

Pomoćne usluge, angažiranost elektrana i posljedični troškovi u sustavu RH



Zagreb, 11.05.2015.

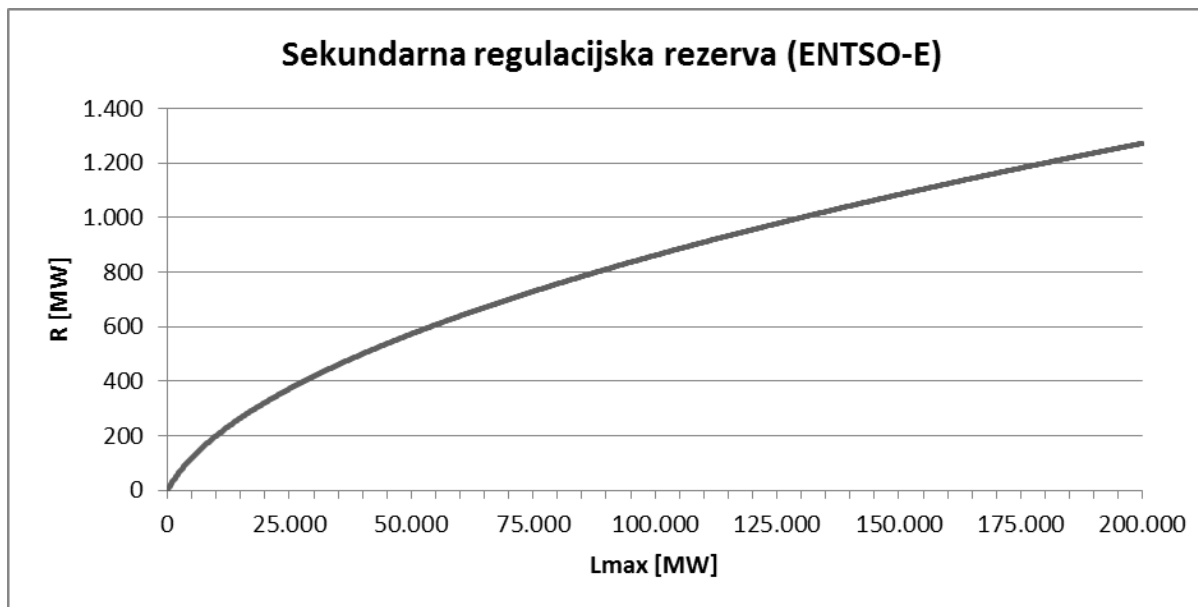
Struktura pom. usluga, potrebe HOPS-a 2014, 2015

- 40 god. primjene ASR, interkon. na 220 kV 70-tih, prirodno 1 MWh iz regulacije = 2 MWh iz TE, pom. usluge u RH def. **Mrežnim pravila (2006.)**
- **Sekund. regulacija** frekv. i snage razmjene, **15 min. obveza svođenja ang. na 0**
 - Ugovara se rezerva snage, energija po ostvarenju, **od $\pm 35 MW$ do $\pm 75 MW$ (ENTSO-E)**
- **Tercijarna regulacija za uravnoteženje sustava** – satni plan, obračun 15 min.
 - Ugovara se opseg rez. snage, energija po ostvarenju, obračun po vremenu angažmana za 2014. **$\pm 80 MW$** , za 2015. **$\pm 120 MW$** , **budućnost "minutna" rezerva – nova OMM**
- **Terc. reg. za sigurnost sustava-reg. blok (SLO,RH,BIH), reg. pod. Ugov. RH 180 MW**
 - Ugovara se poz. opseg rezerve snage, istodobnost ispada, energ. po ostvarenju, **+180 MW**
- **Kompenzatorski rad** u funkciji regulacije napona – trajanje angažiranosti
 - Ugovara se angažiranost RHE Velebit u komp. radu, za 2014. **2.000 h**, za 2015. **4350 h**, **naknada za prim. reg. danas se ne obračunava a niti naknada za reg. napona pilot čv.**
- **Crni start** – pokretanje agregata/bloka bez vanjskog napajanja
 - Ugovara se raspoloživost osposobljenih proizvodnih jedinica – Plan obrane EES-a
- **Otočni pogon** – mogućnost proizvodnje u izoliranoj VN ili SN mreži
 - Ugovara se raspoloživost pružanja usluge, energija po ostvarenju (**zima: Lika, G. Kotar**)

