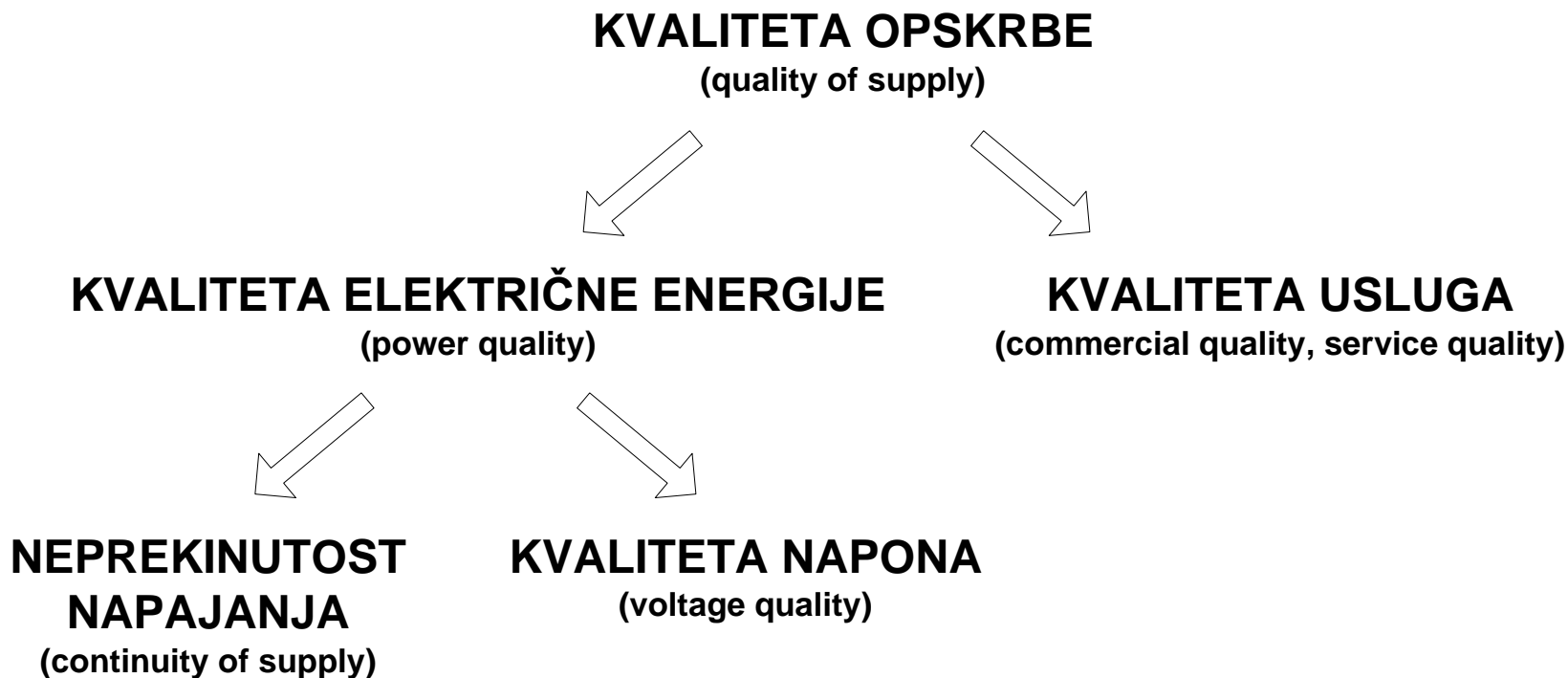


# **Kameni temeljci u ostvarenju sigurnog i pouzdanog pogona distribucijskog sustava**

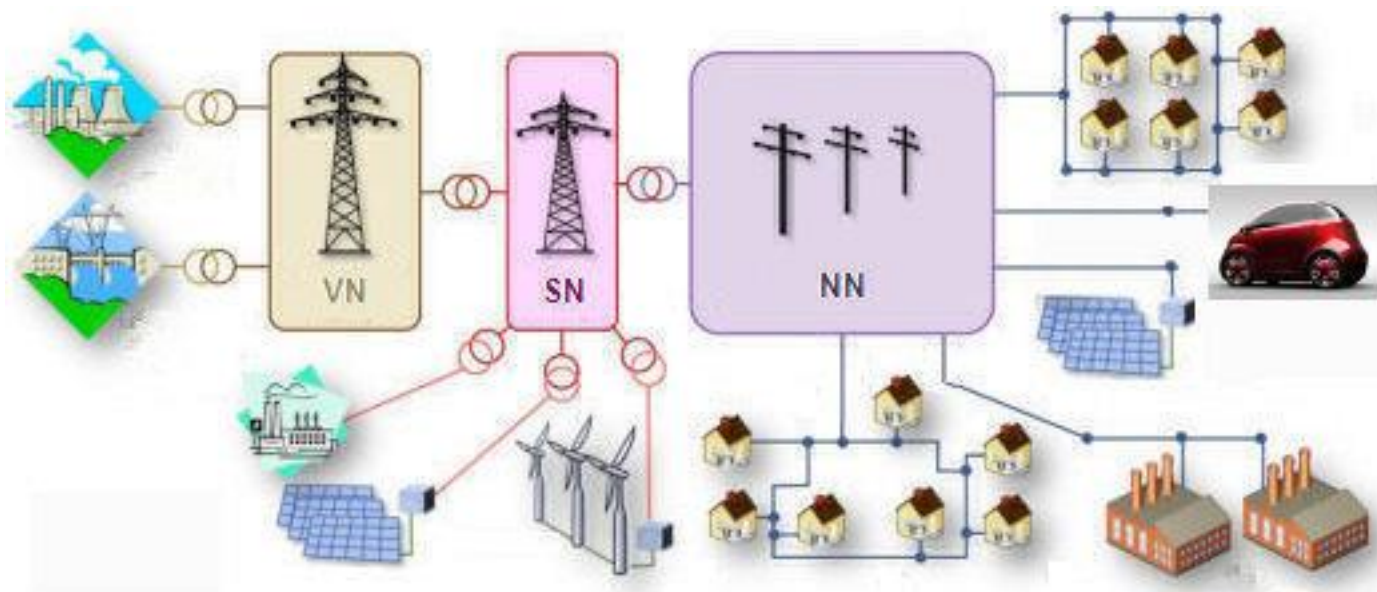
Mate Lasić



- **Održavanje određene razine kvalitete napona u nekoj točki mreže je obveza operatora sustava**

## Budućnost elektroenergetskog sustava

- integracija značajnog iznosa FN sustava
- Integracija značajnijeg broja električnih vozila

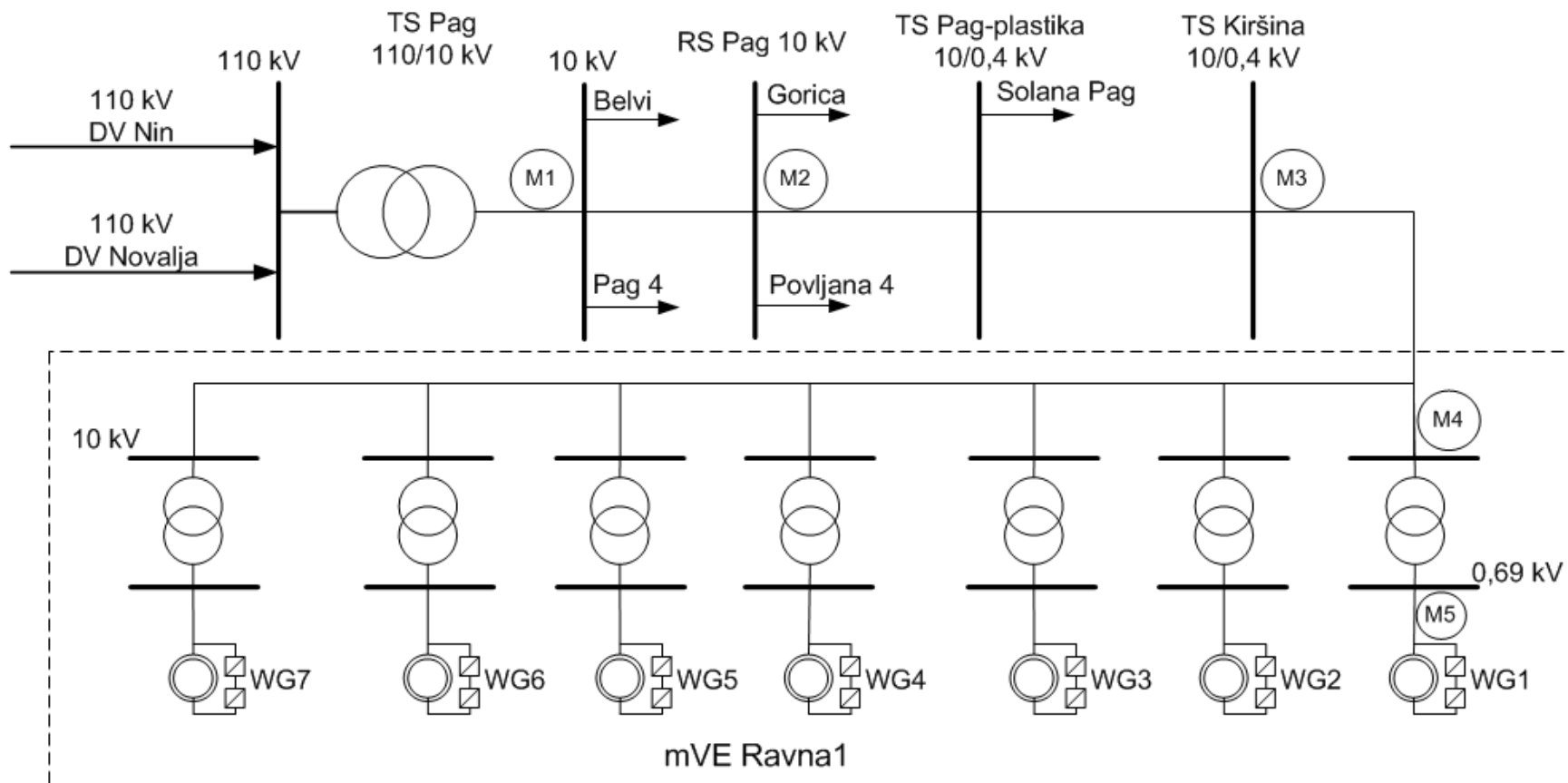


## Utjecaj rada proizvodnih postrojenja na kvalitetu napona

- **Promjena iznosa napona u kvazistacionarnom stanju**
- **dinamičke promjene napona (fliker)**
- **tranzijenti uzrokovani sklapanjem**
- **injektiranje viših harmonika struje u mrežu**
- **utjecaj na iznos MTU signala**
- **nesimetričnost napona (jednofazni izmjenjivači)**

