

**JEDNA VARIJANTA RASPLETA MREŽE 110 KV
U BEOGRADSKOM ELEKTROENERGETSKOM ČVORU**

**D.Milanov, T.Milanov
PD „Elektrodistribucija Beograd“
Beograd
Srbija**

Kratak sadržaj:

Radom se iznosi jedna od mogućih varijanti raspleta visokonaponskih elektrodistributivnih i prenosnih mreža na konzumu PD "Elektrodistribucije Beograd" u nastupajućim srednjoročnim planskim periodima do 2030. godine-prema i zvanično usvojenim planskim programima za izgradnju mreža, kao i prema očigledno prikazanim potrebama - prema mišljenju autora ovog rada. Naglašava se neophodnost izgradnje TS 400/110 kV Beograd II, u blizini postojeće TS 110/35 kV Beograd II, odmah posle 2020. godine-što nameću prognoze razvoja vršne snage za pripadajući optimalan konzum na teritoriji opština Savski Venac i Čukarica, kao i starost okolnih izvora napona 10 kV.

Rad može da bude koristan mladim energetičarima i planerima elektrodistributivnih mreža ne samo na konzumu PD "Elektrodistribucije Beograd" već i svima koji na direktan ili indirektan način određuju obim investicionih ulaganja u elektroenergetski sistem na teritoriji svih beogradskih opština.

-Ključne reči: Elektrodistributivne mreže, dinamika izgradnje mreža, prognoze vršne snage na nivou opština

**ONE VARIANT OF 110 kV NETWORK DEVELOPMENT
IN BELGRADE ELECTRIC POWER NODE**

**D.Milanov, T.Milanov
Power Distribution Company „Elektrodistribucija Beograd“
Belgrade
Serbia**

Summary:

This paper presents one of the possible variants of high voltage distribution and transmission network developments on the consumer area PD "Elektrodistribucije Beograd" in future medium-term plans for the building of the networks, as well as in actual needs presented - according to the opinion of the author.

The building of TS 400/110 kV Beograd II, near the existing TS 110/35 kV Beograd II is stressed, immediately after the year 2020, which is imposed with the prognosis for development of peak power for associated optimal consumer area on the territory of municipalities Savski Venac and Čukarica, as well as with the age of surrounding 10 kV power sources,

This paper can be of use for young power engineers and planning engineers not only on consumer area PD "Elektrodistribucije Beograd" but also for all other persons who in direct or indirect way define the scope of investments in power distribution network on the territory of all Belgrade municipalities.

-Key Words: Power distribution networks, dynamics of network building, prognosis of peak power on the level of municipalities

JEDNA VARIJANTA RASPLETA MREŽE 110 KV U BEOGRADSKOM ELEKTROENERGETSKOM ČVORU

D.Milanov,T.Milanov
PD „Elektrodistribucija Beograd“
Beograd

UVOD

Beogradski elektroenergetski čvor čine transformatorske stanice (u daljem tekstu TS) i pripadajuće mreže - za svaku TS mreže višeg i nižeg napona. Mreže najvišeg napona su 400 kV, a mreže najnižeg napona 0,42 kV. Dugoročnom planskom dokumentacijom iz 1977. godine (lit. 2) predviđena je dalja izgradnja između ova dva nivoa samo mreža 110 kV i 10 kV i postepeno "gašenje" tada veoma dobro razvijenih mreža 220 kV i 35 kV na gradskom delu konzuma (koji se danas prostire na površini od oko 350 km²), dok se i tada pretpostavljao, međutim, i dalji razvoj mreže 35 kV na prigradskom i vangradskom delu konzuma (na površini od oko 2500 km²).

Četvoronaponski sistem na gradskom delu konzuma (mreže 400 kV, 110 kV, 10 kV i 0,4 kV) , sa tri nivoa transformacije (regulacionim TS 400/110 kV i 110/10 kV sa energetske transformatorima sa regulacionim preklopkama, te elektrodistributivnim TS 10/0,4 kV sa premeštačima za regulaciju napona) se u dugoročnom programu pripadajućim tehno - ekonomskim studijama pokazao najekonomičnijim , kao i u to vreme dalji stil izgradnje elektroenergetskog sistema grada Minhena u Nemačkoj. To su nametale, tada već dugo godina sa visokim nivoima poverenja , prognoze razvoja vršne snage konzuma "Elektrodistribucije Beograd" (u daljem tekstu EDB) obelodanjene 1971. godine u časopisu "Elektrodistribucija" , prema kojima je trebalo očekivati vršnu snagu potrošača na kompletnom konzumu EDB u 2000. godini u intervalu od 6.800 MW do bezmalo 12.000 MW (otprilike kao grada New York sa tada oko 7.000.000. stanovnika - ali i sa tada uvedenim i drugim energentima za "grejanje" poslovnih i privrednih objekata te domaćinstava).

