

# Analiza ušteda postignutih energetskom obnovom

**Pilot projekt 4c1.2**

**'Energetska obnova zgrada i korištenje obnovljivih izvora  
energije u javnim ustanovama koje obavljaju djelatnost odgoja  
i obrazovanja'**

Marin Paladin, dipl.ing.građ.

Zagreb, 5. veljače 2020.

---

## Odabir uzorka

- 33 projekta ukupno u pozivu 4c1.2

- ↳ ○ 25 u županijama kontinentalne hrvatske

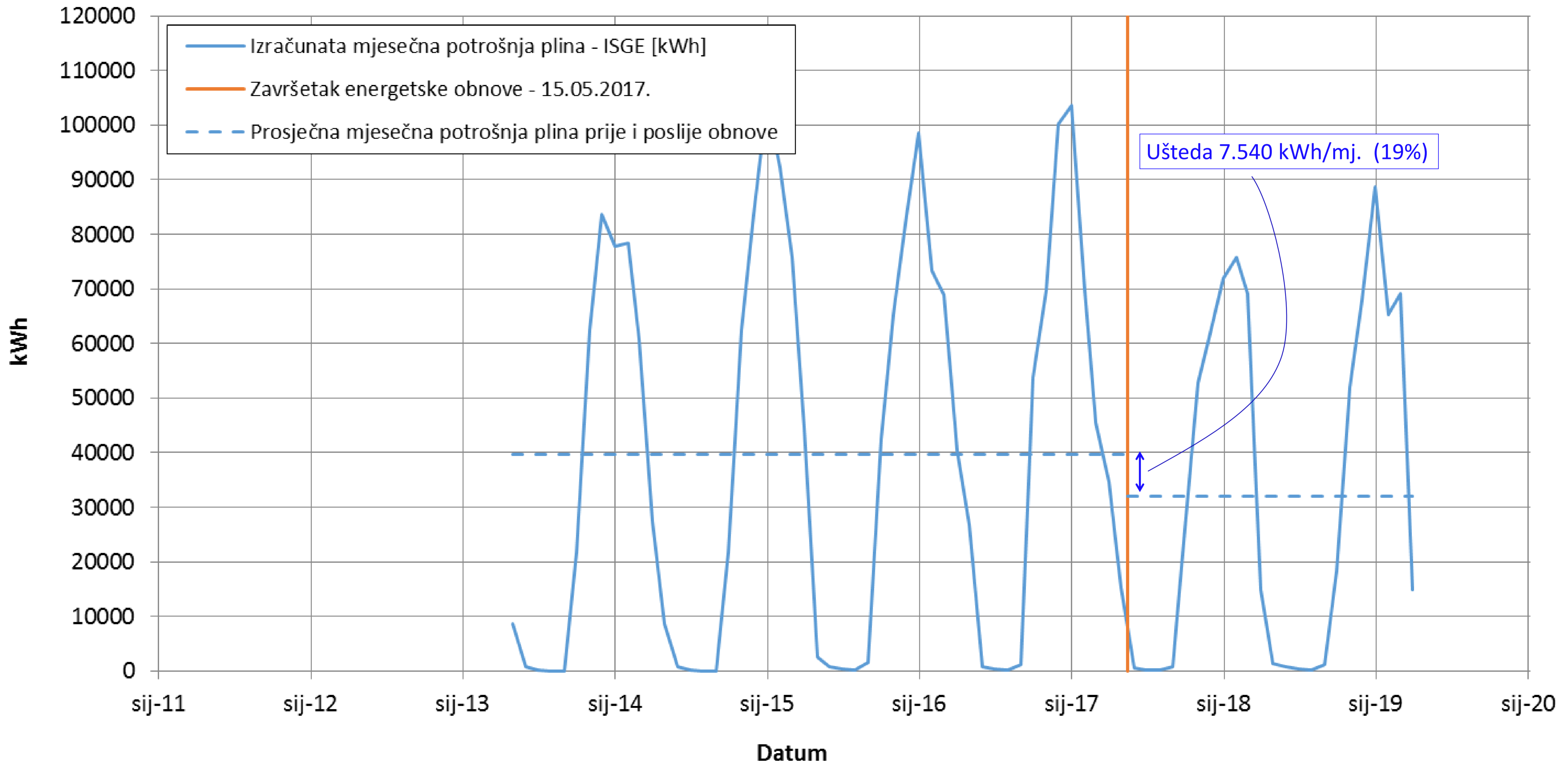
- ↳ ○ 17 projekata sa samo građevinskim mjerama energetske obnove