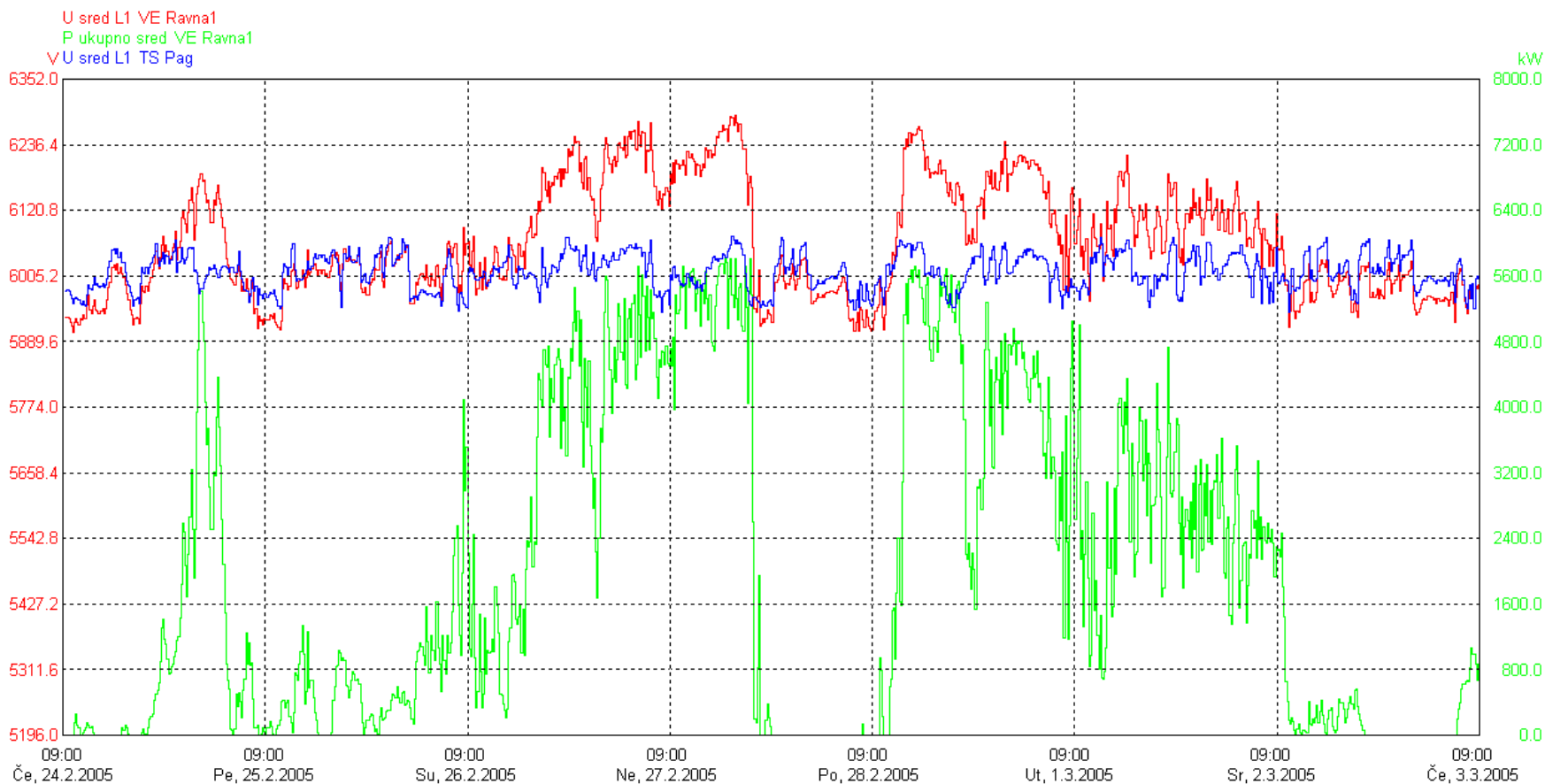
Mate Lasić

## Mjerenja kvalitete napona na otoku Pagu – mVE Ravna1

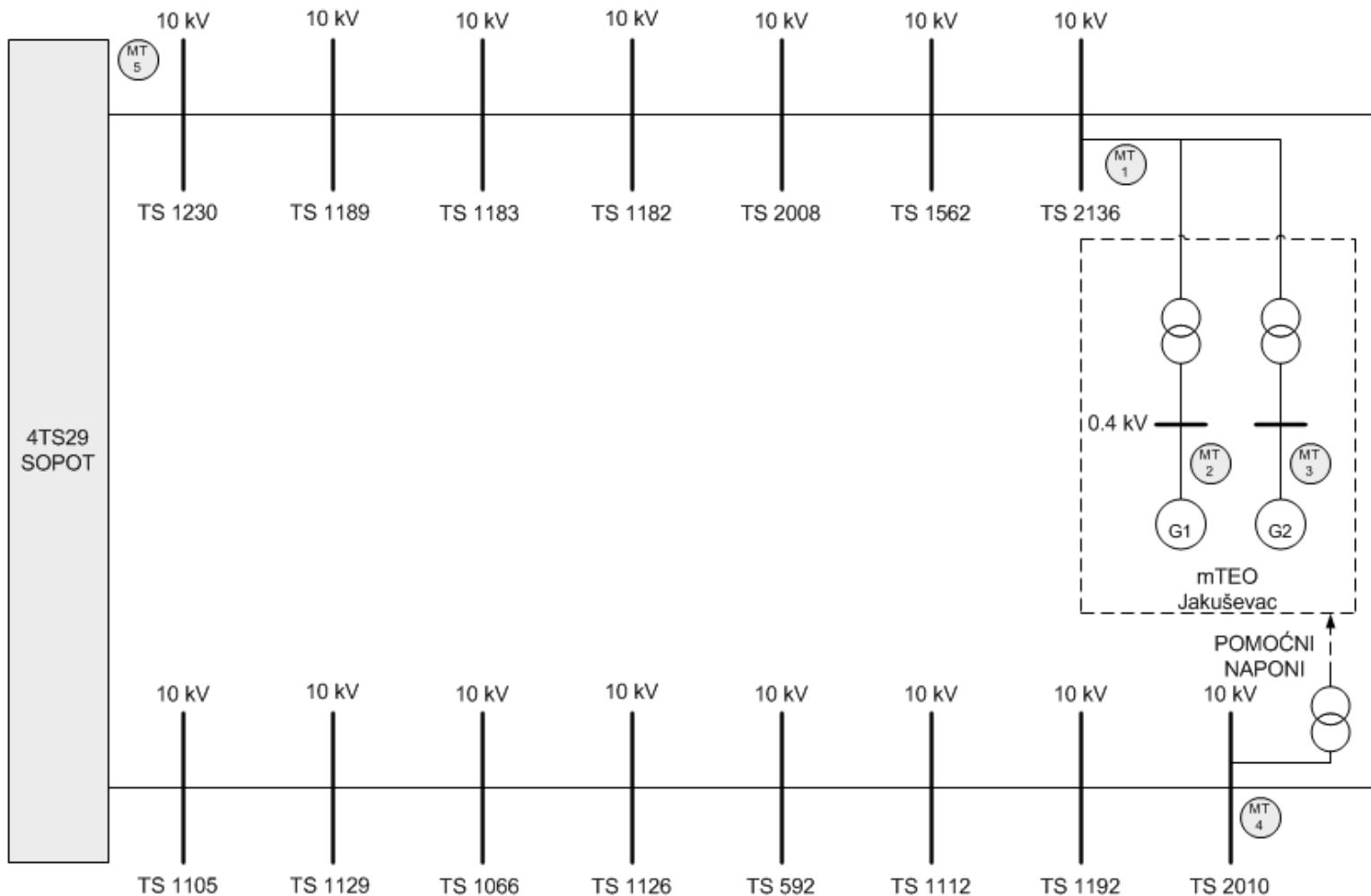


Mate Lasić

## Usporedba iznosa napona u TS Pag - M1 i mVE Ravna1 - M3

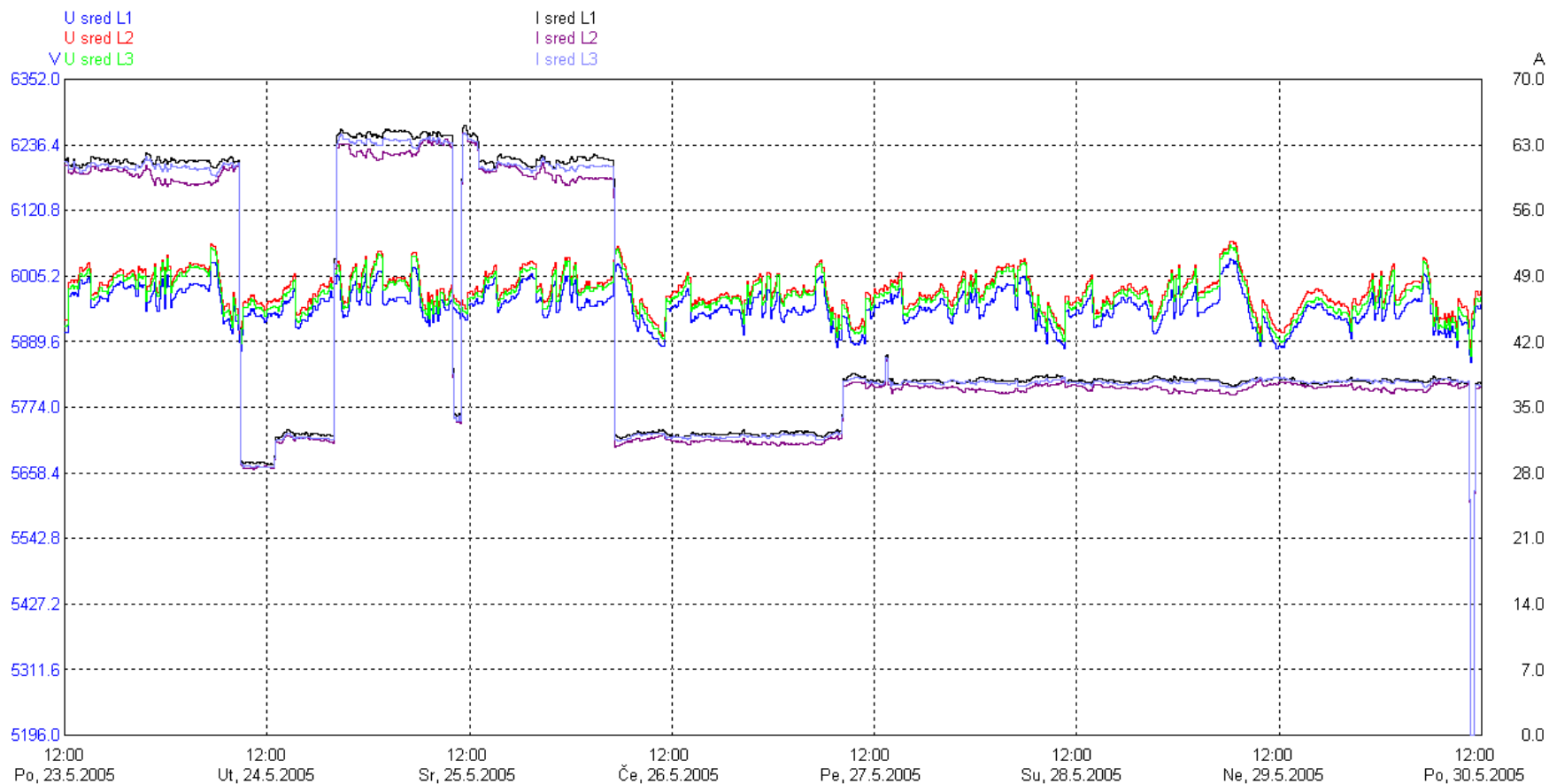


## Mjerenja kvalitete napona na mTEO Jakuševac



Mate Lasić

## Usporedba iznosa struja i napona na mTEO Jakuševac – MT1

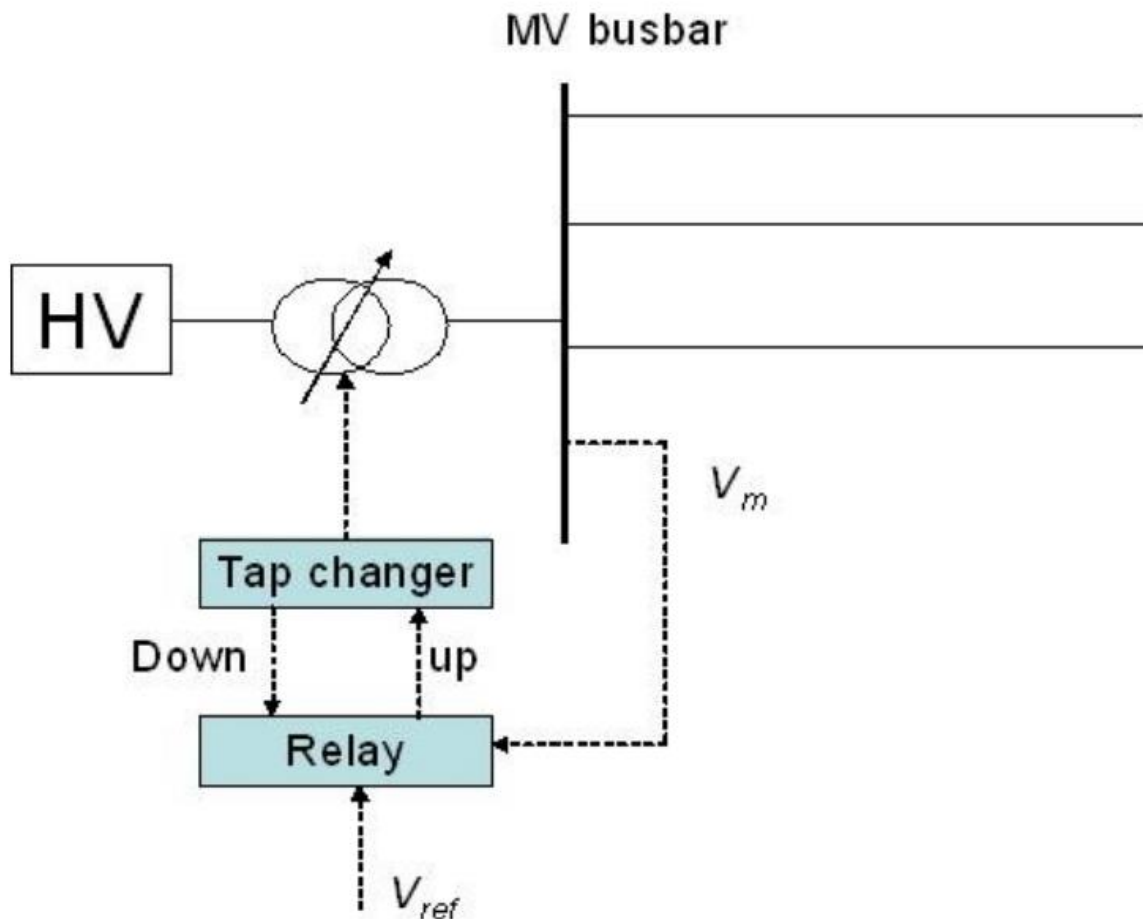




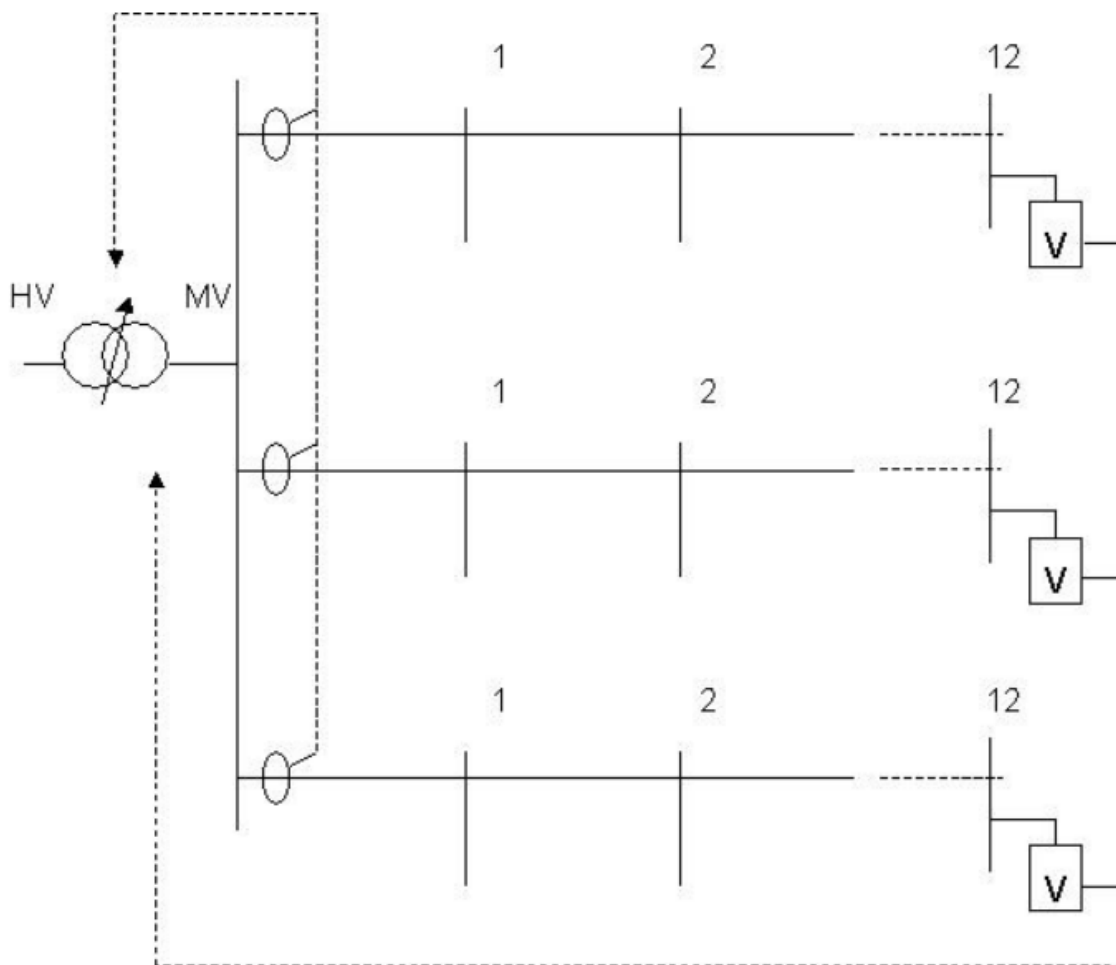
## Koncepti regulacija napona u distribucijskoj mreži

- **Automatska regulacija napona regulacijskom sklopkom na TR 110/x – uobičajeni pristup**
