

# PREPORUKE ZA PLANIRANJE DISTRIBUCIJSKE MREŽE TEMELJEM ANALIZE TEHNIČKIH GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE U DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI HEP ODS-A

TOMISLAV BARIČEVIĆ

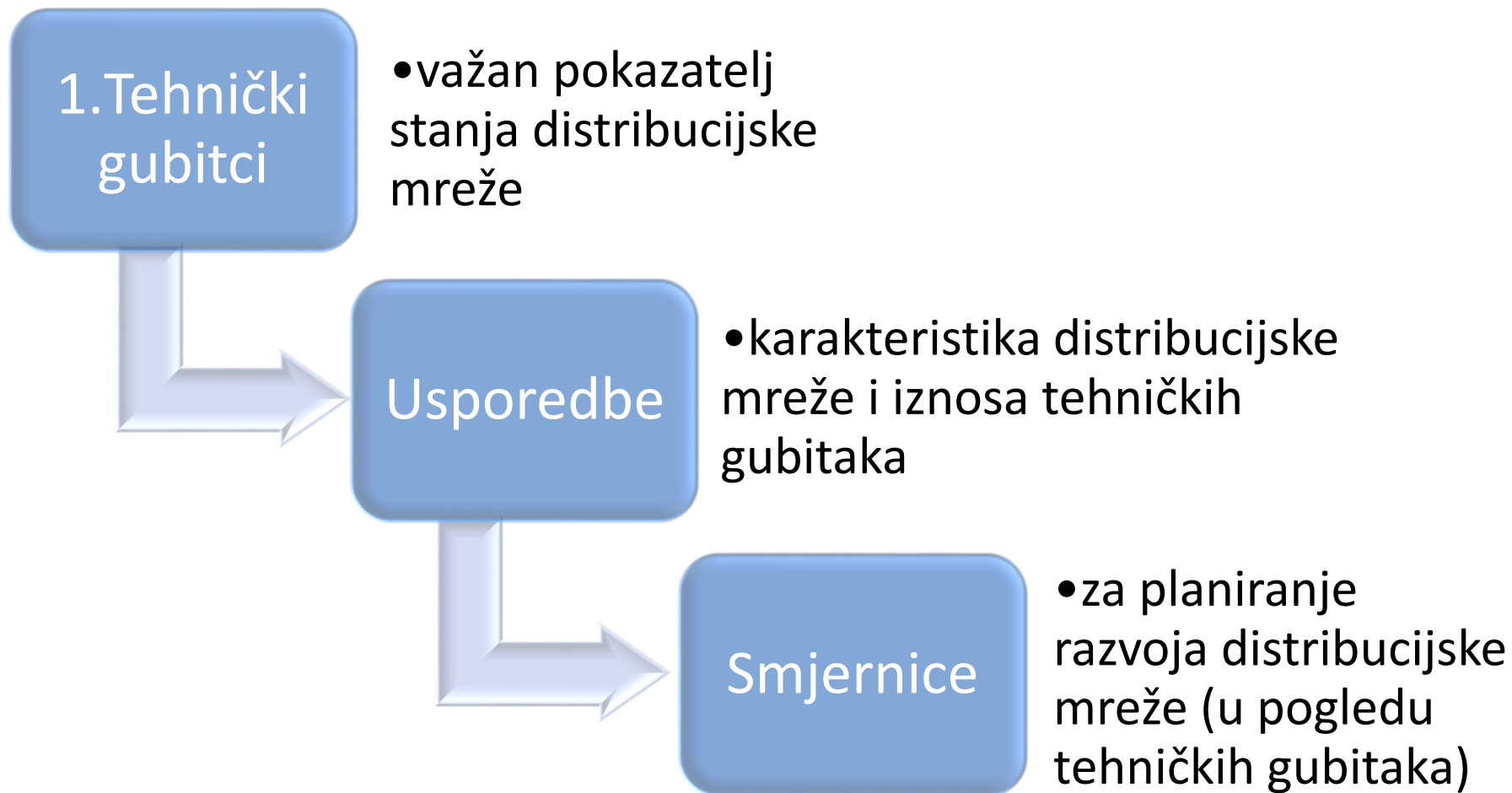
MINEA SKOK

DANKO VIDOVIĆ

VIKTORIJA DUDJAK



# Tehnički gubitci i planiranje distribucijske mreže



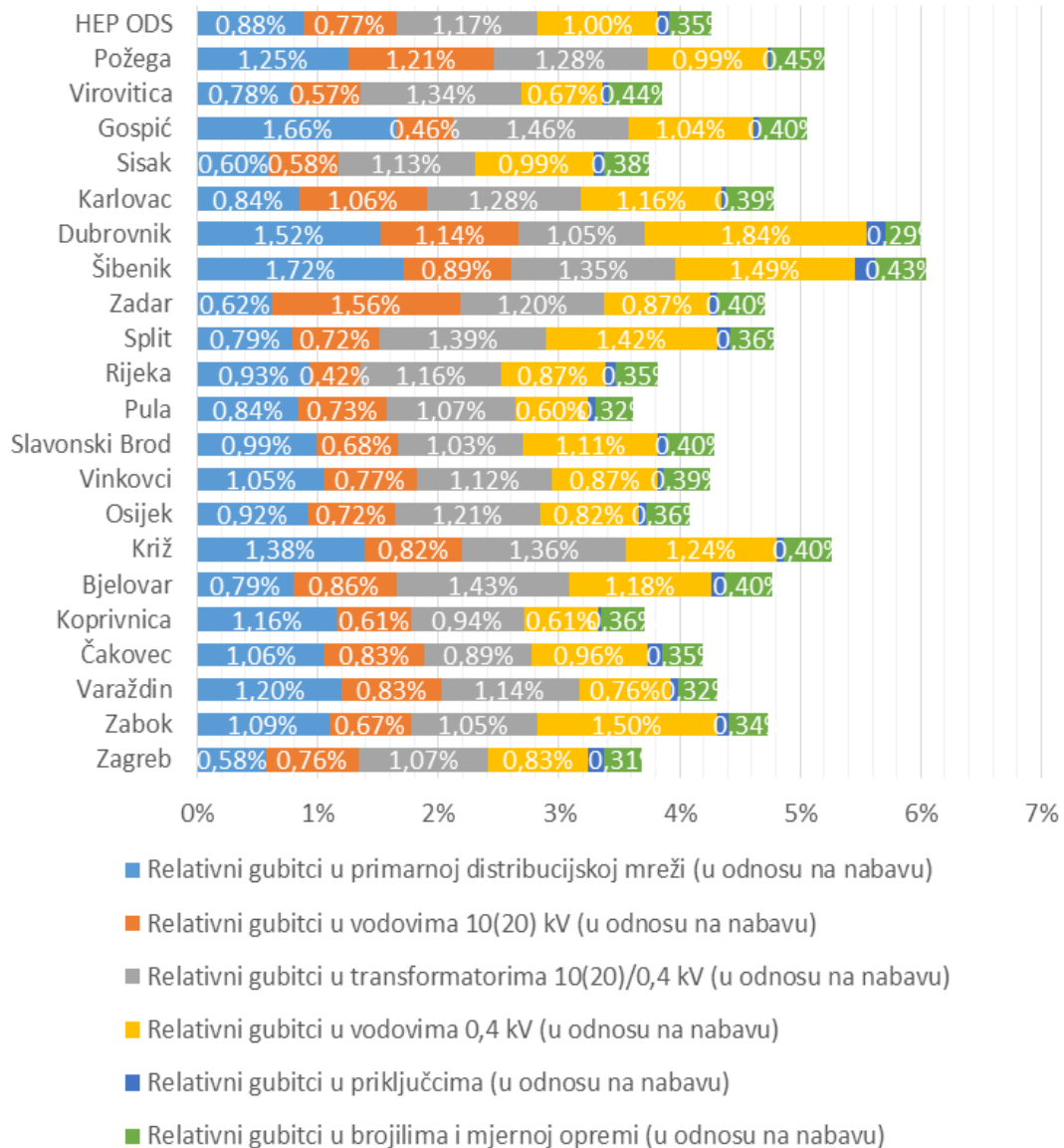
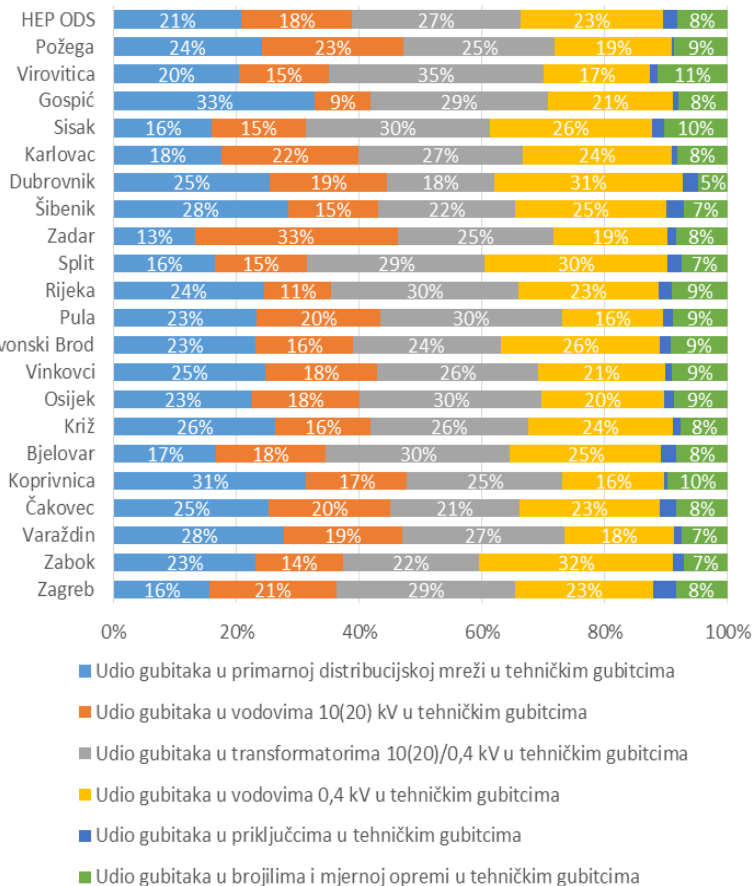
## Provedeni proračuni gubitaka

