

PRIJENOS I DISTRIBUCIJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

1. UVOD U PRIJENOS I DISTRIBUCIJU ELEKTRIČNE ENERGIJE

dr.sc. Vitomir Komen, dipl.ing.el.

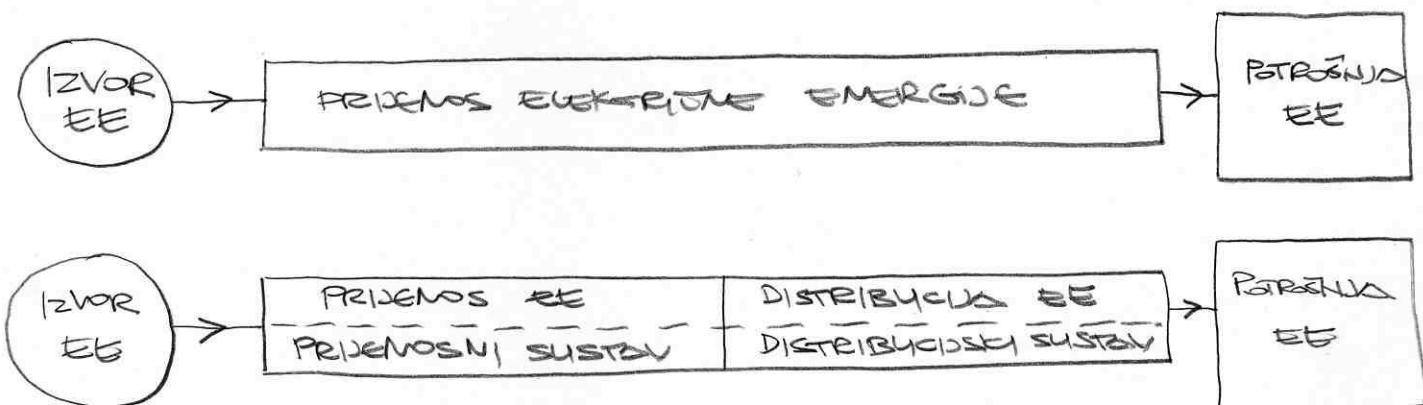
1. UVOD U PRIJENOS I DISTRIBUCIJU ELEKTRIČNE ENERGIJE

- 1.1 ZADATSKI PREDENOSA I DISTRIBUCIJE
ELEKTRIČNE ENERGIJE
- 1.2 ELEMENTI ELEKTRONERGETSKOG SUSTAVA
- 1.3 PREGLED Povijesnog razvoja
ELEKTRIFIKACIJE I ELEKTRONERGETSKE
MREŽE
- 1.4 SUSTAV PREDENOSA I DISTRIBUCIJE
ELEKTRIČNE ENERGIJE
- 1.5 DEFINICIJA I TEHNIČKI OPIS PREDENOSNOG
SUSTAVA
- 1.6 DEFINICIJA I TEHNIČKI OPIS
DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA
- 1.7 Gospodarska djelatnost preenosna i
distribucijske električne energije

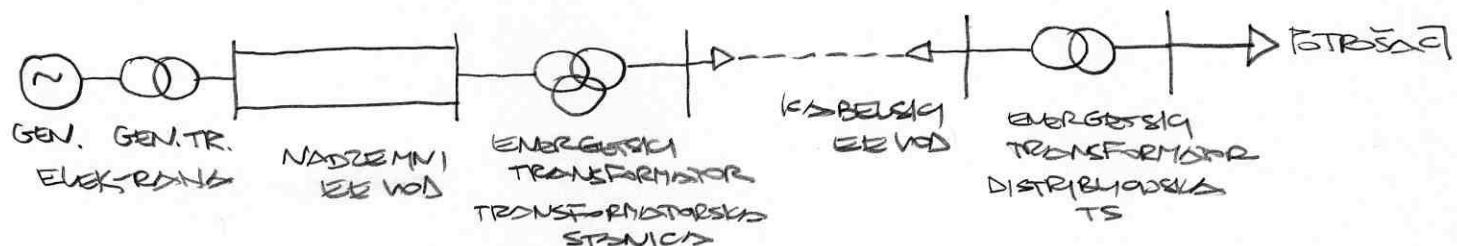
1.1 ZAČETAK PRIMENOSA I DISTRIBUCIJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

KONCEPT DANKŠNJIH ELEKTRENERGETSKIH SUSTAVA EES:

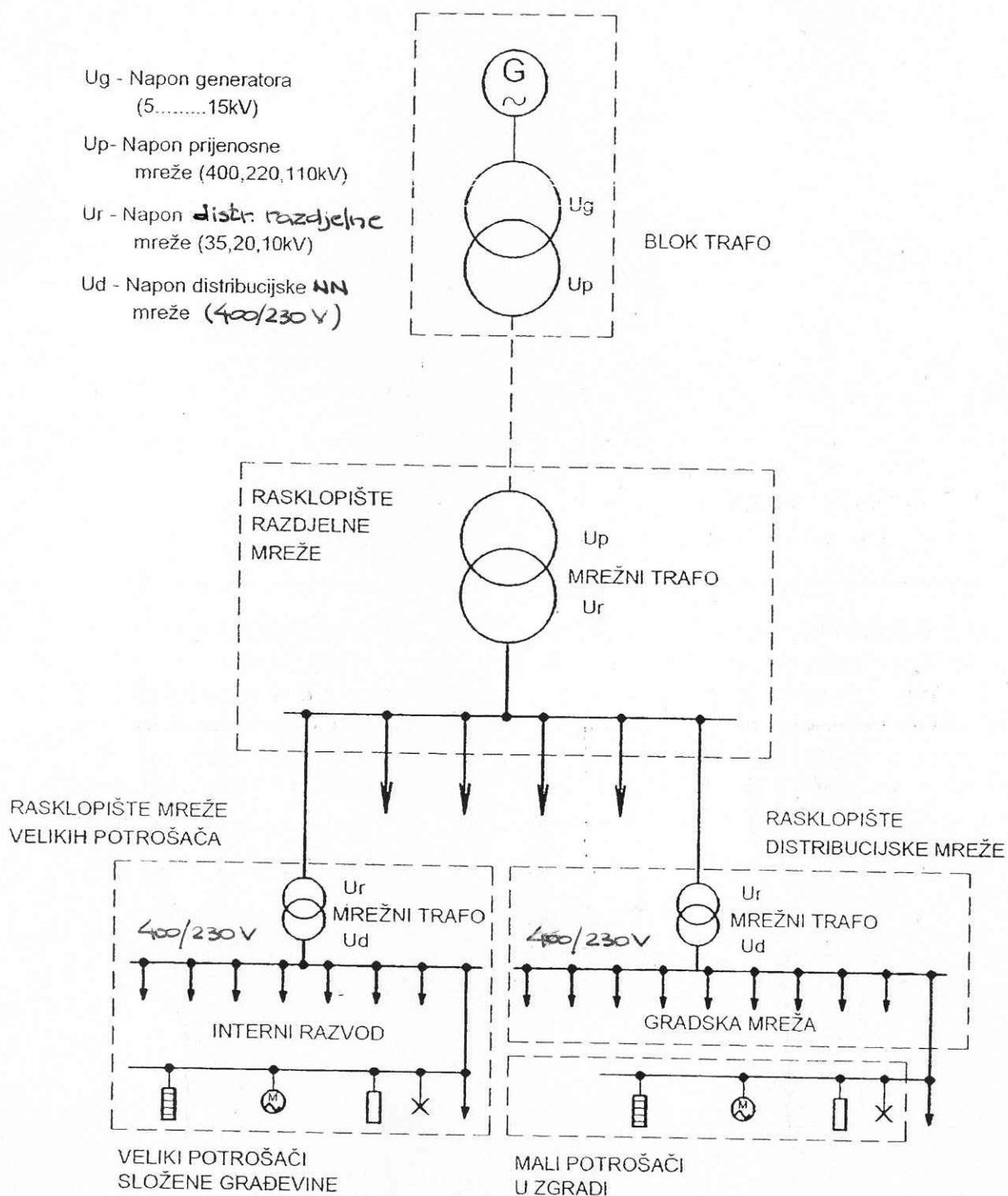
- TRAJNI SUSTAV IZMENJIVNE STRUJE $f = \text{konst.} = 50\text{Hz}$ (42Hz , 60Hz)
- PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE - ELEKTRANE VELIKIH SNAGA NO LOKACIJAMA DOŠLJANIH ENERGENOVA I OSTALIH POGONOSTI
- PSTRUŠNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE - PSTRUŠACKA PODUĐA I SREDIŠTA NO LOKACIJAMA VELIKIH URBANIH CJELINA ILI GOSPODARSTVIT DELAS MOSTI
- TENDENCIJA IZGRADNJE DISTRIBUIRANIH IZVORA ELEKTRIČNE ENERGIJE (DG)
- PRIMENOS ELEKTRIČNE ENERGIJE OD izvora DO PSTRUŠAĆIH PODUĐA



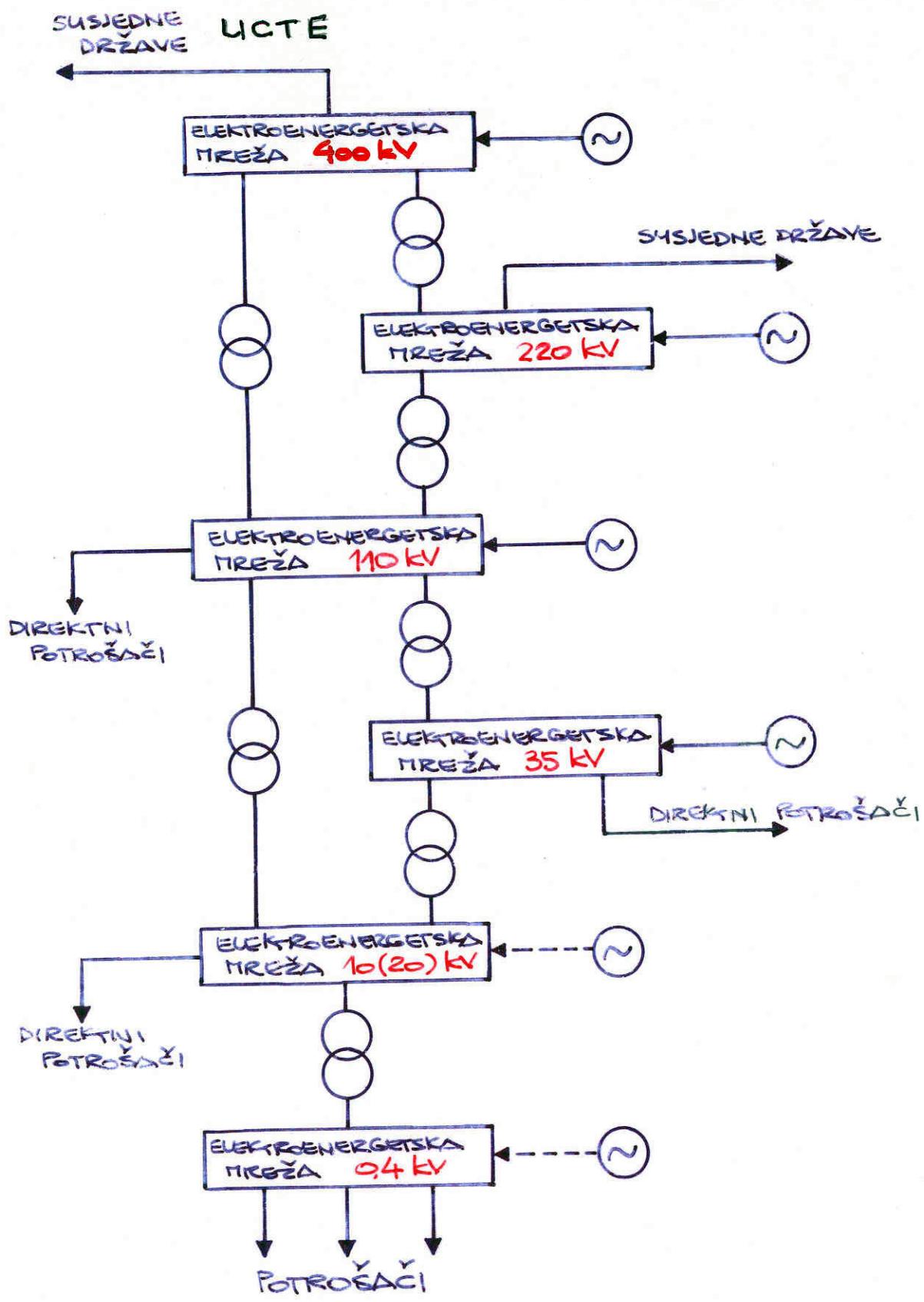
ELEKTRENERGETSKI SUSTAV EES:



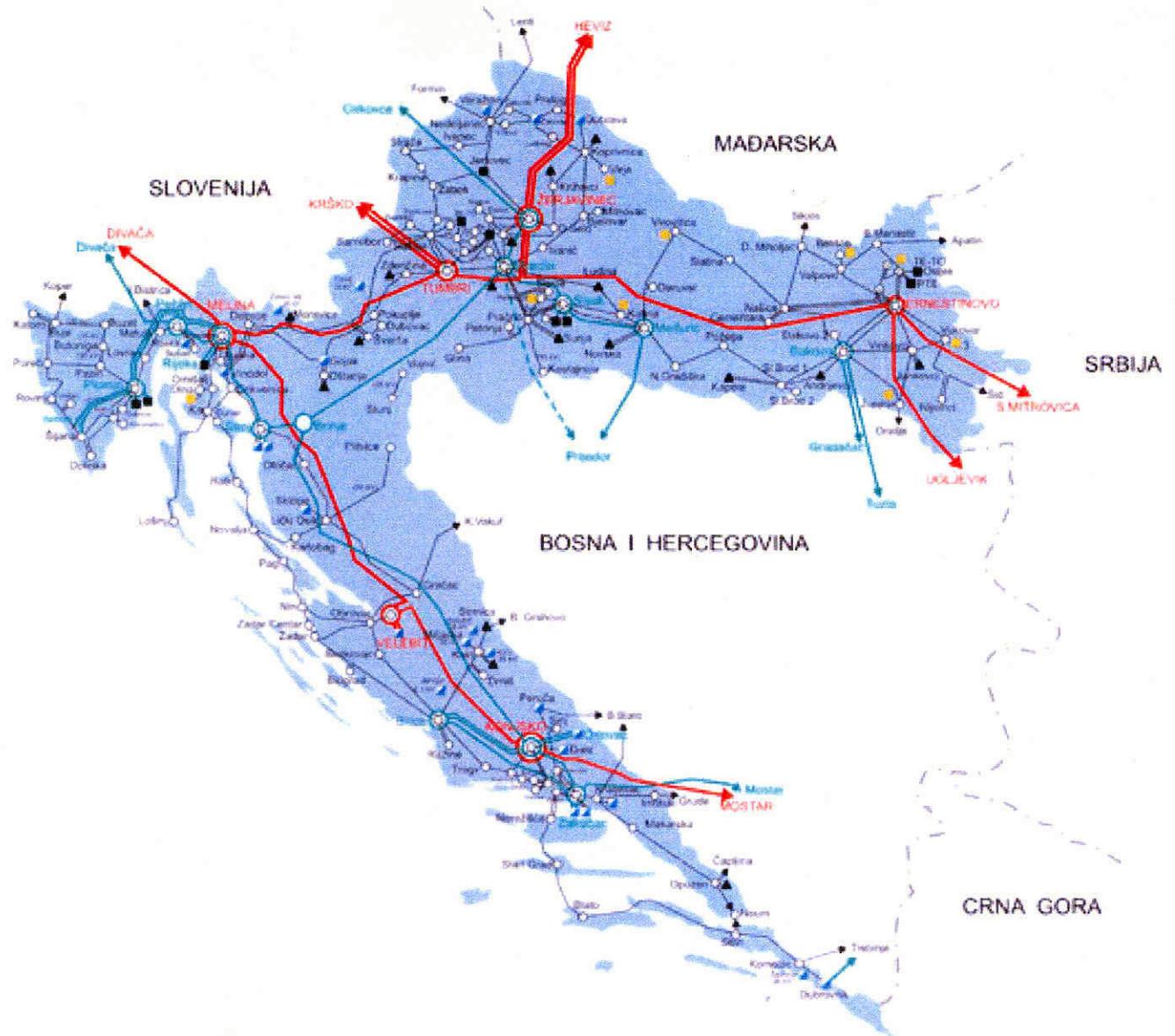
ELEKTRIČNA CENTRALA



Opći shematski prikaz elektroenergetskog sustava



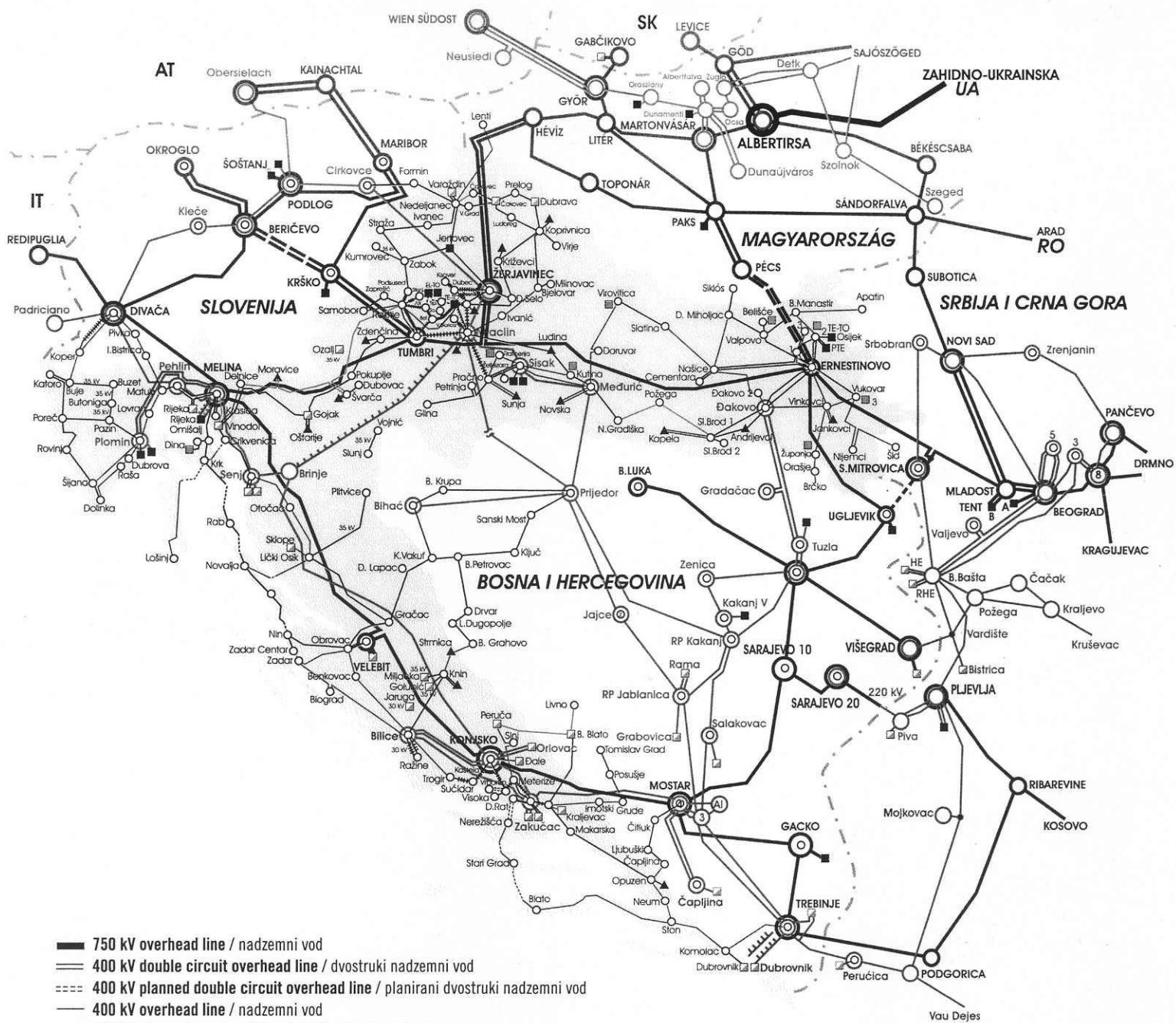
SLIKA : OSNOVNA STRUKTURA ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA DRŽOVE HRVATSKE



SLIKA : ELEKTROENERGETSKI SUSTAV HRVATSKE

Transmission network (400 kV, 220 kV, 110 kV) in Croatia, connections with neighboring systems

Prijenosna mreža (400 kV, 220 kV, 110 kV) u Republici Hrvatskoj, povezanost sa susjednim elektroenergetskim sustavima



— 750 kV overhead line / nadzemni vod

— 400 kV double circuit overhead line / dvostruki nadzemni vod

==== 400 kV planned double circuit overhead line / planirani dvostruki nadzemni vod

— 400 kV overhead line / nadzemni vod

---- 400 kV planned overhead line / planirani nadzemni vod

— 220 kV double circuit overhead line / dvostruki nadzemni vod

— 220 kV overhead line / nadzemni vod

..... 220 kV heavy overhead line / teški nadzemni vod

— 110 kV overhead line (240 mm²) / nadzemni vod

..... 110 kV heavy overhead line / teški nadzemni vod

***** 110 kV double circuit overhead line / dvostruki nadzemni vod

— 110 kV overhead line (<150 mm² and less/i manje) nadzemni vod

..... 110 kV cable / kabel

(◎) 750/440 kV

(◎) 400/220/110 kV

(◎) 400/110 kV

(◎) 220/110 kV

(○) 110/x kV

▲ Railroad substations/EVP

■ Thermal power plant/TE

□ Hydro power plant/HE

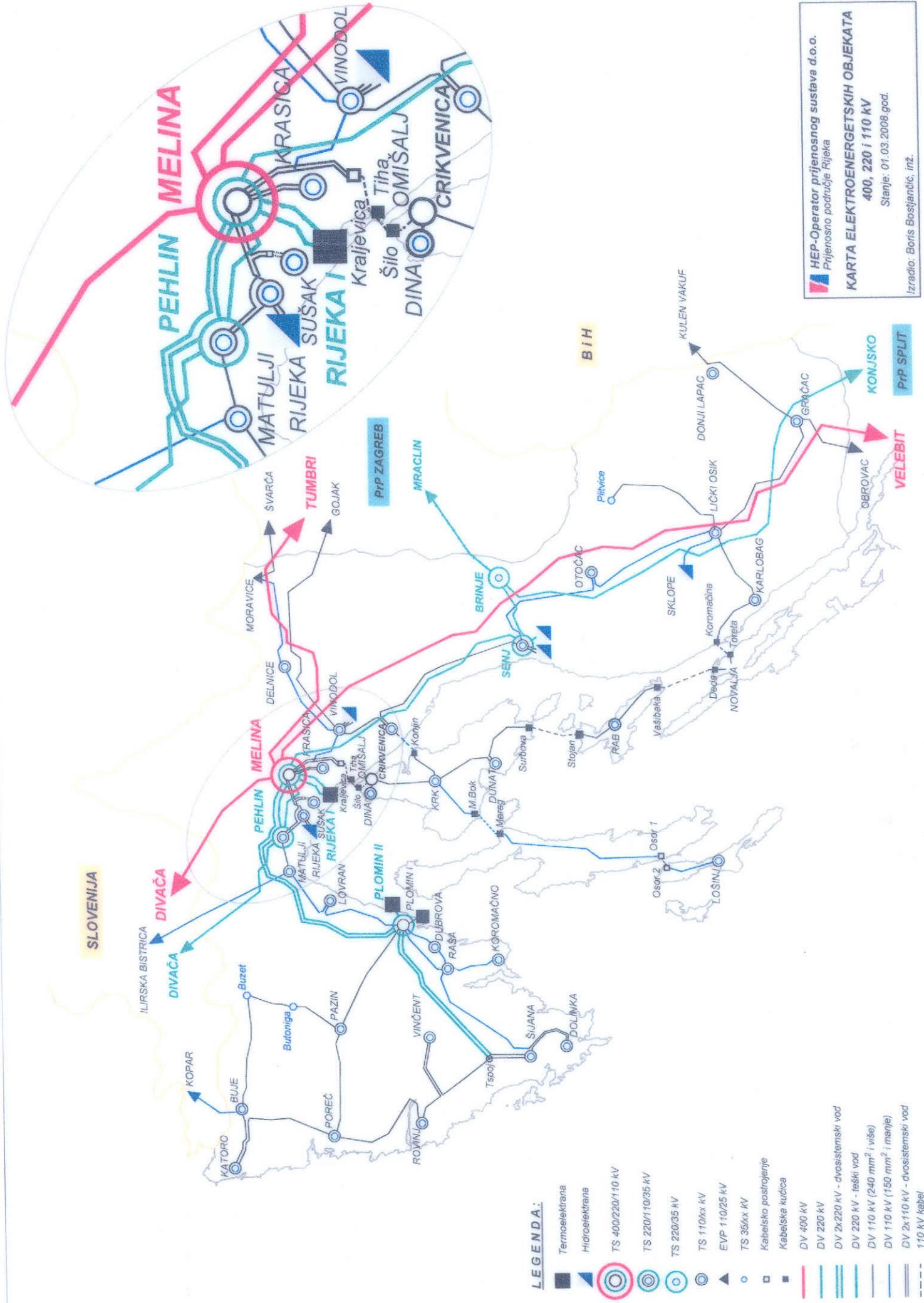
■ Industrial thermal power plant/Industrijska TE