- ↳ ○ 15 projekata u kojima je grijanje na plin

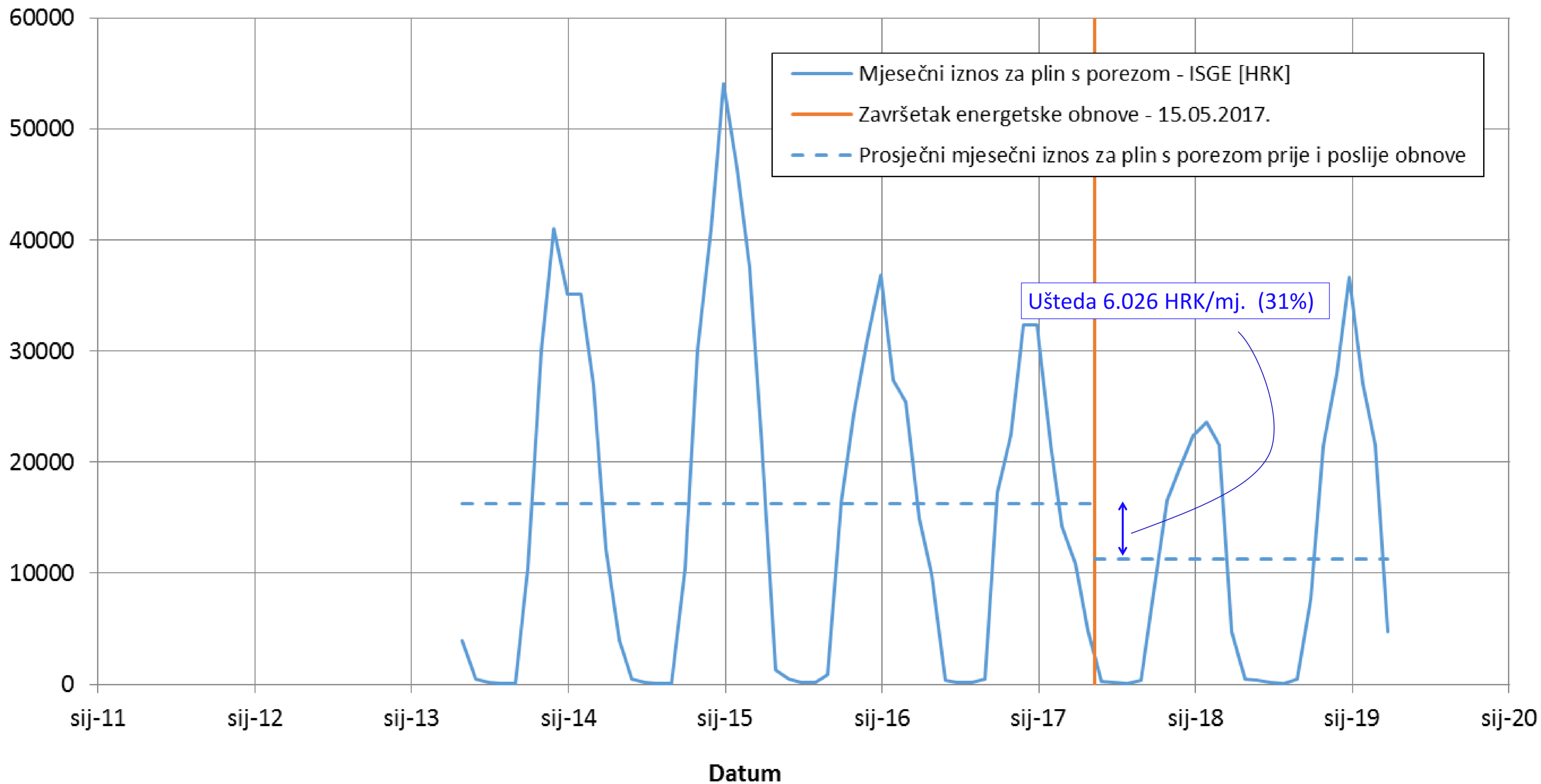
- ↳ ○ 13 projekata koji imaju adekvatan i potpun unos podataka u ISGE

