21,15)/10,5	20/20		
	T2	110/36,75/10,5	20/13,4/13,4		u lošem stanju
Stanari	T1	110/36,75	10/10		
Teslić	T1	110/36,75/10,5	20/20/6,67	1987	

Izvor: Elektroprijenos BiH

Tablica 5.33. Transformatorske stanice 35/SN na području ERS – Elektro Doboj

Naziv TS	Vlasništvo ¹⁾	Nazivni naponski omjer [kV]	SDV	Godina izgradnje	Ugrađena / projektirana snaga [MVA]	Vršna snaga [MVA]
TS 35/10 KV BROD 2	D	35/10	DA	1980, 2000	8 / 16	3,5
Usora	D	35/10	DA	1971	8+8 / 16	
Rudanka	D	35/10	DA	1971	8+2,5 / 16	
Kotorsko	D	35/10	DA	1979	8+4 / 16	
Sočkovac	D	35/10	DA	1994	4 / 16	
Petrovo	D	35/10	DA		4 / 16	
Stanari	D	35/10	DA	1977	4+2,5 / 16	
Rudnik Raškovci	K	35/6	NE		4+4	
Krečnjak	K	35/10	NE		4	
110/35/10 DERVENTA	D 35/10	35/10	DA	1975	8+8 / 16	
35/10 MODRAN	D 35/10	35/10	DA	1985	8+4 / 16	4,4
TS 110/35/10 kV Teslić	P	35/10	DA	-	8+8 / 16	
TS 35/10/6kV Destilacija	K	35/10/6	NE	81	4+4	
TS 35/10 kV Blatnica	D	35/10	DA	80	8+4 / 16	
TS 35/10 kV Klupe	D	35/10	DA	86	4+2,5 / 16	
TS 35/10 kV Žarkovina	D	35/10	DA	83	2,5 / 16	
TS 35/10 KV MODRIČA 2	D	35/10	DA	1990	8 / 16	4,0
TS 35/10 KV VRANJAK	D	35/10	DA	2002	4 / 16	2,2
TS 35/10 kV Šamac 1	D	35/10	NE	1964, 1987	8+4	6,8
TS 35/10 kV Šamac 2	D	35/10	NE	1985	4+4 / 16	2,4
TS 35/10 kV Batkusa	D	35/10	DA	1986	8+4 / 16	4,7
TS 110/35/10 kV Brod	D 35/10	35/10			8 / 16	
TS 110/35/10 kV Modriča	D 35/10	35/10			8 / 16	
Modruča RUM	K	35/6	NE		4	

¹⁾ Vlasništvo: D – ERS, P – Elektroprijenos BiH, K – kupac na 35 kV

Izvor: ERS

Tablica 5.34. Vodovi 35 kV na području ERS – Elektro Doboj

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Nazivni napon [kV]	Vrsta voda	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Vrsta stupova / izolacije	Duljina [m]	Godina izgradnje
CTS 110/35/10/6 KV BROD 1	CTS 110/35/10 KV DERVENTA	35	NV	AL/FE	120	ČEL	7000 (do Ukraine)	1972, 1987
CTS 110/35/10 KV DERVENTA	Ukrina	35	NV	Al/Fe	95	14 000		
CTS 110/35/10/6 KV BROD 1	CTS 35/10 KV BROD 2	35	NV	AL/FE	120	ČEL	3000	1980, 1993
CTS 35/10 KV BROD 2	KLAKAR	35(10)	NV	AL/FE	120	ČEL	14000	1985, 1993
ČTS 110/35/10kV		35	NV	AL/FE	95	ČEL	8905	1985
Doboj 1	Sočkovac	35	NV/KV	AL/FE	4x150 I 3x120 I 3x95	XHE 49-A 1x4x150 ČEL	15601	1994
Odžak	Modriča 2	35	NV	AL/FE	95	ČEL	3191	1987
Modriča 2	Vranjak	35	NV	AL/FE	120	ČEL	10119	1997
Modriča 1	RUM	35	KV	Al	185	XHE 49 - A	1100	
Modriča 2	RUM	35	KV	Al	185	XHE 49 - A	2600	
Sočkovac	Petrovo	35	NV	AL/FE	3x120	ČEL	9177	1994
Doboj 1	Usora 1	35	NV	AL/FE	3x120	ČEL	2500	1971
Doboj 1	Usora 2	35	NV	AL/FE	3x120	ČEL	2500	1971
Usora	Rudanka	35	NV	AL/FE	3x120	ČEL	6754	1971
Rudanka	Kotorsko	35	NV	AL/FE	3x120	ČEL	9050	1979
Doboj 2	Rudanka	35	NV/KV	AL/FE	3x120	XHP 3x1x120 / ČEL	5635	1982
Stanari 110	Stanari	35	NV	AL/FE	3x120	ČEL	2010	1977
TS 110/35/10 kV Samac	TS 35/10 kV Samac 1	35	NV	AL/FE	3 x 120	ČEL	310	1985
TS 110/35/10 kV Samac	TS 35/10 kV Samac 2	35	NV	AL/FE	3 x 120	ČEL	1100	1985
TS 35/10 kV Samac 2	TS 35/10 kV Batkusa	35	NV	AL/FE	3 x 95	ČEL	9400	1986
TS 110/35/10kV Teslić	TS 35/10kV Blatnica	35	NV	AL/FE	95 i 120	ČEL	14550	
TS 110/35/10kV Teslić	TS 35/10kV Klupe	35	NV	AL/FE	3x95/15	ČEL	15000	
TS 110/35/10kV Teslić	TS 35/10 Žarkovina	35	NV	AL/FE	3x120/20	ČEL	2500	
TS 110/35/10kV Teslić	TS 35/10/6 Destilacija	35	KV	IPZO 13	3x120	IPZO 13	500	

Izvor: ERS

Referentnim planom nije planirana izgradnja novih TS 110/SN za potrebe distribucije električne energije, ali je radi osiguranja rezerve u transformaciji do 2020. godine planirana je sljedeća dinamika ugradnje transformatora:

- od 2010. godine u TS 110/SN Teslić ugradnja drugog transformatora 110/35/10 kV 20/20/14 MVA;
- od 2010. godine u TS 110/SN Modriča ugradnja drugog transformatora (110/10(20)/10 kV 20/20/14 MVA);
- od 2011. do 2015. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/SN Doboj 3 (110/10(20)/10 kV 20/20/14 MVA);
- od 2011. do 2015. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/SN Stanari (110/35 kV snage minimalno 10 MVA ili kakav drugi transformator, po mogućnosti 110/35/10 kV).

U slučaju značajnijeg porasta potrošnje električne energije od planiranog, primjerice radi intenzivnijeg razvoja industrijskih zona, odnosno u slučaju potrebe priključenja hidroelektrana, u urbanističkim planovima su predviđeni sljedeći objekti:

- TS 110/SN Rudanka,
- TS 110/SN Modriča 2.

U budućnosti će se vjerojatno pojaviti područja mreže 10 kV s velikim padovima napona. Budući da je udio opreme 20 kV vrlo nizak, nije realno očekivati prijelaz na pogon na 20 kV do 2020. godine te će za rješenje problema s naponima biti potrebno izgraditi dodatne TS 35/10(20) kV. Planovima razvoja Elektro Doboja identificirane su dvije takve lokacije za potrebe distribucije električne energije: Klakar (14 km jugoistočno od Broda) i Podnovlje (oko 15 km zapadno od Modriče). Osim toga, planirana je i TS 35/SN Pločnik za potrebe priključenja auto ceste na koridoru 5C, čije troškove snosi investitor te nisu uključeni u plan ERS. Budući da je do lokacije TS 35/10(20) kV Klakar već izgrađen vod 35 kV, ona je u planu kao prva, a po jednakoj logici je najprije planirana izgradnja voda 35 kV Doboj 3 – Podnovlje, koji u prvoj fazi radi pod naponom 10 kV, a zatim i izgradnja TS 35/10 kV Podnovlje.

Značajan izgradnja mreže 35 kV potrebna je i za priključenje malih hidroelektrana u slivu rijeke Bosne. Elektrane koje gradi i Elektro Doboj su: Paklenica (0,36 MW), Šajin Kamen (5 MW) i Cijevna 3 (13,9 MW). Elektrane Cijevna 1, 2, 4, 5 i 6 te Doboj gradi TECHNOR Energy. Osim toga, planirana je izgradnja još tri elektrane prosječne snage oko 10 MW (Ševarlije te Cijevna 7 i 8). Elektrane Doboj i Cijevna 1-8 su locirane od Doboja preko Modriče do Šamca, a ostale tri su uzvodno od Doboja. Za priključak navedenih elektrana planirana je izgradnja ukupno 58 km vodova 35 kV, od čega 18 km jednosustavnog nadzemnog voda, 31 km dvosustavnog nadzemnog voda i 9 km kabelskog voda. Udio troškova Elektro Doboja je grubo procijenjen uz pretpostavku da se troškovi dijele približno linearno prema instaliranoj snazi elektrana, odnosno 20%. Osim toga, za priključenje elektrane Cijevna 3 Elektro Doboj treba izgraditi i TS 35/10 kV Majevac (2x8 MVA).

Zaključno, referentnim planom je pretpostavljena izgradnja tri TS 35/10(20) kV:

- od 2011. do 2015. godine TS 35/10(20) kV Klakar, 4 MVA;
- od 2011. do 2015. godine TS 35/10(20) kV Majevac, 2x8 MVA;
- od 2016. do 2020. godine TS 35/10(20) kV Podnovlje, 4 MVA.

Za potrebe priključenja auto ceste na koridoru 5C moguća je izgradnja TS 35/SN Pločnik.

Osim priključnih vodova za nove TS 35/10(20) kV, uz definirani porast opterećenja nije planirana izgradnja novih vodova, jer je postojeća mreža kvalitetna, a ulaganje u rezervno napajanje na 35 kV nije opravdano radi niskog opterećenja i velike udaljenosti radijalno

napajanih transformatorskih stanica. Zaključno, planirana je sljedeća dinamika izgradnje novih vodova 35 kV:

- od 2011. do 2015. godine 10 km nadzemnog voda 35 kV za priključak TS 35/10(20) kV Podnovlje
- od 2011. do 2015. godine 20% troškova priključenja malih hidroelektrana na slivu rijeke Bosne.

Osim ovih vodova, u planovima Elektro Doboja je i izgradnja sljedećih rezervnih vodova za dvostrano napajanje, koji nisu izravno uvršteni u plan, jer ne zadovoljavaju definirane kriterije:

- vod 35 kV Jelah – Žarkovina i
- vod 35 kV Osječani – Kotorsko.

U slučaju bržeg porasta opterećenja ili poslovne odluke uvjetovane drugim razlozima, nema zapreke da se navedeni vodovi uvrste u plan ulaganja Elektro Doboja.

Većina ulaganja u primarnu mrežu srednjeg napona odnosi se na obnovu postojećih TS 35/10(20) kV i vodova 35 kV. Iako je dio nedavno obnovljen, ostaje još uvijek veliki broj objekata koje do 2020. godine treba obuhvatiti planom obnove. Od 17 TS 35/10(20) kV u vlasništvu Elektro Doboja, planirana je obnova 13 do 2020. godine, pri čemu je dinamika na temelju vremena proteklog od izgradnje ili posljednje obnove definirana na sljedeći način:

- do 2010. godine 5 TS 35/10(20) kV: Usora, Rudanka, Kotorsko, Stanari i Derventa (postrojenje 35 kV i 10 kV),
- od 2011. do 2015. godine 2 TS 35/10(20) kV: Blatnica i Žarkovina te
- od 2016. do 2020. godine 6 TS 35/10(20) kV: Modran, Teslić (postrojenje 35 kV i 10 kV), Klupe, Šamac 1, Šamac 2 i Batkusa.

Budući da nisu poznati podaci o starosti transformatora 35/10(20) kV, potrebna nabava novih je grubo procijenjena na temelju postojećeg broja transformatora i očekivanog porasta opterećenja na sljedeći način:

- do 2010. godine dva transformatora 4 MVA
- od 2011. do 2015. godine dva transformatora 8 MVA, te
- od 2016. do 2020. godine dva transformatora 8 MVA.

Budući da je životni vijek vodova 35 kV nešto duži, od ukupno 143 km do 2020. godine je za obnovu planirano 45 km prema sljedećoj dinamici, temeljenoj na vremenu proteklom od izgradnje ili posljednje veće rekonstrukcije:

- do 2010. godine 12 km,
- od 2011. do 2015. godine 11 km te
- od 2016. do 2020. godine 23 km.

5.5.1.3. Elektro Bijeljina

Sustav distribucije električne energije na području Elektro Bijeljina je po koncepciji vrlo sličan sustavu Elektro Doboja. Iako postoji izravna transformacija, raširenije je korištenje mreže 35 kV i transformacije 35/10 kV. Posebno je važna sličnost sekundarne mreža srednjeg napona, koja je u cijelosti u pogonu na 10 kV, sa prosječnim udjelom opreme 20 kV reda veličine nekoliko postotaka, osim na području Vlasenice, gdje dosiže oko 20%, te ne području Bratunca. Ukupno promatrano, udio transformacije 10(20)/0,4 kV je 8%, nadzemne mreže 10(20) kV 17%, a kabelske 5%.

Pregled transformacije 110/SN, 35/SN te vodova 35 kV daju Tablica 5.35, Tablica 5.36 i Tablica 5.37. Nisu poznata vršna, već prosječna opterećenja TS 35/10 kV, ali se može grubo

pretpostaviti da je vršno opterećenje za faktor 1,3 veće te ukupni faktor $1,3 \times 1,5 = 2$ daje očekivano vršno opterećenje 2020. godine. Na temelju takve pretpostavke, može se zaključiti da je trenutno visoko opterećena jedino TS 35/10 kV Bijeljina III, a nešto više relativno opterećenje imaju i TS 35/SN Bijeljina II, Modran i Zvornik. Sve navedene transformatorske stanice su pouzdano napajane na 35 kV.

Mreža 35 kV je vrlo kvalitetna. Gotovo svi nadzemni vodovi su presjeka Al/Fe 95 mm² ili većeg, a za preostale stare vodove malog presjeka postoje planovi rekonstrukcije u Al/Fe 95 mm² ili izgradnje novih vodova.

Tablica 5.35. Transformatorske stanice 110/SN na području ERS – Elektro Bijeljina

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon	Kratki opis stanja
Bijeljina 1	T1	110/36,75/10,5	20/20	1999	
	T2	110/36,75/10,5	20/20	1983	
	T3	110/2x10,5/10,5	20/20/6,7	1999	rezerva paralelno s T2
Bijeljina 2	T1	110/2x10,5	12,5/12,5	1982	
	T2	110/2x10,5	12,5/12,5	1982	
Bijeljina 3	T1	110/36,75/10,5	20/20/6,67	2000	
	T2	110/36,75/10,5	40/27/27	2003	
Ugljevik	T1	400/115/31,5	300/300/100	1984	tercijar 30 kV izoliran
	T2	110/35/7,2	31,5/31,5/10,5	1982	u pogonu na 35 kV
Lopare	T1	110/2x10,5/10,5	20/20/14	2002	
Srebrenica	T1	110/36,75/2x10,5	20/20/14	2001	
	T2	110/36,75/10,5	40/40/27	1987	
Vlasenica	T1	110/36,75/10,5	20/20/14	1983	
Zvornik	T	110/36,75/10,5	20/20/6,67	1978	

Izvor: Elektroprijenos BiH

Osim navedenih, nedavno je dovršena i TS 110/10(20) kV Bijeljina 4 na lokaciji TS 35/10(20) kV Janja te više neće biti potrebno napajanje područja jugoistočno od Bijeljine iz Republike Srbije.

Tablica 5.36. Transformatorske stanice 35/SN na području ERS – Elektro Bijeljina

Naziv TS	Vlasništvo ¹⁾	Nazivni naponski omjer [kV]	SDV	Godina izgradnje	Ugrađena snaga [MVA]	Prosječna snaga [MVA]
Bijeljina II	D	35/10	ne	1977	8; 8	8,24
Bijeljina III	D	35/10	ne	1986	8; 8	10,25
Ostojicevo	D	35/10	ne	1981	8; 4	3,69
Dvorovi	D	35/10	ne	2005	8	2,64
Janja	D	35/10	ne	1986	8	3,74
Pelagicevo	D	35/10	ne		4; 4	2,94
D. Čađavica	D	35/10	ne	2005	8	3,54
Ugljevik	G	35/10	ne			
Priboj	D	35/10	ne	1980	2,5	1,36
Modran	D	35/10	ne	1959, 1990	8; 8	5,37
Kamenica	D	35/10	ne	2002	4	0,93
Zvornik	D	35/10	ne	1966, 1986	8; 4	5,25
Kozluk	D	35/10	ne	1983	8	2,61
Caparde ¹⁾	D	35/10	ne	1992	2,5	0,92
Karakaj	D	35/10	ne	1976	8; 8	4,76
Branjevo	D	35/10	ne	2003	8	1,47
Zvornik 1	P	110/SN	da	1977	16	7,51
Bratunac I	D	35/10	ne	1965, 2003	8	1,43
Bratunac II	D	35/10	ne	1986	4; 8	2,39
Kravice	D	35/10	ne	1991, 2000	8	0,24
Srebrenica	D	35/10	ne	1976, 2003	8	
Zeleni Jadar	D	35/10	ne	2004	4	-
Potočari	P	110/SN	da	1974, 2002	20; 27	7,43
Sase	K	35/10	ne	1976	8	1,77
Vlasenica	P	110/SN	da	1979	20, 8	7,86
Milići	D	35/10	ne	1974	4	2,05
Šekovići	D	35/10	ne	1975, 2000	4; 2,5; 1	1,40
Han Pijesak	D	35/10	ne	1977	4	1,42
Nova Kasaba	D	35/10	ne	1950, 1978	1,6	0,43
HE Vlasenica	G	35/10	ne	1950, 1974	2,5; 1	0,91
Gunjaci	K	35/6	ne			

¹⁾ Provizorna (limom oklopljena)

Izvor: ERS

Tablica 5.37. Vodovi 35 kV na području ERS – Elektro Bijeljina

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Nazivni napon [kV]	Vrsta voda	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Vrsta stupova / izolacije	Duljina [m]	Godina izgradnje	Napomena
TS Bijeljina 1	TS Bijeljina II	35	NV	AlFe	120/35	ČEL	2.129	1977	
TS Bijeljina 3	TS Ostojićevo	35	KV		185	EHP 48	304		
			NV	AlFe	120/35	ČEL	10.477	2002	
TS Bijeljina 3	TS Bijeljina II	35	KV		185	EHP 48	304		
			NV	AlFe	120/35	ČEL	799	2002	
TS Bijeljina 1	TS Bijeljina III	35	KV	Al	185	XHP 48	2.730	1990	
TS Lešnica	TS Janja	35	NV	AlČe	3x95	ČEL	905	1992	
TS Bijeljina 3	TS Dvorovi	35	KV	Al	240	XHP 48	300		
			NV	AlFe	150/35	ČEL	7.271	2006	
TS Bijeljina 1	TS Čađavica	35	NV	AlFe	120/35	ČEL	3.660	2005	
TS 35/10 kV Modran	TE Ugljevik	35	NV	AlFe	120/20	ČEL	4.124	1977	
TS 35/10 kV Modran	TS 35/10 kV Priboj	35	NV	Cu	35	ČEL	12.863	1952, 1984	2007.g. planirana izgradnja novog DV 35 kV TE - Priboj
TS 35/10 kV Modran	TS 35/10 kV Brezovo polje	35	KV	Al	150	XHP 48 A	200	2001	
			NV	AlFe	95/15	ČEL	17.100	2001	
HE Zvornik	TS 35/10 kV Zvornik	35	KV	Al	150	XHP 48A	156	1973, 2003	
			NV	AlFe	120/20	ČEL	1.380	1973, 2003	
			NV	AlFe	120/20	ČEL	1.782	1973, 1986	
HE Zvornik	TS 35/10 kV Karakaj	35	NV	AlFe	95/15	ČEL	4.172	1955, 1977	nije naše vlasništvo
			NV	AlFe	95/15	BET	80	1955, 1977	nije naše vlasništvo
			NV	AlFe	150/25	BET	295	1955, 1977	nije naše vlasništvo
			NV	AlFe	95/15	BET+1 ČEL	1.108	1955, 1977	nije naše vlasništvo
			NV	AlFe	120/20	ČEL	1.186	1977	dupli dalekovod
TS 35/10 Kamenica	TS 35/10 kV Nova Kasaba	35	NV	AlFe	120/20	ČEL	19.700	1973	
TS 35/10 kV Zvornik	TS 35/10 Kamenica	35	NV	AlFe	120/20	ČEL	1.782	1973, 1986	dupli dalekovod
			NV	AlFe	120/20	ČEL	6.718	1973	

