

OKRUGLI STOL:
OVOVREMENI IZAZOVI U ENERGETICI



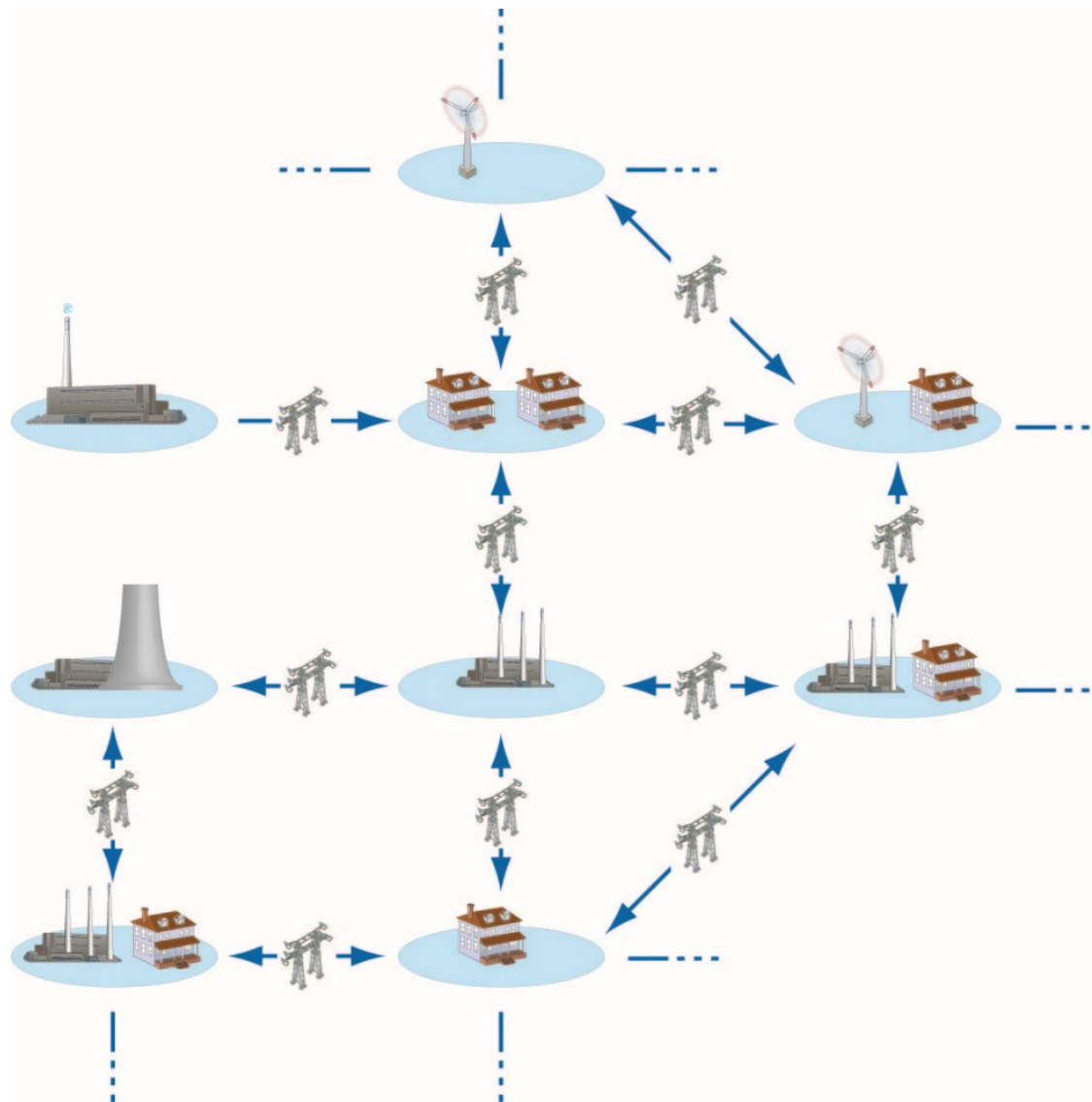
Spremnici energije u elektroenergetskom sustavu

Hrvoje Pandžić

24. travnja 2017.

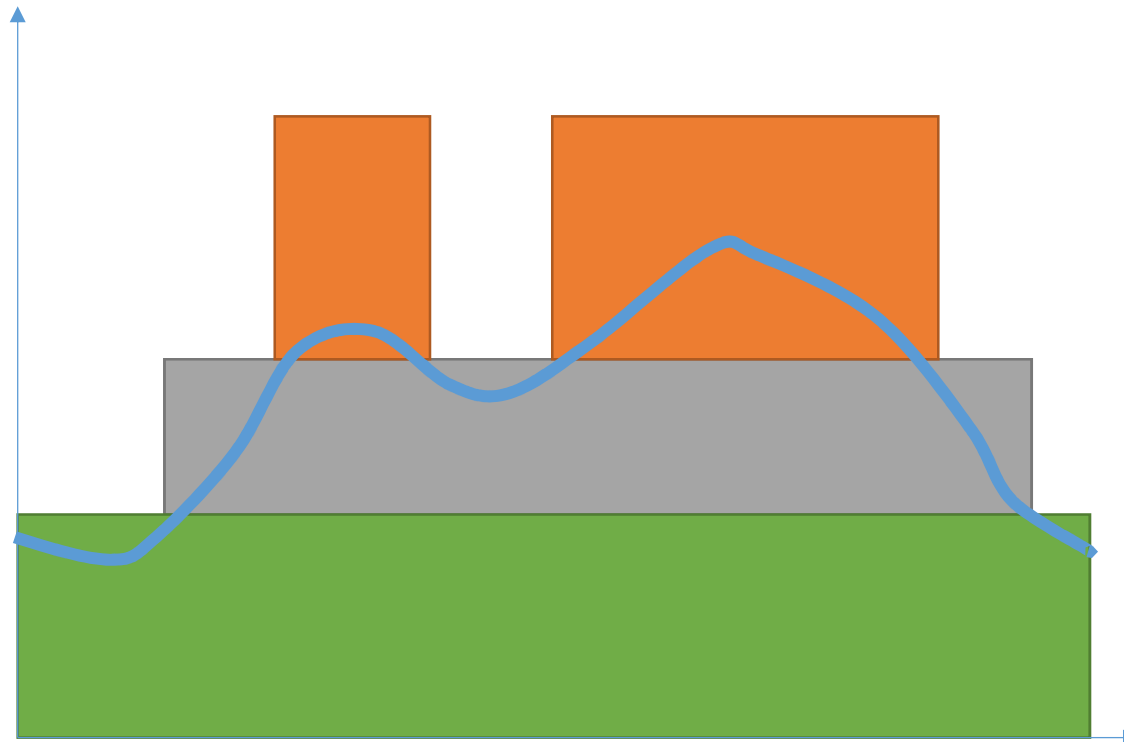
Elektroenergetski sustav

- Frekvencija 50 Hz
- Produkcija slijedi potrošnju
- Generatori pružaju rezervu
- Povećana cijena rezerve uslijed nesigurnosti proizvodnje iz OIE