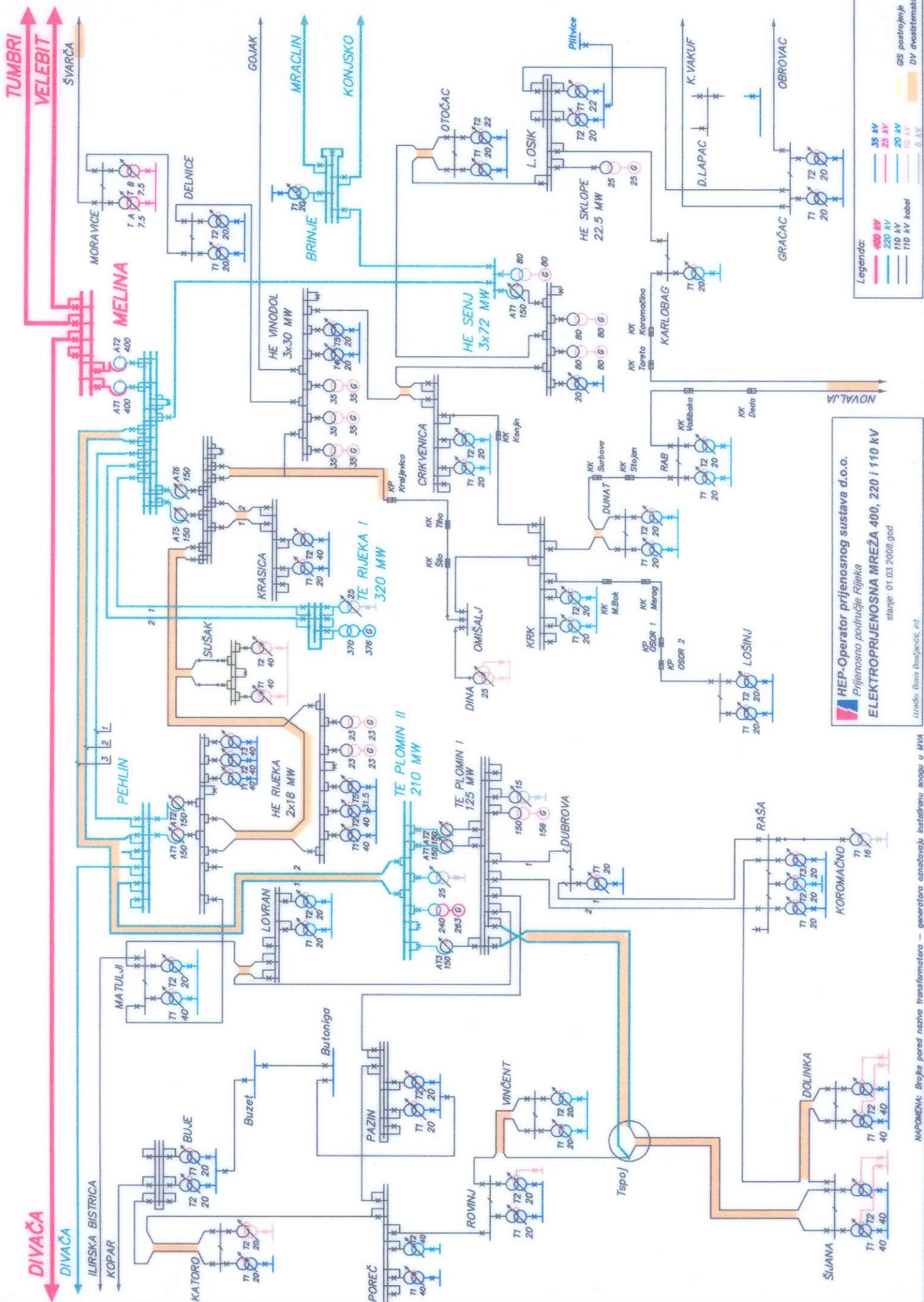
Vau Dejes

AL



SLIKA : EES HRVATSKE - Elektroenergetike
TREĆE 400 kV i 220 kV

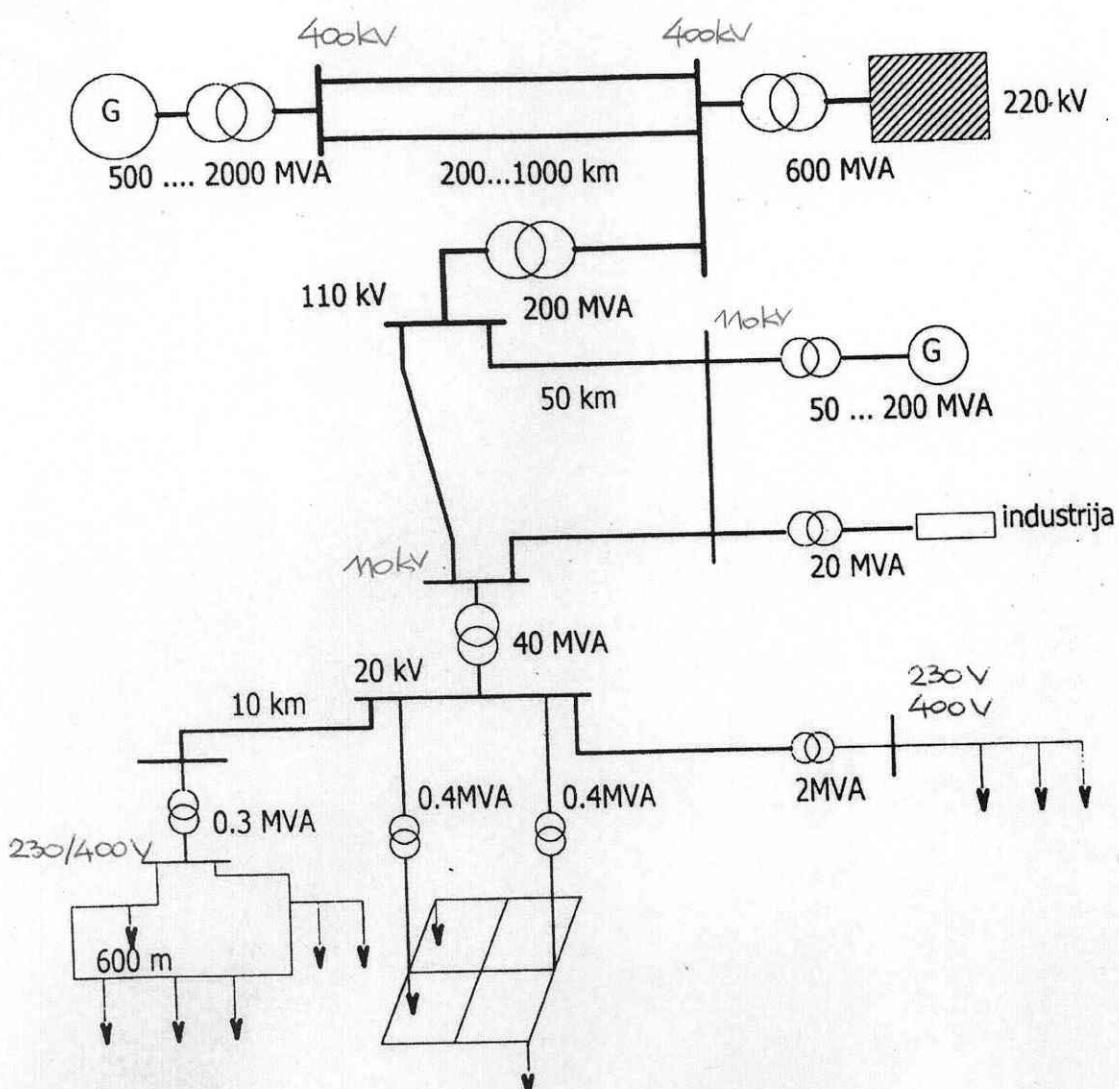




1.2 ELEMENTI ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA

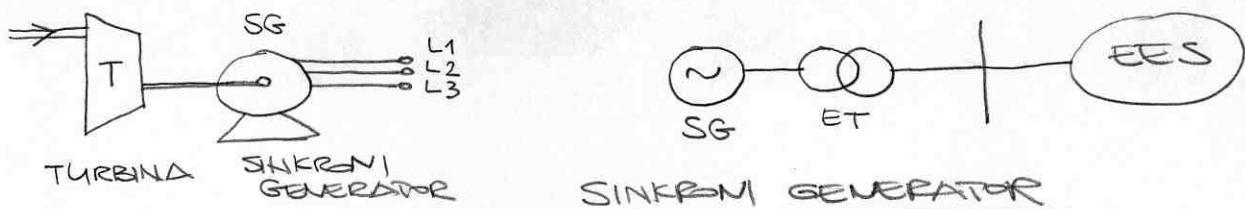
ELEMENTI ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA :

1. ELEKTRANE - IZVORI ELEKTRIČNE ENERGIJE
2. TRANSFORMATORSKE STANICE - TRANSFORMACIJA ELEKTRIČNE ENERGIJE
3. ELEKTROENERGETSKI VODOVI (NADZEMNI, KABELSKI) - PREJEMNOV I DISTRIBUCIJA ELEKTRIČNE ENERGIJE
4. POTROŠAČKI PREGOVEDNI I INSTALACIONI (POTROŠAČI) - POTROŠNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE



SLIKA : OSNOVNI TEHNIČKI PODACI ELEMENATA EES

1. ELEKTRANE - izvor električne energije



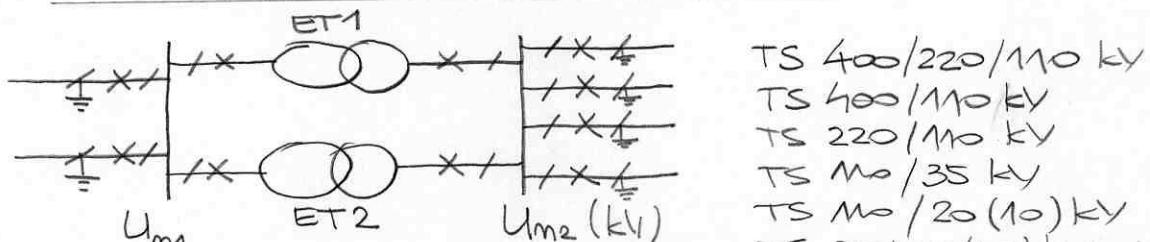
TYPEN ELEKTRANE

- PROTOKNE HIDROELEKTRARNE
 - AKUMULACIJSKE HIDROELEKTRARNE
 - PUMPNE HIDROELEKTRARNE
 - TERMOELEKTRARNE NA TEČUĆA GORIVA
 - TERMOELEKTRARNE NA TEKUĆA GORIVA
 - TERMOELEKTRARNE S PLINSKIM TURBINAMA
 - NUKLEARNE ELEKTRARNE
 - MJELE ELEKTRARNE - DISTRIBUIRANI izvor el. energije
 - MJELE HIDROELEKTRARNE
 - VJETROELEKTRARNE
 - KOGENERACIJSKE ELEKTRARNE
 - PLINSKE MIKROTURBINE

STRUKTURAS IZVORAS (ELEKTRIČNA) U HRVATSKOM EE SUSTAVU:

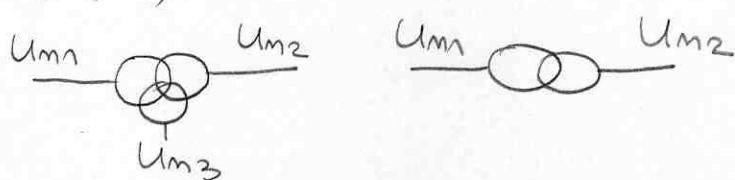
- UKUPNA INSTRUKCIJANA SNAGE 4094,26 MW
 HIDROELEKTRARNE 1963,26 MW
 TERMOELEKTRARNE 1459,50 MW
 NE KESTO 353,50 MW

2. TRANSFORMATORSKE STANICE

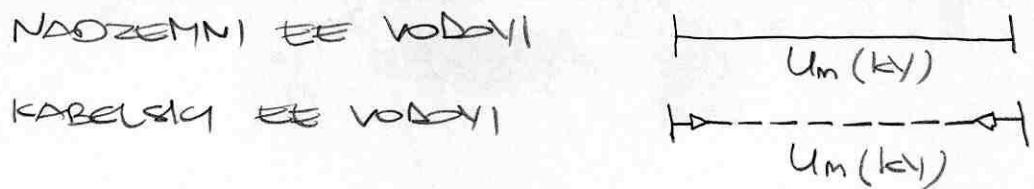


ENERGETSKI TRANSFORMATOR

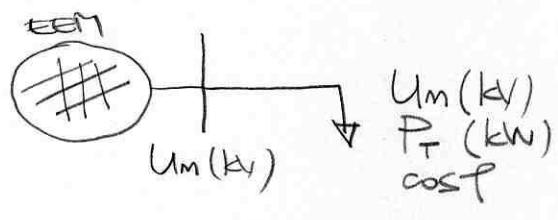
TRANSFORMACIJA ELEKTRIČNE ENERGIJE NAZNANOZ NAPONA
 U_{M1} (kv) U ELEKTRIČNU ENERGIJU NAZNANOZ NAPONA
 U_{M2} (kv).



3. ELEKTRICNOSTI VOLTAJI



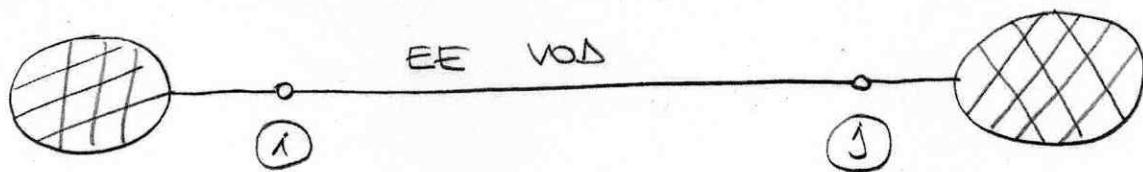
4. POTROŠAČKA PSTRUŽENJA I INSTALACIJE



POTROŠAČKA PSTRUŽENJA
10-35-20-10-0,4 kV
POTROŠAČKE INSTALACIJE
230/400 V

POTROŠAČ - KUPAC ELEKTRINE ENERGIJE
TROSÍKA ELEKTRINE ENERGIJE

ELEKTROENERGETSKI VODAVI KAO ELEMENTI EE MREŽA



EE VOD POKAZUJE DVA ČVORSA EE MREŽE ISTOG NAZIVNOG NAPONA.

TEHNIČKE KARAKTERISTIKE EE VODOVA:

- NAZIVNI NAPON U_m (kV) : 0,4(1)-10-20-35-110-220-400
- IZVEDBA VODA : - NAOZEMNI VODAVI (DRAVEK VODA)
- KABELSKI VODAVI
- PRIMENJENA SNAGA S (MVA) : oDRŽAVNA TRAJNO DOZVOLJENOM STEPENOM OPREZEDENJA I_t (A)
 $S = \sqrt{3} U_m I_t$ (MVA)
- PARAMETRI (KONSTANTE) EE VODA:
 R_1 [Ω/km], L_1 [H/km], C_1 [F/km], G_1 [S/km]
- DUŠINA EE VODA l (km)

PODACI EE VODA U EES HRVATSKE

PRIJENOSNA MREŽA

400 kV	DV	1159 km	
220 kV	DV	1232 km	
110 kV	=	4847 km	
	DV	4729 km	
	KB	118 km	
			$\Sigma = 7238 \text{ km}$

DISTRIBUCIJSKA MREŽA

110 kV	DV	128 km	
	KB	17 km	
	MORKB	6 km	
35, 30 kV	DV	3377 km	
	KB	1229 km	
	MORKB	119 km	
20 kV	DV	3116 km	
	KB	2306 km	
	MORKB	147 km	
10 kV	DV	19224 km	
	KB	9307 km	
	MORKB	201 km	
EEM 0,4 kV	ZI - Gols	24974 km	
	ZI - Zadarska	21867 km	
	KB	14215 km	
Prilikača	ZP - Golj	5250 km	
	ZP - Zadarski	15128 km	
	KB	8988 km	

1.3 PREGLED POVIJESNOG RAZVOJA ELEKTRIFIKACIJE I ELEKTROENERGETSKIH MREŽA TE DALJNE PERSPEKTIVE

RAZVOJ ELEKTROENERGETSKIH MREŽA, KAO VEZE IZMEĐU ELEKTRANA I POTROŠAČA, DIREKTNO JE OVISIO O RAZVOJU ELEKTRANA I O RJEŠAVANJU PROBLEMA PRIJENOSA I RAZDIOBE ELEKTRIČNE ENERGIJE.

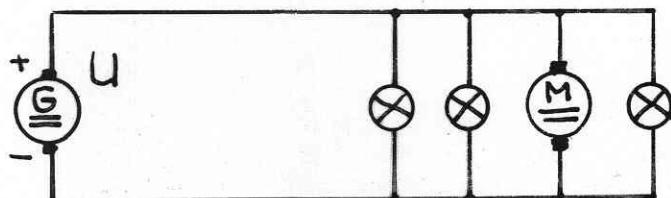
Početak razvoja elektrotehnike uopće, pa tako i elektrifikacije bio je na bazi istosmjernih struja.

1866. god. - Siemens je otkrio princip rada istosmjerne generatorskega (dinamo-elek. stroj)

1879. god. - Edison je otkrio prvu električnu žarulju sa uglenom nit.

1882. god. - Edison je izgradio prvu javnu elektranu (stapni parni stroj) pokretao je putem retenskog prijenosa istosmjerni generator koji je napajao 7000 el. žarulja s uglenom nit, koje su bile udasene do nekoliko stotina metara.
Nazivni napon generatora bio je 103 V, a nazivni napon žarulja 100 V.
El. en. mreža je bila kabelska.