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Nazivni napon [kV]	Vrsta voda	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Vrsta stupova / izolacije	Duljina [m]	Godina izgradnje	Napomena
			KV	Al	150	TSLE - A	281	2003	
TS 35/10 Kozluk	TS 35/10 Branjevo	35	NV	AlFe	120/20		30	1984	
			NV	AlFe	95/15	BET+2 ČEL	7.222	1955, 1977	nije naše vlasništvo
			NV	AlFe	120/20	ČEL	2.378	2003	dupli dalekovod
			KV	Al	150	XHE 49	145	2003	
TS 35/10 kV Karakaj	TS 35/10 Kozluk	35	NV	AlFe	120/20	ČEL	1.186	1955, 1977	dupli dalekovod
			NV	AlFe	95/15	BET	9.605	1955, 1977	dupli dalekovod, nije naše vlasništvo
			NV	AlFe	120/20	ČEL	30	1984	
TS 110/SN kV Zvornik	TS 35/10 kV Zvornik	35	NV	AlFe	120/20	ČEL	3.017	1981	
TS 110/SN kV Zvornik	TS 35/10 kV Caparde	35	NV	AlFe	120/20	ČEL	2.150	1981	
			NV	AlFe	95/15	ČEL	800	1981	
			NV	AlFe	120/20	ČEL	5.150	1981	
			NV	AlFe	35/6	DRV	100	1992	
TS 110/SN kV Zvornik	TS 35/10 kV Karakaj	35	NV	AlFe	120/20	ČEL	4.944	1981	
TS 110/SN kV Loznica (EPS)	TS 35/10 Branjevo	35	NV	AlFe	95/15	BET	1.678	1955, 1977	nije naše vlasništvo
			NV	AlFe	150/25	ČEL	386	1955, 1977	nije naše vlasništvo
			NV	AlFe	95/15	BET+2 ČEL	741	1955, 1977	nije naše vlasništvo
			NV	AlFe	120/20	ČEL	2.378	2003	
			KV	Al	150	XHE 49A	145	2003	
TS 35/10 kV Bratunac I	TS 35/10 kV Bratunac II	35	KV	Cu	120	XHP49	25	1997	
			NV	AlFe	120/20	ČEL	3.798	1997	
TS 35/10 kV Bratunac I	TS 35/10 kV Kravica	35	NV	AlFe	50/8	ČEL	8.760	1958	potrebna rekonstrukcija - nema zaštitnog užeta
TS 35/10 kV Bratunac II	TS 35/10 kV Sase	35	NV	AlFe	120/20	ČEL	5.808	1986	
TS 35/10 kV Bratunac II	TS 110/SN kV Ljubovija (EPS)	35	NV	AlFe	120/20	ČEL	2.306	1986	

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Nazivni napon [kV]	Vrsta voda	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Vrsta stupova / izolacije	Duljina [m]	Godina izgradnje	Napomena
TS 35/10 kV Kravica	TS 35/10 Nova Kasaba	35	NV	AlFe	50/8	ČEL	10.000	1958	potrebna rekonstrukcija - nema zaštitnog užeta
TS 35/10 kV Srebrenica	TS 35/10 Zeleni Jadar	35	NV	AlFe	120/20	ČEL	10.000	1976	
TS 110/SN kV Potocari	TS 35/10 kV Bratunac I	35	NV	AlFe	95/15	ČEL	2.090	1976	dupli dalekovod
			NV	AlFe	50/8	ČEL	3.000	1958	potrebna rekonstrukcija - nema zaštitnog užeta
TS 110/SN kV Potocari	TS 35/10 kV Srebrenica	35	NV	AlFe	120/20	ČEL	5.000	1976	
TS 110/SN kV Potocari	TS 35/10 kV Sase	35	NV	AlFe	95/15	ČEL	2.090	1976	dupli dalekovod
			NV	AlFe	50/8	ČEL	5.808	1958	potrebna rekonstrukcija - nema zaštitnog užeta
TS 110/SN kV Vlasenica	TS 35/10 kV Milici	35	NV	AlFe	120/20	ČEL	6.500	1980	
			NV	AlFe	95/15	ČEL	4.500	1968	
TS 110/SN kV Vlasenica	TS 35/10 kV Sekovici	35	NV	AlFe	95/15	ČEL	16.500	1999	
TS 110/SN kV Vlasenica	TS 35/10 kV Zalukovik (u HE)	35	NV	AlFe	120/20	ČEL	5.400	1980	
			NV	AlFe	95/15	ČEL	4.500	1968	
TS 35/10 kV Milici	TS 35/10 Nova Kasaba	35	NV	AlFe	95/15	ČEL	7.000	1968, 2000	
TS 35/10 kV Milici	TS 35/10 Gunjaci	35	NV	AlFe	120/20	ČEL	17.200	1974, 2006	
TS 35/10 kV Zalukovik (u HE)	TS 35/10 Han Pijesak	35	NV	AlFe	95/15	ČEL	8.100	1978, 2006	

Izvor: ERS

U svim značajnije opterećenim TS 35/10 kV osigurana je rezerva u transformaciji, bilo u samoj transformatorskoj stanici, bilo preko mreže 10 kV iz drugih obližnjih TS 35/10 kV, TS 110/10 kV ili tercijara TS 110/35/10 kV. Najizgledniji potencijalni kandidati za izgradnju rezervnog napajanja na 35 kV su radijalno napajane TS 35/10 kV Ostojićevo i Dvorovi. Izgradnja oko 10 km dugačkog voda 35 kV Ostojićevo – Dvorovi bi bila ekonomski opravdana pri zajedničkom opterećenju oko 6 MVA. U skladu s tim i planiranom izgradnjom TS 35/10(20) kV Slobomir, do 2015. godine je planirana izgradnja 10 km voda Slobomir – Ostojićevo. Osim toga, planirana je izgradnja voda Ugljevik – Priboj kao zamjene za dotrajali vod Modran – Priboj (Al/Fe 35 mm² iz 1952. godine) te izgradnja voda 35 kV TS 110/35/10 kV Bijeljina 4 – Branjevo radi osiguranja dvostranog napajanja područja od Bijeljine do Zvornika u potpunosti iz postrojenja ERS.

Osim planirane izgradnje priključnog voda i TS 35/10 kV Bijeljina IV, koja bi trebala rasteretiti TS 35/10 kV Bijeljina III i TS 110/SN Bijeljina 1, planirana je najprije izgradnja voda 35 kV Dvorovi – Slobomir, koji bi bio u pogonu pod 10 kV dok opterećenje nove potrošnje stambenih naselja i poslovne zone ne dosegne razinu potrebe izgradnje TS 35/10(20) kV Slobomir.

U skladu s gore navedenim, nakon izgradnje TS 110/SN Bijeljina 4, referentnim planom nije predviđena izgradnja novih TS 110/SN, već samo ugradnja transformatora u postojeće:

- od 2011. do 2015. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/SN Vlasenica (110/35/10 kV snage barem 20/20/14 MVA);
- od 2011. do 2015. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/SN Zvornik (110/35/10 kV snage barem 20/20/14 MVA);
- od 2016. do 2020. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/SN Lopare (110/10(20)/10 kV 20/20/14 MVA);

Mogući izuzetak u slučaju porasta opterećenja bitno većeg od planiranog je dodatna analiza potrebe izgradnje TS 110/SN Slobomir.

Osim navedenog, potrebno je osigurati pouzdano napajanje područja jugoistočno od Srebrenice. Dugoročno je planirana izgradnja dvije TS 35/10 kV (Skelani i Fakovići) i 35 kV petlje Zeleni Jadar – Skelani – Fakovići – Bratunac II. Do 2020. godine će se vjerojatno pojaviti i neko drugo područje koje će zahtijevati izgradnju nove transformatorske stanice radi zadovoljavajućeg napajanja kupaca. Radi toga nije moguće točno definirati potrebnu dinamiku izgradnje transformacije 35/10 kV, već je kao najvjerojatnija pretpostavljena sljedeća:

- do 2010. godine izgradnja gradske TS 35/10 kV Bijeljina IV,
- od 2011. do 2015. godine izgradnja vangradske TS 35/10 kV Skelani te
- od 2011. do 2015. godine izgradnja vangradske TS 35/10 kV Slobomir te
- od 2016. do 2020. godine izgradnja vangradske TS 35/10 kV na području s velikim padovima napona (moguća: Fakovići).

U skladu s navedenom dinamikom izgradnje TS 35/10 kV i vodovima za rezervno napajanje, planirana je sljedeća dinamika izgradnje novih vodova 35 kV:

- do 2010. godine 5 km kabela za priključenje TS 35/10 kV Bijeljina IV, 5 km kabela TS 110/35/10 kV Bijeljina 3 – TS 35/10(20) kV Bijeljina III, 12 km nadzemnog voda Ugljevik – Priboj, 10 km nadzemnog voda Dvorovi – Slobomir,
- od 2011. do 2015. godine 15 km nadzemnog voda za priključenje TS 35/10 kV Skelani i 10 km nadzemnog voda Ostojićevo – Slobomir te
- od 2016. do 2020. godine 15 km nadzemnog voda prema području s velikim padovima napona

U slučaju porasta opterećenja većeg od predviđenog referentnim scenarijem ili izgradnje na novom području koje se ne može napajati iz postojećih objekata, u planovima razvoja Elektro Bijeljine je i izgradnja TS 35/10(20) kV Bijeljina V.

Sve postojeće TS 35/10(20) kV u vlasništvu operatora distribucijske mreže ostaju dugoročno u pogonu te je potrebno planirati njihovu obnovu. Poznato je da je najhitnija obnova provizorne TS 35/10 kV Caparde, a za ostale objekte je kriterij obnova 30 godina nakon izgradnje ili posljednje značajnije obnove, što daje sljedeću dinamiku obnove transformacije 35/10 kV do 2020. godine:

- do 2010. godine obnova 6 TS 35/10(20) kV: Caparde, Milići, Karakaj, Bijeljina II, Han Pijesak i Nova Kasaba;
- od 2011. do 2015. godine obnova 3 TS 35/10(20) kV: Priboj, Ostojićevo i Kozluk,
- od 2016. do 2020. godine obnova 3 TS 35/10(20) kV: Bijeljina III, Bratunac II i Zvornik.

Budući da nisu poznati podaci o starosti transformatora 35/10(20) kV, potrebna nabava novih je grubo procijenjena na temelju postojećeg broja transformatora i očekivanog porasta opterećenja na sljedeći način:

- do 2010. godine 2 transformatora 4 MVA
- od 2011. do 2015. godine dva transformatora 8 MVA, te
- od 2016. do 2020. godine dva transformatora 8 MVA.

Prema definiranim kriterijima, u nedostatku točnih podataka o stanju nadzemnih vodova 35 kV, obnova je planirana 35 godina nakon izgradnje ili posljednje značajnije obnove. Dobivena je sljedeća dinamika za vodove presjeka Al/Fe 95 mm² i većeg:

- do 2010. godine 36 km,
- od 2011. do 2015. godine 28 km te
- od 2016. do 2020. godine 28 km.

Za nadzemni vod 35 kV Modran – Priboj nije planirana obnova, već izgradnja zamjenskog voda. Planiran je obnova vodova presjeka Al/Fe 50 mm² u okolici Srebrenice. Ukupno 28 km vodova potrebno je obnoviti do 2010. godine.

5.5.1.4. Elektrodistribucija Pale

Na području Elektrodistribucije Pale rasprostranjena je izravna transformacija 110/10 kV, koja se koristi u svih sedam transformatorskih stanica, ali istovremeno je u pogonu i 21 TS 35/10 kV. Međutim, postupni prijelaz na izravnu transformaciju vidljiv je u strukturi mreže 35 kV. Za razliku od mreže Elektro Doboja ili Bijeljine, udio vodova s vodičima presjeka manjeg od Al/Fe 95 mm² je vrlo velikih 63%. Dio starih vodova prolazi paralelno s novim vodovima 110 kV i napaja TS 35/0,4 kV. Za njih nije planirana sustavna obnova.

Mali dio (pet TS 20/0,4 kV) sekundarne mreže srednjeg napona na području Goražda je u pogonu na 20 kV, a u ostatku mreže u pogonu na 10 kV udio elemenata mreže pripremljenih za 20 kV je sljedeći: 30% transformatora i TS 10(20)/0,4 kV te 34% nadzemne i 32% kabelske mreže 10(20) kV. Budući da se na temelju toga ne može očekivati značajnije povećanje sekundarne distribucijske mreže srednjeg napona na 20 kV u promatranom razdoblju, planirano je zadržavanje u pogonu postojećih TS 35/10 kV i vodova 35 kV. Udaljenosti između TS 110/10 kV su prevelike za bilo kakvo drugo rješenje do budućeg prijelaza na pogon na 20 kV.

Tablica 5.38. Transformatorske stanice 110/SN na području ERS – Elektrodistribucija Pale

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon	Kratki opis stanja
Sarajevo 20 (Lukavica)	T1	400/231/31,5	400/400/100	2004	
	T2	400/115/31,5	300/300/100	1986	
	T3	110/2x10,5/10,5	20/20/14		
	T4	110/10,5/36,75	20/20/14		
Pale	T1	110/10,5/36,75	20/20/14	1978	
	T2	110/10,5/36,75	20/20/14	1978	
Sokolac	T1	110/10,5/36,75	20/20/14	1980	
Rogatica	T1	110/10,5/36,75	20/20/14	1980	
Višegrad	T1	400/245/72,5	400/400/100	1979	
	T2	400/115/31,5	300/300/10	1988	trajan kvar
	T3	110/10,5/36,75	20/20/14		
	T4	126,5/21,0/10,5	16/16/5,35	1972	malo se koristi
Goražde 2	T1	110/21/10,5	20/20/14	1988	
Foča	T1	110/10,5/36,75	20/20/14	1981	
	T2	110/10,5/36,75	20/20/14	1981	

Izvor: Elektroprijenos BiH

Tablica 5.39. Transformatorske stanice 35/SN na području ERS – Elektrodistribucija Pale

Naziv TS	Vlasništvo ¹⁾	Nazivni naponski omjer [kV]	Građevinska izvedba ²⁾	SDV	Godina izgradnje	Ugrađena snaga [MVA]
KORAN 35/10	D	35/10	Z	NE	1966	2x4
PODGRAB 35/10	D	35/10	L	NE	1981	2,5
MOKRO 35/10	D	35/10	L	NE	1981	4
JAHORINA 35/10	D	35/10	Z	NE	1983	2x4
VOJKOVIĆI 35/10	D	35/10	Z	NE	1966	2x4
ENERGOINVEST 35/10	K	35/10	Z	NE	1974	7,2
SOKOLAC 35/10	D	35/10	Z	NE	1966	2x4
BUK BIJELA 35/10	D	35/10	L	NE	1981	2,5
FOČA 35/10	D	35/10	Z	NE	1980	6,5
MILJEVINA 35/10	D	35/10	Z	NE	1979	1,6
ČELEBIĆI 35/10	D	35/10	Z	NE	1962	

Naziv TS	Vlasništvo ¹⁾	Nazivni naponski omjer [kV]	Građevinska izvedba ²⁾	SDV	Godina izgradnje	Ugrađena snaga [MVA]
BORIKE 35/10	D	35/10	Z	NE	1987	1,6
TRNOVO 35/10	D	35/10	Z	NE	1966	2x2.5
BOGATIĆI 35/10	D	35/10	Z	NE	1947	2,5
NOVO GORAŽDE 35/10	D	35/10	Z	NE	1998	2x2.5
NOVO GORAŽDE 35/20	D	35/20	Z	NE	1998	2x4
JAŽIĆI 35/10	D	35/10	L	NE	1983	4
DOBRO POLJE 35/10	D	35/10	Z	NE	1985	2,5
ČAJNIČE-LUKE 35/10	D	35/10	L	NE	1978	2,5
GOJAVA 35/10	D	35/10	Z	NE	1976	4,1
HREŠA 35/10	D	35/10	L	NE	1966	4

¹⁾ Vlasništvo: D – Elektrodistribucija Pale, K - kupac

²⁾ Građevinska izvedba: Z – zidana zgrada, L – limeni kontejner

Izvor: ERS

U transformaciji 110/SN planirana su za potrebe distribucije električne energije do 2020. godine sljedeća ulaganja:

- od 2016. do 2020. godine zamjena transformatora u TS 110/SN Pale (110/10(20)/35 kV 40/40/14 MVA);
- od 2016. do 2020. godine ugradnja drugog transformatora u TS 110/SN Sokolac (110/10(20)/35 kV 20/20/14 MVA, primjerice iz TS 110/SN Pale).

Osim toga, za potrebe u prvom redu priključenja malih hidroelektrana na području Goražda i Pala planirane su (već spomenute u poglavlju 5.2.1.1) TS 110/SN Prača i Ustikolina.

Opterećenja TS 35/10(20) kV nisu poznata, ali je iz opterećenja TS 110/SN i ugrađene snage transformacije u TS 35/10 kV jasno da se u pravilu radi o malim vrijednostima. Osim toga, transformatorske stanice 110/SN i 35/10 kV su međusobno relativno malo udaljene te se ne očekuju veći problemi u mreži 10 kV. To su razlozi radi kojih nije planirana izgradnja novih transformatorskih stanica, već samo obnova postojećih. Mogući porast opterećenja će se rješavati daljnjim prebacivanjem opterećenja na izravnu transformaciju ili, ako je nužno, ugradnjom transformatora 35/10 kV veće snage. Obnova postojećih transformatorskih stanica, u skladu s zadanim kriterijima, planirana je sljedećom dinamikom:

- do 2010. godine 9 TS 35/10(20) kV: Bogatići, Koran, Vojkovići, Sokolac, Trnovo, Hreša, Gojava, Čajniče-Luke i Miljevina,
- od 2011. do 2016. godine 6 TS 35/10(20) kV: Foča, Podgrab, Mokro, Buk Bijela, Jahorina i Jažići,
- od 2016. do 2020. godine 2 TS 35/10(20) kV: Dobro Polje i Borike.