**13 projekata energetske obnove je obuhvaćeno ovom analizom**

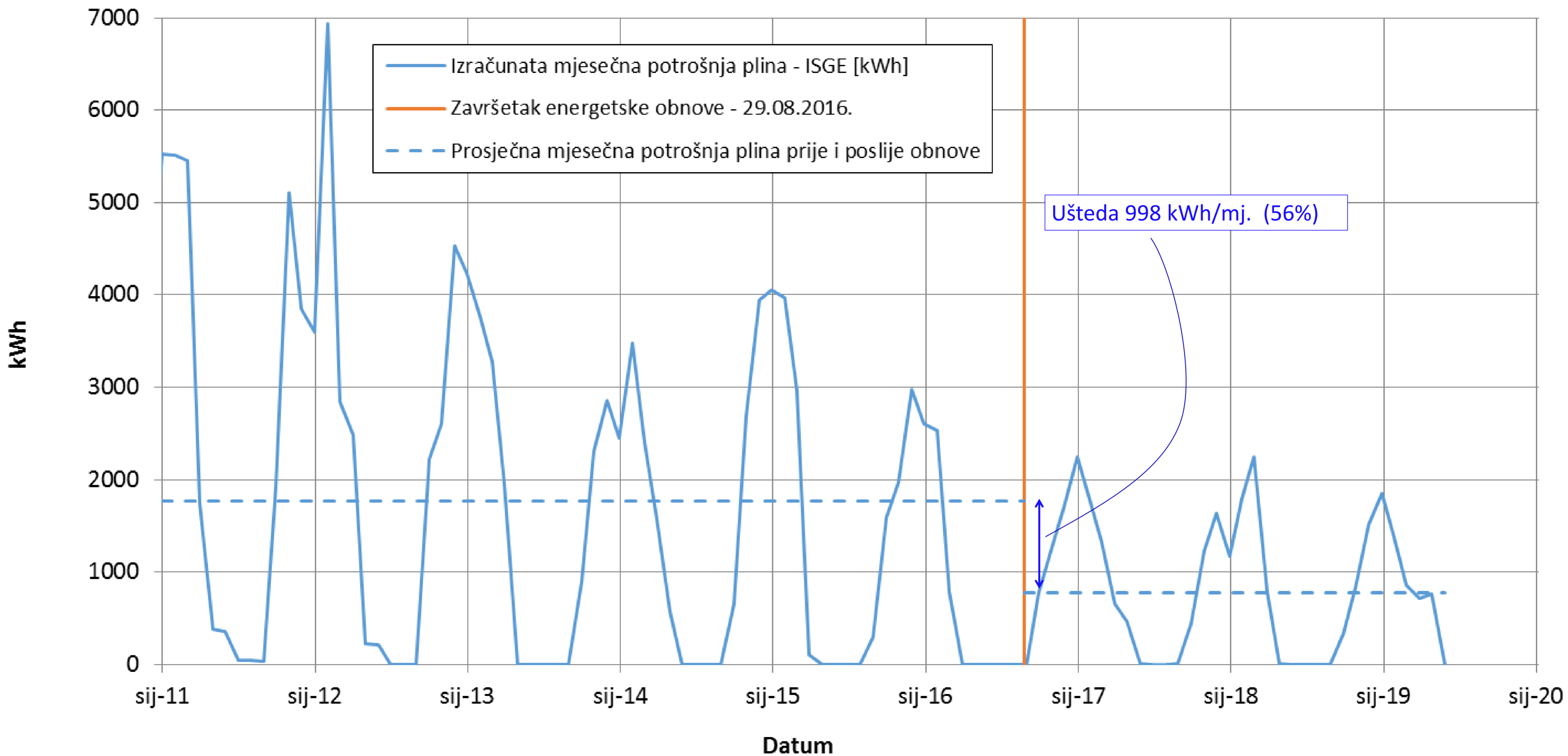
# OŠ "Josip Kozarac", Slatina



