

dr. sc. Sonja Ravlić Begić, mag. ing. el.  
Ravel d.o.o.  
[sonja.ravlic@ravel.hr](mailto:sonja.ravlic@ravel.hr)

Neven Lang Kosić, dipl. ing. el.  
HEP ODS d.o.o. Elektra Zagreb  
[neven.lang-kosic@hep.hr](mailto:neven.lang-kosic@hep.hr)

Velimir Ravlić, dipl. ing. el.  
Ravel d.o.o.  
[velimir.ravlic@ravel.hr](mailto:velimir.ravlic@ravel.hr)

Mario Pernar, dipl. ing. el.  
HEP ODS d.o.o. Elektra Zagreb  
[mario.pernar@hep.hr](mailto:mario.pernar@hep.hr)

## IZGRADNJA ZAMJENSKE TS 110/10(20) kV NA LOKACIJI POSTOJEĆE TS 30(35)/10 kV

### SAŽETAK

Primjena metalom oklopljenih i plinom SF<sub>6</sub> izoliranih postrojenja omogućila je, zbog znatno smanjenih dimenzija, primjenu TS 110/10(20) kV na onim mjestima gdje se teško dolazi do slobodne površine zemljišta (kao što su veliki gradovi). U tom slučaju omogućena je zamjena postojeće TS 30(35)/10 kV u klasičnoj AIS izvedbi s TS 110/10(20) kV na istom prostoru u GIS izvedbi.

**Ključne riječi:** plinom SF<sub>6</sub> izolirana postrojenja, razvoj mreže, pouzdanost napajanja, zrakom izolirano postrojenje

## CONSTRUCTION OF SS 110/10 (20) kV AT THE LOCATION OF EXISTING SS 30(35)/10 kV

### SUMMARY

Due to considerably reduced dimensions the application of SF<sub>6</sub>-encapsulated gas technology has allowed the SS 110/10(20) kV to be used in areas where there is difficult to reach the free surface of land, such as large cities. In this case, it is possible to replace the existing AIS substations 30(35)/10 kV with GIS substations 110/10(20) kV in the same location.

**Key words:** Gas Insulated Switchgear (GIS), network development, reliability of power supply, Air Insulated Switchgear

## 1. UVOD

Stalni porast potrošnje električne energije kao i velika gustoća opterećenja u gradskim područjima nametnuli su nužnost izgradnje TS 110/10(20) kV na mjestima postojećih TS 30(35)/10 kV. Na taj se način dovodi električna energija do centra potrošnje na višem naponu što utječe na smanjenje ukupnih troškova u prijenosu i distribuciji električne energije. Osim toga, izgradnjom više TS 110/10(20) kV osigurava se, u slučaju kvarova u jednoj od napojnih TS 110/x kV, prebacivanje napajanja na susjednu ili susjedne transformatorske stanice TS 110/10(20) kV.

Zbog dotrajalosti postojeće opreme i stalnog porasta potrošnje električne energije potrebno je izvršiti zamjenu pojedinih postojećih TS prijenosnog omjera 30(35)/10 kV te na njihovoj lokaciji izgraditi nove TS 110/10(20) kV.

Znatno smanjenje dimenzije 110 kV i 20 kV postrojenja u izvedbi s plinom SF<sub>6</sub> za izoliranje dijelova pod naponom i kao sredstvom za gašenje luka omogućuju optimalno tehničko-ekonomsko rješenje na svim mjestima gdje se teško dolazi do potrebne slobodne površine zemljišta, a što je posebno izraženo u velikim gradovima kao što je Zagreb. Na mjestima gdje se teško dolazi do slobodnog zemljišta, jedina mogućnost ukidanja 30 kV pogonskog napona i prijelaza srednjenaponske mreže na 20 kV je rekonstrukcijom postojećih TS 30(35)/10 kV u 110/x kV korištenjem GIS tehnologije u postojećim prostorima (zgradama).

Ovim člankom razmotrit će se mogućnost zamjene transformacije 30(35)/10 kV i pripadajućih postrojenja sa zračnom izolacijom novim plinom SF<sub>6</sub> izoliranim postrojenjima nazivnih napona 110 kV i 10(20) kV koja bi bila smještena u postojećim zgradama. U zgradi bi bili smješteni i energetski transformatori 110/10(20) kV te transformatori za napajanje vlastite potrošnje transformatorske stanice.

Za vrijeme izgradnje novog 110 kV postrojenja predviđeno je radove izvoditi u tehnološkim cjelinama koje su tako organizirane da su tijekom izvedbe predmetne građevine osigurani:

- neprekidno napajanje dosadašnjeg konzuma,
- izvedivost istovremenog odvijanja više vrsta radova (po kriteriju struka),
- optimalno trajanje radova,
- ljudi na gradilištu od eventualnih opasnosti po život,
- postojeći objekti na gradilištu od eventualnih šteta izvedenim radovima.