Ovaj perspektivni program, drugi po redu koncepcijski (prvi koncepcijski program za izgradnju beogradskog elektroenergetskog čvora iz 1955/57. godine je do drugog koncepcijskog programa realizovan stopostotno, sa ukupnom dužinom kablovskih i nadzemnih mreža 110 kV, 35 kV 10 kV i 0,4 kV oko 300 km , 600 km , 2.000 km i 4.000 km - respektivno), tada je "raščistio" sa daljom izgradnjom složenijih mreža 0,4 kV i 10 kV, ali u varijantnim uporednim analizama nije razmatrao perspektivnu mogućnost izgradnje tronaponskog sistema 220 kV, 10 kV i 0,4 kV, sa samo dva nivoa transformacije - putem TS 220/10 kV i 10/0,4 kV, sa energetske transformatorima istih snaga i električnih parametara kao i u TS 110/10 kV i 10/0,4 kV. Tada je napajanje beogradskog elektroenergetskog čvora na prenosnim naponima bilo preko jedne TS 400/220 kV , i ukupno tri TS 220/110 kV , a "duboki uvod" svih ovih TS nije tada iskorišćen za radikalni zaokret u izgradnji samo kablovske mreže 220 kV sa TS 220/10 kV - umesto i mreža 400 kV i 110 kV i TS 400/110 kV i 110/10 kV ! Tada je tehnički razvoj kablova 220 kV i transformatora 220/10 kV u Svetu i Evropi mogao to da implementira u beogradski elektroenergetski čvor !!!

Iako je drugi po redu koncepcijski program razmatran i rešenja usvojena 1977/78. godine, ipak su sve koncepcijske odluke donešene do 1975. godine - jer su do 1985. godine izgrađene i " stavljene u pogon" ukupno 8 TS 110/10 kV - FOB (1976.) , Voždovac (1976.) , Slavija (1980.) , Filmski grad (1980.) , Rajla (1982.) , Kalemegdan (1984.) , Mirijevo (1984.) i Barič (1984.) svaka snage 2x40 (31,5) MVA! Naknadni dugoročni i srednjoročni planski programi su imali daleko skromniju realizaciju (dugoročni i srednjoročni planski programi iz 1986., 1995. i 2006. godine - lit. 3) - te su do 1995. godine izgrađene samo TS 110/10 kV Bogoslovija, Bežanijska kosa, Sava Centar, Žarkovo i Kaluđerica, te TS 110/35/10 kV Sremčica i Rajla (ova poslednja je rekonstrukcijom "pretvorena" iz TS 110/10 kV u tronaponsku TS 110/35/10 kV). U periodu od 1991. do 2009. godine izgrađena je samo TS 110/10 kV Obilić te rekonstrukcija TS 110/10 kV Beograd I i Voždovac, kao i definisana za izgradnju TS 110/10 kV Autokomanda do 2012. godine !

Najnovijim dugoročnim planom za izgradnju svih mreža na konzumu EDB do 2025. godine predviđene su hitne obimne investicione intervencije samo na prigradskom i vangradskom delu konzuma - sa TS 110/10 kV Obrenovac i Železnik , te TS 110/35 kV Grocka, Surčin , Barajevo i Padinska Skela, kao i izvesnim brojem TS 35/10 kV; Na gradskom delu konzuma do 2025. godine predviđene su izvesne revitalizacione intervencije nad TS 35/10 kV (kako bi ove TS u potpunosti doživele svoj tehnički vek), kao i izgradnja tek nekoliko TS 110/10 kV na principu interpolacija između nekoliko postojećih TS 35/10 kV. Na taj način se "odlažu" krupne investicione intervencije na izgradnji kablovske mreže 110 kV za napajanje oko 15 TS 110/10 kV koje bi se dobile "pretvaranjem" svih postojećih , enormno starih, TS 35/10 kV u TS 110/10 kV na gradskom delu konzuma EDB (što omogućava građevinski objekat apsolutno svake TS 35/10 kV na gradskom delu konzuma EDB - čak i za smeštaj tri bloka sabirnica 110 kV i 10 kV i tri energetska transformatora snage 40 MVA) !

Danas, u ovim uslovima, autor ovog rada iznosi pred najširi auditorijum svoje analize sprovedene devedesetih godina prošlog veka, kako bi se, u skladu sa perspektivnim planom zacrtanim dinamikom i obimom izgradnje mreže na kompletnom konzumu EDB do 2030. godine, komentarišući dostignute nivoe opterećenosti elemenata mreža i površinskih gustina opterećenja na mikroronima konzuma, samo za nijansu intenzivirala dinamika izgradnje mreža na gradskom delu konzuma EDB, te do 2030. godine pored zacrtanih ukupno 9 TS 110/35 kV i 110/10 kV zacrtanih za izgradnju do 2025. godine , u mrežu na konzumu EDB "plasirale" još ukupno 8 TS 110/10 kV.

DOSADAŠNJI RAZVOJ BEOGRADSKOG ELEKTROENERGETSKOG ČVORA

Dosadašnji razvoj grada Beograda od kraja devetnaestog veka , u dvadesetom veku i na početku dvadesetprvog veka, bio je veoma dinamičan; ukupan broj stanovnika se i više nego upetostručio, a od početaka elektrifikacije 1893. godine do kraja prve polovine dvadesetog veka, posle umerenog rasta, nastupa šezdesetogodišnji period u kome potrošnja električne energije beleži rast od preko 50 000 puta, a vršna snaga od preko 42 puta (prosečan godišnji porast potrošnje električne energije je preko 6,8 % sa udvostručenjem potrošnje električne energije za oko 10,4 godina).

