

Izveštaj prema članku 5(2) Direktive 2010/31/EU i članku 6 Uredbe (EU) 244/2012 od 16.1.2012.: Minimalni zahtjevi na energetska svojstva jednoobiteljske zgrade za kontinentalnu i primorsku Hrvatsku, za razdoblje do 1970., 1970. - 1987., iza 1987., i gotovo nula energetske zgrade

Zagreb, listopad 2013.

Naslov studije:

Izvještaj prema članku 5(2) Direktive 2010/31/EU i članku 6 Uredbe (EU) 244/2012 od 16.1.2012.:

Minimalni zahtjevi na energetska svojstva jednoobiteljske zgrade za kontinentalnu i primorsku Hrvatsku, za razdoblje do 1970., 1970. - 1987., iza 1987., i gotovo nula energetske zgrade

SADRŽAJ

1.	Referentne zgrade.....	10
1.1.	Referentne jednoobiteljske zgrade.....	10
1.2.	Definicija podne površine.....	10
1.3.	Kriteriji odabira referentne zgrade.....	10
1.4.	Vrsta referentne zgrade.....	11
1.5.	Podaci o stambenom fondu.....	11
2.	Odabir varijanti / mjera / kombinacija mjera.....	12
3.	Proračun primarne energije po mjerama.....	13
3.1.	Određivanje energetske svojstava.....	13
3.2.	Proračun potrebe za energijom.....	13
3.3.	Faktori primarne energije.....	13
4.	Proračun globalnog troška.....	15
4.1.	Ulazni podaci za analizu osjetljivosti.....	15
4.2.	Pretpostavljeno kretanje cijena energenata i CO2 emisija.....	16
5.	Troškovno optimalna razina za referentne zgrade.....	22
6.	Usporedba minimalnih zahtjeva za energetske učinkovitost za nove i postojeće zgrade od troškovno optimalnih zahtjeva.....	23
6.1.	Plan za smanjenje razlika između troškovno optimalnih zahtjeva za energetske svojstva zgrada i minimalnih zahtjeva za energetske svojstva zgrada.....	24
7.	Jednoobiteljska zgrada izgrađena do 1970. godine - kontinentalna Hrvatska.....	25
7.1.1.	Opis zgrade.....	25
7.1.1.	Troškovno optimalna analiza - rezultati.....	41
7.1.2.	Analiza osjetljivosti.....	42
8.	Jednoobiteljska zgrada izgrađena od 1971. do 1986. godine - kontinentalna Hrvatska.....	47
8.1.1.	Opis zgrade.....	47
8.1.1.	Troškovno optimalna analiza - rezultati.....	65
8.1.2.	Analiza osjetljivosti.....	66
9.	Jednoobiteljska zgrada izgrađena iza 1987. godine - kontinentalna Hrvatska.....	69
9.1.1.	Opis zgrade.....	69
9.1.1.	Troškovno optimalna analiza - rezultati.....	88
9.1.2.	Analiza osjetljivosti.....	89
10.	Jednoobiteljska zgrada izgrađena do 1970. godine - primorska Hrvatska.....	93
10.1.1.	Troškovno optimalna analiza - rezultati.....	111
10.1.2.	Analiza osjetljivosti.....	112
11.	Jednoobiteljska zgrada izgrađena od 1971. do 1986. godine - primorska Hrvatska.....	116
11.1.1.	Opis zgrade.....	116
11.1.1.	Troškovno optimalna analiza - rezultati.....	133
11.1.2.	Analiza osjetljivosti.....	134
12.	Jednoobiteljska zgrada izgrađena od 1987. godine - primorska Hrvatska.....	140
12.1.1.	Opis zgrade.....	140

12.1.1.	Troškovno optimalna analiza - rezultati	159
12.1.2.	Analiza osjetljivosti.....	160
13.	Gotovo nula energetske jednoobiteljske zgrade	164
13.1.1.	Opis zgrade	164
13.1.1.	Troškovno optimalna analiza - rezultati za kontinentalnu Hrvatsku	187
13.1.2.	Analiza osjetljivosti.....	188
13.1.3.	Troškovno optimalna analiza - rezultati za primorsku Hrvatsku.....	191
13.1.4.	Analiza osjetljivosti.....	193
14.	Prilozi.....	196

POPIS SLIKA

SLIKA 7-1	REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MIKROEKONOMSKA ANALIZA	41
SLIKA 7-2	REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MAKROEKONOMSKA ANALIZA.....	41
SLIKA 7-3	SDR = 3,30% - MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	42
SLIKA 7-4	SDR = 10,00% MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	43
SLIKA 7-5	$R_E=4\%$	43
SLIKA 7-6	$R_E=5,6\%$	44
SLIKA 7-7	PRIMJENA NEOBNOVLJIVE KOMPONENTE FAKTORA PRIMARNE ENERGIJE	45
SLIKA 7-8	CIJENE ENERGIJE U SLOVENIJI	45
SLIKA 8-1	REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MIKROEKONOMSKA ANALIZA	65
SLIKA 8-2	REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MAKROEKONOMSKA ANALIZA.....	65
SLIKA 8-3	SDR = 3,30% - MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	66
SLIKA 8-4	SDR = 10,00% MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	66
SLIKA 8-5	$R_E=4,00\%$	67
SLIKA 8-6	$R_E=5,60\%$	67
SLIKA 8-7	PRIMJENA NEOBNOVLJIVE KOMPONENTE FAKTORA PRIMARNE ENERGIJE	68
SLIKA 8-8	CIJENE ENERGIJE U SLOVENIJI	68
SLIKA 9-1	REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MIKROEKONOMSKA ANALIZA	88
SLIKA 9-2	REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MAKROEKONOMSKA ANALIZA.....	88
SLIKA 9-3	SDR = 3,30% - MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	89
SLIKA 9-4	SDR = 10,00% - MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	89
SLIKA 9-5	$R_E=4,00\%$	90
SLIKA 9-6	$R_E=5,60\%$	90
SLIKA 9-7	PRIMJENA NEOBNOVLJIVE KOMPONENTE FAKTORA PRIMARNE ENERGIJE	91
SLIKA 9-8	PRIMJENA FAKTORA PRIMARNE ENERGIJE IZ PRAVILNIKA O ENERGETSKOM CERTIFICIRANJU ZGRADA	91
SLIKA 9-9	CIJENE ENERGIJE U SLOVENIJI	92
SLIKA 10-1	REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MIKROEKONOMSKA ANALIZA.....	111
SLIKA 10-2	REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MAKROEKONOMSKA ANALIZA.....	111
SLIKA 10-3	SDR = 3,30%	112
SLIKA 10-4	SDR = 10,00%	112
SLIKA 10-5	$R_E=4\%$	113
SLIKA 10-6	$R_E=5,6\%$	113
SLIKA 10-7	PRIMJENA NEOBNOVLJIVE KOMPONENTE FAKTORA PRIMARNE ENERGIJE.....	114
SLIKA 10-8	CIJENE ENERGIJE U SLOVENIJI.....	115
SLIKA 11-1	REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MIKROEKONOMSKA ANALIZA.....	133
SLIKA 11-2	REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MAKROEKONOMSKA ANALIZA.....	134
SLIKA 11-3	SDR = 3,30%	135
SLIKA 11-4	SDR = 10,00%	136
SLIKA 11-5	$R_E=4\%$	137
SLIKA 11-6	$R_E=5,6\%$	137
SLIKA 11-7	PRIMJENA NEOBNOVLJIVE KOMPONENTE FAKTORA PRIMARNE ENERGIJE.....	138
SLIKA 11-8	CIJENE ENERGIJE U SLOVENIJI.....	139
SLIKA 12-1	REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MIKROEKONOMSKA ANALIZA.....	159
SLIKA 12-2	REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MAKROEKONOMSKA ANALIZA.....	159

SLIKA 12-3 SDR = 3,30%	160
SLIKA 12-4 SDR = 10,00%	160
SLIKA 12-5 $R_E=4\%$	161
SLIKA 12-6 $R_E=5,6\%$	161
SLIKA 12-7 PRIMJENA NEOBNOVLJIVE KOMPONENTE FAKTORA PRIMARNE ENERGIJE.....	162
SLIKA 12-8 CIJENE ENERGIJE U SLOVENIJI.....	163
SLIKA 13-1 TROŠKOVNO OPTIMALNA KALKULACIJA - MIKROEKONOMSKA	187
SLIKA 13-2 TROŠKOVNO OPTIMALNA KALKULACIJA - MAKROEKONOMSKA	188
SLIKA 13-3 MIKROEKONOMSKA KALKULACIJA S DODANIM FOTONAPONSKIM SUSTAVOM	188
SLIKA 13-4 SDR = 3,30%	189
SLIKA 13-5 SDR = 10,00%	189
SLIKA 13-6 $R_E=4\%$	190
SLIKA 13-7 $R_E=5,6\%$	190
SLIKA 13-8 NEOBNOVLJIVA KOMPONENTA FAKTORA PRIMARNE ENERGIJE.....	191
SLIKA 13-9 TROŠKOVNO OPTIMALNA KALKULACIJA - MIKROEKONOMSKA	192
SLIKA 13-10 TROŠKOVNO OPTIMALNA KALKULACIJA - MAKROEKONOMSKA.....	192
SLIKA 13-11 MIKROEKONOMSKA KALKULACIJA S DODANIM FOTONAPONSKIM SUSTAVOM	193
SLIKA 13-12 SDR = 3,30%	193
SLIKA 13-13 SDR = 10,00%	194
SLIKA 13-14 $R_E=4\%$	194
SLIKA 13-15 $R_E=5,6\%$	195
SLIKA 13-16 NEOBNOVLJIVA KOMPONENTA FAKTORA PRIMARNE ENERGIJE	195

POPIS TABLICA

TABLICA 3-1 FAKTORI PRIMARNE ENERGIJE.....	13
TABLICA 4-1 ULAZNE VRIJEDNOSTI PARAMETARA ZA PRORAČUN NPV	15
TABLICA 4-2 FAKTORI PRIMARNE ENERGIJE KORIŠTENI U ANALIZI OSJETLJIVOSTI.....	16
TABLICA 4-3 PRETPOSTAVLJENO KRETANJE CIJENA CO ₂ EMISIJA	16
TABLICA 4-4 REFERENTNE JEDNOOBITELJSKE ZGRADE (TABLICA 1 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠTAJA)	17
TABLICA 7-1 MJERODAVNI PODACI ZA IZRAČUN ENERGETSKOG SVOJSTVA ZGRADE (TABLICA 3 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠTAJA).....	26
TABLICA 7-2 MJERE PRIMIENJENE NA VANJSKOJ OVOJNICI ZGRADE (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	29
TABLICA 7-3 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU GRIJANJA (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	31
TABLICA 7-4 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU PRIPREME PTV (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA) ..	33
TABLICA 7-5 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU VENTILACIJE I HLAĐENJA (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	34
TABLICA 7-6 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU RASVJETE (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	34
TABLICA 7-7 PRIMIENJENE KOMBINACIJE MJERA U TROŠKOVNO OPTIMALNOJ ANALIZI (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	35
TABLICA 7-8 PRORAČUN PRIMARNE ENERGIJE PO KOMBINACIJAMA MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI (TABLICA 5 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	36
TABLICA 7-9 MIKROEKONOMSKA (FINANCIJSKA) ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	37
TABLICA 7-10 MAKROEKONOMSKA ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	39
TABLICA 8-1 MJERODAVNI PODACI ZA IZRAČUN ENERGETSKOG SVOJSTVA ZGRADE (TABLICA 3 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠTAJA).....	48
TABLICA 8-2 MJERE PRIMIENJENE NA VANJSKOJ OVOJNICI ZGRADE (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	52
TABLICA 8-3 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU GRIJANJA (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	54
TABLICA 8-4 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU PRIPREME PTV (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA) ..	55
TABLICA 8-5 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU VENTILACIJE I HLAĐENJA (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	56
TABLICA 8-6 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU RASVJETE (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	57
TABLICA 8-7 PRIMIENJENE KOMBINACIJE MJERA U TROŠKOVNO OPTIMALNOJ ANALIZI (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	58
TABLICA 8-8 PRORAČUN PRIMARNE ENERGIJE PO KOMBINACIJAMA MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI (TABLICA 5 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	59
TABLICA 8-9 MIKROEKONOMSKA (FINANCIJSKA) ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	60

TABLICA 8-10 MAKROEKONOMSKA ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	62
TABLICA 9-1 MJERODAVNI PODACI ZA IZRAČUN ENERGETSKOG SVOJSTVA ZGRADE (TABLICA 3 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠTAJA).....	70
TABLICA 9-2 MJERE PRIMIENJENE NA VANJSKOJ OVOJNICI ZGRADE (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	74
TABLICA 9-3 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU GRIJANJA (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	76
TABLICA 9-4 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU PRIPREME PTV (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA) ..	78
TABLICA 9-5 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU VENTILACIJE I HLAĐENJA (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	79
TABLICA 9-6 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU RASVJETE (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	80
TABLICA 9-7 PRIMIENJENE KOMBINACIJE MJERA U TROŠKOVNO OPTIMALNOJ ANALIZI (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	81
TABLICA 9-8 PRORAČUN PRIMARNE ENERGIJE PO KOMBINACIJAMA MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI (TABLICA 5 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	82
TABLICA 9-9 MIKROEKONOMSKA (FINANCIJSKA) ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	83
TABLICA 9-10 MAKROEKONOMSKA ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	85
TABLICA 10-1 MJERODAVNI PODACI ZA IZRAČUN ENERGETSKOG SVOJSTVA ZGRADE (TABLICA 3 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠTAJA).....	94
TABLICA 10-2 MJERE PRIMIENJENE NA VANJSKOJ OVOJNICI ZGRADE (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	97
TABLICA 10-3 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU GRIJANJA (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	99
TABLICA 10-4 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU PRIPREME PTV (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	101
TABLICA 10-5 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU VENTILACIJE I HLAĐENJA (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	102
TABLICA 10-6 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU RASVJETE (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	102
TABLICA 10-7 PRIMIENJENE KOMBINACIJE MJERA U TROŠKOVNO OPTIMALNOJ ANALIZI (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	104
TABLICA 10-8 PRORAČUN PRIMARNE ENERGIJE PO KOMBINACIJAMA MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI (TABLICA 5 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	105
TABLICA 10-9 MIKROEKONOMSKA (FINANCIJSKA) ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	107
TABLICA 10-10 MAKROEKONOMSKA ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	108
TABLICA 11-1 MJERODAVNI PODACI ZA IZRAČUN ENERGETSKOG SVOJSTVA ZGRADE (TABLICA 3 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠTAJA).....	117
TABLICA 11-2 MJERE PRIMIENJENE NA VANJSKOJ OVOJNICI ZGRADE (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	120
TABLICA 11-3 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU GRIJANJA (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	122
TABLICA 11-4 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU PRIPREME PTV (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	124
TABLICA 11-5 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU VENTILACIJE I HLAĐENJA (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	125
TABLICA 11-6 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU RASVJETE (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	125
TABLICA 11-7 PRIMIENJENE KOMBINACIJE MJERA U TROŠKOVNO OPTIMALNOJ ANALIZI (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	126
TABLICA 11-8 PRORAČUN PRIMARNE ENERGIJE PO KOMBINACIJAMA MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI (TABLICA 5 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	127
TABLICA 11-9 MIKROEKONOMSKA (FINANCIJSKA) ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	129
TABLICA 11-10 MAKROEKONOMSKA ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	130
TABLICA 12-1 MJERODAVNI PODACI ZA IZRAČUN ENERGETSKOG SVOJSTVA ZGRADE (TABLICA 3 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠTAJA).....	141
TABLICA 12-2 MJERE PRIMIENJENE NA VANJSKOJ OVOJNICI ZGRADE (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	146
TABLICA 12-3 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU GRIJANJA (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	147
TABLICA 12-4 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU PRIPREME PTV (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	150
TABLICA 12-5 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU VENTILACIJE I HLAĐENJA (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	151
TABLICA 12-6 MJERE PRIMIENJENE NA SUSTAVU RASVJETE (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	151
TABLICA 12-7 PRIMIENJENE KOMBINACIJE MJERA U TROŠKOVNO OPTIMALNOJ ANALIZI (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	152

TABLICA 12-8 PRORAČUN PRIMARNE ENERGIJE PO KOMBINACIJAMA MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI (TABLICA 5 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	153
TABLICA 12-9 MIKROEKONOMSKA (FINANCIJSKA) ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	155
TABLICA 12-10 MAKROEKONOMSKA ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	156
TABLICA 13-1 MJERODAVNI PODACI ZA IZRAČUN ENERGETSKOG SVOJSTVA GOTOVO NULA ENERGETSKE ZGRADE - KONTINENTALNA HRVATSKA (TABLICA 3 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠTAJA)	165
TABLICA 13-2 MJERODAVNI PODACI ZA IZRAČUN ENERGETSKOG SVOJSTVA GOTOVO NULA ENERGETSKE ZGRADE - PRIMORSKA HRVATSKA (TABLICA 3 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠTAJA)	167
TABLICA 13-3 VARIJANTE VANJSKE OVOJNICE ZA KONTINENTALNU KLIMU (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	170
TABLICA 13-4 VARIJANTE VANJSKE OVOJNICE ZA PRIMORSKU KLIMU (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	171
TABLICA 13-5 VARIJANTE SUSTAVA GRIJANJA I HLAĐENJA - KONTINENTALNA I PRIMORSKA HRVATSKA (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	172
TABLICA 13-6 VARIJANTE SUSTAVA PRIPREME PTV - KONTINENTALNA I PRIMORSKA HRVATSKA (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	175
TABLICA 13-7 PRORAČUN PRIMARNE ENERGIJE - KONTINENTALNA HRVATSKA (TABLICA 5 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	176
TABLICA 13-8 PRORAČUN PRIMARNE ENERGIJE - PRIMORSKA HRVATSKA (TABLICA 5 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	177
TABLICA 13-9 MIKROEKONOMSKA (FINANCIJSKA) ANALIZA - KONTINENTALNA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	179
TABLICA 13-10 MIKROEKONOMSKA (FINANCIJSKA) ANALIZA - PRIMORSKA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	181
TABLICA 13-11 MAKROEKONOMSKA ANALIZA - KONTINENTALNA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)..	182
TABLICA 13-12 MAKROEKONOMSKA ANALIZA - PRIMORSKA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	184

1. REFERENTNE ZGRADE

1.1. Referentne jednoobiteljske zgrade

Izveštaj o minimalnim zahtjevima na energetska svojstva jednoobiteljske zgrade za kontinentalnu i primorsku Hrvatsku, za razdoblje do 1970., 1970. - 1987., iza 1987., i gotovo nula energetske zgrade strukturiran je prateći vremensku i prostornu karakterizaciju jednoobiteljskih zgrada u RH na postojeće zgrade građene u vremenskim razdobljima do 1970. godine, od 1971. do 1986. godine te iza 1987. godine, te nove gotovo nula energetske zgrade.

Karakteristike postojećih zgrada u RH određene su prema statističkim podacima i podacima iz anketnih istraživanja, te se u pogledu geometrije i tehničkih sustava određuju kao zgrade prosječnih karakteristika.

Za definiciju gotovo nula energetske zgrade, odstupa se od prosječnih karakteristika stambenog fonda te se optimizacijom arhitektonskih elemenata i tehničkih sustava postiže tehnički najviša razina energetske učinkovitosti zgrade koja se može postaviti kao zahtjev za gradnju novih zgrada.

1.2. Definicija podne površine

Podna površina zgrade korištena u definiciji referentnih zgrada jest korisna ploština korisne površine grijanog dijela zgrade prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama.

Ploština korisne površine zgrade, A_K (m²), jest ukupna ploština neto podne površine grijanog dijela zgrade. Ploština neto podne površine zgrade jest ukupna ploština poda svih etaža zgrade između elemenata koji ga omeđuju i računa se prema točki 5.1.5. HRN ISO 9836:2011.

1.3. Kriteriji odabira referentne zgrade

Svojstva referentne zgrade utvrđena su temeljem statističkih analiza podataka iz provedenih anketa prema geografskoj lokaciji o starosti, površini i namjeni zgrade, vrsti primijenjenog tehničkog sustava za grijanje i hlađenje te potrošnji energije, režimu korištenja i stupnju poboljšanja vanjske ovojnice i tehničkih sustava zgrade.

Anketni podaci su uspoređeni sa statističkim podacima o izgradnji jednoobiteljskih zgrada na razini RH, te su kao referentne vrijednosti korišteni podaci za grad Zagreb i Splitsko dalmatinsku županiju.

1.4. Vrsta referentne zgrade

Referentna zgrada za Republiku Hrvatsku je virtualna zgrada koja odgovara prosječnim geometrijskim karakteristikama zgrade u pogledu površine, katnosti i udjela grijane površine u ukupnoj korisnoj površini zgrade. Prema anketnim podacima, određeni su i udjeli površina konstrukcija vanjske ovojnice zgrade poboljšanih karakteristika u odnosu na razdoblje izgradnje zgrade.

Referentni energent i tehnički sustav grijanja, hlađenja i pripreme potrošne tople vode odabrani su prema najzastupljenijem tipu sustava i umreženog energenta za kontinentalnu odnosno primorsku Hrvatsku.

1.5. Podaci o stambenom fondu

Podaci na kojima se bazira definicija referentnih zgrada izvedeni su iz statističkih podataka popisa stanovništva za RH te istraživanja za grad Zagreb¹ i Splitsko dalmatinsku županiju² provedenih u razdoblju od 10/2011 do 04/2012 za grad Zagreb te 06/2008 do 02/2009 za Splitsko dalmatinsku županiju.

¹ Energetska bilanca grada Zagreba

² Energetska baza podataka, energetska bilanca i potrošnja energije Splitsko dalmatinske županije u 2007

2. ODABIR VARIJANTI / MJERA / KOMBINACIJA MJERA

Odabir varijanti / mjera / kombinacija mjera za troškovno optimalnu analizu je iskazan odvojeno za građevinske konstrukcije vanjske ovojnice, sustave grijanja, sustav pripreme potrošne tople vode, sustav ventilacije i hlađenja te sustav rasvjete. Odvojeno iskazane varijante mjera po tablicama naslovljenim:

"Mjere primijenjene na vanjskoj ovojnici zgrade (tablica 4 prema predlošku izvješća)"

"Mjere primijenjene na sustavu grijanja (tablica 4 prema predlošku izvješća)"

"Mjere primijenjene na sustavu pripreme PTV (tablica 4 prema predlošku izvješća)"

"Mjere primijenjene na sustavu ventilacije i hlađenja (tablica 4 prema predlošku izvješća)"

"Mjere primijenjene na sustavima rasvjete (tablica 4 prema predlošku izvješća)"

su objedinjene u pripadajućim tablicama naslovljenim "Primijenjene kombinacije mjera u troškovno optimalnoj analizi" koje na jedinstven način povezuju sve analizirane kombinacije mjera za pojedinu referentnu zgradu.

Zahtjevi komfora u prostoru te režim korištenja su identični za sve varijante (unutarnja projektna temperatura grijanja/hlađenja).

3. PRORAČUN PRIMARNE ENERGIJE PO MJERAMA

3.1. Određivanje energetske svojstava

Energetsko svojstvo zgrada određeno je proračunom primarne energije s primjenom mjera EE i OIE na referentne zgrade prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, Pravilniku o energetskim pregledima i energetske certificiranju zgrada i Metodologiji provođenja energetskih pregleda zgrada.

Proračun energetskih potreba za grijanje, ventilaciju i pripremu potrošne tople vode proveden je prema mjesečnoj metodi proračuna, dok je energetskih potreba za hlađenje proveden prema satnoj metodi proračuna definiranoj Metodologijom provođenja energetskih potreba zgrada.

Proračunsko razdoblje za kalkulaciju je 30 godina.

Proračunski interval je jedan mjesec za proračun potreba za grijanje, ventilaciju i potrošnu toplu vodu, te jedan dan za proračun potreba za hlađenjem.

3.2. Proračun potrebe za energijom

Proračun potrebe za energijom (korisne i isporučene) izvršen je za svaku kombinaciju mjera energetske učinkovitosti i primjene obnovljivih izvora energije do razine potrebne energije za grijanje i hlađenje, korisne energije za grijanje, hlađenje, ventilaciju, PTV i rasvjetu te isporučene i primarne energije po energentima odvojeno za fosilna goriva (prirodni plin), obnovljive izvore energije (peleti i solarna energije) te električnu energiju.

3.3. Faktori primarne energije

Tablica 3-1 Faktori primarne energije

Energent	Faktor primarne energije				Emisija tCO ₂ /TJ (kgCO ₂ /GJ)
	Ukupno	Obnovljiva komponenta	Ne obnovljiva komponenta	Uvozna komponenta	
Kameni ugljen	1,038	0,0000	1,038	0,0000	95,49
Mrki ugljen	1,054	0,0000	1,054	0,0000	98,09
Lignit	1,082	0,0001	1,081	0,0001	105,13
Ogrjevno drvo	1,111	1,0001	0,111	0,0001	8,08
Drveni briketi	1,180	1,0334	0,117	0,0296	9,10

Energent		Faktor primarne energije			Emisija tCO ₂ /TJ (kgCO ₂ /GJ)	
		Ukupno	Obnovljiva komponenta	Ne obnovljiva komponenta		Uvozna komponenta
Drveni peleti		1,191	1,0364	0,123	0,0322	9,56
Drvena sječka		1,211	1,0303	0,154	0,0268	11,76
Drveni ugljen		1,286	1,1866	0,100	0,0002	7,27
Sunčeva energija		1,048	1,0130	0,024	0,0115	1,96
Geotermalna energija		1,211	1,0933	0,080	0,0383	6,52
Prirodni plin		1,097	0,001	1,095	0,001	61,17
UNP		1,162	0,001	1,160	0,001	72,47
Petrolej		1,033	0,000	1,033	0,000	73,54
Ekstralako loživo ulje		1,140	0,001	1,138	0,001	83,21
Loživo ulje		1,132	0,001	1,130	0,001	86,20
Električna energija		1,614	0,433	0,798	0,383	65,22
Daljinska toplina	Hrvatska - prosjek	1,523	0,022	1,494	0,008	100,69
	CTS ZG+OS (kogeneracija)	1,486	0,010	1,466	0,009	97,59
	KO - prosjek za HR	1,605	0,004	1,597	0,004	109,57
	CTS ZG (kogeneracija)	1,481	0,010	1,462	0,009	96,05
	CTS OS (kogeneracija)	1,498	0,010	1,478	0,009	110,15
	KO - prosjek za ZG	1,567	0,004	1,559	0,004	107,86
	KO - prosjek za OS	1,537	0,004	1,529	0,004	93,66
	KO - prosjek za RI	1,577	0,004	1,569	0,004	106,84
	KO - prosjek za Sl. Brod	1,393	0,004	1,385	0,004	100,12
	KO - prosjek za Split	1,548	0,004	1,540	0,004	132,48
	KO - prosjek za KA	1,442	0,004	1,434	0,004	115,77
	KO - prosjek za VŽ	1,498	0,004	1,489	0,004	91,27
	KO - prosjek za Vinkovce	1,451	0,004	1,442	0,004	103,52
	KO - prosjek za Vukovar	1,371	0,004	1,363	0,004	86,00
	KO - prosjek za Sisak	2,427	0,004	2,419	0,004	148,13
	KO - prirodni plin	1,358	0,004	1,350	0,004	82,74
	KO - loživo ulje	1,452	0,004	1,444	0,004	124,41
	KO - ekstralako loživo ulje	1,437	0,004	1,429	0,004	118,87

4. PRORAČUN GLOBALNOG TROŠKA

Globalni trošak izračunat je za svaku varijantu mjera te je izvršena analiza osjetljivosti na promjenu diskontne stope, stopu rasta troškova za energiju, trenutnu primjenu cijena energenata izjednačenu sa neposrednim okruženjem i konačno korištenjem ukupnog faktora primarne energije i samo neobnovljive komponente faktora primarne energije (unatoč uputama HRN EN 15603 prema kojima se gotovo nula energetske zgrade izračunavaju sa neobnovljivom komponentom faktora primarne energije, izvršena je kontrola i proračun sa neobnovljivom komponentom i ukupnim faktorom).

4.1. Ulazni podaci za analizu osjetljivosti

Ulazne vrijednosti za proračun globalnog troška dane su u slijedećoj tablici:

Tablica 4-1 Ulazne vrijednosti parametara za proračun NPV

ulazne vrijednosti					
amortizacijsko razdoblje zgrade		g	50	kn/€	7,50
proračunski period	τ	g	30		
stopa inflacije	R_i	%	3,30		
tržišna kamatna stopa	R	%	6,60	diskontna stopa	5,50
realna kamatna stopa	R_R	%	3,19		2,13
stopa rasta troškova za energiju - neobnovljivi	$R_{e,1}$	%	2,80		2,80
stopa rasta troškova za energiju - obnovljivi	$R_{e,2}$	%	2,80		2,80
stopa rasta troškova za električnu energiju	$R_{e,el}$	%	2,80		2,80
stopa rasta cijena proizvoda	R_p	%	0,00		0,00
stopa rasta troškova korištenja (pogona)	R_o	%	0,00		0,00
stopa rasta troškova održavanja	R_m	%	0,00		0,00
stopa rasta dodatnih troškova	R_{ad}	%	0,00	f_{pe}	0,00
cijene energenata				ukupni	CO ₂ kg/kWh
prirodni plin		kn/kWh	0,38	1,097	0,220
električna energija		kn/kWh	1,05	1,615	0,236
peleti		kn/kWh	0,28	1,195	0,035
solar		kn/kWh	0	1,048	0,007

Analizom osjetljivosti varirane su slijedeće veličine u koracima:

- diskontna stopa R (SDR - social discount rate): 3,30% - 5,50% - 10%
- stopa rasta troškova za energiju - neobnovljivi $R_{e,1}$: 2,8% - 4% - 5,6%
- stopa rasta troškova za energiju - obnovljivi $R_{e,2}$: 2,8% - 4% - 5,6%
- stopa rasta troškova za energiju - električna energija $R_{e,el}$: 2,8% - 4% - 5,6%

Dodatna analiza osjetljivosti provedena je na trenutnu primjenu cijena energenata prema cijenama u okruženju koristeći podatke o cijenama energije u Sloveniji:

- cijena prirodnog plina: Hrvatska 0,38 kn/kWh - Slovenija 0,73 kn/kWh
- cijena električne energije: Hrvatska 1,05 kn/kWh - Slovenija 1,33 kn/kWh
- cijena peleta: Hrvatska 0,28 kn/kWh - Slovenija 0,72 kn/kWh

Također, u analizi osjetljivosti je variran pristup definiciji faktora primarne energije, korištenjem ukupnog faktora primarne energije i samo neobnovljive komponente faktora primarne energije:

Tablica 4-2 Faktori primarne energije korišteni u analizi osjetljivosti

Energent	Faktor primarne energije	
	Ukupno	Neobnovljiva komponenta
Drveni peleti	1,191	0,123
Sunčeva energija	1,048	0,024
Prirodni plin	1,097	1,095
Električna energija	1,614	0,798

4.2. Pretpostavljeno kretanje cijena energenata i CO₂ emisija

Tablica 4-3 Pretpostavljeno kretanje cijena CO₂ emisija

razdoblje	€/tCO ₂
2013-2025	20
2026-2030	35
2031-2043	50

Pretpostavljeno kretanje cijena energenata:

- stopa rasta troškova za energiju - neobnovljivi $R_{e,1}$: 2,8%
- stopa rasta troškova za energiju - obnovljivi $R_{e,2}$: 2,8%
- stopa rasta troškova za energiju - električna energija $R_{e,el}$: 2,8%

Tablica 4-4 Referentne jednoobiteljske zgrade (tablica 1 prema predlošku izvještaja)

referentna postojeća zgrada	geometrija	ostakljene konstrukcije vanjske ovojnice	ploština korisne podne površine	opis zgrade	opis tehničkih sustava	prosječna energetska svojstva - prije rekonstrukcije	zahtjevi za komponente zgrade
jednoobiteljska zgrada izgrađena do 1970. godine - kontinentalna Hrvatska	$f_0=1,18$	$f=7,56\%$	$A_k=69,80 \text{ m}^2$	zidovi od pune opeke NF	centralno radijatorsko grijanje	$Q_{H,nd}=254,20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	
	$S=24,00 \text{ m}^2$	$S=1,80 \text{ m}^2$		drveni grednik prema negrijanom tavanu	plinski atmosferski kombi bojler za grijanje i PTV		
	$J=25,12 \text{ m}^2$	$J=2,88 \text{ m}^2$		krovište drveno	PTV bez cirkulacijske petlje		
	$I=22,56 \text{ m}^2$	$I=1,80 \text{ m}^2$		trakasti betonski temelji	regulacija termostatom preko referentne prostorije		
	$Z=22,92 \text{ m}^2$	$Z=1,44 \text{ m}^2$		podna konstrukcija betonska podloga na minimalnoj toplinskoj izolaciji ili bez			
				zidovi, prozori i strop prema tavanudjelomično sanirani			
				$n=0,7 \text{ h}^{-1}$			
				starost više od 43 godine			
jednoobiteljska zgrada izgrađena od 1971. - 1986. godine - kontinentalna Hrvatska	$f_0=1,09$	$f=10,51\%$	$A_k=96,32 \text{ m}^2$	zidovi od šuplje blok opeke, horizontalni i vertikalni armirano betonski serklaži	centralno radijatorsko grijanje	$Q_{H,nd}=213,95 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	
	$S=26,83 \text{ m}^2$	$S=2,32 \text{ m}^2$		stropovi armirano betonske ploče	plinski atmosferski kombi bojler za grijanje i PTV		
	$J=25,48 \text{ m}^2$	$J=5,88 \text{ m}^2$		krovište drveno	PTV bez cirkulacijske petlje		
	$I=26,04 \text{ m}^2$	$I=1,96 \text{ m}^2$		trakasti betonski temelji	regulacija termostatom preko referentne prostorije		

	Z=25,68 m ²	Z=2,32 m ²		podna konstrukcija betonska podloga na minimalnoj toplinskoj izolaciji ili bez			
				zidovi, prozori i strop prema tavanu djelomično sanirani			
				n=0,6 h ⁻¹			
				starost 27-42 godine			
jednoobiteljska zgrada izgrađena od 1987. godine - kontinentalna Hrvatska	f ₀ =1,08	f=13,45%	A _k =104,03 m ²	zidovi od šuplje blok opeke	centralno radijatorsko grijanje	Q _{H,nd} =186,37 kWh/m ² a	
	S=30,12 m ²	S=3,24 m ²		horizontalni i vertikalni armirano betonski serklaži	plinski atmosferski kombi bojler za grijanje i PTV		
	J=26,36 m ²	J=9,20 m ²		stropovi armirano betonske ploče	PTV bez cirkulacijske petlje		
	l=24,28 m ²	l=2,32 m ²		krovište drveno	regulacija termostatom preko referentne prostorije		
	Z=24,64 m ²	Z=1,96 m ²		trakasti betonski temelji			
				podna konstrukcija plivajući pod na betonskoj podlozi s minimalnom toplinskom izolacijom			
				prozori i strop prema tavanu djelomično sanirani			
				n=0,6 h ⁻¹			
				starost mlađe od 27 godina			

referentna postojeća zgrada	geometrija	ostakljene konstrukcije vanjske ovojnice	ploština korisne podne površine	opis zgrade	opis tehničkih sustava	prosječna energetska svojstva - prije rekonstrukcije	zahtjevi za komponente zgrade
jednoobiteljska zgrada izgrađena do 1970. godine - primorska Hrvatska	$f_0=1,14$	$f=7,36\%$	$A_k=72,19 \text{ m}^2$	zidovi od prirodnog kamena	električne grijalice	$Q''_{H,nd}=170,93 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	
	$S=24,00 \text{ m}^2$	$S=1,80 \text{ m}^2$		drveni grednik prema negrijanom tavanu	električni akumulacijski bojler		
	$J=23,98 \text{ m}^2$	$J=2,87 \text{ m}^2$		krovište drveno	PTV bez cirkulacijske petlje		
	$I=24,88 \text{ m}^2$	$I=1,44 \text{ m}^2$		trakasti betonski temelji	regulacija termostatom preko referentne prostorije		
	$Z=24,52 \text{ m}^2$	$Z=1,80 \text{ m}^2$		podna konstrukcija betonska podloga na minimalnoj toplinskoj izolaciji ili bez			
				zidovi, prozori i strop prema tavanu djelomično sanirani			
				$n=0,9 \text{ h}^{-1}$			
				starost više od 43 godine			
jednoobiteljska zgrada izgrađena od 1971. - 1986. godine - primorska Hrvatska	$f_0=1,10$	$f=10,56\%$	$A_k=95,39 \text{ m}^2$	zidovi od šupljih blokova od betona, horizontalni i vertikalni armirano betonski serklaži	električne grijalice	$Q''_{H,nd}=149,62 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	
	$S=26,56 \text{ m}^2$	$S=2,32 \text{ m}^2$		stropovi armirano betonske ploče	električni akumulacijski bojler		
	$J=25,20 \text{ m}^2$	$J=5,88 \text{ m}^2$		krovište drveno	PTV bez cirkulacijske petlje		
	$I=26,04 \text{ m}^2$	$I=1,96 \text{ m}^2$		trakasti betonski temelji	regulacija termostatom preko referentne prostorije		
	$Z=25,67 \text{ m}^2$	$Z=2,32 \text{ m}^2$		podna konstrukcija betonska podloga na minimalnoj toplinskoj izolaciji ili bez			

				zidovi, prozori i strop prema tavanu djelomično sanirani			
				$n=0,9 \text{ h}^{-1}$			
				starost 27-42 godine			
jednoobiteljska zgrada izgrađena od 1987. godine - primorska Hrvatska	$f_0=1,08$	$f=10,56\%$	$A_k=95,39 \text{ m}^2$	zidovi od šuplje blok opeke	električne grijalice	$Q''_{H,nd}=105,21 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	
	$S=26,56 \text{ m}^2$	$S=2,32 \text{ m}^2$		horizontalni i vertikalni armirano betonski serklaži	električni akumulacijski bojler		
	$J=25,20 \text{ m}^2$	$J=5,88 \text{ m}^2$		FERT strop	PTV bez cirkulacijske petlje		
	$I=26,04 \text{ m}^2$	$I=1,96 \text{ m}^2$		krovište drveno	regulacija termostatom preko referentne prostorije		
	$Z=25,67 \text{ m}^2$	$Z=2,32 \text{ m}^2$		trakasti betonski temelji			
				podna konstrukcija plivajući pod na betonskoj podlozi s minimalnom toplinskom izolacijom			
				prozori i strop prema tavanu djelomično sanirani			
				$n=0,6 \text{ h}^{-1}$			
			starost mlađe od 27 godina				

Tablica 2 Referentne nove - gotovo nula energetske zgrade (tablica 2 prema predlošku izvještaja)

za nove zgrade	geometrija zgrade	udio prozora na vanjskoj ovojnici i faktori zasjenjenja	ploština korisne površine zgrade	prosječna energetska svojstva zgrade	zahtjevi na razini komponenti (karakteristične vrijednosti)
jednoobiteljska zgrada - kontinentalna Hrvatska	$f_0=0,75$	$f=18,40\%$	$A_k=154,21\text{m}^2$	$Q''_{h,nd}=6,95 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$U_{zid}=0,13-0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$S=74,69 \text{ m}^2$	$S=4,32 \text{ m}^2$		$Q''_{c,nd}= 29,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$U_{krov}=0,13 - 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$J=53,52 \text{ m}^2$	$J=36,96 \text{ m}^2$		$H_{tr,adj}=82,69$	$U_{pod}=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$I=48,07 \text{ m}^2$	$I=0 \text{ m}^2$		$H_D=73,37 \text{ W/K}$	$U_{prozor}=0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$Z=48,07 \text{ m}^2$	$Z=0 \text{ m}^2$		$H_g=9,31 \text{ W/K}$	
				$H_{ve}=17,11 \text{ W/K}$	
				$H=99,80 \text{ W/K}$	
jednoobiteljska zgrada - primorska Hrvatska	$f_0=0,76$	$f=18,40\%$	$A_k=153,37\text{m}^2$	$Q''_{h,nd}=0,19 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$U_{zid}=0,20-0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$S=68,43 \text{ m}^2$	$S=4,32 \text{ m}^2$		$Q''_{c,nd}= 39,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$U_{krov}=0,17-0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$J=56,90 \text{ m}^2$	$J=36,96 \text{ m}^2$		$H_{tr,adj}=130,97 \text{ W/K}$	$U_{pod}=0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$I=44,72 \text{ m}^2$	$I=0 \text{ m}^2$		$H_D=112,39 \text{ W/K}$	$U_{prozor}=1,18 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$Z=46,92 \text{ m}^2$	$Z=0 \text{ m}^2$		$H_g=18,58 \text{ W/K}$	
				$H_{ve}=17,01 \text{ W/K}$	

5. TROŠKOVNO OPTIMALNA RAZINA ZA REFERENTNE ZGRADE

Zakonodavni okvir RH ne razlikuje postojeće zgrade po starosti prema određenim starosnim kategorijama referentnih zgrada. Zahtjevi se određuju za postojeće i nove zgrade, te su na temelju izvedenih rezultata za kontinentalnu i primorsku hrvatsku definirane troškovno optimalne razine energetske svojstava jednoobiteljskih zgrada.

kontinentalna Hrvatska	primorska Hrvatska
postojeća zgrada	
zgrada do 1970	zgrada do 1970
Eprim= 136 kWh/m ² a (9522 kWh/a) Q"H,nd=92,61 kWh/m ² a	Eprim=52 kWh/m ² a (3760 kWh/a) Q"H,nd=23,72 kWh/m ² a
zgrada od 1971- 1986.	zgrada od 1971- 1986.
Eprim=55 kWh/m ² a (5306 kWh/a) Q"H,nd=65,75 kWh/m ² a	Eprim= 71 kWh/m ² a (6755 kWh/a) Q"H,nd=42,36 kWh/m ² a
nova zgrada	
zgrada iza 1987.	zgrada iza 1987.
Eprim= 102 kWh/m ² a (10655 kWh/a) Q"H,nd=69,74 kWh/m ² a	Eprim= 66 kWh/m ² a (6333 kWh/a) Q"H,nd=38,03 kWh/m ² a

zgrada gotovo nulte energije - kontinentalna Hrvatska	zgrada gotovo nulte energije - primorska Hrvatska
Eprim=41 kWh/m ² a (6309 kWh/a) Q"H,nd=6,95 kWh/m ² a Q"C,nd=29,9 kWh/m ² a	Eprim=33 kWh/m ² a (5122 kWh/a) Q"H,nd=0,19 kWh/m ² a Q"C,nd=39,6 kWh/m ² a
električna energija proizvedena u zgradi (PV) i izvezena na tržište 4.460 kWh/a (ova je energija izvan bilance primarne energije zgrade)	električna energija proizvedena u zgradi (PV) i izvezena na tržište 5586 kWh/a (ova je energija izvan bilance primarne energije zgrade)

6. USPOREDBA MINIMALNIH ZAHTJEVA ZA ENERGETSKU UČINKOVITOST ZA NOVE I POSTOJEĆE ZGRADE OD TROŠKOVNO OPTIMALNIH ZAHTJEVA

Analizom osjetljivosti na varijabilne komponente proračuna (diskontna stopa, stopa rasta cijene energije, trenutno povećanje cijene energije, korištenje samo neobnovljive komponente faktora primarne energije) utvrđen je relativno veliki raspon optimalne razine za postojeće zgrade.

To je rezultat znatno nižih cijena energije od prosječnih vrijednosti u okruženju, uz relativno visoku vrijednost građevinskih radova (pri tome, tehnologije koje koriste postojeće starije zgrade su danas značajno skuplje i teže dostupne nego u vrijeme njihove gradnje što povećava troškove intervencije na njima), te visoke cijene kapitala - ocijenjeno i kroz diskontnu stopu, kao i kroz realnu kamatnu stopu za mikroekonomsku kalkulaciju.

referentna zgrada	troškovno optimalni raspon/ razina kWh/m ² a	trenutni zahtjevi za referentnu zgradu kWh/m ² a	razlika
jednoobiteljska zgrada kontinentalna Hrvatska	55 - 136 kWh/m ² a	160 kWh/m ² a	24 kWh/m ² a = 15% od 160 kWh/m ² a
jednoobiteljska zgrada - primorska Hrvatska	52 - 71 kWh/m ² a	90 kWh/m ² a	19 kWh/m ² a = 21% od 90 kWh/m ² a

Raspon optimalnih vrijednosti potrošnje primarne energije prilikom rekonstrukcija postojećih zgrada za kontinentalnu Hrvatsku iznosi 51 - 136 kWh/m²a, a za primorsku 52 - 71 kWh/m²a. Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama ograničena je maksimalna primarna energija za kontinentalnu Hrvatsku na 160 kWh/m²a, a primorsku 90 kWh/m²a, te je gornja točka optimalnog raspona za kontinentalnu Hrvatsku upravo na granici 15% odstupanja od zahtjeva propisa, dok je za primorsku odstupanje od propisa 21%, te je potrebno maksimalnu primarnu energiju ograničiti na 83 kWh/m²a.

Zgrada građena iza 1987. godine svojim geometrijskim karakteristikama i primijenjenim sustavima odgovara prosječnoj novogradnji. Troškovno optimalnom analizom utvrđena je najniža razina globalnog troška za zgradu s potrebnom primarnom energijom od 102 kWh/m²a za kontinentalnu klimu ($Q''_{H,nd,ref}=69,74$ kWh/m²a), te 66 kWh/m²a za primorsku klimu ($Q''_{H,nd,ref}=38,03$ kWh/m²a).

referentna zgrada	troškovno optimalni raspon/ razina	trenutni zahtjevi za referentnu zgradu kWh/m ² a	razlika

	kWh/m ² a		
jednoobiteljska zgrada - iza 1987. kontinentalna Hrvatska	102 kWh/m ² a	160 kWh/m ² a	58 kWh/m ² a = 36% od 160 kWh/m ² a
jednoobiteljska zgrada - iza 1987. primorska Hrvatska	66 kWh/m ² a	90 kWh/m ² a	24 kWh/m ² a = 27% od 90 kWh/m ² a

Za gotovo nula energetske zgrade, optimalna razina za kontinentalnu Hrvatsku je 41 kWh/m²a, a primorsku Hrvatsku 33 kWh/m²a. Iskazana prema ukupnom faktoru primarne energije, a 17 kWh/m²a za kontinentalnu i primorsku Hrvatsku iskazano prema neobnovljivoj komponenti faktora primarne energije.

6.1. Plan za smanjenje razlika između troškovno optimalnih zahtjeva za energetska svojstva zgrada i minimalnih zahtjeva za energetska svojstva zgrada

Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama ograničena je maksimalna primarna energija za kontinentalnu Hrvatsku na 160 kWh/m²a, a primorsku 90 kWh/m²a, te je gornja točka optimalnog raspona za kontinentalnu Hrvatsku upravo na granici 15% odstupanja od zahtjeva propisa, dok je za primorsku odstupanje od propisa 21%, te je potrebno maksimalnu primarnu energiju ograničiti na 83 kWh/m²a.

Tehničkim propisom za racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu u zgrada bi trebalo diferencirati zahtjeve za rekonstrukcije postojećih zgrada i nove zgrade na način da se za postojeće zgrade ukupno uvede razina ograničenja utvrđena prema analizi zgrada izgrađenih do 1987. godine, a za nove zgrade namanje optimalna razina za zgrade izgrađene iza 1987. godine s planom postupnog postroženja zahtjeva do 2020. godine do razine utvrđene za zgrade gotovo nulte energije.

referentna zgrada	trenutni zahtjev		novi zahtjev	
	Eprim	Q"H,nd	Eprim	Q"H,nd
	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a
kontinentalna Hrvatska				
jednoobiteljska zgrada - rekonstrukcija	160	95,01	136	92,61
jednoobiteljska zgrada - novogradnja	160	95,01	102	69,74
gotovo nula energetska zgrada	-	-	41	6,95
primorska Hrvatska				
jednoobiteljska zgrada - rekonstrukcija	160	95,01	71	42,36
jednoobiteljska zgrada - novogradnja	160	95,01	66	38,03
gotovo nula energetska zgrada	-	-	33	0,19

7. JEDNOOBITELJSKA ZGRADA IZGRAĐENA DO 1970. GODINE - KONTINENTALNA HRVATSKA

7.1.1. Opis zgrade

Opis građevinskog dijela zgrade, termotehničkih sustava i rasvjete

Svi građevni elementi su pretpostavljeni karakteristično za razdoblje gradnje, a poboljšanja prema statističkim istraživanjima i anketama.

Kuća je zidana punom opekom normalnog formata (NF) u produžnom mortu. Vanjski nosivi zidovi su debljine 38 cm, bez izolacije, a unutarnji 25 cm; površinska obrada je obostrano žbuka. Na 43,18% kuća je zid naknadno poboljšan toplinskom izolacijom (ekspandirani polistiren – EPS) u debljini 6 cm s tankoslojnom žbukom (ETICS fasadni sustav).

Koeficijent prolaska topline nesaniranog zida $U=1,28 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Koeficijent prolaska topline saniranog zida $U=0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Podna konstrukcija je betonska podloga na 2 cm ekspandiranog polistirena (EPS) na hidroizolaciji i betonskoj podlozi.

Koeficijent prolaska topline podne konstrukcije $U=1,24 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Stropna konstrukcija prema zatvorenom negrijanom tavanu izvedena je od drvenog grednika na osnovom razmaku 1 m. Grede su u podgledu obložene daščanom oplatom, trstikom i žbukom, a pod tavana je daščana oplata.

Na 39,02% kuća stropna konstrukcija je poboljšana polaganjem mineralne vune (MW) kaširane staklenim voalom debljine 10 cm s tavana strane konstrukcije.

Koeficijent prolaska topline nesanirane stropne konstrukcije $U=1,12 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Koeficijent prolaska topline sanirane stropne konstrukcije $U=0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Krovište je drveno, pokrov biber crijepom, a tavanski prostor je negrijan i slabo provjetran, te sudjeluje u toplinskom otporu stropa iznad grijanog prostora prizemlja. Konstrukcija krovišta nije uključena u ovojnici grijanog dijela kuće.

Originalni prozori iz razdoblja gradnje kuće su drvena stolarija ostakljena jednostrukim staklom $d=4 \text{ mm}$ u drvenom okviru od crnogorice debljine 6 cm. Zaštita od sunca predviđena je griljama ili roletama.

Karakteristike originalnih prozora su: $U_w=4,65 \text{ W/m}^2\text{K}$; $F_c=0,30$; $g_{\pm}=0,87$.

Na 54,92% kuća prozori su zamijenjeni PVC stolarijom, ostakljenje IZO staklom 4+16+4 mm u trokomornim okvirima.

Karakteristike novih prozora su: $U_w=2,38 \text{ W/m}^2\text{K}$; $F_c=0,30$; $g_{\pm}=0,80$.

Ulazna vrata su od masiv drveta debljine 4 cm, $U=3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

S obzirom na kombinaciju novih i starih prozora pretpostavljeni broj izmjena zraka je $n=0,7 \text{ h}^{-1}$.

Koristi se centralno grijanje prostora s radijatorima kao ogrjevnim tijelima. Ukupni broj instaliranih radijatorskih članaka je 90, snage 105 W/članku. Radijatori su smješteni na vanjskim zidovima pojedinih prostorija. Razvod sustava grijanja prolazi kroz grijane prostore. Cijevi sustava razvoda su neizolirane, koeficijent toplinskih gubitaka po jedinici duljine cijevi $\psi \approx 1$ W/mK. Regulacija rada sustava grijanja je pomoću termostata smještenog u referentnoj prostoriji.

Kao izvor toplinske energije koristi se plinski atmosferski kombi bojler snage 24 kW, smješten u grijanom prostoru.

Isti uređaj se koristi i za pripremu potrošne tople vode (PTV). Cijevi razvoda PTV su neizolirane, $\psi \approx 1$ W/mK., i prolaze kroz grijane prostore. Nema cirkulacijske petlje.

Temperatura polaza/povrata vode u sustavu grijanja je 70/55°C. Temperatura PTV je 60°C.