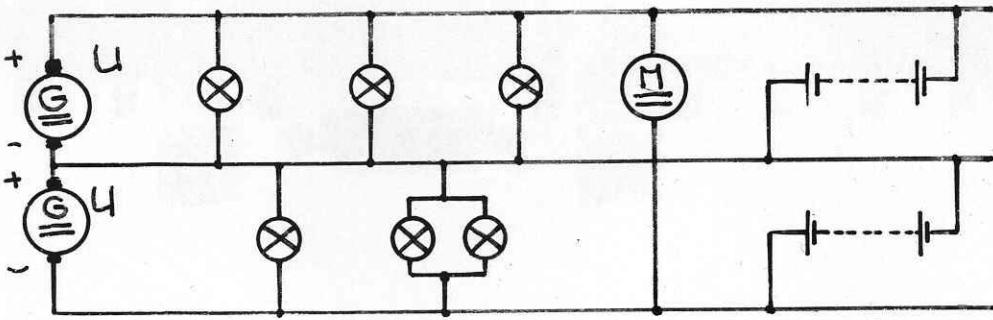
→ Početak javne elektrifikacije
Prva elektroenergetska mreža



SLIKA
ISTOSMJERNI SUSTAV
SA DVA VODIČA

RADI NISKOG pogonskog napona mreže (100V), koji je bio uvjetovan nazivnim naponom trošila - žarulja, udaljenost do krajnjeg potrošača je bila relativno mala i ograničena, pa su tražena poboljšanja istosmjernog sustava, a smjeli:

- povećanja napona mreže - ograničen nazivnim naponom trošila (žarulje max. 220 V)
- povećanja preseka vodova - ekonomična granica tako je razvijen istosmjerni sustav sa tri vodiča, a kasnije još, sa akumulatorskom popravlj.



SLIKA

ISTOSMJERNI SUSTAV SA TRI VODIČA
AKUMULATORSKOM POTPOROM

POGONSKI NAPON ISTOSMJERNIH MREŽA BIO JE OGRANIČEN NA OKO 2×250 V, PA SU TIME ISCRPYENE SVE MOGUĆNOSTI DALJnjEG RAZVOJA ISTOSMJERNIH MREŽA.

RADIKALNO RJEŠENJE PROBLEMA PRIDENOŠA EL. ENERGIJE MOŽE SE OSTVARITI JEDINO SA VIŠIM NAPONIMA, A TO JE BILO MOGUĆE RAZVOjem MREŽA NA Bazi IZMJENIČNIH STRUJA:

1880.-82. GOD. - POSTAVLJEN PRINCIJ TRANSFORMACIJE IZMJENIČNE STRUJE - TRANSFORMATOR

1887. GODINE - NIKOLA TESLA - TRFOZNE IZMJENIČNE STRUJE - TRFOZNI GENERATOR

I TRFOZNI ASINHRONI ELEKTROMOTOR

1891. GOD. - DOLIVO - DOBROWOLSKY - PRVI PRIJENOS EL. ENERGIJE TRFOZNOG SUSTAVA

- VODNA TURBINA NA RIJECI NECKER KOD LAUFENA

- TRFOZNI GENERATOR 300 KS, 50 V

- TRANSFORMATOR 50V/15 KV, 150 KVA AEG

- DOLJEKOMOD 15 KV, DUŽINE 178 km

- TRANSFORMATOR 15 KV / 100 V

- FRANKFURT m/m MEĐUNARODNO EL.TEH. IZLOŽBA
(1000 ŽARIŠA, EL. PUMP 100 kW, DAI MOTORI)

1892. GOD. - NIKOLA TESLA - UJUNI TRANSFORMATOR.

PREDNOSTI TRFOZNOG IZMJENIČNOG SUSTAVA:

- KOD GENERATORA: DOBRA ISKORISTIVOST MATERIJALA I JEDNOSTAVNOST

- KOD PRIJENOSA: MOGUĆNOST TRANSFORMACIJE NA NAPON POGODAN ZA PRIJENOS NA VELIKE UDALJENOSTI

- U DISTRIBUCIJI: MOGUĆNOST TRANSFORMACIJE NA NAPON

POGODAN ZA POTROŠAČE

- U POTROŠENJU: JEDNOSTAVNI ELEKTROMOTORI; JEDNOSTAVNOST KONSTRUKCIJE TRŠILA

TIME SU POSTAVLJENI TEMELJI ZA EKSPANZIJU RAZVOJA VELIKIH TRFOZNIH EL.EN. MREŽA I SUSTAVA.

EKSPOVENCIJALNI PORAST POTROŠNJE EL. ENERGIJE IZAZIVA U PROIZVODNJI EL. ENERGIJE POTREBU ZA SVE VEĆIM JEDINIČnim SNAGAMA GENERATORA (DANAS VEĆ PREKO 1000 MW), PA TIME I ODGOVARDUJUĆE JAČNJE PRIJENOSNE MREŽE.

PRIJENOSNA MOĆ DALEKOVODA RASTE S KVADRATOM POGONSKOG NAPONA, PA SE VRŠI TRAJAN RAZVOJ U SMJERU POVEĆANJA POGONSKOG NAPONA PRIJENOSNIH VODOVA.

TABLICA

GODINA	NAPON (KV)	ZEMLJA
1912.	110	NJEMAČKA
1913.	150	USA
1923.	220	USA
1936.	287	USA
1952.	380	ŠVEDSKA
1956.	400	RUSIJA
1960.	500	RUSIJA
1962.	735	KANADA
1969.	765	USA
1982.	1100	KANADA
2000.	1500	JAPAN

ELEKTRIFIKACIJA HRVATSKE

1877. GOD. : PRVA JAVNA RASVJETA U HRVATSKOJ
PROF. IVO STOŽIR JE MONTIRAO JEDNU LUČNU SVJETILJKU NA RASKRŠĆU ILICE I GUNDULIĆEVE ULICE U ZAGREBU, PRIKAD SOKOLSKOG PLESA U HRVATSKOM GLAZBENOM ZAVODU (GALVANSKE BATERIJE; NEKOLIKO SATI)

1885. GOD. : RASVJETA RIJEČKOG KAZUŠTA
(PARNI STROJ)

1891. GOD. : POČETAK JAVNE ELEKTRIFIKACIJE HRVATSKE
ELEKTRIFIKACIJA RIJEČKE LUKE
- TRI IZMjenična jednofazna generatorka $3 \times 80 \text{ KS}$
na pogon parnim strojem

1895. GOD. : POČETAK KOMERCIJALNE ELEKTRIFIKACIJE HRVATSKE
PRVA HIDROELEKTRANA JARUGA / ELEKTRIFIKACIJA
SIBENSKOG PODRUČJA / ANTE ŠUPUK / SIN /
- HIDROELEKTRANA JARUGA : DVOFAZNI GENERATOR
320 kVA, 3000 V, 42 PERIODI
- PRIJENOSNI DALEKOVOD : $U = 3000 \text{ V}$, $l = 11 \text{ km}$
- DISTRIBUCIJA : 110 V JEDNOFASNO

INTENZIVAN RAZVOJ ELEKTRIFIKACIJE HRVATSKE

a) DO DRUGOG SVJETSKOG RATA

- GRADNJA JAVNIH ELEKTRANA
- INDUSTRIJSKE ELEKTRANE (PARNI STROJ)
- GRADSKE MREŽE - RELATIVNO SLOBO POVEZANE
- PRIJENOSNI NAPON $< 110 \text{ KV}$

b) IZA DRUGOG SVJETSKOG RATA

- INTENZIVNA ELEKTRIFIKACIJA : IZGRADNJA JAKE 110 KV MREŽE, A POTOM OD 1957. GOD. I JAKE 220 KV MREŽE
- SA IZGRADNJOM HE PREDPAP ZAPOČELA IZGRADNJA 380 (400) KV MREŽE NA PROSTORU BIVŠE JUGOSLAVIJE
- IZGRADNJA JAKIH IZVORA
- TENDENCIJE RAZVOJA ELEKTROENERGETSKIH MREŽA
 $400 - 220 - 110 - 35 - 10(20) - 0.4 \text{ KV}$

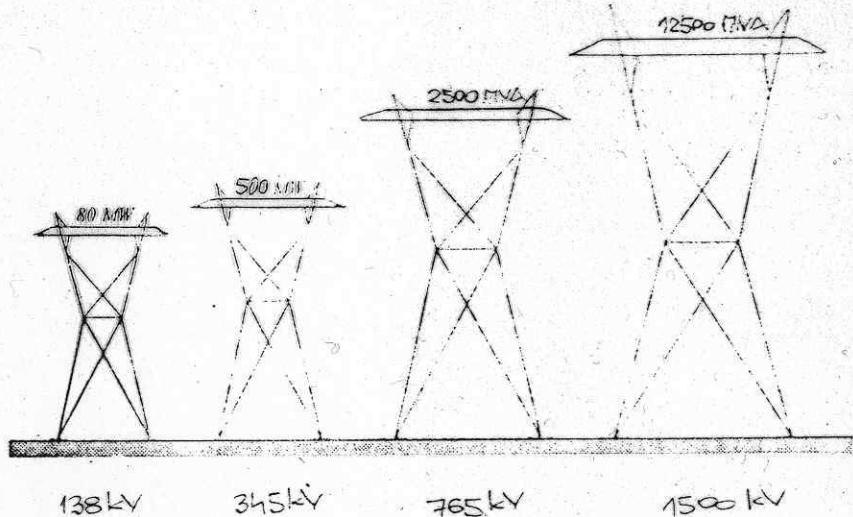
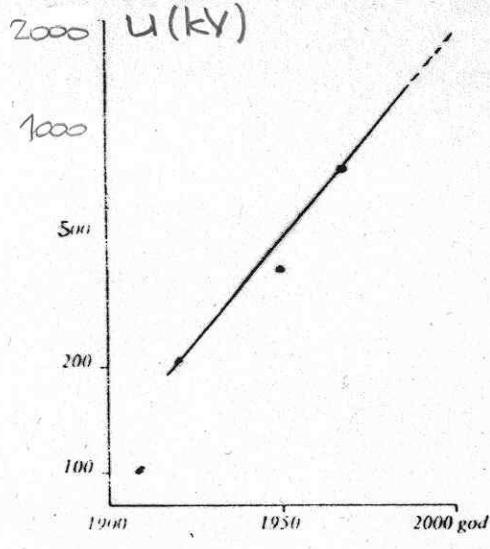
c) IZA 1990. GODINE - DOMOVINSKI RAT

- 1991. TEŠKA RATA RAZARANJA EUKROVNIČKOG OBJEKT-
- 1991.-1995. POGON EUKROVNIČKOG SUSTAVA HEVATSKIE U RONIM UMETMA - PONORENJA I PROVIZORNA RASPODJA
- 1993 - INSTALIRANO 120 MW DIZELSKA I PLINSKA ELEKTRONA
- 1995 - ZAPREĆEVA SANACIJA STRADOLICA DISELOVA EUKROVNIČKIH MREŽA I PREGEDJIVA
- INTENZIVNA IZGRADNJA I RAZVOJ PROGNOSENE I DISTRIBUCIJSKE MREŽE
- INTENZIVNA IZGRADNJA MOYIH ELEKTRONA
- 2001. EES HEVATSKIE ROSTO SAMOZAVRŠAN UOTE

