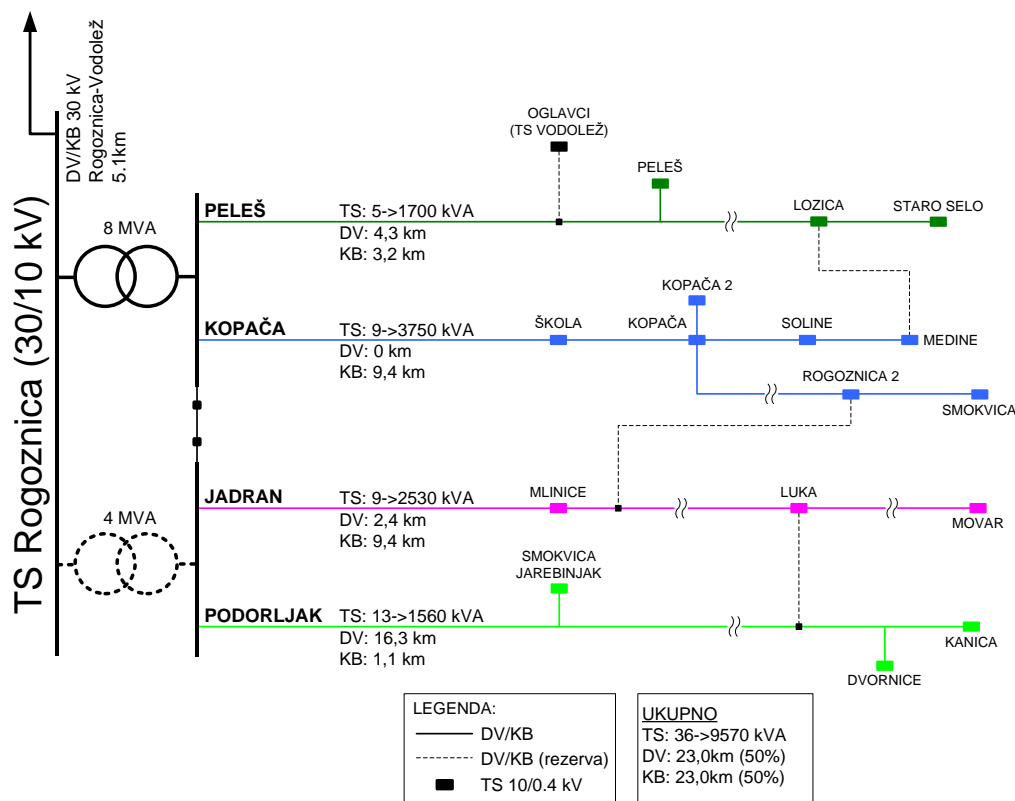
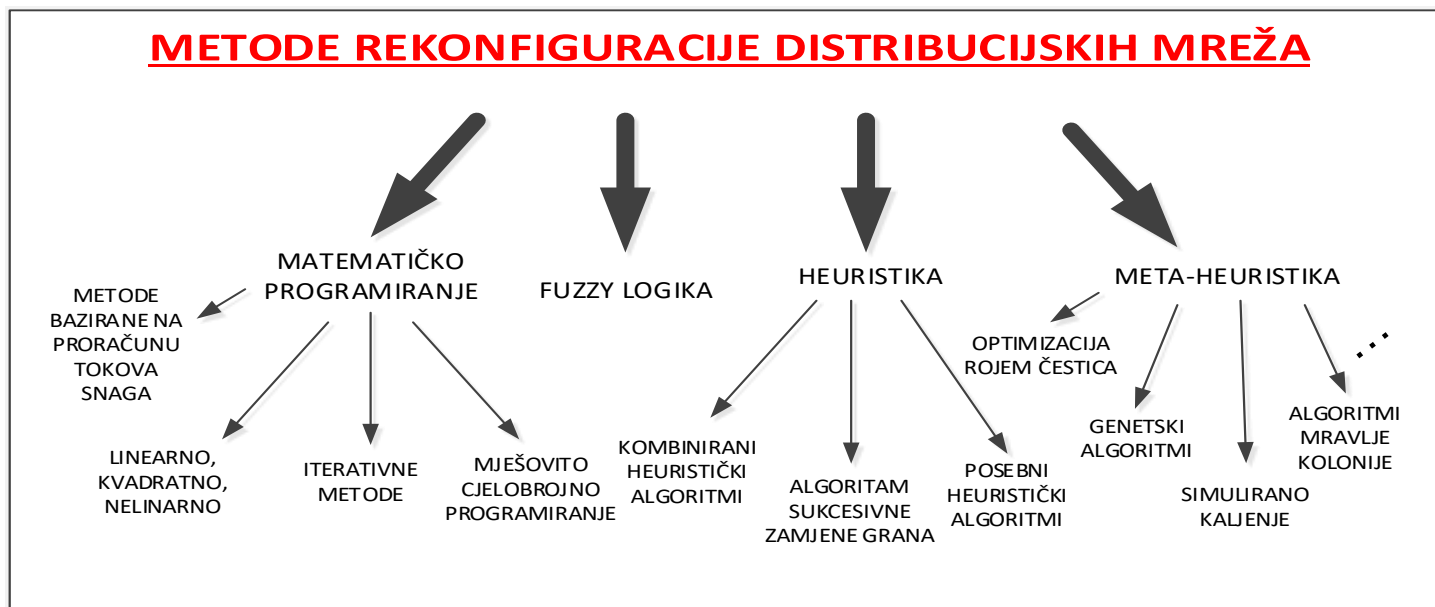