Tablica 7-1 Mjerodavni podaci za izračun energetske svojstva zgrade (tablica 3 prema predlošku izvještaja)

proračun	proračun izvršen prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, Pravilniku o energetskim pregledima građevina i energetskom certificiranju zgrada te Metodologiji provođenja energetskih pregleda građevina			
	faktori konverzije primarne energije	električna energija	1,6153	
		prirodni plin	1,0965	
		peleti	1,1955	
	solarna	1,0484		
meteorološki uvjeti	lokacija	Zagreb Maksimir 45°49' N 16°02' E		
	stupanj dani grijanja	3045,2	HDD	
	stupanj dani hlađenja	2805	CDH	
	izvor meteoroloških podataka	Prilog E Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama		
	opis terena	predgrađa, bez utjecaja susjednih zgrada		
geometrija zgrade	duljina x širina x visina	10,0 x 8,7 x 2,8	m x m x m	
	ploština korisne površine	69,80	m ²	
	broj etaža	1,00	-	
	faktor oblika	1,14	m ² /m ³	
	udio prozora u ukupnoj vanjskoj ovojnici	jug	5,73	%
		istok	7,98	%
		sjever	7,50	%
		zapad	6,28	%
orijentacija	180	°		
unutarnji	namjena	jednoobiteljska zgrada		

dobici	prosječni toplinski dobiti od korisnika		5,00	W/m ²
	specifična električna snaga sustava rasvjete		13,47	W/m ²
	specifična električna snaga električne opreme		0,00	W/m ²
građevni dijelovi	prosječni koeficijent prolaska topline zidova		0,90	W/m ² K
	prosječni koeficijent prolaska topline krova		0,80	W/m ² K
	prosječni koeficijent prolaska topline podruma		1,24	W/m ² K
	prosječni koeficijent prolaska topline prozora		3,40	W/m ² K
	toplinski mostovi	ukupna duljina	48,6	m
		prosječni linijski koeficijent prolaska topline	0,04	W/mK
	toplinski kapacitet prema jedinici površine	ukupni toplinski kapacitet za zgradu	122.274.400,00	J/m ² K
				J/m ² K
				J/m ² K
	vrsta zasjenjenja		grilje ili rolete	
	prosječni g-faktor	ostakljenje	0,83	-
		ostakljenje + zasjenjenje	0,25	-
	infiltracija		0,42	1/h
prirodna ventilacija		0,28	1/h	
tehnički sustavi	ventilacija	broj izmjena zraka u satu	-	1/h
		stupanj povrata topline	-	%
	efikasnost sustava grijanja	proizvodnja	91,27	%
		razvod	96,32	%
		emisija	84,82	%
		upravljanje	88,00	%
	efikasnost sustava hlađenja	proizvodnja	0,00	%
		razvod	0,00	%
		emisija	0,00	%
		upravljanje	0,00	%
	efikasnost sustava pripreme PTV	proizvodnja	91,27	%
		razvod	94,19	%
	postavne temperature i režimi korištenja	postavna temperatura	zimi	20
ljeti			-	°C
postavna vlažnost		zimi	-	%
		ljeti	-	%
režimi korištenja i upravljanje		zaposjednutost	24/7	
		rasvjeta	24/7	
		uređaji	24/7	
		ventilacija	24/7	
	grijanje	24/7		
	hlađenje	24/7		

potrebna energija	(toplinski) energetski doprinos glavnih pasivnih strategija	1	0,00	kWh/a
		2	0,00	kWh/a
		3	0,00	kWh/a
	potrebna energija za grijanje		17743,16	kWh/a
	potrebna energija za hlađenje		0,00	kWh/a
	potrebna energija za PTV		872,48	kWh/a
	potrebna energija za ostale potrebe (ovlaživanje, odvlaživanje)		-	kWh/a
	korisna energija za ventilaciju		-	kWh/a
	korisna energija za rasvjetu		917,50	kWh/a
	korisna energija za ostalo (uređaji, vanjska rasvjeta, pomoćni sustavi, itd.)		549,64	kWh/a
proizvodnja energije na lokaciji	toplinska energija iz obnovljivih izvora (npr. solarni kolektori)		0,00	kWh/a
	električna energija proizvedena u zgradi i korištena na lokaciji		0,00	kWh/a
	električna energija proizvedena u zgradi i izvezena na tržište		0,00	kWh/a
potrošnja energije	isporučena energija	električna energija	1.467,14	kWh/a
		prirodni plin	23.573,02	kWh/a
		drugo (biomasa, daljinsko grijanje / hlađenje, itd.)	0,00	kWh/a
	primarna energija / po energentima	električna energija	2.369,88	kWh/a
		prirodni plin	25.847,89	kWh/a
	primarna energija ukupno		28.217,77	kWh/a
	primarna energija specifična		404,27	kWh/m ² a

Tablica 7-2 Mjere primijenjene na vanjskoj ovojnici zgrade (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
izolacija vanjskog zida	56,82% zid od pune opeke NF debljine 38 cm obostrano ožbukano bez toplinske izolacije. 43,18% zidova poboljšano je dodavanjem ETICS sustava (EPS s $\lambda = 0,035$ W/mK – 6 cm)	ETICS sustav toplinske izolacije zidova (EPS-F grafitni s $\lambda \leq 0,032$ W/mK - 12 cm, XPS ili EPS ploče za perimetralnu toplinsku izolaciju u zoni podnožja 12 cm s $\lambda \leq 0,033$ W/mK, u visini min. 30 cm od vanjskog uređenog terena	dodatni ETICS sustav toplinske izolacije zidova (EPS-F grafitni s $\lambda \leq 0,032$ W/mK - 20 cm, XPS ili EPS ploče za perimetralnu toplinsku izolaciju u zoni podnožja 20 cm s $\lambda \leq 0,033$ W/mK, u visini min. 30 cm od vanjskog uređenog terena	dodatni ETICS sustav toplinske izolacije zidova (EPS-F grafitni s $\lambda \leq 0,032$ W/mK - 20 cm, XPS ili EPS ploče za perimetralnu toplinsku izolaciju u zoni podnožja 20 cm s $\lambda \leq 0,033$ W/mK, u visini min. 30 cm od vanjskog uređenog terena
izolacija krova (stropne konstrukcije prema tavanu)	60,98% drveni grednik na osnovom razmaku 1 m, grede u podgledu obložene daščanom oplatom, trstikom i žbukom, a pod tavana je daščana oplata. 39,02% stropnih konstrukcija poboljšana filcem mineralne vune (MW s $\lambda \leq 0,035$ W/mK debljine 10 cm s tavanske strane konstrukcije)	dodatna toplinska izolacija MW u filcu 18 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK na stropu prema tavanu, kaširana staklenim voalom na strani zračnog sloja	dodatna toplinska izolacija MW u filcu 20 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK na stropu prema tavanu, kaširana staklenim voalom na strani zračnog sloja	dodatna toplinska izolacija MW u filcu 20 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK na stropu prema tavanu, kaširana staklenim voalom na strani zračnog sloja

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
prozori	<p>45,08% originalni prozori - stolarija ostakljena jednostrukim staklom d=4 mm u drvenom okviru od crnogorice debljine 6 cm. Zaštita od sunca predviđena je griljama ili roletama.</p> <p>54,92% nova PVC stolarija, ostakljenje IZO staklom 4+16+4 mm u trokomornim okvirima. Zaštita od sunca predviđena je griljama ili roletama.</p>	<p>zamjena jednostrukog ostakljenja prozora dvostrukim Low-E, bez zamjene okvira, okviri minimalno popravljani i s dodatnim PU pjenastim samoljepljivim elastičnim brtvama debljine 5 mm ugrađenim</p> <p>kontinuirano na sve spojeve krila i doprozornika $U_g \leq 1,40$ W/mK $g^{\wedge} = 0,60$</p>	<p>zamjena svih postojećih prozora novim prozorima (PVC okviri sa 5 komora, ostakljeni dvostrukim Low-E staklom punjenim plinom, $U_f \leq 1,40$ W/m²K $U_g \leq 1,10$ W/m²K $g^{\wedge} = 0,60$)</p>	<p>zamjena svih postojećih prozora novim prozorima (PVC okviri sa 5 komora, ostakljeni dvostrukim Low-E staklom punjenim plinom, $U_f \leq 1,40$ W/m²K $U_g \leq 1,10$ W/m²K $g^{\wedge} = 0,60$)</p>
redukcija toplinskih mostova i prirodnog provjetravanja	<p>$n_{min}=0,70$</p> <p>toplinski mostovi postoje na spojevima 2 vanjska zida, vanjskog zida i stropa i na spoju zida i poda (temelja)</p>	<p>$n_{min} = 0,50$ (prirodno provjetravanje)</p> <p>pravilnom postavom toplinske izolacije prekinuti će se svi toplinski mostovi na spojevima 2 vanjska zida, te vanjskog zida i stropa</p>	<p>$n_{min} = 0,50$ (prirodno provjetravanje)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ produljenje toplinskog mosta kod temelja: vertikalna rubna izolacija - ekstrudirani polistiren (XPS, $\lambda \leq 0,033$ W/mK), debljina ploče XPS-a = 10 cm, duljina ploča XPS-a = 80 cm ▪ sva postojeća vrata zamijenjena novima, sa toplinski izoliranim vratnim krilom $U \leq 2,0$ W/m²K ▪ pravilnom postavom toplinske izolacije prekinuti će se svi toplinski mostovi na spojevima 2 vanjska zida, te vanjskog zida i stropa 	<p>$n_{min} = 0,50$ (prirodno provjetravanje)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ produljenje toplinskog mosta kod temelja: vertikalna rubna izolacija - ekstrudirani polistiren (XPS, $\lambda \leq 0,033$ W/mK), debljina ploče XPS-a = 10 cm, duljina ploča XPS-a = 80 cm ▪ sva postojeća vrata zamijenjena novima, sa toplinski izoliranim vratnim krilom $U \leq 2,0$ W/m²K ▪ pravilnom postavom toplinske izolacije prekinuti će se svi toplinski mostovi na spojevima 2 vanjska zida, te vanjskog zida i stropa

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
izolacija poda	podna konstrukcija je betonska podloga na 2 cm ekspaniranog polistirena (EPS), na hidroizolaciji i donjoj betonskoj podlozi.	nema zahvata na podnoj konstrukciji	nema zahvata na podnoj konstrukciji	na postojeću betonsku podlogu se postavljaju ploče XPS-a (debljine 8 cm, $\lambda \leq 0,030 \text{ W/mK}$) i izvodi se cementni estrih, te parket ljepljen za podlogu

Tablica 7-3 Mjere primijenjene na sustavu grijanja (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
sustav grijanja	ogrjevnna tijela: radijatori	ogrjevnna tijela: radijatori	ogrjevnna tijela: radijatori	ogrjevnna tijela: podno grijanje
predaja	smještaj: vanjski zidovi	smještaj: vanjski zidovi	smještaj: vanjski zidovi	smještaj: izolirani pod
	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)+termostat vent. (2K)	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)+termostat vent. (2K)	regulacija: PI regulator,
razvod	temperatura: 70/55°C	temperatura: 70/55°C	temperatura: 55/40°C	temperatura: 45/35°C
	smještaj: grij.prostor, van zidova	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi
	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi
	izolacija: neizolir. $Y = 1 \text{ W/mK}$	izolacija: $Y = 0,2-0,3 \text{ W/mK}$	izolacija: $Y = 0,2-0,3 \text{ W/mK}$	
produkcija	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler
	snaga: 24 kW	snaga: 20 kW	snaga: 18 kW	snaga: 18 kW
mjera	varijanta 4	varijanta 5	varijanta 6	varijanta 7
sustav grijanja	ogrjevnna tijela: radijatori	ogrjevnna tijela: radijatori	ogrjevnna tijela: podno grijanje	ogrjevnna tijela: radijatori
predaja	smještaj: vanjski zidovi	smještaj: vanjski zidovi	smještaj: izolirani pod	smještaj: vanjski zidovi
	regulacija: preko ref.	regulacija: preko ref. prostorije	regulacija: PI regulator,	regulacija: preko ref.

	prostorije+PI regulator s funkc. optimizac	(termostat)+termostat vent. (2K)		prostorije+PI regulator s funkc. optimizac
razvod	temperatura: 70/55°C	temperatura: 70/55°C	temperatura: 45/35°C	temperatura: 55/40°C
	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor,	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi
	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi
	izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK	izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK		izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK
produkcija	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: Dizalica topline	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler
	snaga: 14 kW	snaga: 14 kW	5,3 kW (A2/W45) bival. temp. -3°C	snaga: 18 kW
mjera	varijanta 8	varijanta 9		
sustav grijanja	ogrjevnja tijela: podno grijanje	ogrjevnja tijela: podno grijanje		
predaja	smještaj:izolirani pod	smještaj:izolirani pod		
	regulacija: PI regulator,	regulacija: PI regulator,		
razvod	temperatura: 45/30°C	temperatura: 45/35°C		
	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi		
	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi		
	izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK			
produkcija	generator topl.: kotao na	generator topl.: Dizalica topline		

	pelete+sol.topl.sustav	
	snaga: 14 kW	5,3 kW (A2/W45) bival. temp. -3°C

Tablica 7-4 Mjere primijenjene na sustavu pripreme PTV (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
PTV	temperatura: 60°C, bez cirk. petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. petlje
razvod	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima
	izolacija: neizolir.Y= 1 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK
proizvodnja grijanje	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler	generator topl.: kotao na pelete
proizvodnja PTV	isti kao za grijanje	isti kao za grijanje	isti kao za grijanje	isti kao za grijanje
mjera	referentni primjer 4	varijanta 1 5	varijanta 2 6	varijanta 7
PTV	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	temperatura: 55°C, bez cirk. petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje
razvod	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima
	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK
proizvodnja grijanje	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: dizalica topline zrak-voda (pom grijač)	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler
proizvodnja PTV	isti kao za grij.+solarni toplov.	isti kao za grijanje	isti kao za grij.+solarni toplov.	isti kao za grij.+solarni toplov.

	sustav		sustav	sustav
	kolektori 3.8 m2		kolektori 13.3 m2	kolektori 3.8 m2
	spremnik: 300 Lit		spremnik: 700 Lit	spremnik: 300 Lit

Tablica 7-5 Mjere primijenjene na sustavu ventilacije i hlađenja (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1
ventilacija (uključivo noćna ventilacija)		mehanička ventilacija s rekuperacijom $n > 0,65$
hlađenje prostora	ne	ne

Tablica 7-6 Mjere primijenjene na sustavu rasvjete (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
rasvjeta		zamjena izvora svjetla s žarnom niti fluorescentnim ili kompaktnim fluorescentnim	zamjena izvora svjetlosti i svjetiljke (ugradnja regulacije/automata)	zamjena izvora svjetlosti, svjetiljke (ugradnja regulacije/automata) i obnova instalacije (relokacija)

Tablica 7-7 Primijenjene kombinacije mjera u troškovno optimalnoj analizi (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	varijante po sustavima				
	ovojnica	grijanje	PTV	ventilacija	rasvjeta
0	referentna	referentni	referentni	referentni	referentni
1	1	1 (atm.)	1 (atm.)	referentni	1
2	1	2 (kond.)	2 (kond.)	referentni	1
3	1	4 (pelet PI)	3 (pelet)	referentni	1
4	1	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	referentni	1
5	1	6 (diz)	5 (diz.)	referentni	1
6	1	2 (kond.)	7 (solar)	referentni	1
7	1	5 (pelet)	4 (solar)	referentni	1
8	2	7 (kond.) PI	2 (kond.)	referentni	1
9	2	4 (pelet) PI	3 (pelet)	referentni	1
10	2	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	referentni	1
11	2	9 (diz.)	5 (diz.)	referentni	1
12	2	7 (kond. PI)	7 (sol.)	referentni	1
13	2	8 (sol. podno)	6 (sol. pod)	referentni	1
14	2	4 (pelet) PI	4 (solar)	referentni	1
15	3	7 (kond. PI)	2 (kond.)	1	1
16	3	4 (pelet) PI	3 (pelet)	1	1
17	3	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	1	1
18	3	9 (diz.)	5 (diz.)	1	1
19	3	7 (kond. PI)	7 (sol.)	1	1
20	3	8 (sol. podno)	6 (sol. pod.)	1	1
21	3	4 (pelet PI)	4 (solar)	1	1
22	3	7 (kond. PI)	2 (kond.)	1	2
23	3	4 (pelet PI)	3 (pelet)	1	2
24	3	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	1	2
25	3	9 (diz.)	5 (diz.)	1	2
26	3	7 (kond. PI)	7 (sol.)	1	2
27	3	8 (sol. podno)	5 6 (sol. pod.)	1	2
28	3	4 (pelet PI)	4 (solar)	1	2
29	3	7 (kond. PI)	2 (kond.)	1	3
30	3	4 (pelet PI)	3 (pelet)	1	3
31	3	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	1	3
32	3	9 (diz.)	5 (diz.)	1	3
33	3	7 (kond. PI)	7 (sol.)	1	3
34	3	8 (sol. podno)	6 (sol. pod.)	1	3
35	3	4 (pelet PI)	4 (solar)	1	3

Tablica 7-8 Proračun primarne energije po kombinacijama mjera energetske učinkovitosti (tablica 5 prema predlošku izvješća)

mjera / paket mjera / varijanta mjera	korisna energija [kWh/a]		konačna energija [kWh/a]					isporučena energija po izvoru [kWh/a]				primarna energija [kWh/m ² a]	$(E_{\text{prim,ref}} - E_{\text{prim}})/E_{\text{prim,ref}}$ %
	grijanje	hlađenje	grijanje	hlađenje	ventilacija	PTV	rasvjeta	prirodni plin	električna energija	biomasa - peleti	solar		
0	17743	0	23091	0	0	1031	918	23573	1467	0	0	404	0%
1	6464	0	8027	0	0	1032	396	8553	902	0	0	155	62%
2	6464	0	6901	0	0	971	396	7387	880	0	0	136	66%
3	6464	0	8230	0	0	1241	396	0	850	9017	0	174	57%
4	6464	0	6772	0	0	969	396	6853	1285	0	0	137	66%
5	6464	0	6108	0	0	764	396	6256	1013	1164	0	142	65%
6	6464	0	7492	0	0	940	396	0	979	9014	0	177	56%
7	6464	0	6733	0	0	1770	396	0	3717	0	0	86	79%
8	4770	0	4823	0	0	969	396	5325	863	0	0	104	74%
9	4770	0	6086	0	0	1202	396	0	830	6854	0	137	66%
10	4770	0	4990	0	0	968	396	5109	1246	0	0	109	73%
11	4770	0	4067	0	0	760	396	4238	985	1139	0	109	73%
12	4770	0	4987	0	0	883	396	0	949	6456	0	133	67%
13	4770	0	3945	0	0	1110	396	0	1300	6308	0	138	66%
14	4770	0	4866	0	0	1757	396	0	3022	0	0	70	83%
15	1730	0	1723	0	0	967	396	2258	828	0	0	55	86%
16	1730	0	2218	0	0	1132	396	0	792	2954	0	69	83%
17	1730	0	1799	0	0	966	396	1992	1169	0	0	58	86%
18	1730	0	950	0	0	812	396	1223	936	1026	0	58	86%
19	1730	0	1142	0	0	831	396	0	898	2498	0	64	84%

20	1730	0	882	0	0	1043	396	0	1209	2734	0	75	81%
21	1730	0	1477	0	0	1761	396	0	2034	0	0	47	88%
22	1730	0	1723	0	0	967	368	2258	800	0	0	54	87%
23	1730	0	2218	0	0	1132	368	0	764	2954	0	68	83%
24	1730	0	1799	0	0	966	368	1992	1140	0	0	58	86%
25	1730	0	950	0	0	812	368	1223	907	1026	0	58	86%
26	1730	0	1142	0	0	831	368	0	869	2498	0	63	84%
27	1730	0	882	0	0	1043	368	0	1181	2734	0	74	82%
28	1730	0	1477	0	0	1761	368	0	2006	0	0	46	89%
29	1730	0	1723	0	0	967	302	2258	734	0	0	52	87%
30	1730	0	2218	0	0	1132	302	0	698	2954	0	67	83%
31	1730	0	1799	0	0	966	302	1992	1075	0	0	56	86%
32	1730	0	950	0	0	812	302	1223	842	1026	0	56	86%
33	1730	0	1142	0	0	831	302	0	804	2498	0	61	85%
34	1730	0	882	0	0	1043	302	0	1115	2734	0	73	82%
35	1730	0	1477	0	0	1761	302	0	1940	0	0	45	89%

Tablica 7-9 Mikroekonomska (financijska) analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	troškovi korištenja (godišnji)			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjeg rasta troškova energije				ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar					
0	234.209	11.948	0	0	250.053	43.003	0	0	49.120	6,60	30	0	522.296
1	275.198	11.948	0	0	90.725	26.432	0	0	49.892	6,60	30	0	379.265
2	281.259	11.948	0	0	78.359	25.808	0	0	51.345	6,60	30	0	373.008
3	293.974	19.117	0	0	0	24.921	70.476	0	53.567	6,60	30	0	385.931

4	285.151	11.948	0	0	72.690	37.650	0	0	51.345	6,60	30	0	383.073
5	310.927	23.896	0	0	66.358	29.680	9.102	0	55.245	6,60	30	0	420.016
6	323.643	28.675	0	0	0	28.702	70.453	0	56.730	6,60	30	0	432.709
7	305.825	14.337	0	0	0	108.957	0	0	54.649	6,60	30	0	408.699
8	314.452	11.948	0	0	56.487	25.293	0	0	61.107	6,60	30	0	381.924
9	326.574	19.117	0	0	0	24.321	53.572	0	63.330	6,60	30	0	399.137
10	316.567	11.948	0	0	54.190	36.510	0	0	61.107	6,60	30	0	392.959
11	344.120	23.896	0	0	44.957	28.878	8.903	0	64.811	6,60	30	0	428.760
12	356.242	28.675	0	0	0	27.820	50.461	0	66.226	6,60	30	0	442.333
13	380.681	28.675	0	0	0	38.116	49.301	0	69.081	6,60	30	0	478.181
14	338.825	14.337	0	0	0	88.571	0	0	64.192	6,60	30	0	419.247
15	356.835	11.948	0	0	23.949	24.277	0	0	65.445	6,60	30	0	395.207
16	368.957	11.948	0	0	0	23.225	23.086	0	67.668	6,60	30	0	407.223
17	358.552	11.948	0	0	21.130	34.250	0	0	65.445	6,60	30	0	404.079
18	386.424	23.896	0	0	12.973	27.424	8.019	0	71.405	6,60	30	0	442.995
19	398.625	28.675	0	0	0	26.313	19.524	0	72.830	6,60	30	0	458.532
20	422.665	28.675	0	0	0	35.445	21.371	0	75.638	6,60	30	0	495.787
21	371.805	14.337	0	0	0	59.624	0	0	68.725	6,60	30	0	428.348
22	359.335	11.948	0	0	23.949	23.441	0	0	65.931	6,60	30	0	397.717
23	371.457	11.948	0	0	0	22.389	23.086	0	68.154	6,60	30	0	409.734
24	361.052	11.948	0	0	21.130	33.415	0	0	65.931	6,60	30	0	406.590
25	388.924	23.896	0	0	12.973	26.589	8.019	0	71.892	6,60	30	0	445.506
26	401.125	28.675	0	0	0	25.478	19.524	0	73.317	6,60	30	0	461.042
27	425.165	28.675	0	0	0	34.610	21.371	0	76.125	6,60	30	0	498.298
28	374.305	14.337	0	0	0	58.788	0	0	68.725	6,60	30	0	430.013
29	368.585	11.948	0	0	23.949	21.521	0	0	65.931	6,60	30	0	405.048
30	380.707	11.948	0	0	0	20.469	23.086	0	68.154	6,60	30	0	417.064
31	370.302	11.948	0	0	21.130	31.495	0	0	65.931	6,60	30	0	413.920
32	398.174	23.896	0	0	12.973	24.669	8.019	0	71.892	6,60	30	0	452.836

33	410.375	28.675	0	0	0	23.558	19.524	0	73.317	6,60	30	0	468.373
34	434.415	28.675	0	0	0	32.690	21.371	0	76.125	6,60	30	0	505.628
35	383.555	14.337	0	0	0	56.869	0	0	68.725	6,60	30	0	437.343

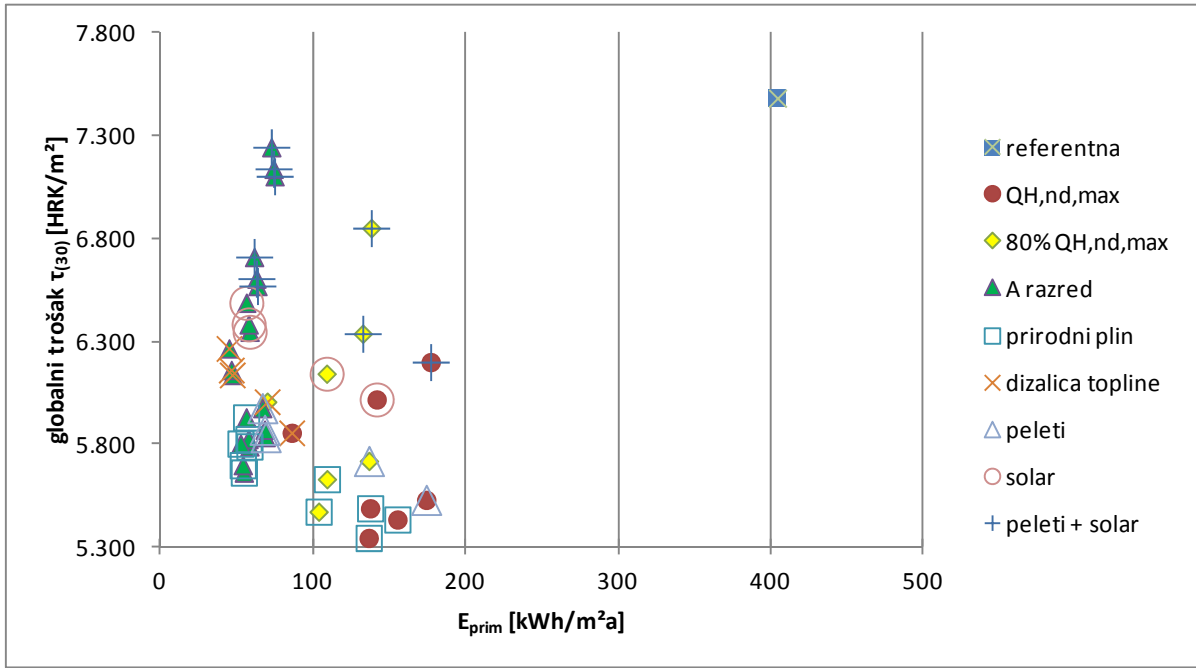
Tablica 7-10 Makroekonomska analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	godišnji troškovi korištenja			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije				trošak emisija stakleničkih plinova	ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar						
0	187.367	9.558	0	0	200.042	34.402	0	0	26.319	53.640	5,50	30	0	489.292
1	220.158	9.558	0	0	72.580	21.146	0	0	9.963	54.484	5,50	30	0	278.922
2	225.007	9.558	0	0	62.687	20.646	0	0	8.719	56.069	5,50	30	0	270.549
3	235.180	15.293	0	0	0	19.937	56.381	0	2.474	58.497	5,50	30	0	270.767
4	228.121	9.558	0	0	58.152	30.120	0	0	8.613	56.069	5,50	30	0	278.494
5	248.742	19.117	0	0	53.086	23.744	7.281	0	7.880	60.329	5,50	30	0	299.521
6	258.914	22.940	0	0	0	22.962	56.362	0	2.618	61.950	5,50	30	0	301.845
7	244.660	11.470	0	0	0	87.166	0	0	4.167	59.678	5,50	30	0	287.785
8	251.561	9.558	0	0	45.190	20.234	0	0	6.541	66.730	5,50	30	0	266.355
9	261.259	15.293	0	0	0	19.457	42.858	0	2.086	69.158	5,50	30	0	271.796
10	253.254	9.558	0	0	43.352	29.208	0	0	6.744	66.730	5,50	30	0	275.385
11	275.296	19.117	0	0	35.966	23.102	7.122	0	5.733	70.775	5,50	30	0	295.560
12	284.994	22.940	0	0	0	22.256	40.369	0	2.153	72.321	5,50	30	0	300.391
13	304.544	22.940	0	0	0	30.493	39.441	0	2.522	75.438	5,50	30	0	324.502
14	271.060	11.470	0	0	0	70.857	0	0	3.387	70.099	5,50	30	0	286.674
15	285.468	9.558	0	0	19.159	19.421	0	0	3.292	71.467	5,50	30	0	265.431
16	295.166	9.558	0	0	0	18.580	18.469	0	1.386	73.895	5,50	30	0	269.264
17	286.842	9.558	0	0	16.904	27.400	0	0	3.395	71.467	5,50	30	0	272.632
18	309.139	19.117	0	0	10.379	21.940	6.415	0	2.502	77.976	5,50	30	0	291.515

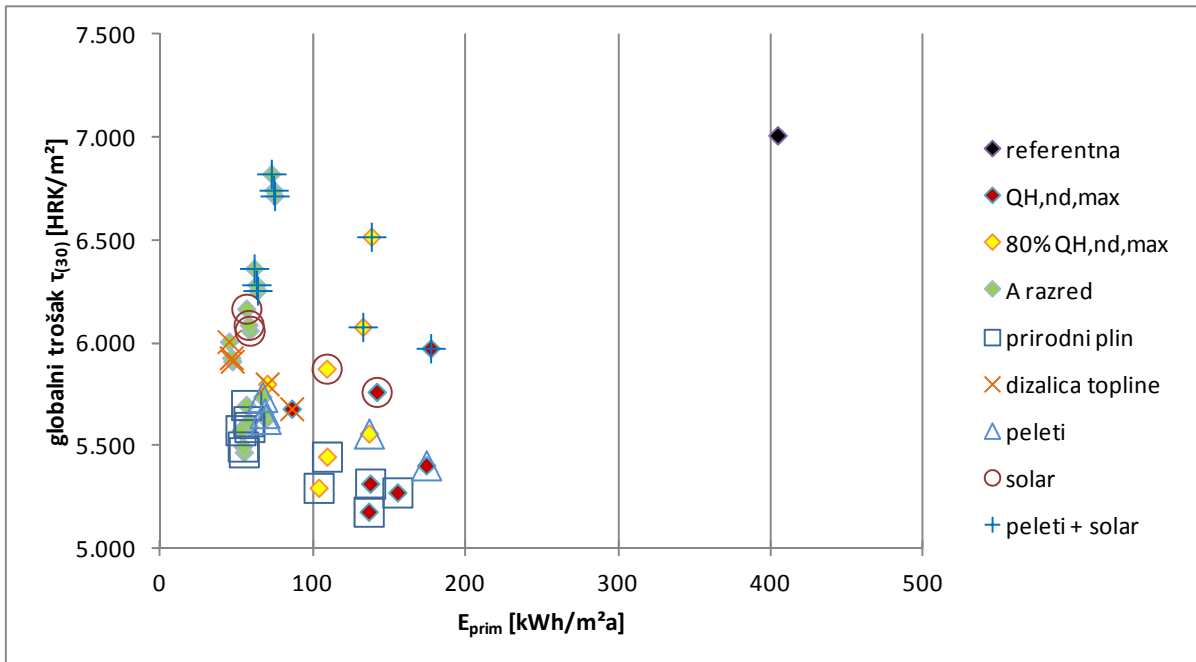
varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	godišnji troškovi korištenja			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije				trošak emisija stakleničkih plinova	ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar						
19	318.900	22.940	0	0	0	21.050	15.620	0	1.428	79.532	5,50	30	0	300.405
20	338.132	22.940	0	0	0	28.356	17.097	0	1.817	82.598	5,50	30	0	325.743
21	297.444	11.470	0	0	0	47.699	0	0	2.280	75.049	5,50	30	0	283.845
22	287.468	9.558	0	0	19.159	18.753	0	0	3.260	71.999	5,50	30	0	266.200
23	297.166	9.558	0	0	0	17.911	18.469	0	1.354	74.426	5,50	30	0	270.033
24	288.842	9.558	0	0	16.904	26.732	0	0	3.363	71.999	5,50	30	0	273.401
25	311.139	19.117	0	0	10.379	21.271	6.415	0	2.470	78.508	5,50	30	0	292.283
26	320.900	22.940	0	0	0	20.382	15.620	0	1.396	80.064	5,50	30	0	301.174
27	340.132	22.940	0	0	0	27.688	17.097	0	1.785	83.130	5,50	30	0	326.512
28	299.444	11.470	0	0	0	47.031	0	0	2.248	75.049	5,50	30	0	285.144
29	294.868	9.558	0	0	19.159	17.217	0	0	3.186	71.999	5,50	30	0	271.990
30	304.566	9.558	0	0	0	16.375	18.469	0	1.281	74.426	5,50	30	0	275.823
31	296.242	9.558	0	0	16.904	25.196	0	0	3.290	71.999	5,50	30	0	279.191
32	318.539	19.117	0	0	10.379	19.735	6.415	0	2.397	78.508	5,50	30	0	298.074
33	328.300	22.940	0	0	0	18.846	15.620	0	1.322	80.064	5,50	30	0	306.964
34	347.532	22.940	0	0	0	26.152	17.097	0	1.711	83.130	5,50	30	1	332.303
35	306.844	11.470	0	0	0	45.495	0	0	2.175	75.049	5,50	30	2	290.937

7.1.1. Troškovno optimalna analiza - rezultati

Uz zadane početne uvjete, za zgradu građevnu do 1970. godine troškovno optimalnu razinu rekonstrukcije predstavlja razina $E_{\text{prim}} = 136 \text{ kWh/m}^2\text{a}$; međutim, troškovno je vrlo bliska i razina primarne energije $104 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.



Slika 7-1 Rezultati troškovno optimalne analize - mikroekonomska analiza



Slika 7-2 Rezultati troškovno optimalne analize - makroekonomska analiza

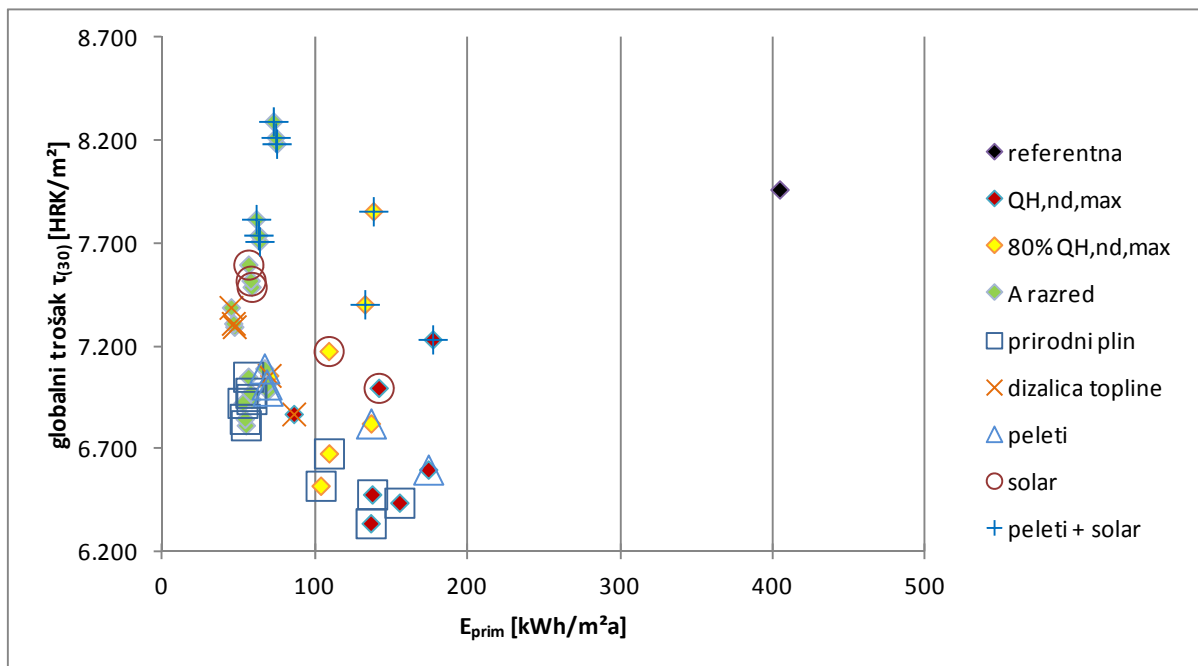
Makroekonomska analiza daje podudarne rezultate, s još manjom razlikom između dvije razine primarne energije. Rezultati za zgradu građenu do 1970. godine pokazuju odstupanje

od očekivanog ponašanja - dijelom zbog velikog ostatka vrijednosti građevinskog dijela zgrade na kraju proračunskog razdoblja, što je posljedica načina gradnje (puna opeka - u usporedbi s danas dostupnim materijalima vrlo visoke cijene).

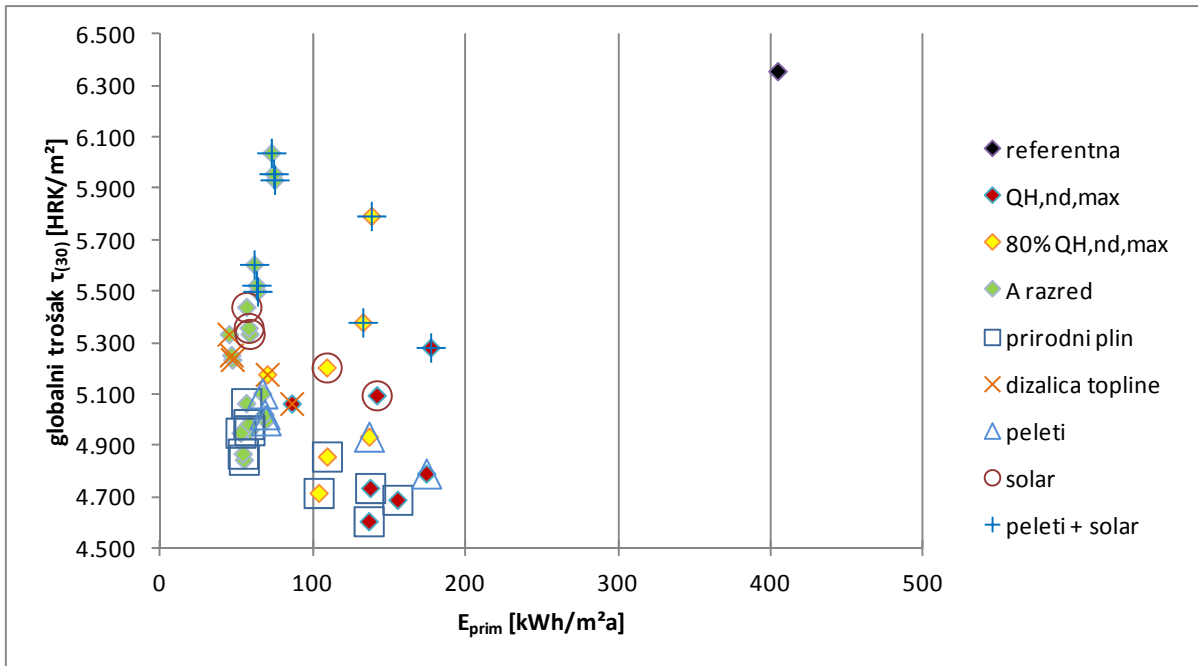
7.1.2. Analiza osjetljivosti

Promjena diskontne stope

Snižavanjem diskontne stope na vrijednost 3,30% (izjednačena s inflacijom, a ni povećanjem na 10% međusobni odnosi optimalnih rješenja se značajno ne mijenjaju, već se samo mijenja ukupna razina troškova. .



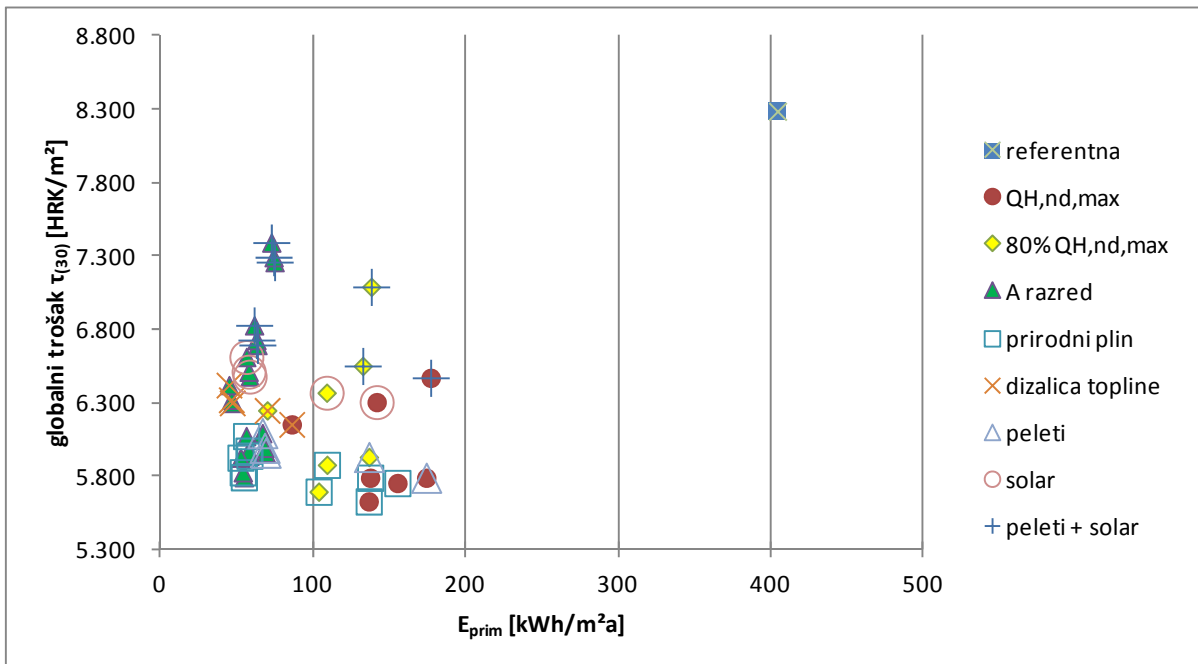
Slika 7-3 SDR = 3,30% - makro ekonomska analiza



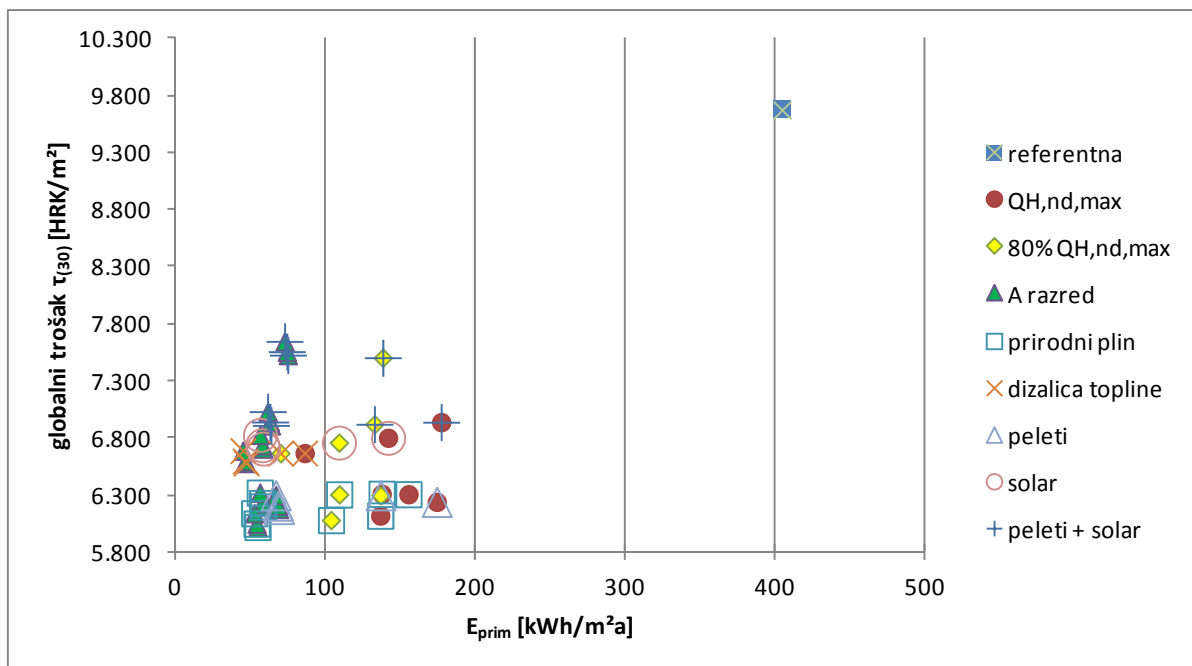
Slika 7-4 SDR = 10,00% makro ekonomska analiza

Stopa rasta cijena energije

Stopa rasta cijena energije ima vrlo snažan utjecaj na troškovno optimalnu razinu. Sa stopom rasta cijena od 4% što je vrlo vjerojatno za RH (time bi se nakon tridesetogodišnjeg razdoblja izjednačile cijene s prosjekom EU), troškovno optimalna razina se ne mijenja, ali krivulja postaje znatno plića i razlika globalnog troška u apsolutnom iznosu se mijenja bitno nepovoljnije za postojeću referentnu zgradu.



Slika 7-5 $R_e=4\%$

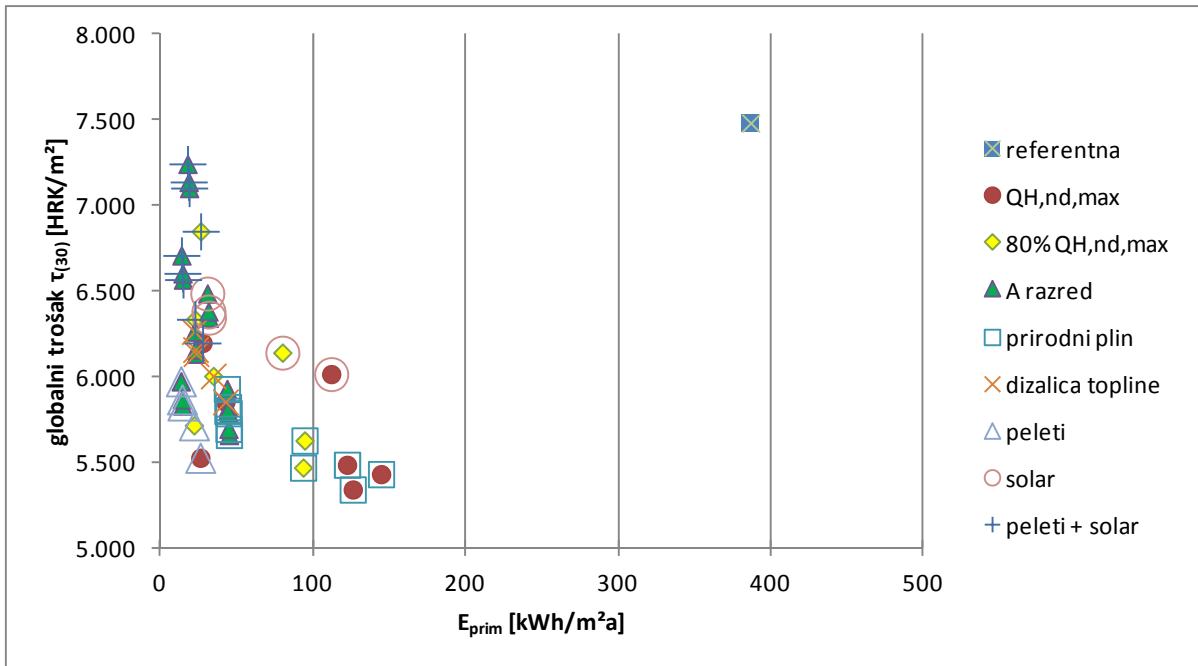


Slika 7-6 $R_e=5,6\%$

Dvostruko viša stopa rasta cijena energenata - koja je bila prisutna u nekim tranzicijskim zemljama nakon ulaska u EU, rezultira bitnom promjenom odnosa - troškovno optimalna razina se spušta na $E_{prim}=55 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

Korištenje obnovljive komponente faktora primarne energije

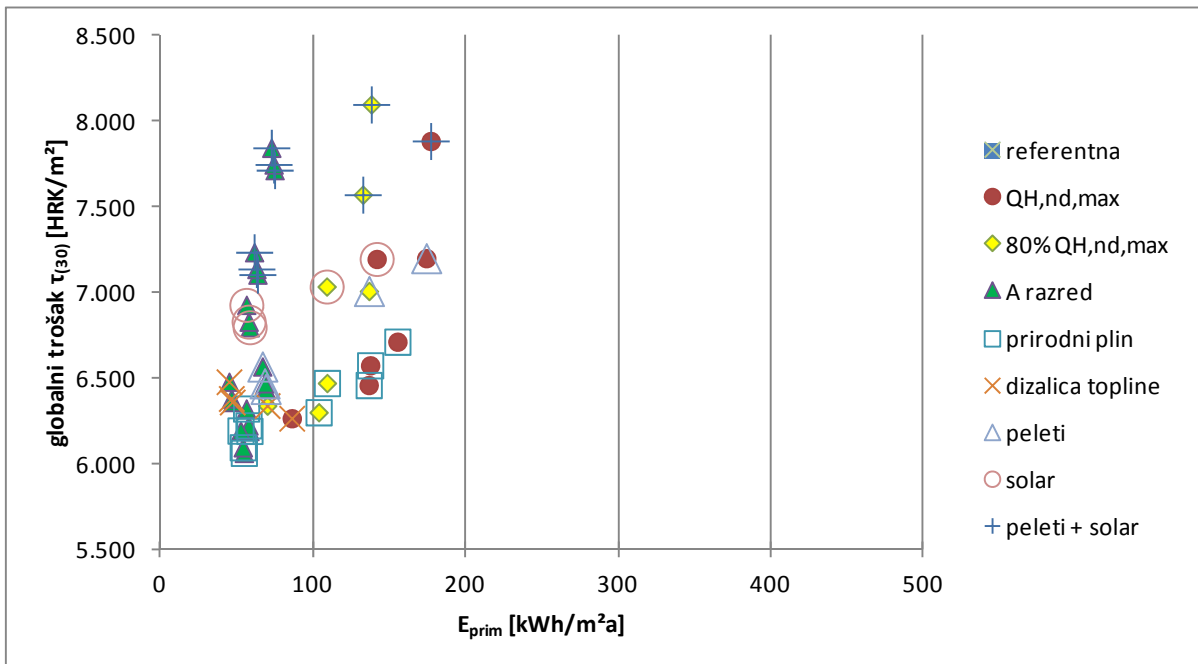
Značajnu ulogu u iskazivanju primarne energije ima faktor primarne energije. Prihvaćenim teritorijalnim principom definiranja faktora primarne energije postignuti su niski faktori primarne energije za električnu energiju. Korištenjem samo obnovljivog dijela faktora moguće je postići pozitivne efekte za tehnologije koje koriste obnovljive izvore energije, kao i ukupno sniženje primarne energije. Ipak, u konkretnom primjeru, dolazi samo do značajnog grupiranja tehnologija koje koriste obnovljive izvore energije u području ispod $50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, bez utjecaja na optimalnu razinu. Nedostatak ovog pristupa je što se stvarna potrošnja energije u zgradama ne smanjuje, te razina troška korisnika, kao i opterećenje energetskeg sustava ostaju podjednako visoki.



Slika 7-7 Primjena neobnovljive komponente faktora primarne energije

Promjena trenutačne cijene energije prema okruženju

Za ocjenu konačnih zaključaka, zbog neočekivano visokih troškovno optimalnih vrijednosti primarne energije, s nepromijenjenim polaznim pretpostavkama primijenjena je cijena energenata u Sloveniji, čime se pokazalo kako je proračun sa stopom rasta cijena energenata od 5,6% vrlo blizak realnom scenariju bilo kroz trenutni skok cijena energenata, ili kroz socijalnim mjerama reguliran rast cijena energije.



Slika 7-8 Cijene energije u Sloveniji

8. JEDNOOBITELJSKA ZGRADA IZGRAĐENA OD 1971. DO 1986. GODINE - KONTINENTALNA HRVATSKA

8.1.1. Opis zgrade

Opis građevinskog dijela zgrade, tehničkih sustava i rasvjete

Svi građevni elementi su pretpostavljeni karakteristično za razdoblju gradnje, a poboljšanja prema statističkim istraživanjima i anketama.

Kuća je zidana šupljom blok opekom u produžnom mortu. Vanjski nosivi zidovi su debljine 25 cm, bez izolacije, a unutarnji 25 cm, površinska obrada je obostrano žbuka. Zidovi su omeđeni vertikalnim i horizontalnim armirano betonskim serklažima. Serklaži na vanjskim zidovima su izolirani kombi pločama 4 cm. Na 49,67% kuća su zidovi i serklaži naknadno poboljšani toplinskom izolacijom (ekspandirani polistiren – EPS) u debljini 6 cm s tankoslojnom žbukom (ETICS fasadni sustav).

Koeficijent prolaska topline nesaniranog zida $U=1,29 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Koeficijent prolaska topline nesaniranog serklaža $U=1,06 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Koeficijent prolaska topline saniranog zida $U=0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Koeficijent prolaska topline saniranog serklaža $U=0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Podna konstrukcija je betonska podloga na 2 cmekspandiranog polistirena (EPS) na hidroizolaciji i betonskoj podlozi.

Koeficijent prolaska topline podne konstrukcije $U=1,24 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Stropna konstrukcija prema zatvorenom negrijanom tavanu izvedena je kao puna armirano betonska ploča debljine 14 cm. S donje strane ploča je ožbukana, a s gornje strane položene su ploče ekspaniranog polistirena (EPS) 2 cm.

Na 54,30% kuća stropna konstrukcija poboljšana je polaganjem mineralne vune (MW) kaširane staklenim voalom debljine 10 cm s tavanke strane konstrukcije.

Koeficijent prolaska topline nesanirane stropne konstrukcije $U=1,13 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Koeficijent prolaska topline sanirane stropne konstrukcije $U=0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Krovište je drveno, pokrov biber crijepom, a tavanski prostor je negrijan i slabo provjetran, te sudjeluje u toplinskom otporu stropa iznad grijanog prostora prizemlja. Konstrukcija krovišta nije uključena u ovojnicu grijanog dijela kuće.

Originalni prozori iz razdoblja gradnje kuće su drvena stolarija ostakljena dvostrukim IZO staklom 4+16+4 mm u drvenom okviru od crnogorice debljine 8 cm. Zaštita od sunca predviđena je griljama ili roletama.

Karakteristike originalnih prozora su: $U_w=2,70 \text{ W/m}^2\text{K}$; $F_c=0,30$; $g_{\perp}=0,80$.

Na 69,21% kuća prozori su zamijenjeni PVC stolarijom, ostakljenje IZO staklom 4+16+4 mm u trokomornim okvirima.

Karakteristike novih prozora su: $U_w=2,38 \text{ W/m}^2\text{K}$; $F_c=0,30$; $g_{\pm}=0,80$.

Ulazna vrata su od masiv drveta debljine 4 cm, $U=3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

S obzirom na kombinaciju novih i starih prozora pretpostavljeni broj izmjena zraka je $n=0,6 \text{ h}$
Opis termotehničkog sustava

Koristi se centralno grijanje prostora s radijatorima kao ogrjevnim tijelima. Ukupni broj instaliranih radijatorskih članaka je 90, snage 105 W/članku. Radijatori su smješteni na vanjskim zidovima pojedinih prostorija. Razvod sustava grijanja prolazi kroz grijane prostore. Cijevi sustava razvoda su neizolirane, koeficijent toplinskih gubitaka po jedinici duljine cijevi $\psi=1 \text{ W/mK}$. Regulacija rada sustava grijanja je pomoću termostata smještenog u referentnoj prostoriji.

Kao izvor toplinske energije koristi se plinski atmosferski kombi bojler snage 24 kW, smješten u grijanom prostoru.

Isti uređaj se koristi i za pripremu potrošne tople vode (PTV). Cijevi razvoda PTV-a su neizolirane, $\psi=1 \text{ W/mK}$, i prolaze kroz grijane prostore. Nema cirkulacijske petlje.

