

Određivanje parametara uzbudnoga sustava generatora višeciljnom optimizacijom i pronalaženje skupa rješenja minimalnih oscilacija

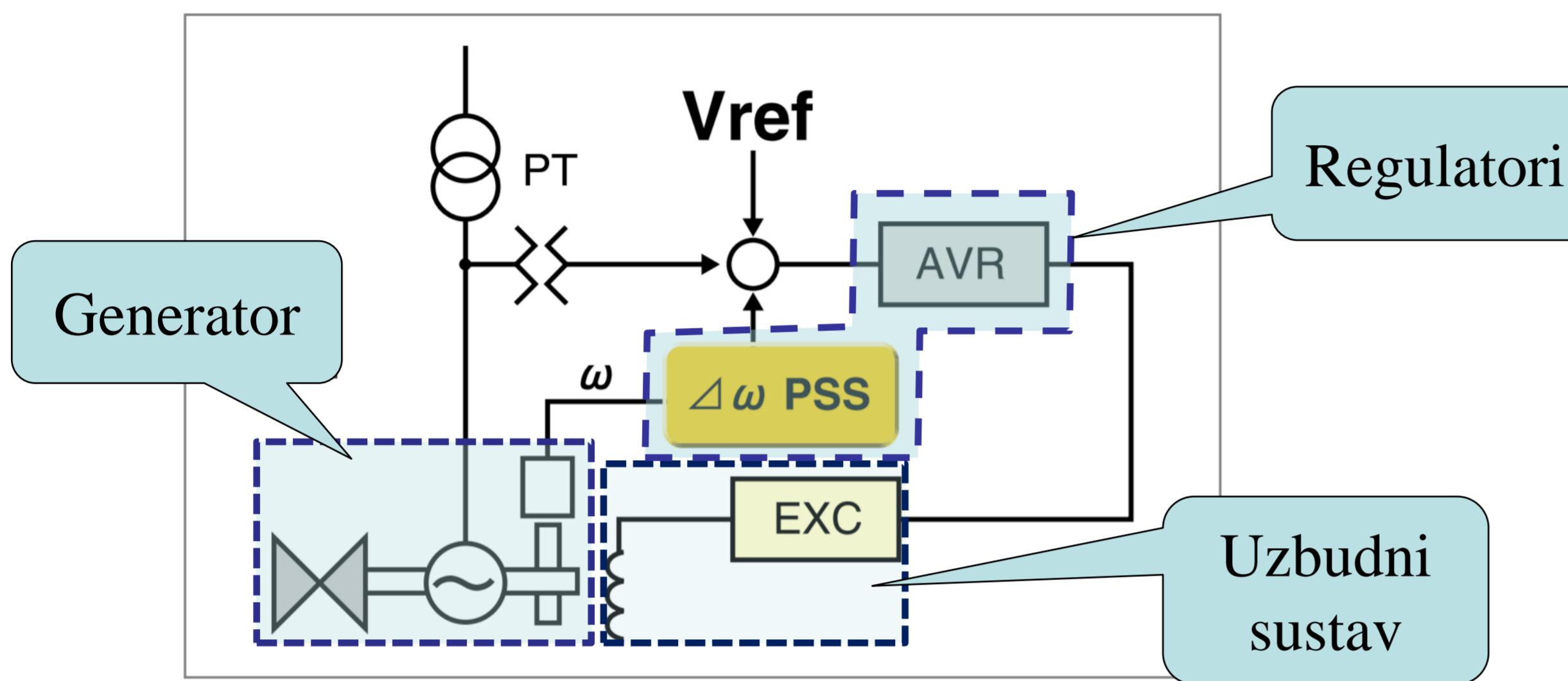


Tomislav Špoljarić, dipl. ing.
mentor: prof. dr. sc. Ivica Pavić

Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva

1. Uvod

Regulatori uzbudnih sustava sinkronih generatora imaju važnu primjenu u smanjivanju oscilacija kod prijelazne stabilnosti i stabilnosti malih poremećaja elektroenergetskog sustava. AVR regulatori (engl. *Automatic Voltage Regulator*) u kombinaciji sa PSS uređajima (engl. *Power System Stabilizer*) mogu značajno utjecati na oscilacije raznih frekvencija koje se javljaju prilikom različitih poremećaja u elektroenergetskom sustavu.