Elektroenergetski sustav

- Dnevni dijagram opterećenja

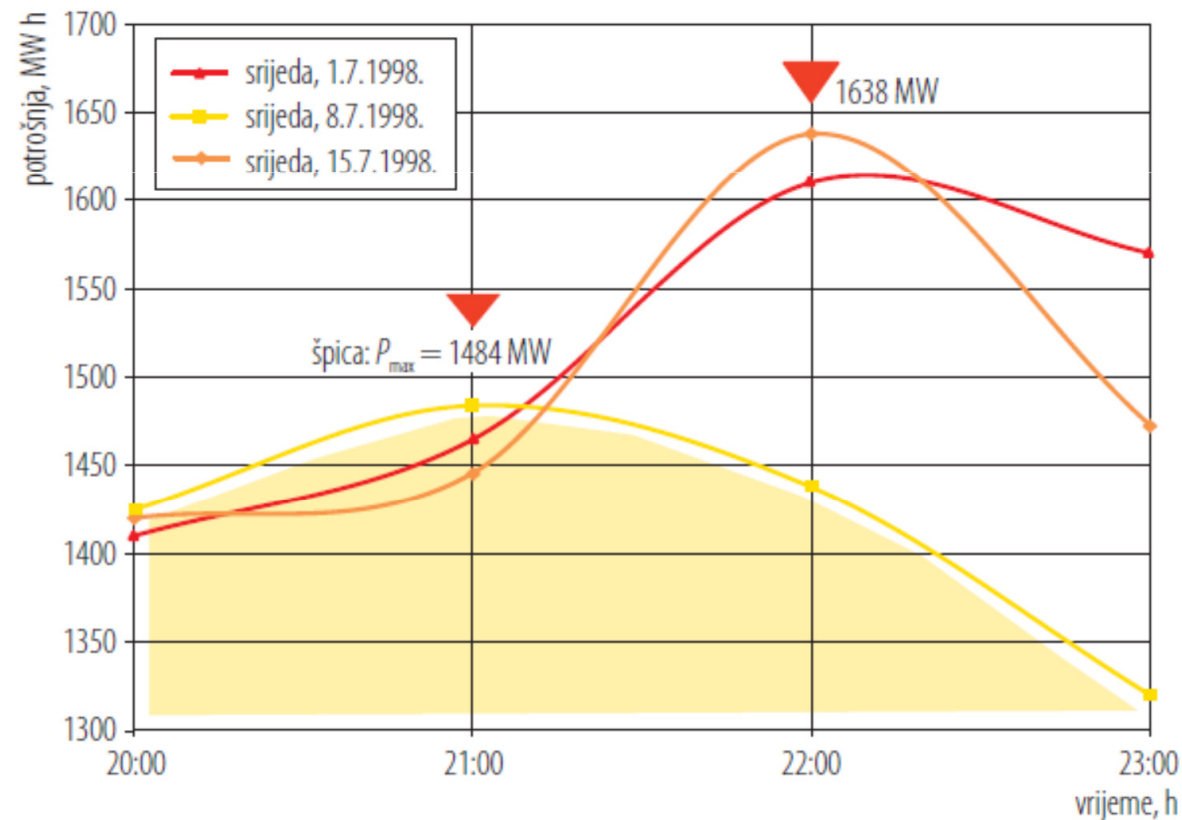


Predviđanje potrošnje

- Na temelju povijesnih podataka
- Relativno jednostavan zadatak
- Pogreške unutar 5%
- Najveći utjecaj ima temperatura (klima uređaji, grijanje)
- Utjecaj i nekih specifičnih događaja

