

# **STRATEGIJA POSTAVLJANJA KONDENZATORSKIH BATERIJA KAO POTPORA NAPONA U 35 kV MREŽI DP ELEKTROSLAVONIJE OSIJEK**

DR. SC. SLAVEN KALUĐER, ZNANSTVENI SURADNIK  
HEP ODS ELEKTROSLAVONIJA OSIJEK

## Cilj i svrha rada

- Upravljanje tokovima jalove energije u svrhu potpore naponu,
- Strategija postavljanja kondenzatorskih baterija u distribucijskoj mreži 35 kV,
- Usporedba naponskog profila distribucijske mreže 35 kV prije i poslije optimalnog rasporeda kondenzatorskih baterija,
- Usporedba radnih gubitaka prije i poslije kompenzacije,
- Cost/benefit analiza isplativosti, business plan.

## Menadžment jalove snage

- Ovih godina povećana pozornost je dana na poboljšanje funkcioniranja EES-a pomoću smanjenja potrošnje goriva na način kako bi se bolje iskoristila postojeća oprema (infrastruktura) te kako bi se odustalo od kupovine primarne opreme [2].
- Jedan od pristupa rješavanju tog problema je menadžment jalove snage.
- Menadžment jalovom snagom se može definirati kao upravljanje naponom generatora, transformatorskim preklopkama, kompenzacijom, promjenjivom kompenzacijom te također rasporedom novih kompenzacija i kondenzatorskih baterija sve u vidu smanjenja gubitaka sustava ili upravljanja naponom [10].
- Ciljevi kompanija za svaku kategoriju menadžmenta su sigurnost i ekonomičnost. U prošlosti pogled kompanija na problem jalove snage i kontrole napona su promatrali kao sigurnosno pitanje[2].

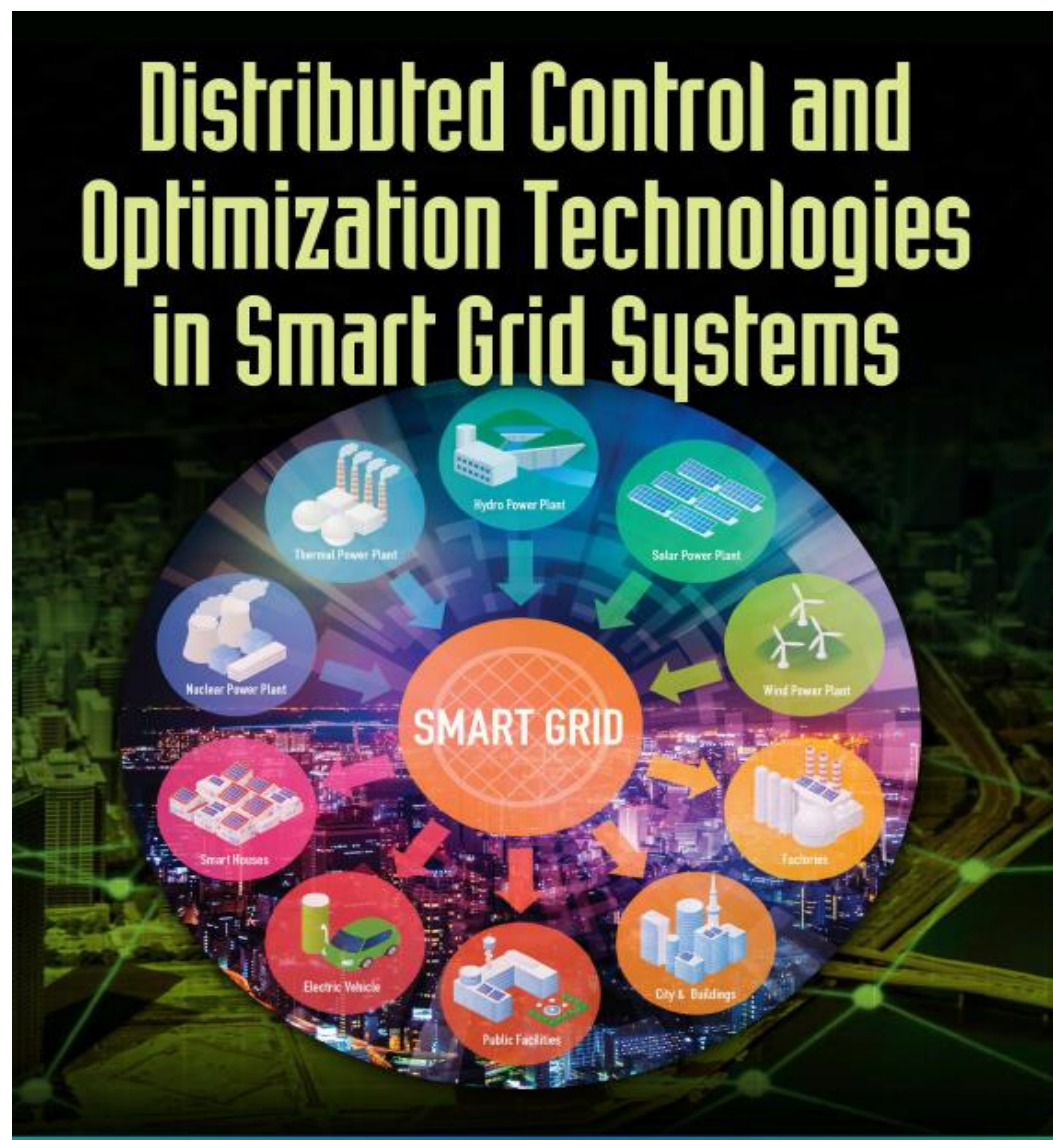
## **Koristi od primjene strategije menadžmenta jalovom snagom da poboljša funkcioniranje EES-a kroz neke benefite [2]:**

