



tradicija. znanje. odgovornost.

tradition. knowledge. responsibility.

Sustav sekundarne regulacije frekvencije i snage razmjene kao pomoćna usluga sustava u tržišnom okruženju s naglaskom na sigurnost EES-a

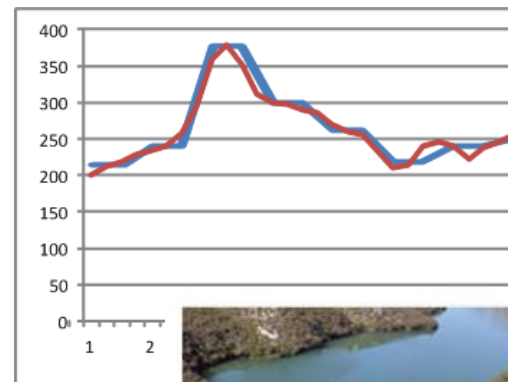
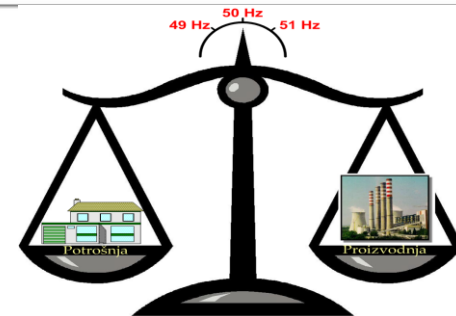
dr. sc. Krešimir Vrdoljak

Končar – Inženjering za energetiku i transport d.d.

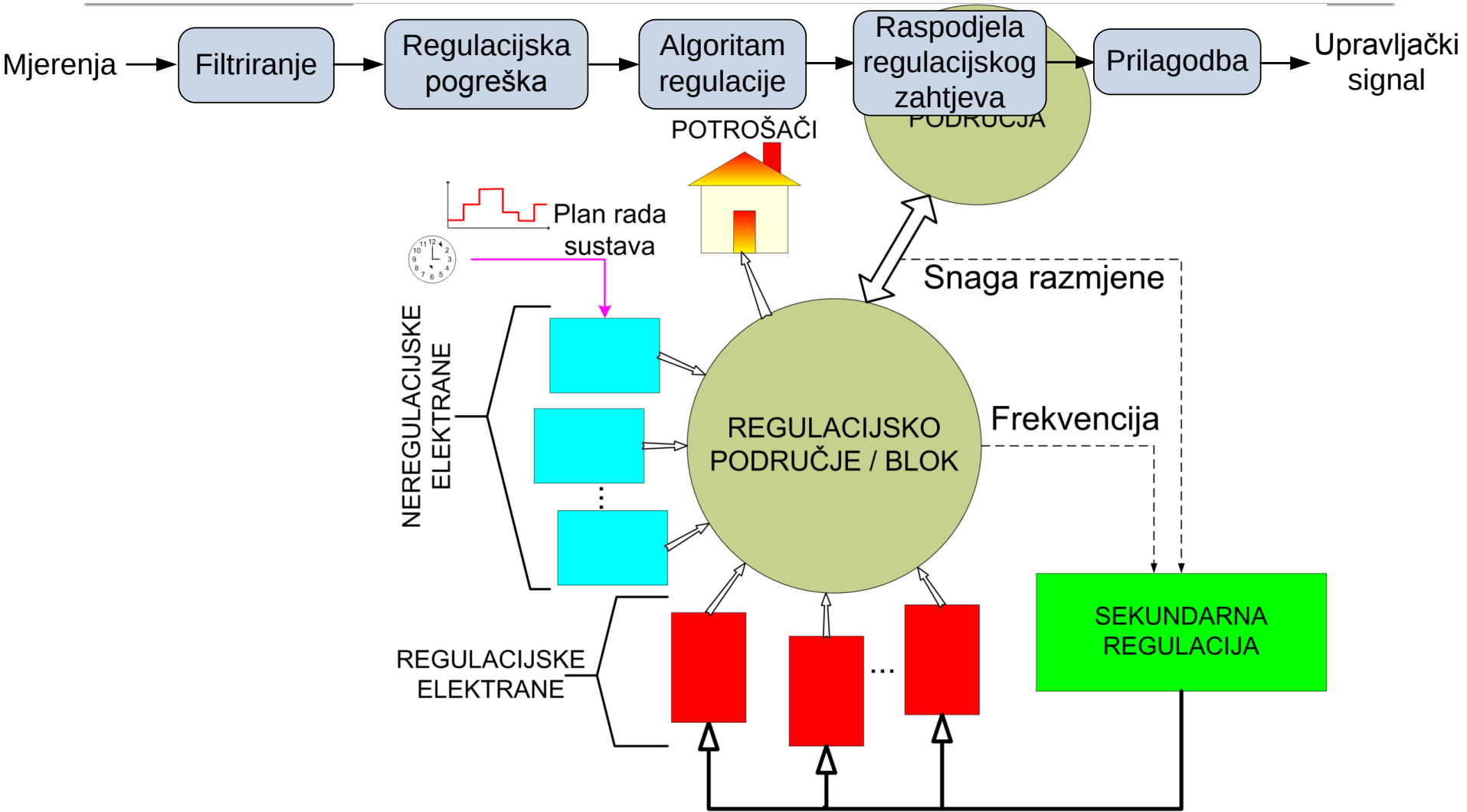
KONČAR

SEKUNDARNA REGULACIJA FREKVENCije I DJELATNE SNAGE RAZMJENE

- eng. Load Frequency Control – **LFC**
- Regulacija frekvencije sustava na nazivnu vrijednost
- Ostvarivanje utvrđenog plana razmjene snaga sa susjednim sustavima u interkonekciji
- Aktivacija rezerve sekundarne regulacije radi oslobađanja rezerve primarne regulacije
- Korekcija sinkronog vremena