- **Automatska regulacija napona regulacijskom sklopkom na TR 110/x – unaprijeđenje pristup)**
- **Automatska regulacija napona regulacijskom sklopkom na TR 10(20)/0,4**
- **Regulator iznosa napona na NN – energetska elektronika**
- **Upravljanje jalovom snagom proizvodnih postrojenja**

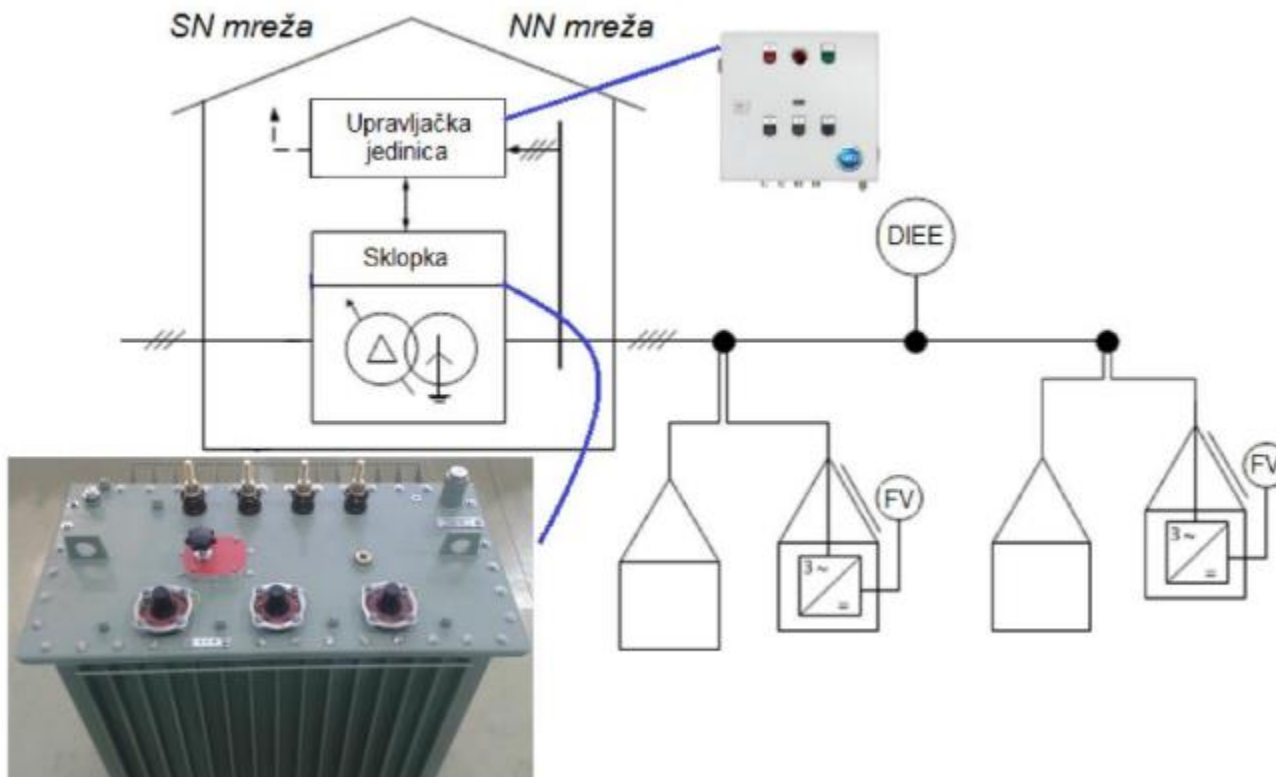
## Automatska regulacija napona regulacijskom sklopkom na TR 110/x – uobičajeni pristup



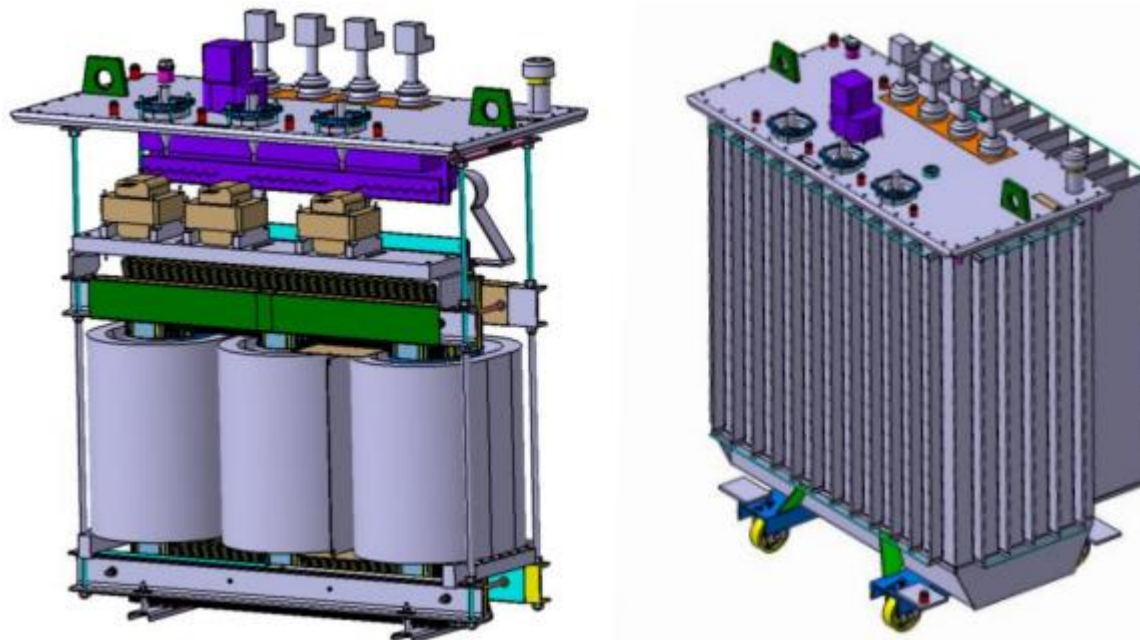
## Automatska regulacija napona regulacijskom sklopkom na TR 110/x – unaprijeđenje pristup