- Ušteda zbog smanjenja gubitaka u sustavu,
- Bolje upravljanje naponom je moguće na širokoj osnovi,
- Poboljšanje prijenosnog kapaciteta,
- Poboljšano funkcioniranje sustava,
- osnovna je obveza operatora ustava je nadzor na proizvodnjom radne i jalove snage i tokove jalove snage u sustavu, obzirom na održavanje napona u granicama. Operatori ponekad teže zadržavanju velikih rezervi jalove snage što može rezultirati neekonomičnim radom,
- Maksimizacija postojeće opreme.

## Koordinacija jalove snage

- Kompletna interakcija između komponenti sustava, koordinirana procedura (koordinacija) je potrebna kako bi se kontrolirao napon i tokovi jalove snage na takav način kako bi se minimizirali gubici prijenosa te naziva se koordinacija jalove snage.
- U koordinaciji jalove snage koriste se računalni programi za optimizaciju u postizanju toga cilja.

**Pametna/  
napredna/  
inteligentna mreža**

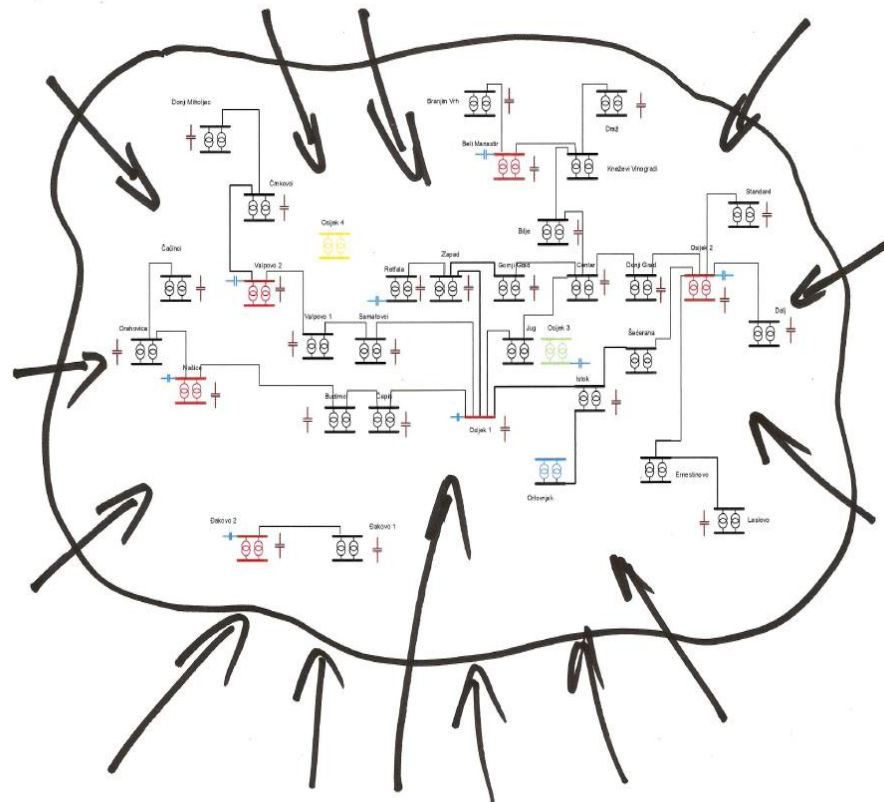
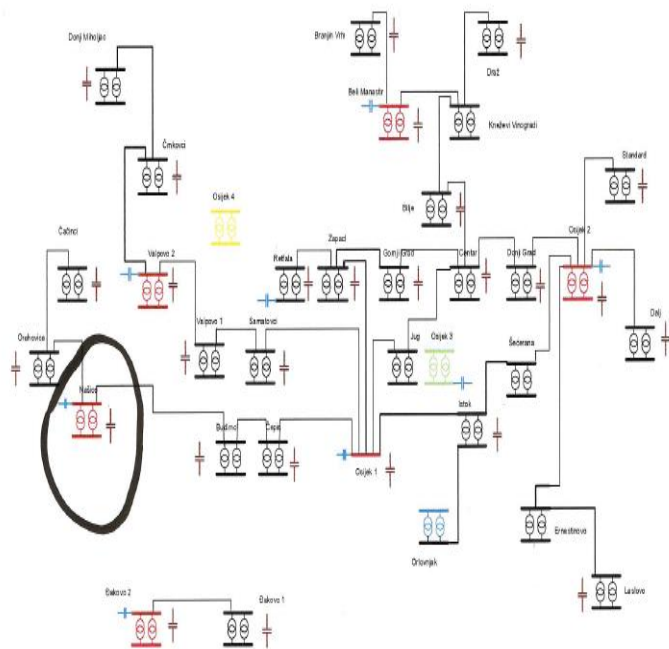