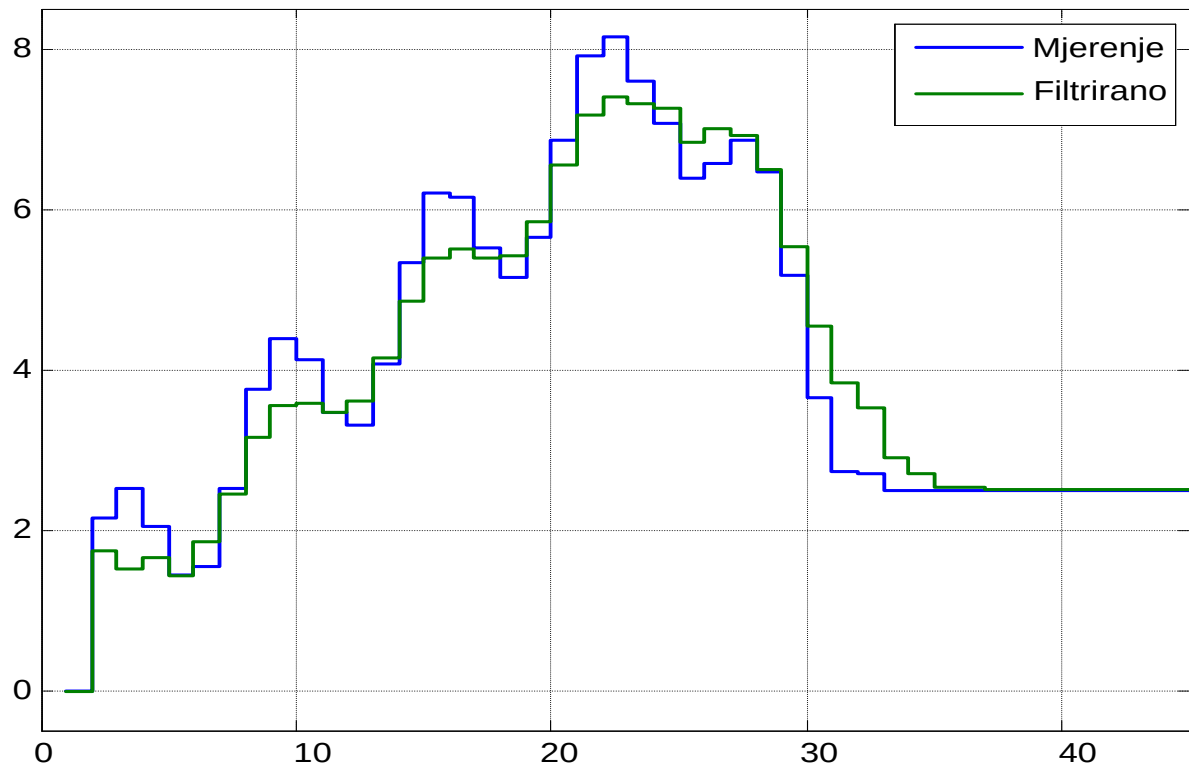
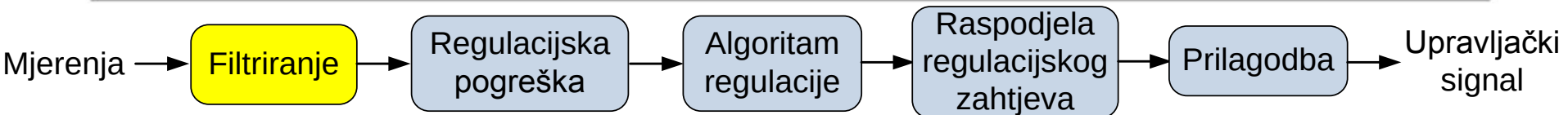


PRINCIP RADA SEKUNDARNE REGULACIJE





PRINCIP RADA SEKUNDARNE REGULACIJE

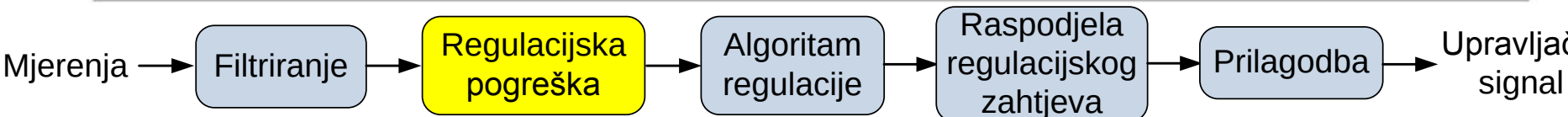


- Eksponencijalni filter:

$$X_{\text{filt}}(k) = \alpha \cdot X_{\text{mj}}(k) + (1 - \alpha) \cdot X_{\text{filt}}(k - 1)$$



PRINCIP RADA SEKUNDARNE REGULACIJE



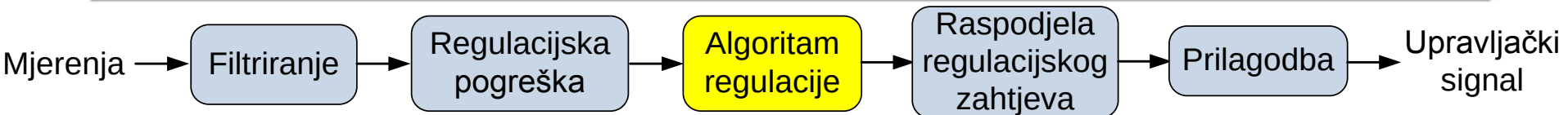
- Regulacijska pogreška područja (eng. Area Control Error – ACE):

Regulacija snage razmjene	$ACE = \Delta P_{\text{raz}}$
Regulacija frekvencije	$ACE = K_B \cdot \Delta f$
Regulacija frekvencije i snage razmjene	$ACE = K_B \cdot \Delta f + \Delta P_{\text{raz}}$
Konstantna snaga proizvodnje	$ACE = \Delta P_{\text{pro}}$

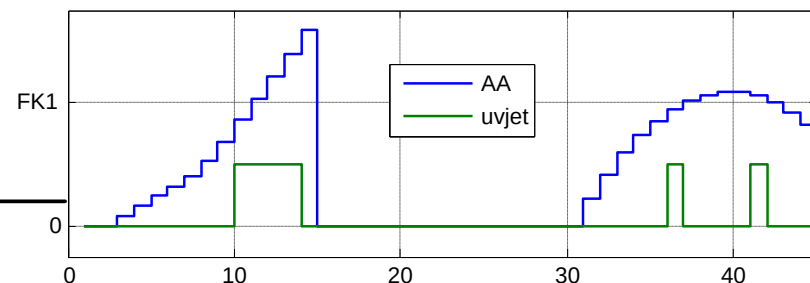
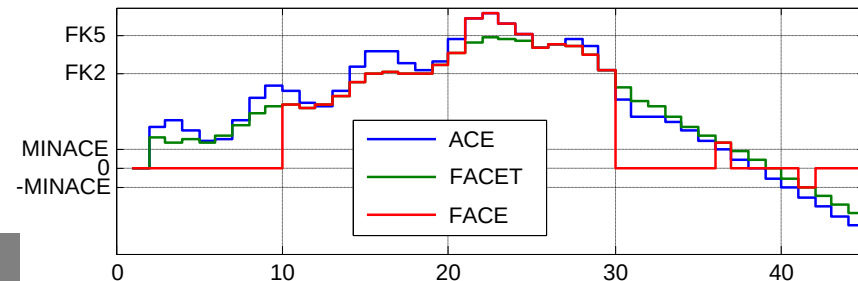
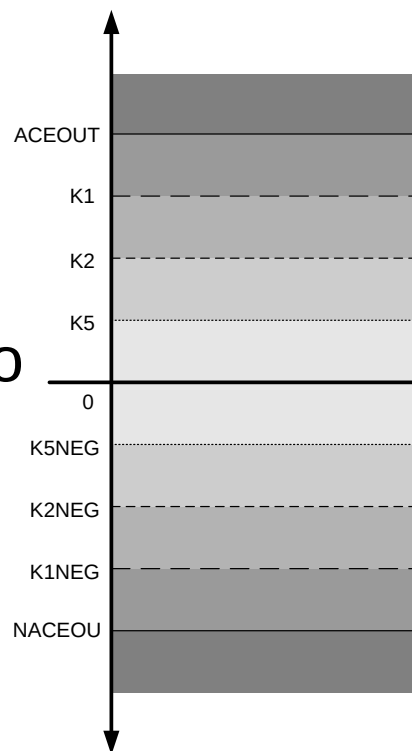
- K_B – regulacijska konstanta područja