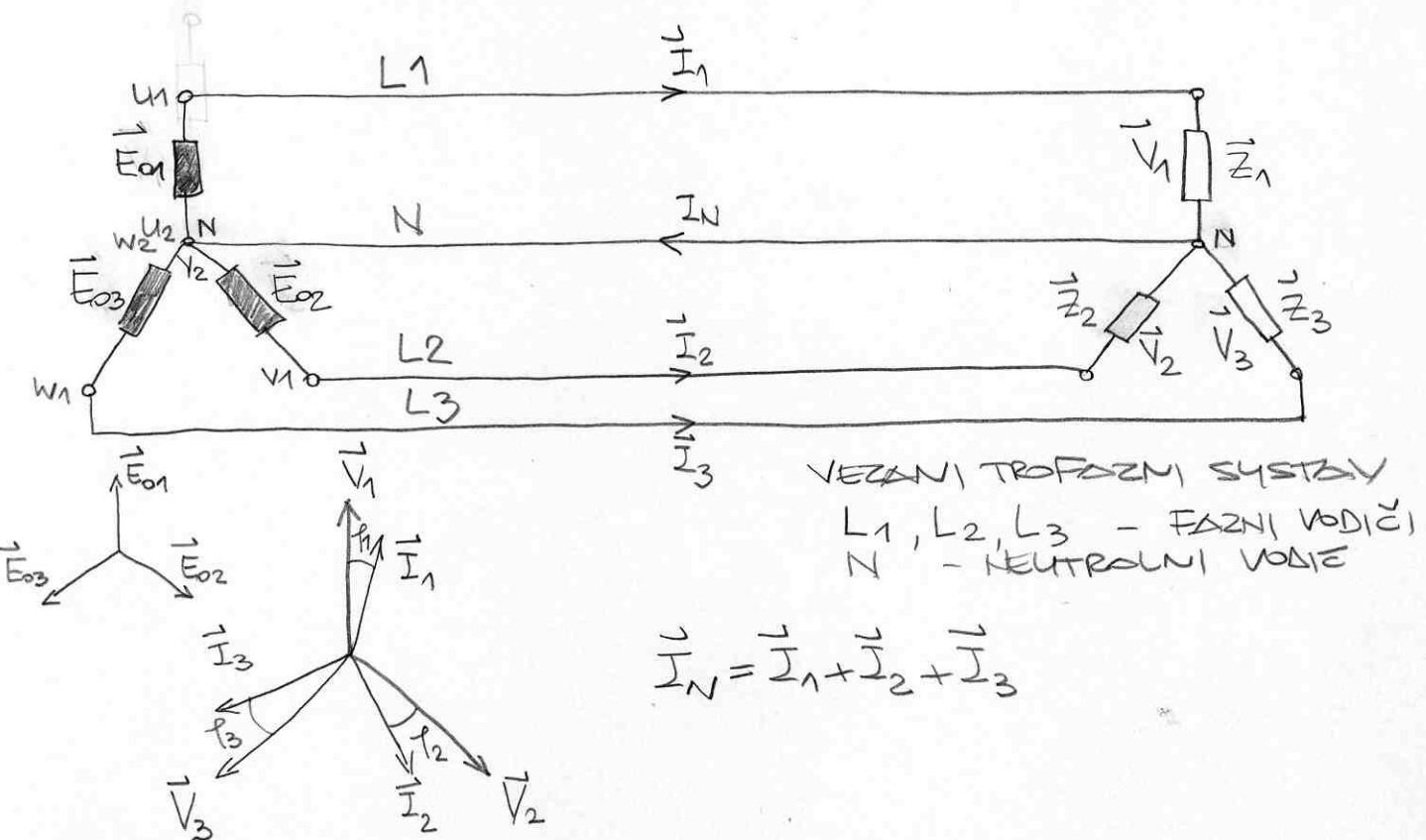
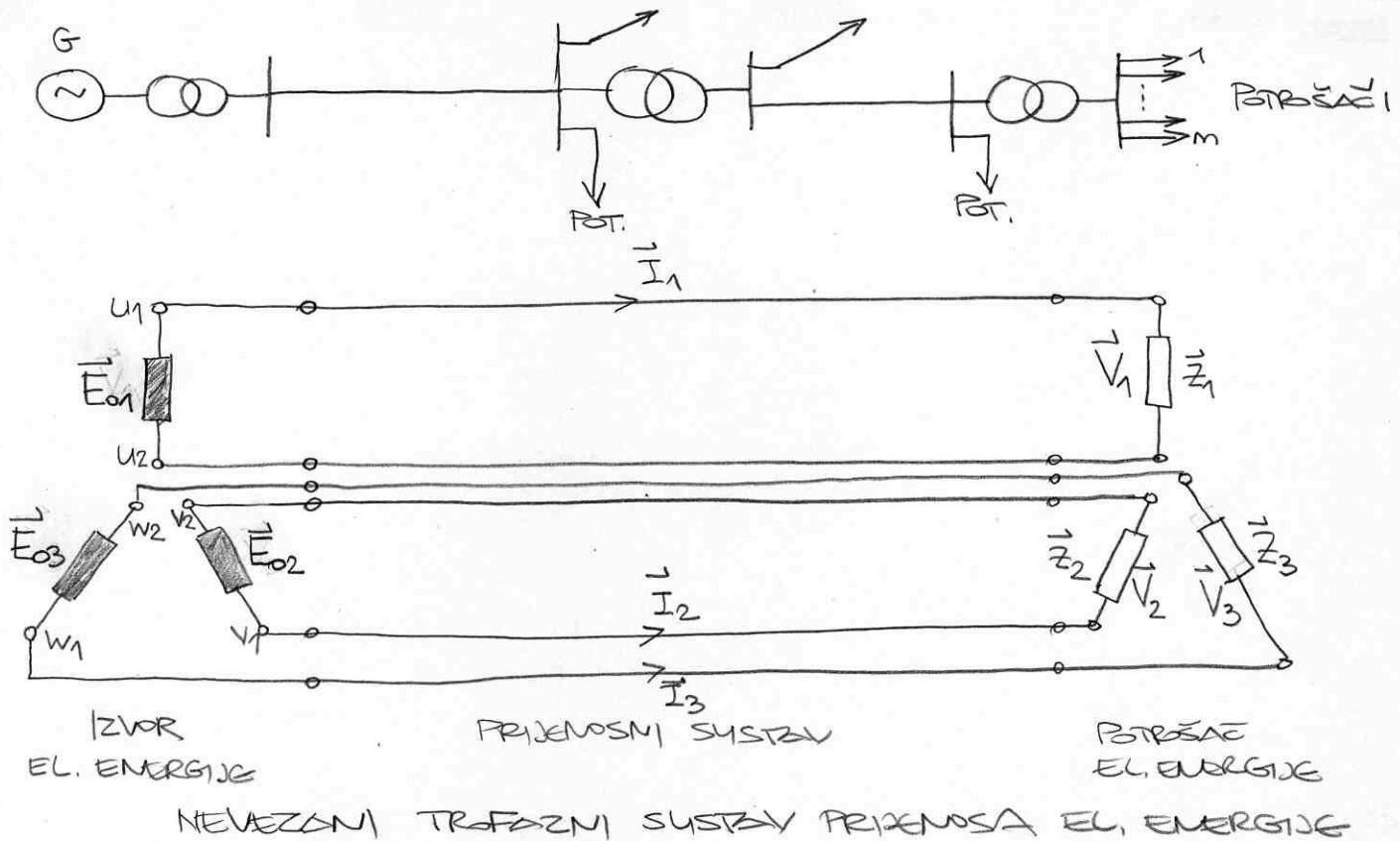
TENDENCIJE DALJNEGA RAZVOJA PRIJENOSA ELEKTRIČNE ENERGIJE

RAZVOJ POTREBA ZA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM ZAHTEVAVA
RAZVOJ VODOVA VEĆE PRIJENOSNE MOĆI:

- Povećanje pogonskog napona
 - očekuje se izbor između 1000 - 1500 kV
 - gornja granica je < 2000 kV zbog anomalija u izolaciji i čvrstoći zraka
- Ispostjereni veleprijenos
 - južna Afrika ± 533 kV
- primjena novih tehnologija (npr. superprovodivost) u prijenos el. energije



1.4 SUSTAV PRIJENOSA I DISTRIBUCIJE ELEKTRICNE ENERGIJE

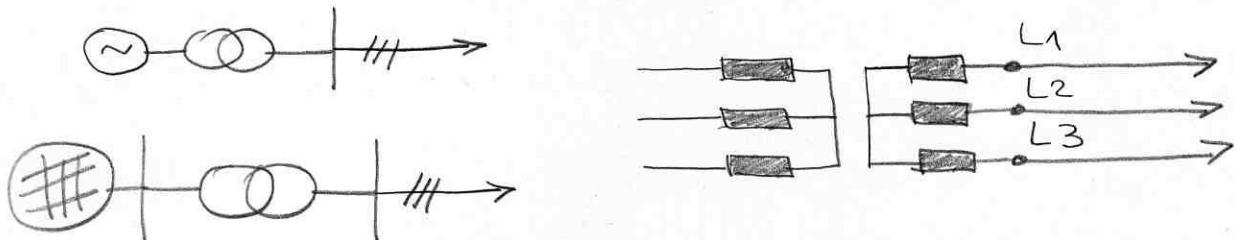


$$1. \text{ Ako je } \vec{z}_1 = \vec{z}_2 = \vec{z}_3$$

$$|\vec{I}_1| = |\vec{I}_2| = |\vec{I}_3| \quad I_1 = I_2 = I_3$$

$$\vec{I}_N = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 = \emptyset$$

SIMETRIČNI SUSTAV PRJEVODA -
POVRŠINI NEUTRALNI VODIĆ JE NEOPREZAN -
TRIFAZNI TRAJEĆI SUSTAV



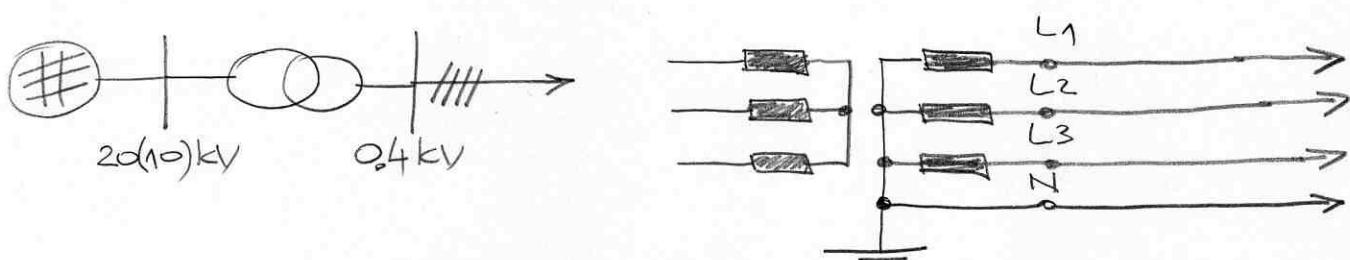
EEEM : 400 - 220 - 110 - 35 - 20 - 10 kV

$$2. \text{ Ako je } \vec{z}_1 \neq \vec{z}_2 \neq \vec{z}_3$$

$$|\vec{I}_1| \neq |\vec{I}_2| \neq |\vec{I}_3| \quad I_1 \neq I_2 \neq I_3$$

$$\vec{I}_N = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 \neq \emptyset$$

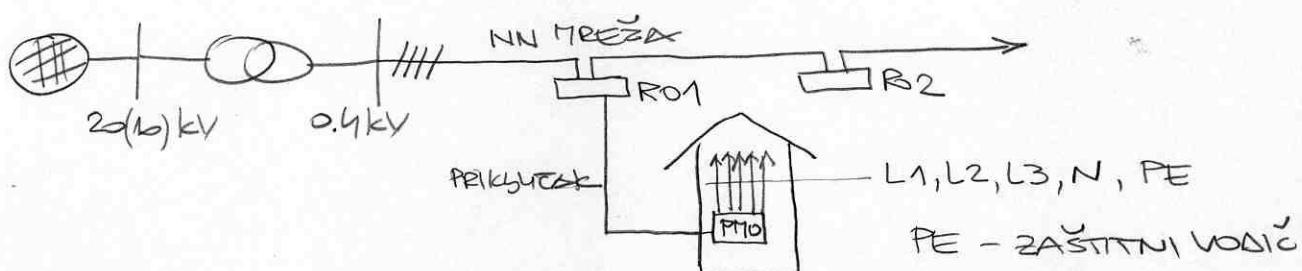
NESIMETRIČNI SUSTAV PRJEVODA
POVRŠINI NEUTRALNI VODIĆ JE NUŽAN -
TRIFAZNI ČEVROŽIĆNI SUSTAV



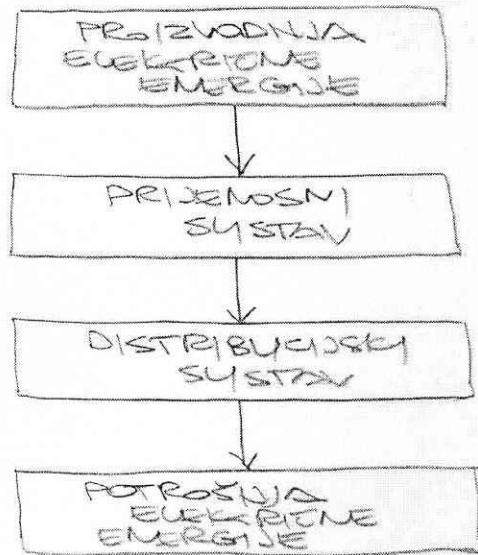
NISKONAPRSKE EE MREŽE 400/230 V

L_1, L_2, L_3 - FASNI VODIĆ
 N - NEUTRALNI VODIĆ

ELEKTRIČNE INSTRUMACIJE POTOŠAĆA NISKOG NAPONA



1.5 DEFINICIJA I TEHNIČKI OPIS PRIJENOSNOG SUSTAVA



TEHNIČKA FUNKCIONALNA
STRUKURA
ELEKTRIČNOG
SUSTAVA

DEFINICIJA PRIJENOSNOG SUSTAVA

D1: VYSOKONAPONSKA JE MREŽA OD ELEKTRIČNE, ODMOŠ
MESTA POVEZIVANJA SA SUSJEDNIM PRIJENOSnim PREZIDIA
DO DISTRIBUCIJSKE MREŽE ILI KUPCA PRIMIJEDENOG
NAPREDZOMA NA PREDVREMENI MREŽI.
(MREŽNA PREDVIMA IES RH)

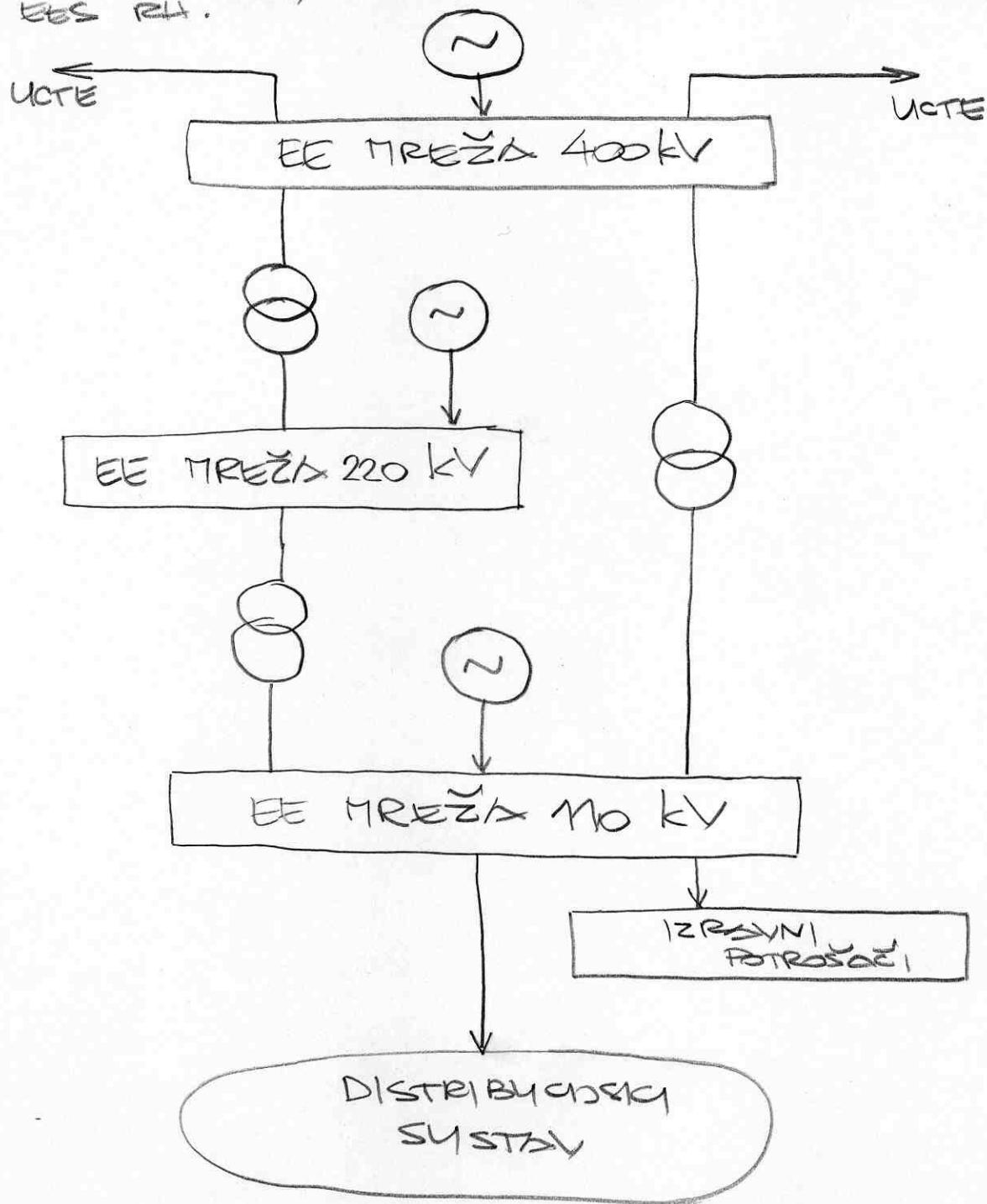
D2: FUNKCIJA PRIJENOSNE MREŽE JE TRANSFER TEKUĆE
ENERGIJE U VELIKIM KOLIČINAMA IZ ELEKTRIČNA ILI
SUSJEDNIH SUSTAVA DO DISTRIBUCIJSKE MREŽE, TE
REDUCIRAJUĆE TRŠKOVO U IZGRADNJI MOVIH PROIZVODNIH
POSTROJENJA. NJENA FUNKCIJA JE KOGA OBRAVODITI TRANZIT
ELEKTRIČNE ENERGIJE IZMEĐU ELEKTRIČNOGOSTIHL MREŽA ILI
KONTROLNIH PODRUČJA.
(CIGRE - TRADICIONALNA DEF.)