Tablica 5.40. Vodovi 35 kV na području ERS – Elektrodistribucija Pale

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Nazivni napon [kV]	Vrsta voda	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Vrsta stupova / izolacije	Duljina [m]	Godina izgradnje
TS 110/35/10 kV Lukavica	TS 35/10 kV Energoinvest	35	NV	AlFe	3*95	ČEL	700	1988
TS 35/10 kV Energoinvest	TS 35/10 kV Vojkovići	35	NV	AlFe	3*95	ČEL	4630	1963, obnovljen
TS 110/35/10 kV Lukavica	HE Bogatići	110 (35)	NV	AlFe	3*120	ČEL	11770	1988, 2005
HE Bogatići	TS 35/10 kV Trnovo	110 (35)	NV	AlFe	3*240	ČEL	8070	1971, obnovljen
TS 35/10 kV Trnovo	TS 35/10 kV Dobro polje	110 (35)	NV	AlFe	3*240	ČEL	11820	1998, obnovljen
TS 35/10 kV Dobro polje	TS 35/10 kV Jažići	35	NV	AlFe	3*120	DRV	11950	1982
TS 35/10 kV Jažići	TS 35/10 kV Miljevina	35	NV	AlFe	3*50	DRV	14080	1978
Otcjep	TS 35/10 kV Dobro polje	35	NV	AlFe	3*120	ČEL	300	1998
Otcjep	TS 35/10 kV Jažići	35	NV	AlFe	3*120	DRV	20	1983
TS 110/35/10 kV Foča	TS 35/10 kV Foča	35	NV	AlFe	3*120	ČEL	1500	1980
TS 35/10 kV Foča	TS 35/10 kV Miljevina	35	NV	Cu	3*35	DRV	10790	1980, 2005
TS 110/35/10 kV Foča	TS 35/10 kV Buk Bijela	35	NV	AlFe	3*50	DRV	2414	1980

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Nazivni napon [kV]	Vrsta voda	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Vrsta stupova / izolacije	Duljina [m]	Godina izgradnje
TS 110/35/10 kV Pale	TS 35/10 kV Jahorina	35	NV	AlFe	3*95	ČEL	10330	1987
TS 110/35/10 kV Pale	TS 35/10 kV Koran	35	NV	AlFe	3*50	DRV	2500	1988
TS 35/10 kV Koran	TS 35/10 kV Podgrab	35	NV	AlFe	3*50	DRV	13730	1977
TS 110/35/10 kV Pale	TS 35/10 kV Sokolac	35	NV	Cu	3*70	DRV	28150	1961
Otcjep	TS 35/10 kV Hreša	35	NV	Cu	3*70	DRV	7020	1966
Otcjep	TS 35/10 kV Mokro	35	NV	Cu	3*70	DRV	300	1968
TS 110/35/10 kV Sokolac	TS 35/10 kV Sokolac	35	KV	IPZ013A	3*150	IPZ013	700	1984
TS 110/35/10 kV Rogatica	TS 35/10 kV Sokolac	35	NV	Cu	3*70	DRV	28570	1977
TS 110/35/10 kV Rogatica	HE Mesići	35	NV	Cu	3*70	DRV	6270	1975
TS 110/35/10 kV Rogatica	TS 110/352/10 kV Višegrad	35	NV	AlFe	3*50	DRV	26300	1958
Otcjep	TS 35/10 kV Borike	35	NV	AlFe	3*50	DRV	6900	1986
TS Sastavci (Srbija)	TS 35/10 kV Rudo	35	NV	AlFe	3*70	DRV	7590	
TS Židovci (Crna Gora)	TS 35/10 kV Čajniče	110 (35)	NV	AlFe	3*150	ČEL	30000	

Izvor: ERS

Budući da nisu poznati podaci o starosti transformatora 35/10(20) kV, potrebna nabava novih je grubo procijenjena na temelju postojećeg broja transformatora i očekivanog porasta opterećenja na sljedeći način:

- do 2010. godine 2 transformatora 4 MVA
- od 2011. do 2015. godine dva transformatora 8 MVA te
- od 2016. do 2020. godine dva transformatora 8 MVA.

U nedostatku točnih podataka o stanju nadzemnih vodova 35 kV, obnova je planirana 35 godina nakon izgradnje ili posljednje značajnije obnove, što za vodove presjeka Al/Fe 95 mm² i većeg znači 13 km od 2016. do 2020. godine.

Na jednaki način je dobiven plan obnove vodova presjeka manjeg od Al/Fe 95 mm². Nije planirana obnova vodova Višegrad – Rogatica – Sokolac pa preostaje ukupno 72 km:

- do 2010. godine 35 km,
- od 2011. do 2015. godine 34 km te
- od 2016. do 2020. godine 3 km.

5.5.1.5. Elektrohercegovina

Elektrohercegovina je najmanje distribucijsko područje ERS, sa pet TS 110/SN te osam TS 35/10 kV u vlasništvu operatora distribucijske mreže. Pregled glavnih karakteristika transformacije daju Tablica 5.41 i Tablica 5.42. Vidljivo je da su opterećenja vrlo mala, osim na području Trebinja.

Sekundarna mreža srednjeg napona je u pogonu na 10 kV, a udio objekata pripremljenih za 20 kV je vrlo mali: 2% transformacije, 10% nadzemne i 76% kabelske mreže 10(20) kV. Unatoč tomu, radi malih opterećenja se ne očekuju problemi u distribucijskoj mreži 10 kV, iako se u promatranom razdoblju ne može planirati prijelaz na pogon na 20 kV.

Svi vodovi 35 kV osim voda Bileća – Plana, koji napaja opterećenje od 0,5 MVA, su velikog presjeka i zadovoljavaju tijekom čitavog promatranog razdoblja.

Tablica 5.41. Transformatorske stanice 110/SN na području ERS – Elektrohercegovina

Naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon	Kratki opis stanja
Trebinje	T1	400/231/31,5	400/400/100	1979	tercijar se ne koristi
	T2	220/115/10,5	150/150/50	1968	tercijar se ne koristi
	T3	110/35	20		
	T4	110/35	20		
Trebinje 1	T1	110/10/35	20/20/14		
Gacko	T1	110/35/6	31,5		
	T2	110/35/6	31,5		
Bileća	T1	110/2x10,5/36,75	10/10/3		
	T2	110/10,5/36,75	20/20/14		
Nevesinje	T1	110/2x10,5/10,5	20/20/5,3		

Izvor: Elektroprijenos BiH

Tablica 5.42. Transformatorske stanice 35/SN na području ERS – Elektrohercegovina

Naziv TS	Vlasništvo ¹⁾	Nazivni naponski omjer [kV]	SDV	Godina izgradnje	Ugrađena snaga [MVA]	Vršna snaga [MVA]
TS 35/10 kV TREBINJE 2	D	35/10	NE	1975	8+8	11,5
TS 35/10 kV GRANČAREVO	D	35/10	NE	1979	1,6+1	0,9
TS 35/10 kV VELIČANI	D	35/10	NE	1981, 1999	2,5	0,5
TS 35/10 kV VOLUJAC	D	35/10	NE	1990, 1999	4	1,2
TS 110/35/10 kV TREBINJE 1	P	110/35/10	NE	1982	20	10,7
HE TREBINJE 2	G	VN/35	DA			
TS 35/10 kV PLANA	D	35/10	NE	1963	2,5+1	0,5
TS 35/10 kV BERKOVIĆI	D	35/10	NE	2000	2,5	0,9
TS 110/35/10 kV BILEĆA	P	110/35/10		1958		4,0
TS 35/10 kV KOVNICA	K	35/10		1980	4+4	
TS 35/10 kV GACKO	D	35/10 kV	NE	1977	4+2,5	4,2
TE GACKO	G	VN/35				
TS 35/10 kV LJUBINJE	D	35/10	NE	1974	2,5+2,5	1,0
TS 110/10(20) kV NEVESINJE	P	110/10(20)				

Izvor: ERS

Tablica 5.43. Vodovi 35 kV na području ERS – Elektrohercegovina

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Nazivni napon [kV]	Vrsta voda	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Vrsta stupova	Duljina [m]	Godina izgradnje
RP	Račva za TS Trebinje 2	35	NV	Al/Fe	95	ČEL	3385	
Račva za TS Trebinje 2	TS Trebinje 2	110	NV	Al/Fe	95	ČEL	1000	1977
Račva za TS Trebinje 2	HET 2	35	NV	Al/Fe	95	ČEL	2777	
HET 2	HET 1	35	NV	Al/Fe	95	ČEL	12482	1960
HET 1	Granica RCG-stup 161(162)	35	NV	Al/Fe	95	ČEL	3763	
HET 2	TS Trebinje 1	35	NV	Al/Fe	95	ČEL	3146	
TS Trebinje 1	RP	35	NV	Al/Fe	95	ČEL	8700	1960

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Nazivni napon [kV]	Vrsta voda	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Vrsta stupova	Duljina [m]	Godina izgradnje
HET 1	TS Grancarevo	35	NV	Al/Fe	95	ČEL	680	
RP	TS Industrijska zona	35	NV	Al/Fe	95	ČEL	2800	
TS Industrijska zona	Ivanica (stup 22)	35	NV	Al/Fe	150	ČEL	13133	1960
RP	TS Trebinje 1	35	NV	Al/Fe	95	ČEL	6800	
Trebinje 1	TS Trebinje 2	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	2350	
TE GACKO	35/10kV GACKO	35	NV	Al/Fe	95	ČEL	1000	1977
TS 110/35/10 kV Bileća	TS 35/10 kV Plana	35	NV	Al/Fe	50	ČEL	8400	1958
TS 110/35/10 kV Bileća	TS 35/10 kV Kovnica	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	1800	1980
TS 110/35/10 kV Bileća	TS 35/10 kV Kovnica	35	NV	Al/Fe	95	ČEL	450	1980

Izvor: ERS

Na području Elektrohercegovine planirana je izgradnja samo jedne nove TS 110/35/10(20) kV, u gradu Trebinju, radi pouzdanosti napajanja dijela grada na kojem je u tijeku intenzivna stanogradnja. Ukupno promatrano, planirana je sljedeća dinamika ulaganja u TS 110/SN:

- do 2010. godine ugradnja drugog transformatora (110/10(20)/10 kV 20/20/14 MVA) u TS 110/SN Nevesinje,
- od 2011. do 2015. godine izgradnja TS 110/35/10 kV Trebinje 3.

Postojeća opterećenja i planirani porast ne zahtijeva izgradnju novih TS 35/SN te je planirana samo obnova postojećih, ako je od izgradnje ili posljednje značajnije obnove prošlo više od 30 godine. U skladu s tim kriterijem, bilo bi potrebno do 2010. godine obnoviti svih pet transformatorskih stanica, što je teško ostvarivo. Radi toga je predložen sljedeći plan obnove do 2020. godine:

- do 2010. godine 3 TS 35/10(20) kV: Plana, Ljubinje i Trebinje 2 te
- od 2011. do 2015. godine 2 TS 35/10(20) kV: Gacko i Grancarevo.

Budući da nisu poznati podaci o starosti transformatora 35/10(20) kV, potrebna nabava novih je grubo procijenjena na temelju postojećeg broja transformatora i očekivanog porasta opterećenja na sljedeći način:

- do 2010. godine dva transformatora 4 MVA
- od 2011. do 2015. godine jedan transformator 4 MVA te
- od 2016. do 2020. godine jedan transformator 4 MVA.

Za osiguranje dvostranog napajanja općina Ljubinje i Berkovići bilo bi potrebno izgraditi vod 35 kV TS 35/10 kV Veličani – TS 35/10 kV Ljubinje – TS 35/10 kV Berkovići. No, bez značajnijeg porasta opterećenja navedenih transformatorskih stanica ulaganje nije ekonomski opravdano.

U nedostatku točnih podataka o stanju nadzemnih vodova 35 kV, obnova je planirana 35 godina nakon izgradnje ili posljednje značajnije obnove. Za dio mreže za koji nema podataka o starosti pretpostavljena je potreba obnove pola ukupne duljine te se dobiva sljedeća dinamika obnove vodova presjeka Al/Fe 95 mm² i većeg do 2020. godine:

- do 2010. godine 34 km,
- od 2011. do 2015. godine 14 km te
- od 2016. do 2020. godine 14 km.

5.5.2. Sekundarna mreža srednjeg napona

Planom izgradnje TS 110/SN definirana je izgradnja (ili dovršetak započete izgradnje) pet novih transformatorskih stanica, ali se neke od njih nalaze na lokacijama postojećih TS 35/SN. Transformatorske stanice za koje je potrebno planirati izgradnju priključne mreže srednjeg napona su Laktaši 2, Prnjavor 2 i Trebinje 3, a pripadajuće procjene duljine potrebnih vodova su:

- do 2010. godine: 10 km kablenskog voda (Laktaši 2)
- od 2011. do 2015. godine: 15 km kablenske mreže (Trebinje 3) i 10 km nadzemne mreže (Prnjavor 2)

Analogno je planirana izgradnja sedam TS 35/SN: Bijeljina IV, Skelani, Slobomir, Klakar, Majevac, Podnovlje te jedna vangradska na području s velikim padovima napona u mreži 10 kV. Odgovarajuća dinamika izgradnje priključnih vodova 10(20) kV je:

- do 2010. godine 15 km kablinskih vodova (Bijeljina IV),
- od 2011. do 2015. godine: 30 km nadzemne mreže (po 10 km za Skelane, Klakar i Majevac) te 10 km kablenske mreže (Slobomir)
- od 2016. do 2020. godine: 20 km nadzemne mreže (po 10 km za Podnovlje i jednu TS 35/SN na području s velikim padovima napona).

Radi povratka izbjeglica planirana je potpuna ili djelomična elektrifikacija oko stotinu naselja, pri čemu postoje velike razlike u veličini potrebne distribucijske mreže: od manje dodatne mreže niskog napona do TS 10(20)/0,4 kV snage više od 100 kVA, čitave pridružene mreže niskog napona duljine nekoliko kilometara i priključnog voda 10(20) kV također duljine nekoliko kilometara. Pretpostavljeno je uvrštavanje svih projekata u plan za razdoblje do 2010. godine. Na temelju dostavljenog pregleda planova elektrifikacije, utvrđena je potreba izgradnje ukupno 82 TS 10(20)/0,4 kV i 140 km priključnih nadzemnih vodova 10(20) kV:

- 23 transformatorske stanice SN/NN i 50,3 km priključnih SN vodova na području Elektrokrajine,
- 23 transformatorske stanice SN/NN i 19,8 km priključnih SN vodova na području Elektro Doboja,
- 28 transformatorskih stanica SN/NN i 45 km priključnih SN vodova na području Elektro Bijeljine (procjena uz pretpostavku da potpuna elektrifikacija naselja zahtijeva izgradnju TS 10(20)/0,4 kV i 1,5 km priključnog voda 10(20) kV) te
- 8 transformatorskih stanica SN/NN i 37,2 km priključnih SN vodova na području Elektrohercegovine.

Velika ulaganja planirana su za obnovu postojeće sekundarne mreže srednjeg napona. Kao prvi prioritet za obnovu (zamjenu) definirani su dijelovi mreže u pogonu na 6 kV. Radi se o relativno potpuno zanemarivom udjelu u ukupnoj duljini sekundarne mreže srednjeg napona (oko 1%), te je obnova planirana do 2010. godine: 73 km nadzemnih vodova 6 kV.

Do 2020. godine je planirana je obnova 50% magistralnih nadzemnih vodova malog presjeka (Al/Fe 35 mm² i manjih) i to u sljedećem približnom omjeru novih vodova: 70% nadzemnim vodovima Al/Fe 50 mm², 15% nadzemnim vodovima Al/Fe 95 mm² te 15% kablinskih vodova.

Ukupna duljina nadzemne mreže 10(20) kV je 9.000 km, od čega je duljina odcjepa procijenjena na 25% (2.250 km). Pretpostavljeno je da su vodiči odcjepa upravo oni malog presjeka, te se oduzimanjem od ukupne duljine vodova malog presjeka (6.300 km) dolazi do ukupne duljine magistralnih dionica jednake oko 4.000 km. Za obnovu je planirana polovica, linearnom dinamikom do 2020. godine, odnosno u svakom od tri promatrana intervala po:

- 467 km nadzemnih vodova Al/Fe 50 mm²,
- 100 km nadzemnih vodova Al/Fe 95 mm² i
- 100 km kablskih vodova.

Osim magistralnih vodova malog presjeka, koji su predviđeni za obnovu radi problema s padovima napona i opterećenjem, planirana je i obnova nadzemnih vodova velikog presjeka na čelično-rešetkastim stupovima. Razlog je njihova kvaliteta i potreba dugoročnog zadržavanja u pogonu. U nedostatku točnijih procjena stanja vodova, planirana je do 2020. godine linearna dinamika obnove svih 195 km (procjena) vodova, odnosno po 65 km tijekom svakog od tri promatrana vremenska intervala.

U kabelskoj mreži je kao prvi prioritet planirana zamjena preostalih 8 km kabela 6 kV do 2010. godine.

Sljedeća faza je zamjena nepouzdatih kabela s izolacijom tipa PP, EPHP, EHP i sličnih, linearno do 2015. godine. Ukupna duljina takvih kabela je procijenjena na 450 km te je planirana zamjena po 225 km u dva promatrana vremenska intervala.

Izgradnja novih TS 10(20)/0,4 kV planirana je s ciljem približavanja globalnih pokazatelja transformacije SN/NN i mreže niskog napona vrijednostima u referentnoj mreži EDF-a. Prosječna duljina mreže niskog napona u ERS je 3,9 km po transformatorskoj stanici SN/NN. Gruba procjena uz zanemarenje promjene duljine mreže niskog napona pokazuje da bi za dostizanje prosjeka EDF-a od 1 km trebalo povećati broj transformatorskih stanica čak 3,9 puta. Kako je to nerealan cilj, koji bi zahtijevao velika ulaganja, za 2020. godinu je postavljen skromniji cilj od 2,2 km mreže niskog napona po TS 10(20)/0,4 kV. Prilikom analize je pretpostavljen porast potrošnje električne energije na niskom naponu u skladu s S2 scenarijem, udio KTS u novoizgrađenim TS 10(20)/0,4 kV jednak 15%, prosječna nazivna snaga transformatora u novim STS je 70 kVA, a u novim KTS 450 kVA.

Budući da se radi o vrlo velikim ulaganjima, a i radi nedostataka podataka za točniju analizu stvarnih potreba, pretpostavljena je jednolika izgradnja novih TS 10(20)/0,4 kV tijekom cijelog promatranog razdoblja. U skladu sa svim navedenim pretpostavkama, dobivena je potreba ugradnje po 238 KTS i 1.351 STS u svakom od tri intervala do 2020. godine. To ukupno iznosi po 20% postojećeg broja TS 10(20)/0,4 kV u svakom od tri intervala, odnosno povećanje broja TS 10(20)/0,4 kV za 60% do 2020. godine. Pregled razvoja transformacije SN/NN i mreže niskog napona daje Tablica 5.44.

Osim povećanja broja STS s 6.509 na 10.562 (za 62%), odnosno KTS s 1.435 na 2.149 (za 50%), posljedica je i blago skraćivanje duljine mreže niskog napona s 31.300 km na 29.400 km (za 6%).

