

HAZU – Izazovi hrvatske energetske tranzicije

17. lipnja 2024.

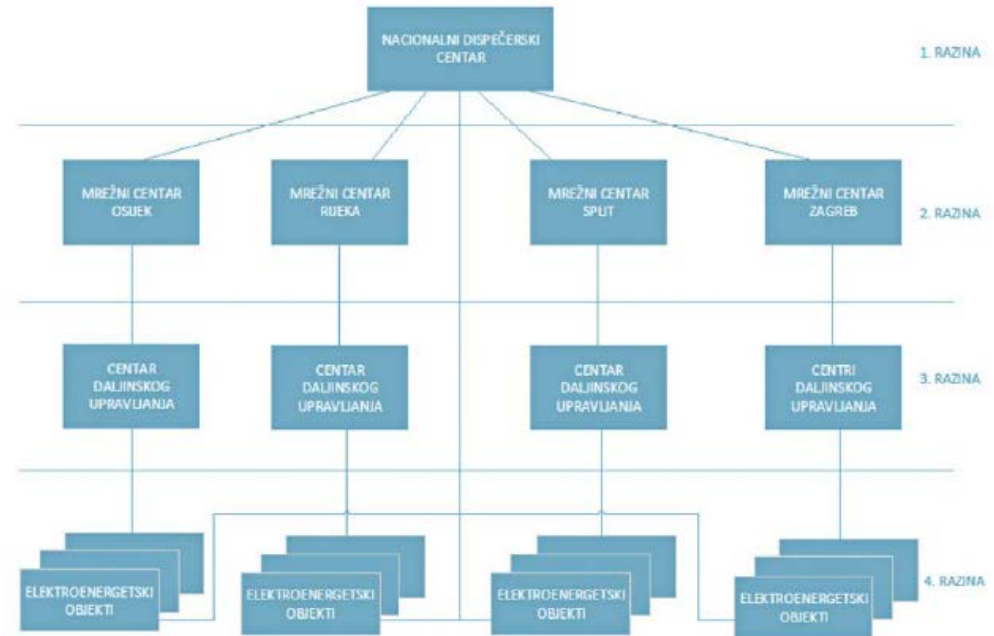


Izazovi vođenja elektroenergetskog sustava u uvjetima značajnog priključenja novih obnovljivih izvora energije

mr.sc. Danko Blažević, direktor Sektora za vođenje EES-a

Što je to vođenje elektroenergetskog sustava?

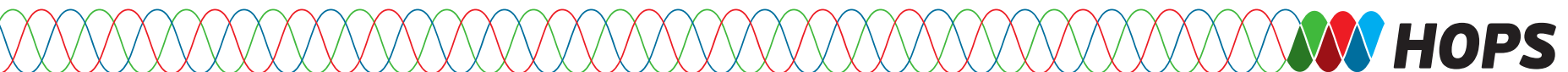
- vođenje elektroenergetskog sustava – aktivnost koju obavlja operator prijenosnog sustava, a objedinjuje funkcije planiranja, upravljanja i nadzora nad elektroenergetskim sustavom u svojoj nadležnosti:
 - planiranje: G-1, D-x, ID
 - upravljanje i nadzor u stvarnom vremenu



Promjene koje su utjecale na vođenje EES-a zadnjih 20ak godina (1)

- **Europski propisi:**

- Uredba Komisije (EU) 2015/1222 od 24. srpnja 2015. o uspostavljanju smjernica za dodjelu kapaciteta i upravljanje zagušenjima
- Uredba Komisije (EU) 2016/631 od 14. travnja 2016. o uspostavljanju mrežnih pravila za zahtjeve za priključivanje proizvođača električne energije na mrežu
- Uredba Komisije (EU) 2016/1719 od 26. rujna 2016. o uspostavljanju smjernica za dugoročnu dodjelu kapaciteta
- Uredba Komisije (EU) 2016/1388 od 17. kolovoza 2016. o uspostavljanju mrežnih pravila za priključak kupca
- Uredba Komisije (EU) 2016/1447 od 26. kolovoza 2016. o uspostavljanju mrežnih pravila za zahtjeve za priključivanje na mrežu sustava za prijenos istosmjernom strujom visokog napona i istosmjerno priključenih modula elektroenergetskog parka
- Uredba Komisije (EU) 2017/1485 od 2. kolovoza 2017. o uspostavljanju smjernica za pogon elektroenergetskog prijenosnog sustava
- Uredba Komisije (EU) 2017/2195 od 23. studenoga 2017. o uspostavljanju smjernica za električnu energiju uravnoteženja
- Uredba Komisije (EU) 2017/2196 od 24. studenoga 2017. o uspostavljanju mrežnog kodeksa za poremećeni pogon i ponovnu uspostavu elektroenergetskih sustava
- Uredba (EU) 2019/943 Europskog parlamenta i Vijeća od 5. lipnja 2019. o unutarnjem tržištu električne energije

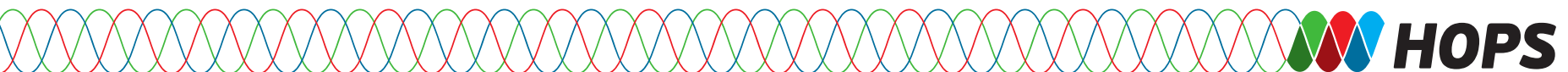


Promjene koje su utjecale na vođenje EES-a zadnjih 20ak godina (2)

- Domaći propisi:
 - Zakon o energiji
 - Zakon o tržištu električne energije
 - Zakon o regulaciji energetske djelatnosti
 - Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji
 - Podzakonski akti na: <https://www.hops.hr/podzakonski-akti> i/ili na https://www.hera.hr/hr/html/propisi_eenergija.html

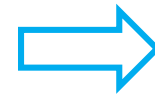
Promjene koje su utjecale na vođenje EES-a zadnjih 20ak godina (3)

- Neovisnost HOPS-a u odnosu na HEP (engl. unbundling):
 - HOPS više ne upravlja proizvodnim portfeljom HEP Proizvodnje
 - Plaćanje pomoćnih usluga nužnih za pružanje usluga sustava
 - Ugovaranje u odnosu na raniji model koji se oslanjao na dogovorene procedure unutar HEP grupe
- Slične promjene i u drugim državama, npr. u BiH:
 - Uspostava NOSBiH
 - Izdvajanje prijenosne djelatnosti u Elektroprijenos BiH
 - Prekid dijela tradicionalne komunikacije, npr. Split - Mostar



Promjene koje su utjecale na vođenje EES-a zadnjih 20ak godina (4)