# Pametna/napredna/inteligentna mreža - službena definicija [11]

Inteligentna mreža (engl. Smart grid) integrira postojeću infrastrukturu sa senzorskom i mjernom tehnikom, metodama za kontrolu i komunikacijskim tehnologijama. Sedam karakteristika pobliže definira:

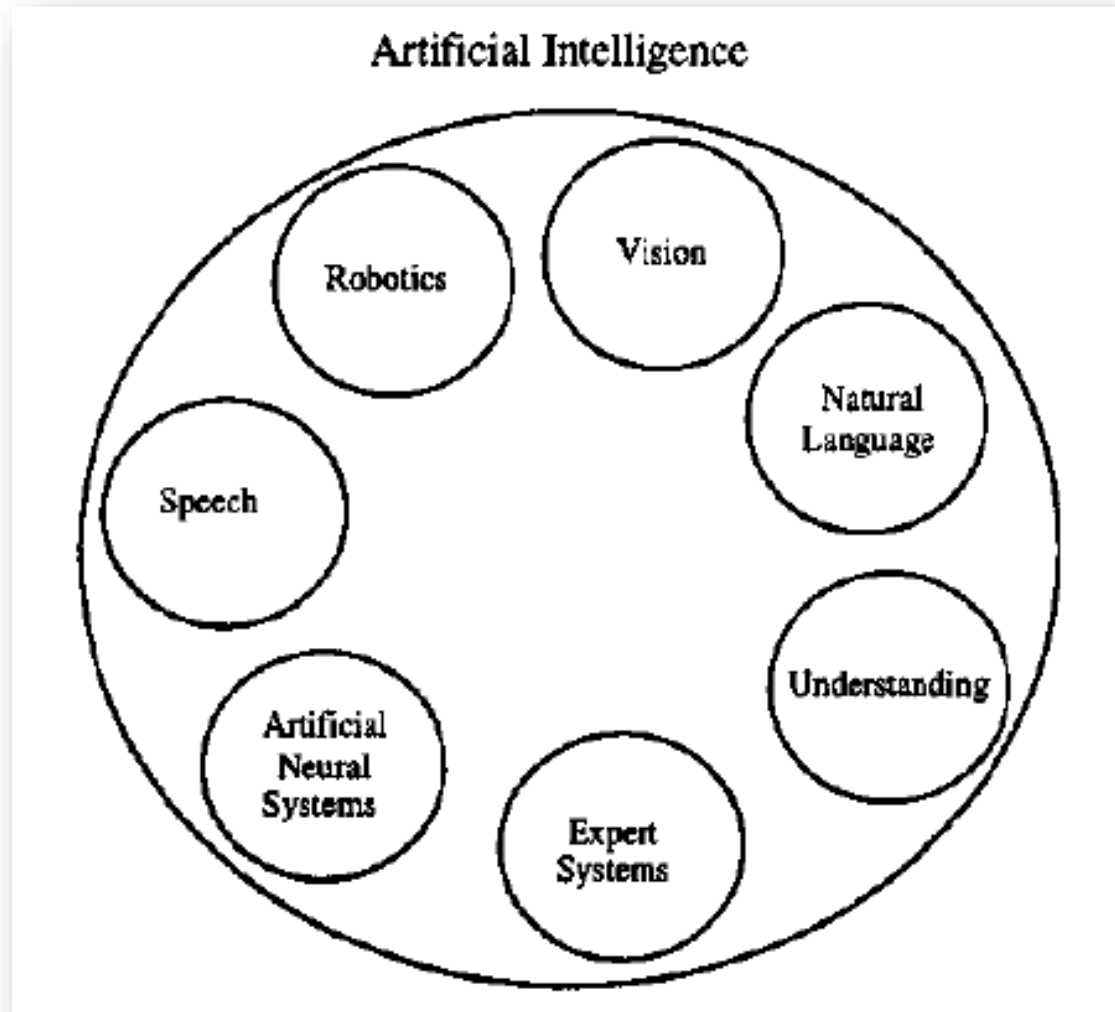
1. Sudjelovanje kupaca - omogućava i motivira aktivno sudjelovanje kupaca,
2. Prihvatanje raznih oblika proizvodnje energije i skladištenja,
3. Omogućava razvoj tržišta električne energije na kojemu su nove usluge i novi oblici proizvoda,
4. Kvaliteta električne energije za digitalno doba,
5. Optimizacija imovine – što veća efikasnost funkcioniranja i optimizacija korištenja postojeće i nove imovine, tehnološkog procesa,
6. Automatska restauracija sustava (engl. Self healing) predviđa i reagira na poremećaje u sustavu u vidu automatskog vraćanja u početnu konfiguraciju,
7. Otpornost na napade – funkcioniranje sustava koje je otporno na cyber napade.