Napomena: Ugovor-Redispečing elektrana radi mreže, nije predmet pom. usluga

Sekundarna regulacija prema ENTSO-E pravilima

$$R = \sqrt{10 \cdot L_{max} + 150^2} - 150$$

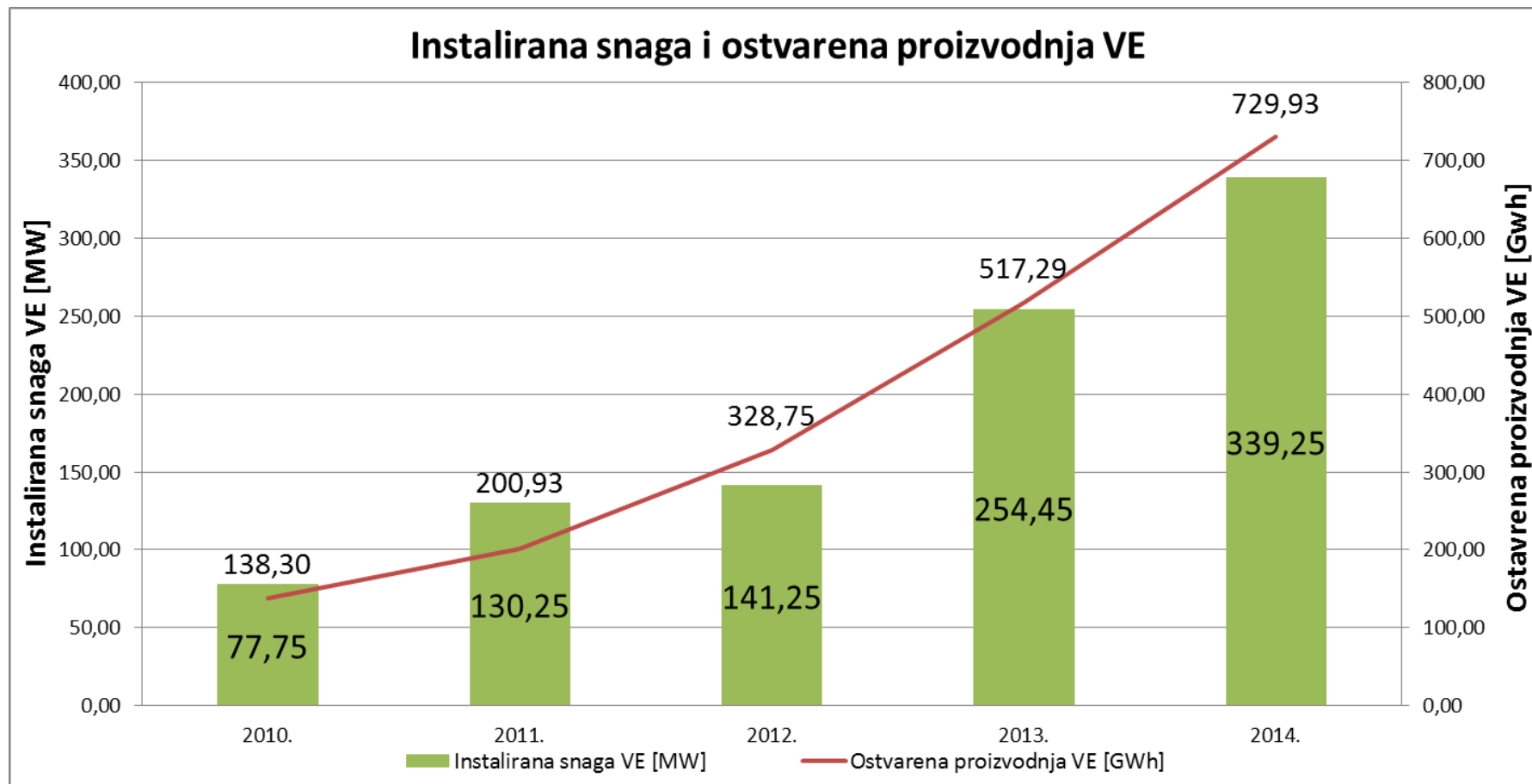


L_{max} [MW]	R_0 [MW]
1.200	35,74
1.500	43,65
1.800	51,25
2.100	58,57
2.400	65,64
2.700	72,49
3.000	79,13



Porast udjela VE u RH

- Većina VE priključena na 110 kV razinu (85 %), kvota 420 MW, gubici i p.u.



Proizvodnja VE – Q1 2015.

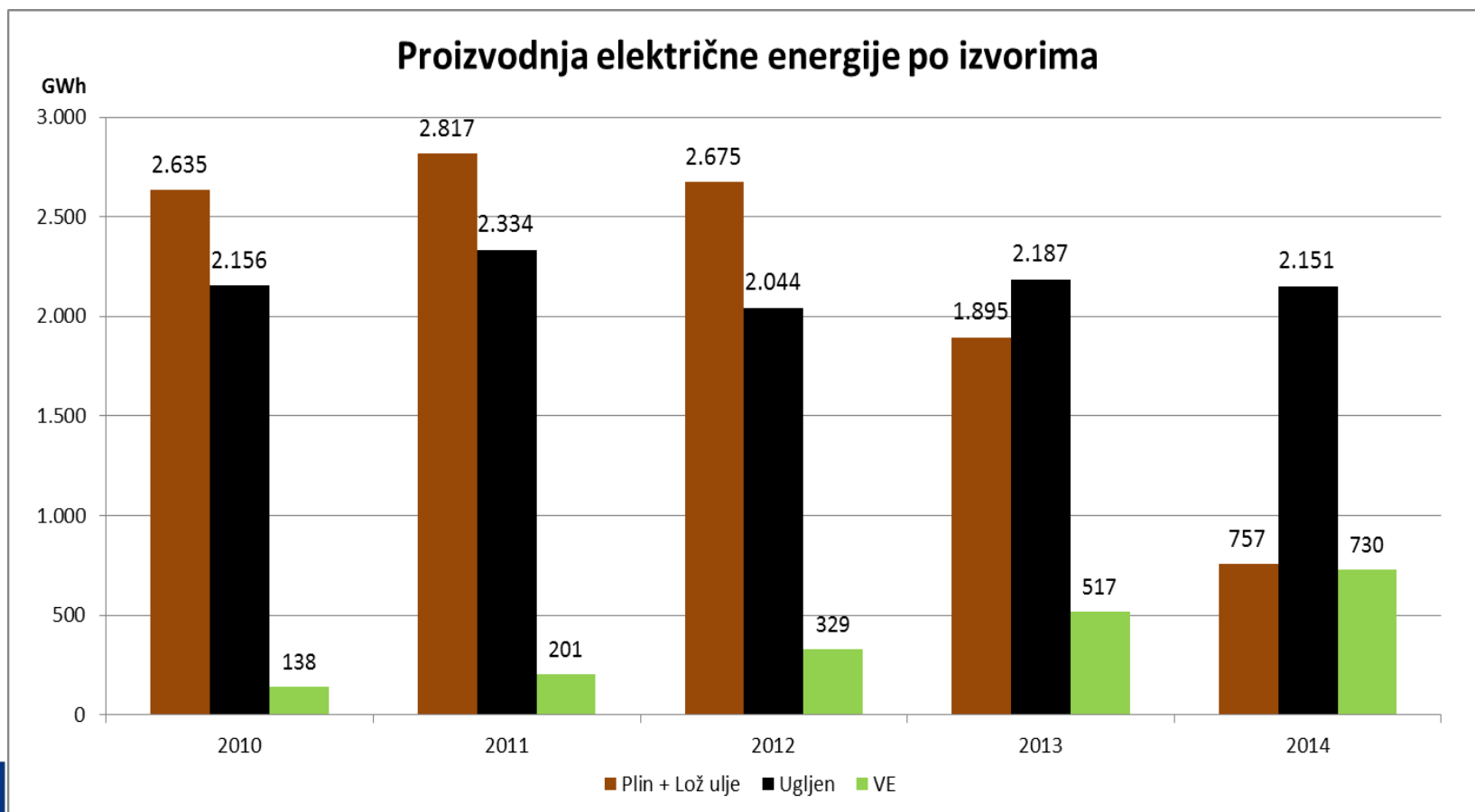
2015.		siječanj	veljača	ožujak
Ukupna mjesečna proizvodnja [MWh]	planirano	79.587	82.801	88.118
	ostvareno	81.003	83.056	88.968
	razlika	-1.416	-255	-850
Prosječna satna proizvodnja [MWh/h]	planirano	106,97	123,22	118,44
	ostvareno	108,88	124,26	119,58
Maksimalno satno odstupanje [MWh/h]	pozitivno	+106	+105	+127
	negativno	-137	-154	-130
Prosječno apsolutno satno odstupanje [MWh/h]		31,92	31,53	44,91

Maks. satna odstupanja za Q1 2015. VE (≈ + 112 MW, - 140 MW), kada?, neznatno ispod/iznad ugovor. opsega za terc. regulaciju zauravnoteženje sustava (± 120 MW)