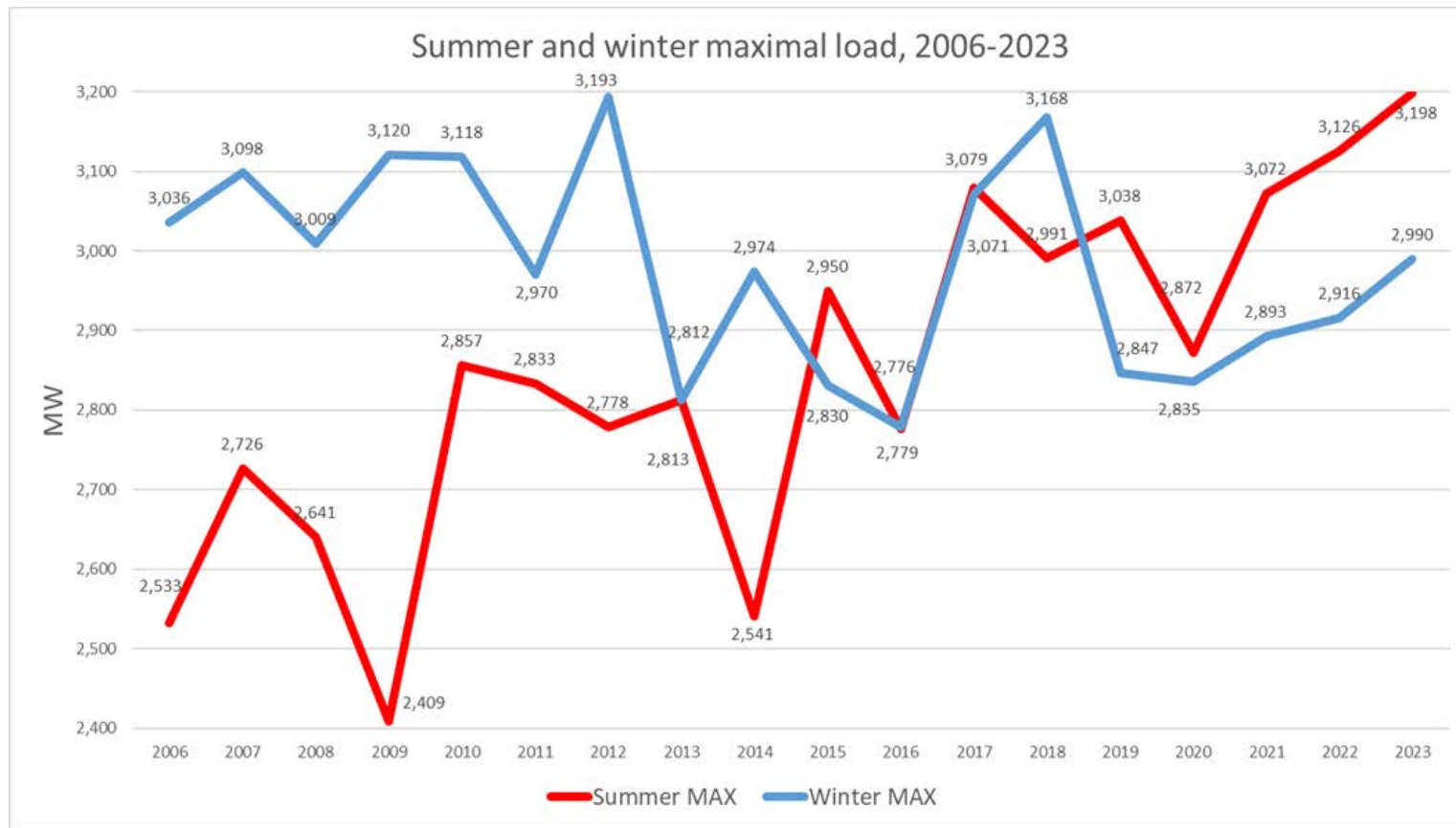
- Povećanje broja dionika u poslovnim procesima:
 - HROTE
 - CROPEX
 - HERA
 - HEP Trgovina – uspostava dispečerske službe
 - HEP Proizvodnja – uspostava novih centara proizvodnje
 - Novi proizvođači
 - Agregatori
 - RCC-ovi
 - ...





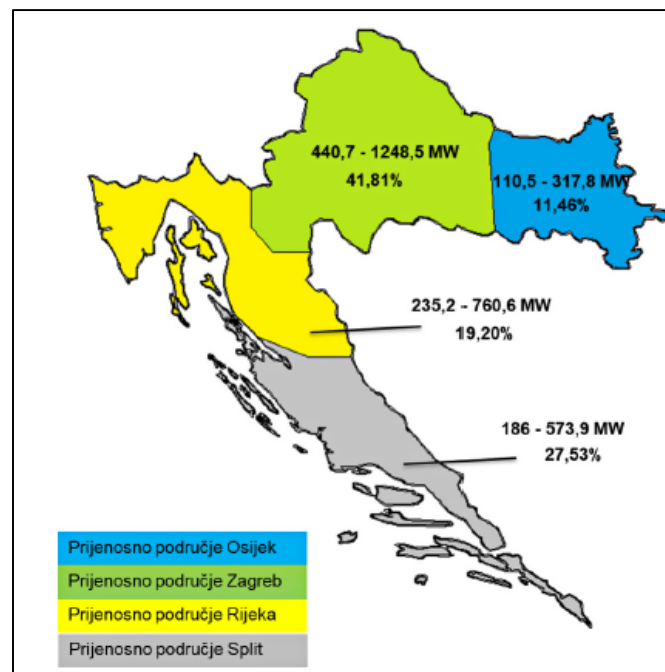
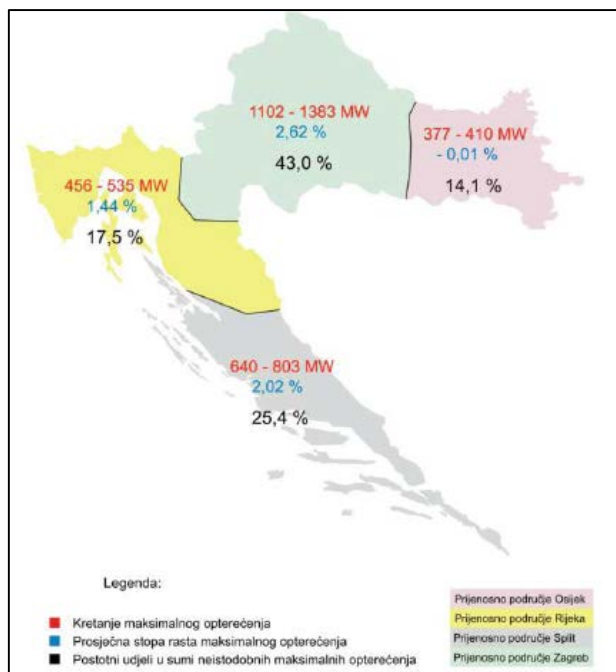
Promjene koje su utjecale na vođenje EES-a zadnjih 20ak godina (6)

