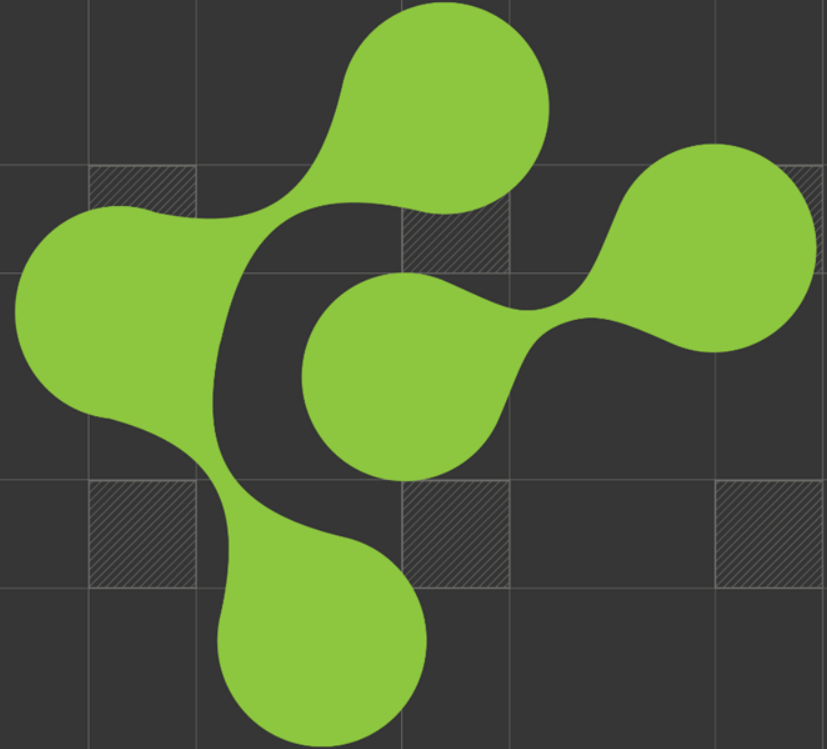
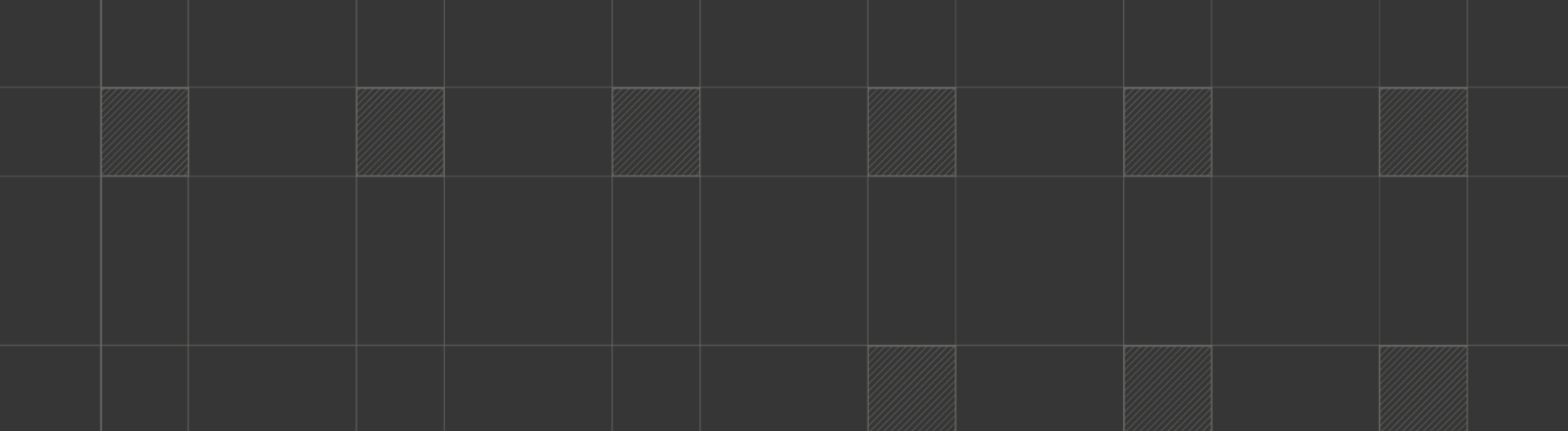


21.-23. travnja 2026. | Hotel Amadria Park, Šibenik

GBC CONNECT FORUM

Industrija i država u dijalogu za
zelenu tranziciju





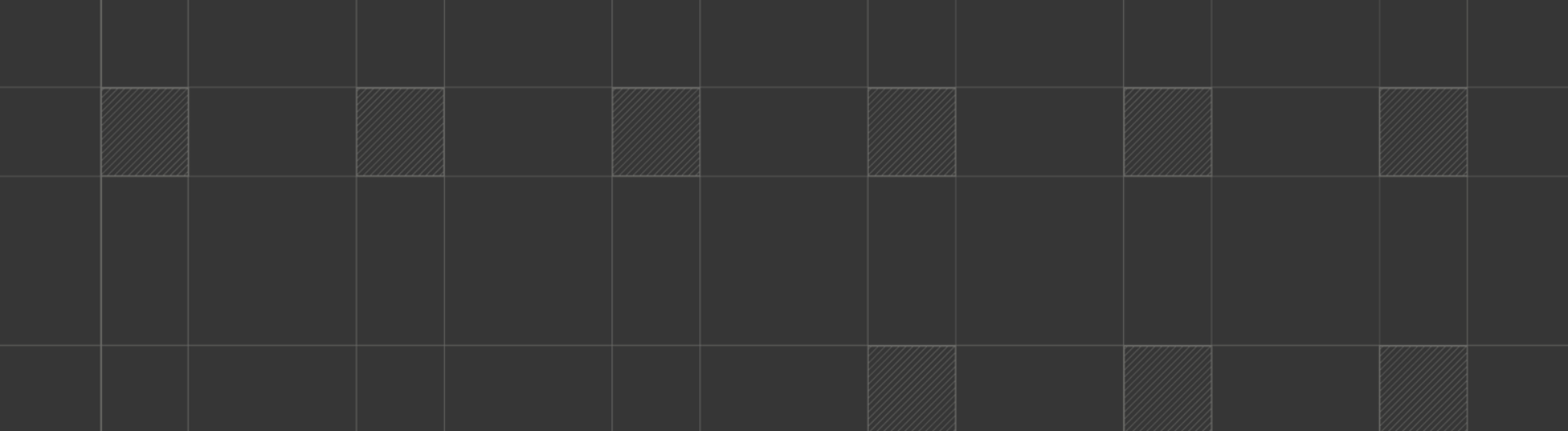
Kako ćemo se grijati 2030.?

Prof.dr.sc. Damir Dović, FSB Zagreb

Doc.dr.sc. Ivan Horvat, FSB Zagreb

Sadržaj

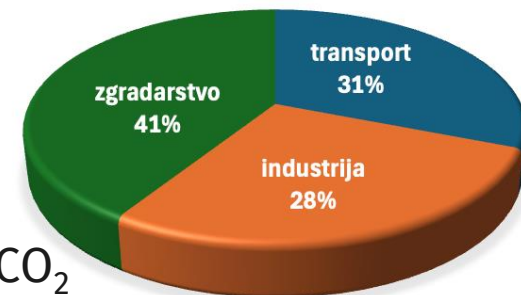
1. Energetsko svojstvo zgrada
2. Nove EPBD Uredbe i Smjernice
3. Zahtjevi na ZEB zgrade
4. Izračuni energetskeg svojstva i troškova - primjeri
5. Zaključak

A decorative header featuring a grid of squares. The top row consists of 12 squares, with the 2nd, 4th, 6th, 8th, 10th, and 12th squares filled with a diagonal hatching pattern. The bottom row consists of 12 squares, with the 8th, 10th, and 12th squares filled with the same diagonal hatching pattern. The remaining squares are solid dark gray.

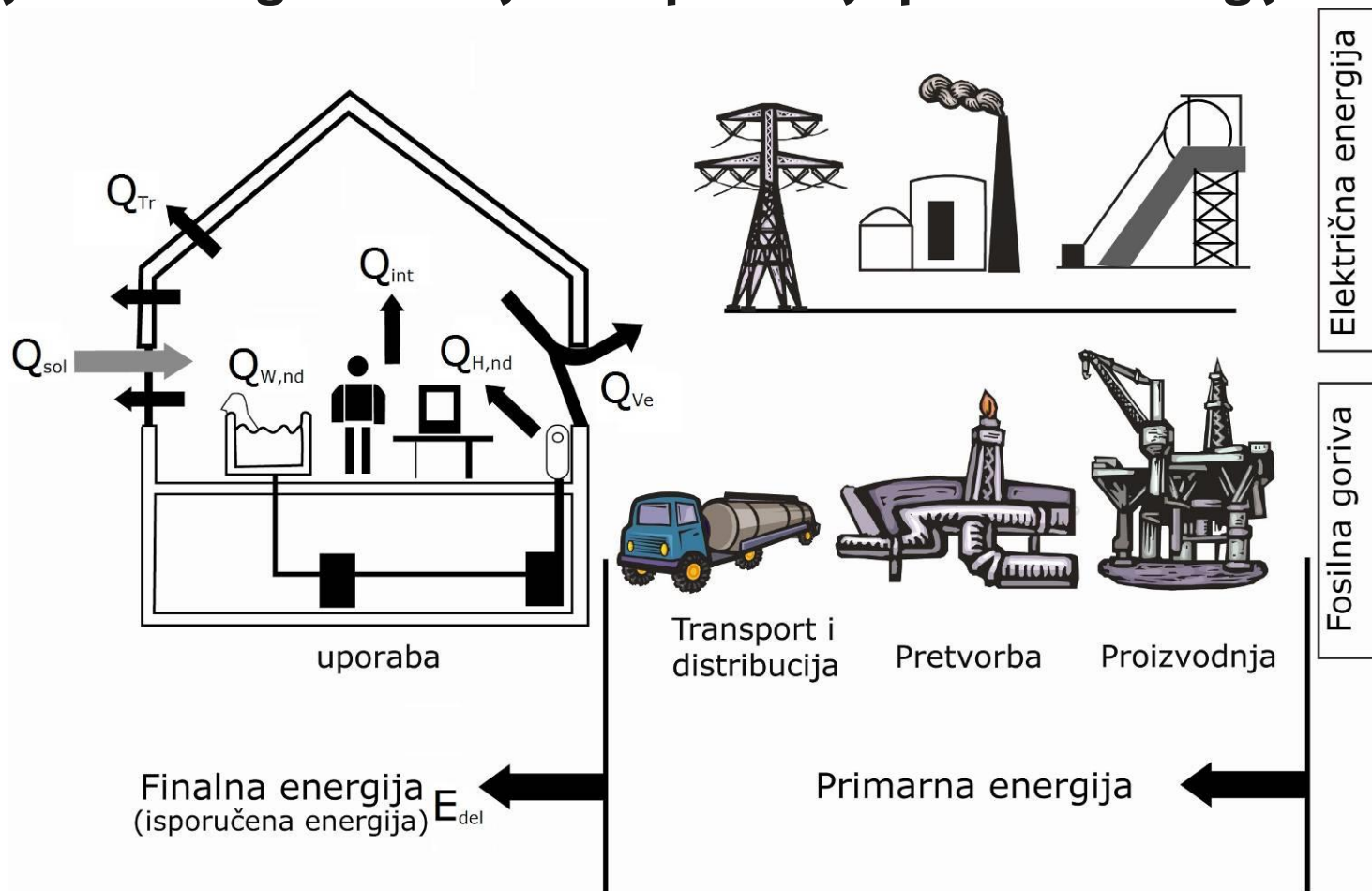
1. Energetsko svojstvo zgrada

Uvod

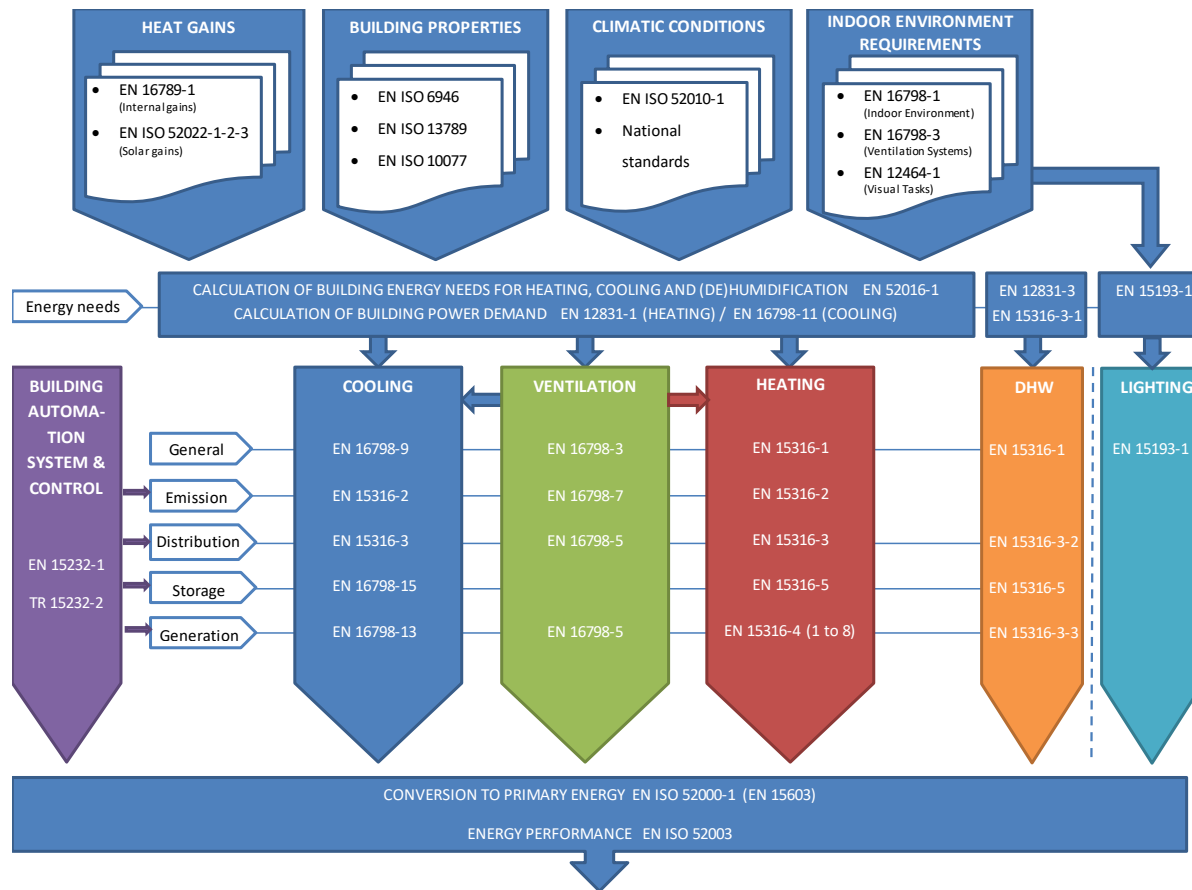
- sektor zgradarstva najveći je potrošač energije u EU
- >40% ukupne potrošnje primarne energije i 36% emisija CO₂
- grijanje i hlađenje (G&H) čine oko 50% ukupne potrošnje energije u EU
- fosilna goriva pokrivaju 70% potrošnje energije za G&H u EU
- 26% obnovljivih izvora u potrošnji energije za G&H u 2023.
- 80% en. iz obnovljivih izvora u G&H pokriveno je biomasom
- samo 6% potrošnje energije za G&H čine dekarbonizirani OIE: dizalice topline, geotermalna en., solarna topl. en. [REScoop / Cool Heating Coalition-Fahrenheit 2040]



Zahtjev na energetska svojstva – potrošnja primarne energije



EPB norme za određivanje energetskeg svojstva zgrade



Isporučena i primarna energija

$$E_{H,prim} = \sum_i (Q_{H,gen,in,i} \cdot f_{p,i}) + \sum_i (W_{H,aux,i} \cdot f_{p,el}) \quad [\text{kWh}] \text{ (ili } [\text{kWh/a}], [\text{kWh/m}^2\text{a}])$$

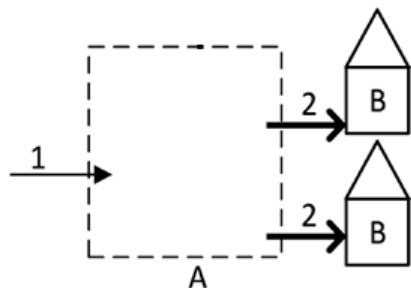
$$E_{W,prim} = \sum_i (Q_{W,gen,in,i} \cdot f_{p,i}) + \sum_i (W_{W,aux,i} \cdot f_{p,el}) \quad [\text{kWh}] \text{ (ili } [\text{kWh/a}], [\text{kWh/m}^2\text{a}])$$

$Q_{H,gen,in}$ i $Q_{W,gen,in}$ su isporučene toplinske energije (E_{del}) za grijanje i pripremu PTV-a tj. dovedene termotehničkom sustavu pojedinim izvorom/energentom, respektivno.