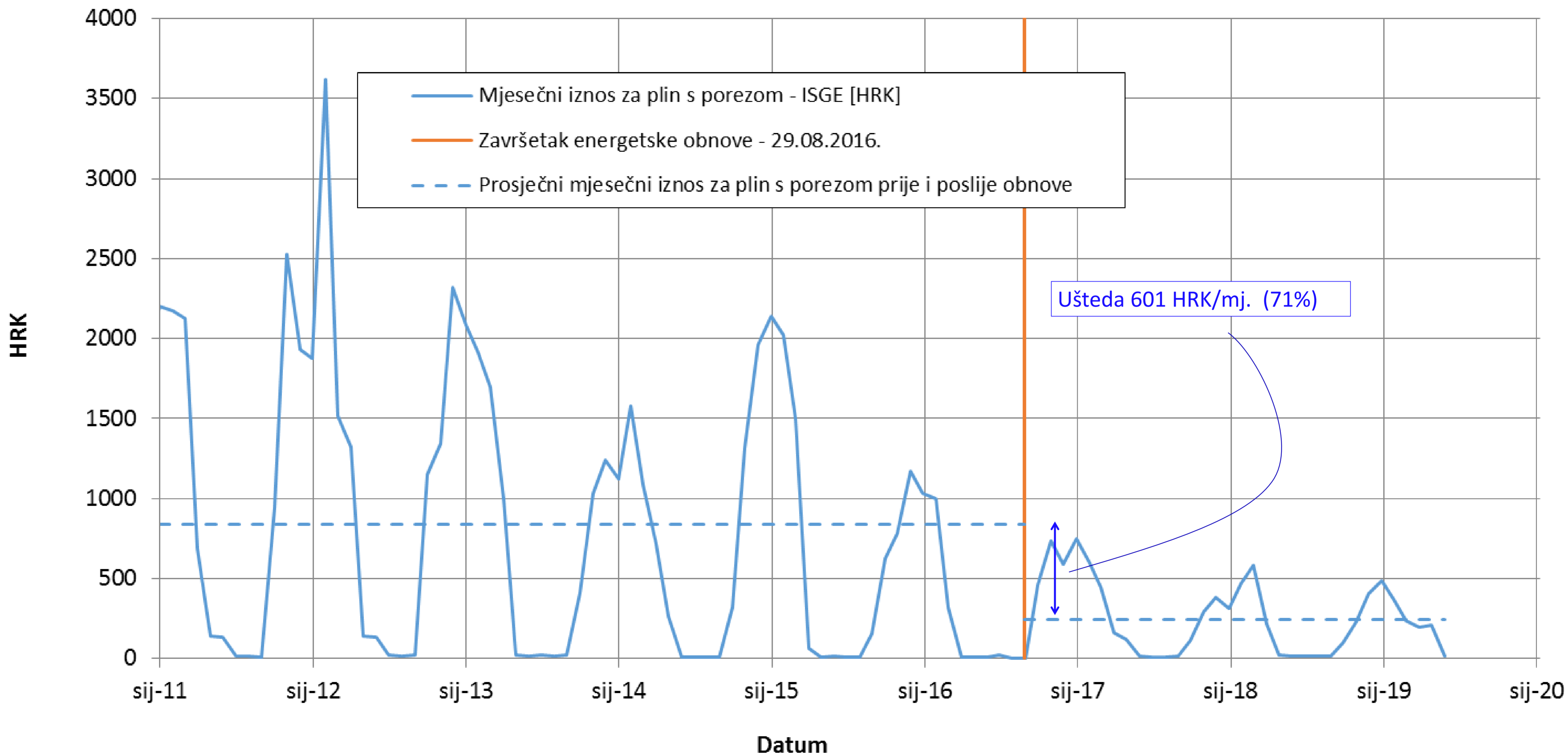
# OŠ "Josip Kozarac", Slatina



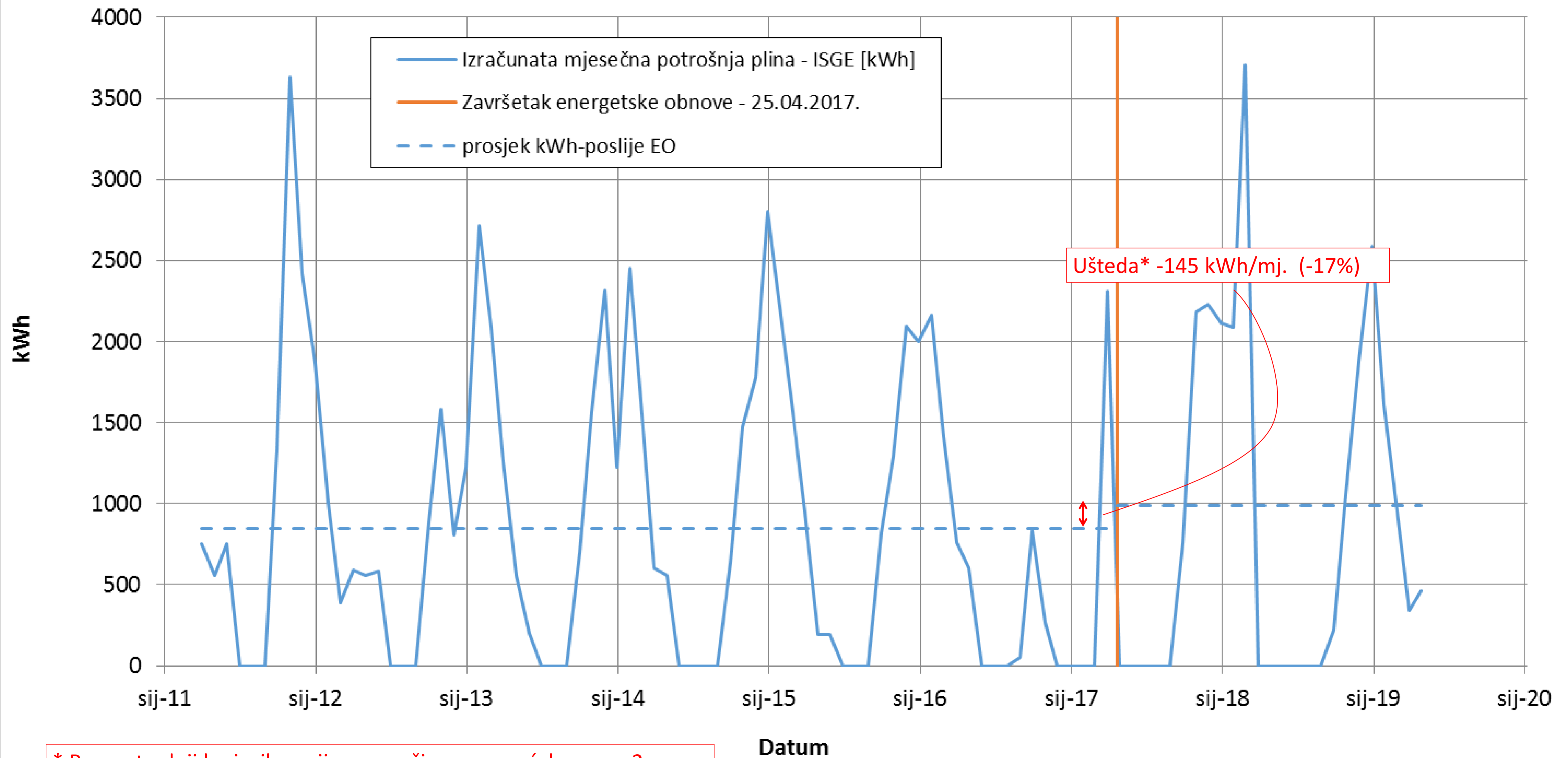
# PŠ Treštanovci



# PŠ Treštanovci