Temperatura polaza/povrata vode u sustavu grijanja je 70/55°C. Temperatura PTV-a je 60°C,

Tablica 8-1 Mjerodavni podaci za izračun energetske svojstva zgrade (tablica 3 prema predlošku izvještaja)

proračun	proračun izvršen prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, Pravilniku o energetskim pregledima građevina i energetskom certificiranju zgrada te Metodologiji provođenja energetskih pregleda građevina		
	faktori konverzije primarne energije	električna energija	1,6153
		prirodni plin	1,0965
		peleti	1,1955
	solarna	1,0484	
meteorološki uvjeti	lokacija	Zagreb Maksimir 45°49' N 16°02' E	
	stupanj dani grijanja	3045,2	HDD
	stupanj dani hlađenja	2805	CDH
	izvor meteoroloških podataka	Prilog E Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama	
	opis terena	predgrađa, bez utjecaja susjednih zgrada	

geometrija zgrade	duljina x širina x visina		11,2 x 10,0 x 2,8	m x m x m
	ploština korisne površine		96,32	m ²
	broj etaža		1,00	-
	faktor oblika		1,09	m ² /m ³
	udio prozora u ukupnoj vanjskoj ovojnici	jug	5,88	m ²
		istok	1,96	m ²
		sjever	2,32	m ²
		zapad	2,32	m ²
orijentacija		180	°	
unutarnji dobici	namjena		jednoobiteljska zgrada	
	prosječni toplinski dobici od korisnika		5,00	W/m ²
	specifična električna snaga sustava rasvjete		12,13	W/m ²
	specifična električna snaga električne opreme		0,00	W/m ²
građevni dijelovi	prosječni koeficijent prolaska topline zidova		0,38-1,29	W/m ² K
	prosječni koeficijent prolaska topline krova		0,36-1,13	W/m ² K
	prosječni koeficijent prolaska topline podruma		1,24	W/m ² K
	prosječni koeficijent prolaska topline prozora		2,38-2,70	W/m ² K
	toplinski mostovi	ukupna duljina	53,6	m
		prosječni linijski koeficijent prolaska topline	0,48	W/mK
	toplinski kapacitet prema jedinici površine	ukupni toplinski kapacitet za zgradu J/m ² K	159.183.360,00	J/m ² K
				J/m ² K
				J/m ² K
	vrsta zasjenjenja		grilje ili rolete	
	prosječni g-faktor	ostakljenje	0,80	-
		ostakljenje + zasjenjenje	0,24	-
	infiltracija		0,28	1/h
	prirodna ventilacija		0,32	1/h
	tehnički sustavi	ventilacija	broj izmjena zraka u satu	-
stupanj povrata topline			-	%
efikasnost sustava grijanja		proizvodnja	91,28	%
		razvod	95,93	%
		emisija	84,82	%
		upravljanje	88,00	%
efikasnost sustava hlađenja		proizvodnja	0,00	%
		razvod	0,00	%
		emisija	0,00	%
		upravljanje	0,00	%

	efikasnost sustava pripreme PTV	produkcija	91,28	%
		razvod	93,45	%
postavne temperature i režimi korištenja	postavna temperatura	zimi	20	°C
		ljeti	-	°C
	postavna vlažnost	zimi	-	%
		ljeti	-	%
	režimi korištenja i upravljanje	zaposjednutost	24/7	
		rasvjeta	24/7	
		uređaji	24/7	
		ventilacija	24/7	
grijanje		24/7		
hlađenje		24/7		
potrebna energija	(toplinski) energetski doprinos glavnih pasivnih strategija	1	0,00	kWh/a
		2	0,00	kWh/a
		3	0,00	kWh/a
	potrebna energija za grijanje		20520,98	kWh/a
	potrebna energija za hlađenje		0,00	kWh/a
	potrebna energija za PTV		1204,00	kWh/a
	potrebna energija za ostale potrebe (ovlaživanje, odvlaživanje)		-	kWh/a
	korisna energija za ventilaciju		-	kWh/a
	korisna energija za rasvjetu		1168,50	kWh/a
	korisna energija za ostalo (uređaji, vanjska rasvjeta, pomoćni sustavi, itd.)		557,64	kWh/a
produkcija energije na lokaciji	toplinska energija iz obnovljivih izvora (npr. solarni kolektori)		0,00	kWh/a
	električna energija proizvedena u zgradi i korištena na lokaciji		0,00	kWh/a
	električna energija proizvedena u zgradi i izvezena na tržište		0,00	kWh/a
potrošnja energije	isporučena energija	električna energija	1.726,14	kWh/a
		prirodni plin	27.611,09	kWh/a
		drugo (biomasa, daljinsko grijanje / hlađenje, itd.)	0,00	kWh/a
	primarna energija / po	električna energija	2.788,23	kWh/a

	energentima	prirodni plin	30.275,65	kWh/a
	primarna energija ukupno		33.063,89	kWh/a
	primarna energija specifična		343,27	kWh/m ² a

Tablica 8-2 Mjere primijenjene na vanjskoj ovojnici zgrade (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
izolacija vanjskog zida	50,33 % zid od šuplje blok opeke debljine 25 cm obostrano ožbukani bez toplinske izolacije. Armiranobetonski serklaži izolirani s 4 cm kombi ploče i ožbukani. 49,67% zidova i serklaža poboljšano je dodavanjem ETICS sustava (EPS s $\lambda = 0,035$ W/mK – 6 cm)	▪ dodatni ETICS sustav toplinske izolacije zidova (EPS-F grafitni s $\lambda \leq 0,032$ W/mK - 12 cm, XPS ili EPS ploče za perimetralnu toplinsku izolaciju u zoni podnožja 12 cm s $\lambda \leq 0,033$ W/mK, u visini min. 30 cm od vanjskog uređenog terena	▪ dodatni ETICS sustav toplinske izolacije zidova (EPS-F grafitni s $\lambda \leq 0,032$ W/mK - 18 cm, XPS ili EPS ploče za perimetralnu toplinsku izolaciju u zoni podnožja 18 cm s $\lambda \leq 0,033$ W/mK, u visini min. 30 cm od vanjskog uređenog terena	uklanjanje postojećih slojeva prethodne sanacije i postava ETICS sustav toplinske izolacije zidova (EPS-F grafitni s $\lambda \leq 0,032$ W/mK - 18 cm, XPS ili EPS ploče za perimetralnu toplinsku izolaciju u zoni podnožja 18 cm s $\lambda \leq 0,033$ W/mK, u visini min. 30 cm od vanjskog uređenog terena
izolacija krova (stropne konstrukcije prema tavanu)	45,70% armirano betonska ploča 14 cm s donje strane ožbukana, s gornje strane položeno 2 cm EPS-a. 54,30% stropnih konstrukcija poboljšano filcem mineralne vune (MW s $\lambda \leq 0,035$ W/mK debljine 10 cm s tavske strane konstrukcije)	▪ dodatna toplinska izolacija MW u filcu 12 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK na stropu prema tavanu, kaširana staklenim voalom na strani slabo ventiliranog zračnog sloja	▪ dodatna toplinska izolacija MW u filcu 20 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK na stropu prema tavanu, kaširana staklenim voalom na strani slabo ventiliranog zračnog sloja	▪ dodatna toplinska izolacija MW u filcu 30 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK na stropu prema tavanu, kaširana staklenim voalom na strani slabo ventiliranog zračnog sloja
prozori	39,79% originalni prozori - stolarija ostakljena dvostrukim IZO staklom 4+16+4 mm u drvenom okviru od crnogorice debljine 8 cm. Zaštita od sunca predviđena je griljama ili roletama. 54,92% nova PVC stolarija, ostakljenje IZO staklom 4+16+4 mm u trokomornim okvirima. Zaštita od sunca predviđena je griljama ili roletama.	okviri minimalno popravljani i s dodatnim PU pjenastim samoljepljivim elastičnim brtvama debljine 5 mm ugrađenim kontinuirano na sve spojeve krila i doprozornika	▪ zamjena jednostrukog ostakljenja prozora dvostrukim Low-E, bez zamjene okvira, okviri minimalno popravljani i s dodatnim PU pjenastim samoljepljivim elastičnim brtvama debljine 5 mm ugrađenim kontinuirano na sve spojeve krila i doprozornika $U_g \leq 1,40$ W/mK $g_{\perp} = 0,60$	▪ zamjena svih postojećih prozora novim prozorima (PVC okviri sa 5 komora, ostakljeni dvostrukim Low-E staklom punjenim argonom 90%, $U_f \leq 1,20$ W/m ² K, $U_g \leq 0,90$ W/m ² K $g_{\perp} = 0,40$, $F_f = 0,70$)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
vrata	vrata od masiv drveta 4 cm	dovratnik i krilo minimalno popravljeno i s dodatnim PU pjenastim samoljepljivim elastičnim brtvama debljine 5 mm ugrađenim kontinuirano na sve spojeve krila i dovratnika	▪ sva postojeća vrata zamijenjena novima, sa toplinski izoliranim vratnim krilom $U \leq 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$	▪ sva postojeća vrata zamijenjena novima, sa toplinski izoliranim vratnim krilom $U \leq 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
izolacija poda	podna konstrukcija je betonska podloga na 2 cm ekspandiranog polistirena (EPS), na hidroizolaciji i donjoj betonskoj podlozi.	nema zahvata na podnoj konstrukciji	nema zahvata na podnoj konstrukciji	▪ na postojeću betonsku podlogu se između drvenih gredica 8/10 cm postavlja MW (debljine 10 cm, $\lambda \leq 0,035 \text{ W/mK}$) i izvodi se brodski pod kao završna hodna obloga
redukcija toplinskih mostova i prirodnog provjetravanja	$n_{min}=0,60$ toplinski mostovi postoje na spojevima 2 vanjska zida, vanjskog zida i stropa i na spoju zida i poda (temelja)	▪ $n_{min} = 0,50$ (prirodno provjetravanje) ▪ pravilnom postavom toplinske izolacije prekinuti će se svi toplinski mostovi na spojevima 2 vanjska zida, te vanjskog zida i stropa	▪ $n_{min} = 0,50$ (prirodno provjetravanje) ▪ produljenje toplinskog mosta kod temelja: vertikalna (u duljini 80 cm) rubna izolacija - ekstrudirani polistiren (XPS, $\lambda \leq 0,033 \text{ W/mK}$), debljina ploče XPS-a = 8 cm ▪ pravilnom postavom toplinske izolacije prekinuti će se svi toplinski mostovi na spojevima 2 vanjska zida, te vanjskog zida i stropa	▪ $n_{min} = 0,50$ (uz mehaničku ventilaciju s rekuperacijom $\eta_v \geq 0.65$) ▪ produljenje toplinskog mosta kod temelja: vertikalna (u duljini 80 cm) rubna izolacija - ekstrudirani polistiren (XPS, $\lambda \leq 0,033 \text{ W/mK}$), debljina ploče XPS-a = 10 cm ▪ pravilnom postavom toplinske izolacije prekinuti će se svi toplinski mostovi na spojevima 2 vanjska zida, te vanjskog zida i stropa

Tablica 8-3 Mjere primijenjene na sustavu grijanja (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
sustav grijanja	ogrjevna tijela: radijatori	ogrjevna tijela: radijatori	ogrjevna tijela: radijatori	ogrjevna tijela: podno grijanje
predaja	smještaj: vanjski zidovi	smještaj: vanjski zidovi	smještaj: vanjski zidovi	smještaj: izolirani pod
	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)+termostat vent. (2K)	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)+termostat vent. (2K)	regulacija: PI regulator,
razvod	temperatura: 70/55°C	temperatura: 70/55°C	temperatura: 55/40°C	temperatura: 45/35°C
	smještaj: grij.prostor, van zidova	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi
	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi
	izolacija: neizolir.Y= 1 W/mK	izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK	izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK	
proizvodnja	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler
	snaga: 24 kW	snaga: 20 kW	snaga: 18 kW	snaga: 18 kW
mjera	varijanta 4	varijanta 5	varijanta 6	varijanta 7
sustav grijanja	ogrjevna tijela: radijatori	ogrjevna tijela: radijatori	ogrjevna tijela: podno grijanje	ogrjevna tijela: radijatori
predaja	smještaj: vanjski zidovi	smještaj: vanjski zidovi	smještaj: izolirani pod	smještaj: vanjski zidovi
	regulacija: preko ref. prostorije+PI regulator s funkc. optimizac	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)+termostat vent. (2K)	regulacija: PI regulator,	regulacija: preko ref. prostorije+PI regulator s funkc. optimizac
razvod	temperatura: 70/55°C	temperatura: 70/55°C	temperatura: 45/35°C	temperatura: 55/40°C
	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi
	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi
	izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK	izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK		izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK

proizvodnja	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: Dizalica topline	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler
	snaga: 14 kW	snaga: 14 kW	6,9 kW (A2/W45) bival. temp. -3°C	snaga: 18 kW
mjera	varijanta 8	varijanta 9		
sustav grijanja	ogrjevna tijela: podno grijanje	ogrjevna tijela: podno grijanje		
predaja	smještaj:izolirani pod	smještaj:izolirani pod		
	regulacija: PI regulator,	regulacija: PI regulator,		
razvod	temperatura: 45/30°C	temperatura: 45/35°C		
	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi		
	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi		
	izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK			
proizvodnja	generator topl.: kotao na pelete+sol.topl.sustav	generator topl.: Dizalica topline		
	snaga: 14 kW	5,3 kW (A2/W45) bival. temp. -3°C		

Tablica 8-4 Mjere primijenjene na sustavu pripreme PTV (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
PTV	temperatura: 60°C, bez cirk. petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. petlje
razvod	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima
	izolacija: neizolir.Y= 1 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK

proizvodnja grijanje	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler	generator topl.: kotao na pelete
proizvodnja PTV	isti kao za grijanje	isti kao za grijanje	isti kao za grijanje	isti kao za grijanje
mjera	referentni primjer 4	varijanta 1 5	varijanta 2 6	varijanta 7
PTV	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	temperatura: 55°C, bez cirk. petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje
razvod	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima
	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK
proizvodnja grijanje	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: dizalica topline zrak-voda (pom grijač)	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler
proizvodnja PTV	isti kao za grij.+solarni toplov. sustav	isti kao za grijanje	isti kao za grij.+solarni toplov. sustav	isti kao za grij.+solarni toplov. sustav
	kolektori 3.8 m2		kolektori 13.3 m2	kolektori 3.8 m2
	spremnik: 300 Lit		spremnik: 700 Lit	spremnik: 300 Lit

Tablica 8-5 Mjere primijenjene na sustavu ventilacije i hlađenja (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1
ventilacija (uključivo noćna ventilacija)		mehanička ventilacija s rekuperacijom $n > 0,65$
hlađenje prostora	ne	ne

Tablica 8-6 Mjere primijenjene na sustavu rasvjete (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
rasvjeta		zamjena izvora svjetla s žarnom niti fluorescentnim ili kompaktnim fluorescentnim	zamjena izvora svjetlosti i svjetiljke (ugradnja regulacije/automata)	zamjena izvora svjetlosti, svjetiljke (ugradnja regulacije/automata) i obnova instalacije (relokacija)

Tablica 8-7 Primijenjene kombinacije mjera u troškovno optimalnoj analizi (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	varijante po sustavima				
	ovojnica	grijanje	PTV	ventilacija	rasvjeta
0	referentna	referentni	referentni	referentni	referentni
1	1	1 (atm.)	1 (atm.)	referentni	1
2	1	2 (kond.)	2 (kond.)	referentni	1
3	1	4 (pelet PI)	3 (pelet)	referentni	1
4	1	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	referentni	1
5	1	6 (diz)	5 (diz.)	referentni	1
6	1	2 (kond.)	7 (solar)	referentni	1
7	1	5 (pelet)	4 (solar)	referentni	1
8	2	7 (kond.) PI	2 (kond.)	referentni	1
9	2	4 (pelet) PI	3 (pelet)	referentni	1
10	2	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	referentni	1
11	2	9 (diz.)	5 (diz.)	referentni	1
12	2	7 (kond. PI)	7 (sol.)	referentni	1
13	2	8 (sol. podno)	6 (sol. pod)	referentni	1
14	2	4 (pelet) PI	4 (solar)	referentni	1
15	3	7 (kond. PI)	2 (kond.)	1	1
16	3	4 (pelet) PI	3 (pelet)	1	1
17	3	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	1	1
18	3	9 (diz.)	5 (diz.)	1	1
19	3	7 (kond. PI)	7 (sol.)	1	1
20	3	8 (sol. podno)	6 (sol. pod.)	1	1
21	3	4 (pelet PI)	4 (solar)	1	1
22	3	7 (kond. PI)	2 (kond.)	1	2
23	3	4 (pelet PI)	3 (pelet)	1	2
24	3	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	1	2
25	3	9 (diz.)	5 (diz.)	1	2
26	3	7 (kond. PI)	7 (sol.)	1	2
27	3	8 (sol. podno)	5 6 (sol. pod.)	1	2
28	3	4 (pelet PI)	4 (solar)	1	2
29	3	7 (kond. PI)	2 (kond.)	1	3
30	3	4 (pelet PI)	3 (pelet)	1	3
31	3	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	1	3
32	3	9 (diz.)	5 (diz.)	1	3
33	3	7 (kond. PI)	7 (sol.)	1	3
34	3	8 (sol. podno)	6 (sol. pod.)	1	3
35	3	4 (pelet PI)	4 (solar)	1	3

Tablica 8-8 Proračun primarne energije po kombinacijama mjera energetske učinkovitosti (tablica 5 prema predlošku izvješća)

mjera / paket mjera / varijanta mjera	korisna energija [kWh/a]		konačna energija [kWh/a]					isporučena energija po izvoru [kWh/a]				primarna energija [kWh/m ² a]	$(E_{\text{prim,ref}} - E_{\text{prim}})/E_{\text{prim,ref}}$ %
	grijanje	hlađenje	grijanje	hlađenje	ventilacija	PTV	rasvjeta	prirodni plin	električna energija	biomasa - peleti	solar		
0	20521	0	26729	0	0	1440	918	27611	1475	0	0	339	0%
1	8623	0	10713	0	0	1440	396	11640	909	0	0	148	56%
2	8623	0	9203	0	0	1356	396	10068	887	0	0	129	62%
3	8623	0	10975	0	0	1716	396	0	866	12222	0	166	51%
4	8623	0	9010	0	0	1353	396	9467	1292	0	0	129	62%
5	8623	0	8435	0	0	954	396	8770	1015	1349	0	134	61%
6	8623	0	10363	0	0	1189	396	0	991	12306	0	169	50%
7	8623	0	9113	0	0	2161	396	0	4624	0	0	78	77%
8	6333	0	6394	0	0	1354	396	7275	869	0	0	97	71%
9	6333	0	8083	0	0	1666	396	0	841	9304	0	130	62%
10	6333	0	6599	0	0	1351	396	7094	1252	0	0	102	70%
11	6333	0	5697	0	0	929	396	6029	994	1330	0	102	70%
12	6333	0	7096	0	0	926	396	0	948	8800	0	125	63%
13	6333	0	5678	0	0	1153	396	0	1305	8436	0	127	63%
14	6333	0	6581	0	0	2166	396	0	3660	0	0	61	82%
15	2356	0	2331	0	0	1348	396	3242	833	0	0	51	85%
16	2356	0	3028	0	0	1576	396	0	799	4201	0	66	81%
17	2356	0	2421	0	0	1347	396	2991	1173	0	0	54	84%
18	2356	0	1658	0	0	911	396	2021	945	1250	0	54	84%
19	2356	0	2034	0	0	962	396	0	908	3734	0	62	82%

mjera / paket mjera / varijanta mjera	korisna energija [kWh/a]		konačna energija [kWh/a]					isporučena energija po izvoru [kWh/a]				primarna energija [kWh/m ² a]	$(E_{\text{prim,ref}} - E_{\text{prim}})/E_{\text{prim,ref}}$ %
	grijanje	hlađenje	grijanje	hlađenje	ventilacija	PTV	rasvjeta	prirodni plin	električna energija	biomasa - peleti	solar		
20	2356	0	1424	0	0	1085	396	0	1220	3657	0	66	81%
21	2356	0	2150	0	0	2164	396	0	2181	0	0	37	89%
22	2356	0	2331	0	0	1348	368	3242	805	0	0	50	85%
23	2356	0	3028	0	0	1576	368	0	770	4201	0	65	81%
24	2356	0	2421	0	0	1347	368	2991	1144	0	0	53	84%
25	2356	0	1658	0	0	911	368	2021	917	1250	0	54	84%
26	2356	0	2034	0	0	962	368	0	879	3734	0	61	82%
27	2356	0	1424	0	0	1085	368	0	1192	3657	0	65	81%
28	2356	0	2150	0	0	2164	368	0	2153	0	0	36	89%
29	2356	0	2331	0	0	1348	302	3242	739	0	0	49	85%
30	2356	0	3028	0	0	1576	302	0	705	4201	0	64	81%
31	2356	0	2421	0	0	1347	302	2991	1079	0	0	52	85%
32	2356	0	1658	0	0	911	302	2021	851	1250	0	53	84%
33	2356	0	2034	0	0	962	302	0	814	3734	0	60	82%
34	2356	0	1424	0	0	1085	302	0	1126	3657	0	64	81%
35	2356	0	2150	0	0	2164	302	0	2087	0	0	35	90%

Tablica 8-9 Mikroekonomska (financijska) analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

varijanta / paket / mjera iz	početna investicija (u početnoj	troškovi korištenja (godišnji)	trošak energije po energentu sa scenarijem srednjeg rasta troškova energije	ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je	ukupni trošak
------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------	---	------------------------	--------------------	--	---------------------------------	------------------

tablice 5	godini)	održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar				primjenjiv)	
0	177.370	11.948	0	0	292.887	43.237	0	0	40.182	6,60	30	0	519.197
1	276.421	11.948	0	0	123.472	26.647	0	0	57.618	6,60	30	0	420.305
2	282.482	11.948	0	0	106.796	26.010	0	0	59.070	6,60	30	0	409.725
3	295.198	19.117	0	0	0	25.373	95.527	0	61.293	6,60	30	0	419.513
4	287.918	11.948	0	0	100.423	37.882	0	0	59.070	6,60	30	0	420.660
5	312.150	23.896	0	0	93.027	29.748	10.544	0	62.970	6,60	30	0	456.273
6	324.866	28.675	0	0	0	29.042	96.183	0	64.456	6,60	30	0	466.858
7	313.036	14.337	0	0	0	135.526	0	0	62.375	6,60	30	0	449.334
8	307.336	11.948	0	0	77.166	25.477	0	0	66.046	6,60	30	0	402.893
9	319.458	19.117	0	0	0	24.654	72.718	0	68.269	6,60	30	0	418.723
10	310.131	11.948	0	0	75.254	36.701	0	0	66.046	6,60	30	0	415.001
11	337.004	23.896	0	0	63.949	29.123	10.398	0	69.750	6,60	30	0	449.599
12	349.126	28.675	0	0	0	27.800	68.780	0	71.166	6,60	30	0	460.739
13	374.293	28.675	0	0	0	38.263	65.934	0	74.020	6,60	30	0	495.796
14	336.322	14.337	0	0	0	107.268	0	0	69.132	6,60	30	0	442.664
15	334.998	11.948	0	0	34.388	24.430	0	0	65.085	6,60	30	0	391.472
16	347.120	11.948	0	0	0	23.407	32.838	0	67.308	6,60	30	0	402.831
17	336.873	11.948	0	0	31.731	34.375	0	0	65.085	6,60	30	0	400.636
18	364.666	23.896	0	0	21.435	27.701	9.773	0	71.045	6,60	30	0	439.240
19	376.788	28.675	0	0	0	26.603	29.187	0	72.471	6,60	30	0	454.158
20	400.986	28.675	0	0	0	35.773	28.586	0	75.278	6,60	30	0	489.162
21	351.206	14.337	0	0	0	63.929	0	0	68.365	6,60	30	0	419.565
22	337.498	11.948	0	0	34.388	23.595	0	0	65.572	6,60	30	0	393.983
23	349.620	11.948	0	0	0	22.572	32.838	0	67.795	6,60	30	0	405.342
24	339.373	11.948	0	0	31.731	33.539	0	0	65.572	6,60	30	0	403.147
25	367.166	23.896	0	0	21.435	26.866	9.773	0	71.532	6,60	30	0	441.751

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	troškovi korištenja (godišnji)			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjeg rasta troškova energije				ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar					
26	379.288	28.675	0	0	0	25.768	29.187	0	72.957	6,60	30	0	456.669
27	403.486	28.675	0	0	0	34.938	28.586	0	75.765	6,60	30	0	491.673
28	353.706	14.337	0	0	0	63.094	0	0	68.365	6,60	30	0	421.230
29	346.748	11.948	0	0	34.388	21.675	0	0	65.572	6,60	30	0	401.313
30	358.870	11.948	0	0	0	20.652	32.838	0	67.795	6,60	30	0	412.672
31	348.623	11.948	0	0	31.731	31.619	0	0	65.572	6,60	30	0	410.477
32	376.416	23.896	0	0	21.435	24.946	9.773	0	71.532	6,60	30	0	449.081
33	388.538	28.675	0	0	0	23.848	29.187	0	72.957	6,60	30	0	463.999
34	412.736	28.675	0	0	0	33.018	28.586	0	75.765	6,60	30	0	499.003
35	362.956	14.337	0	0	0	61.174	0	0	68.365	6,60	30	0	428.560

Tablica 8-10 Makroekonomska analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

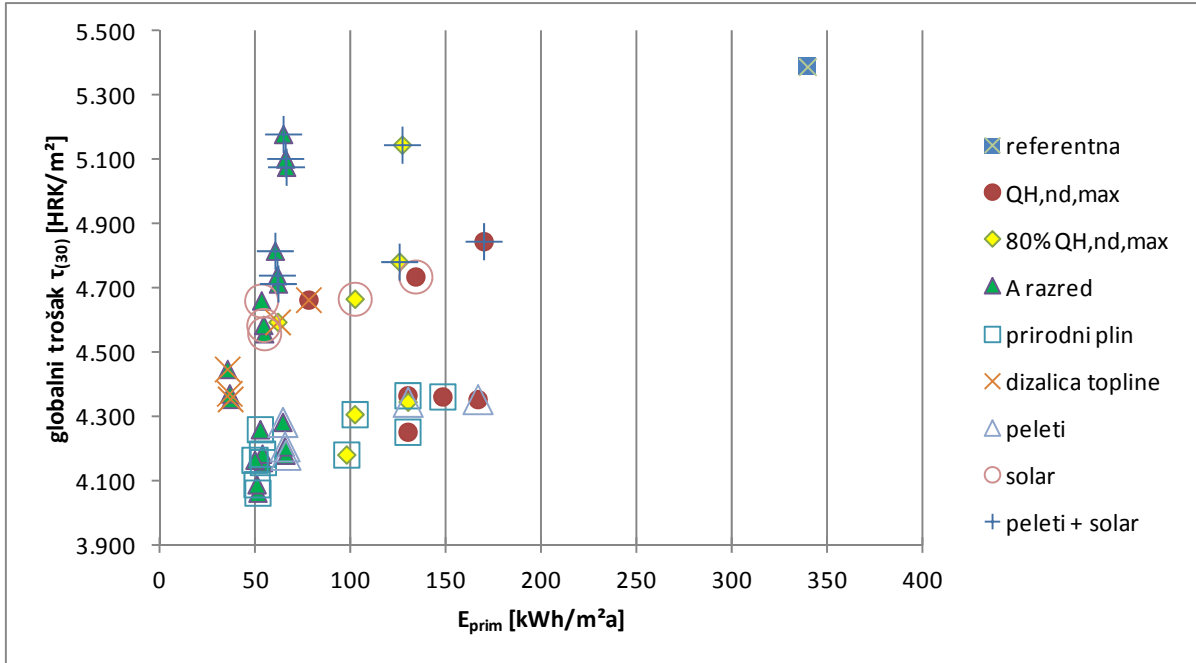
varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	godišnji troškovi korištenja			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije				trošak emisija stakleničkih plinova	ostatak vrijednosti	diskontna stopa (različite stope za makroekonomsku i financijsku kalkulaciju)	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar						
0	141.896	9.558	0	0	234.309	34.589	0	0	30.555	43.879	5,50	30	0	477.993
1	221.137	9.558	0	0	98.778	21.317	0	0	13.203	62.921	5,50	30	0	301.072
2	225.986	9.558	0	0	85.437	20.808	0	0	11.533	64.506	5,50	30	0	288.815
3	236.158	15.293	0	0	0	20.299	76.421	0	3.032	66.934	5,50	30	0	284.269
4	230.334	9.558	0	0	80.338	30.306	0	0	11.358	64.506	5,50	30	0	297.388
5	249.720	19.117	0	0	74.422	23.798	8.435	0	10.545	68.765	5,50	30	0	317.271
6	259.893	22.940	0	0	0	23.234	76.946	0	3.186	70.387	5,50	30	0	315.812

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	godišnji troškovi korištenja			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije				trošak emisija stakleničkih plinova	ostatak vrijednosti	diskontna stopa (različite stope za makroekonomsku i financijsku kalkulaciju)	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar						
7	250.429	11.470	0	0	0	108.421	0	0	5.183	68.115	5,50	30	0	307.388
8	245.869	9.558	0	0	61.732	20.381	0	0	8.589	72.124	5,50	30	0	274.005
9	255.567	15.293	0	0	0	19.723	58.174	0	2.512	74.552	5,50	30	0	276.718
10	248.105	9.558	0	0	60.203	29.361	0	0	8.830	72.124	5,50	30	0	283.932
11	269.603	19.117	0	0	51.159	23.298	8.319	0	7.649	76.169	5,50	30	0	302.975
12	279.301	22.940	0	0	0	22.240	55.024	0	2.547	77.715	5,50	30	0	304.337
13	299.434	22.940	0	0	0	30.610	52.747	0	2.886	80.832	5,50	30	0	327.785
14	269.058	11.470	0	0	0	85.814	0	0	4.102	75.494	5,50	30	0	294.951
15	267.998	9.558	0	0	27.510	19.544	0	0	4.328	71.074	5,50	30	0	257.864
16	277.696	9.558	0	0	0	18.726	26.270	0	1.604	73.502	5,50	30	0	260.352
17	269.499	9.558	0	0	25.385	27.500	0	0	4.446	71.074	5,50	30	0	265.313
18	291.733	19.117	0	0	17.148	22.161	7.819	0	3.385	77.583	5,50	30	0	283.779
19	301.431	22.940	0	0	0	21.283	23.349	0	1.647	79.140	5,50	30	0	291.510
20	320.789	22.940	0	0	0	28.618	22.869	0	1.985	82.206	5,50	30	0	314.996
21	280.965	11.470	0	0	0	51.143	0	0	2.445	74.656	5,50	30	0	271.367
22	269.998	9.558	0	0	27.510	18.876	0	0	4.296	71.606	5,50	30	0	258.632
23	279.696	9.558	0	0	0	18.057	26.270	0	1.572	74.033	5,50	30	0	261.121
24	271.499	9.558	0	0	25.385	26.831	0	0	4.414	71.606	5,50	30	0	266.081
25	293.733	19.117	0	0	17.148	21.493	7.819	0	3.354	78.115	5,50	30	0	284.547
26	303.431	22.940	0	0	0	20.614	23.349	0	1.615	79.671	5,50	30	0	292.278
27	322.789	22.940	0	0	0	27.950	22.869	0	1.953	82.737	5,50	30	0	315.764
28	282.965	11.470	0	0	0	50.475	0	0	2.413	74.656	5,50	30	0	272.667
29	277.398	9.558	0	0	27.510	17.340	0	0	4.222	71.606	5,50	30	0	264.423
30	287.096	9.558	0	0	0	16.521	26.270	0	1.498	74.033	5,50	30	0	266.911
31	278.899	9.558	0	0	25.385	25.296	0	0	4.340	71.606	5,50	30	0	271.872

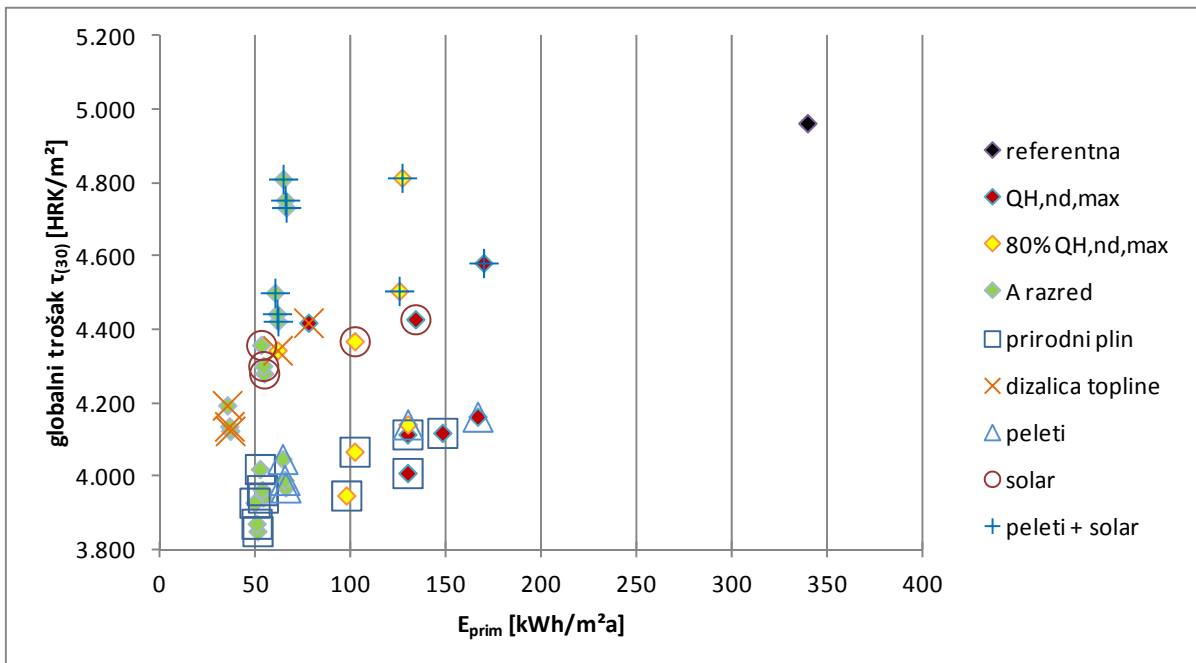
varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	godišnji troškovi korištenja			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije				trošak emisija stakleničkih plinova	ostatak vrijednosti	diskontna stopa (različite stope za makroekonomsku i financijsku kalkulaciju)	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar						
32	301.133	19.117	0	0	17.148	19.957	7.819	0	3.280	78.115	5,50	30	0	290.338
33	310.831	22.940	0	0	0	19.079	23.349	0	1.542	79.671	5,50	30	0	298.069
34	330.189	22.940	0	0	0	26.414	22.869	0	1.880	82.737	5,50	30	1	321.556
35	290.365	11.470	0	0	0	48.939	0	0	2.340	74.656	5,50	30	2	278.459

8.1.1. Troškovno optimalna analiza - rezultati

Uz zadane početne uvjete, za zgradu građenu od 1971 do 1986. godine troškovno optimalnu razinu rekonstrukcije predstavlja razina $E_{\text{prim}} = 51 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.



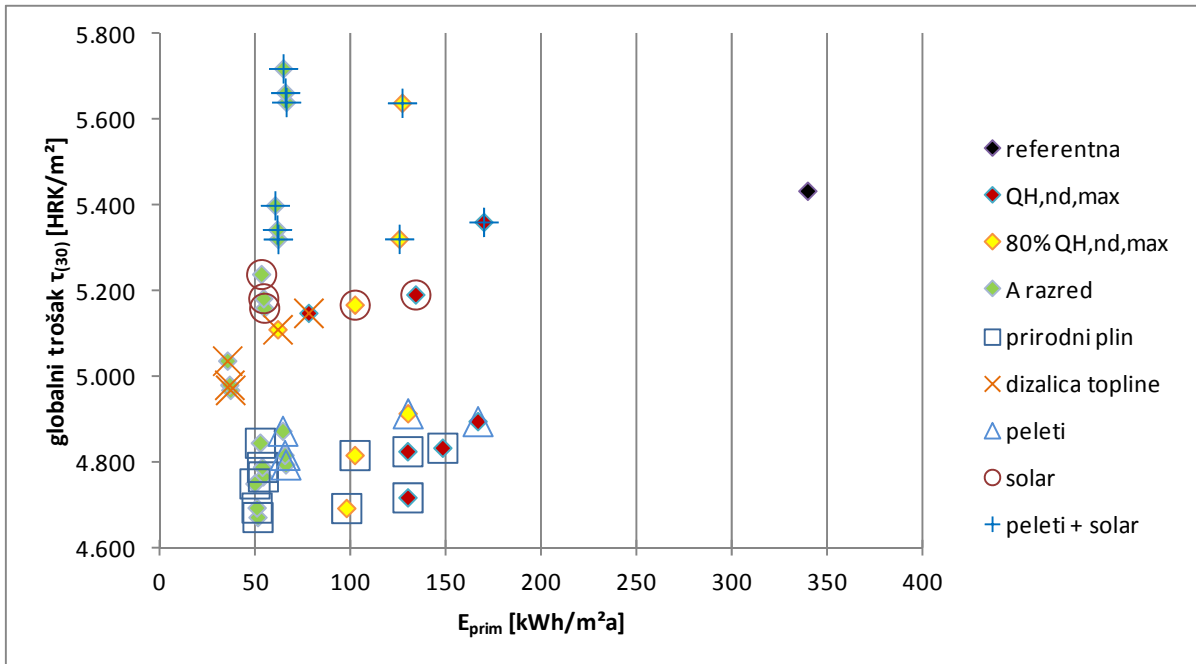
Slika 8-1 Rezultati troškovno optimalne analize - mikroekonomska analiza



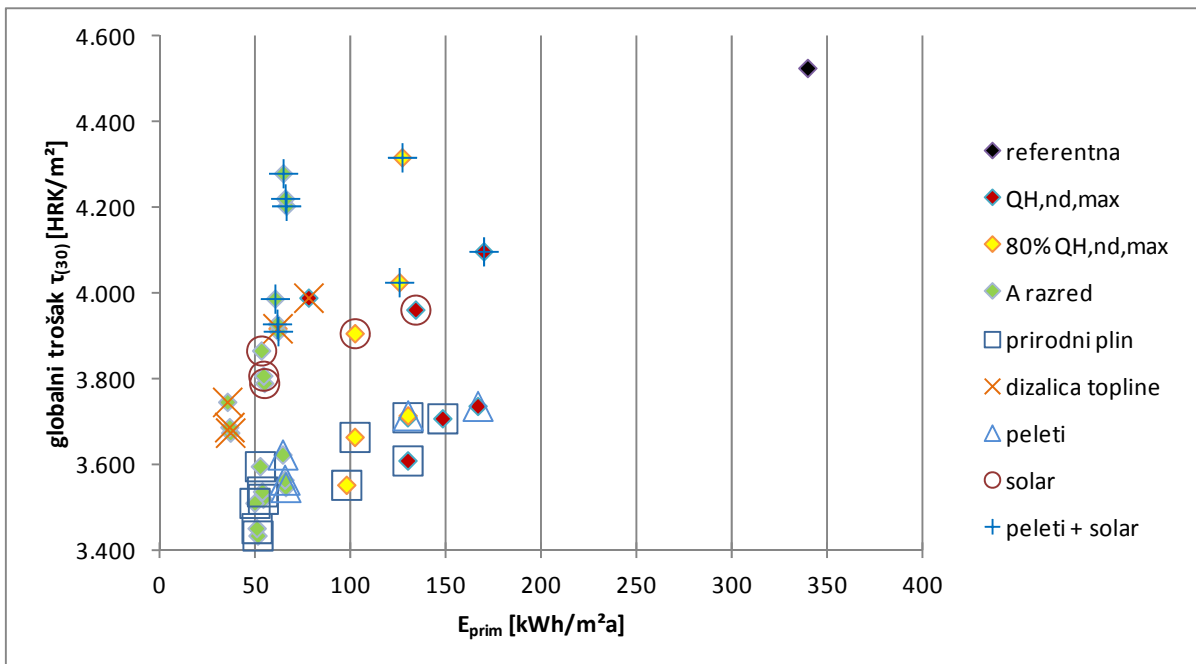
Slika 8-2 Rezultati troškovno optimalne analize - makroekonomska analiza

8.1.2. Analiza osjetljivosti

Promjena diskontne stope

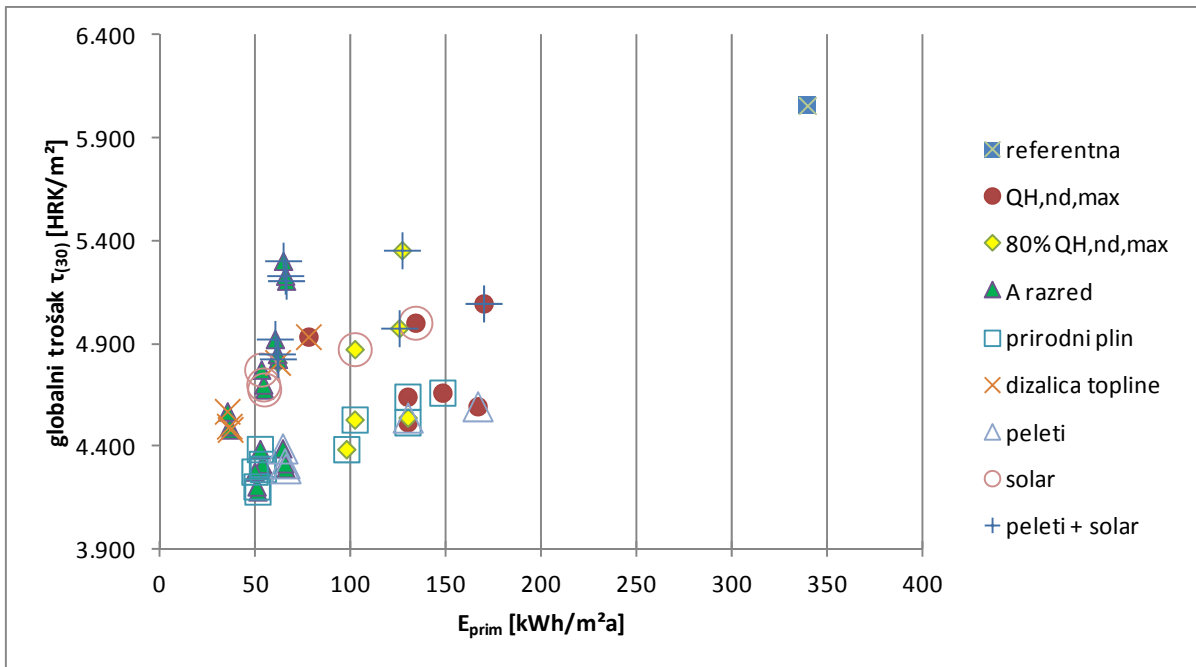


Slika 8-3 SDR = 3,30% - makro ekonomska analiza

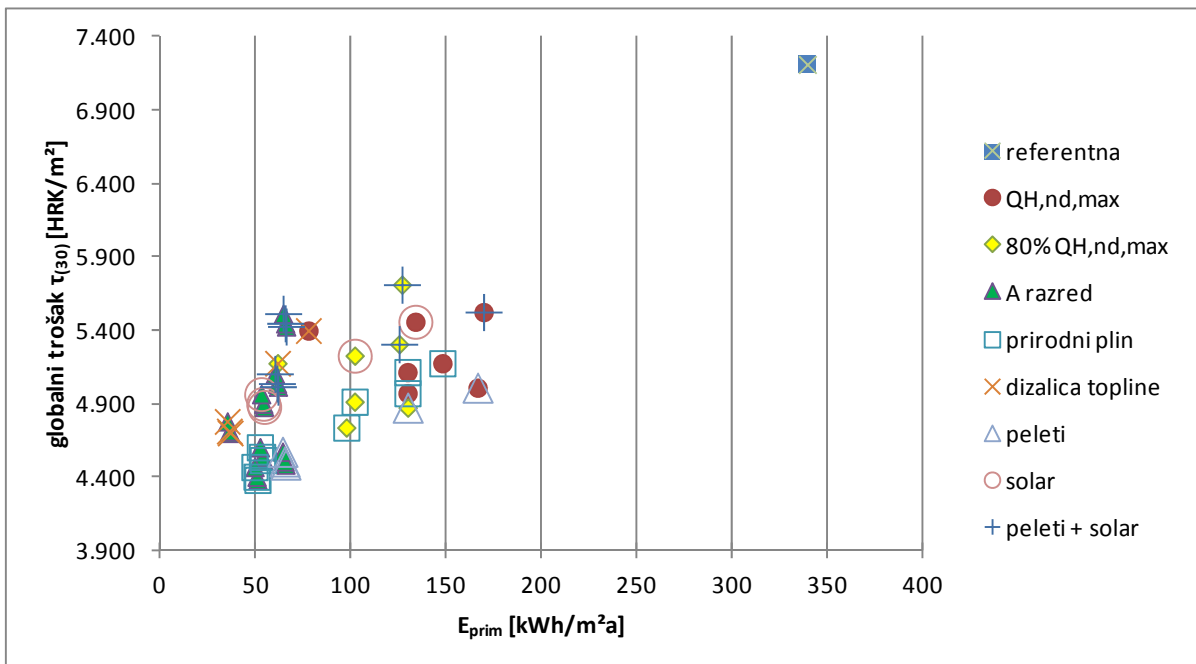


Slika 8-4 SDR = 10,00% makro ekonomska analiza

Stopa rasta cijena energije

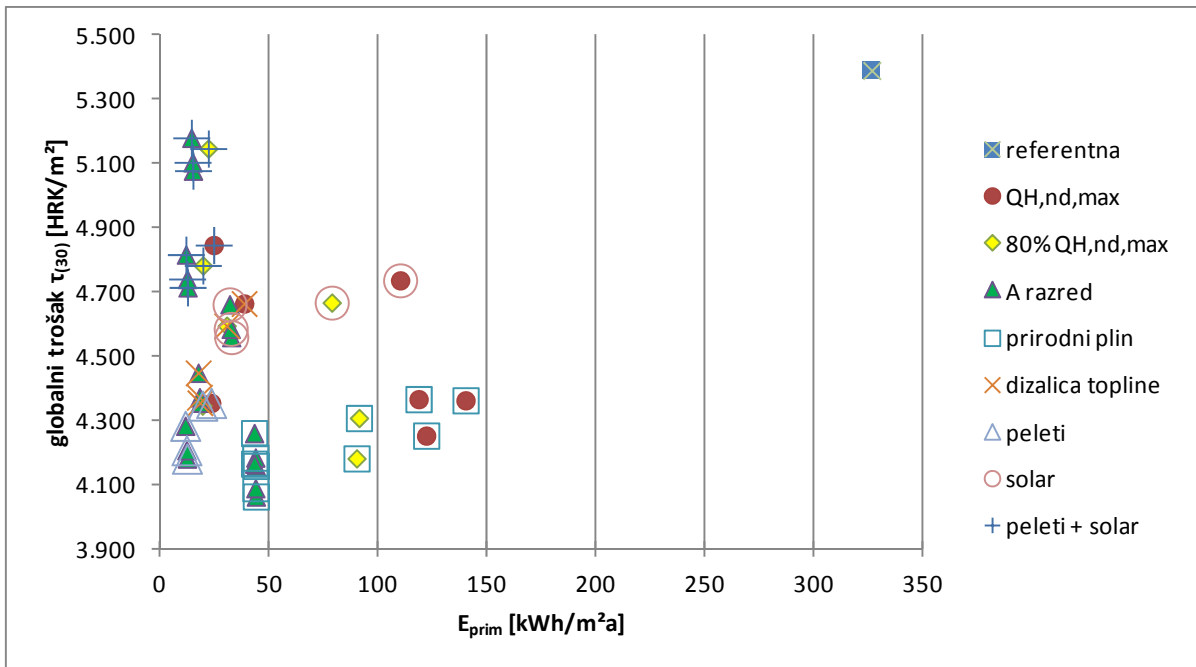


Slika 8-5 $Re=4,00\%$



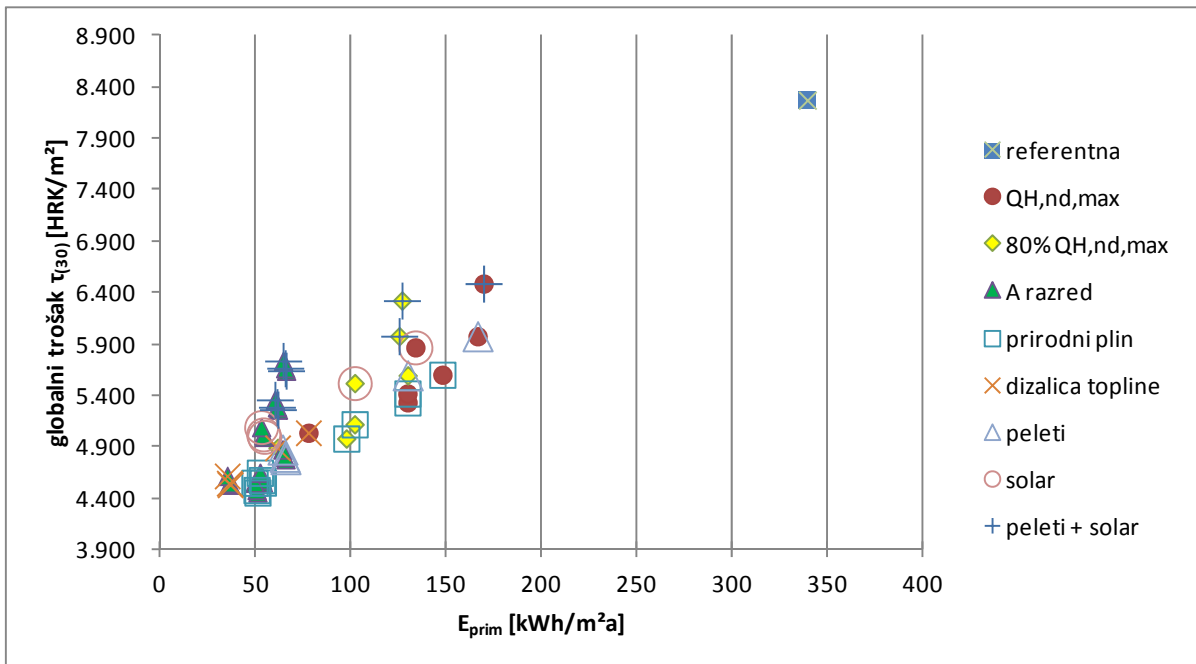
Slika 8-6 $Re=5,60\%$

Korištenje neobnovljive komponente faktora primarne energije



Slika 8-7 Primjena neobnovljive komponente faktora primarne energije

Promjena trenutačne cijene energije prema okruženju



Slika 8-8 Cijene energije u Sloveniji

9. JEDNOOBITELJSKA ZGRADA IZGRAĐENA IZA 1987. GODINE - KONTINENTALNA HRVATSKA

9.1.1. Opis zgrade

Opis građevinskog dijela zgrade, tehničkih sustava i rasvjete

Svi građevni elementi su pretpostavljeni karakteristično za razdoblju gradnje, a poboljšanja prema statističkim istraživanjima i anketama.

Kuća je zidana šupljom blok opekom u produžnom mortu. Vanjski nosivi zidovi su debljine 25 cm, bez izolacije, a unutarnji 25 cm, površinska obrada je obostrano žbuka. Zidovi su omeđeni vertikalnim i horizontalnim armirano betonskim serklažima. Serklaži na vanjskim zidovima su izolirani kombi pločama 4 cm. Na 72,91% kuća su zidovi i serklaži naknadno poboljšani toplinskom izolacijom (ekspandirani polistiren – EPS) u debljini 6 cm s tankoslojnom žbukom (ETICS fasadni sustav).

Koeficijent prolaska topline nesaniranog zida $U=1,29 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Koeficijent prolaska topline nesaniranog serklaža $U=1,06 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Koeficijent prolaska topline saniranog zida $U=0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Koeficijent prolaska topline saniranog serklaža $U=0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Podna konstrukcija je plivajući pod s 2 cm ekspandiranog polistirena (EPS) na betonskoj podlozi i hidroizolaciji.

Koeficijent prolaska topline podne konstrukcije $U=1,24 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Stropna konstrukcija prema zatvorenom negrijanom tavanu izvedena je kao puna armirano betonska ploča debljine 14 cm. S donje strane ploča je ožbukana, a s gornje strane položene su ploče ekspandiranog polistirena (EPS) 2 cm.

Na 59,48% kuća stropna konstrukcija poboljšana je polaganjem mineralne vune (MW) kaširane staklenim voalom debljine 10 cm s tavanke strane konstrukcije.

Koeficijent prolaska topline nesanirane stropne konstrukcije $U=1,13 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Koeficijent prolaska topline sanirane stropne konstrukcije $U=0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Krovište je drveno, pokrov biber crijepom, a tavanski prostor je negrijan i slabo provjetran, te sudjeluje u toplinskom otporu stropa iznad grijanog prostora prizemlja. Konstrukcija krovišta nije uključena u ovojnicu grijanog dijela kuće.

Originalni prozori iz razdoblja gradnje kuće su drvena stolarija ostakljena dvostrukim IZO staklom 4+16+4 mm u drvenom okviru od crnogorice debljine 7 cm. Zaštita od sunca predviđena je griljama ili roletama.

Karakteristike originalnih prozora su: $U_w=2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$; $F_c=0,30$; $g_{\perp}=0,80$.

Na 87,95% kuća prozori su zamijenjeni PVC stolarijom, ostakljenje IZO staklom 4+16+4 mm u trokomornim okvirima.

Karakteristike novih prozora su: $U_w=2,38 \text{ W/m}^2\text{K}$; $F_c=0,30$; $g_{\pm}=0,80$.

Ulazna vrata su od masiv drveta debljine 4 cm, $U=3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

S obzirom na kombinaciju novih i starih prozora pretpostavljeni broj izmjena zraka je $n=0,6 \text{ h}$
Opis termotehničkog sustava

Koristi se centralno grijanje prostora s radijatorima kao ogrjevnim tijelima. Ukupni broj instaliranih radijatorskih članaka je 90, snage 105 W/članku. Radijatori su smješteni na vanjskim zidovima pojedinih prostorija. Razvod sustava grijanja prolazi kroz grijane prostore. Cijevi sustava razvoda su neizolirane, koeficijent toplinskih gubitaka po jedinici duljine cijevi $\psi=1 \text{ W/mK}$. Regulacija rada sustava grijanja je pomoću termostata smještenog u referentnoj prostoriji.

Kao izvor toplinske energije koristi se plinski atmosferski kombi bojler snage 24 kW, smješten u grijanom prostoru.

Isti uređaj se koristi i za pripremu potrošne tople vode (PTV). Cijevi razvoda PTV-a su neizolirane, $\psi=1 \text{ W/mK}$, i prolaze kroz grijane prostore. Nema cirkulacijske petlje.

Temperatura polaza/povrata vode u sustavu grijanja je 70/55°C. Temperatura PTV-a je 60°C.

Tablica 9-1 Mjerodavni podaci za izračun energetske svojstva zgrade (tablica 3 prema predlošku izvještaja)

proračun	proračun izvršen prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, Pravilniku o energetskim pregledima građevina i energetskom certificiranju zgrada te Metodologiji provođenja energetskih pregleda građevina		
	faktori konverzije primarne energije	električna energija	1,6153
		prirodni plin	1,0965
		peleti	1,1955
	solarna	1,0484	
meteorološki uvjeti	lokacija	Zagreb Maksimir 45°49' N 16°02' E	
	stupanj dani grijanja	3045,2	HDD
	stupanj dani hlađenja	2805	CDH
	izvor meteoroloških podataka	Prilog E Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama	
	opis terena	predgrađa, bez utjecaja susjednih zgrada	

geometrija zgrade	duljina x širina x visina		12,70 x 9,50 x 2,80	m x m x m	
	ploština korisne površine		104,03	m ²	
	broj etaža		1,00	-	
	faktor oblika		1,08	m ² /m ³	
	udio prozora u ukupnoj vanjskoj ovojnici	jug		9,20	%
		istok		2,32	%
		sjever		3,24	%
		zapad		1,96	%
orijentacija		180	°		
unutarnji dobici	namjena		jednoobiteljska zgrada		
	prosječni toplinski dobici od korisnika		5,00	W/m ²	
	specifična električna snaga sustava rasvjete		9,45	W/m ²	
	specifična električna snaga električne opreme		0,00	W/m ²	
građevni dijelovi	prosječni koeficijent prolaska topline zidova		0,38-1,29	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline krova		0,36-1,13	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline podruma		1,24	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline prozora		2,38-2,90	W/m ² K	
	toplinski mostovi	ukupna duljina	55,6	m	
		prosječni linijski koeficijent prolaska topline	0,49	W/mK	
	toplinski kapacitet prema jedinici površine	ukupni toplinski kapacitet za zgradu J/m ² K	170.261.280,00	J/m ² K	
				J/m ² K	
				J/m ² K	
	vrsta zasjenjenja		grilje ili rolete		
	prosječni g-faktor	ostakljenje	0,8	-	
		ostakljenje + zasjenjenje	0,24	-	
	infiltracija		0,28	1/h	
	šrirodna ventilacija		0,32	1/h	
tehnički sustavi	ventilacija	broj izmjena zraka u satu	-	1/h	
		stupanj povrata topline	-	%	
	efikasnost sustava grijanja	proizvodnja	91,28	%	
		razvod	95,45	%	
		emisija	84,82	%	
		upravljanje	88,00	%	
	efikasnost sustava hlađenja	proizvodnja	-	%	
		razvod	-	%	
		emisija	-	%	
upravljanje		-	%		

	efikasnost sustava pripreme PTV	produkcija	91,28	%
		razvod	93,01	%
postavne temperature i režimi korištenja	postavna temperatura	zimi	20	°C
		ljeti	-	°C
	postavna vlažnost	zimi	-	%
		ljeti	-	%
	režimi korištenja i upravljanje	zaposjednutost	24/7	
		rasvjeta	24/7	
		uređaji	24/7	
		ventilacija	24/7	
		grijanje	24/7	
		hlađenje	24/7	
potrebna energija	(toplinski) energetski doprinos glavnih pasivnih strategija	1	0,00	kWh/a
		2	0,00	kWh/a
		3	0,00	kWh/a
	potrebna energija za grijanje		19388,27	kWh/a
	potrebna energija za hlađenje		0,00	kWh/a
	potrebna energija za PTV		1300,38	kWh/a
	potrebna energija za ostale potrebe (ovlaživanje, odvlaživanje)		-	kWh/a
	korisna energija za ventilaciju		-	kWh/a
	korisna energija za rasvjetu		983,00	kWh/a
	korisna energija za ostalo (uređaji, vanjska rasvjeta, pomoćni sustavi, itd.)		569,52	kWh/a
	produkcija energije na lokaciji	toplinska energija iz obnovljivih izvora (npr. solarni kolektori)		0,00
električna energija proizvedena u zgradi i korištena na lokaciji			0,00	kWh/a
električna energija proizvedena u zgradi i izvezena na tržište			0,00	kWh/a
potrošnja energije	isporučena energija	električna energija	1.552,52	kWh/a
		prirodni plin	26.271,69	kWh/a

		drugo (biomasa, daljinsko grijanje / hlađenje, itd.)	0,00	kWh/a
	primarna energija / po energijama	električna energija	2.507,80	kWh/a
		prirodni plin	28.806,99	kWh/a
	primarna energija ukupno		31.314,79	kWh/a
	primarna energija specifična		301,02	kWh/m ² a

Tablica 9-2 Mjere primijenjene na vanjskoj ovojnici zgrade (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
izolacija vanjskog zida	27,71 % zid od šuplje blok opeke debljine 25 cm obostrano ožbukano bez toplinske izolacije. Armiranobetonski serklaži izolirani s 4 cm kombi ploče i ožbukani. 72,29% zidova i serklaža poboljšano je dodavanjem ETICS sustava (EPS s $\lambda = 0,035$ W/mK – 6 cm)	▪ dodatni ETICS sustav toplinske izolacije zidova (EPS-F grafitni s $\lambda \leq 0,032$ W/mK - 12 cm, XPS ili EPS ploče za perimetralnu toplinsku izolaciju u zoni podnožja 12 cm s $\lambda \leq 0,033$ W/mK, u visini min. 30 cm od vanjskog uređenog terena	▪ dodatni ETICS sustav toplinske izolacije zidova (EPS-F grafitni s $\lambda \leq 0,032$ W/mK - 15 cm, XPS ili EPS ploče za perimetralnu toplinsku izolaciju u zoni podnožja 15 cm s $\lambda \leq 0,033$ W/mK, u visini min. 30 cm od vanjskog uređenog terena	uklanjanje postojećih slojeva prethodne sanacije i postava ETICS sustav toplinske izolacije zidova (EPS-F grafitni s $\lambda \leq 0,032$ W/mK - 18 cm, XPS ili EPS ploče za perimetralnu toplinsku izolaciju u zoni podnožja 18 cm s $\lambda \leq 0,033$ W/mK, u visini min. 30 cm od vanjskog uređenog terena
izolacija krova (stropne konstrukcije prema tavanu)	40,16% armirano betonska ploča 14 cm s donje strane ožbukana, s gornje strane položeno 2 cm EPS-a. 59,84% stropnih konstrukcija poboljšano filcem mineralne vune (MW s $\lambda \leq 0,035$ W/mK debljine 10 cm s tavanke strane konstrukcije)	▪ dodatna toplinska izolacija MW u filcu 10 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK na stropu prema tavanu, kaširana staklenim voalom na strani slabo ventiliranog zračnog sloja	▪ dodatna toplinska izolacija MW u filcu 15 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK na stropu prema tavanu, kaširana staklenim voalom na strani slabo ventiliranog zračnog sloja	▪ dodatna toplinska izolacija MW u filcu 25 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK na stropu prema tavanu, kaširana staklenim voalom na strani slabo ventiliranog zračnog sloja
prozori	12,05% originalni prozori - stolarija ostakljena dvostrukim IZO staklom 4+16+4 mm u drvenom okviru od crnogorice debljine 7 cm. Zaštita od sunca predviđena je griljama ili roletama. 87,95% nova PVC stolarija,	okviri minimalno popravljani i s dodatnim PU pjenastim samoljepljivim elastičnim brtvama debljine 5 mm ugrađenim kontinuirano na sve spojeve krila i doprozornika	okviri minimalno popravljani i s dodatnim PU pjenastim samoljepljivim elastičnim brtvama debljine 5 mm ugrađenim kontinuirano na sve spojeve krila i doprozornika	▪ zamjena svih postojećih prozora novim prozorima (PVC okviri sa 5 komora, ostakljeni dvostrukim Low-E staklom punjenim argonom 90%, $U_f \leq 1,20$ W/m ² K, $U_g \leq 0,90$ W/m ² K $g_{\perp} = 0,40$, $F_f = 0,70$)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
	ostakljenje IZO staklom 4+16+4 mm u trokomornim okvirima. Zaštita od sunca predviđena je griljama ili roletama.			
vrata	vrata od masiv drveta 4 cm	okvir i krilo minimalno popravljen i s dodatnim PU pjenastim samoljepljivim elastičnim brtvama debljine 5 mm ugrađenim kontinuirano na sve spojeve vrata i dovratnika	▪ sva postojeća vrata zamijenjena novima, sa toplinski izoliranim vratnim krilom $U \leq 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$	▪ sva postojeća vrata zamijenjena novima, sa toplinski izoliranim vratnim krilom $U \leq 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
izolacija poda	podna konstrukcija je plivajući pod s 2 cm ekspandiranog polistirena (EPS) na hidroizolaciji i donjoj betonskoj podlozi.	nema zahvata na podnoj konstrukciji	nema zahvata na podnoj konstrukciji	▪ na postojeću betonsku podlogu se između drvenih gredica 8/10 cm postavlja MW (debljine 10 cm, $\lambda \leq 0,035 \text{ W/mK}$) i izvodi se brodski pod kao završna hodna obloga
redukcija toplinskih mostova i prirodnog provjetravanja	$n_{min}=0,60$ toplinski mostovi postoje na spojevima 2 vanjska zida, vanjskog zida i stropa i na spoju zida i poda (temelja)	▪ $n_{min} = 0,50$ (prirodno provjetravanje) ▪ pravilnom postavom toplinske izolacije prekinuti će se svi toplinski mostovi na spojevima 2 vanjska zida, te vanjskog zida i stropa	▪ $n_{min} = 0,50$ (prirodno provjetravanje) ▪ produljenje toplinskog mosta kod temelja: vertikalna (u duljini 80 cm) rubna izolacija - ekstrudirani polistiren (XPS, $\lambda \leq 0,033 \text{ W/mK}$), debljina ploče XPS-a = 12 cm ▪ pravilnom postavom toplinske izolacije prekinuti će se svi toplinski mostovi na spojevima 2 vanjska zida, te vanjskog zida i stropa	▪ $n_{min} = 0,50$ (uz mehaničku ventilaciju s rekuperacijom $\eta_v \geq 0.65$) ▪ produljenje toplinskog mosta kod temelja: vertikalna (u duljini 80 cm) rubna izolacija - ekstrudirani polistiren (XPS, $\lambda \leq 0,033 \text{ W/mK}$), debljina ploče XPS-a = 10 cm ▪ pravilnom postavom toplinske izolacije prekinuti će se svi toplinski mostovi na spojevima 2 vanjska zida, te vanjskog