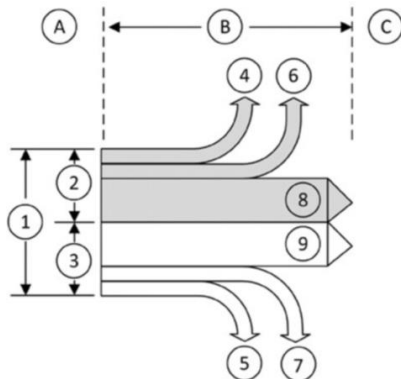
$\sum W_{H,aux,i}$ $\sum W_{W,aux,i}$
su pomoćne energije (za pumpe, ventilatore, regulaciju, itd.)

Faktori primarne energije $f_{p,i}$ (za toplinsku energiju) i $f_{p,el}$ (za električnu energiju) se određuju prema izvoru topline/energentu koji odgovara pojedinom $Q_{H,gen,in}$ i $Q_{W,gen,in}$

Faktori primarne energije



$$f_p = \frac{E_{in}}{E_{del}}$$



$$f_{Ptot} = \frac{1}{8+9}$$

$$f_{Pnren} = \frac{2}{8+9}$$

$$f_{Pren} = \frac{3}{8+9}$$

Predloženi faktori u krovnoj EPB normi EN ISO 52000-1

Nositelj energije		f_{Pnren}	f_{Pren}	f_{Ptot}	K_{CO_2e} (g/kWh)
Isporučeno iz velike udaljenosti					
Fosilna goriva	Kruto	1,1	0	1,1	360
	Tekuće	1,1	0	1,1	290
	Plinovito	1,1	0	1,1	220
Biogoriva	Kruto	0,2	1	1,2	40
	Tekuće	0,5	1	1,5	70
	Plinovito	0,4	1	0,4	100
Električna energija		2,3	0,2	2,5	420
Isporučeno iz okolice					
Daljinsko grijanje		1,3	0	1,3	260
Daljinsko hlađenje		1,3	0	1,3	260
Proizvedeno na lokaciji					
Sunčeva energija	Fotonapon PV	0	1	1	0
	Toplinska	0	1	1	0
Vjetar		0	1	1	0
Okoliš		0	1	1	0
Isporučeno					
Električna energija	U mrežu	2,3	0,2	2,5	420
	Ne EPB korisniku	2,3	0,2	2,5	420

Faktori primarne energije i emisije CO₂ u HR

Novi faktori (prema HRN EN 17423:2020) + Elaborat, objavljeni 2022.g.:

-sadrže sve komponente (potrebno za izračun udjela obnovljivih izvora u primarnoj energiji)

Energent – isporučeno iz velike udaljenosti	Faktor primarne energije, f_p [-]			Specifične emisije CO ₂ [g/kWh]
	Neobnovljiva komponenta* $f_{p,ren}$	Obnovljiva komponenta $f_{p,ren}$	Ukupno $f_{p,tot}$	
Fosilno gorivo - kruto	1,1	0	1,1	360
Fosilno gorivo - tekuće	1,181	0,015	1,197	308
Fosilno gorivo – plinovito	1,149	0,003	1,151	233
Ogrjevno drvo**	1	0	1	40
Drveni briketi**	1	0	1	40
Drveni peleti	0,2	1	1,2	40
Drvena sječka	0,2	1	1,2	40
Biogorivo - tekuće	0,5	1	1,5	70
Biogorivo - plinovito	0,4	1	1,4	100
Električna energija – preuzeto iz mreže	1,583	0,618	2,201	280
Proizvedeno na lokaciji				
Sunčeva energija – električna energija	0	1	1	0
Sunčeva energija – toplinska energija	0	1	1	0
Energija vjetra – električna energija	0	1	1	0
Geotermalna energija	0	1	1	0
Isporučeno u mrežu				
Električna energija	2,5	0	2,5	480

* koristi se za određivanje primarne energije

**za pilotičke kotlove na ogrjevno drvo i brikete koristiti vrijednosti kao za drvene pelete i sječku

CTS i ZTS	Faktor primarne energije [-]			Specifične emisije CO ₂ [kg/MWh]	RER _d [-]
	Neobnovljiva komponenta $f_{p,ren}$	Obnovljiva komponenta $f_{p,ren}$	Ukupno $f_{p,tot}$		
Baziran na kogeneraciji na prirodni plin*	0,77	0,01	0,77	192	0%
Baziran na kogeneraciji na biomasu (drvena sječka, peleti)*	0,2	2,06	2,26	55	100%
Kotao na fosilna goriva (plinovito, tekuće, kruto)	1,42	0	1,43	289	0%
Kotao na biomasu (drvena sječka, peleti)	0,28	1,38	1,66	55	100%
Sunčeva energija (sunčevi toplinski kolektori)	0	1,18	1,18	0	100%
Geotermalna energija (izmjenjivač topline)	0	1,18	1,18	0	100%
Baziran na dizalici topline*	0,62	1,03	1,65	110	66%
Električni kotao	1,96	0,77	2,73	347	0%
Otpadna toplina (industrijski procesi)	0	0	0	0	0%

$$E_{prim,tot} = E_{del} \times f_{p,tot} - E_{exp} \times f_{p,exp}$$

izvezena el. energija iz PV E_{exp} pomnožena s $f_{p,exp}=2,5$

umanjuje potrošnju $E_{prim,tot}$ zgrade

- 02.

2. Nove EPBD Uredbe i Smjernice

EPBD Smjernice i Uredbe

Paket smjernica (13) i Uredbi (2) objavljen je 30. lipnja 2025. od strane Komisije radi podrške provedbi revizije EPBD EU/2024/1275 [1]. Izdvojeni dokumenti:

- Delegirana uredba o reviziji metodološkog okvira za izračun optimalnih razina troškova i njezinih priloga [2]
- Smjernice koje prate Delegiranu uredbu Komisije (EU) .../... kako bi se olakšala primjena revidiranog metodološkog okvira za izračun optimalnih razina troškova [3]
- Zajednički opći okvir za izračun energetske svojstva zgrada (Prilog I) [4]
- Smjernice za zgrade nulte emisije (ZEB) (članci 7 i 11) [5]
- Energetski certifikati (članci 19-21, Prilog V) i smjernice za neovisne sustave upravljanja (Prilog VI) [6]

Smjernica: Opći okvir za proračun energetskeg svojstva zgrade

- U EPBD ne postoji definicija ukupne primarne energije.
- Ipak EPBD zahtijeva u članku 11(3) da se maksimalni prag za zgrade s nultim emisijama (ZEB) izrazi u **ukupnoj primarnoj energiji** (mora biti min, 10% niži od praga nZEB).
- Ova definicija sada je navedena u ovoj smjernici:
„Ovisno o izvoru energije, primarna energija može biti: obnovljiva primarna energija, neobnovljiva primarna energija ili ukupna primarna energija (rezultat zbrajanja obnovljivih i neobnovljivih izvora).“
- Ista smjernica tumači primarnu energiju iz EPBD Priloga I Stavka 4 kao ukupnu primarnu energiju:
„Stavak 1(4) EPBD-a zahtijeva da se energetska učinkovitost izrazi numeričkim pokazateljem (ukupne) potrošnje primarne energije po jedinici referentne površine poda (kWh/(m² god)) u svrhu energetskeg certificiranja i usklađenosti s minimalnim zahtjevima za energetskeg svojstvo.“
- Nadalje, postoji rečenica koja „obvezuje“ države članice da koriste ukupnu primarnu energiju i za određivanje minimalnih zahtjeva za energetskeg svojstvo:
„Države članice moraju postaviti minimalne zahtjeve za energetskeg svojstvo na temelju **ukupne potrošnje primarne energije (tj. ukupni neobnovljivi + ukupni obnovljivi)**.“

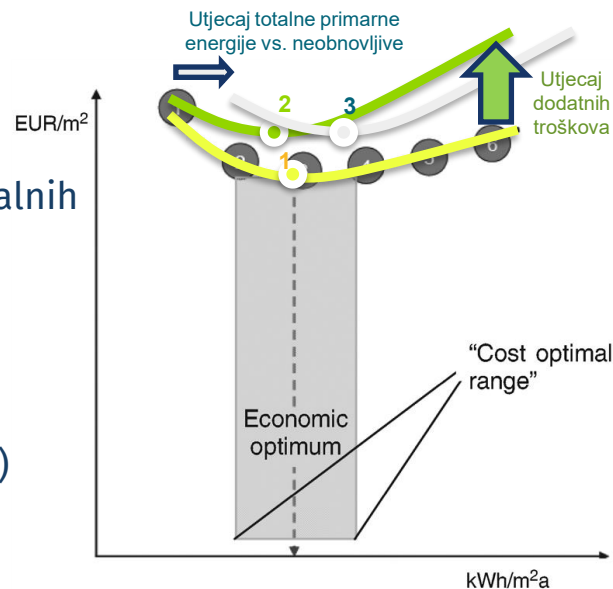
Uredba i Smjernica: Revizija proračuna troškovno optimalnih razina energetskeg svojstva zgrada

- Delegirana uredba [2] jasno navodi da se **ukupna primarna energija** koristi za **izračune troškovno optimalnih razina:**

'Ukupna primarna energija (kWh/m²y), detaljno opisana i u obnovljivim i neobnovljivim udjelima, referentna je metrika koju države članice trebaju koristiti za izračun optimalnih troškova.'

Nova metodologija proračuna troškovno optimalnih razina uključuje dodatne troškove povezane s utjecajem na okoliš i na zdravlje:

- emisije stakleničkih plinova (CO₂)
- emisije PM 2.5 čestica (izgaranje biomase i biogoriva)
- emisije NO_x (+neobavezno NMVOC, SO₂, NH₃)



Smjernica: Energetski certifikati zgrada i ZEB

- U smjernici **Energetski certifikati zgrada**, primarna energija iz EPBD se tumači kao **ukupna primarna energija** (npr. u tekstu koji opisuje potrebu za preoblikovanjem energetskih certifikata zbog trenutne upotrebe ukupne primarne energije umjesto neobnovljive energije u starim certifikatima).
- Međutim, ne postoji eksplicitna upotreba pojma ukupna primarna energija u odgovarajućim tablicama preuzetim iz EPBD, gdje se spominje samo primarna energija.
- Također, ne koristi se pojam prag potražnje za energijom (kao u smjernici ZEB), već se umjesto toga koristi pojam prag primarne energije.

Zaključno, postoji jasna namjera Europske komisije da osigura korištenje **ukupne primarne energije** kao glavne metrike energetskog svojstva za sve svrhe EPBD-a.

ENERGETSKI CERTIFIKAT ZGRADE			
prema Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certifikatu (NE)			
Naziv zgrade			
Adresa i kućni broj		Mjesto	
PODACI O ZGRADI			
Vrsta zgrade (prema Pravilniku)		☐ nova ☐ postojeća ☐ rekonstrukcija	
Vrsta zgrade prema složenosti tehničkih sustava		odaberi vrstu zgrade prema Pravilniku iz padajućeg izbornika	
Vlasnik / investitor		odaberi iz padajućeg izbornika	
k.č.br.		k.o.	
Ploština korisne površine: grijanje dijela zgrade A_g		Godina izgradnje / rekonstrukcije	
Građevinska (bruto) površina zgrade m^2		Mjerodavna meteorološka postaja	
Faktor oblika $f_v [m^{-1}]$		Referentna klima	
ENERGETSKI RAZREDI ZGRADE			
		Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{t,ud} [kWh/(m^2 \cdot a)]$ D 128,88	
		Specifična godišnja primarna energija $E_{p,prim} [kWh/(m^2 \cdot a)]$ C 82,81	
Upisati „nZEB“ ako zgrada zadovoljava zahtjeve za zgrade gotovo nulte energije propisane važećim TPUE/ETZZ ¹			
nZEB			
Pojedinačno zaštić. kulturno dobro/unutar zaštić. kult.-povijes. cjeline			
unutar zaštićene kulturno – povijesne cjeline			
Specifična godišnja emisija CO ₂ $[kg/(m^2 \cdot a)]$ ¹		146	
ROK VAŽENJA CERTIFIKATA / PODACI O OSOBI KOJA JE IZDALA ENERGETSKI CERTIFIKAT			
Oznaka energetskog certifikata		Datum izdavanja	
Datum važenja		Registarski broj	
Ime i prezime imenovane osobe u ovlaštenoj pravnoj osobi ili ime i prezime ovlaštene fizičke osobe / potpis			
PODACI O OSOBAMA KOJE SU SUDJELOVALE U IZRADI ENERGETSKOG CERTIFIKATA			
Dio	Građevinski	Strojarski	Elektrotehnički
Ime i prezime ovlaštene osobe			
Naziv pravne osobe			
Registarski broj			
Potpis			

¹ Za izborne klimatske podatke i Algoritmom propisan način korištenja prostora i rada tehničkih sustava

Proračun ukupne primarne energije – obnovljivi izvori

- Delegirana Uredba i njezin Prilog definiraju tretman obnovljive energije proizvedene na lokaciji zgrade u izračunima optimalnih troškova:
„Obnovljiva energija proizvedena i samostalno korištena na lokaciji zgrade za EPB potrebe ne smije se uračunati u ukupnu potrošnju primarne energije. Obnovljiva energija proizvedena na lokaciji zgrade za ne-EPB potrebe ili izvezena u mrežu može se odbiti od potrošnje primarne energije“.