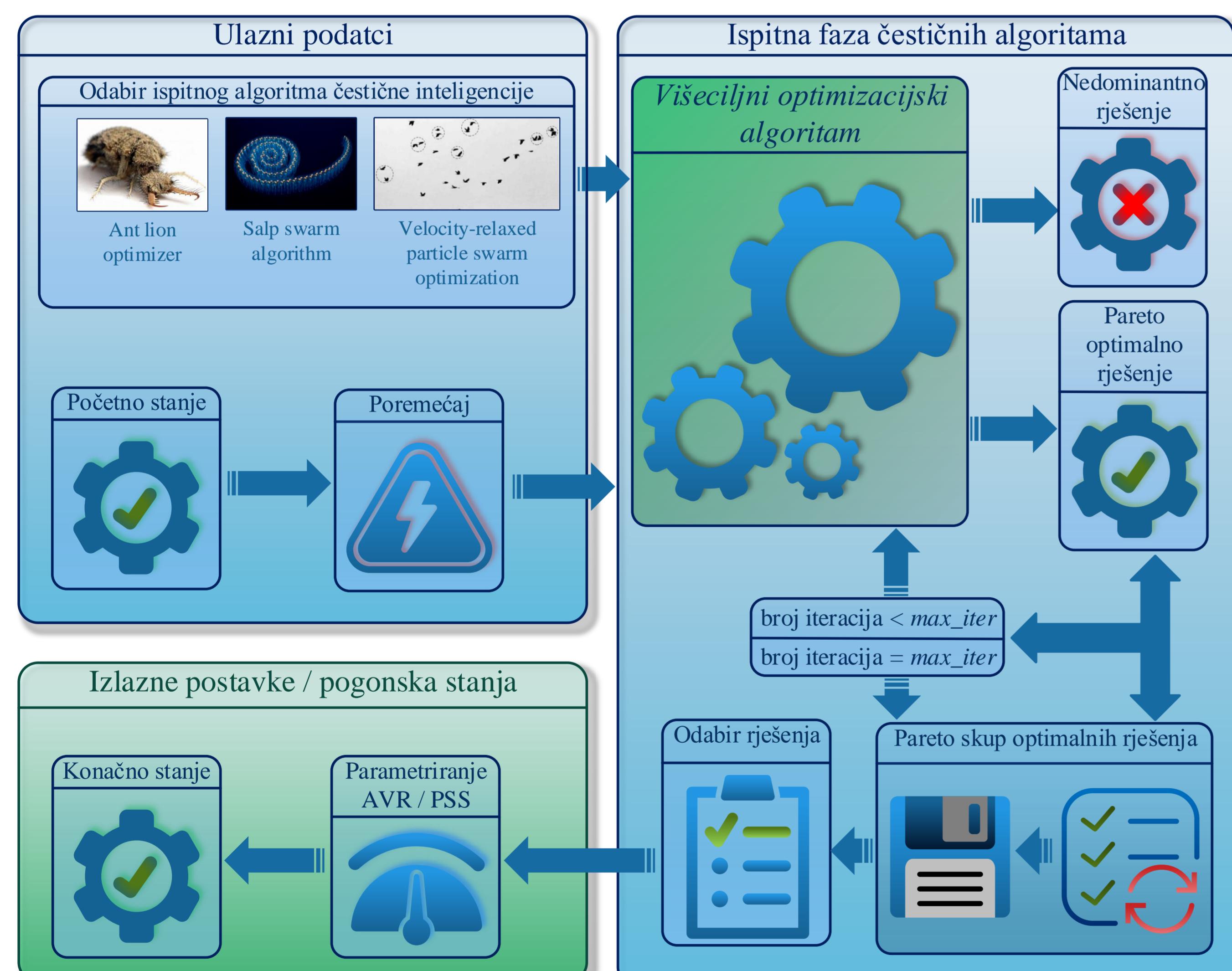
Slika 1: blok shema regulacije uzbudnoga sustava generatora

2. Opis problema

Parametrisiranje regulatora uzbude generatora u slučajevima pojave različitih dinamičkih poremećaja predstavlja izazov zbog raznih faktora: tip, intenzitet i mjesto poremećaja u sustavu. U sklopu istraživanja ispitani su razni algoritmi jednocijelne i višeciljne čestične inteligencije sa svrhom pronalaženja optimalnih rješenja i njima odgovarajućih parametara regulatora uzbudnoga sustava obzirom na tip poremećaja u sustavu.

3. Metodologija

Višeciljna optimizacija promjenom parametara AVR i PSS uređaja se vrši kroz traženje **sustava rješenja** (vektor podataka) kombinacijom ispitivanja dviju ciljnih funkcija i *a priori* analizom.



Slika 2: princip rada optimizacije AVR i PSS regulatora višeciljnom optimizacijom

Ciljne funkcije čiji minimum se traži u višeciljnoj optimizaciji:

1. Produkt vremena i zbroja težinskih integralnih pogrešaka brzina vrtnje i napona na generatorima te tokova snaga na spojnim vodovima između područja (pu sustav),
2. Minimum zbroja kvadrata težinskih pokazatelja kvalitete prijelaznog procesa brzina vrtnji generatora (*nadvišenje, podvišenje i vrijeme smirivanja* do stacionarnog stanja).