## Automatska regulacija napona regulacijskom sklopkom na TR 10(20)/0,4

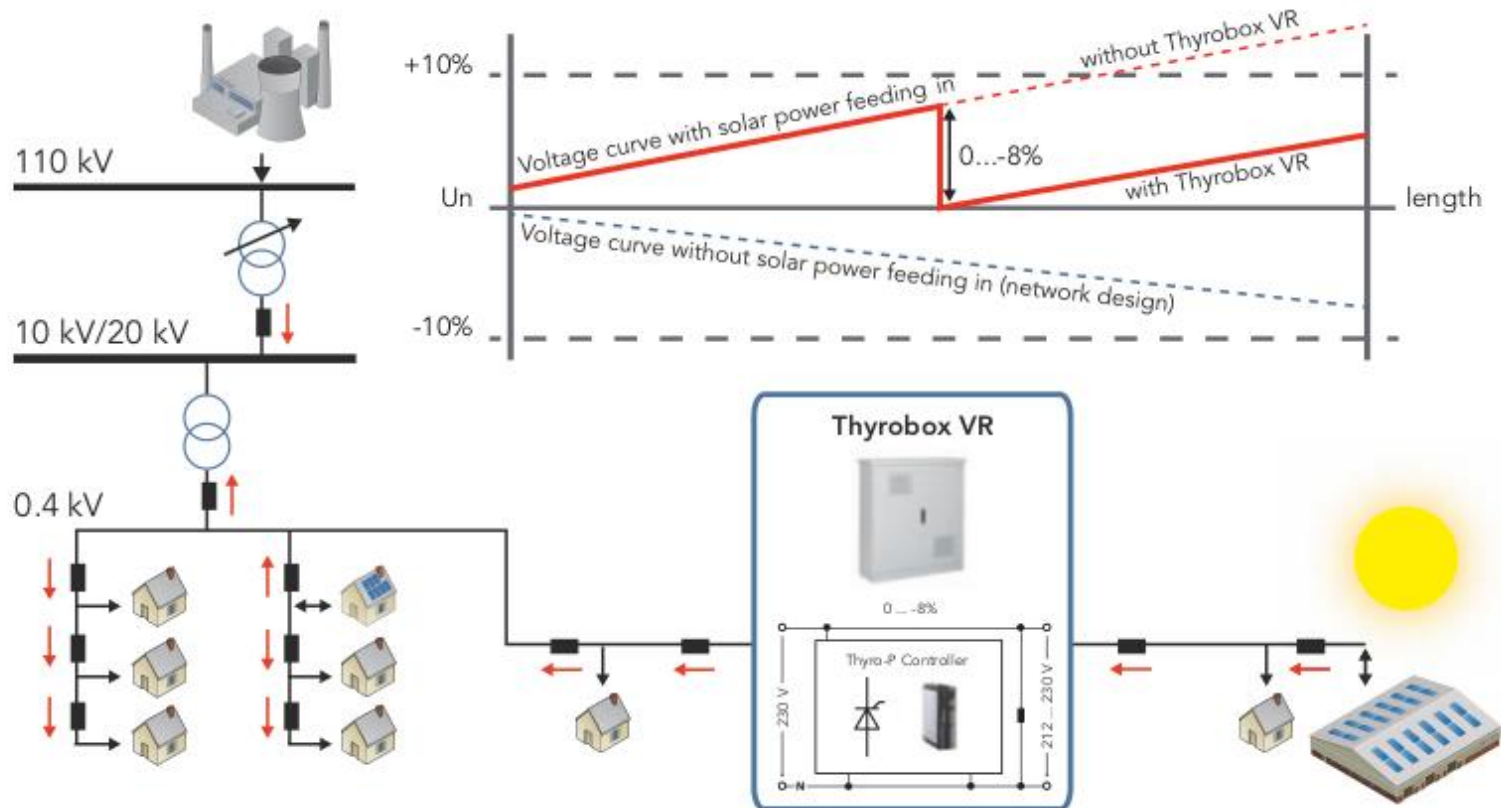


## Automatska regulacija napona regulacijskom sklopkom na TR 10(20)/0,4



	<i>Regulacijski distributivni transformator</i>	<i>Klasični distributivni transformator</i>
Nazivna snaga	630 kVA	630 kVA
Tip transformatora	5TRNO630-24/AB	5TBNO630-24/AB
Prijenosni omjer	20kV ± 4x2,5% / 0,4kV	20kV ± 2x2,5% / 0,4kV
Promjena prijenosnog omjera	U naponskom stanju	U beznaponskom stanju
Napon kratkog spoja	4%	4%
Gubici praznog hoda	600 W	600 W
Gubici tereta	5400 W	5400 W
Duljina x širina x visina	1355 x 900 x 1710 mm	1355 x 900 x 1400 mm
Masa ulja	555 kg	350 kg
Ukupna masa	2450 kg	2050 kg

## Regulator iznosa napona na NN – energetska elektronika (1)



## Regulator iznosa napona na NN – energetska elektronika (2)



Phase voltage	3 x 400 V AC
Transmission load	125 kVA, 250 kVA
Controlling range/voltage	0 up to -8%
Regulation	continuous voltage regulation
Short circuit voltage $u_k$	< 0.1%
Protection code	IP 54
Overvoltage protection	for surges and switching operations
Potential equalization	ground connection
Terminal connection	connection from below
Short circuit protection	external fuses to be installed in the feeding cable
Fail-safe	bypass device in case of short circuits or severe failures
Cooling	air cooling
Type of cabinet	outdoor metal cabinet
Temperature range	-20 °C up to 45 °C
Acoustic noise	< 45 dBA
Weight	for 125 kVA: approx. 325 kg for 250 kVA: approx. 385 kg
Dimensions	H: 1355 mm (plus concrete base), W: 1250 mm, D: 460 mm

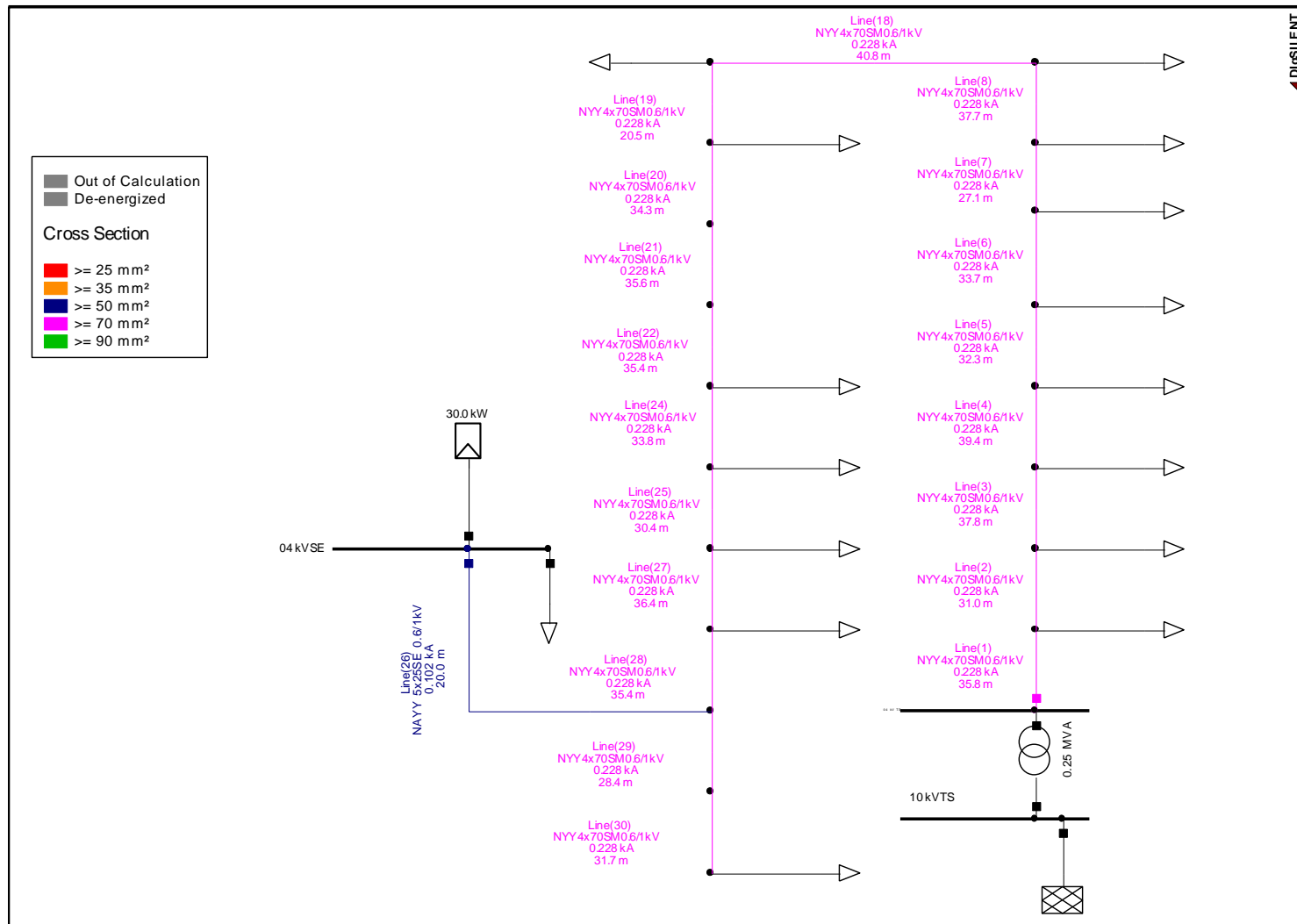
## Upravljanje jalovom snagom proizvodnih postrojenja – pogodnost za regulaciju

- **Sinkroni generatori**
- **Izmjenjivači**
- **Vjetroagregati sa konceptom izmjenjivača „pune snage”**
- **DFIG (djelomično)**
- **Asinkroni generatori (djelomično)**