Kretanje ukupnog broja stanovnika u godinama popisa, počev od 1921. godine, na ukupnoj teritoriji svih beogradskih opština, na današnjoj geografskoj površini od oko 2 800 km², je dato u priloženoj Tabeli I, a kretanje vršne godišnje snage ukupnog konzuma «Elektrodistribucije Beograd» (u daljem tekstu EDB) dijagramom na Sl. 8;

Tabela I : Ukupno stanovnika, domaćinstava i stanova u godinama popisa u Beogradu

godine	Ukupno stanovnika	Ukupno domaćinstava	Ukupno stanova i kuća
1921.	314 121		
1931.	488 560	108 005	67 606
1948.	634 003	197 866	
1953.	731 837	225 598	
1961.	942 190	310 587	
1971.	1 209 360	401 445	344 081
1981.	1 470 073	489 437	440 061
1991.	1 602 226 (drugi podatak 1 552 151)	515 040	512 407
2002.	1 638 643 (drugi podatak 1 576 124)	578 390	586 889
2011.	1 639 121	604 134	739 630

PERIOD IZGRADNJE I EKSPLOATACIJE MREŽA OD 1893. GODINE DO DRUGOG SVETSKOG RATA

Ovde su odmah prikazani «kapaciteti» mreža na području Beograda u prvoj godini popisa stanovnika u Kraljevini Srba, Hrvata i Slovenaca u 1921. godini, a izgledom visokonaponske razvodne mreže 6 kV (Sl. 1).

Ova elektrana je u pogonu sve do 1932. godine, kad je na istoj lokaciji sagrađena nova, daleko snažnija elektrana «Snaga i Svetlost», koja je, sa izvesnim dogradnjama i pojačanjima u pogonu sve do 1970. godine. Negde oko 1932. godine u pogonu je i rezvodno postrojenje 6 kV «Podstanica I» u Dobračinoj ulici na Donjem Dorčolu, koja je posle 1970. godine rekonstrukcijom pretvorena u TS 35/10 kV i na koju se u planskom dokumentima računa i do 2015. godine (TS 35/10 kV «Podstanica I» je danas jedina TS na konzumu EDB sa visokonaponskim postrojenjem 35 kV smeštenim u jedan, a niženaonskim postrojenjem 10 kV smeštenim u sasvim drugi, odvojeni, poseban građevinski objekat), takođe, u pogonu oko 1932. godine je i drugo razvodno postrojenje «Podstanica II» na lokaciji oko današnje Autokomande, koja je napajala južni deo Beograda.



Sl. 1 – Jednopolna šema «visokonaponske» mreže u 1922. godini

**PERIOD IZGRADNJE BEOGRADSKOG ELEKTROENERGETSKOG ČVORA
U PERIODU OD 1945. GODINE SVE DO 1990. GODINE**

U posleratnom periodu počela je jako intenzivna elektrifikacija svih potrošača na gradskom, prigradskom i vangradskom delu Beograda koja je u potpunosti bila i u pogledu koncepcije izgradnje mreža, i u pogledu dinamike izgradnje svih mreža, bila definisana planskom dokumentacijom – Dugoročnim planskim programom za izgradnju mreža usvojenim u 1957. godini. U nastavku rada je prikazana jednopolna geografska šema mreža 220 kV i 110 kV sa TS 220/110 kV Beograd III (izgrađene 1960. godine, sa napajanjem dalekovodom 220 kV dužine oko 200 km iz hidroelektrana u slivu reke Drine) i prijemnim TS 110/35 kV Beograd II (stavljene u pogon u 1953. godini) i Beograd I (stavljene u pogon u 1957. godini)

U periodu do 1990. godine elektrodistributivne mreže Beograda su izgrađivane prema Koncepcijskim planskim programima iz 1957. godine i 1977. godine; naime, prema Prvom dugoročnom Planu elektrodistributivne mreže su izgrađivane sa naponskim nivoima 110 kV, 35 kV, 10 kV i 0,4 kV, da bi prema Drugom koncepcijskom planskom programu osnovni naponski nivoi elektrodistributivnih mreža bili 110 kV, 10 kV i 0,42 kV. Izradu Drugog planskog programa nametao je jako intenzivan razvoj potrošnje električne energije i snage i sve veće povećanje i površinskih gustina opterećenja i na gradskom, i na prigradskom, i na vangradskom/ruralnom delu konzuma EDB. Prva TS 110/10 kV u pogonu je od 1970. godine (Beograd I na Karaburmi, 2x20 MVA). U priloženoj Tabeli II prikazana je dinamika izgradnje TS 35/10 kV i 110/10 kV na konzumu EDB u ovom periodu.