# OPTIMALNA REKONFIGURACIJA DISTRIBUCIJSKIH MREŽA BAZIRANA NA MJEŠOVITOM CJELOBROJNOM PROGRAMIRANJU UZ APROKSIMACIJU STOŠCEM DRUGOG REDA



DAMIR JAKUS , RADE ČAĐENOVIĆ,  
 PETAR SARAJČEV, JOSIP VASILJ

- Rekonfiguracijom mreže omogućuje se:
  - ponovna uspostava napajanja nakon nastanka poremećaja(kvara) u mreži
  - poboljšanje pogonskih svojstava mreže u normalnom pogonskom stanju
- Većina gubitaka u EES se odnosi na gubitke u DM
- Topološkim promjenama na operativnoj razini moguće je utjecati na tokove snaga u mreži a time i na iznos gubitaka snage po elementima mreže, napone u mreži, indekse pouzdanosti sustava i kvalitetu napajanja



**Opt.rekonf. MISOCP formulacija:**

$$\sum_{i \in B^F} p_i^F \leq \text{funkcija cilja min.gubitaka}$$

$$\sum_{j:(i,j) \in W} p_{ij} + \sum_{j:(j,i) \in W} p_{ji} - \sum_{j:(i,j) \in W} r_{ij} \frac{p_{ij}^2 + q_{ij}^2}{v_i^2} - \sum_{j:(i,j) \in W} r_{ij} \frac{p_{ji}^2 + q_{ji}^2}{v_j^2} = p_i^F, i \in B^F$$

$$\sum_{j:(i,j) \in W} q_{ij} + \sum_{j:(j,i) \in W} q_{ji} - \sum_{j:(i,j) \in W} x_{ij} \frac{p_{ij}^2 + q_{ij}^2}{v_i^2} - \sum_{j:(i,j) \in W} x_{ij} \frac{p_{ji}^2 + q_{ji}^2}{v_j^2} = q_i^F, i \in B^F$$

$$p_i^L = \sum_{j:(i,j) \in W} [p_{ji} - p_{ij} - r_{ij}L_{ji}] + \sum_{j:(j,i) \in W} [p_{ij} - p_{ij} - r_{ij}L_{ij}]$$