A priori analiza rješenja višeciljne optimizacije:

- **skalarizacija** međusobnog odnosa dviju ciljnih funkcija f_1 i f_2 :
- svođenje na treću ciljnu funkciju pomoću **težinskih faktora**
- definiranje utjecaja pojedine ciljne funkcije u optimizaciji.

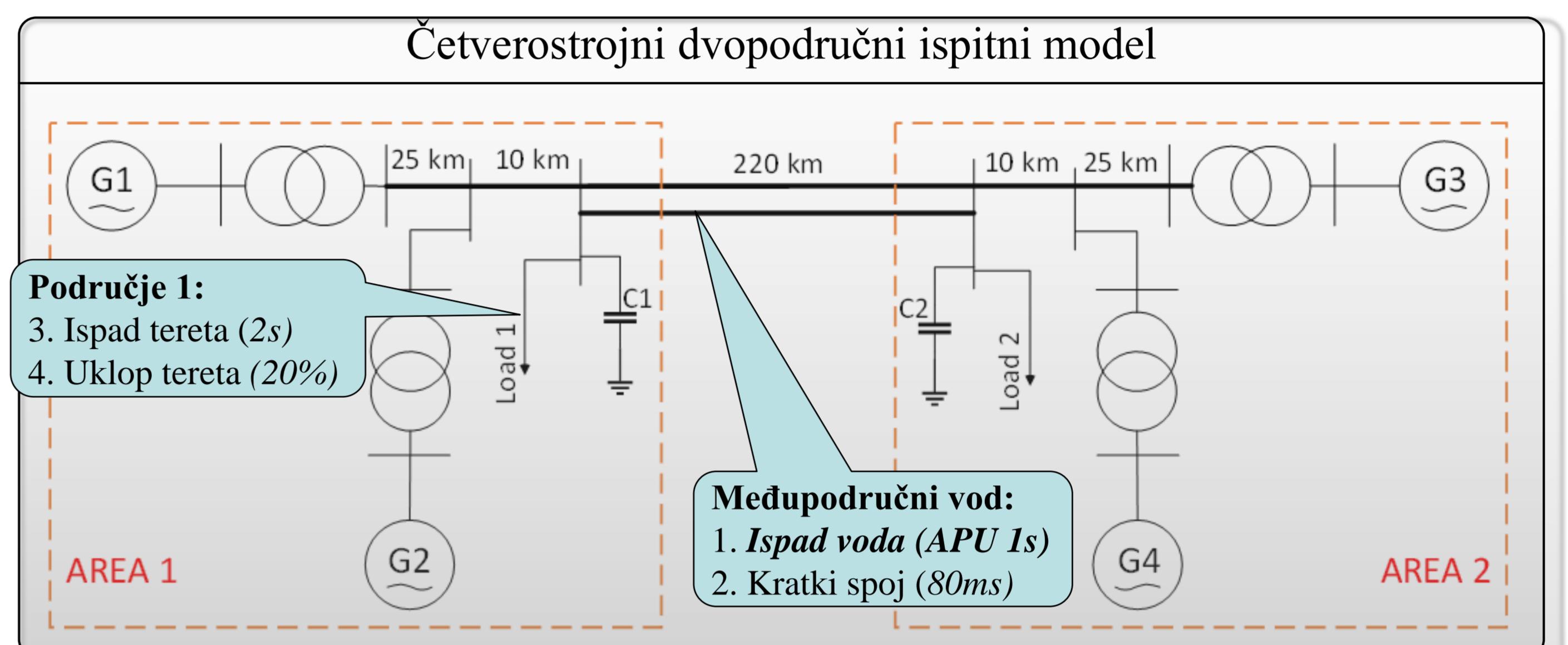
$$f_1(t) = \int_{t=t_1}^{t_2} t \cdot (|\Delta\omega(t)| + 0.005 \cdot |\Delta V_t(t)| + |\Delta P_{tie}(t)|)$$

$$f_2(t) = 4000 \cdot \overline{\omega}(t)^2 + 1000 \cdot \overline{us}(t)^2 + \overline{ts}(t)^2$$

$$F(t) = w_1 \cdot 500 \cdot f_1(t) + w_2 \cdot f_2(t), \quad \begin{cases} w_1 = [0,1] \\ w_2 = 1 - w_1 \end{cases}$$