- Promjena značajki potrošnje – vrijeme postizanja maksimuma

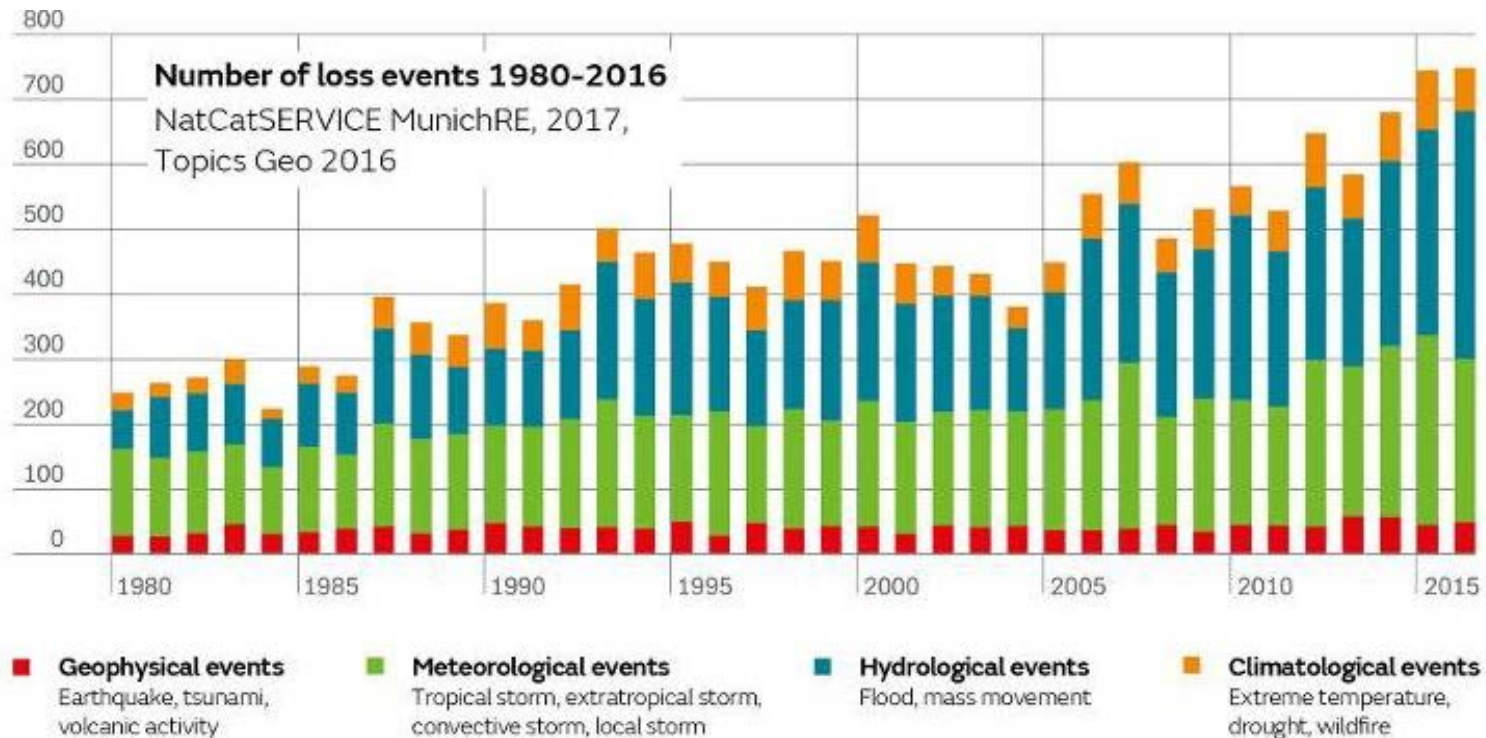


Promjene koje su utjecale na vođenje EES-a zadnjih 20ak godina (7)

- Promjena značajki potrošnje – lokacija postizanja maksimuma:
 - Smanjenje broja stanovnika (stalnih potrošača)
 - Povećanje broja turista (povremenih potrošača)

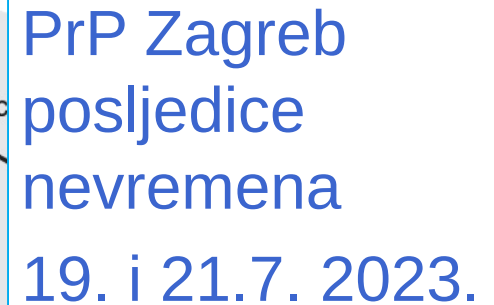


Promjene koje su utjecale na vođenje EES-a zadnjih 20ak godina (8)

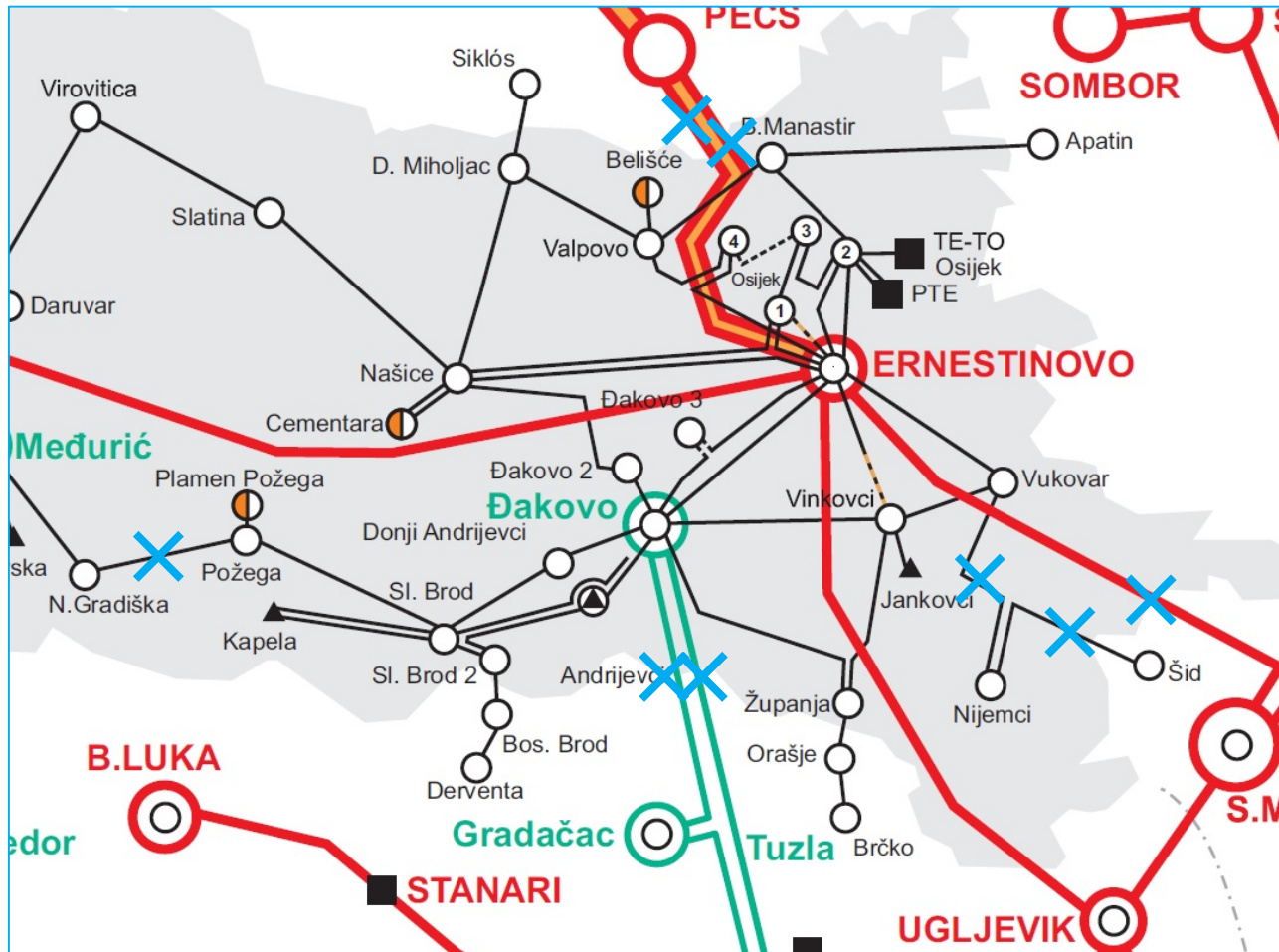


Increasing frequency of extreme climatic events (High Intensity Low Frequency), 1980 – 2015.*

*CIGRE TB 833 - Operating strategies and preparedness for system operational resilience



Promjene koje su utjecale na vođenje EES-a zadnjih 20ak godina (10)



PrP Osijek
posljedice
nevremena
19. i 21.7. 2023.