### 1.1 Konceptija razvoja mreže 110 kV i 30 kV na području grada Zagreba

Distribucijsko područje (DP) Elektra Zagreb pokriva područje grada Zagreba te Županije zagrebačke (u najvećoj mjeri). Radi se o najvećem distribucijskom području sa stajališta energetskih značajki (prodaja električne energije, broj potrošača) u Republici Hrvatskoj. Posebno je važna činjenica da je grad Zagreb područje s višestruko većom koncentracijom potrošača u odnosu na druge velike gradove u Republici Hrvatskoj. Napajanje električnom energijom grada Zagreba ostvaruje se danas iz prijenosne mreže HOPS-a, na naponu 110 kV i distribucijske mreže HEP-a na naponima 20 kV i 10 kV te 30 kV. Suglasno dosadašnjim studijama o razvoju mreže grada Zagreba, predviđeno je da kompletna mreža cijelog područja HEP-ODS d.o.o. Elektre Zagreb bude pripremljena za prelazak na 20 kV naponski nivo. U pravilu su mreže transformatorskih stanica 30(35)/10 kV povezane s mrežama TS 110/10 kV, a izgradnjom novih TS 110/x kV ili rekonstrukcijom pojedinih postojećih 30(35)/10 kV u TS 110/x kV, stvaraju se uvjeti za ukidanje postojećih TS 30(35)/10 kV i prelaska srednjenaponske mreže na 20 kV. Na taj način se područje snabdijevanja 30 kV smanjuje.

Za planirane TS 110/10(20) kV (TS KRŠNJAVOGA, TS CVJETNO NASELJE, TS RUŽMARINKA, TS MAKSIMIR) predviđa se 110 kV kabelsko povezivanje u 110 kV mrežu grada Zagreba. Ovisno o izgrađenosti 110 kV mreže, TS 30(35)/10 kV imaju ulogu ili osnovnog načina opskrbe konzuma ili služe za ispomoć sve do ukidanja 30 kV naponskog nivoa, gdje će nove TS 110/10(20)kV preuzeti ulogu osnovnog napajanja konzuma.

Osim TS Kršnjavoga koja je izgrađena 1982. godine sve druge TS 30(35)/10 kV su izgrađene do 1978. godine tako da su starije od 40 godina. Dakako, s vremenom je elektroenergetska oprema revitalizirana, ali veći zahvati su uglavnom izvršeni prije 1987. godine. Kabelska mreža 30 kV je također veoma stara.

Izloženi podaci ukazuju na visoku starost mreže 30 kV na području grada Zagreba, što rezultira potrebom za žurnom zamjenom tronaponskog sustava 110/30/10 kV dvonaponskim sustavom 110/10(20) kV.

## 2. ZAHTJEVI KOJI SE POSTAVLJAJU PRI REALIZACIJI PROJEKTA

Zahtjevi koji se postavljaju projektantima za izradu i realizaciju TS 110/x kV u gradovima su kompleksni. Prema „Zakonu o gradnji“ (NN 153/15, 20/17, 39/19, 125/19) definirani su sljedeći temeljni zahtjevi za građevinu: mehanička otpornost i stabilnost, sigurnost u slučaju požara, higijena, zdravlje i okoliš, sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe, zaštita od buke, gospodarenje energijom i očuvanje topline te održiva uporaba prirodnih izvora. Prilikom projektiranja budućih TS 110/10(20) kV moraju biti zadovoljeni svi spomenuti temeljni uvjeti za građevinu. S obzirom na to da se obično radi o prilagodbi postojećih građevina, te da je prostor za smještaj buduće transformacije 110/10(20) kV ograničenih dimenzija može se zaključiti da se radi o izuzetno kompliciranom zahvatu te da će biti neophodna suradnja stručnjaka iz područja elektrotehnike, građevine, strojarstva i arhitekture s dugogodišnjim iskustvom u navedenoj problematici. Projektnim mapama glavnog projekta proračunima treba dokazati da su zadovoljeni svi temeljni zahtjevi za građevinu.

Suvremeno rješenje TS 110/x kV u postojećoj zgradi treba zadovoljiti minimalno sljedeće zahtjeve:

- zaštita od buke;
- zaštita od požara;
- zaštita na radu;
- dovođenje napona koraka i napona dodira te iznošenje potencijala iz zgrade TS 110/x kV u propisane vrijednosti;
- zaštita od električnog polja i magnetskog polja u blizini 110/10(20) kV postrojenja te energetskih transformatora;
- smanjenje dimenzija opreme i spojnih vodova na minimum jer je raspoloživi prostor izuzetno malih dimenzija;
- arhitektonsko uklapanje TS 110/x kV u kompleks urbane sredine;
- građevinska rekonstrukcija zgrade treba biti što učinkovitija.

