

Izvješće prema članku 5(2) Direktive 2010/31/EU i članku 6 Uredbe (EU) 244/2012 od 16.1.2012.: Minimalni zahtjevi na energetska svojstva zgrada sportskih dvorana za kontinentalnu i primorsku Hrvatsku, za razdoblje do 1970., 1971. -2005., iza 2006., i gotovo nula energetske zgrade

Zagreb, rujan 2014.

Naslov studije:

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

Minimalni zahtjevi na energetska svojstva zgrada sportskih dvorana za kontinentalnu i primorsku Hrvatsku, za razdoblje do 1970., 1971. - 2005., iza 2006., i gotovo nula energetske zgrade

SADRŽAJ

1.	Referentne zgrade.....	11
1.1.	Referentne zgrade sportskih dvorana.....	11
1.2.	Definicija podne površine	11
1.3.	Kriteriji odabira referentne zgrade	11
1.4.	Vrsta referentne zgrade.....	12
2.	Odabir varijanti / mjera / kombinacija mjera	13
3.	Proračun primarne energije po mjerama	16
3.1.	Određivanje energetske svojstava.....	16
3.2.	Proračun potrebe za energijom	17
3.3.	Faktori primarne energije.....	17
4.	Proračun globalnog troška	20
4.1.	Ulazni podaci za analizu osjetljivosti.....	20
4.2.	Pretpostavljeno kretanje cijena energenata i CO ₂ emisija.....	21
5.	Troškovno optimalna razina za referentne zgrade	26
6.	Usporedba minimalnih zahtjeva za energetske učinkovitost za nove i postojeće zgrade od troškovno optimalnih zahtjeva	27
6.1.	Plan za smanjenje razlika između troškovno optimalnih zahtjeva za energetska svojstva zgrada i minimalnih zahtjeva za energetska svojstva zgrada.....	28
7.	Zgrada izgrađena do 1970. godine - kontinentalna Hrvatska.....	29
7.1.1.	Opis zgrade	29
7.1.1.	Troškovno optimalna analiza - rezultati	39
7.1.2.	Analiza osjetljivosti.....	40
8.	Zgrada izgrađena od 1971. do 2005. godine - kontinentalna Hrvatska.....	46
8.1.1.	Opis zgrade	46
8.1.2.	Troškovno optimalna analiza - rezultati	55
8.1.3.	Analiza osjetljivosti.....	56
9.	Zgrada izgrađena iza 2006. godine - kontinentalna Hrvatska	62
9.1.1.	Opis zgrade	62
9.1.2.	Troškovno optimalna analiza - rezultati	72
9.1.3.	Analiza osjetljivosti.....	73
10.	Zgrada izgrađena do 1970. godine – primorska Hrvatska	79
10.1.1.	Opis zgrade	79
10.1.2.	Troškovno optimalna analiza - rezultati	89
10.1.3.	Analiza osjetljivosti.....	90
11.	Zgrada izgrađena od 1971. do 2005. godine – primorska Hrvatska.....	96
11.1.1.	Opis zgrade	96
11.1.2.	Troškovno optimalna analiza – rezultati	104
11.1.3.	Analiza osjetljivosti.....	105
12.	Zgrada izgrađena iza 2006. godine – primorska Hrvatska.....	111
12.1.1.	Opis zgrade	111

12.1.2.	Troškovno optimalna analiza - rezultati	119
12.1.3.	Analiza osjetljivosti.....	120
13.	Gotovo nula energetske zgrade	126
13.1.1.	Opis zgrade	126
13.1.1.	Troškovno optimalna analiza - rezultati za kontinentalnu Hrvatsku	148
13.1.2.	Analiza osjetljivosti.....	149
13.1.3.	Troškovno optimalna analiza - rezultati za primorsku Hrvatsku.....	155
13.1.4.	Analiza osjetljivosti.....	156
14.	Prilozi.....	162
14.1.	PRILOG – FAKTORI PRIMARNE ENERGIJE.....	178
14.2.	PRILOG – PRORAČUNSKE NORME	197

POPIS SLIKA

SLIKA 7-1	REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MIKROEKONOMSKA ANALIZA	39
SLIKA 7-2	REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MAKROEKONOMSKA ANALIZA.....	39
SLIKA 7-3	$R_E=4,2\%$	41
SLIKA 7-4	$R_E=5,6\%$	41
SLIKA 7-5	$R_i=1,8\%$	42
SLIKA 7-6	$R_i=3,3\%$	42
SLIKA 7-7	$R=4,5\%$	43
SLIKA 7-8	$R=3,8\%$	43
SLIKA 7-9	$SDR = 5,50\%$ - MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	44
SLIKA 7-10	$SDR = 10,00\%$ MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	44
SLIKA 7-11	TROŠAK $CO_2=133\%$	45
SLIKA 7-12	TROŠAK $CO_2=200\%$	45
SLIKA 8-1	REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MIKROEKONOMSKA ANALIZA	55
SLIKA 8-2	REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MAKROEKONOMSKA ANALIZA.....	55
SLIKA 8-3	$R_E=4,2\%$	57
SLIKA 8-4	$R_E=5,6\%$	57
SLIKA 8-5	$R_i=1,8\%$	58
SLIKA 8-6	$R_i=3,3\%$	58
SLIKA 8-7	$R=4,5\%$	59
SLIKA 8-8	$R=3,8\%$	59
SLIKA 8-9	$SDR = 5,50\%$ - MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	60
SLIKA 8-10	$SDR = 10,00\%$ MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	60
SLIKA 8-11	TROŠAK $CO_2=133\%$	61
SLIKA 8-12	TROŠAK $CO_2=200\%$	61
SLIKA 9-1	REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MIKROEKONOMSKA ANALIZA	72
SLIKA 9-2	REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MAKROEKONOMSKA ANALIZA.....	72
SLIKA 9-3	$R_E=4,2\%$	74
SLIKA 9-4	$R_E=5,6\%$	74
SLIKA 9-5	$R_i=1,8\%$	75
SLIKA 9-6	$R_i=3,3\%$	75
SLIKA 9-7	$R=4,5\%$	76
SLIKA 9-8	$R=3,8\%$	76
SLIKA 9-9	$SDR = 5,50\%$ - MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	77
SLIKA 9-10	$SDR = 10,00\%$ MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	77
SLIKA 9-11	TROŠAK $CO_2=133\%$	78
SLIKA 9-12	TROŠAK $CO_2=200\%$	78
SLIKA 10-1	REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MIKROEKONOMSKA ANALIZA.....	89
SLIKA 10-2	REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MAKROEKONOMSKA ANALIZA.....	89
SLIKA 10-3	$R_E=4,2\%$	91
SLIKA 10-4	$R_E=5,6\%$	91
SLIKA 10-5	$R_i=1,8\%$	92
SLIKA 10-6	$R_i=3,3\%$	92

SLIKA 10-7 R=4,5%	93
SLIKA 10-8 R=3,8%	93
SLIKA 10-9 SDR = 5,50% - MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	94
SLIKA 10-10 SDR = 10,00% MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	94
SLIKA 10-11 TROŠAK CO2=133%	95
SLIKA 10-12 TROŠAK CO2=200%	95
SLIKA 11-1 REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MIKROEKONOMSKA ANALIZA	104
SLIKA 11-2 REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MAKROEKONOMSKA ANALIZA	104
SLIKA 11-3 R _E =4,2%	106
SLIKA 11-4 R _E =5,6%	106
SLIKA 11-5 R=1,8%	107
SLIKA 11-6 R=3,3%	107
SLIKA 11-7 R=4,5%	108
SLIKA 11-8 R=3,8%	108
SLIKA 11-9 SDR = 5,50% - MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	109
SLIKA 11-10 SDR = 10,00% MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	109
SLIKA 11-11 TROŠAK CO2=133%	110
SLIKA 11-12 TROŠAK CO2=200%	110
SLIKA 12-1 REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MIKROEKONOMSKA ANALIZA	119
SLIKA 12-2 REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MAKROEKONOMSKA ANALIZA	119
SLIKA 12-3 R _E =4,2%	121
SLIKA 12-4 R _E =5,6%	121
SLIKA 12-5 R=1,8%	122
SLIKA 12-6 R=3,3%	122
SLIKA 12-7 R=4,5%	123
SLIKA 12-8 R=3,8%	123
SLIKA 12-9 SDR = 5,50% - MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	124
SLIKA 12-10 SDR = 10,00% MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	124
SLIKA 12-11 TROŠAK CO2=133%	125
SLIKA 12-12 TROŠAK CO2=200%	125
SLIKA 13-1 REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MIKROEKONOMSKA ANALIZA	148
SLIKA 13-2 REZULTATI TROŠKOVNO OPTIMALNE ANALIZE - MAKROEKONOMSKA ANALIZA	148
SLIKA 13-3 R _E =4,2%	150
SLIKA 13-4 R _E =5,6%	150
SLIKA 13-5 R=1,8%	151
SLIKA 13-6 R=3,3%	151
SLIKA 13-7 R=4,5%	152
SLIKA 13-8 R=3,8%	152
SLIKA 13-9 SDR = 5,50% - MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	153
SLIKA 13-10 SDR = 10,00% MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	153
SLIKA 13-11 TROŠAK CO2=133%	154
SLIKA 13-12 TROŠAK CO2=200%	154
SLIKA 13-13 TROŠKOVNO OPTIMALNA KALKULACIJA - MIKROEKONOMSKA	155
SLIKA 13-14 TROŠKOVNO OPTIMALNA KALKULACIJA – MAKROEKONOMSKA	155
SLIKA 13-15 R _E =4,2%	157
SLIKA 13-16 R _E =5,6%	157
SLIKA 13-17 R=1,8%	158
SLIKA 13-18 R=3,3%	158
SLIKA 13-19 R=4,5%	159
SLIKA 13-20 R=3,8%	159
SLIKA 13-21 SDR = 5,50% - MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	160
SLIKA 13-22 SDR = 10,00% MAKRO EKONOMSKA ANALIZA	160
SLIKA 13-23 TROŠAK CO2=133%	161
SLIKA 13-24 TROŠAK CO2=200%	161
SLIKA 14-1 KONTINENTALNA HRVATSKA DO 1970.	163
SLIKA 14-2 KONTINENTALNA HRVATSKA DO 1970. PROČELJA	163
SLIKA 14-3 KONTINENTALNA HRVATSKA 1971. - 2005.	164
SLIKA 14-4 KONTINENTALNA HRVATSKA 1971. - 2005. - PROČELJA	165
SLIKA 14-5 KONTINENTALNA HRVATSKA IZA 2006.	166
SLIKA 14-6 KONTINENTALNA HRVATSKA IZA 2006.	167

SLIKA 14-7 KONTINENTALNA HRVATSKA NZEB – TLOCRTI I PRESJEK	168
SLIKA 14-8 KONTINENTALNA HRVATSKA NZEB – PROČELJA	169
SLIKA 14-9 PRIMORSKA HRVATSKA DO 1970.....	170
SLIKA 14-10 PRIMORSKA HRVATSKA DO 1970. - PROČELJA.....	171
SLIKA 14-11 PRIMORSKA HRVATSKA 1971. - 2005.	172
SLIKA 14-12 PRIMORSKA HRVATSKA 1971. - 2005. - PROČELJA	173
SLIKA 14-13 PRIMORSKA HRVATSKA IZA 2006.	174
SLIKA 14-14 PRIMORSKA HRVATSKA IZA 2006.	175
SLIKA 14-15 PRIMORSKA HRVATSKA NZEB – TLOCRT PRIZEMLJA	176
SLIKA 14-16 PRIMORSKA HRVATSKA NZEB - PROČELJA	177