Trend povećanja prosj. proizv. po instal. MW nastavlja se u 2015. → >800GWh/god

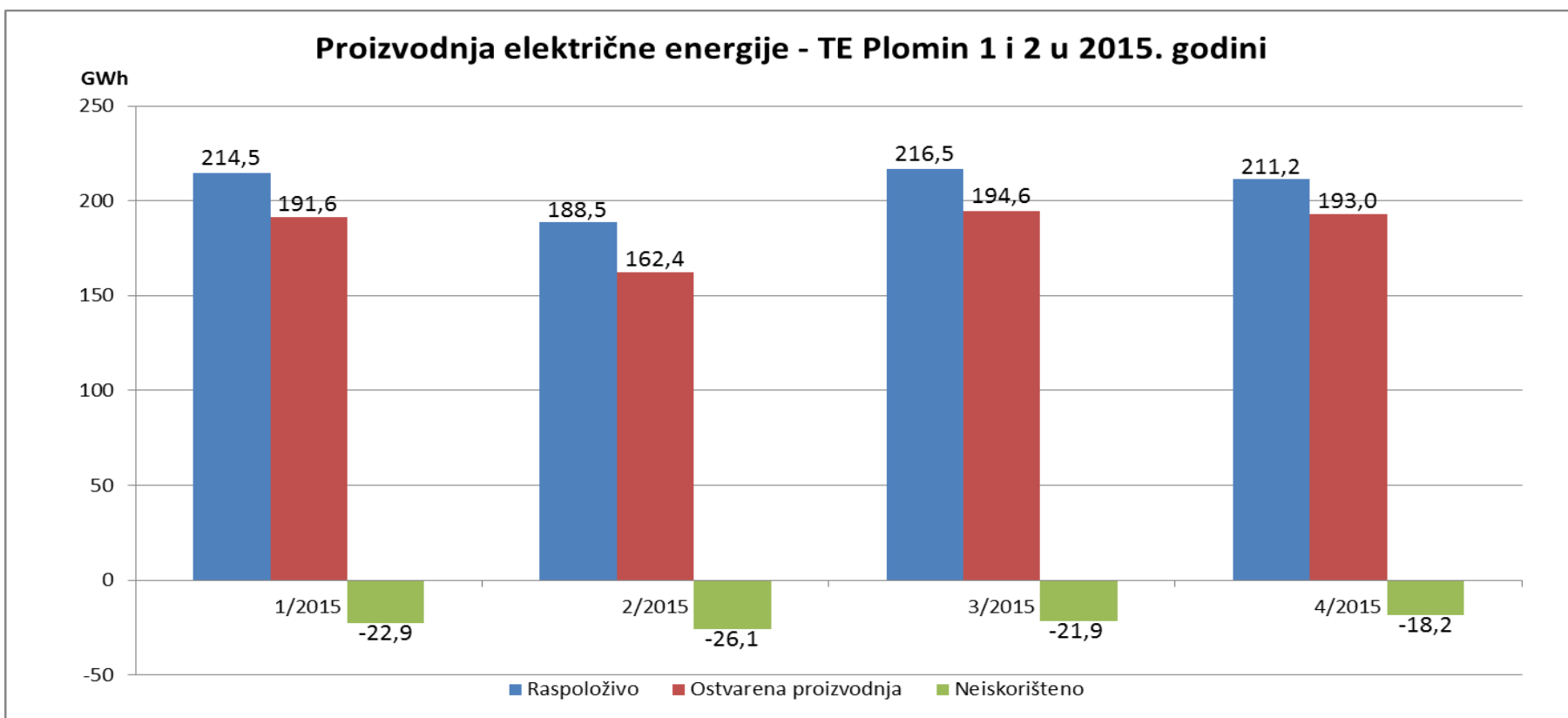
Proizvodnja električne energije (2010 - 2014)

OIE (pokriva 30-50% potrošnje), istiskuje proizvodnju el. energije pr. plina, sve češće smanjenje proizvodnje TE na ugljen, otvara se pitanje cijene proiz. za krajnjeg kupca
Ostvarena god. proiz. HE (različitost), 4.577 GWh za 2011. do 8.356 GWh za 2014.



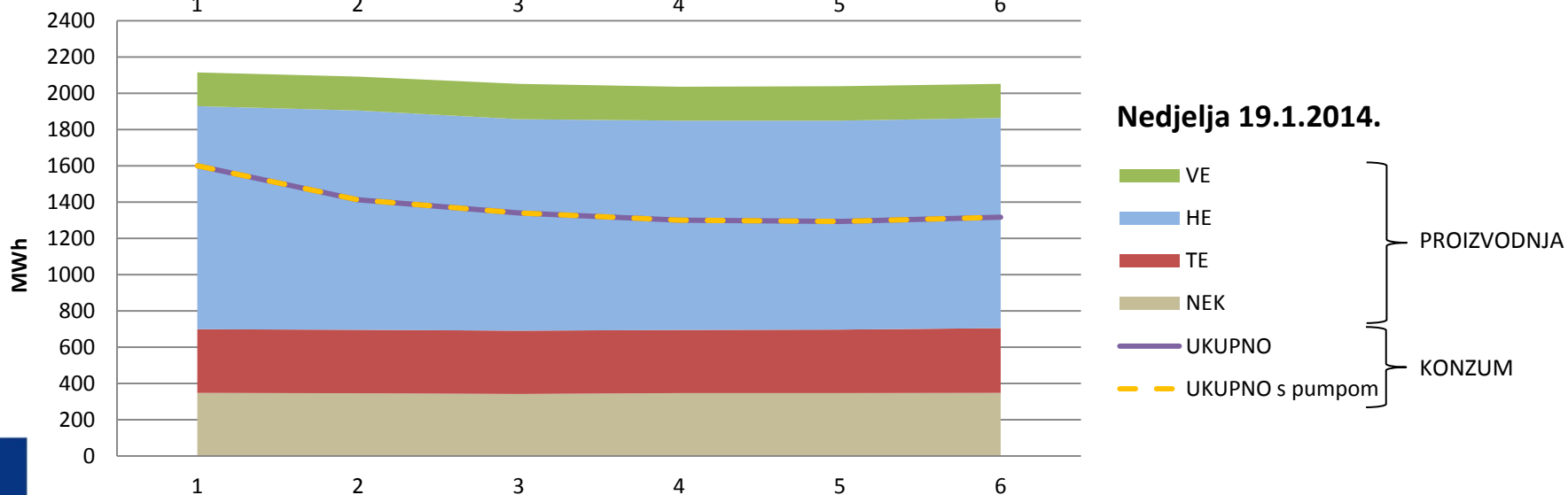
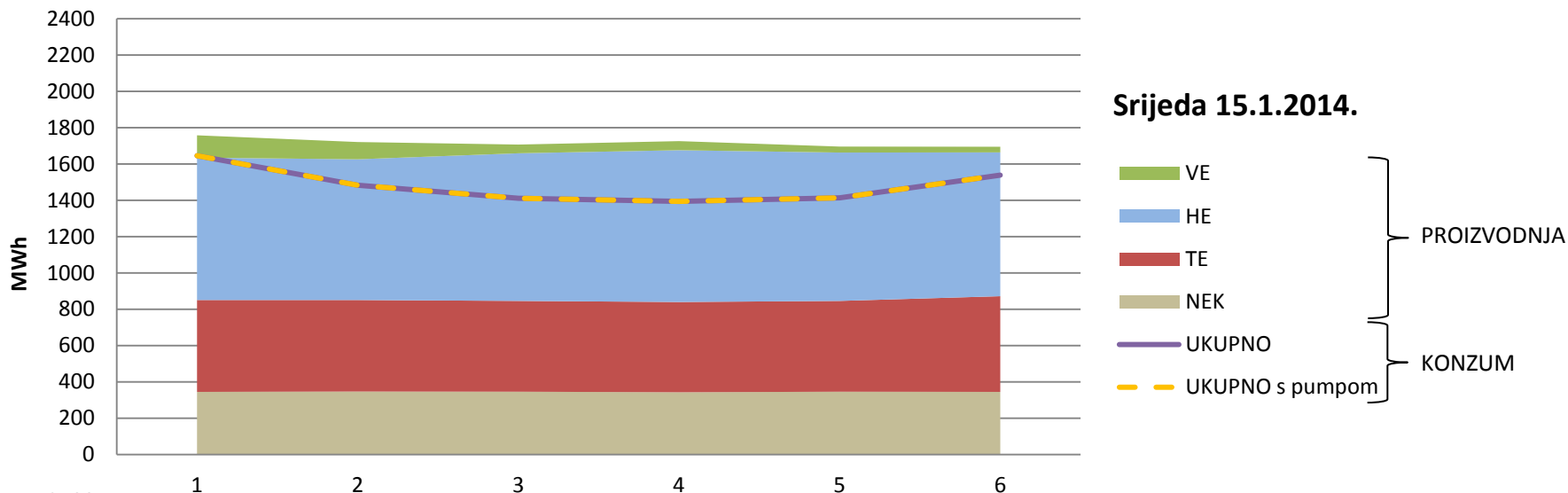
Angažiranost TE Plomin (01.-04. mj. /2015)