- Smjernica Opći okvir predlaže dva pristupa za izračun primarne energije proizvedene i korištene na lokaciji:

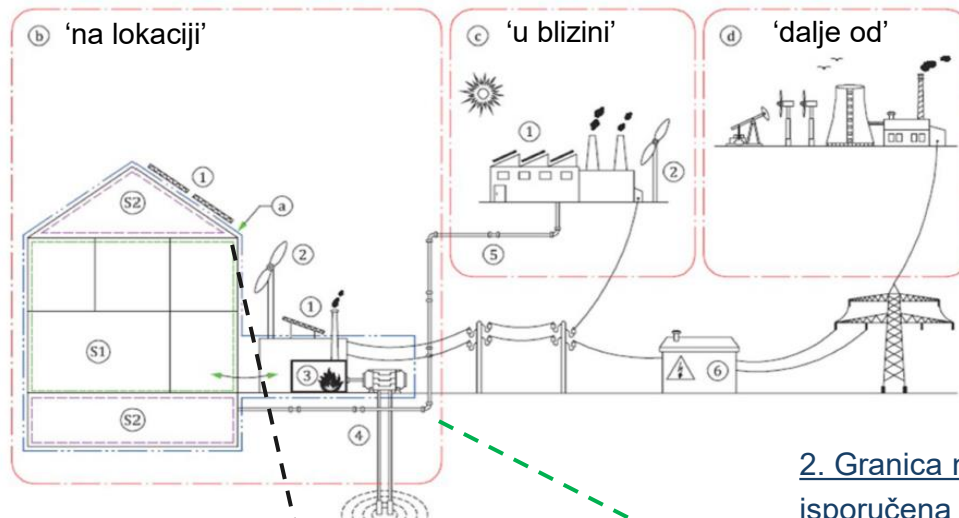
- (a) $f_{p,tot} = 0$ za OIE na lokaciji (nefizikalan $f_{p,tot} \rightarrow$ mora biti =1, i prema HRN EN ISO 52000-1)
- (b) $f_{p,tot} = 1$ OIE na lokaciji

Pri izračunu ukupne primarne energije, $f_{p,tot}$ se množi s faktorom (npr. ' k_{exp} ') vrijednosti jednake 0:
b) $k_{exp} = 0$, stoga je $f_{p,tot} * k_{exp} = 0$.

- Faktor množenja se koristi samo kada se postavi granica sustava na ovojnici zgrade. To je preferirani pristup jer se njime u ravnotežu dovodi potrošnja energije zgrade i isporučena energija.
- U HR metodologiji se koristi granica sustava na lokaciji zgrade kako bi se u isporučenu energiju uračunala samo ona energija koju potrošač plaća (solarna energija i ona na isparivaču dizalice topine se ne uzima u obzir), pri čemu isporučena energija ispada manja od potrošnje energije.

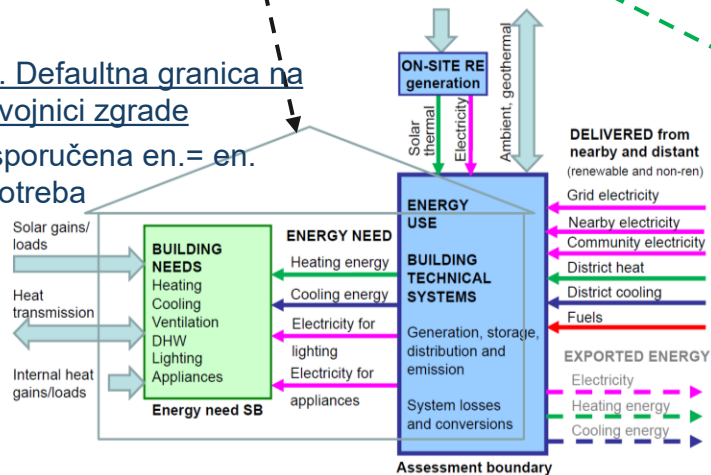
Granice za određivanje en. bilance

Krovna norma HRN EN ISO 52000-1:2017



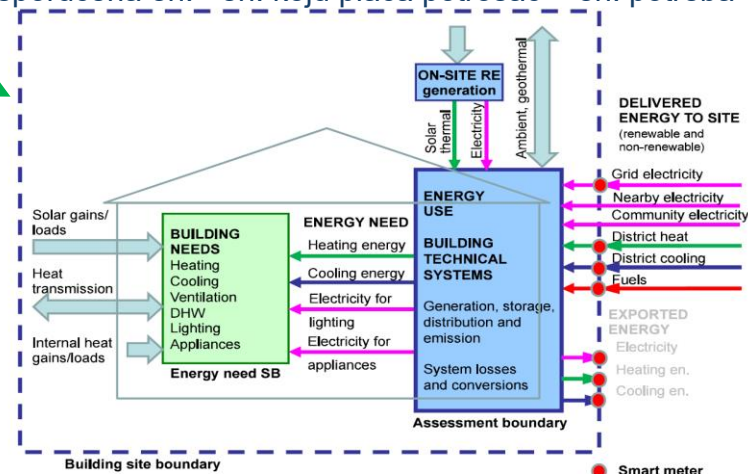
1. Defaultna granica na ovojnici zgrade

isporučena en. = en. potreba



2. Granica na lokaciji zgrade

isporučena en. = en. koju plaća potrošač < en. potreba



Proračun ukupne primarne energije – obnovljivi izvori

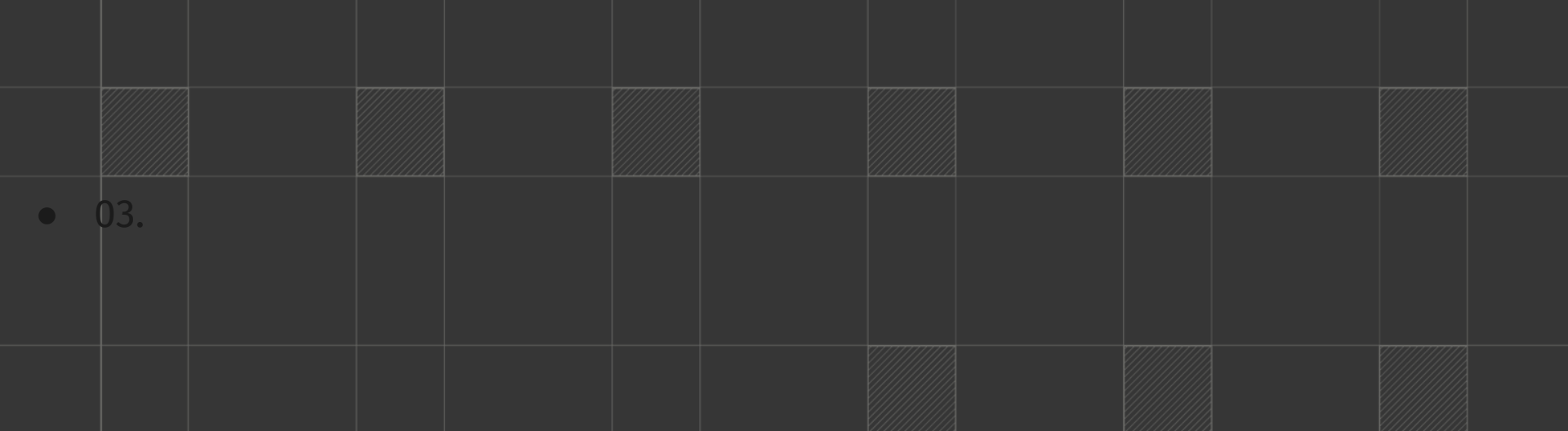
- Prethodno prikazan pristup iz Uredbe stavlja u nepovoljan položaj sustave s uređajima na bioenergiju te daljinsko grijanje na obnovljive izvore (solar. topl., biomasa, diz. topline) tj. smješta ih u istu razinu primarne energije sa sustavima na fosilna goriva
- Obnovljiva energija izvezena u mrežu i za ne-EPB potrebe se može oduzeti od potrošnje primarne energije zgrade i pri tome se množi s $f_{p,exp} \leq 1$ – pogrešno s gledišta energetske bilance jer se ta ista energija isporučuje drugim zgradama pomnožena s $f_{p,tot} \geq 1$
- Preporuča se korištenje satnih proračuna zbog velike varijacije proizvedene PV energije i potrošnje zgrade kroz dan. Kod mjesečnih proračuna je potrebno odrediti kalibracijske faktore

Primjeri proračuna prema novoj metodologiji iz Uredbe

Potreba 100	Plin ← 100	Potreba 100	Dizalica topl. ← 35
Eprim,nren Eprim,tot	110 110	Eprim,nren Eprim,tot	55,405 77
Potreba 100	Biomasa ← 100	Potreba 100	Daljinsko biom ← 100
Eprim,nren Eprim,tot	20 120	Eprim,nren Eprim,tot	28 166

Potreba 100	Solar topl. ili PV ← 100	Potreba 100	Daljinsko solar ← 100
Eprim,nren Eprim,tot	0 100	Eprim,nren Eprim,tot	0 118
a: Eprim,tot		0	
Potreba 100	Daljinsko kogen. ← 100	Potreba 100	Daljinsko dizalica topl. ← 100
Eprim,nren Eprim,tot	77 77	Eprim,nren Eprim,tot	62 165

Rješenje problema kroz Metodologiju proračuna



- 03.

- Subtitle

3. Zahtjevi na ZEB zgrade

Zahtjevi na ZEB zgrade

- EPBD 2014 Čl. 11 Zgrade s nultim emisijama
- 1. Zgrada s nultim emisijama ne smije uzrokovati **nikakve emisije ugljika iz fosilnih goriva na lokaciji**. Zgrada s nultim emisijama, ako je to gospodarski i tehnički izvedivo, nudi sposobnost reagiranja na vanjske signale i prilagođavanja svojeg korištenja, proizvodnje ili skladištenja energije.
- 7. Države članice osiguravaju da se ukupna godišnja primarna energija (org. total primary energy use) u novoj ili obnovljenoj zgradi s nultim emisijama pokriva:
 - (a) energijom iz **obnovljivih izvora proizvedenom na lokaciji ili u blizini**, koja ispunjava kriterije utvrđene u članku 7. Direktive (EU) 2018/2001;
 - (b) energijom iz obnovljivih izvora koju osigurava zajednica obnovljive energije u smislu članka 22. Direktive (EU) 2018/2001;
 - (c) energijom iz učinkovitog sustava centraliziranog grijanja i hlađenja u skladu s člankom 26. stavkom 1. Direktive (EU) 2023/1791; ili
 - (d) **energijom iz izvora bez emisija ugljika**.
- Ako ispunjavanje zahtjeva utvrđenih u ovom stavku **nije tehnički ili gospodarski izvedivo**, ukupna godišnja primarna energija može se pokriti i drugom energijom iz mreže koja ispunjava kriterije utvrđene na nacionalnoj razini.
- Napomena: 'energija iz izvora bez emisija ugljika' je:
 - Obnovljiva energija (vjetar, sunce, hidro, biomasa) ili nuklearna energija iz mreže
 - Obnovljiva ili otpadna energija iz sustava daljinskog grijanja/hlađenja koji nije učinkovit

Zahtjevi na ZEB zgrade

- Smjernica ZEB:

- ukupna primarna energija zgrade se mora pokriti iz izvora a)-d) na godišnjoj razini
- to **ne znači** da se en. potrebe moraju **kontinuirano pokrivati** iz tih izvora
- u pojedinim periodima se en. potrebe mogu pokrivati iz drugih izvora (**ne-zadovoljavajuća energija**) ako se na godišnjoj razini ti izvori **kompensiraju proizvedenom obnovljivom energijom** na lokaciji zgrade te iskorištenom za ne-EPB potrebe i/ili izvezenom u mrežu
- ti drugi izvori (ne-zadovoljavajuća energija) mogu biti:
 - električna energija **iz mreže** (djelomično ili potpuno) proizvedena iz fosilnih goriva
 - energija iz sustava **daljinskog grijanja** koji nije učinkovit

Napomene:

- Energija iz fosilnih goriva proizvedena na lokaciji zgrade nije dozvoljena
- El. energija iz nuklearne elektrane se smatra zadovoljavajućom.
- ukoliko nije moguće zadovoljiti gornji uvjet (npr. višestambena zgrada nema dovoljnu površinu krova za PV koji bi kompenzirao fosilnu energiju iz el. mreže i/ili daljinskog grijanja) države članice mogu definirati **iznimke** koje dopuštaju neobnovljive izvore energije iz mreže
- ti se kriteriji moraju javno objaviti uzimajući u obzir kategorije zgrada, klimatske parametre i prostorne uvjete zgrade
- te bi se iznimke popratile sa **strožim minimalnim zahtjevima** na en. svojstvo (nižom graničnom vrijednošću $E_{\text{prim,tot}}$ i emisije CO₂ ili višim min. udjelom obnovljive energije)

Zahtjevi na ZEB zgrade

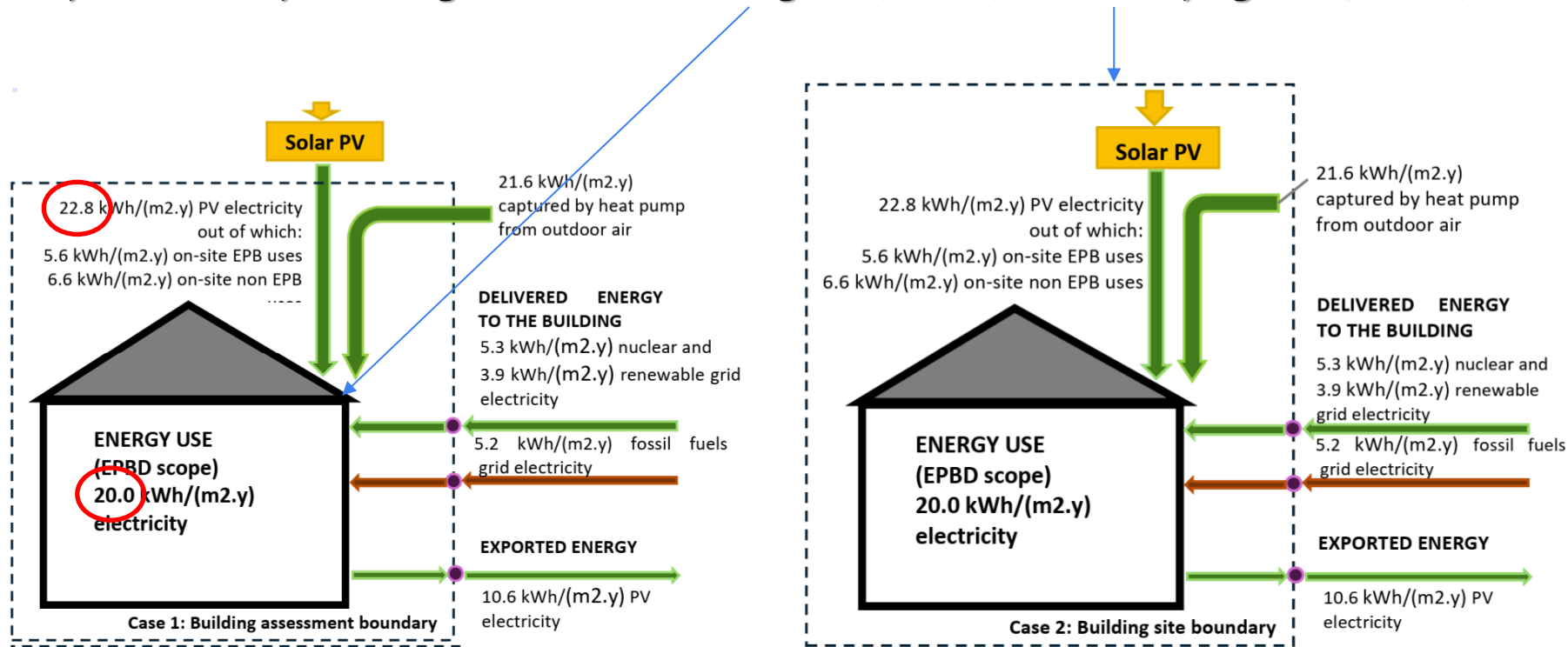
Temeljem prethodno navedenog može se definirati sljedeći ZEB zahtjev:

uvezena ne-zadovoljavajuća energija $E_{\text{prim,tot}} \leq E_{\text{prim,tot}}$ izvezena obnovljiva energija + $E_{\text{prim,tot}}$ obnovljiva energija korištena na lokaciji za ne-EPB namjene