Građevinska rekonstrukcija mora biti učinkovita budući da su u ovom slučaju nova oprema 110 kV postrojenja i energetski transformatori znatno veće mase od prethodno ugrađene opreme. To posebno ima posljedice na seizmičku otpornost zgrade.

Primjena metalom oklopljenih i plinom SF<sub>6</sub> izoliranih postrojenja omogućuje ugradnju transformacije 110/10(20) kV u zgradama u kojima su bile smještene TS 30(35)/10 kV. Međutim, tada treba zadovoljiti i gore navedene zahtjeve. Pri tome se reducira na minimum potreban prostor za izgradnju TS 110/10(20) kV i eliminira mogućnost zagađenja opreme atmosferskim i industrijskim nečistoćama (npr. utjecaj ispušnih plinova iz automobila, utjecaj dima iz termoelektrane itd.).

### 2.1 Mehanička otpornost i stabilnost

Projektnim mapama glavnog projekta proračunima treba dokazati mehaničku otpornost i stabilnost građevine. Temeljem „Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije“ (NN 17/17), članak 24, stavak 5 potrebno je u potpunosti zadovoljiti sadašnje propise. Pregledom postojeće projektne dokumentacije građevina unutar kojih se vrši rekonstrukcija i uvidom na licu mjesta te analizom zatečenog stanja treba se zaključiti o dodatnim radovima koji će biti nužni za zadovoljenje zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine.

Prilikom eventualno potrebnih radova na održavanju (sanaciji oštećenja koja se mogu pojaviti tijekom izvođenja radova), sanacija se treba provesti istovjetnim kvalitetnim materijalima kojima je građevina izvedena.

### 2.2 Sigurnost u slučaju požara

Za razmatranu građevinu prilikom izgradnje zamjenske TS 110/10(20) kV u GIS izvedbi prilikom projektiranja nužno je predvidjeti sve potrebne mjere zaštite od požara. Treba osigurati vatrogasne pristupe s javne prometnice do ulaza na lokaciju transformatorske stanice. Radijusi horizontalnih transportnih površina moraju biti usklađeni s Pravilnikom o uvjetima za vatrogasne pristupe. Nadalje, svi putevi unutar zgrade postrojenja namijenjeni za komunikaciju po postrojenju i za evakuaciju osoblja moraju biti izvedeni bez zapreka.

Za zaštitu energetskih transformatora od požara treba biti instaliran stabilni protupožarni sustav s plinom CO<sub>2</sub>. U slučaju požara čitava količina plina CO<sub>2</sub> ubacuje se iz spremnika s CO<sub>2</sub> plinom u pripadajuću transformatorsku komoru.

Predviđeni smještaj energetskih transformatora unutar transformatorskih komora u zgradi mora biti pogodan za instaliranje stabilnog uređaja protupožarne zaštite na principu sustava potpune ispunje plinom CO<sub>2</sub> prostora transformatorskih komora. Transformatorske komore moraju imati slivnik ispod energetskih transformatora za spoj s uljnom jamom. Ovakvo rješenje sprječava zapaljenje transformatorskog ulja u slučaju požara. Sredstvo za gašenje požara je ugljični dioksid (CO<sub>2</sub>).

Aktiviranje uređaja izvodi se:

- automatski pomoću topljivih javljača požara (temperatura prorade javljača požara je 80 °C);
- ručno, razbijanjem stakla i povlačenjem ručice u kutiji ručnog aktiviranja, koja je smještena na razdjelnom ventilu, a zatim na uređaju s komorama ispunjenim CO<sub>2</sub>;
- daljinsko aktiviranje u razvodnom ormariću.

Otvori koji služe za ventilaciju transformatorskih komora, u trenutku aktiviranja uređaja, zatvaraju se automatski zaklopkama. Sredstvo za gašenje požara ugljični dioksid nalazi se u bocama koje s ostalim potrebnim dijelovima čine bateriju CO<sub>2</sub> i nalaze se u posebnoj prostoriji, neposredno uz transformatorske komore.

Primjenom odredbi Zakona, pravilnika, propisa i normi u skladu s kojima mora biti izrađen glavni projekt, opasnosti od nastanka i širenja požara smanjuje se na minimum, a elektroenergetsko postrojenje i dalje ispunjava sve tehničke i sigurnosne zahtjeve u svezi zaštite od požara.