S obzirom na raspoloživost, najpovoljnija bazna TE u EES-z RH, ne ostvaruje cca 10% preostale moguće proizvodnje obzirom na rasp. snagu, smanjenje ang. osobito noću i vikendom, trošak proizvodnje TE značajno niži od priz.troška OIE u sustavu poticaja



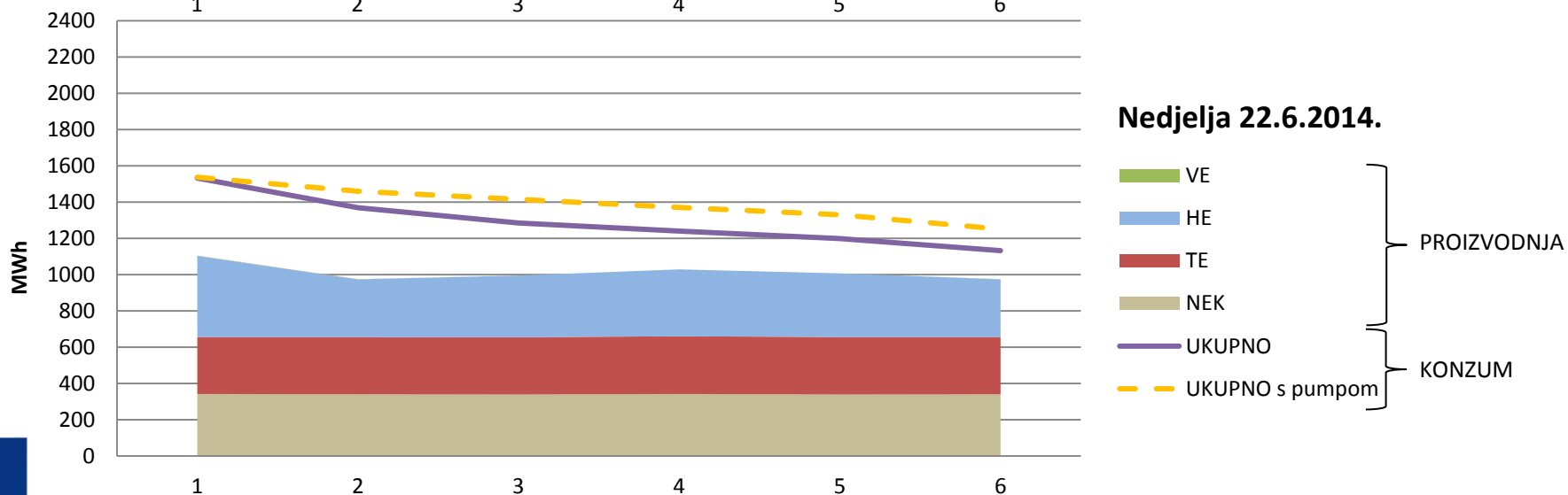
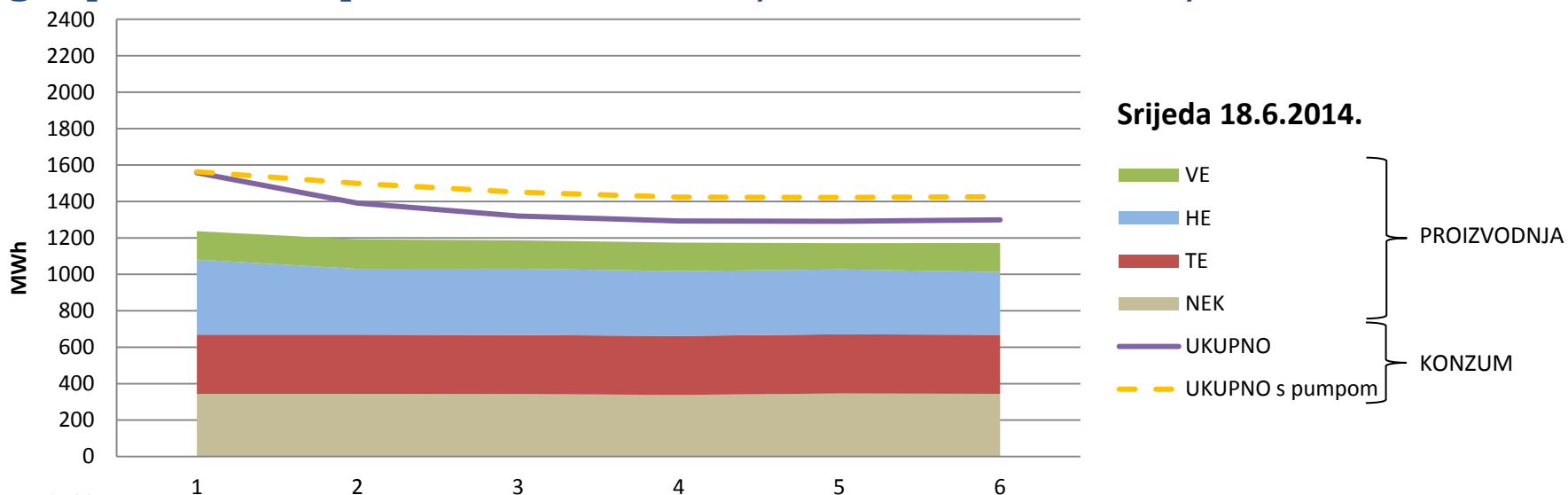
Proizvodnja u dnevnom dijagramu EES-a RH,

kritično razd. 00:00 do 06:00 i vikend, istodobnost proizv. HE i VE, niski konzum