POPIS TABLICA

TABLICA 1-1 POKAZATELJI IZ BAZE ENERGETSKIH CERTIFIKATA	12
TABLICA 3-1 FAKTORI PRIMARNE ENERGIJE.....	18
TABLICA 4-1 ULAZNE VRIJEDNOSTI PARAMETARA ZA PRORAČUN GLOBALNOG TROŠKA.....	20
TABLICA 4-2 CIJENE ENERGENATA ZA PRORAČUN GLOBALNOG TROŠKA.....	20
TABLICA 4-3 VARIJABILNE VELIČINE ZA ANALIZU OSJETLJIVOSTI	21
TABLICA 4-4 PRETPOSTAVLJENO KRETANJE CIJENA CO ₂ EMISIJA	21
TABLICA 4-5 REFERENTNE ZGRADE (TABLICA 1 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	22
TABLICA 4-6 REFERENTNE NOVE GOTOVO NULA ENERGETSKE ZGRADE (TABLICA 2 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	25
TABLICA 5-1 TROŠKOVNO OPTIMALNA RAZINA ZA REFERENTNE ZGRADE	26
TABLICA 5-2 TROŠKOVNO OPTIMALNI RASPON ZA GOTOVO NULA ENERGETSKE ZGRADE	26
TABLICA 6-1 USPOREDBA MINIMALNIH ZAHTJEVA I TROŠKOVNO OPTIMALNIH RASPONA ZA POSTOJEĆE ZGRADE (TABLICA 7 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	27
TABLICA 6-2 USPOREDBA MINIMALNIH ZAHTJEVA I TROŠKOVNO OPTIMALNIH RASPONA ZA NOVE I GOTOVO NULA ENERGETSKE ZGRADE (TABLICA 7 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	27
TABLICA 6-3 NOVI ZAHTJEVI ZA REKONSTRUKCIJU, NOVOGRADNJU I GOTOVO NULA ENERGETSKU ZGRADU	28
TABLICA 7-1 MJERODAVNI PODACI ZA IZRAČUN ENERGETSKOG SVOJSTVA ZGRADE (TABLICA 3 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	29
TABLICA 7-2 PREGLED OZNAKA MJERA U TABLICI KOMBINACIJA	33
TABLICA 7-3 PRIMIJENJENE KOMBINACIJE MJERA U TROŠKOVNO OPTIMALNOJ ANALIZI (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	35
TABLICA 7-4 PRORAČUN PRIMARNE ENERGIJE PO KOMBINACIJAMA MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI (TABLICA 5 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	36
TABLICA 7-5 MIKROEKONOMSKA (FINANCIJSKA) ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	37
TABLICA 7-6 MAKROEKONOMSKA ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	38
TABLICA 7-7 TROŠKOVNO OPTIMALNA RAZINA – MIKROEKONOMSKA I MAKROEKONOMSKA KALKULACIJA	40
TABLICA 7-8 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU STOPE RASTA CIJENA ENERGIJE.....	41
TABLICA 7-9 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU STOPE INFLACIJE	42
TABLICA 7-10 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU TRŽIŠNE KAMATNE STOPE	43
TABLICA 7-11 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU DISKONTNE STOPE	44
TABLICA 7-12 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU TROŠKA CO ₂ EMISIJA	45
TABLICA 8-1 MJERODAVNI PODACI ZA IZRAČUN ENERGETSKOG SVOJSTVA ZGRADE (TABLICA 3 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	46
TABLICA 8-2 PREGLED OZNAKA MJERA U TABLICI KOMBINACIJA	49
TABLICA 8-3 PRIMIJENJENE KOMBINACIJE MJERA U TROŠKOVNO OPTIMALNOJ ANALIZI (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	50
TABLICA 8-4 PRORAČUN PRIMARNE ENERGIJE PO KOMBINACIJAMA MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI (TABLICA 5 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	52
TABLICA 8-5 MIKROEKONOMSKA (FINANCIJSKA) ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	53
TABLICA 8-6 MAKROEKONOMSKA ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	54
TABLICA 8-7 TROŠKOVNO OPTIMALNA RAZINA – MIKROEKONOMSKA I MAKROEKONOMSKA KALKULACIJA	56
TABLICA 8-8 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU STOPE RASTA CIJENA ENERGIJE.....	57
TABLICA 8-9 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU STOPE INFLACIJE	58
TABLICA 8-10 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU TRŽIŠNE KAMATNE STOPE	59
TABLICA 8-11 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU DISKONTNE STOPE	60
TABLICA 8-12 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU TROŠKA CO ₂ EMISIJA	61

TABLICA 9-1 MJERODAVNI PODACI ZA IZRAČUN ENERGETSKOG SVOJSTVA ZGRADE (TABLICA 3 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	62
TABLICA 9-2 PREGLED OZNAKA MJERA U TABLICI KOMBINACIJA	66
TABLICA 9-3 PRIMIENJENE KOMBINACIJE MJERA U TROŠKOVNO OPTIMALNOJ ANALIZI (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	67
TABLICA 9-4 PRORAČUN PRIMARNE ENERGIJE PO KOMBINACIJAMA MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI (TABLICA 5 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	69
TABLICA 9-5 MIKROEKONOMSKA (FINANCIJSKA) ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	70
TABLICA 9-6 MAKROEKONOMSKA ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	71
TABLICA 9-7 TROŠKOVNO OPTIMALNA RAZINA – MIKROEKONOMSKA I MAKROEKONOMSKA KALKULACIJA	73
TABLICA 9-8 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU STOPE RASTA CIJENA ENERGIJE.....	74
TABLICA 9-9 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU STOPE INFLACIJE	75
TABLICA 9-10 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU TRŽIŠNE KAMATNE STOPE	76
TABLICA 9-11 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU DISKONTNE STOPE	77
TABLICA 9-12 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU TROŠKA CO ₂ EMISIJA.....	78
TABLICA 10-1 MJERODAVNI PODACI ZA IZRAČUN ENERGETSKOG SVOJSTVA ZGRADE (TABLICA 3 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	79
TABLICA 10-2 PREGLED OZNAKA MJERA U TABLICI KOMBINACIJA	83
TABLICA 10-3 PRIMIENJENE KOMBINACIJE MJERA U TROŠKOVNO OPTIMALNOJ ANALIZI (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	84
TABLICA 10-4 PRORAČUN PRIMARNE ENERGIJE PO KOMBINACIJAMA MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI (TABLICA 5 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	86
TABLICA 10-5 MIKROEKONOMSKA (FINANCIJSKA) ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	87
TABLICA 10-6 MAKROEKONOMSKA ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	88
TABLICA 10-7 TROŠKOVNO OPTIMALNA RAZINA – MIKROEKONOMSKA I MAKROEKONOMSKA KALKULACIJA	90
TABLICA 10-8 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU STOPE RASTA CIJENA ENERGIJE	91
TABLICA 10-9 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU STOPE INFLACIJE	92
TABLICA 10-10 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU TRŽIŠNE KAMATNE STOPE	93
TABLICA 10-11 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU DISKONTNE STOPE	94
TABLICA 10-12 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU TROŠKA CO ₂ EMISIJA.....	95
TABLICA 11-1 MJERODAVNI PODACI ZA IZRAČUN ENERGETSKOG SVOJSTVA ZGRADE (TABLICA 3 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	96
TABLICA 11-2 PREGLED OZNAKA MJERA U TABLICI KOMBINACIJA	98
TABLICA 11-3 PRIMIENJENE KOMBINACIJE MJERA U TROŠKOVNO OPTIMALNOJ ANALIZI (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	100
TABLICA 11-4 PRORAČUN PRIMARNE ENERGIJE PO KOMBINACIJAMA MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI (TABLICA 5 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	101
TABLICA 11-5 MIKROEKONOMSKA (FINANCIJSKA) ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	102
TABLICA 11-6 MAKROEKONOMSKA ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	103
TABLICA 11-7 TROŠKOVNO OPTIMALNA RAZINA – MIKROEKONOMSKA I MAKROEKONOMSKA KALKULACIJA	105
TABLICA 11-8 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU STOPE RASTA CIJENA ENERGIJE	106
TABLICA 11-9 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU STOPE INFLACIJE	107
TABLICA 11-10 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU TRŽIŠNE KAMATNE STOPE	108
TABLICA 11-11 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU DISKONTNE STOPE	109
TABLICA 11-12 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU TROŠKA CO ₂ EMISIJA.....	110
TABLICA 12-1 MJERODAVNI PODACI ZA IZRAČUN ENERGETSKOG SVOJSTVA ZGRADE (TABLICA 3 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	111
TABLICA 12-2 PREGLED OZNAKA MJERA U TABLICI KOMBINACIJA	113
TABLICA 12-3 PRIMIENJENE KOMBINACIJE MJERA U TROŠKOVNO OPTIMALNOJ ANALIZI (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	POGREŠKA! KNJIŽNA OZNAKA NIJE DEFINIRANA.
TABLICA 12-4 PRORAČUN PRIMARNE ENERGIJE PO KOMBINACIJAMA MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI (TABLICA 5 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	116
TABLICA 12-5 MIKROEKONOMSKA (FINANCIJSKA) ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	117
TABLICA 12-6 MAKROEKONOMSKA ANALIZA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	118
TABLICA 12-7 TROŠKOVNO OPTIMALNA RAZINA – MIKROEKONOMSKA I MAKROEKONOMSKA KALKULACIJA	120
TABLICA 12-8 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU STOPE RASTA CIJENA ENERGIJE	121
TABLICA 12-9 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU STOPE INFLACIJE	122
TABLICA 12-10 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU TRŽIŠNE KAMATNE STOPE	123
TABLICA 12-11 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU DISKONTNE STOPE	124
TABLICA 12-12 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU TROŠKA CO ₂ EMISIJA.....	125

TABLICA 13-1 MJERODAVNI PODACI ZA IZRAČUN ENERGETSKOG SVOJSTVA GOTOVO NULA ENERGETSKE ZGRADE - KONTINENTALNA HRVATSKA (TABLICA 3 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	127
TABLICA 13-2 MJERODAVNI PODACI ZA IZRAČUN ENERGETSKOG SVOJSTVA GOTOVO NULA ENERGETSKE ZGRADE - PRIMORSKA HRVATSKA (TABLICA 3 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	130
TABLICA 13-3 PREGLED OZNAKA MJERA U TABLICI KOMBINACIJA	134
TABLICA 13-4 PRIMIJENJENE KOMBINACIJE MJERA U TROŠKOVNO OPTIMALNOJ ANALIZI – KONTINENTALNA HRVATSKA (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	136
TABLICA 13-4 PRIMIJENJENE KOMBINACIJE MJERA U TROŠKOVNO OPTIMALNOJ ANALIZI – PRIMORSKA HRVATSKA (TABLICA 4 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA).....	136
TABLICA 13-6 PRORAČUN PRIMARNE ENERGIJE - KONTINENTALNA HRVATSKA (TABLICA 5 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	138
TABLICA 13-7 PRORAČUN PRIMARNE ENERGIJE - PRIMORSKA HRVATSKA (TABLICA 5 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	139
TABLICA 13-8 MIKROEKONOMSKA (FINANCIJSKA) ANALIZA - KONTINENTALNA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	141
TABLICA 13-9 MIKROEKONOMSKA (FINANCIJSKA) ANALIZA - PRIMORSKA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	142
TABLICA 13-10 MAKROEKONOMSKA ANALIZA - KONTINENTALNA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)..	144
TABLICA 13-11 MAKROEKONOMSKA ANALIZA - PRIMORSKA (TABLICA 6 PREMA PREDLOŠKU IZVJEŠĆA)	146
TABLICA 13-12 TROŠKOVNO OPTIMALNA RAZINA – MIKROEKONOMSKA I MAKROEKONOMSKA KALKULACIJA...	149
TABLICA 13-13 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU STOPE RASTA CIJENA ENERGIJE	150
TABLICA 13-14 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU STOPE INFLACIJE.....	151
TABLICA 13-15 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU TRŽIŠNE KAMATNE STOPE.....	152
TABLICA 13-16 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU DISKONTNE STOPE	153
TABLICA 13-17 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU TROŠKA CO ₂ EMISIJA.....	154
TABLICA 13-18 TROŠKOVNO OPTIMALNA RAZINA – MIKROEKONOMSKA I MAKROEKONOMSKA KALKULACIJA...	156
TABLICA 13-19 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU STOPE RASTA CIJENA ENERGIJE	157
TABLICA 13-20 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU STOPE INFLACIJE.....	158
TABLICA 13-21 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU TRŽIŠNE KAMATNE STOPE.....	159
TABLICA 13-22 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU DISKONTNE STOPE	160
TABLICA 13-23 ANALIZA OSJETLJIVOSTI NA PROMJENU TROŠKA CO ₂ EMISIJA.....	161
TABLICA 14-1 FAKTORI PRIMARNE ENERGIJE	179
TABLICA 14-2 FAKTORI EMISIJE CO₂ ZA RAZLIČITA FOSILNA GORIVA PREMA IPCC METODOLOGIJI	192

1. REFERENTNE ZGRADE

1.1. Referentne zgrade sportskih dvorana

Izješće o minimalnim zahtjevima na energetska svojstvo zgrada sportskih dvorana za kontinentalnu i primorsku Hrvatsku, za razdoblje do 1970., 1971. - 2005., iza 2006., i gotovo nula energetske zgrade strukturiran je prateći vremensku i prostornu karakterizaciju zgrada sportskih dvorana u RH na postojeće zgrade građene u vremenskim razdobljima do 1970, godine, od 1971. do 2005. godine te nove zgrade iza 2006. godine i nove gotovo nula energetske zgrade.

Karakteristike postojećih zgrada u RH određene su prema statističkim podacima, podacima iz anketnih istraživanja i podacima iz sustava ISGE te se u pogledu geometrije i tehničkih sustava određuju kao zgrade prosječnih karakteristika. Veliki broj tipologija gradnje rezultira raznorodnim tehničkim rješenjima, ali i formatima zgrada sportskih dvorana, odnosno zgrada koje se danas koriste kao sportske dvorane, iako nisu projektirane i građene s tom namjenom. Međutim, u fondu postojećih zgrada nisu zanemarive, te se njihove karakteristike moraju uvažiti kod definicije referentnih zgrada.

Za definiciju gotovo nula energetske zgrade, odstupa se od prosječnih karakteristika fonda zgrada 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. Gotovo nula energetska zgrade podrazumijeva i viši standard ugrađene opreme u pogledu upravljanja i kontrole mikroklimatskih uvjeta u prostoru, čime se utječe na baznu razinu troška gradnje NZEB zgrade.

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 registra energetske certifikata zgrada prema geografskoj lokaciji o starosti, površini i namjeni zgrade,

karakteristikama vanjske ovojnice, vrsti primijenjenog tehničkog sustava za grijanje i hlađenje te potrošnji energije i režimu korištenja tehničkih sustava zgrade.