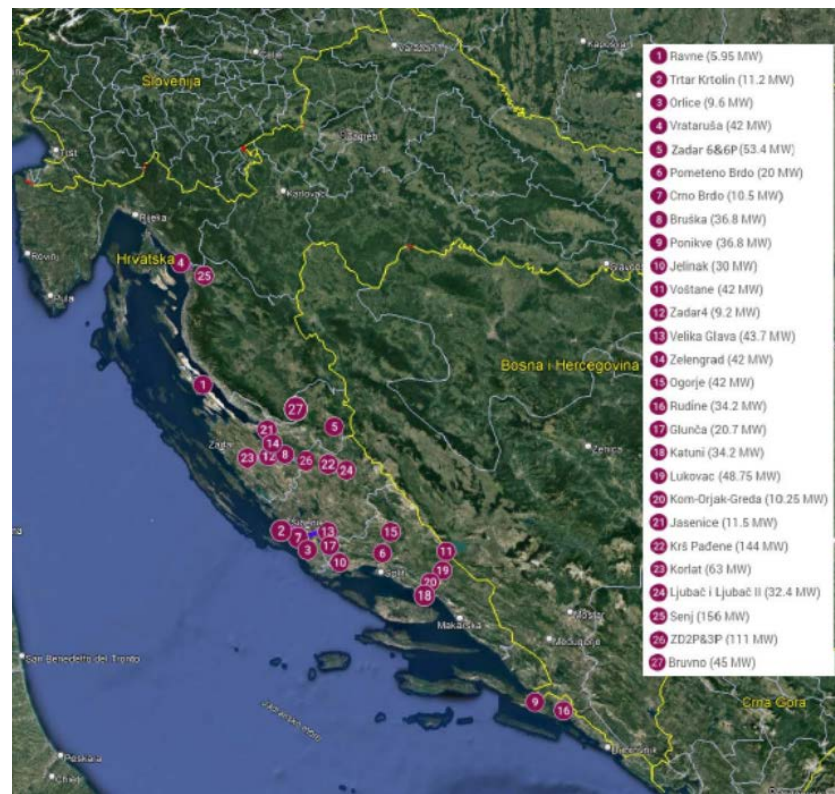
Promjene koje su utjecale na vođenje EES-a zadnjih 20ak godina (11)

- Dekomisije i neraspoloživosti proizvodnih postrojenja:
- TE Sisak blokovi A, B
- TE Plomin A
- ...
- (Povremena) neisplativost proizvodnih postrojenja:
- TE Rijeka
- TE Plomin 2
- Kogeneracije EL-TO ZG, TE-TO ZG, TE Sisak blok C, TE-TO OS,...



Promjene koje su utjecale na vođenje EES-a zadnjih 20ak godina (12)

- Priključenja brojnih novih OIE na prijenosnu mrežu:
 - Hidroelektrane: 1 nova (Lešće) + brojne revitalizacije
 - Vjetroelektrane: 19
 - Sunčana elektrana: 1 (Drava)
- Ukupno novih cca. 1050 MW
- Ukupno 5400 MW



Promjene koje su utjecale na vođenje EES-a zadnjih 20ak godina (13)

- Priključenja brojnih novih OIE na distribucijsku mrežu

Vrsta elektrane	NN		SN		Ukupno	
	Broj (kom)	Priključna snaga (kW)	Broj (kom)	Priključna snaga (kW)	Broj (kom)	Priključna snaga (kW)
Biomasa			4	8.145	4	8.145
Bioplin	1	135	12	14.799	13	14.934
Hidroelektrane	5	392	1	1.320	6	1.712
Sunčane	1.198	33.256	4	2.826	1.202	36.082
Vjetroelektrane			5	43.750	5	43.750
Ostalo	2	509	5	10.950	7	11.459
Ukupno	1.206	34.292	31	81.790	1.237	116.082

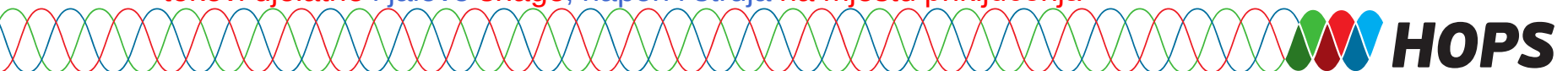
stanje 12./2014.

Vrsta primarnog izvora	Broj priključenih		Priključna snaga (kW)		Ukupno	
	NN	SN	NN	SN	Broj priključenih	Priključna snaga (kW)
Sunce	19.591	383	360.660	251.049	19.974	611.709
Vjetar	0	10	0	95.850	10	95.850
Biomasa	9	35	4.264	96.768	44	101.032
Voda	18	29	3.281	73.022	47	76.303
Geotermalna	0	1	0	10.000	1	10.000
Ostalo	15	61	3.859	94.683	76	98.542
Ukupno	19.633	519	372.064	621.372	20.152	993.436

stanje 5./2024.

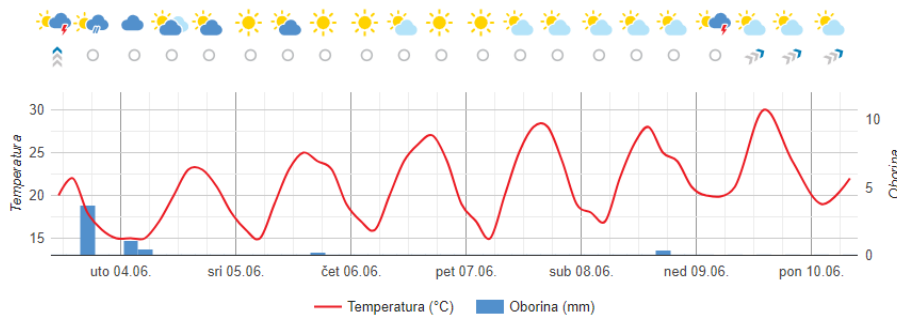
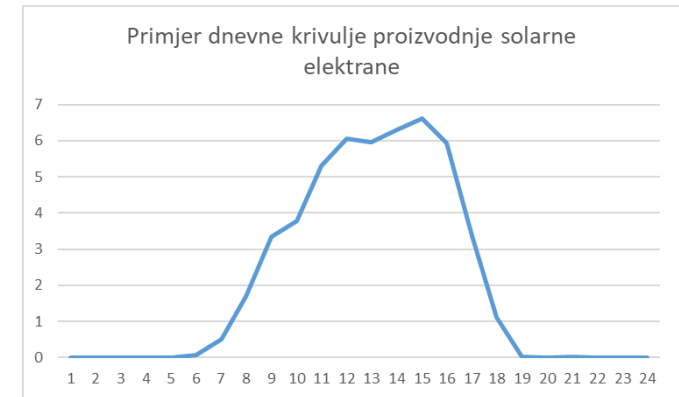
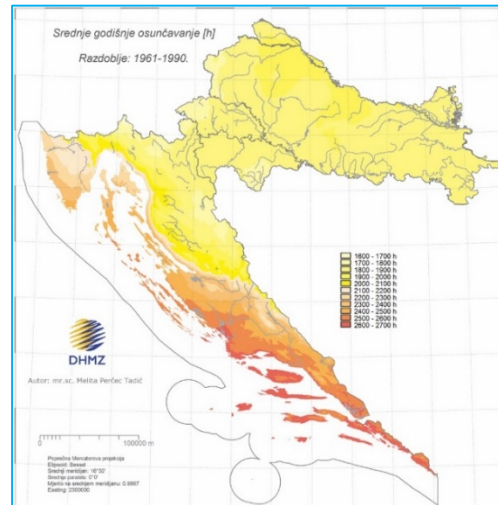
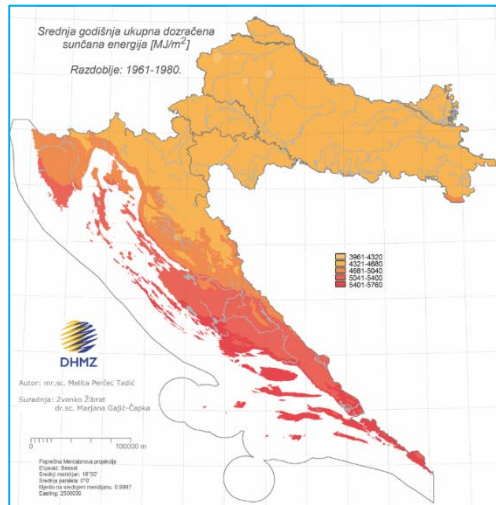
Izazovi masovnog priključenja novih OIE (1)