## **2.3 Higijena, zdravlje i okoliš**

Planirana izgradnja postrojenja 110 kV u GIS izvedbi ne smije imati negativnog utjecaja na zagađenje neposrednog okoliša. Građevina se gradi u krugu postojećih TS 30(35)/10 kV, a svojim položajem na parceli, visinom i organizacijom prostora ne smije ugrožavati susjedne građevine. Svi pasivni i metalni dijelovi vodova i postrojenja moraju se uzemljiti sukladno svim vrijedećim propisima, kako bi se eliminirale potencijalne opasnosti za ljude i životinje.

Glavni projekt treba izraditi u skladu s „Pravilnikom o zaštiti na radu za mjesta rada“ (NN 29/13). Proračunom očekivanih razina elektromagnetskih polja mora se dokazati da će nakon izgradnje zamjenske TS 110/10(20) kV u GIS izvedbi električno polje i magnetska indukcija biti iznosa nižih od dopuštenih graničnih vrijednosti za područja profesionalne izloženosti, koji su propisani „Pravilnikom o zaštiti od elektromagnetskih polja“ (NN 146/14, 31/19). Glavni projekt mora biti izrađen u skladu s „Zakonom o održivom gospodarenju otpadom“ (NN 94/13, 73/17, 14/19, 98/19).

Građevni proizvodi i oprema moraju se izabrati, izvesti i održavati tako da zbog kemijskih, fizikalnih ili drugih utjecaja ne može doći do opasnosti, smetnji, šteta ili nedopustivih oštećenja tijekom uporabe građevine.

## **2.4 Sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe**

Građevina mora biti projektirana tako da ne predstavlja neprihvatljive rizike od nezgoda ili oštećenja tijekom uporabe ili funkcioniranja, kao što su proklizavanje, pad, sudar, opekline, električni udari, ozljede od eksplozija i provale.

## **2.5 Zaštita od buke**

Radni procesi na građevini i instalirana oprema ne smiju izazvati pojavu buke iznad dopuštene granice.

Nakon izgradnje zamjenskog postrojenja TS 110/10(20) kV, isto ne smije predstavljati izvor buke čija mjerena razina prelazi vrijednosti zadane „Pravilnikom o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave“ (NN br. 145/04). U transformatorskoj stanici TS 110/10(20) kV je potrebno ostvariti zvučnu izolaciju prema zahtjevima vrijedećih zakona, propisa i normi.

Osnovni izvor buke u TS 110/x kV GIS izvedbe su energetski transformatori i sustav ventilacije transformatora (prisilno hlađenje). Razina buke zavisi o nazivnoj snazi i konstrukciji energetskog transformatora te sustava hlađenja energetskog transformatora. Buka transformatora standardne izvedbe

prijenosnog omjera 110/x kV i nazivne snage 40 MVA je od 60 dB do 80 dB. Visokorazvijene države imaju precizno definirane norme u vezi dopuštene nazivne buke za pojedine sredine (danju i noću).

### 2.5.1 Smanjenje buke pri izradi transformatora

Stalnim razvojem elektrotehničkih i strojarskih metoda proračuna kao i primjenom suvremenih materijala za izradu transformatora stvaraju se uvjeti za smanjenje buke.

Pri projektiranju i izradi transformatora posebna pozornost se posvećuje izboru limova, načinu spajanja jezgre i jarma, pritezanju jezgre, geometrijskim udaljenostima između jezgre i kotla, izvedbi i smještaju hladnjaka i ventilatora te ostale pomoćne opreme.

Smanjenje buke izvedbom zaštitnih zidova postiže se vrlo učinkovito prigušenje buke. Smanjenje buke ovisi uglavnom od debljine i konstrukcije zida, vrata i ventilacijskog sustava. Postoje tri načina prenošenja buke iz transformatorskih komora:

- vibracijom zidova ili preko temelja, sabirnica ili kabela;
- vibracijom zidova zbog zvučne energije koja se prenosi od transformatora;
- buka koja se zrakom prenosi kroz kanale ili ventilacijske otvore izvan transformatorske komore.

Budući da je u gradskom području dopuštena razina buke danju 55 dB, a noću 45 dB, nužno je poduzeti mjere za ograničenje buke transformatora. Energetski transformatori se smještaju u adaptirane transformatorske komore s vratima specijalne izvedbe zbog dodatne zaštite od buke te s posebnim vratima za ulazak ljudi (manipulativna vrata) koja su sastavni dio glavnih vrata za transformatorske komore.

Prisilna ventilacija energetskih transformatora ostvaruje se s po dva ventilatora po energetskom transformatoru, s automatskom regulacijom rada ventilatora. Zbog toga što ventilatori predstavljaju izvor buke, nužno je predvidjeti prigušne kulise. Složenim strojarskim proračunom nužno je izvršiti optimalni izbor tipa i karakteristika ventilatora kao i način smanjenja buke.