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

Podaci na kojima se bazira definicija referentnih zgrada izvedeni su iz registra energetske certifikata zgrada do siječnja 2014. godine.

Tablica 1-1 Pokazatelji iz baze energetske certifikata

Klimatski podaci	godina izgradnje	broj zgrada		Ve	QH,nd	H <tr,adj< th=""> <th>f₀</th> <th>Ak</th> </tr,adj<>	f ₀	Ak
				m ³	kWh/a	W/K	-	m ²
Primorska Hrvatska	do 1970	0	prosjeak	-	-	-	-	-
			medijan					-
			standardna devijacija					-
Primorska Hrvatska	1971 - 2005	5	prosjeak	27275,31	197,47	1,45	0,27	4055,27
			medijan					1441,6
			standardna devijacija					6154,74
Primorska Hrvatska	iza 2006	20	prosjeak	18670,28	107,43	0,57	0,45	2862,88
			medijan					2165
			standardna devijacija					2911,31
Kontinentalna Hrvatska	do 1970	8	prosjeak	30614,14	229,55	1,38	0,48	4397,17
			medijan					1998,45
			standardna devijacija					3382,85
Kontinentalna Hrvatska	1971 - 2005	24	prosjeak	4894,94	151,3	0,88	0,49	1392,95
			medijan					811,41
			standardna devijacija					1317,52
Kontinentalna Hrvatska	iza 2006	21	prosjeak	8554,01	95,45	0,44	0,5	1474,04
			medijan					991,54
			standardna devijacija					1185,45

Podaci o termotehničkim sustavima za zgrade izvedeni su iz anketnih podataka, podataka ISGE sustava te baze energetske certifikata, te se odnose na korišteni energent za grijanje i prisutnost mehaničke ventilacije sa i bez povrata topline u zgradi.

U podacima o zgradama do 1970. za primorsku Hrvatsku nije bila ni jedna zgrada, te je za nju primijenjena geometrija zgrade za kontinentalnu Hrvatsku, koeficijentima prolaska topline prilagođena primorskoj klimi.

2. ODABIR VARIJANTI / MJERA / KOMBINACIJA MJERA

Odabir varijanti / mjera / kombinacija mjera za troškovno optimalnu analizu je izvršen prema projektnom zadatku.

Vanjska ovojnica zgrade se analizira na razini referentnog stanja ovojnice za pojedino razdoblje zgrade koje je utvrđeno prema bazi energetske certifikata. Iz baze certifikata izvedeni su podaci o ukupnoj potrebnoj količini toplinske energije za grijanje zgrade, faktoru oblika, prosječnim koeficijentima prolaska topline transmisijom i ventilacijom, na temelju čega je utvrđena virtualna geometrija zgrade na koju su primijenjene karakteristične konstrukcije vanjske ovojnice za razdoblje gradnje zgrade.

Na ovako definiranu geometriju zgrade primijenjene su mjere poboljšanja vanjske ovojnice u tri stupnja kojima se postiže poboljšanje zgrade na način da dostigne određeni energetski razred. Načelno, mjere su definirane tako da se radovima na građevnim dijelovima zgrade dosegne energetski razred C (odnosno zadovoljavanje zahtjeva važećeg tehničkog propisa) na prvoj razini poboljšanja, razred B na drugoj razini poboljšanja te razred A na trećoj razini poboljšanja vanjske ovojnice. Do odstupanja dolazi kod gotovo nula energetskih zgrada koje, zbog optimalnog zahvata sunčeve energije i konačnog cilja zadanog u projektnom zadatku, postižu viši energetski razred već u baznoj varijanti – energetski razred B ili A.

Za referentno stanje vanjske ovojnice određen je karakteristični termotehnički sustav prema energentu koji se primarno koristi za grijanje zgrada (iz baze energetskih certifikata)

Za sve navedene razine obnove vanjske ovojnice definirane su karakteristike termotehničkih sustava i rasvjete maksimalnog učina prema karakteristikama vanjske ovojnice, te se analiziraju karakteristični sustavi uobičajeni u praksi:

- daljinsko grijanje (CTS / blokovske kotlovnice)
- kotlovi na prirodni plin i ukapljeni naftni plin – zbog dostupnosti, u kontinentalnoj klimi je uzet prirodni plin, dok se za primorsku Hrvatsku usvaja UNP zbog još neizgrađene distribucijske mreže prirodnog plina.
- kotlovi na pelete
- dizalica topline – korištenje topline tla u kontinentalnoj Hrvatskoj, te okolnog zraka u primorskoj Hrvatskoj
- VRV sustav – uobičajeno projektno rješenje za novogradnju koja uključuje grijanje i hlađenje prostora – skalirano na veličinu zgrade multipliciranjem sustava ukoliko veličina zgrade prelazi optimalnu ili maksimalnu moguću veličinu sustava

Uz svaki termotehnički sustav analiziran je i utjecaj mehaničke ventilacije tako da je za vanjsku ovojnicu koja odgovara energetskom razredu A ili B izvršen proračun s ili bez sustava mehaničke ventilacije s povratom topline.

Na zgradama sportskih dvorana je analiziran sustav solarnih kolektora za pripremu PTV i fotonaponski sustav veličine 25 kW s poludnevnom pohranom, čime se osigurava potrošnja ukupne energije u zgradi bez potrebe za izvozom preko granica sustava i može se koristiti za zadovoljavanje potreba zgrade prema EN 15603.

Niža cijena fotonaponskog sustava može se postići korištenjem mreže kao spremnika energije, ali se njegova primjenjivost ne može dokazati odabranom nacionalnom metodom proračuna energetske svojstava referentnih zgrada.

Mjere poboljšanja sustava rasvjete provedene su na tri razine – zamjena izvora svjetla, zamjena izvora svjetla i rasvjetnih tijela te rekonstrukcija elektroinstalacija sustava rasvjete i upravljanje sustavom rasvjete. Utjecaj sve tri razine analiziran je na svim varijantama vanjske ovojnice i termotehničkih sustava.

Kod novih i novih gotovo nula energetske zgrade, investicija je promatrana kao ukupna investicija u građevne dijelove i termotehničke sustave, bez troškova rušenja i demontaža koji su vezani uz poboljšanje karakteristika konstrukcija i sustava postojećih referentnih zgrada.

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

Provjera ispravnosti pristupa kontrole kombinacije mjera u odnosu na pojedinačne mjere provedena je na primjeru gotovo nula energetske višestambene zgrade za kontinentalnu klimu, kod koje je varirana razina toplinske izolacije konstrukcija vanjske ovojnice u manjim koracima za ukupno 5 varijantnih rješenja vanjske ovojnice. Rezultati pokazuju zanemariv utjecaj varijacije toplinske izolacije vanjske ovojnice zgrade (samo jedne komponente sustava) u odnosu na rezultate integralnih kombinacija mjera koje uključuju promjene vanjske ovojnice, termotehničkog sustava i korištenja obnovljivih izvora energije). Zbog toga, sve mjere koje se primjenjuju na zgradama su kombinacija mjera kod kojih se istodobno djeluje na sve komponente zgrade vezane s potrošnjom energije u zgradi.

Slučajevi kojima se ispunjava trenutni zahtjev za energetskom učinkovitošću zgrada su uključeni i izračunati; za svako razdoblje gradnje početna definicija paketa mjera (1. stupanj obnove vanjske ovojnice označen sa QH,nd,max u dijagramima) je jednaka zahtjevima važećih propisa. Proračuni za ispunjavanje zahtjeva za gotovo nula energetske zgrade su provedeni samo za nove zgrade, budući da su rezultati za postojeće zgrade pokazali trend prema nižim investicijskim troškovima i višim troškovima korištenja zgrade.

Zahtjeve za zgrade gotovo nulte energije za postojeće zgrade je nemoguće ispuniti bez značajnih izmjena arhitektonskog koncepta, kakav je primijenjen za definiciju nove gotovo

nula energetske zgrade te su vrijednosti potrebne energije za grijanje tehnički nedosežne zbog geometrijskih ograničenja postojećih zgrada.

Detaljne informacije o investicijskim troškovima za svaku kombinaciju mjera su rezultat troškovnika za svaku zgradu.

Podaci o životnom vijeku komponenti i tehničkih sustava određeni su prema normi EN 15459:2007 Energy performance of buildings - Economic evaluation procedure for energy systems in buildings prilozi A i E i dobroj inženjerskoj praksi u Hrvatskoj za sustave i komponente koji nisu uključeni u normi.

Mikroekonomska i makroekonomska troškovno optimalna analiza provedena je prema propisu 244/2012 prilog I, točka 4.3.(2) i 4.4.(2) u potpunosti prema normi EN 15459:2007 Energy performance of buildings - Economic evaluation procedure for energy systems in buildings.

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 energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju i Metodologiji provođenja energetskih pregleda zgrada.

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

Primjenom Algoritma za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade, određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama, proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade i energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava rasvjete u zgradama¹ utvrđeni su određeni nedostaci algoritma koji dovode do netočnih rezultata proračuna te su korigirane ulazne vrijednosti i proračunski postupci u „Algoritmu“ kako bi se postigli kvalitetniji rezultati proračuna.

Bitna odstupanja od „Algoritma“ se odnose na način izračuna gubitaka podsustava razvoda koji su bili značajno precijenjeni u odnosu na korisnu energiju, te su ekspertnim pristupom utvrđene vrijednosti prema dobroj inženjerskoj praksi; te primjena holističkog pristupa proračunu prema normi HRN EN 15603 umjesto korištenja stupnja iskorištenja toplinskih gubitaka prema „Algoritmu“. Iz provedenih postupaka proračuna na vrlo velikom broju primjera u okviru izračuna energetskih svojstava referentnih zgrada vidljivo je kako je potrebno pristupiti ponovnoj reviziji „Algoritma“ kao i europskih normi na kojima je baziran algoritam.

Proračunsko razdoblje za kalkulaciju je 20 godina.

¹ - Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790

- Algoritam za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama - Sustavi kogeneracije, sustavi daljinskog grijanja, fotonaponski sustavi
- Algoritam za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama - Sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode
- Algoritam za proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade
- Algoritam za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava rasvjete u zgradama - Energijski zahtjevi za rasvjetu

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

Metodologija proračuna je u skladu s člankom 3. priloga I Direktive – Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama; Pravilnik o energetske pregledima i energetske certifikaciji zgrada i Metodologija energetske pregleda građevina implementiraju Direktivu u hrvatsku regulativu. Navedenim propisima primjenjuju se proračunske norme navedene u poglavlju Prilog – proračunske norme.

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 sve energente: prirodni plin odnosno ukapljeni naftni plin (kontinentalna / primorska Hrvatska); daljinsko grijanje; peleti; električna energija i ekstra lako loživo ulje koji su odabrani kao dominantni energenti na teritoriju RH.

3.3. Faktori primarne energije

Normom prEN 15603 preporučeno je izračun troškovno optimalne razine za postojeće i nove zgrade korištenjem neobnovljive komponente faktora primarne energije. Faktori primarne energije su izračunati na nacionalnoj razini korištenje IEA metodologije. Šire informacije o metodologiji proračuna faktora primarne energije i ulaznim podacima za Hrvatsku su u studiji „Minimalni zahtjevi na energetske svojstvo jednoobiteljske zgrade za kontinentalnu i primorsku Hrvatsku, za razdoblje do 1970., 1970. - 1987., iza 1987., i gotovo nula energetske zgrade, te nacionalni faktori primarne energije za sve energente i energetske sustave i faktora emisije CO₂“. Tekst ovog poglavlja je uključen u prilogu ovom dokumentu (14.1 Prilog – faktori primarne energije). U RH je u toku formalni postupak donošenja faktora primarne energije prema vrijednostima u tablici Tablica 3-1 Faktori primarne energije. Specifičnost energetske sustava RH sa značajnom uvoznom komponentom električne energije te velikim udjelom proizvedene električne energije iz hidroelektrana rezultira u neobnovljivoj komponenti faktora primarne energije za električnu energiju nižoj od 1 (0,798) i dovodi do nerealnih odnosa među tehnološkim rješenjima zgrada. Korištenje ukupnog faktora primarne energije smanjuje rasap rezultata za zgrade bliskih tehnoloških rješenja i energetske potreba, te povećava pouzdanost konačnih troškovno optimalnih razina i raspona za postojeće i nove zgrade.

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
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
Ekstra lako 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

Energent		Faktor primarne energije				Emisija tCO ₂ /TJ (kgCO ₂ /GJ)
		Ukupno	Obnovljiva komponenta	Ne obnovljiva komponenta	Uvozna komponenta	
	KO - ekstra lako 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 inflacije, tržišnu kamatnu stopu, trošak CO₂ emisija i stopu rasta troškova za energiju.

Podaci o životnom vijeku komponenti i tehničkih sustava određeni su prema normi EN 15459:2007 Energy performance of buildings - Economic evaluation procedure for energy systems in buildings prilozi A i E i dobroj inženjerskoj praksi u Hrvatskoj za sustave i komponente koji nisu uključeni u normi.

Troškovno optimalna analiza za mikroekonomsku i makroekonomsku perspektivu provedena je prema propisu 244/2012 prilog I, točka 4.3.(2) i 4.4.(2) u potpunosti prema normi EN 15459:2007 Energy performance of buildings - Economic evaluation procedure for energy systems in buildings.