Табела II - Преглед обима и динамике изградње ТС на конзуму ЕДБ у периоду од 1951. до 1990. године

Период	Градски конзум ЕДБ			Ванградски конзум ЕДБ			
	110/35 kV	35/10 kV	110/10 kV	110/35 kV	35/10 kV	110/35/10 kV	110/10 kV
1951 - 1955	БГД II (40)	Подстанција I, Карабурма			Батајница, Бежанија, П. Скела		
1956 - 1960	БГД I (61,5)	З. Венац, С. Венац, В. Воде, Смед. Пут, Раковица			ИЛР, Обреновац, Угриновци, Винча		
1961 - 1965	БГД IV (120), БГД V (126), Топлана (120)	Тех. факултет, Неимар, Душановац, Д. Поље, 21. мај, З. Центар, Н. Београд 1, Галеника, З. Н. Град Н. Београд II.,		Младеновац	Барич, Гроцка, Железник, Крњача, Макиш, ПКБ, Сурчин, Умка		
1966 - 1970	БГД VI (120), БГД XI (126)	К. Брдо, Коњарник, Топ. Брдо, VI Мушка, ИМТ, Галовица			Рипањ, Раља, Хеминд		
1971 - 1975		Бан. брдо, Н. Београд III Ел. индустрија, Земун II	БГД I (40)	БГД VII, БГД IX, БГД X	Стублине		
1976 - 1980		Беле Воде, Икарус	Вождовац (63), ФОБ (63), Славија (80)		Болеч, Батајница II, Добановци, Ресник, В. М. Луг, Бождаревац, Ворбис		

1981 - 1985			Филмски град (63), Миријево (80), Калемегдан (80)		Бољевци, Ратари, Пударци, Шилџаковац		Барич (63), Раља (63)
1986 - 1990			Богословија (80)		Борча, Дучина, ИКЛ		

**PERIOD IZGRADNJE BEOGRADSKOG ELEKTROENERGETSKOG ČVORA
U PERIODU OD 1991. GODINE DO 2000. GODINE**

U periodu od 1990. godine do 2000. godine obustavljena je dalja izgradnja TS 110/10 kV na konzumu EDB kao posledica nestabilne političke situacije i rata na južnoslovenskim prostorima; završena je započeta izgradnja TS 110/10 kV Žarkovo, Bežanijska kosa i Sava centar na gradskom, i TS 110/35/10 kV Sremčica i Raља i TS 110/10 kV Kakuderica na prigradskom i vangradskom delu mreže EDB; takođe, izgrađeno je još nekoliko TS 35/10 kV na prigradskom i vangradskom delu mreže EDB. Ovi objekti su taksativno dati pregledom dinamike izgradnje mreža EDB u Tabeli III.

Табела III - Преглед обима и динамике изградње ТС на конзуму ЕДБ у периоду од 1991. до 2010. године

Период	Градски конзум ЕДБ			Ванградски конзум ЕДБ			
	110/35 kV	35/10 kV	110/10 kV	110/35 kV	35/10 kV	110/35/10 kV	110/10 kV
1991 - 1995		Грчића Миленка	Жарково (80), Бежанијска коса (80)		Врчин (8), Јајинци (8), Железник II (8)	Сремчица (63/42/42), Раља (63/42/42)	Калуђерица (31,5)
1996 - 2000			Сава Центар (40)				

**PERIOD IZGRADNJE BEOGRADSKOG ELEKTROENERGETSKOG ČVORA
U PERIODU OD 2000. GODINE SVE DO 2010. GODINE**

Posle demokratske revolucije, u periodu od 2001. godine do danas, izgrađena je samo TS 110/10 kV Obilić te završena izgradnja TS 110/10 kV Sava centar; takođe, rekonstruisane su TS 110/10 kV Beograd I na Karaburmi (pojačana je snaga transformacije sa 2x20 MVA na 2x40 MVA), kao i TS 110/10 kV Voždovac (pojačana je snaga transformacije sa 2x31,5 MVA na 2x40 MVA) na gradskom konzumu EDB, dok su na prigradskom konzumu EDB izgrađene TS 35/10 kV Borča II, Ugrinovci, Dobanovci, Sopot i Stubline, završena izgradnja TS 110/10 kV Kaluderica, te rekonstruisana TS 35/10 kV Vinča. Ovi objekti su taksativno dati pregledom dinamike izgradnje mreža EDB u Tabeli IV.

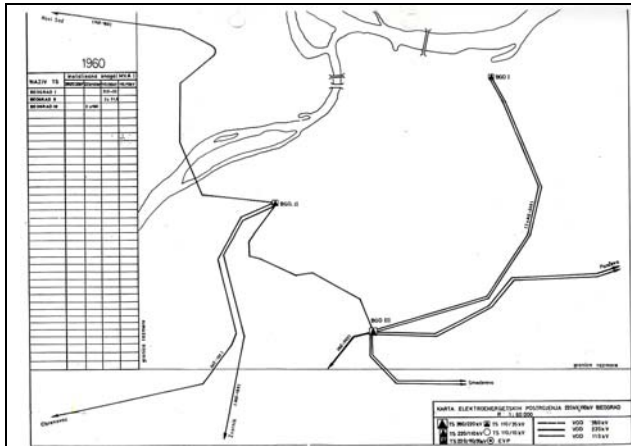
Табела IV - Преглед обима и динамике изградње ТС на конзуму ЕДБ у периоду од 1991. до 2010. године