Tablica 5.44. Globalni pokazatelji stanja transformacije SN/NN i mreže niskog napona ERS

GLOBALNI POKAZATELJ	ERS				HEP	EDF
	2005.	2010.	2015.	2020.	1996.	1996.
Potrošnja po TS [MWh]	313	257	244	241	343	197
Instalirana snaga po TS [kVA]	258	236	221	209	260	172
Duljina mreže 0,4 kV po TS [km]	3,9	3,2	2,7	2,3	2,6	1,0
Iskorištenje transformacije [kWh/kVA]	1.211	1.087	1.106	1.151	1.318	1.144
Gustoća potrošnje [MWh/km ²]	81	93	105	118	122	244
Gustoća instalirane snage [kVA/km ²]	82	90	98	106	92	213
Broj TS na 100 km ²	32	38	44	51	35	124

Na temelju broja novih TS 10(20)/0,4 kV moguće je procijeniti i potrebnu duljinu priključnih vodova 10(20) kV. Uz procjenu izgradnje prosječno 400 m nadzemnog voda 10(20) kV za priključak nove STS 10(20)/0,4 kV, dobiva se potreba izgradnje po 540 km nadzemnih vodova u svakom od tri vremenska intervala do 2020. godine. Za priključak novih KTS je procijenjena prosječna duljina kabela 10(20) kV 600 m te se na isti način dobiva potreba izgradnje po 143 km kabela.

Obnova TS 10(20)/0,4 kV je planirana za tri kategorije, različitom dinamikom. Zamjena STS na drvenim stupovima i „tornjića“ je planirana za sve objekte do 2020. godine: ukupno 744, linearno po 248 do 2020. godine.

U STS na betonskim i čelično-rešetkastim stupovima planirana je samo zamjena opreme SN i NN postrojenja, bez zamjene stupova. Do 2020. godine je planirana linearna obnova 50% od ukupno 6.081 objekta, odnosno po 1.000 u svakom od tri promatrana intervala.

Planirana je obnova KTS bez RMU kroz zamjenu SN postrojenja. Radi se ukupno o 1.474 objekata, odnosno po 491 u svakom od tri promatrana intervala do 2020. godine.

Konačno, potrebno je uzeti u obzir i zamjenu transformatora 10/0,4 kV, u prvom redu radi očekivanih problema s naponima u nadzemnim mrežama, ali i radi postupnog uvođenja napona 20 kV. Pretpostavljeno je da su u nadzemnim mrežama većinom transformatori manje snage te je planirana je zamjena svih transformatora 10/0,4 kV snage manje od 400 kVA do 2020. godine. Za transformatore 10/0,4 kV snage 400 kVA i veće planirana je zamjena 2/3 ukupnog broja do 2020. godine. Na temelju tih kriterija i pretpostavke da se ugrađuju transformatori 10(20)/0,4 kV jednake snage, dobivena je sljedeća dinamika zamjene transformatora u svakom od tri promatrana intervala do 2020. godine:

- 1.245 transformatora snage manje od 400 kVA; procjena troškova: 5.333.000 €;
- 372 transformator snage 400 kVA i veće; procjena troškova: 2.418.000 €.

5.5.3. Mreža niskog napona

U slučaju vodova niskog napona osim priključaka (koji se ne računaju u mrežu u užem smislu) predviđena je izgradnja novih vodova samo radi elektrifikacije naselja za povratak izbjeglica. Na temelju dostavljenog pregleda planova elektrifikacije, utvrđena je potreba izgradnje ukupno 446 km mreže niskog napona:

- 128 km na području Elektrokrajine,
- 134 km na području Elektro Doboja,
- 150 km na području Elektro Bijeljine (procjena uz pretpostavku izgradnje 4 do 5 km mreže niskog napona u odnosu na 1 TS 10(20)/0,4 kV) te
- 34 km na području Elektrohercegovine.

Za razliku od minimalne izgradnje, planirana je značajna zamjena postojeće mreže niskog napona. Zamjena nadzemnih vodova s neizoliranim vodičima malog presjeka (Al/Fe 25 mm² i manjeg te svih s vodičima od bakra) je planirana u 80% ukupne duljine sa SKS 70, a u 20% s kabelima niskog napona. Ukupna duljina takvih vodova je procijenjena na 30% nadzemne mreže niskog napona na temelju odgovarajućeg udjela u dijelu ERS i EDBD jednakog 29%, odnosno 34% u Hrvatskoj 1996. godine. Radi se o ukupno 9.000 km vodova malog presjeka, a uz pretpostavku zamjene 2/3 te mreže do 2020. godine dobiva se potreba zamjene 6.000 km. Od toga je 80%, odnosno po 1.600 km tijekom svakog od tri promatrana intervala, predviđeno za SKS 70, a 20%, odnosno po 400 km, za kabele niskog napona.

Preostaje još uzeti u obzir zamjenu samih kabela niskog napona malog presjeka. Prema iskustvima iz Hrvatske, do 2020. godine je planirana zamjena ukupno 20% kabelske mreže. Na temelju procjene duljine kabelske mreže 1.200 km, dobivena je potreba zamjene po 80 km tijekom svakog od tri promatrana intervala planiranja.

5.5.4. Sustavi upravljanja mjerenja i komunikacija

Osim ulaganja u primarnu opremu, u distribucijskoj djelatnosti prisutna su i značajna ulaganja u sekundarne dijelove sustava. Posebno se ističu ulaganja u dispečerske centre i komunikacijsku opremu, sustav mrežnog ton-frekventnog upravljanja (MTU) te brojila električne energije.

Distribucijski dispečerski centri

Postojanje suvremenih distribucijskih dispečerskih centara je uvjet racionalnog poslovanja distribucijske djelatnosti, jer uklanja potrebu za uklopničarima (3 do 4 po transformatorskoj stanici 110/SN ili 35/SN), smanjuje troškove neisporučene električne energije i omogućava optimalno vođenje pogona. Poštujući teritorijalnu organizaciju distribucijske djelatnosti, predviđeno je sva distribucijska područja opremiti suvremenim dispečerskim centrima. Uz životni vijek od 15 godina, do 2020. godine potrebno je opremiti svih pet distribucijskih dispečerskih centara. Planirana je sljedeća dinamika: po dva u intervalima do 2010. godine i od 2011. do 2015. godine te preostali jedan u intervalu od 2016. do 2020. godine.

Prilagodba TS 110/SN i 35/SN za uključivanje u sustav daljinskog vođenja planirana je tijekom njihove izgradnje, odnosno obnove.

MTU postrojenja

Prednosti MTU su jasne: kod dvo(tro)tarifnih brojila mijenjaju nepouzdana uklopna satova, omogućavaju upravljanje javnom rasvjetom i što je najvažnije stvaraju uvjete za upravljanje snagom kod potrošača (*load management*).

Prema sadašnjim spoznajama, optimalno rješenje za ugradnju sustava MTU je utiskivanje signala u mrežu 110 kV. Uz pretpostavku da bi se čitava distribucija mogla pokriti iz 3 postrojenja, planirano je zadržavanje i održavanje postojećeg u ERS (u Banja Luci). Ulaganje je planirano do 2010. godine.

Zamjena brojila

Do 2020. godine je planirana zamjena 50% postojećih brojila, odnosno 246.000 (linearno po 82.000 tijekom svakog od tri intervala). Točna specifikacija novih brojila za pojedine kategorije kupaca je predmet specijalističke studije, ali općenito se preporučuje primjena suvremenih elektroničkih uređaja, koji omogućavaju daljinsko očitavanje i upravljanje potrošnjom.

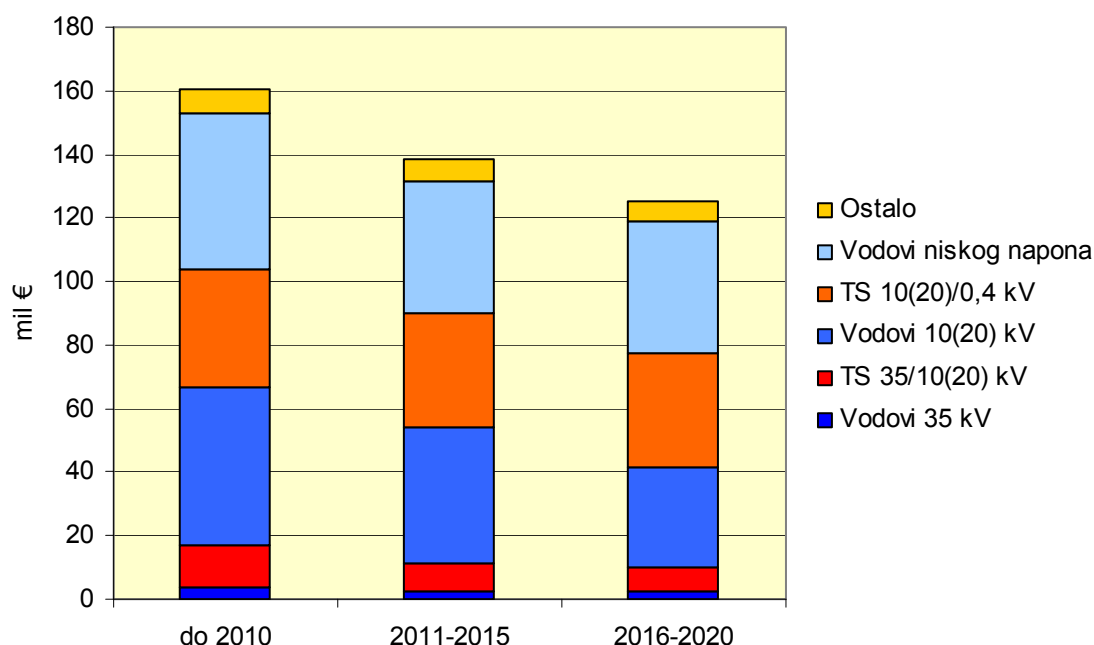
5.5.5. Pregled ulaganja u distribucijsku mrežu Elektroprivrede Republike Srpske

Pregled ukupnih ulaganja u distribucijsku mrežu ERS po planskim intervalima, objektima distribucijske mreže i razlozima ulaganja daje Tablica 5.45. Do 2020. godine je planirano ulaganje 423 milijuna eura, dinamikom i strukturom prikazanom na sljedećim slikama. Ulaganja postupno opadaju tijekom promatranog planskog razdoblja:

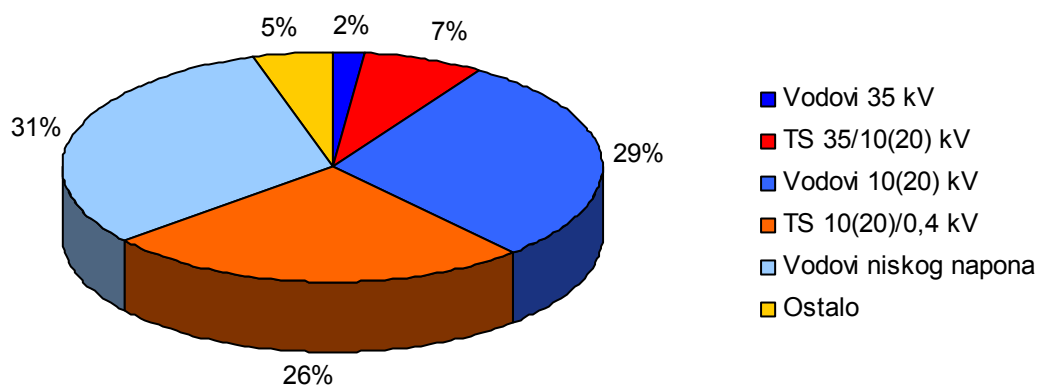
- do 2010. godine 157 mil €,
- od 2011. do 2015. godine 141 mil € te
- od 2016. do 2020. godine 125 mil €.

Gledano prema vrstama objekata u distribucijskoj mreži, najveći dio ulaganja otpada na sekundarnu mrežu srednjeg napona (55%), zatim na mrežu niskog napona (31%), primarnu mrežu srednjeg napona (9%) te sustave upravljanja, mjerenja i komunikacija (5%).

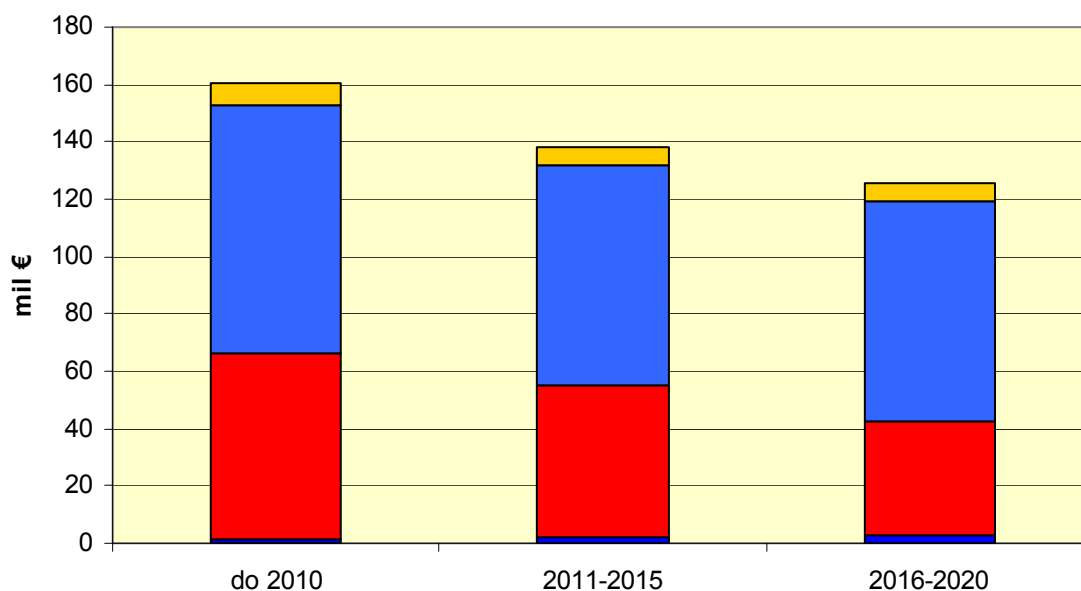
Strukturiranje prema razlozima ulaganja pokazuje da je najveći dio uvjetovan izgradnjom transformacije SN/NN i obnovom mreže niskog napona (57%) te obnovom postojećih objekata distribucijske mreže (36%).



Slika 5.17. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu ERS po vrstama objekata

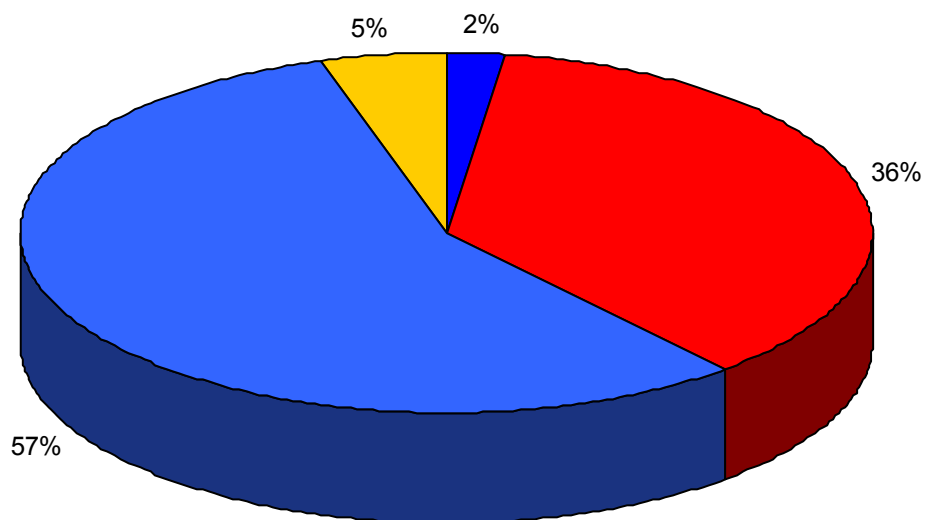


Slika 5.18. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu ERS po vrstama objekata



- ostala ulaganja u distribucijsku djelatnost
- ulaganja uvjetovana novom izgradnjom TS 10(20)/0,4 kV i obnovom mreže niskog napona
- ulaganja u obnovu distribucijske mreže (osim niskog napona)
- ulaganja uvjetovana novom izgradnjom TS 35/SN

Slika 5.19. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu ERS po razlozima ulaganja



- ulaganja uvjetovana novom izgradnjom TS 35/SN
- ulaganja u obnovu distribucijske mreže (osim niskog napona)
- ulaganja uvjetovana novom izgradnjom TS 10(20)/0,4 kV i obnovom mreže niskog napona
- ostala ulaganja u distribucijsku djelatnost

Slika 5.20. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu ERS po razlozima ulaganja

Tablica 5.45. Pregled ukupnih ulaganja u distribucijsku mrežu ERS

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
nove TS 35/10(20) kV - gradske	Izgradnja novih gradskih TS 35/10(20) kV	1	1		2	900	900	0	1.800	0
nove TS 35/10(20) kV - vangradske	Izgradnja novih vangradskih TS 35/10(20) kV		3	2	5	0	2.250	1.500	3.750	1
postojeće TS 35/10(20) kV	Obnova postojećih TS 35/10(20) kV: zamjena dotrajale sklopne opreme, relejne zaštite, pomoćnih krugova,...	23	13	11	47	11.500	6.500	5.500	23.500	6
transformatori 35/10(20) kV 8 MVA	Kupnja novih transformatora radi povećanja opterećenja i zamjene starih		6	6	12	0	462	462	924	0
transformatori 35/10(20) kV 4 MVA	Kupnja novih transformatora radi povećanja opterećenja i zamjene starih	8	1	1	10	336	42	42	420	0
novi nadzemni vodovi 35 kV	Izgradnja novih vodova 35 kV za priključak i dvostrano napajanje	22	46	15	83	704	1.472	480	2.656	1

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
novi kabelski vodovi 35 kV	Izgradnja novih kabela 35 kV za priključak i dvostrano napajanje	10	3		13	650	195	0	845	0
postojeći nadzemni vodovi 35 kV	Obnova nadzemnih vodova 35 kV presjeka Al/Fe 95 i većeg (zamjena vodiča i izolatora)	82	53	78	213	1.640	1.060	1.560	4.260	1
postojeći nadzemni vodovi 35 kV	Obnova nadzemnih vodova 35 kV presjeka manjeg od Al/Fe 95 (zamjena vodiča i izolatora)	63	34	3	100	1.134	612	54	1.800	0
postojeći kabelski vodovi 35 kV	Zamjena kabela s PVC i PE izolacijom (EHP, PHP i slični)				0	0	0	0	0	0
novi nadzemni vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih nadzemnih vodova 10(20) kV Al/Fe 120 mm ² za TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV		30	20	50	0	810	540	1.350	0
novi nadzemni vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih nadzemnih vodova 10(20) kV Al/Fe 50 mm ² za TS 10(20)/0,4 kV	540	540	540	1.621	7.566	7.566	7.566	22.698	5
novi nadzemni vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih nadzemnih vodova 10(20) kV Al/Fe 120 mm ² za povezivanje mreža susjednih TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV				0	0	0	0	0	0

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
novi kabelski vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih kabelskih vodova 10(20) kV za TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV	25	10		35	1.375	550	0	1.925	0
novi kabelski vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih kabelskih vodova 10(20) kV za TS 10(20)/0,4 kV	143	143	143	428	7.854	7.854	7.854	23.562	6
novi kabelski vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih kabelskih vodova 10(20) kV za povezivanje mreža susjednih TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV				0	0	0	0	0	0
postojeći nadzemni vodovi nazivnog napona nižeg od 10 kV	Zamjena novim nadzemnim vodovima 20 kV, presjeka 3x50 Al/Fe	73			73	1.022	0	0	1.022	0
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 35 mm ² i manjeg	Zamjena magistralnih nadzemnih vodova 10(20) kV novima, presjeka 3x50 Al/Fe	467	467	467	1.401	6.538	6.538	6.538	19.614	5
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 35 mm ² i manjeg	Zamjena magistralnih nadzemnih vodova 10(20) kV novima, presjeka 3x95 Al/Fe	100	100	100	300	2.700	2.700	2.700	8.100	2