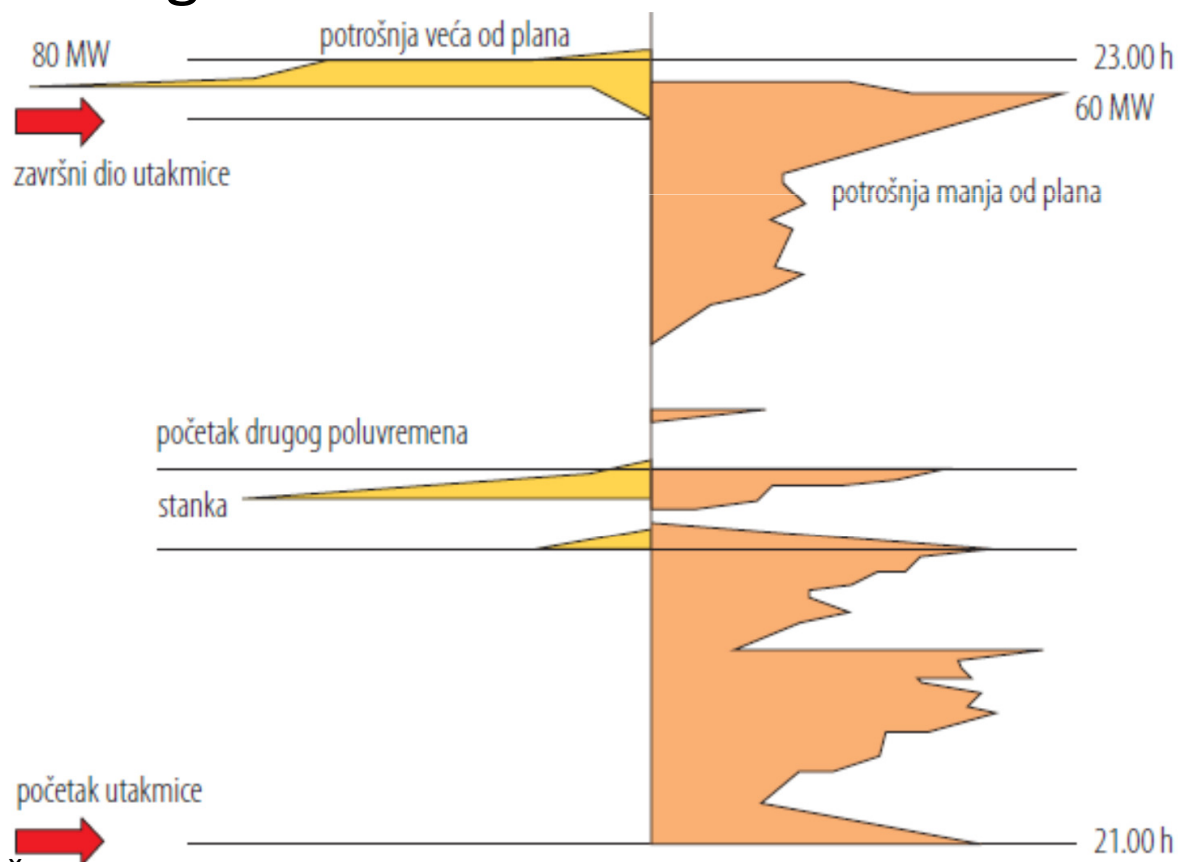
Predviđanje potrošnje

- Polufinalni susret SP '98: Francuska - Hrvatska, srijeda 8. srpnja 1998. godine

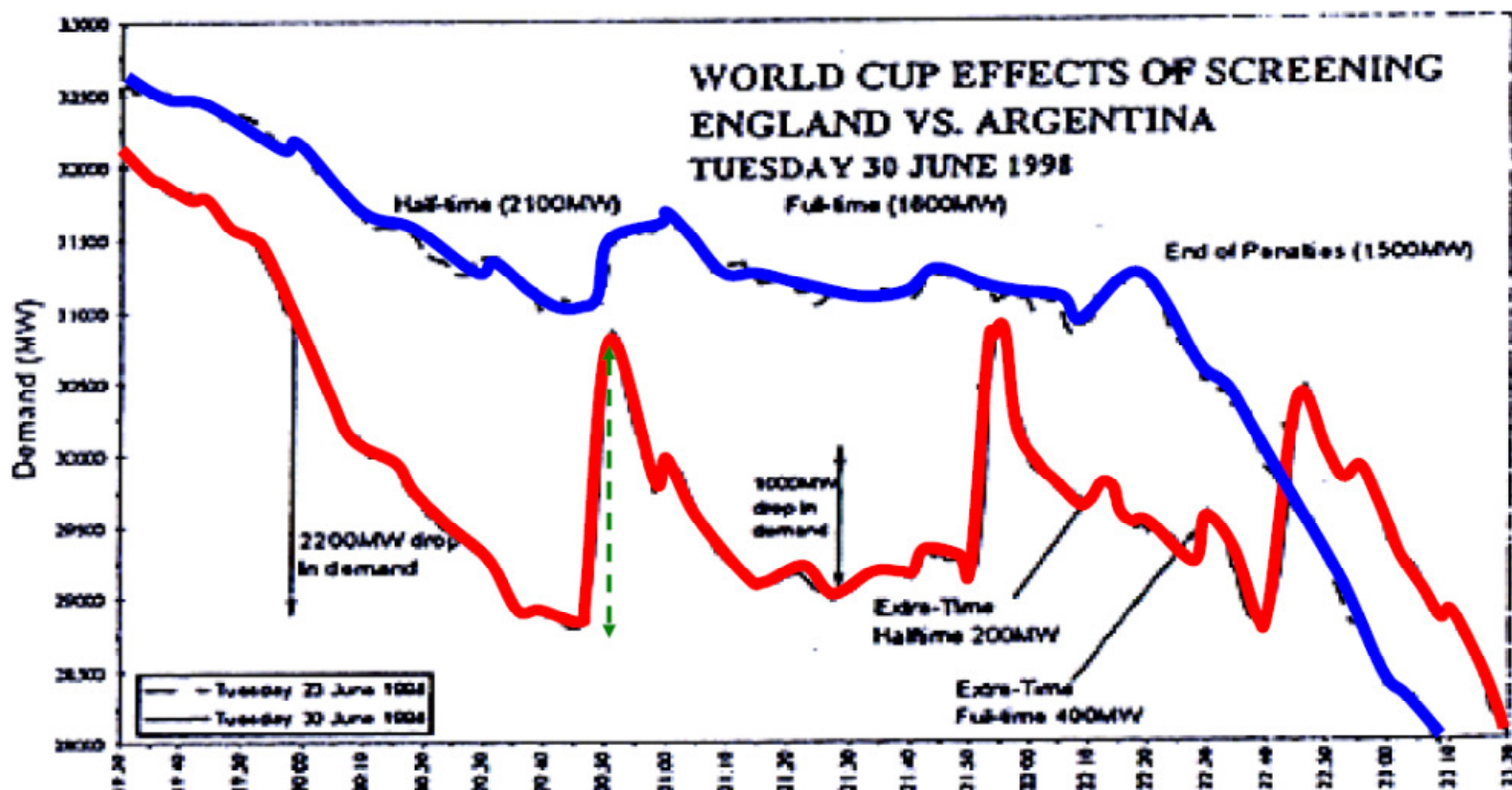


Predviđanje potrošnje

- Polufinalni susret SP '98: Francuska - Hrvatska, srijeda 8. srpnja 1998. godine