Период	Градски конзум ЕДБ			Ванградски конзум ЕДБ			
	110/35 kV	35/10 kV	110/10 kV	110/35 kV	35/10 kV	110/35/10 kV	110/10 kV
2001 - 2005					Борча II (16), Угриновци(16), Винча Нова(16), Добановци (16)		

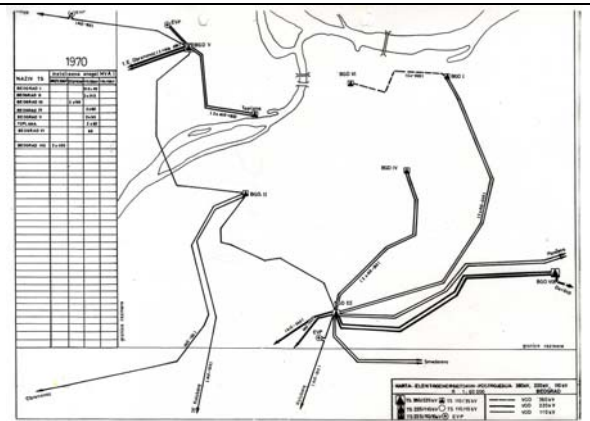
2006 - 2010			Обилић (80), Сава Центар (40), Бгд 1(80) Бгд 13(80)		Сопот(16), Стублине(8)		Калуђерица (31,5)
-------------	--	--	---	--	---------------------------	--	----------------------

Очигледно је да је ЕДБ у периоду после 1991. године недоволјно инвестирала у изградњу извора у електродистрибутивним мрежама 35 кВ и 10 кВ, а да је ради «нормализације» напajања на нивоу мреже 0,42 кВ јакo пуно инвестирала у изградњу ТС 10/0,42 кВ.

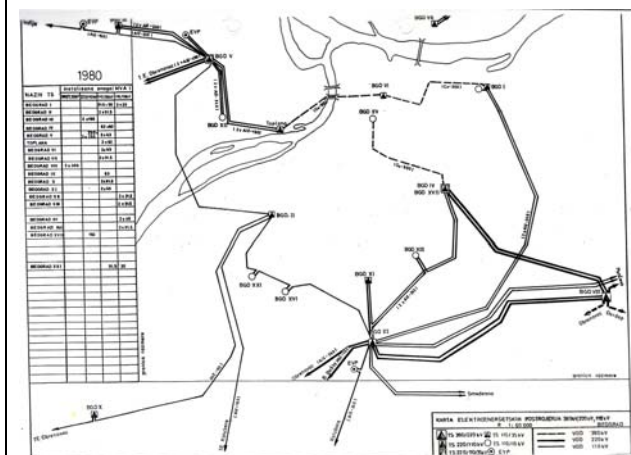
На Сл. 2 до 8 су date једнополне географске шеме мрежа 400 кВ, 220 кВ и 110 кВ на комплетном конзуму ЕДБ са приказом и перспективних мрежа које треба изградити до 2025. године – према једном решењу уклапања ТС 400/110 кВ Београд XX у београдском електроенергетском чвору.



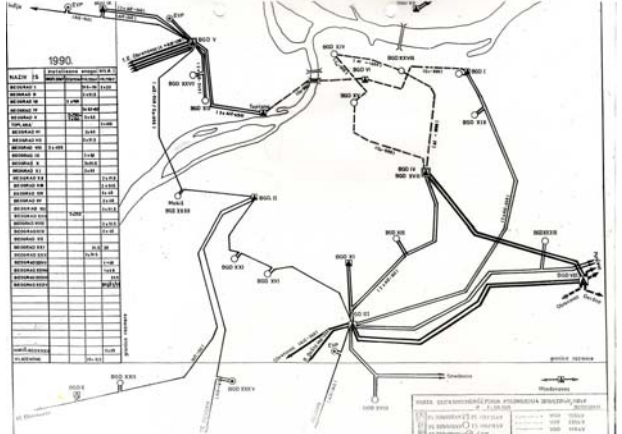
Sl. 2– Jednopolna šema mreža 220 kV i 110 kV iz 1960. године



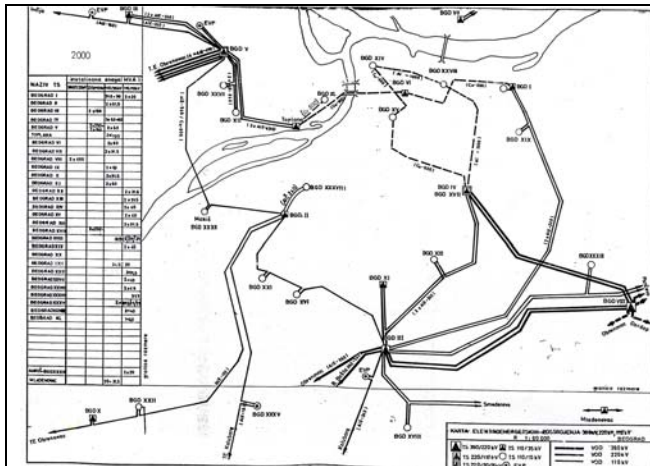
Sl. 3– Jednopolna šema mreža 220 kV i 110 kV iz 1970. године