Pri tome treba istaknuti da se i kod izbora karakteristika novih energetskih transformatora mora voditi računa o maksimalno mogućem smanjenju buke energetskih transformatora.

Isto tako je mora se izvršiti sekcioniranje tračnica ispod kotača energetskog transformatora kako bi se maksimalno smanjilo zajedničko prenošenje vibracija transformatora na temelje postojeće zgrade. Razina buke se može sniziti na sljedeće načine:

- Smanjenje buke u izvoru, pomoću specijalnih projektantskih i konstrukcijskih rješenja energetskog transformatora.
- Smanjenje buke određenim mjerama pri izvođenju elektromontažnih i građevinsko-obrtničkih radova.
- Ograničenje buke pomoću montaže energetskih transformatora u posebne transformatorske komore.

U slučaju primjene standardne izvedbe energetskih transformatora, treba primijeniti dvije posljednje mjere.

Prilikom izvođenja radova treba koristiti elastične elemente kako se ne bi prenio zvuk na ostale dijelove postrojenja u TS 110/10(20) kV.

Osnovna zaštita za smanjenje buke je postavljanje energetskih transformatora u armirano betonske transformatorske komore. Ovakvo rješenje omogućuje značajno smanjenje razine buke, ali se pojavljuju problemi hlađenja transformatora, odnosno odvođenja topline koji su suprotni u odnosu na zaštitu od buke. Treba istaknuti da se prirodnom ventilacijom ne može postići rješenje odvođenja topline iz predviđenih (i jedino mogućih) prostora transformatorskih komora te treba koristiti prisilnu ventilaciju s ventilatorima koji su odgovarajuće dimenzionirani.

Posebnu poteškoću predstavlja izvedba vrata u transformatorskim komorama. Analitičke metode su pokazale kako bi težina vrata bila cca 300 kg/m<sup>2</sup> da bi razina buke bila smanjena na dopuštenu granicu. Da bi se postiglo rješenje, moguće je koristiti ili segmentnu izvedbu vrata ili specijalna rolo vrata.

Treće rješenje je najjeftinije, ali je najmanje praktično za održavanje i sastoji se od zazidavanja vrata elementima šuplje opeke, a sa strane se ostavljaju vrata za ulaz ljudi za potrebe održavanja.

## 2.6 Gospodarenje energijom i očuvanje topline

Građevina i instalacije za grijanje, hlađenje, osvjetljenje i provjetravanje moraju biti projektirane tako da je količina energije koju zahtijeva na niskoj razini. Sastav građevnih konstrukcija mora biti projektiran tako da trajno osigurava zaštitu od vanjskih utjecaja i atmosferilija.

## 2.7 Održiva uporaba prirodnih izvora

S obzirom na to da se svi radovi planiraju izvesti čvrstim materijalima zahtijevane standardne kvalitete, projektirani vijek građevine trebao bi iznositi cca 50 godina uz redovito održavanje.

## 3. PRIMJER IDEJNOG RJEŠENJA UGRADNJE NOVOG METALOM OKLOPLJENOG I PLINOM SF<sub>6</sub> IZOLIRANOG 110 KV POSTROJENJE U POSTOJEĆOJ ZGRADI

U slučaju izgradnje zamjenske TS 110/10(20) kV u GIS izvedbu unutar postojeće zgrade opseg zahvata izgradnje 110 kV postrojenja je sljedeći:

- uklanjanje postojećeg 30 kV i 10 kV postrojenja;
- prilagodba prostorija postojećih 30 kV i 10 kV postrojenja te ostalih prostorija u zgradi za smještaj buduće opreme TS 110/10(20) kV;
- izvedba 110 kV postrojenja u GIS izvedbi;
- izvedba 10(20) kV postrojenja;
- izvedba pomoćnih postrojenja, ugradnja sekundarne opreme, opreme sustava daljinskog vodđenja, telekomunikacija, vatrodojave;
- ugradnja energetske i kućne transformatora;
- izvedba sustava uzemljenja;
- ugradnja kranske dizalice;
- izvedba spoja 110 kV kabela od pojedinog 110 kV polja GIS-a do izlaza iz zgrade, spoja na energetske transformatore;
- ugradnja i opremanje transformatorskih komora s novim sustavom ventilacije.