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 globalnog troška

	oznaka	jedinica	vrijednost
amortizacijsko razdoblje zgrade		godina	50
proračunski period	τ	godina	20
stopa inflacije	R_i	%	0,30
tržišna kamatna stopa	R	%	6,60
realna kamatna stopa	R_R	%	5,91
stopa rasta cijena proizvoda	R_p	%	0,00
stopa rasta troškova korištenja (pogona)	R_o	%	0,00
stopa rasta troškova za energiju	R_e	%	2,80
stopa rasta troškova održavanja	R_m	%	0,00
stopa rasta dodatnih troškova	R_{ad}	%	0,00
diskontna stopa		%	7,00
porez na dodanu vrijednost		%	25
trošak CO ₂ emisija		kn/t	150

Tablica 4-2 Cijene energenata za proračun globalnog troška

cijene energenata		
CTS	0,340	kn/kWh
prirodni plin	0,336	kn/kWh

UNP	0,512	kn/kWh
LU	0,568	kn/kWh
peleti	0,267	kn/kWh
sječka	0,240	kn/kWh
električna energija	0,784	kn/kWh
solarna energija	0,000	kn/kWh

Analizom osjetljivosti varirane su vrijednosti

- diskontne stope
- stopa inflacije
- tržišne kamatne stope
- stope rasta troškova za energiju
- troška CO₂ emisija.

Tablica 4-3 Varijabilne veličine za analizu osjetljivosti

stopa inflacije	R _i	%	0,3	1,8	3,3
tržišna kamatna stopa	R	%	6,6	4,5	3,8
stopa rasta troškova za energiju	R _e	%	2,8	4,2	5,6
diskontna stopa		%	7	5,5	10
trošak CO ₂ emisija	2013.-2025.	kn/t	150,00	200,00	300,00
	2026.-2030.	kn/t	262,50	350,00	525,00
	2031.-2046.	kn/t	375,00	500,00	750,00

4.2. Pretpostavljeno kretanje cijena energenata i CO₂ emisija

Tablica 4-4 Pretpostavljeno kretanje cijena CO₂ emisija

razdoblje	€/tCO ₂	kn/tCO ₂
2013-2025	20	150
2026-2030	35	262,5
2031-2043	50	375

Pretpostavljeno kretanje cijena energenata:

- stopa rasta troškova za energiju R_e: 2,8%

Tablica 4-5 Referentne zgrade (tablica 1 prema predlošku izvješća)

referentna postojeća zgrada	geometrija			ostakljene konstrukcije			ploština korisne podne površine			opis zgrade	opis tehničkih sustava	prosječna energetska svojstva - prije rekonstrukcije		zahtjevi za komponente zgrade		
	f ₀		-	f		%	A _f		m ²			Q _{H,nd}		Q ["] H,nd		
zgrada sportskih dvorana izgrađena do 1970. godine - kontinentalna Hrvatska		0,2445						2008,54		armirano betonski vanjski zidovi obzidani sačastom opekom s unutarnje strane, ili ETICS sustavom s TI debljine 2 cm s vanjske strane drvobetonske prefabricirane krovne ploče s bitumenskom hidroizolacijom prostori ostakljeni izo staklom Uw 2,90 – 3,30 W/m ² K prirodna ventilacija pratećih prostora, mehanička ventilacija dvorane	- standardni kotao na EL LU - centralno radijatorsko grijanje -- nebalansirana mreža, ručni radijatorski set -neelektronska cirkulacijska crpka - prirodna ventilacija	Q _{H,nd}	423994,12	Q ["] H,nd	40,50 – 70,00	
	S		m ²	S	108,00	m ²			Q _{C,nd}			12029,87	U _{zid}	0,30		
	I		m ²	I	63,00	m ²			H _{tr,adj}			6775,48	U _{krov}	0,25		
	J		m ²	J	198,00	m ²			H _{ve,adj}			3295,57	U _{pod}	0,30		
	Z		m ²	Z	63,00	m ²			H _D			6407,61	U _{prozor}	1,40		
	Σ	3310,00	m ²						H _g			367,87				
zgrada sportskih dvorana izgrađena od 1971. - 2005. godine - kontinentalna Hrvatska	f ₀	0,4685	-	f		%	A _f	807,00	m ²	obzidani sačastom opekom s unutarnje strane s ETICS sustavom s TI debljine 2 cm s vanjske strane sendvič trapezni lim s mineralnom vunom 4 cm na krovu dvorane, a.b. stropna konstrukcija s 4 cm TI na ravnom krovu pratećih prostora prostori ostakljeni izo staklom Uw 2,90 – 3,10 W/m ² K prirodna ventilacija pratećih prostora, mehanička ventilacija dvorane	- standardni kotao na prirodni plin - centralno radijatorsko grijanje -- nebalansirana mreža, ručni radijatorski set -neelektronska cirkulacijska crpka - prirodna i mehanička ventilacija	QH,nd	125517,65	Q ["] H,nd	40,50 – 70,00	
	S		m ²	S	48,00	m ²			QC,nd			916,39	U _{zid}	0,30		
	I		m ²	I	0,00	m ²			Htr,adj			2059,63	U _{krov}	0,25		
	J		m ²	J	69,00	m ²			Hve,adj			992,16	U _{pod}	0,30		
	Z		m ²	Z	0,00	m ²			HD			1805,12	U _{prozor}	1,40		
	Σ	1449,00	m ²						Hg			254,51				
Zgrada sportskih dvorana izgrađena od 2006. godine - kontinentalna Hrvatska	f ₀	0,4149	-	f		%	A _f	1035,00	m ²	armirano betonski vanjski zidovi obzidani sačastom opekom s unutarnje strane s ETICS sustavom s TI debljine 8 cm s vanjske strane sendvič trapezni lim s mineralnom vunom 14 cm na krovu dvorane, a.b. stropna konstrukcija s 12 cm TI na	- niskotemperaturni kotao na prirodni plin - centralno radijatorsko grijanje - balansirana mreža, - termostatski radijatorski set -elektronska cirkulacijska crpka	Q _{H,nd}	62081,89	Q ["] H,nd	40,50 – 70,00	
	S		m ²	S	81,00	m ²			Q _{C,nd}			7515,68	U _{zid}	0,30		
	I		m ²	I	37,50	m ²			H _{tr,adj}			1317,80	U _{krov}	0,25		
	J		m ²	J	89,00	m ²			H _{ve,adj}			804,62	U _{pod}	0,30		
	Z		m ²	Z	37,50	m ²			H _D			1101,64	U _{prozor}	1,40		
	Σ	1894,00							H _g			216,16				

referentna postojeća zgrada	geometrija			ostakljene konstrukcije			ploština korisne podne površine			opis zgrade	opis tehničkih sustava	prosječna energetska svojstva - prije rekonstrukcije		zahtjevi za komponente zgrade		
	f0			f		%	Af		m ²							
											ravnom krovu pratećih prostora prostori ostakljeni izo staklom Uw 1,65 W/m ² K mehanička ventilacija dvorane	- prirodna i mehanička ventilacija	H	2122,42		
zgrada sportskih dvorana izgrađena do 1970. godine - primorska Hrvatska	f0	0,2445	-	f		%	Af	2008,54	m ²	armirano betonski vanjski zidovi obzidani sačastom opekrom s unutarnje strane drvobetonske prefabricirane krovne ploče s bitumenskom hidroizolacijom prostori ostakljeni izo staklom Uw 5,2 W/m ² K prirodna ventilacija pratećih prostora, mehanička ventilacija dvorane	- standardni kotao na EL LU - centralno radijatorsko grijanje -- nebalansirana mreža, ručni radijatorski set - neelektronska cirkulacijska crpka - prirodna ventilacija	QH,nd	369808,27	Q ^{''} H,nd	21,60 - 40	
	A		m ²	S	108,00	m ²						QC,nd	31878,47	U _{zid}	0,45	
				I	63,00	m ²						Htr,adj	7697,08	U _{krov}	0,30	
				J	198,00	m ²						Hve,adj	9668,03	U _{pod}	0,50	
				Z	63,00	m ²						HD	7329,21	U _{prozor}	1,80	
		3310,00										Hg	367,87			
												H	17365,10			
zgrada sportskih dvorana izgrađena od 1971. - 2005. godine - primorska Hrvatska	f0	0,2898	-	f		%	Af	3816,00	m ²	armirano betonski vanjski zidovi obzidani sačastom opekrom s unutarnje strane ili ETICS s 2 cm TI s vanjske strane trapezni sendvič lim s 4 cm MW na krovu dvorane, a.b. krov s 4 cm TI pratećih prostora prostori ostakljeni izo staklom Uw 5,2 W/m ² K prirodna ventilacija pratećih prostora, mehanička ventilacija dvorane	- standardni kotao na EL LU - centralno radijatorsko grijanje -- nebalansirana mreža, ručni radijatorski set - neelektronska cirkulacijska crpka - mehanička ventilacija	QH,nd	390633,68	Q ^{''} H,nd	21,60 - 40	
	A		m ²	S	83,00	m ²						QC,nd	23641,43	U _{zid}	0,45	
				I	162,00	m ²						Htr,adj	8304,39	U _{krov}	0,30	
				J	173,40	m ²						Hve,adj	11127,07	U _{pod}	0,50	
				Z	162,00	m ²						HD	7700,99	U _{prozor}	1,80	
		4122,50										Hg	603,41			
												H	19431,46			
zgrada sportskih dvorana izgrađena od 2006. godine - primorska Hrvatska	f0	0,3068	-	f		%	Af	2266,92	m ²	armirano betonski vanjski zidovi obzidani sačastom opekrom s unutarnje strane i ETICS s 6 cm TI s vanjske strane trapezni sendvič lim s 14 cm MW na krovu dvorane, a.b. krov s 10cm TI pratećih prostora prostori ostakljeni izo staklom Uw 1,8 W/m ² K mehanička ventilacija dvorane	- niskotemperaturni kotao na prirodni plin - centralno radijatorsko grijanje - balansirana mreža, - termostatski radijatorski set - elektronska cirkulacijska crpka - mehanička ventilacija	QH,nd	68676,35	Q ^{''} H,nd	21,60 - 40	
	A		m ²	S	86,70	m ²						QC,nd	19456,30	U _{zid}	0,45	
				I	98,00	m ²						Htr,adj	2376,65	U _{krov}	0,30	
				J	177,00	m ²						Hve,adj	3017,98	U _{pod}	0,50	
				Z	98,00	m ²						HD	2032,69	U _{prozor}	1,80	
		3059,90										Hg	343,97			
												H	5394,64			

referentna postojeća zgrada	geometrija			ostakljene konstrukcije			ploština korisne podne površine			opis zgrade	opis tehničkih sustava	prosječna energetska svojstva - prije rekonstrukcije		zahtjevi za komponente zgrade	

Tablica 4-6 Referentne nove gotovo nula energetske zgrade (tablica 2 prema predlošku izvješća)

nova zgrada	geometrija			ostakljene konstrukcije			ploština korisne podne površine			prosječna energetska svojstva			zahtjevi za komponente zgrade		
zgrada sportskih dvorana-kontinentalna Hrvatska	f ₀	0,4374	-	f		%	A _f	1535,04	m ²	Q _{H,nd}	41555,85	kWh/a	U _{zid}	0,30	W/m ² K
	A		m ²	S	148,80	m ²				Q _{C,nd}	17353,60	kWh/a	U _{krov}	0,25	W/m ² K
			m ²	I	24,00	m ²				H _{tr,adj}	1385,43	W/K	U _{pod}	0,30	W/m ² K
			m ²	J	208,32	m ²				H _{ve,adj}	836,14	W/K	U _{prozor}	1,40	W/m ² K
			m ²	Z	157,92	m ²				H _D	1192,78	W/K			
		2076,96								H _g	192,66	W/K			
										H	2221,57	W/K			
nova zgrada	geometrija			ostakljene konstrukcije			ploština korisne podne površine			prosječna energetska svojstva			zahtjevi za komponente zgrade		
zgrada sportskih dvorana- primorska Hrvatska	f ₀	0,4374	-	f		%	A _f	1535,04	m ²	Q _{H,nd}	33947,78	kWh/a	U _{zid}	0,45	W/m ² K
	S		m ²	S	148,80	m ²				Q _{C,nd}	13397,48	kWh/a	U _{krov}	0,30	W/m ² K
	I		m ²	I	24,00	m ²				H _{tr,adj}	1321,44	W/K	U _{pod}	0,50	W/m ² K
	J		m ²	J	208,32	m ²				H _{ve,adj}	1616,85	W/K	U _{prozor}	1,80	W/m ² K
	Z		m ²	Z	157,92	m ²				H _D	1097,91	W/K			
	Σ	2076,96								H _g	223,53	W/K			
										H	5394,64	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 zgrada.