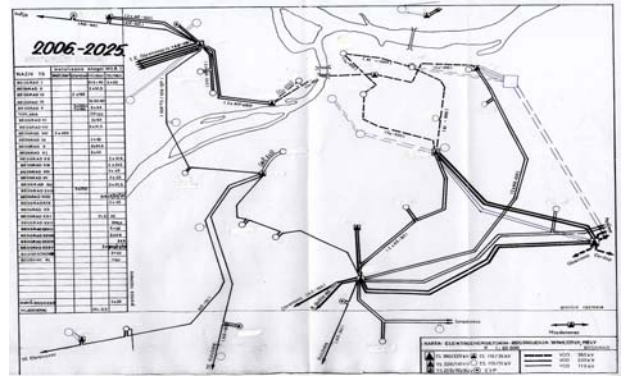
Sl. 4 – Jednopolna šema mreža 400 kV, 220 kV i 110 kV iz 1980. године



Sl. 5 – Jednopolna šema mreža 400 kV, 220 kV i 110 kV iz 1990. године



SI. 6 – Jednopolna šema mreža 400 kV, 220 kV i 110 kV iz 2000. godine



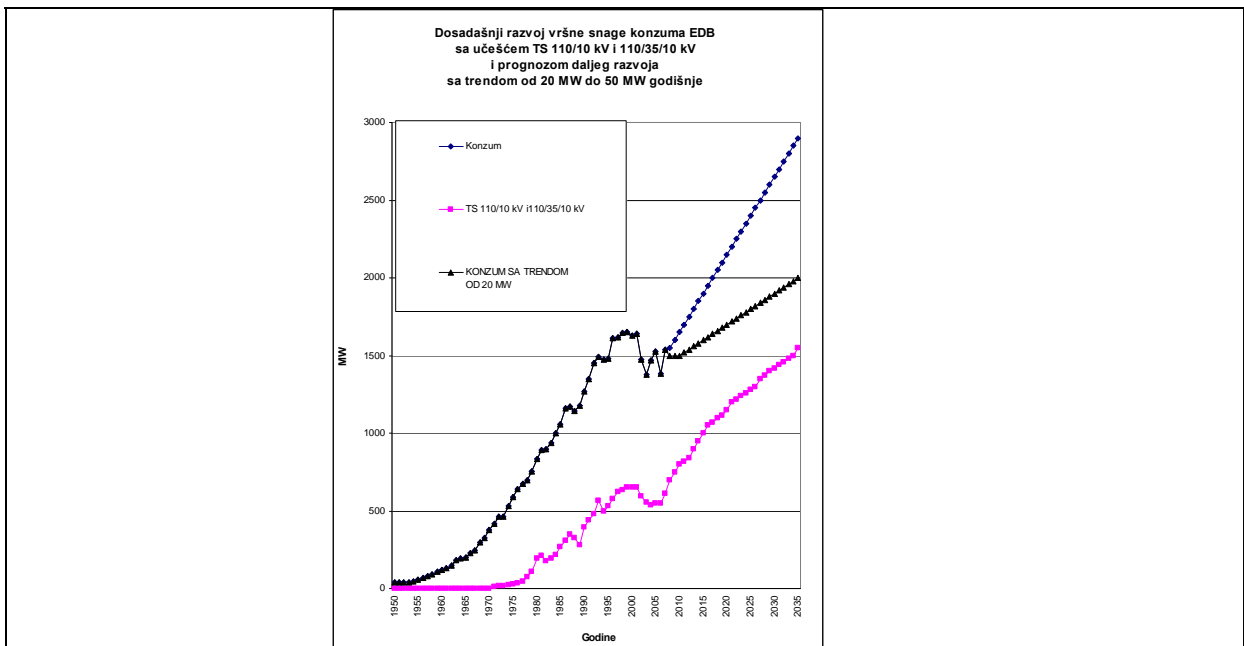
SI. 7 - Rasplet visokonaponskih mreža prema planu iz 2006. godine sa dometom do 2025. godine računajući sa prosečnom godišnjom cenom električne energije od 15 evrocenta/kWh

REGULACIJA PROSEČNE STAROSTI MREŽA

Elektrodistributivne mreže čine izvori, prijemni objekti i potrošači te kablovski i/ili nadzemni vodovi koji ih povezuju; Mreže čini jako različit broj elemenata na visokonaponskim, srednjenaponskim i niskonaponskim nivoima, te se regulisanju prosečnog nivoa starosti svih elemenata i dugoročnom održavanju na željeni nivo na pojedinim naponskim nivoima poklanja posebna pažnja – jer održavanje željenog nivoa prosečne starosti mreža i ukupni troškovi dalje izgradnje i eksploatacije postojećih i perspektivnih mreža, itekako zavise od ukupnog broja elemenata i početnog nivoa prosečne starosti mreža u posmatranom trenutku sagledavanja i definisanja plana dinamike dalje izgradnje mreža.

JEDNO VIĐENJE DINAMIKE IZGRADNJE TS 110/X KV NA KONZUMU EDB DO 2030. GODINE

Ovde je prikazano jedno viđenje daljeg razvoja vršnog opterećenja konzuma EDB u nastupajućim periodima do 2030. godine računajući sa trendom porasta vršne snage od 20 MW do 50 MW godišnje.