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 35 mm ² i manjeg / novi kabe	Zamjena magistralnih nadzemnih vodova 10(20) kV novim kabelima	100	100	100	300	5.000	5.000	5.000	15.000	4
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 95 mm ² i većeg na ČR stupovima	Obnova nadzemnih vodova 10(20) kV presjeka Al/Fe 95 i većeg (zamjena vodiča i izolatora)	65	65	65	195	1.300	1.300	1.300	3.900	1
postojeći kabelski vodovi nazivnog napona nižeg od 10 kV	Zamjena kabela nazivnog napona nižeg od 10 kV	8			8	400	0	0	400	0
postojeći kabelski vodovi 10(20) kV	Zamjena kabela s izolacijom od plastičnih masa, osim umreženog polietilena	225	225		450	11.250	11.250	0	22.500	5
postojeći nadzemni vodovi 10 kV	Zamjena izolatora i linijskih rastavljača radi ubrzanog prijelaza na 20 kV					0	0	0	0	0
nova mreža 10(20) kV	Izgradnja nove mreže radi povratka izbjeglica	140			140	1.960	0	0	1.960	0

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
nove STS 10(20)/0,4 kV	Izgradnja novih STS zbog popravljanja napona u NN mreži i praćenja potrošnje	1.351	1.351	1.351	4.053	14.861	14.861	14.861	44.583	11
nove KTS 10(20)/0,4 kV	Izgradnja novih KTS zbog popravljanja napona u NN mreži i praćenja potrošnje	238	238	238	714	4.522	4.522	4.522	13.566	3
postojeće STS 10(20)/0,4 kV na drvenim stupovima i "tornjići"	Izgradnja zamjenskih STS ili obnova do te razine troškova (bez transformatora)	248	248	248	744	1.736	1.736	1.736	5.208	1
postojeće STS 10(20)/0,4 kV na betonskim i čeličnim stupovima	Obnova kroz zamjenu dotrajale opreme 10(20) kV, ormarića niskog napona, bez stupa i transformatora	1.000	1.000	1.000	3.000	4.000	4.000	4.000	12.000	3
postojeće KTS 10(20)/0,4 kV bez RMU	Obnova KTS 10(20)/0,4 kV bez RMU: zamjena dotrajale opreme 10(20) kV s RMU, bez građevine i transformatora.	491	491	491	1.473	2.946	2.946	2.946	8.838	2
postojeći transformatori 10/0,4 kV snage manje od 400 kVA	Zamjena transformatora 10/0,4 kV snage manje od 400 kVA preklopivim, sekundarnog napona 420 V	1.245	1.245	1.245	3.735	5.333	5.333	5.333	15.999	4

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
postojeći transformatori 10/0,4 kV snage 400 kVA i veće	Zamjena transformatora 10/0,4 kV snage 400 kVA i veće preklopivim, sekundarnog napona 420 V	248	248	248	744	2.418	2.418	2.418	7.254	2
postojeći transformatori i TS 10/0,4 kV u vangradskim mrežama	Zamjena SN postrojenja i transformatora radi ubrzanog prijelaza na 20 kV					0	0	0	0	0
nove STS 10(20)/0,4 kV	Izgradnja novih STS 10(20)/0,4 kV (s transformatorom) radi povratka izbjeglica	82			82	984	0	0	984	0
postojeća nadzemna mreža niskog napona	Rekonstrukcija/zamjena dotrajalih vodova malog presjeka novim vodovima (SKS)	1.600	1.600	1.600	4.800	27.200	27.200	27.200	81.600	19
postojeća nadzemna mreža niskog napona	Zamjena dotrajalih vodova malog presjeka novim kabelima 4x150 Al	400	400	400	1.200	12.000	12.000	12.000	36.000	9
postojeća kabelska mreža niskog napona	Zamjena starih kabela malog presjeka novima 4x150 Al	80	80	80	240	2.400	2.400	2.400	7.200	2

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
nova mreža niskog napona	Izgradnja nove mreže radi povratka izbjeglica	446			446	7.582	0	0	7.582	2
Dispečerski centri	Životni vijek 15 godina	2	2	1	5	800	800	400	2.000	0
MTU postrojenja	Životni vijek 15 godina	1			1	1.000	0	0	1.000	0
Zamjena brojila kod potrošača	Zamjena dotrajalih brojila	82.000	82.000	82.000	246.000	5.740	5.740	5.740	17.220	4
UKUPNO						157.351	141.017	124.652	423.020	

5.6. Plan razvoja Elektrodistribucije Distrikta Brčko

5.6.1. Transformacija VN/SN i primarna mreža srednjeg napona

Distribucija električne energije na području EDBD temelji se na tronaponskom sustavu 110/35/10 kV. U pogonu su dvije TS 110/35/10 kV te devet TS 35/10 kV, od kojih je čak pet novoizgrađenih. Svi vodovi 35 kV su velikog presjeka i značajan je udio kabela (40%).

Sekundarna mreža srednjeg napona je u cijelosti u pogonu na 10 kV, a udio elemenata mreže pripremljenih za 20 kV je relativno niskih 18% te nije realno očekivati prijelaz dijelova mreže na pogon na 20 kV tijekom promatranog razdoblja.

Tablica 5.46. Transformatorske stanice 110/SN na području EDBD

Nazivni napon / naziv TS	Oznaka	Nazivni napon [kV]	Nazivna snaga [MVA]	Godina puštanja u pogon	Vršno opterećenje [MVA]
Brčko 1	T1	110/10,5/36,75	40/27/27	2002	32,0
	T2	110/10,5/36,75	40/27/27	2002	
Brčko 2	T1	110/36,75/10,5	40/27/27	1997	38,4
	T2	110/36,75/10,5	20/20/6,67		

Izvor: Elektroprijenos BiH

Tablica 5.47. Transformatorske stanice 35/SN na području EDBD

Naziv TS	Vlasništvo	Nazivni naponski omjer [kV]	SDV	Godina izgradnje / obnove	Ugrađena snaga [MVA]	Vršna snaga [MVA]
BRČKO I	EDBD	35/10	NE	1950, 2005	2x8	14,0
BRČKO II	EDBD	35/10	NE	1974, 2005	2x8	14,0
BRČKO III	EDBD	35/10	NE	1985, 2005	2x8	14,0
BREZOVO POLJE	EDBD	35/10	NE	1987, 2005	8	7,0
KREPŠIĆ	EDBD	35/10	NE	2005	8	3,0
GORNJI RAHIĆ	EDBD	35/10	NE	2004	8	7,0
SEONJACI	EDBD	35/10	NE	2004	8	4,0
ARIZONA	EDBD	35/10	NE	2004	8	1,0
INDUSTRIJSKA ZONA JUG	EDBD	35/10	NE	2006	-	

Izvor: EDBD

Tablica 5.48. Vodovi 35 kV na području EDBD

Naziv čvora 1	Naziv čvora 2	Nazivni napon [kV]	Vrsta voda	Materijal vodiča	Presjek [mm ²]	Vrsta stupova ili izolacije	Duljina [km]	Godina izgradnje / obnove
Brčko 1	Brčko 2	35	KV	Cu	4x185	XHP 48	4500	1999
Brčko 1	Brčko II	35	KV	Al	4x240	XHP 48	3800	2002
Brčko 1	Brčko III	35	KV	Cu	4x185	XHP 48	4340	1975, 1998
Brčko I	Brčko III	35	KV	Al	4x240	IPZO 13 A	3960	1975
Seonjaci	Arizona	35	KV	Al	3x150	XHE 49	3500	2004
Brčko 1	Ind.zona jug	35	KV	Al	3x240	XHE 49	9300	2006
Ind.zona jug	G. Rahić	35	KV	Al	3x240	XHE 49	7800	2006
G. Rahić	Čelić	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	5200	1993
Brčko I	Brčko II	35	NV	Al/Fe	2x(3x120)	ČEL	1200	1965, 2005
Brčko 2	Brčko 1	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	7530	1960
Brčko 1	Krepšić	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	7500	1970
Brčko 2	Brčko II	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	1720	1970, 1998
Brčko 1	Seonjaci	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	14000	2004
Seonjaci	G. Rahić	35	NV	Al/Fe	120	ČEL	9800	2004
Brčko I	Brezovo Polje	35	NV	Al/Fe	95	ČEL	14000	1970

Izvor: EDBD

Osim iz TS 35/10 kV, mreža 10 kV se napaja i iz TS 110/35/10 kV Brčko 2. Postojeće vršno opterećenje na razini EDBD se može procijeniti na 67 MVA, a očekivano 2020. godine prema S2 scenariju na 76 MVA. Iako su TS 110/SN Brčko 1 i 2 dobro povezane mrežom 35 kV, u TS 110/SN Brčko 2 je planirana zamjena transformatora 20 MVA transformatorom 110/35/10 kV 40/40/27 MVA, u prvom redu radi pouzdanosti napajanja mreže 10 kV. Na taj način će se također omogućiti i prebacivanje dodatnog opterećenja na tercijar TS 110/35/10 kV Brčko 2 i rasterećenje TS 35/10 kV Brčko I i Brčko II, čime se dugoročno rješava pouzdana opskrba Brčkog električnom energijom. Radi toga je planirano i pojačanje gradskih kablskih veza 10 kV.

Radijalno napajane TS 35/10kV su samo Arizona i Krepšić, ali nije planirana izgradnja vodova 35 kV za dvostrano napajanje, radi malog opterećenja. Osim toga, za Arizonu bi kablско napajanje trebalo osigurati zadovoljavajuću pouzdanost, a Krepšić je relativno blizu TS 35/10 kV Brčko III, iz koje može na 10 kV osigurati barem djelomično rezervno napajanje. TS 35/10 kV Brezovo Polje ima rezervno napajanje preko TS 35/10 kV Modran iz TE Ugljevik (Elektro Bijeljina, ERS).

S obzirom da scenariji porasta potrošnje električne energije ne predviđaju značajne promjene do 2020. godine, nije planirana izgradnja novih TS 35/10 kV, već samo ugradnja transformatora u postojeće. S obzirom na opterećenja i definirane kriterije, do 2010. godine je potrebno ugraditi drugi transformator u TS 35/10 kV Brezovo Polje i Gornji Rahić, a od 2011. do 2015. godine u Seonjaci i Krepšić. Osim toga, do 2020. godine će vjerojatno trebati

zamijeniti i neke od postojećih transformatora u tri transformatorske stanice u Brčkom. U nedostatku točnijih podataka o njihovom stanju, planirana je zamjena ukupno dva, jednog od 2011. do 2015. godine, a drugog od 2016. do 2020. godine. Dakle, do 2020. godine planirana je sljedeća dinamika kupnje novih transformatora:

- do 2010. godine dva transformatora po 8 MVA (za Brezovo Polje i Gornji Rahić),
- od 2011. do 2015. godine tri transformatora po 8 MVA (za Seonjake i Krepšić te zamjenu jednog u Brčkom),
- od 2016. do 2020. godine jedan transformator 8 MVA (za zamjenu jednog u Brčkom).

Od devet TS 35/10 kV pet ih je izgrađeno od 2004. godine, a stare Brčko I, II i III te Brezovo Polje su obnovljene 2005. godine. U skladu s tim, nije planirana obnova transformatorskih stanica u promatranom planskom razdoblju.

Vodovi 35 kV za napajanje novih transformatorskih stanica su također novi, kao i dio gradske kableske mreže. Za obnovu do 2020. godine, prema kriteriju vremena proteklog od izgradnje ili zadnje obnove većeg od 35 godine, preostaju nadzemni vodovi Brčko 1 – Krepšić i Brčko I – Brezovo Polje. Oba, u ukupnoj duljini 22 km, je potrebno obnoviti do 2010. godine.

5.6.2. Sekundarna mreža srednjeg napona

Radi fleksibilnosti pogona za slučajeve neraspoloživosti transformatora 35/10 kV na području grada Brčkog, planirana je izgradnja 20 km kabela 10(20) kV (procjena) u intervalu od 2010. do 2015. godine. Cilj je najprije bolje povezivanje područja TS 110/35/10 kV Brčko 1 i TS 35/10 kV Brčko I te Brčko II, ali i veza prema TS 35/10 kV Brčko III.

Velika ulaganja planirana su za obnovu postojeće sekundarne mreže srednjeg napona. Do 2020. godine je planirana je obnova 50% magistralnih nadzemnih vodova malog presjeka (Al/Fe 35 mm² i manjih) i to u sljedećem približnom omjeru novih vodova: 70% nadzemnim vodovima Al/Fe 50 mm², 15% nadzemnim vodovima Al/Fe 95 mm² te 15% kabelskih vodova. Ukupna duljina nadzemne mreže 10(20) kV je 400 km, od čega je duljina odcjepa procijenjena na 25% (100 km). Pretpostavljeno je da su vodiči odcjepa upravo oni malog presjeka, te se oduzimanjem od ukupne duljine vodova malog presjeka (160 km) dolazi do ukupne duljine magistralnih dionica jednake oko 60 km. Za obnovu je planirana polovica, linearnom dinamikom do 2020. godine, odnosno u svakom od tri promatrana intervala po:

- 14 km nadzemnih vodova Al/Fe 50 mm²,
- 3 km nadzemnih vodova Al/Fe 95 mm² i
- 3 km kabelskih vodova.

U kabelskoj mreži je planirana zamjena nepouzdatih kabela s izolacijom tipa PP, EPHP, EHP i sličnih, linearno do 2015. godine. Ukupna duljina takvih kabela je 20 km te je planirana zamjena po 10 km u dva promatrana vremenska intervala.

Izgradnja novih TS 10(20)/0,4 kV planirana je s ciljem približavanja globalnih pokazatelja transformacije SN/NN i mreže niskog napona vrijednostima u referentnoj mreži EDF-a. Prosječna duljina mreže niskog napona u EDBD je 3,7 km po transformatorskoj stanici SN/NN. Gruba procjena uz zanemarenje promjene duljine mreže niskog napona pokazuje da bi za dostizanje prosjeka EDF-a od 1 km trebalo povećati broj transformatorskih stanica čak 3,7 puta. Kako je to nerealan cilj, koji bi zahtijevao velika ulaganja, za 2020. godinu je postavljen skromniji cilj od 2,2 km mreže niskog napona po TS 10(20)/0,4 kV. Prilikom analize je pretpostavljen porast potrošnje električne energije na niskom naponu u skladu s S2 scenarijem, udio KTS u novoizgrađenim TS 10(20)/0,4 kV jednak 25%, prosječna nazivna snaga transformatora u novim STS je 70 kVA, a u novim KTS 450 kVA.

Budući da se radi o vrlo velikim ulaganjima, a i radi nedostataka podataka za točniju analizu stvarnih potreba, pretpostavljena je jednolika izgradnja novih TS 10(20)/0,4 kV tijekom cijelog promatranog razdoblja. U skladu sa svim navedenim pretpostavkama, dobivena je potreba ugradnje po 22 KTS i 66 STS u svakom od tri intervala do 2020. godine. To ukupno iznosi po 20% postojećeg broja TS 10(20)/0,4 kV u svakom od tri intervala, odnosno povećanje broja TS 10(20)/0,4 kV za 60% do 2020. godine. Pregled razvoja transformacije SN/NN i mreže niskog napona daje Tablica 5.49.

Osim povećanja broja STS s 298 na 496 (za 66%), odnosno KTS s 142 na 208 (za 46%), posljedica je i blago skraćivanje duljine mreže niskog napona s 1.615 km na 1.536 km (za 5%).

Tablica 5.49. Globalni pokazatelji stanja transformacije SN/NN i mreže niskog napona EDBD

GLOBALNI POKAZATELJ	EDBD				HEP	EDF
	2005.	2010.	2015.	2020.	1996.	1996.
Potrošnja po TS [MWh]	473	385	325	303	343	197
Instalirana snaga po TS [kVA]	332	304	284	270	260	172
Duljina mreže 0,4 kV po TS [km]	3,7	3,0	2,5	2,2	2,6	1,0
Iskorištenje transformacije [kWh/kVA]	1.425	1.266	1.141	1.124	1.318	1.144
Gustoća potrošnje [MWh/km ²]	332	379	396	422	122	244
Gustoća instalirane snage [kVA/km ²]	297	326	355	385	92	213
Broj TS na 100 km ²	89	107	125	143	35	124

Na temelju broja novih TS 10(20)/0,4 kV moguće je procijeniti i potrebnu duljinu priključnih vodova 10(20) kV. Uz procjenu izgradnje prosječno 400 m nadzemnog voda 10(20) kV za priključak nove STS 10(20)/0,4 kV, dobiva se potreba izgradnje po 26 km nadzemnih vodova u svakom od tri vremenska intervala do 2020. godine. Za priključak novih KTS je procijenjena prosječna duljina kabela 10(20) kV 600 m te se na isti način dobiva potreba izgradnje po 13 km kabela.

Obnova TS 10(20)/0,4 kV je već djelomično provedena, jer nema u pogonu starih STS na dotrajanim drvenim stupovima niti stanica tipa „tornjić“. Kriterijima obnove je osim toga planirana zamjena opreme SN i NN postrojenja u STS na betonskim i čelično-rešetkastim stupovima. Nije planirana zamjena stupova. Od ukupno 298 objekata, do 2020. godine je planirana linearna dinamika obnove 50%, odnosno po 50 u svakom od tri promatrana intervala.

Sljedeća kategorija planirana za obnovu su KTS bez RMU, kod kojih je pretpostavljena zamjena SN postrojenja. Radi se ukupno o 122 objekata, odnosno po 40 u svakom od tri promatrana intervala do 2020. godine.

Konačno, potrebno je uzeti u obzir i zamjenu transformatora 10/0,4 kV, u prvom redu radi očekivanih problema s naponima u nadzemnim mrežama, ali i radi postupnog uvođenja napona 20 kV. Pretpostavljeno je da su u nadzemnim mrežama većinom transformatori manje snage te je planirana je zamjena svih transformatora 10/0,4 kV snage manje od 400 kVA do 2020. godine. Za transformatore 10/0,4 kV snage 400 kVA i veće planirana je zamjena 2/3 ukupnog broja do 2020. godine. Na temelju tih kriterija i pretpostavke da se

ugrađuju transformatori 10(20)/0,4 kV jednake snage, dobivena je sljedeća dinamika zamjene transformatora u svakom od tri promatrana intervala do 2020. godine:

- 83 transformatora snage manje od 400 kVA; procjena troškova: 436.000 €;
- 24 transformator snage 400 kVA i veće; procjena troškova: 251.000 €.

5.6.3. Mreža niskog napona

U slučaju vodova niskog napona osim priključaka (koji se ne računaju u mrežu u užem smislu) nije predviđena izgradnja novih vodova, već samo obnova postojeće mreže.

Zamjena nadzemnih vodova s neizoliranim vodičima malog presjeka (Al/Fe 25 mm² i manjeg te svih s vodičima od bakra) je planirana u 80% ukupne duljine sa SKS 70, a u 20% s kabelima niskog napona. Ukupna duljina takvih vodova je 50 km, a uz pretpostavku zamjene 2/3 te mreže do 2020. godine dobiva se potreba zamjene 33 km. Od toga je 80%, odnosno po 9 km tijekom svakog od tri promatrana intervala, predviđeno za SKS 70, a 20%, odnosno po 2 km, za kabele niskog napona.