$$q_i^L = \sum_{j:(i,j) \in W} [q_{ji} - q_{ij} - x_{ij}L_{ji}] + \sum_{j:(j,i) \in W} [q_{ij} - q_{ij} - x_{ij}L_{ij}]$$

$$0 \leq p_{ij} \leq Mz_{ij}$$

$$0 \leq p_{ji} \leq Mz_{ji}$$

$$0 \leq q_{ij} \leq Mz_{ij}$$

$$0 \leq q_{ji} \leq Mz_{ji}$$

$$z_{ij} \geq 0, z_{ji} \geq 0$$

$$z_{if} = 0, f \in B^F$$

$$z_{ij} + z_{ji} = 1, (i, j) \in W \setminus W^S$$

$$z_{ij} + z_{ji} = y_{ij}, (i, j) \in W^S$$

$$\sum_{j:(i,j) \in W} z_{ji} + \sum_{j:(j,i) \in W} z_{ij} = 1, i \in B \setminus B^F$$

$$y_{ij} \in \{0,1\}, (i, j) \in W^S$$

$$0 \leq L_{ij} \leq Mz_{ij}$$

$$0 \leq L_{ji} \leq Mz_{ji}$$

$$u_i - u_j \leq (1 - z_{ij})M + 2(r_{ij}p_{ij} + x_{ij}q_{ij}) - (r_{ij}^2 + x_{ij}^2)L_{ij}$$

$$u_j - u_i \leq (1 - z_{ji})M + 2(r_{ij}p_{ji} + x_{ij}q_{ji}) - (r_{ij}^2 + x_{ij}^2)L_{ji}$$

$$u_i - u_j \geq -(1 - z_{ij})M + 2(r_{ij}p_{ij} + x_{ij}q_{ij}) - (r_{ij}^2 + x_{ij}^2)L_{ij}$$

$$u_j - u_i \geq -(1 - z_{ji})M + 2(r_{ij}p_{ji} + x_{ij}q_{ji}) - (r_{ij}^2 + x_{ij}^2)L_{ji}$$

$$u_i = (v_i^{set})^2 \quad \forall i \in B^F$$

$$(v_i^{MIN})^2 \leq u_i \leq (v_i^{MAX})^2 \quad \forall i \in B \setminus B^F$$

$$p_{ij}^2 + q_{ij}^2 \leq (S_{ij}^{max})^2 \quad (i, j) \in W^S$$

$$\leq L_{ij} + u_i \Rightarrow p_{ij}^2 + q_{ij}^2 \leq L_{ij}u_i$$

$$\leq L_{ji} + u_j \Rightarrow p_{ji}^2 + q_{ji}^2 \leq L_{ji}u_j$$

$$\leq L_{ij} + u_i \Rightarrow p_{ij}^2 + q_{ij}^2 \leq L_{ij}u_i$$

$$\leq L_{ji} + u_j \Rightarrow p_{ji}^2 + q_{ji}^2 \leq L_{ji}u_j$$

**SOCP konverzija:**

$$L_{ij} = \frac{p_{ij}^2 + q_{ij}^2}{v_i^2} = u_i \Rightarrow L_{ij} \geq \frac{p_{ij}^2 + q_{ij}^2}{v_i^2} = u_i$$

$$L_{ji} = \frac{p_{ji}^2 + q_{ji}^2}{v_j^2} = u_j \Rightarrow L_{ji} \geq \frac{p_{ji}^2 + q_{ji}^2}{v_j^2} = u_j$$

$$\left\| \begin{matrix} 2p_{ij} \\ 2q_{ij} \\ L_{ij} - u_i \end{matrix} \right\|_2$$

$$\left\| \begin{matrix} 2p_{ji} \\ 2q_{ji} \\ L_{ji} - u_j \end{matrix} \right\|_2$$