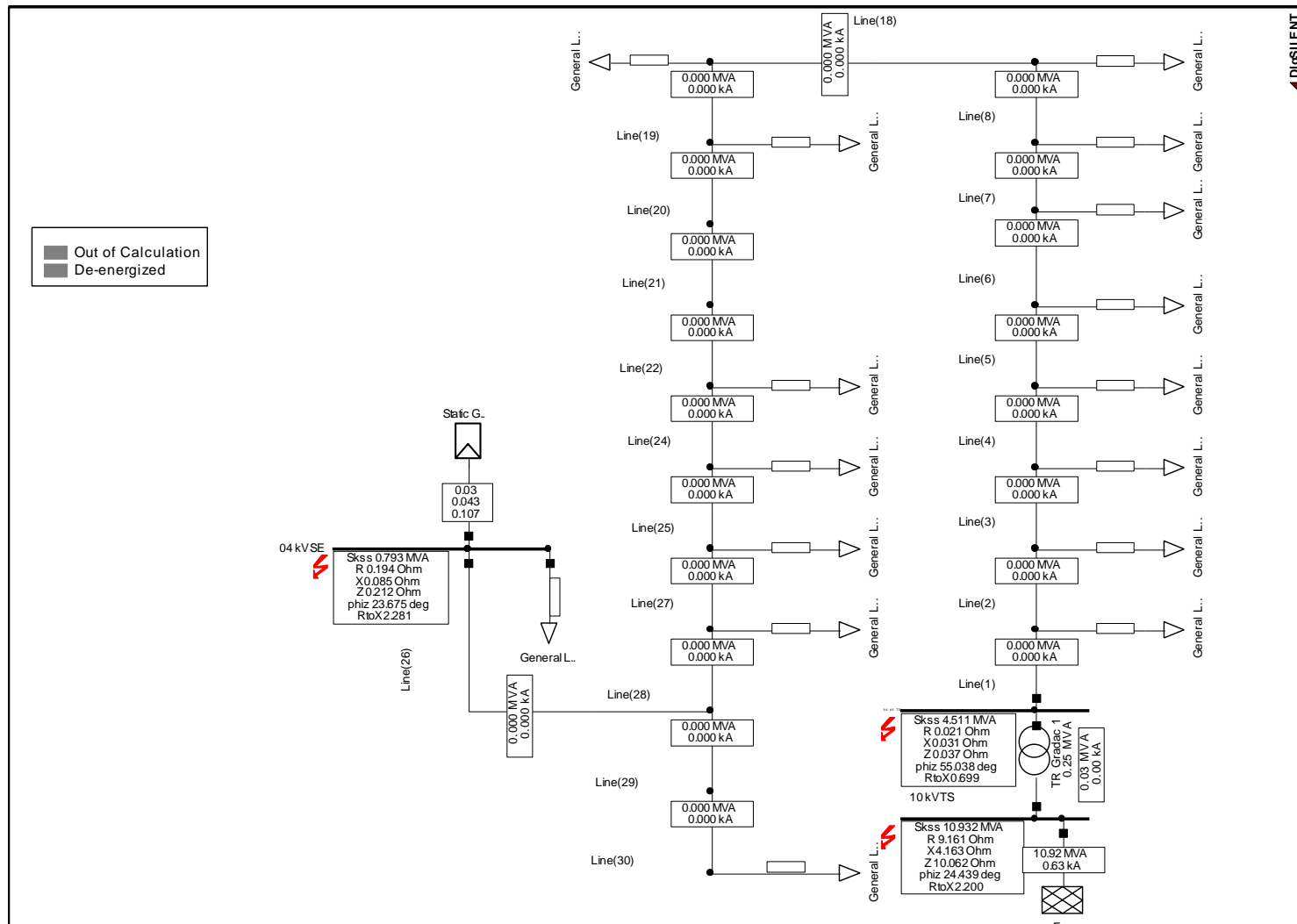


Mate Lasić

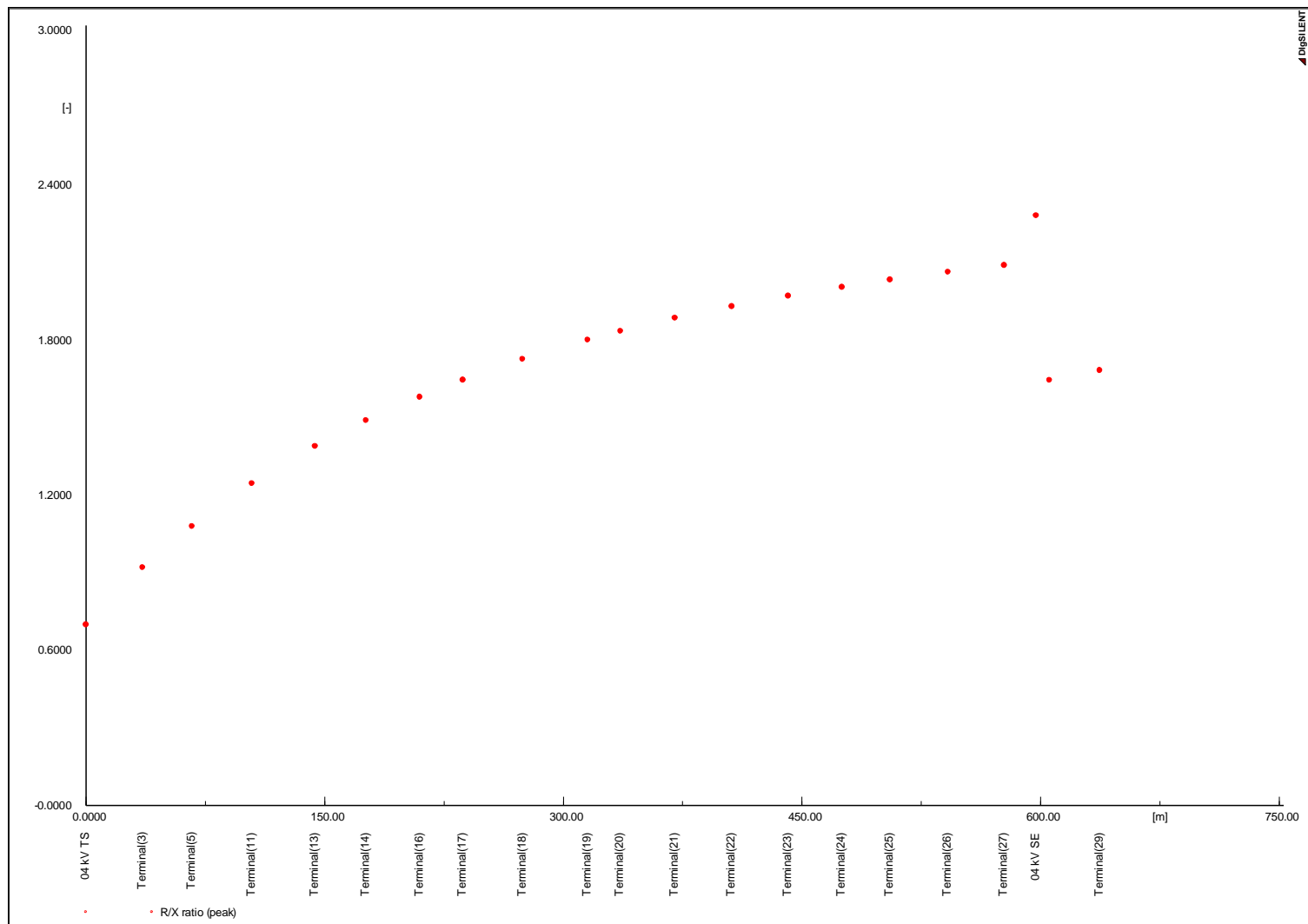
## Priključak FN elektrane na NN - model



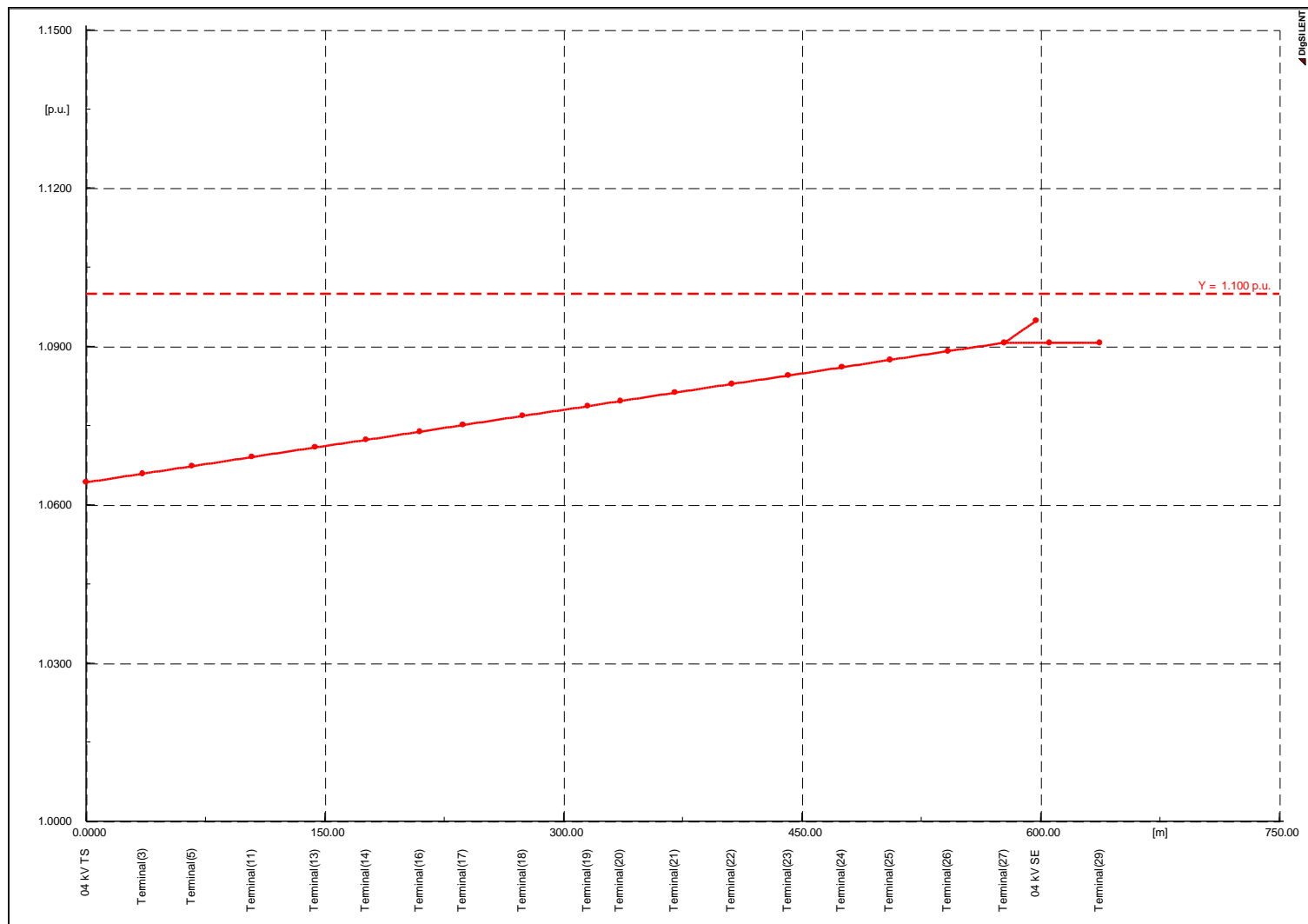
## Priključak FN elektrane na NN – proračun KS (1)



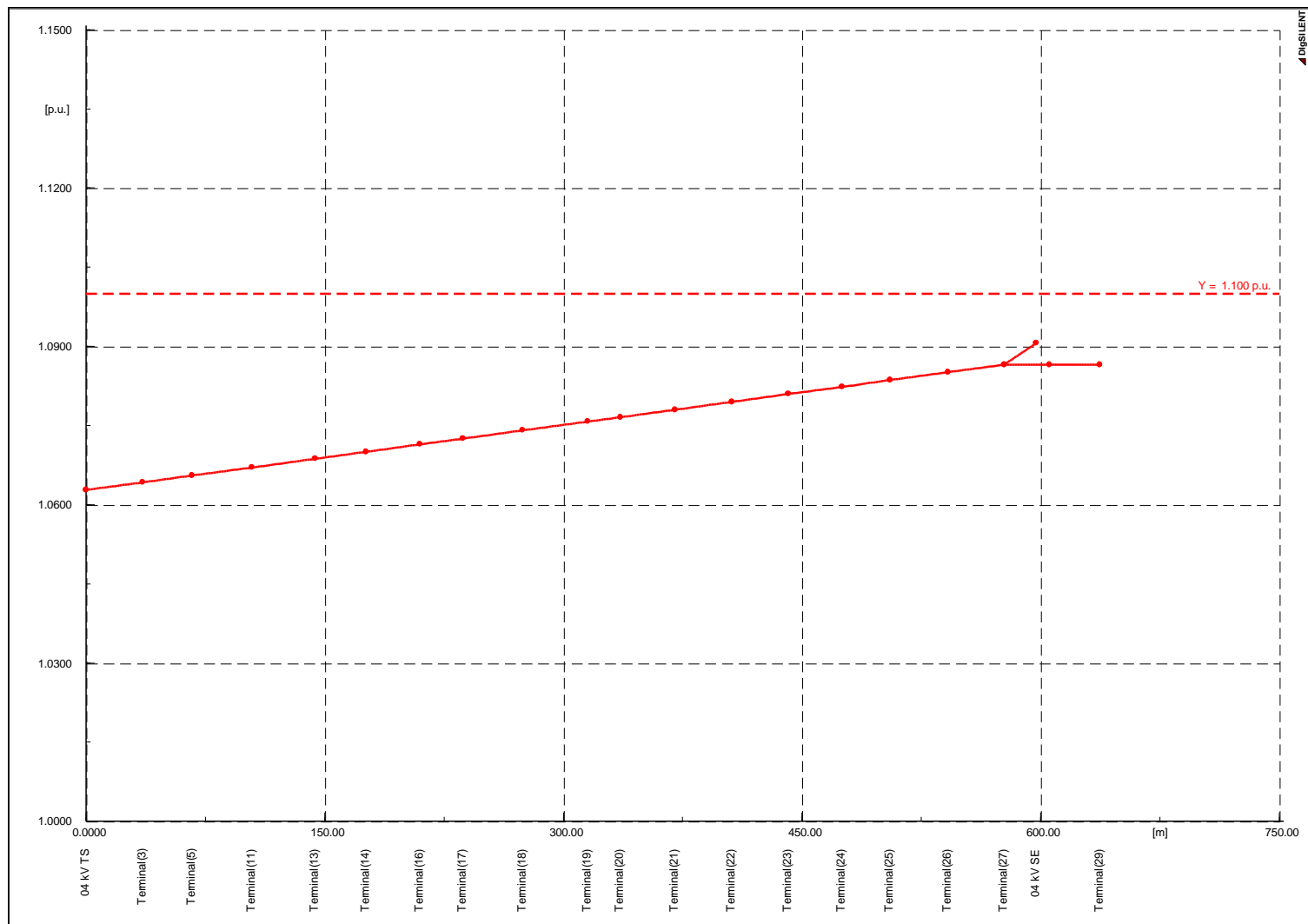
## Priključak FN elektrane na NN – proračun KS (2)