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
				zida i stropa

Tablica 9-3 Mjere primijenjene na sustavu grijanja (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
sustav grijanja	ogrjevnna tijela: radijatori	ogrjevnna tijela: radijatori	ogrjevnna tijela: radijatori	ogrjevnna tijela: podno grijanje
predaja	smještaj: vanjski zidovi	smještaj: vanjski zidovi	smještaj: vanjski zidovi	smještaj: izolirani pod
	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)+termostat vent. (2K)	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)+termostat vent. (2K)	regulacija: PI regulator,
razvod	temperatura: 70/55°C	temperatura: 70/55°C	temperatura: 55/40°C	temperatura: 45/35°C
	smještaj: grij.prostor, van zidova	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi
	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi
	izolacija: neizolir.Y= 1 W/mK	izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK	izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK	
proizvodnja	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler
	snaga: 24 kW	snaga: 20 kW	snaga: 18 kW	snaga: 18 kW
mjera	varijanta 4	varijanta 5	varijanta 6	varijanta 7

sustav grijanja	ogrjevna tijela: radijatori	ogrjevna tijela: radijatori	ogrjevna tijela: podno grijanje	ogrjevna tijela: radijatori
predaja	smještaj:vanjski zidovi	smještaj:vanjski zidovi	smještaj:izolirani pod	smještaj:vanjski zidovi
	regulacija: preko ref. prostorije+PI regulator s funkc. optimizac	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)+termostat vent. (2K)	regulacija: PI regulator,	regulacija: preko ref. prostorije+PI regulator s funkc. optimizac
razvod	temperatura: 70/55°C	temperatura: 70/55°C	temperatura: 45/35°C	temperatura: 55/40°C
	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi
	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi
	izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK	izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK		izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK
proizvodnja	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: Dizalica topline	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler
	snaga: 14 kW	snaga: 14 kW	6,9 kW (A2/W45) bival. temp. -3°C	snaga: 18 kW
mjera	varijanta 8	varijanta 9		
sustav grijanja	ogrjevna tijela: podno grijanje	ogrjevna tijela: podno grijanje		
predaja	smještaj:izolirani pod	smještaj:izolirani pod		
	regulacija: PI regulator,	regulacija: PI regulator,		
razvod	temperatura: 45/30°C	temperatura: 45/35°C		
	smještaj: grij.prostor, unutarnji	smještaj: grij.prostor, unutarnji		

	zidovi	zidovi		
	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi		
	izolacija: $Y=0,2-0,3\text{W/mK}$			
produkcija	generator topl.: kotao na pelete+sol.topl.sustav	generator topl.: Dizalica topline		
	snaga: 14 kW	5,3 kW (A2/W45) bival. temp. -3°C		

Tablica 9-4 Mjere primijenjene na sustavu pripreme PTV (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
PTV	temperatura: 60°C , bez cirk. petlje	temperatura: 60°C , bez cirk. Petlje	temperatura: 60°C , bez cirk. Petlje	temperatura: 60°C , bez cirk. petlje
razvod	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima
	izolacija: neizolir. $Y=1\text{W/mK}$	izolacija: izolir. $Y=0,2-0,3\text{W/mK}$	izolacija: izolir. $Y=0,2-0,3\text{W/mK}$	izolacija: izolir. $Y=0,2-0,3\text{W/mK}$
produkcija grijanje	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler	generator topl.: kotao na pelete
produkcija PTV	isti kao za grijanje	isti kao za grijanje	isti kao za grijanje	isti kao za grijanje
mjera	referentni primjer 4	varijanta 5	varijanta 6	varijanta 7
PTV	temperatura: 60°C , bez cirk. Petlje	temperatura: 55°C , bez cirk. petlje	temperatura: 60°C , bez cirk. Petlje	temperatura: 60°C , bez cirk. Petlje

razvod	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima
	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK
proizvodnja grijanje	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: dizalica topline zrak-voda (pom grijač)	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler
proizvodnja PTV	isti kao za grij.+solarni toplov. sustav	isti kao za grijanje	isti kao za grij.+solarni toplov. sustav	isti kao za grij.+solarni toplov. sustav
	kolektori 3.8 m2		kolektori 13.3 m2	kolektori 3.8 m2
	spremnik: 300 Lit		spremnik: 700 Lit	spremnik: 300 Lit

Tablica 9-5 Mjere primijenjene na sustavu ventilacije i hlađenja (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1
ventilacija (uključivo noćna ventilacija)	-	mehanička ventilacija s rekuperacijom $n > 0,65$
hlađenje prostora	ne	ne

Tablica 9-6 Mjere primijenjene na sustavu rasvjete (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
rasvjeta		zamjena izvora svjetla s žarnom niti fluorescentnim ili kompaktnim fluorescentnim	zamjena izvora svjetlosti i svjetiljke (ugradnja regulacije/automata)	zamjena izvora svjetlosti, svjetiljke (ugradnja regulacije/automata) i obnova instalacije (relokacija)

Tablica 9-7 Primijenjene kombinacije mjera u troškovno optimalnoj analizi (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	varijante po sustavima				
	ovojnica	grijanje	PTV	ventilacija	rasvjeta
0	referentna	referentni	referentni	referentni	referentni
1	1	1 (atm.)	1 (atm.)	referentni	1
2	1	2 (kond.)	2 (kond.)	referentni	1
3	1	4 (pelet PI)	3 (pelet)	referentni	1
4	1	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	referentni	1
5	1	6 (diz)	5 (diz.)	referentni	1
6	1	2 (kond.)	7 (solar)	referentni	1
7	1	5 (pelet)	4 (solar)	referentni	1
8	2	7 (kond.) PI	2 (kond.)	referentni	1
9	2	4 (pelet) PI	3 (pelet)	referentni	1
10	2	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	referentni	1
11	2	9 (diz.)	5 (diz.)	referentni	1
12	2	7 (kond. PI)	7 (sol.)	referentni	1
13	2	8 (sol. podno)	6 (sol. pod)	referentni	1
14	2	4 (pelet) PI	4 (solar)	referentni	1
15	3	7 (kond. PI)	2 (kond.)	1	1
16	3	4 (pelet) PI	3 (pelet)	1	1
17	3	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	1	1
18	3	9 (diz.)	5 (diz.)	1	1
19	3	7 (kond. PI)	7 (sol.)	1	1
20	3	8 (sol. podno)	6 (sol. pod.)	1	1
21	3	4 (pelet) PI	4 (solar)	1	1
22	3	7 (kond. PI)	2 (kond.)	1	2
23	3	4 (pelet) PI	3 (pelet)	1	2
24	3	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	1	2
25	3	9 (diz.)	5 (diz.)	1	2
26	3	7 (kond. PI)	7 (sol.)	1	2
27	3	8 (sol. podno)	5 6 (sol. pod.)	1	2
28	3	4 (pelet) PI	4 (solar)	1	2
29	3	7 (kond. PI)	2 (kond.)	1	3
30	3	4 (pelet) PI	3 (pelet)	1	3
31	3	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	1	3
32	3	9 (diz.)	5 (diz.)	1	3
33	3	7 (kond. PI)	7 (sol.)	1	3
34	3	8 (sol. podno)	6 (sol. pod.)	1	3
35	3	4 (pelet) PI	4 (solar)	1	3

Tablica 9-8 Proračun primarne energije po kombinacijama mjera energetske učinkovitosti (tablica 5 prema predlošku izvješća)

mjera / paket mjera / varijanta mjera	korisna energija [kWh/a]		konačna energija [kWh/a]					isporučena energija po izvoru [kWh/a]				primarna energija [kWh/m ² a]	$(E_{\text{prim,ref}} - E_{\text{prim}})/E_{\text{prim,ref}}$ %
	grijanje	hlađenje	grijanje	hlađenje	ventilacija	PTV	rasvjeta	prirodni plin	električna energija	biomasa - peleti	solar		
0	19388	0	25273	0	0	1568	983	26272	1553	0	0	301	0%
1	9073	0	11274	0	0	1569	462	12319	986	0	0	145	52%
2	9073	0	9681	0	0	1478	462	10657	964	0	0	127	58%
3	9073	0	11556	0	0	1860	462	0	943	12935	0	163	46%
4	9073	0	9473	0	0	1474	462	10043	1365	0	0	127	58%
5	9073	0	8912	0	0	1017	462	9310	1081	1404	0	131	56%
6	9073	0	10954	0	0	1264	462	0	1059	13025	0	166	45%
7	9073	0	9607	0	0	2285	462	0	4988	0	0	77	74%
8	7255	0	7334	0	0	1475	462	8325	945	0	0	102	66%
9	7255	0	9259	0	0	1822	462	0	919	10623	0	136	55%
10	7255	0	7559	0	0	1472	462	8167	1326	0	0	107	65%
11	7255	0	6654	0	0	986	462	7031	1070	1391	0	107	65%
12	7255	0	8192	0	0	1175	462	0	1041	10180	0	133	56%
13	7255	0	6800	0	0	1235	462	0	1391	9745	0	134	56%
14	7255	0	7604	0	0	2292	462	0	4190	0	0	65	78%
15	2564	0	2533	0	0	1469	462	3555	908	0	0	52	83%
16	2564	0	3295	0	0	1716	462	0	872	4601	0	66	78%
17	2564	0	2626	0	0	1467	462	3310	1244	0	0	54	82%
18	2564	0	1893	0	0	952	462	2286	1020	1315	0	55	82%
19	2564	0	2329	0	0	1010	462	0	982	4133	0	63	79%

mjera / paket mjera / varijanta mjera	korisna energija [kWh/a]		konačna energija [kWh/a]					isporučena energija po izvoru [kWh/a]				primarna energija [kWh/m ² a]	$(E_{\text{prim,ref}} - E_{\text{prim}})/E_{\text{prim,ref}}$ %
	grijanje	hlađenje	grijanje	hlađenje	ventilacija	PTV	rasvjeta	prirodni plin	električna energija	biomasa - peleti	solar		
20	2564	0	1588	0	0	1122	462	0	1293	3967	0	66	78%
21	2564	0	2372	0	0	2284	462	0	2426	0	0	38	87%
22	2564	0	2533	0	0	1469	433	3555	879	0	0	51	83%
23	2564	0	3295	0	0	1716	433	0	844	4601	0	66	78%
24	2564	0	2626	0	0	1467	433	3310	1216	0	0	54	82%
25	2564	0	1893	0	0	952	433	2286	992	1315	0	55	82%
26	2564	0	2329	0	0	1010	433	0	954	4133	0	62	79%
27	2564	0	1588	0	0	1122	433	0	1264	3967	0	65	78%
28	2564	0	2372	0	0	2284	433	0	2397	0	0	37	88%
29	2564	0	2533	0	0	1469	368	3555	814	0	0	50	83%
30	2564	0	3295	0	0	1716	368	0	778	4601	0	65	78%
31	2564	0	2626	0	0	1467	368	3310	1150	0	0	53	82%
32	2564	0	1893	0	0	952	368	2286	926	1315	0	54	82%
33	2564	0	2329	0	0	1010	368	0	888	4133	0	61	80%
34	2564	0	1588	0	0	1122	368	0	1199	3967	0	64	79%
35	2564	0	2372	0	0	2284	368	0	2332	0	0	36	88%
36	19388	0	25273	0	0	1568	983	26272	1553	0	0	301	0%

Tablica 9-9 Mikroekonomska (financijska) analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

varijanta / paket / mjera iz	početna investicija (u početnoj godini)	troškovi korištenja (godišnji)	trošak energije po energentu sa scenarijem srednjeg rasta troškova energije	ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je)	ukupni trošak

tablice 5		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar				primjenjiv)	
0	205.590	11.948	0	0	278.679	45.505	0	0	49.120	6,60	30	0	524.806
1	272.832	11.948	0	0	130.671	28.900	0	0	49.892	6,60	30	0	419.313
2	278.893	11.948	0	0	113.041	28.243	0	0	51.345	6,60	30	0	407.760
3	291.609	19.117	0	0	0	27.631	101.099	0	53.567	6,60	30	0	416.899
4	285.101	11.948	0	0	106.532	40.023	0	0	51.345	6,60	30	0	419.238
5	308.562	23.896	0	0	98.758	31.676	10.974	0	55.245	6,60	30	0	453.919
6	321.277	28.675	0	0	0	31.038	101.805	0	56.730	6,60	30	0	464.032
7	315.210	14.337	0	0	0	146.197	0	0	54.649	6,60	30	0	455.323
8	292.265	11.948	0	0	88.308	27.699	0	0	61.107	6,60	30	0	393.965
9	304.387	19.117	0	0	0	26.948	83.033	0	63.330	6,60	30	0	409.037
10	295.400	11.948	0	0	86.628	38.860	0	0	61.107	6,60	30	0	406.580
11	321.933	23.896	0	0	74.581	31.376	10.875	0	64.811	6,60	30	0	440.668
12	334.056	28.675	0	0	0	30.505	79.565	0	66.226	6,60	30	0	451.935
13	359.513	28.675	0	0	0	40.781	76.166	0	69.081	6,60	30	0	486.542
14	328.013	14.337	0	0	0	122.819	0	0	64.192	6,60	30	0	442.683
15	365.844	11.948	0	0	37.708	26.611	0	0	65.445	6,60	30	0	420.309
16	377.967	11.948	0	0	0	25.569	35.958	0	67.668	6,60	30	0	431.448
17	367.796	11.948	0	0	35.115	36.470	0	0	65.445	6,60	30	0	429.527
18	395.512	23.896	0	0	24.251	29.911	10.281	0	71.405	6,60	30	0	468.110
19	407.635	28.675	0	0	0	28.789	32.306	0	72.830	6,60	30	0	482.799
20	431.909	28.675	0	0	0	37.889	31.007	0	75.638	6,60	30	0	517.111
21	390.690	14.337	0	0	0	71.104	0	0	68.725	6,60	30	0	458.712
22	368.344	11.948	0	0	37.708	25.775	0	0	65.931	6,60	30	0	422.820
23	380.467	11.948	0	0	0	24.733	35.958	0	68.154	6,60	30	0	433.959
24	370.296	11.948	0	0	35.115	35.635	0	0	65.931	6,60	30	0	432.038
25	398.012	23.896	0	0	24.251	29.075	10.281	0	71.892	6,60	30	0	470.621

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	troškovi korištenja (godišnji)			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjeg rasta troškova energije				ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar					
26	410.135	28.675	0	0	0	27.954	32.306	0	73.317	6,60	30	0	485.310
27	434.409	28.675	0	0	0	37.053	31.007	0	76.125	6,60	30	0	519.622
28	393.190	14.337	0	0	0	70.268	0	0	68.725	6,60	30	0	460.377
29	377.594	11.948	0	0	37.708	23.856	0	0	65.931	6,60	30	0	430.150
30	389.717	11.948	0	0	0	22.813	35.958	0	68.154	6,60	30	0	441.289
31	379.546	11.948	0	0	35.115	33.715	0	0	65.931	6,60	30	0	439.368
32	407.262	23.896	0	0	24.251	27.156	10.281	0	71.892	6,60	30	0	477.951
33	419.385	28.675	0	0	0	26.034	32.306	0	73.317	6,60	30	0	492.640
34	443.659	28.675	0	0	0	35.134	31.007	0	76.125	6,60	30	0	526.952
35	402.440	14.337	0	0	0	68.349	0	0	68.725	6,60	30	0	467.707
36	205.590	11.948	0	0	278.679	45.505	0	0	49.120	6,60	30	0	524.806

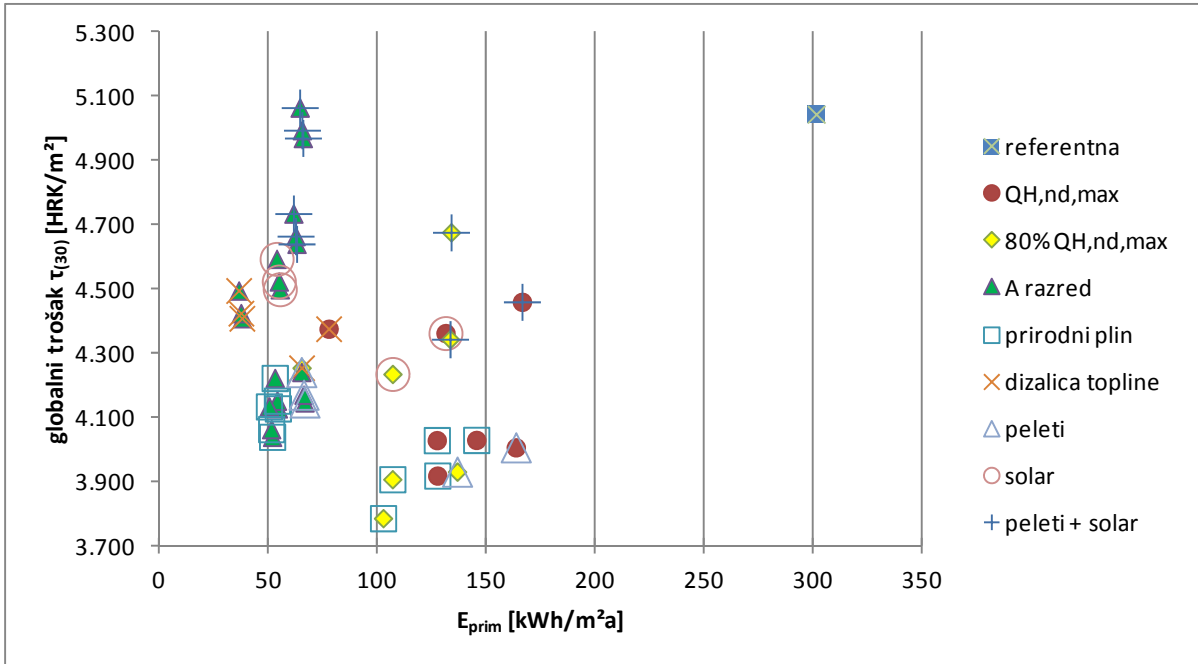
Tablica 9-10 Makroekonomska analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	godišnji troškovi korištenja			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije				trošak emisija stakleničkih plinova	ostatak vrijednosti	diskontna stopa (različite stope za makroekonomsku i financijsku kalkulaciju)	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar						
0	164.472	9.558	0	0	222.943	36.404	0	0	29.240	53.640	5,50	30	0	495.252
1	218.266	9.558	0	0	104.537	23.120	0	0	14.000	54.484	5,50	30	0	314.996
2	223.115	9.558	0	0	90.433	22.595	0	0	12.235	56.069	5,50	30	0	301.866
3	233.287	15.293	0	0	0	22.105	80.879	0	3.238	58.497	5,50	30	0	296.306
4	228.081	9.558	0	0	85.225	32.019	0	0	12.043	56.069	5,50	30	0	310.856
5	246.849	19.117	0	0	79.006	25.341	8.780	0	11.193	60.329	5,50	30	0	329.957
6	257.022	22.940	0	0	0	24.830	81.444	0	3.384	61.950	5,50	30	0	327.670

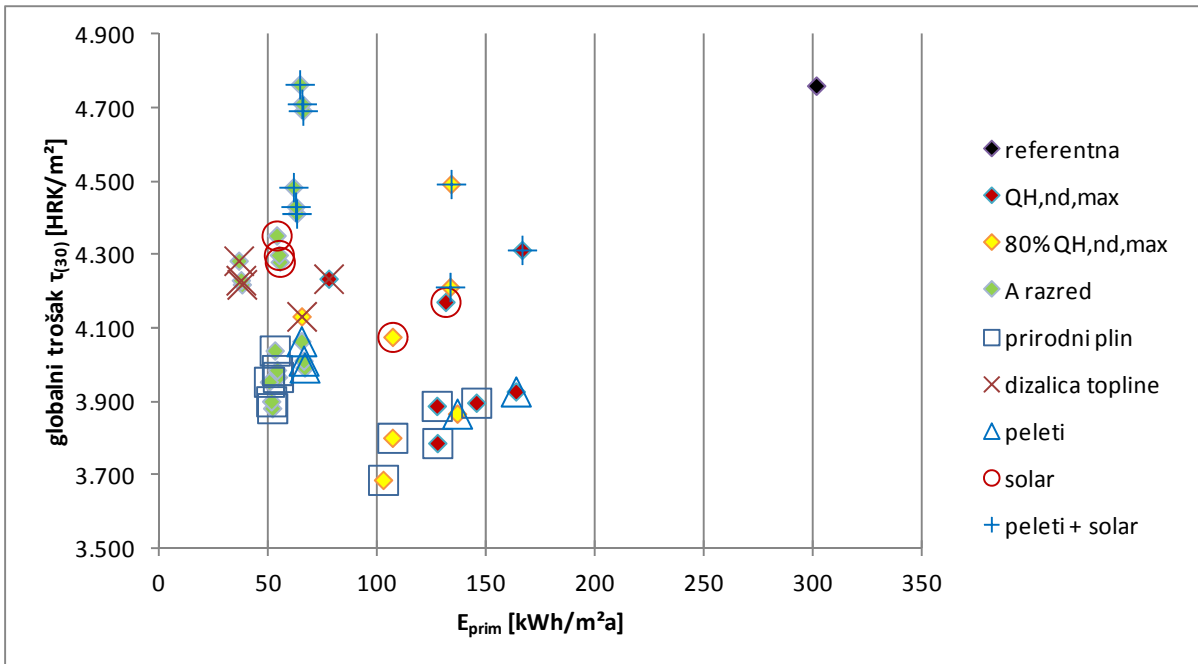
varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	godišnji troškovi korištenja			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije				trošak emisija stakleničkih plinova	ostatak vrijednosti	diskontna stopa (različite stope za makroekonomsku i financijsku kalkulaciju)	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar						
7	252.168	11.470	0	0	0	116.958	0	0	5.591	59.678	5,50	30	0	326.509
8	233.812	9.558	0	0	70.647	22.159	0	0	9.773	66.730	5,50	30	0	279.219
9	243.510	15.293	0	0	0	21.558	66.426	0	2.822	69.158	5,50	30	0	280.452
10	236.320	9.558	0	0	69.303	31.088	0	0	10.034	66.730	5,50	30	0	289.573
11	257.546	19.117	0	0	59.665	25.101	8.700	0	8.794	70.775	5,50	30	0	308.149
12	267.244	22.940	0	0	0	24.404	63.652	0	2.884	72.321	5,50	30	0	308.803
13	287.610	22.940	0	0	0	32.625	60.932	0	3.203	75.438	5,50	30	0	331.873
14	262.410	11.470	0	0	0	98.255	0	0	4.697	70.099	5,50	30	0	306.733
15	292.675	9.558	0	0	30.166	21.289	0	0	4.739	71.467	5,50	30	0	286.960
16	302.373	9.558	0	0	0	20.455	28.767	0	1.754	73.895	5,50	30	0	289.012
17	294.236	9.558	0	0	28.092	29.176	0	0	4.860	71.467	5,50	30	0	294.456
18	316.410	19.117	0	0	19.401	23.929	8.225	0	3.759	77.976	5,50	30	0	312.864
19	326.108	22.940	0	0	0	23.031	25.845	0	1.798	79.532	5,50	30	0	320.190
20	345.527	22.940	0	0	0	30.311	24.806	0	2.118	82.598	5,50	30	0	343.103
21	312.552	11.470	0	0	0	56.883	0	0	2.719	75.049	5,50	30	0	308.575
22	294.675	9.558	0	0	30.166	20.620	0	0	4.707	71.999	5,50	30	0	287.728
23	304.373	9.558	0	0	0	19.787	28.767	0	1.722	74.426	5,50	30	0	289.781
24	296.236	9.558	0	0	28.092	28.508	0	0	4.828	71.999	5,50	30	0	295.224
25	318.410	19.117	0	0	19.401	23.260	8.225	0	3.727	78.508	5,50	30	0	313.632
26	328.108	22.940	0	0	0	22.363	25.845	0	1.766	80.064	5,50	30	0	320.958
27	347.527	22.940	0	0	0	29.643	24.806	0	2.086	83.130	5,50	30	0	343.872
28	314.552	11.470	0	0	0	56.215	0	0	2.687	75.049	5,50	30	0	309.875
29	302.075	9.558	0	0	30.166	19.084	0	0	4.633	71.999	5,50	30	0	293.519
30	311.773	9.558	0	0	0	18.251	28.767	0	1.648	74.426	5,50	30	0	295.571
31	303.636	9.558	0	0	28.092	26.972	0	0	4.755	71.999	5,50	30	0	301.015

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	godišnji troškovi korištenja			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije				trošak emisija stakleničkih plinova	ostatak vrijednosti	diskontna stopa (različite stope za makroekonomsku i financijsku kalkulaciju)	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar						
32	325.810	19.117	0	0	19.401	21.724	8.225	0	3.653	78.508	5,50	30	0	319.423
33	335.508	22.940	0	0	0	20.827	25.845	0	1.693	80.064	5,50	30	0	326.749
34	354.927	22.940	0	0	0	28.107	24.806	0	2.013	83.130	5,50	30	1	349.664
35	321.952	11.470	0	0	0	54.679	0	0	2.614	75.049	5,50	30	2	315.668

9.1.1. Troškovno optimalna analiza - rezultati



Slika 9-1 Rezultati troškovno optimalne analize - mikroekonomska analiza

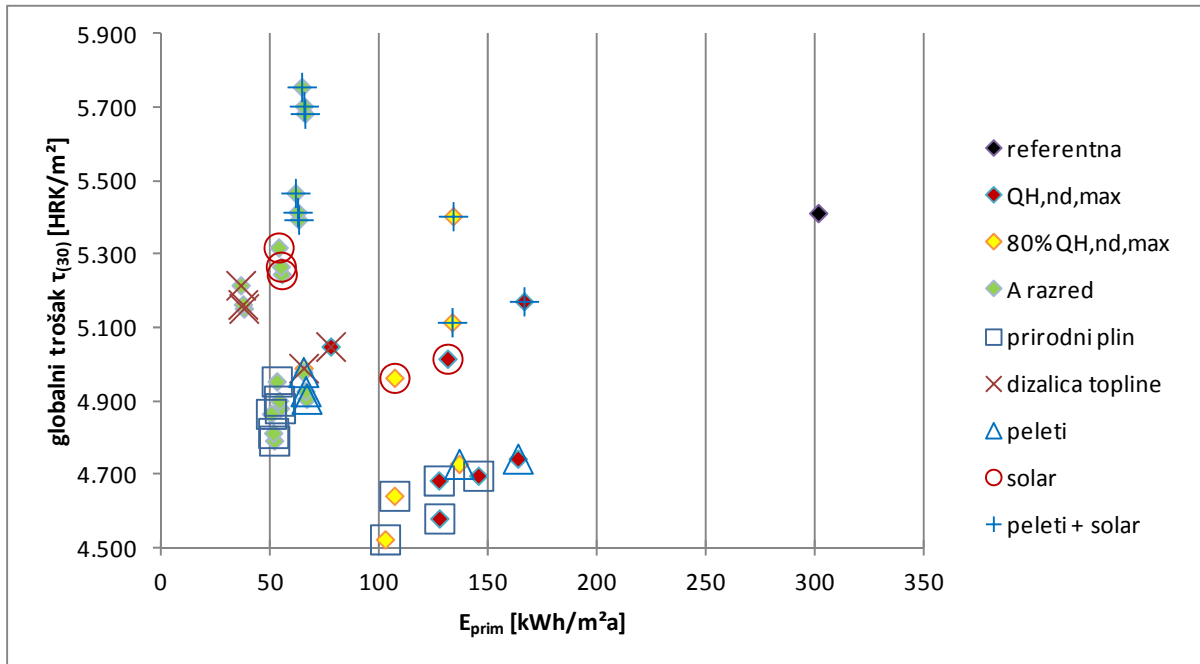


Slika 9-2 Rezultati troškovno optimalne analize - makroekonomska analiza

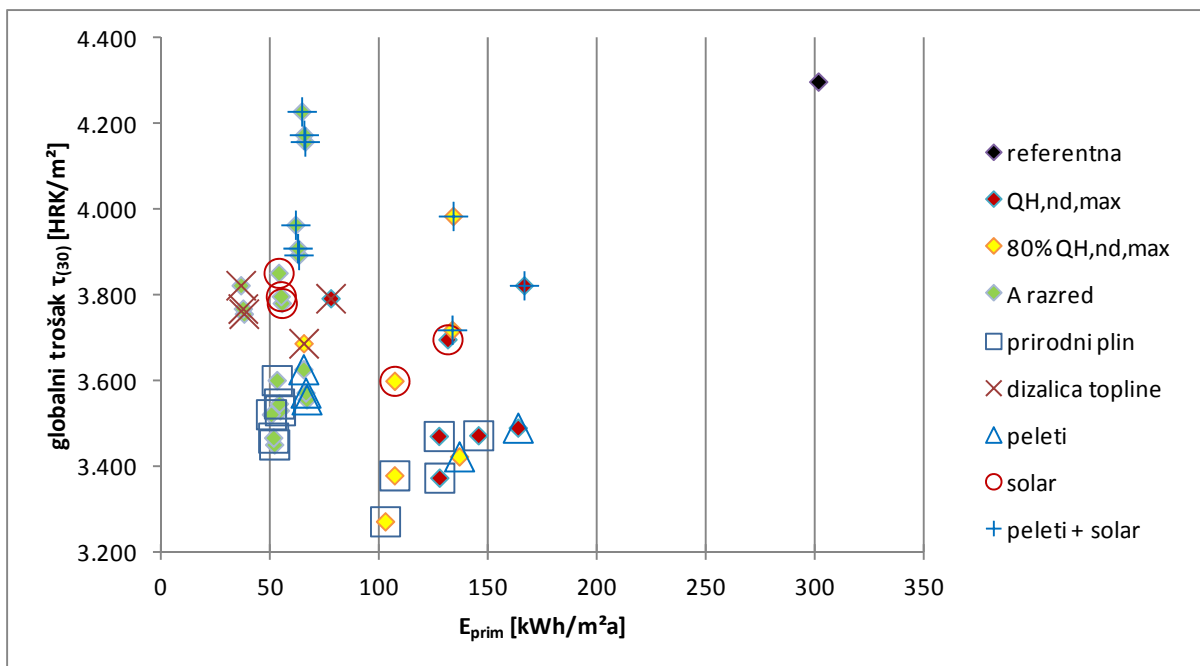
Uz zadane početne uvjete, za zgradu građenu od 1987. godine troškovno optimalnu razinu rekonstrukcije predstavlja razina $E_{prim} = 102 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

9.1.2. Analiza osjetljivosti

Promjena diskontne stope

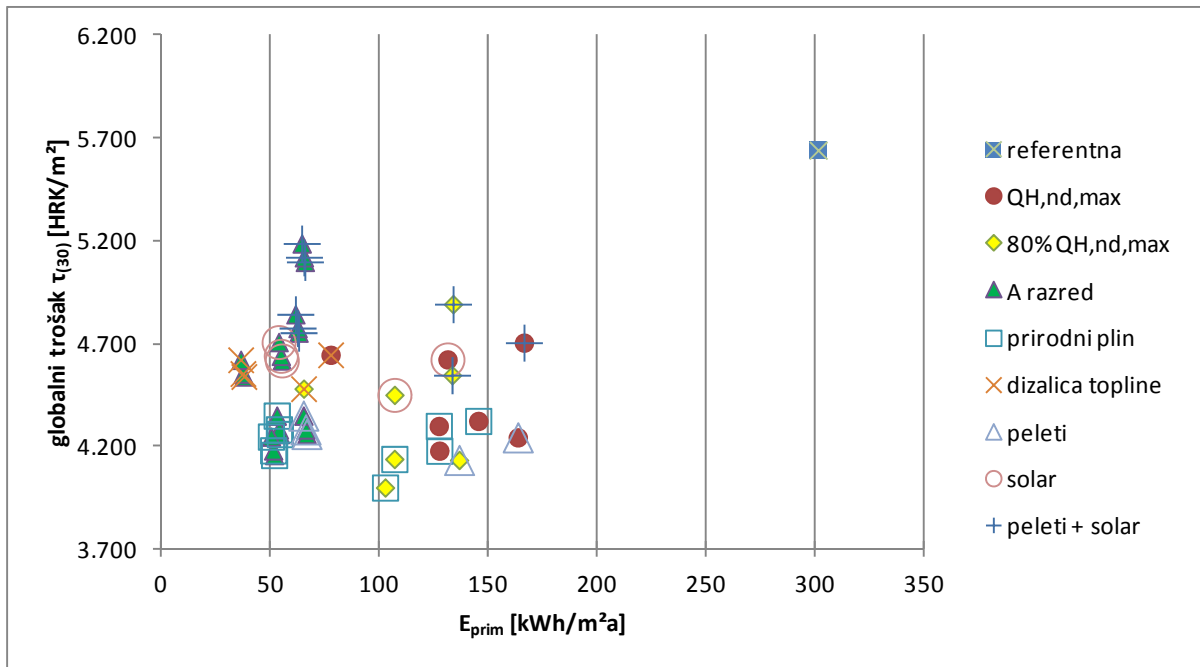


Slika 9-3 SDR = 3,30% - makro ekonomska analiza

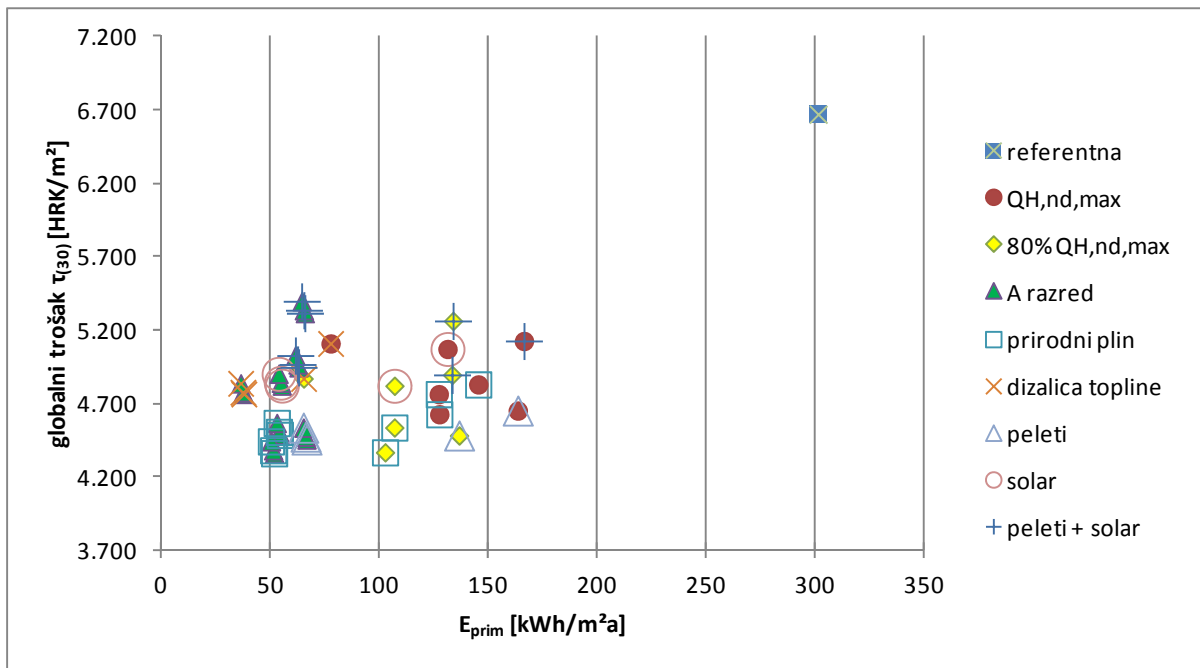


Slika 9-4 SDR = 10,00% - makro ekonomska analiza

Stopa rasta cijena energije



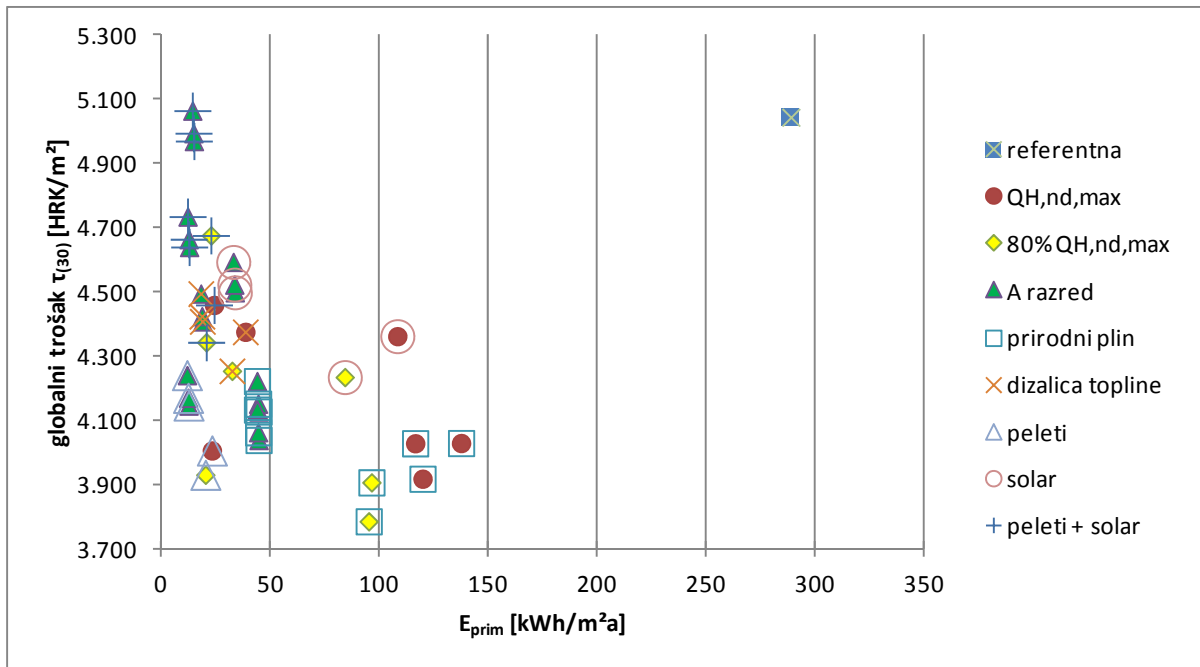
Slika 9-5 $R_e=4,00\%$



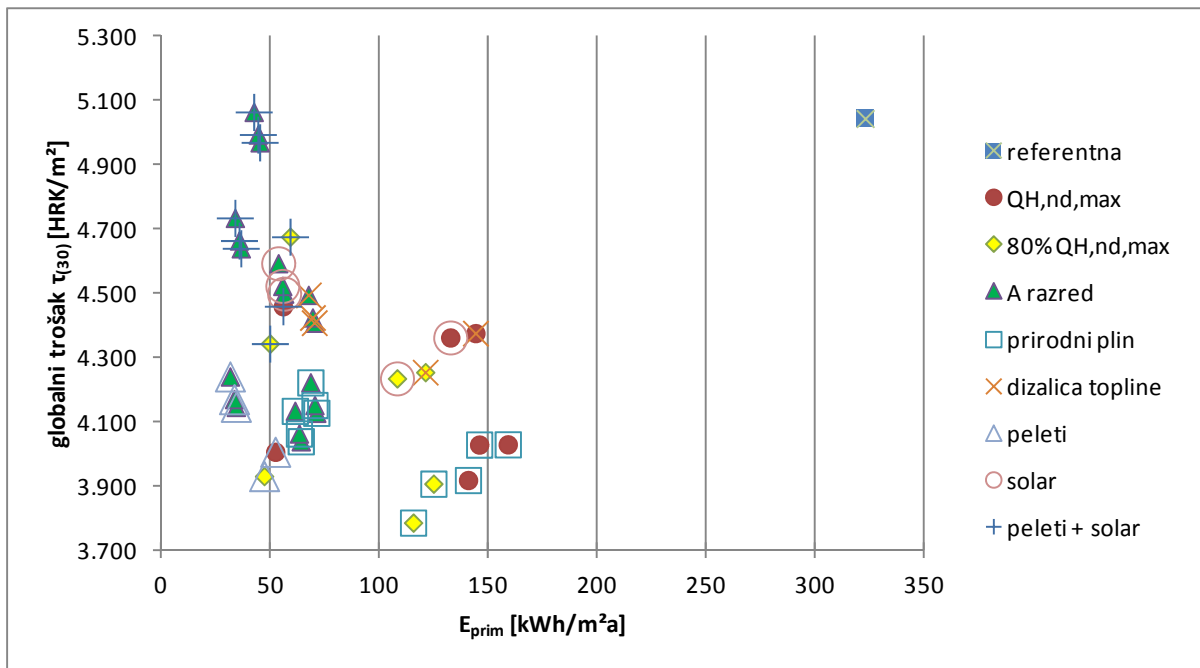
Slika 9-6 $R_e=5,60\%$

Sa dvostruko višom stopom rasta cijena energenata troškovno optimalna razina se spušta na $E_{prim}=55 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

Korištenje neobnovljive komponente faktora primarne energije

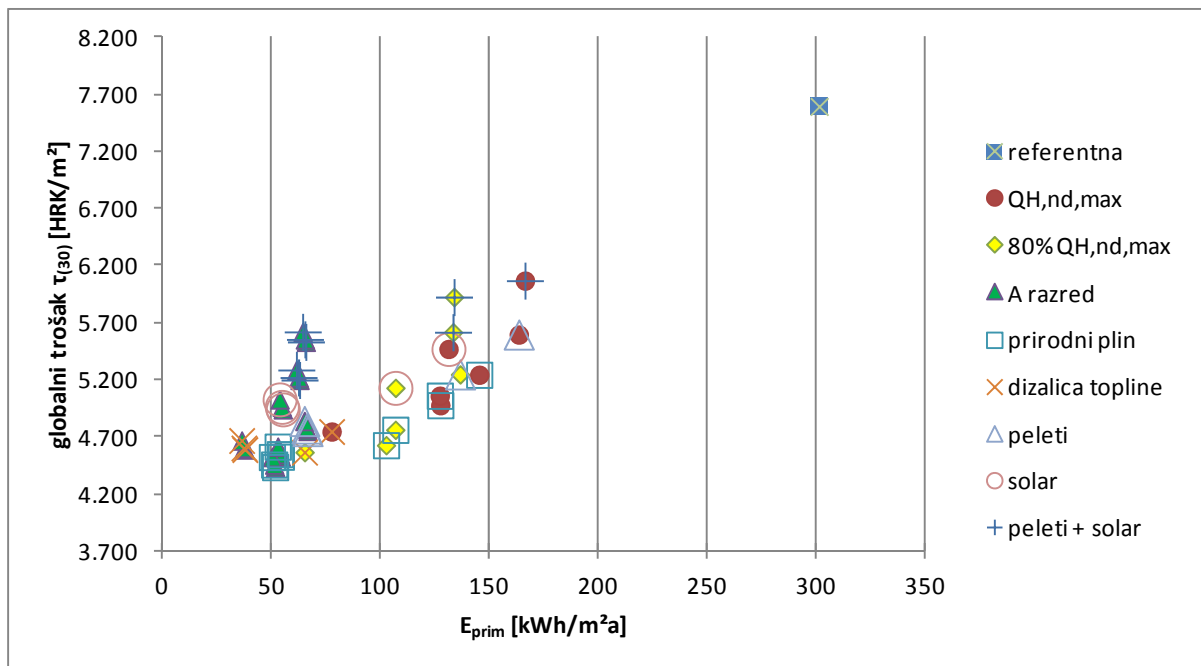


Slika 9-7 Primjena neobnovljive komponente faktora primarne energije



Slika 9-8 Primjena faktora primarne energije iz Pravilnika o energetske certifikiranju zgrada

Promjena trenutačne cijene energije prema okruženju



Slika 9-9 Cijene energije u Sloveniji

10. JEDNOOBITELJSKA ZGRADA IZGRAĐENA DO 1970. GODINE - PRIMORSKA HRVATSKA

Opis građevinskog dijela zgrade, tehničkih sustava i rasvjete

Svi građevni elementi su pretpostavljeni karakteristično za razdoblju gradnje, a poboljšanja prema statističkim istraživanjima i anketama.

Kuća je zidana prirodnim kamenom u produžnom mortu. Vanjski nosivi zidovi su debljine 45 cm, bez izolacije, ožbukani iznutra. Unutarnji zidovi su 45 cm obostrano ožbukani. Na 19,03% kuća je zid naknadno poboljšan toplinskom izolacijom (ekspandirani polistiren – EPS) u debljini 6 cm s tankoslojnom žbukom (ETICS fasadni sustav).

Koeficijent prolaska topline nesaniranog zida $U=1,96 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Koeficijent prolaska topline saniranog zida $U=0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Podna konstrukcija je betonska podloga na 2 cm ekspandiranog polistirena (EPS) na hidroizolaciji i betonskoj podlozi.

Koeficijent prolaska topline podne konstrukcije $U=1,24 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Stropna konstrukcija prema zatvorenom negrijanom tavanu izvedena je od drvenog grednika na osnom razmaku 1 m. Grede su u podgledu obložene daščanom oplatom, trstikom i žbukom, a pod tavana je daščana oplata.

Na 24,77% kuća stropna konstrukcija je poboljšana polaganjem mineralne vune (MW) kaširane staklenim voalom debljine 10 cm s tavana strane konstrukcije.

Koeficijent prolaska topline nesanirane stropne konstrukcije $U=1,12 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Koeficijent prolaska topline sanirane stropne konstrukcije $U=0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Krovište je drveno, pokrov kupom kanalicom, a tavana prostor je negrijan i slabo provjetran, te sudjeluje u toplinskom otporu stropa iznad grijanog prostora prizemlja.

Konstrukcija krovišta nije uključena u ovojnici grijanog dijela kuće.

Originalni prozori iz razdoblja gradnje kuće su drvena stolarija ostakljena jednostrukim staklom $d=4 \text{ mm}$ u drvenom okviru od crnogorice debljine 6 cm. Zaštita od sunca predviđena je griljama ili roletama.

Karakteristike originalnih prozora su: $U_w=4,65 \text{ W/m}^2\text{K}$; $F_c=0,30$; $g_{\perp}=0,87$.

Na 58,61% kuća prozori su zamijenjeni PVC stolarijom, ostakljenje IZO staklom 4+16+4 mm u trokomornim okvirima.

Karakteristike novih prozora su: $U_w=2,38 \text{ W/m}^2\text{K}$; $F_c=0,30$; $g_{\perp}=0,80$.

Ulazna vrata su od masiv drveta debljine 4 cm, $U=3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

S obzirom na kombinaciju novih i starih prozora te izloženost klimatskim uvjetima pretpostavljeni broj izmjena zraka je $n=0,9 \text{ h}^{-1}$.

Za grijanje pojedinih prostorija koriste se električne grijalice ukupne snage 3.5 kW. Regulacija rada pojedine grijalice je pomoću vlastitog termostata.

Za pripremu potrošne tople vode (PTV) koristi se električni akumulacijski bojler zapremine 100 Litara. Cijevi razvoda PTV-a su neizolirane, $\psi=1$ W/mK, i prolaze kroz grijane prostore. Nema cirkulacijske petlje. Temperatura PTV je 60°C.

Tablica 10-1 Mjerodavni podaci za izračun energetske svojstva zgrade (tablica 3 prema predlošku izvještaja)

proračun	proračun izvršen prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, Pravilniku o energetskim pregledima građevina i energetskom certificiranju zgrada te Metodologiji provođenja energetskih pregleda građevina				
	faktori konverzije primarne energije	električna energija	1,6153		
		prirodni plin	1,0965		
		peleti	1,1955		
		solarna	1,0484		
meteorološki uvjeti	lokacija		Split Marjan 43°31' N 16°26' E		
	stupanj dani grijanja		1437,7	HDD	
	stupanj dani hlađenja		4363	CDH	
	izvor meteoroloških podataka		Prilog E Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama		
	opis terena		predgrađa, bez utjecaja susjednih zgrada		
geometrija zgrade	duljina x širina x visina		10,0 x 9,4 x 2,8	m x m x m	
	ploština korisne površine		72,19	m ²	
	broj etaža		1,00	-	
	faktor oblika		1,11	m ² /m ³	
	udio prozora u ukupnoj vanjskoj ovojnici	jug		2,87	m ²
		istok		1,44	m ²
		sjever		1,80	m ²
		zapad		1,80	m ²
orijentacija		180	°		
unutarnji dobici	namjena		jednoobiteljska zgrada		
	prosječni toplinski dobici od korisnika		5,00	W/m ²	
	specifična električna snaga sustava rasvjete		11,59	W/m ²	
	specifična električna snaga električne opreme		0,00	W/m ²	
građevni	prosječni koeficijent prolaska topline zidova		0,45-1,96	W/m ² K	

dijelovi	prosječni koeficijent prolaska topline krova		0,29-1,12	W/m ² K
	prosječni koeficijent prolaska topline podruma		1,24	W/m ² K
	prosječni koeficijent prolaska topline prozora		2,38-4,65	W/m ² K
	toplinski mostovi	ukupna duljina	50	m
		prosječni linijski koeficijent prolaska topline	0,04	W/mK
	toplinski kapacitet prema jedinici površine	ukupni toplinski kapacitet za zgradu J/m ² K	132652800	J/m ² K
				J/m ² K
				J/m ² K
	vrsta zasjenjenja		grilje ili rolete	
	prosječni g-faktor	ostakljenje	0,80-0,87	-
		ostakljenje + zasjenjenje	0,24-0,26	-
	infiltracija		0,60	1/h
prirodna ventilacija		0,30	1/h	
tehnički sustavi	ventilacija	broj izmjena zraka u satu	-	1/h
		stupanj povrata topline	-	%
	efikasnost sustava grijanja	proizvodnja	99,98	%
		razvod	93,45	%
		emisija	85,55	%
		upravljanje	88,00	%
	efikasnost sustava hlađenja	proizvodnja		%
		razvod		%
		emisija		%
		upravljanje		%
	efikasnost sustava pripreme PTV	proizvodnja	99,98	%
		razvod	93,47	%
postavne temperature i režimi korištenja	postavna temperatura	zimi	20	°C
		ljeti	-	°C
	postavna vlažnost	zimi	-	%
		ljeti	-	%
	režimi korištenja i upravljanje	zaposjednutost	24/7	
		rasvjeta	24/7	
		uređaji	24/7	
		ventilacija	24/7	
		grijanje	24/7	
hlađenje		24/7		
potrebna energija	(toplinski) energetski doprinos glavnih pasivnih strategija	1	0,00	kWh/a

		2	0,00	kWh/a
		3	0,00	kWh/a
	potrebna energija za grijanje		12339,43	kWh/a
	potrebna energija za hlađenje		0,00	kWh/a
	potrebna energija za PTV		902,38	kWh/a
	potrebna energija za ostale potrebe (ovlaživanje, odvlaživanje)		-	kWh/a
	korisna energija za ventilaciju		-	kWh/a
	korisna energija za rasvjetu		837,00	kWh/a
	korisna energija za ostalo (uređaji, vanjska rasvjeta, pomoćni sustavi, itd.)		352,31	kWh/a
proizvodnja energije na lokaciji	toplinska energija iz obnovljivih izvora (npr. solarni kolektori)		0,00	kWh/a
	električna energija proizvedena u zgradi i korištena na lokaciji		0,00	kWh/a
	električna energija proizvedena u zgradi i izvezena na tržište		0,00	kWh/a
potrošnja energije	isporučena energija	električna energija	17.266,25	kWh/a
		prirodni plin	0,00	kWh/a
		drugo (biomasa, daljinsko grijanje / hlađenje, itd.)	0,00	kWh/a
	primarna energija / po energentima	električna energija	27.890,21	kWh/a
		prirodni plin	0,00	kWh/a
	primarna energija ukupno		27.890,21	kWh/a
	primarna energija specifična		386,34	kWh/m ² a

Tablica 10-2 Mjere primijenjene na vanjskoj ovojnici zgrade (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
izolacija vanjskog zida	80,97% zid od prirodnog kamena debljine 45 cm ožbukani prema interijeru bez toplinske izolacije. 19,03% zidova poboljšano je dodavanjem ETICS sustava (EPS s $\lambda = 0,035$ W/mK – 6 cm)	dodatni ETICS sustav toplinske izolacije zidova (ekspandirani polistiren (EPS) prema HRN EN 13163 s $\lambda \leq 0,035$ W/mK - 8 cm, XPS ili EPS ploče za perimetralnu toplinsku izolaciju u zoni podnožja 8 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK, u visini min. 30 cm od vanjskog uređenog terena)	dodatni ETICS sustav toplinske izolacije zidova (ekspandirani polistiren (EPS) prema HRN EN 13163 s $\lambda \leq 0,035$ W/mK - 8 cm, XPS ili EPS ploče za perimetralnu toplinsku izolaciju u zoni podnožja 8 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK, u visini min. 30 cm od vanjskog uređenog terena)	ETICS sustav toplinske izolacije na svim zidovima (EPS-F grafitni s $\lambda \leq 0,032$ W/mK - 20 cm, XPS ili EPS ploče za perimetralnu toplinsku izolaciju u zoni podnožja 20 cm s $\lambda \leq 0,033$ W/mK, u visini min. 30 cm od vanjskog uređenog terena)
izolacija krova (stropne konstrukcije prema tavanu)	75,23% drveni grednik na osnovom razmaku 1 m, grede u podgledu obložene daščanom oplatom, trstikom i žbukom, a pod tavana je daščana oplata. 24,77% stropnih konstrukcija poboljšano filcem mineralne vune (MW s $\lambda \leq 0,035$ W/mK debljine 10 cm s tavana strane konstrukcije)		dodatna toplinska izolacija MW u filcu 5 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK na stropu prema tavanu, kaširana staklenim voalom na strani zračnog sloja	toplinska izolacija MW u filcu 20 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK na cijelom stropu prema tavanu, kaširana staklenim voalom na strani zračnog sloja

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
prozori	<p>41,39% originalni prozori - stolarija ostakljena jednostrukim staklom d=4 mm u drvenom okviru od crnogorice debljine 6 cm. Zaštita od sunca predviđena je griljama ili roletama.</p> <p>58,61% nova PVC stolarija, ostakljenje IZO staklom 4+16+4 mm u trokomornim okvirima. Zaštita od sunca predviđena je griljama ili roletama.</p>			<p>zamjena svih postojećih prozora novim prozorima (PVC okviri sa 5 komora, ostakljeni dvostrukim Low-E staklom punjenim argonom 90%, $U_f \leq 1,20$ W/m²K, $U_g \leq 0,90$ W/m²K $g^{\wedge} = 0,40$, $F_f = 0,70$)</p>
redukcija toplinskih mostova i prirodnog provjetravanja	<p>$n_{min}=0,90$</p> <p>toplinski mostovi postoje na spojevima 2 vanjska zida, vanjskog zida i stropa i na spoju zida i poda (temelja)</p>	<p>$n_{min} = 0,50$ (prirodno provjetravanje)</p> <p>pravilnom postavom toplinske izolacije prekinuti će se svi toplinski mostovi na spojevima 2 vanjska zida</p>	<p>$n_{min} = 0,50$ (prirodno provjetravanje)</p> <p>pravilnom postavom toplinske izolacije prekinuti će se svi toplinski mostovi na spojevima 2 vanjska zida, te vanjskog zida i stropa prema tavanu</p>	<p>$n_{min} = 0,50$ (prirodno provjetravanje)</p> <p>produljenje toplinskog mosta kod temelja: vertikalna (u duljini 80 cm) i horizontalna (u duljini 70 cm) rubna izolacija - ekstrudirani polistiren (XPS, $\lambda \leq 0,033$ W/mK), debljina ploča XPS-a = 10 cm</p> <p>pravilnom postavom toplinske izolacije prekinuti će se svi toplinski mostovi na spojevima 2 vanjska zida, te vanjskog zida i stropa prema tavanu</p>

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
izolacija poda	podna konstrukcija je betonska podloga na 2 cm ekspaniranog polistirena (EPS), na hidroizolaciji i donjoj betonskoj podlozi.	nema zahvata na podnoj konstrukciji	nema zahvata na podnoj konstrukciji	nema zahvata na podnoj konstrukciji
vrata	vrata od masiv drveta 4 cm	▪ sva postojeća vrata zamijenjena novima, sa toplinski izoliranim vratnim krilom $U \leq 2,0$ W/m ² K	▪ sva postojeća vrata zamijenjena novima, sa toplinski izoliranim vratnim krilom $U \leq 2,0$ W/m ² K	▪ sva postojeća vrata zamijenjena novima, sa toplinski izoliranim vratnim krilom $U \leq 1,00$ W/m ² K

Tablica 10-3 Mjere primijenjene na sustavu grijanja (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
sustav grijanja	ogrjevna tijela:el.grijalice	ogrjevna tijela: radijatori	ogrjevna tijela: radijatori	ogrjevna tijela: radijatori
predaja	smještaj:vanjski zidovi	smještaj:vanjski zidovi	smještaj:vanjski zidovi	smještaj:vanjski zidovi
	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)+termostat vent. (2K)	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)+termostat vent. (2K)	regulacija: preko ref. prostorije+PI regulator s funkc. optimizac
razvod	nema	temperatura: 70/55°C	temperatura: 55/40°C	temperatura: 70/55°C
		smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi
		regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi

	izolacija:	izolacija: $Y = 0,2-0,3W/mK$	izolacija: $Y = 0,2-0,3W/mK$	izolacija: $Y = 0,2-0,3W/mK$
proizvodnja	generator topl.:el.grijalice	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler	generator topl.: kotao na pelete
	snaga: 10 kW	snaga: 20 kW	snaga: 18 kW	snaga: 14 kW
mjera	varijanta 4	varijanta 5	varijanta 6	varijanta 7
sustav grijanja	ogrjevna tijela: podno grijanje	ogrjevna tijela: radijatori	ogrjevna tijela: radijatori	ogrjevna tijela: podno grijanje
predaja	smještaj:izolirani pod	smještaj:vanjski zidovi	smještaj:vanjski zidovi	smještaj:izolirani pod
	regulacija: PI regulator,	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)+termostat vent. (2K)	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)+termostat vent. (2K)	regulacija: PI regulator,
razvod	temperatura: 45/35°C	temperatura: 55/40°C	temperatura: 70/55°C	temperatura: 45/35°C
	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi
	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi
		izolacija: $Y = 0,2-0,3W/mK$	izolacija: $Y = 0,2-0,3W/mK$	
proizvodnja	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: dizalica topline zrak-voda (pom grijač)
	snaga: 18 kW	snaga: 18 kW	8,8 kW (A2/W45)	snaga: 11 kW (A7/W35)
mjera	varijanta 8	varijanta 9		
sustav grijanja	ogrjevna tijela: podno grijanje	ogrjevna tijela: podno grijanje		
predaja	smještaj:izolirani pod	smještaj:izolirani pod		

	regulacija: PI regulator,	regulacija: PI regulator,
razvod	temperatura: 45/30°C	temperatura: 45/35°C
	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi
	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi
	izolacija: $\lambda = 0,2-0,3 \text{ W/mK}$	
produkcija	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: Dizalica topline
	snaga: 14 kW	5,4 kW (A2/W45)

