

Igor Đurić  
HEP – ODS d.o.o., Zagreb  
[igor.duric@hep.hr](mailto:igor.duric@hep.hr)

Željko Sokodić  
HEP – ODS d.o.o., Elektra Križ  
[zeljko.sokodic@hep.hr](mailto:zeljko.sokodic@hep.hr)

## IZGRADNJA TS 110/10(20) kV KUTINA KAO VARIJANTE JEDNOSTAVNE TS 110/10(20) kV

### SAŽETAK

HEP – Operator distribucijskog sustava d.o.o. se na pojedinim lokacijama suočava sa zahtjevom za povećanje snage zbog potrebe priključenja većeg potrošača (poslovna zona, poslovni subjekt) ili potrebom prelaska dijela mreže na 20 kV (često se radi o većem dijelu zračne mreže rekonstrukcijom pripremljene za prijelaz na 20 kV). Analizom iskustava iz pripreme i ostvarenja navedenih projekata izgradnje u okruženju stvarnih poslovnih i investicijskih okolnosti vidljiva je potreba ubrzane gradnje jednostavne i jeftine distribucijske TS 110/20 kV. S obzirom na učinkovito gospodarenje raspoloživim potencijalima i optimiranje troškova pokazalo se nužno osmisliti ostvarenje projekta kroz faze (etape).

U uvodnom dijelu daje se pregled osnovnih odrednica za pristup izgradnji jednostavnih TS 110/10(20) kV u HEP – ODS d.o.o. U razradi se opisuje razvoj tehničkog rješenja za napajanje potrošača u poslovno – stambenom dijelu grada Kutine, sa naglaskom na optimiranje troškova izgradnje po fazama izgradnje, a prema potrebama potrošača.

**Ključne riječi:** jednostavna TS 110/20 kV, razvoj projekta, optimiranje troškova izgradnje

## POSSIBLE SOLUTION OF SIMPLE AND COST EFFECTIVE DESIGN FOR 110/10(20) kV SUBSTATION

### SUMMARY

HEP – ODS d.o.o, Power distribution company of Croatian power utility, is challenged with budgetary restrictions for erection of typical 110/10(20) kV Power substations, while trying to manage urgent and increasing power demands. New approach is based on detailed staging of SS erection project (following substantial rise on power demand) and implementing modern switchgear and busbar systems.

An evolution of a SS 110/10(20) kV Kutina project is described with project background and details on project stages.

**Key words:** 110/20 kV Substation, project evolution, cost-benefit optimization in general

## 1. UVOD

### 1.1. Odrednice postojeće tipizacije TS 110/10(20) kV

Osnova postojeće tipizacije TS 110/x je projekt tipske TS 110/x, razrađen u razdoblju 1980 – 1986. u suradnji ZEOH (Zajednice elektroprivrednih organizacija Hrvatske), Instituta za elektroprivredu, predstavnika proizvođača (Končar) i projektanata (PB Split). U razdoblju 1987 – 1989. god. prema zajedničkoj osnovnoj projektnoj dokumentaciji izgrađeno je cca. dvadesetak objekata TS 110/10(20) kV (neki u varijanti TS 110/35 kV), a u razdoblju 1990 – 2004. još desetak.

U tehničkoj razradi predviđene su varijante s obzirom na izvedbu postrojenja 110 kV:

- a) Jednostavna stanica sa jednostrukim sekcioniranim sabirnicama 110 kV za dva do (max.) četiri vodna polja;
- b) Složena stanica 110 kV sa dvostrukim sabirnicama, predviđena za veći broj vodnih polja.

Većina objekata je izgrađena u varijanti jednostavne TS 110/x, sa osnovnim tehničkim značajkama:

- a) Zgrada: montažni betonski objekt s prizemnom i katnom etažom izveden modulima tlocrtnih dimenzija cca. 7,2 x 7,2m,
- b) Postrojenje 110 kV: u izvedbi ZIP (zrakom izolirano postrojenje) ili GIS (postrojenje izolirano u SF6), sa poljima i opremom organizirano u modularnim cjelinama,
- c) Transformatori 2 x 20 MVA, YNyn0, (u prvoj fazi predviđeno 1x 20 MVA),
- d) Postrojenje 20(10) kV: sklopni blokovi u metalom pregrađenoj izvedbi (metal-clad) sa izvlačivim prekidačima i jednostrukim izoliranim sabirnicama,
- e) Pom. postrojenja i razvodi: jedan otpornik po transformatoru za uzemljenje nultoečke, dva transformatora vlastite potrošnje, jedan pom. razvod istosmjernog napona 220(110)+48 V=, pom. razvod izmj. napona 400/230 V, MTU postrojenje priključeno na srednji napon, Kondenzatorske baterije i druga oprema na srednjem naponu prema potrebi,
- f) RZ 110 kV: jedan ormar sekundarne opreme po polju, za smještaj uređaja i opreme za upravljanje, mjerenje, relejnu zaštitu i signalizaciju,
- g) RZ 20 kV: releji ugrađeni u poslužnim ormarićima sklopnog bloka,
- h) Lokalno upravljanje: putem upravljačko – signalnih tabloa na vratima ormara i vratima poslužnih ormarića,
- i) Daljinsko upravljanje: pojedinačni signali, komande i mjerenja, priključeni su na daljinske stanice, za prijenos i upravljanje u nadređenom centru,
- j) Mjerenje: ormar obračunskih mjerenja.