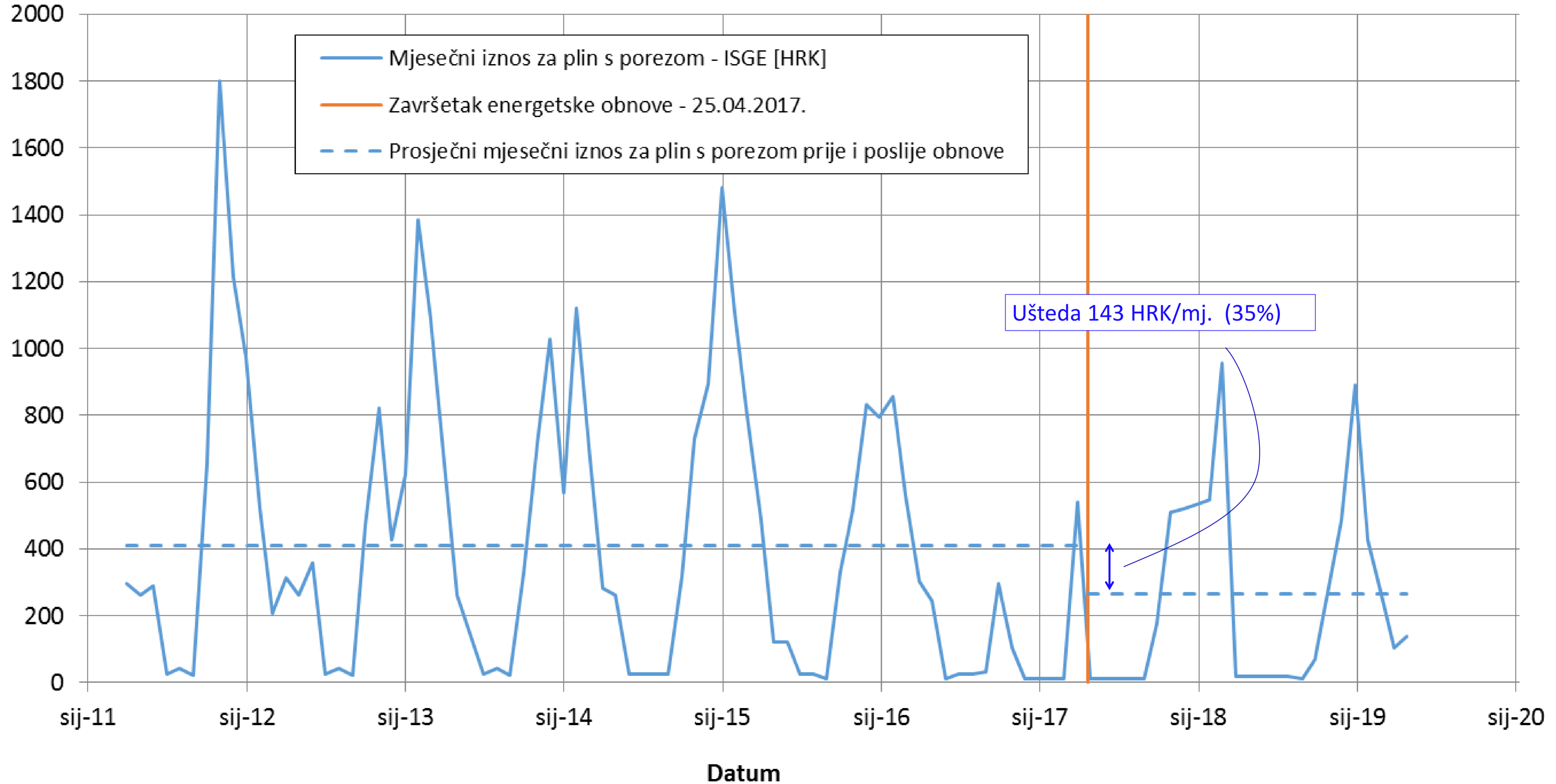


# PŠ "Tekić"



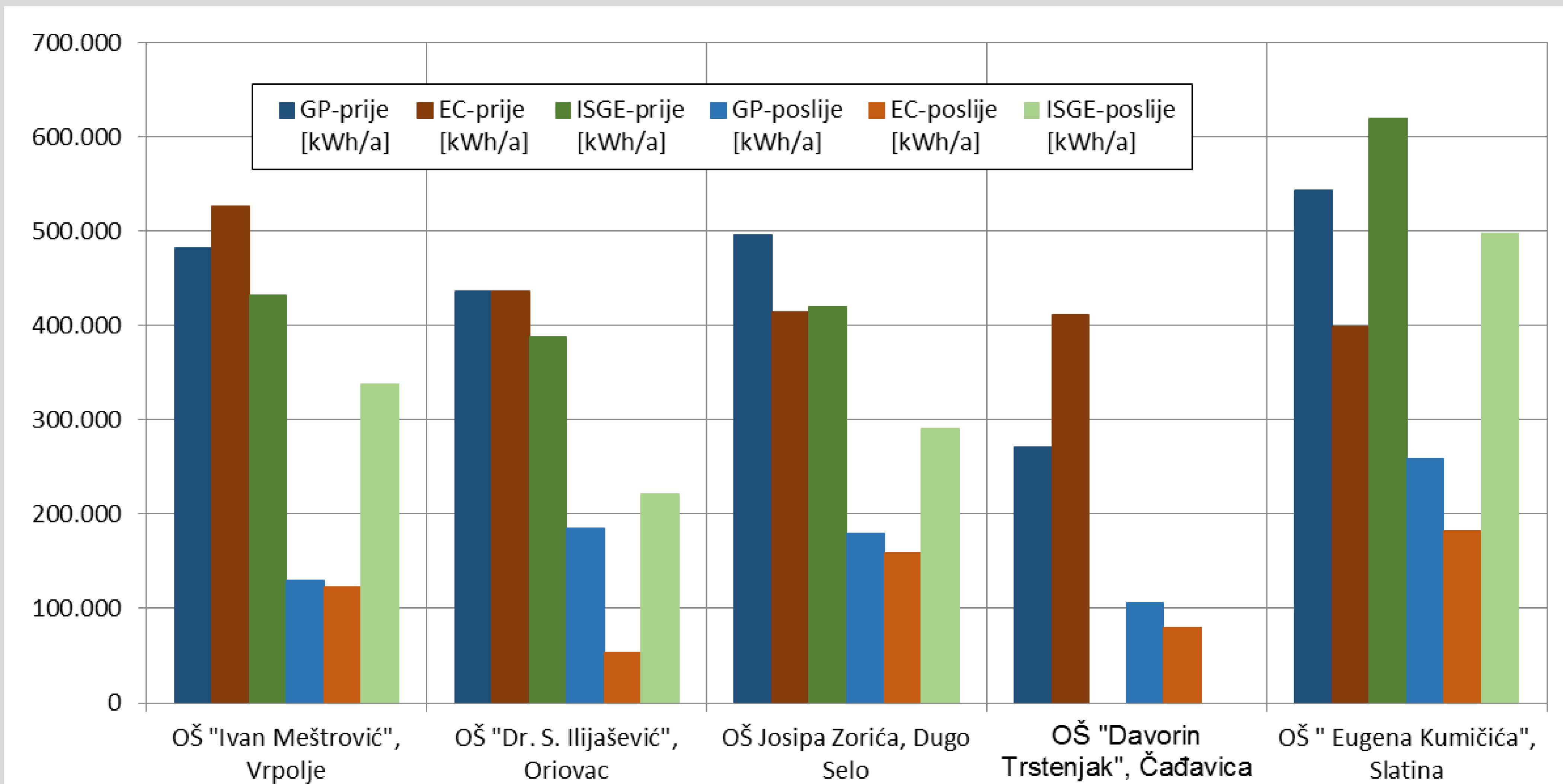
\* Prema tvrdnji korisnika, grijana površina se povećala za cca 2x