PRINCIP RADA SEKUNDARNE REGULACIJE

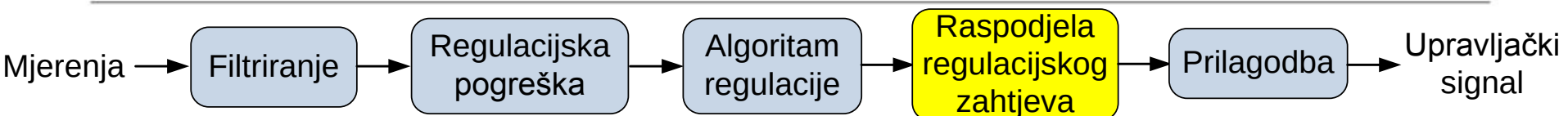


- Modificirani **PI** algoritam
- Algoritam i parametri ovise o iznosu regulacijske pogreške



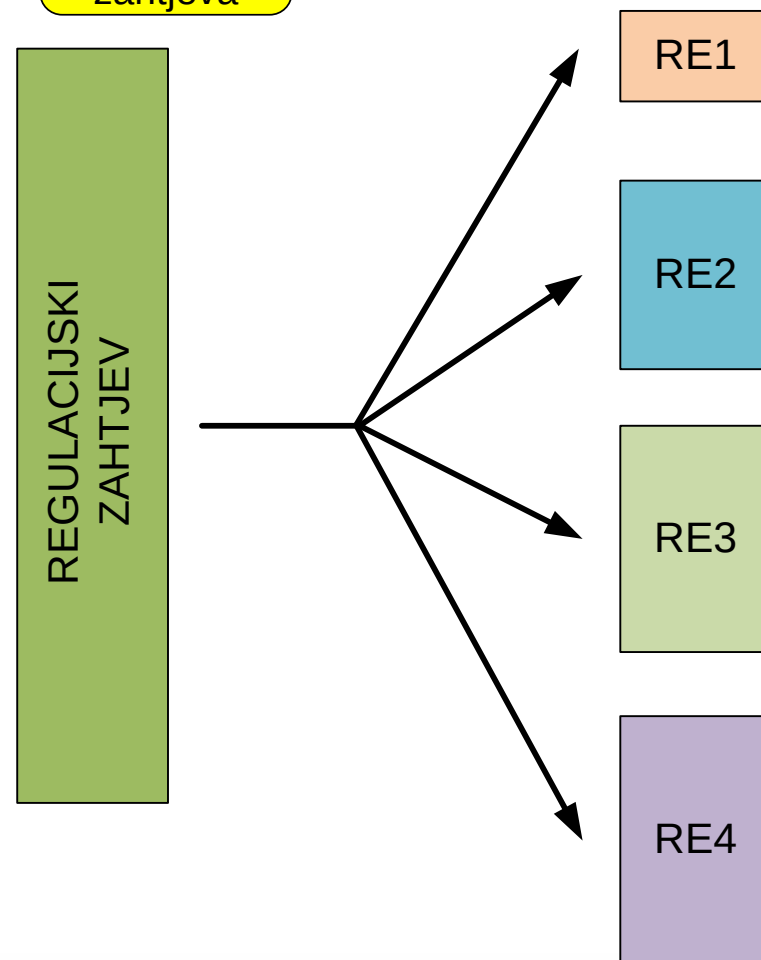
- Zone normalnog iznosa
- Zone dozvoljenog iznosa
- Zone pretjeranog iznosa
- Zone pomoći u nuždi
- Zone pauziranja AGC funkcije

PRINCIP RADA SEKUNDARNE REGULACIJE

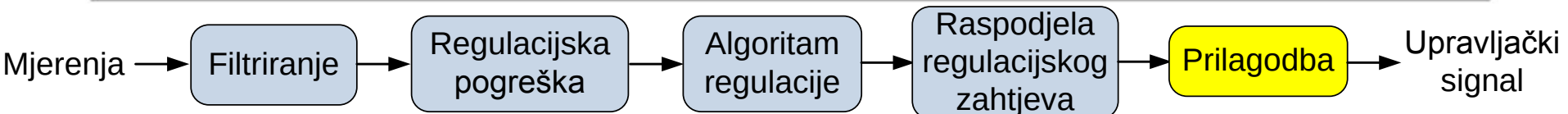


■ Koeficijenti udjela regulacijskih elektrana

- Automatski
 - trenutne snage proizvodnje
 - regulacijski limiti
 - brzine promjene snage
- Ručni



PRINCIP RADA SEKUNDARNE REGULACIJE



■ Ograničenja:

- Logika dozvoljenog upravljanja
- Zabranjene zone
- Ograničenje brzine promjene snage
- Test praćenja upravljačkih signala

■ Konverzija:

- impulsi fiksne širine
- varijabilni impulsi
- postavna vrijednost u MW
- promjena postavne vrijednosti u MW

Željena
proizvodnja

Filtriranje

Mrtva
zona

Ograničenja

Konverzija

Upravljački
signal

REGULACIJSKE ELEKTRANE U HRVATSKOM EES-u

- HE Senj
- HE Vinodol
- HE Zakučac
- HE Orlovac
(u pripremi)