# Odnos lokalne i globalne kontrole napona





## Domena umjetne inteligencije



# GENETSKI ALGORITAM ZA Volt/Var UPRAVLJANJE

Funkcija cilja iskazana je relacijom (1).

$$\min F = \sum_{i=1}^{N_{sab}} (x_i C_{0i} + Q_{ci} C_{1i} + B_i C_{2i} T) + C_2 \sum_{l=1}^{N_{load}} T_l P_L^l \quad (1)$$

$N_{sab}$  – broj kandidata (sabirnica)

$x_i = 0/1$ , 0 znači kako kondenzator nije instaliran kod sabirnice  $i$

$C_{0i}$  – trošak instaliranja

$C_{1i}$  – trošak kondenzatorske baterije po kVar

$Q_{ci}$  – snaga kondenzatorske baterije u kVar

$B_i$  – broj kondenzatorskih baterija

$C_{2i}$  – troškovi održavanja kondenzatorskih baterija po godini

$T$  – Planirani period

$C_2$  – Trošak radnih gubitaka nj/kwh

$l$  – razina opterećenja, maksimum, prosjek, minimum

$T_l$  – vremensko trajanje opterećenja  $l$  u satima

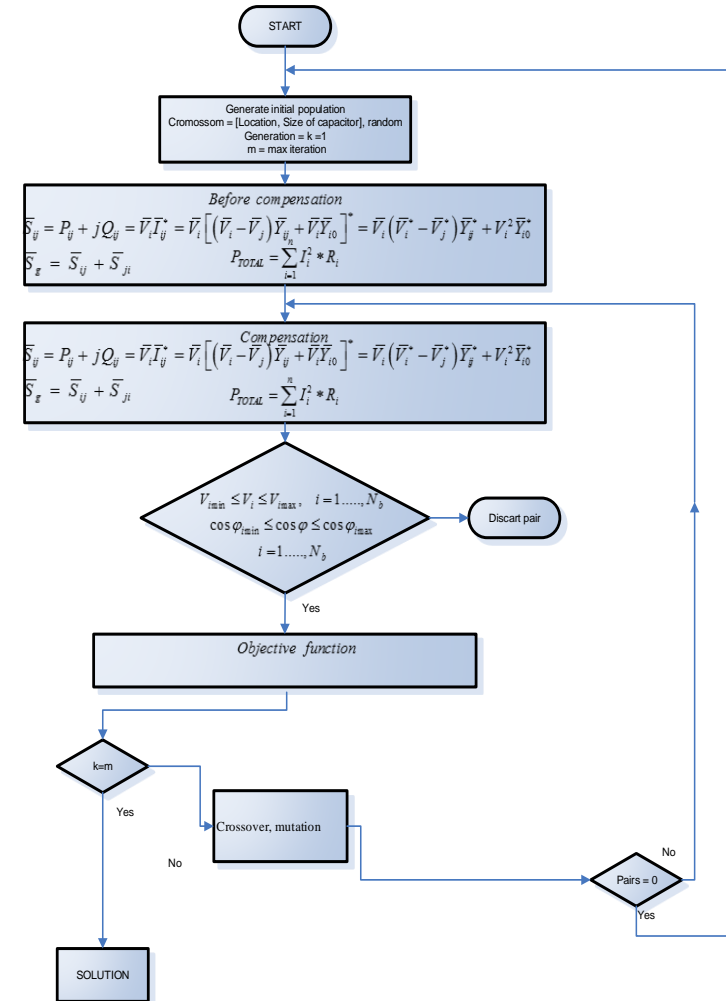
$P_L^l$  – ukupni gubici sustava pri opterećenju  $l$

Ograničenja su iskazana na sljedeći način (2)

Tokovi snaga  $F(x,u) = 0$

$V_{\min} \leq V \leq V_{\max}$ ,  $\cos \varphi_{\min} \leq \cos \varphi \leq \cos \varphi_{\max}$  za sve PQ sabirnice

(2)



# Algoritmi transformirali cijelu industriju i način poslovanja

- Koriste se svi oblici umjetne inteligencije,
- Algoritmi koji mogu učiti, predviđati i adaptirati se,
- Algoritmi kao ulaz koriste tržišne signale, žanju podatke,
- Algoritamski rat 2010 godine,
- Reakcija je nano sekunda [ns],
- Korištene strategije: lovac-tragač, stealth, mimikrija, skalpiranje, lažna stanja, radar, osjećaj panike, pokrivanje svojih tragova.
- Prosječno držanje dionica:
  - 1945 god. /4 god.,
  - 2000 god. /8 mj.,
  - 2008 god. /2mj.,
  - 2011 god. /22 sek.