Dio objekata je glavnim projektom predviđen za izgradnju po fazama (etapama) i pušten u pogon u prvoj fazi sa izgrađenim jednim TP110 kV, transformatorom TR 110/10 kV, 1x 20 MVA i smanjenim brojem polja u postrojenju 10(20) kV.

Sa povećanjem potrošnje napajane iz TS (preko 80% nazivne snage TR1 u normalnom pogonskom stanju) pristupa se dogradnji postrojenja: (1) dopunjava se oprema TP2 110 kV (na prethodno predviđenom prostoru), (2) ugrađuje se (na prethodno izgrađene temelje) TR2 i (3) dopunjuju se uređaji i oprema upravljanja, mjerenja, relejne zaštite i signalizacije. (4) U postrojenju 10(20) kV se dograđuju polja do punog broja predviđenog Glavnim projektom.

Pogonska iskustva ovakvih TS (npr. TS 110/10(20) kV Petrinja gdje je TR2 dograđen 2002.- nakon 13 godina rada u prvoj fazi izgradnje ili TS 110/10(20) kV Mlinovac gdje je TR2 dograđen 2006.- nakon 17 godina rada u prvoj fazi izgradnje) su zadovoljavajuća.

Uobičajena je praksa da se sa dogradnjom TR2 i opreme druge faze revitaliziraju podsustavi relejne zaštite i upravljanja. Nakon puštanja u pogon TR2 - provodi se opsežnija revizija opreme ugrađene u prvoj fazi i osvježava se znanje i vještine timova zaduženih za održavanje opreme i podsustava - time se postiže višestruko pozitivan učinak i trafostanici se u punom smislu udiše novi život.

U razdoblju 1996 – 1999. radila je stručna radna skupina HEP d.d. Direkcije za upravljanje i prijenos i Direkcije za distribuciju, zadužena za izradu podloga za idejno rješenje novelacije i izmjene tipske TS 110/20(10) kV [1]. Prijedlozi za novelaciju tipskog teh. rješenja za TS 110/10(20) kV odnose se uglavnom na smjernice za opće unaprjeđenje tehničkih rješenja primjereno značajnom teh. razvoju primarne opreme (kompaktiranje modula i opreme u postrojenju 110 kV, razvoj sklopnih blokova u

metalom pregrađenoj varijanti s izvlačivim prekidačem) i značajnom razvoju računalne i numeričke tehnologije u sekundarnim sustavima, ali sve u okvirima predviđenim postojećom tipizacijom.

Uvažavajući tehnički razvoj elemenata postrojenja, stručna radna skupina zaključuje :

S obzirom na tehnologiju u kojoj se izvodi postrojenje 110 kV, načelno se navodi da će postrojenja tipa GIS (metalom oklopljena i plinom SF6 izolirana postrojenja) imati primjenu u manjem broju slučajeva npr: (1) u velikim gradovima – zbog malog prostora, uklapanja u okoliš, (2) pri posebnim slučajevima povećanog onečišćenja, (3) pri zahtjevima visoke pouzdanosti i raspoloživosti [1].

Predviđajući izgradnju većeg broja objekata TS 110/20(10) kV u stvarnom investicijskom okruženju (uravnoteženi i održivi planovi investicija) u podlogama se navodi i potreba za razvojem teh. rješenja jednostavnije (tipske) TS: „Jednopolna shema „blok“ postrojenja 110 kV (bez sabirnica) gdje se vod 110 kV priključuje izravno na TR 110/20kV manje snage (do 20 MVA) i gdje se ne predviđa uvod daljih vodova 110 kV kao i povećanje broja transformatora“ [1]. Priključak u 110 kV mrežu se predviđa ostvariti kroz „T“ spoj.

## 1.2. Pristup izgradnji jednostavne TS 110/20 kV u HEP – ODS d.o.o.

U HEP-ODS d.o.o. se razmatra dalji razvoj modela jednostavne TS 110/20 kV. Razmatranje kreće od polazišta optimalnog korištenja raspoloživih potencijala i optimalnog pristupa potrošačima, a u tehničkom smislu kreće od podloga za novelaciju postojeće tipizacije. Osnovne odrednice razvoja:

- Priprema izgradnje i izgradnja se promatraju u okruženju stvarnih investicijskih okolnosti uz naglasak na izradi tehnički uravnoteženih i ostvarivih planova razvoja i investicija HEP-ODS d.o.o.
- Prijelaz mreže na 20 kV i prijelaz na direktnu transformaciju 110/20 kV su prepoznati kao značajni razvojni ciljevi HEP – ODS d.o.o. Strategija ostvarenja ovih ciljeva opisana je u višegodišnjim planovima razvoja i investicija.
- Opće smanjenje i optimiranje troškova izgradnje planira se kroz: (1) smanjenje troškova u fazi izgradnje, (2) razmatranje mogućnosti smanjenja troškova održavanja i servisa kroz životni vijek postrojenja, (3) razmatranje opće pouzdanosti teh. rješenja i (4) razmatranje troškova planiranih i neplaniranih zastoja,
- Opći tehnički zahtjevi: (1) opći doprinosi sigurnosti pogona postrojenja i mreže, (2) visoka pouzdanost, (3) modularnost, (3a) pogodnost modularnoj dopuni opreme, (4) jednostavna tehnička rješenja i (5) visoka razina integriranosti podsustava numeričke relejne zaštite i vođenja i komunikacijskih podsustava,
- Specifični zahtjevi na mjestu ugradnje.