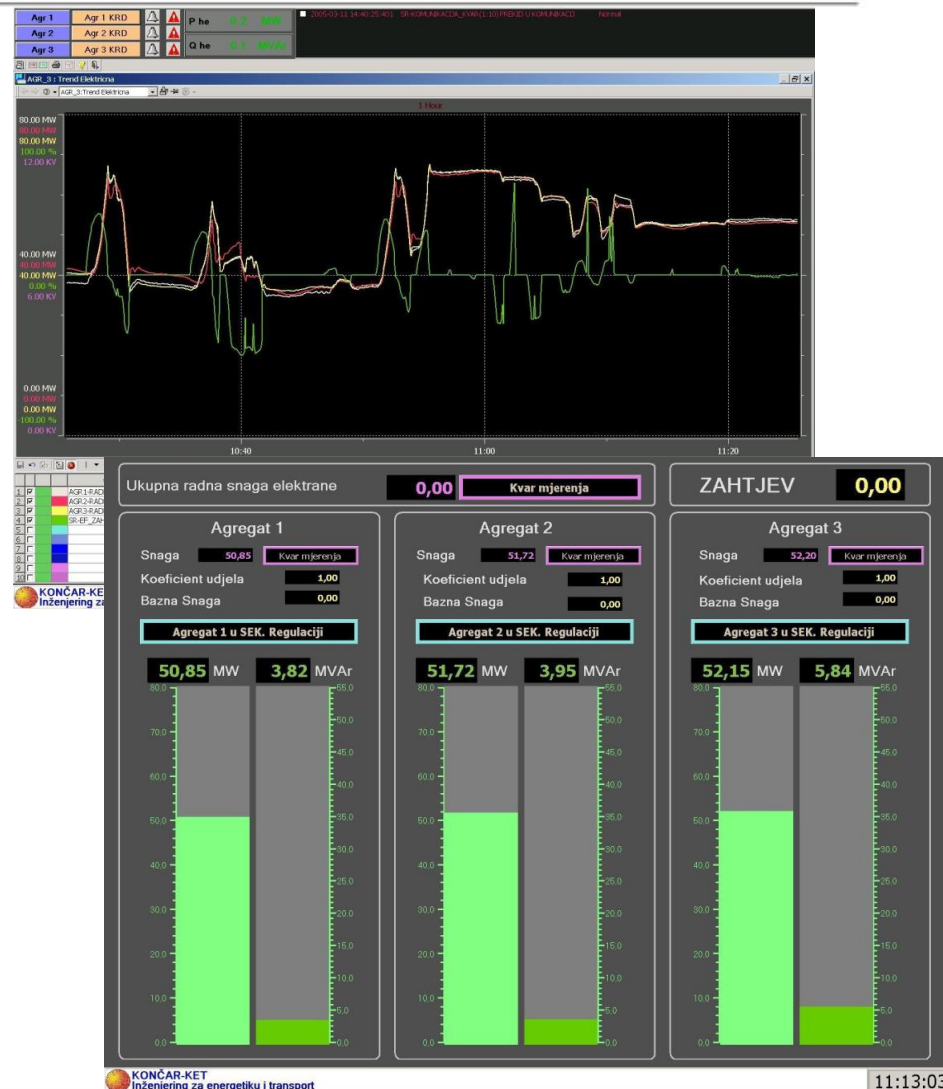


REGULACIJSKA ELEKTRANA

- **Procesna stanica**
nadređenog vođenja i
sekundarne regulacije
 - Prihvat zahtjeva
sekundarne regulacije iz
NDC-a
 - Raspodjela zahtjeva na
agregate

- **Ekranski prikazi:**

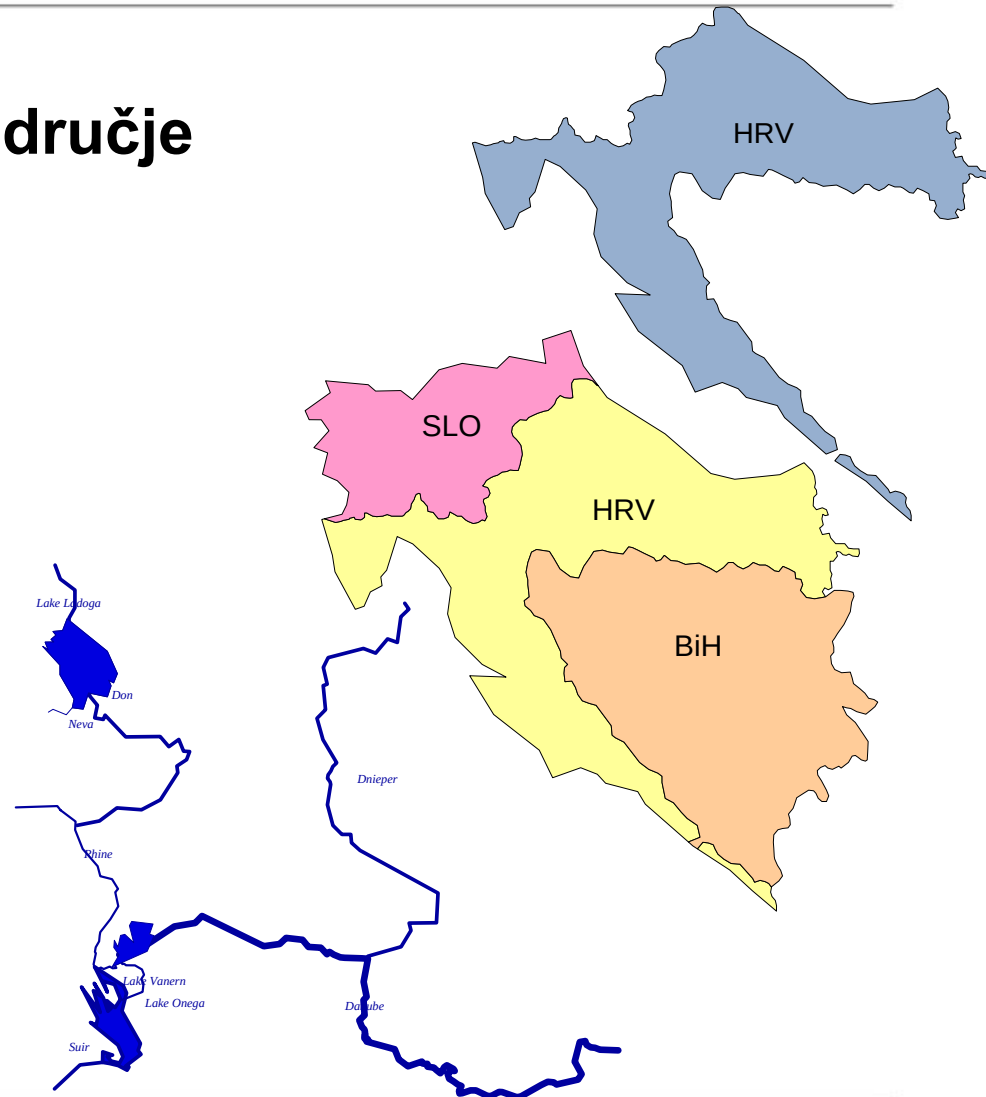
- Agregati
- Kronologija
- Alarmi
- Trendovi