DANAS GORENJE PREDVREMENI MREŽE : 45 DO 220 kV (SVIJEĆ)

D3: FUNKCIJA PRIJENOSNE MREŽE JE TRANSFER TEKUĆE
ENERGIJE / SNAGE U VELIKIM KOLIČINAMA IZ ELEKTRIČNA ILI
SUSJEDNIH SUSTAVA DO GUSAVIH TOČAKA OPŠIRE ILI IZVORA,
OSIGURAVAJUĆE I PREDVODI POMOĆNIH USLUGA I PODREŠKA
VIŠIM NARONSTVOM RAZINAMA. NJENA FUNKCIJA OBRAVODITI
TRANZIT ELEKTRIČNE ENERGIJE / SNAGE IZMEĐU
ELEKTRIČNOGOSTIHL MREŽA ILI KONTROLNIH PODRUČJA, TE DO
OMOGUĆI PREDVREMENI SNAGA PREEKO INTERKONEKTIVNIH VOLUSA
ILI IZMEĐU PREDVREMENIH JEDINICA.
(CIGRE - NOVA MREŽNA DEF.)

EES RH:

PRIJENOSNA JE MREŽA JE SKUP SVIH OBJEKATA (NADZEMNIH VODAČA, KABELSKIH VODAČA, TRANSFORMATORSKIH STANICA, KOMPENZACIJSKIH UREDJAJA I DR.) NAPONSKIH RAZINA 400 kV, 220 kV I 110 kV KOJI SE NALAZE U EES RH.



1. ELEKTRONERGOSTSKA MREŽA 400 kV

1.1 ELEKTRONERGOSTSKA PODELJENJA

- TS 400 / 220 kV
- TS 400 / 110 kV
- RASPODjSTa (EE PODJENJA) ELEKTRANDA

1.2 ELEKTRONERGOSTSKI VODAVI

- NADZEMNI VODAVI 400 kV

2. ELEKTRONERGOSTSKA MREŽA 220 kV

2.1 ELEKTRONERGOSTSKA PODELJENJA

- TS 220 / 110 kV (TS 220 / 35 kV)
- RASPODjSTa (EE PODJENJA) ELEKTRANDA

2.2 ELEKTRONERGOSTSKI VODAVI

- NADZEMNI VODAVI 220 kV

3. ELEKTRONERGOSTSKA MREŽA 110 kV

3.1 ELEKTRONERGOSTSKA PODELJENJA

- TS 110 / 35 kV
- TS 110 / 20 kV
- TS 110 / 110 kV
- TS 110 / X kV
- RASPODjSTa MOLY ELEKTRANDA
- RASPODjSTa MOLY POTROSACI

RASPODjSTa
MOLY

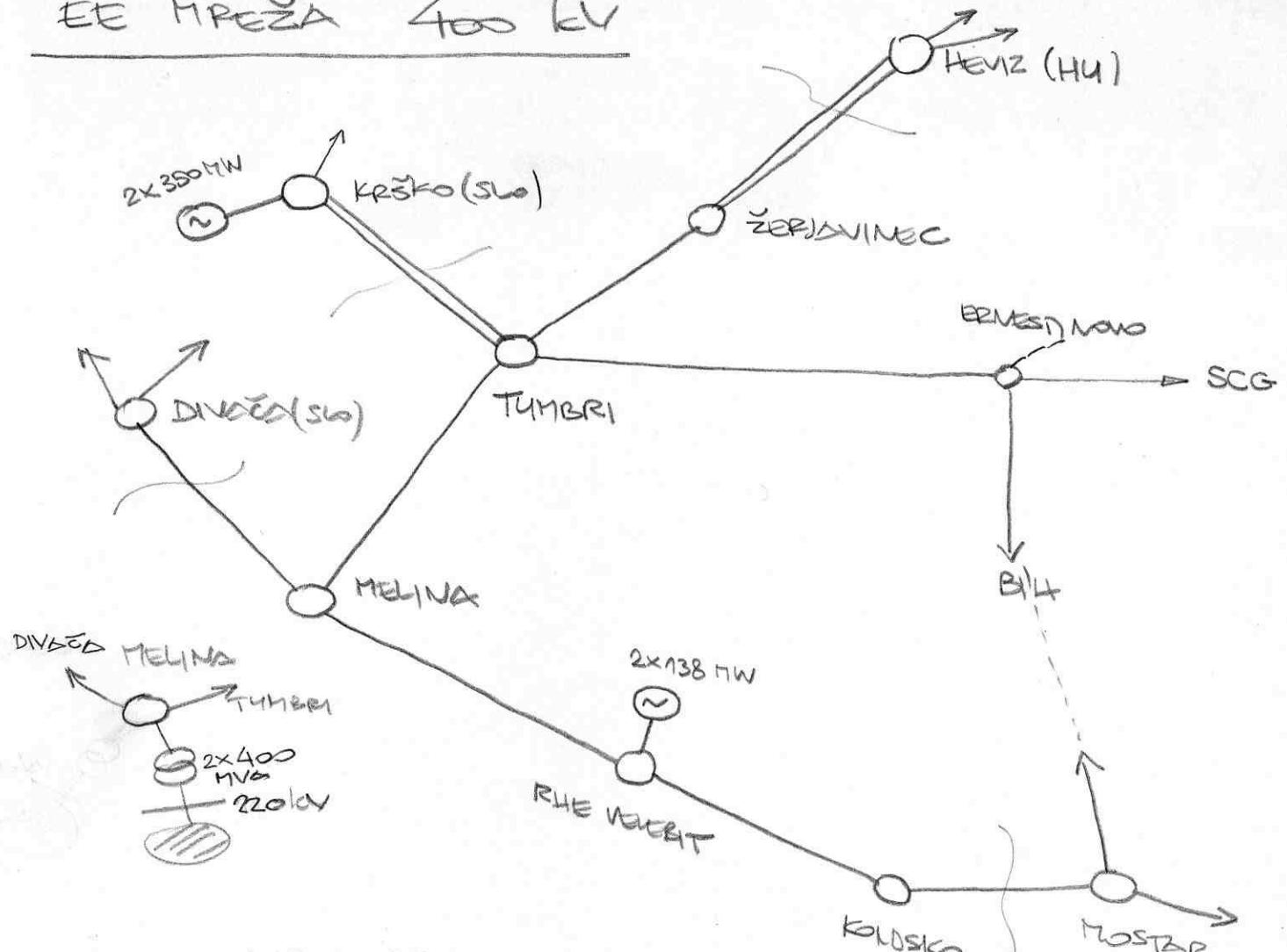
3.2 ELEKTRONERGOSTSKI VODAVI

- NADZEMNI VODAVI 110 kV
- PODzemni vodovi 110 kV

4. OSNOVNE OPREMA PRIMIJENJENA NA TE MREŽE 400 kV, 220 kV I 110 kV

- KOMPENSACIJSKI UREDJAJI, FASCI UPREDICI
- UREDJAJI U ELEKTRANDAMA

EE MREŽA 400 kV



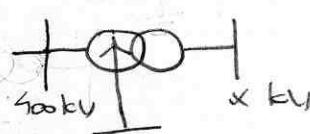
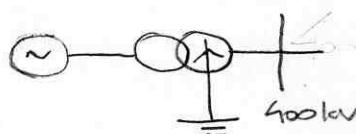
EE VOZNI

400 kV	NV	115890 km
	KV	0,00 km
	Σ	115890 km

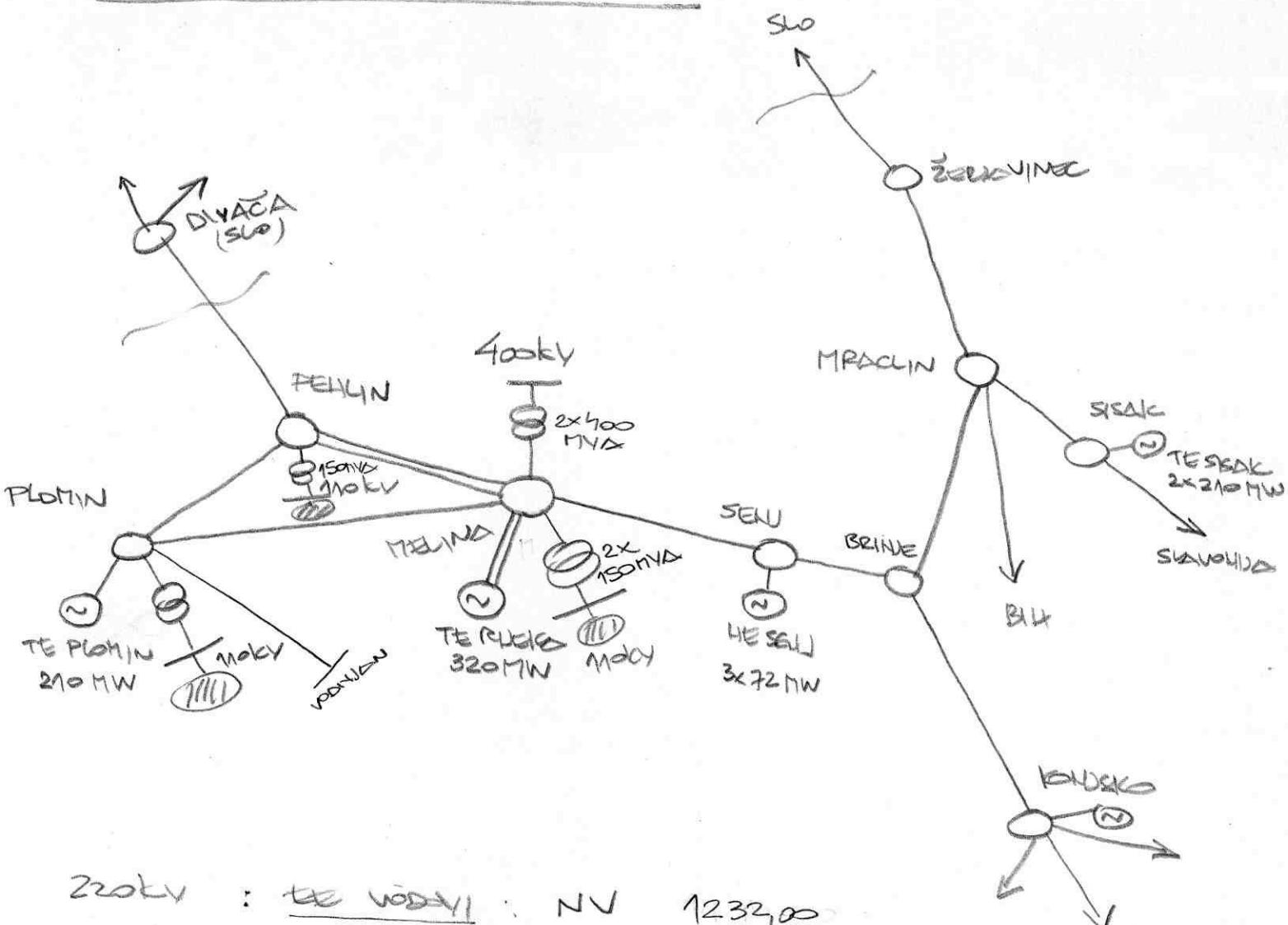
TS

TS 400 kV KV 6 km (400 MVA)

- PREJEDNOSTNA MREŽA, INTERKONEKCIJSKA MREŽA
- 3f, L1-L2-L3
- TOPOLOGIJA - ZAMKASTA - PONIRANJE, PGON
- IZBEMŠEVE ZNJEZDISTVO - IZPRAVNO (KETTO)



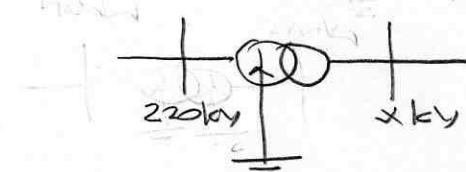
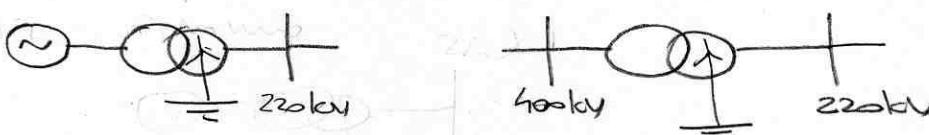
EE MRAČÍNA 220 kV