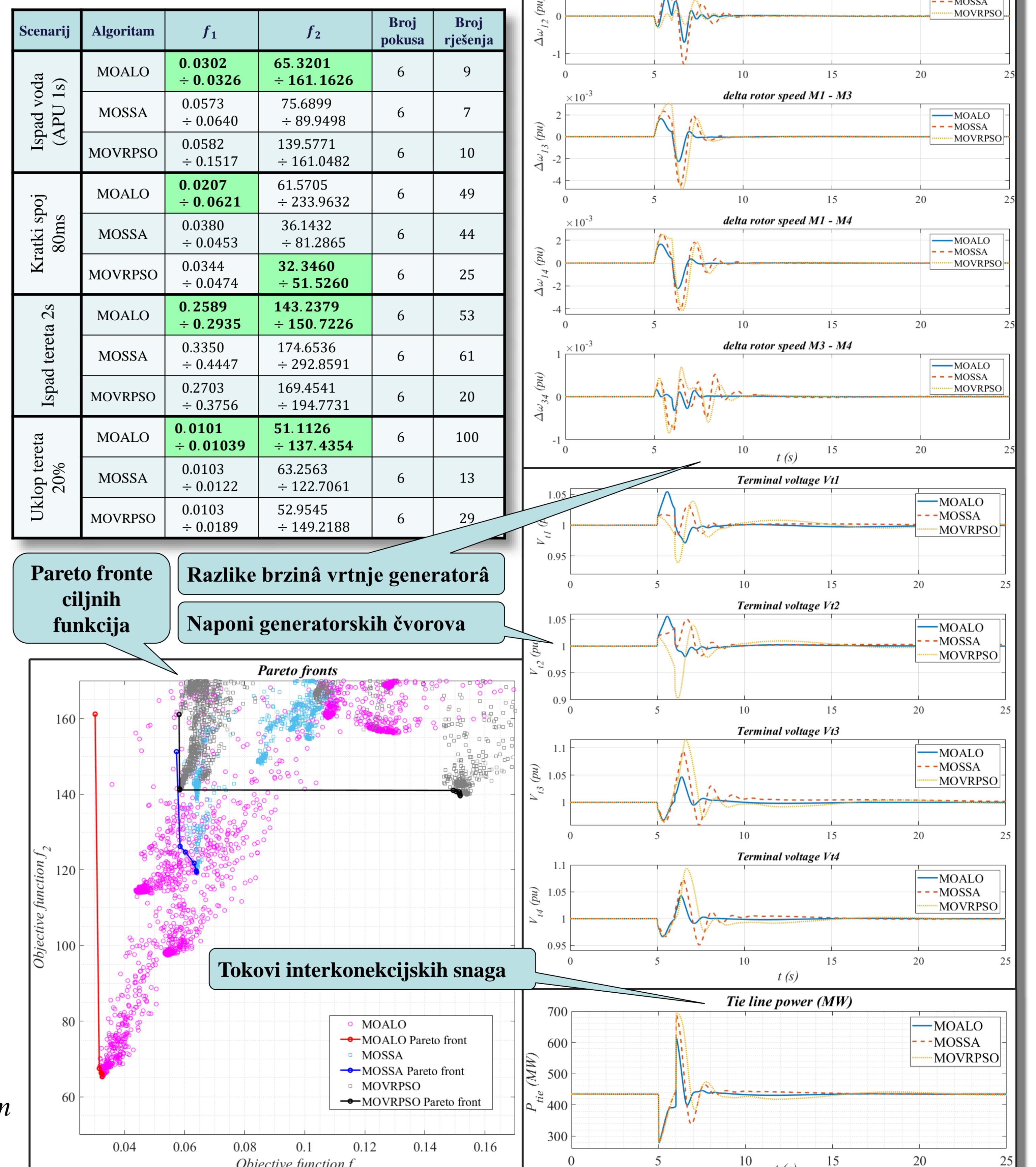
Slika 3: Ispitna skalarizacija dviju ciljnih funkcija u višeciljnoj optimizaciji

4. Rezultati



Slika 3: četverostrojni dvopodručni test model (s lokacijama poremećaja)

Tablica 1: izlazni testni rezultati



Slika 4: izlazni rezultati za slučaj ispada interkonekcijskog voda (prorada APU)

5. Zaključak

Rezultati ispitnog modela višepodručnog EES-a pokazuju efektivnost višeciljne optimizacije u smislu broja i kvalitete rješenja. Prilagođeni **višeciljni ALO algoritam** pokazuje u većini ispitanih pogonskih situacija dominaciju u vidu kvalitete rješenja (globalnog minimuma) uz efektivno izbjegavanje upadanja u lokalne minimume. **Višeciljna optimizacija** se u izvedenim istraživanjima pokazala uspješnom alternativom jednocijelnoj optimizaciji i već postojećim načinima parametrisiranja regulatora uzbudnih sustava generatorâ u elektroenergetskom sustavu.