OPSEG SEKUNDARNE REGULACIJE

- Hrvatsko **regulacijsko područje**
(eng. Control Area)
- **Regulacijski blok**
HRV-SLO-BiH
(eng. Control Block)
- **Niža razina LFC-a**
 - slivovi



POVEZANOST S DRUGIM SUSTAVIMA U NDC-u

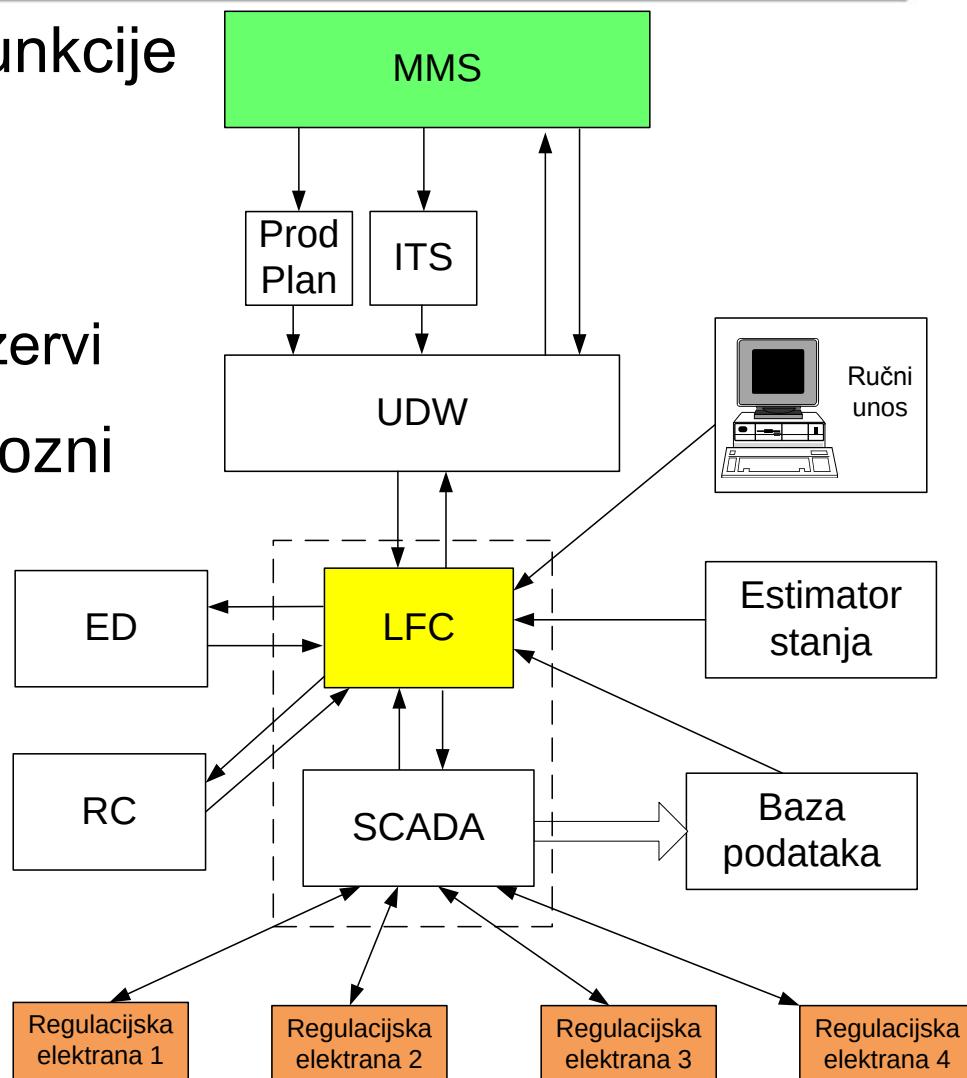
- **MMS** – sustav za tržišne funkcije

- Plan proizvodnje
- Plan razmjene
- Željeni i trenutni iznosi rezervi

- **ProdPlan** – aplikacija za vozni red

- **ITS** – aplikacija za plan razmjene

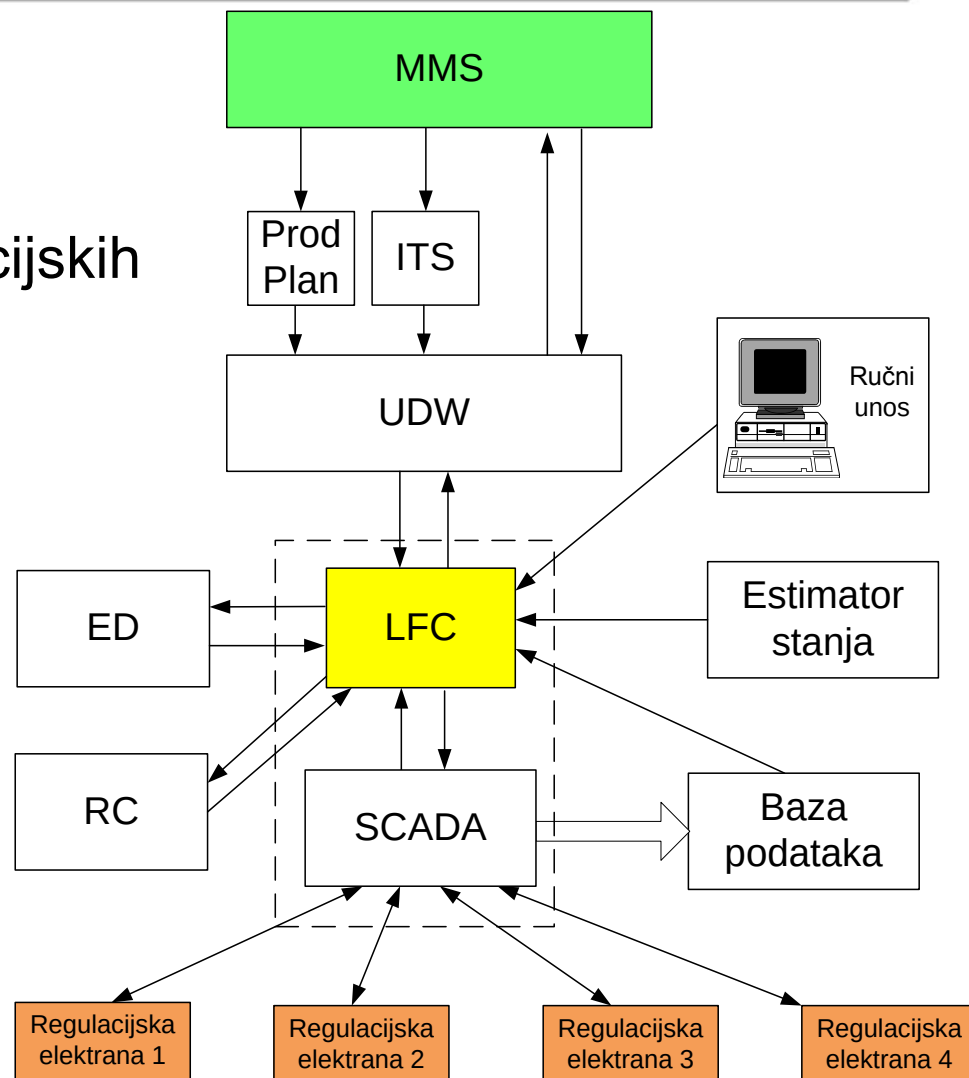
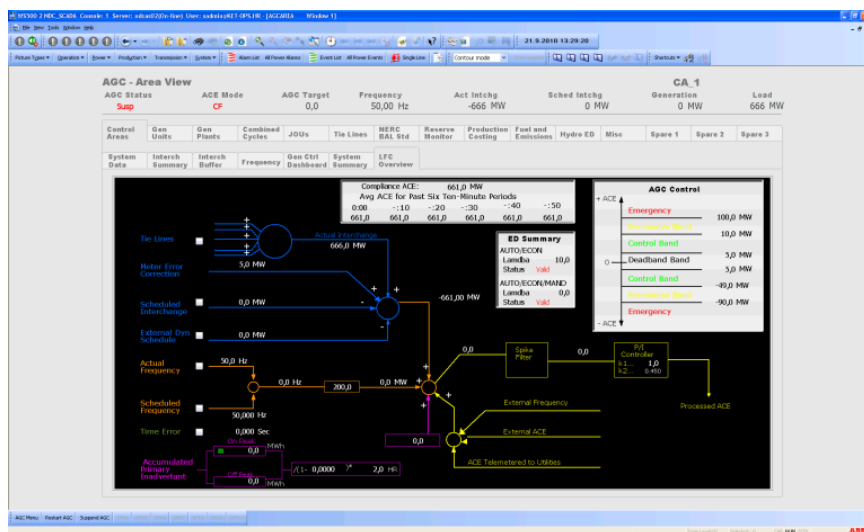