Tablica 10-4 Mjere primijenjene na sustavu pripreme PTV (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
PTV	temperatura: 60°C, bez cirk. petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. petlje
razvod	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima
	izolacija: neizolir. $\lambda = 1 \text{ W/mK}$	izolacija: izolir. $\lambda = 0,2-0,3 \text{ W/mK}$	izolacija: izolir. $\lambda = 0,2-0,3 \text{ W/mK}$	izolacija: izolir. $\lambda = 0,2-0,3 \text{ W/mK}$
produkcija grijanje	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler	generator topl.: kotao na pelete
produkcija PTV	isti kao za grijanje	isti kao za grijanje	isti kao za grijanje	isti kao za grijanje
mjera	referentni primjer 4	varijanta 5	varijanta 6	varijanta 7

PTV	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	temperatura: 55°C, bez cirk. petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje
razvod	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima
	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK
proizvodnja grijanje	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: dizalica topline zrak-voda (pom grijač)	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler
proizvodnja PTV	isti kao za grij.+solarni toplov. sustav	isti kao za grijanje	isti kao za grij.+solarni toplov. sustav	isti kao za grij.+solarni toplov. sustav
	kolektori 3.8 m ²		kolektori 13.3 m ²	kolektori 3.8 m ²
	spremnik: 300 Lit		spremnik: 700 Lit	spremnik: 300 Lit

Tablica 10-5 Mjere primijenjene na sustavu ventilacije i hlađenja (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1
ventilacija (uključivo noćna ventilacija)		mehanička ventilacija s rekuperacijom $n > 0,65$
hlađenje prostora	ne	ne

Tablica 10-6 Mjere primijenjene na sustavu rasvjete (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3

rasvjeta		zamjena izvora svjetla s žarnom niti fluorescentnim ili kompaktnim fluorescentnim	zamjena izvora svjetlosti i svjetiljke (ugradnja regulacije/automata)	zamjena izvora svjetlosti, svjetiljke (ugradnja regulacije/automata) i obnova instalacije (relokacija)
----------	--	---	---	--

Tablica 10-7 Primijenjene kombinacije mjera u troškovno optimalnoj analizi (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	varijante po sustavima				
	ovojnica	grijanje	PTV	ventilacija	rasvjeta
0	referentna	referentni	referentni	referentni	referentni
1	1	1 (atm.)	1 (atm.)	referentni	1
2	1	2 (kond.)	2 (kond.)	referentni	1
3	1	4 (pelet PI)	3 (pelet)	referentni	1
4	1	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	referentni	1
5	1	6 (diz)	5 (diz.)	referentni	1
6	1	2 (kond.)	7 (solar)	referentni	1
7	1	5 (pelet)	4 (solar)	referentni	1
8	2	7 (kond.) PI	2 (kond.)	referentni	1
9	2	4 (pelet) PI	3 (pelet)	referentni	1
10	2	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	referentni	1
11	2	9 (diz.)	5 (diz.)	referentni	1
12	2	7 (kond. PI)	7 (sol.)	referentni	1
13	2	8 (sol. podno)	6 (sol. pod)	referentni	1
14	2	4 (pelet) PI	4 (solar)	referentni	1
15	3	7 (kond. PI)	2 (kond.)	1	1
16	3	4 (pelet) PI	3 (pelet)	1	1
17	3	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	1	1
18	3	9 (diz.)	5 (diz.)	1	1
19	3	7 (kond. PI)	7 (sol.)	1	1
20	3	8 (sol. podno)	6 (sol. pod.)	1	1
21	3	4 (pelet) PI	4 (solar)	1	1
22	3	7 (kond. PI)	2 (kond.)	1	2
23	3	4 (pelet) PI	3 (pelet)	1	2
24	3	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	1	2
25	3	9 (diz.)	5 (diz.)	1	2
26	3	7 (kond. PI)	7 (sol.)	1	2
27	3	8 (sol. podno)	6 (sol. pod.)	1	2
28	3	4 (pelet) PI	4 (solar)	1	2
29	3	7 (kond. PI)	2 (kond.)	1	3
30	3	4 (pelet) PI	3 (pelet)	1	3
31	3	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	1	3
32	3	9 (diz.)	5 (diz.)	1	3
33	3	7 (kond. PI)	7 (sol.)	1	3
34	3	8 (sol. podno)	6 (sol. pod.)	1	3
35	3	4 (pelet) PI	4 (solar)	1	3

Tablica 10-8 Proračun primarne energije po kombinacijama mjera energetske učinkovitosti (tablica 5 prema predlošku izvješća)

mjera / paket mjera / varijanta mjera	korisna energija [kWh/a]		konačna energija [kWh/a]					isporučena energija po izvoru [kWh/a]				primarna energija [kWh/m ² a]	$(E_{\text{prim,ref}} - E_{\text{prim}})/E_{\text{prim,ref}}$ %
	grijanje	hlađenje	grijanje	hlađenje	ventilacija	PTV	rasvjeta	prirodni plin	električna energija	biomasa - peleti	solar		
0	12339	0	14601	0	0	1829	837	0	17266	0	0	386	0%
1	6502	0	8092	0	0	1078	366	8734	802	0	0	151	61%
2	6502	0	6954	0	0	1002	366	7520	802	0	0	132	66%
3	6502	0	8273	0	0	1297	366	0	780	9156	0	169	56%
4	6502	0	6817	0	0	1000	366	7033	1149	0	0	133	66%
5	6502	0	5673	0	0	708	366	5824	923	1781	0	139	64%
6	6502	0	6937	0	0	887	366	0	896	9075	0	170	56%
7	6502	0	6881	0	0	1799	366	0	3493	0	0	78	80%
8	3873	0	3913	0	0	1000	366	4495	784	0	0	86	78%
9	3873	0	4947	0	0	1233	366	0	755	5791	0	113	71%
10	3873	0	4049	0	0	998	366	4305	1108	0	0	90	77%
11	3873	0	2666	0	0	719	366	2855	896	1706	0	92	76%
12	3873	0	3253	0	0	815	366	0	863	5277	0	107	72%
13	3873	0	1759	0	0	1073	366	0	1156	5249	0	113	71%
14	3873	0	3967	0	0	1789	366	0	2429	0	0	54	86%
15	1712	0	1711	0	0	997	366	2325	749	0	0	52	87%
16	1712	0	2197	0	0	1186	366	0	720	3029	0	66	83%
17	1712	0	1781	0	0	996	366	2111	1033	0	0	55	86%
18	1712	0	670	0	0	707	366	899	844	1533	0	58	85%
19	1712	0	805	0	0	719	366	0	812	2611	0	61	84%

mjera / paket mjera / varijanta mjera	korisna energija [kWh/a]		konačna energija [kWh/a]					isporučena energija po izvoru [kWh/a]				primarna energija [kWh/m ² a]	$(E_{\text{prim,ref}} - E_{\text{prim}})/E_{\text{prim,ref}}$ %
	grijanje	hlađenje	grijanje	hlađenje	ventilacija	PTV	rasvjeta	prirodni plin	električna energija	biomasa - peleti	solar		
20	1712	0	664	0	0	910	366	0	1072	3140	0	76	80%
21	1712	0	1559	0	0	1792	366	0	1724	0	0	39	90%
22	1712	0	1711	0	0	997	318	2325	701	0	0	51	87%
23	1712	0	2197	0	0	1186	318	0	672	3029	0	65	83%
24	1712	0	1781	0	0	996	318	2111	985	0	0	54	86%
25	1712	0	670	0	0	707	318	899	796	1533	0	57	85%
26	1712	0	805	0	0	719	318	0	764	2611	0	60	84%
27	1712	0	664	0	0	910	318	0	1024	3140	0	75	81%
28	1712	0	1559	0	0	1792	318	0	1676	0	0	38	90%
29	1712	0	1711	0	0	997	290	2325	673	0	0	50	87%
30	1712	0	2197	0	0	1186	290	0	644	3029	0	65	83%
31	1712	0	1781	0	0	996	290	2111	957	0	0	53	86%
32	1712	0	670	0	0	707	290	899	768	1533	0	56	85%
33	1712	0	805	0	0	719	290	0	736	2611	0	60	85%
34	1712	0	664	0	0	910	290	0	996	3140	0	74	81%
35	1712	0	1559	0	0	1792	290	0	1648	0	0	37	90%

Tablica 10-9 Mikroekonomska (financijska) analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	troškovi korištenja (godišnji)			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjeg rasta troškova energije				ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar					
0	333.087	11.948	0	0	0	506.081	0	0	68.104	6,60	30	0	814.578
1	392.563	11.948	0	0	92.649	23.499	0	0	76.199	6,60	30	0	481.108
2	398.624	11.948	0	0	79.771	23.506	0	0	77.652	6,60	30	0	474.971
3	411.339	19.117	0	0	0	22.850	71.566	0	79.874	6,60	30	0	487.803
4	403.084	11.948	0	0	74.605	33.683	0	0	77.652	6,60	30	0	484.443
5	428.292	23.896	0	0	61.782	27.057	13.924	0	81.552	6,60	30	0	520.492
6	441.008	28.675	0	0	0	26.276	70.931	0	83.037	6,60	30	0	533.614
7	424.596	14.337	0	0	0	102.392	0	0	80.956	6,60	30	0	506.392
8	401.360	11.948	0	0	47.680	22.977	0	0	78.026	6,60	30	0	444.712
9	413.482	19.117	0	0	0	22.135	45.263	0	80.249	6,60	30	0	462.552
10	403.521	11.948	0	0	45.666	32.486	0	0	78.026	6,60	30	0	454.368
11	431.028	23.896	0	0	30.283	26.260	13.338	0	81.730	6,60	30	0	489.815
12	443.150	28.675	0	0	0	25.298	41.248	0	83.146	6,60	30	0	504.509
13	468.968	28.675	0	0	0	33.883	41.027	0	86.000	6,60	30	0	540.965
14	425.945	14.337	0	0	0	71.201	0	0	81.111	6,60	30	0	476.001
15	337.159	11.948	0	0	24.663	21.966	0	0	60.114	6,60	30	0	376.650
16	349.282	11.948	0	0	0	21.104	23.672	0	62.337	6,60	30	0	388.729
17	338.308	11.948	0	0	22.391	30.275	0	0	60.114	6,60	30	0	383.836
18	366.827	23.896	0	0	9.541	24.738	11.983	0	66.075	6,60	30	0	423.960
19	378.950	28.675	0	0	0	23.802	20.406	0	67.500	6,60	30	0	439.943
20	404.437	28.675	0	0	0	31.428	24.545	0	70.307	6,60	30	0	479.433
21	352.376	14.337	0	0	0	50.540	0	0	63.394	6,60	30	0	402.551
22	339.659	11.948	0	0	24.663	20.559	0	0	60.601	6,60	30	0	378.590

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	troškovi korištenja (godišnji)			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjeg rasta troškova energije				ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar					
23	351.782	11.948	0	0	0	19.697	23.672	0	62.824	6,60	30	0	390.668
24	340.808	11.948	0	0	22.391	28.868	0	0	60.601	6,60	30	0	385.776
25	369.327	23.896	0	0	9.541	23.331	11.983	0	66.561	6,60	30	0	425.900
26	381.450	28.675	0	0	0	22.395	20.406	0	67.986	6,60	30	0	441.882
27	406.937	28.675	0	0	0	30.021	24.545	0	70.794	6,60	30	0	481.372
28	354.876	14.337	0	0	0	49.133	0	0	63.394	6,60	30	0	403.644
29	348.909	11.948	0	0	24.663	19.738	0	0	60.601	6,60	30	0	387.019
30	361.032	11.948	0	0	0	18.876	23.672	0	62.824	6,60	30	0	399.098
31	350.058	11.948	0	0	22.391	28.047	0	0	60.601	6,60	30	0	394.205
32	378.577	23.896	0	0	9.541	22.511	11.983	0	66.561	6,60	30	0	434.329
33	390.700	28.675	0	0	0	21.574	20.406	0	67.986	6,60	30	0	450.311
34	416.187	28.675	0	0	0	29.200	24.545	0	70.794	6,60	30	0	489.801
35	364.126	14.337	0	0	0	48.312	0	0	63.394	6,60	30	0	412.074

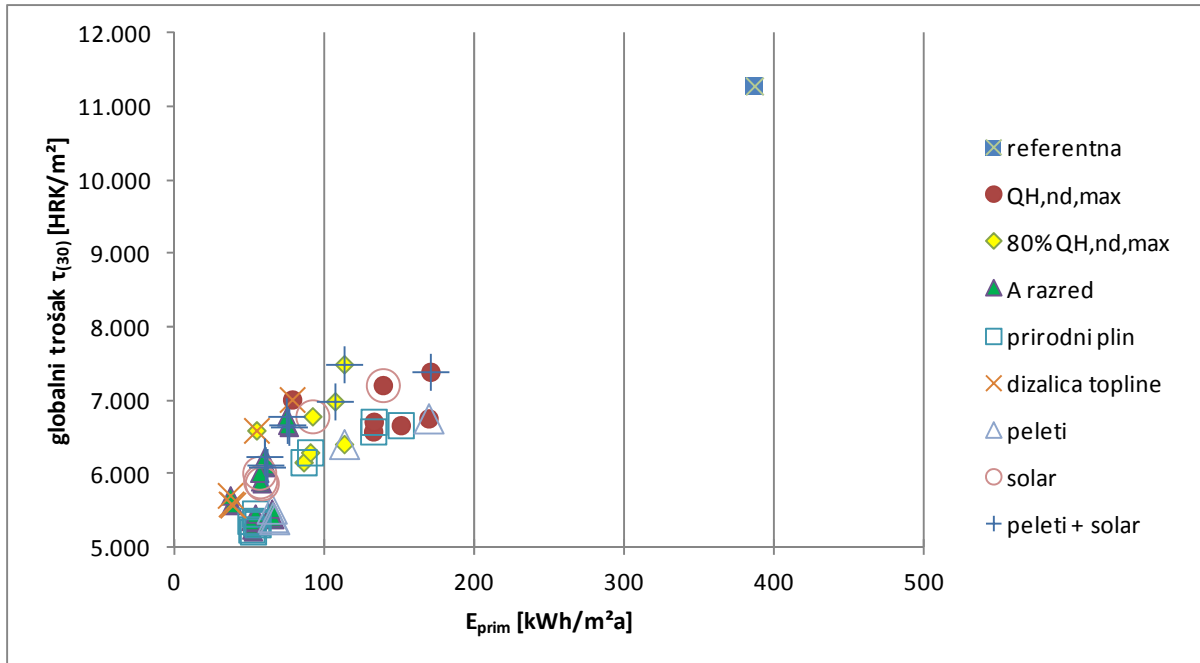
Tablica 10-10 Makroekonomska analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	godišnji troškovi korištenja			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije				trošak emisija stakleničkih plinova	ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar						
0	266.470	9.558	0	0	0	404.865	0	0	19.355	74.371	5,50	30	0	806.279
1	314.050	9.558	0	0	74.119	18.799	0	0	10.041	83.212	5,50	30	0	343.356
2	318.899	9.558	0	0	63.817	18.805	0	0	8.771	84.797	5,50	30	0	335.052
3	329.072	15.293	0	0	0	18.280	57.253	0	2.418	87.225	5,50	30	0	335.091
4	322.468	9.558	0	0	59.684	26.947	0	0	8.650	84.797	5,50	30	0	342.509
5	342.634	19.117	0	0	49.426	21.646	11.139	0	7.432	89.056	5,50	30	0	362.336
6	352.806	22.940	0	0	0	21.020	56.745	0	2.536	90.678	5,50	30	0	365.369

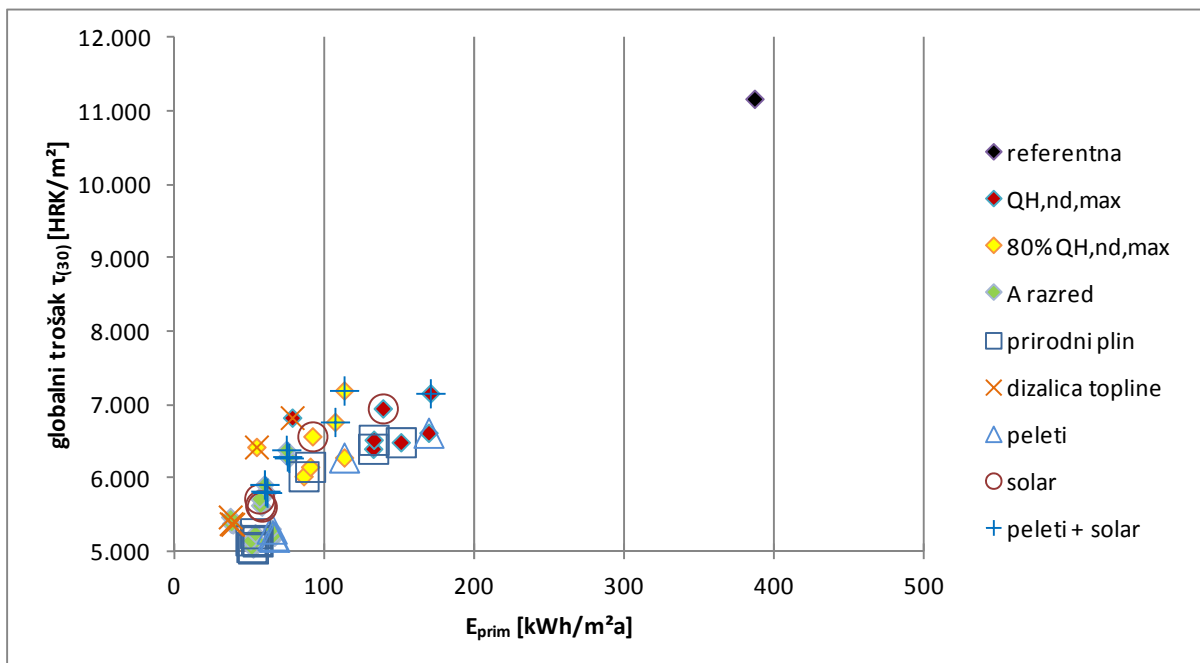
7	339.677	11.470	0	0	0	81.913	0	0	3.916	88.406	5,50	30	0	348.570
8	321.088	9.558	0	0	38.144	18.382	0	0	5.584	85.206	5,50	30	0	307.549
9	330.786	15.293	0	0	0	17.708	36.210	0	1.823	87.634	5,50	30	0	314.186
10	322.817	9.558	0	0	36.533	25.989	0	0	5.749	85.206	5,50	30	0	315.439
11	344.822	19.117	0	0	24.227	21.008	10.670	0	4.280	89.251	5,50	30	0	334.873
12	354.520	22.940	0	0	0	20.238	32.998	0	1.858	90.797	5,50	30	0	341.757
13	375.174	22.940	0	0	0	27.106	32.822	0	2.181	93.914	5,50	30	0	366.309
14	340.756	11.470	0	0	0	56.961	0	0	2.723	88.576	5,50	30	0	323.334
15	269.727	9.558	0	0	19.730	17.572	0	0	3.274	65.646	5,50	30	0	254.216
16	279.425	9.558	0	0	0	16.883	18.938	0	1.318	68.074	5,50	30	0	258.049
17	270.646	9.558	0	0	17.913	24.220	0	0	3.367	65.646	5,50	30	0	260.058
18	293.462	19.117	0	0	7.633	19.791	9.586	0	2.146	72.155	5,50	30	0	279.579
19	303.160	22.940	0	0	0	19.041	16.325	0	1.351	73.711	5,50	30	0	289.105
20	323.550	22.940	0	0	0	25.142	19.636	0	1.732	76.777	5,50	30	0	316.222
21	281.901	11.470	0	0	0	40.432	0	0	1.933	69.228	5,50	30	0	266.508
22	271.727	9.558	0	0	19.730	16.447	0	0	3.220	66.178	5,50	30	0	254.505
23	281.425	9.558	0	0	0	15.758	18.938	0	1.264	68.605	5,50	30	0	258.338
24	272.646	9.558	0	0	17.913	23.094	0	0	3.314	66.178	5,50	30	0	260.348
25	295.462	19.117	0	0	7.633	18.665	9.586	0	2.092	72.687	5,50	30	0	279.868
26	305.160	22.940	0	0	0	17.916	16.325	0	1.297	74.243	5,50	30	0	289.394
27	325.550	22.940	0	0	0	24.017	19.636	0	1.678	77.309	5,50	30	0	316.511
28	283.901	11.470	0	0	0	39.306	0	0	1.879	69.228	5,50	30	0	267.328
29	279.127	9.558	0	0	19.730	15.790	0	0	3.189	66.178	5,50	30	0	261.217
30	288.825	9.558	0	0	0	15.101	18.938	0	1.233	68.605	5,50	30	0	265.050
31	280.046	9.558	0	0	17.913	22.438	0	0	3.282	66.178	5,50	30	0	267.060
32	302.862	19.117	0	0	7.633	18.009	9.586	0	2.061	72.687	5,50	30	0	286.581
33	312.560	22.940	0	0	0	17.259	16.325	0	1.265	74.243	5,50	30	0	296.106
34	332.950	22.940	0	0	0	23.360	19.636	0	1.646	77.309	5,50	30	1	323.225
35	291.301	11.470	0	0	0	38.650	0	0	1.848	69.228	5,50	30	2	274.042

10.1.1. Troškovno optimalna analiza - rezultati

Uz zadane početne uvjete, za zgradu građenu do 1970. godine troškovno optimalnu razinu rekonstrukcije predstavlja razina $E_{prim} = 52 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.



Slika 10-1 Rezultati troškovno optimalne analize - mikroekonomska analiza



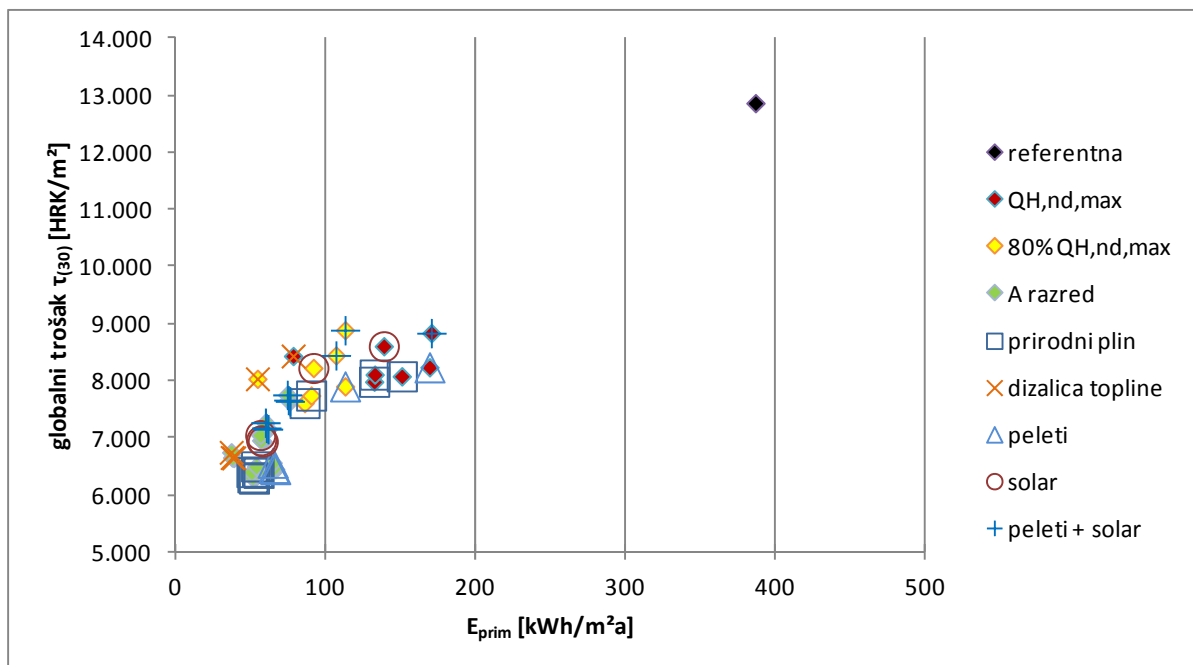
Slika 10-2 Rezultati troškovno optimalne analize - makroekonomska analiza

Makroekonomska analiza daje podudarne rezultate mikroekonomskoj (financijskoj) analizi.

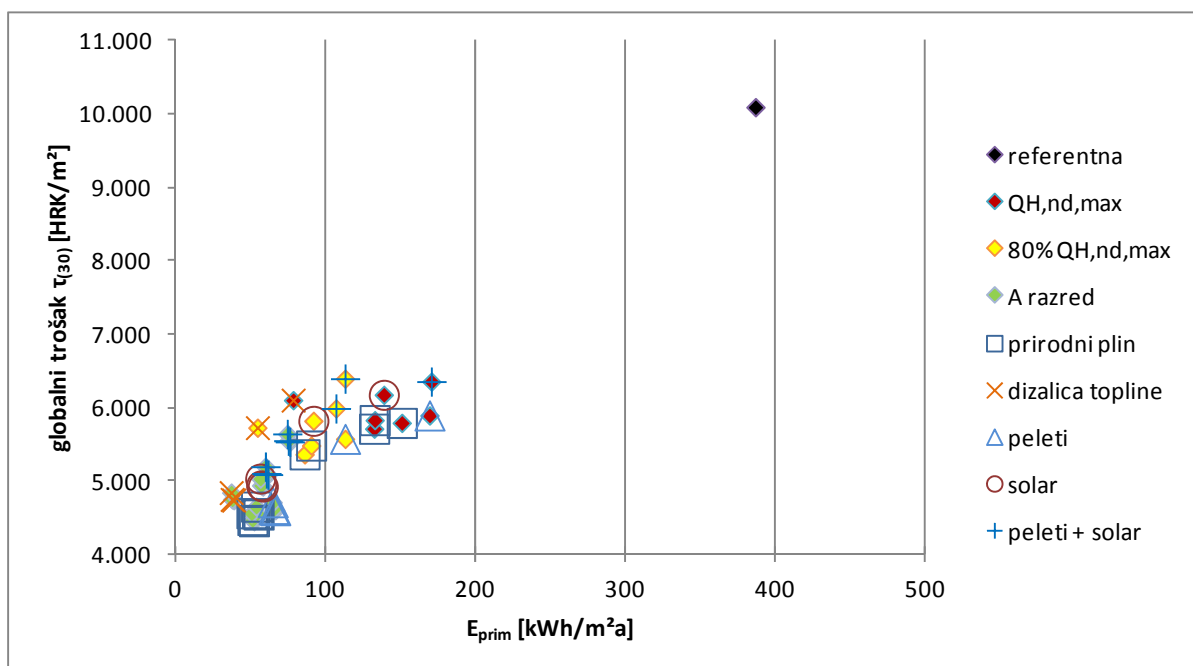
10.1.2. Analiza osjetljivosti

Promjena diskontne stope

Snižavanjem diskontne stope na vrijednost 3,30% (izjednačena s inflacijom) ne mijenja se optimalna razina, već samo ukupni trošak za sve varijante zgrade.



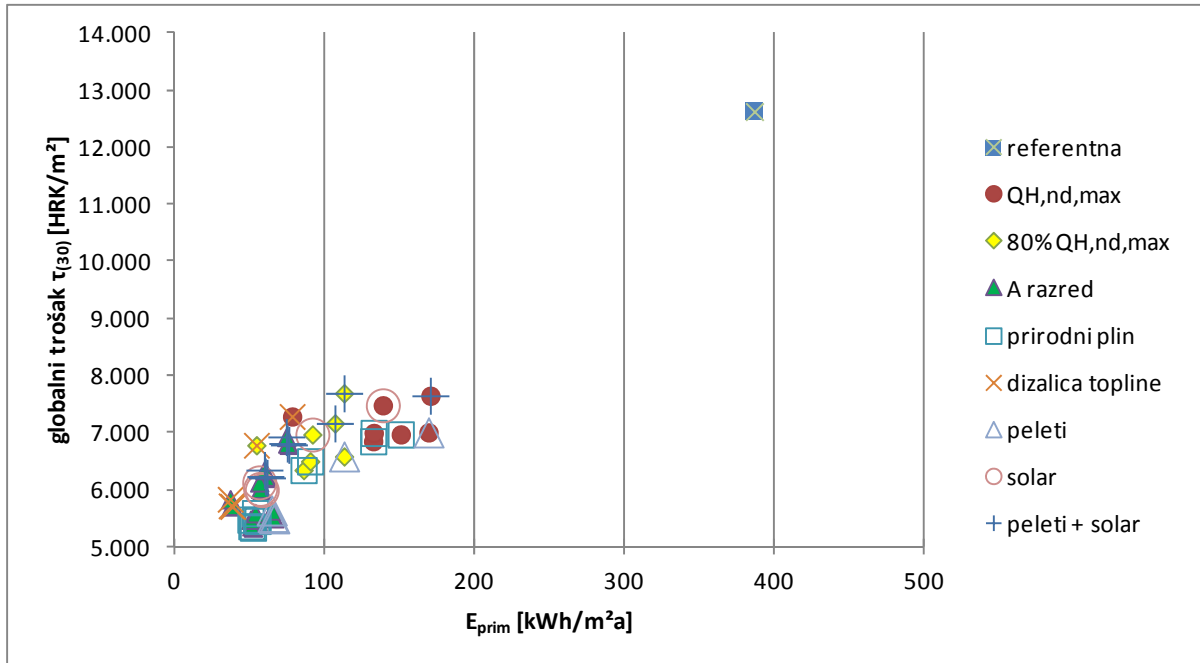
Slika 10-3 SDR = 3,30%



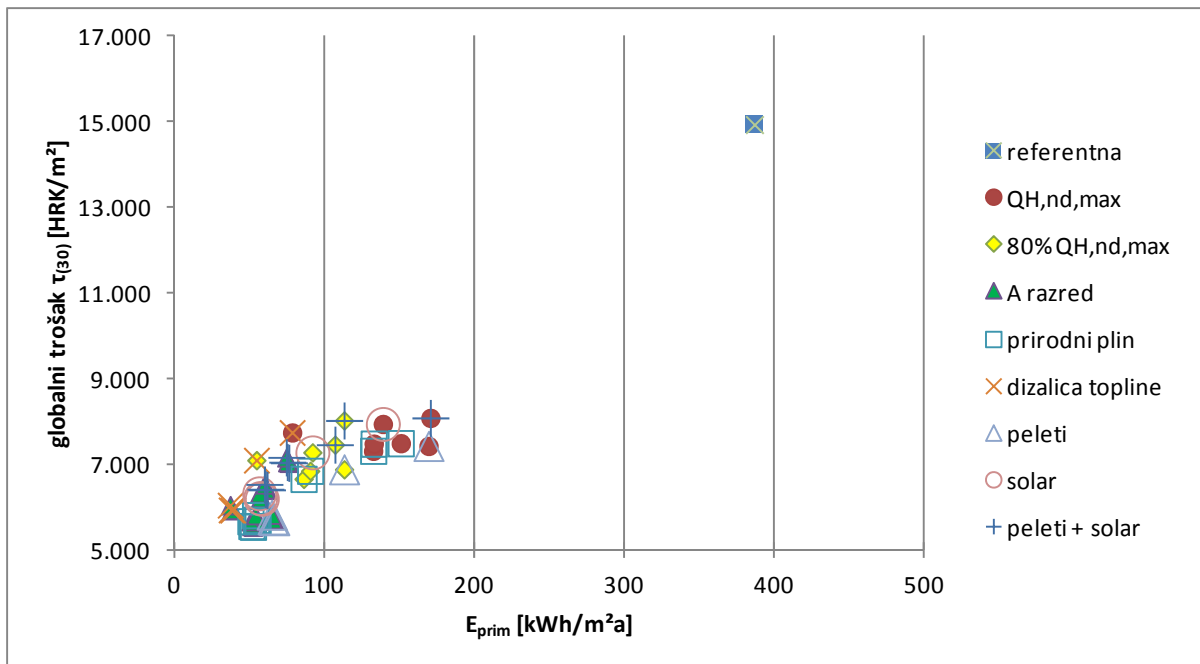
Slika 10-4 SDR = 10,00%

Stopa rasta cijena energije

Sa stopom rasta cijena od 4% što je vrlo vjerojatno za RH (time bi se nakon tridesetogodišnjeg razdoblja izjednačile cijene s prosjekom EU), optimalna je razina $E_{prim} = 52$ kWh/m²a



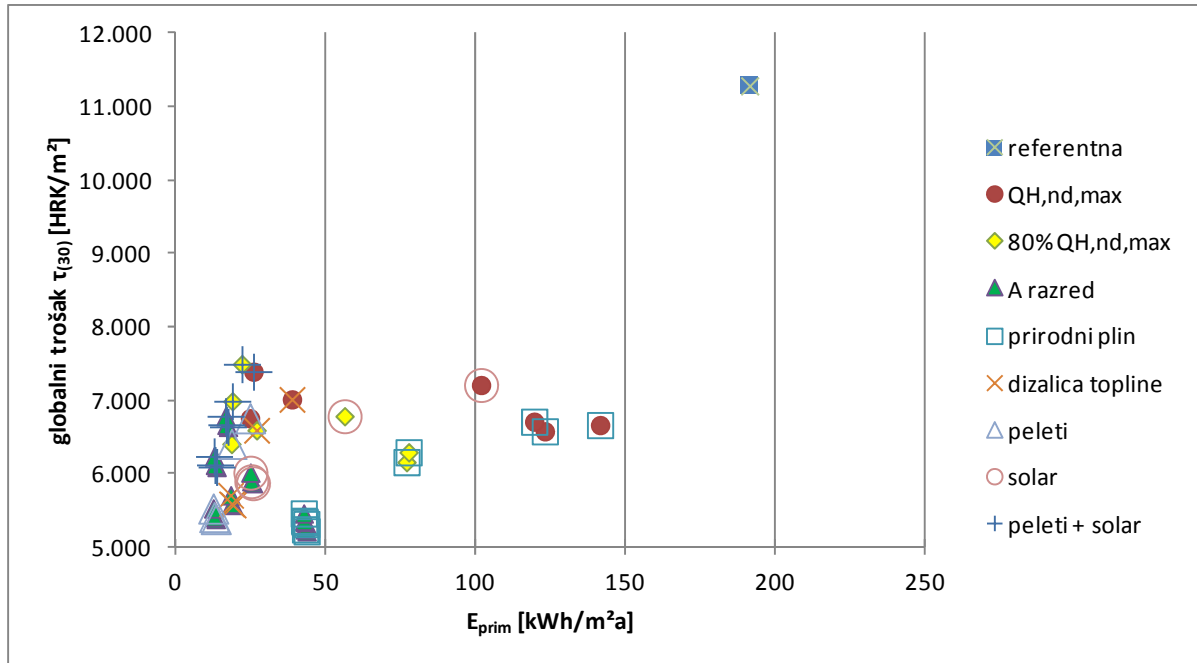
Slika 10-5 $R_e=4\%$



Slika 10-6 $R_e=5,6\%$

Korištenje neobnovljive komponente faktora primarne energije

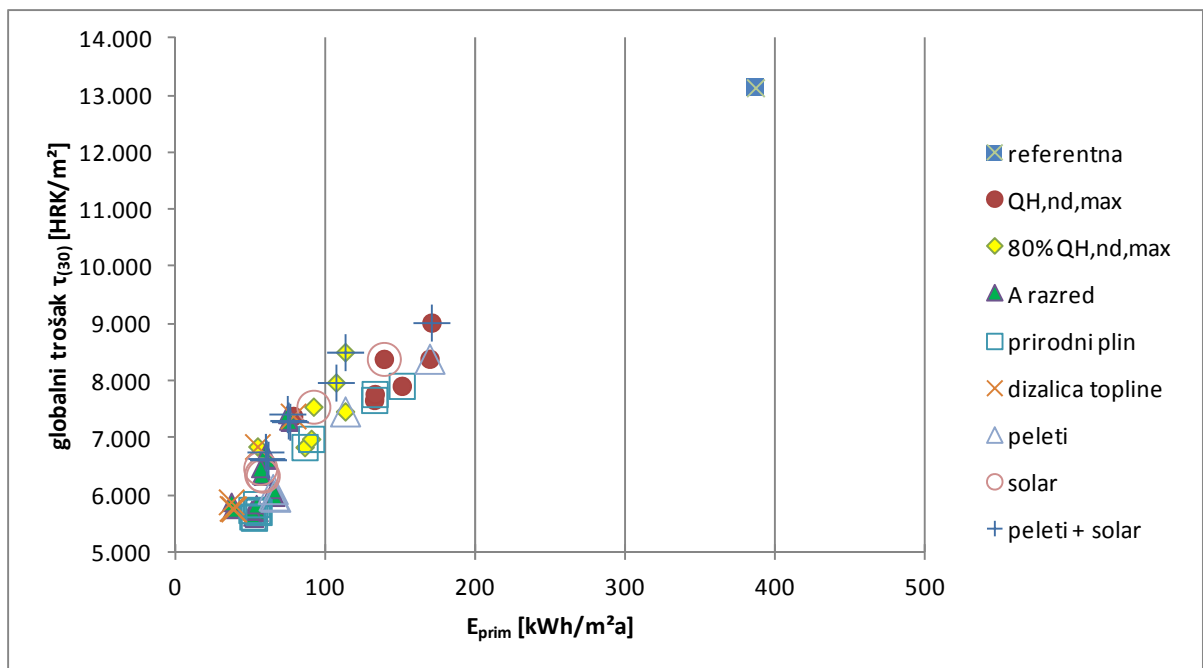
Korištenjem samo neobnovljive komponente faktora primarne energije, zbog isključivog korištenja električne energije za zagrijavanje referentne zgrade, dolazi do pojave smanjenja ukupne primarne energije za referentnu zgradu, ali bez efekta na optimalnu kombinaciju mjera energetske učinkovitosti, osim što se zahvaljujući izmijenjenim faktorima minimalno smanjuje primarna energija (sa 52 na 44 kWh/m²a).



Slika 10-7 Primjena neobnovljive komponente faktora primarne energije

Promjena trenutačne cijene energije prema okruženju

Analiza osjetljivosti na izjednačenje cijene energije cijenama u okruženju provedena je kako bi se provjerili rezultati istovjetne analize za kontinentalnu Hrvatsku.



Slika 10-8 Cijene energije u Sloveniji

11. JEDNOOBITELJSKA ZGRADA IZGRAĐENA OD 1971. DO 1986. GODINE - PRIMORSKA HRVATSKA

11.1.1. Opis zgrade

Opis građevinskog dijela zgrade, tehničkih sustava i rasvjete

Svi građevni elementi su pretpostavljeni karakteristično za razdoblju gradnje, a poboljšanja prema statističkim istraživanjima i anketama.

Kuća je zidana šupljim betonskim blokovima u produžnom mortu. Vanjski nosivi zidovi su debljine 25 cm, bez izolacije, površinska obrada je obostrano žbuka. Unutarnji nosivi zidovi su 25 cm, površinska obrada je obostrano žbuka. Zidovi su omeđeni vertikalnim i horizontalnim armirano betonskim serklažima. Serklaži na vanjskim zidovima su neizolirani. Na 30,42% kuća su zidovi i serklaži naknadno poboljšani toplinskom izolacijom (ekspandirani polistiren – EPS) u debljini 6 cm s tankoslojnom žbukom (ETICS fasadni sustav).

Koeficijent prolaska topline nesaniranog zida $U=2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Koeficijent prolaska topline nesaniranog serklaža $U=3,16 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Koeficijent prolaska topline saniranog zida $U=0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Koeficijent prolaska topline saniranog serklaža $U=0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Podna konstrukcija je betonska podloga na 2 cmekspandiranog polistirena (EPS) na hidroizolaciji i betonskoj podlozi.

Koeficijent prolaska topline podne konstrukcije $U=1,24 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Stropna konstrukcija prema zatvorenom negrijanom tavanu izvedena je kao puna armirano betonska ploča debljine 12 cm. S donje strane ploča je ožbukana, a s gornje strane položene su ploče ekspaniranog polistirena (EPS) 2 cm.

Na 27,71% kuća stropna konstrukcija poboljšana je postavljanjem mineralne vune (MW) kaširane staklenim voalom debljine 10 cm s tavanke strane konstrukcije umjesto EPS-a.

Koeficijent prolaska topline nesanirane stropne konstrukcije $U=1,14 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Koeficijent prolaska topline sanirane stropne konstrukcije $U=0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Krovište je drveno, pokrov kupom kanalicom, a tavanski prostor je negrijan i slabo provjetran, te sudjeluje u toplinskom otporu stropa iznad grijanog prostora prizemlja. Konstrukcija krovišta nije uključena u ovojnici grijanog dijela kuće.

Originalni prozori iz razdoblja gradnje kuće su drvena stolarija ostakljena dvostrukim IZO staklom 4+16+4 mm u drvenom okviru od crnogorice debljine 8 cm. Zaštita od sunca predviđena je griljama ili roletama.

Karakteristike originalnih prozora su: $U_w=2,70 \text{ W/m}^2\text{K}$; $F_c=0,30$; $g_{\perp}=0,80$.

Na 62,35% kuća prozori su zamijenjeni PVC stolarijom, ostakljenje IZO staklom 4+16+4 mm u trokomornim okvirima.

Karakteristike novih prozora su: $U_w=2,38 \text{ W/m}^2\text{K}$; $F_c=0,30$; $g_{\pm}=0,80$.

Ulazna vrata su od masiv drveta debljine 4 cm, $U=3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

S obzirom na kombinaciju novih i starih prozora te klimatskih uvjeta pretpostavljeni broj izmjena zraka je $n=0,9 \text{ h}^{-1}$.

Opis termotehničkog sustava

Za grijanje pojedinih prostorija koriste se električne grijalice ukupne snage 3 kW. Regulacija rada pojedine grijalice je pomoću vlastitog termostata.

Za pripremu potrošne tople vode (PTV) koristi se električni akumulacijski bojler zapremine 100 Litara. Cijevi razvoda PTV-a su neizolirane, $\psi=1 \text{ W/mK}$, i prolaze kroz grijane prostore. Nema cirkulacijske petlje. Temperatura PTV-a je 60°C .

Tablica 11-1 Mjerodavni podaci za izračun energetske svojstva zgrade (tablica 3 prema predlošku izvještaja)

proračun	proračun izvršen prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, Pravilniku o energetskim pregledima građevina i energetskom certificiranju zgrada te Metodologiji provođenja energetskih pregleda građevina				
	faktori konverzije primarne energije	električna energija	1,6153		
		prirodni plin	1,0965		
		peleti	1,1955		
		solarna	1,0484		
meteorološki uvjeti	lokacija		Split Marjan 43°31' N 16°26' E		
	stupanj dani grijanja		1437,7	HDD	
	stupanj dani hlađenja		4363	CDH	
	izvor meteoroloških podataka		Prilog E Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama		
	opis terena		predgrađa, bez utjecaja susjednih zgrada		
geometrija zgrade	duljina x širina x visina		11,10 x 10 x 2,8	m x m x m	
	ploština korisne površine		95,39	m ²	
	broj etaža		1,00	-	
	faktor oblika		1,10	m ² /m ³	
	udio prozora u ukupnoj vanjskoj ovojnici	jug		5,88	%
		istok		1,96	%
		sjever		2,32	%

		zapad	2,32	%
	orijentacija		180	°
unutarnji dobici	namjena		jednoobiteljska zgrada	
	prosječni toplinski dobici od korisnika		5,00	W/m ²
	specifična električna snaga sustava rasvjete		10,76	W/m ²
	specifična električna snaga električne opreme		0,00	W/m ²
građevni dijelovi	prosječni koeficijent prolaska topline zidova		0,45-3,16	W/m ² K
	prosječni koeficijent prolaska topline krova		0,36-1,14	W/m ² K
	prosječni koeficijent prolaska topline podruma		1,24	W/m ² K
	prosječni koeficijent prolaska topline prozora		2,38-2,70	W/m ² K
	toplinski mostovi	ukupna duljina	53,4	m
		prosječni linijski koeficijent prolaska topline	0,48	W/mK
	toplinski kapacitet prema jedinici površine	ukupni toplinski kapacitet za zgradu J/m ² K	156.643.200,00	J/m ² K
				J/m ² K
				J/m ² K
	vrsta zasjenjenja		grilje ili rolete	
	prosječni g-faktor	ostakljenje	0,8	-
		ostakljenje + zasjenjenje	0,24	-
	infiltracija		0,6	1/h
prirodna ventilacija		0,30	1/h	
tehnički sustavi	ventilacija	broj izmjena zraka u satu	-	1/h
		stupanj povrata topline	-	%
	efikasnost sustava grijanja	proizvodnja	99,99	%
		razvod	92,94	%
		emisija	85,55	%
		upravljanje	88,00	%
	efikasnost sustava hlađenja	proizvodnja	-	%
		razvod	-	%
		emisija	-	%
		upravljanje	-	%
	efikasnost sustava pripreme PTV	proizvodnja	99,99	%
		razvod	93,36	%
postavne temperature i režimi korištenja	postavna temperatura	zimi	20	°C
		ljeti	-	°C
	postavna vlažnost	zimi	-	%
		ljeti	-	%
	režimi korištenja i upravljanje	zaposjednutost	24/7	

		rasvjeta	24/7	
		uređaji	24/7	
		ventilacija	24/7	
		grijanje	24/7	
		hlađenje	24/7	
potrebna energija	(toplinski) energetski doprinos glavnih pasivnih strategija	1	0,00	kWh/a
		2	0,00	kWh/a
		3	0,00	kWh/a
	potrebna energija za grijanje		14272,07	kWh/a
	potrebna energija za hlađenje		0,00	kWh/a
	potrebna energija za PTV		1192,38	kWh/a
	potrebna energija za ostale potrebe (ovlaživanje, odvlaživanje)		-	kWh/a
	korisna energija za ventilaciju		-	kWh/a
	korisna energija za rasvjetu		1026,50	kWh/a
	korisna energija za ostalo (uređaji, vanjska rasvjeta, pomoćni sustavi, itd.)		357,38	kWh/a
proizvodnja energije na lokaciji	toplinska energija iz obnovljivih izvora (npr. solarni kolektori)		0,00	kWh/a
	električna energija proizvedena u zgradi i korištena na lokaciji		0,00	kWh/a
	električna energija proizvedena u zgradi i izvezena na tržište		0,00	kWh/a
potrošnja energije	isporučena energija	električna energija	20.107,36	kWh/a
		prirodni plin	0,00	kWh/a
		drugo (biomasa, daljinsko grijanje / hlađenje, itd.)	0,00	kWh/a
	primarna energija / po energentima	električna energija	32.479,47	kWh/a
		prirodni plin	0,00	kWh/a
	primarna energija ukupno		32.479,47	kWh/a
	primarna energija specifična		340,49	kWh/m ² a

Tablica 11-2 Mjere primijenjene na vanjskoj ovojnici zgrade (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
izolacija vanjskog zida	69,58 % zid od šupljih betonskih blokova debljine 25 cm obostrano ožbukani bez toplinske izolacije. Armiranobetonski serklaži neizolirani i ožbukani. 30,42% zidova i serklaža poboljšano je dodavanjem ETICS sustava (EPS s $\lambda = 0,035$ W/mK – 6 cm)	▪ dodatni ETICS sustav toplinske izolacije zidova (EPS s $\lambda \leq 0,035$ W/mK - 8 cm, XPS ili EPS ploče za perimetralnu toplinsku izolaciju u zoni podnožja 8 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK, u visini min. 30 cm od vanjskog uređenog terena	▪ dodatni ETICS sustav toplinske izolacije zidova (EPS s $\lambda \leq 0,035$ W/mK - 8 cm, XPS ili EPS ploče za perimetralnu toplinsku izolaciju u zoni podnožja 8 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK, u visini min. 30 cm od vanjskog uređenog terena	uklanjanje postojećih slojeva prethodne sanacije i postava ETICS sustav toplinske izolacije zidova (EPS-F grafitni s $\lambda \leq 0,032$ W/mK - 20 cm, XPS ili EPS ploče za perimetralnu toplinsku izolaciju u zoni podnožja 20 cm s $\lambda \leq 0,033$ W/mK, u visini min. 30 cm od vanjskog uređenog terena
izolacija krova (stropne konstrukcije prema tavanu)	72,29% armirano betonska ploča 12 cm s donje strane ožbukana, s gornje strane položeno 2 cm EPS-a. 27,71% stropnih konstrukcija poboljšano uklanjanjem EPS-a i polaganjem filca mineralne vune (MW s $\lambda \leq 0,035$ W/mK debljine 10 cm s tavanastrane konstrukcije)	nema zahvata na stropnoj konstrukciji	▪ dodatna toplinska izolacija MW u filcu 5 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK na stropu prema tavanu, kaširana staklenim voalom na strani slabo ventiliranog zračnog sloja	Uklanjanje postojećih zahvata sanacije i postava toplinske izolacije MW u filcu 24 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK na stropu prema tavanu, kaširana staklenim voalom na strani slabo ventiliranog zračnog sloja

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
prozori	37,65% originalni prozori - stolarija ostakljena dvostrukim IZO staklom 4+16+4 mm u drvenom okviru od crnogorice debljine 8 cm. Zaštita od sunca predviđena je griljama ili roletama. 62,35% nova PVC stolarija, ostakljenje IZO staklom 4+16+4 mm u trokomornim okvirima. Zaštita od sunca predviđena je griljama ili roletama.	okviri minimalno popravljani i s dodatnim PU pjenastim samoljepljivim elastičnim brtvama debljine 5 mm ugrađenim kontinuirano na sve spojeve krila i doprozornika	okviri minimalno popravljani i s dodatnim PU pjenastim samoljepljivim elastičnim brtvama debljine 5 mm ugrađenim kontinuirano na sve spojeve krila i doprozornika	▪ zamjena jednostrukog ostakljenja prozora dvostrukim Low-E, bez zamjene okvira, okviri minimalno popravljani i s dodatnim PU pjenastim samoljepljivim elastičnim brtvama debljine 5 mm ugrađenim kontinuirano na sve spojeve krila i doprozornika, $U_g \leq 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g_{\perp} = 0,60$
vrata	vrata od masiv drveta 4 cm	okvir minimalno popravljen i s dodatnim PU pjenastim samoljepljivim elastičnim brtvama debljine 5 mm ugrađenim kontinuirano na sve spojeve krila i dovratnika	okvir minimalno popravljen i s dodatnim PU pjenastim samoljepljivim elastičnim brtvama debljine 5 mm ugrađenim kontinuirano na sve spojeve krila i dovratnika	▪ sva postojeća vrata zamijenjena novima, sa toplinski izoliranim vratnim krilom $U \leq 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
izolacija poda	podna konstrukcija je betonska podloga na 2 cm ekspandiranog polistirena (EPS), na hidroizolaciji i donjoj betonskoj podlozi.	nema zahvata na podnoj konstrukciji	nema zahvata na podnoj konstrukciji	nema zahvata na podnoj konstrukciji
redukcija toplinskih mostova i prirodnog provjetravanja	$n_{min} = 0,90$ toplinski mostovi postoje na spojevima 2 vanjska zida, vanjskog zida i stropa i na spoju zida i poda (temelja)	▪ $n_{min} = 0,50$ (prirodno provjetravanje) ▪ pravilnom postavom toplinske izolacije prekinuti će se svi toplinski mostovi na spojevima 2 vanjska zida	▪ $n_{min} = 0,50$ (prirodno provjetravanje) ▪ pravilnom postavom toplinske izolacije prekinuti će se svi toplinski mostovi na spojevima 2 vanjska zida, te vanjskog zida i stropa prema tavanu	▪ $n_{min} = 0,50$ (prirodno provjetravanje) ▪ pravilnom postavom toplinske izolacije prekinuti će se svi toplinski mostovi na spojevima 2 vanjska zida, te vanjskog zida i stropa

Tablica 11-3 Mjere primijenjene na sustavu grijanja (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
sustav grijanja	ogrjevnja tijela:el.grijalice	ogrjevnja tijela: radijatori	ogrjevnja tijela: radijatori	ogrjevnja tijela: podno grijanje
predaja	smještaj:vanjski zidovi	smještaj:vanjski zidovi	smještaj:vanjski zidovi	smještaj:izolirani pod
	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)+termostat vent. (2K)	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)+termostat vent. (2K)	regulacija: PI regulator,
razvod	nema	temperatura: 70/55°C	temperatura: 55/40°C	temperatura: 45/35°C
		smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi
		regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi
	izolacija:	izolacija: $Y = 0,2-0,3W/mK$	izolacija: $Y = 0,2-0,3W/mK$	
proizvodnja	generator topl.:el.grijalice	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler
	snaga: 9 kW	snaga: 20 kW	6,4 kW (A2/W45) Temp: 45/35°C/14/18°C	6,4 kW (A2/W45)
mjera	varijanta 4	varijanta 5	varijanta 6	varijanta 7
sustav grijanja	ogrjevnja tijela: radijatori	ogrjevnja tijela: radijatori	ogrjevnja tijela: podno grijanje	ogrjevnja tijela: radijatori
predaja	smještaj:vanjski zidovi	smještaj:vanjski zidovi	smještaj:izolirani pod	smještaj:vanjski zidovi
	regulacija: preko ref. prostorije+PI regulator s funkc.	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)+termostat vent. (2K)	regulacija: PI regulator,	regulacija: preko ref. prostorije+PI regulator s funkc.

	optimizac			optimizac
razvod	temperatura: 70/55°C	temperatura: 70/55°C	temperatura: 45/35°C	temperatura: 55/40°C
	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi
	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi
	izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK	izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK		izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK
proizvodnja	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: dizalica topline zrak-voda (pom grijač)	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler
	snaga: 14 kW	snaga: 14 kW	snaga: 11 kW (A7/W35)	snaga: 18 kW
mjera	varijanta 8	varijanta 9		
sustav grijanja	ogrjevnna tijela: podno grijanje	ogrjevnna tijela: podno grijanje		
predaja	smještaj:izolirani pod	smještaj:izolirani pod		
	regulacija: PI regulator,	regulacija: PI regulator,		
razvod	temperatura: 45/30°C	temperatura: 45/35°C		
	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi		
	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi		
	izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK			

proizvodnja	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: Dizalica topline
	snaga: 14 kW	snaga: 8 kW (A7/W35)

Tablica 11-4 Mjere primijenjene na sustavu pripreme PTV (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
PTV	temperatura: 60°C, bez cirk. petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. petlje
razvod	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima
	izolacija: neizolir.Y= 1 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK
proizvodnja grijanje	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler	generator topl.: kotao na pelete
proizvodnja PTV	isti kao za grijanje	isti kao za grijanje	isti kao za grijanje	isti kao za grijanje
mjera	referentni primjer 4	varijanta 5	varijanta 6	varijanta 7
PTV	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	temperatura: 55°C, bez cirk. petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje
razvod	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima
	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK
proizvodnja grijanje	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: dizalica topline zrak-voda (pom grijač)	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler

proizvodnja PTV	isti kao za grij.+solarni toplov. sustav	isti kao za grijanje	isti kao za grij.+solarni toplov. sustav	isti kao za grij.+solarni toplov. sustav
	kolektori 3.8 m2		kolektori 13.3 m2	kolektori 3.8 m2
	spremnik: 300 Lit		spremnik: 700 Lit	spremnik: 300 Lit

Tablica 11-5 Mjere primijenjene na sustavu ventilacije i hlađenja (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1
ventilacija (uključivo noćna ventilacija)		mehanička ventilacija s rekuperacijom $n > 0,65$
hlađenje prostora	ne	ne

Tablica 11-6 Mjere primijenjene na sustavu rasvjete (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
rasvjeta		zamjena izvora svjetla s žarnom niti fluorescentnim ili kompaktnim fluorescentnim	zamjena izvora svjetlosti i svjetiljke (ugradnja regulacije/automata)	zamjena izvora svjetlosti, svjetiljke (ugradnja regulacije/automata) i obnova instalacije (relokacija)

Tablica 11-7 Primijenjene kombinacije mjera u troškovno optimalnoj analizi (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	varijante po sustavima				
	ovojnica	grijanje	PTV	ventilacija	rasvjeta
0	referentna	referentni	referentni	referentni	referentni
1	1	1 (atm.)	1 (atm.)	referentni	1
2	1	2 (kond.)	2 (kond.)	referentni	1
3	1	4 (pelet PI)	3 (pelet)	referentni	1
4	1	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	referentni	1
5	1	6 (diz)	5 (diz.)	referentni	1
6	1	2 (kond.)	7 (solar)	referentni	1
7	1	5 (pelet)	4 (solar)	referentni	1
8	2	7 (kond.) PI	2 (kond.)	referentni	1
9	2	4 (pelet) PI	3 (pelet)	referentni	1
10	2	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	referentni	1
11	2	9 (diz.)	5 (diz.)	referentni	1
12	2	7 (kond. PI)	7 (sol.)	referentni	1
13	2	8 (sol. podno)	6 (sol. pod)	referentni	1
14	2	4 (pelet) PI	4 (solar)	referentni	1
15	3	7 (kond. PI)	2 (kond.)	1	1
16	3	4 (pelet) PI	3 (pelet)	1	1
17	3	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	1	1
18	3	9 (diz.)	5 (diz.)	1	1
19	3	7 (kond. PI)	7 (sol.)	1	1
20	3	8 (sol. podno)	6 (sol. pod.)	1	1
21	3	4 (pelet) PI	4 (solar)	1	1
22	3	7 (kond. PI)	2 (kond.)	1	2
23	3	4 (pelet) PI	3 (pelet)	1	2
24	3	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	1	2
25	3	9 (diz.)	5 (diz.)	1	2
26	3	7 (kond. PI)	7 (sol.)	1	2
27	3	8 (sol. podno)	6 (sol. pod.)	1	2
28	3	4 (pelet) PI	4 (solar)	1	2
29	3	7 (kond. PI)	2 (kond.)	1	3
30	3	4 (pelet) PI	3 (pelet)	1	3
31	3	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	1	3
32	3	9 (diz.)	5 (diz.)	1	3
33	3	7 (kond. PI)	7 (sol.)	1	3
34	3	8 (sol. podno)	6 (sol. pod.)	1	3
35	3	4 (pelet) PI	4 (solar)	1	3