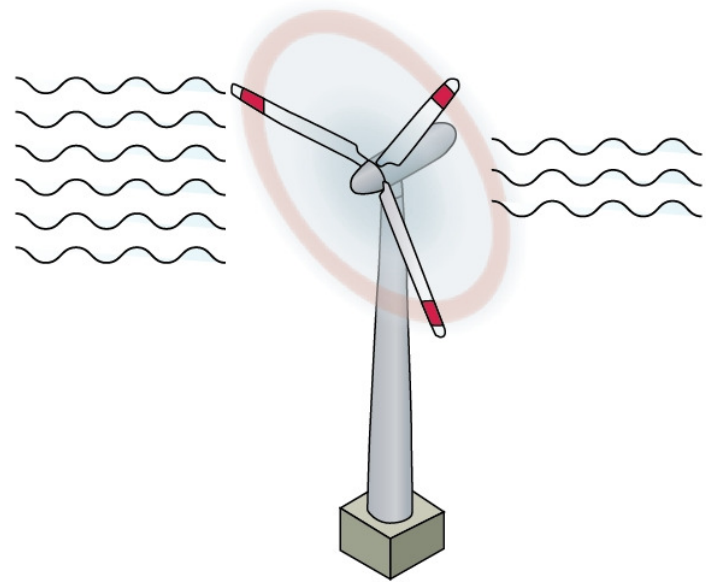
Predviđanje potrošnje



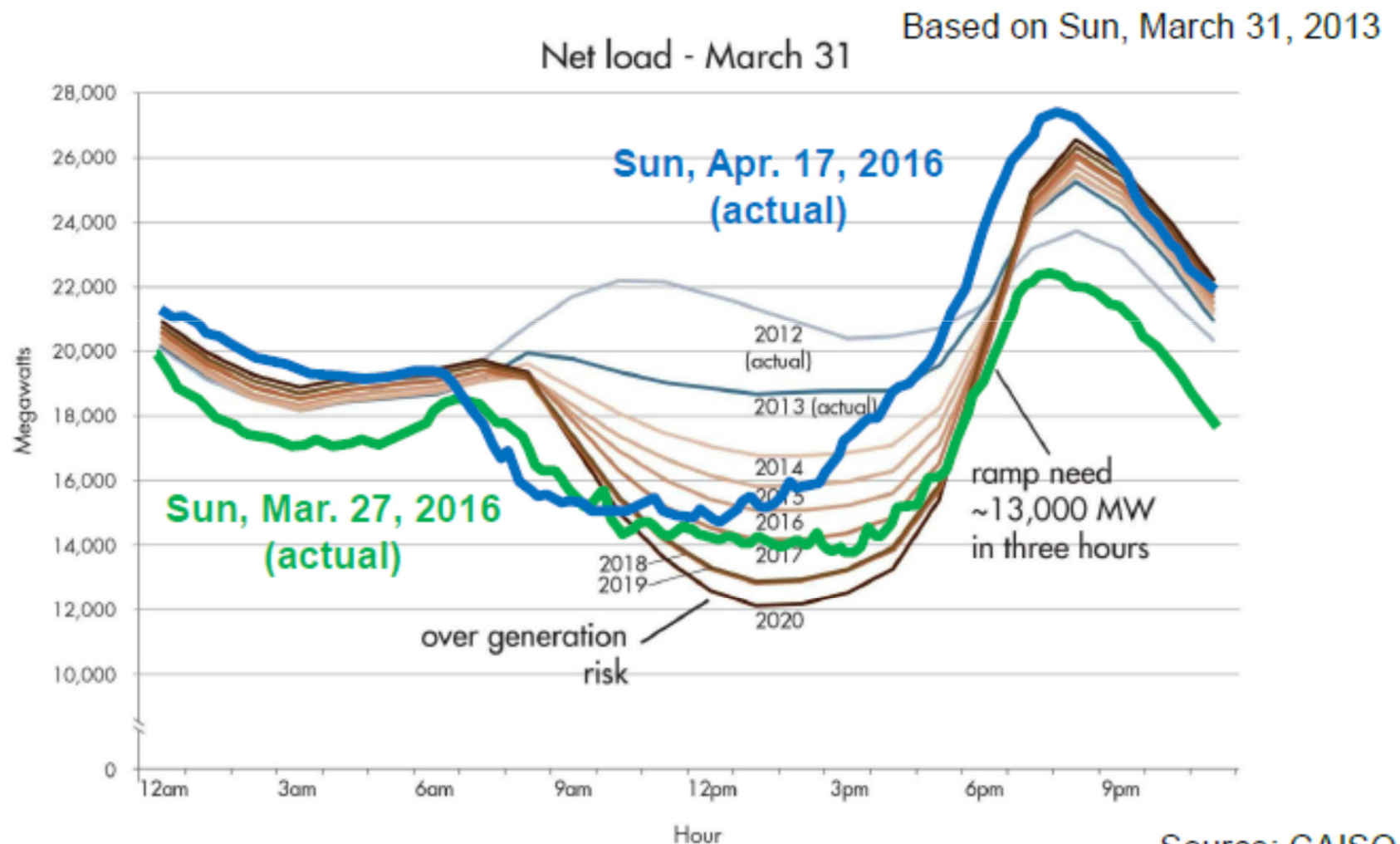
Ilustracija 5 : Detalj originalnog zapisa NG (Engleska) potrošnje električne energije za vrijeme nogometne utakmice Engleska-Argentina 30.06.1998. godine u vremenu 19:10 do 23:30. Rezolucija vremenske ose je 10 minuta. Plavi grafikon prikazuje potrošnju srijeda 23.06.1998. godine crvenom bojom grafikon potrošnje srijeda 30.06.1998. godine sedam dana kasnije.

Obnovljivi izvori energije

- Najpopularniji OIE je vjetar
- Kroz nekoliko godina očekujemo 744 MW
- Trenutno u pogonu 421 MW
- Problematične lokacije
- Faktor proizvodnje oko 25%



Solar u Kaliforniji



Source: CAISO

Potencijalna rješenja

Tehnologija	Zagušenje	Proizvodni kapacitet	Pružanje rezerve	Pružanje fleksibilnosti
FACTS uređaji	+	-	-	-
Plinske elektrane	-	+	+	+
Rekonfiguracija mreže	+	-	-	-
Spremnici energije	+	+	+	+

Spremnici u elektroenergetskoj mreži

- Dobrobiti:
 - izravnavanje krivulje opterećenja
 - pomoćne usluge (primarna i sekundarna regulacija te naponska stabilnost)
 - smanjenje zagušenja
 - veća iskoristivost energije vjetra i Sunca
 - jeftiniji pogon sustava (manje goriva, manje cikliranje elektrana, ...)
 - prijelaz s preventivne na korektivnu n-1 sigurnost pogona