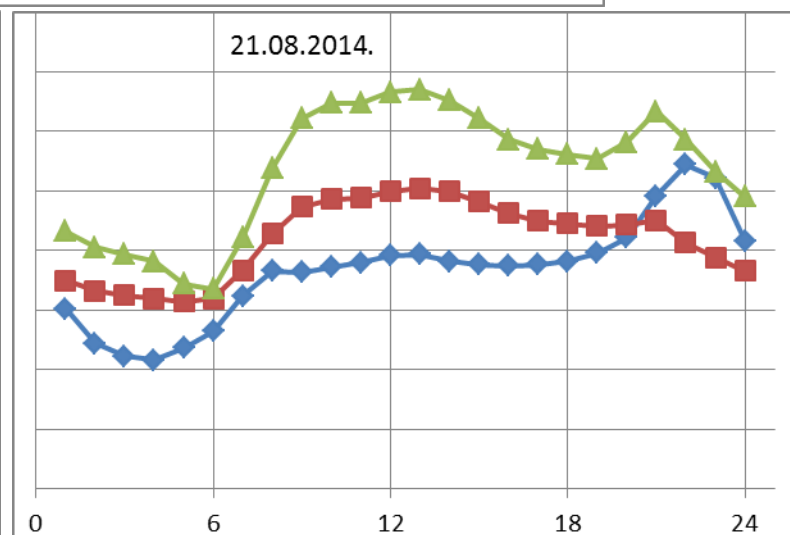
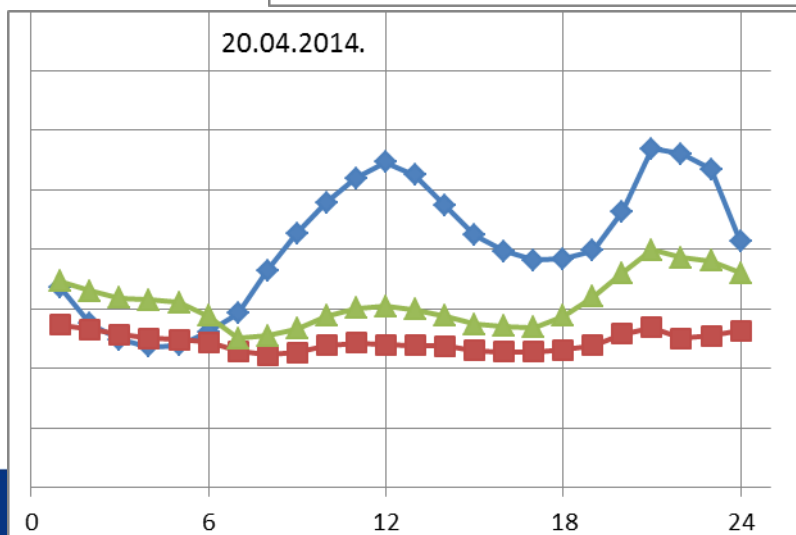
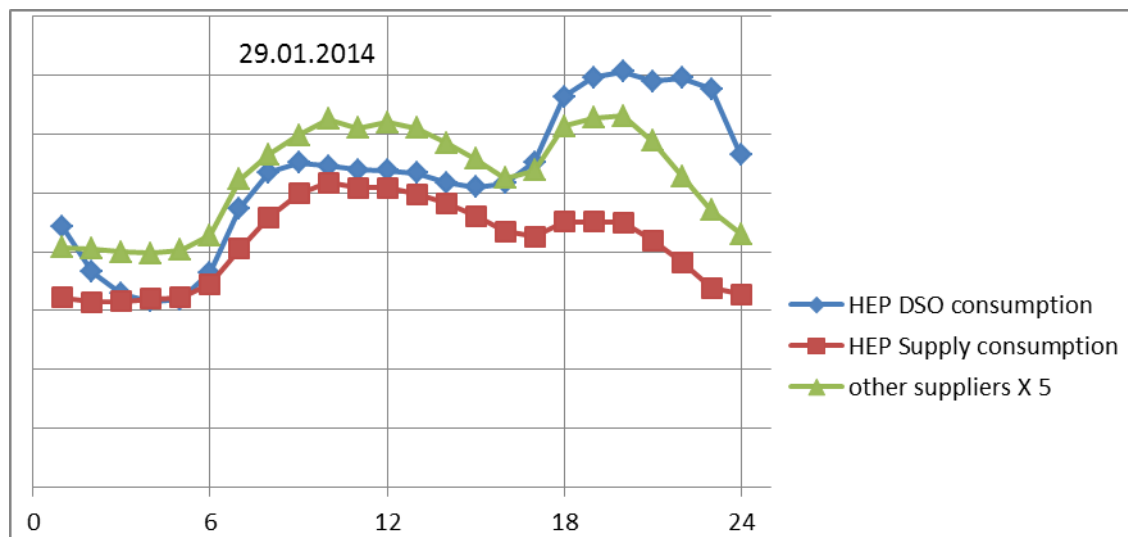
Proizvodnja u dnevnom dijagramu EES-a RH,

moguć prihvati nove proizv. 150-250 MWh/h, za HE do 500 MWh/h, inst. 2.000 MW



Oblik dn. dijagrama opterećenja s više opskrbljivača

nužnost uređenja sustava planiranja, mjerenja i obračuna, bil. grupe



Ostvarenje HEP-Proizvodnje i pokrivenost potreba HOPS-a za sek. regulacijom, (07/2014-04/2015)

visoka pokrivenost potreba reg. opsega $\pm P$ (izuzetak 02/2015), 1/3 ang. raspol. energije W

SEKUNDARNA REGULACIJA										
RAZDOBLJE	OPSEG						ENERGIJA			
	POTREBE HOPS-a		OSTVARENJE		POKRIVENOST		OSTVARENJE			
	Psek-	Psek+	Psek-	Psek+	Psek-	Psek+	Wsek-	Wsek+	Wsek-	Wsek+
	MW	MW	MW	MW	%	%	MW	MW	%	%
srpanj-14	44.020	44.020	39.891	43.374	90,62%	98,53%	10.699	12.991	26,82%	29,95%
kolovoz-14	44.020	44.020	38.695	40.797	87,90%	92,68%	13.913	9.703	35,96%	23,78%
rujan-14	39.000	39.000	34.613	37.979	88,75%	97,38%	12.273	10.694	35,46%	28,16%
listopad-14	40.340	40.340	40.123	40.040	99,46%	99,26%	14.567	14.481	36,31%	36,17%
studeni-14	42.600	42.600	39.161	39.592	91,93%	92,94%	12.541	16.248	32,02%	41,04%
prosinac-14	50.220	50.220	40.319	40.937	80,29%	81,51%	11.997	16.808	29,75%	41,06%
siječanj-15	50.220	50.220	48.616	48.937	96,81%	97,45%	10.529	18.518	21,66%	37,84%
veljača-15	39.760	39.760	31.510	32.531	79,25%	81,82%	10.566	10.912	33,53%	33,54%
ožujak-15	40.260	40.260	40.372	40.696	100,28%	101,08%	10.005	14.472	24,78%	35,56%
travanj-15	35.400	35.400	35.255	35.418	99,59%	100,05%	8.655	11.666	24,55%	32,94%
UKUPNO	425.840	425.840	388.555	400.301	91,24%	94,00%	115.746	136.494	27,18%	32,05%
	851.680		788.856		92,62%		252.240		29,62%	

Ostvarenje HEP-Proizvodnje i pokrivenost potreba HOPS-a za terc. reg. za uravnot.(07/2014-04/2015)