# PŠ "Tekić"





## Pokazatelji projektnih rezultata ( $Q_{H,nd}$ )

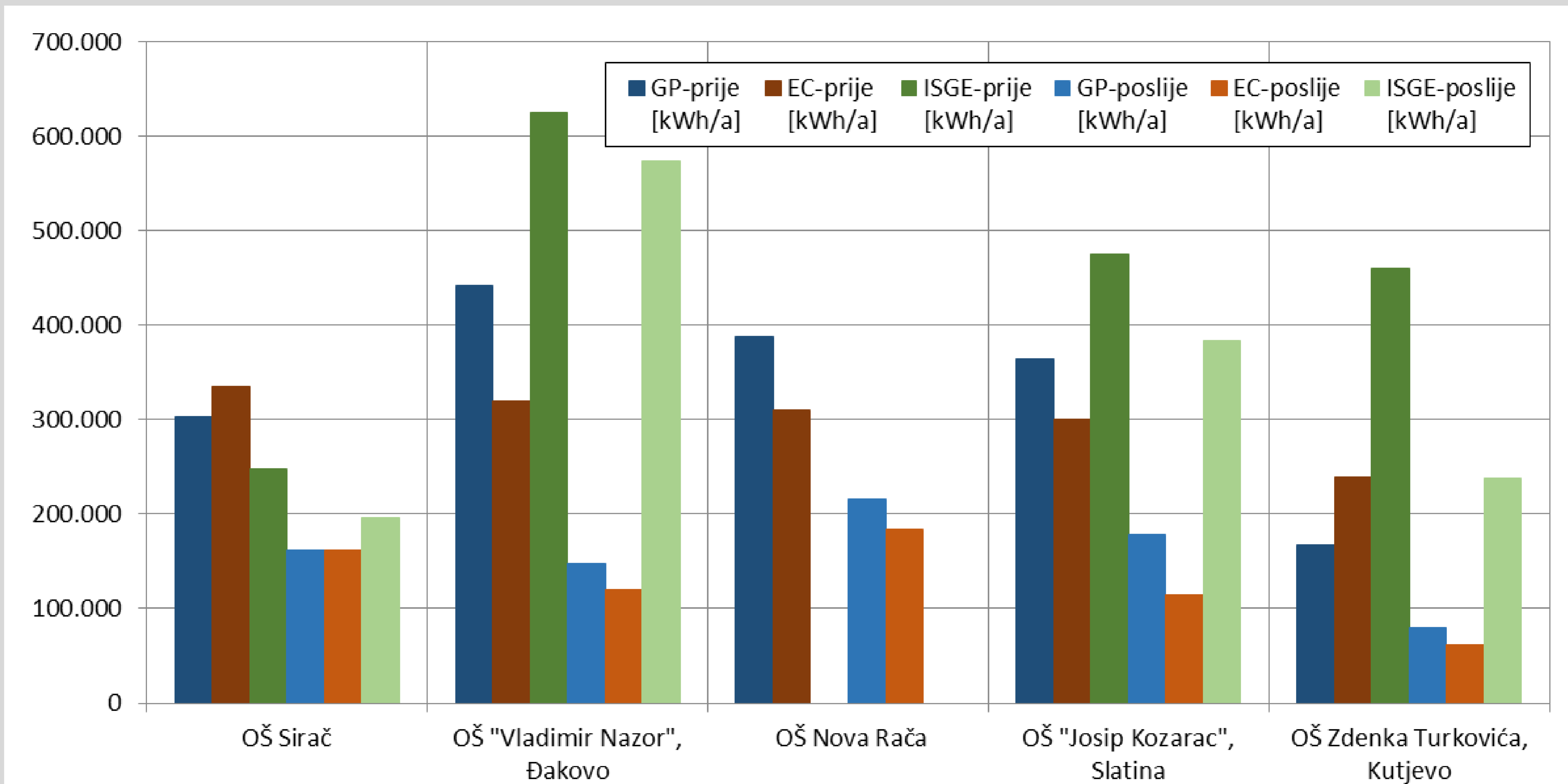


GP – vrijednosti po građevinskom projektu

EC – vrijednosti po energetsom certifikatu

ISGE – vrijednosti iz Informacijskog Sustava za Gospodarenje Energijom

## Pokazatelji projektnih rezultata ( $Q_{H,nd}$ )

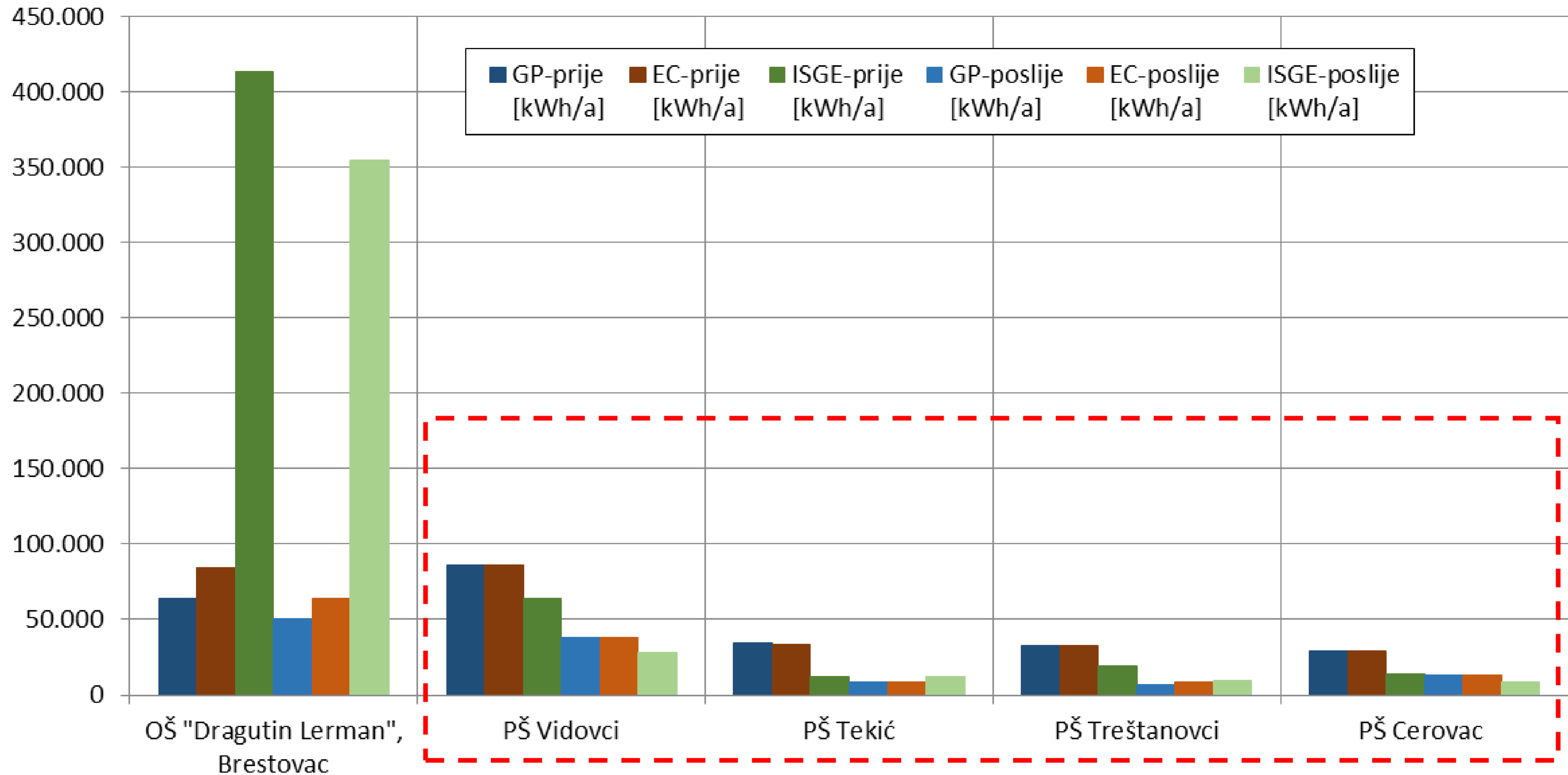


GP – vrijednosti po građevinskom projektu

EC – vrijednosti po energetsom certifikatu

ISGE – vrijednosti iz Informacijskog Sustava za Gospodarenje Energijom

# Pokazatelji projektnih rezultata ( $Q_{H,nd}$ )

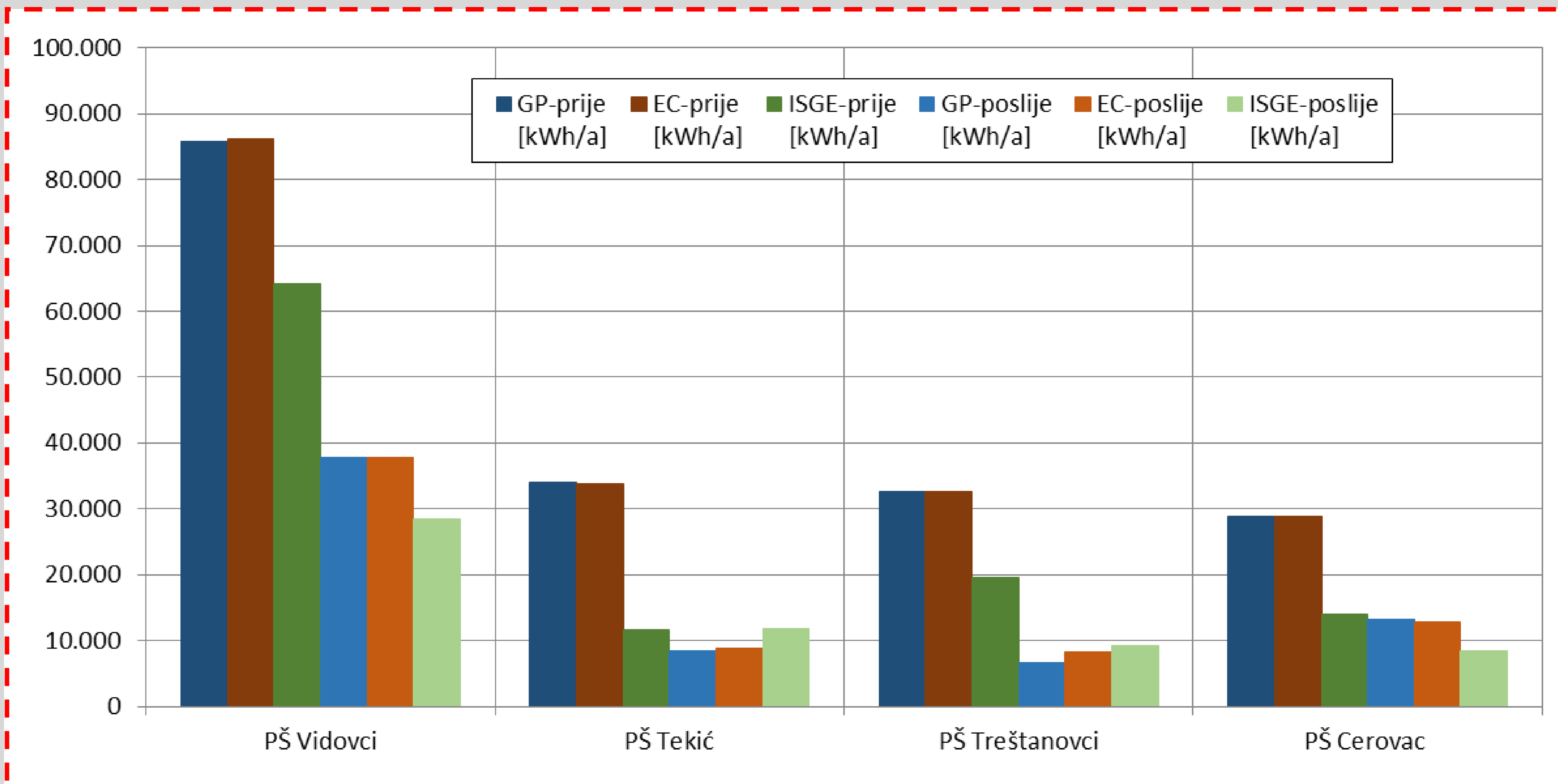


GP – vrijednosti po građevinskom projektu

EC – vrijednosti po energetsom certifikatu

ISGE – vrijednosti iz Informacijskog Sustava za Gospodarenje Energijom

## Pokazatelji projektnih rezultata ( $Q_{H,nd}$ )



GP – vrijednosti po građevinskom projektu

EC – vrijednosti po energetsom certifikatu

ISGE – vrijednosti iz Informacijskog Sustava za Gospodarenje Energijom

# Pokazatelji projektnih rezultata ( $Q_{H,nd}$ )

	GP-prije [kWh/a]	EC-prije [kWh/a]	ISGE-prije [kWh/a]	GP-poslije [kWh/a]	EC-poslije [kWh/a]	ISGE-poslije [kWh/a]	Ušteda GP [%]	Ušteda EC [%]	Ušteda ISGE [%]
OŠ "Ivan Meštrović", Vrpolje	482.583	526.994	432.309	129.156	123.228	338.419	73	77	22
OŠ "Dr. S. Ilijašević", Oriovac	436.422	436.019	387.644	185.373	53.775	221.715	58	88	43