Spremnici energije u svijetu

- Pohranjena / isporučena električna energija:
 - SAD 2.5%
 - Europa 10%
 - Japan 15%

Inicijative

- California

		2014	2016	2018	2020	Ukupno
SCE i PG&E	Prijenos	50	65	85	110	310
	Distribucija	30	40	50	65	185
	Potrošači	10	15	25	35	85
	Ukupno	80	120	160	210	580
SDG&E	Prijenos	10	15	22	33	80
	Distribucija	7	10	15	23	55
	Potrošači	3	5	8	14	30
	Ukupno	20	30	45	70	165
	ZBROJ	200	270	365	490	1,325

Demo projekti

- 27 MW tijekom 15 min NiCd – Fairbanks, AL (2003)
- 20 MW tijekom 15 min zamašnjak – Stephentown, NY (2011)
- 32 MW tijekom 15 min Li-Ion – Laurel Mountain, WV (2011)
- 36 MW tijekom 40 min Lead Acid – Notrees, TX (2012)
- 8 MW tijekom 4 h Li-Ion – Tehachapi, CA (2014)
- 25 MW tijekom 3 h Flow bat. – Modesto, CA (2014)
- 5 MW tijekom 1 h Li-Ion – Schwering, Njemačka (2014)

Projekt integracije spremnika u Italiji

Power Intensive

- Mission: increase safety of grid
- Total Power: **≈ 40 MW**
- Solutions: Li-Ion, Zebra, Flow, Supercaps
- Number of sites: **2**
- Investment Size: 93 €mln;

PHASE I: 16 MW Storage Lab

Site 1 Codrongianos

- Total Power: **≈ 9,15 MW**
- Status: operational **≈ 5,4 MW**
in commissioning **≈ 2,1 MW**
under construction **≈ 0,4 MW**
procurement initiated **≈ 1,25 MW**

Site 2 Ciminna

- Total Power: **≈ 6,8 MW**
- Status: operational **≈ 5,1 MW**
under construction **≈ 0,45 MW**
tender to be submitted **≈ 1,25 MW**

PHASE II: 24 MW

Casuzze and Codrongianos: *to be initiated*

Energy Intensive

- Mission : reduce grid congestions
- Total Power: **≈35 MW**
- Solution: NaS Sodium Sulfur
- Number of sites: **3**
- Investment Size: 160 €mln;

Site 1: Ginestra

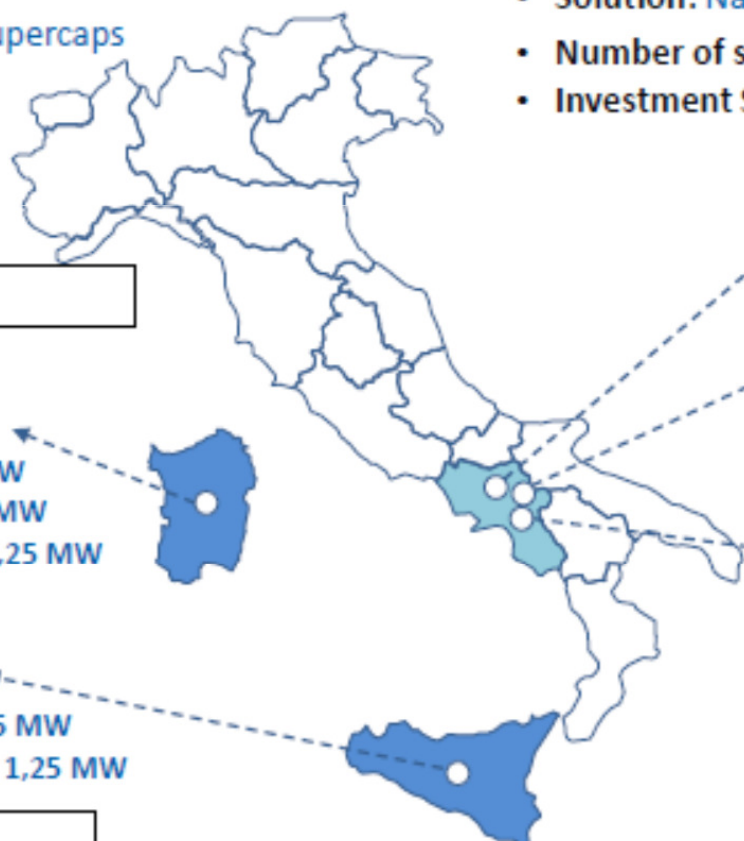
- Total Capacity: **≈ 12 MW**
- Status: operational