Tablica 5-1 Troškovno optimalna razina/raspon za referentne zgrade

kontinentalna Hrvatska	primorska Hrvatska
postojeća zgrada	
zgrada do 1970	zgrada do 1970
$E_{\text{prim}} = 370 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$E_{\text{prim}} = 189 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
zgrada od 1971- 2005.	zgrada od 1971- 2005.
$E_{\text{prim}} = 306 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$E_{\text{prim}} = 212 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
nova zgrada	
zgrada iza 2006.	zgrada iza 2006.
$E_{\text{prim}} = 401 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$E_{\text{prim}} = 170 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Tablica 5-2 Troškovno optimalni raspon za gotovo nula energetske zgrade

zgrada gotovo nulte energije - kontinentalna Hrvatska	zgrada gotovo nulte energije - primorska Hrvatska
$E_{\text{prim}} = 106-198 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ $Q_{\text{res}} = 50\%$	$E_{\text{prim}} = 83 - 150 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ $Q_{\text{res}} = 50\%$

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

Analizom osjetljivosti na varijabilne komponente proračuna utvrđeno je da su odnosi među tehnološkim rješenjima stabilni, ali je njihova međusobna razlika mala.

To je rezultat znatno nižih cijena energije od prosječnih vrijednosti u okruženju, uz relativno visoku vrijednost radova za izgradnju ili rekonstrukciju (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.

Tablica 6-1 Usporedba minimalnih zahtjeva i troškovno optimalnih raspona za postojeće zgrade (tablica 7 prema predlošku izvješća)

referentna zgrada	troškovno optimalni raspon/ razina kWh/m ² a	trenutni zahtjevi za referentnu zgradu kWh/m ² a	razlika
zgrada sportskih dvorana kontinentalna Hrvatska	306-370 kWh/m ² a	- kWh/m ² a	
zgrada sportskih dvorana - primorska Hrvatska	189-212 kWh/m ² a	- kWh/m ² a	

Tablica 6-2 Usporedba minimalnih zahtjeva i troškovno optimalnih razina za nove i gotovo nula energetske zgrade (tablica 7 prema predlošku izvješća)

referentna zgrada	troškovno optimalni raspon/ razina kWh/m ² a	trenutni zahtjevi za referentnu zgradu kWh/m ² a	razlika
zgrada sportskih dvorana - iza 2006. kontinentalna Hrvatska	401 kWh/m ² a	- kWh/m ² a	
zgrada sportskih dvorana - iza 2006. primorska Hrvatska	170 kWh/m ² a	-kWh/m ² a	
gotovo nula energetska zgrada – kontinentalna Hrvatska	106-198 kWh/m ² a	- kWh/m ² a	-
gotovo nula energetska zgrada – primorska Hrvatska	83-150 kWh/m ² a	-kWh/m ² a	-

Za gotovo nula energetske zgrade, optimalni raspon za kontinentalnu Hrvatsku je 106 - 198 kWh/m²a, a primorsku Hrvatsku 83-150 kWh/m²a iskazan prema ukupnom faktoru primarne energije, s obaveznim udjelom od 50% obnovljivih izvora 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 jednoobiteljske zgrade za kontinentalnu Hrvatsku na 160 kWh/m²a, a primorsku 90 kWh/m²a. Za zgrade sportskih dvorana ne postoji na odgovarajući način definirano ograničenje u potrošnji primarne energije.

Tehničkim propisom za racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu u zgradama bi trebalo diferencirati zahtjeve za rekonstrukcije postojećih zgrada i nove zgrade na način da se za postojeće zgrade ukupno uvede raspon ograničenja utvrđena prema analizi zgrada izgrađenih do 2005. godine, a za nove zgrade najmanje optimalna razina za zgrade izgrađene iza 2006. godine s planom postupnog postroženja zahtjeva do 2020. godine do razine utvrđene za zgrade gotovo nulte energije.

Tablica 6-3 Novi zahtjevi za rekonstrukciju, novogradnju i gotovo nula energetska zgradu

referentna zgrada	trenutni zahtjev	novi zahtjev
	E_{prim}	E_{prim}
	kWh/m ² a	kWh/m ² a
kontinentalna Hrvatska		
zgrada sportskih dvorana - rekonstrukcija	-	306 – 370
zgrada sportskih dvorana - novogradnja	-	401
gotovo nula energetska zgrada sportskih dvorana	-	106-198
primorska Hrvatska		
zgrada sportskih dvorana - rekonstrukcija	-	189-212
zgrada sportskih dvorana - novogradnja	-	170
gotovo nula energetska zgrada sportskih dvorana	-	83-150

7. ZGRADA IZGRAĐENA DO 1970. GODINE - KONTINENTALNA HRVATSKA

7.1.1. Opis zgrade

Vanjski zidovi zgrade su armiranom betonski, s unutarnjim obzidom saćastom opekom, a izvana žbukani produžnom žbukom, bez toplinske izolacije.

Zidovi pratećih prostora dvorane su armirano betonski, s 2 cm toplinske izolacije u kontaktnoj fasadi; te žbukani produžnom žbukom s unutarnje strane.

Krovna konstrukcija dvorane je od prefabriciranih drvobetonskih ploča male toplinske vodljivosti, s vanjske strane zaštićena bitumenskom hidroizolacijom. Na pratećim prostorima konstrukcija je armirano betonska, s TI od drvene vune debljine 4,5 cm i bitumenskom hidroizolacijom.

Podovi na tlu su izvedeni kao drveni pod s međuprostorom 7,5 cm, na bitumenskoj hidroizolaciji i donjoj betonskoj podlozi. Završna obrada poda dvorane je parket. Pod pratećih prostora je betonski s bitumenskom hidroizolacijom ispod gornje betonske podloge, te završnom obradom keramičkim pločicama. U podovima nije izvedena toplinska izolacija.

Prozori i ostakljene konstrukcije su drveni i aluminijski s izo staklom, koeficijenta prolaska topline prozora $U_w 2,90 - 3,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Predmetna zgrada koristi EL LU kao energent za grijanje. Priprema ogrjevnog medija (topla voda) za grijanje se odvija u kotlovnici koja je sastavni zgrade. U kotlovnici je instaliran standardni uljni kotao, razdjelnik i sabirnik sa crpkama za distribuciju ogrjevnog medija, ekspanzijska posuda te elektroupravljački ormar sa automatskom regulacijom rada kotla. Za potrebe uljnog gospodarstva je instaliran spremnik EL LU.

Za zagrijavanje predmetne zgrade se koristi grijanje s radiatorima kao ogrjevnim tijelima. Radijatori su smješteni na vanjskim zidovima i instalirani bez termostatskih ventila. Razvod sustava grijanja prolazi kroz grijane i negrijane prostore. Cijevni razvod sustava grijanja je ne balansiran, napravljen je od bešavnih čeličnih cijevi i izoliranih toplinskom izolacijom.

U predmetnoj zgradi nisu instalirani sustavi hlađenja, ventilacije i klimatizacije.

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

proračun	proračun izvršen prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama te Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prema HRN EN ISO 13790; Algoritmu za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama: Sustavi kogeneracije, sustavi daljinskog grijanja, fotonaponski sustavi; Sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode; Proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade; Energijski zahtjevi za rasvjetu.			
	faktori konverzije primarne	CTS		1,5230

	energije			
		prirodni plin	1,0970	
		UNP	1,1620	
		LU	1,1320	
		peleti	1,1910	
		sječka	1,2110	
		električna energija	1,6140	
		solarna	1,0480	
meteorološki uvjeti	lokacija	Zagreb Maksimir 45°49' N 16°02' E		
	stupanj dani grijanja	3045,2	HDD	
	stupanj dani hlađenja	79,2	CDD	
	izvor meteoroloških podataka	nacionalni mjesečni podaci; nacionalni satni podaci za referentnu klimu primorska i kontinentalna Hrvatska		
	opis terena	predgrađa, bez utjecaja susjednih zgrada		
geometrija zgrade	duljina x širina x visina	45 x 34 x 14		m x m x m
	ploština korisne površine	2008,54		m ²
	broj etaža	2		-
	faktor oblika	0,24		m ² /m ³
	udio prozora u ukupnoj vanjskoj ovojnici	sjever	108,00	m ²
		istok	63,00	m ²
		jug	198,00	m ²
zapad		63,00	m ²	
orijentacija	180		°	
unutarnji dobici	namjena	zgrada sportskih dvorana		
	prosječni toplinski dobici od korisnika	6,00	W/m ²	
	specifična električna snaga sustava rasvjete	18,84	W/m ²	
	specifična električna snaga električne opreme	-	W/m ²	
građevni dijelovi	prosječni koeficijent prolaska topline zidova	1,9		W/m ² K
	prosječni koeficijent prolaska topline krova	1,1		W/m ² K
	prosječni koeficijent prolaska topline podruma	1,9		W/m ² K
	prosječni koeficijent prolaska topline prozora	3,1		W/m ² K
	toplinski mostovi	ukupna duljina	137,0	m
		prosječni linijski koeficijent prolaska topline	0,4	W/mK
		ukupni toplinski kapacitet za zgradu J/m ² K	522,22	MJ/K
		toplinski kapacitet prema jedinici površine	260.000,00	J/m ² K
	vrsta zasjenjenja	grilje ili rolete		
	prosječni g-faktor	ostakljenje	0,72	-
		ostakljenje + zasjenjenje	0,22	-
infiltracija	0,7		1/h	
tehnički sustavi	ventilacija	broj izmjena zraka u satu	1/h	
		stupanj povrata topline	%	

	efikasnost sustava grijanja	proizvodnja	86,33	%	
		razvod	97,33	%	
		emisija	77,82	%	
		upravljanje	80,00	%	
	efikasnost sustava hlađenja	proizvodnja	-	%	
		razvod	-	%	
		emisija	-	%	
		upravljanje	-	%	
	efikasnost sustava pripreme PTV	proizvodnja	-	%	
		razvod	-	%	
	postavne temperature i režimi korištenja	postavna temperatura	zimi	18	°C
			ljeti	-	°C
postavna vlažnost		zimi	-	%	
		ljeti	-	%	
režimi korištenja i upravljanje		zaposjednutost	17 h, 6 dana		
		rasvjeta	-		
		uređaji	17 h, 6 dana		
		ventilacija	17 h, 6 dana		
		grijanje	17 h, 6 dana		
		hlađenje	17 h, 6 dana		
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		419747,68	kWh/a	
	potrebna energija za hlađenje		0,00	kWh/a	
	potrebna energija za PTV		0,00	kWh/a	
	potrebna energija za ostale potrebe (ovlaživanje, odvlaživanje)		-	kWh/a	
	korisna energija za ventilaciju		35039,10	kWh/a	
	korisna energija za rasvjetu		54183,47	kWh/a	
	korisna energija za ostalo (uređaji, vanjska rasvjeta, pomoćni sustavi, itd.)		30362,79	kWh/a	
proizvodnja energije na lokaciji	toplinska energija iz obnovljivih izvora (npr. solarni kolektori)			kWh/a	
	električna energija proizvedena u zgradi i korištena na lokaciji			kWh/a	
	električna energija proizvedena u zgradi i izvezena na tržište			kWh/a	
potrošnja energije	isporučena energija	CTS	0,00	kWh/a	
		prirodni plin	0,00	kWh/a	
		UNP	0,00	kWh/a	
		LU	698.980,69		
		peleti	0,00		
		sječka	0,00		
		električna energija	72.921,47		
	primarna energija / po energentima	CTS	0,00	kWh/a	
		prirodni plin	0,00		
		UNP	0,00		
		LU	791.246,14		
		peleti	0,00		
		sječka	0,00		

	električna energija	117.695,26	
	primarna energija ukupno	908.941,40	kWh/a
	primarna energija specifična	452,54	kWh/m ² a

Tablica 7-2 Pregled oznaka mjera u tablici kombinacija

vanjska ovojnica	
ref	referentno stanje vanjske ovojnice prema razdoblju gradnje – razina toplinske izolacije određena je minimalnim zahtjevima regulative ukoliko je bila ograničena, ili prema uobičajenim konstrukcijama i konstruktivnim materijalima vanjske ovojnice
1st	obnova vanjske ovojnice provedena na način da se zadovolje zahtjevi važećeg tehničkog propisa u pogledu ukupne potrebne toplinske energije za grijanje – za konstrukcije dopustivo odstupanje od zahtjeva propisa. Rješenje odgovara trenutnom energetske razredu C prema važećem propisu za energetske certifikaciju zgrada
2st	obnova vanjske ovojnice na razini energetske razreda B prema važećem propisu za energetske certifikaciju zgrada. Dopušteno odstupanje pojedinačnih konstrukcija od zahtjeva važećih propisa.
3st	obnova vanjske ovojnice na razini energetske razreda A ili A+. Ne obnavljaju se konstrukcije kod kojih udio troška rekonstrukcije višestruko premašuje vrijednost onog dijela konstrukcije koji utječe na toplinske gubitke (npr. podovi na tlu)
sustavi grijanja	
0-peci	referentni sustav - lokalno grijanje električnim grijalicama
0-PP	referentni sustav prirodni plin – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV standardnim toplovodnim kotlom, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila, energent je prirodni plin
0-LU	referentni sustav loživo ulje – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV standardnim toplovodnim kotlom, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila,, energent je EL LU
0-DT	referentni sustav dizalica topline– centralna priprema ogrjevnog medija (voda) za grijanje i PTV, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
0-CTS	referentni sustav daljinskog grijanja - jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV, spiralni izmjenjivač topline, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila.
1-CTS	daljinsko grijanje - jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV, spiralni izmjenjivač topline, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima.
2-PP	prirodni plin/UNP – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima, energent je prirodni plin/UNP
2-UNP	prirodni plin/UNP – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim

	ventilima, energent je prirodni plin/UNP
3-PLT	peleti – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima, energent su paleti
4-DT_t	dizalica topline voda-zemlja, centralna priprema ogrjevno/rashladnog medija (voda) za grijanje/PTV i hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
4-DT_z	dizalica topline voda-zrak, centralna priprema ogrjevno/rashladnog medija (voda) za grijanje/PTV i hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
5-VRV	VRV sustav
sustavi hlađenja	
0-split	lokalno hlađenje split/multisplit uređajima, energent je električna energija
1-CHI	centralni rashladni sustav-centralna priprema rashladnog medija za hlađenje (hladna voda), balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima energent je električna energija
5-VRV	VRV
4-DT_t	dizalica topline voda-zemlja, centralna priprema rashladnog medija (voda) za hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
4_DT_z	dizalica topline voda-zrak, centralna priprema rashladnog medija (voda) za hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
sustavi ventilacije	
V0	prirodna ventilacija
V1	mehanička ventilacija s djelomičnim (70%) povratom topline
V2	prirodna i mehanička bez povrata topline
ogrjevna tijela	
1-RAD	radijatori
2-VK	ventilokonvektori
3-KK	klima komora
solarni sustav za pripremu PTV	
S0	nije ugrađen
S1	ugrađen solarni sustav za pripremu PTV
fotonaponski sustav	
FN0	nije ugrađen fotonaponski sustav
FN1	ugrađen fotonaponski sustav