- u **primarnoj distribucijskoj mreži** (vodovima 110 kV, transformatorima 110/SN, vodovima 35(30) kV, transformatorima 35(30)/10(20) kV) temeljem **satnih krivulja opterećenja** iz SCADA sustava
- u **vodovima 10(20) kV** temeljem **studija razvoja** (stvarni model mreže, tokova snaga pri vršnom opterećenju, stvarno vrijeme trajanja gubitaka promatranog distribucijskog područja )
- u **transformaciji 10(20)/0,4 kV** temeljem **stvarnih parametara gubitaka**, primjenom godišnjeg vremena trajanja gubitaka promatranog distribucijskog područja
- u **vodovima niskog napona** temeljem približno **stohastički modeliranih izvoda** niskog napona, točnim simetričnim proračunom tokova snaga
- procjena gubitaka u priključcima, brojlilima i mjernoj opremi

## Glavne utjecajne veličine i unapređenja proračuna

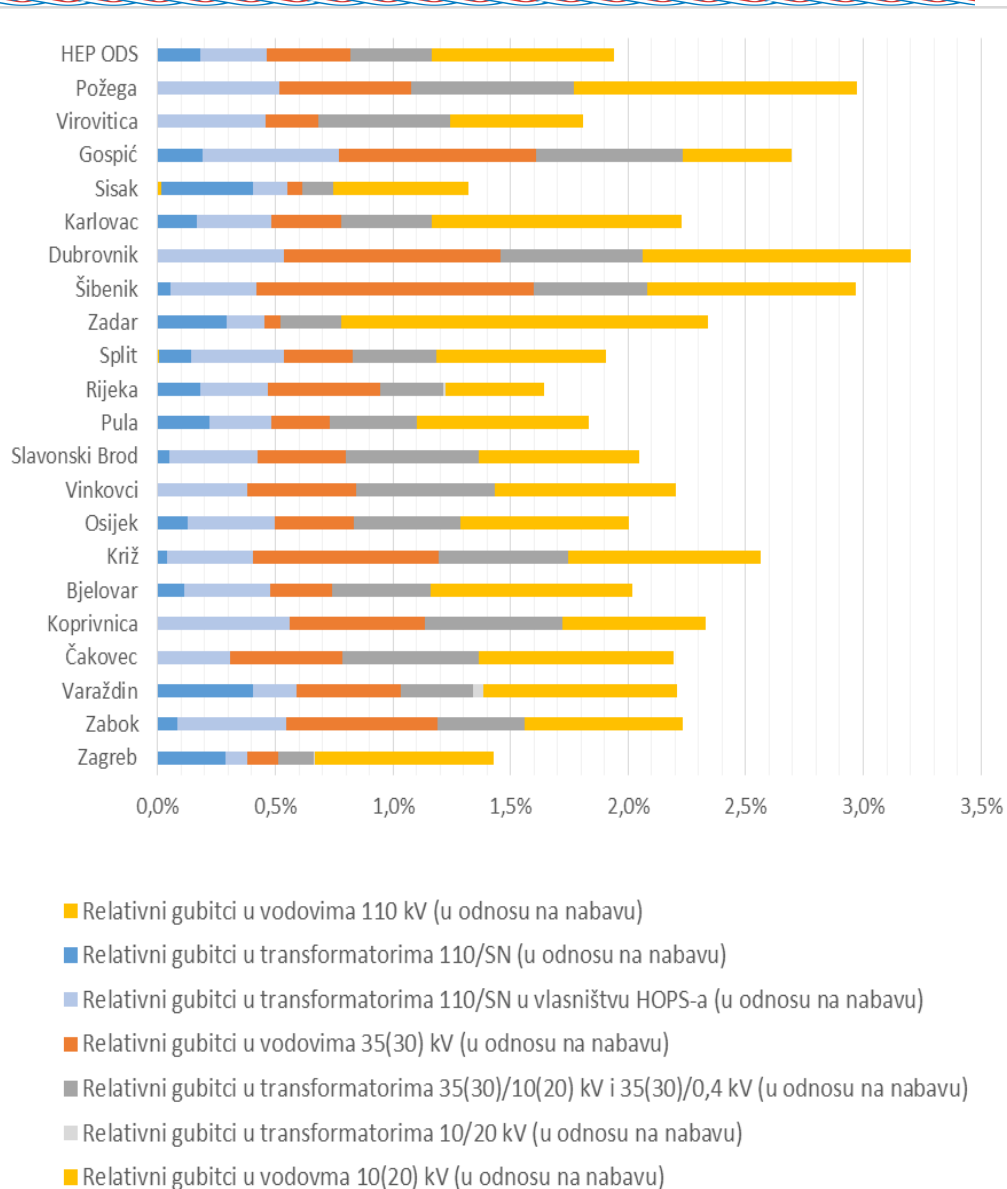
- glavne utjecajne veličine: (1) vjerodostojna energetska bilanca po naponskim razinama / elementima mreže, (2) vršno opterećenje i oblik krivulje trajanja opterećenja, (3) neistodobnost opterećenja, (4) nesimetričnost opterećenja, (5) temperaturna ovisnost otpora vodiča, (6) model (karakteristike) mreže
- za primarnu distribucijsku mrežu uzeti u obzir satna mjerenja opterećenja odvojeno za oba smjera toka energije (gubitcima doprinose neovisno o smjeru)
- za transformatore 110/SN i 35(30)/10(20) kV uzeti u obzir stvarno stanje uključenosti, kako bi gubici neovisni o opterećenju bili točno vrednovani
- za transformatore 10(20)/0,4 kV potrebno je temeljem sustavnih mjerenja detaljnije analizirati opterećenja i utjecaj nesimetričnosti opterećenja
- za mrežu niskog napona potrebno je odrediti tipične izvode (po duljini i obliku) i temeljem sustavnih mjerenja detaljnije analizirati opterećenja i utjecaj nesimetričnosti opterećenja
- relativne tehničke gubitke prikazati i u odnosu na nabavu umanjenu za potrošnju „na granici“ promatrane distribucijske mreže