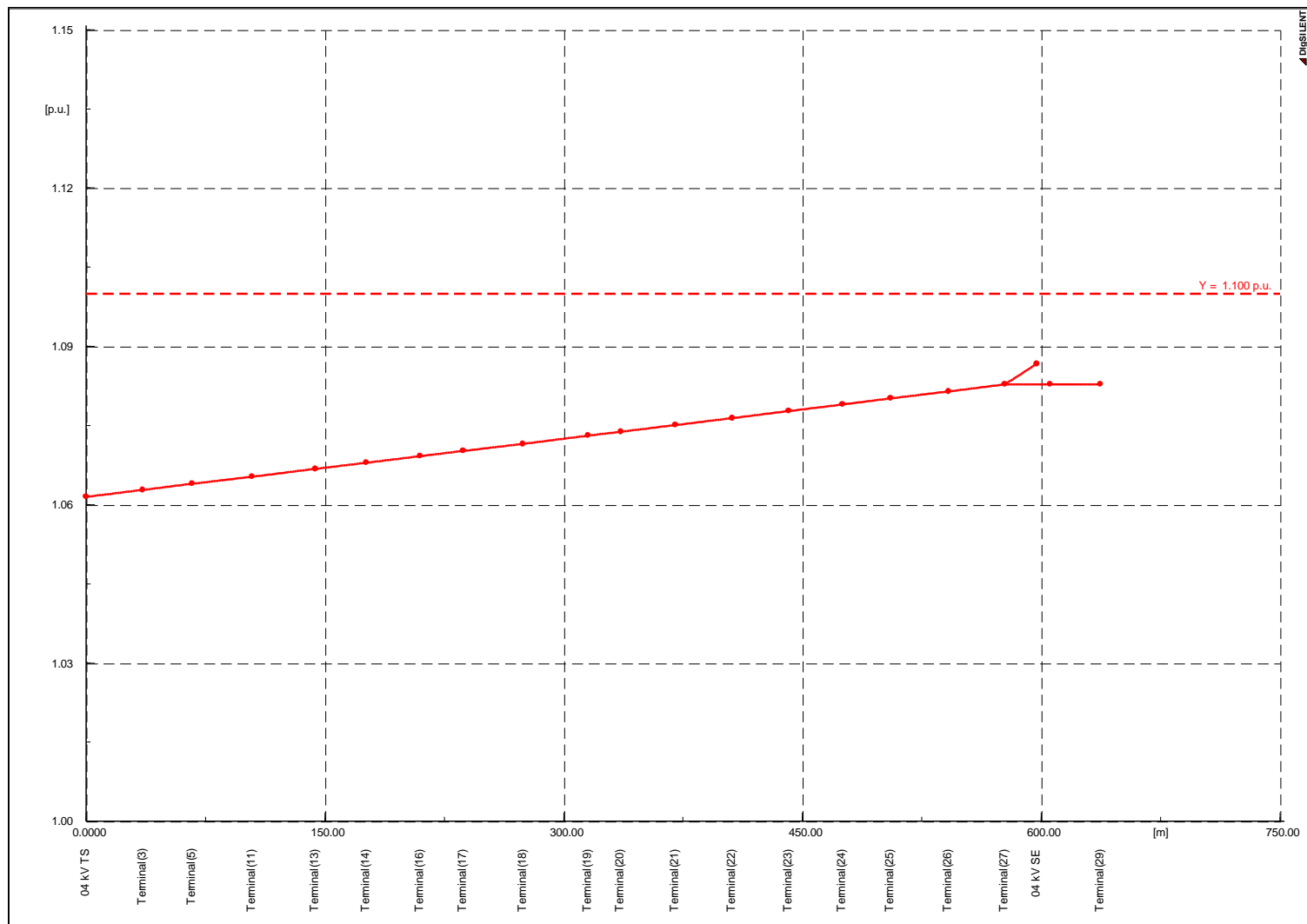
## Priključak FN elektrane na NN – profil napona $\cos\varphi = 1,00$