## 1.3. Specifični zahtjevi kod izgradnje TS 110/10(20) kV

U fazi razrade idejnog rješenja, potrebno je provesti optimiranje tehničkog rješenja prema potrebama potrošača, raspoloživim investicijskim potencijalima i specifičnim zahtjevima na mjestu izgradnje TS. U tom smislu potrebno je uložiti dodatni trud u pripremi projekta i pripremi izgradnje:

- Istražiti raspoloživost prostora za izgradnju:** prostor je kritični uvjet za izgradnju u urbanom području. Ugradnja u zatvorenim objektima (za GIS ili HIS postrojenje) je jedan od preduvjeta za povećanje pouzdanosti i kompaktiranje postrojenja. Povećanje vrijednosti investicije se može ublažiti izgradnjom montažnog objekta. Dodatni zahtjevi na građevinu su: snižavanje razine buke, urbanističko uklapanje u okoliš, ekološka sukladnost prema zahtjevima okoliša i dr. Izvan visoko-urbanog područja prema iskustvima iz okruženja, preporučuje se ugradnja vanjskog postrojenja smanjenih dimenzija u ZIP ili HIS tehnologiji.
- Planirati izgradnju jednostavnih montažnih objekata** za smještaj SN postrojenja, pom. razvoda i numeričkih uređaja i opreme. Temeljem iskustava s poslovnim zonama, preporučuje se u početnoj fazi razvoja poslovne zone graditi jednostavne montažne objekte, a u daljim fazama razvoja potrošnje planirati proširenje i izgradnju klasičnog objekta.
- Istražiti zahtjeve potrošača s obzirom na pouzdanost i sigurnost napajanja,** osjetljivost na prekide i redovita isključenja i zahtjeve na kvalitetu napona - Problem pouzdanosti postrojenja treba razmotriti u smislu revizije kriterija „n-1“ i uvažavajući iskustva osiguranja pouzdanosti isporuke iz Europske prakse (npr. osiguranje ispomoći kroz SN mrežu i „gušču“ izgradnju vrlo jednostavnih TS 110/x 1x 20 MVA [10], osiguravanje mobilnih jednostavnih TS 110/20 kV 1x 20 MVA – za pogon i ispomoć u izvanrednim situacijama [12], [13]),

- d) **Pripremiti program izgradnje** sa jasno određenim i po fazama razrađenim elementima investicije. Razvojne faze moraju pratiti povećanje potrošnje,
- e) **Uvažiti troškove održavanja i trendove u razvoju opreme sa smanjenim održavanjem i troškove u životnom vijeku,**
- f) **Predmetnu investiciju razmotriti u smislu drugih investicijskih programa u okruženju** (npr. investicijske programe pripreme prijelaza na 20 kV),
- g) **Postrojenje treba biti daljinski vođeno** iz nadređenog DC, bez stalne posade,
- h) **Tehnička rješenja treba razvijati u smislu tipizacije** – potrebno je prikupiti bazu iskustva i potrebno je razviti nekoliko glavnih modela TS. Time se planira kroz nekoliko godina postići opće ubrzanje buduće izgradnje,
- i) **Istražiti koje se trafostanice TS 35/10 kV napuštaju** s prelaskom na TS 110/20kV i osmisliti programe za iskorištavanje vrijednosti koridora i korištenje objekata,
- j) **Uvažiti povećane tehničke zahtjeve kompaktiranih postrojenja** na podsustave uzemljenja, pom. pogone i priključak (KB) – u tom smislu treba istražiti mogućnost primjene na mikrolokaciji,
- k) **Istražiti mogućnosti domaćih proizvođača opreme i postrojenja.**

## 2. NEKI TEHNIČKI DETALJI JEDNOSTAVNE TS 110/20 KV

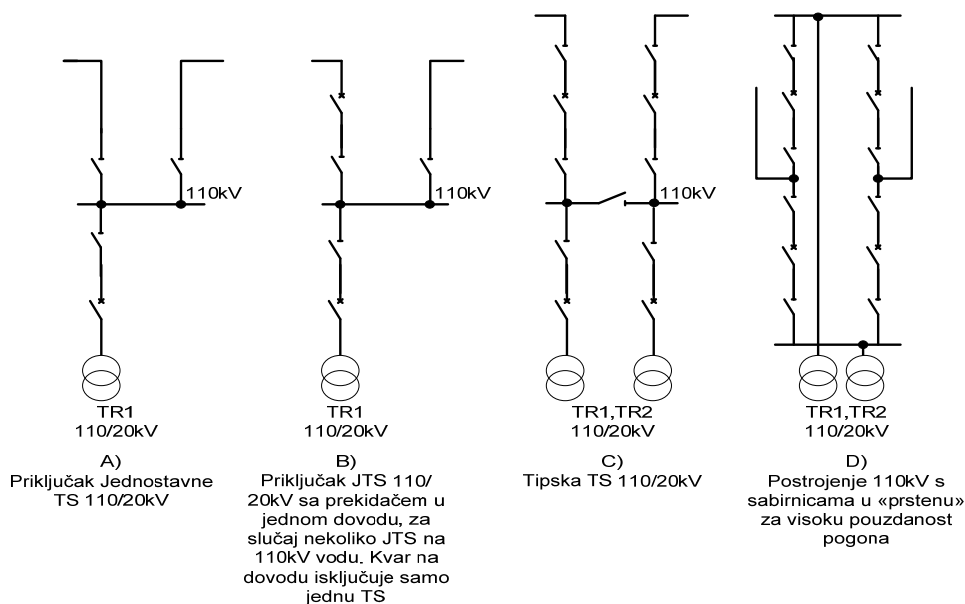
### 2.1. Jednopolna shema postrojenja 110 kV

Standardna „H“ shema postrojenja 110 kV je provjerena u višegodišnjoj primjeni, osigurava zadovoljavajuću razinu sigurnosti pogona prema sadašnjoj praksi i zahtjevima pogona – u tom će smislu sigurno ostati zadržana kao jedna od razvijenih varijanti 110 kV postrojenja.