Zahtjevi na ZEB zgrade

Primjer iz ZEB smjernice – granice sustava na zgradi (Case 1) i na lokaciji zgrade (Case 2)



Zahtjevi na na ZEB zgrade

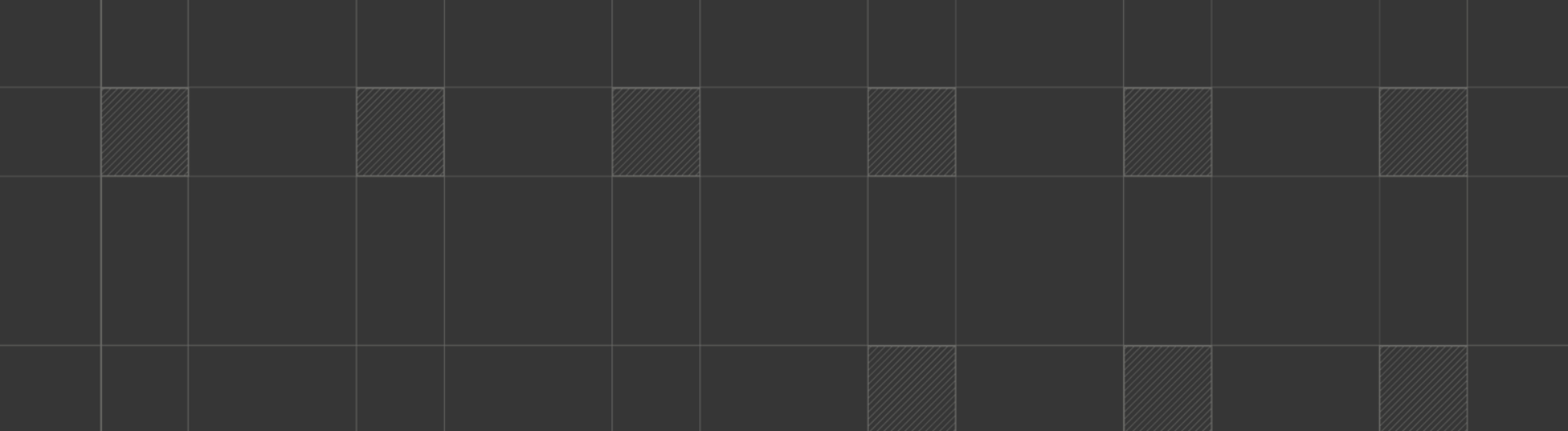
Primjer iz ZEB smjernice – granice sustava na zgradi (Case 1) i na lokaciji zgrade (Case 2)

Zgrada zadovoljava ZEB zahtjev

	Case 1: Building assessment boundary				Case 2: Building site boundary		
	Delivered and exported energy	PEF ₁₇	M _{primary} ₁₈	Total primary energy	Delivered and exported energy	PEF	Total primary energy
	[kWh/(m ² .y)]	[-]	[-]	[kWh/(m ² .y)]	[kWh/(m ² .y)]	[-]	[kWh/(m ² .y)]
rooftop PV	22.8	1	0	0			
ambient heat for heat pump	21.6	1	0	0			
PV electricity used on-site for non-EPB uses	6.6	1	1	6.6	6.6	1	6.6
exported PV electricity to grid	10.6	0.9	1	9.54	10.6	0.9	9.54
electricity from the grid:	14.40	2.28	1.0	32.83	14.40	2.28	32.83
<i>out of which:</i>							
renewable	3.89	1.0	1	3.89	3.89	1	3.89
nuclear	5.33	3.0	1	15.98	5.33	3	15.98
fossil	5.18	2.5	1	12.96	5.18	2.5	12.96
Total primary energy (for energy demand threshold)				16.7			16.7
Covering total primary energy by a)-d) options from Article 11(7)				53.6			53.6
<i>out of which:</i>							
covering by rooftop PV				22.8			22.8
Covering by ambient heat for heat pump				21.6			21.6
covering by renewable electricity				3.9			3.9
covering by nuclear				5.3			5.3

$$12,96 < 6,6 + 9,54 = 16,14$$

$$32,83 - 9,54 - 6,6$$



4. Proračuni energetskog svojstva i troškova

Primjeri

doc.dr.sc. Ivan Horvat

dr.sc. Petar Filipović

Juraj Kuzle, mag.ing.mech.

prof.dr.sc. Damir Dović

Obiteljska kuća (kontinent)

Analizirani termotehnički sustavi:

GR i PTV

Podsustav proizvodnje

- plinski kond. kotao
- kotao na pelete i kruto gorivo
- dizalica topline (zrak/zrak, hibridna zrak/zrak s PTV, zrak/voda)
- el. bojler za PTV s DT zrak/zrak

Podsustav predaje

- radijatori – kotlovi
- ventilokonvektori– dizalica topline

OIE

- svaki generator je kombiniran sa solarnim toplovodnim sustavom (2,5, 5 i 7,5 m²) i PV (5, 10, 15, 20, 25, 30 m²)

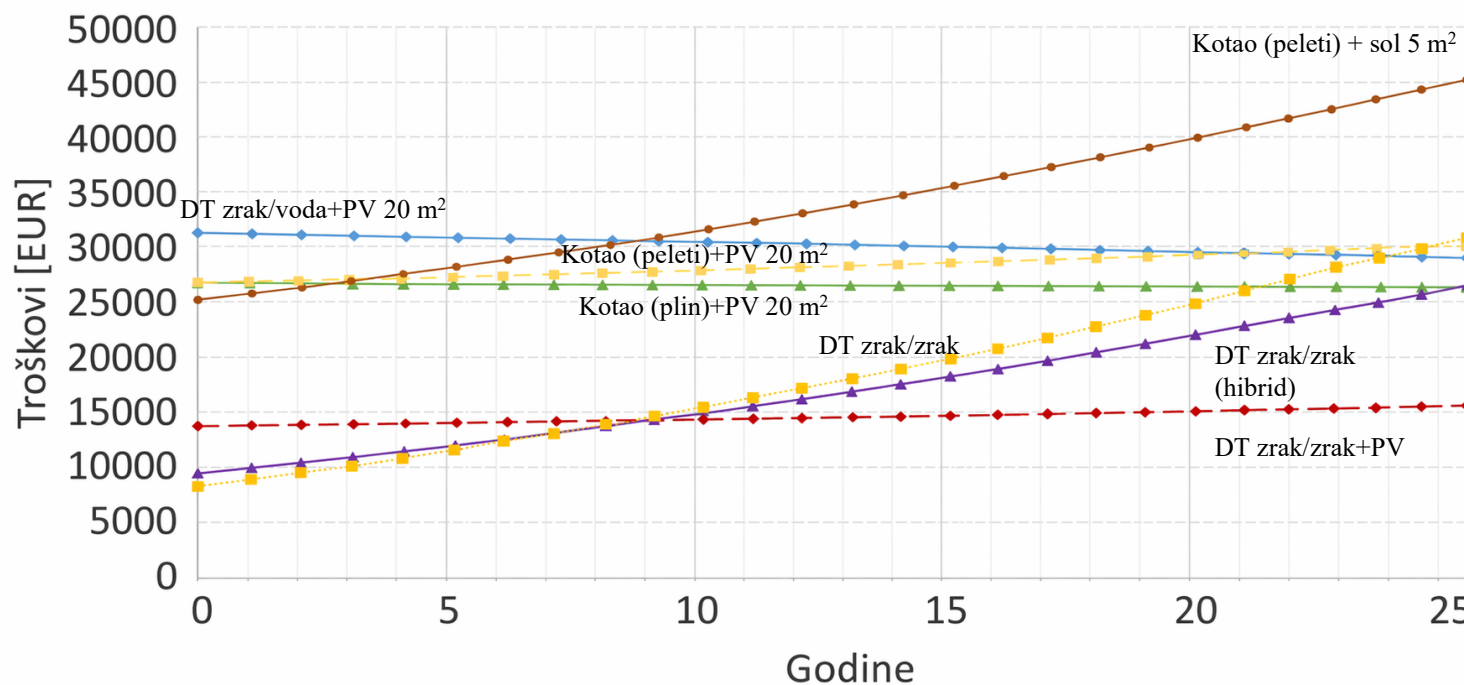
HL

- individualni split sustav



Obiteljska kuća

Ukupni troškovi kroz 25 g.



DT zrak/zrak : visoki udio PTV u prim. en.~ 40% (el. bojler), udio potrebe za PTV-om~20%

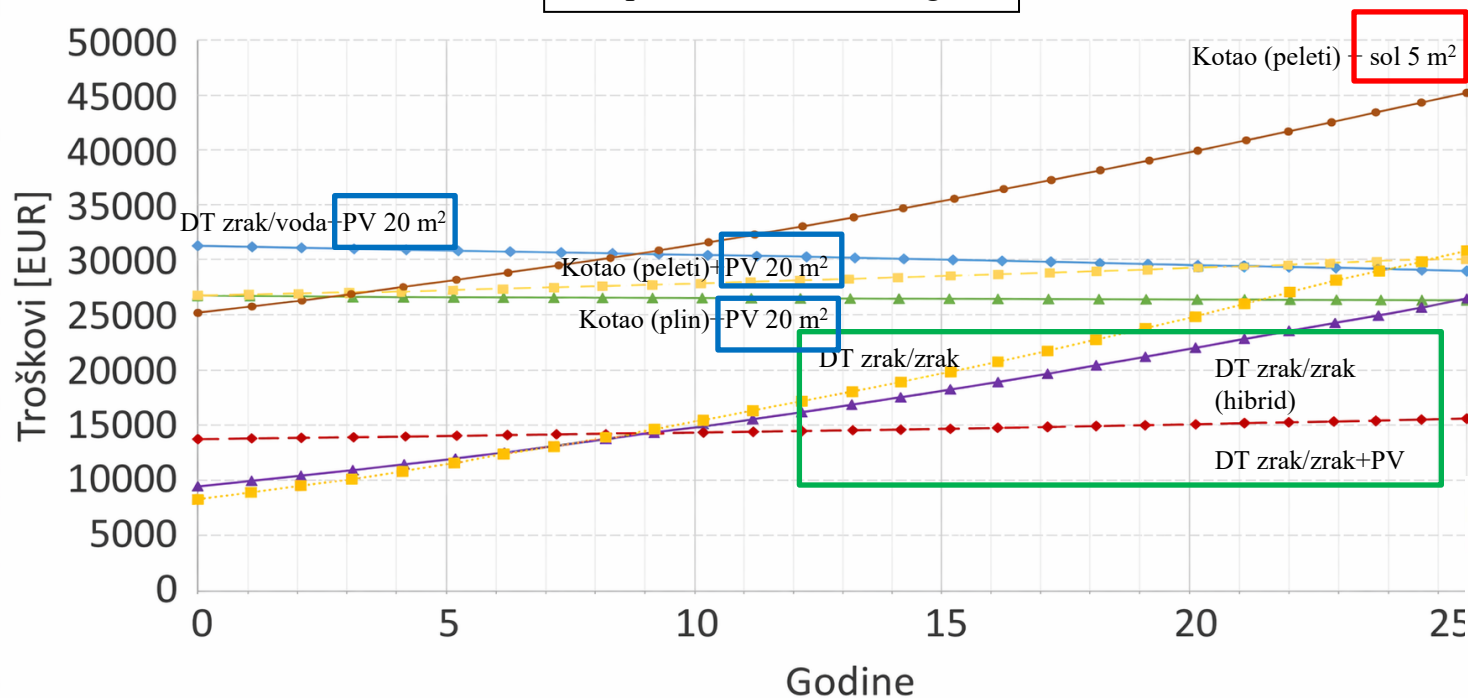
Hibridna DT kao rješenje? – Multisplit s pripremom PTV-a

Napomena: Nisu uzeti troškovi održavanja, stari obračun el. energije iz PV-a



Obiteljska kuća

Ukupni troškovi kroz 25 g.