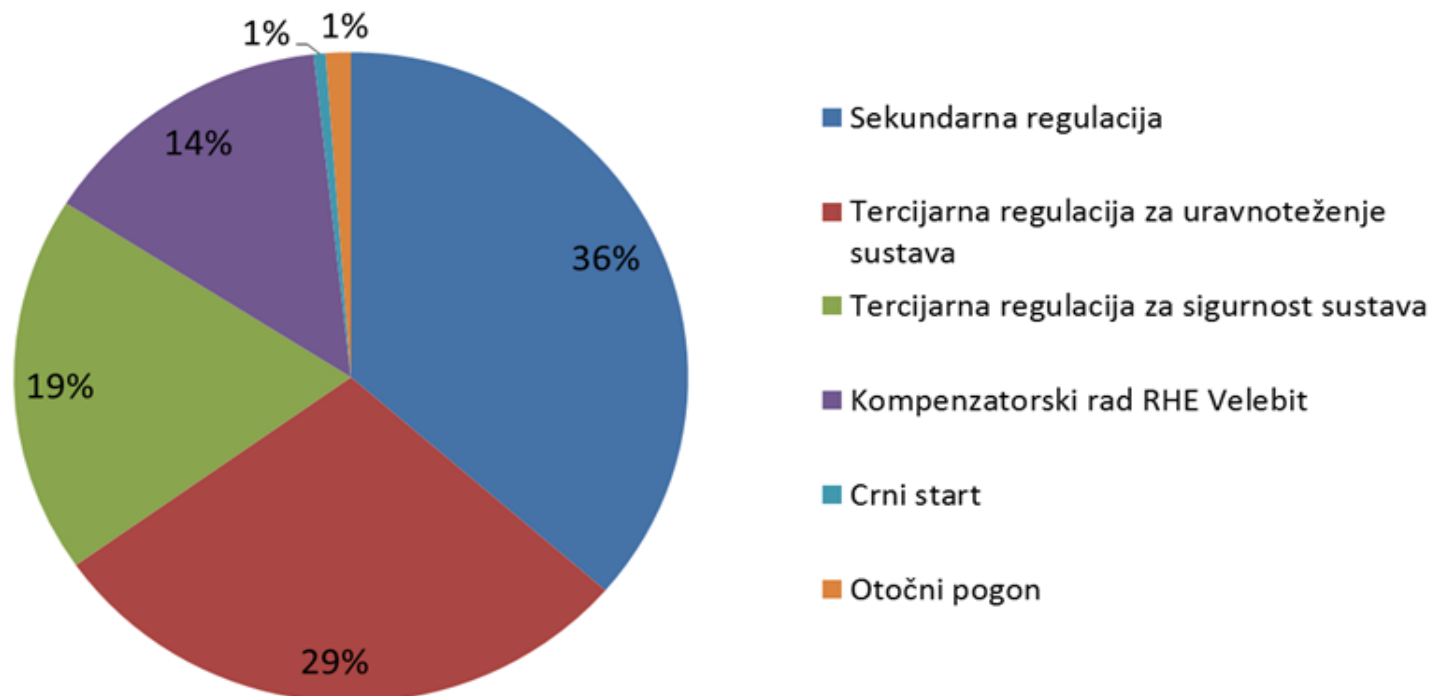
100% pokrivenost potreba reg. opsega $\pm P$, 1/6 angažiranost raspol. energije za terc. regulacije

TERCIJARNA REGULACIJA ZA URAVNOTEŽENJE SUSTAVA										
RAZDOBLJE	OPSEG						ENERGIJA			
	POTREBE HOPS-a		OSTVARENJE		POKRIVENOST		OSTVARENJE			
	Pterc.urav-	Pterc.urav+	Pterc.urav-	Pterc.urav+	Pterc.urav-	Pterc.urav+	Wterc.urav-	Wterc.urav+	Wterc.urav-	Wterc.urav+
	MW	MW	MW	MW	%	%	MW	MW	%	%
srpanj-14	59.520	59.520	59.900	59.520	100,64%	100,00%	8.649	11.455	14,44%	19,24%
kolovoz-14	59.520	59.520	59.842	59.520	100,54%	100,00%	9.877	7.701	16,51%	12,94%
rujan-14	57.600	57.600	58.276	57.600	101,17%	100,00%	9.623	9.002	16,51%	15,63%
listopad-14	59.520	59.520	60.752	59.448	102,07%	99,88%	13.780	6.645	22,68%	11,18%
studeni-14	57.600	57.600	58.445	57.600	101,47%	100,00%	13.658	8.142	23,37%	14,13%
prosinac-14	59.520	59.520	60.184	59.520	101,12%	100,00%	13.910	8.361	23,11%	14,05%
siječanj-15	89.280	89.280	89.374	89.100	100,11%	99,80%	19.505	6.475	21,82%	7,27%
veljača-15	80.640	80.640	79.079	79.413	98,06%	98,48%	7.495	8.990	9,48%	11,32%
ožujak-15	89.280	89.280	89.130	89.295	99,83%	100,02%	12.604	10.912	14,14%	12,22%
travanj-15	86.400	86.400	86.446	86.400	100,05%	100,00%	9.140	15.105	10,57%	17,48%
UKUPNO	698.880	698.880	701.429	697.416	100,36%	99,79%	118.239	92.787	16,92%	13,28%
	1.397.760		1.398.845		100,08%		211.027		15,10%	

Struktura i udio prihoda HEP-Proizvodnje od pružanja pomoćnih usluga (01.-04. mj. /2015)

Značajan udio u troškovima pom. usl. je trošak pružanja usluge tercijarne regulacije za uravnoteženje sustava ($\approx 30\%$) što je posljedica potrebe osiguranja opsega za regulaciju proizvodnje OIE, povećanjem inst. snage OIE (VE) očekuje se daljnji rast troškova uravnoteženja.

Prihodi HEP-Proizvodnje od pomoćnih usluga - 2015.



Obračunske stavke i jed. cijene reg. usluga u nekim zemljama - članicama EU (2012.)

Cijene reg. usluga za snagu (P) i energiju uravnoteženja (W), cijene u RH konkurentne,
Koncept: tržišno i/ili mandatorno posljedica strukture razvoja EES-a i uspostave tržišta