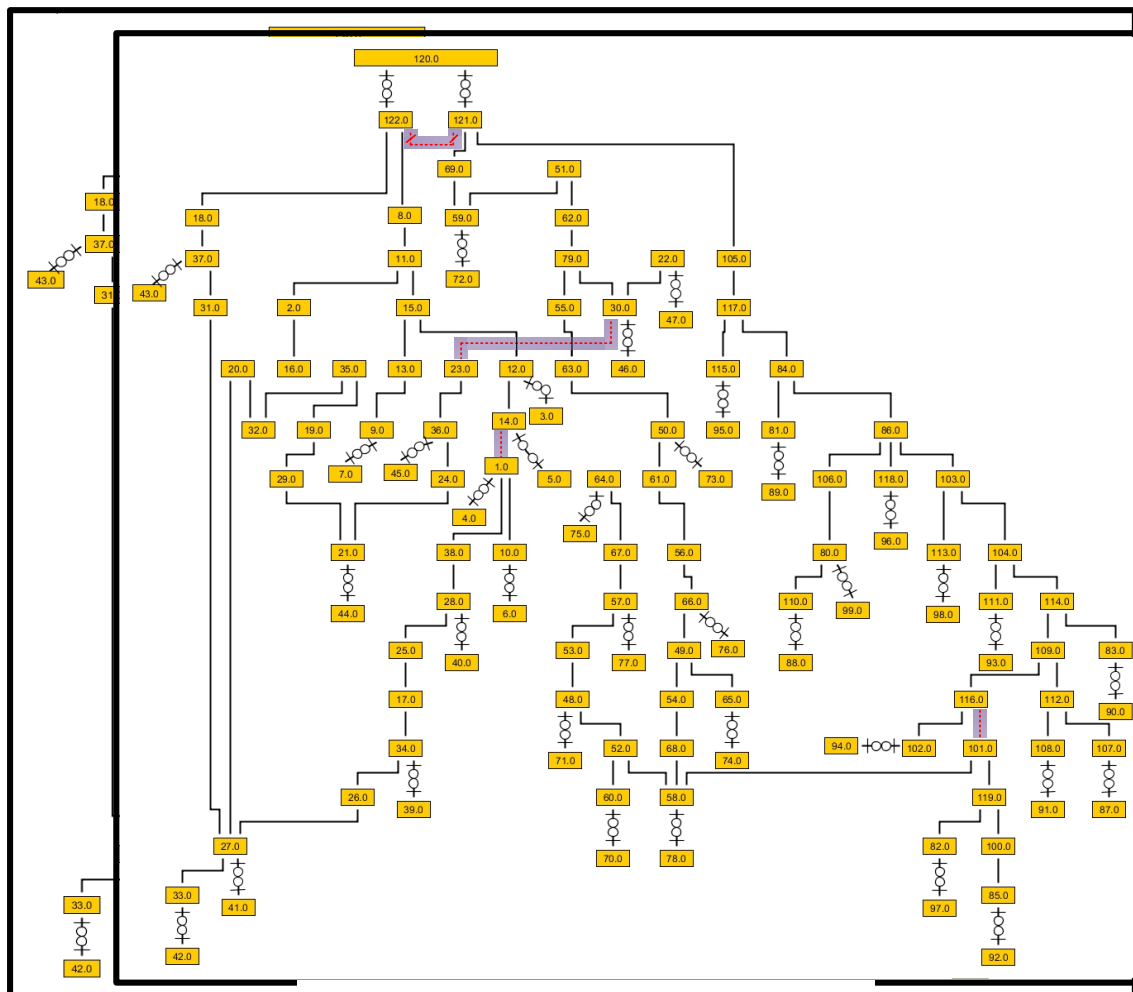
**SUPSTITUCIJE:**

$$L_{ij} = \frac{p_{ij}^2 + q_{ij}^2}{v_i^2}$$

$$L_{ji} = \frac{p_{ji}^2 + q_{ji}^2}{v_j^2}$$

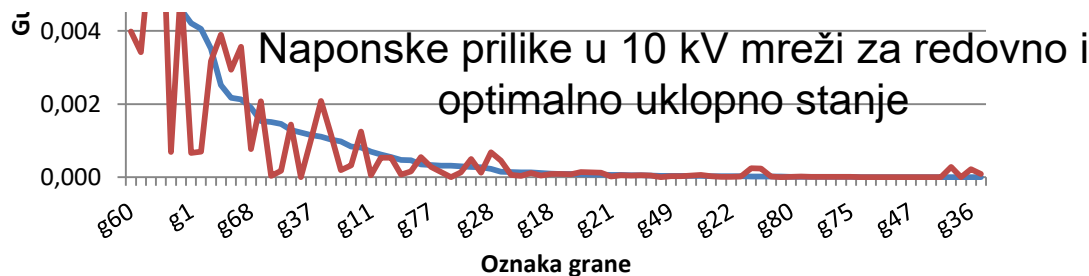
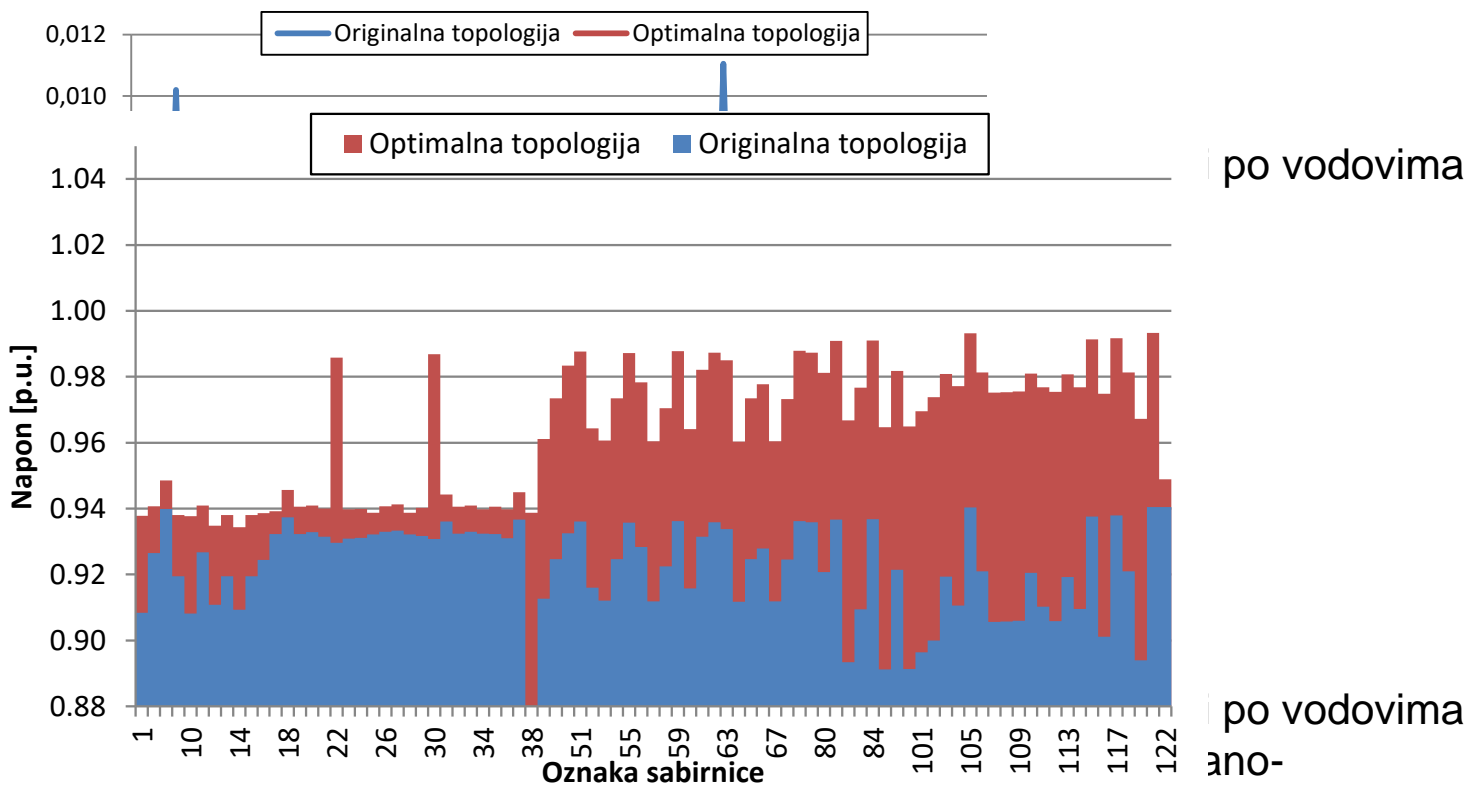
$$v_i^2 = u_i$$