- **UDW** – skladište povijesnih podataka



POVEZANOST S DRUGIM SUSTAVIMA U NDC-u

■ SCADA

- Trenutna mjerenja
- Upravljački signali regulacijskih elektrana



POVEZANOST S DRUGIM SUSTAVIMA U NDC-u

- **ED** – sustav za ekonomičnu raspodjelu
 - Ekonomične bazne snage
 - Sekundarna i tercijarna rezerva

AGC - Production Costing

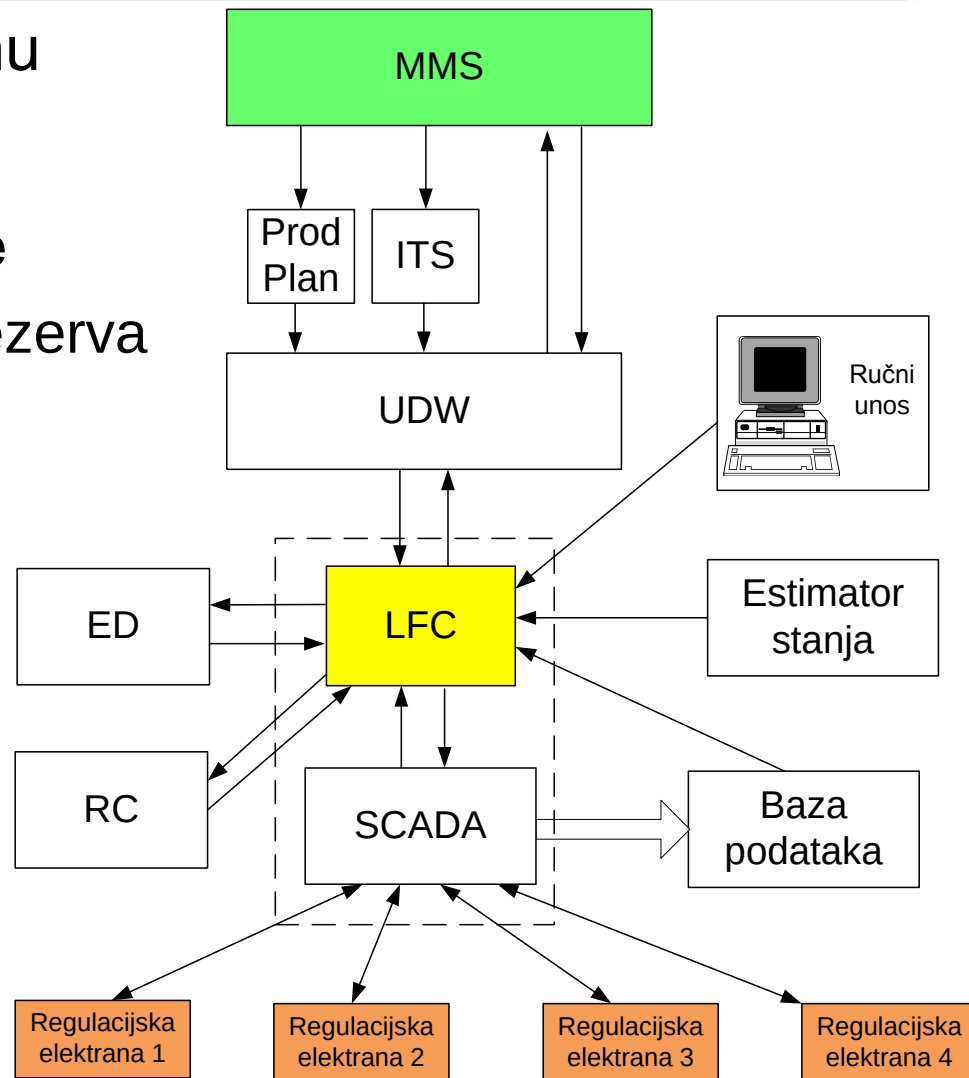
AGC Status: Sup AGC Mode: CF AGE: 0.0 Frequency: 50.00 Hz Act Intch: -666 MW Sched Intch: 0 MW CA 1 Generation: 0 MW Load: 666 MW