Site 2 Flumeri

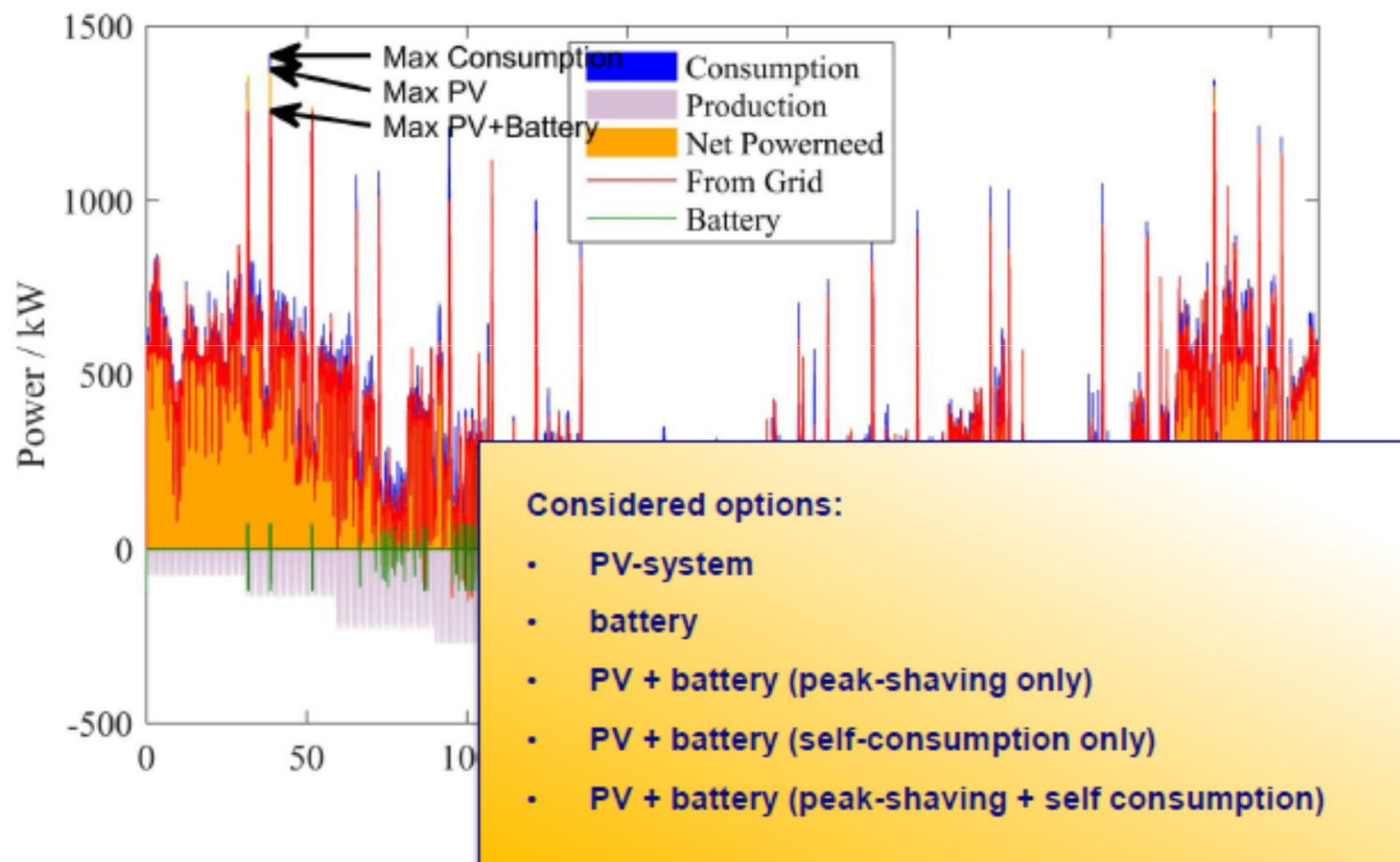
- Total Capacity: **≈ 12 MW**
- Status: operational