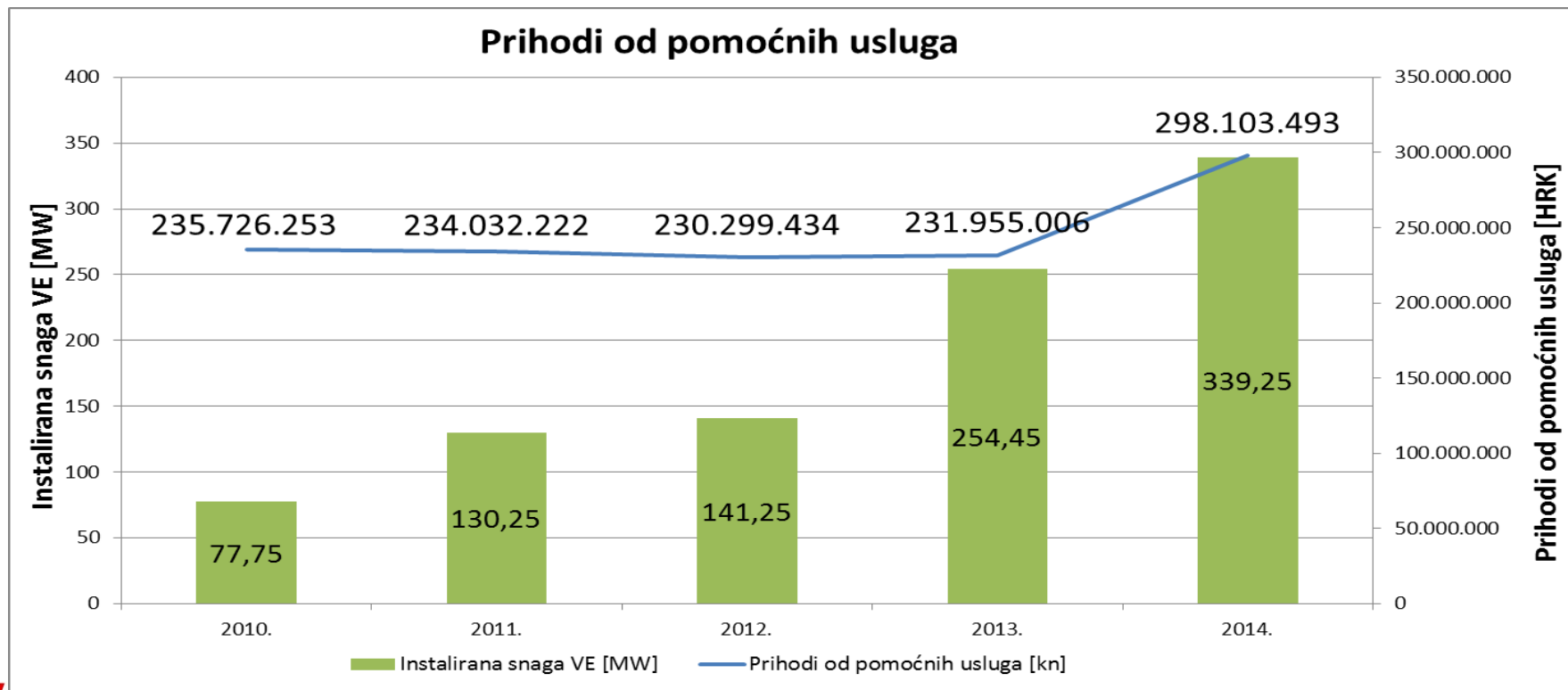
2012.	Mađarska	Češka	Slovačka	Austrija	Rumunjska	Španjolska	Njemačka	Italija	Danska	Poljska	Slovenija	
sekundarna regulacija	P [€/MW/h]	31	29	22	21	14	3	20	12	47	-	28
	W [€/MWh]	243	82	98	160	71	195	120	56	81	-	51
tercijarna regulacija	P [€/MW/h]	12	17	-	4	8 (fast); 4 (slow)	0,5	-	1	-	3	60
	W [€/MWh]	212	50	-	218	78 (fast); 69 (slow)	292	-	64	-	182	-

Usporedba cijena regulacijske energije s cijenama iz okruženja za Q1 – 2015

[€/MWh]	MAVIR (Q1 2015.)	APG (Q1 2015.)	RH (Q1 2015.)
$W_{\text{sek,+}}$	115,31	135,79	55,92
$W_{\text{sek,-}}$	-10,04	-182,54	-23,97
$W_{\text{ter,+}}$	251,83	162,93	51,93
$W_{\text{ter,-}}$	0,00	-116,20	-27,96
W_{spot}	39,71 (HUPX)	33,98 (EXAAA) 32,26 (EPEX)	40,18 (BSP) 39,71 (HUPX)

Kretanje prihoda od pom. usluga za EES RH rast proizvodnje VE, nove snage 100 MW/g.

Od 2014. utvrđen koncept određivanja cijene snage i energije utemeljen na financijskih i energetske izvještajima tj. troškovima dodatne angažiranosti i raspoloživosti, pokazateljima tržišnog kretanja cijena el.en.- susjedne burze



Okvirni izračun proizvodne cijene termo bloka nove tehnologije i velike snage na prirodni plin

A) Osnovni režim rada

- Predmetni blok ne pruža usluge sek. i terc. regulacije za uravnoteženje sustava
- Puna angažiranost 60%, 20% vremena na sredini te 20% na min. angažiranosti
- Značajke bloka:
 - $P_{min} = 250 \text{ MW}$ ($\eta = 56\%$), $P_{sred} = 350$ ($\eta = 57\%$), $P_{max} = 450 \text{ MW}$ ($\eta = 58\%$)

a) godišnje u pogonu 7.500 sati (vremenska angažiranost)

- 4.500 h na punom teretu, 1.500 h na sredini opsega, 1.500 h na min. opterećenju
- Potrošnja plina:

▫ Na min. opterećenju:	669.643 MWh
▫ Na srednjem opterećenju:	921.053 MWh
▫ Na punom opterećenju:	3.491.138 MWh
▫ UKUPNO:	5.081.834 MWh

Okvirni izračun cijene proizvodnje termo bloka nove tehnologije i velike snage-plin, angažiranost 7.500h

- Godišnja proizvodnja električne energije: **2,25 TWh ili 390 MWh/h**
- Trošak plina za 1 MWh el.en: **52,121 €/MWh** (uz prosječnu cijenu prirodnog plina od **30 €/MWh** sa troškovima transporta, **idealno planiranje, bez troška. ur. plina**)
- Dodatni varijabilni troškovi procjenjuju se na **5 €** (emisije, potrošnja el. energije, troškovi vode i odvodnje, kemikalije, naknade ovisne o proizvodnji itd.)
- **Ukupni varijabilni trošak: 57,121 €/MWh**
- Odnos varijabilnog (75 %) i fiksnog (25 %) troška iznosi 3:1 (iskustveno)
- **Fiksni trošak** – 20 godina x 7.500 h x 390 MW x 19,04 €/MWh = **1,114 mlrd. €** za nabavu i montažu, prevent. održavanje – kriterij 20.000 sati remont, troš. osoblja
- **Za ekonomsku opravdanost izgradnje velikog plinskog bloka, trebalo bi prihodovati prosječno 76,159 €/MWh, za prosj. god. proizvodnju od 2,925 TWh**
- Moguć izračun izravno preko troška nabave, montaže te troškova održavanja, troškova osoblja, troškova fiks. naknada, 450 MWx2.200.000 €/MWh = 990 mil.€

Okvirni izračun cijene proizvodnje termo bloka nove tehnologije i velike snage-plin, angažiranost 2.500h

b) U pogonu 2.500 h/god. (min. angažiranost obzirom na cijenu el. en. i cijenu plina)

- 1.500 h na punom teretu, 500 h na sredini opsega, 500 h na min. opterećenju
- Potrošnja plina:
 - Na min. opterećenju: **223.214 MWh**
 - Na srednjem opterećenju: **307.018 MWh**
 - Na punom opterećenju: **1.163.793 MWh**
 - **UKUPNO: 1.694.025 MWh**
- **Godišnja proizvodnja električne energije: 975.000 MWh**
- **Varijab. trošak za plin: $1.694.025 \text{ MWh} \times 32 \text{ €/MWh} / 975.000 = 55,599 \text{ €/MWh}$**
- **Ukupan varijabilni trošak (procjena 5€/MWh ostali var. tr.) = 60.599 €/MWh**
- **Fiksni trošak (nabava, mont., održavanje, os.) $\approx 450 \text{ MW} \times 1.800.000 = 810 \text{ mil. €}$**
- **Prosječna proizv. cijena: $((55,599 \times 20 \times 975.000) + 810.000.000) / (20 \times 975.000) =$**
- **Za ekonomsku opravdanost izgradnje velikog plinskog bloka, trebalo bi prosj. prihodovati 97,137 €/MWh, za prosj. god. proizvod. od 975.000 MWh, 2.500 h**

Okvirni izračun cijene proizvodnje termo bloka nove tehnologije i velike snage–plin, sek. reg.