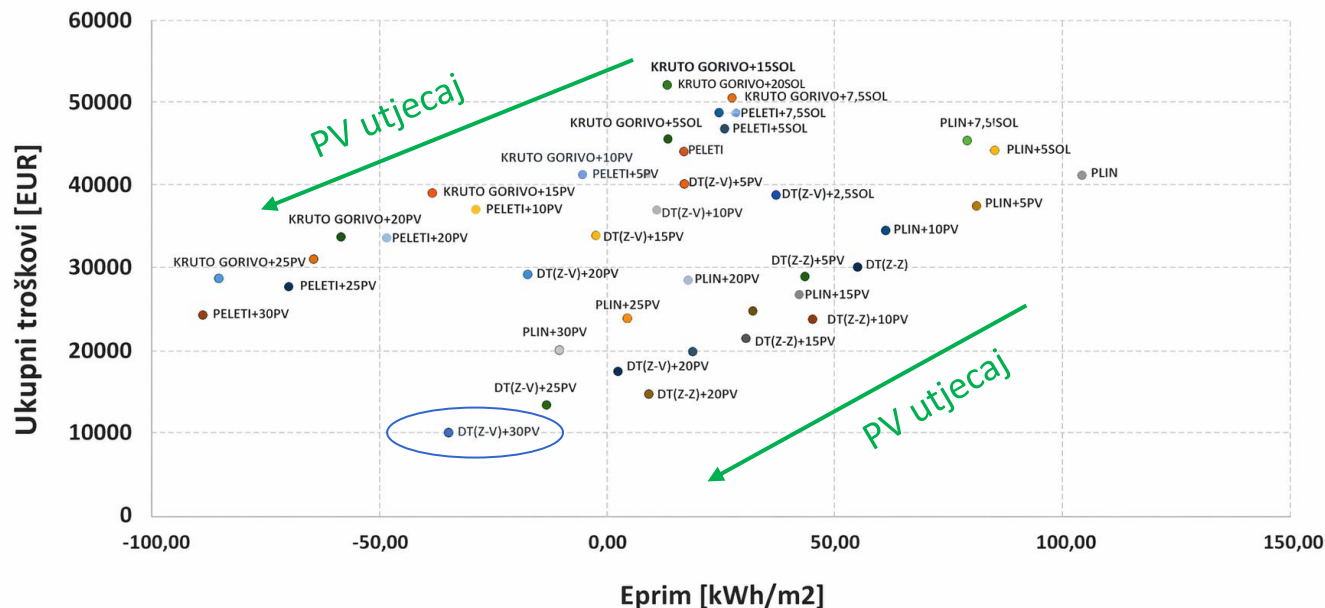
DT zrak/zrak : visoki udio PTV u prim. en. ~ 40% (el. bojler), udio potrebe za PTV-om ~ 20%
 Hibridna DT kao rješenje? – Multisplit s pripremom PTV-a

Napomena: Nisu uzeti troškovi održavanja, stari obračun el. energije iz PV-a



Obiteljska kuća

Ukupni troškovi kroz 25 g. vs. E_{prim}



DT zrak/zrak – najniži ukupni troškovi

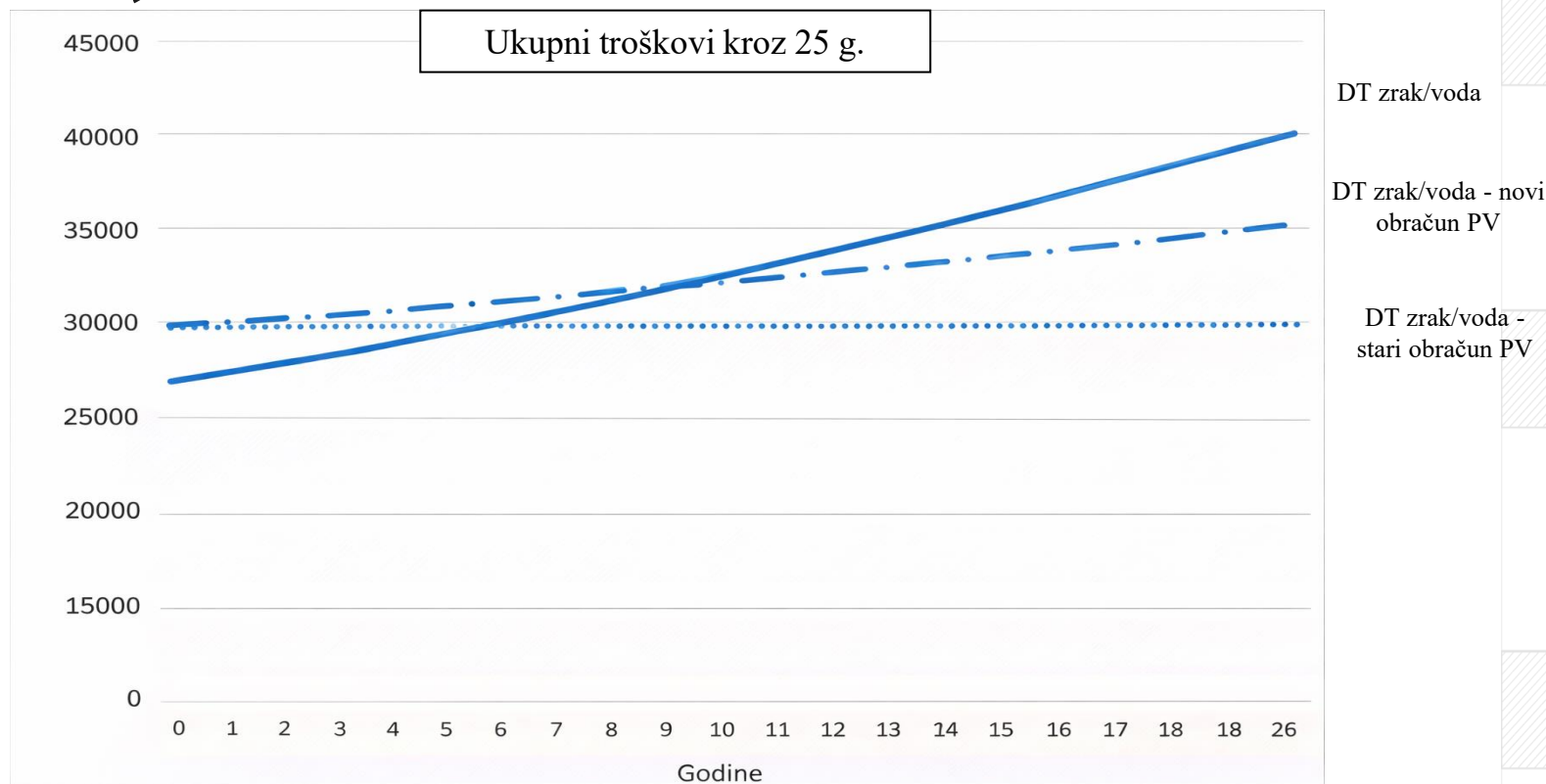
PV ima najveći utjecaj na smanjenje ukupnih troškova

Najmanji E_{prim} ima biomasa

Napomena: Nisu uzeti troškovi održavanja, stari obračun el. energije iz PV-a



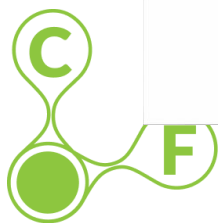
Obiteljska kuća – stari vs. novi obračun PV



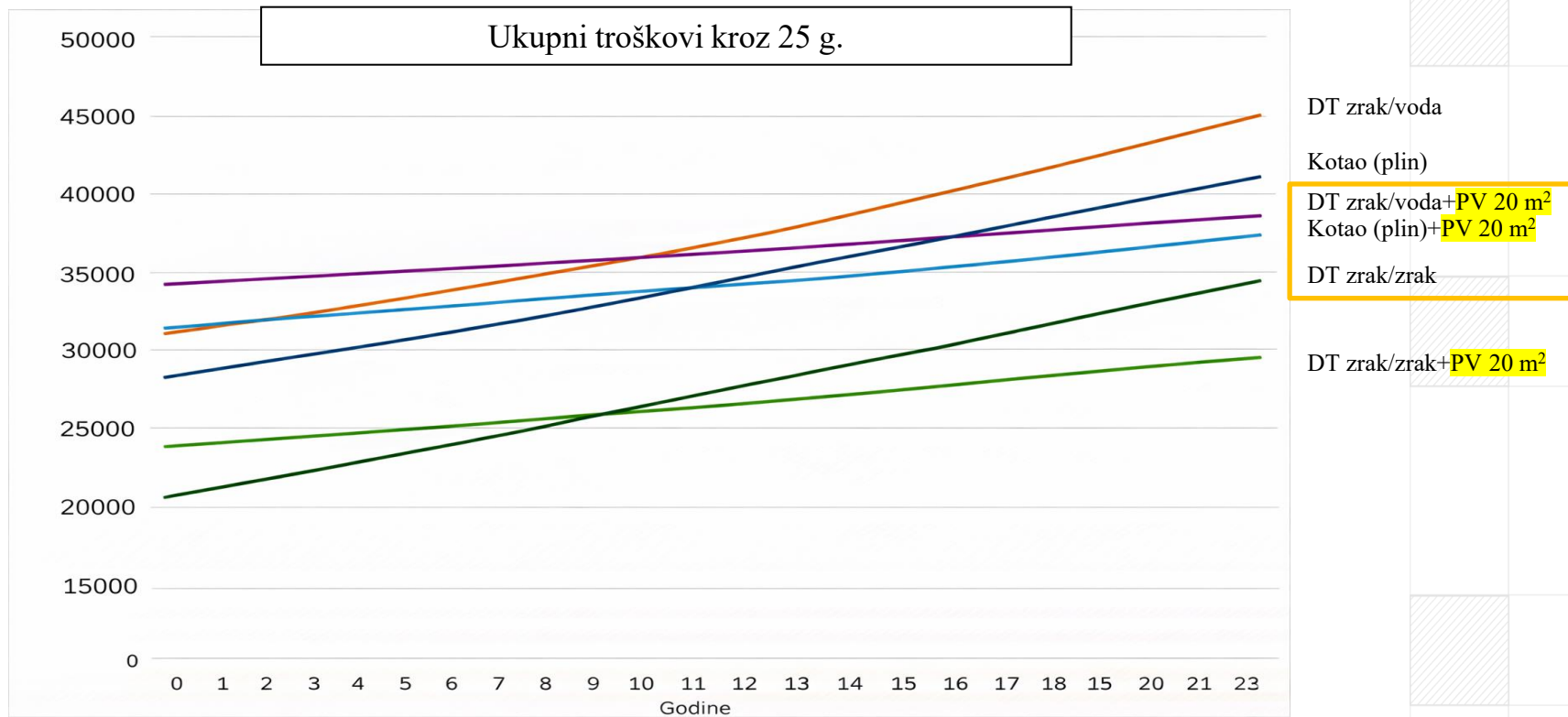
Novim obračunom PV – povećanje PPI sa 7,6 na 11,5 god.

U slučaju plinskog kotla PPI u PV je viši.

Napomena: Nisu uzeti troškovi održavanja



Obiteljska kuća



DT zrak/voda + PV 20 m² i kotao (plin) + PV 20 m² je postala manje isplativa od DT zrak/zrak nakon 25 god.

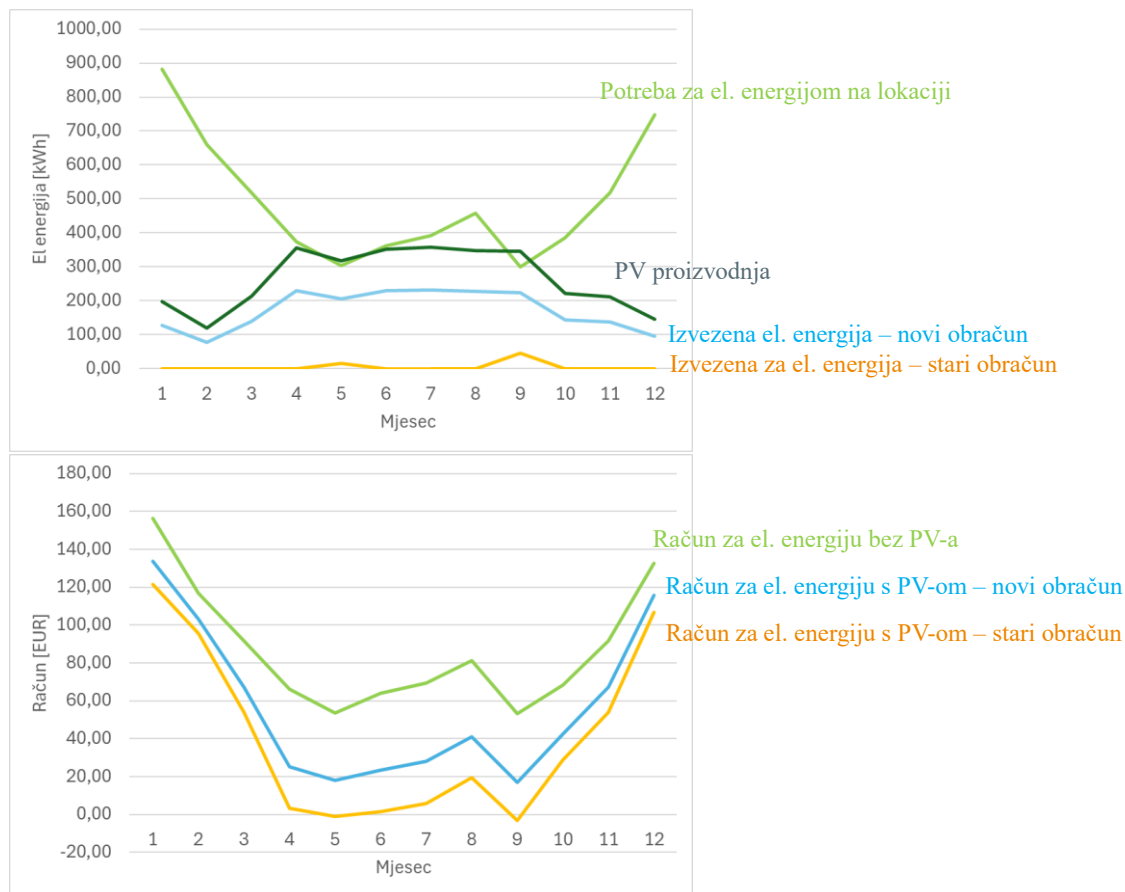
DT zrak/voda + PV 30 m² postaje jednako isplativa kao DT zrak/zrak nakon 25 god.

Napomena: Nisu uzeti troškovi održavanja, novi obračun el. energije iz PV-a



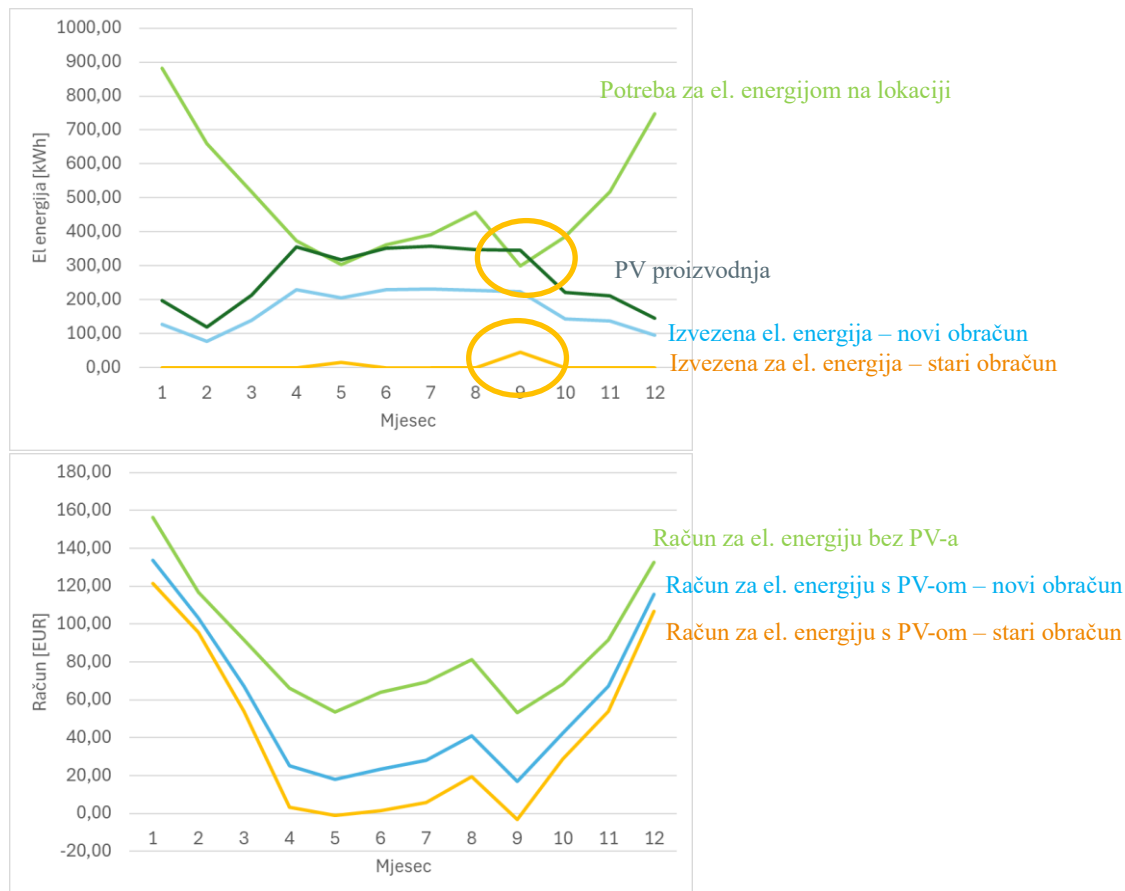
Obiteljska kuća – stari vs. novi obračun PV