- Osmotrivost:
 - Uredba (EU) 2017/1485: Razmjena podataka među OPS-ovima, ODS-ovima i proizvodnim modulima priključenima na distribucijski sustav
 - opći podatci o proizvodnom modulu, uključujući instaliranu snagu i izvor primarne energije ili vrstu goriva
 - podatci o FCR-u za elektrane koje nude ili pružaju tu uslugu
 - podatci o FRR-u za elektrane koje nude ili pružaju uslugu FRR-a
 - podatci o zaštiti
 - podatci o sposobnosti regulacije jalove snage
 - podatci o mogućnosti daljinskog pristupa prekidaču
 - podatci potrebni za dinamičku simulaciju
 - razina napona i lokacija svakog proizvodnog modula
 - planirana neraspoloživost, planirano ograničenje djelatne snage i predviđena planirana izlazna djelatna snaga na mjestu priključenja;
 - svako predviđeno ograničenje sposobnosti proizvodnje jalove snage
 - stanje sklopnih uređaja i prekidača na mjestu priključenja
 - tokovi djelatne i jalove snage, napon i struja na mjestu priključenja



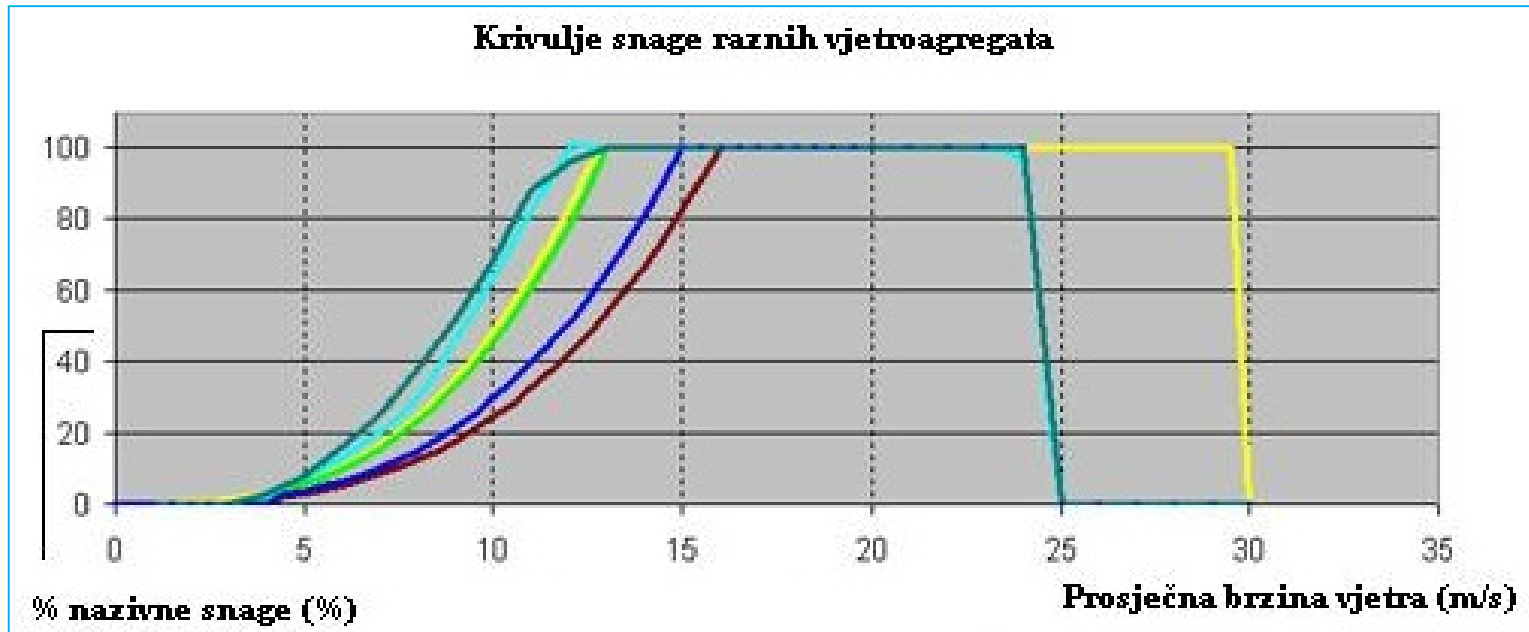
Izazovi masovnog priključenja novih OIE (2)

- Predvidljivost proizvodnje – solarne elektrane



Izazovi masovnog priključenja novih OIE (3)

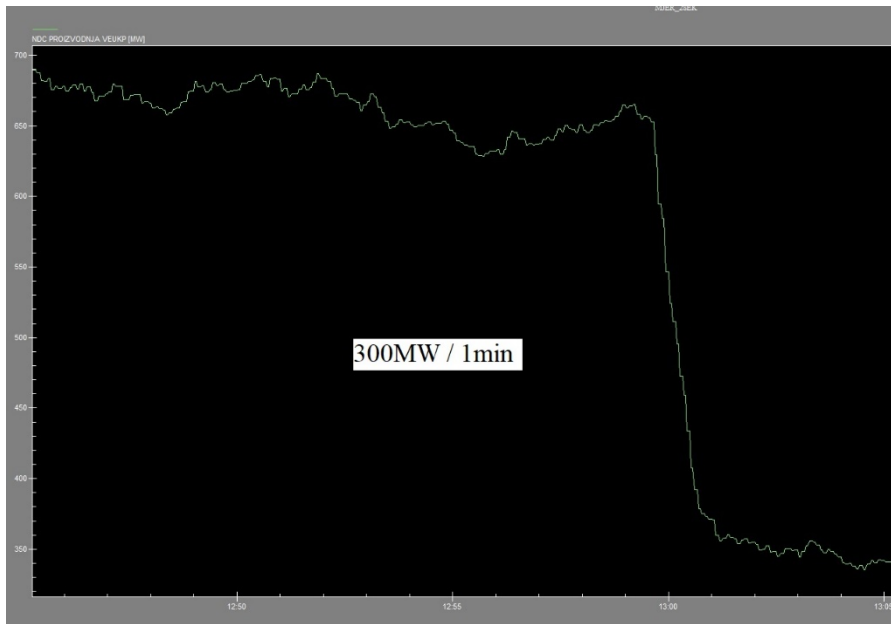
- Predvidljivost proizvodnje - vjetroelektrane