## Tehnički gubitci električne energije u distribucijskoj mreži HEP ODS-a



## Tehnički gubitci u primarnoj distribucijskoj mreži i transformaciji 110/SN u vlasništvu HOPS-a te vodovima 10(20) kV

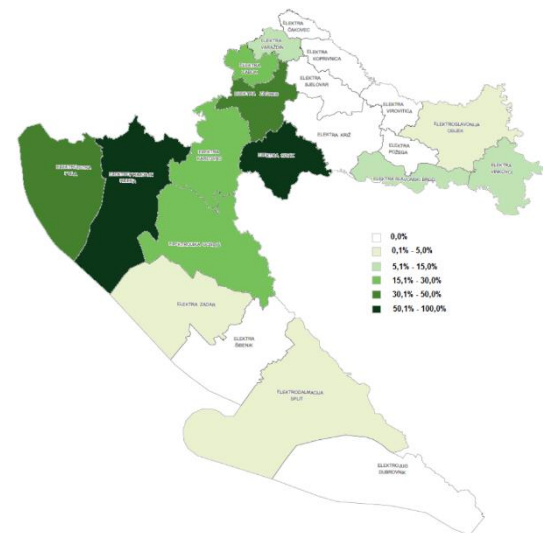
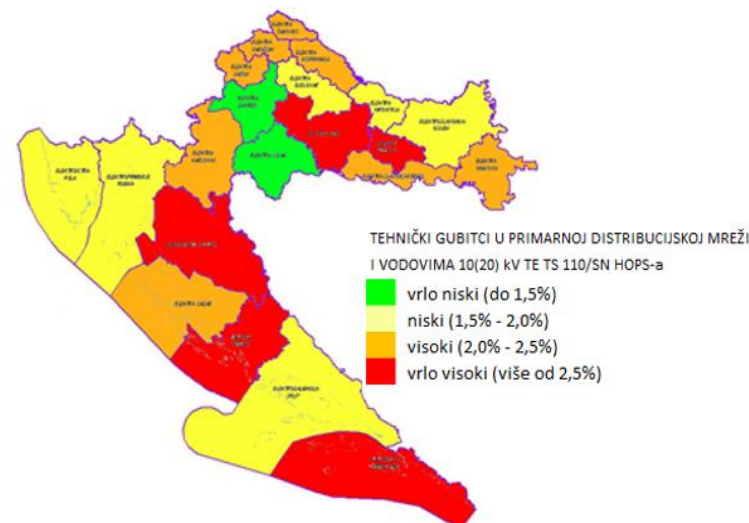
- Prosjek na razini Hrvatske je 1,94%
- Izraženo **niže vrijednosti** Elektra Sisak (1,32%) i Elektra Zagreb (1,43%), radi kombinacije **izravne transformacije** 110/10(20) kV i značajnog udjela **pogonskog napona 20 kV**
- **Visoke vrijednosti** imaju distribucijska područja s **razgranatom mrežom 35(30) kV** i **zanemarivim udjelom pogonskog napona 20 kV** (2,6% - 3,2%)





# Tehnički gubitci i planiranje distribucijske mreže - zaključci

- Detaljna analiza tehničkih gubitaka u SN mreži i transformaciji 110/SN neovisno o vlasništvu operatora prijenosnog ili distribucijskog sustava, upućuje na zaključak kako je u pogledu tehničkih gubitaka **razvoj distribucijske mreže potrebno postupno usmjeravati s klasičnog sustava s tri naponske razine 110-35-10 kV prema novijem sustavu s izravnom transformacijom 110/20 kV i jednom razinom srednjeg napona (20 kV).**
- Provedene analize upućuju na zaključak kako je radi optimiranja ulaganja potrebno u značajnoj mjeri **integralno planirati razvoj distribucijske mreže i prijenosne mreže naponske razine 110 kV**, što ukazuje na potrebu razvoja metodologije izrade **analiza tehničke i ekonomske opravdanosti ulaganja u susretne objekte prijenosne i distribucijske mreže**, koja bi trebala uključivati vrednovanje svih relevantnih alternativnih rješenja.



## Pitanja za raspravu

1. Što se smatra "primarnom distribucijskom mrežom"?  
Taj termin nije uobičajen u našoj stručnoj terminologiji.
2. Autor je prikazao izračunate tehničke gubitke koji uključuju pojedine elemente mreže HOPS-a. Da li bi se rezultati proračuna značajnije razlikovali kada bi se ti gubici isključili?
3. Da li su autori posebno analizirali efekte zamjene starih transformatora novim jedinicama sa smanjenim gubicima?