ED: Generating Unit Basepoint and Incr Cost for Sets 1,2,3

R-T ED Last Execution: Production Cost Incremental Cost (Auto+Econ) Incremental Cost (Auto+Econ+Mand)

ruj/21/10 13:45:01 0.0 \$/hr 10.00 0.0

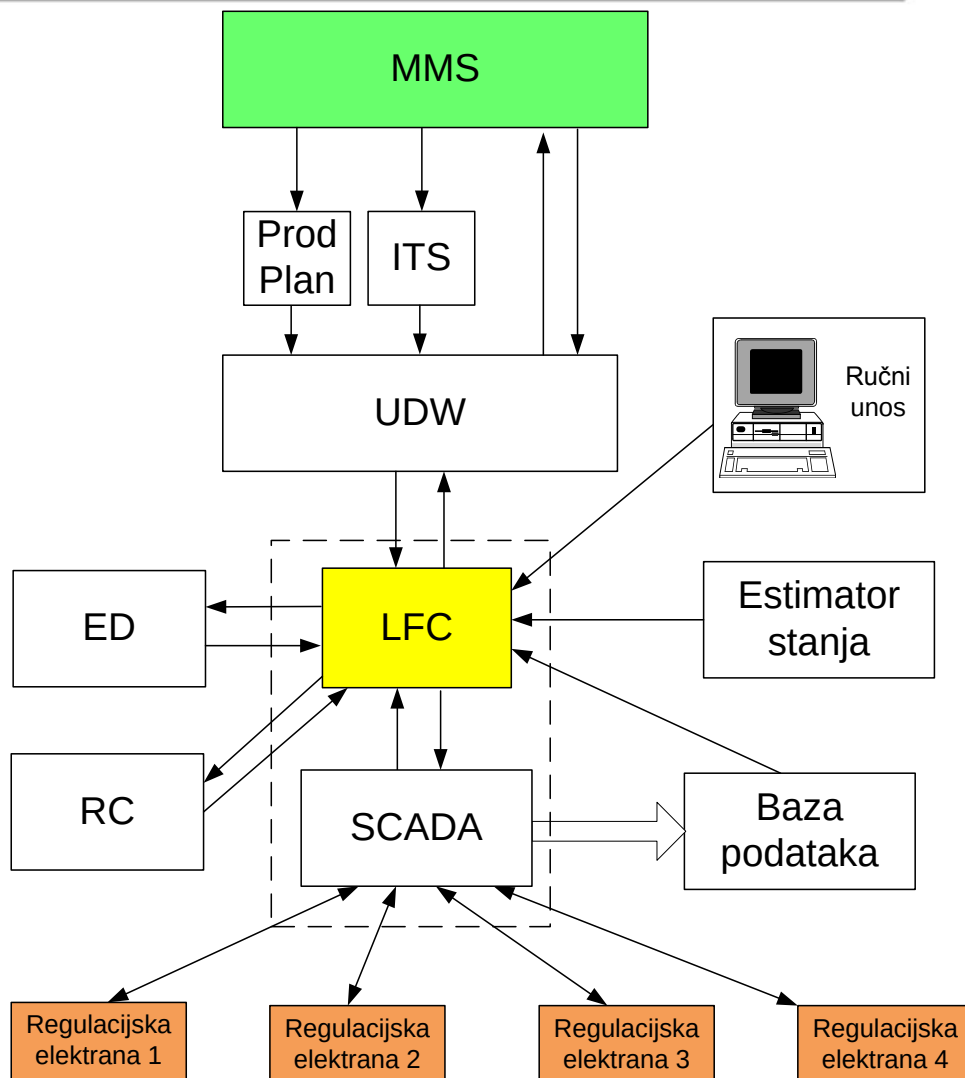
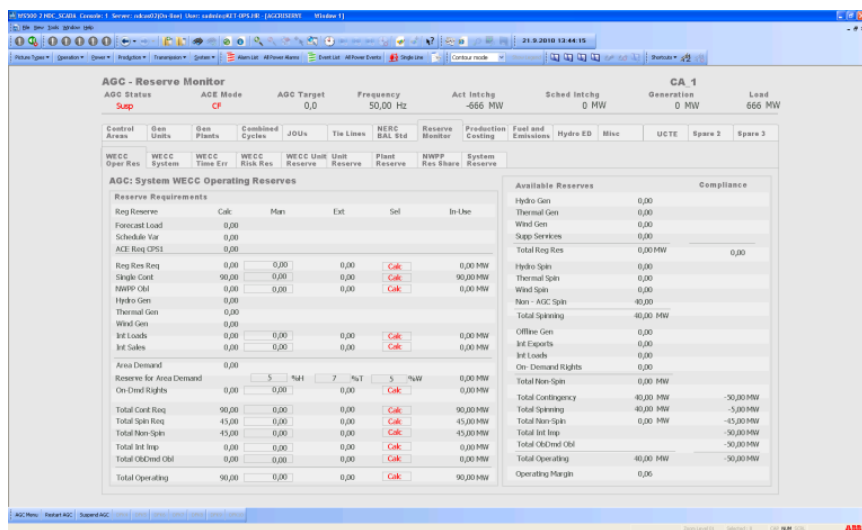
Generating Unit	Unit Ctrl Mode	Actual	(Auto Econ) Base Point (MW)	(Auto Econ) Incr Cost (\$/MWh)	(Auto Econ Mand) Base Point (MW)	(Auto Econ Mand) Incr Cost (\$/MWh)	(On-Line) Base Point (MW)
HEDU UNAGC_	Avail	34.9	30.4	0.00	0.0	0.00	0.00
HEDU UNAGC_	Avail	0.0	30.4	0.00	0.0	0.00	0.00
HECAK UNAGC_	Avail	0.0	31.2	0.00	0.0	0.00	0.00
HECAK UNAGC_	Avail	0.0	31.2	0.00	0.0	0.00	0.00
HEVAR UNAGC_	Avail	0.0	37.6	0.00	0.0	0.00	0.00
HEVAR UNAGC_	Manual	0.0	37.6	0.00	0.0	0.00	0.00