Tablica 7-3 Primijenjene kombinacije mjera u troškovno optimalnoj analizi (tablica 4 prema predlošku izvješća)

kombinacije mjera	vanjska ovojnica	grijanje	hlađenje	ventilacija	solarni kolektori za pripremu PTV	rasvjeta	fotonaponski sustav	Q ^{"H,nd} [kWh/m ² a]	QW [kWh/m ² a]	Qres [kWh/m ² a]
0	ref	0_LU	-	V0	S0	R0	FN0	208,98	0	0
1	ref	1_CTS	-	V0	S0	R0	FN0	208,98	0	0
2	ref	3_PLT	-	V0	S0	R0	FN0	208,98	0	0
3	1st	0_LU	-	V0	S0	R1	FN0	136,23	0	0
4	1st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN0	237,82	0	0
5	1st	2_PP	CHI	V1	S0	R1	FN0	237,82	0	0
6	1st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN0	237,82	0	0
7	1st	4_DT_t	DT_t	V1	S0	R1	FN0	237,82	0	204
8	2st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN0	148,82	0	0
9	2st	2_PP	CHI	V1	S0	R1	FN0	148,82	0	0
10	2st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN0	148,82	0	0
11	2st	4_DT_t	DT_t	V1	S0	R1	FN0	148,82	0	132
12	3st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN0	141,48	0	0
13	3st	2_PP	CHI	V1	S0	R1	FN0	141,48	0	0
14	3st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN0	141,48	0	0
15	3st	4_DT_t	DT_t	V1	S0	R1	FN0	141,48	0	126
16	1st	0_LU	-	V0	S0	R1	FN1	136,23	0	0
17	1st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN1	237,82	0	0
18	1st	2_PP	CHI	V1	S0	R1	FN1	237,82	0	0
19	1st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN1	237,82	0	0
20	1st	4_DT_t	DT_t	V1	S0	R1	FN1	237,82	0	204
21	2st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN1	148,82	0	0
22	2st	2_PP	CHI	V1	S0	R1	FN1	148,82	0	0
23	2st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN1	148,82	0	0
24	2st	4_DT_t	DT_t	V1	S0	R1	FN1	148,82	0	132
25	3st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN1	141,48	0	0
26	3st	2_PP	CHI	V1	S0	R1	FN1	141,48	0	0
27	3st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN1	141,48	0	0
28	3st	4_DT_t	DT_t	V1	S0	R1	FN1	141,48	0	126

Tablica 7-4 Proračun primarne energije po kombinacijama mjera energetske učinkovitosti (tablica 5 prema predlošku izvješća)

mjera / paket mjera / varijanta mjera	potrebna energija [kWh/a]		korisna 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	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET	SOLAR	RES		
0	419748	0	419748	0	35039	0	54183	0	0	0	72921	698981	0	0	0	452,54	0%
1	419748	0	419748	0	35039	0	54183	522086	0	0	68817	0	0	0	0	451,18	0%
2	419748	0	419748	0	35039	0	54183	0	0	0	69391	0	565193	0	0	390,90	14%
3	273617	0	273617	0	32799	0	31535	0	0	0	47688	487819	0	0	0	313,25	31%
4	477670	0	477670	0	65184	0	31535	551210	0	0	271710	0	0	0	0	636,30	-41%
5	477670	0	477670	0	65184	0	31535	0	533573	0	272593	0	0	0	0	510,47	-13%
6	477670	0	477670	0	65184	0	31535	0	0	0	272573	0	594084	0	0	571,30	-26%
7	477670	0	477670	0	65184	0	31535	0	0	0	399679	0	0	0	410116	321,17	29%
8	298908	0	298908	0	39074	0	31535	357707	0	0	248223	0	0	0	0	470,70	-4%
9	298908	0	298908	0	39074	0	31535	0	344973	0	248821	0	0	0	0	388,36	14%
10	298908	0	298908	0	39074	0	31535	0	0	0	176764	0	384499	0	0	370,04	18%
11	298908	0	298908	0	39074	0	31535	0	0	0	259194	0	0	0	264256	208,28	54%
12	284163	0	284163	0	38713	0	31535	342052	0	0	175732	0	0	0	0	400,58	11%
13	284163	0	284163	0	38713	0	31535	0	328734	0	176645	0	0	0	0	321,49	29%
14	284163	0	284163	0	38713	0	31535	0	0	0	176614	0	369231	0	0	360,86	20%
15	284163	0	284163	0	38713	0	31535	0	0	0	255432	0	0	0	253279	205,26	55%
16	273617	0	273617	0	32799	0	31535	0	0	0	30229	487819	0	0	17459	299,22	34%
17	477670	0	477670	0	65184	0	31535	551210	0	0	254251	0	0	0	17459	622,27	-38%
18	477670	0	477670	0	65184	0	31535	0	533573	0	255134	0	0	0	17459	496,44	-10%
19	477670	0	477670	0	65184	0	31535	0	0	0	255114	0	594084	0	17459	557,27	-23%
20	477670	0	477670	0	65184	0	31535	0	0	0	382220	0	0	0	427575	307,14	32%
21	298908	0	298908	0	39074	0	31535	357707	0	0	230764	0	0	0	17459	456,67	-1%
22	298908	0	298908	0	39074	0	31535	0	344973	0	231362	0	0	0	17459	374,33	17%
23	298908	0	298908	0	39074	0	31535	0	0	0	159305	0	384499	0	17459	356,01	21%
24	298908	0	298908	0	39074	0	31535	0	0	0	241735	0	0	0	281715	194,25	57%
25	284163	0	284163	0	38713	0	31535	342052	0	0	158273	0	0	0	17459	386,55	15%
26	284163	0	284163	0	38713	0	31535	0	328734	0	159186	0	0	0	17459	307,46	32%
27	284163	0	284163	0	38713	0	31535	0	0	0	159155	0	369231	0	17459	346,83	23%
28	284163	0	284163	0	38713	0	31535	0	0	0	237973	0	0	0	270738	191,23	58%

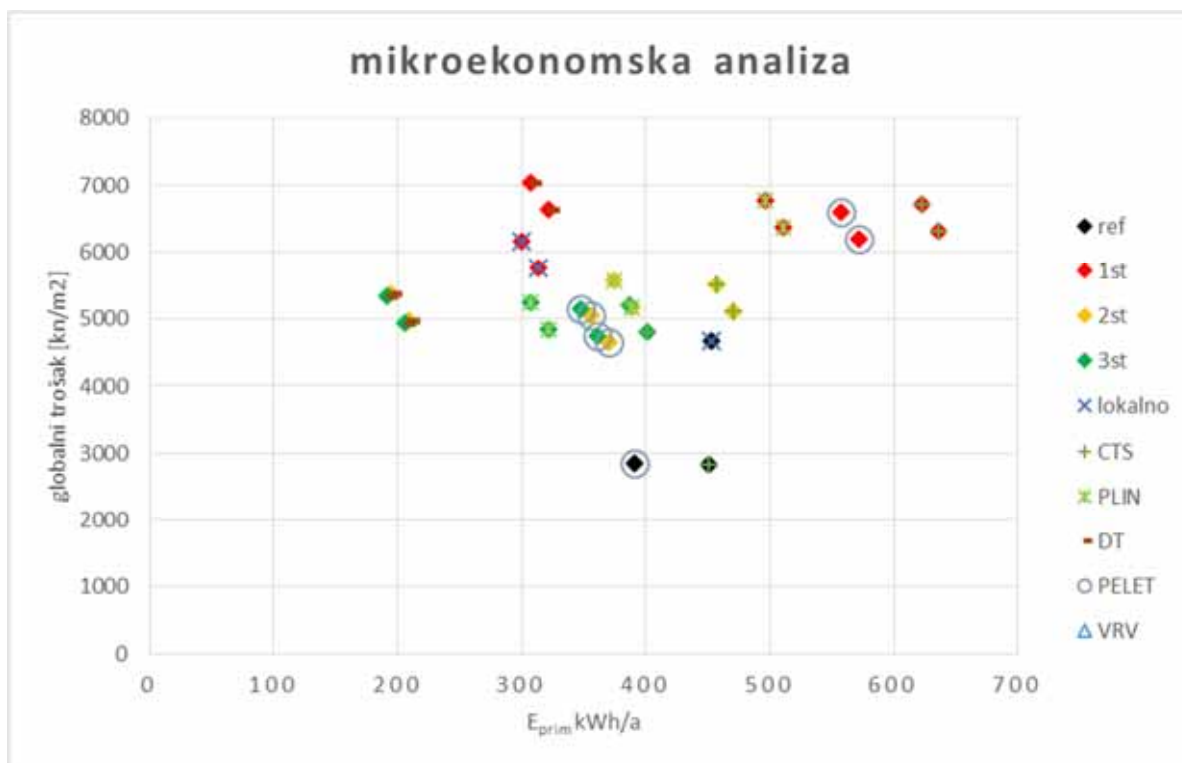
Tablica 7-5 Mikroekonomska (financijska) analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

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)	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET					
0	2.179.181	28.975	2.898	0	0	0	0	71.463	496.276	0	515.496	5,91	30	0	9.378.825
1	1.926.956	22.039	2.204	0	221.887	0	0	67.440	0	0	358.054	5,91	30	0	5.694.322
2	2.199.306	29.529	2.953	0	0	0	0	68.004	0	188.421	539.621	5,91	30	0	5.725.704
3	5.156.082	89.260	8.926	0	0	0	0	46.734	346.351	0	2.081.361	5,91	30	0	11.575.903
4	5.037.919	86.011	8.601	0	234.264	0	0	266.276	0	0	2.016.711	5,91	30	0	12.664.413
5	5.198.582	90.429	9.043	0	0	224.101	0	267.141	0	0	2.130.528	5,91	30	0	12.809.168
6	5.171.769	89.691	8.969	0	0	0	0	267.121	0	198.053	2.106.111	5,91	30	0	12.452.743
7	6.434.607	124.419	12.442	0	0	0	0	391.686	0	0	2.255.503	5,91	30	0	13.345.594
8	4.426.951	57.515	5.751	0	152.026	0	0	243.259	0	0	1.365.378	5,91	30	0	10.253.294
9	4.557.738	61.111	6.111	0	0	144.889	0	243.845	0	0	1.459.278	5,91	30	0	10.384.433
10	4.558.176	61.123	6.112	0	0	0	0	173.229	0	128.182	1.453.028	5,91	30	0	9.345.509
11	5.415.513	84.700	8.470	0	0	0	0	254.010	0	0	1.552.836	5,91	30	0	9.995.306
12	4.727.138	59.369	5.937	0	145.372	0	0	172.217	0	0	1.434.045	5,91	30	0	9.649.929
13	4.819.551	61.910	6.191	0	0	138.068	0	173.112	0	0	1.506.070	5,91	30	0	9.724.683
14	4.820.301	61.931	6.193	0	0	0	0	173.082	0	123.093	1.499.986	5,91	30	0	9.541.642
15	5.463.388	79.616	7.962	0	0	0	0	250.323	0	0	1.542.461	5,91	30	0	9.932.279
16	5.801.707	89.260	8.926	0	0	0	0	29.624	346.351	0	2.383.236	5,91	30	0	12.383.070
17	5.683.544	86.011	8.601	0	234.264	0	0	249.166	0	0	2.318.586	5,91	30	0	13.471.579
18	5.844.207	90.429	9.043	0	0	224.101	0	250.031	0	0	2.432.403	5,91	30	0	13.616.334
19	5.817.394	89.691	8.969	0	0	0	0	250.012	0	198.053	2.407.986	5,91	30	0	13.259.910
20	7.080.232	124.419	12.442	0	0	0	0	374.576	0	0	2.557.378	5,91	30	0	14.152.761
21	5.072.576	57.515	5.751	0	152.026	0	0	226.149	0	0	1.667.253	5,91	30	0	11.060.461
22	5.203.363	61.111	6.111	0	0	144.889	0	226.735	0	0	1.761.153	5,91	30	0	11.191.600
23	5.203.801	61.123	6.112	0	0	0	0	156.119	0	128.182	1.754.903	5,91	30	0	10.152.675
24	6.061.138	84.700	8.470	0	0	0	0	236.900	0	0	1.854.711	5,91	30	0	10.802.472
25	5.372.763	59.369	5.937	0	145.372	0	0	155.107	0	0	1.735.920	5,91	30	0	10.457.096
26	5.465.176	61.910	6.191	0	0	138.068	0	156.002	0	0	1.807.945	5,91	30	0	10.531.849
27	5.465.926	61.931	6.193	0	0	0	0	155.972	0	123.093	1.801.861	5,91	30	0	10.348.808