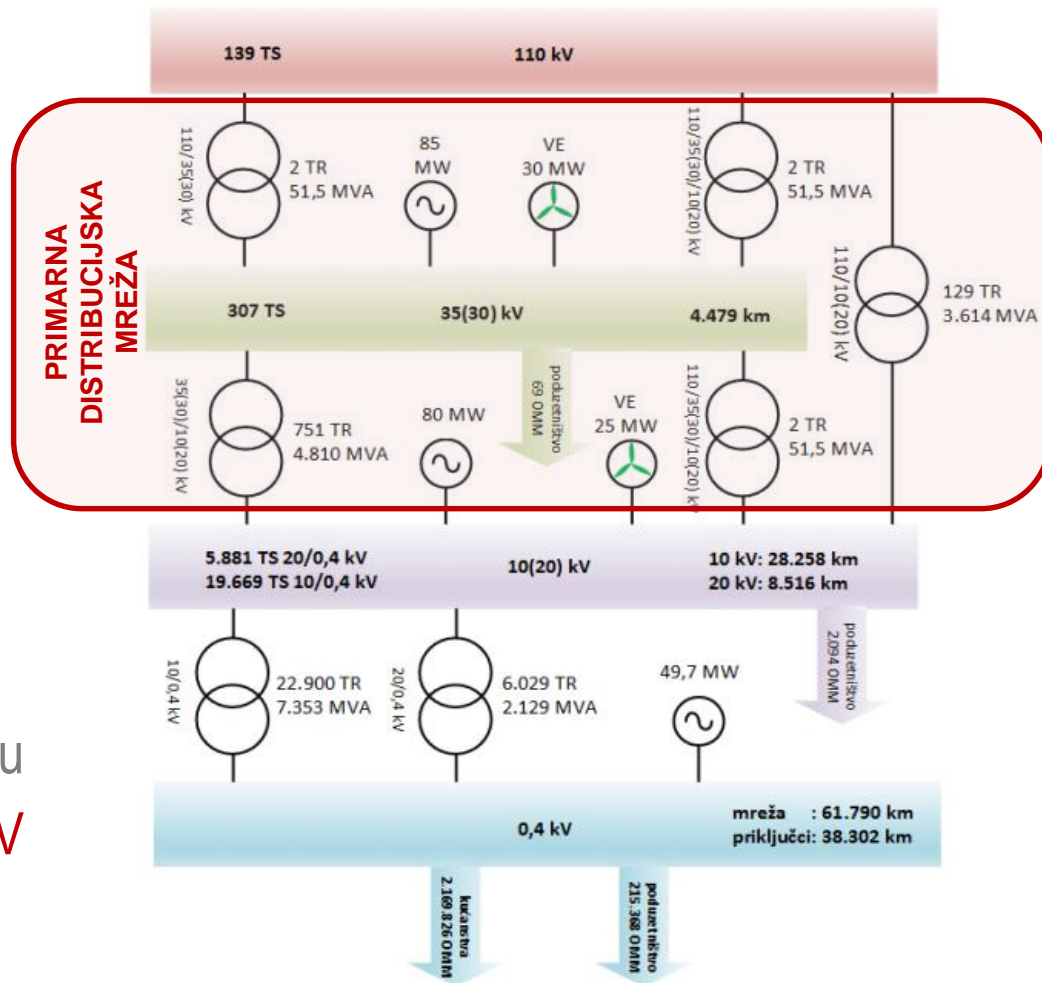


Što se smatra "primarnom distribucijskom mrežom"?  
Taj termin nije uobičajen u našoj stručnoj terminologiji.