SI. 8 – Dosadašnje kretanje vršne snage konzuma EDB sa prognozom daljeg razvojado 2035. godine u opsegu rasta vršne snage od 20 MW do 50 MW godišnje, sa dosadašnjim i perspektivnim učešćem nove mreže

Ovde prikazano jedno viđenje potrebne dinamike izgradnje TS 110/X kV na konzumu EDB do 2030. godine inicirano je činjenicom da je zbog izuzetno loše finansijske situacije u elektroprivredi Srbije u srednjoročnom planskom periodu od 2006. do 2010. godine, i shodno tome i krajnje restriktivnog investicionog ulaganja u izgradnju i rekonstrukcije elektrodistributivne mreže na području Beograda, prosečan nivo starosti izvora 35/10 kV i 110/10 kV u 2010. godini doveden na alarmantnih 37,5 godina, i da se u periodu do 2015. godine i dalje predviđa restriktivno investiranje u izgradnju nove mreže; ovim radom se predlaže takvo delovanje u investicionoj politici u «Elektrodistribuciji Beograd» (u daljem tekstu EDB) koje će dovesti prosečan nivo starosti elemenata mreže u 2015. godini na sledeće relacije :

- a- građevinskog dela TS X/10 kV na oko 42 godina
- b- transformacije X/10 kV na oko 36 godina
- c- rasklopne opreme, pre svega prekidača, u TS X/10 kV na oko 3,5 – 4,5 godina
- d- relejne zaštite u TS X/10 kV na oko 40 godina
- e- kablovske mreže 35 kV na oko 46 godina/km
- f- nadzemne mreže 35 kV na oko 18 godina/km
- g- kablovske mreže 10 kV na oko 25 godina/km
- h- nadzemne mreže 10 kV na oko 20 godina/km
- i- transformacije 10/0,42 kV na oko 24 godine
- j- kablovske mreže 0,42 kV na oko 22 godine/km
- k- nadzemne mreže 0,42 kV na oko 12 godina/km

Sa aspekta dovođenja sigurnosti i pouzdanosti u elektrodistributivnim mrežama EDB do 2015. godine trebalo bi staviti u pogon tek nekoliko TS 35/10 kV na prigradskom delu konzuma, ali i uraditi projektnu dokumentaciju i započeti građevinske radove za izvestan broj i TS 110/10 kV u gradskoj mreži (Autokomanda i Blok 32) i većim gradskim naseljima na prigradskom delu mreže (sa više od 20 000 stanovnika – Železnik, Batajnica i Obrenovac); u srednjoročnom planskom periodu 2016-2020. godine trebalo bi staviti u pogon ove objekte i započeti izgradnju i nekoliko TS 110/35 kV u prigradskoj mreži (Grocka, Surčin, Barajevo i Padinska Skela). U svim srednjoročnim planskim periodima od 2021. do 2050. godine trebalo bi, međutim, najpre interpolirati u gradsku srednjenaponsku mrežu 10 kV između postojećih TS X/10 kV i TS 110/10 kV Olimp, Galovica, Kijevo ili Rakovica, Banjica i Dorćol , kao i, kad se to pokaže «opravdanim», rekonstrukcijom pretvoriti i oko 15 TS 35/10 kV na gradskom području u savremene TS 110/10 kV.

godina	Vršno opterećenje konzuma EDB MW	Instalisana snaga TS X/10 kV MVA	Odnos (3/2)%	Odnos (2/3)
1	2	3	4	5
1960	118			
65	202	407	49,6 %	2,02
1970	379	660	57,4 %	1,74
75	586	1138,7	51,5 %	1,94
1980	836	1574,2	53,1 %	1,88
85	1059	2021,7	52,4 %	1,91
1990	1269	2300,1	55,2 %	1,81
95	1479	2597	56,9 %	1,76
2000	1631	2597	62,8 %	1,6
05	1528	2709	56,4 %	1,77
2010	1668	2829	58,9 %	1,71
11		2850,5		
12		2867 Voždovac(80 MVA)		
13		2900 Železnik (63 MVA)		
14		2917 Filmski grad (80 MVA)		
2015		2980 Batajnica (63 MVA)		
16		2997 FOB (80 MVA)		
17		3060 Obrenovac (63 MVA)		
18		3140 Blok 32 (80 MVA)		
19		3220 Olimp (80 MVA)		
2020	1800	3300 Autokomanda (80 MVA)	54,5 %	1,83