Obračun el. energije po mjesecima – 20 m² PV



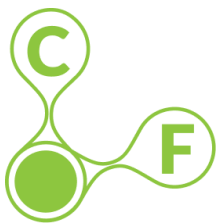
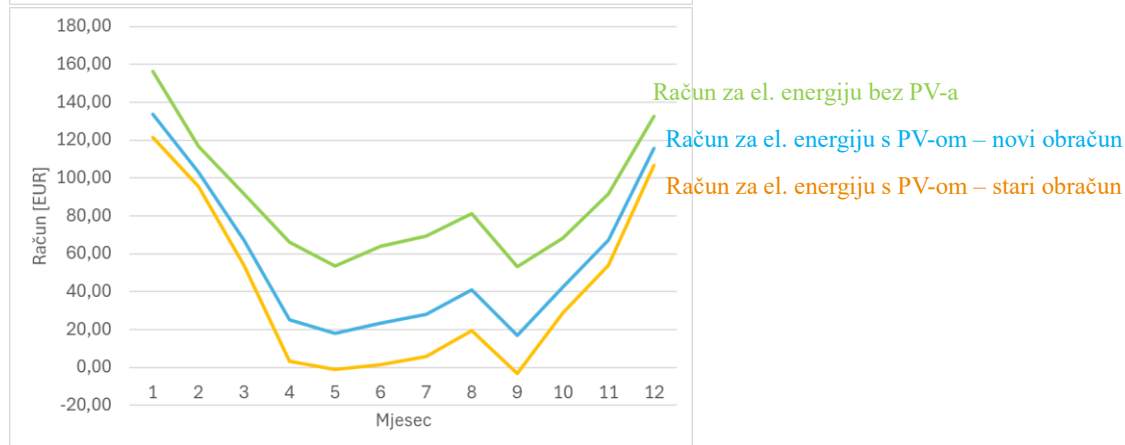
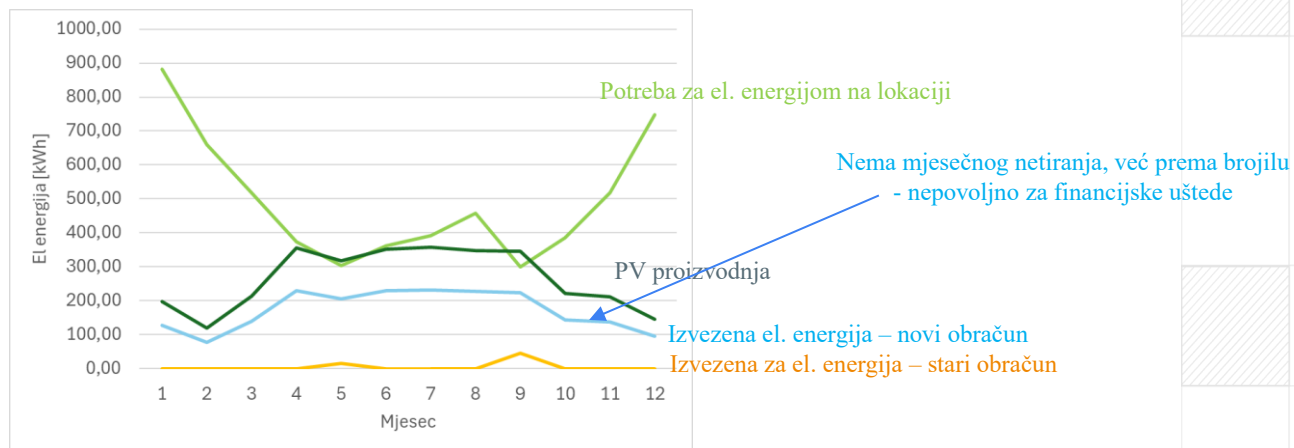
Obiteljska kuća – stari vs. novi obračun PV

Obračun el. energije po mjesecima – 20 m² PV



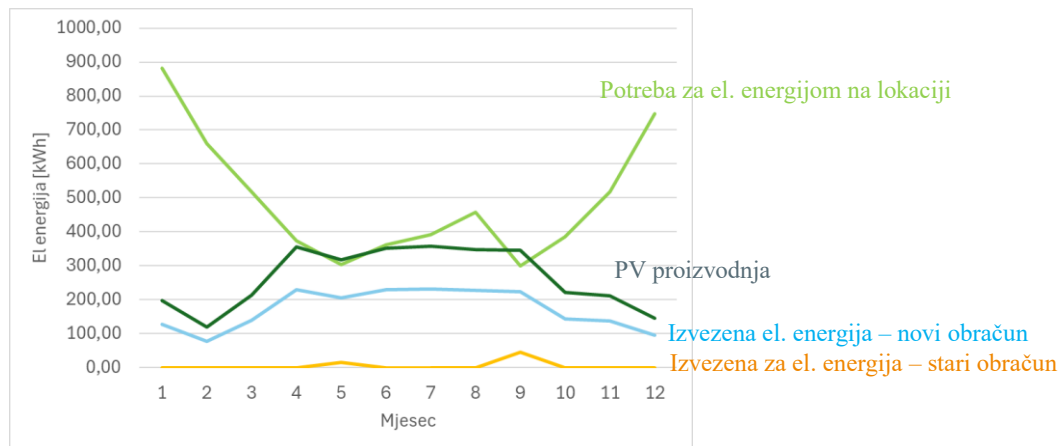
Obiteljska kuća – stari vs. novi obračun PV

Obračun el. energije po mjesecima – 20 m² PV



Obiteljska kuća – stari vs. novi obračun PV

Obračun el. energije po mjesecima – 20 m² PV

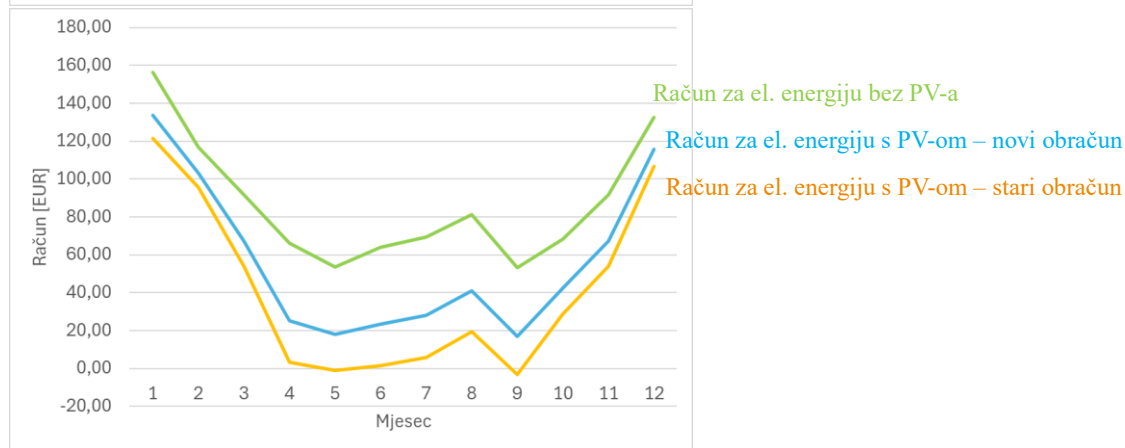


Kotao (plin)

Manja ušteda po novom obračunu 41%

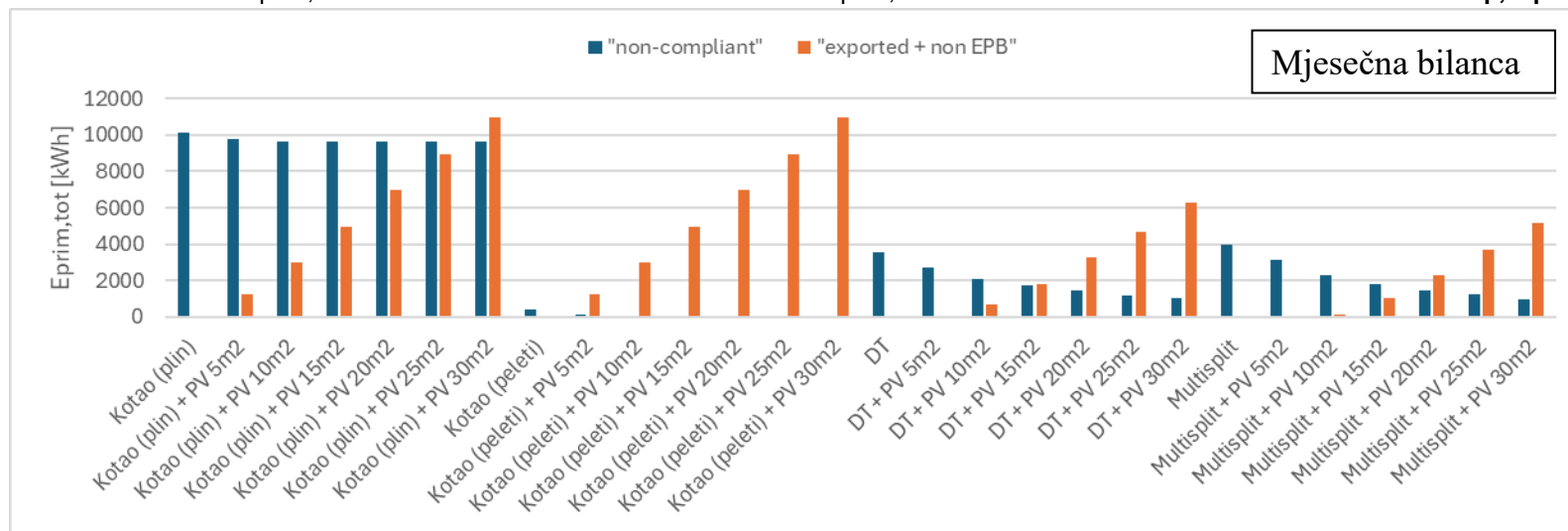
DT zrak/voda

Manja ušteda po novom obračunu 40%



Obiteljska kuća

ZEB zahtjev: $E_{\text{prim,tot}}$ ("non-compliant" energija) $\leq E_{\text{prim,tot}}$ (izvezene obnovljive energije) $f_{p,\text{exp}}=2,5$



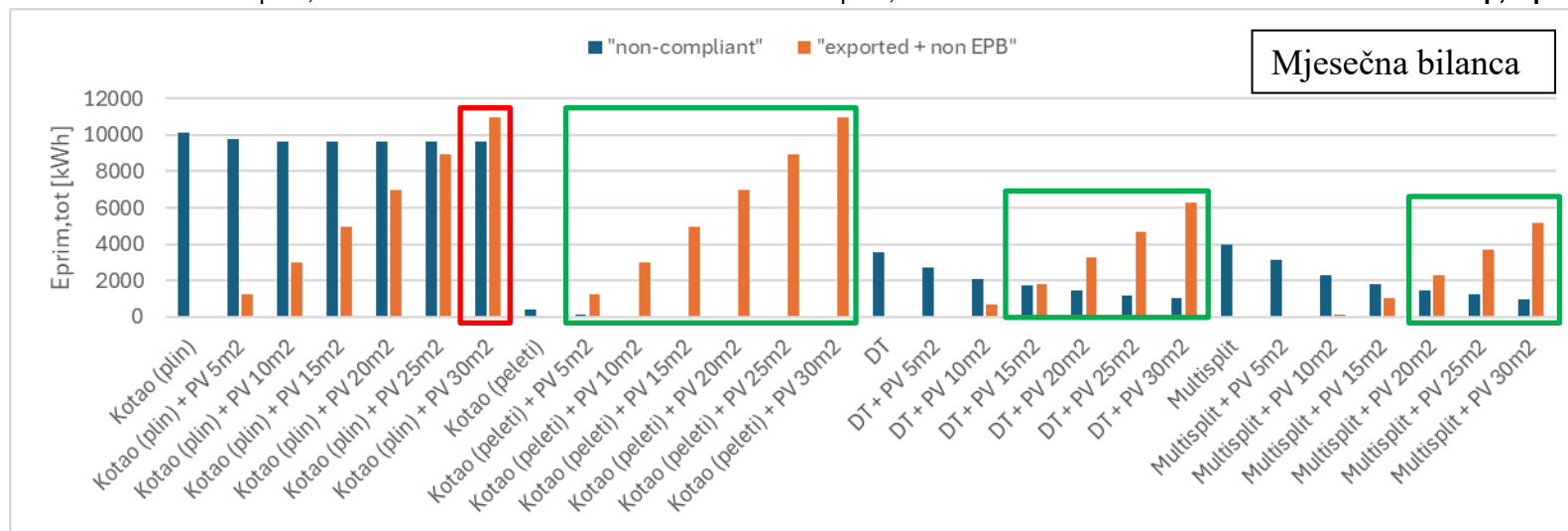
Kao posljedica toga ZEB zahtjev zadovoljava:

- DT(zrak-voda) + $\geq 15 \text{ m}^2 \text{ PV}$
- DT(zrak-zrak) + el. bojler (PTV) + $\geq 20 \text{ m}^2 \text{ PV}$
- Kotao (peleti, kruto gorivo) + $\geq 5 \text{ m}^2 \text{ PV}$
- Kod kotao(plin) tek sa $30 \text{ m}^2 \text{ PV}$ izvozi se dovoljno el. energije u iznosu koji bi pokrio uvezenu energiju plina – **ali ne zadovoljava osnovni ZEB kriterij o nultoj emisiji CO2 na lokaciji**



Obiteljska kuća

ZEB zahtjev: $E_{\text{prim,tot}}$ ("non-compliant" energija) $\leq E_{\text{prim,tot}}$ (izvezene obnovljive energije) $f_{p,\text{exp}}=2,5$