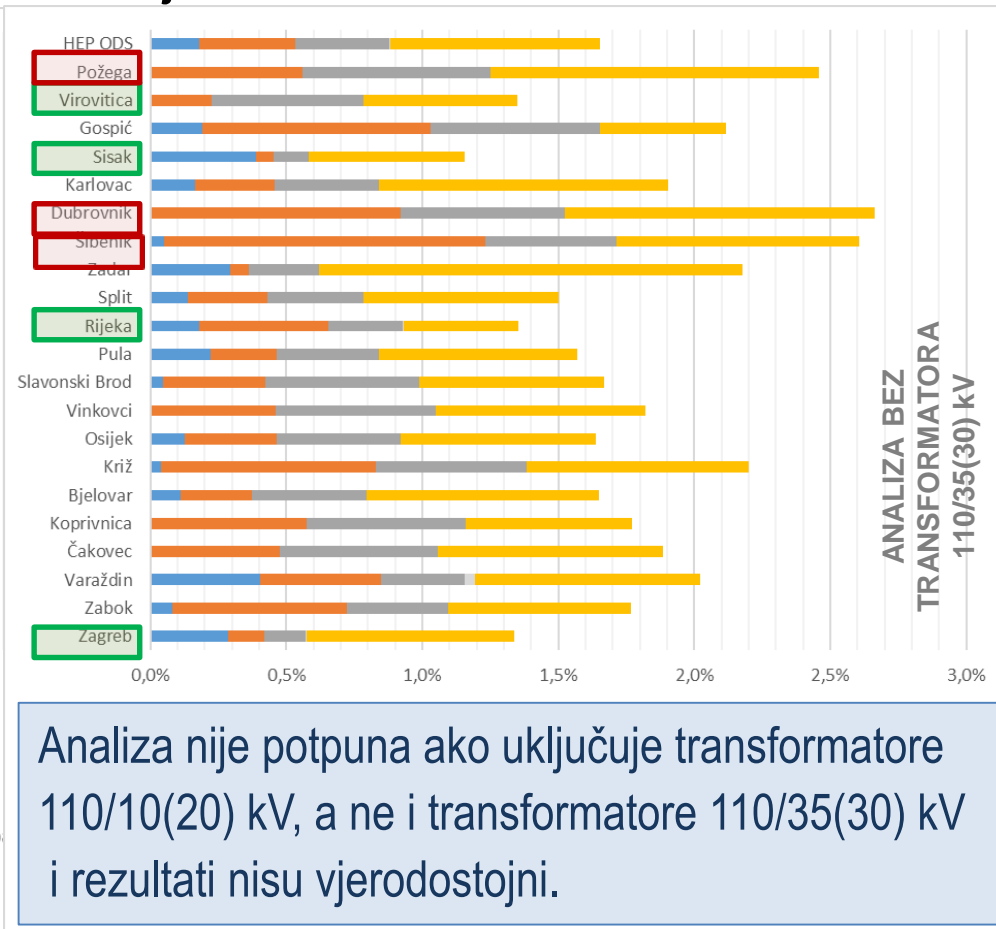
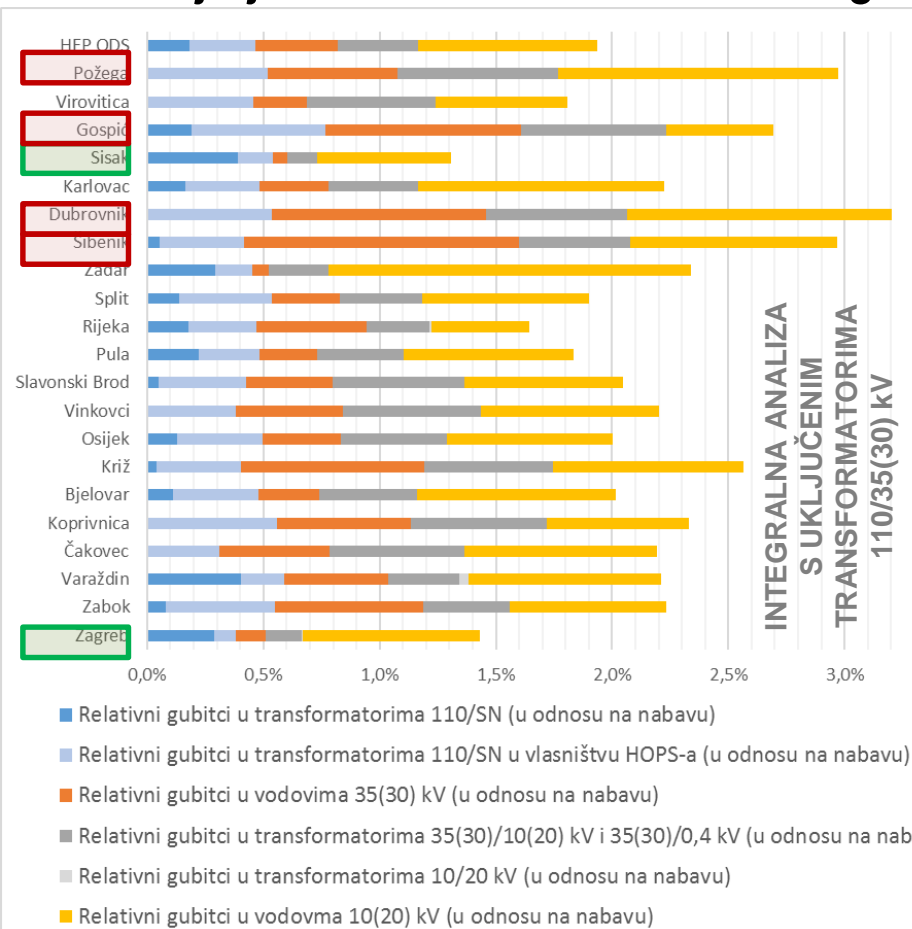
Primarnom distribucijskom mrežom smatraju se sljedeći elementi distribucijske mreže HEP ODS-a:

- vodovi 110 kV
- transformatori 110/10(20) kV
- vodovi 35(30) kV
- transformatori 35(30)/10(20) kV

Funkcionalno u distribucijsku mrežu spadaju i transformatori 110/35(30) kV u vlasništvu HOPS-a.