Tablica 11-8 Proračun primarne energije po kombinacijama mjera energetske učinkovitosti (tablica 5 prema predlošku izvješća)

mjera / paket mjera / varijanta mjera	korisna energija [kWh/a]		konačna energija [kWh/a]					isporučena energija po izvoru [kWh/a]				primarna energija [kWh/m ² a]	$(E_{\text{prim,ref}} - E_{\text{prim}})/E_{\text{prim,ref}}$ %
	grijanje	hlađenje	grijanje	hlađenje	ventilacija	PTV	rasvjeta	prirodni plin	električna energija	biomasa - peleti	solar		
0	14272	0	16925	0	0	2156	1027	0	20107	0	0	340	0%
1	7047	0	8777	0	0	1422	389	9757	831	0	0	126	63%
2	7047	0	7526	0	0	1321	389	8404	831	0	0	111	67%
3	7047	0	8984	0	0	1666	389	0	811	10228	0	142	58%
4	7047	0	7370	0	0	1318	389	7900	1177	0	0	111	67%
5	7047	0	6272	0	0	836	389	6544	953	1959	0	116	66%
6	7047	0	7694	0	0	1028	389	0	928	10142	0	143	58%
7	7047	0	7465	0	0	2132	389	0	3751	0	0	64	81%
8	4041	0	4069	0	0	1318	389	4963	813	0	0	71	79%
9	4041	0	5180	0	0	1595	389	0	784	6379	0	93	73%
10	4041	0	4205	0	0	1316	389	4775	1135	0	0	74	78%
11	5117	0	2671	0	0	719	389	2854	925	1706	0	70	79%
12	5117	0	3259	0	0	814	389	0	891	5276	0	81	76%
13	5117	0	1759	0	0	1073	389	0	1179	5249	0	86	75%
14	4041	0	4134	0	0	2120	389	0	2763	0	0	47	86%
15	2291	0	2285	0	0	1314	389	3211	778	0	0	50	85%
16	2291	0	2948	0	0	1563	389	0	749	4151	0	65	81%
17	2291	0	2370	0	0	1313	389	3012	1060	0	0	53	85%
18	2291	0	1271	0	0	779	389	1560	879	1791	0	55	84%
19	2291	0	1558	0	0	812	389	0	847	3703	0	61	82%

mjera / paket mjera / varijanta mjera	korisna energija [kWh/a]		konačna energija [kWh/a]					isporučena energija po izvoru [kWh/a]				primarna energija [kWh/m ² a]	$(E_{\text{prim,ref}} - E_{\text{prim}})/E_{\text{prim,ref}}$ %
	grijanje	hlađenje	grijanje	hlađenje	ventilacija	PTV	rasvjeta	prirodni plin	električna energija	biomasa - peleti	solar		
20	2291	0	788	0	0	820	389	0	1105	3724	0	65	81%
21	2291	0	2191	0	0	2122	389	0	2163	0	0	37	89%
22	2291	0	2285	0	0	1314	349	3211	738	0	0	49	85%
23	2291	0	2948	0	0	1563	349	0	709	4151	0	64	81%
24	2291	0	2370	0	0	1313	349	3012	1020	0	0	52	85%
25	2291	0	1271	0	0	779	349	1560	839	1791	0	55	84%
26	2291	0	1558	0	0	812	349	0	807	3703	0	60	82%
27	2291	0	788	0	0	820	349	0	1065	3724	0	65	81%
28	2291	0	2191	0	0	2122	349	0	2123	0	0	36	89%
29	2291	0	2285	0	0	1314	340	3211	729	0	0	49	86%
30	2291	0	2948	0	0	1563	340	0	700	4151	0	64	81%
31	2291	0	2370	0	0	1313	340	3012	1011	0	0	52	85%
32	2291	0	1271	0	0	779	340	1560	830	1791	0	54	84%
33	2291	0	1558	0	0	812	340	0	798	3703	0	60	82%
34	2291	0	788	0	0	820	340	0	1056	3724	0	65	81%
35	2291	0	2191	0	0	2122	340	0	2114	0	0	36	89%

Tablica 11-9 Mikroekonomska (financijska) analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	troškovi korištenja (godišnji)			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjeg rasta troškova energije				ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar					
0	162.176	11.948	0	0	0	589.355	0	0	68.104	6,60	30	0	726.941
1	213.387	11.948	0	0	103.497	24.362	0	0	76.199	6,60	30	0	313.644
2	219.449	11.948	0	0	89.151	24.371	0	0	77.652	6,60	30	0	306.041
3	232.164	19.117	0	0	0	23.775	79.946	0	79.874	6,60	30	0	317.933
4	223.178	11.948	0	0	83.802	34.502	0	0	77.652	6,60	30	0	314.552
5	249.117	23.896	0	0	69.411	27.933	15.310	0	81.552	6,60	30	0	351.208
6	261.832	28.675	0	0	0	27.199	79.269	0	83.037	6,60	30	0	363.700
7	245.159	14.337	0	0	0	109.941	0	0	80.956	6,60	30	0	334.505
8	226.660	11.948	0	0	52.642	23.825	0	0	78.026	6,60	30	0	275.823
9	238.783	19.117	0	0	0	22.987	49.863	0	80.249	6,60	30	0	293.306
10	228.090	11.948	0	0	50.651	33.275	0	0	78.026	6,60	30	0	284.712
11	256.329	23.896	0	0	30.277	27.113	13.338	0	81.730	6,60	30	0	315.963
12	268.451	28.675	0	0	0	26.126	41.240	0	83.146	6,60	30	0	330.630
13	293.537	28.675	0	0	0	34.557	41.027	0	86.000	6,60	30	0	366.209
14	251.484	14.337	0	0	0	80.982	0	0	81.111	6,60	30	0	311.321
15	299.827	11.948	0	0	34.060	22.796	0	0	60.114	6,60	30	0	349.546
16	311.950	11.948	0	0	0	21.961	32.446	0	62.337	6,60	30	0	361.028
17	300.224	11.948	0	0	31.945	31.075	0	0	60.114	6,60	30	0	356.106
18	329.495	23.896	0	0	16.544	25.753	14.001	0	66.075	6,60	30	0	396.663
19	341.618	28.675	0	0	0	24.822	28.943	0	67.500	6,60	30	0	412.167
20	366.808	28.675	0	0	0	32.391	29.111	0	70.307	6,60	30	0	447.333
21	314.532	14.337	0	0	0	63.411	0	0	63.394	6,60	30	0	377.578

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	troškovi korištenja (godišnji)			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjeg rasta troškova energije				ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar					
22	302.327	11.948	0	0	34.060	21.624	0	0	60.601	6,60	30	0	351.720
23	314.450	11.948	0	0	0	20.789	32.446	0	62.824	6,60	30	0	363.202
24	302.724	11.948	0	0	31.945	29.902	0	0	60.601	6,60	30	0	358.280
25	331.995	23.896	0	0	16.544	24.581	14.001	0	66.561	6,60	30	0	398.837
26	344.118	28.675	0	0	0	23.649	28.943	0	67.986	6,60	30	0	414.341
27	369.308	28.675	0	0	0	31.219	29.111	0	70.794	6,60	30	0	449.506
28	317.032	14.337	0	0	0	62.238	0	0	63.394	6,60	30	0	378.906
29	311.577	11.948	0	0	34.060	21.360	0	0	60.601	6,60	30	0	360.707
30	323.700	11.948	0	0	0	20.525	32.446	0	62.824	6,60	30	0	372.188
31	311.974	11.948	0	0	31.945	29.638	0	0	60.601	6,60	30	0	367.266
32	341.245	23.896	0	0	16.544	24.317	14.001	0	66.561	6,60	30	0	407.824
33	353.368	28.675	0	0	0	23.386	28.943	0	67.986	6,60	30	0	423.328
34	378.558	28.675	0	0	0	30.955	29.111	0	70.794	6,60	30	0	458.493
35	326.282	14.337	0	0	0	61.974	0	0	63.394	6,60	30	0	387.892

Tablica 11-10 Makroekonomska analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

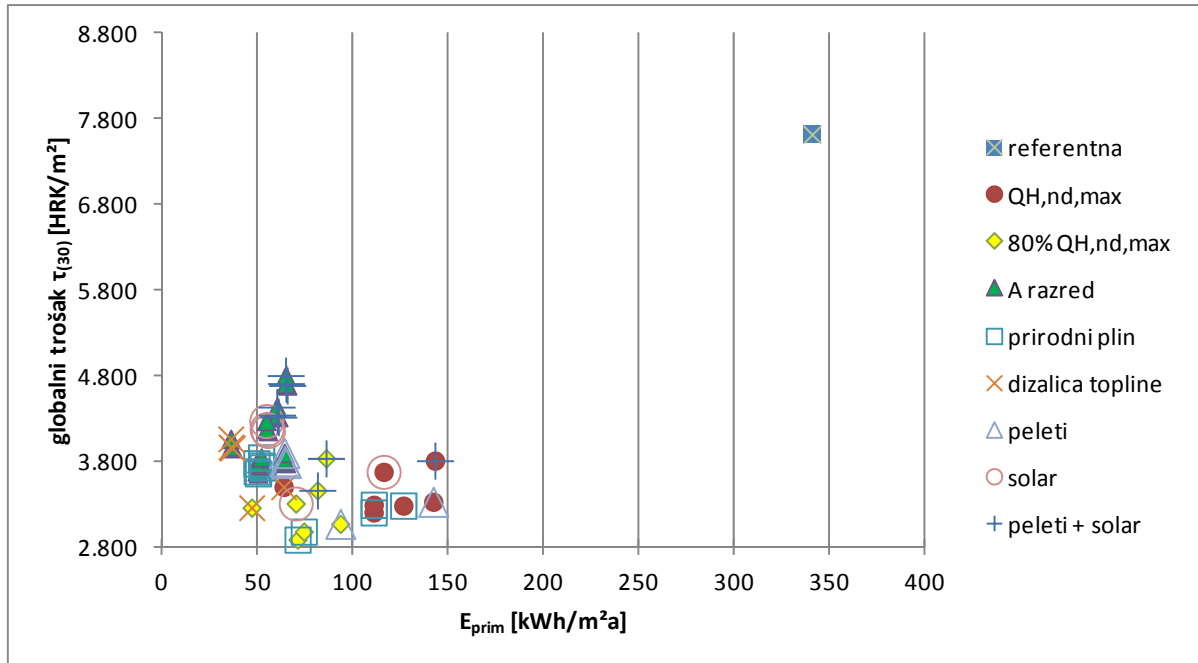
varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	godišnji troškovi korištenja			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije				trošak emisija stakleničkih plinova	ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar						
0	129.741	9.558	0	0	0	471.484	0	0	22.539	74.371	5,50	30	0	751.370
1	170.710	9.558	0	0	82.797	19.490	0	0	11.145	83.212	5,50	30	0	210.488
2	175.559	9.558	0	0	71.321	19.497	0	0	9.729	84.797	5,50	30	0	200.867

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	godišnji troškovi korištenja			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije				trošak emisija stakleničkih plinova	ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar						
3	185.731	15.293	0	0	0	19.020	63.957	0	2.634	87.225	5,50	30	0	199.411
4	178.542	9.558	0	0	67.041	27.602	0	0	9.589	84.797	5,50	30	0	207.535
5	199.293	19.117	0	0	55.529	22.346	12.248	0	8.248	89.056	5,50	30	0	227.725
6	209.466	22.940	0	0	0	21.760	63.415	0	2.751	90.678	5,50	30	0	229.653
7	196.127	11.470	0	0	0	87.953	0	0	4.205	88.406	5,50	30	0	211.349
8	181.328	9.558	0	0	42.114	19.060	0	0	6.106	85.206	5,50	30	0	172.960
9	191.026	15.293	0	0	0	18.390	39.890	0	1.955	87.634	5,50	30	0	178.921
10	182.472	9.558	0	0	40.521	26.620	0	0	6.271	85.206	5,50	30	0	180.236
11	205.063	19.117	0	0	24.222	21.691	10.670	0	4.312	89.251	5,50	30	0	195.823
12	214.761	22.940	0	0	0	20.901	32.992	0	1.889	90.797	5,50	30	0	202.686
13	234.830	22.940	0	0	0	27.646	32.822	0	2.207	93.914	5,50	30	0	226.530
14	201.187	11.470	0	0	0	64.785	0	0	3.097	88.576	5,50	30	0	191.964
15	239.862	9.558	0	0	27.248	18.237	0	0	4.233	65.646	5,50	30	0	233.492
16	249.560	9.558	0	0	0	17.569	25.957	0	1.540	68.074	5,50	30	0	236.110
17	240.179	9.558	0	0	25.556	24.860	0	0	4.341	65.646	5,50	30	0	238.848
18	263.596	19.117	0	0	13.235	20.603	11.200	0	2.920	72.155	5,50	30	0	258.515
19	273.294	22.940	0	0	0	19.857	23.154	0	1.574	73.711	5,50	30	0	267.108
20	293.447	22.940	0	0	0	25.913	23.289	0	1.867	76.777	5,50	30	0	290.678
21	251.626	11.470	0	0	0	50.728	0	0	2.425	69.228	5,50	30	0	247.021
22	241.862	9.558	0	0	27.248	17.299	0	0	4.188	66.178	5,50	30	0	233.978
23	251.560	9.558	0	0	0	16.631	25.957	0	1.495	68.605	5,50	30	0	236.596
24	242.179	9.558	0	0	25.556	23.922	0	0	4.296	66.178	5,50	30	0	239.334
25	265.596	19.117	0	0	13.235	19.665	11.200	0	2.875	72.687	5,50	30	0	259.001
26	275.294	22.940	0	0	0	18.920	23.154	0	1.529	74.243	5,50	30	0	267.594
27	295.447	22.940	0	0	0	24.975	23.289	0	1.822	77.309	5,50	30	0	291.163

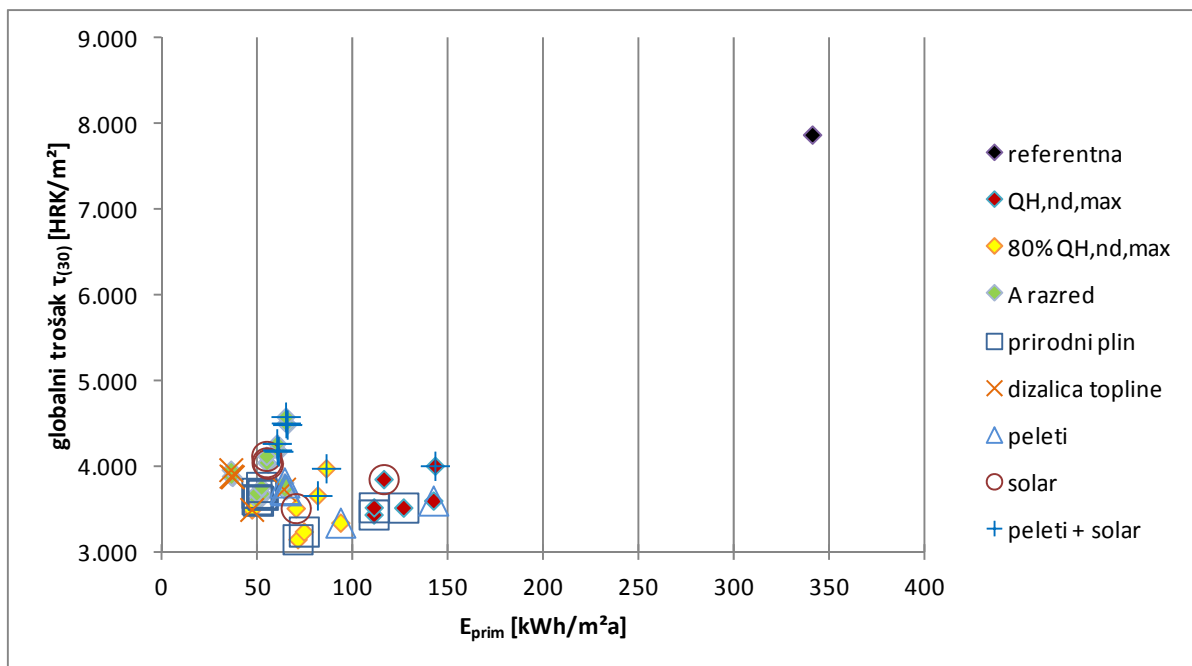
varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	godišnji troškovi korištenja			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije				trošak emisija stakleničkih plinova	ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar						
28	253.626	11.470	0	0	0	49.790	0	0	2.380	69.228	5,50	30	0	248.038
29	249.262	9.558	0	0	27.248	17.088	0	0	4.178	66.178	5,50	30	0	241.157
30	258.960	9.558	0	0	0	16.420	25.957	0	1.485	68.605	5,50	30	0	243.775
31	249.579	9.558	0	0	25.556	23.711	0	0	4.286	66.178	5,50	30	0	246.513
32	272.996	19.117	0	0	13.235	19.454	11.200	0	2.865	72.687	5,50	30	0	266.180
33	282.694	22.940	0	0	0	18.708	23.154	0	1.519	74.243	5,50	30	0	274.773
34	302.847	22.940	0	0	0	24.764	23.289	0	1.812	77.309	5,50	30	1	298.343
35	261.026	11.470	0	0	0	49.579	0	0	2.370	69.228	5,50	30	2	255.219

11.1.1. Troškovno optimalna analiza - rezultati

Uz zadane početne uvjete, za zgradu građevnu od 1971. do 1986. godine troškovno optimalnu razinu rekonstrukcije predstavlja razina $E_{prim} = 71 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.



Slika 11-1 Rezultati troškovno optimalne analize - mikroekonomska analiza

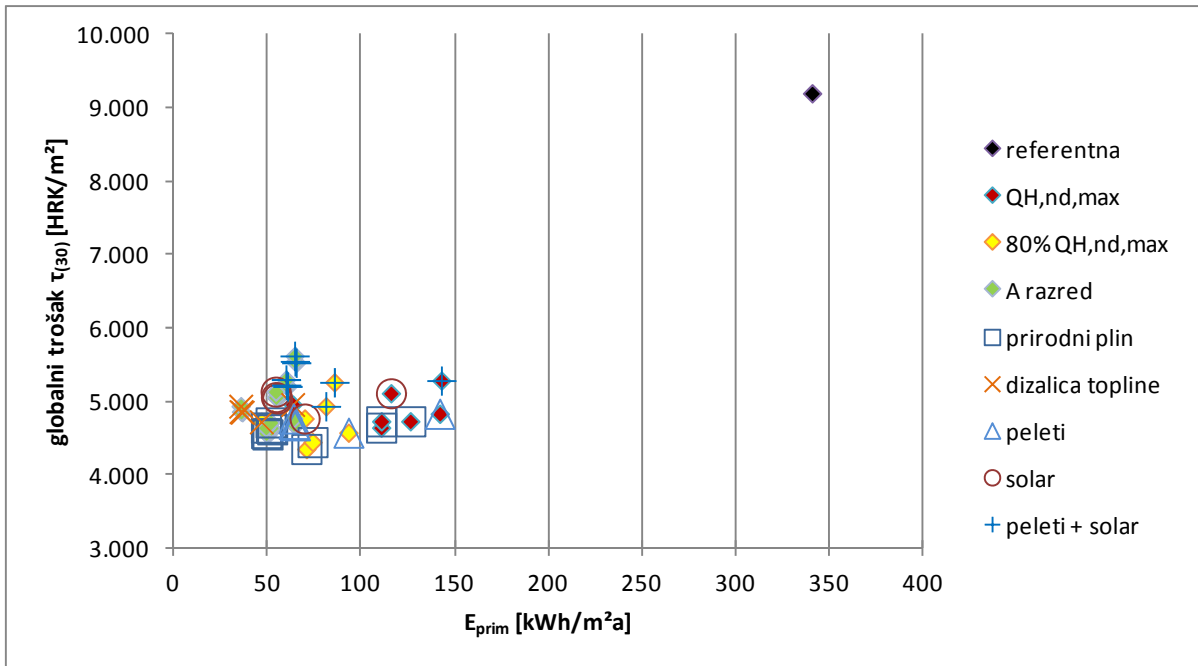


Slika 11-2 Rezultati troškovno optimalne analize - makroekonomska analiza

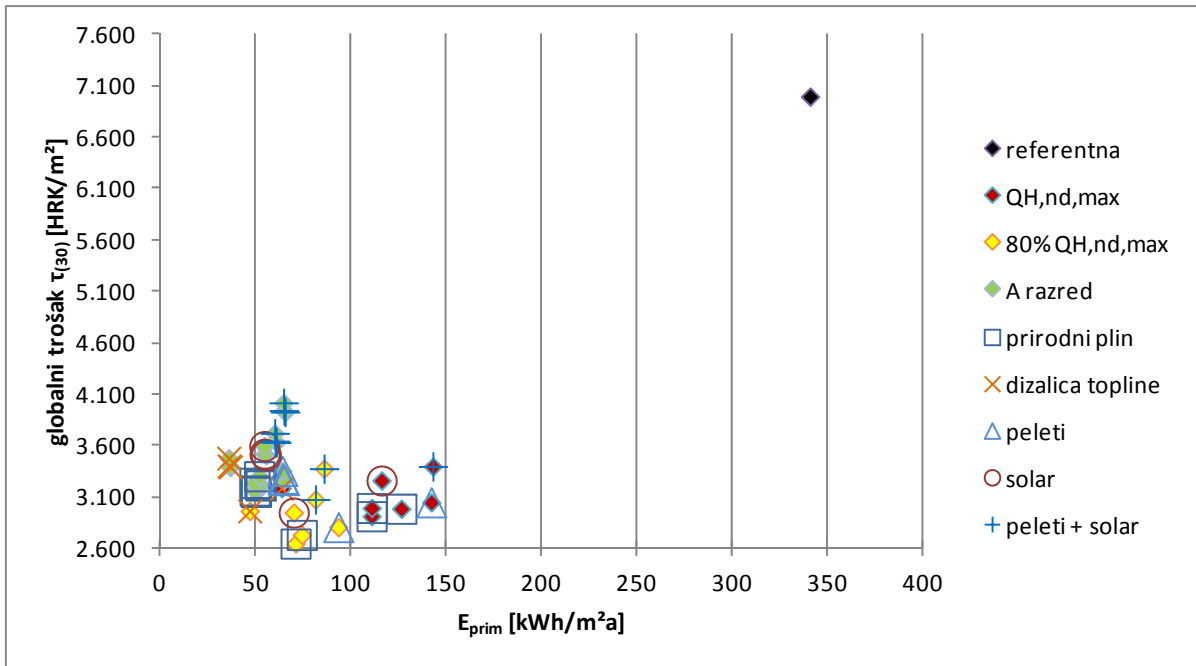
11.1.2. Analiza osjetljivosti

Promjena diskontne stope

Snižavanjem diskontne stope na vrijednost 3,30% (izjednačena s inflacijom) ne mijenja se optimalna razina, već samo ukupni trošak za sve varijante zgrade.



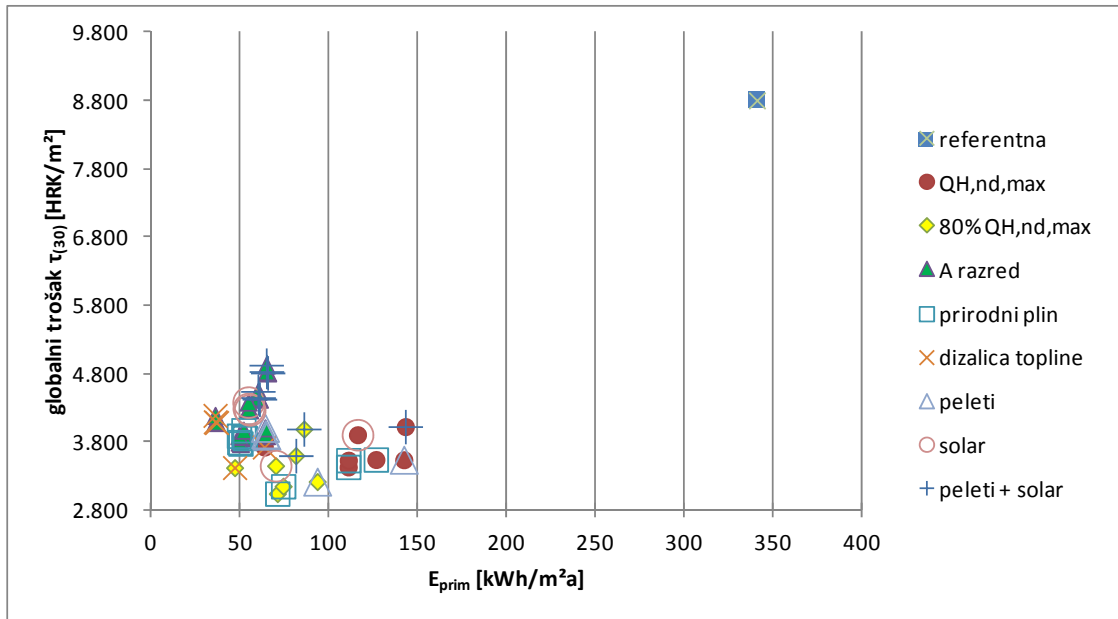
Slika 11-3 SDR = 3,30%



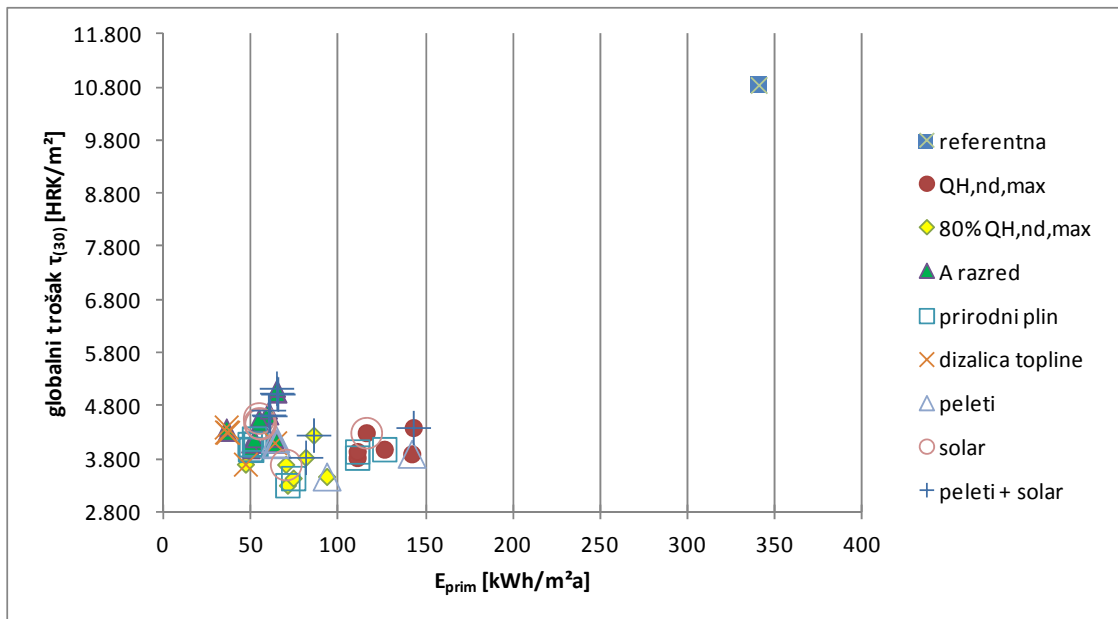
Slika 11-4 SDR = 10,00%

Stopa rasta cijena energije

Stopa rasta cijena energije ima vrlo snažan utjecaj na troškovno optimalnu razinu. Sa stopom rasta cijena od 4% što je vrlo vjerojatno za RH (time bi se nakon tridesetogodišnjeg razdoblja izjednačile cijene s prosjekom EU), optimalna je razina $E_{prim} = 71 \text{ kWh/m}^2\text{a}$



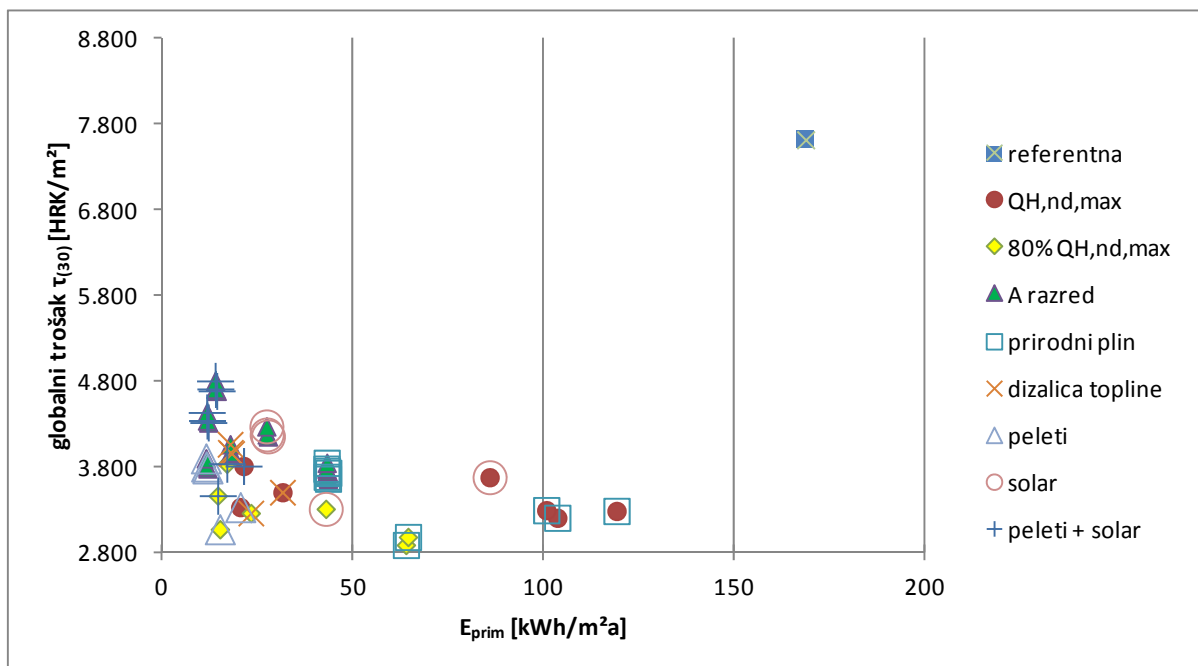
Slika 11-5 $R_e=4\%$



Slika 11-6 $R_e=5,6\%$

Korištenje obnovljive komponente faktora primarne energije

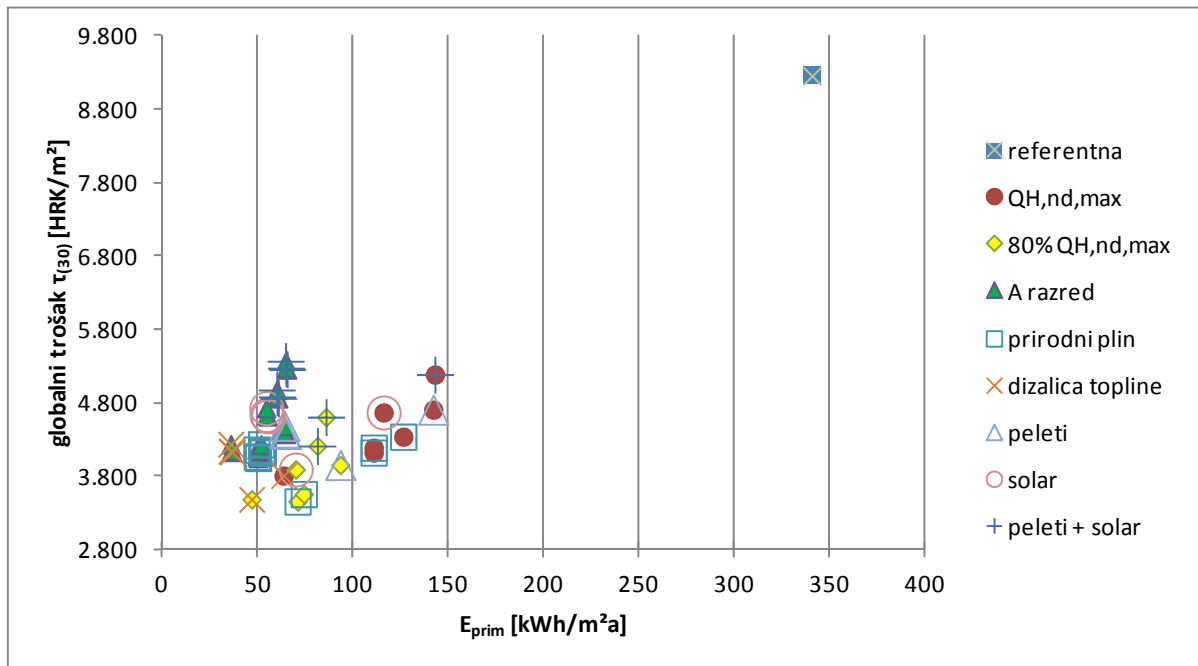
Značajnu ulogu u iskazivanju primarne energije ima faktor primarne energije. Prihvaćenim teritorijalnim principom definiranja faktora primarne energije postignuti su niski faktori primarne energije za električnu energiju. Korištenjem samo obnovljivog dijela faktora moguće je postići pozitivne efekte za tehnologije koje koriste obnovljive izvore energije, kao i ukupno sniženje primarne energije. Ipak, u konkretnom primjeru, dolazi samo do značajnog grupiranja tehnologija koje koriste obnovljive izvore energije u području ispod 50 kWh/m²a, bez utjecaja na optimalnu razinu. Nedostatak ovog pristupa je što se stvarna potrošnja energije u zgradama ne smanjuje, te razina troška korisnika, kao i opterećenja energetskog sustava ostaje podjednako visoka.



Slika 11-7 Primjena obnovljive komponente faktora primarne energije

Promjena trenutačne cijene energije prema okruženju

$E_{\text{prim}} = 71 \text{ kWh/m}^2\text{a}$



Slika 11-8 Cijene energije u Sloveniji

12. JEDNOOBITELJSKA ZGRADA IZGRAĐENA OD 1987. GODINE - PRIMORSKA HRVATSKA

12.1.1. Opis zgrade

Opis građevinskog dijela zgrade, tehničkih sustava i rasvjete

Svi građevni elementi su pretpostavljeni karakteristično za razdoblju gradnje, a poboljšanja prema statističkim istraživanjima i anketama.

Kuća je zidana šupljom blok opekom u produžnom mortu. Vanjski nosivi zidovi su debljine 25 cm, bez izolacije, obostrano žbukani. Unutarnji nosivi zidovi su također 25 cm, površinska obrada je obostrano žbuka. Zidovi su omeđeni vertikalnim i horizontalnim armirano betonskim serklažima koji nisu izolirani. Na 36,30% kuća su zidovi i serklaži naknadno poboljšani toplinskom izolacijom (ekspandirani polistiren – EPS) u debljini 6 cm s tankoslojnom žbukom (ETICS fasadni sustav).

Koeficijent prolaska topline nesaniranog zida $U=1,29 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Koeficijent prolaska topline nesaniranog serklaža $U=3,16 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Koeficijent prolaska topline saniranog zida $U=0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Koeficijent prolaska topline saniranog serklaža $U=0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Podna konstrukcija je plivajući pod s 2 cmekspandiranog polistirena (EPS) na betonskoj podlozi i hidroizolaciji.

Koeficijent prolaska topline podne konstrukcije $U=1,24 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Stropna konstrukcija prema zatvorenom negrijanom tavanu izvedena je kao FERT strop (4+16 cm). S donje strane je ožbukana, a s gornje strane položene su ploče ekspaniranog polistirena (EPS) 2 cm.

Na 40,41% kuća stropna konstrukcija poboljšana je polaganjem mineralne vune (MW) kaširane staklenim voalom debljine 10 cm s tavanke strane konstrukcije umjesto EPS-a.

Koeficijent prolaska topline nesanirane stropne konstrukcije $U=0,88 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Koeficijent prolaska topline sanirane stropne konstrukcije $U=0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Krovište je drveno, pokrov biber crijepom, a tavanski prostor je negrijan i slabo provjetran, te sudjeluje u toplinskom otporu stropa iznad grijanog prostora prizemlja. Konstrukcija krovišta nije uključena u ovojnici grijanog dijela kuće.

Originalni prozori iz razdoblja gradnje kuće su drvena stolarija ostakljena dvostrukim IZO staklom 4+16+4 mm u drvenom okviru od crnogorice debljine 7 cm. Zaštita od sunca predviđena je griljama ili roletama.

Karakteristike originalnih prozora su: $U_w=2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$; $F_c=0,30$; $g_{\perp}=0,80$.

Na 82,19% kuća prozori su zamijenjeni PVC stolarijom, ostakljenje IZO staklom 4+16+4 mm u trokomornim okvirima.

Karakteristike novih prozora su: $U_w=2,38 \text{ W/m}^2\text{K}$; $F_c=0,30$; $g_{\perp}=0,80$.

Ulazna vrata su od masiv drveta debljine 4 cm, $U=3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

S obzirom na kombinaciju novih i starih prozora te klimatskih uvjeta pretpostavljeni broj izmjena zraka je $n=0,6 \text{ h}^{-1}$.

Za grijanje pojedinih prostorija koriste se električne grijalice ukupne snage 3 kW. Regulacija rada pojedine grijalice je pomoću vlastitog termostata.

Za pripremu potrošne tople vode (PTV) koristi se električni akumulacijski bojler zapremine 100 Litara. Cijevi razvoda PTV-a su neizolirane, $\psi=1 \text{ W/mK}$, i prolaze kroz grijane prostore. Nema cirkulacijske petlje. Temperatura PTV-a je 60°C .

Tablica 12-1 Mjerodavni podaci za izračun energetske svojstva zgrade (tablica 3 prema predlošku izvještaja)

proračun	proračun izvršen prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, Pravilniku o energetskim pregledima građevina i energetskom certificiranju zgrada te Metodologiji provođenja energetskih pregleda građevina			
	faktori konverzije primarne energije	električna energija	1,6153	
		prirodni plin	1,0965	
		peleti	1,1955	

		solarna	1,0484		
meteorološki uvjeti	lokacija		Split Marjan 43°31' N 16°26' E		
	stupanj dani grijanja		1437,7	HDD	
	stupanj dani hlađenja		4363	CDH	
	izvor meteoroloških podataka		Prilog E Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama		
	opis terena		predgrađa, bez utjecaja susjednih zgrada		
geometrija zgrade	duljina x širina x visina		11,10 x 10 x 2,8	m x m x m	
	ploština korisne površine		95,39	m ²	
	broj etaža		1,00	-	
	faktor oblika		1,10	m ² /m ³	
	udio prozora u ukupnoj vanjskoj ovojnici	jug		5,88	m ²
		istok		1,96	m ²
		sjever		2,32	m ²
		zapad		2,32	m ²
orijentacija		180	°		
unutarnji dobici	namjena		jednoobiteljska zgrada		
	prosječni toplinski dobici od korisnika		5,00	W/m ²	
	specifična električna snaga sustava rasvjete		9,81	W/m ²	
	specifična električna snaga električne opreme		0,00	W/m ²	
građevni dijelovi	prosječni koeficijent prolaska topline zidova		0,40-3,16	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline krova		0,33-0,88	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline podruma		1,24	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline prozora		2,38-2,90	W/m ² K	
	toplinski mostovi	ukupna duljina	53,4	m	
		prosječni linijski koeficijent prolaska topline	0,48	W/mK	

	toplinski kapacitet prema jedinici površine	ukupni toplinski kapacitet za zgradu J/m ² K	156.643.200,00	J/m ² K
				J/m ² K
				J/m ² K
	vrsta zasjenjenja		grilje ili rolete	
	prosječni g-faktor	ostakljenje	0,8	-
		ostakljenje + zasjenjenje	0,24	-
	infiltracija		0,40	1/h
	prirodna ventilacija		0,20	1/h
tehnički sustavi	ventilacija	broj izmjena zraka u satu	-	1/h
		stupanj povrata topline	-	%
	efikasnost sustava grijanja	proizvodnja	99,98	%
		razvod	92,52	%
		emisija	85,54	%
		upravljanje	88,00	%
	efikasnost sustava hlađenja	proizvodnja	-	%
		razvod	-	%
		emisija	-	%
		upravljanje	-	%
	efikasnost sustava pripreme PTV	proizvodnja	99,98	%
		razvod	93,36	%
postavne temperature i režimi korištenja	postavna temperatura	zimi	20	°C
		ljeti	-	°C
	postavna vlažnost	zimi	-	%
		ljeti	-	%
	režimi korištenja i upravljanje	zaposjednutost	24/7	
		rasvjeta	24/7	
		uređaji	24/7	
ventilacija		24/7		

		grijanje	24/7	
		hlađenje	24/7	
potrebna energija	(toplinski) energetski doprinos glavnih pasivnih strategija	1	0,00	kWh/a
		2	0,00	kWh/a
		3	0,00	kWh/a
	potrebna energija za grijanje		10036,43	kWh/a
	potrebna energija za hlađenje		0,00	kWh/a
	potrebna energija za PTV		1192,38	kWh/a
	potrebna energija za ostale potrebe (ovlaživanje, odvlaživanje)		-	kWh/a
	korisna energija za ventilaciju		-	kWh/a
	korisna energija za rasvjetu		936,20	kWh/a
	korisna energija za ostalo (uređaji, vanjska rasvjeta, pomoćni sustavi, itd.)		356,70	kWh/a
	proizvodnja energije na lokaciji	toplinska energija iz obnovljivih izvora (npr. solarni kolektori)		0,00
električna energija proizvedena u zgradi i korištena na lokaciji			0,00	kWh/a
električna energija proizvedena u zgradi i izvezena na tržište			0,00	kWh/a
potrošnja energije	isporučena energija	električna energija	14.964,42	kWh/a
		prirodni plin	0,00	kWh/a
		drugo (biomasa, daljinsko grijanje / hlađenje, itd.)	0,00	kWh/a

	primarna energija / po energentima	električna energija	24.172,07	kWh/a
		prirodni plin	0,00	kWh/a
	primarna energija ukupno		24.172,07	kWh/a
	primarna energija specifična		253,40	kWh/m ² a

Tablica 12-2 Mjere primijenjene na vanjskoj ovojnici zgrade (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
izolacija vanjskog zida	63,70 % zid od šuplje blok opeke debljine 25 cm obostrano ožbukano bez toplinske izolacije. Armiranobetonski serklaži neizolirani. 36,30% zidova i serklaža poboljšano je dodavanjem ETICS sustava (EPS s $\lambda = 0,035$ W/mK – 6 cm)	nema zahvata na fasadnim zidovima	▪ dodatni ETICS sustav toplinske izolacije zidova (EPS s $\lambda \leq 0,035$ W/mK - 8 cm, XPS ili EPS ploče za perimetralnu toplinsku izolaciju u zoni podnožja 8 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK, u visini min. 30 cm od vanjskog uređenog terena	uklanjanje postojećih slojeva prethodne sanacije i postava ETICS sustav toplinske izolacije zidova (EPS-F grafitni s $\lambda \leq 0,032$ W/mK - 20 cm, XPS ili EPS ploče za perimetralnu toplinsku izolaciju u zoni podnožja 20 cm s $\lambda \leq 0,033$ W/mK, u visini min. 30 cm od vanjskog uređenog terena
izolacija krova (stropne konstrukcije prema tavanu)	59,59% FERT strop (4+16), s gornje strane položeno 2 cm EPS-a. 40,41% stropnih konstrukcija poboljšano filcem mineralne vune (MW s $\lambda \leq 0,035$ W/mK debljine 10 cm s tavske strane konstrukcije) umjesto EPS-a.	▪ dodatna toplinska izolacija MW u filcu 5 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK na stropu prema tavanu, kaširana staklenim voalom na strani slabo ventiliranogzračnog sloja	▪ dodatna toplinska izolacija MW u filcu 5 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK na stropu prema tavanu, kaširana staklenim voalom na strani slabo ventiliranogzračnog sloja	Uklanjanje postojećih slojeva do nosive konstrukcije i polaganje toplinske izolacije MW u filcu 20 cm s $\lambda \leq 0,035$ W/mK na stropu prema tavanu, kaširana staklenim voalom na strani slabo ventiliranogzračnog sloja

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
prozori	17,81% originalni prozori - stolarija ostakljena dvostrukim IZO staklom 4+16+4 mm u drvenom okviru od crnogorice debljine 7 cm. Zaštita od sunca predviđena je griljama ili roletama. 82,19% nova PVC stolarija, ostakljenje IZO staklom 4+16+4 mm u trokomornim okvirima. Zaštita od sunca predviđena je griljama ili roletama.	okviri minimalno popravljani i s dodatnim PU pjenastim samoljepljivim elastičnim brtvama debljine 5 mm ugrađenim kontinuirano na sve spojeve krila i doprozornika	okviri minimalno popravljani i s dodatnim PU pjenastim samoljepljivim elastičnim brtvama debljine 5 mm ugrađenim kontinuirano na sve spojeve krila i doprozornika	▪ zamjena svih postojećih prozora novim prozorima (PVC okviri sa 5 komora, ostakljeni dvostrukim Low-E staklom punjenim plinom, $U_f \leq 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_g \leq 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g^{\perp} = 0,60$, $F_f = 0,65$)
vrata	vrata od masiv drveta 4 cm	okvir minimalno popravljen i s dodatnim PU pjenastim samoljepljivim elastičnim brtvama debljine 5 mm ugrađenim kontinuirano na sve spojeve vrata i dovratnika	okvir minimalno popravljen i s dodatnim PU pjenastim samoljepljivim elastičnim brtvama debljine 5 mm ugrađenim kontinuirano na sve spojeve vrata i dovratnika	▪ sva postojeća vrata zamijenjena novima, sa toplinski izoliranim vratnim krilom $U \leq 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
izolacija poda	podna konstrukcija je plivajući pod s 2 cm ekspandiranog polistirena (EPS) na hidroizolaciji i donjoj betonskoj podlozi.	nema zahvata na podnoj konstrukciji	nema zahvata na podnoj konstrukciji	nema zahvata na podnoj konstrukciji

Tablica 12-3 Mjere primijenjene na sustavu grijanja (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
sustav grijanja	ogrjevnja tijela: el. grijalice	ogrjevnja tijela: radijatori	ogrjevnja tijela: radijatori	ogrjevnja tijela: podno grijanje
predaja	smještaj: vanjski zidovi	smještaj: vanjski zidovi	smještaj: vanjski zidovi	smještaj: izolirani pod

	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)+termostat vent. (2K)	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)+termostat vent. (2K)	regulacija: PI regulator,
razvod	nema	temperatura: 70/55°C	temperatura: 55/40°C	temperatura: 45/35°C
		smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi
		regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi
	izolacija:	izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK	izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK	
proizvodnja	generator topl.:el.grijalice	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler
	snaga: 6 kW	snaga: 20 kW	5,4 kW (A2/W45)	5,4 kW (A2/W45)
mjera	varijanta 4	varijanta 5	varijanta 6	varijanta 7
sustav grijanja	ogrjevnna tijela: radijatori	ogrjevnna tijela: radijatori	ogrjevnna tijela: podno grijanje	ogrjevnna tijela: radijatori
predaja	smještaj:vanjski zidovi	smještaj:vanjski zidovi	smještaj:izolirani pod	smještaj:vanjski zidovi
	regulacija: preko ref. prostorije+PI regulator s funkc. optimizac	regulacija: preko ref. prostorije (termostat)+termostat vent. (2K)	regulacija: PI regulator,	regulacija: preko ref. prostorije+PI regulator s funkc. optimizac
razvod	temperatura: 70/55°C	temperatura: 70/55°C	temperatura: 45/35°C	temperatura: 55/40°C
	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi

	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi
	izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK	izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK		izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK
proizvodnja	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: dizalica topline zrak-voda (pom grijač)	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler
	snaga: 14 kW	snaga: 14 kW	snaga: 11 kW (A7/W35)	snaga: 18 kW
mjera	varijanta 8	varijanta 9		
sustav grijanja	ogrjevnna tijela: podno grijanje	ogrjevnna tijela: podno grijanje		
predaja	smještaj:izolirani pod	smještaj:izolirani pod		
	regulacija: PI regulator,	regulacija: PI regulator,		
	-	-		
razvod	temperatura: 45/30°C	temperatura: 45/35°C		
	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi		
	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi		
	izolacija: Y= 0,2-0,3W/mK	-		
proizvodnja	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: Dizalica topline		
	snaga: 14 kW	snaga: 8 kW (A7/W35)		

	kombi spremnik grijanje/PTV 700 l	
--	--------------------------------------	--

Tablica 12-4 Mjere primijenjene na sustavu pripreme PTV (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
PTV	temperatura: 60°C, bez cirk. petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. petlje
razvod	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima
	izolacija: neizolir.Y= 1 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK
proizvodnja grijanje	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski atm.kombi bojler	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler	generator topl.: kotao na pelete
proizvodnja PTV	isti kao za grijanje	isti kao za grijanje	isti kao za grijanje	isti kao za grijanje
mjera	referentni primjer 4	varijanta 1 5	varijanta 2 6	varijanta 7
PTV	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	temperatura: 55°C, bez cirk. petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje
razvod	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima
	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2-0,3 W/mK
proizvodnja grijanje	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: dizalica topline zrak-voda (pom grijač)	generator topl.: kotao na pelete	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler

proizvodnja PTV	isti kao za grij.+solarni toplov. sustav	isti kao za grijanje	isti kao za grij.+solarni toplov. sustav	isti kao za grij.+solarni toplov. sustav
	kolektori 3.8 m2		kolektori 13.3 m2	kolektori 3.8 m2
	spremnik: 300 Lit		spremnik: 700 Lit	spremnik: 300 Lit

Tablica 12-5 Mjere primijenjene na sustavu ventilacije i hlađenja (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1
ventilacija (uključivo noćna ventilacija)	-	mehanička ventilacija s rekuperacijom $n > 0,65$
hlađenje prostora	ne	ne

Tablica 12-6 Mjere primijenjene na sustavu rasvjete (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
rasvjeta		zamjena izvora svjetla s žarnom niti fluorescentnim ili kompaktnim fluorescentnim	zamjena izvora svjetlosti i svjetiljke (ugradnja regulacije/automata)	zamjena izvora svjetlosti, svjetiljke (ugradnja regulacije/automata) i obnova instalacije (relokacija)

Tablica 12-7 Primijenjene kombinacije mjera u troškovno optimalnoj analizi (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	varijante po sustavima				
	ovojnica	grijanje	PTV	ventilacija	rasvjeta
0	referentna	referentni	referentni	referentni	referentni
1	1	1 (atm.)	1 (atm.)	referentni	1
2	1	2 (kond.)	2 (kond.)	referentni	1
3	1	4 (pelet PI)	3 (pelet)	referentni	1
4	1	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	referentni	1
5	1	6 (diz)	5 (diz.)	referentni	1
6	1	2 (kond.)	7 (solar)	referentni	1
7	1	5 (pelet)	4 (solar)	referentni	1
8	2	7 (kond.) PI	2 (kond.)	referentni	1
9	2	4 (pelet) PI	3 (pelet)	referentni	1
10	2	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	referentni	1
11	2	9 (diz.)	5 (diz.)	referentni	1
12	2	7 (kond. PI)	7 (sol.)	referentni	1
13	2	8 (sol. podno)	6 (sol. pod)	referentni	1
14	2	4 (pelet) PI	4 (solar)	referentni	1
15	3	7 (kond. PI)	2 (kond.)	1	1
16	3	4 (pelet) PI	3 (pelet)	1	1
17	3	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	1	1
18	3	9 (diz.)	5 (diz.)	1	1
19	3	7 (kond. PI)	7 (sol.)	1	1
20	3	8 (sol. podno)	6 (sol. pod.)	1	1
21	3	4 (pelet) PI	4 (solar)	1	1
22	3	7 (kond. PI)	2 (kond.)	1	2
23	3	4 (pelet) PI	3 (pelet)	1	2
24	3	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	1	2
25	3	9 (diz.)	5 (diz.)	1	2
26	3	7 (kond. PI)	7 (sol.)	1	2
27	3	8 (sol. podno)	6 (sol. pod.)	1	2
28	3	4 (pelet) PI	4 (solar)	1	2
29	3	7 (kond. PI)	2 (kond.)	1	3
30	3	4 (pelet) PI	3 (pelet)	1	3
31	3	3 (kond. pod.)	2 (kond.)	1	3
32	3	9 (diz.)	5 (diz.)	1	3
33	3	7 (kond. PI)	7 (sol.)	1	3
34	3	8 (sol. podno)	6 (sol. pod.)	1	3
35	3	4 (pelet) PI	4 (solar)	1	3

Tablica 12-8 Proračun primarne energije po kombinacijama mjera energetske učinkovitosti (tablica 5 prema predlošku izvješća)

mjera / paket mjera / varijanta mjera	korisna energija [kWh/a]		konačna energija [kWh/a]					isporučena energija po izvoru [kWh/a]				primarna energija [kWh/m ² a]	$(E_{\text{prim,ref}} - E_{\text{prim}})/E_{\text{prim,ref}}$ %
	grijanje	hlađenje	grijanje	hlađenje	ventilacija	PTV	rasvjeta	prirodni plin	električna energija	biomasa - peleti	solar		
0	10036	0	11872	0	0	2156	936	0	14964	0	0	253	0%
1	7871	0	9806	0	0	1422	415	10785	857	0	0	138	45%
2	7871	0	8420	0	0	1322	415	9299	858	0	0	121	52%
3	7871	0	10022	0	0	1688	415	0	841	11283	0	156	39%
4	7871	0	8240	0	0	1319	415	8769	1205	0	0	121	52%
5	7871	0	7161	0	0	833	415	7428	980	1968	0	127	50%
6	7871	0	8769	0	0	1050	415	0	959	11243	0	157	38%
7	7871	0	8391	0	0	2131	415	0	3921	0	0	66	74%
8	3628	0	3645	0	0	1318	415	4540	838	0	0	66	74%
9	3628	0	4655	0	0	1584	415	0	809	5845	0	87	66%
10	3628	0	3770	0	0	1316	415	4341	1160	0	0	70	73%
11	3628	0	2456	0	0	824	415	2746	948	1872	0	71	72%
12	3628	0	3018	0	0	909	415	0	914	5300	0	82	68%
13	3628	0	1459	0	0	991	415	0	1205	5011	0	83	67%
14	3628	0	3679	0	0	2120	415	0	2506	0	0	42	83%
15	2230	0	2223	0	0	1314	415	3149	803	0	0	50	80%
16	2230	0	2871	0	0	1562	415	0	775	4072	0	64	75%
17	2230	0	2306	0	0	1313	415	2948	1086	0	0	52	79%
18	2230	0	1206	0	0	780	415	1498	904	1786	0	55	78%
19	2230	0	1479	0	0	811	415	0	872	3618	0	60	76%

mjera / paket mjera / varijanta mjera	korisna energija [kWh/a]		konačna energija [kWh/a]					isporučena energija po izvoru [kWh/a]				primarna energija [kWh/m ² a]	$(E_{\text{prim,ref}} - E_{\text{prim}}) / E_{\text{prim,ref}}$ %
	grijanje	hlađenje	grijanje	hlađenje	ventilacija	PTV	rasvjeta	prirodni plin	električna energija	biomasa - peleti	solar		
20	2230	0	760	0	0	811	415	0	1130	3658	0	65	74%
21	2230	0	2124	0	0	2122	415	0	2034	0	0	34	86%
22	2230	0	2223	0	0	1314	386	3149	775	0	0	49	81%
23	2230	0	2871	0	0	1562	386	0	746	4072	0	64	75%
24	2230	0	2306	0	0	1313	386	2948	1057	0	0	52	80%
25	2230	0	1206	0	0	780	386	1498	875	1786	0	54	79%
26	2230	0	1479	0	0	811	386	0	843	3618	0	60	76%
27	2230	0	760	0	0	811	386	0	1102	3658	0	65	75%
28	2230	0	2124	0	0	2122	386	0	2006	0	0	34	87%
29	2230	0	2223	0	0	1314	321	3149	709	0	0	48	81%
30	2230	0	2871	0	0	1562	321	0	681	4072	0	63	75%
31	2230	0	2306	0	0	1313	321	2948	992	0	0	51	80%
32	2230	0	1206	0	0	780	321	1498	810	1786	0	53	79%
33	2230	0	1479	0	0	811	321	0	778	3618	0	59	77%
34	2230	0	760	0	0	811	321	0	1036	3658	0	63	75%
35	2230	0	2124	0	0	2122	321	0	1940	0	0	33	87%

Tablica 12-9 Mikroekonomska (financijska) analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	troškovi korištenja (godišnji)			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjeg rasta troškova energije				ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar					
0	170.724	11.948	0	0	0	438.613	0	0	68.104	6,60	30	0	584.748
1	192.579	11.948	0	0	114.402	25.126	0	0	76.199	6,60	30	0	304.505
2	198.641	11.948	0	0	98.640	25.136	0	0	77.652	6,60	30	0	295.487
3	211.356	19.117	0	0	0	24.647	88.190	0	79.874	6,60	30	0	306.240
4	202.573	11.948	0	0	93.020	35.305	0	0	77.652	6,60	30	0	303.968
5	228.309	23.896	0	0	78.795	28.738	15.386	0	81.552	6,60	30	0	340.665
6	241.024	28.675	0	0	0	28.107	87.879	0	83.037	6,60	30	0	352.409
7	221.738	14.337	0	0	0	114.919	0	0	80.956	6,60	30	0	316.062
8	229.401	11.948	0	0	48.153	24.573	0	0	78.026	6,60	30	0	274.823
9	241.524	19.117	0	0	0	23.700	45.686	0	80.249	6,60	30	0	292.582
10	232.172	11.948	0	0	46.047	34.003	0	0	78.026	6,60	30	0	284.918
11	259.069	23.896	0	0	29.128	27.798	14.630	0	81.730	6,60	30	0	319.530
12	271.192	28.675	0	0	0	26.802	41.422	0	83.146	6,60	30	0	334.229
13	297.619	28.675	0	0	0	35.331	39.170	0	86.000	6,60	30	0	369.207
14	251.862	14.337	0	0	0	73.462	0	0	81.111	6,60	30	0	304.178
15	291.405	11.948	0	0	33.402	23.549	0	0	60.114	6,60	30	0	341.219
16	303.528	11.948	0	0	0	22.710	31.829	0	62.337	6,60	30	0	352.738
17	291.992	11.948	0	0	31.270	31.824	0	0	60.114	6,60	30	0	347.948
18	321.073	23.896	0	0	15.887	26.489	13.958	0	66.075	6,60	30	0	388.278
19	333.196	28.675	0	0	0	25.555	28.282	0	67.500	6,60	30	0	403.817
20	358.576	28.675	0	0	0	33.125	28.592	0	70.307	6,60	30	0	439.316