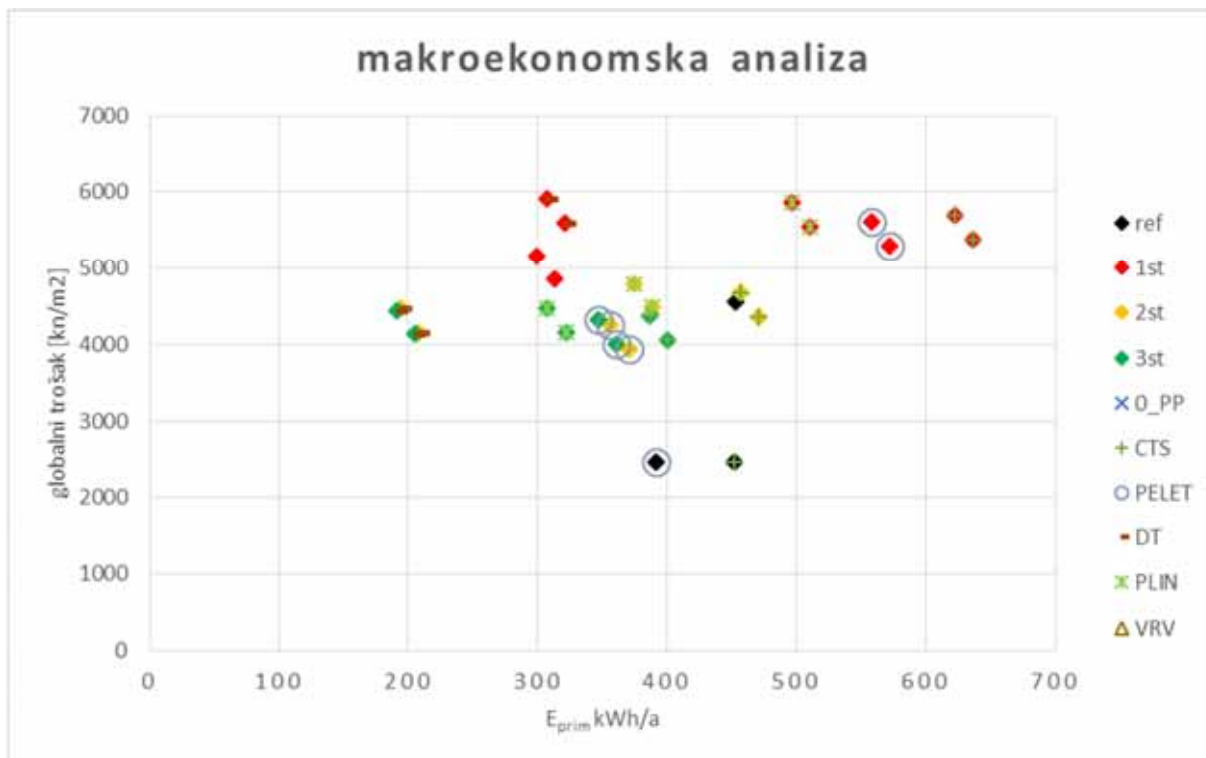
Tablica 7-6 Makroekonomska analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

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)	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET						
0	1.743.345	23.180	2.318	0	0	0	0	61.218	397.021	0	69.318	412.397	7,00	30	0	9.151.825
1	1.541.565	17.631	1.763	0	177.509	0	0	57.113	0	0	25.425	286.443	7,00	30	0	4.956.828
2	1.759.445	23.623	2.362	0	0	0	0	57.688	0	150.737	53.595	431.697	7,00	30	0	4.958.582
3	4.124.865	71.408	7.141	0	0	0	0	40.876	277.081	0	41.609	1.665.089	7,00	30	0	9.746.180
4	4.030.335	68.808	6.881	0	187.411	0	0	264.898	0	0	95.860	1.613.369	7,00	30	0	10.819.122
5	4.158.865	72.343	7.234	0	0	179.281	0	265.782	0	0	326.425	1.704.422	7,00	30	0	11.148.212
6	4.137.415	71.753	7.175	0	0	0	0	265.761	0	158.442	125.560	1.684.889	7,00	30	0	10.628.305
7	5.147.685	99.536	9.954	0	0	0	0	392.868	0	0	140.639	1.804.402	7,00	30	0	11.240.302
8	3.541.560	46.012	4.601	0	121.621	0	0	241.411	0	0	87.641	1.092.302	7,00	30	0	8.766.853
9	3.646.190	48.889	4.889	0	0	115.911	0	242.010	0	0	236.719	1.167.422	7,00	30	0	9.008.051
10	3.646.540	48.899	4.890	0	0	0	0	169.952	0	102.546	81.663	1.162.422	7,00	30	0	7.904.706
11	4.332.410	67.760	6.776	0	0	0	0	252.382	0	0	91.480	1.242.269	7,00	30	0	8.356.917
12	3.781.710	47.495	4.750	0	116.298	0	0	168.920	0	0	62.275	1.147.236	7,00	30	0	8.154.013
13	3.855.640	49.528	4.953	0	0	110.455	0	169.833	0	0	204.455	1.204.856	7,00	30	0	8.344.313
14	3.856.240	49.545	4.954	0	0	0	0	169.803	0	98.474	80.855	1.199.989	7,00	30	0	8.054.559
15	4.370.710	63.693	6.369	0	0	0	0	248.621	0	0	90.164	1.233.969	7,00	30	0	8.302.430
16	4.641.365	71.408	7.141	0	0	0	0	40.876	277.081	0	41.609	1.906.589	7,00	30	0	10.379.343
17	4.546.835	68.808	6.881	0	187.411	0	0	264.898	0	0	95.860	1.854.869	7,00	30	0	11.452.285
18	4.675.365	72.343	7.234	0	0	179.281	0	265.782	0	0	326.425	1.945.922	7,00	30	0	11.781.374
19	4.653.915	71.753	7.175	0	0	0	0	265.761	0	158.442	125.560	1.926.389	7,00	30	0	11.261.468
20	5.664.185	99.536	9.954	0	0	0	0	392.868	0	0	140.639	2.045.902	7,00	30	0	11.873.464
21	4.058.060	46.012	4.601	0	121.621	0	0	241.411	0	0	87.641	1.333.802	7,00	30	0	9.400.015
22	4.162.690	48.889	4.889	0	0	115.911	0	242.010	0	0	236.719	1.408.922	7,00	30	0	9.641.213
23	4.163.040	48.899	4.890	0	0	0	0	169.952	0	102.546	81.663	1.403.922	7,00	30	0	8.537.869
24	4.848.910	67.760	6.776	0	0	0	0	252.382	0	0	91.480	1.483.769	7,00	30	0	8.990.080
25	4.298.210	47.495	4.750	0	116.298	0	0	168.920	0	0	62.275	1.388.736	7,00	30	0	8.787.175
26	4.372.140	49.528	4.953	0	0	110.455	0	169.833	0	0	204.455	1.446.356	7,00	30	0	8.977.476
27	4.372.740	49.545	4.954	0	0	0	0	169.803	0	98.474	80.855	1.441.489	7,00	30	0	8.687.722
28	4.887.210	63.693	6.369	0	0	0	0	248.621	0	0	90.164	1.475.469	7,00	30	0	8.935.592

7.1.1. Troškovno optimalna analiza - rezultati



Slika 7-1 Rezultati troškovno optimalne analize - mikroekonomska analiza



Slika 7-2 Rezultati troškovno optimalne analize - makroekonomska analiza

Troškovno optimalna razina za zgrade sportskih dvorana izgrađene do 1970. godine u kontinentalnoj klimi je $E_{\text{prim}} = 451,18 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, uz isporučenu energiju $E_{\text{del}} = 294,20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ uključujući sve promatrane primjere, što odgovara referentnoj zgradi. Međutim, algoritmom je predviđeno hlađenje za ovu namjenu zgrade, što nije slučaj u referentnoj zgradi do 1970. godine, te kad se iz usporedbe isključe varijante koje nemaju sustav hlađenja i centralnog mehaničkog prozračivanja, troškovno optimalna razina je **$E_{\text{prim}} = 370,04 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ uz isporučenu energiju $E_{\text{del}} = 279,44 \text{ kWh/m}^2\text{a}$**

Tablica 7-7 Troškovno optimalna razina – mikroekonomska i makroekonomska kalkulacija

	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikroekonomska kalkulacija	1	451,18	2835,06	1_CTS	ref	235,96	294,20
makroekonomska kalkulacija	1	451,18	2467,88	1_CTS	ref	235,96	294,20

7.1.2. Analiza osjetljivosti

Promjena ulaznih vrijednosti mikroekonomske i makroekonomske analize utječe na troškovno optimalnu razinu. Budući da se promjena nekih parametara na jednak način očituje u rezultatima obje analiza, nepotrebno je provesti analizu osjetljivosti na sve parametre na mikroekonomskim i makroekonomskim proračunima.

Parametri proračuna koji identično utječu na rezultate proračuna mikroekonomske i makroekonomske analize su dani usporedno za mikro i makro ekonomsku analizu:

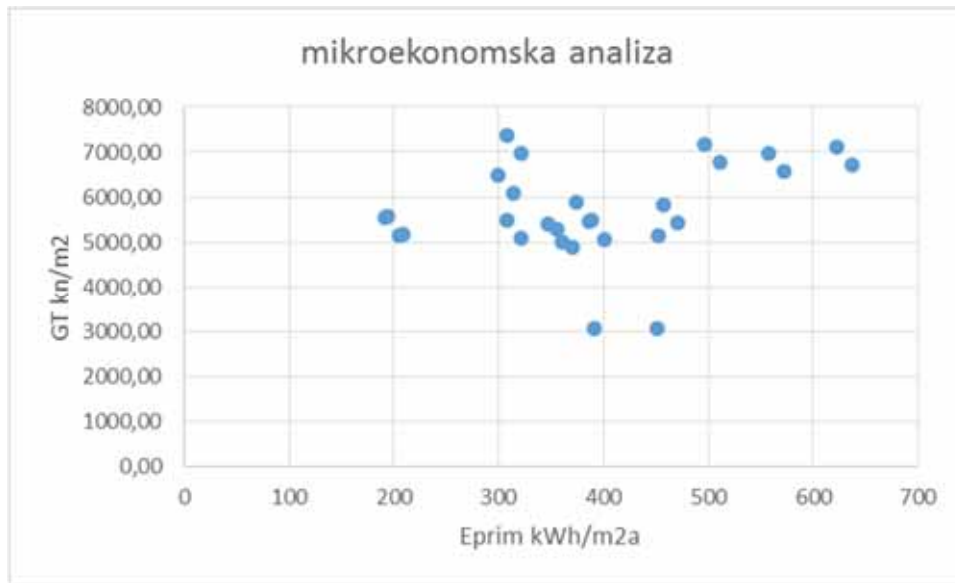
makroekonomska analiza	stopa rasta cijena energije	stopa rasta cijena održavanja	stopa rasta dodatnih troškova	stopa rasta troškova pogona
mikroekonomska analiza	stopa rasta cijena energije	stopa rasta cijena održavanja	stopa rasta dodatnih troškova	stopa rasta troškova pogona

Parametri proračuna koji različito utječu na rezultate makroekonomske i mikroekonomske analize:

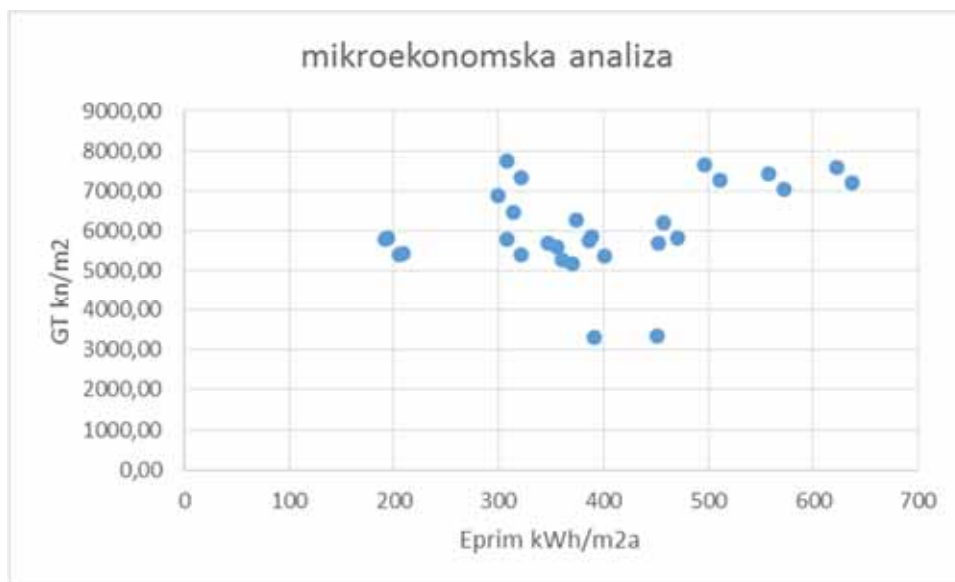
makroekonomska analiza	diskontna stopa	trošak emisija CO₂
mikroekonomska analiza	tržišna kamatna stopa	stopa inflacije

Analiza osjetljivosti će se provesti prema rezultatima mikroekonomske analize za promjenu stope rasta cijena energije, kamatne stope i stope inflacije, te za promjenu diskontne stope i troška emisija prema rezultatima makroekonomske analize (naznačeno sivom bojom polja u tablicama).