Preostaje još uzeti u obzir zamjenu samih kabela niskog napona malog presjeka. Prema iskustvima iz Hrvatske, do 2020. godine je planirana zamjena ukupno 20% kabelske mreže, čija je duljina na temelju prosjeka po KTS u ERS procijenjena na 115 km. Dakle, potrebno je zamijeniti po 8 km kabela niskog napona tijekom svakog od tri promatrana intervala planiranja.

5.6.4. Sustavi upravljanja mjerenja i komunikacija

Osim ulaganja u primarnu opremu, u distribucijskoj djelatnosti prisutna su i značajna ulaganja u sekundarne dijelove sustava. Posebno se ističu ulaganja u dispečerske centre i komunikacijsku opremu, sustav mrežnog ton-frekventnog upravljanja (MTU) te brojlara električne energije.

Pretpostavljeno je da će EDBD koristiti usluge MTU postrojenja u vlasništvu tri velika operatora distribucijske mreže te nije planirano opremanje vlastitog postrojenja.

Po ugledu na ostale operatore distribucijske mreže, planirano je opremanje suvremenog distribucijskog dispečerskog centra. To je uvjet racionalnog poslovanja distribucijske djelatnosti, jer uklanja potrebu za uklopničarima (3 do 4 po transformatorskoj stanici 110/SN ili 35/SN), smanjuje troškove neisporučene električne energije i omogućava optimalno vođenje pogona. Uz životni vijek od 15 godina, planirano je opremanje distribucijskog dispečerskog centra do 2010. godine. Prilagodba TS 110/SN i 35/SN za uključivanje u sustav daljinskog vođenja planirana je tijekom njihove izgradnje, odnosno obnove.

Do 2020. godine je planirana zamjena 50% postojećih brojila, odnosno 10.500 (linearno po 3.500 tijekom svakog od tri intervala). Točna specifikacija novih brojila za pojedine kategorije kupaca je predmet specijalističke studije, ali općenito se preporučuje primjena suvremenih elektroničkih uređaja, koji omogućavaju daljinsko očitavanje i upravljanje potrošnjom.

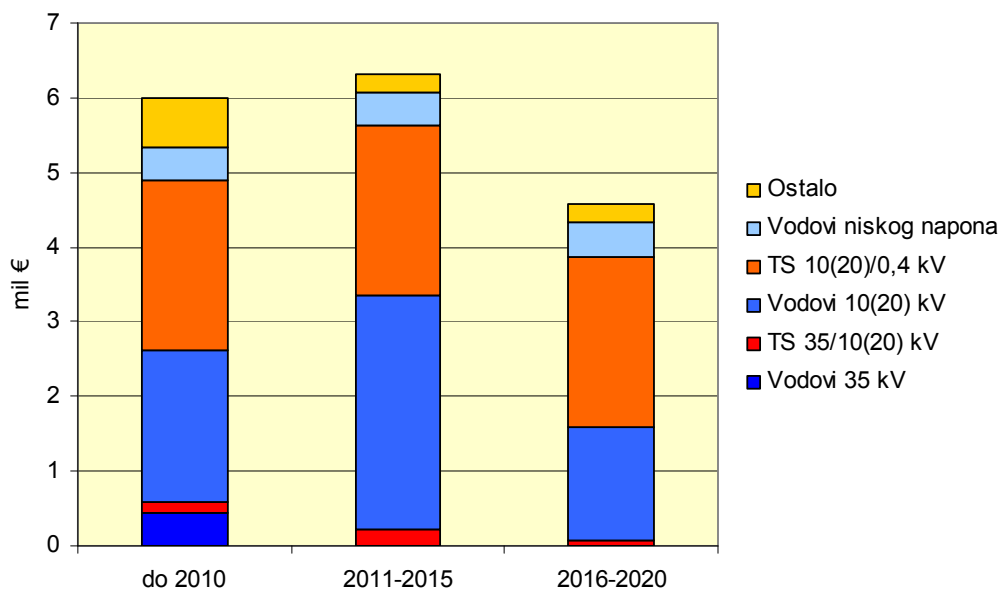
5.6.5. Pregled ulaganja u distribucijsku mrežu Distrikta Brčko

Pregled ukupnih ulaganja u distribucijsku mrežu EDBD po planskim intervalima, objektima distribucijske mreže i razlozima ulaganja daje Tablica 5.50. Do 2020. godine je planirano ulaganje 16,9 milijuna eura, dinamikom i strukturom prikazanom na sljedećim slikama. Ulaganja su nešto veća do 2015. godine, a zatim opadaju:

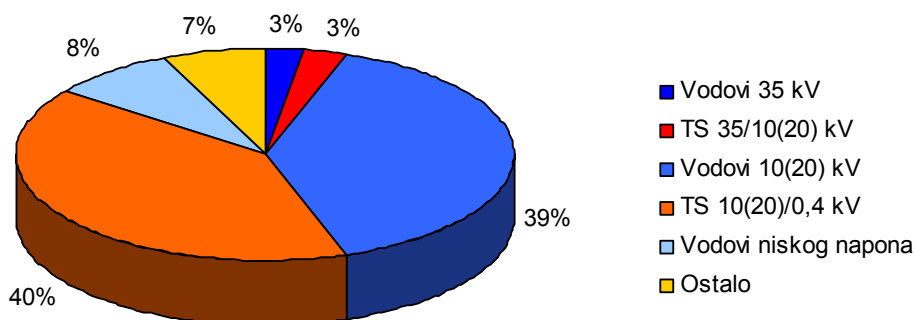
- do 2010. godine 6,0 mil €,
- od 2011. do 2015. godine 6,3 mil € te
- od 2016. do 2020. godine 4,6 mil €.

Gledano prema vrstama objekata u distribucijskoj mreži, najveći dio ulaganja otpada na sekundarnu mrežu srednjeg napona (79%), zatim na mrežu niskog napona (8%), sustave upravljanja, mjerenja i komunikacija (7%) te primarnu mrežu srednjeg napona (6%).

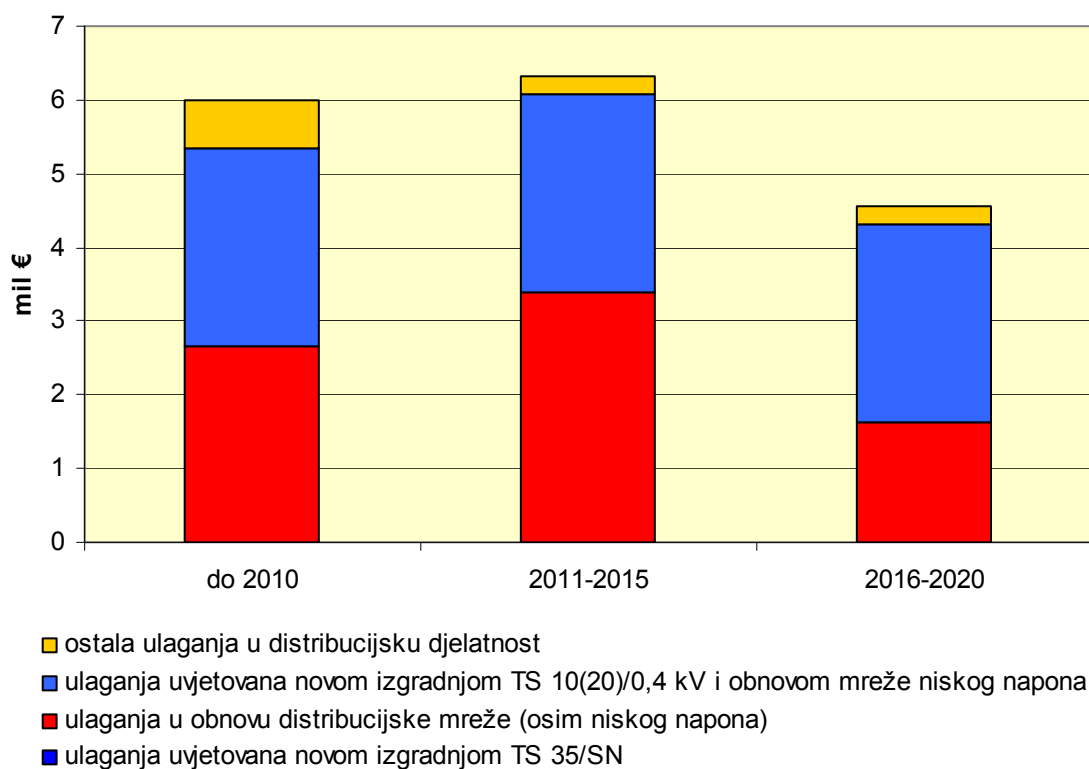
Strukturiranje prema razlozima ulaganja pokazuje da je najveći dio uvjetovan izgradnjom transformacije SN/NN i obnovom mreže niskog napona (48%) te obnovom postojećih objekata distribucijske mreže (45%).



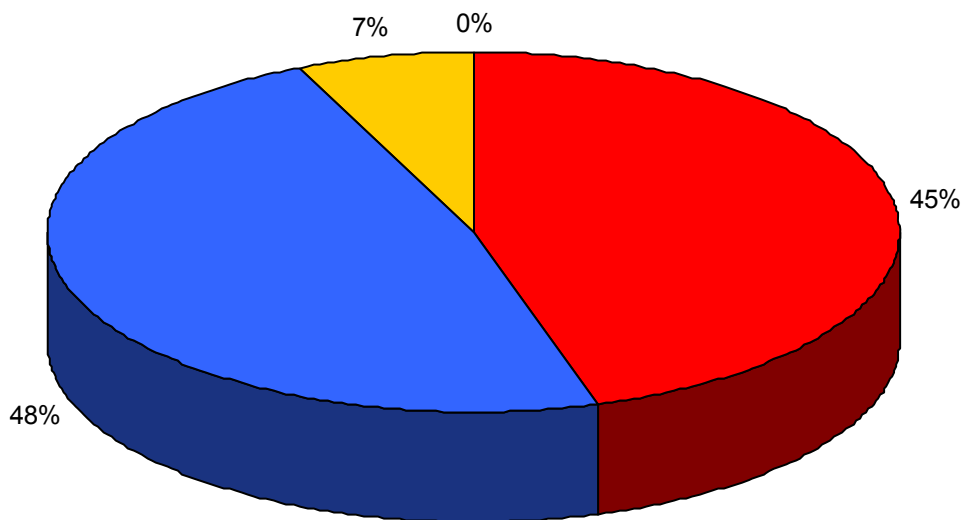
Slika 5.21. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu EDBD po vrstama objekata



Slika 5.22. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu EDBD po vrstama objekata



Slika 5.23. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu EDBD po razlozima ulaganja



- ulaganja uvjetovana novom izgradnjom TS 35/SN
- ulaganja u obnovu distribucijske mreže (osim niskog napona)
- ulaganja uvjetovana novom izgradnjom TS 10(20)/0,4 kV i obnovom mreže niskog napona
- ostala ulaganja u distribucijsku djelatnost

Slika 5.24. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu ERS po razlozima ulaganja

Tablica 5.50. Pregled ukupnih ulaganja u distribucijsku mrežu EDBD

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
nove TS 35/10(20) kV - gradske	Izgradnja novih gradskih TS 35/10(20) kV				0	0	0	0	0	0
nove TS 35/10(20) kV - vangradske	Izgradnja novih vangradskih TS 35/10(20) kV				0	0	0	0	0	0
postojeće TS 35/10(20) kV	Obnova postojećih TS 35/10(20) kV: zamjena dotrajale sklopne opreme, relejne zaštite, pomoćnih krugova,...				0	0	0	0	0	0
transformatori 35/10(20) kV 8 MVA	Kupnja novih transformatora radi povećanja opterećenja i zamjene starih	2	3	1	6	154	231	77	462	3
transformatori 35/10(20) kV 4 MVA	Kupnja novih transformatora radi povećanja opterećenja i zamjene starih				0	0	0	0	0	0
novi nadzemni vodovi 35 kV	Izgradnja novih vodova 35 kV za priključak i dvostrano napajanje				0	0	0	0	0	0

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
novi kabelski vodovi 35 kV	Izgradnja novih kabela 35 kV za priključak i dvostrano napajanje				0	0	0	0	0	0
postojeći nadzemni vodovi 35 kV	Obnova nadzemnih vodova 35 kV presjeka Al/Fe 95 i većeg (zamjena vodiča i izolatora)	22			22	440	0	0	440	3
postojeći nadzemni vodovi 35 kV	Obnova nadzemnih vodova 35 kV presjeka manjeg od Al/Fe 95 (zamjena vodiča i izolatora)				0	0	0	0	0	0
postojeći kabelski vodovi 35 kV	Zamjena kabela s PVC i PE izolacijom (EHP, PHP i slični)				0	0	0	0	0	0
novi nadzemni vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih nadzemnih vodova 10(20) kV Al/Fe 120 mm ² za TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV				0	0	0	0	0	0
novi nadzemni vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih nadzemnih vodova 10(20) kV Al/Fe 50 mm ² za TS 10(20)/0,4 kV	26	26	26	79	370	370	370	1.110	7
novi nadzemni vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih nadzemnih vodova 10(20) kV Al/Fe 120 mm ² za povezivanje mreža susjednih TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV				0	0	0	0	0	0

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
novi kabelski vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih kabelskih vodova 10(20) kV za TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV				0	0	0	0	0	0
novi kabelski vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih priključnih kabelskih vodova 10(20) kV za TS 10(20)/0,4 kV	13	13	13	40	726	726	726	2.178	13
novi kabelski vodovi 10(20) kV	Izgradnja novih kabelskih vodova 10(20) kV za povezivanje mreža susjednih TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV		20		20	0	1.100	0	1.100	7
postojeći nadzemni vodovi nazivnog napona nižeg od 10 kV	Zamjena novim nadzemnim vodovima 20 kV, presjeka 3x50 Al/Fe				0	0	0	0	0	0
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 35 mm ² i manjeg	Zamjena magistralnih nadzemnih vodova 10(20) kV novima, presjeka 3x50 Al/Fe	14	14	14	42	196	196	196	588	3
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 35 mm ² i manjeg	Zamjena magistralnih nadzemnih vodova 10(20) kV novima, presjeka 3x95 Al/Fe	3	3	3	9	81	81	81	243	1

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 35 mm ² i manjeg / novi kabe	Zamjena magistralnih nadzemnih vodova 10(20) kV novim kabelima	3	3	3	9	150	150	150	450	3
postojeći nadzemni vodovi 10(20) kV presjeka Al/Fe 95 mm ² i većeg na ČR stupovima	Obnova nadzemnih vodova 10(20) kV presjeka Al/Fe 95 i većeg (zamjena vodiča i izolatora)				0	0	0	0	0	0
postojeći kabelski vodovi nazivnog napona nižeg od 10 kV	Zamjena kabela nazivnog napona nižeg od 10 kV				0	0	0	0	0	0
postojeći kabelski vodovi 10(20) kV	Zamjena kabela s izolacijom od plastičnih masa, osim umreženog polietilena	10	10		20	500	500	0	1.000	6
postojeći nadzemni vodovi 10 kV	Zamjena izolatora i linijskih rastavljača radi ubrzanog prijelaza na 20 kV					0	0	0	0	0
nova mreža 10(20) kV	Izgradnja nove mreže radi povratka izbjeglica				0	0	0	0	0	0

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
nove STS 10(20)/0,4 kV	Izgradnja novih STS zbog popravljanja napona u NN mreži i praćenja potrošnje	66	66	66	198	726	726	726	2.178	13
nove KTS 10(20)/0,4 kV	Izgradnja novih KTS zbog popravljanja napona u NN mreži i praćenja potrošnje	22	22	22	66	418	418	418	1.254	7
postojeće STS 10(20)/0,4 kV na drvenim stupovima i "tornjići"	Izgradnja zamjenskih STS ili obnova do te razine troškova (bez transformatora)				0	0	0	0	0	0
postojeće STS 10(20)/0,4 kV na betonskim i čeličnim stupovima	Obnova kroz zamjenu dotrajale opreme 10(20) kV, ormarića niskog napona, bez stupa i transformatora	50	50	50	150	200	200	200	600	4
postojeće KTS 10(20)/0,4 kV bez RMU	Obnova KTS 10(20)/0,4 kV bez RMU: zamjena dotrajale opreme 10(20) kV s RMU, bez građevine i transformatora.	40	40	40	120	240	240	240	720	4
postojeći transformatori 10/0,4 kV snage manje od 400 kVA	Zamjena transformatora 10/0,4 kV snage manje od 400 kVA preklopivim, sekundarnog napona 420 V	83	83	83	249	436	436	436	1.308	8

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
postojeći transformatori 10/0,4 kV snage 400 kVA i veće	Zamjena transformatora 10/0,4 kV snage 400 kVA i veće preklopivim, sekundarnog napona 420 V	24	24	24	72	251	251	251	753	4
postojeći transformatori i TS 10/0,4 kV u vangradskim mrežama	Zamjena SN postrojenja i transformatora radi ubrzanog prijelaza na 20 kV					0	0	0	0	0
nove STS 10(20)/0,4 kV	Izgradnja novih STS 10(20)/0,4 kV (s transformatorom) radi povratka izbjeglica				0	0	0	0	0	0
postojeća nadzemna mreža niskog napona	Rekonstrukcija/zamjena dotrajalih vodova malog presjeka novim vodovima (SKS)	9	9	9	27	153	153	153	459	3
postojeća nadzemna mreža niskog napona	Zamjena dotrajalih vodova malog presjeka novim kabelima 4x150 Al	2	2	2	6	60	60	60	180	1
postojeća kabelska mreža niskog napona	Zamjena starih kabela malog presjeka novima 4x150 Al	8	8	8	24	240	240	240	720	4

OBJEKT / ELEMENT MREŽE	OPIS ULAGANJA	KOLIČINA [kom, km]				IZNOS ULAGANJA [000 €]				
		do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	do 2010	2011- 2015	2016- 2020	UKUPNO	%
nova mreža niskog napona	Izgradnja nove mreže radi povratka izbjeglica				0	0	0	0	0	0
Dispečerski centri	Životni vijek 15 godina	1			1	400	0	0	400	2
MTU postrojenja	Životni vijek 15 godina				0	0	0	0	0	0
Zamjena brojila kod potrošača	Zamjena dotrajalih brojila	3.500	3.500	3.500	10.500	245	245	245	735	4
UKUPNO						5.986	6.323	4.569	16.878	

6. ZAKLJUČCI I PREPORUKE

U studiji je dan kratki pregled osnovnih karakteristika distribucijske mreže Bosne i Hercegovine po svim elementima mreže za svakog od četiri operatora distribucijskog sustava. Zatim su definirana načela i kriteriji planiranja izgradnje novih i obnove postojećih objekata te je dan pregled polaznih tehničkih, energetskih i ekonomskih postavki planiranja. Glavni dio je pregled potreba izgradnje novih objekata i obnove postojećih objekata po planskim razdobljima, distribucijskim područjima, operatorima distribucijske mreže te vrstama i naponskim razinama elemenata distribucijske mreže.