Poslovne okolnosti u kojima se danas grade postrojenja i razvija mreža 110 kV, uvjetuju i u našoj praksi primjenu jednostavnijih postrojenja koja će se u fazama razvijati do „H“ sheme.

U europskoj i svjetskoj praksi postoje brojna iskustva vezana uz odabir i razvoj sheme VN postrojenja [8],[9],[10]. Kod potrebe osiguranja povećane pouzdanosti postrojenja 110 kV može se koristiti razvijena shema jednostavnog postrojenja 110 kV (prsten (eng. ring), prema slici 1. D.) koja se u analizama i praksi pokazuje kao optimum visoke pouzdanosti i cijene opreme.

Na slici 1. su neka rješenja jednostavnih jednopolnih shema postrojenja 110 kV u pogonu:



Slika 1. Sheme jednostavnih postrojenja 110 kV

Odluka o tehnologiji u kojoj se izvodi postrojenje 110 kV ovisi također o optimiranju zahtjeva i troškova: Postrojenje 110 kV može biti izvedeno u: ZIP (AIS) tehnologiji, GIS tehnologiji (sabirnice i aparati u zajedničkom kućištu – oklopu, izolirano plinom) ili HIS tehnologija (Hibridna GIS, Mixed GIS, aparati polja su u zajedničkom kućištu, izolirani plinom, a sabirnice i priključak izolirani zrakom). Odabir aparata i opreme u modernoj kompaktnoj teh. izvedbi (GIS,HIS), omogućava ubrzanje i pojednostavljenje elektromontažnih radova i smanjenje prostornih zahtjeva. U tehničkim značajkama se navodi da ova oprema ima smanjene zahtjeve za održavanjem, u što se ipak treba uvjeriti u pogonu pilot-instalacija. Sigurno je da je cijena ovakve opreme viša od opreme za zrakom izolirana postrojenja 110 kV.

Iskorak u pojednostavljenje VN postrojenja, nužno je vezan uz uvođenje novih tehnologija i tehničkih rješenja, stoga tu očekujemo i potičemo tehnički argumentiranu raspravu i pojačanu stručnu aktivnost stručnjaka u timovima investitora i projekatanta.

## **2.2. Faze izgradnje postrojenja 110 kV**

Kako je prije navedeno, razvoj postrojenja nužno treba pratiti razvoj potrošnje. Smatramo da kod izgradnje objekata – osobito za napajanje potrošača u poslovnim zonama, gdje se u početnim fazama traži priključak, a u budućnosti predviđa znatno povećanje potrošnje - treba revidirati pristup izgradnji na način:

- a) planirati razvoj jednopolne sheme postrojenja u više faza,
- b) revidirati pristup modulima polja 110 kV (na temelju iskustva i stručne razrade [3]),
- c) uvoditi moderna tehnička rješenja VN aparata i opreme,
- d) u prvoj fazi planirati izgradnju montažnog objekta za smještaj opreme i postrojenja, a u daljoj fazi značajnijeg razvoja graditi čvrsti objekt na istoj lokaciji ili na lokaciji postojeće TS 35/10 kV, koja gubi značaj sa prelaskom na transformaciju 110/20 kV,

Na slici 1. A) do C) prikazan je mogući razvoj jednopolne sheme jednostavne TS 110/10(20) kV prema fazama izgradnje.

## **2.3. Plato i montažni objekt postrojenja 110/10(20) kV**

Revizija pristupa u izgradnji objekta za smještaj postrojenja i opreme, uvjetovana je potrebama ubrzane i učinkovite izgradnje, ali i potrebom općeg smanjenja tlocrtna površine platoa i postrojenja. U tom smislu razmatra se ugradnja montažnih objekata, sa zidovima od rebrastog aluminijskog lima i sa ispunom od izolacijskog materijala, ugrađenih na betonske temelje.

Montažni objekti u kombinaciji nekoliko kontejnerskih objekata ili u varijanti visoke gradnje od alu-sendvič panela na čeličnoj konstrukciji se uobičajeno koriste za smještaj elektroenergetskih postrojenja u svjetskoj praksi.