# AUTOMATED TRADING MACHINES



NYSE 1932 god.

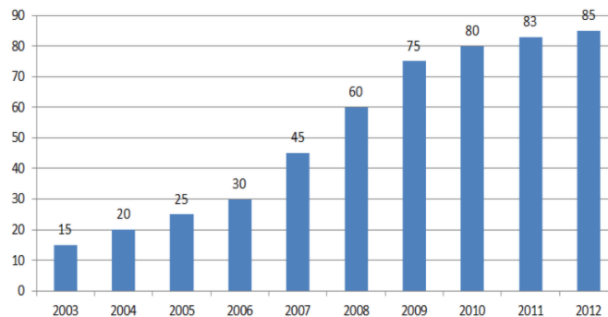


NYSE 2007 god.

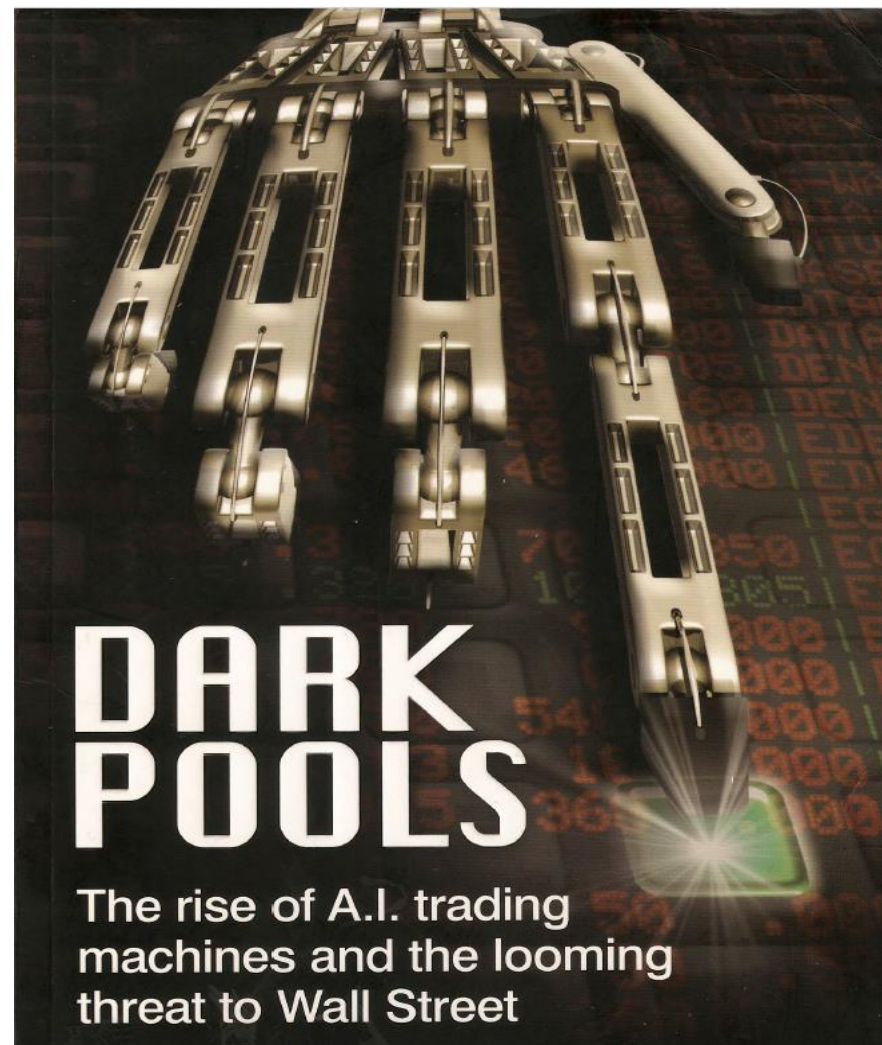
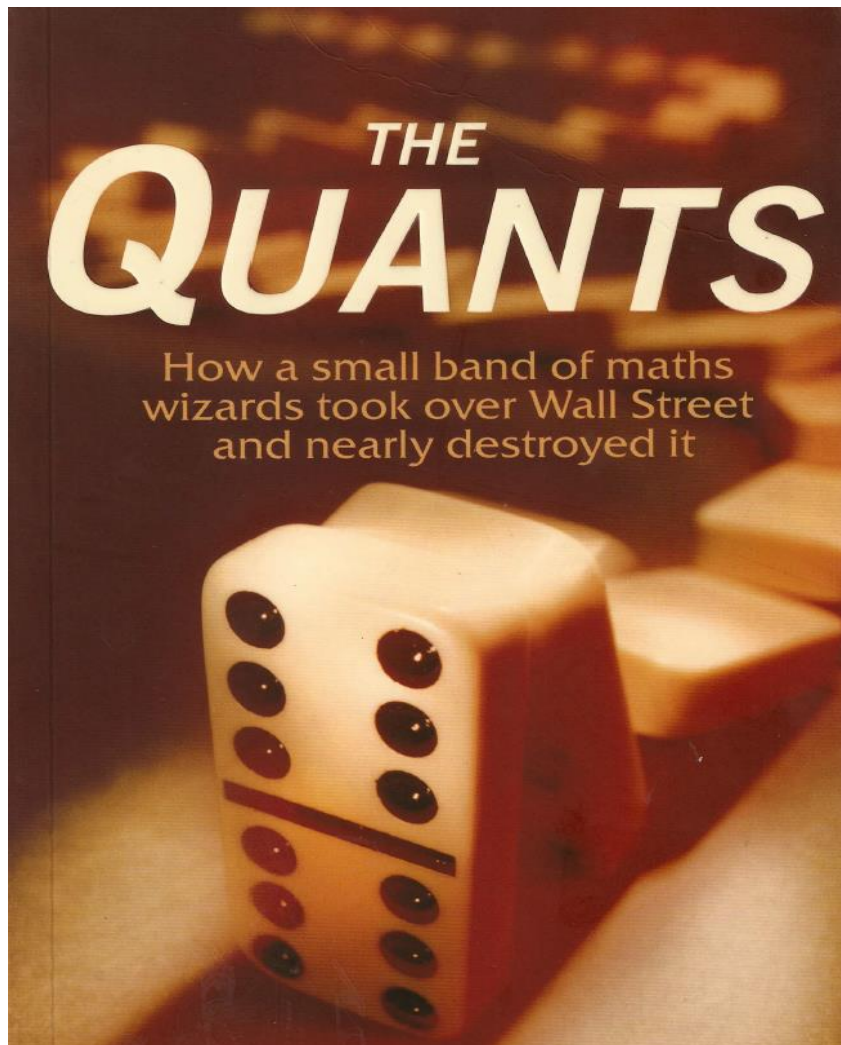