OŠ Josipa Zorića, Dugo Selo	496.951	413.786	420.621	180.210	158.863	290.562	64	62	31
OŠ "Davorin Trstenjak", Čađavica	270.787	411.458		106.025	79.500		61	81	
OŠ " Eugena Kumičića", Slatina	544.076	399.115	620.290	258.888	182.956	498.164	52	54	20
OŠ Sirač	303.515	334.768	247.337	161.804	161.710	195.942	47	52	21
OŠ "Vladimir Nazor", Đakovo	442.789	320.637	625.013	147.509	120.483	573.464	67	62	8
OŠ Nova Rača	388.556	310.992		216.322	184.510		44	41	
OŠ "Josip Kozarac", Slatina	365.101	301.127	475.006	177.871	114.992	384.524	51	62	19
OŠ Zdenka Turkovića, Kutjevo	166.979	239.950	460.414	79.553	62.214	238.409	52	74	48
OŠ "Dragutin Lerman", Brestovac	63.493	84.192	414.129	50.179	63.399	354.960	21	25	14
PŠ Vidovci	85.695	86.189	64.116	37.810	37.712	28.515	56	56	56
PŠ Tekić	33.964	33.768	11.654	8.499	8.756	11.875	75	74	-2
PŠ Treštanovci	32.566	32.566	19.500	6.574	8.269	9.261	80	75	53
PŠ Cerovac	28.864	28.864	14.049	13.099	12.715	8.379	55	56	40
<b>Prosječne vrijednosti</b>	267.923	249.075	322.468	110.502	85.313	242.630	57,7	62,7	28,6
EPG	0,83	0,77		0,46	0,35				
	0,83	0,77		0,45	0,35				

Ušteda = (prije - poslije) / prije \* 100

EPG - Energy Performance Gap (jaz energetske učinkovitosti)

EPG = proračunska potrošnja energije / izmjerena potrošnja energije

# EPG iz stručne literature

Table 2. Literature reviewed with reported magnitudes of the building energy performance gap.