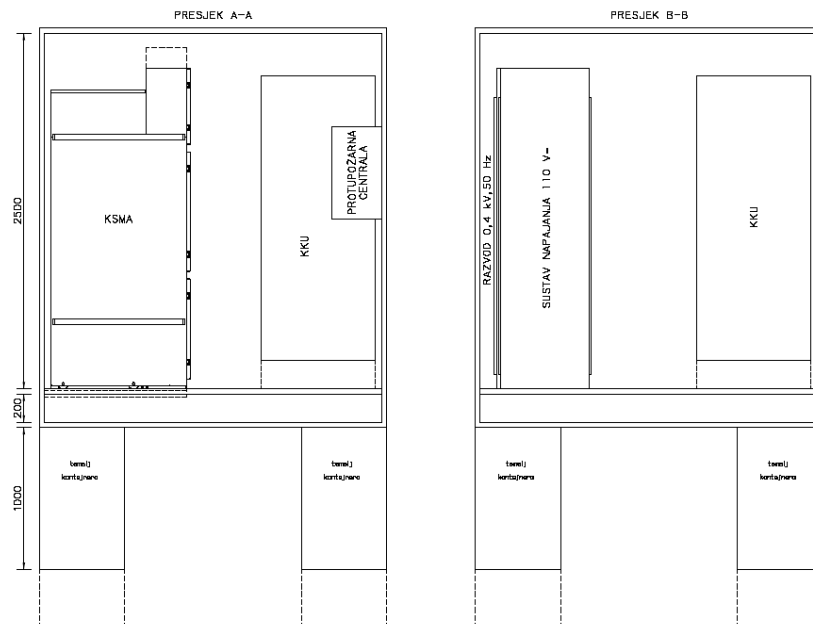
U HEP-ODS d.o.o. prikupljeno je dovoljno iskustva s korištenjem montažnih – kontejnerskih objekata. Prva iskustva datiraju iz 60-tih godina, kada je za postrojenja Elektroslavonije osmišljena jednostavna TS 35/10 kV sa vanjskim postrojenjem 35 kV („ulaz – izlaz“) i 10 kV postrojenjem sa 2x7 polja 10 kV, smještenim u montažnom objektu.

Nakon 2001.god. sa povećanom primjenom kompaktnih sklopnih blokova 10(20) kV, u distribuciji EE znatnije se počinju koristiti kontejnerski objekti. Često kao privremeno rješenje kod rekonstrukcije postrojenja. Pojedina privremena postrojenja su u pogonu od nekoliko mjeseci pa do više godina, bez prijavljenih značajnih kvarova i pogonskih poteškoća.

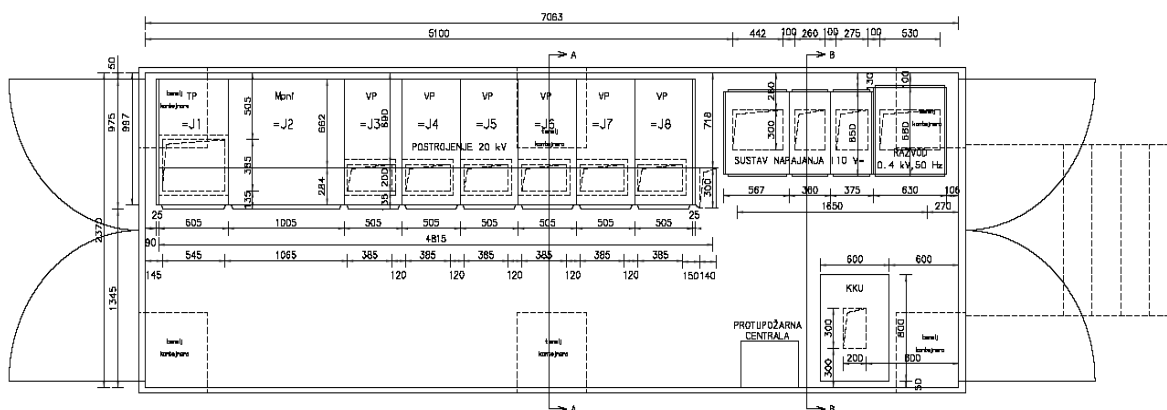
Kontejneri se u pravilu opremaju posebnim mehaničkim pojačanjima zbog potrebe nosivosti i stabilnosti ugrađene opreme i ugrađuju na povišene betonske temelje. Ugrađena izolacijska ispuna u „sendviču“ od aluminijskog lima odgovara zahtjevima zaštite od požara i drugim specijalnim zahtjevima. Na području Hrvatske, s obzirom na vremenske prilike korisno je ugraditi kosi krov, a najnovija iskustva upućuju da je korisno pojačati teh. značajke podsustava za isušivanje i klimatizaciju.

Usporedbom objekata za smještaj opreme prosječne TS 35/10(20) kV, procjenjuje se da se troškovi izgradnje samog građevinskog objekta za smještaj postrojenja smanjuju cca. 5 puta, tlocrtna površina objekta sa nužnim KB kanalima se smanjuje 2-3 puta, a vrijeme potrebno za dovršenje objekta se smanjuje na 2 mjeseca (u odnosu na 6 – 8 mjeseci za klasičnu građevinu)

Na slikama 3. i 4. prikazan je kontejnerski objekt izgrađen za smještaj postrojenja RS 20(10) kV Petrokemija, pušten pod napon sredinom 2009 [4].



Slika 3. Kontejnerski montažni objekt za smještaj postrojenja (u poprečnim presjecima)



Slika 4. Raspored opreme u kontejneru (dispozicija u tlocrtnom presjeku)

### 3. RAZVOJ PROJEKTA IZGRADNJE TS 110/10(20) KV KUTINA

#### 3.1. Opskrba grada Kutine električnom energijom

Za potrebe napajanja grada Kutina s prigradskim naseljima 1961. godine izgrađena je TS 35/10 kV Kutina, 2x4 MVA. Prema podacima Elektre Križ, ista napaja 9.647 kupaca kategorije kućanstvo, 835 kupaca kategorije poduzetništvo na NN i 81 kupac kategorije poduzetništvo sa snagom većom od 30 kW. Kupac Petrokemija d.d. Kutina napaja se električnom energijom iz vlastite TS 110/10 kV Petrokemija i agregata 40 MVA (pušteni u pogon 1966.).