POVEZANOST S DRUGIM SUSTAVIMA U NDC-u

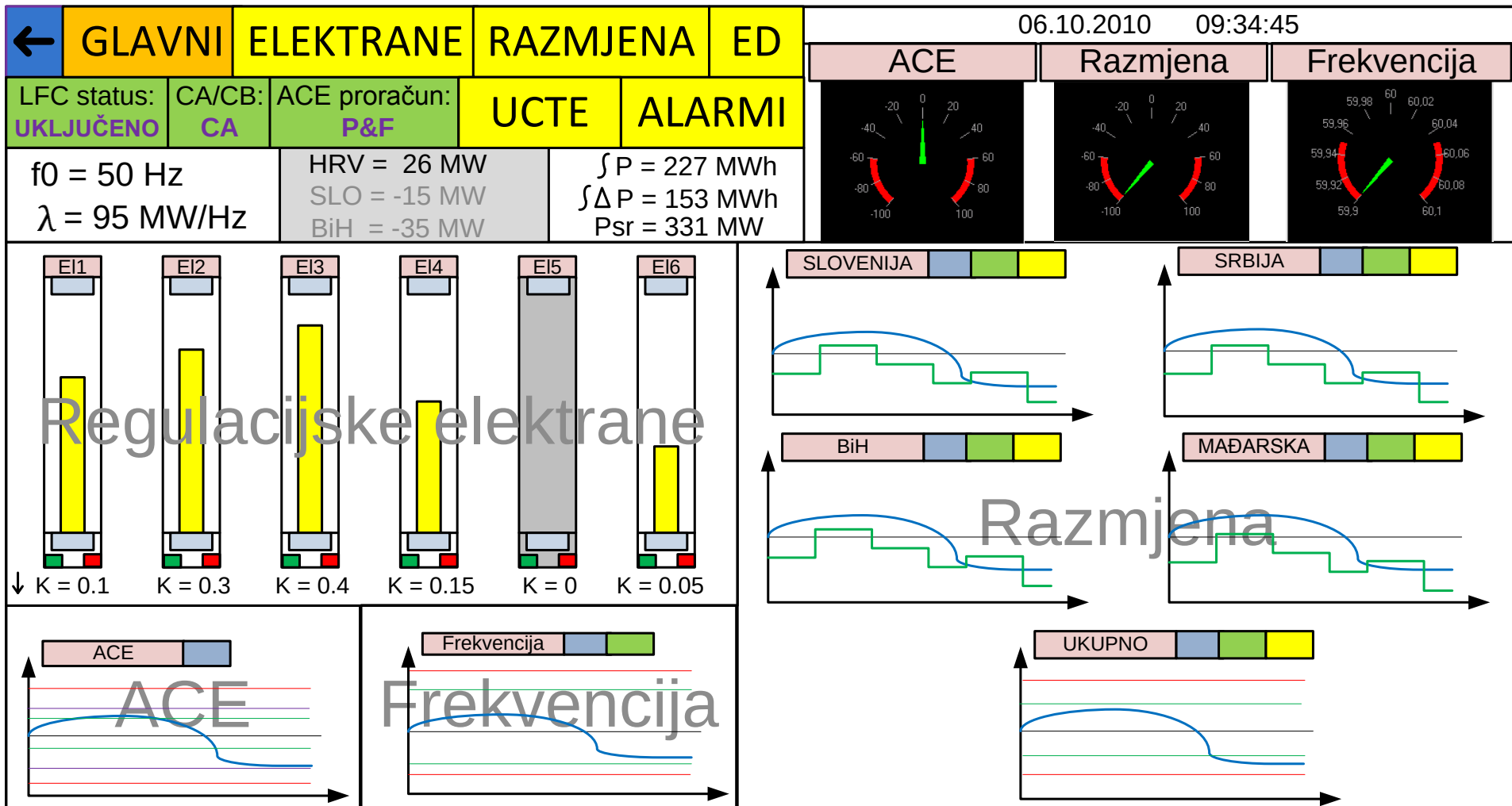
■ RC – sustav za proračun rezervi

- Regulacijska
- Rotirajuća
- Pogonska





GLAVNI EKRANSKI PRIKAZ





OSTALI EKRAANSKI PRIKAZI

- Elektrane
- Razmjena
- Frekvencija
- Ekonomična raspodjela
- UCTE
- Alarmi

HRV-MAĐ

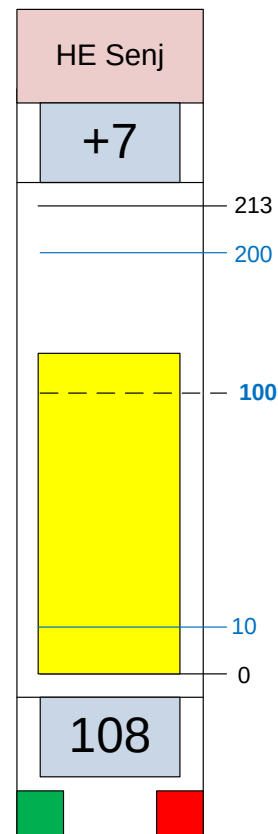
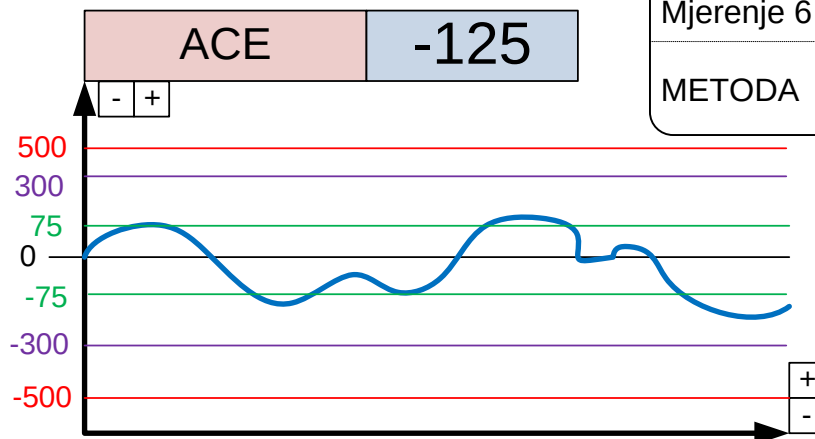
Ernestinovo – Pecs 1		MJER1	-48	-45	-50
Ernestinovo – Pecs 2		RČN	-53	-55	-53
Žerjavinec – Heviz 1		MJER2	X	-35.5	X
Žerjavinec – Heviz 2		MJER1	-28	-27.3	-28.2
D. Miholjac – Šikloš			10	11	X
Nedeljanec – Lenti		RČN	12	12	13.8
			SVI	SVI	SVI

TS Žerjavinec		1
TS Tumbri		3
TS Melina		5
Mjerenje 4		2
Mjerenje 5		6
Mjerenje 6		4

METODA

15-min odstupanje

σ
n



↑ K = 0.3
↓ K = 0.4



tradicija. znanje. odgovornost.

tradition. knowledge. responsibility.

HVALA NA PAŽNJI

KONČAR