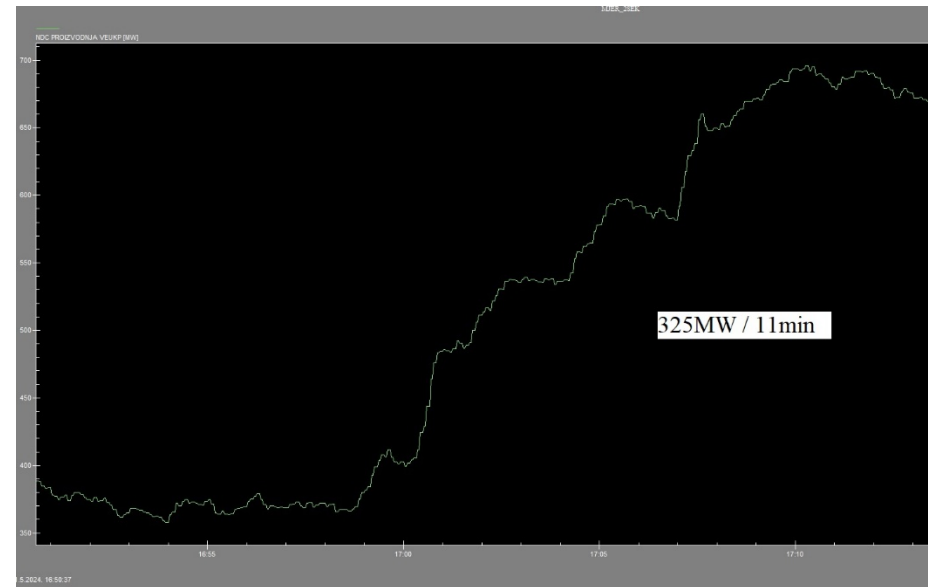
$$P_v = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^3 \cdot A$$

Izazovi masovnog priključenja novih OIE (4)

- Uravnoteženje



Je li zaista potreban +FRR?



Je li zaista potreban -FRR?

Izazovi masovnog priključenja novih OIE (5)

- Upravljivost

- Tip B: Uredba (EU) 2016/631, čl.14.2(a):

Radi regulacije izlazne djelatne snage proizvodni modul mora biti opremljen sučeljem (ulaznim priključkom) kako bi se izlazna djelatna snaga mogla smanjiti nakon primanja upute na ulaznom priključku;

- Tipovi C i D: Uredba (EU) 2016/631, čl.15.2(a):

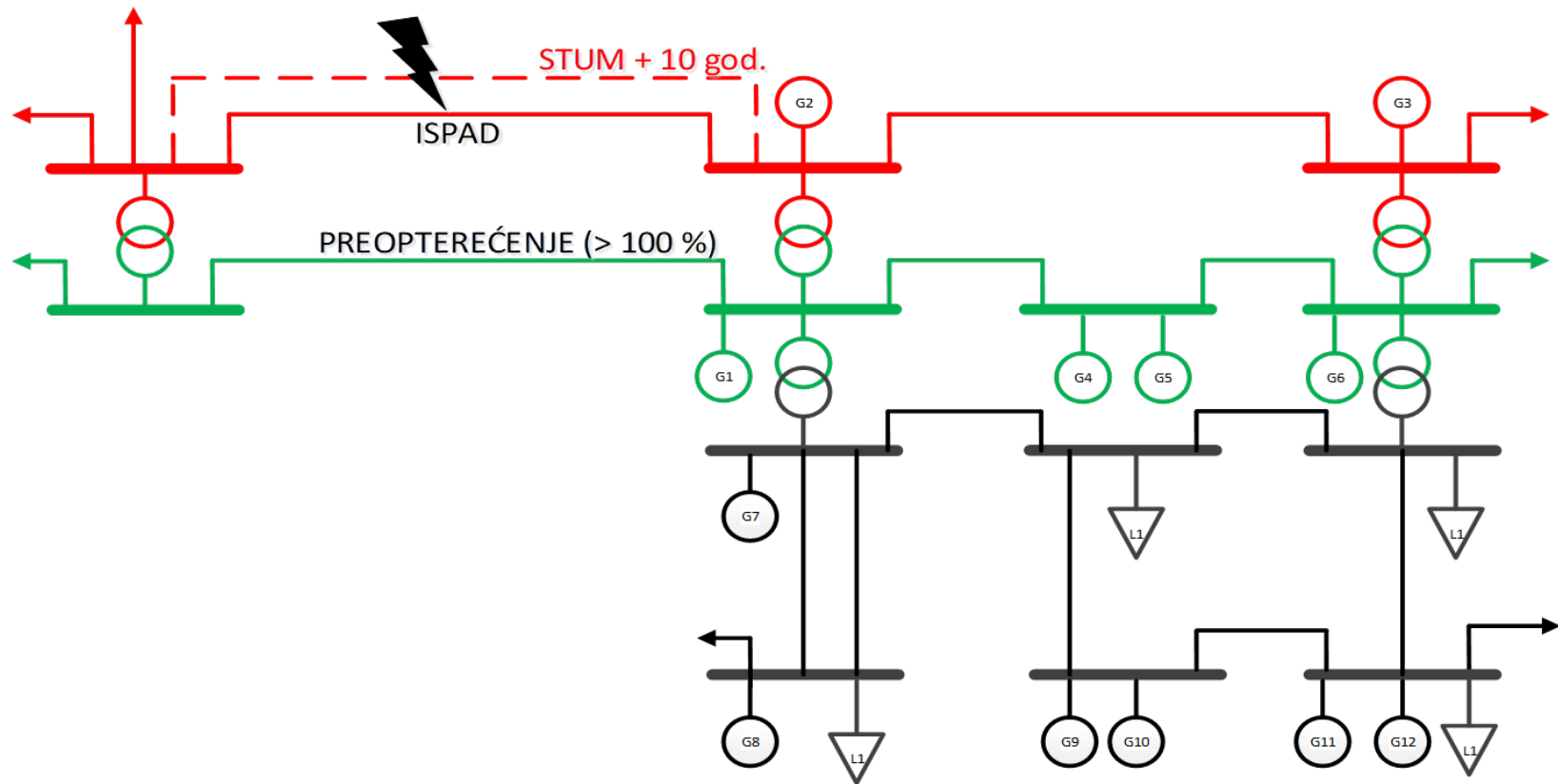
S obzirom na mogućnost regulacije djelatne snage i regulacijski raspon, regulacijski sustav proizvodnog modula ima mogućnost namještanja postavne vrijednosti djelatne snage u skladu s uputama koje proizvođač dobije od nadležnog operatora sustava ili nadležnog OPS-a.

Ručne, lokalne mjere dopuštaju se u slučajevima kad su uređaji za automatsku daljinsku regulaciju izvan pogona



Izazovi masovnog priključenja novih OIE (6)

- Zagušenja u mreži – teoretski primjer



Izazovi masovnog priključenja novih OIE (7)

- Zagušenja u mreži – praktični primjer

ANALIZA SIGURNOSTI

Pokreni novi SA izračun

DAN U TJEDNU
TUE

N-1 IZVJEŠTAJ

N-0 IZVJEŠTAJ

DETALJNI PREGLED
PO ISPADIIMA

SPS PREGLED

Analiza sigurnosti - rezultati proračuna

ISPAD	PREOPTEREĆENJE	VRIJEDNOST PRIJE	VRIJEDNOST POSLIJE	JEDINICA	OGRANIČENJE IZNOS	OPTEREĆENJE POSLIJE	GRAFIČKI PRIKAZ	
ZG 2I ZERJA-ERNES & TUMBR	110 L OSIK-OTOČAC	123	125	MVA	103	121%		
TE PLO 220 AG2	110 L OSIK-OTOČAC	123	125	MVA	103	121%		
110 L OSIK-OTOČAC	110 KARLOB-NOVALJA	17	144	MVA	100	140%		
400 MELINA-RHE VEL	220 HE SENJ-MELINA	333	442	MVA	311	139%		
400 KONJSKO-RHE VEL	220 HE SENJ-MELINA	333	416	MVA	311	132%		

Napomena: označen je samo prvi ispad, ne i cijela kaskada ispada iza toga



Izazovi masovnog priključenja novih OIE (8)