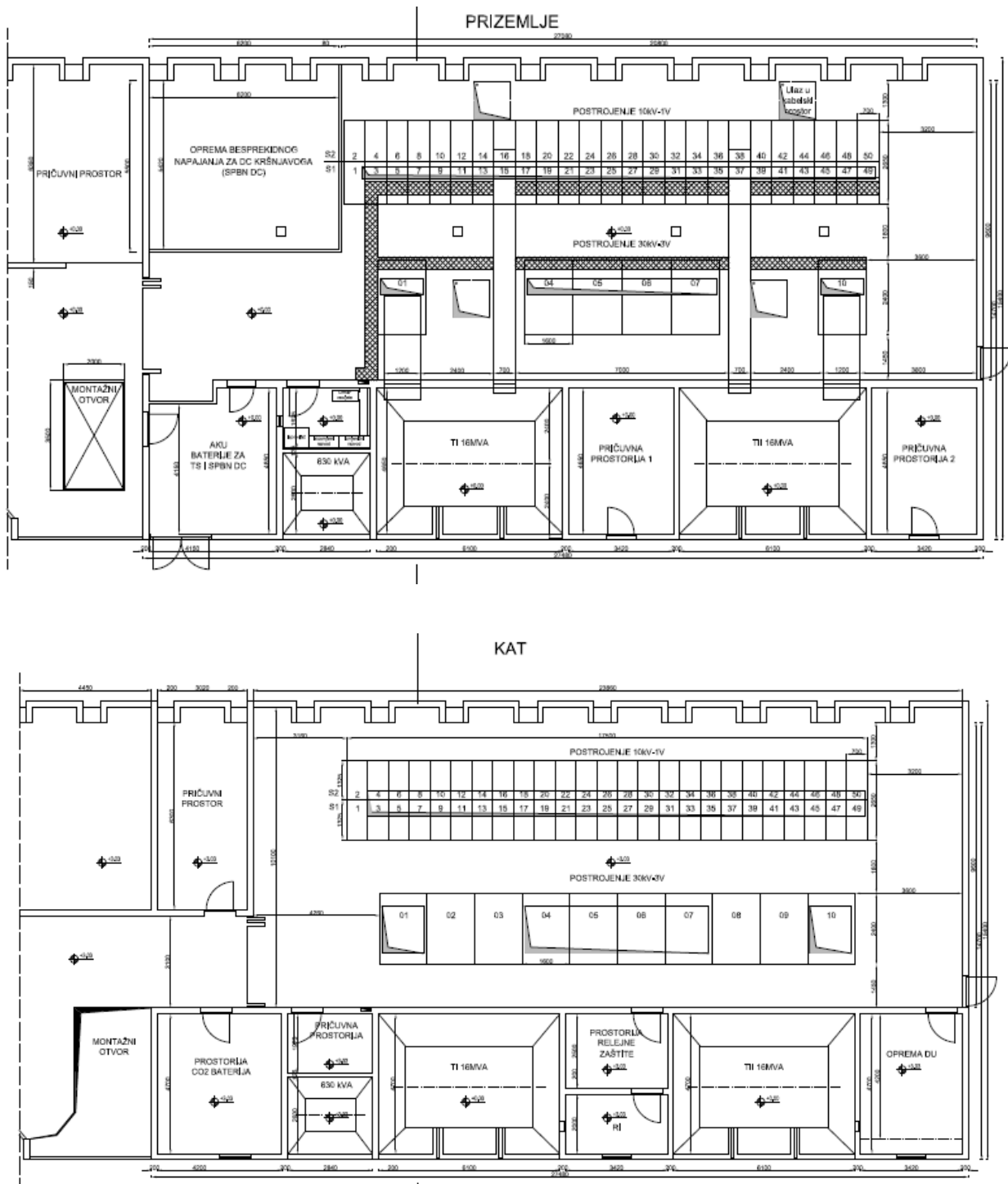
Izvedba i tip 110 kV SF<sub>6</sub> plinom oklopljenog postrojenja definirana je postojećim gabaritima zgrade.

Novo metalom oklopljeno i plinom SF<sub>6</sub> izolirano 110 kV postrojenje je koncipirano sa dvostrukim sustavom sabirnica, spojnim poljem, dva transformatorska polja za energetske transformatore 110/10(20) kV, mjernim poljem te dva vodna polja. Uz to, predviđeno je jedno polje pričuve za potrebe eventualnog proširenja u budućnosti.