Veći dio postojećeg sustava distribucije električne energije na razini srednjeg napona temelji se na dva stupnja transformacije (110/35 kV i 35/10 kV) te dvije mreže srednjeg napona (35 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 dva djelomično povezana načela: postupna zamjena naponske razine 10 kV sa 20 kV i postupno uvođenje izravne transformacije 110/10(20) kV te ukidanje mreže 35 kV. Jedan od osnovnih zadataka planiranja distribucijske mreže je pronalaženje optimalnih prijelaznih rješenja, koja će omogućiti postupni prijelaz na novu koncepciju, uz iskorištenje postojeće mreže. Radi se o dugoročnom i nejednolikom procesu, koji u nadzemnoj vangradskoj mreži započinje zamjenom naponske razine 10 kV sa 20 kV, a u gradovima uvođenjem izravne transformacije 110/10 kV. Pitanje smisla obnove postojeće i moguće izgradnje nove mreže 35 kV i transformacije 35/10(20) kV u vangradskim područjima je sljedeća faza, koja mora uzeti u obzir sve bitne lokalne osobine distribucijske mreže. Čitav proces završava prijelazom gradske kableske mreže na pogon na naponskoj razini 20 kV.

Osnovni kriterij za prijelaz na naponsku razinu 20 kV na nekom području je nedostatak prijenosnog kapaciteta postojeće mreže 10 kV. U nadzemnim mrežama to se u pravilu svodi na kriterij dopuštenog odstupanja napona, a u kablskim mrežama na strujno opterećenje vodiča. U skladu s navedenom koncepcijom razvoja, mogu se odrediti neke 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. Na područjima gdje se predviđa mogućnost uvođenja u pogon napona 20 kV u sljedećih dvadesetak godina svi novi transformatori u TS 10(20)/0,4 kV trebaju biti preklopivi ili prespojivi. Vodove 10(20) kV treba graditi na betonskim stupovima, a ne na bitno skupljim čelično-rešetkastim. Novi magistralni vodovi 10(20) kV trebaju imati vodiče tipa barem Al/Fe 95. Kvalitetu električne energije treba održavati na definiranoj razini u prvom redu primjenom suvremenih i relativno jeftinih rješenja predviđenih upravo za tu svrhu, umjesto dosadašnje vrlo neracionalne prakse izgradnje primarnih postrojenja (novih izvoda i transformatorskih stanica). Takva rješenja su: indikatori kvarova, prekidači na stupovima vodova 10(20) kV, daljinski upravljani rastavljači na stupovima vodova 10(20) kV i automatski regulatori napona u posebnim slučajevima dugačkih izvoda 10(20) kV. Između bliskih izvoda 10(20) kV treba graditi povezne 10(20) kV vodove.

Prijelaz na izravnu transformaciju 110/10(20) kV i napuštanje mreže 35 kV nisu nužno neposredno povezani s procesom zamjene napona 10 kV sa 20 kV. Osnovni kriterij je nedostatak prijenosnog kapaciteta postojeće mreže 35 kV i transformacije 35/10 kV, ali osim toga treba uzeti u obzir i moguće izbjegavanje troškova vezanih uz potrebu buduće obnove postrojenja 35 kV i potpuno dotrajalih vodova 35 kV. Načelna orijentacija na izravnu transformaciju 110/10(20) kV ne znači da se neće graditi ili obnavljati vodovi 35 kV i TS 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 rekonstrukcije postojećih TS 35/10 kV i TS 10/0,4 kV treba ugrađivati opremu stupnja izolacije 24 kV.

Koncepcija izravne transformacije 110/10(20) kV zahtijeva upotrebu jednostavnijih tehnoloških rješenja te je potrebno tipizirati pojednostavljene jednotransformatorske TS 110/10(20) kV s transformatorom male snage (8 ili 10 MVA). Takvo rješenje se može primijeniti u ruralnim područjima gdje postoje izgrađeni vodovi 110 kV, na koje se pojednostavljena stanica priključuje putem kratkih odvojaka. 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.

Unatoč načelnoj orijentaciji na sustav izravne transformacije 110/10(20) kV, radi lokalnih posebnosti razvoja distribucijske mreže i u budućnosti će se morati graditi (rekonstruirati) TS 35/10(20) kV, za što je potrebno usvojiti sljedeće smjernice: stanice treba projektirati za maksimalnu moguću instaliranu snagu 2x8 MVA, postrojenje 10(20) kV treba izvoditi samo sa 20 kV opremom, potrebno je predvidjeti i takvo rješenje, koje omogućava da se u budućnosti TS 35/20 kV pretvori u TS 110/10(20), uz korištenje postojećeg 10(20) kV postrojenja. Kao netipično rješenje, dolazi u obzir i gradska TS 35/10(20) kV za snagu 2x16 MVA ili vangradska 4 MVA.

S obzirom na značajke postojećih distribucijskih mreža, često će trebati u TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV u sklopu prijelaza na pogon na naponskoj razini 20 kV osigurati uporabu dva sekundarna napona. U tom smislu Bosna i Hercegovina je u značajnoj prednosti pred primjerice Hrvatskom, jer u mnogim distribucijskim područjima postoji praksa korištenja izravne transformacije 110/10(20) kV te, što je također jako bitno, praksa ugradnje transformatora 110/20/10 kV s namjerom korištenja tercijara, koji tada ima i prikladnu nazivnu snagu, usporedivu ili ponekad i veću od one sekundara. Upravo radi toga se preporučuje u budućnosti nastaviti praksu kupnje transformatora 110/10(20)/10 kV 20/20/14 MVA. To će u velikom broju područja značajno pojednostavniti prijelaz na pogon s naponske razine 10 kV na 20 kV, jednostavnim korištenjem jedne sekcije sabirnice SN na 10 kV, a drugim na 20 kV, uz zadržavanje (N-1) kriterija u transformaciji 110/10(20) kV.

Postojeća mreža niskog napona, naročito u vangradskim mrežama, nije optimalno izgrađena. Optimalan broj i instalirana snaga transformacije 10(20)/0,4 kV na nekom području uvjetovani su gustoćom opterećenja. U Bosni i Hercegovini je po TS 10(20)/0,4 kV prosječno priključena prevelika duljina mreže niskog napona, uglavnom malog presjeka vodiča. Razvoj mreže niskog napona treba temeljiti na sljedećim načelima: kratki izvodi niskog napona i pojednostavljene TS 10(20)/0,4 s transformatorima relativno male nazivne snage i kratkom priključenom mrežom niskog napona. Ovakva koncepcija razvoja mreže niskog napona znači da nisu planirana veća ulaganja u vodove niskog napona, već se opskrba povećanog opterećenja rješava povećanjem broja izvoda niskog napona ugradnjom novih TS 10(20)/0,4 kV u postojeću mrežu.

Pri planiranju razvoja složenog sustava kakav je distribucija električne energije potrebno je planirati stalnu modernizaciju, odnosno postupnu zamjenu pojedinih uređaja novim i modernijim te ugradnju suvremenih uređaja koji doprinose pouzdanijem pogonu distribucijske mreže i kvalitetnijem napajanju njenih korisnika. Međutim, pritom odlučujući trebaju biti ekonomski kriteriji planiranja distribucijske mreže kroz vrednovanje dobiti i troškova ugradnje ili zamjene uređaja. U ovu kategoriju ulaze i projekti koji nisu uvjetovani tehničkim kriterijima, ali mogu donijeti značajnu ekonomsku korist operatoru distribucijske mreže kroz smanjenje troškova i reorganizaciju redovitog poslovanja. Tu se u prvom redu misli na dugoročne strateške projekte, na primjer smanjenje gubitaka električne energije i snage, smanjenje neovlaštene potrošnje rekonstrukcijom priključaka i postavljanjem mjernih mjesta na fasadu ili granicu vlasništva posjeda, automatizaciju i daljinsko upravljanje mrežom, ugradnju elektroničkih brojala električne energije i omogućavanje daljinskog očitavanja i upravljanja potrošnjom i slično.

Analiza transformacije 110/SN i primarne distribucijske mreže srednjeg napona Bosne i Hercegovine provedena je na razini 13 područja, čija kombinacija u cijelosti pokriva kako pojedine operatore distribucijske mreže, tako i entitete Bosne i Hercegovine. Za svako od navedenih područja je analizirano sadašnje stanje transformacije 110/SN, mreže 35 kV i transformacije 35/SN, udio mreže sekundarnog srednjeg napona u pogonu na 20 kV te stanje pripremljenosti mreže 10(20) kV za pogon na 20 kV. Uzevši u obzir sve navedene karakteristike i očekivani porast opterećenja distribucijske mreže do 2020. godine, dano je optimalno rješenje razvoja sustava primarne distribucijske mreže. Analiza sekundarne distribucijske mreže srednjeg napona i mreže niskog napona provedena je manje detaljno, na razini svakog od četiri operatora distribucijskog sustava. Bit metode planiranja razvoja i obnove na toj razini distribucijske mreže je podjela pojedinih elemenata distribucijske mreže u grupe prema karakteristikama, koje su izravno povezane s potrebama opsega, cijene i dinamike izgradnje, odnosno obnove.

Pregled potrebnih ulaganja u distribucijsku djelatnost na području Bosne i Hercegovine, po operatorima distribucijskog sustava i po entitetima, daje Tablica 6.1. Detaljniji pregled troškova dan je u poglavlju 5. Do 2020. godine je na razini Bosne i Hercegovine planirano ulaganje ukupno 917 milijuna eura, pri čemu je primjetno postupno opadaju tijekom planskog razdoblja: do 2010. godine 332 mil €, od 2011. do 2015. godine 312 mil € te od 2016. do 2020. godine 273 mil €.

Gledano prema vrstama objekata u distribucijskoj mreži, najveći dio ulaganja otpada na sekundarnu mrežu srednjeg napona (57%), zatim na mrežu niskog napona (28%), a ostatak otpada na primarnu mrežu srednjeg napona te sustave upravljanja, mjerenja i komunikacija. Strukturiranje prema razlozima ulaganja pokazuje da je najveći dio uvjetovan izgradnjom transformacije SN/NN i obnovom mreže niskog napona (55%) te obnovom postojećih objekata distribucijske mreže (37%).

Slična struktura vrijedi i za sve operatore distribucijske mreže pojedinačno, osim EDBD, koji zbog svoje male veličine u određenoj mjeri odstupa od prosjeka. Udjeli pojedinih operatora distribucijske mreže u ukupnim troškovima distribucijske djelatnosti na razini Bosne i Hercegovine su: EPBiH 40%, EPHZHB 12%, ERS 46% i EDBD 2%.

Tablica 6.1. Pregled ulaganja u distribucijsku djelatnost u 000 € po operatorima distribucijskog sustava i entitetima

	do 2010	2011-2015	2016-2020	UKUPNO	%
Bosna i Hercegovina					
Vodovi 35 kV	8.668	7.157	4.788	20.613	2
TS 35/10(20) kV	26.836	20.008	13.489	60.333	7
Vodovi 10(20) kV	100.419	100.327	70.642	271.388	30
TS 10(20)/0,4 kV	85.158	84.174	84.884	254.216	28
Vodovi niskog napona	90.034	82.452	82.452	254.938	28
Sustavi upravljanja, mjerenja i komunikacija	21.305	17.905	16.705	55.915	6
UKUPNO	332.420	312.023	272.960	917.403	100

	do 2010	2011-2015	2016-2020	UKUPNO	%
Federacija Bosne i Hercegovine					
Vodovi 35 kV	4.100	3.818	2.694	10.612	2
TS 35/10(20) kV	13.946	9.623	5.908	29.477	6
Vodovi 10(20) kV	51.431	53.636	37.621	142.688	30
TS 10(20)/0,4 kV	46.087	46.087	46.797	138.971	29
Vodovi niskog napona	40.399	40.399	40.399	121.197	25
Sustavi upravljanja, mjerenja i komunikacija	13.120	11.120	10.320	34.560	7
UKUPNO	169.083	164.683	143.739	477.505	100
ERS					
Vodovi 35 kV	4.128	3.339	2.094	9.561	2
TS 35/10(20) kV	12.736	10.154	7.504	30.394	7
Vodovi 10(20) kV	46.965	43.568	31.498	122.031	29
TS 10(20)/0,4 kV	36.800	35.816	35.816	108.432	26
Vodovi niskog napona	49.182	41.600	41.600	132.382	31
Sustavi upravljanja, mjerenja i komunikacija	7.540	6.540	6.140	20.220	5
UKUPNO	157.351	141.017	124.652	423.020	100
EDBD					
Vodovi 35 kV	440	0	0	440	3
TS 35/10(20) kV	154	231	77	462	3
Vodovi 10(20) kV	2.023	3.123	1.523	6.669	40
TS 10(20)/0,4 kV	2.271	2.271	2.271	6.813	40
Vodovi niskog napona	453	453	453	1.359	8
Sustavi upravljanja, mjerenja i komunikacija	645	245	245	1.135	7
UKUPNO	5.986	6.323	4.569	16.878	100

	do 2010	2011-2015	2016-2020	UKUPNO	%
EPBiH					
Vodovi 35 kV	2.916	2.854	2.034	7.804	2
TS 35/10(20) kV	11.196	6.462	4.039	21.697	6
Vodovi 10(20) kV	39.728	41.108	29.303	110.139	30
TS 10(20)/0,4 kV	35.277	35.277	35.277	105.831	29
Vodovi niskog napona	30.674	30.674	30.674	92.022	25
Sustavi upravljanja, mjerenja i komunikacija	9.220	8.220	7.820	25.260	7
UKUPNO	129.011	124.595	109.147	362.753	100
EPHZHB					
Vodovi 35 kV	1.184	964	660	2.808	2
TS 35/10(20) kV	2.750	3.161	1.869	7.780	7
Vodovi 10(20) kV	11.704	12.529	8.319	32.552	28
TS 10(20)/0,4 kV	10.810	10.810	11.520	33.140	29
Vodovi niskog napona	9.725	9.725	9.725	29.175	25
Sustavi upravljanja, mjerenja i komunikacija	3.900	2.900	2.500	9.300	8
UKUPNO	40.073	40.089	34.593	114.755	100

Navedena ulaganja odgovaraju procjenama temeljenim na zadanim kriterijima i u prvom redu omogućavaju zadovoljavajuću kvalitetu opskrbe električnom energijom u pogledu potreba djelatnosti distribucije električne energije, odnosno svojevrsne minimalne potrebe za zadovoljavajuće obavljanje djelatnosti distribucije električne energije. Njihov mogući ograničavajući utjecaj na ostale aktivnosti elektroprivrednih kompanija ne treba ni u kojem slučaju promatrati kao konačan ili obvezujući, jer predloženi plan ne sprječava dodatna ulaganja u skladu s ambicioznom poslovnom politikom elektroprivrednih kompanija. Osim toga, kako je distribucija električne energije djelatnost lokalnog karaktera, planove izgradnje pojedinačnih većih objekata (TS 110/SN, vodova 35 kV, TS 35/SN) ne treba u dugoročnom razdoblju smatrati konačnim, već je uvijek moguća potreba većeg ili manjeg dodatnog usklađenja s detaljnijim lokalnim razvojnim prostornim i urbanističkim planovima.

7. LITERATURA

1. **Integralna studija razvoja JP Elektroprivreda HZ H-B d.d. Mostar 2006–2010 godina s projekcijom na 2020. godinu**, Institut za elektroprivredu i energetiku, Zagreb, 2007.
2. **Elaborat kratkoročnog i srednjoročnog plana razvoja distribucijske mreže 10(20) kV i postrojenja 20(10)/0,4 kV za grad Mostar**, Institut za elektroprivredu i energetiku, Zagreb, 2007.
3. **Distributivna mrežna pravila Elektroprivrede Republike Srpske**, 2007
4. **Mrežna pravila distribucijskoga sustava JP "Elektroprivreda HZ H B" d.d. Mostar**, nacrt, 2007
5. **Prostorni plan Tuzlanskog Kantona 2005-2025**, Zavod za urbanizam, Tuzla, 2006.
6. **Prostorni plan Kantona Sarajevo za period 2003-2023**, Zavod za planiranje razvoja Kantona Sarajevo, 2006.
7. **www.elektroprivreda.ba** - web stranica EPBiH
8. **www.ephzhb.ba** - web stranica EPHZHB
9. **www.ers.ba** - web stranica ERS
10. **www.elektrokrajina.com** - web stranica operatora distribucijske mreže „Elektrokrajina“
11. **www.elektro.doboj.net** - web stranica operatora distribucijske mreže „Elektro Doboj“
12. **www.elektrobijeljina.com** - web stranica operatora distribucijske mreže „Elektro Bijeljina“
13. **www.edbpale.com** - web stranica operatora distribucijske mreže „Elektrodistribucija Pale“
14. **www.elektrohercegovina.com** - web stranica operatora distribucijske mreže „Elektrohercegovina“ -
15. **www.elprenosbih.ba** - web stranica Elektroprenosa-Elektroprijenosa BiH, kompanije za prijenos električne energije u Bosni i Hercegovini
16. **Godišnje izvješće za 2004. godinu**, EPBiH, Sarajevo 2005.
17. **Godišnje izvješće za 2005. godinu**, EPBiH, Sarajevo 2006.
18. **Godišnje izvješće za 2006. godinu**, EPBiH, Sarajevo 2007.
19. **Godišnje izvješće za 2006. godinu**, EPHZHB, Mostar 2007.
20. **Bilans električne energije na mreži prenosa za 2007. godinu**, NOS BiH, Sarajevo, 2007.
21. **Rješenje o izradi studije o utjecaju na okoliš izgradnje DV 110 kV Visoko – Fojnica**, FBiH, Federalno ministarstvo prostornog uređenja i okoliša, 2004.