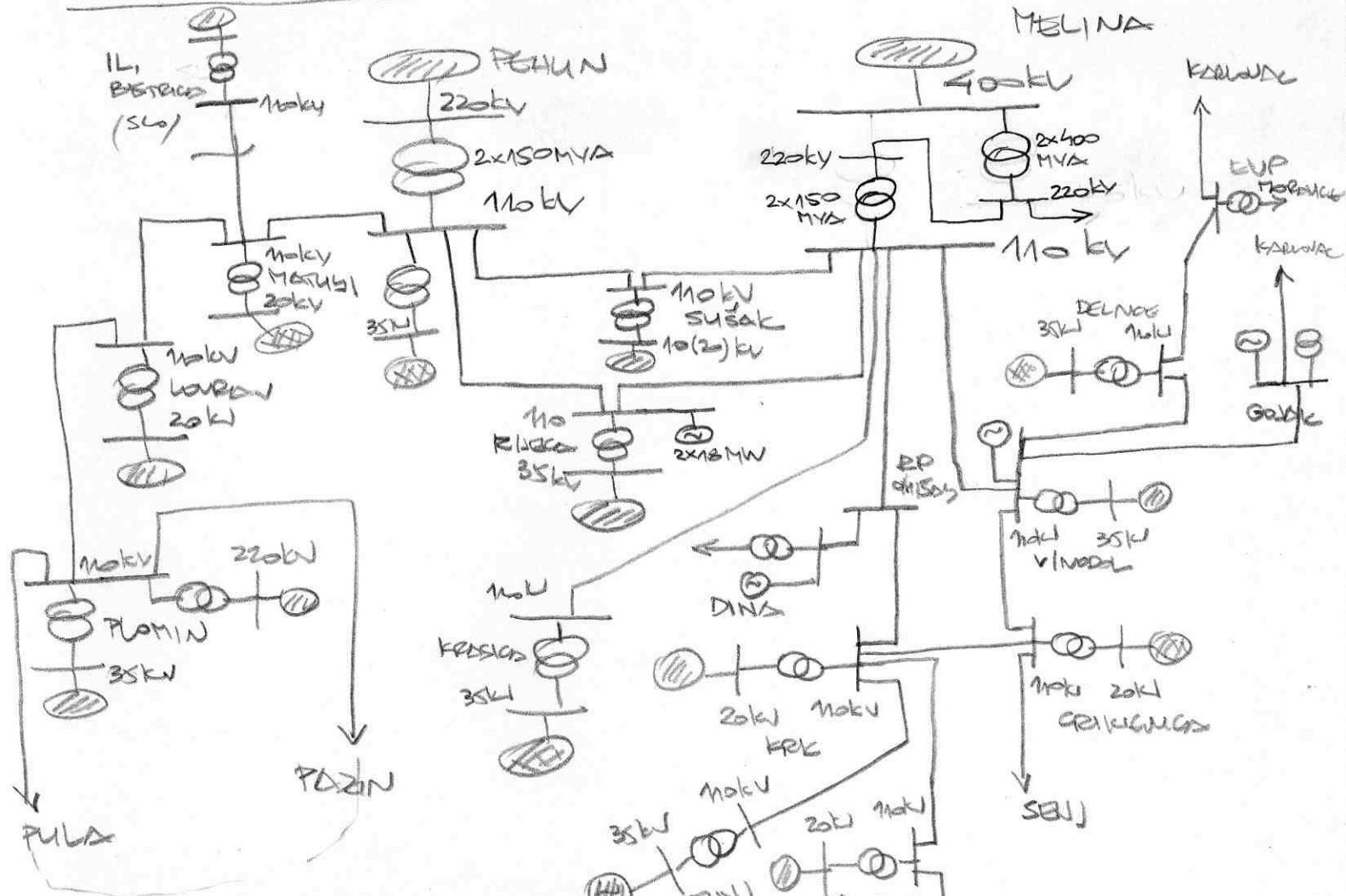
$$\begin{array}{r}
 220 \text{ kV} : \underline{\text{te vodový}} : \text{NV} \quad 1232,00 \\
 \text{kv} \quad 9,0 \\
 \hline
 \Sigma \quad 1232,00 \text{ km}
 \end{array}$$

TS : TS 220/110 kV m km (3000 MW)

- PROJEKTOVÁ MRAČÍNA
- 3f, L1-L2-L3
- topologická základna - plnírny, p-gon
- užívání závěrečných i závěsných (kruto)



EE MREŽA Mo kV



EE MREŽA Mo kV

EE VODENI

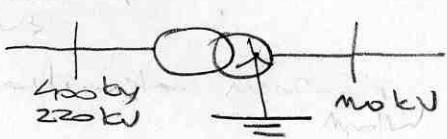
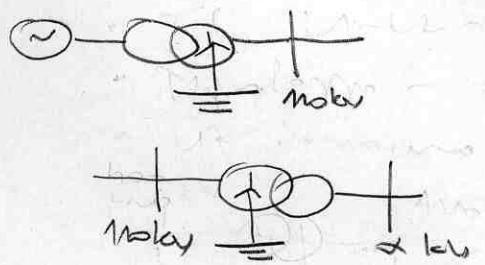
NV 4729,0 km

kV 18,30 km

Σ 4847,30 km

TS : TS Mo kV : 127 km
(6734,50 MVA)

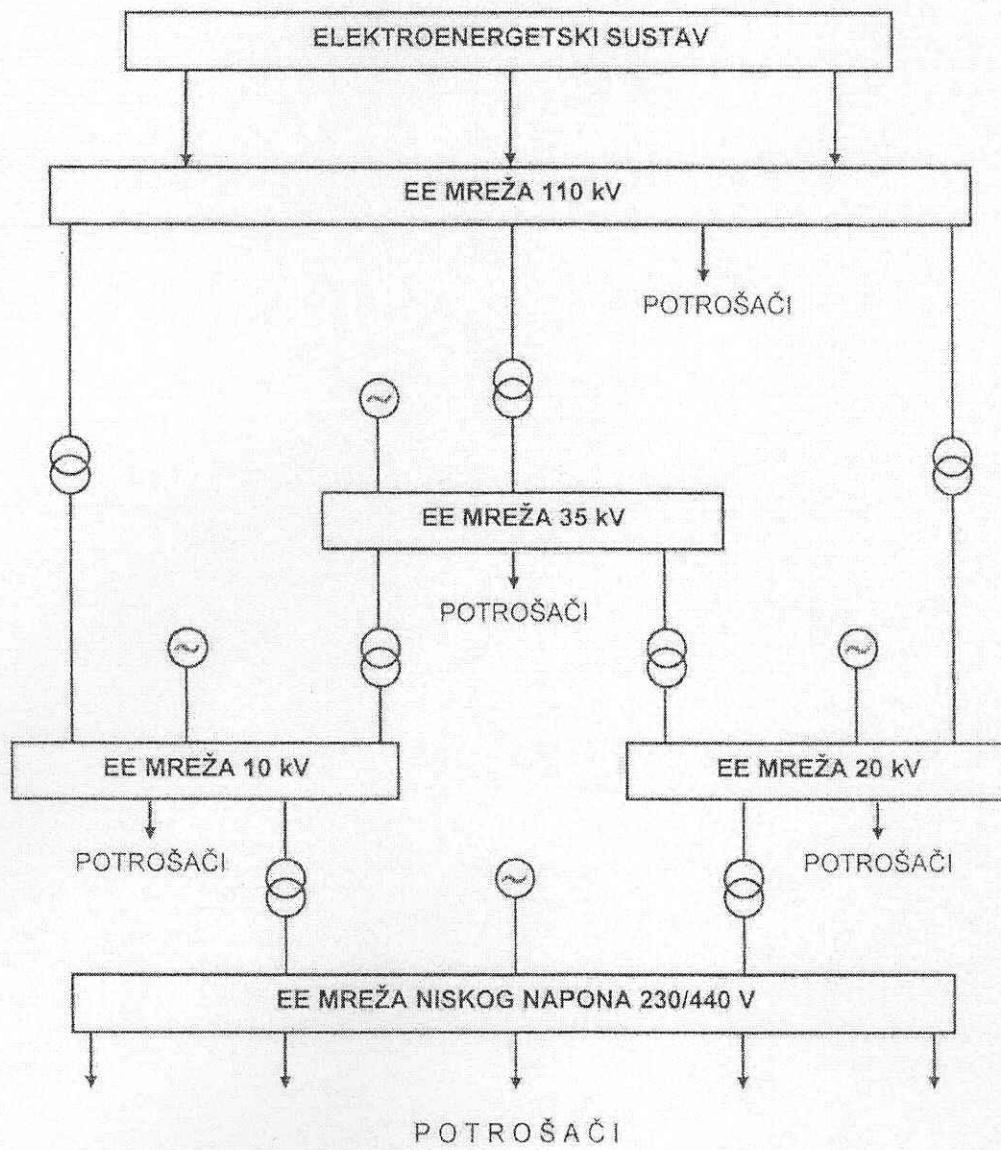
- PROIZVODNA / DISTRIBUCIJSKA MREŽA Dalmacija
- SF, L1-L2-L3
- TOPOLOGIJA - ZAMJENSTVO - PLANIRANJE, POGON
- UZEMLJENJE - ZAKRZDISTRA - IZPUNA - KONTAKT



1.6 DEFINICIJA I TEHNIČKI OPIS DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA

DISTRIBUČIJSKI SUSTAV :

EE MREŽA koja se prostire od mesta razgraničenja s distribucijskim prenosom električne energije, odnosno elektricnosti, do potrošača (kupaca). (Mrežna pravila)



Nadomjesni model distribucijskog sustava

Distribucijski sustav se strukturno sastoji od slijedećih osnovnih naponskih razina:

- primarna transformacija 110/SN (kV) – skup priključnih vodova nazivnog napona 110 kV i transformatorskih stanica TS 110/35 (kV) i TS 110/10-20 (kV)
- elektroenergetska mreža 35 kV – skup vodova nazivnog napona 35 kV i transformatorskih stanica 35/10-20 (kV)
- elektroenergetska mreža 20 kV – skup vodova nazivnog napona 20 kV i transformatorskih stanica TS 20/0,4 (kV)
- elektroenergetska mreža 10 kV – skup vodova nazivnog napona 10(20) kV i transformatorskih stanica TS 10(20)/0,4 (kV)
- niskonaponska mreža 230/400 V – skup vodova nazivnog napona 1 kV, čvornih razdjelnih ormara u mreži, priključaka i priključno-mjernih ormara potrošača.

Detaljnija struktura distribucijskog sustava može se tehnički opisati raščlambom sustava na elemente i tehničke sustave:

1 Osnovni tehnički podaci distribucijskog sustava

1.1 Nazivni naponi elektroenergetskih mreža: 110 kV, 35 kV, 20 kV, 10 kV, 0,4 kV (230/400 V)

1.2 Vrijednosti maksimalno dozvoljenih struja (snaga) trofaznih simetričnih i jednofaznih kratkih spojeva:

- mreža 110 kV: 26,5 kA (5000 MVA)
- mreža 35 kV: 12 kA (750 MVA)
- mreža 20 kV: 14,5 kA (500 MVA)
- mreža 10 kV: 14,5 kA (250 MVA)
- mreža 0,4 kV:
 - kabelska 26 kA (18 MVA)
 - nadzemna 16 kA (11 MVA)

1.3 Način uzemljenja zvjezdista elektroenergetskih mreža:

- mreža 110 kV – izravno (kruto) uzemljenje
- mreža 35 kV – uzemljenje preko malog djelatnog otpora
- mreža 20-10 kV
 - uzemljenje preko malog djelatnog otpora
 - rezonantno uzemljenje
 - izolirano uzemljenje
- mreža 0,4 kV (1 kV) – izravno (kruto) uzemljenje

2 Elementi elektroenergetske mreže 110 kV

2.1 Elektroenergetska postrojenja

- transformatorska stanica TS 110/35 kV
- transformatorska stanica TS 110/20 kV
- transformatorska stanica TS 110/10 kV

2.2 Elektroenergetski vodovi

- nadzemni vodovi 110 kV
- kabelski vodovi 110 kV

3 Elementi elektroenergetske mreže 35 kV

3.1 Elektroenergetska postrojenja

- transformatorska stanica TS 35/20 kV
- transformatorska stanica TS 35/10 kV
- transformatorska stanica TS 35/0,4 kV

3.2 Elektroenergetski vodovi

- nadzemni vodovi 35 kV
- kabelski vodovi 35 kV

4 Elementi elektroenergetske mreže 20-10 kV

4.1 Elektroenergetska postrojenja

- transformatorska stanica TS 20-10/0,4 kV
- međutransformacija 20-10 kV
- rasklopište 20-10 kV

4.2 Elektroenergetski vodovi

- nadzemni vodovi 20-10 kV
- kabelski vodovi 20-10 kV

5 Elementi elektroenergetske mreže 0,4 kV (230/400 V)

5.1 Elementi mreže niskog napona

- nadzemna NN mreža
- kabelska NN mreža
- razdjelni ormari u mreži

5.2 Elementi priključaka

- nadzemni priključci
- kabelski priključci
- priključno-mjerni ormari
- mjerni uređaji

6 Tehnički sustav za daljinsko upravljanje elektroenergetskim postrojenjima

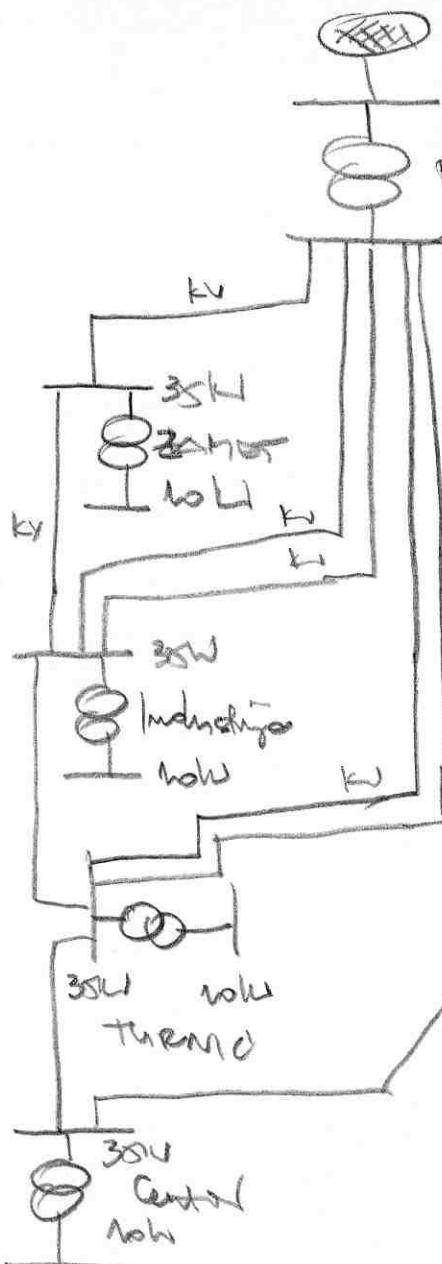
7 Tehnički sustav za mrežno tonfrekventno upravljanje