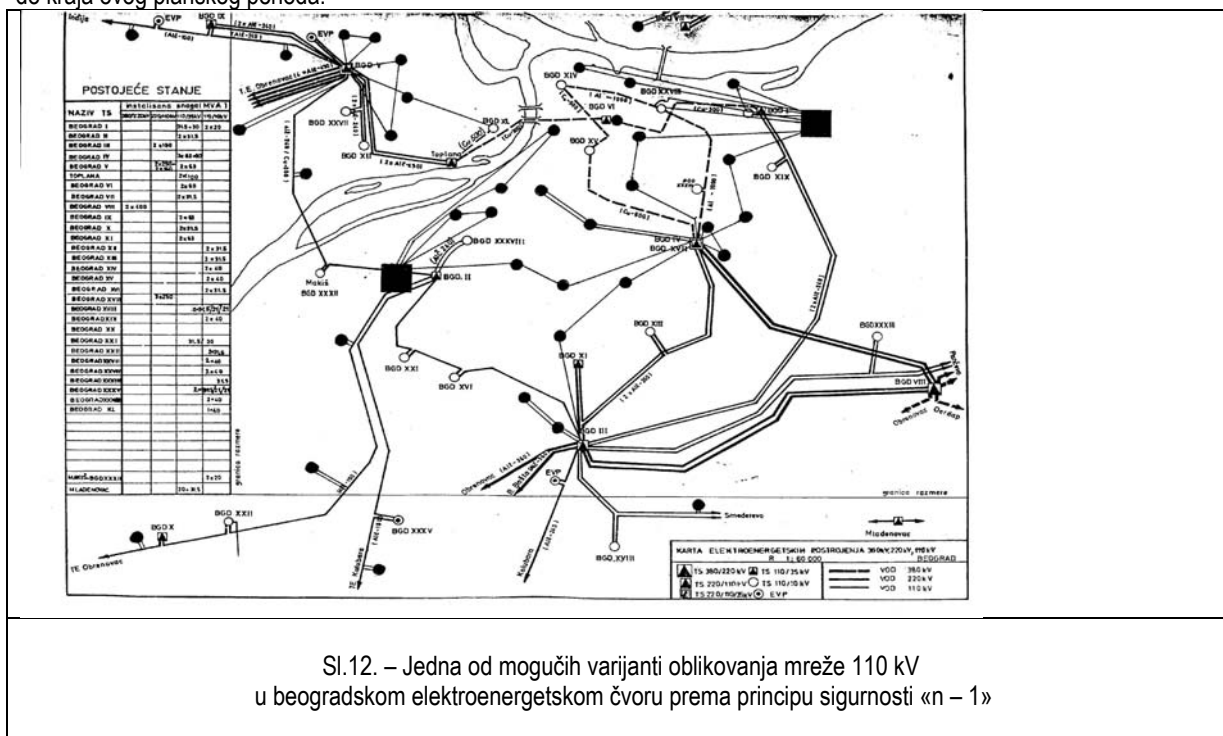
21		3380 Galovica (80 MVA)		
22		3460 Braće Jerković (80 MVA), Ili dogradnja TS 110/35 kV BGD IV Transformacijom 110/10 kV i sa gašenjem TS 35/10 kV Konjarnik, Neimar, S. Put i Dušanovac (a posle izgradnje i TS Autokomanda i Olimp)		

Oko 2023. godine bi mogla da otpočne izgradnja TS 110/10 kV u postojećim građevinskim objektima oko 15 TS 35/10 kV na gradskom delu konzuma EDB. Njihove snage mogle bi biti 2*40 mva ili 3*40 mva.

Jedino na taj način biće moguće prosečan nivo starosti transformacije X/10 kV na konzumu EDB u 2020. godini dovesti na oko 36 godina, a u 2030. godini na nivo od tinejžerskih 18 godina.

JEDNA VARIJANTA RASPLETA MREŽE 110 KV DO 2030. GODINE

Ovde je data jedna varijanta raspeta mreže 110 kV u beogradskom elektroenergetskom čvoru do 2030. godine na osnovu principskih razmatranja na računaru, ali i sa ukupno dve TS 400/110 kV koje bi trebalo izgraditi na konzumu EDB do kraja ovog planskog perioda.



Sl.12. – Jedna od mogućih varijanti oblikovanja mreže 110 kV u beogradskom elektroenergetskom čvoru prema principu sigurnosti «n – 1»

ZAKLJUČAK

Radom je prikazana jedna moguća varijanta raspeta mreža 400 kV, 220 kV i 110 kV na konzumu EDB za planski period do 2030. godine, do tada bi u beogradski elektroenergetski čvor trebalo interpolirati ukupno 4 TS 110/35 kV i 2 TS 110/10 kV u prigradskoj i vangradskoj mreži, i još desetak TS 110/10 kV (3x40 MVA svaka) u gradskoj mreži. Posle toga se nameće izgradnja oko 15 TS 110/10 kV u postojećim građevinskim objektima TS 35/10 kV.

Neophodno je potrebna i TS 400/110 kV Beograd II odmah posle 2020. godine - kao što je to i bilo predviđeno prethodnim dugoročnim planskim programima!

LITERATURA

- [1] - Elektrosrbija Beograd, Perspektivni plan izgradnje mreža 110 kV i 35 kV u beogradskom elektroenergetskom čvoru, Studija, 1955/57. godina
- [2] - G. Muždeka, - Idejni projekti razvoja mreža 110 kV i 35 kV na području Beograda do 2000. godine, Studija, 1977. godine
- [3] - ETI N. Tesla- Idejni projekti razvoja mreža 110 kV i 35 kV do 2005., 2010. i 2025. godine, Studije, 1986., 1995. i 2006. godine