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	troškovi korištenja (godišnji)			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjeg rasta troškova energije				ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar					
21	303.997	14.337	0	0	0	59.623	0	0	63.394	6,60	30	0	363.255
22	293.905	11.948	0	0	33.402	22.714	0	0	60.601	6,60	30	0	343.730
23	306.028	11.948	0	0	0	21.874	31.829	0	62.824	6,60	30	0	355.249
24	294.492	11.948	0	0	31.270	30.989	0	0	60.601	6,60	30	0	350.459
25	323.573	23.896	0	0	15.887	25.654	13.958	0	66.561	6,60	30	0	390.789
26	335.696	28.675	0	0	0	24.719	28.282	0	67.986	6,60	30	0	406.328
27	361.076	28.675	0	0	0	32.290	28.592	0	70.794	6,60	30	0	441.827
28	306.497	14.337	0	0	0	58.787	0	0	63.394	6,60	30	0	364.920
29	303.155	11.948	0	0	33.402	20.794	0	0	60.601	6,60	30	0	351.060
30	315.278	11.948	0	0	0	19.955	31.829	0	62.824	6,60	30	0	362.579
31	303.742	11.948	0	0	31.270	29.069	0	0	60.601	6,60	30	0	357.789
32	332.823	23.896	0	0	15.887	23.734	13.958	0	66.561	6,60	30	0	398.119
33	344.946	28.675	0	0	0	22.799	28.282	0	67.986	6,60	30	0	413.659
34	370.326	28.675	0	0	0	30.370	28.592	0	70.794	6,60	30	0	449.157
35	315.747	14.337	0	0	0	56.867	0	0	63.394	6,60	30	0	372.250

Tablica 12-10 Makroekonomska analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

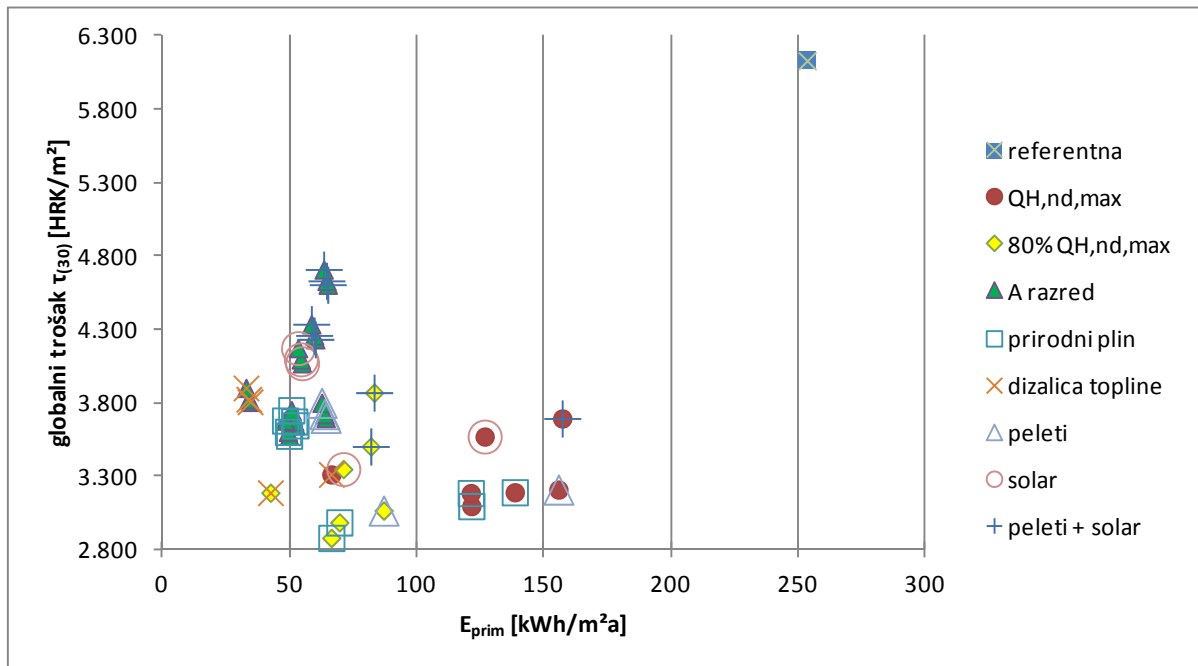
varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	godišnji troškovi korištenja			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije				trošak emisija stakleničkih plinova	ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar						
0	136.580	9.558	0	0	0	350.891	0	0	16.774	74.371	5,50	30	0	610.100

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	godišnji troškovi korištenja			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije				trošak emisija stakleničkih plinova	ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar						
1	154.064	9.558	0	0	91.522	20.101	0	0	12.250	83.212	5,50	30	0	204.282
2	158.913	9.558	0	0	78.912	20.109	0	0	10.695	84.797	5,50	30	0	193.389
3	169.085	15.293	0	0	0	19.717	70.552	0	2.846	87.225	5,50	30	0	190.268
4	162.059	9.558	0	0	74.416	28.244	0	0	10.529	84.797	5,50	30	0	200.009
5	182.647	19.117	0	0	63.036	22.991	12.309	0	9.206	89.056	5,50	30	0	220.249
6	192.820	22.940	0	0	0	22.485	70.303	0	2.971	90.678	5,50	30	0	220.841
7	177.391	11.470	0	0	0	91.936	0	0	4.395	88.406	5,50	30	0	196.785
8	183.521	9.558	0	0	38.523	19.658	0	0	5.691	85.206	5,50	30	0	171.745
9	193.219	15.293	0	0	0	18.960	36.549	0	1.892	87.634	5,50	30	0	178.279
10	185.737	9.558	0	0	36.838	27.203	0	0	5.844	85.206	5,50	30	0	179.974
11	207.255	19.117	0	0	23.302	22.238	11.704	0	4.253	89.251	5,50	30	0	198.618
12	216.953	22.940	0	0	0	21.441	33.138	0	1.919	90.797	5,50	30	0	205.594
13	238.095	22.940	0	0	0	28.265	31.336	0	2.196	93.914	5,50	30	0	228.918
14	201.489	11.470	0	0	0	58.769	0	0	2.809	88.576	5,50	30	0	185.962
15	233.124	9.558	0	0	26.722	18.839	0	0	4.197	65.646	5,50	30	0	226.794
16	242.822	9.558	0	0	0	18.168	25.463	0	1.555	68.074	5,50	30	0	229.493
17	233.593	9.558	0	0	25.016	25.459	0	0	4.303	65.646	5,50	30	0	232.283
18	256.859	19.117	0	0	12.710	21.191	11.166	0	2.882	72.155	5,50	30	0	251.769
19	266.557	22.940	0	0	0	20.444	22.625	0	1.588	73.711	5,50	30	0	260.442
20	286.861	22.940	0	0	0	26.500	22.874	0	1.884	76.777	5,50	30	0	284.281
21	243.198	11.470	0	0	0	47.698	0	0	2.280	69.228	5,50	30	0	235.418
22	235.124	9.558	0	0	26.722	18.171	0	0	4.165	66.178	5,50	30	0	227.562
23	244.822	9.558	0	0	0	17.500	25.463	0	1.523	68.605	5,50	30	0	230.262
24	235.593	9.558	0	0	25.016	24.791	0	0	4.271	66.178	5,50	30	0	233.052
25	258.859	19.117	0	0	12.710	20.523	11.166	0	2.850	72.687	5,50	30	0	252.537

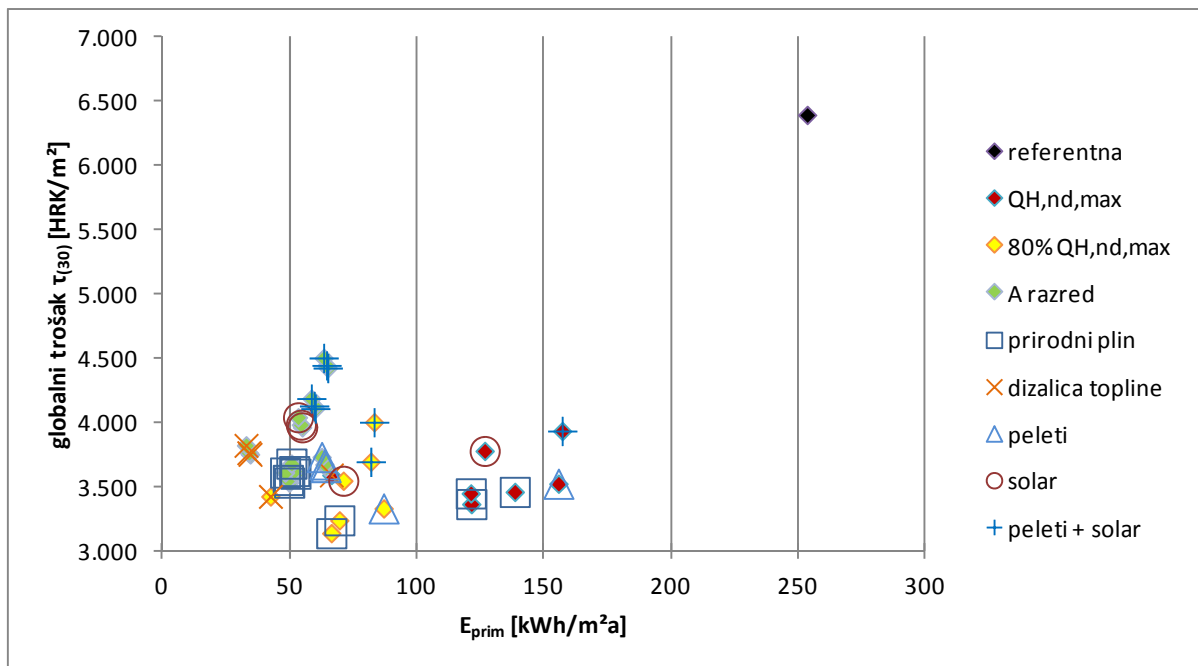
varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	godišnji troškovi korištenja			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije				trošak emisija stakleničkih plinova	ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar						
26	268.557	22.940	0	0	0	19.775	22.625	0	1.556	74.243	5,50	30	0	261.210
27	288.861	22.940	0	0	0	25.832	22.874	0	1.852	77.309	5,50	30	0	285.049
28	245.198	11.470	0	0	0	47.030	0	0	2.248	69.228	5,50	30	0	236.718
29	242.524	9.558	0	0	26.722	16.635	0	0	4.091	66.178	5,50	30	0	233.353
30	252.222	9.558	0	0	0	15.964	25.463	0	1.450	68.605	5,50	30	0	236.053
31	242.993	9.558	0	0	25.016	23.255	0	0	4.197	66.178	5,50	30	0	238.843
32	266.259	19.117	0	0	12.710	18.987	11.166	0	2.777	72.687	5,50	30	0	258.328
33	275.957	22.940	0	0	0	18.239	22.625	0	1.482	74.243	5,50	30	0	267.001
34	296.261	22.940	0	0	0	24.296	22.874	0	1.778	77.309	5,50	30	1	290.841
35	252.598	11.470	0	0	0	45.494	0	0	2.175	69.228	5,50	30	2	242.510

12.1.1. Troškovno optimalna analiza - rezultati

Troškovno optimalnu razinu rekonstrukcije predstavlja razina $E_{prim} = 66 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.



Slika 12-1 Rezultati troškovno optimalne analize - mikroekonomska analiza



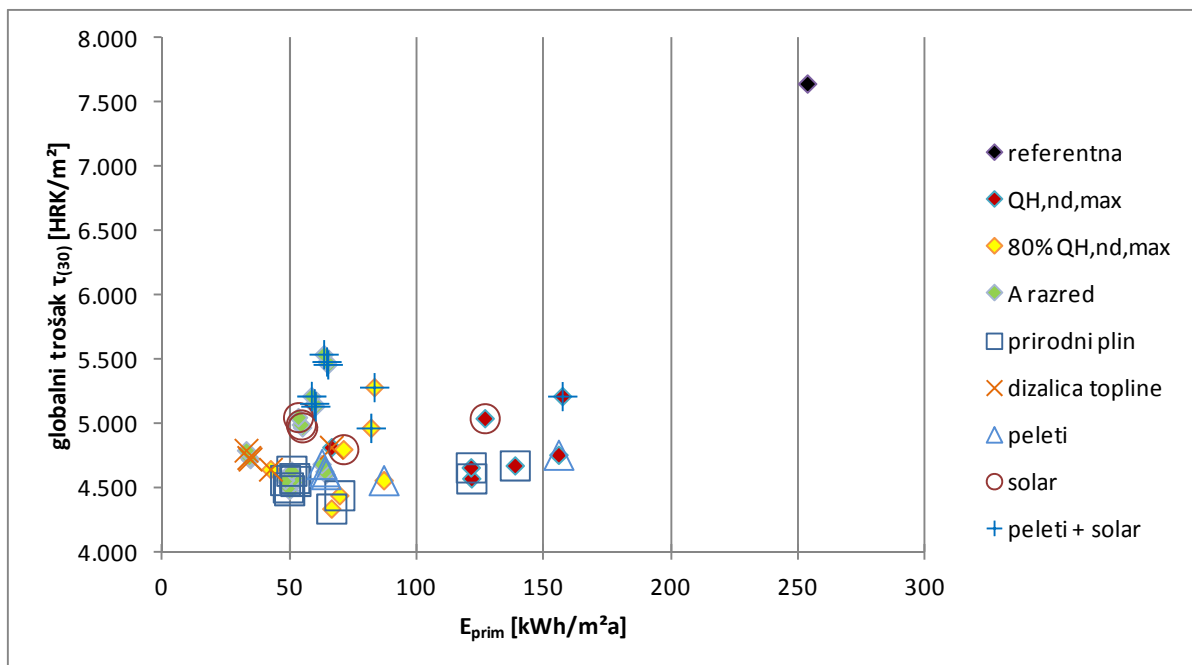
Slika 12-2 Rezultati troškovno optimalne analize - makroekonomska analiza

Makroekonomska analiza daje podudarne rezultate.

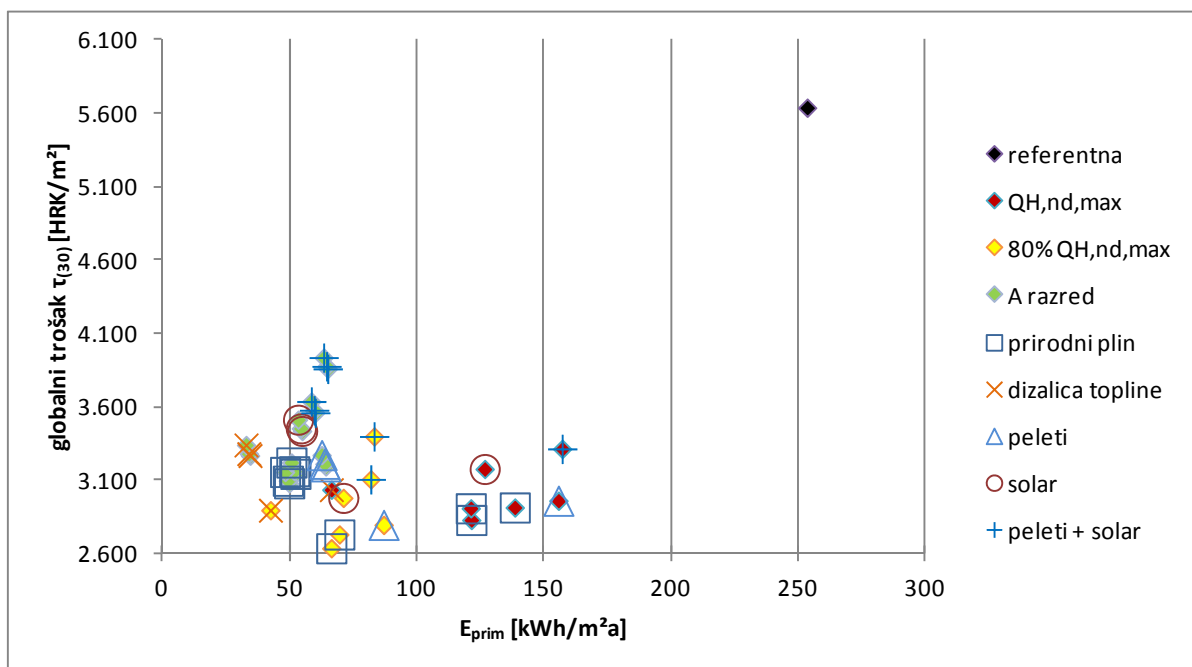
12.1.2. Analiza osjetljivosti

Promjena diskontne stope

Snižavanjem diskontne stope na vrijednost 3,30% (izjednačena s inflacijom) ne mijenja se optimalna razina, već samo ukupni trošak za sve varijante zgrade.



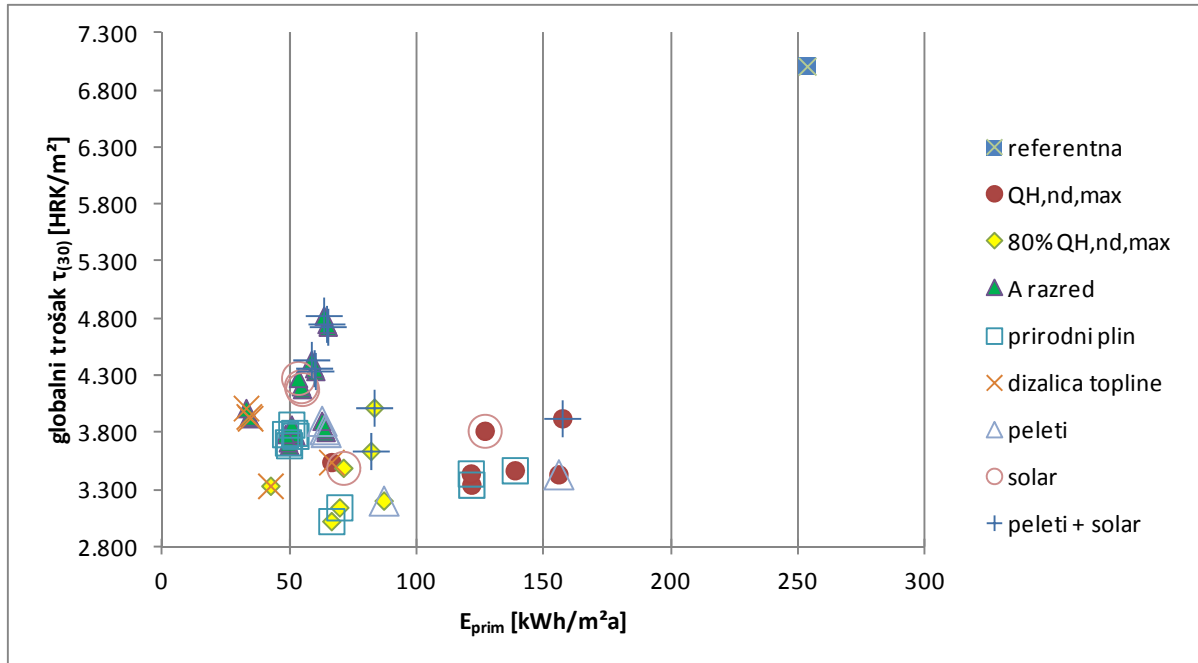
Slika 12-3 SDR = 3,30%



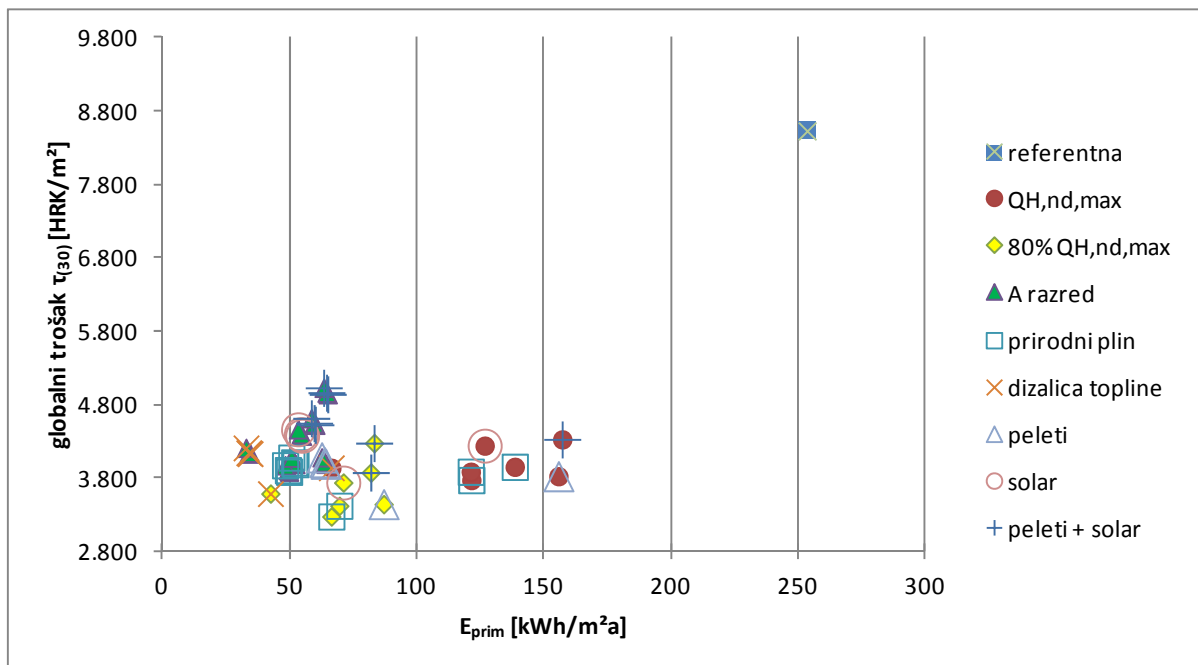
Slika 12-4 SDR = 10,00%

Stopa rasta cijena energije

Sa stopom rasta cijena od 4% što je vrlo vjerojatno za RH (time bi se nakon tridesetogodišnjeg razdoblja izjednačile cijene s prosjekom EU), optimalna je razina $E_{prim} = 66$ kWh/m²a



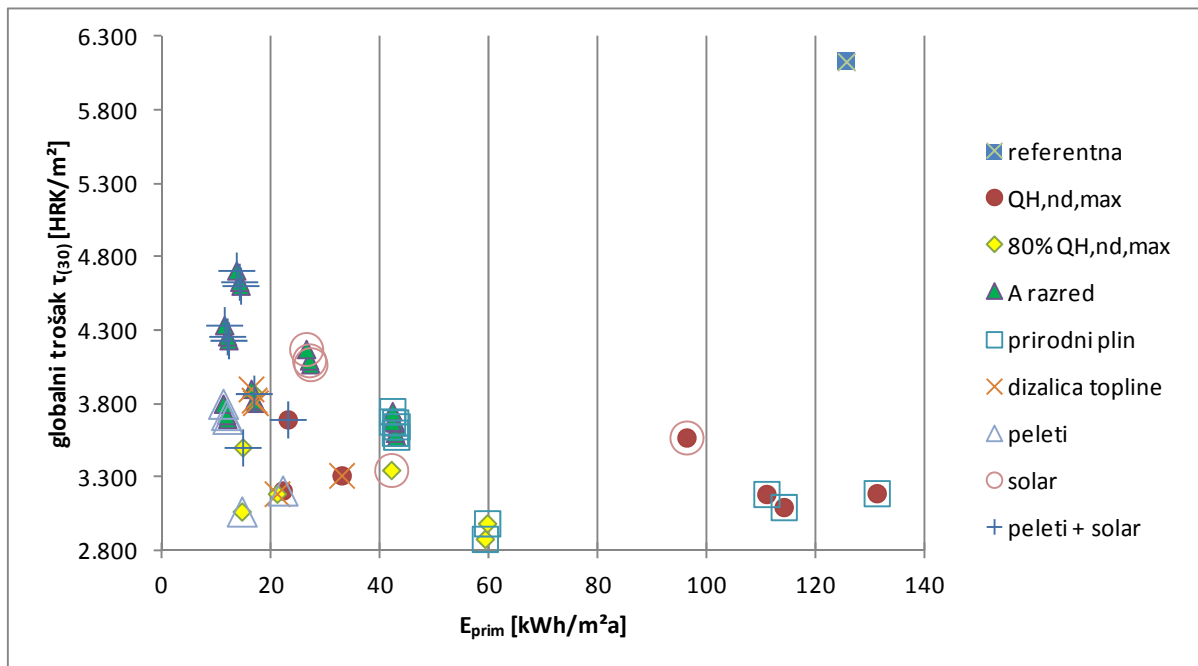
Slika 12-5 $R_e=4\%$



Slika 12-6 $R_e=5,6\%$

Korištenje obnovljive komponente faktora primarne energije

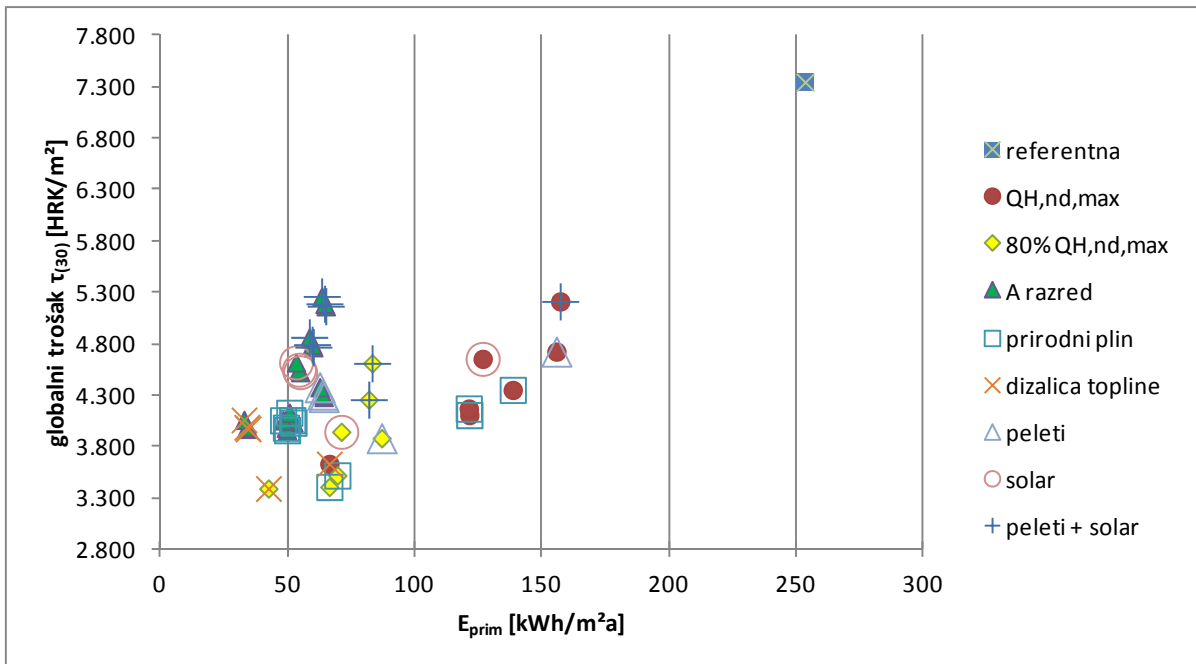
Značajnu ulogu u iskazivanju primarne energije ima faktor primarne energije. Prihvaćenim teritorijalnim principom definiranja faktora primarne energije postignuti su niski faktori primarne energije za električnu energiju. Korištenjem samo obnovljivog dijela faktora moguće je postići pozitivne efekte za tehnologije koje koriste obnovljive izvore energije, kao i ukupno sniženje primarne energije. Ipak, u konkretnom primjeru, dolazi samo do značajnog grupiranja tehnologija koje koriste obnovljive izvore energije u području ispod 50 kWh/m²a, bez utjecaja na optimalnu razinu. Nedostatak ovog pristupa je što se stvarna potrošnja energije u zgradama ne smanjuje, te razina troška korisnika, kao i opterećenja energetskog sustava ostaje podjednako visoka.



Slika 12-7 Primjena obnovljive komponente faktora primarne energije

Promjena trenutne cijene energije prema okruženju

Korištenjem vrijednosti cijena energije za Sloveniju, dolazi do daljnjeg pomicanja optimalne točke prema nižoj primarnoj energiji ($E_{\text{prim}}=42 \text{ kWh/m}^2\text{a}$).



Slika 12-8 Cijene energije u Sloveniji

13. GOTOVO NULA ENERGETSKE JEDNOOBITELJSKE ZGRADE

13.1.1. Opis zgrade

Kuća je zidana šupljom blok opekom u produžnom mortu. Vanjski nosivi zidovi su od šuplje blok opeke debljine 25 cm s ETICS fasadnim sustavom debljine 16-20 cm. Debljina i materijal toplinske izolacije ETICS sustava ovisi o varijanti NE zgrade, a može biti ekspanzirani polistiren ili ekspanzirani grafitni polistiren. Unutarnji nosivi zidovi su od šuplje blok opeke debljine 20 cm, površinska obrada je obostrano žbuka. Zidovi su omeđeni vertikalnim i horizontalnim armirano betonskim serklažima. Serklaži na vanjskim zidovima su izolirani „kombi“ pločama 5 cm i dodatno ETICS sustavom istim kao i zid.

Koeficijent prolaska topline zida ovisi o ETICS sustavu koji se primjenjuje i varira od:

$$U=0,19 - 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}.$$

Podna konstrukcija je plivajući pod s 2 cm elastificiranog polistirena (EPS-T) i tvrdih ploča ekspaniranog polistirena (EPS-200) na betonskoj podlozi i hidroizolaciji. Ovisno o varijanti NE zgrade ispod podloge se postavlja i dodatni sloj ekstrudiranog polistirena (XPS) debljine 10 cm.

Koeficijent prolaska topline podne konstrukcije varira i iznosi: $U=0,30-0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Toplinski most preko temelja se produljuje postavom perimetralne toplinske izolacije od ekstrudiranog polistirena (XPS) debljine 10 cm, ili ga se potpuno prekida postavom ekstrudiranog polistirena (XPS) debljine 10 cm s bočnih i donje strane temelja. Toplinski mostovi preko spojeva dva vanjska zida i zida i krova su svi negativni.

Međukatna konstrukcija između prizemlja izvedena je kao puna armiranobetonska ploča debljine 16 cm s plivajućim podom na katu, a u podgledu gletana i bojana. Međukatna konstrukcija ne graniči s negrijanim ili vanjskim prostorom i nije uključena u proračun.

Stropna konstrukcija kata prema negrijanom tavanu je izvedena kao armiranobetonska ploča debljine 16 cm, u podgledu gletana i bojana, a s tavske strane izolirana elastificiranim polistirenom (EPS-T) 4 cm i ekstrudiranim polistirenom (XPS) 16 cm s dvostrukim OSB pločama kao hodnom oblogom. Tavanski prostor je negrijan, ali sudjeluje u toplinskom otporu stropne konstrukcije.

Koeficijent prolaska topline stropne konstrukcije prema negrijanom tavanu iznosi

$$U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}.$$

Kosi krov je lagana drvena konstrukcija izvedena od platica s ispunom mineralne vune (MW) 20-24 cm, podgledom od gipskartonskih (GK) ploča s ispunom mineralne vune (MW) 5 cm i parnom branom. Na platicama postavljene su OSB ploče, kišna brana, kontraletve i letve (ventilirani sloj) te trapezni lim kao pokrov.

Koeficijent prolaska topline krovne konstrukcije varira ovisno o varijanti i iznosi

$U=0,15-0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Kvaliteta prozora ovisi o varijanti.

Ugrađeni prozori su petokomorna PVC stolarija s ostakljenjem dvostrukim IZO staklom 6+16+4 mm s Low-E premazom i PVC distancerima, ispunjena argonom 90%, ili ostakljenje trostrukim IZO staklom 6+15+4+15+4 mm s Low-E premazom i PVC distancerima, ispunjena argonom 90%. Dio prozora je zasjenjen nadstrešnicom kako bi se ljeti smanjilo pregrijavanje, a zimi omogućio upad sunčevih zraka u prostor.

Zaštita vanjskim roletama (i za krovne prozore).

Karakteristike prozora su: $U_w=1,18-0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$; $F_c=0,30$; $g_{\perp}=0,60-0,50$, $F_s=0,74-1,00$.

Koeficijent prolaska kutije za rolete: $U_{rolete}=0,46 \text{ W/m}^2\text{K}$

Ulazna vrata su s toplinski izoliranim krilom, $U=1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Tablica 13-1 Mjerodavni podaci za izračun energetske svojstva gotovo nula energetske zgrade - kontinentalna Hrvatska (tablica 3 prema predlošku izvještaja)

proračun	proračun izvršen prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, Pravilniku o energetskim pregledima građevina i energetskom certificiranju zgrada te Metodologiji provođenja energetskih pregleda građevina			
	faktori konverzije primarne energije	električna energija	1,6153	
		prirodni plin	1,0965	
		peleti	1,1955	
		solarna	1,0484	
meteorološki uvjeti	lokacija	Zagreb Maksimir 45°49' N 16°02' E		
	stupanj dani grijanja	3045,2	HDD	
	stupanj dani hlađenja	2805	CDH	
	izvor meteoroloških podataka	Prilog E Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama		
	opis terena	predgrađa, bez utjecaja susjednih zgrada		
geometrija zgrade	duljina x širina x visina	11,80 x 8,10 x 6,13	m x m x m	
	ploština korisne površine	154,21	m ²	
	broj etaža	2,00	-	
	faktor oblika	0,75	m ² /m ³	
	udio prozora u ukupnoj vanjskoj ovojnici	jug	36,96	m ²
		istok	0,00	m ²

		sjever	4,32	m ²	
		zapad	0,00	m ²	
	orijentacija		180	°	
unutarnji dobici	namjena		jednoobiteljska zgrada		
	prosječni toplinski dobici od korisnika		5,00	W/m ²	
	specifična električna snaga sustava rasvjete		6,23	W/m ²	
	specifična električna snaga električne opreme		0,00	W/m ²	
građevni dijelovi	prosječni koeficijent prolaska topline zidova		0,13-0,14	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline krova		0,13-0,15	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline podruma		0,15	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline prozora		0,75	W/m ² K	
	toplinski mostovi		ukupna duljina	62,10	
			prosječni linijski koeficijent prolaska topline	-0,05	
	toplinski kapacitet prema jedinici površine		ukupni toplinski kapacitet za zgradu J/m ² K	302 965 982,02	
	vrsta zasjenjenja		grilje ili rolete		
	prosječni g-faktor		ostakljenje	0,5	-
			ostakljenje + zasjenjenje	0,15-0,50	-
	infiltracija				1/h
tehnički sustavi	ventilacija		broj izmjena zraka u satu	0,5	1/h
			stupanj povrata topline	75%	%
	efikasnost sustava grijanja		proizvodnja	106,17	%
			razvod	98,48	%
			emisija	97,19	%
			upravljanje	99,00	%
	efikasnost sustava hlađenja		proizvodnja	599,25	%
			razvod	100	%
			emisija	88,12	%
			upravljanje	100	%
	efikasnost sustava pripreme PTV		proizvodnja	106,17	%
			razvod	89,53	%
	postavne temperature i režimi korištenja	postavna temperatura		zimi	20
		ljeti	22	°C	
postavna vlažnost		zimi	-	%	
		ljeti	-	%	
režimi korištenja i upravljanje		zaposjednutost	24/7		
		rasvjeta	24/7		

		uređaji	24/7	
		ventilacija	24/7	
		grijanje	24/7	
		hlađenje	24/7	
potrebna energija	(toplinski) energetski doprinos glavnih pasivnih strategija	1	0,00	kWh/a
		2	0,00	kWh/a
		3	0,00	kWh/a
	potrebna energija za grijanje		1072,13	kWh/a
	potrebna energija za hlađenje		4505,00	kWh/a
	potrebna energija za PTV		1927,60	kWh/a
	potrebna energija za ostale potrebe (ovlaživanje, odvlaživanje)		-	kWh/a
	korisna energija za ventilaciju		-	kWh/a
	korisna energija za rasvjetu		606,50	kWh/a
	korisna energija za ostalo (uređaji, vanjska rasvjeta, pomoćni sustavi, itd.)		374,00	kWh/a
proizvodnja energije na lokaciji	toplinska energija iz obnovljivih izvora (npr. solarni kolektori)		0,00	kWh/a
	električna energija proizvedena u zgradi i korištena na lokaciji		0,00	kWh/a
	električna energija proizvedena u zgradi i izvezena na tržište		4460,05	kWh/a
potrošnja energije	isporučena energija	električna energija	1.293,00	kWh/a
		prirodni plin	2.955,00	kWh/a
		drugo (biomasa, daljinsko grijanje / hlađenje, itd.)	0,00	kWh/a
	primarna energija / po energentima	električna energija	2.088,59	kWh/a
		prirodni plin	3.240,17	kWh/a
	primarna energija ukupno		5.328,75	kWh/a
			34,56	kWh/m ² a

Tablica 13-2 Mjerodavni podaci za izračun energetskog svojstva gotovo nula energetske zgrade - primorska Hrvatska (tablica 3 prema predlošku izvještaja)

proračun	proračun izvršen prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj
----------	--

	zaštiti u zgradama, Pravilniku o energetske pregledima građevina i energetske certifikiranju zgrada te Metodologiji provođenja energetske pregleda građevina				
	faktori konverzije primarne energije	električna energija	1,6153		
		prirodni plin	1,0965		
		peleti	1,1955		
		solarna	1,0484		
meteorološki uvjeti	lokacija		Split Marjan 43°31' N 16°26' E		
	stupanj dani grijanja		1437,7	HDD	
	stupanj dani hlađenja		4363	CDH	
	izvor meteoroloških podataka		Prilog E Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinske zaštiti u zgradama		
	opis terena		predgrađa, bez utjecaja susjednih zgrada		
geometrija zgrade	duljina x širina x visina		11,80 x 8,10 x 6,13	m x m x m	
	ploština korisne površine		153,37	m ²	
	broj etaža		2,00	-	
	faktor oblika		0,77	m ² /m ³	
	udio prozora u ukupnoj vanjskoj ovojnici	jug		36,96	m ²
		istok		0,00	m ²
		sjever		4,32	m ²
		zapad		0,00	m ²
orijentacija		180	°		
unutarnji dobici	namjena		jednoobiteljska zgrada		
	prosječni toplinski dobici od korisnika		5,00	W/m ²	
	specifična električna snaga sustava rasvjete		6,19	W/m ²	
	specifična električna snaga električne opreme		0,00	W/m ²	
građevni dijelovi	prosječni koeficijent prolaska topline zidova		0,13-0,14	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline krova		0,13-0,15	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline podruma		0,15	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline prozora		0,75	W/m ² K	
	toplinski mostovi	ukupna duljina	62,1	m	
		prosječni linijski koeficijent prolaska topline	0,05	W/mK	
	toplinski kapacitet prema jedinici površine	ukupni toplinski kapacitet za zgradu	290.469.422,00	J/m ² K	
				J/m ² K	
				J/m ² K	
vrsta zasjenjenja		grilje ili rolete			

	prosječni g-faktor	ostakljenje	0,5	-
		ostakljenje + zasjenjenje	0,15-0,50	-
	infiltracija		0,5	1/h
tehnički sustavi	ventilacija	broj izmjena zraka u satu	-	1/h
		stupanj povrata topline	-	%
	efikasnost sustava grijanja	produkcija	0,00	%
		razvod	0,00	%
		emisija	0,00	%
		upravljanje	0,00	%
	efikasnost sustava hlađenja	produkcija	599,25	%
		razvod	100	%
		emisija	87,98065405	%
		upravljanje	100	%
	efikasnost sustava pripreme PTV	produkcija	106,34	%
		razvod	86,78	%
postavne temperature i režimi korištenja	postavna temperatura	zimi	20	°C
		ljeti	22	°C
	postavna vlažnost	zimi	-	%
		ljeti	-	%
	režimi korištenja i upravljanje	zaposjednutost	24/7	
		rasvjeta	24/7	
		uređaji	24/7	
		ventilacija	24/7	
		grijanje	24/7	
	hlađenje	24/7		
potrebna energija	(toplinski) energetski doprinos glavnih pasivnih strategija	1	0,00	kWh/a
		2	0,00	kWh/a
		3	0,00	kWh/a
	potrebna energija za grijanje		1072,13	kWh/a
	potrebna energija za hlađenje		6069,00	kWh/a
	potrebna energija za PTV		1927,60	kWh/a
	potrebna energija za ostale potrebe (ovlaživanje, odvlaživanje)		-	kWh/a
	korisna energija za ventilaciju		-	kWh/a

	korisna energija za rasvjetu		576,50	kWh/a
	korisna energija za ostalo (uređaji, vanjska rasvjeta, pomoćni sustavi, itd.)		374,00	kWh/a
proizvodnja energije na lokaciji	toplinska energija iz obnovljivih izvora (npr. solarni kolektori)		0,00	kWh/a
	električna energija proizvedena u zgradi i korištena na lokaciji		0,00	kWh/a
	električna energija proizvedena u zgradi i izvezena na tržište		5585,90	kWh/a
potrošnja energije	isporučena energija	električna energija	1.293,00	kWh/a
		prirodni plin	2.955,00	kWh/a
		drugo (biomasa, daljinsko grijanje / hlađenje, itd.)	0,00	kWh/a
	primarna energija / po energentima	električna energija	2.088,59	kWh/a
		prirodni plin	3.240,17	kWh/a
	primarna energija ukupno		5.328,75	kWh/a
			34,74	kWh/m ² a

Tablica 13-3 Varijante vanjske ovojnice za kontinentalnu klimu (tablica 4 prema predlošku izvješća)

za nove zgrade	geometrija zgrade	udio prozora na vanjskoj ovojnici i faktori zasjenjenja	ploština korisne površine zgrade	prosječna energetska svojstva zgrade	zahtjevi na razini komponenti (karakteristične vrijednosti)
V1	$f_0=0,76$	$f=18,58\%$	$A_k=153,80\text{m}^2$	$Q''_{h,nd}=14,78 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$U_{zid}=0,17-0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$S=74,18 \text{ m}^2$	$S=4,32 \text{ m}^2$		$Q''_{c,nd}= 29,2 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$U_{krov}=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$J=52,94 \text{ m}^2$	$J=36,96 \text{ m}^2$		$H_{tr,adj}=114,98 \text{ W/K}$	$U_{pod}=0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$l=47,50 \text{ m}^2$	$l=0 \text{ m}^2$		$H_D=99,36 \text{ W/K}$	$U_{prozor}=1,18 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$Z=47,50 \text{ m}^2$	$Z=0 \text{ m}^2$		$H_g=15,62 \text{ W/K}$	
				$H_{ve}=17,06 \text{ W/K}$	
V2	$f_0=0,75$	$f=18,40\%$	$A_k=154,21\text{m}^2$	$Q''_{h,nd}=11,97 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$U_{zid}=0,13-0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$S=74,69 \text{ m}^2$	$S=4,32 \text{ m}^2$		$Q''_{c,nd}= 30,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$U_{krov}=0,13 - 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$J=53,52 \text{ m}^2$	$J=36,96 \text{ m}^2$		$H_{tr,adj}=106,48 \text{ W/K}$	$U_{pod}=0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$l=48,07 \text{ m}^2$	$l=0 \text{ m}^2$		$H_D=90,92 \text{ W/K}$	$U_{prozor}=1,18 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$Z=48,07 \text{ m}^2$	$Z=0 \text{ m}^2$		$H_g=15,57 \text{ W/K}$	
				$H_{ve}=17,11 \text{ W/K}$	
			$H=123,59 \text{ W/K}$		

V3	$f_0=0,75$	$f=18,40\%$	$A_k=154,21\text{m}^2$	$Q''_{h,nd}=6,95 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$U_{zid}=0,13-0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$S=74,69 \text{ m}^2$	$S=4,32 \text{ m}^2$		$Q''_{c,nd}= 29,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$U_{krov}=0,13 - 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$J=53,52 \text{ m}^2$	$J=36,96 \text{ m}^2$		$H_{tr,adj}=82,69$	$U_{pod}=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$l=48,07 \text{ m}^2$	$l=0 \text{ m}^2$		$H_D=73,37 \text{ W/K}$	$U_{prozor}=0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$Z=48,07 \text{ m}^2$	$Z=0 \text{ m}^2$		$H_g=9,31 \text{ W/K}$	
				$H_{ve}=17,11 \text{ W/K}$	
				$H=99,80 \text{ W/K}$	

Tablica 13-4 Varijante vanjske ovojnice za primorsku klimu (tablica 4 prema predlošku izvješća)

za nove zgrade	geometrija zgrade	udio prozora na vanjskoj ovojnici i faktori zasjenjenja	ploština korisne površine zgrade	prosječna energetska svojstva zgrade	zahtjevi na razini komponenti (karakteristične vrijednosti)
V1	$f_0=0,76$	$f=18,58\%$	$A_k=153,37\text{m}^2$	$Q''_{h,nd}=5,05 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$U_{zid}=0,21-0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$S=68,43 \text{ m}^2$	$S=4,32 \text{ m}^2$		$Q''_{c,nd}= 39,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$U_{krov}=0,21-0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$J=56,90 \text{ m}^2$	$J=36,96 \text{ m}^2$		$H_{tr,adj}=158,46 \text{ W/K}$	$U_{pod}=0,37 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$l=44,72 \text{ m}^2$	$l=0 \text{ m}^2$		$H_D=136,77 \text{ W/K}$	$U_{prozor}=1,53 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$Z=46,92 \text{ m}^2$	$Z=0 \text{ m}^2$		$H_g=21,69 \text{ W/K}$	
				$H_{ve}=68,31 \text{ W/K}$	
				$H=226,77 \text{ W/K}$	
V2	$f_0=0,76$	$f=18,40\%$	$A_k=153,37\text{m}^2$	$Q''_{h,nd}=3,16 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$U_{zid}=0,20-0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$S=68,43 \text{ m}^2$	$S=4,32 \text{ m}^2$		$Q''_{c,nd}= 37,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$U_{krov}=0,17-0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$J=56,90 \text{ m}^2$	$J=36,96 \text{ m}^2$		$H_{tr,adj}=130,97 \text{ W/K}$	$U_{pod}=0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$l=44,72 \text{ m}^2$	$l=0 \text{ m}^2$		$H_D=112,39 \text{ W/K}$	$U_{prozor}=1,18 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$Z=46,92 \text{ m}^2$	$Z=0 \text{ m}^2$		$H_g=18,58 \text{ W/K}$	
				$H_{ve}=68,04 \text{ W/K}$	
				$H=199,01 \text{ W/K}$	
V3	$f_0=0,76$	$f=18,40\%$	$A_k=153,37\text{m}^2$	$Q''_{h,nd}=0,19 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$U_{zid}=0,20-0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$S=68,43 \text{ m}^2$	$S=4,32 \text{ m}^2$		$Q''_{c,nd}= 39,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$U_{krov}=0,17-0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$J=56,90 \text{ m}^2$	$J=36,96 \text{ m}^2$		$H_{tr,adj}=130,97 \text{ W/K}$	$U_{pod}=0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$l=44,72 \text{ m}^2$	$l=0 \text{ m}^2$		$H_D=112,39 \text{ W/K}$	$U_{prozor}=1,18 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$Z=46,92 \text{ m}^2$	$Z=0 \text{ m}^2$		$H_g=18,58 \text{ W/K}$	
				$H_{ve}=17,01 \text{ W/K}$	
				$H=147,98 \text{ W/K}$	

Tablica 13-5 Varijante sustava grijanja i hlađenja - kontinentalna i primorska Hrvatska (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer kontinent	referentni primjer primorska	varijanta 1	varijanta 2	varijanta 3
sustav grijanja	ogrjevnarashl. tijela: radijatori/stroprn.jedinica	rashl. tijela: stroprn.jedinica	ogrjevnarashl. tijela: radijatori	ogrjevnarashladna tijela: ventilokonvektori/radij.lojtrice	ogrjevnarashl. tijela: podnogrij/hladenje
predaja	smještaj:vanjski zidovi	-	smještaj:vanjski zidovi	smještaj:vanjski zidovi	smještaj:izolirani pod
	regulacija: preko ref. prostorije+PI regulator s funkc. optimizac	-	regulacija: preko ref. prostorije+PI regulator s funkc. optimizac	regulacija: preko ref. prostorije+PI regulator s funkc. optimizac	regulacija: PI regulator,
		regulacija: preko ref. prostorije			
razvod	temperatura: 55/40°C	-	temperatura: 55/40°C	temperatura: 55/40°C/14/18°C	temperatura: 45/35°C/16/18°C
	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi
	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi -	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi, reg. pumpa-promj.

					Dp
	izolacija: $\lambda = 0,2 \text{ W/Mk}$, reg. pumpa-promj. Dp		izolacija: $\lambda = 0,2 \text{ W/mK}$, reg. pumpa-promj. Dp	izolacija: $\lambda = 0,2 \text{ W/mK}$, reg. pumpa-promj. Dp	
proizvodnja	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler/multisplit	plinski kombi.kondenzac.bojler/multisplit	generator topl.: kotao na pelete/multisplit	Dizalica topline	Dizalica topline
		snaga 6.6 kW	snaga: 14 kW/6,6 kW	6,4 kW (A2/W45)	6,4 kW (A2/W45)

mjera	varijanta 4	varijanta 5	varijanta 6	
sustav grijanja	ogrjevnarashl. tijela: radijatori/stropn.jedinica	ogrjevnarashl. tijela: radijatori/stropn.jedinica	grijanje/hlađenje: podno grijanje/stropne jedinice	
predaja	smještaj:vanjski zidovi	smještaj:vanjski zidovi	izolirani pod	
	regulacija: preko ref. prostorije+PI regulator s funkc. optimizac	regulacija: preko ref. prostorije+PI regulator s funkc. optimizac	regulacija: preko ref. prostorije+PI regulator s funkc. optimizac	

razvod	temperatura: 55/40°C	temperatura: 55/40°C	temperatura 45/35°C	
	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	
	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	regulacija: prema unut.temperaturi	
	izolacija: Y= 0,2 W/Mk, reg. pumpa-promj. Dp	izolacija: Y= 0,2 W/Mk, reg. pumpa-promj. Dp	izolacija: Y= 0,2 W/Mk, reg. pumpa-promj. Dp	
proizvodnja	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler/multisplit solarni toplovodni sustav kolektori 3.8 m2 spremnik 300 Lit	generator topl.: kotao na pelete/multisplit solarni toplovodni sustav kolektori 3.8 m2 spremnik 300 Lit	generator topl.: kotao na pelete/multisplit solarni toplovodni sustav kolektori 13.3 m2 spremnik 700 Lit	
		snaga: 14 kW/6,6 kW	snaga: 14 kW/6,6 kW	

Tablica 13-6 Varijante sustava pripreme PTV - kontinentalna i primorska Hrvatska (tablica 4 prema predlošku izvješća)

mjera	referentni primjer	varijanta 1
PTV	temperatura: 60°C, bez cirk. petlje	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje
razvod	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima
	izolacija: izolir.Y= 0,2 W/mK	izolacija: izolir.Y= 0,2 W/mK
proizvodnja	isti kao za PTV	isti kao za PTV+solarni toplov. sustav
		kolektori 3.8 m ²
		spremnik: 300 Lit

Tablica 13-7 Proračun primarne energije - kontinentalna Hrvatska (tablica 5 prema predlošku izvješća)

mjera / paket mjera / varijanta mjera	korisna energija [kWh/a]		konačna energija [kWh/a]					isporučena energija po izvoru [kWh/a]				primarna energija [kWh/m ² a]	$(E_{\text{prim,ref}} - E_{\text{prim}})/E_{\text{prim,ref}}$ %
	grijanje	hlađenje	grijanje	hlađenje	ventilacija	PTV	rasvjeta	prirodni plin	električna energija	biomasa - peleti	solar		
0	1072	4505	927	5724	0	2189	607	2955	1900	0	0	41	0%
1	1072	4505	1343	5724	0	2554	607	0	1901	3735	0	49	-19%
2	1072	4505	637	5679	0	3047	607	0	3536	0	0	37	9%
3	1072	4505	658	5410	0	3047	607	0	3366	0	0	35	14%
4	1072	4505	919	5724	0	987	607	1641	2004	1526	0	44	-9%
5	1072	4505	1357	5724	0	1061	607	0	2169	3514	0	50	-22%
6	1072	4505	1087	5724	0	990	607	0	2395	3368	0	51	-25%
7	1846	4638	1677	5919	0	2193	607	3704	1948	0	0	47	-14%
8	1846	4638	2291	5919	0	2554	607	0	1951	4677	0	57	-39%
9	1846	4638	1442	5872	0	3046	607	0	3843	0	0	40	2%
10	1846	4638	1490	5571	0	3046	607	0	3658	0	0	38	6%
11	1846	4638	1605	5919	0	984	607	2312	2058	1529	0	50	-22%
12	1846	4638	2275	5919	0	1055	607	0	2236	4406	0	58	-41%
13	1846	4638	2048	5919	0	1034	607	0	2480	4344	0	60	-46%
14	2279	4611	2093	5878	0	2189	607	4113	1942	0	0	50	-21%
15	2279	4611	2815	5878	0	2547	607	0	1945	5190	0	61	-48%
16	2279	4611	2283	5872	0	2246	607	0	3800	0	0	40	3%

mjera / paket mjera / varijanta mjera	korisna energija [kWh/a]		konačna energija [kWh/a]					isporučena energija po izvoru [kWh/a]				primarna energija [kWh/m ² a]	(E _{prim,ref} - E _{prim})/E _{prim,ref} %
	grijanje	hlađenje	grijanje	hlađenje	ventilacija	PTV	rasvjeta	prirodni plin	električna energija	biomasa - peleti	solar		
17	2279	4611	1950	5571	0	3040	607	0	3796	0	0	40	3%
18	2279	4611	1983	5878	0	1015	607	2717	2054	1527	0	53	-29%
19	2279	4611	2689	5878	0	1109	607	0	2237	4861	0	61	-49%
20	2279	4611	2490	5878	0	1096	607	0	2491	4834	0	64	-55%
21	1072	4505	927	5724	0	2189	607	2955	1900	0	0	41	0%
22	1072	4505	1343	5724	0	2554	607	0	1901	3735	0	49	-19%
23	1072	4505	637	5679	0	3047	607	0	3536	0	0	37	9%
24	1072	4505	658	5410	0	3047	607	0	3366	0	0	35	14%
25	1072	4505	919	5724	0	987	607	1641	2004	1526	0	44	-9%
26	1072	4505	1357	5724	0	1061	607	0	2169	3514	0	50	-22%
27	1072	4505	1087	5724	0	990	607	0	2395	3368	0	51	-25%

Tablica 13-8 Proračun primarne energije - primorska Hrvatska (tablica 5 prema predlošku izvješća)

mjera / paket mjera / varijanta mjera	korisna energija [kWh/a]		konačna energija [kWh/a]					isporučena energija po izvoru [kWh/a]				primarna energija [kWh/m ² a]	(E _{prim,ref} - E _{prim})/E _{prim,ref} %
	grijanje	hlađenje	grijanje	hlađenje	ventilacija	PTV	rasvjeta	prirodni plin	električna energija	biomasa - peleti	solar		
0	30	6069	25	7862	0	2116	577	2055	2333	0	0	39	0%
1	30	6069	81	7862	0	2588	577	0	2335	2537	0	44	-13%

mjera / paket mjera / varijanta mjera	korisna energija [kWh/a]		konačna energija [kWh/a]					isporučena energija po izvoru [kWh/a]				primarna energija [kWh/m ² a]	$(E_{\text{prim,ref}} - E_{\text{prim}})/E_{\text{prim,ref}}$ %
	grijanje	hlađenje	grijanje	hlađenje	ventilacija	PTV	rasvjeta	prirodni plin	električna energija	biomasa - peleti	solar		
2	30	6069	0	7875	0	2220	577	0	3615	0	0	38	3%
3	30	6069	0	7220	0	2220	577	0	3171	0	0	33	15%
4	30	6069	7	7862	0	349	577	151	2408	1986	0	42	-7%
5	30	6069	38	7862	0	372	577	0	2409	2191	0	42	-8%
6	30	6069	24	7862	0	273	577	0	2439	2312	0	44	-11%
7	484	5674	365	7529	0	2172	577	2381	2280	0	0	41	-5%
8	484	5674	618	7529	0	2548	577	3011	2280	0	0	46	-16%
9	484	5674	125	7537	0	3033	577	0	3888	0	0	41	-4%
10	484	5674	129	6955	0	3034	577	0	3510	0	0	37	6%
11	484	5674	7	7529	0	758	577	525	2364	2038	0	45	-13%
12	484	5674	312	7529	0	717	577	0	2509	2682	0	47	-21%
13	484	5674	386	7529	0	374	577	0	2708	2658	0	49	-25%
14	774	6079	640	8129	0	2175	577	2656	2427	0	0	45	-13%
15	774	6079	977	8129	0	2541	577	0	2427	3358	0	52	-32%
16	774	6079	345	7537	0	3110	577	0	4257	0	0	45	-14%
17	774	6079	436	6955	0	3033	577	0	3609	0	0	38	3%
18	774	6079	199	8129	0	842	577	794	2515	2067	0	48	-23%
19	774	6079	404	8129	0	952	577	0	2672	3019	0	52	-32%

mjera / paket mjera / varijanta mjera	korisna energija [kWh/a]		konačna energija [kWh/a]					isporučena energija po izvoru [kWh/a]				primarna energija [kWh/m ² a]	(E _{prim,ref} - E _{prim})/E _{prim,ref} %
	grijanje	hlađenje	grijanje	hlađenje	ventilacija	PTV	rasvjeta	prirodni plin	električna energija	biomasa - peleti	solar		
20	774	6079	433	8129	0	600	577	0	2885	3024	0	54	-37%
21	30	6069	25	7862	0	2116	577	2055	2333	0	0	39	0%
22	30	6069	81	7862	0	2588	577	0	2335	2537	0	44	-13%
23	30	6069	0	7875	0	2220	577	0	3615	0	0	38	3%
24	30	6069	0	7220	0	2220	577	0	3171	0	0	33	15%
25	30	6069	7	7862	0	349	577	151	2408	1986	0	42	-7%
26	30	6069	38	7862	0	372	577	0	2409	2191	0	42	-8%
27	30	6069	24	7862	0	273	577	0	2439	2312	0	44	-11%