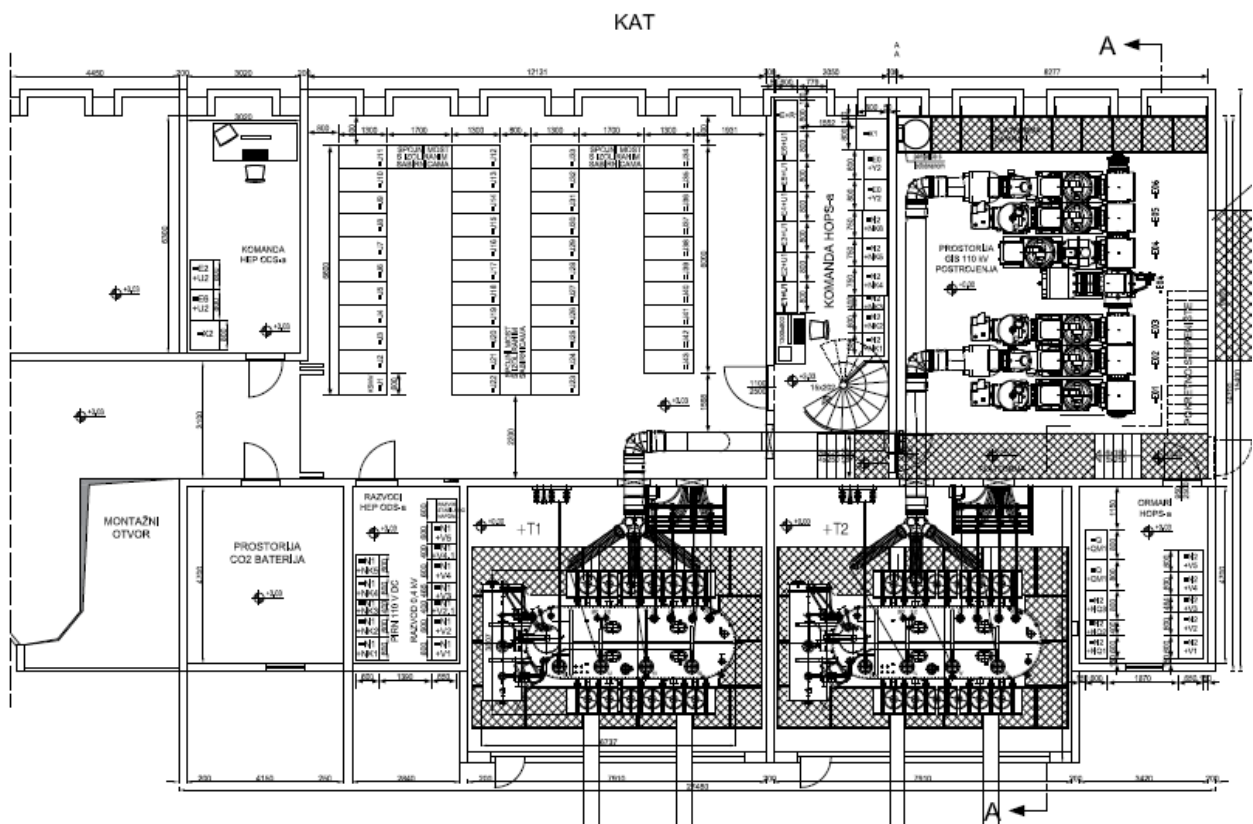
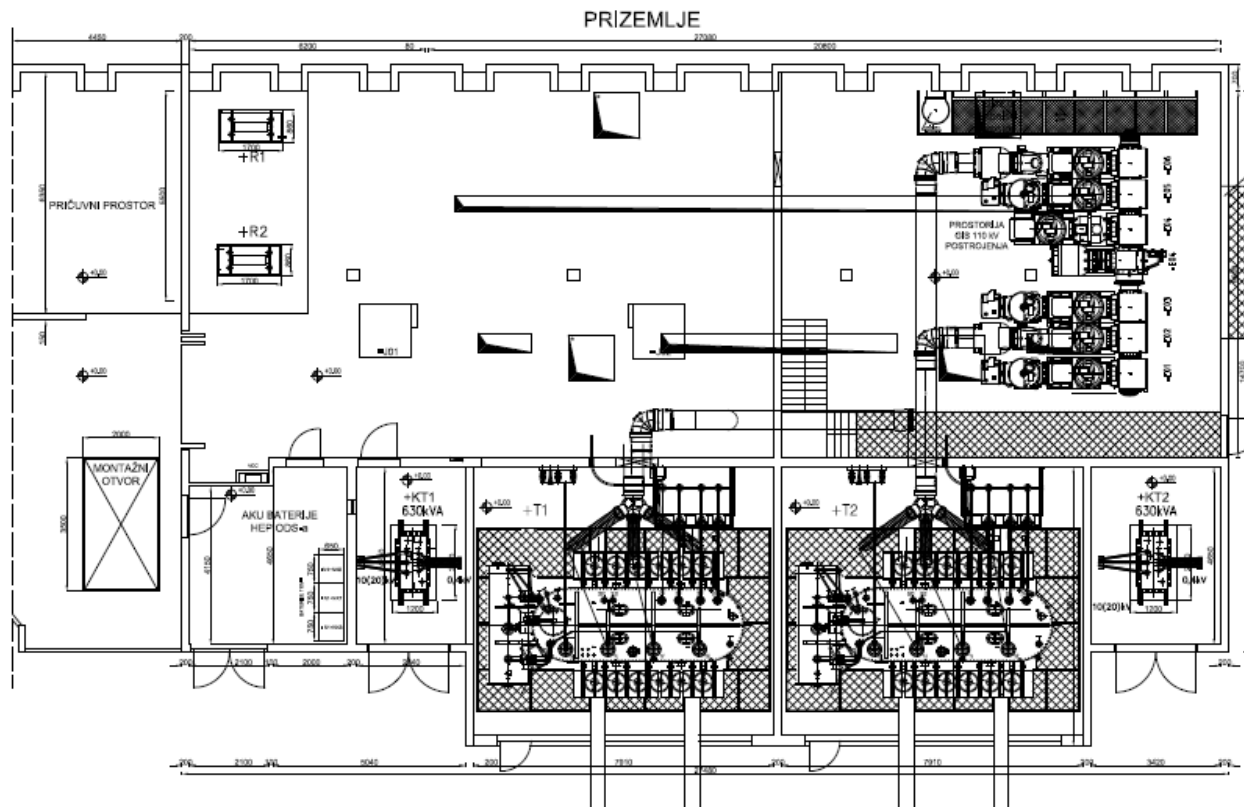
Postrojenje 110 kV je smješteno u zgradu tako da je omogućena brza montaža i lako održavanje postrojenja. Unutar prostorije predviđena je kranska dizalica. Svako pojedino polje će biti tvornički dogotovljeno i složeno u većim montažnim sklopovima koji predstavljaju jedinice pripremljene za transport. Svi elementi transportne jedinice će biti kompletno ožičeni u tvornici. Vodiči završavaju na utičnim kontaktima kako bi se smanjio vremenski period spajanja pojedinih polja u jednu cjelinu.