Temeljem stručnog mišljenja [5], u razdoblju 2002 – 2005. pripremljena je, projektno razrađena i provedena potpuna revitalizacija TS, za transformaciju TR 35/10(20) kV, 2x8 MVA i 10(20) kV napon. Za

vrijeme rekonstrukcije, potrošnja grada je napajana iz TS 110/10 kV Petrokemija. Uvažavajući nove pogonske okolnosti i smjernice razvoja industrijske potrošnje nakon 1996., navedena studija odbacila je ideju uvođenja 110 kV napona na lokaciji TS 35/10(20) Kutina, u korist korištenja TS110/10 kV Petrokemija, odnosno predviđala je da se iskoristi mogućnost dogovora o korištenju navedenog postrojenja za napajanja potrošača Elektre Križ.

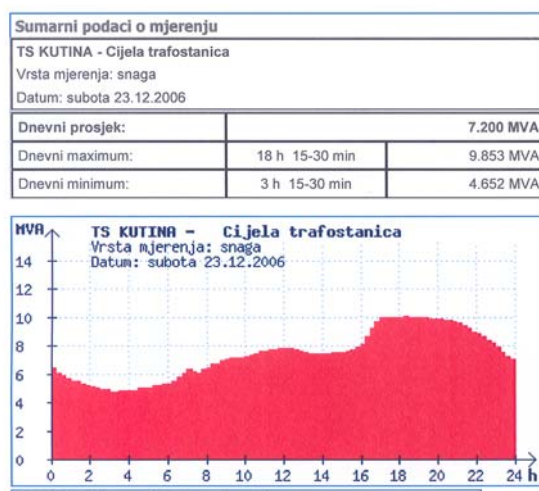
### 3.2. Povećanje potrošnje u istočnom dijelu Kutine

Izrazito i izvanredno povećanje potrošnje električne energije u razdoblju 2005 – 2006. (uglavnom zbog iznenada povećanih potreba kupaca SELK i MESSER) dovelo je do vršnog opterećenja u gradu Kutini 12,9 MW (Napajanje iz TS 35/10(20) kV Kutina, 2x8 MVA).

Procjenjujući povećani rizik za sigurnost napajanja tijekom prosinca 2006. i dalje, dio opterećenja napajan je interventno iz TS 110/10 kV Petrokemija preko vodova izgrađenih za vrijeme rekonstrukcije TS 35/10(20) kV Kutina. Napajanje je ostvareno putem 4 kabela, sa rezervnog sistema sabirnica u 10 kV postrojenju Petrokemije d.d. Prije samog puštanja izvršene su prilagodbe relejne zaštite i dopuna podsustava obračunskih mjerenja. Vodna polja nisu bila u sustavu daljinskog vođenja Elektre Križ.

Rasterećenje je djelomično ublažilo probleme u opskrbi, vidljivo je vršno opterećenje TS 35/10(20) kV Kutina 23.12.2006. iznosilo je cca. 9,8 MVA. Na slici 5. prikazan je dnevni izvještaj podsustava procesnih mjerenja, a na slici 6. je pregledna shema napajanja električnom energijom u navedenom vremenu.

#### Procesna mjerenja - prikaz rezultata upita

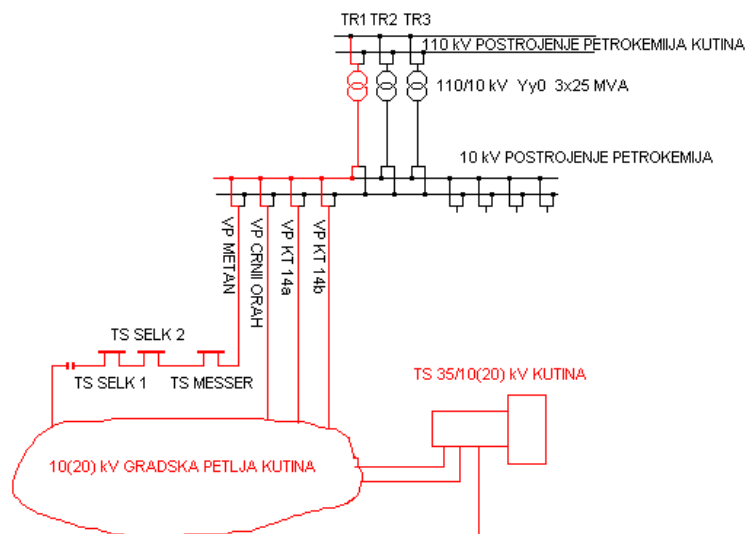


Slika 5. Dnevni izvještaj za TS 35/10(20) kV Kutina, za 23.12.2009.

Uz navedeno, tijekom 2006 -2007. zatražene su nove elektroenergetske suglasnosti (EES) za veće kupce u iznosu cca. 2,9 MW ne računajući izdane EES manjem poduzetništvu i kućanstvima. Procijenjeno je da ubrzano treba pronaći drugo rješenje.

Razmatranjem varijanti ocijenjeno je da ulaganje u novu TS 110/20 kV uz visoke troškove nije moglo ponuditi brzinu povećanja snage - sukladnu potrebama kupaca.

Stoga se ubrzano pristupilo pregovorima o mogućnosti i načinu korištenja 110 kV rasklopnog postrojenja INA Petrokemije d.d.. Tokom 2008. godine pregovori koji su vođeni na razini uprava, su uspješno privedeni kraju i sklopljen je ugovor o otkupu predmetnog postrojenja, kao preduvjet za dalje razvojne aktivnosti Elektre Križ.