8 Tehnički sustav za očitanje mjernih uređaja

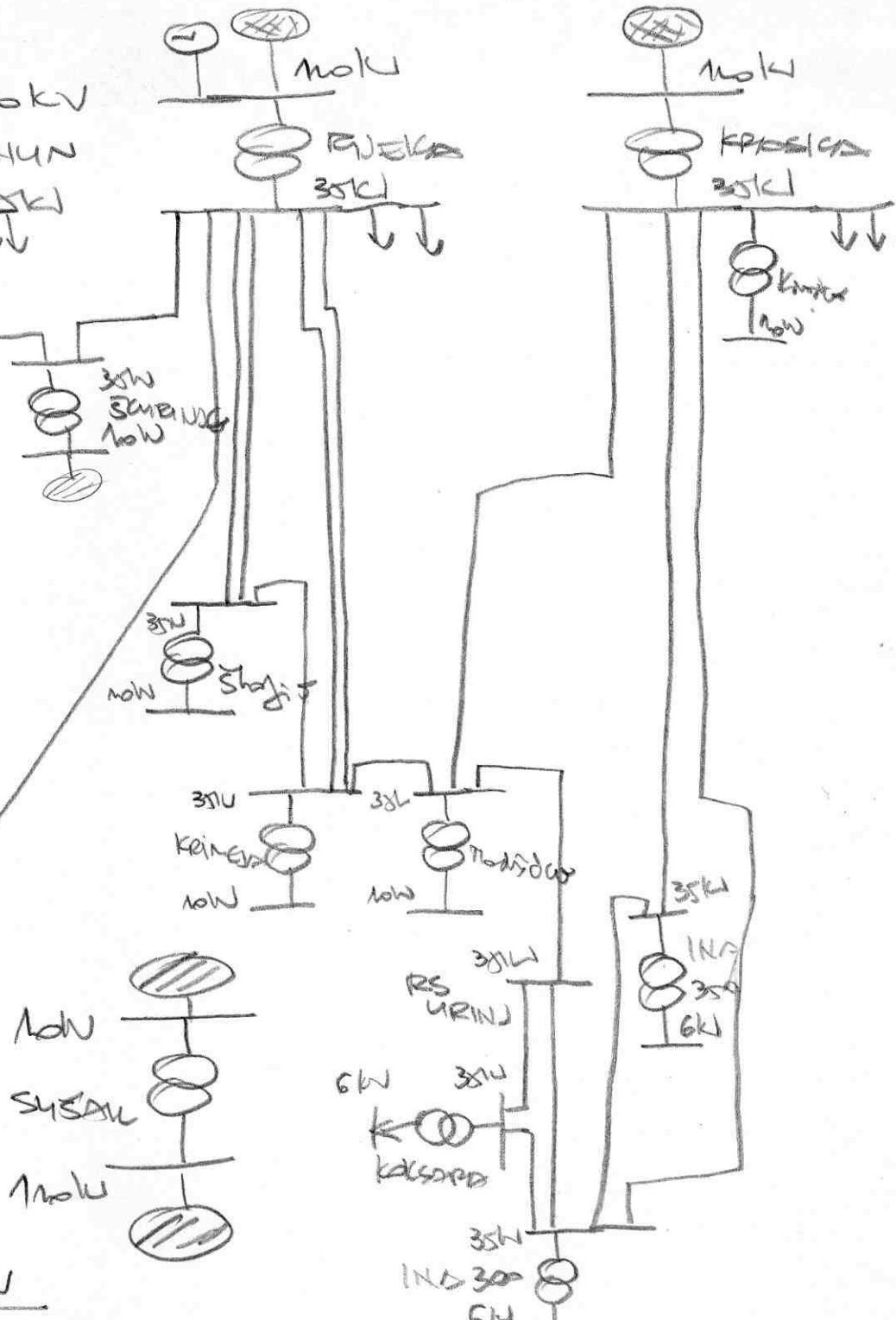
9 Tehnički sustav za komunikacije

10 Tehnički informacijski sustav

EE Mreža 35 kV



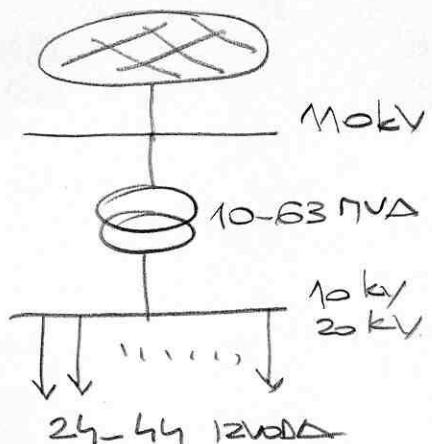
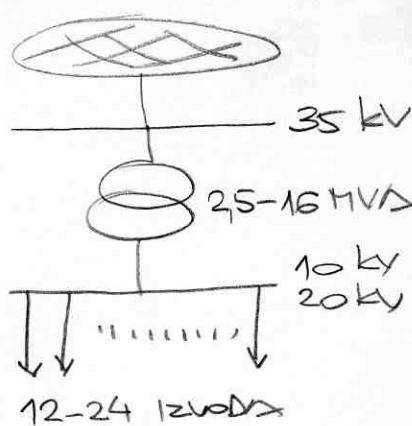
Građi Reteza



EE Mreža 35 kV

- EE VOĐENI
 - NV 3577 km
 - KV 1229 km
 - PKV 119 km
- TS 35/10-20 kV 348 km (4362 MVA)
- DISTRIBUCIJSKA MREŽA (SN)
 - 3f, L₁-L₂-L₃
 - TOPOLOGIJA - ZAMKASTA U PLANIRANU, RADNIČKA U POGONU
 - UZEMLJENJE ZVEZDOLIKO - PREKO IMPEDANCIJE / PREKO MALOG DURMIŠTA
 - $I = 300 \Delta$
- $I = 300 (\Delta) = (1000 \Delta)$

EE MREŽE 10 - 20 kV



EE M 20 kV

• EE VOLJVI

NV 3116 km
KB 2306 km
MOKOB 147 km

• TS 20/0.4 kV

2939 km (776 MVA)

EE M 10 kV

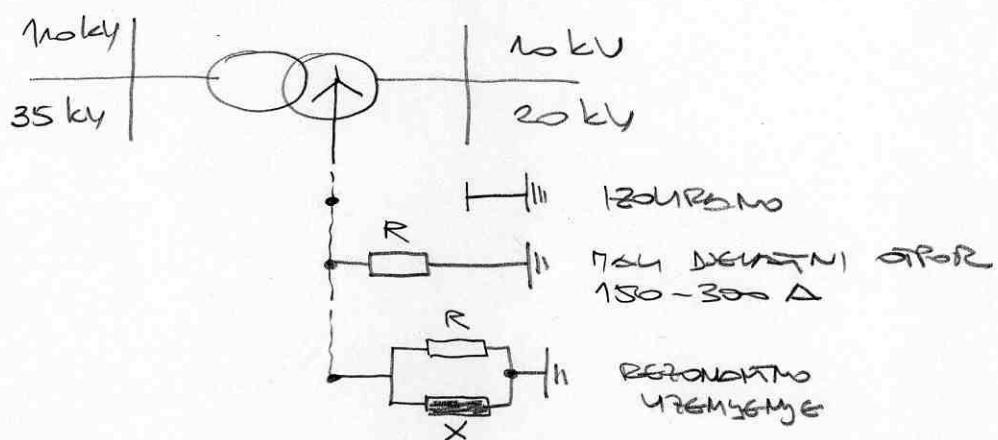
• EE VOLJVI

NV 19224 km
KB 9307 km
MOKOB 201 km

• TS 10/0.4 kV

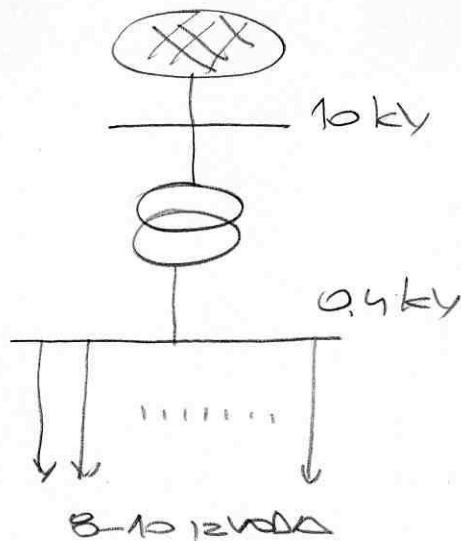
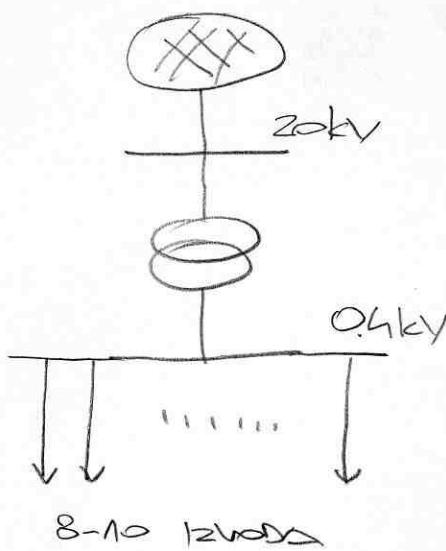
21740 km (6794 MVA)

- DISTRIBUCIJSKA MREŽA (SN)
- 3f, L₁-L₂-L₃
- Topologija - zavojnici u planirani
zadnjina u pogonu
- Vremenske razrediste



EE MREŽA 0,4 kV

230/400 V



EE MREŽA 0,4 kV

ZM - Golo 24 974 km

ZM - BOUDRANO 21 867 km

KBM 14 215 km

Počet vod

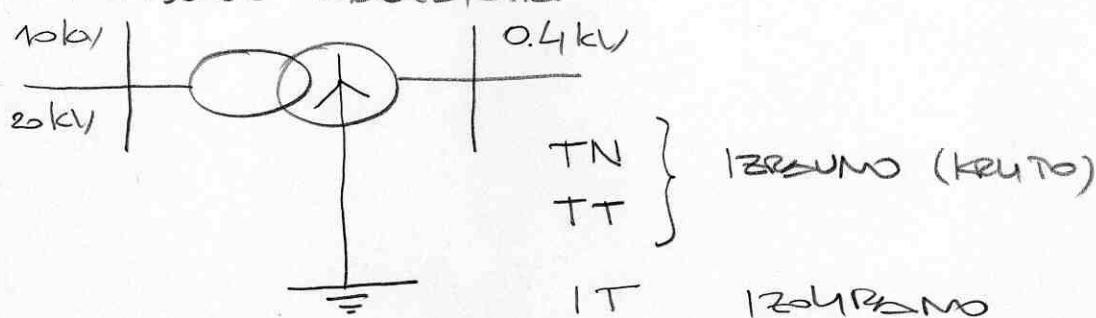
2. 159. 157 počet vod

VN, SN 1966

Moky 31
35 kV 80
10 kV 1855

NN 2. 157. 151.

- DISTRIBUČNÍ SÍŤ MREŽA - NN
- 3A-N, L₁-L₂-L₃-N
- TOPOLOGIJA - ZDÍVKY U PLNIPANDY
RADIOSLNA U POTOCHU
- VZEMENÍ SE ZVÝKODÍŠKA



1.7 GOSPODARSKA DJELATNOST PRIJEMOSA I DISTRIBUCIJE ELEKTRICNE ENERGIJE

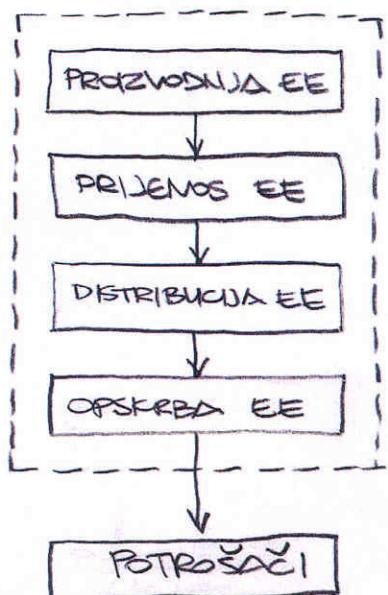
Gospodarska grana koja se bavi elektroenergetikom kao poslovnim djelatnostim, dajuce proizvodnjom električne energije prevozom primarnih oblika energije u električnu energiju, prijenosom te energije vodovima visokog i vrlo visokog napona od lokacija proizvodnje do potrošačkih središta, distribucijom električne energije do potrošača i opskrbom potrošača električnom energijom, naziva se elektroenergetska gospodarstvo - elektroprivreda.

Djelatnosti elektroprivrede :

- PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE
- PRIJEMOS ELEKTRIČNE ENERGIJE
- DISTRIBUCIJA ELEKTRIČNE ENERGIJE
- OPSKRBA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM

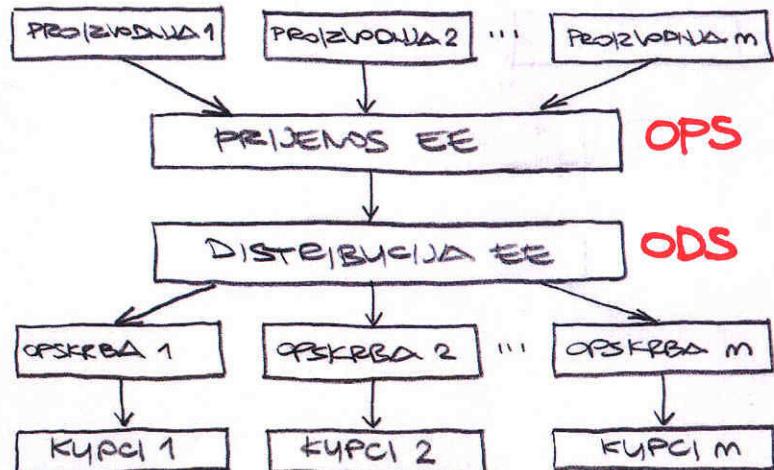
Organizacioni oblici elektroprivrede :

TRADICIONALNI
REGULIRANI



OKOMITO INTEGRIRANA
ELEKTROPRIVREDNA
PONUZEDA

TRŽIŠNI
Deregulirani
Liberolizirani



- PROIZVODNJA EE } TRŽIŠNE ENERGETSKE
- OPSKRBA EE } DIELATNOSTI

- PRIJEMOS EE } - REGULIRANE DIELATNOSTI
- DISTRIBUCIJA EE } - JAVNA USLUGA

JAVNA USLUGA - ZAKONSKI PROPIS

• ZAKON O REGULACIJI ENERGETSKIH
DIJELATNOSTI (NN 177/2004)

• HERA HRVATSKA ENERGETSKA REGULATORNA
AGENCIJA

ZAKONSKI OKVIR:

- PRIPISI I DIREKTIVE EUROPESKE ZALEDNICE
- "ZAKON O ENERGIJI" (NN 68/2001, 177/2004)
- "ZAKON O TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE"
(NN 177/2004, 152/2008)

GOSPODARSKA DJELATNOST

PRIJEMNA ELEKTRIČNE ENERGIJE

SUJEKT

OPERATOR PRIMENOSNOG
SUSTAVA OPS

DISTRIBUCIJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

OPERATOR DISTRIBUCIJSKOG
SUSTAVA ODS

REGULIRANJE DJELATNOSTI OPS I ODS

OPCI UNJETI ZA OPSKRBU ELEKTRIČNOJ ENERGIJOM
(NN 14/2006)

MREŽNA PREDVODA ELEKTRONERGETSKOG SUSTAVA
(NN 36/2006)

PODZAKONSKI ŠTAK (> 20)

LITERATURA:

1. MARIJA I KARLO OŽEGOVIĆ:
ELEKTRICNE ENERGETSKE MREŽE I,
FESB SPLIT
2. www.hep.hr