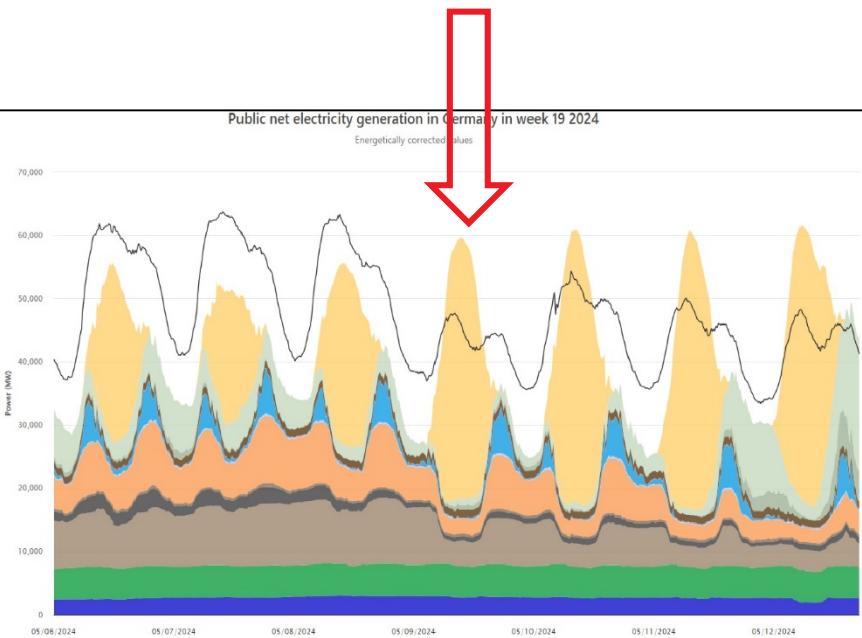
- Zagušenja u mreži
- Opcije otklanjanja

Ispad	Preopterećeni element	Početni	1. scenarij najbliže	2. scenarij zadarske	3. scenarij šibenske	4. scenarij 220kV
DV 220 kV Melina - Senj	DV 110 kV Crikvenica - Vrataruša	140,1%	123,5%	124%	120,7%	121,2%
	DV 110 kV Vrataruša - Senj	133,2%	107,5%	124,8%	121,4%	122%
	TR 220/110 kV Mraclin	140%	125,5%	127,6%	124,5%	124,3%
DV 400 kV Melina - Velebit	DV 220 kV Melina - Senj	131,0%	116,3%	119,0%	116,2%	115,7%
	DV 110 kV Novalja - Rab	117,3%	117,3%	111,5%	112,8%	110,5%
DV 220 kV Mraclin - Sisak	TR 220/110 kV Mraclin	133,0%	122,8%	123,3%	121%	120%

	Početno	1. scenarij		2. scenarij		3. scenarij		4. scenarij	
HE Senj	71	36	-35	71	0	71	0	71	0
VE Senj	105	35	-70	35	-70	35	-70	35	-70
VE Vrataruša	12	2	-10	2	-10	2	-10	2	-10
VE Bruška	32	32	0	12	-20	32	0	32	0
VE Korlat	52	52	0	32	-20	52	0	52	0
VE Zelengrad	31	31	0	11	-20	31	0	31	0
VE Krš Pađane	99	99	0	99	0	29	-70	99	0
HE Zakučac	272	272	0	272	0	272	0	105	-167
UKUPNO redispečinga			-115		-140		-150		-247

Izazovi masovnog priključenja novih OIE (9)

- 9.5.2024.



Izazovi masovnog priključenja novih OIE (10)

- Zagušenja u mreži – redispečirana energija - scenariji

Figure 1: Evolution of redispatch volumes and costs in the European power system.

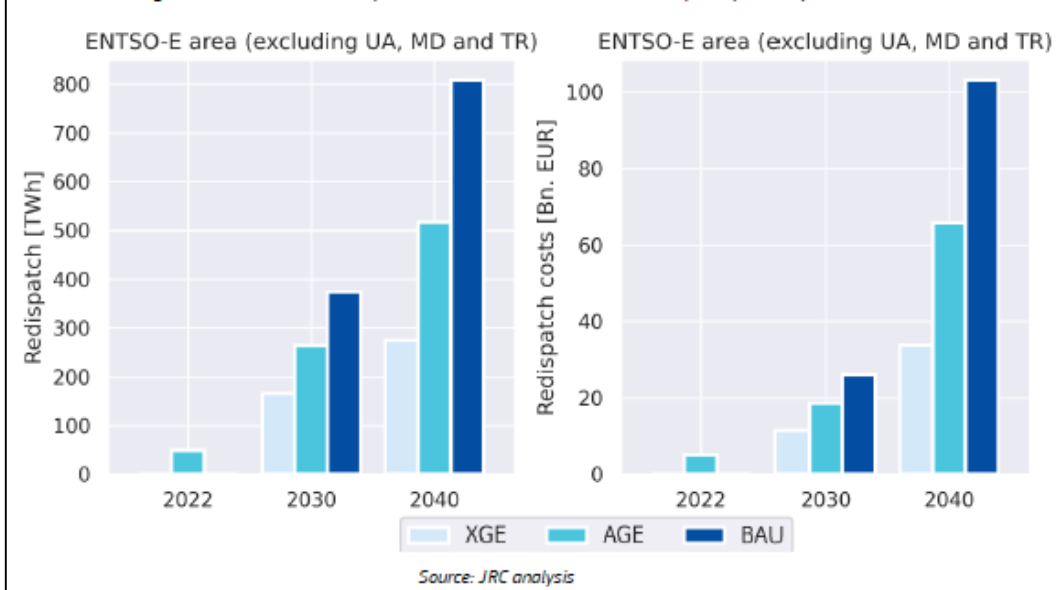
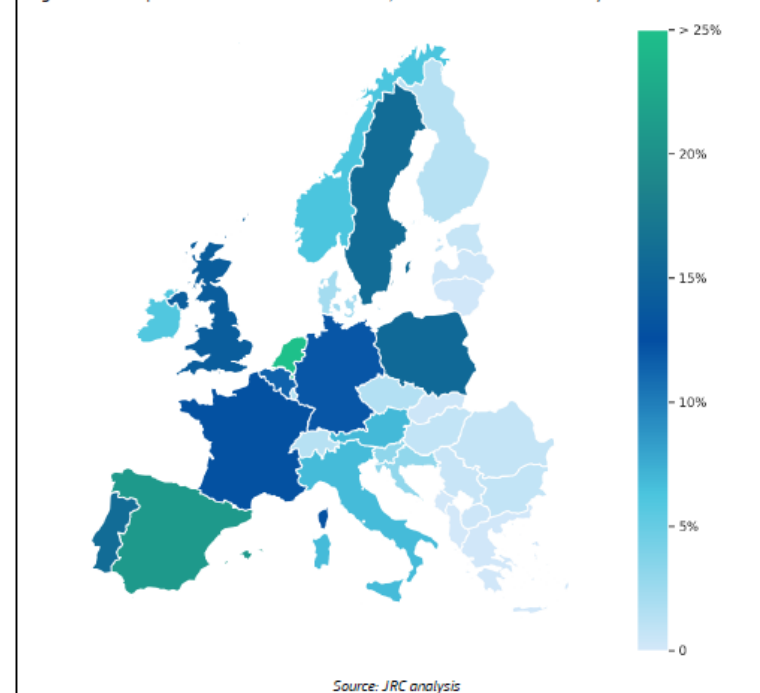
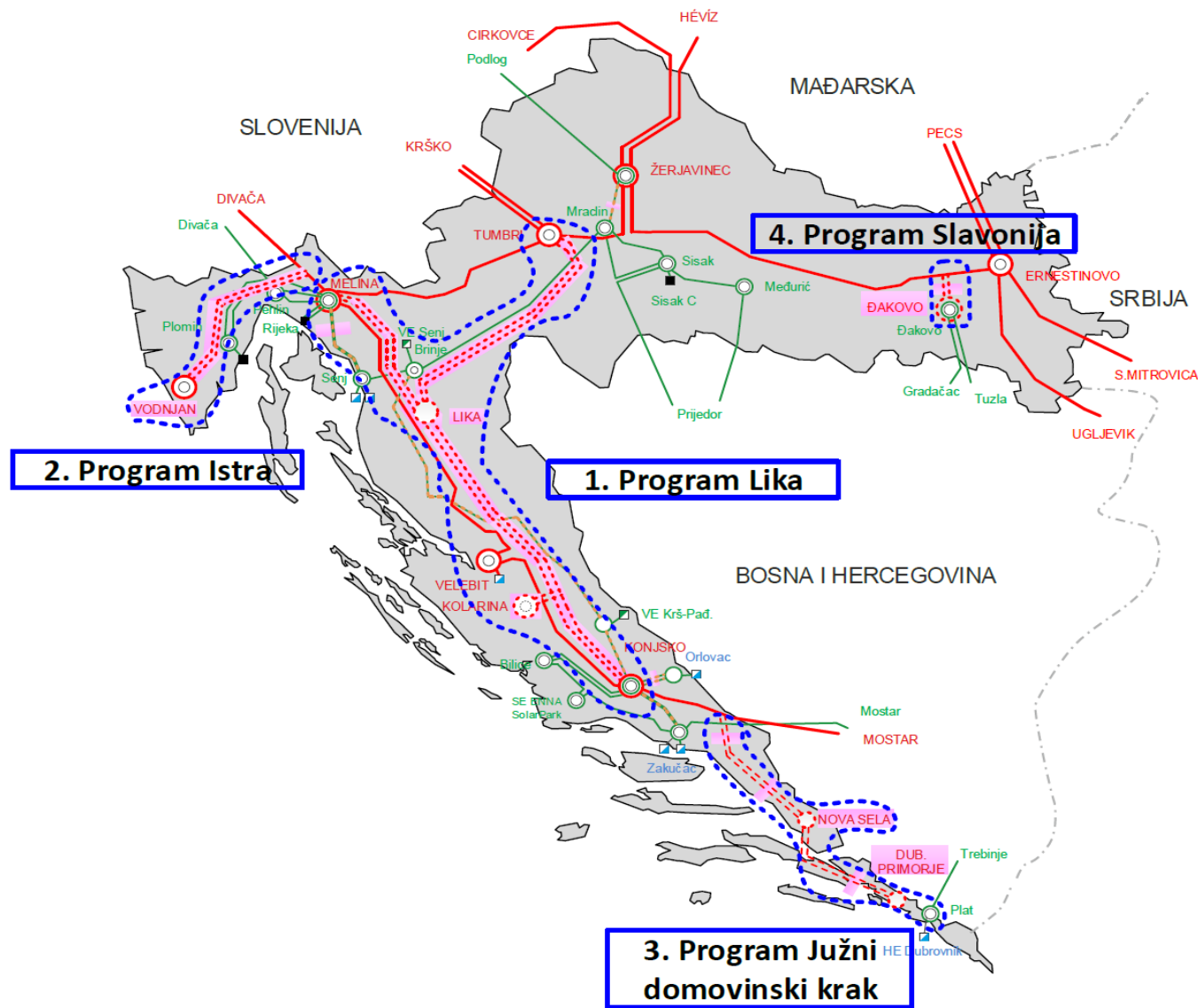