Reference	Building Type	Country	Period	Energy Items Included	Lower Limit of the Reported Gap	Upper limit of the Reported Gap	Average Value of the Reported Gap
Fokaides et al. [36]	Residential	Cyprus	Yearly (two years)	Electricity, heating oil, and gas	-	4	2.5
Magalhães and Leal [38]	Residential	Portugal	Yearly	Heating, cooling, domestic hot water	-	-	22.1 for space heating, 38.3 for space cooling
Hens et al. [39]	Residential	Belgium	Yearly	Heating	1.79	2.03	-
Fedoruk et al. [40]	Academic/Research	Canada	Yearly (from April 2012 to March 2013)	Space conditioning, domestic hot water, lighting, plug loads	-	-	0.78
Marjanovic-Halburd et al. [41]	Office	UK	Yearly (2004)	Heating, cooling, lighting, domestic hot water	0.7	0.83	-
Tronchin and Fabbri [42]	Residential	Italy	Yearly	Electricity, natural gas	1	2.42	-
Herrando et al. [34]	Academic/Research	Spain	Yearly	Heating, cooling, lighting, natural gas	0.27	1.52	-
Stoppel and Leite [43]	Dormitory	USA	Yearly	Heating, cooling, lighting (both interior and exterior), domestic hot water, receptacle equipment, interior fans	1.9	2.12	-
Menezes et al. [31]	Office	UK	Yearly	Heating, cooling, lighting, small power, catering equipment	0.33	1	-
Wilde [5]	Academic/Research	UK	Yearly (from 2011 to 2012)	HVAC electricity, facility electricity, gas	-	-	0.39
Cañi et al. [32]	Residential	Germany	Yearly (from 2011 to 2014)	Heating, domestic hot water	0.26	1.14	-
Petersen and Hviid [33]	Office	Denmark	Yearly (2010)	Heating (including space heating and domestic hot water), cooling, lighting, ventilation fans, building operation services	-	-	0.65
Pegg et al. [44]	School	UK	Yearly	Heating, cooling, lighting, fans, pumps, small power, gas	0.35	0.44	-
The UCL Energy Institute [45]	Office	UK	Yearly	Total electricity	-	-	1.71
Turner and Frankel [12]	Various	Presumably USA	Yearly	Total energy	0.35	4.0	-
Arup [46]	Office	Unknown	Yearly	Cooling, fans, pumps, heating gas, domestic hot water gas	-	-	0.59
Galvin [47]	Residential	Germany	Yearly	Heating	0.27	0.98	-
Binks [48]	Office	Australia	Yearly	Heating and cooling electricity, space heating gas	-	-	0.82
Salehi et al. [49]	Academic/Research	Canada	8 months	Space conditioning, lighting, fans, plug loads	0.54	0.6	-
Gupta and Kapsali [50]	Residential	UK	Yearly	Total electricity	-	-	0.56
Burman et al. [37]	School	UK	Two years (2011–2013)	Space conditioning, small power, server room load, external lights, lifts	-	-	0.29
Ballarini and Corrado [51]	Residential	Italy	Yearly	Heating, domestic hot water	0.93	1.36	-

Xing Shi, Binghui Si, Jiangshan Zhao, Zhichao Tian, Chao Wang, Xing Jin and Xin Zhou.

Magnitude, Causes, and Solutions of the Performance Gap of Buildings: A Review. **Sustainability 2019, 11, 937.**

## Financijski aspekti projekata

	Ak (GP) [m2]	Ak (EC) [m2]	Ak (ISGE) [m2]	GP [HRK]	Radovi [HRK]	Nadzor [HRK]	Ukupna cijena obnove [HRK]	Prosječna godišnja ušteta [HRK]	jednostavni povratni period [god]
OŠ "Ivan Meštrović", Vrpolje	3.023	3.023	2.639	81.332	1.909.140	61.250	2.051.722	89.701	22,9
OŠ "Dr. S. Ilijašević", Oriovac	2.431	2.221	2.548	65.394	2.150.474	66.250	2.282.118	68.306	33,4
OŠ Josipa Zorića, Dugo Selo	3.023	3.838	3.573	81.319	2.314.819	78.875	2.475.012	121.593	20,4
OŠ "Davorin Trstenjak", Čađavica	1.662	1.703	2.494	46.500	938.889	28.125	1.013.514		
OŠ " Eugena Kumičića", Slatina	4.367	4.713	2.900	117.478	2.472.888	75.000	2.665.366	100.989	26,4
OŠ Sirač	2.099	2.099	2.147	56.466	977.808	7.650	1.041.924	57.077	18,3
OŠ "Vladimir Nazor", Đakovo	2.825	2.868	5.683	75.982	1.610.200	45.086	1.731.267	110.336	15,7
OŠ Nova Rača	1.779	1.743	1.728	47.868	673.692	10.750	732.310		
OŠ "Josip Kozarac", Slatina	3.487	3.932	3.459	93.800	1.579.939	53.125	1.726.864	60.314	28,6
OŠ Zdenka Turkovića, Kutjevo	1.551	1.551	2.912	40.000	568.135	16.800	624.935	143.015	4,4
OŠ "Dragutin Lerman", Brestovac	974	901	1.213	26.191	499.672	13.991	539.853	96.893	5,6
PŠ Vidovci	665	665	704	17.887	497.438	12.436	527.761	20.560	25,7
PŠ Tekić	164	164	82	50.000	436.011	10.400	496.411	2.486	199,7
PŠ Treštanovci	162	162	85	50.000	323.540	12.000	385.540	6.653	58,0
PŠ Cerovac	87	87	94	50.000	274.539	9.600	334.139	4.510	74,1

Jednostavni povratni period = Ukupna cijena obnove / Prosječna godišnja ušteta

# Zaključci provedene analize na odabranom uzorku

- Mjerene uštede prosječno manje od projektnih za cca 50% na analiziranom uzorku
- Značajna odstupanja u izmjerenim parametrima ( $A_k$ ) i izračunatim vrijednostima ( $Q_{H,nd}$ ) u različitim dokumentima
- Potrebno evidentirati sve značajne promjene u korištenju objekata (utjecaj korisnika na potrošnju toplinske energije)
- Potrebno i korisno redovito unošenje podataka od strane korisnika u ISGE



# Preporuke i ciljevi za daljnje analize

- **Obuhvatiti veći uzorak i dulji vremenski period nakon obnove**
- **Sagledati korisnike po grupama (škole, vrtići, državna uprava, dvd,...)**
- **Pokušati sagledati utjecaj ponašanja korisnika na potrošnju toplinske energije (kontrolne skupine)**
- **Sagledati prosječne mjesečne temperature u analizi**
- **Pokušati približiti proračunske (GP, EC) i mjerene (ISGE) vrijednosti godišnje toplinske energije za grijanje (točniji modeli, analiza osjetljivosti)**
- **Proširiti analize na projekte sa strojarskim mjerama i OIE**

Hvala na pažnji!



Marin Paladin, dipl.ing.grad.  
marinpaladin@gmail.com