NYSE 2015 god.

Algorithmic Trading. Percentage of Market Volume



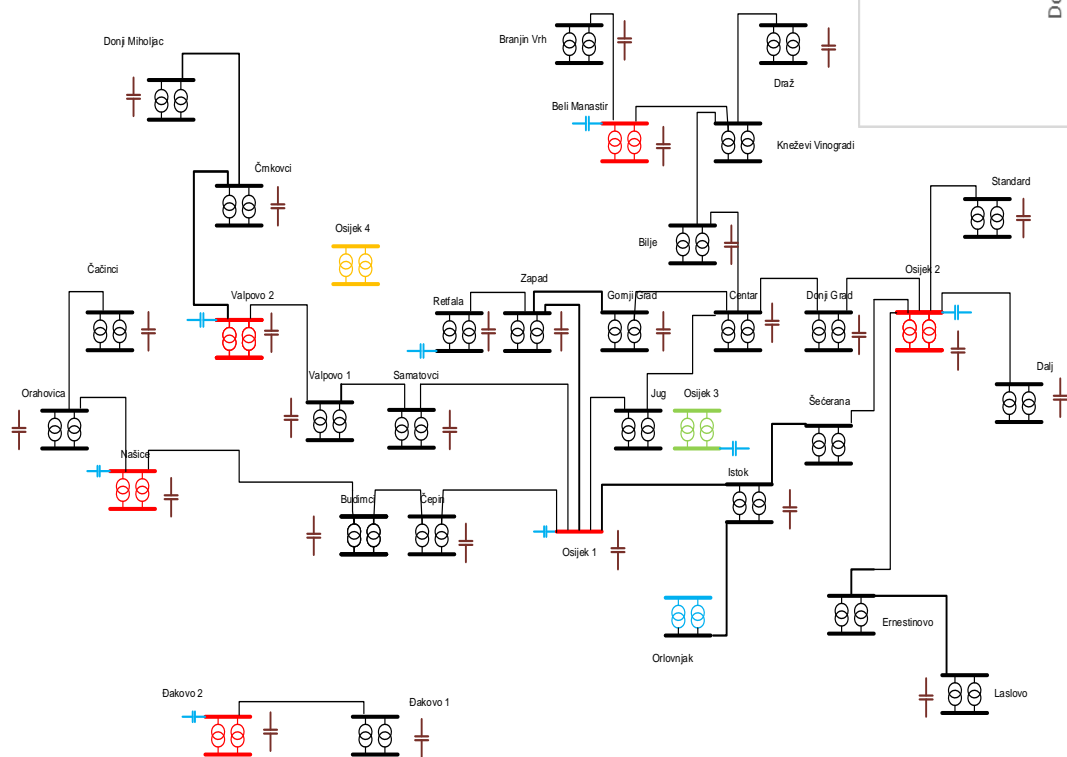
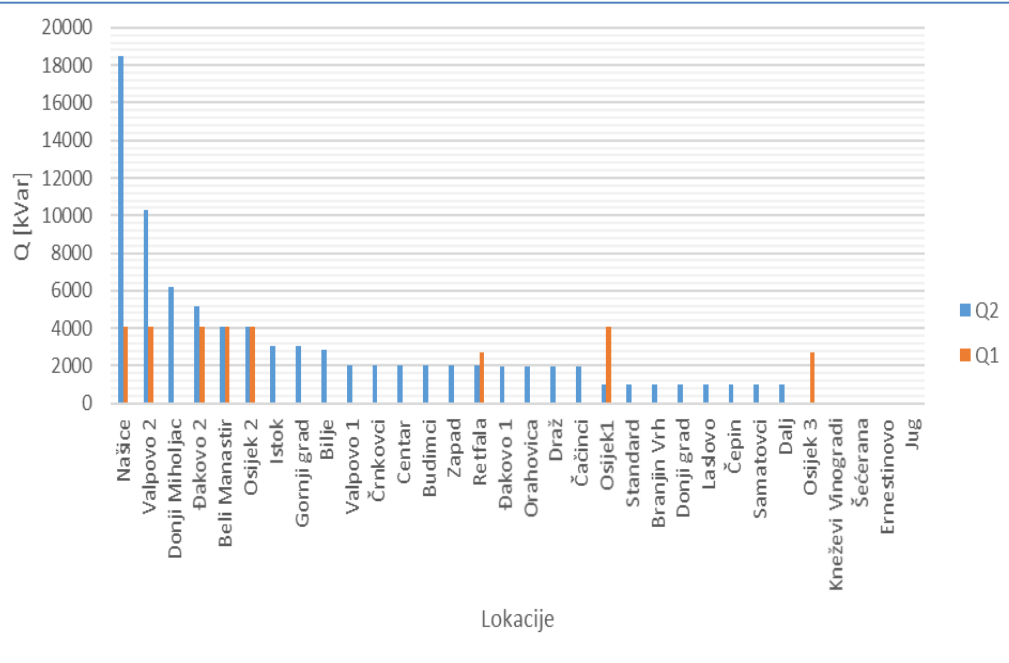
## Automated trading machines