Figure 12: Redispatch volumes in the AGE scenario, normalized to total electricity demand. Year is 2040.



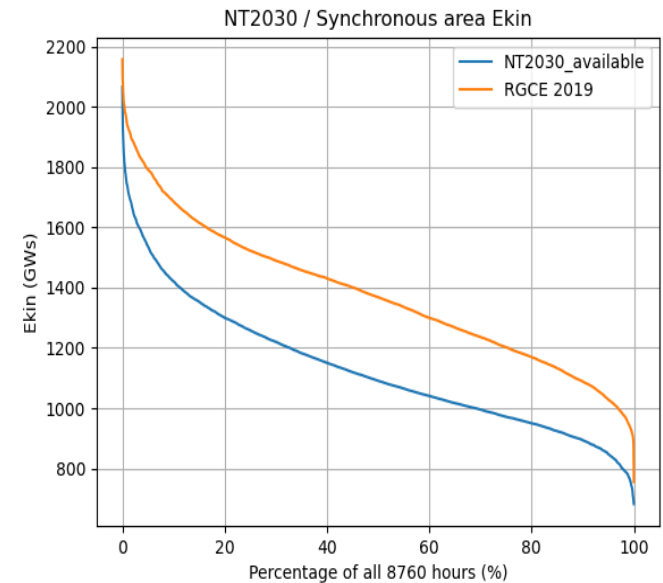
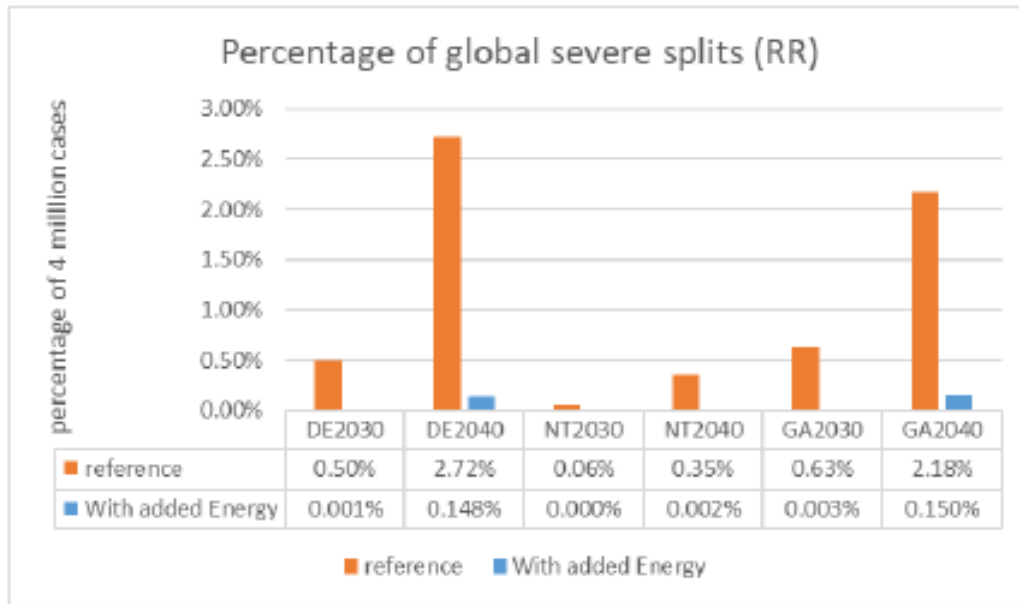
Izazovi masovnog priključenja novih OIE (11)



HOPS

Izazovi masovnog priključenja novih OIE (12)

- Smanjenje inercije sustava
- Potrebna dodatna inercija: 445 GWs što odgovara ekvivalentu 255 sinkronih kondenzatora 250Mvar





Hrvatski operator prijenosnog sustava d.d.
www.hops.hr