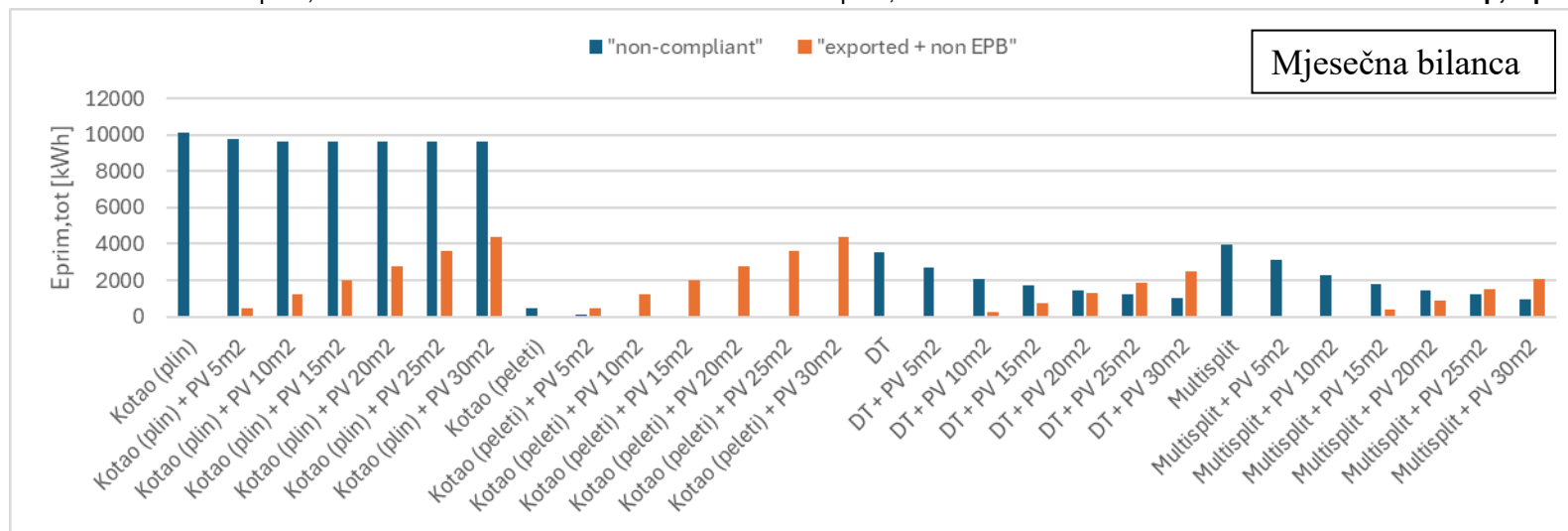
Kao posljedica toga ZEB zahtjev zadovoljava:

- DT(zrak-voda) + $\geq 15 \text{ m}^2$ PV
- DT(zrak-zrak) + el. bojler (PTV) + $\geq 20 \text{ m}^2$ PV
- Kotao (peleti, kruto gorivo) + $\geq 5 \text{ m}^2$ PV
- Kod kotao(plin) tek sa 30 m^2 PV izvozi se dovoljno el. energije u iznosu koji bi pokrio uvezenu energiju plina – ali ne zadovoljava osnovni ZEB kriterij o nultoj emisiji CO₂ na lokaciji



Obiteljska kuća

ZEB zahtjev: $E_{\text{prim,tot}}$ ("non-compliant" energija) $\leq E_{\text{prim,tot}}$ (izvezene obnovljive energije) $f_{\text{p,exp}}=1,0$



Kao posljedica toga ZEB zahtjev zadovoljava:

- DT(zrak-voda) + $\geq 25 \text{ m}^2$ PV
- DT(zrak-zrak) + $\geq 25 \text{ m}^2$ PV
- Kotao (peleti, kruto gorivo) + $\geq 5 \text{ m}^2$ PV
- Kod kotao(plin) niti sa 30 m^2 PV ne izvozi se dovoljno el. energije u iznosu koji bi

Potrebno više m^2 PV-a za ZEB zahtjev

pokrio uvezenu energiju plina – osim toga ne zadovoljava osnovni ZEB kriterij o nultoj emisiji CO₂ na lokaciji



Višestambena zgrada (kontinent)

Analizirani termotehnički sustavi:

GR i PTV

Podsustav proizvodnje

- plinski kond. kotao – zajednička kotlovnica
- kotao na pelete – zajednička kotlovnica
- CTS – zajednička kotlovnica
- Dizalica topline zrak/zrak – zajednička kotlovnica
- Hibridna dizalica zrak/zrak s PTV – etažno
- el. bojler za PTV s DT zrak/zrak – etažno

Podsustav predaje

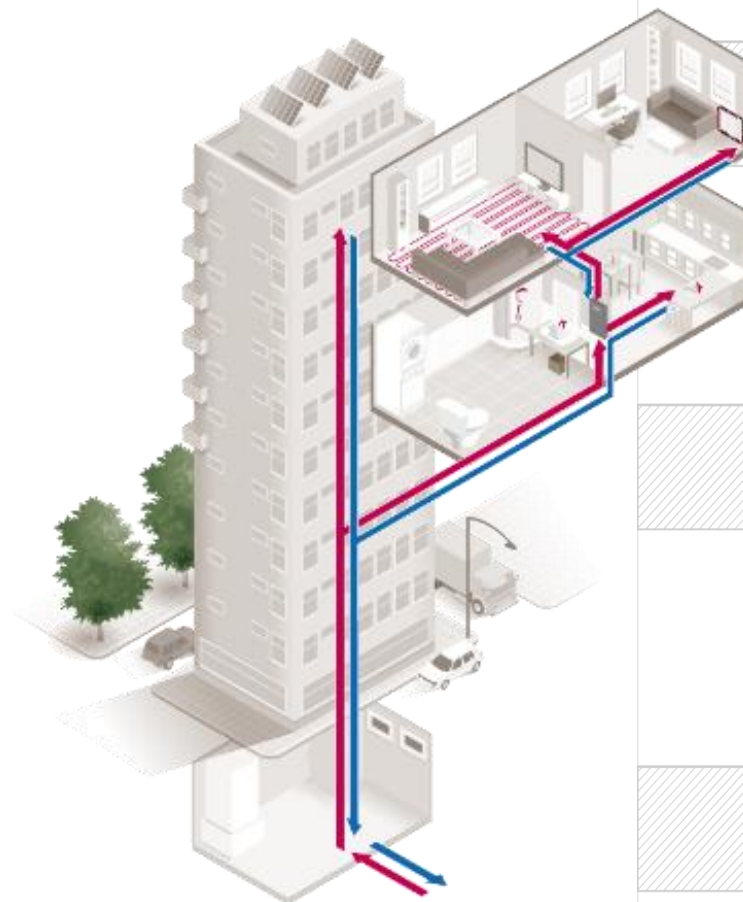
- radijatori – kotlovi
- podno– dizalica topline

OIE

- svaki generator je kombiniran sa solarnim toplovodnim sustavom (10, 20 i 30 m²) i PV (10, 20, 30, 60, 90, 120 m²)

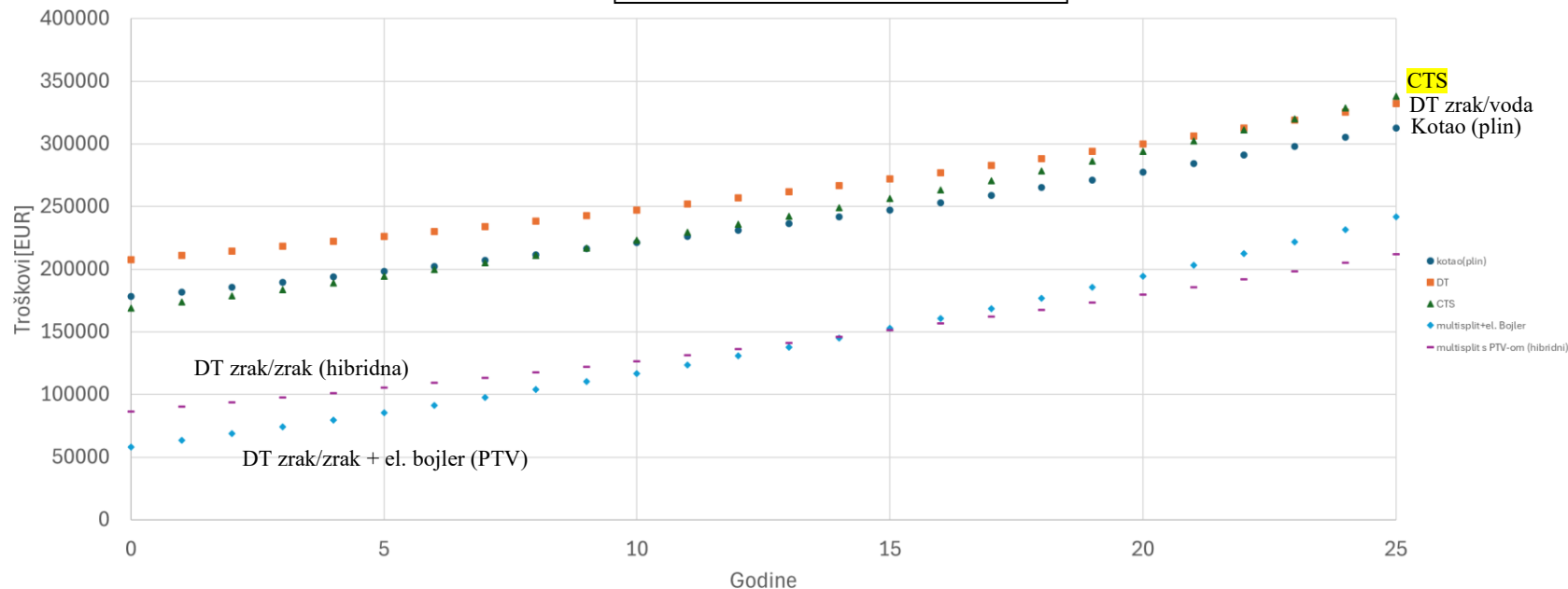
HL

- individualni split sustav



Višestambena zgrada

Ukupni troškovi kroz 25 god.



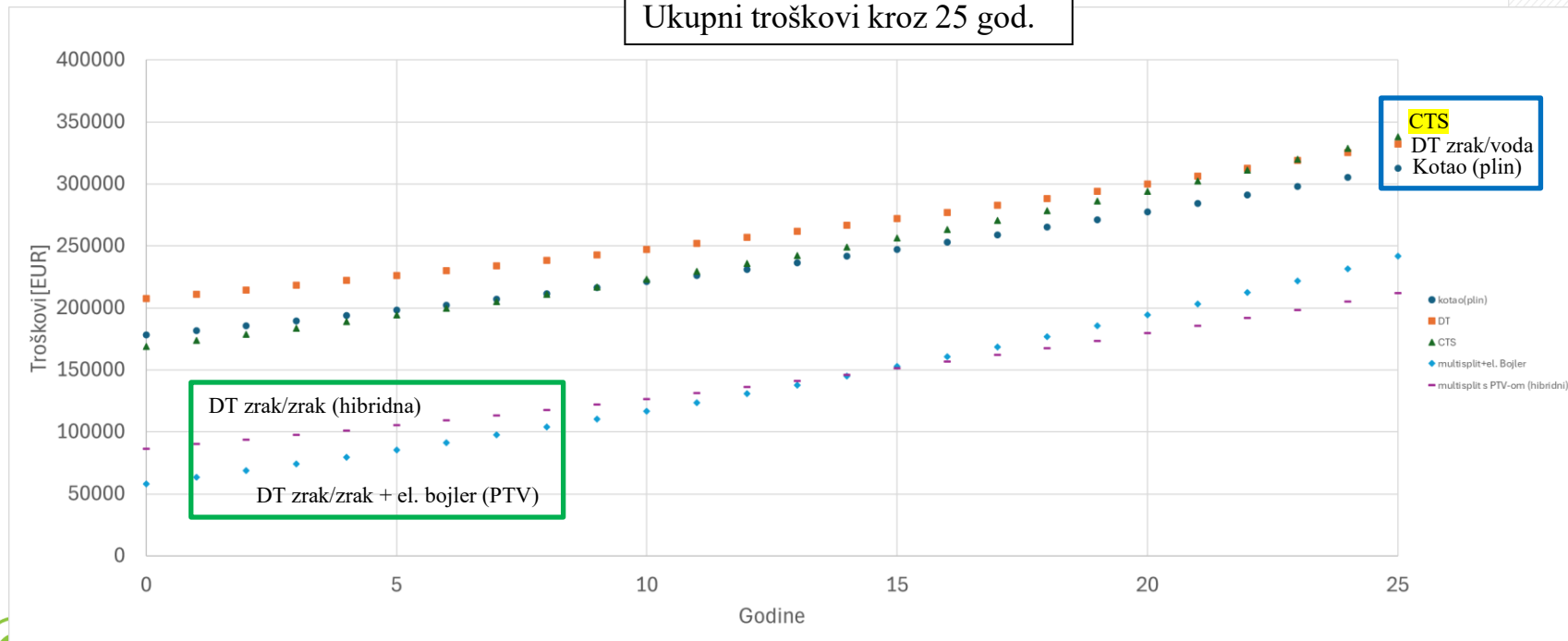
PPI za hibridni multisplit u odnosu na multisplit + el. bojler iznosi 15 god.

Napomena: Nisu uzeti troškovi održavanja, stari obračun el. energije iz PV-a



Višestambena zgrada

Ukupni troškovi kroz 25 god.

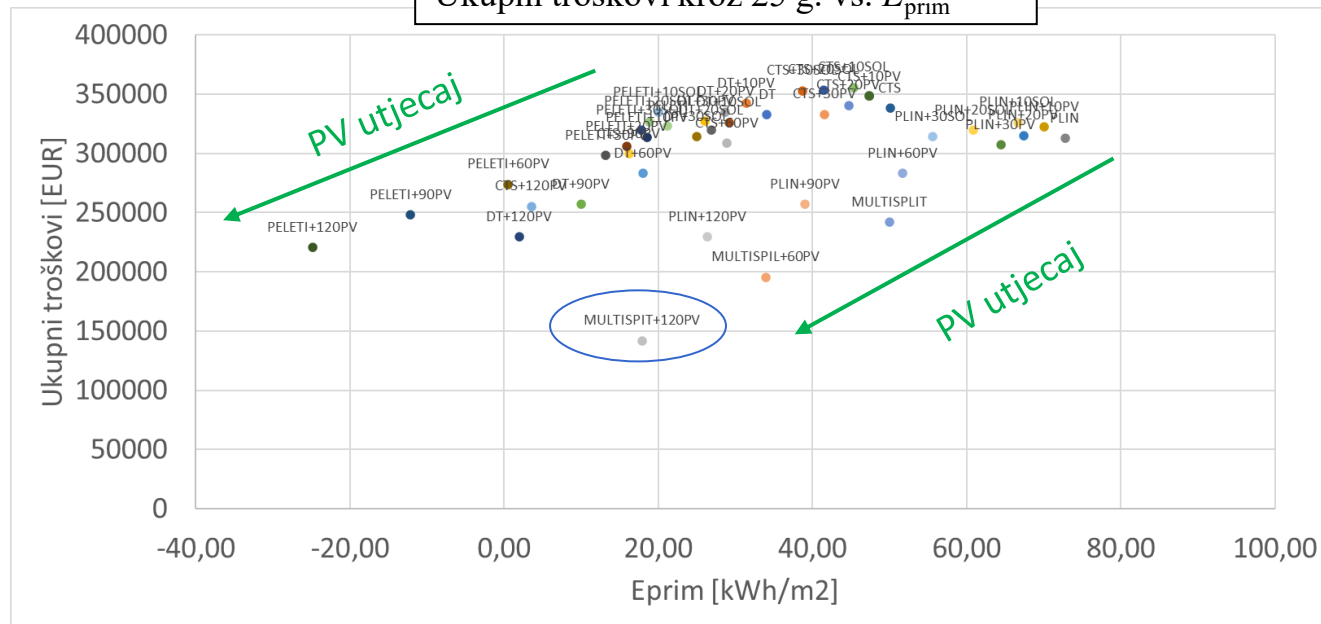


PPI za hibridni multisplit u odnosu na multisplit + el. bojler iznosi 15 god.