## Test mreža – 10 kV mreža napajana preko TS 30/10 kV Primošten

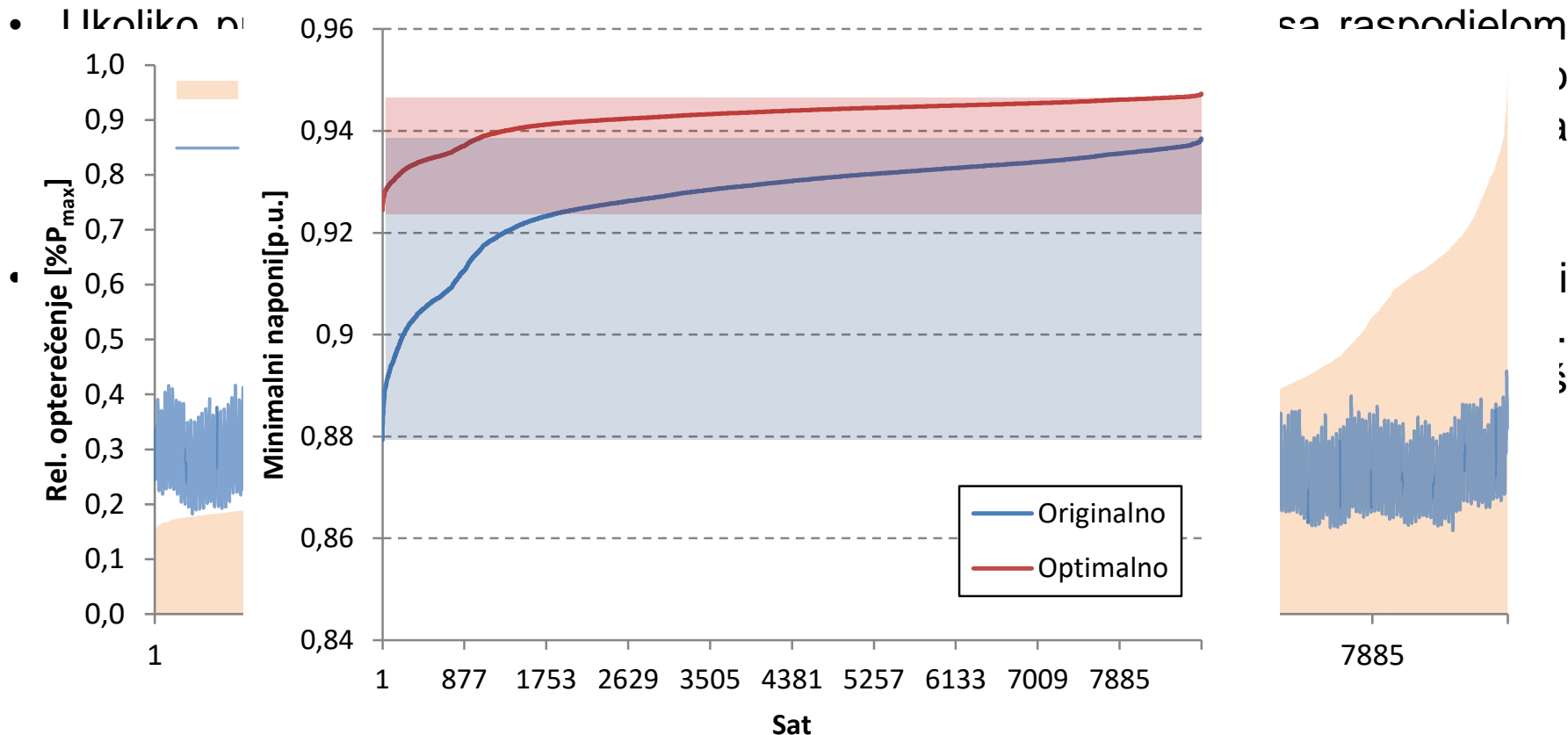


- Optimalno uklopno stanje -

## Rezultati proračuna za različite topologije – vršno opterećenje

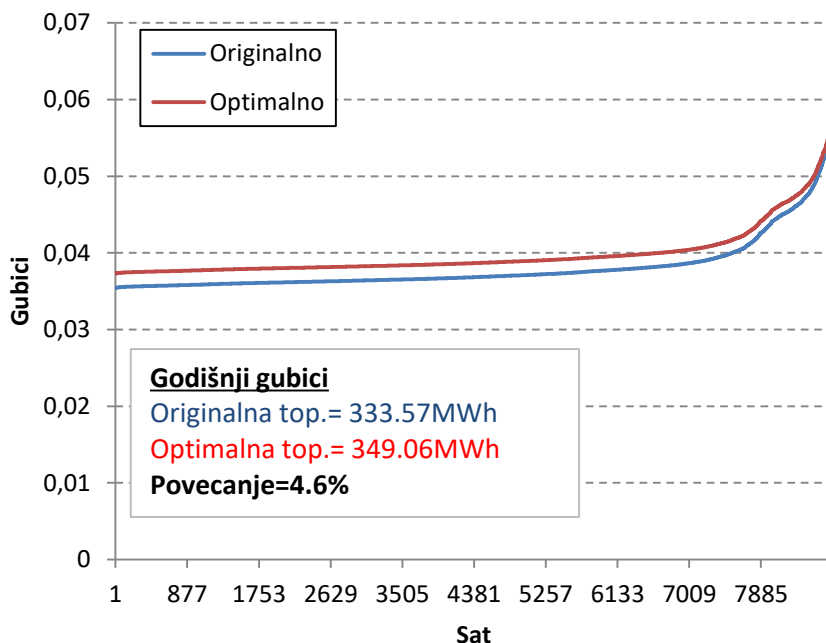


**Q.1:** S obzirom da je primjenom opisane metode rekonfiguracije optimalno uklopno stanje analizirane mreže realizirano za slučaj vršnog opterećenja, kakva je osjetljivost dobivenog optimalnog uklopnog stanja o promjeni opterećenja u mreži ?



**Q.2:** Kakav bi utjecaj promjene u topologiji, nastale primjenom prikazane metode za stanje vršnog opterećenja, imale na gubitke u transformatorima 10/0,4 kV za stanja niskog opterećenja analizirane mreže?

- Topološke promjene na razini 10 kV mreže odnosno na razini glavnih pojnih točaka x/10 kV imaju beznačajan utjecaj na iznos gubitaka u transformatorima 10/0.4 kV. U analizi nije predviđena mogućnost topoloških promjena na razini TS 10/0.4 kV budući da većina trafostanica uključuje samo jedan transformator.



Rezultati osjetljivi s obzirom na način modeliranja potrošača (fiksna snaga, fiksna impedancija,...)

<= Potrošači modelirani s fiksnom snagom





Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje



**Zahvaljujem na pažnji!**

[damir.jakus@fesb.hr](mailto:damir.jakus@fesb.hr)