Raspored i smještaj novog 110 kV postrojenja je takav da omogućuje nesmetan pristup i održavanje.

Na slici 1 prikazano je postojeće stanje prizemlja i kata u zgradi u kojoj je planirana ugradnja novog metalom oklopljenog i plinom SF<sub>6</sub> izoliranog 110 kV postrojenje, dok je na slici 2 prikazan prijedlog rasporeda prostorija s novom opremom.



Slika 1. Dispozicija prizemlja i kata postojeće TS 35(30)/10 kV u kojoj je planiran zahvat



Slika 2. Dispozicija prizemlja i kata nakon provedenog zahvata



### 3. ZAKLJUČAK

Ovim referatom napravljena je analiza izgradnje nužnih zahvata za ugradnju zamjenskih TS 110/10(20) kV na lokaciji postojećih TS 30(35)/10 kV. Razradila se mogućnost ugradnje novog metalom oklopljenog i plinom SF<sub>6</sub> izoliranog postrojenja 110 kV u sklopu postojeće zgrade kao i smještaj energetskih i kućnih transformatora, SN postrojenja, ormara sekundarne opreme te pomoćnih napajanja unutar postojeće zgrade.

Glavni razlozi u prilog ovoj odluci su:

- zadovoljenje svih uvjeta okoliša;
- najkraći rok izgradnje, bez potreba isključenja konzuma;
- zadovoljenje najstrožih tehničkih standarda po pitanju sigurnosti i pouzdanosti;
- najveća razina raspoloživosti, oko 99,8%, uz minimalne potrebe održavanja;
- predvidiva životna dob oko 50 godina;
- troškovi pogona i održavanja itd.

### 4. LITERATURA

- [1] Proračun kratkog spoja u prijenosnoj mreži Hrvatske za nazivnu 2020. godinu, Institut za elektroprivredu i energetiku, Zagreb, lipanj 2010.
- [2] L. Graine, P. Fletcher, H. Rohsler, A. Strnad, B. Terkelsen, „Lifetime Assessment and Updating of Substations“, CIGRÉ Session, Paris 1994, Report 23-101
- [3] T. Kawamura, S. Kobayashi, M. Horikoshi, K. Hamamoto, „Progress of Substation Maintenance based on Records of Operation and Maintenance“, CIGRÉ Session, Paris 1990, Report 23-102
- [4] C. J. Jones, D. Kopejtkova, S. Kobayashi, T. Molony, P. O'Connell, I.M. Welch, „GIS in Service – Experience and Recommendations“, CIGRÉ Session, Paris 1994, Report 23-104
- [5] D. Holsinger, „Sklopna postrojenja sa sumpornim heksafluoridom za visoki napon“, Končar – stručne informacije, Zagreb, 1977.
- [6] M. S. Naidu, „Gas Insulated Substations“, I. K. International, New Delhi, 2008.
- [7] S. Bojić, „Porast potencijala oklopa visokonaponskih postrojenja zbog sklapanja rastavljačem“, Zagreb, 2002.
- [8] Desetogodišnji plan razvoja hrvatske prijenosne mreže (2014 – 2023), HOPS d.o.o. srpanj 2014.