8. POPIS TABLICA

Tablica 2.1. Struktura potrošnje električne energije po operatorima mreže i entitetima u 2005. godini.....	10
Tablica 2.2. Objekti VN/SN i primarna distribucijska mreža	13
Tablica 2.3. Sekundarna distribucijska mreža srednjeg napona	18
Tablica 2.4. Mreža niskog napona	22
Tablica 3.1. Dopuštena opterećenja vodova i transformatora u distribucijskoj mreži.....	35
Tablica 4.1. Scenariji razvoja bruto potrošnje električne energije u distribuciji	48
Tablica 4.2. Indeksi razvoja bruto potrošnje električne energije u distribuciji za scenarije S2, S1 i S3	49
Tablica 4.3. Struktura potrošnje električne energije u EPBiH za scenarij S2	51
Tablica 4.4. Struktura potrošnje električne energije u EPHZHB za scenarij S2	52
Tablica 4.5. Struktura potrošnje električne energije u ERS za scenarij S2	52
Tablica 4.6. Struktura potrošnje električne energije u EDBD za scenarij S2.....	53
Tablica 4.7. Struktura potrošnje električne energije u Federaciji BiH za scenarij S2	53
Tablica 4.8. Struktura potrošnje električne energije u Bosni i Hercegovini za scenarij S2	54
Tablica 4.9. Razvoj bruto potrošnje električne energije u distribuciji za scenarij S2 po zonama.....	56
Tablica 4.10. Stope i indeksi promjene bruto potrošnje električne energije u distribuciji za scenarij S2 po zonama	56
Tablica 4.11. Razdioba TS 110/SN po zonama i razvoj vršnog opterećenja do 2020. godine.....	60
Tablica 4.12. Stope i indeksi promjene bruto potrošnje električne energije u distribuciji za analizu osjetljivosti scenarija S2 u zonama 6 i 7.....	64
Tablica 4.13. Razdioba TS 110/SN po zonama i razvoj vršnog opterećenja do 2020. godine.....	65
Tablica 4.14. Planske cijene transformatorskih stanica 35/10(20) kV i 10(20)/0,4 kV	66
Tablica 4.15. Planske cijene energetske transformatora.....	67
Tablica 4.16. Planske cijene izgradnje i obnove vodova srednjeg i niskog napona	67
Tablica 4.17. Planske cijene sustava upravljanja, mjerenja i komunikacija	68
Tablica 5.1. Pregled ukupnih ulaganja u distribucijsku mrežu BiH	72
Tablica 5.2. Transformatorske stanice 110/SN na području EPBiH – ED Sarajevo.....	79
Tablica 5.3. Transformatorske stanice 35/SN na području EPBiH – ED Sarajevo.....	80
Tablica 5.4. Prosječno relativno opterećenje transformacije 35/SN.....	82
Tablica 5.5. Vodovi 35 kV na području EPBiH – ED Sarajevo	82
Tablica 5.6. Transformatorske stanice 110/SN na području EPBiH – ED Tuzla	85
Tablica 5.7. Transformatorske stanice 35/SN na području EPBiH – ED Tuzla	87
Tablica 5.8. Vodovi 35 kV na području EPBiH – ED Tuzla	88
Tablica 5.9. Transformatorske stanice 110/SN na području EPBiH – ED Zenica	95
Tablica 5.10. Transformatorske stanice 35/SN na području EPBiH – ED Zenica	96
Tablica 5.11. Vodovi 35 kV na području EPBiH – ED Zenica	98
Tablica 5.12. Transformatorske stanice 110/SN na području EPBiH – ED Bihać.....	104
Tablica 5.13. Transformatorske stanice 35/SN na području EPBiH – ED Bihać.....	105
Tablica 5.14. Vodovi 35 kV na području EPBiH – ED Bihać	106
Tablica 5.15. Transformatorske stanice 110/SN na području EPBiH – ED Mostar.....	108
Tablica 5.16. Transformatorske stanice 35/SN na području EPBiH – ED Mostar.....	109
Tablica 5.17. Vodovi 35 kV na području EPBiH – ED Mostar	110
Tablica 5.18. Globalni pokazatelji stanja transformacije SN/NN i mreže niskog napona EPBiH.....	112
Tablica 5.19. Pregled ukupnih ulaganja u distribucijsku mrežu EPBiH	117
Tablica 5.20. Transformatorske stanice 110/SN na području EPHZHB – DP Jug	124
Tablica 5.21. Transformatorske stanice 35/SN na području EPHZHB – DP Jug	125
Tablica 5.22. Vodovi 35 kV na području EPHZHB – DP Jug	126
Tablica 5.23. Transformatorske stanice 110/SN na području EPHZHB – DP Centar i Sjever	131

Tablica 5.24. Transformatorske stanice 35/SN na području EPHZHB – DP Centar i Sjever	131
Tablica 5.25. Vodovi 35 kV na području EPHZHB – DP Centar i Sjever	132
Tablica 5.26. Globalni pokazatelji stanja transformacije SN/NN i mreže niskog napona EPHZHB	135
Tablica 5.27. Pregled ukupnih ulaganja u distribucijsku mrežu EPHZHB	141
Tablica 5.28. Pregled ukupnih ulaganja u distribucijsku mrežu FBiH	150
Tablica 5.29. Transformatorske stanice 110/SN na području ERS – Elektrokrajina	157
Tablica 5.30. Transformatorske stanice 35/SN na području ERS – Elektrokrajina	159
Tablica 5.31. Vodovi 35 kV na području ERS – Elektrokrajina	159
Tablica 5.32. Transformatorske stanice 110/SN na području ERS – Elektro Doboj	161
Tablica 5.33. Transformatorske stanice 35/SN na području ERS – Elektro Doboj	162
Tablica 5.34. Vodovi 35 kV na području ERS – Elektro Doboj	163
Tablica 5.35. Transformatorske stanice 110/SN na području ERS – Elektro Bijeljina	166
Tablica 5.36. Transformatorske stanice 35/SN na području ERS – Elektro Bijeljina	167
Tablica 5.37. Vodovi 35 kV na području ERS – Elektro Bijeljina	168
Tablica 5.38. Transformatorske stanice 110/SN na području ERS – Elektrodistribucija Pale	173
Tablica 5.39. Transformatorske stanice 35/SN na području ERS – Elektrodistribucija Pale	173
Tablica 5.40. Vodovi 35 kV na području ERS – Elektrodistribucija Pale	175
Tablica 5.41. Transformatorske stanice 110/SN na području ERS – Elektrohercegovina ...	177
Tablica 5.42. Transformatorske stanice 35/SN na području ERS – Elektrohercegovina	178
Tablica 5.43. Vodovi 35 kV na području ERS – Elektrohercegovina	178
Tablica 5.44. Globalni pokazatelji stanja transformacije SN/NN i mreže niskog napona ERS	182
Tablica 5.45. Pregled ukupnih ulaganja u distribucijsku mrežu ERS	187
Tablica 5.46. Transformatorske stanice 110/SN na području EDBD	194
Tablica 5.47. Transformatorske stanice 35/SN na području EDBD	194
Tablica 5.48. Vodovi 35 kV na području EDBD	195
Tablica 5.49. Globalni pokazatelji stanja transformacije SN/NN i mreže niskog napona EDBD	197
Tablica 5.50. Pregled ukupnih ulaganja u distribucijsku mrežu EDBD	201
Tablica 6.1. Pregled ulaganja u distribucijsku djelatnost u 000 € po operatorima distribucijskog sustava i entitetima	212

9. POPIS SLIKA

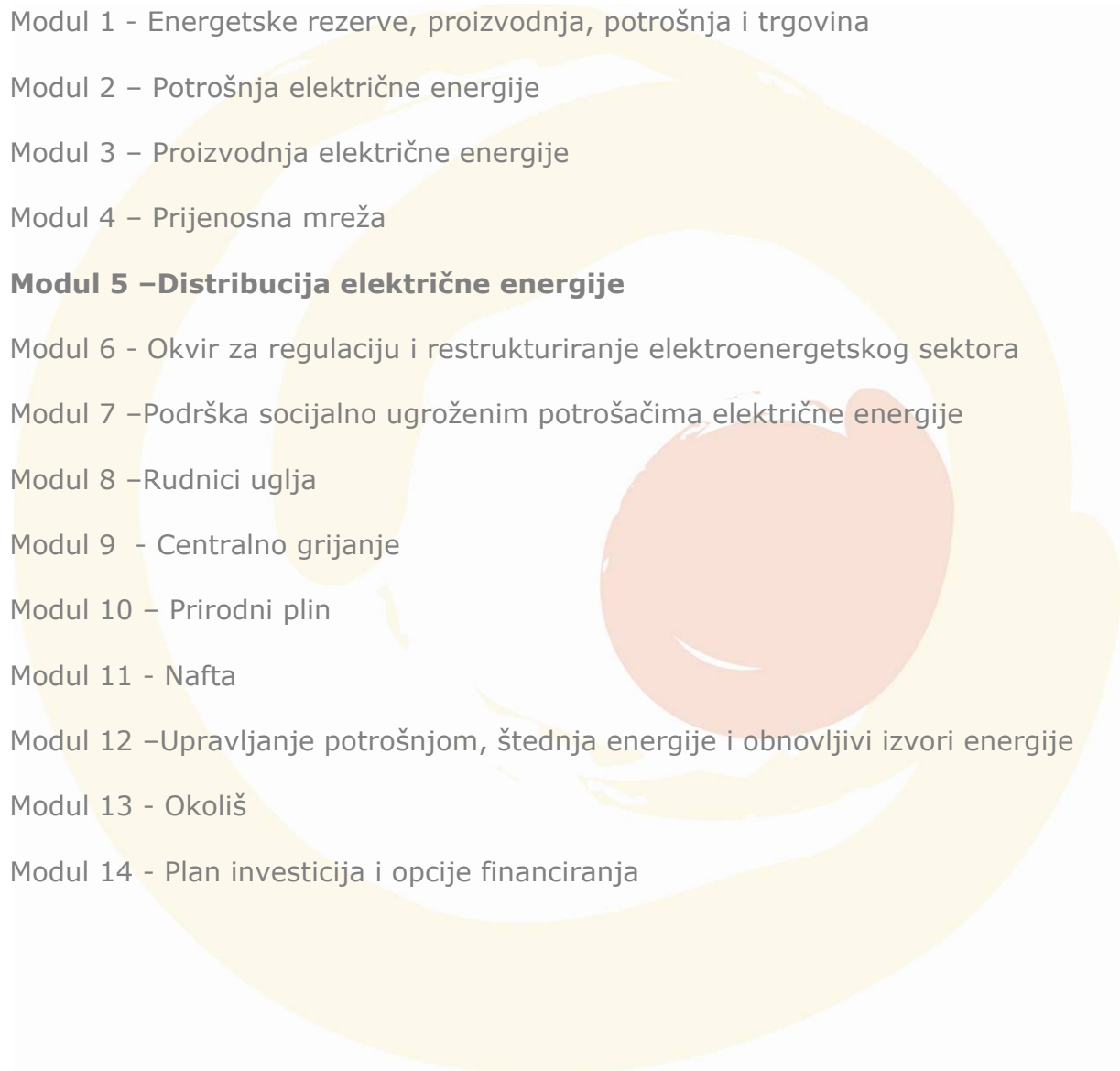
<i>Slika 2.1. Prostorna pokrivenost i TS 110/SN po operatorima distribucijske mreže</i>	8
<i>Slika 2.2. Broj kupaca električne energije po operatorima distribucijske mreže</i>	11
<i>Slika 2.3. Prodaja i gubici električne energije na SN i NN po operatorima distribucijske mreže</i>	11
<i>Slika 2.4. Udjeli operatora distribucijske mreže po kategorijama</i>	12
<i>Slika 2.5. Relativni gubici i neregistrirana potrošnja električne energije</i>	12
<i>Slika 2.6. Udjeli operatora mreže u TS 110/SN i primarnoj distribucijskoj mreži</i>	13
<i>Slika 2.7. TS 110/SN i primarna distribucijska mreža po operatorima</i>	14
<i>Slika 2.8. Struktura nadzemnih vodova 35 kV prema vrsti stupova</i>	14
<i>Slika 2.9. Struktura nadzemnih vodova 35 kV prema materijalu i presjeku vodiča [mm²]</i>	15
<i>Slika 2.10. Struktura mreže 35 kV prema godini izgradnje</i>	15
<i>Slika 2.11. Struktura TS 35/SN prema godini izgradnje</i>	16
<i>Slika 2.12. Struktura TS 35/SN prema vrsti postrojenja</i>	16
<i>Slika 2.13. Struktura TS 35/SN prema vrsti prekidača</i>	16
<i>Slika 2.14. Struktura TS 35/SN prema vrsti zaštite</i>	17
<i>Slika 2.15. Struktura TS 35/SN prema naponu postrojenja sekundarnog napona</i>	17
<i>Slika 2.16. Struktura nadzemnih vodova 10(20) kV prema vrsti stupova</i>	18
<i>Slika 2.17. Struktura nadzemnih vodova 10(20) kV prema materijalu i presjeku vodiča [mm²]</i>	18
<i>Slika 2.18. Struktura nadzemnih vodova 10(20) kV prema nazivnom i pogonskom naponu</i>	19
<i>Slika 2.19. Struktura kablskih vodova 10(20) kV prema nazivnom naponu i vrsti izolacije</i>	19
<i>Slika 2.20. Struktura TS 10(20)/0,4 kV prema građevinskoj izvedbi</i>	20
<i>Slika 2.21. Struktura TS 10(20)/0,4 kV prema nazivnom i pogonskom naponu</i>	20
<i>Slika 2.22. Struktura transformatora 10(20)/0,4 kV prema nazivnoj snazi</i>	21
<i>Slika 2.23. Struktura transformatora 10(20)/0,4 kV prema nazivnom i pogonskom naponu</i>	21
<i>Slika 2.24. Struktura mreže niskog napona prema vrsti</i>	22
<i>Slika 2.25. Struktura nadzemne mreže niskog napona prema vrsti i presjeku vodiča</i>	23
<i>Slika 2.26. Struktura nadzemne mreže niskog napona prema vrsti stupova (nosača)</i>	23
<i>Slika 2.27. Duljina mreže niskog napona po TS SN/NN</i>	24
<i>Slika 3.1. Usporedba koncepcije distribucijske mreže s izravnom transformacijom 110/10(20) kV i koncepcije s mrežom 35 kV i međutransformacijom 35/10(20) kV</i>	28
<i>Slika 3.2. Primjer korištenja transformacije 110/35/10 kV</i>	29
<i>Slika 3.3. Shema TS 110/20/10 kV</i>	30
<i>Slika 3.4. Moguće sheme TS 110/10(20) kV i 35/10(20) kV</i>	31
<i>Slika 3.5. Maksimalna ekonomski opravdana duljina rezervnog napajanja na 35 kV</i>	39
<i>Slika 4.1. Indeksi razvoja bruto potrošnje električne energije u distribuciji na razini operatora mreže za scenarije S2, S1 i S3</i>	50
<i>Slika 4.2. Indeksi razvoja bruto potrošnje električne energije u distribuciji na razini entiteta i Bosne i Hercegovine</i>	50
<i>Slika 4.3. Indeksi razvoja bruto potrošnje električne energije u distribuciji za scenarij S2 na razini operatora mreže odnosno entiteta i Bosne i Hercegovine</i>	51
<i>Slika 4.4. Zone potrošnje električne energije</i>	55
<i>Slika 4.5. Indeksi promjene bruto potrošnje električne energije u distribuciji u zonama EPBiH</i>	57
<i>Slika 4.6. Indeksi promjene bruto potrošnje električne energije u distribuciji u zonama EPHZHB</i>	57
<i>Slika 4.7. Indeksi promjene bruto potrošnje električne energije u distribuciji u zonama ERS</i>	58
<i>Slika 4.8. Indeksi promjene bruto potrošnje električne energije u distribuciji u zonama EPHZHB za analizu osjetljivosti scenarija S2</i>	64

<i>Slika 4.9. Indeksi promjene bruto potrošnje električne energije u distribuciji za analizu osjetljivosti scenarija S2 na razini operatora mreže odnosno entiteta i Bosne i Hercegovine</i>	<i>65</i>
<i>Slika 5.1. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu BiH po vrstama objekata</i>	<i>70</i>
<i>Slika 5.2. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu BiH po vrstama objekata</i>	<i>70</i>
<i>Slika 5.3. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu BiH po razlozima ulaganja</i>	<i>71</i>
<i>Slika 5.4. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu BiH po razlozima ulaganja</i>	<i>71</i>
<i>Slika 5.5. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu EPBiH po vrstama objekata</i>	<i>115</i>
<i>Slika 5.6. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu EPBiH po vrstama objekata</i>	<i>115</i>
<i>Slika 5.7. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu EPBiH po razlozima ulaganja</i>	<i>115</i>
<i>Slika 5.8. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu EPBiH po razlozima ulaganja</i>	<i>116</i>
<i>Slika 5.9. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu EPHZHB po vrstama objekata</i>	<i>138</i>
<i>Slika 5.10. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu EPHZHB po vrstama objekata</i>	<i>139</i>
<i>Slika 5.11. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu EPHZHB po razlozima ulaganja</i>	<i>139</i>
<i>Slika 5.12. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu EPHZHB po razlozima ulaganja</i>	<i>140</i>
<i>Slika 5.13. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu FBiH po vrstama objekata</i>	<i>148</i>
<i>Slika 5.14. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu FBiH po vrstama objekata</i>	<i>148</i>
<i>Slika 5.15. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu FBiH po razlozima ulaganja</i>	<i>149</i>
<i>Slika 5.16. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu FBiH po razlozima ulaganja</i>	<i>149</i>
<i>Slika 5.17. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu ERS po vrstama objekata</i>	<i>184</i>
<i>Slika 5.18. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu ERS po vrstama objekata</i>	<i>185</i>
<i>Slika 5.19. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu ERS po razlozima ulaganja</i>	<i>185</i>
<i>Slika 5.20. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu ERS po razlozima ulaganja</i>	<i>186</i>
<i>Slika 5.21. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu EDBD po vrstama objekata</i>	<i>199</i>
<i>Slika 5.22. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu EDBD po vrstama objekata</i>	<i>199</i>
<i>Slika 5.23. Dinamika ulaganja u distribucijsku mrežu EDBD po razlozima ulaganja</i>	<i>200</i>
<i>Slika 5.24. Ukupna ulaganja u distribucijsku mrežu ERS po razlozima ulaganja</i>	<i>200</i>

10. POPIS KRATICA

AMR	Automatsko očitavanje brojila (Eng. Automated Meter reading)
BD	Brčko Distrikt
BET	Betonski stup
BiH	Bosna i Hercegovina
ČEL, ČR	Čelično-rešetkasti stup
DP	Distribucijsko područje
DRV	Drveni stup
ED	Elektrodistribucija
EDBD	Elektrodistribucija Distrikta Brčko
EDF	Électricité de France
EHP	Oznaka izolacije kabela
EIHP	Energetski institut Hrvoje Požar
EPBiH	JP Elektroprivreda BiH d.d. Sarajevo
EPHP	Oznaka izolacije kabela
EPHZHB	JP Elektroprivreda Hrvatske zajednice Herceg Bosne d.d. Mostar
EPS	Elektroprivreda Srbije
ERS	Elektroprivreda Republike Srpske a.d. Trebinje
EU	Europska unija
EUR	euro
FBiH	Federacija Bosne i Hercegovine
FERK	Regulatorna komisija za električnu energiju Federacije Bosne i Hercegovine
HE	hidroelektrana
HEP	Hrvatska elektroprivreda d.d.
IPO	Oznaka izolacije kabela
IPZO	Oznaka izolacije kabela
KTS	Kabelska transformatorska stanica SN/NN
KV	Kabelski (podzemni) vod
MHE	mala hidroelektrana
MTU	Mrežno ton-frekventno upravljanje
NN	Niski napon
NOS BiH	Neovisni operator sustava za prijenosni sustav u Bosni i Hercegovini
NV	Nadzemni vod
ODS	Operator distribucijskog sustava

PE	Polietilen
PHP	Oznaka izolacije kabela
PLC	Komunikacija putem elektroenergetske mreže (Eng. Power Line Communication)
PP	Oznaka izolacije kabela
PVC	Polivinil klorid
REERS	Regulatorna komisija za električnu energiju Republike Srpske
RH	Republika Hrvatska
RHE	reverzibilna hidroelektrana – isto što i CHE
RMU	Ring Main Unit, sklopni blok srednjeg napona u TS SN/NN
RS	Republika Srpska
SDV	Sustav daljinskog vođenja
SKS	Samonosivi kabelski snop
SN	Srednji napon
SN_p	Primarni srednji napon
SN_s	Sekundarni srednji napon
STS	Stupna transformatorska stanica SN/NN
TE	termoelektrana
TS	Transformatorska stanica
VE	vjetroelektrana
VN	Visoki napon
XHE	Oznaka izolacije kabela
XHP	Oznaka izolacije kabela



Modul 1 - Energetske rezerve, proizvodnja, potrošnja i trgovina

Modul 2 – Potrošnja električne energije

Modul 3 – Proizvodnja električne energije

Modul 4 – Prijenosna mreža

Modul 5 –Distribucija električne energije

Modul 6 - Okvir za regulaciju i restrukturiranje elektroenergetskog sektora

Modul 7 –Podrška socijalno ugroženim potrošačima električne energije

Modul 8 –Rudnici uglja

Modul 9 - Centralno grijanje

Modul 10 – Prirodni plin

Modul 11 - Nafta

Modul 12 –Upravljanje potrošnjom, štednja energije i obnovljivi izvori energije

Modul 13 - Okoliš

Modul 14 - Plan investicija i opcije financiranja