Site 3 Scampitella

- Total Capacity: **≈ 10.8 MW**
- Status: operational

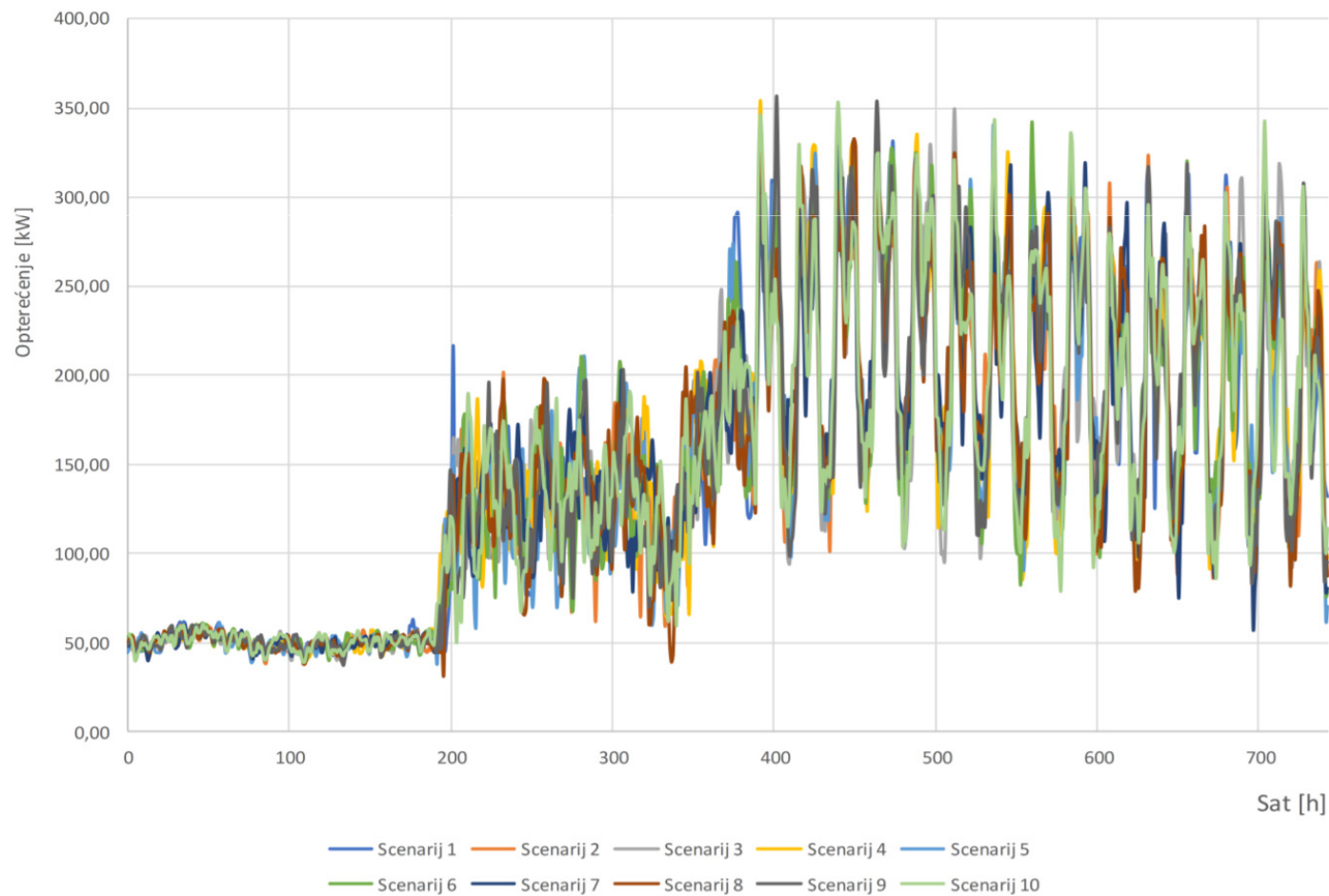


Smanjenje računa za električnu energiju



Smanjenje računa za električnu energiju

- Primjer hotela u Hrvatskoj



Smanjenje računa za električnu energiju

- Rezultati optimizacije stohastičkog modela

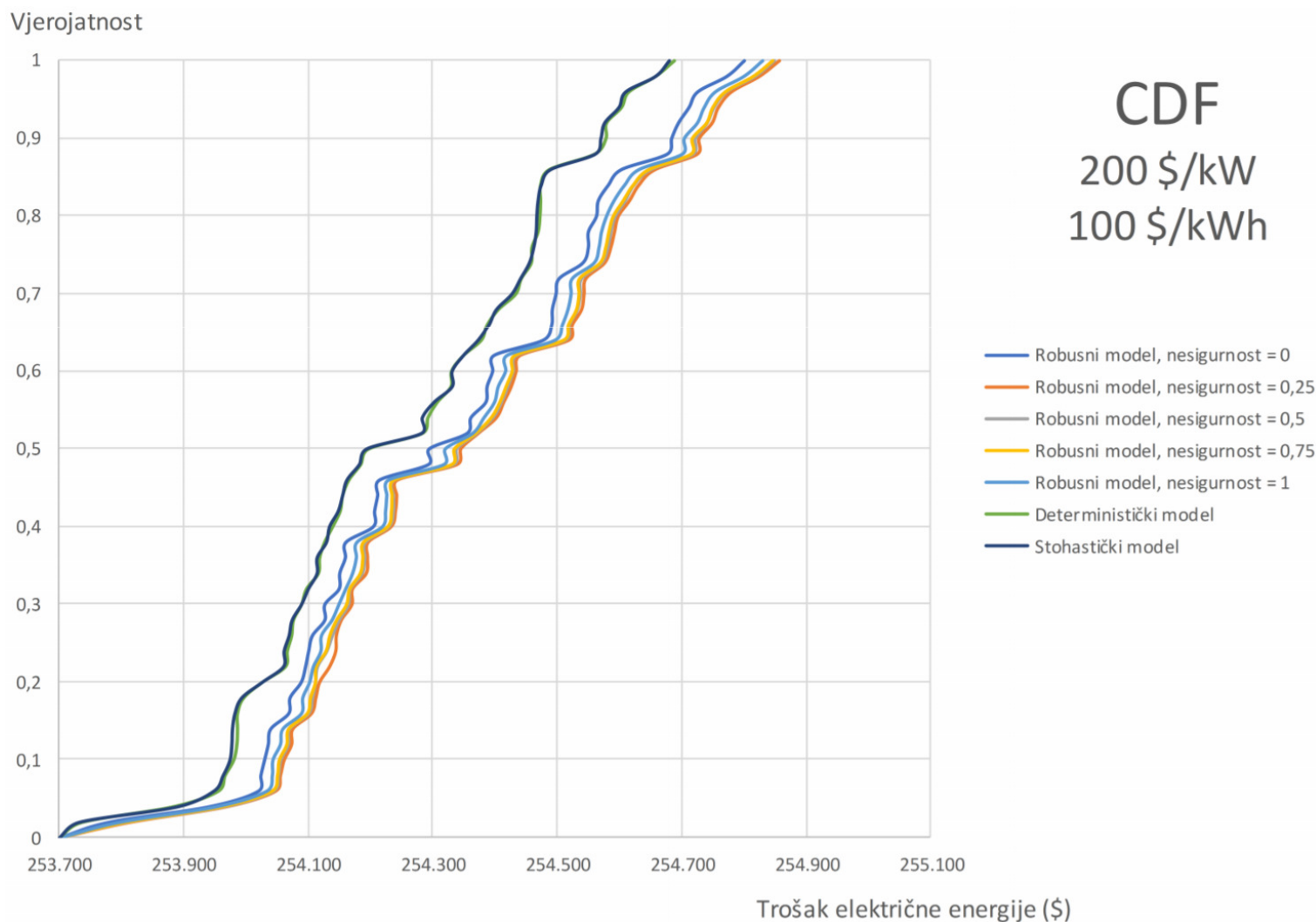
Cijena \$/kW	200	250	300
Cijena \$/kWh	100	150	200
Instalirani kapacitet (kW)	95.38	5.76	0
Instalirani kapacitet (kWh)	836.81	7.58	0
Godišnji trošak (\$)	253,848	256.690	256.695
Ušteda (%)	1.12%	0%	0%

Električna energija viša tarifa: 0.93 kn/kWh

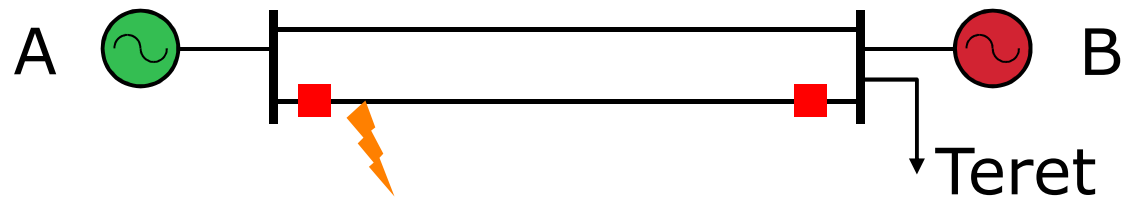
Električna energija niža tarifa: 0.43 kn/kWh