Napomena: Nisu uzeti troškovi održavanja, stari obračun el. energije iz PV-a

Višestambena zgrada

Ukupni troškovi kroz 25 g. vs. E_{prim}



DT zrak/zrak – najniži ukupni troškovi

PV ima najveći utjecaj na smanjenje ukupnih troškova

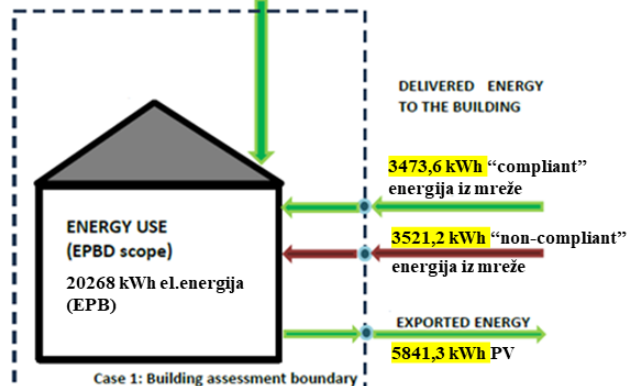
Najmanji E_{prim} ima biomasa

Napomena: Nisu uzeti troškovi održavanja, stari obračun el. energije iz PV-a

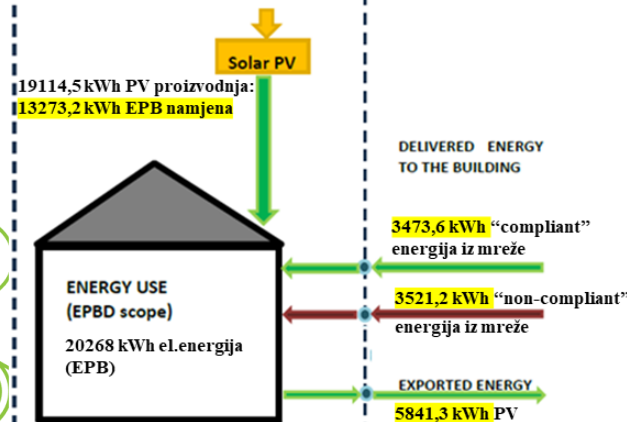


Višestambena zgrada – ZEB zahtjev

19114,5 kWh PV proizvodnja:
13273,2 kWh EPB namjena



Case 1: Building assessment boundary



Case 2: Building site boundary

Mjesečna bilanca

Sukladno tablici 2 iz ZEB smjernice	Primjer 1: Granica zgrade				Primjer 2: Granica dvorišta			
	Isporučena/izvezena energija	PEF	$M_{primary}$	Totalna primarna energija	Isporučena/izvezena energija	PEF	$M_{primary}$	Totalna primarna energija
PV proizvodnja	19114,5	2,201 ÷ 2,5	0	0	0			
Izvezena PV el. energija	5841,3	2,5	1	14603,2	5841,3	2,5	1	14603,2
El. energija iz mreže	6994,8	2,201	1	15395,6	6994,8	2,201	1	15395,6
od čega:								
"non-compliant"				7804,8				
"compliant"				7590,7				
Total primary energy				792,4				792,4

Potrebno u potpunosti ispuniti krov zgrade s PV-om kako bi se ispunio ZEB zahtjev u slučaju DT.

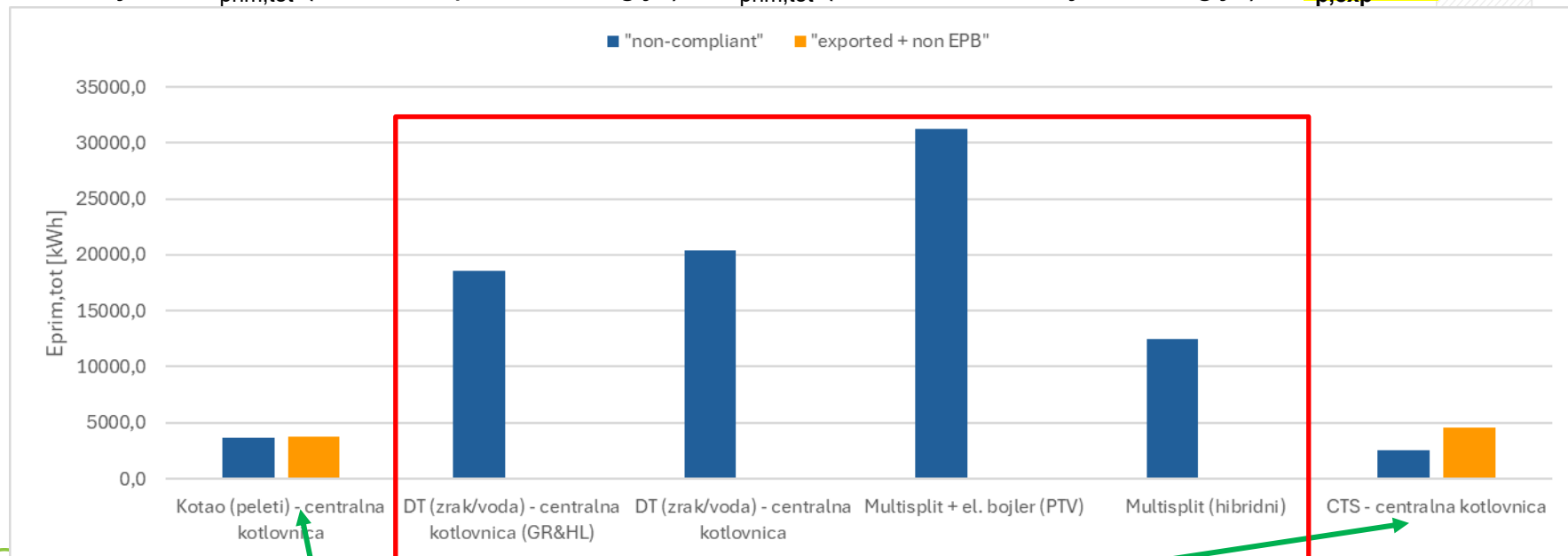
U slučaju viših zgrada ZEB zahtjev se neće moći ostvariti.

Napomena: Bez mehaničke ventilacije, $f_{p,exp} = 2,5$

Napomena: $S f_{exp} = 1,0$ nije moguće niti u predmetnom slučaju zadovoljiti ZEB kriterij u slučaju DT

Višestambena zgrada s mehaničkom vent.

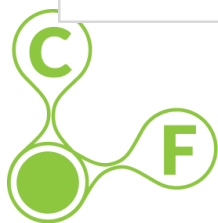
ZEB zahtjev: $E_{\text{prim,tot}}$ ("non-compliant" energija) $\leq E_{\text{prim,tot}}$ (izvezene obnovljive energije) $f_{p,\text{exp}}=2,5$



Kao posljedica toga ZEB zahtjev **granično zadovoljava**.

- Kotao (peleti) + PV
- CTS + PV

- DT s mehaničkom ventilacijom i max. ispunjenošću krova PV-om ne zadovoljava ZEB zahtjev



Poslovna zgrada (kontinent) Analizirani termotehnički sustavi:

GR i HL

- 4-cijevni sustav
- ventilokovektori
- mehanička ventilacija + rekuperacija

Generatori (kaskadni sustav)

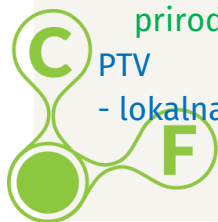
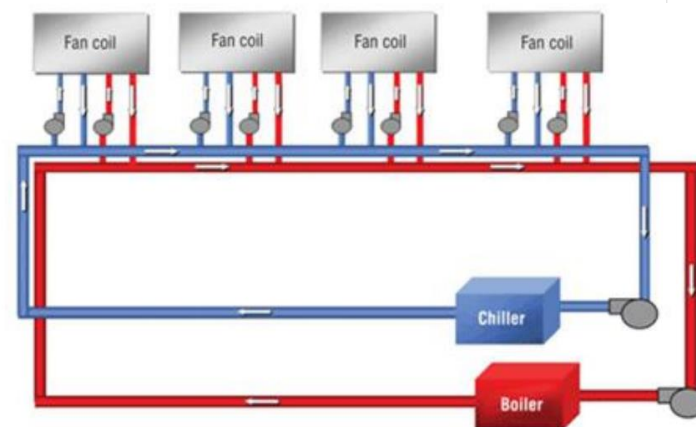
- plinski kond. kotao + chiller
- kotao na pelete + chiller
- CTS + chiller
- dizalica topline

Rasvjeta

- LED integrirane svjetiljke, automatski sustavi upravljanja korištenjem osjetnika okupiranosti, prilagodba prirodnom osjetljenju

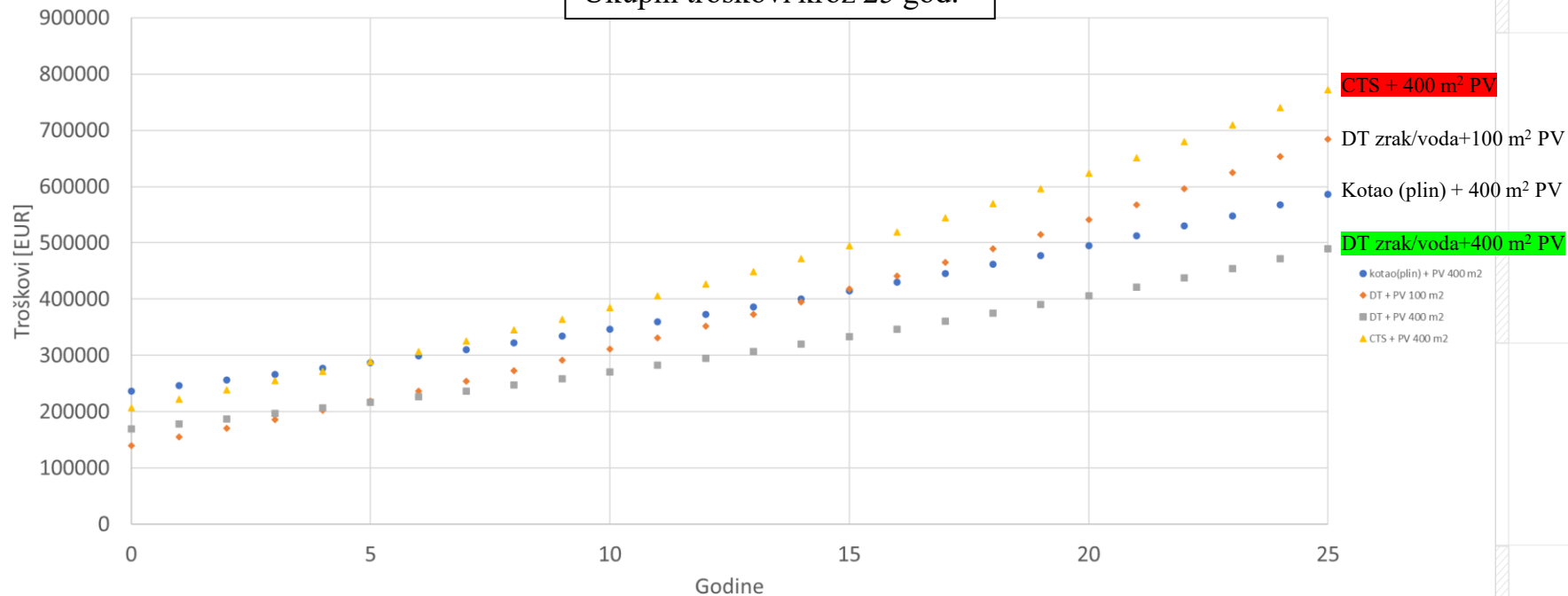
PTV

- lokalna priprema (el. energija)



Poslovna zgrada

Ukupni troškovi kroz 25 god.



Napomena: Nisu uzeti troškovi održavanja, stari obračun el. energije iz PV-a



Poslovna zgrada (kontinent) Analizirani termotehnički sustavi:

Analizirani sustavi:

- DT
- CTS
- Kotao
- Kotao + solar

Svi sustavi su upareni s adekvatnom površinom PV-a
(za ostvarenje RER od 30%)



Bolnice i hoteli

PV [m2]	0	630	0	250	650
Opis sustava	Dizalica topline zrak-voda/chiller/mehanički ventilirano (70%),shema8;kv=1	kotao/chiller/mehanički ventilirano (70%),shema8;kv=1/630 m2 PV	CTS/chiller/mehanički ventilirano (70%),shema8;kv=1	kotao+solar/chiller/mehanički ventilirano (70%),shema8;kv=1/ 250 m2 PV	CTS/chiller/mehanički ventilirano (70%),shema8;kv=1/650 m2 PV
Qh,nd	193123,65	193123,65	193123,65	193123,65	193123,65
Qc,nd	17268,21	17268,21	17268,21	17268,21	17268,21
Qw	44164,71	44164,71	44164,71	44164,71	44164,71
Eprim	186,67	155,14	205,80	170,51	119,77
Napomena		630 m2 PV	NIJE KANDIDAT ZA CO	130 m2 solar thermal + 250 m2 PV	650 m2 PV
RERd	0,35	0,30	0,00	0,30	0,30
RERp	0,20	0,23	0,00	0,20	0,48
Pokrivanje CTS-om			0,552433576		

630 m² PV

130 m² solar toplinski + 250 m² PV = 380 m²

Integracijom solarnog toplovodnog sustava s PV sustavom moguće je optimirati iskorištenje krovne plohe te smanjiti neto potrebnu slobodnu površinu krova za implementaciju OIE sustava u svrhu ostvarivanja propisani RER-ova.



Zaključak

- ZEB zahtjev se ne može ispuniti bez fotonaponskih sustava (PV), sve dok električna energija iz mreže sadrži fosilnu komponentu, odnosno „ne-zadovoljavajuću” energiju.
- Ugradnja PV sustava znatno smanjuje operativne troškove sustava (po starom i nešto manje po novom obračunu).
- Ne očekuje se da će zgrade s malim omjerom krovne površine raspoložive za PV sustave i korisne podne površine i/ili s visokom potrošnjom električne energije (mehanička ventilacija, dizalice topline, rasvjeta) ispuniti ZEB zahtjev, čak uz $f_{p,exp}=2,5$.
- Takve slučajeve trebalo bi u nacionalnim propisima smatrati „tehnički ili gospodarski neizvedivima” za ispunjavanje ZEB zahtjeva.
- Analize su pokazale da pojedine tehnologije koje koriste OIE imaju niže troškove kroz životni vijek u odnosu na one s fosilnim gorivima.
- Sve tehnologije koje koriste OIE su tehnički i gospodarski izvedive u odgovarajućem tipu zgrade.

Pitanja

- Što mislite koje tehnologije bi se trebale najviše koristiti?
- Vidite li prepreke u primjeni bilo koje od navedenih tehnologija za dekarbonizaciju zgrada?
- Što bi trebalo poduzeti za uklanjanje tih prepreka (zakonodavstvo/tržište/tehnologija)?