Slika 6. Interventno napajanje grada Kutine u vremenu 2006 – 2007.god.

Zbog izrazite hitnosti u zadovoljenju potreba za povećanom potrošnjom - projekt je podijeljen u 3 faze:

- I faza – Izgradnja rasklopišta RS10(20) kV Petrokemija – zbog poboljšanje sigurnosti i pouzdanosti pogona, uvođenja u SDV i olakšanog pristupa nadležnih službi Elektre Križ. Postrojenje 10(20) kV, pomoćna oprema i razvodi, smješteni su u kontejnerskom objektu. Rasklopište se napaja iz TS 110/10 kV Petrokemija, sa jednog od transformatora Petrokemije, preko odvojenih sabirnica.
- II faza – Dogradnja transformatorskog polja TP110 kV, sa priključkom na 110 kV sabirnice TS 110/10 kV Petrokemija, ugradnja TR 110/10(20) kV 1x 20 MVA i priključivanje istog na RS 10(20) kV Kutina.
- III faza - Rekonstrukcija 110 kV postrojenja TS 110/10 kV Petrokemija, dogradnja TP2 110 kV, dogradnja 10(20) kV postrojenja, dogradnja objekta za smještaj opreme.

### 3.3. (1.faza projekta) RS 10(20) kV Petrokemija izgradnja i pogonska iskustva

Zbog hitnosti ugradnje, u tehničkoj razradi predložena je nabava kontejnerskog mobilnog postrojenja: RS 10(20) kV Petrokemija. Projektom je razrađena isporuka tvornički dogotovljenog 20 kV postrojenja s jednom sekcijom 10(20) kV: TP+MP+6xVP. Napajanje rasklopišta je iz TS 110/10 kV Petrokemija, kabelima XHE-A 2x3x1x240 mm<sup>2</sup>. Ukupne prijenosne mogućnosti kabela su veće od 10 MVA što je u prvoj fazi zadovoljilo potrebe za električnom energije.

Navedena konfiguracija u vrlo kratkom vremenu osigurala je napajanje novih kupaca koji su uglavnom grupirani u obližnjoj poslovnoj zoni. Projektiranje i ishođenje dozvola je trajalo od ožujka do prosinca 2007., a izgradnja je dovršena do kraja 2008. Početkom 2009. RS 10(20) kV je bila spremna za pogon (Ukupno cca.24 mjeseca, od čega izgradnja, opremanje, ispitivanje i priključak cca.12 mjeseci)

Postrojenje 10(20) kV, pom. razvodi, oprema SDV i TK su smješteni u kontejneru, koji je pojačan i prilagođen kao mobilna-prijenosna jedinica. Ovisno o potrebama moguće je objekt dograditi - proširiti, ili demontirati za rad na drugoj lokaciji (npr. razmatrana je mogućnosti da se iskoristi pri rekonstrukciji TS 110/35 kV Ivanič i prelasku na transformaciju 110/20 kV) slika 7 i 8.

Pogonska iskustva iz probnog i redovitog pogona RS10(20) kV Petrokemija (ukupno cca 1god) su pozitivna.





Slika 7. Istovar kontejnera, kompletno opremljenog sa SN postrojenjem i pom. razvodima



Slika 8. Detalj postrojenja, sklopni blokovi 10(20) kV

#### 3.4. (2.faza projekta) Priprema izgradnje TS 110/10(20) kV KUTINA i priključak na RS 10(20) kV Petrokemija

Zbog opće starosti transformatora i postrojenja 10 kV Petrokemije (u pogonu od 1966.god), a suočeni sa daljim zahtjevima kupaca u industrijskoj zoni (složeni proizvodni procesi osjetljivi na zastoje u napajanju) Odmah se pristupilo slijedećoj fazi projekta. U tijeku je priprema projekta dogradnje novog TR 110/10(20) kV 1x20 MVA, Ynd5. U opsegu ovog projekta napraviti će se projektna i imovinsko-pravna priprema za gradnju do konačne faze i izvesti osnovno uređenje platoa. TR će se biti priključen na 110 kV

sabirnice TS 110/10 kV Petrokemija (110 kV postrojenje je preuzeto u nadležnost HEP-OPS d.o.o.) i na postrojenje RS 10(20) kV Petrokemija. Sa teh. rješenjem 2.faze predviđa se povećanje pouzdanosti pogona i olakšanje nužnih pogonskih manipulacija.

Odnos subjekata nadležnih u postrojenju TS 110/10 kV Petrokemija (INA – Petrokemija d.d., i HEP-OPS d.o.o.) uređeni su sklopljenim ugovoru o preuzimanju postrojenja 110 kV. HEP – OPS d.o.o. preuzeo je gospodarenje postrojenjem 110 kV i u tijeku je priprema rekonstrukcije 110 kV dijela postrojenja. Prilikom izrade projektnog zadatka rekonstrukcije HEP-OPS d.o.o. je upoznat s planovima HEP-ODS d.o.o. i sa potrebnom priključka 1 (+1) novog TR 110/10(20) kV.

Sigurnost napajanja potrošača na SN i NN, sukladno uvjetu „n-1“ biti će zadovoljen iz postojećeg 35 i 10(20) kV sustava iz TS 35/10 kV Kutina i Međurić.

Ovakav način izgradnje omogućava značajno veću brzinu odziva na zahtjeve postojećih i novih kupaca za povećanjem snage.