## Priključak FN elektrane na NN – profil napona $\cos\varphi = 0,95$ cap

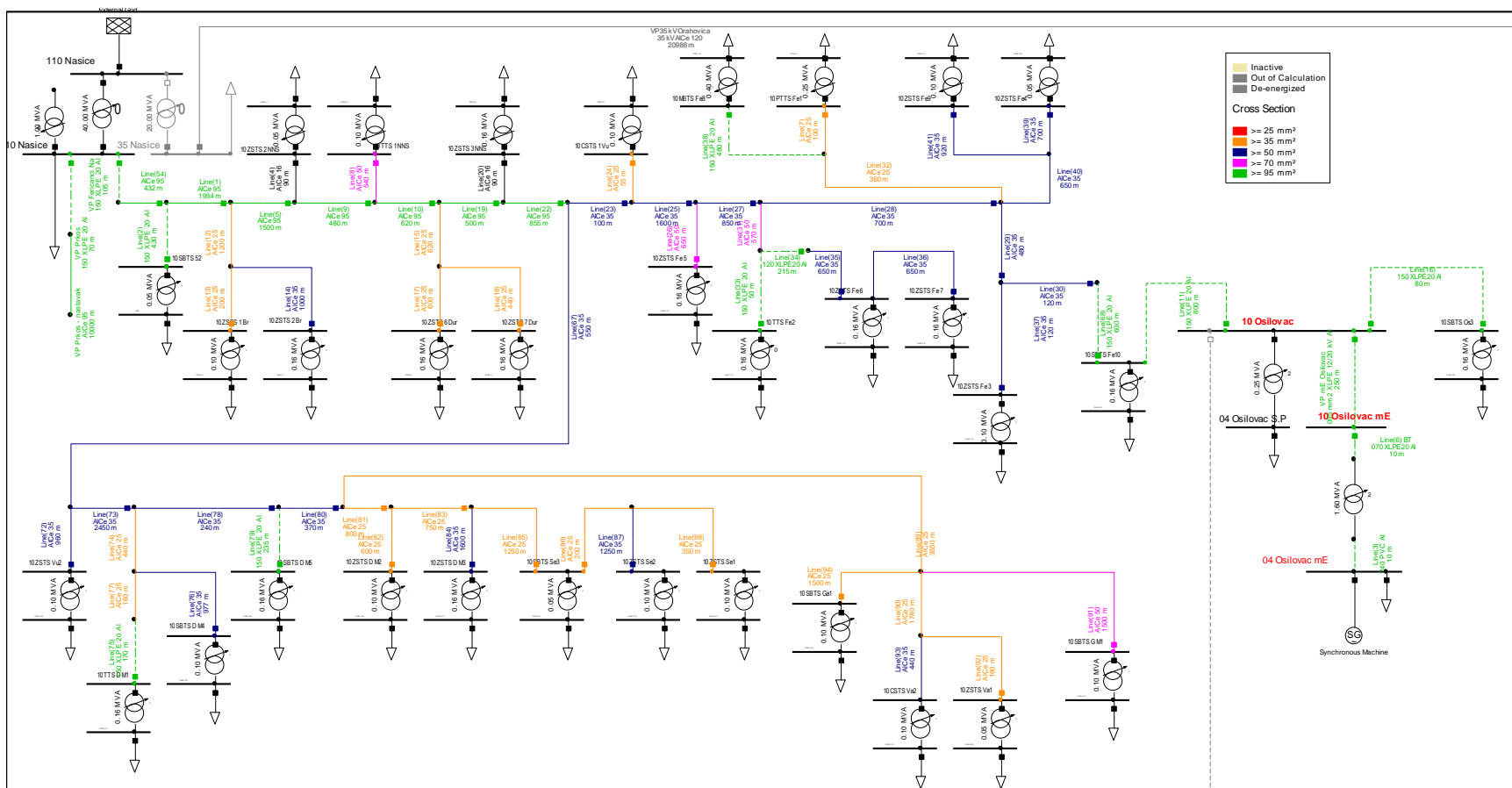


## Priključak FN elektrane na NN – profil napona $\cos\varphi = 0,85$ cap



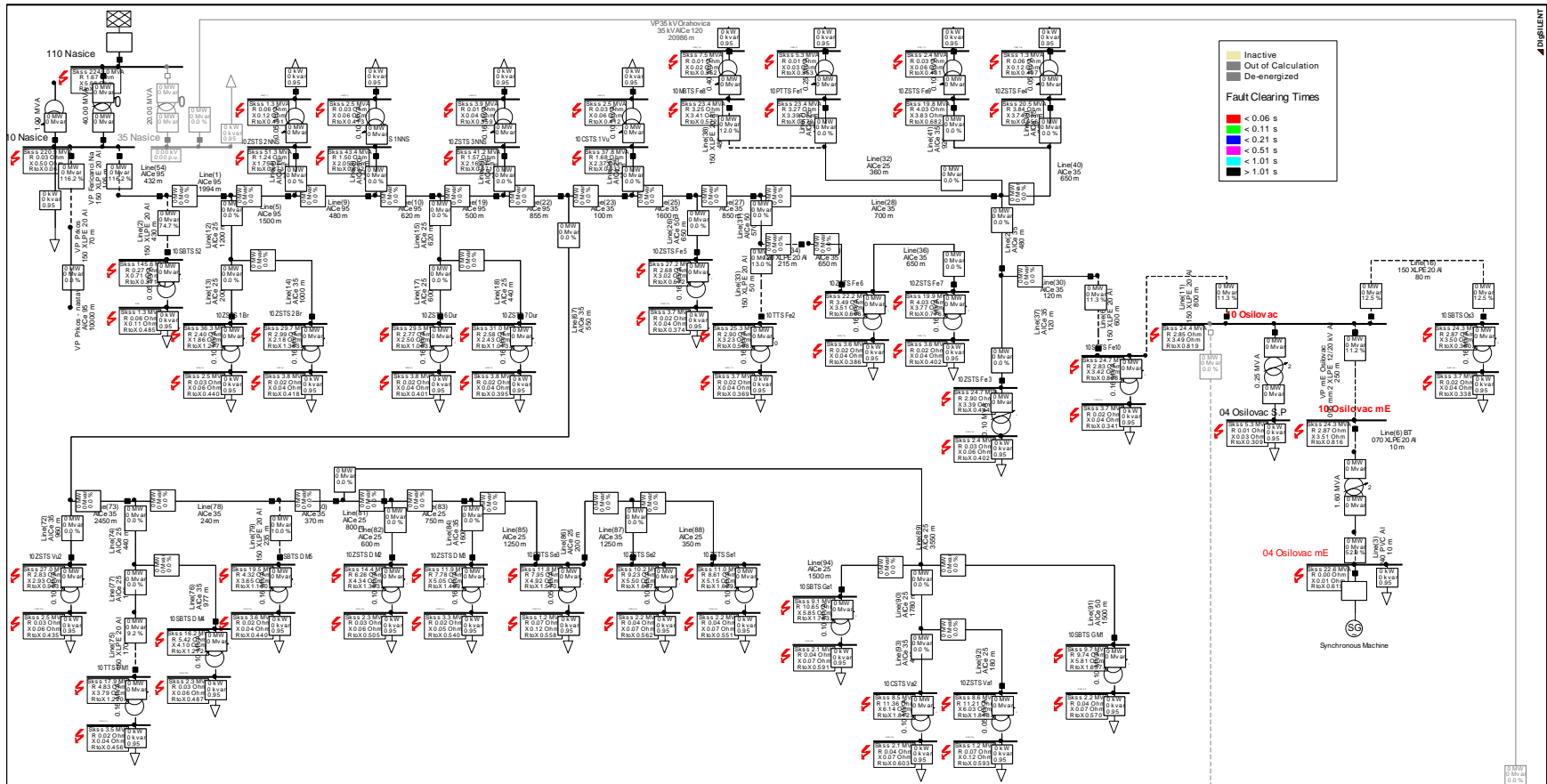
Mate Lasić

## Priključak BP elektrane na SN - model



Mate Lasić

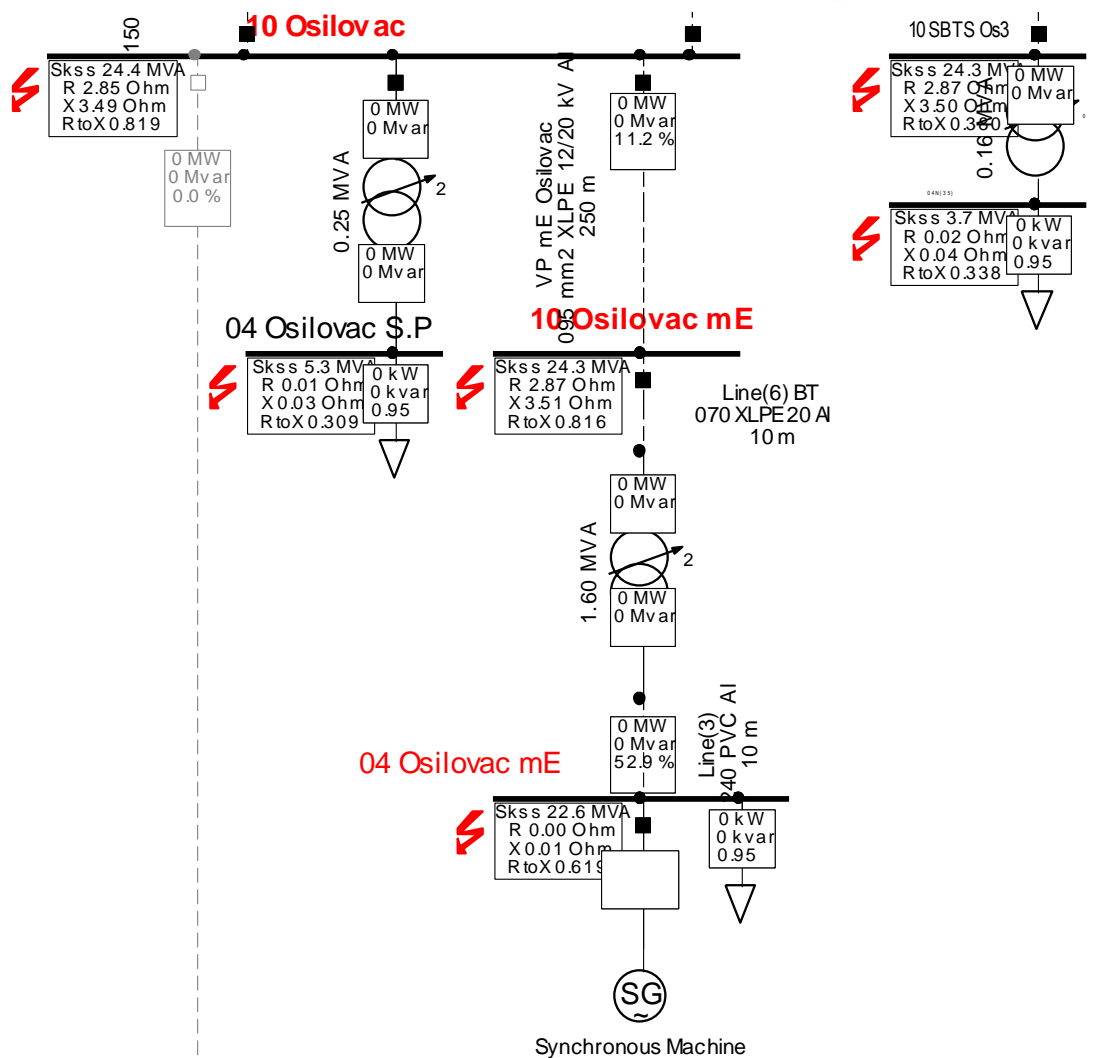
## Priključak BP elektrane na SN – proračun KS (1)



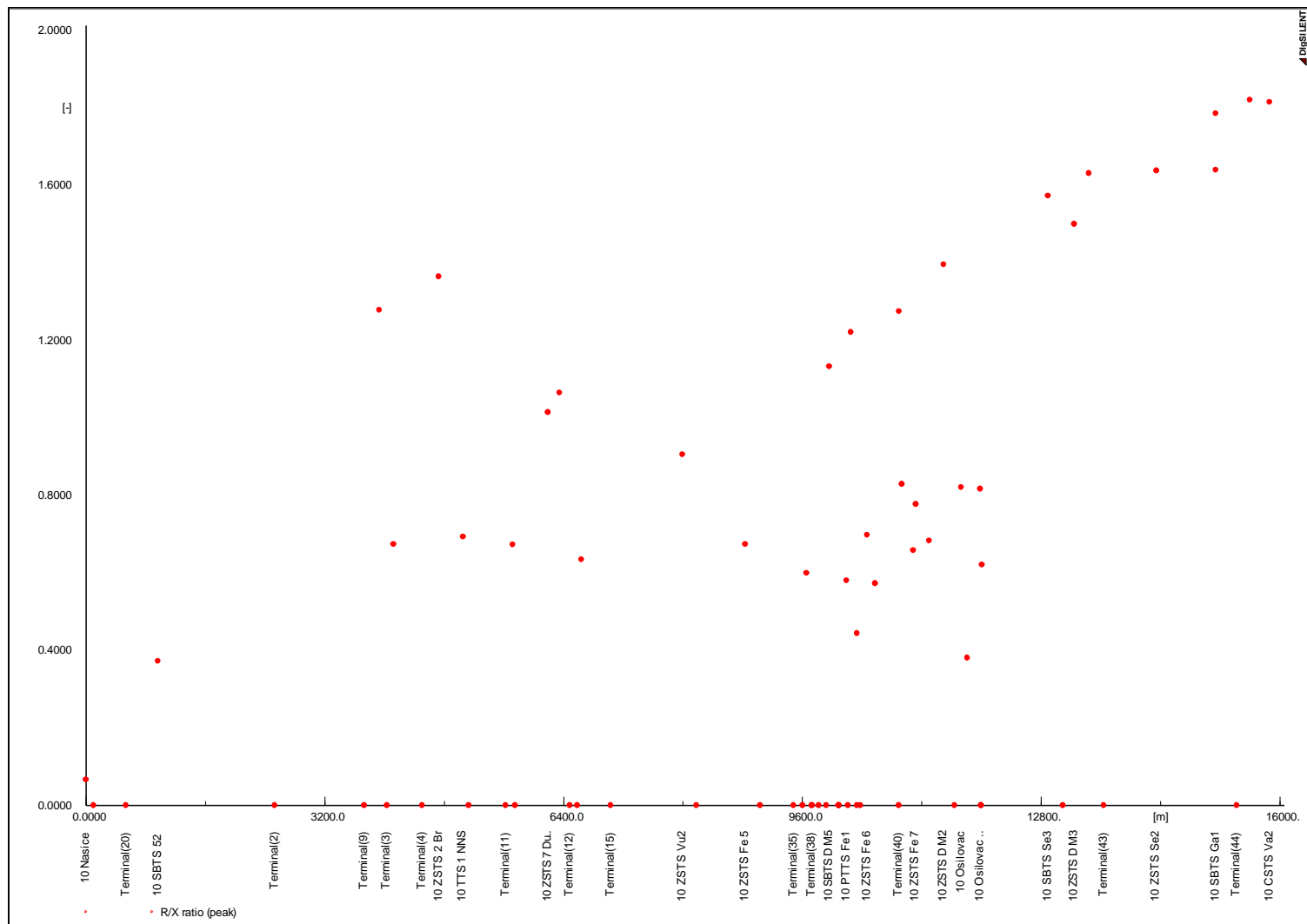


Mate Lasić

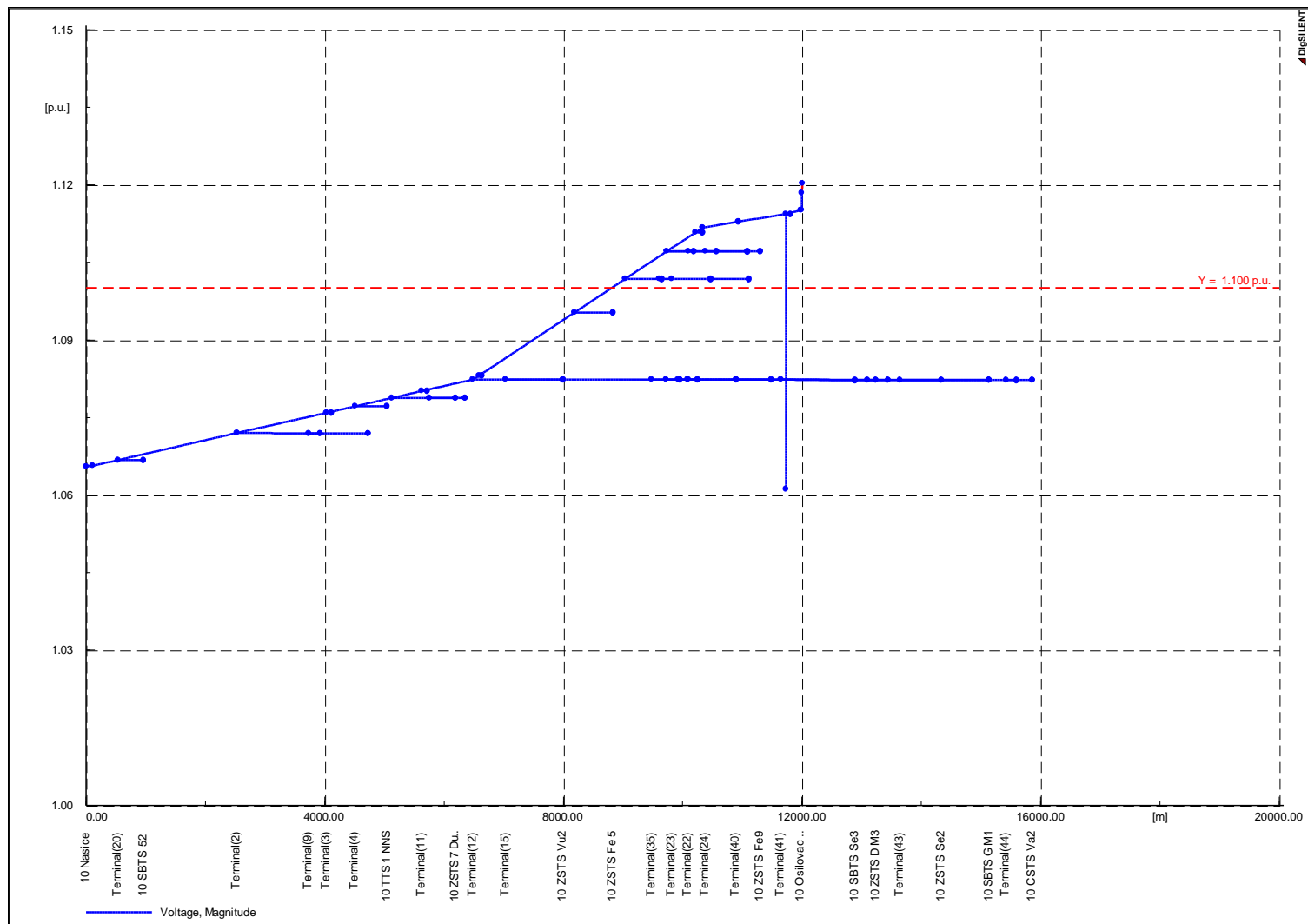
## Priključak BP elektrane na SN – proračun KS (2)