B) Rad plinskog bloka u režimu ASR regulacije od 7.500 sati godišnje na srednjem opterećenju (350 MW) uz osiguranje opsega rezerve u ASR od ± 100 MW

- Godišnja proizvodnja električne energije: **2,625 TWh, potr. plina 4.605.263 MWh**
- Uslijed potrebe za fleksibilnošću potrošnje plina na dnevnoj razini, **jedinična cijena plina iznosi ≈ 36 €/MWh (procjena cijene fleks. potr. plina za $\pm 28\%$)**
- God. trošak plina: **165, 789 mil. €, var. cijena za el.en (samo plin) 63,158 €/MWh**
- **Ukupna varijabilna cijena za baznu el. energiju kroz ASR iznosi 68,158 €/MWh**
- Odnosno **treba pokriti ukupan trošak (F + V)** radi obvezujuće usluge u regulaciji $68,158 \times 2,625 \text{ mil. MW} \times 20 \text{ god.} + (450 \text{ MW} \times 2,2 \text{ mil. €/MW}) = 4.568 \text{ mil. €}$
- Elektrana će baznu proizvodnju od 2.625.000 MWh prodati po tržišnoj cijeni (42,5 €/MWh) te ostvariti prihod u 20 godina od **2.231 mil. €**
- Preostalih $(4.568 - 2,231) / 20 \text{ god.} = 116,85 \text{ mil. €/god.}$ plinski blok u sek. reg. treba uprihoditi temeljem pruženog opsega snage za sekundarnu regulaciju i prodane (podizanje) /kupljenje (spuštanje proizvodnje) energije uravnoteženja

Okvirni izračun cijene proizvodnje termo bloka nove tehnologije i velike snage–plin, sek. reg.

a) Varijanta snaga i energija u ASR

- Prihod od energije uravnoteženja (1/3 vremena s povećanjem proizvodnje):
 - $\frac{7.500}{3} \times 100 = 250.000 \text{ MWh} \times 42,5 \times 1,4 = 14,875 \text{ mil. €}$
- Trošak od energije uravnoteženja:
 - $\frac{7.500}{3} \times 100 = 250.00 \text{ MWh} \times 42,5 \times 0,6 = -6,375 \text{ mil. €}$
- Neto prihod od energije uravnoteženja: **8,500 mil. €/godišnje**
- Potrebna naknada za regulacijsku snagu u sekundarnoj regulaciji
 - $\frac{116.850.000 - 8.500.000}{2 \times 100 \times 7.500} = 72,23 \frac{\text{€}}{\text{MW}}$ **izuzetno skupa rezerva snage u sek. regulaciji,**

b) Trošak regulacije samo kroz energiju uravn. (bez troška reg. snage) plinskog bloka koji radi u ASR (pretpostavimo dodatna regulacija radi vjetra u sustavu)

- $(116.850.000/2.625.000) = 44,514 \text{ €/MWh}$, dodatna naknada plinskoj kada bi bila u brznoj terc. regulaciji, uvažavajući da je elektrana već uprihodila 42,5 €/MWh na tržištu za baznu energiju
- **Svedeno na trošak po MWh iz VE u RH (za 300 MW VE, približno ±100 MW)**

$$\frac{116.850.000}{750.000} = 155,8 \text{ €/MWh za en. ur., a bazna proizvodnja energije po 42,5 €/MWh}$$

Trenutno stanje problematike pom. usluga u RH, prijedlog mjera za poboljšanje, rizici i zaključak

- Uspostavljen sustav svakodnevnog planiranja raspoloživosti pružanja pom. usluga, nadzora, aktivacije i obračuna temeljem ostvarenja 07/2014
- Predložen koncept i struktura stavki za izračun cijena pojedinačnih pomoćnih usluga utemeljen na troškovima snage i energije (04/2014)
- Uspostavljena zapisnička ovjera troškova pojedinačnih pomoćnih usluga za mj. obračunsko razdoblje, značajna ulaganja HEP-Proizvodnje u izgradnju OMM na sučelju HEP-Proizvodnje i HOPS-a temeljem razgraničenja (30-tak mil. HRK)
- Pripremljeni postupkovnici za plan, replan (10-tak/d) i aktivaciju pom. usluga
- Započela verifikacija ispitivanja proizv. jedinica (agregati u HE, blokovi u TE) tj. certificiranje osposobljenosti pružanja pom. usluga-TE-TO Osijek, region. procesi
- Kontinuirano se provodi analiza troškova i koristi od pružanja pojed. pom. usluga za različite energetske scenarije (opterećenje, struktura izvora, hidrološke okolnosti, početak i trajanje remontnih aktivnosti), Ekipiranje meteorolozima
- Uspostavljeni procesi revitalizacije i modernizacije hidroelektrana s ulaganjima od nekoliko desetaka milijuna € po agregatu povećava priključna snaga, raspoloživost i energetska iskoristivost hidro-agregata

Trenutno stanje problematike pom. usluga u RH, **prijedlog mjera za poboljšanje, rizici i zaključak**

- Nastaviti proces unapređenja planiranja i replaniranja proizvodnje OIE, prema konceptu 7 dnevnog rada s uspostavom 24-satnih operat. smjena
- Uspostaviti model bilančna grupa odgovorna za plan i troškove en. uravn.
- Ustrojiti nadzor plana i ostvarenja potrošnje po opskrbljivačima kao i energije za pokriće gubitaka u prijenosnoj i distribucijskoj mreži-mjerenja,
- Pripremiti model za izračun pravične naknade za prim. reg. i reg. napona, upitnost penalizacije mandatornog pružatelja-po ostvarenju, hidrol. okolnosti
- Rješavati problematiku pom. usluga za potrebe Operatora dist. mreže, motivacija za regulacijske usluge na strani potrošnje (el. bojleri za CTS, tarife)
- **Revidirati postojeću i ustrojiti preostalu nužnu regulativu** za razvoj tržišta el. energije, obveze i dužnosti opskrbljivača, problematiku integracije OIE
- **NUŽNA MULTIDISCIPLINARNA ANALIZA STANJA U ENERGETSKOM SEKTORU RH S REVIZIJOM SMJERNICA ZA RAZVOJ EES-a RH** (regionalizacija usluga, tržišni i regulirani odnosi i povratni signali, utjecaj cijena na hrvatsko gospodarstvo i poduzetništvo te kućanstvo, pravo kupca na izbor mixa)

HVALA NA PAŽNJI