### **3.5. (3.faza projekta) Građevinski, elektromontažni radovi i dopuna opreme TS 110/10(20) kV KUTINA**

Sa povećanjem potrošnje grada i okolice, preko 18 MW (oko 2017.god. prema [6]), pristupiti će se ugradnji TR2 110/10(20) kV 1x20 MVA i dopuni opreme SN postrojenja. U toj fazi izgradnje, TS 110/10(20) kV Kutina postaje glavna pojna točka grada i okolice.

Idejni projekt „Proširenje transformacije i dogradnje 20 kV postrojenja“, predviđa razvoj, opisuje i razrađuje tehničke značajke postrojenja u drugoj i trećoj fazi, usklađeno s rekonstrukcijom 110 kV postrojenja buduće TS 110/10(20) kV Kutina (nadležnost HEP-OPS d.o.o.). Kako je prije navedeno zemljište za ukupni predviđeni zahvat i pristupni put s javne površine su osigurani već u pripremi 2.faze projekta, odnosno osigurani ugovorom o preuzimanju 110 kV postrojenja od Petrokemije d.d.

Kako je navedeno, TS 110/10(20) kV Kutina će preuzeti veći dio opterećenja grada Kutine, a postojeća TS 35/10(20) kV Kutina, može se koristiti će se kao (1) rasklopište za napajanje dijela nadzemnih vodova, (2) kao ispomoć u razdoblju prijelaza na 20 kV i (3) kao rasklopište i ispomoć sustavu 35 kV (najviše kao ispomoć za susjednu TS 35/10 kV Popovača).

Mobilno rasklopište po dovršetku izgradnje novog postrojenja može se demontirati i preseliti u TS 110/35 kV Ivanić za potrebe napajanja industrijske zone Križ i Ivanić Grad, odnosno prelazak navedenog konzuma na 20 kV.

## **4. ZAKLJUČAK**

Promjena pristupa izgradnji postrojenja 110/10(20) kV, put je koji su odavno istražile razvijene elektrodistribucijske tvrtke u okruženju. Imperativ učinkovitog i održivog poslovanja je optimiranje i razvoj postrojenja TS 110/20(10) kV prema potrebama potrošača. Nužno je planirati izgradnju u više faza i nužno je uložiti trud šire stručne javnosti u pripremu, projektiranje i uvođenje u pogon moderne opreme i elemenata postrojenja nove generacije.

Sagledavajući ukupnu problematiku opskrbe grada Kutina Električnom energijom ovim pristupom, moguće je ubrzano ostvarenje pojne točke 110/10(20) kV bez pretjeranog opterećivanja godišnjih financijskih planova. Optimalno se koristi se izgrađen 20 kV rasplet, i potencijali postojeće 110 kV mreže. S druge strane društvena korist u vidu mogućnosti pravovremenog priključivanja novih kupaca je nemjerljiva.

## **LITERATURA**

- [1] HEP d.d. Direkcija za uprav. i prienos, Direkcija za distribuciju, „Podloge za izradu idejnog rješenja novelacije i izmjena tipske TS 110/10(20) kV“, Zagreb, ožujak 1999.
- [2] HEP d.d. Operator distribucijskog sustava d.o.o., Elektroistra Pula „Studija tipskog rješenja „jednostavne transformatorske stanice“ 110/10(20) kV, Zagreb, listopad 2008.
- [3] J.Savičević, M.Jelić i dr., "Mogućnost racionalizacije rješenja vanjskog RP u tipskoj TS 110/x Hrvatske elektroprivrede“, HO CIGRE 5.Savjetovanje, Zbornik radova, Cavtat, studeni 2001.

- [4] Končar KET, „Glavni projekt mobilnog rasklopišta RS20 kV Petrokemija Kutina“, Zagreb, listopad 2007.
- [5] EIHP, „Stručno mišljenje o rekonstrukciji TS 35/10 kV Kutina“, Zagreb, 1997.
- [6] FER ZVNE, „Razvoj 110 kV i 20 kV mreže na području Elektre Križ 2006 – 2026.god.“, Zagreb, prosinac 2009.
- [7] H. Požar, „Rasklopna postrojenja“, Zagreb, 1990.
- [8] F.Brandstorm, W.Lord, „The future substation – reflection about design“, CIRED, 20th Int.conf., Prague, june 2009.
- [9] A.Walsh: „Cutting the cost of HV substations“, CIRED, 19th Int.conf. Vienna, may 2007.
- [10] E.M.Carlini et.al., „Needs in the customer connection to the Italian national grid“, CIGRE, Paris 2002.
- [11] V.Bienwendt et.al., „Experiences with substation optimization considering new technical and economical concepts“, CIGRE, Paris 2002.
- [12] J.Lopez-Roldan et.al., „Technical considerations regarding the design and installation of mobile substations“, CIGRE, Paris 2004.
- [13] L.Ahnlund, I.Johansson, „Mobile substations“, CIRED 19th Int.conf Vienna, may 2007.
- [14] Končar, Tehnički priručnik, Zagreb, studeni 1991.
- [15] S.Nikolovski i dr. „Procjena pokazatelja pouzdanosti klasičnog i visokointegriranog „HIS“ rasklopnog postrojenja 110 kV HE Varaždin, HO CIGRE, Cavtat, studeni 2007.
- [16] ABB, PASS M0, tehnička dokumentacija,
- [17] SIEMENS, HV Compact switchgear, tehnička dokumentacija