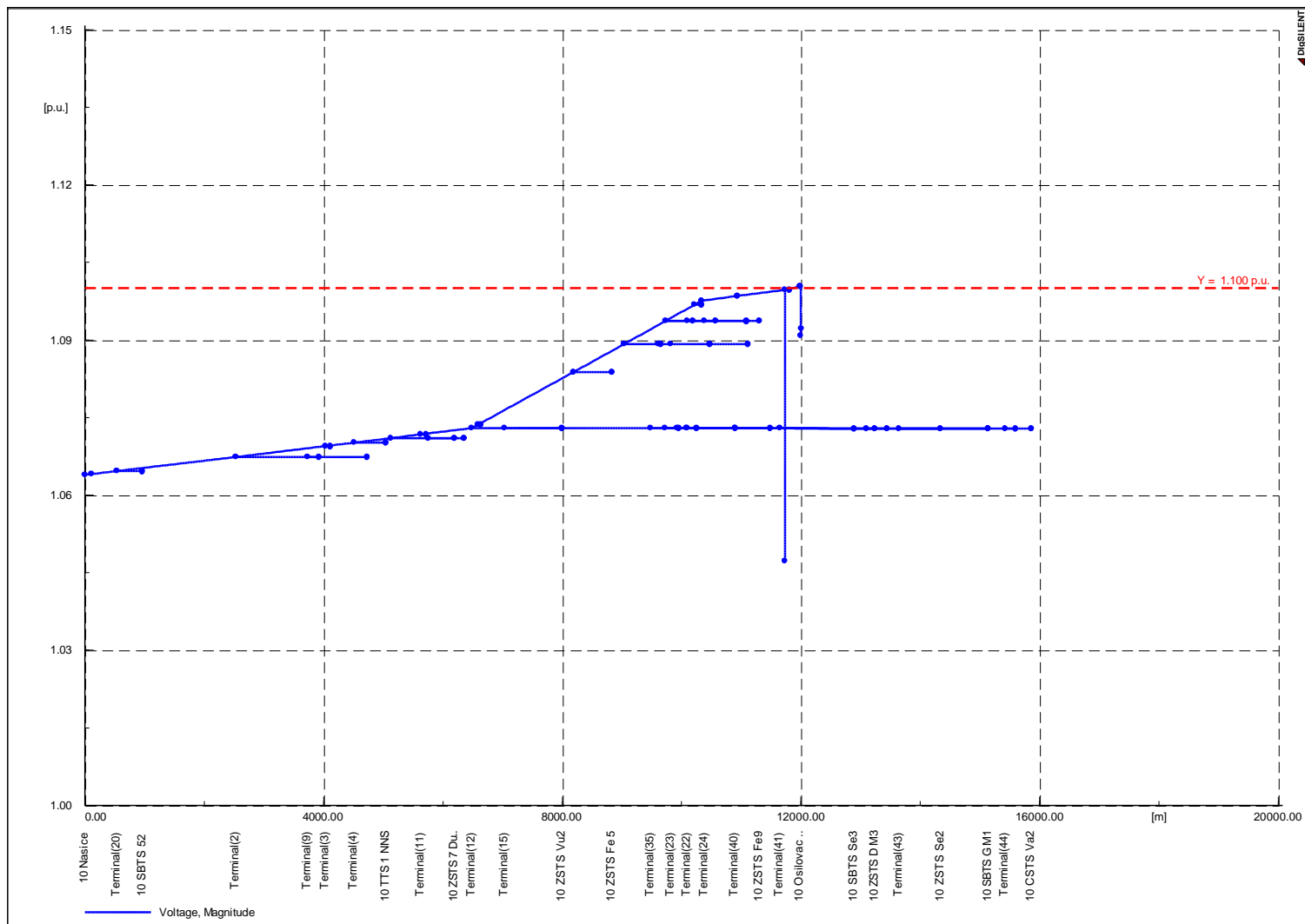
## Priključak BP elektrane na SN – proračun KS (3)



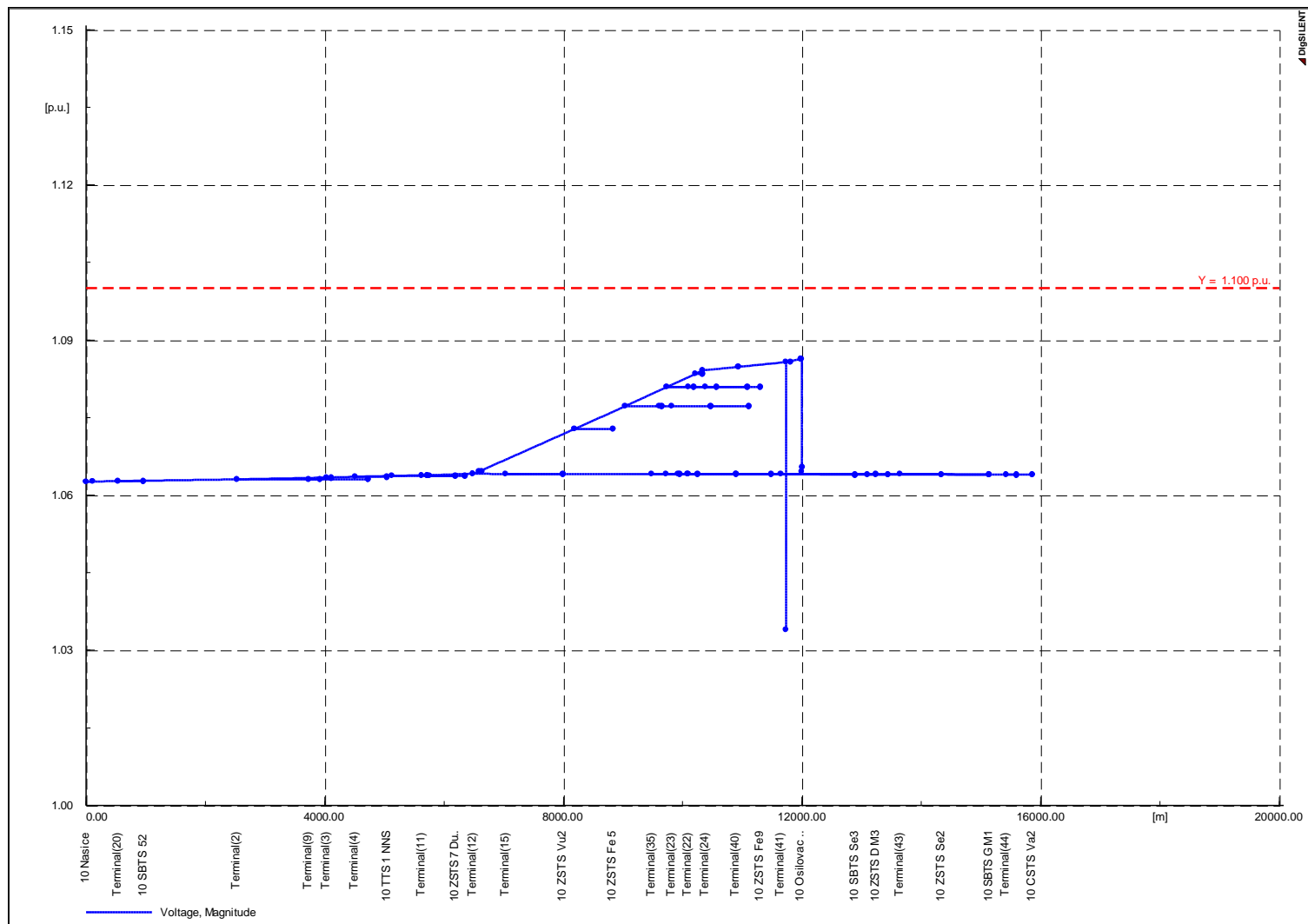
## Priključak BP elektrane na SN – profil napona $\cos\varphi = 1,00$



## Priključak BP elektrane na SN – profil napona $\cos\varphi = 0,95$ cap



## Priključak BP elektrane na SN – profil napona $\cos\varphi = 0,85$ cap



## Učinkovitost upravljanja jalovom snagom

$$\Delta U = \frac{P}{U \times \sqrt{3}} \times R + \frac{Q}{U \times \sqrt{3}} \times X$$

<b>Priključak FN elektrane na NN</b>			
Proizvodnja elektrane	Iznos napona na OMM elektrane (p.u.)	Iznos tehničkih gubitaka (kW)	Iznos povećanja gubitaka u odnosu na osnovnu varijantu (%)
30 kW cosfi=1,00	1.088	1.78	-
30 kW cosfi=0,95 cap	1.091	1.88	5.6
30 kW cosfi=0,85 cap	1.095	2.13	19.7
<b>Priključak BP elektrane na SN</b>			
Proizvodnja elektrane	Iznos napona na OMM elektrane (p.u.)	Iznos tehničkih gubitaka (kW)	Iznos povećanja gubitaka u odnosu na osnovnu varijantu (%)
1000 kW cosfi=1,00	1.118	104.95	-
1000 kW cosfi=0,95 cap	1.100	112.81	7.5
1000 kW cosfi=0,85 cap	1.086	131.75	25.5

## Usporedba karakteristika nadzemnih i kabelskih vodova

	Presjek vodiča mm <sup>2</sup>	Otpor vodiča R ohm/km	Pogonski induktivitet mH/km	Induktivni otpor vodiča X ohm/km
XHE 49 A	70	0.44	0.43	0.14
umreženi	95	0.32	0.41	0.13
polietilen	120	0.25	0.40	0.13
aluminij	150	0.21	0.39	0.12
12/20 kV	185	0.16	0.39	0.12
XHP	240	0.13	0.36	0.11

	Presjek vodiča mm <sup>2</sup>	Otpor vodiča R ohm/km	S mm	inuktivitet mH/km	induktivni otpor Ohm/km
Oblik stupa	25	1.20	1889	1.35	0.43
Gama	35	0.84	1889	1.32	0.41
	50	0.60	1889	1.28	0.40
	70	0.41	1889	1.25	0.39
	95	0.31	1889	1.22	0.38

## **ZAKLJUČNA RAZMATRANJA**

- **regulacija iznosa napona upravljanjem jalovom snagom elektrana doprinosi povećanju tehničkih gubitaka**
- **NN mreža - omjer  $R/X$  uglavnom previsok za učinkovitu regulaciju iznosa napona upravljanjem jalovom snagom elektrana**
- **SN mreža - omjera  $R/X < 1$  dostatan za učinkovitu regulaciju iznosa napona upravljanjem jalovom snagom elektrana**
- **SN mreža – BP elektrane zbog korištenja SG i izuzetno visoke raspoloživosti (>8000 h/god) pogodne za regulaciju iznosa napona**