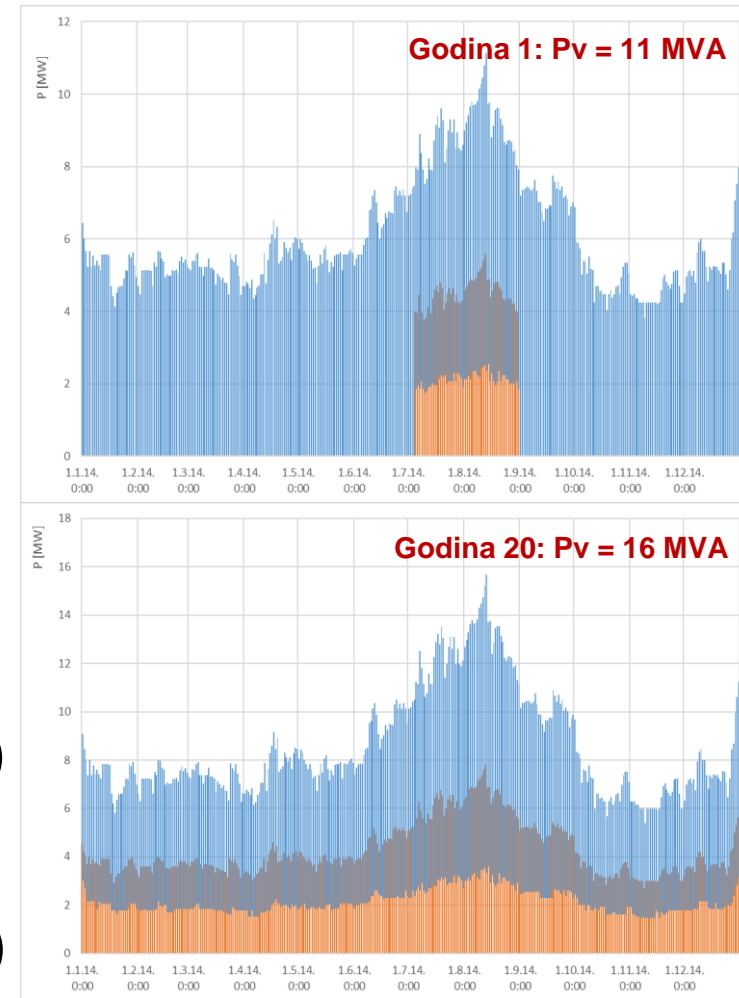


Autor je prikazao izračunate tehničke gubitke koji uključuju pojedine elemente mreže HOPS-a. Da li bi se rezultati proračuna značajnije razlikovali kada bi se ti gubici isključili?



## Da li su autori posebno analizirali efekte zamjene starih transformatora novim jedinicama sa smanjenim gubicima?

- Prilikom proračuna gubitaka **pretpostavljeno je optimalno vođenje pogona transformatora**, odnosno da je dulje u pogonu transformator s manjim gubicima, dok je drugi isključen.
- Zamjena transformatora (samo) radi smanjenja gubitaka nije promatrana, jer se ne isplati.
- Primjer CBA zamjene TR 2x8 MVA
  - postojeći godine proizvodnje od **1960. do 1980. godine** ( $P_{Fe}=10,5$  kW,  $P_{Cu}=55$  kW)
  - novi sa **smanjenim gubicima** ( $P_{Fe}=5,8$  kW,  $P_{Cu}=51$  kW)
  - visoko opterećenje (porast s 11 MVA na 16 MVA)
  - trošak novih TR 2x8 MVA: 140.000 EUR
  - isplativo: uz cijenu gubitaka **139 EUR/MWh** i diskontnu stopu 8% (ili **84 EUR/MWh** uz d.s. 4%)



**Hvala na pozornosti!**

*Energetski institut Hrvoje Požar*

*Savska cesta 163*

*Zagreb, Hrvatska*

*[www.eihp.hr](http://www.eihp.hr)*