Tablica 13-9 Mikroekonomska (financijska) analiza - kontinentalna (tablica 6 prema predlošku izvješća)

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	troškovi korištenja (godišnji)			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjeg rasta troškova energije				ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar					
0	451.568	11.948	0	0	31.341	55.684	0	0	59.660	6,60	30	0	548.558
1	463.106	19.117	0	0	0	55.711	29.190	0	61.674	6,60	30	0	557.940
2	467.001	14.337	0	0	0	103.640	0	0	62.038	6,60	30	0	576.402
3	448.678	14.337	0	0	0	98.666	0	0	60.326	6,60	30	0	550.254
4	481.236	23.896	0	0	17.408	58.738	11.928	0	63.368	6,60	30	0	586.843

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	troškovi korištenja (godišnji)			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjeg rasta troškova energije				ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar					
5	492.774	28.675	0	0	0	63.562	27.467	0	64.446	6,60	30	0	607.910
6	511.718	28.675	0	0	0	70.185	26.323	0	66.216	6,60	30	0	635.280
7	476.147	11.948	0	0	39.289	57.103	0	0	60.755	6,60	30	0	573.775
8	487.684	19.117	0	0	0	57.176	36.552	0	71.596	6,60	30	0	589.721
9	489.874	14.337	0	0	0	112.643	0	0	71.800	6,60	30	0	606.387
10	472.460	14.337	0	0	0	107.231	0	0	70.173	6,60	30	0	580.853
11	505.815	23.896	0	0	24.523	60.335	11.948	0	73.290	6,60	30	0	618.530
12	517.353	28.675	0	0	0	65.528	34.435	0	74.368	6,60	30	0	639.798
13	537.353	28.675	0	0	0	72.689	33.950	0	76.236	6,60	30	0	669.585
14	507.561	11.948	0	0	43.631	56.912	0	0	70.571	6,60	30	0	607.538
15	519.098	19.117	0	0	0	57.013	40.566	0	75.987	6,60	30	0	622.003
16	520.719	14.337	0	0	0	111.385	0	0	76.138	6,60	30	0	632.902
17	504.670	14.337	0	0	0	111.270	0	0	74.638	6,60	30	0	614.241
18	536.660	23.896	0	0	28.822	60.209	11.938	0	77.627	6,60	30	0	650.465
19	548.198	28.675	0	0	0	65.578	37.995	0	78.705	6,60	30	0	671.180
20	569.563	28.675	0	0	0	73.011	37.784	0	80.702	6,60	30	0	703.091
21	545.318	11.948	0	0	31.341	55.684	0	0	81.995	6,60	30	1	631.730
22	556.856	19.117	0	0	0	55.711	29.190	0	83.073	6,60	30	2	650.106
23	560.751	14.337	0	0	0	103.640	0	0	83.437	6,60	30	3	668.567

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	troškovi korištenja (godišnji)			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjeg rasta troškova energije				ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar					
24	542.428	14.337	0	0	0	98.666	0	0	81.725	6,60	30	4	642.420
25	574.986	23.896	0	0	17.408	58.738	11.928	0	84.767	6,60	30	5	679.009
26	586.524	28.675	0	0	0	63.562	27.467	0	85.845	6,60	30	6	700.075
27	605.468	28.675	0	0	0	70.185	26.323	0	87.615	6,60	30	7	727.445

Tablica 13-10 Mikroekonomska (financijska) analiza - primorska (tablica 6 prema predlošku izvješća)

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	troškovi korištenja (godišnji)			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjeg rasta troškova energije				ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar					
0	377.220	11.948	0	0	21.799	68.379	0	0	57.653	6,60	30	0	474.020
1	386.206	19.117	0	0	0	68.448	19.830	0	59.428	6,60	30	0	480.679
2	374.346	14.337	0	0	0	105.969	0	0	58.320	6,60	30	0	479.885
3	374.102	14.337	0	0	0	92.943	0	0	58.297	6,60	30	0	466.578
4	406.888	23.896	0	0	1.603	70.594	15.524	0	61.361	6,60	30	0	508.801
5	415.874	28.675	0	0	0	70.600	17.124	0	62.200	6,60	30	0	523.967
6	439.498	28.675	0	0	0	71.477	18.069	0	64.408	6,60	30	0	553.088
7	440.471	11.948	0	0	25.257	66.820	0	0	60.490	6,60	30	0	533.342

8	452.008	19.117	0	0	31.938	66.823	0	0	71.330	6,60	30	0	558.636
9	457.041	14.337	0	0	0	113.965	0	0	71.800	6,60	30	0	574.876
10	446.966	14.337	0	0	0	102.883	0	0	70.859	6,60	30	0	552.152
11	470.139	23.896	0	0	5.572	69.284	15.925	0	73.024	6,60	30	0	576.387
12	481.677	28.675	0	0	0	73.535	20.959	0	74.102	6,60	30	0	598.211
13	502.473	28.675	0	0	0	79.370	20.773	0	76.045	6,60	30	0	627.891
14	441.608	11.948	0	0	28.176	71.123	0	0	70.358	6,60	30	0	539.988
15	453.146	19.117	0	0	0	71.135	26.250	0	75.774	6,60	30	0	555.502
16	457.041	14.337	0	0	0	124.772	0	0	76.138	6,60	30	0	582.612
17	448.104	14.337	0	0	0	105.779	0	0	75.303	6,60	30	0	553.291
18	470.139	23.896	0	0	8.417	73.717	16.159	0	77.362	6,60	30	0	580.827
19	481.677	28.675	0	0	0	78.329	23.597	0	78.440	6,60	30	0	602.570
20	503.610	28.675	0	0	0	84.572	23.635	0	80.489	6,60	30	0	634.196
21	470.970	11.948	0	0	21.799	68.379	0	0	79.988	6,60	30	1	557.192
22	479.956	19.117	0	0	0	68.448	19.830	0	80.828	6,60	30	2	572.845
23	468.096	14.337	0	0	0	105.969	0	0	79.720	6,60	30	3	572.051
24	467.852	14.337	0	0	0	92.943	0	0	79.697	6,60	30	4	558.744
25	500.638	23.896	0	0	1.603	70.594	15.524	0	82.760	6,60	30	5	600.967
26	509.624	28.675	0	0	0	70.600	17.124	0	83.600	6,60	30	6	616.133
27	533.248	28.675	0	0	0	71.477	18.069	0	85.807	6,60	30	7	645.253

Tablica 13-11 Makroekonomska analiza - kontinentalna (tablica 6 prema predlošku izvješća)

varijanta / paket /	početna investicija (u	godišnji troškovi korištenja	trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije	trošak emisija	ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski	trošak uklanjanja	ukupni trošak
---------------------	------------------------	------------------------------	---	----------------	---------------------	-----------------	------------------------	-------------------	---------------

mjera iz tablice 5	početnoj godini)	održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar	stakleničkih plinova			životni vijek	(ako je primjenjiv)	
0	361.255	9.558	0	0	25.073	44.548	0	0	5.222	65.150	5,50	30	0	487.830
1	370.485	15.293	0	0	0	44.569	23.352	0	2.761	67.349	5,50	30	0	389.109
2	373.601	11.470	0	0	0	82.912	0	0	3.964	67.747	5,50	30	0	404.200
3	358.942	11.470	0	0	0	78.933	0	0	3.773	65.877	5,50	30	0	387.241
4	384.989	19.117	0	0	13.926	46.990	9.543	0	4.222	69.199	5,50	30	0	409.587
5	394.219	22.940	0	0	0	50.849	21.974	0	3.024	70.376	5,50	30	0	422.629
6	409.374	22.940	0	0	0	56.148	21.059	0	3.252	72.309	5,50	30	0	440.463
7	380.918	9.558	0	0	31.431	45.682	0	0	6.061	66.346	5,50	30	0	407.304
8	390.148	15.293	0	0	0	45.741	29.242	0	2.975	78.184	5,50	30	0	405.215
9	391.899	11.470	0	0	0	90.114	0	0	4.308	78.408	5,50	30	0	419.383
10	377.968	11.470	0	0	0	85.785	0	0	4.101	76.631	5,50	30	0	402.693
11	404.652	19.117	0	0	19.619	48.268	9.559	0	4.985	80.034	5,50	30	0	426.165
12	413.882	22.940	0	0	0	52.422	27.548	0	3.249	81.211	5,50	30	0	438.830
13	429.882	22.940	0	0	0	58.151	27.160	0	3.513	83.252	5,50	30	0	458.394
14	406.049	9.558	0	0	34.905	45.529	0	0	6.482	77.065	5,50	30	0	425.458
15	415.279	15.293	0	0	0	45.611	32.453	0	3.056	82.979	5,50	30	0	428.712
16	416.575	11.470	0	0	0	89.108	0	0	4.260	83.144	5,50	30	0	438.268
17	403.736	11.470	0	0	0	89.016	0	0	4.255	81.507	5,50	30	0	426.970
18	429.328	19.117	0	0	23.058	48.167	9.550	0	5.404	84.771	5,50	30	0	449.854
19	438.558	22.940	0	0	0	52.463	30.396	0	3.328	85.948	5,50	30	0	461.736
20	455.650	22.940	0	0	0	58.409	30.227	0	3.608	88.128	5,50	30	0	482.706

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	godišnji troškovi korištenja			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije				trošak emisija stakleničkih plinova	ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar						
21	436.255	9.558	0	0	25.073	44.548	0	0	5.222	89.541	5,50	30	1	431.116
22	445.485	15.293	0	0	0	44.569	23.352	0	2.761	90.718	5,50	30	2	440.742
23	448.601	11.470	0	0	0	82.912	0	0	3.964	91.116	5,50	30	3	455.834
24	433.942	11.470	0	0	0	78.933	0	0	3.773	89.246	5,50	30	4	438.876
25	459.989	19.117	0	0	13.926	46.990	9.543	0	4.222	92.568	5,50	30	5	461.223
26	469.219	22.940	0	0	0	50.849	21.974	0	3.024	93.745	5,50	30	6	474.266
27	484.374	22.940	0	0	0	56.148	21.059	0	3.252	95.678	5,50	30	7	492.101

Tablica 13-12 Makroekonomska analiza - primorska (tablica 6 prema predlošku izvješća)

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	godišnji troškovi korištenja			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije				trošak emisija stakleničkih plinova	ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar						
0	301.776	9.558	0	0	17.439	54.703	0	0	4.766	62.958	5,50	30	0	428.917
1	308.965	15.293	0	0	0	54.758	15.864	0	3.046	64.897	5,50	30	0	333.029
2	299.476	11.470	0	0	0	84.775	0	0	4.053	63.687	5,50	30	0	336.087
3	299.281	11.470	0	0	0	74.355	0	0	3.555	63.662	5,50	30	0	324.999
4	325.510	19.117	0	0	1.282	56.475	12.420	0	3.193	67.007	5,50	30	0	350.990
5	332.699	22.940	0	0	0	56.480	13.699	0	3.070	67.924	5,50	30	0	360.964
6	351.598	22.940	0	0	0	57.182	14.455	0	3.124	70.335	5,50	30	0	378.964

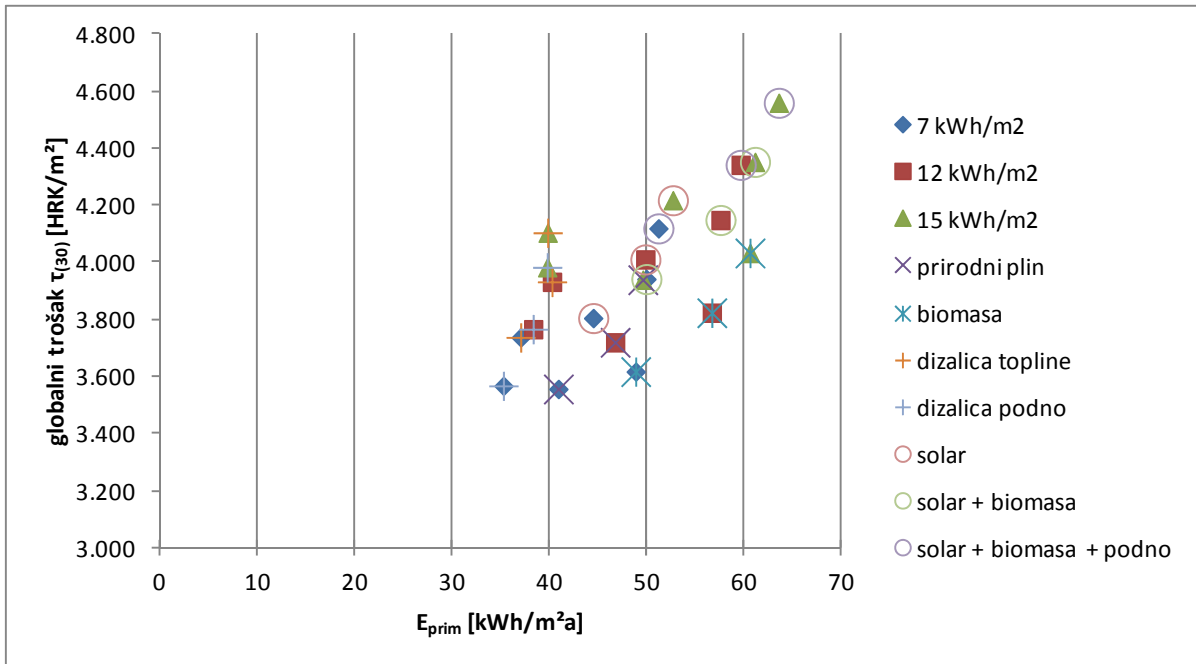
varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	godišnji troškovi korištenja			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije				trošak emisija stakleničkih plinova	ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar						
7	352.377	9.558	0	0	20.206	53.456	0	0	5.048	66.056	5,50	30	0	374.589
8	361.607	15.293	0	0	25.550	53.458	0	0	5.707	77.894	5,50	30	0	383.722
9	365.633	11.470	0	0	0	91.172	0	0	4.359	78.408	5,50	30	0	394.226
10	357.573	11.470	0	0	0	82.306	0	0	3.935	77.380	5,50	30	0	377.905
11	376.111	19.117	0	0	4.458	55.427	12.740	0	3.543	79.744	5,50	30	0	391.652
12	385.341	22.940	0	0	0	58.828	16.767	0	3.265	80.921	5,50	30	0	406.220
13	401.978	22.940	0	0	0	63.496	16.618	0	3.484	83.043	5,50	30	0	425.474
14	353.287	9.558	0	0	22.541	56.899	0	0	5.500	76.833	5,50	30	0	370.952
15	362.517	15.293	0	0	0	56.908	21.000	0	3.287	82.747	5,50	30	0	376.258
16	365.633	11.470	0	0	0	99.818	0	0	4.772	83.144	5,50	30	0	398.548
17	358.483	11.470	0	0	0	84.623	0	0	4.045	82.233	5,50	30	0	376.389
18	376.111	19.117	0	0	6.734	58.974	12.927	0	3.999	84.481	5,50	30	0	393.381
19	385.341	22.940	0	0	0	62.663	18.877	0	3.505	85.658	5,50	30	0	407.669
20	402.888	22.940	0	0	0	67.657	18.908	0	3.744	87.896	5,50	30	0	428.242
21	376.776	9.558	0	0	17.439	54.703	0	0	4.766	87.349	5,50	30	1	375.894
22	383.965	15.293	0	0	0	54.758	15.864	0	3.046	88.266	5,50	30	2	384.662
23	374.476	11.470	0	0	0	84.775	0	0	4.053	87.056	5,50	30	3	387.721
24	374.281	11.470	0	0	0	74.355	0	0	3.555	87.031	5,50	30	4	376.634
25	400.510	19.117	0	0	1.282	56.475	12.420	0	3.193	90.376	5,50	30	5	402.626
26	407.699	22.940	0	0	0	56.480	13.699	0	3.070	91.293	5,50	30	6	412.601

varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	godišnji troškovi korištenja			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije				trošak emisija stakleničkih plinova	ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	prirodni plin	električna energija	peleti	solar						
27	426.598	22.940	0	0	0	57.182	14.455	0	3.124	93.704	5,50	30	7	430.602

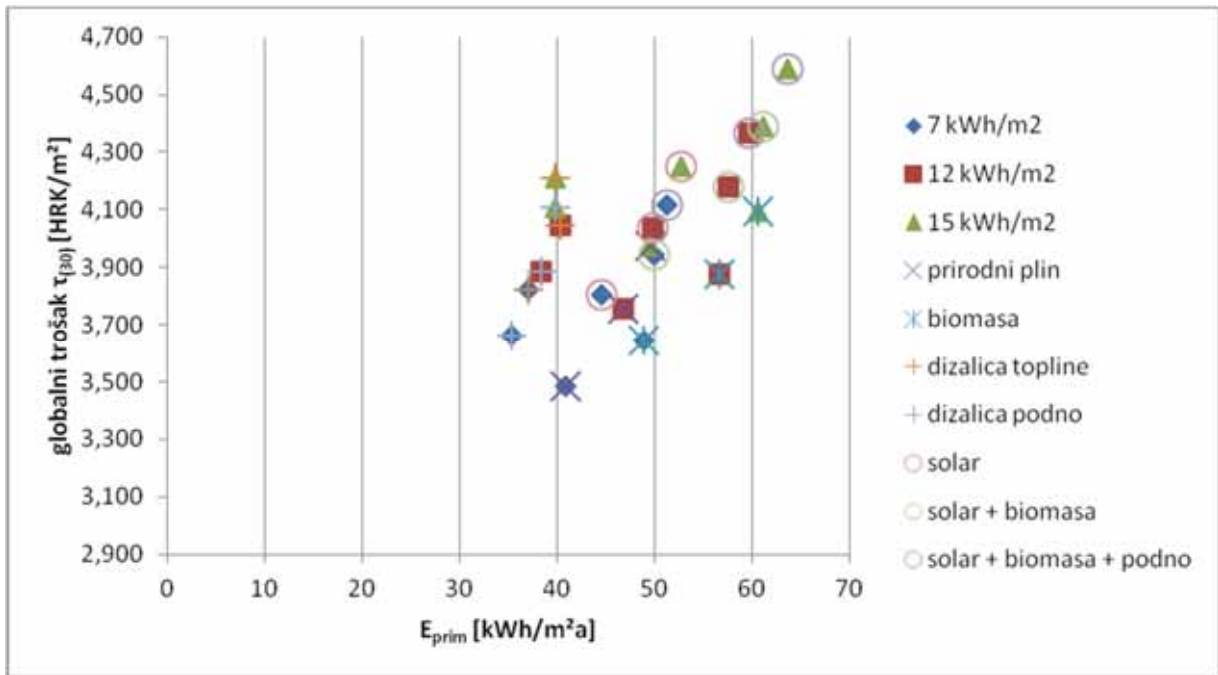
13.1.1. Troškovno optimalna analiza - rezultati za kontinentalnu Hrvatsku

Troškovno optimalnu razinu rekonstrukcije predstavlja razina $E_{prim} = 41 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

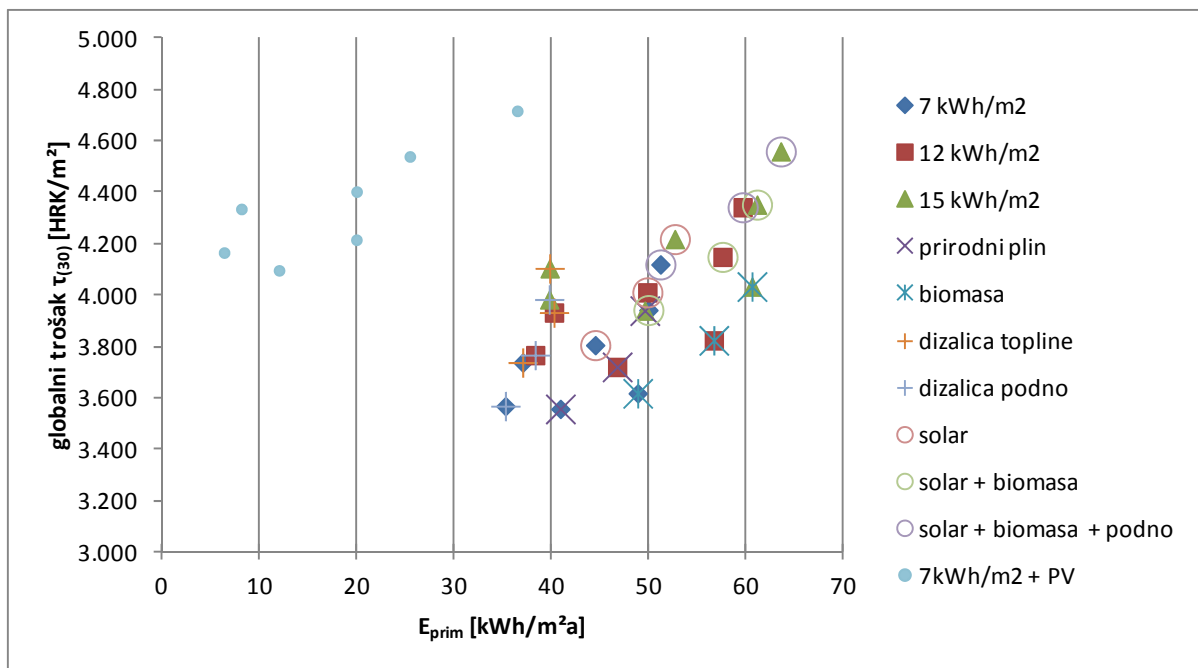
Ukoliko se primjenjuje samo neobnovljiva komponenta faktora primarne energije prema normi HRN EN 15603, troškovno optimalna razina je $17 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ koju postiže zgrada s identičnim karakteristikama vanjske ovojnice i dizalicom topline, koja s ukupnim faktorima primarne energije ima potrnu za $35 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ primarne energije.



Slika 13-1 Troškovno optimalna kalkulacija - mikroekonomska



Slika 13-2 Troškovno optimalna kalkulacija - makroekonomska

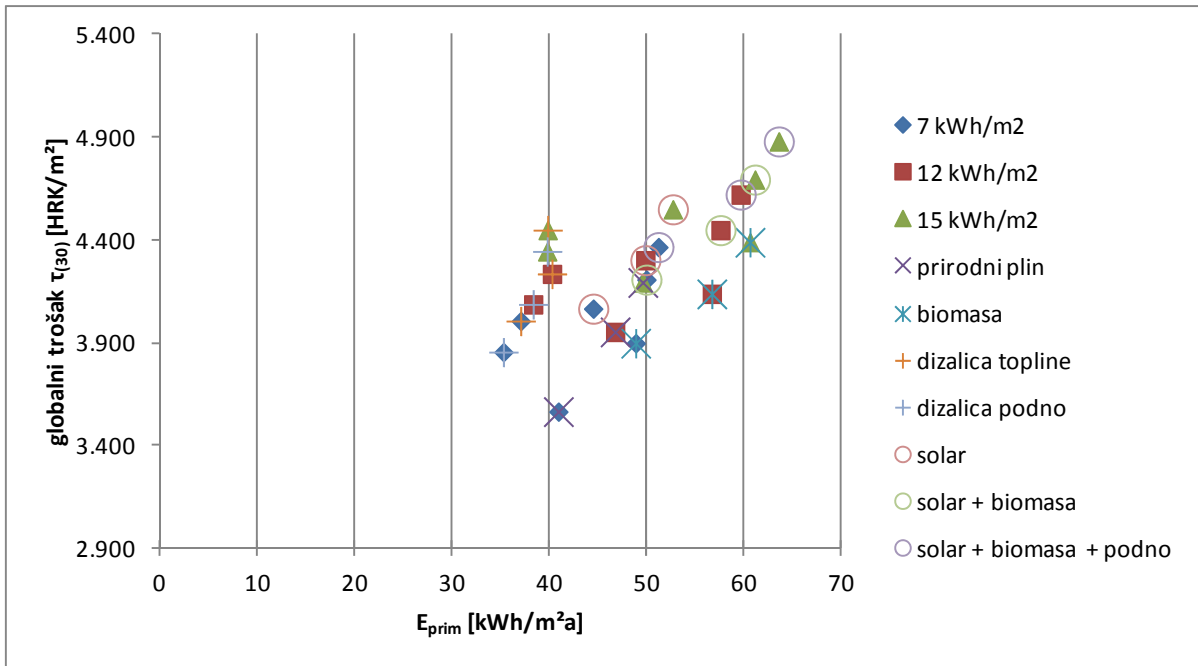


Slika 13-3 Mikroekonomska kalkulacija s dodanim fotonaponskim sustavom

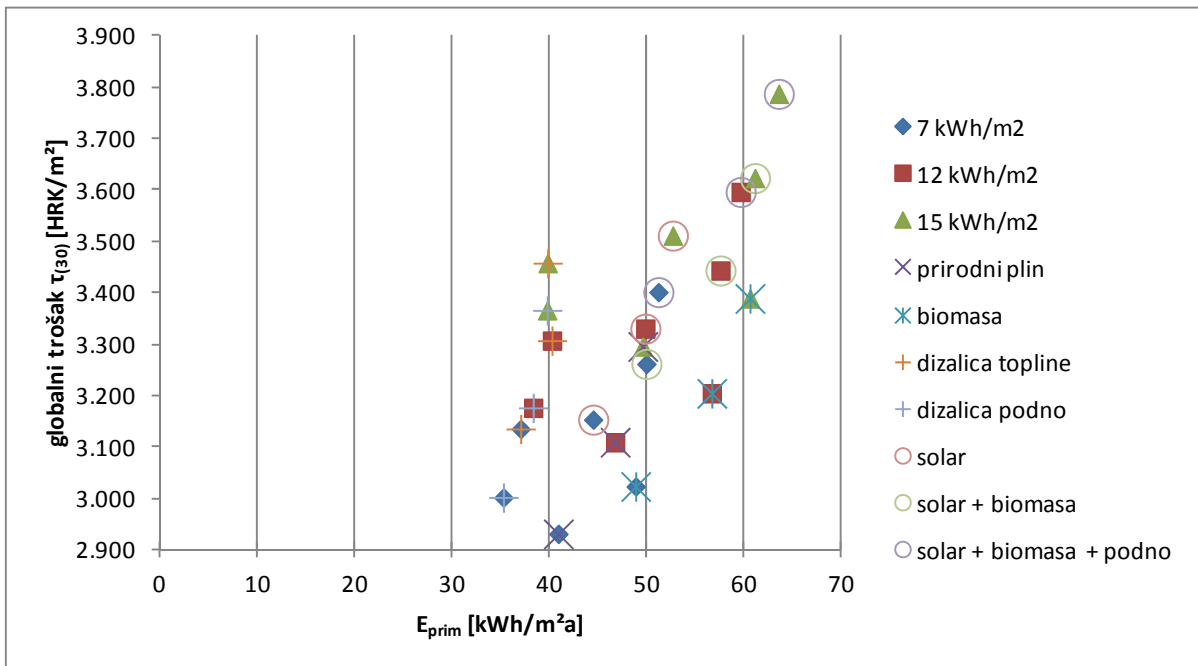
13.1.2. Analiza osjetljivosti

Promjena diskontne stope

Snižavanjem diskontne stope na vrijednost 3,30% (izjednačena s inflacijom) ne mijenja se optimalna razina, već samo ukupni trošak za sve varijante zgrade.



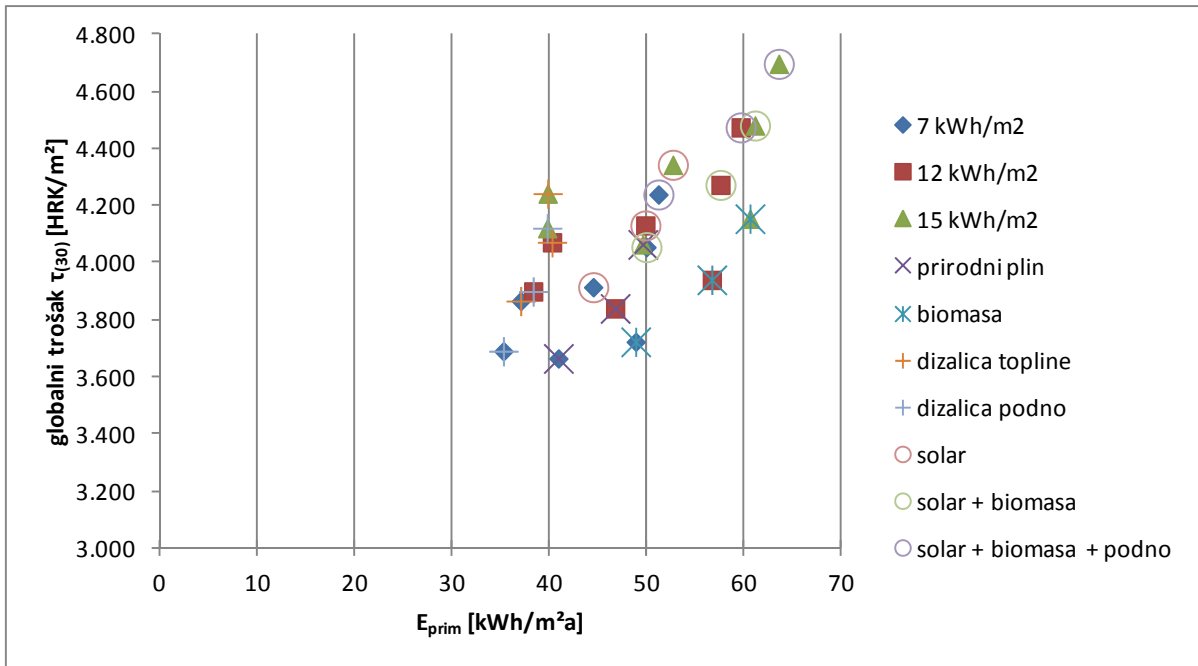
Slika 13-4 SDR = 3,30%



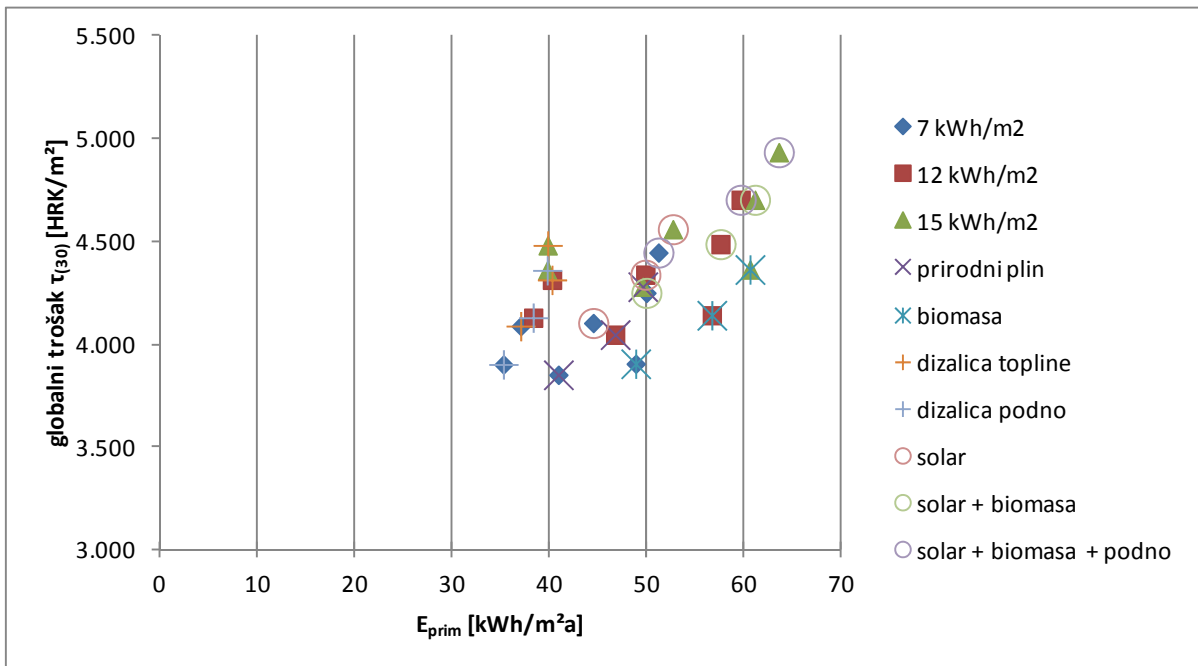
Slika 13-5 SDR = 10,00%

Stopa rasta cijena energije

Sa stopom rasta cijena od 4% i 5,6% optimalna je razina $E_{prim} = 41$ kWh/m²a

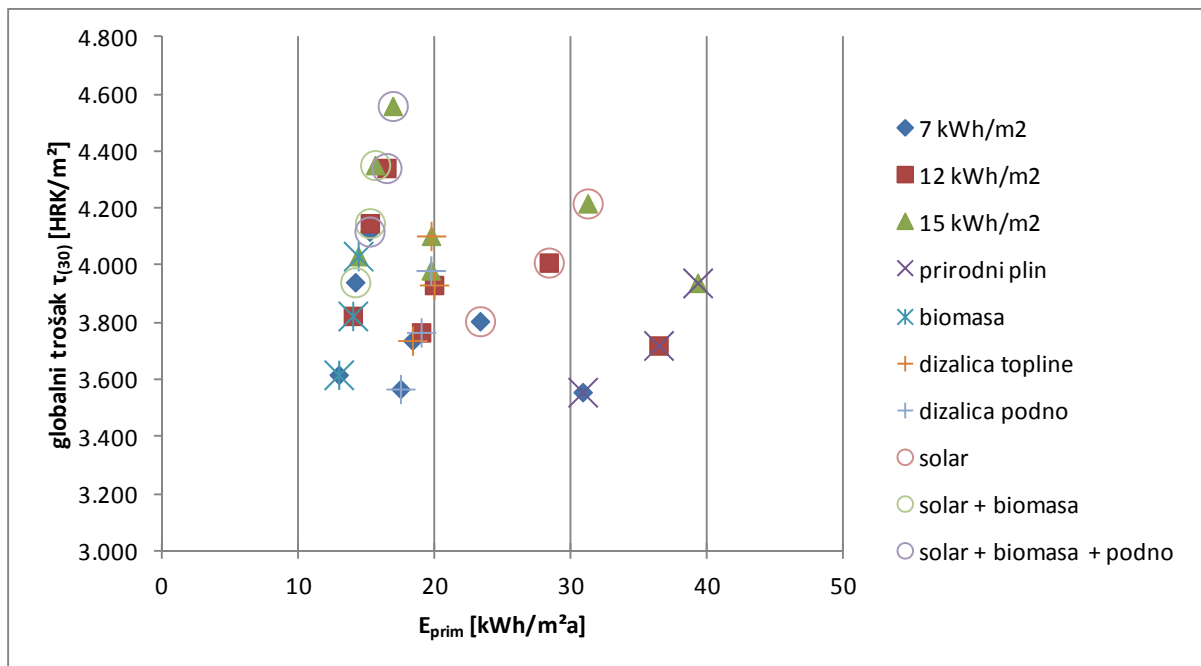


Slika 13-6 $R_e=4\%$



Slika 13-7 $R_e=5,6\%$

Korištenje neobnovljive komponente faktora primarne energije



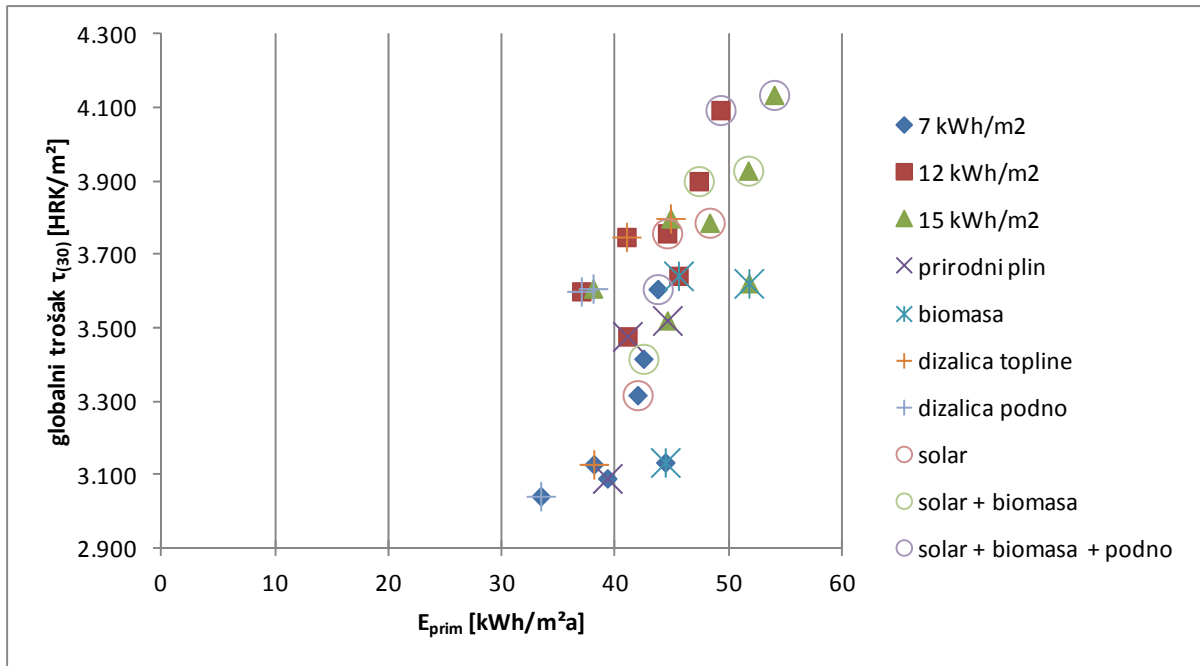
Slika 13-8 Neobnovljiva komponenta faktora primarne energije

Budući da dizalica topline predstavlja vrlo konkurentnu tehnologiju prirodnom plinu u zgradama s niskom potrebnom energijom za grijanje i hlađenja, korištenjem samo neobnovljive komponente faktora primarne energije dobivamo gotovo izjednačen rezultat globalnog troška za dizalicu topline (17 kWh/m²a) i plinski kondenzacijski bojler (31 kWh/m²a) za kontinentalnu Hrvatsku, s minimalnom prednošću fosilnog energenta.

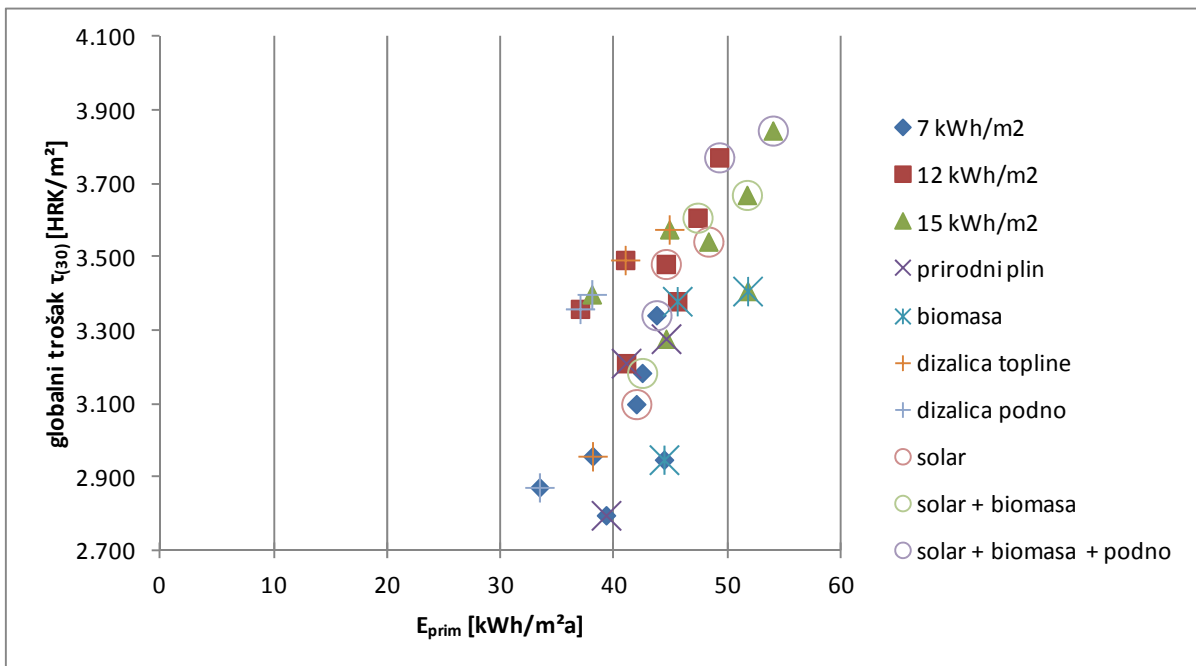
13.1.3. Troškovno optimalna analiza - rezultati za primorsku Hrvatsku

Troškovno optimalnu razinu rekonstrukcije predstavlja razina $E_{prim} = 33$ kWh/m²a, iako se, makroekonomskom kalkulacijom dolazimo do $E_{prim} = 39$ kWh/m²a kao optimalne razine, ali je to posljedica relativno nisko postavljene diskontne stope za makroekonomsku kalkulaciju. Podizanjem te stope u analizi osjetljivosti na SDR, pokazano je kako je relevantna mikroekonomska analiza.

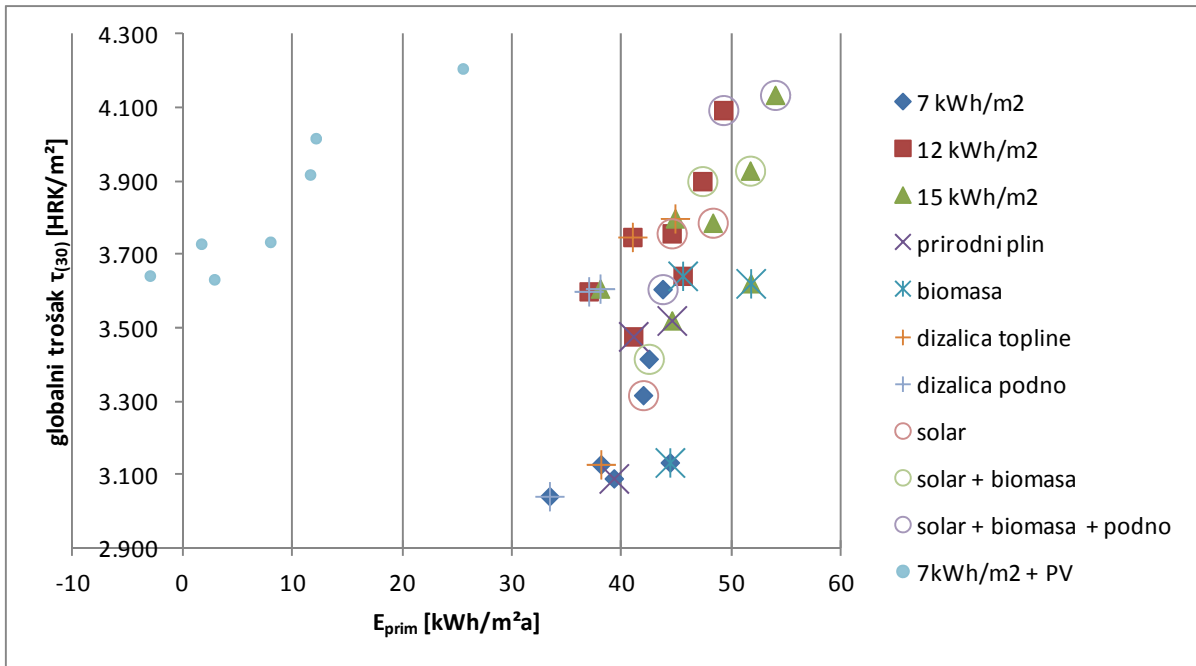
Troškovno optimalna razina s korištenjem samo neobnovljive komponente faktora primarne energije je 17 kWh/m²a, iako tu razinu postiže tehnički identična zgrada s korištenjem dizalice topline i najkvalitetnijom varijantom vanjske ovojnice.



Slika 13-9 Troškovno optimalna kalkulacija - mikroekonomska



Slika 13-10 Troškovno optimalna kalkulacija - makroekonomska

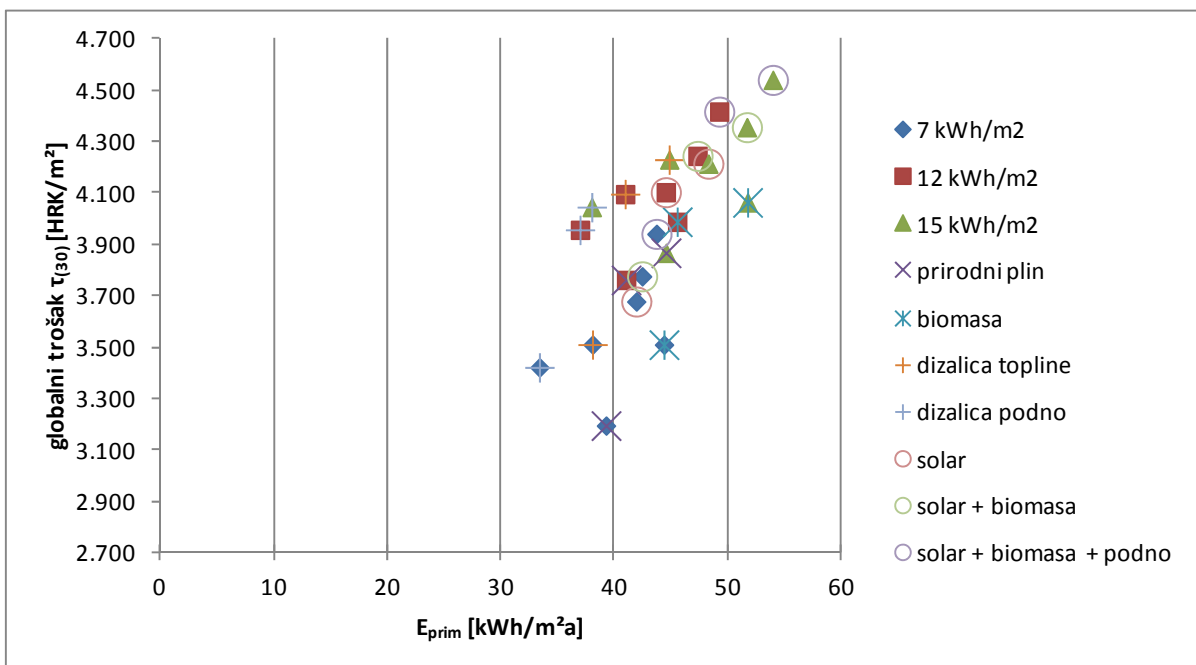


Slika 13-11 Mikroekonomska kalkulacija s dodanim fotonaponskim sustavom

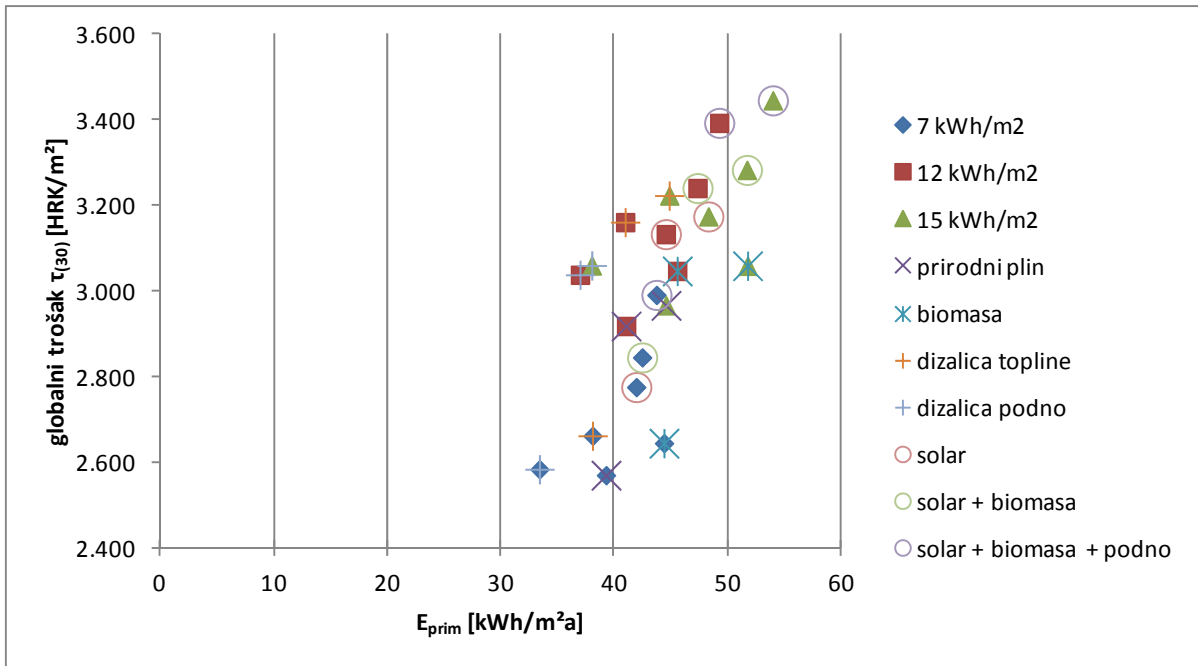
13.1.4. Analiza osjetljivosti

Promjena diskontne stope

Snižavanjem diskontne stope na vrijednost 3,30% (izjednačena s inflacijom) ne mijenja se optimalna razina, već samo ukupni trošak za sve varijante zgrade.



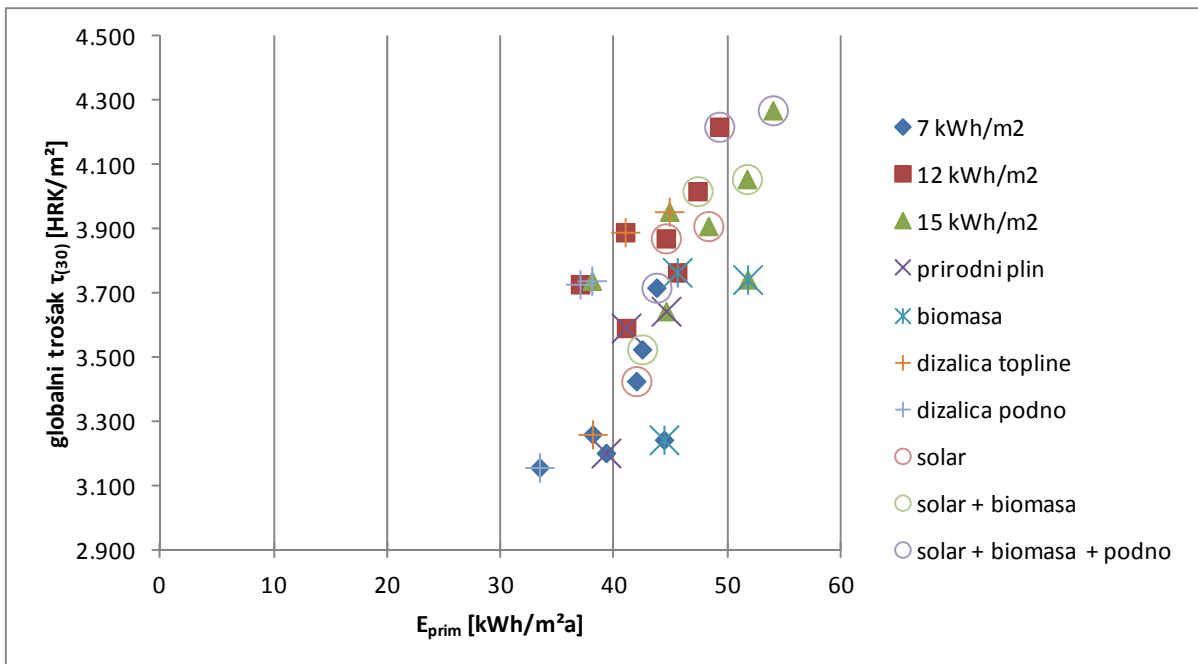
Slika 13-12 SDR = 3,30%



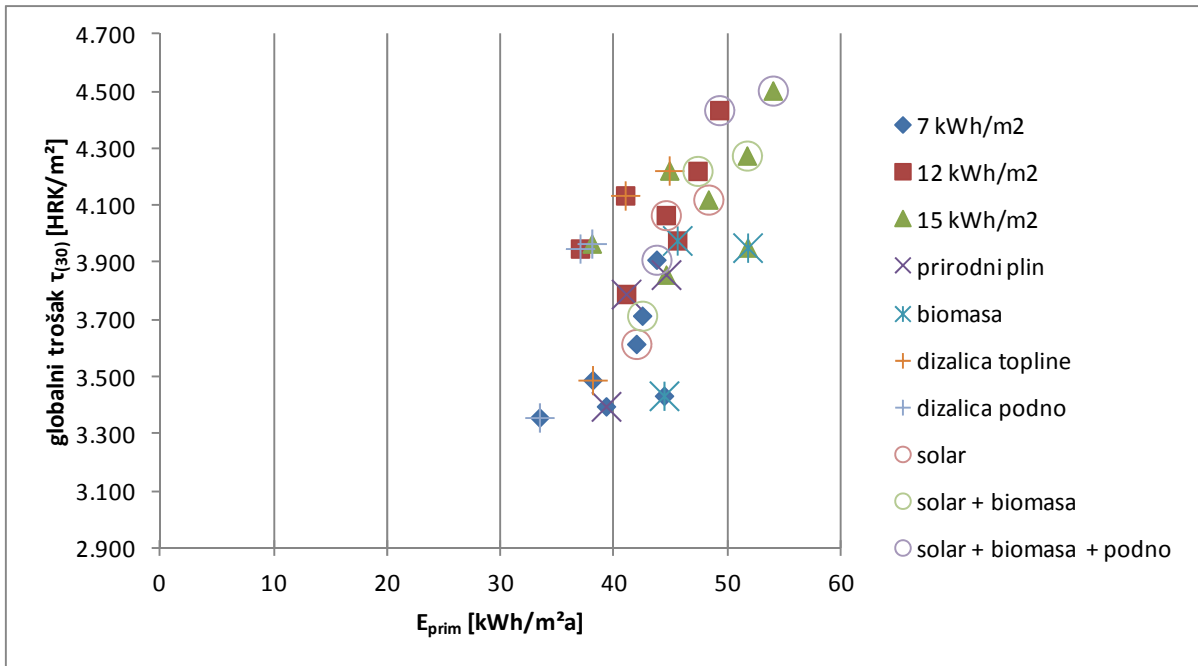
Slika 13-13 SDR = 10,00%

Stopa rasta cijena energije

Sa stopom rasta cijena od 4% optimalna je razina $E_{prim} = 33 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

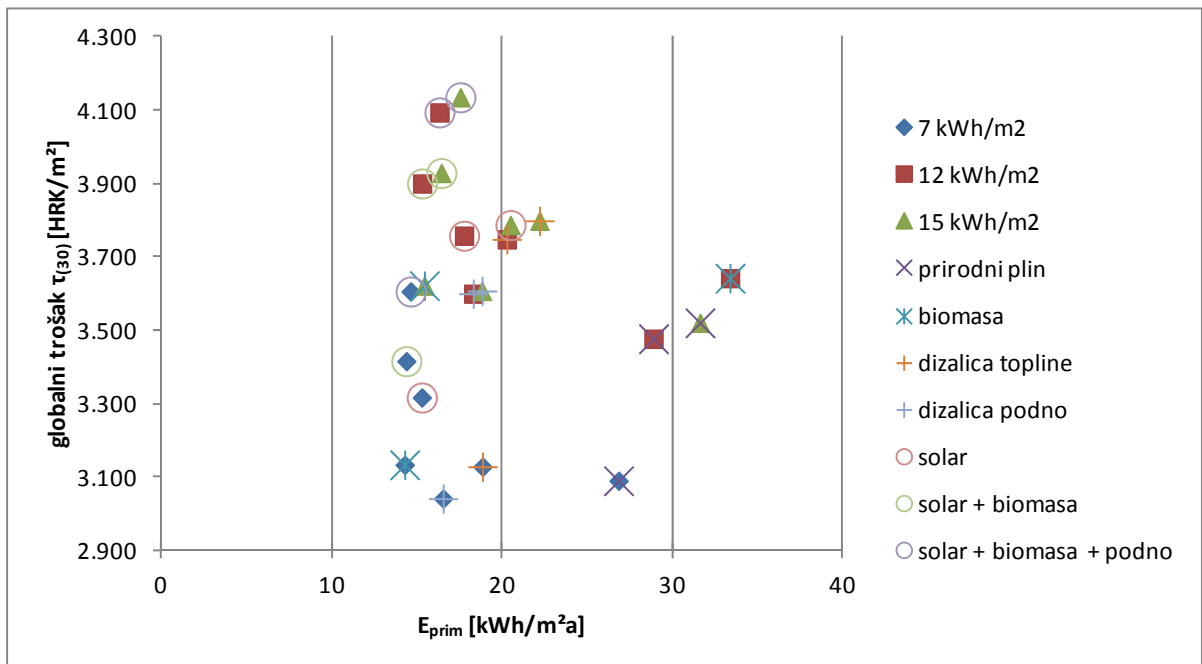


Slika 13-14 $R_e = 4\%$



Slika 13-15 $R_e=5,6\%$

Korištenje neobnovljive komponente faktora primarne energije



Slika 13-16 Neobnovljiva komponenta faktora primarne energije

Samo neobnovljiva komponenta faktora primarne energije u primorskoj Hrvatskoj apsolutno daje prednost korištenju dizalica topline i posljedično rušenje razine primarne energije za zgradu, s optimalnom razinom na 17 kWh/m²a.

14. PRILOZI