Radna snaga: 29.50 kn/kW

Smanjenje računa za električnu energiju

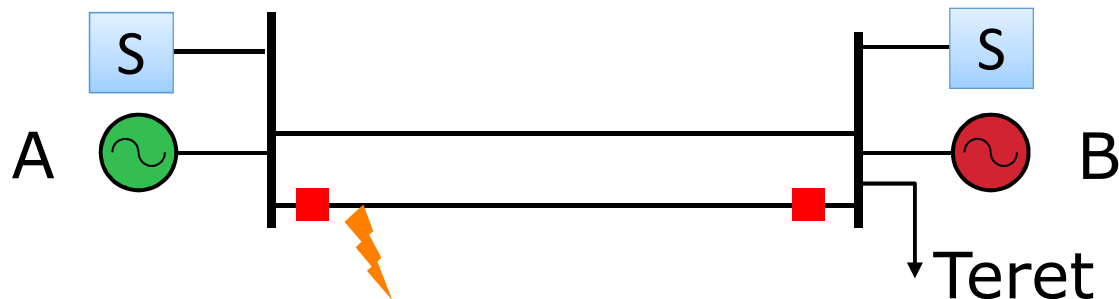


Preventivna sigurnost

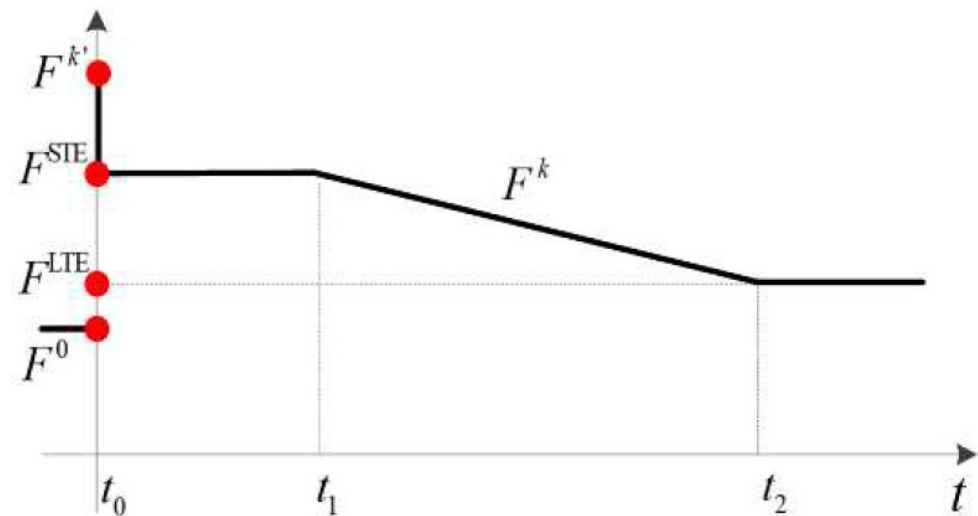


- n-1: svaki vod mora biti u mogućnosti prenijeti svu proizvodnju generatora A

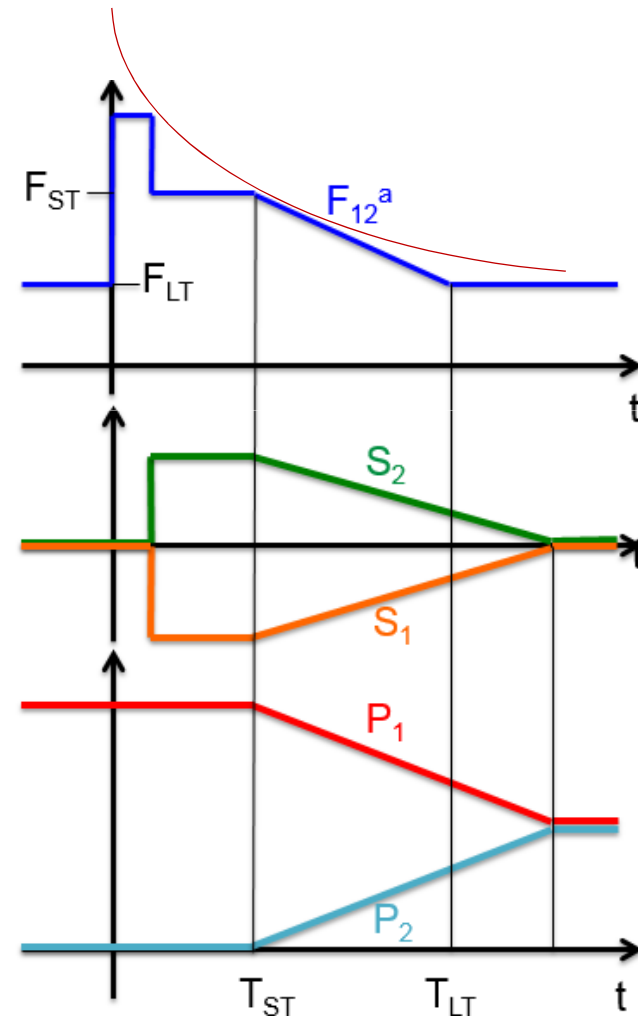
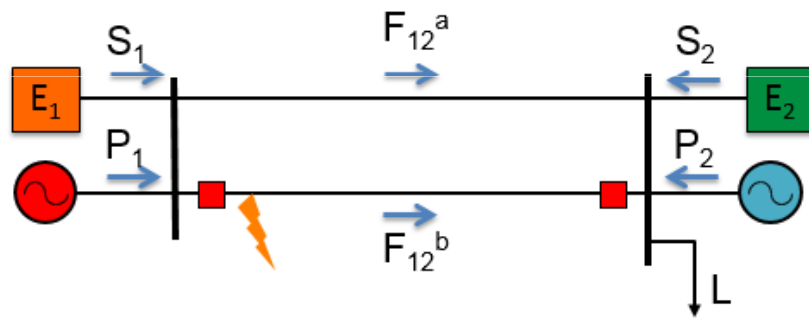
Korektivna sigurnost



S obzirom da se baterije mogu vrlo brzo puniti/prazniti, možemo iskoristiti kratkoročno preopterećenje vodova (20-40% više od trajnog kapaciteta)



Korektivna sigurnost



Upravljanje spremnicima

- Tko smije investirati u spremnik?
- Tko upravlja spremnicima?
- Koje su uistinu koristi?
 - Spremnik kod fleksibilnog kupca
 - Spremnik u vlasništvu operatora sustava
 - Neovisni operator spremnika

Uz pomoć kolega i prijatelja

- Daniel S. Kirschen – Univ. Washington
- Yury Dvorkin – NYU
- Zora Luburić, Kristina Jurković, Josip Pavlek – FER
- Niko Mandić – u mirovini
- Antun Andrić, Tomica Plavšić – HOPS
- Projekt SIREN (financiraju HOPS i HRZZ)

KRAJ

Hvala na pažnji

Hrvoje.pandzic@fer.hr