# STRATEGIJA POSTAVLJANJA KONDENZATORSKIH BATERIJA KAO POTPORA NAPONA U 35 kV MREŽI DP ELEKTROSLAVONIJE OSIJEK

Slaven kaluđer

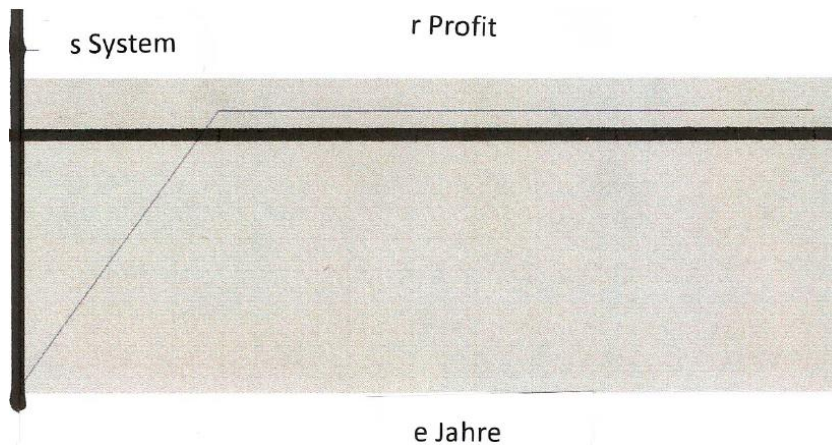
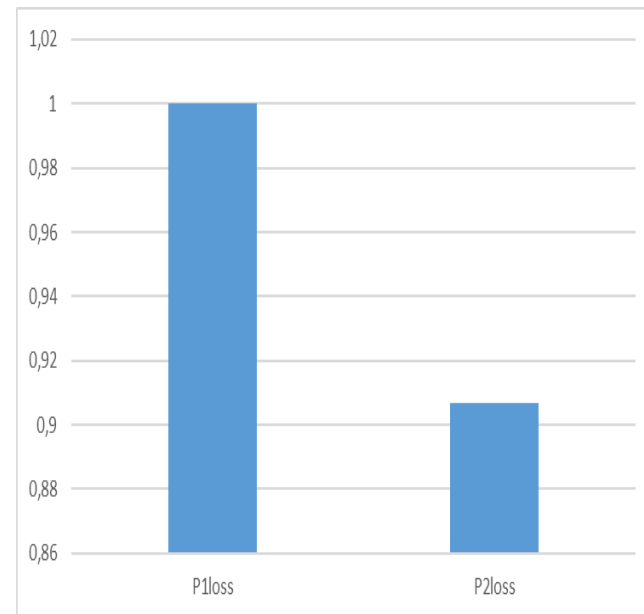
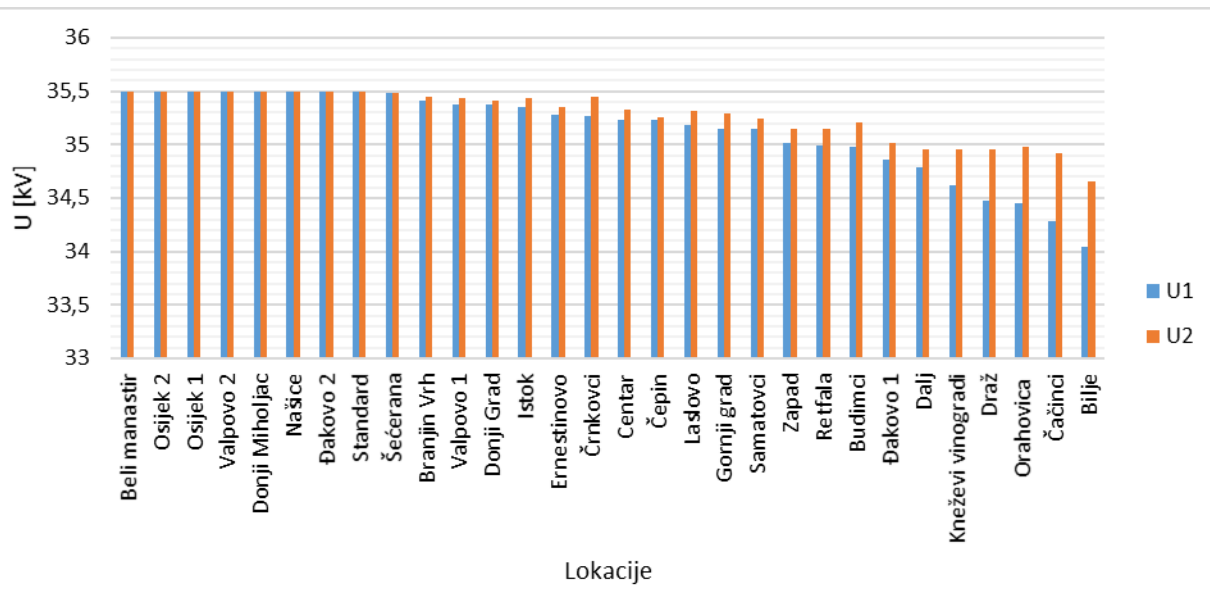
## Rezultati



# STRATEGIJA POSTAVLJANJA KONDENZATORSKIH BATERIJA KAO POTPORA NAPONA U 35 kV MREŽI DP ELEKTROSLAVONIJE OSIJEK

Slaven kaluđer

## Rezultati



## Pitanja za raspravu

**(1)** JE LI OPTIMIZACIJA PROVEDENA ZA NEKO ODREĐENO OPTEREĆENJE U SUSTAVU ILI ZA KRIVULJU OPTEREĆENJA, A VEZANO UZ ODREĐENE UŠTEDE GUBITAKA OD 9%?

**O:** Pri maksimalnom godišnjem opterećenju.

**(2)** ZAŠTO SE U PRIKAZANOJ METODI:

a. koristi  $\pm 4\%$  „naponski uvjet“?

b. koliki su  $\cos\varphi_{\min}$  i  $\cos\varphi_{\max}$  i zašto?

c. kao ograničenje ne provjerava dozvoljeno strujno opterećenje elemenata distribucijske mreže.

**O:** minimalni gubici, jednaki zato što cilj nije poboljšanje PF nego potpora naponu, podrazumijeva se.



## Pitanja za raspravu

**(3)** KOJI SU GLAVNI NEDOSTATCI U RADU OPISANOG PRISTUPA (METODE)?

**O:** VELIKA FUNKCIJA CILJA, BRZINA, MOGUĆNOST LOKALNOG MINIMUMA.

**(4)** POSTOJI LI U HEP-OPERATOR DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA D.O.O. STRATEGIJA UPRAVLJANJA NAPONSKIM PRILIKAMA U DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI?

**O:** POSTOJI, LOKALNO.

**HVALA NA POZORNOSTI!**