Promjena stope rasta cijena energije



Slika 7-3 $R_e=4,2\%$

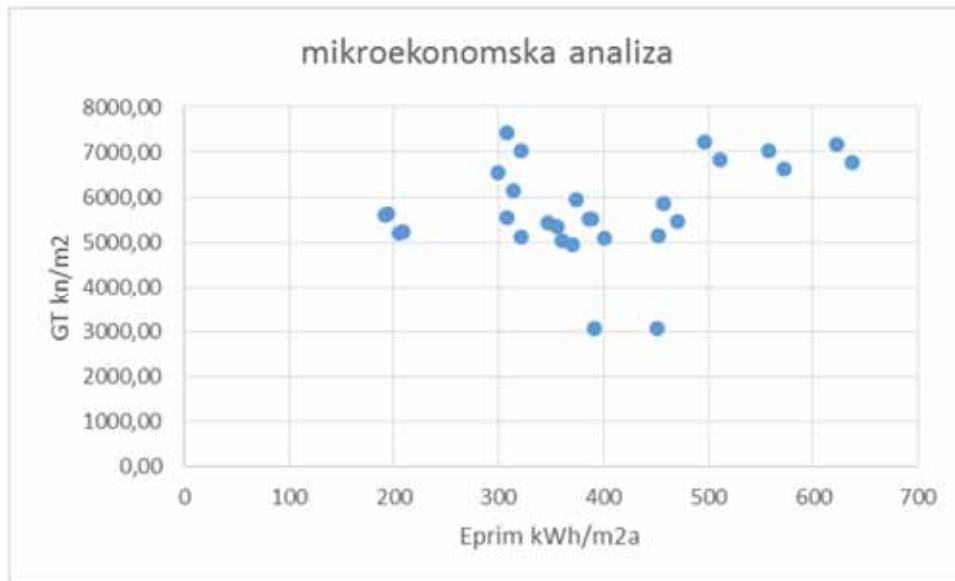


Slika 7-4 $R_e=5,6\%$

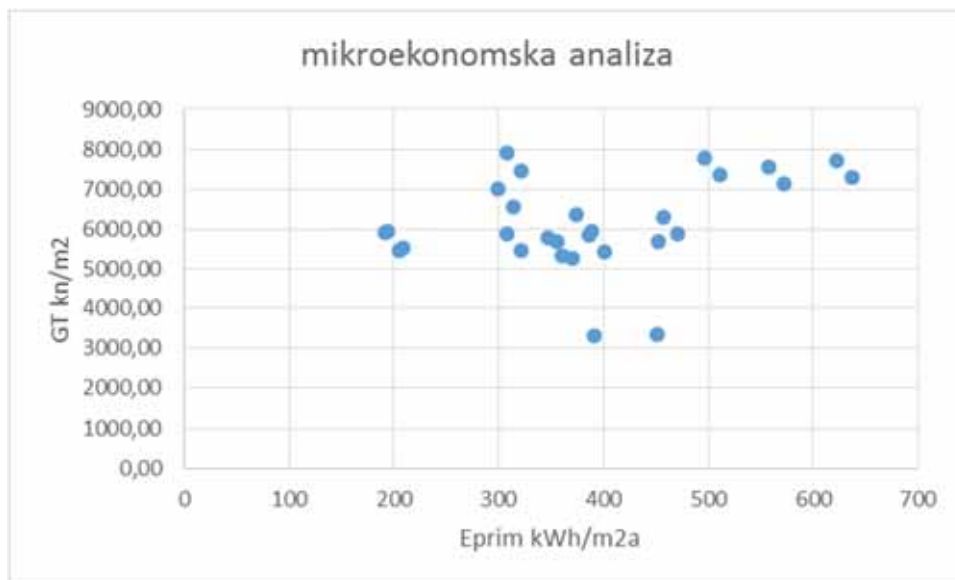
Tablica 7-8 Analiza osjetljivosti na promjenu stope rasta cijena energije

	Re %	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikro	2,8	1	451,18	2835,06	1_CTS	ref	235,96	294,20
mikro	4,2	2	390,90	3059,87	3_PLT	ref	235,96	315,94
mikro	5,6	2	390,90	3306,18	3_PLT	ref	235,96	315,94

Promjena stope inflacije



Slika 7-5 $R_i=1,8\%$

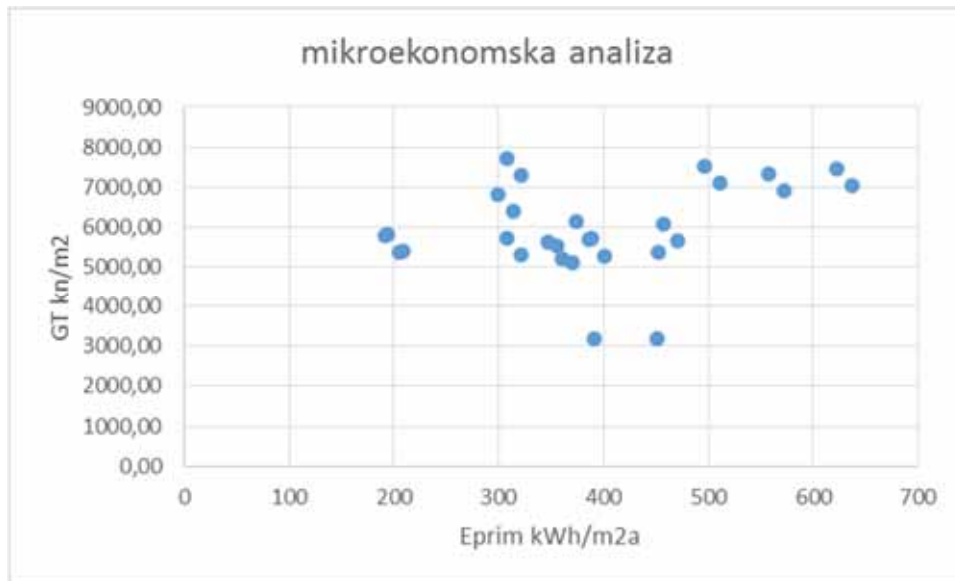


Slika 7-6 $R_i=3,3\%$

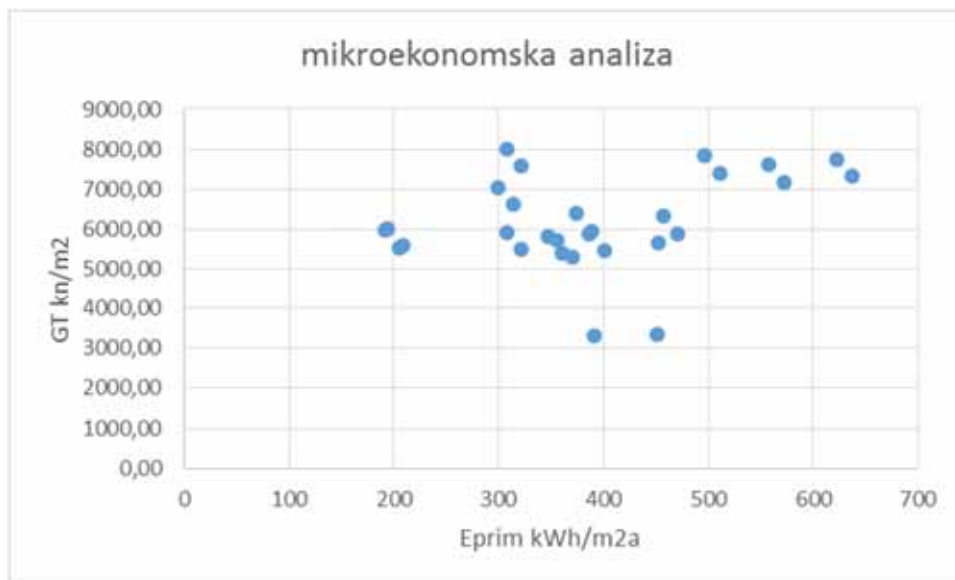
Tablica 7-9 Analiza osjetljivosti na promjenu stope inflacije

	Ri %	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikro	0,3	1	451,18	2835,06	1_CTS	ref	235,96	294,20
mikro	1,8	2	390,90	3067,48	3_PLT	ref	235,96	315,94
mikro	3,3	2	390,90	3327,35	3_PLT	ref	235,96	315,94

Promjena tržišne kamatne stope



Slika 7-7 R=4,5%

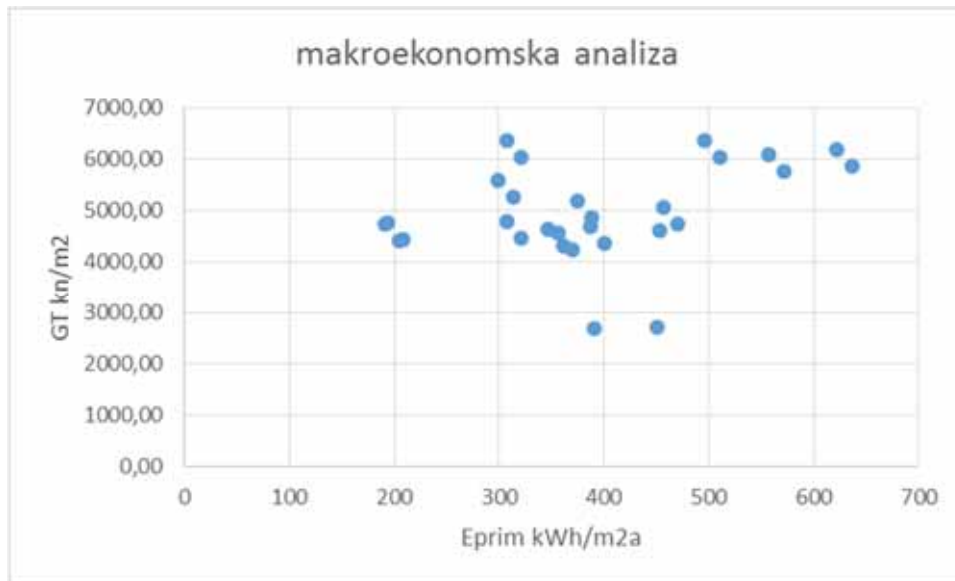


Slika 7-8 R=3,8%

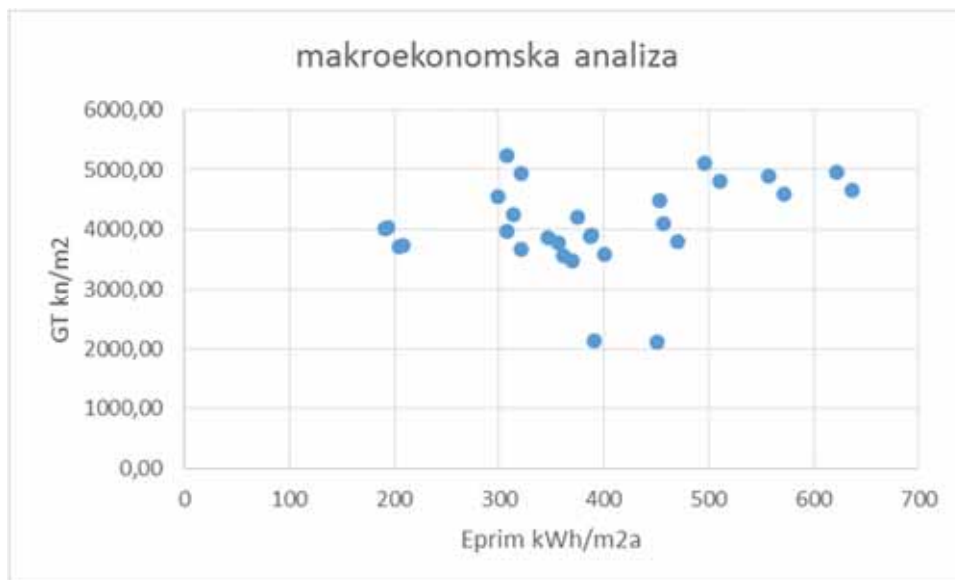
Tablica 7-10 Analiza osjetljivosti na promjenu tržišne kamatne stope

	R %	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikro	6,6	3	266,23	2349,69	0_PP	1st	163,25	226,37
mikro	4,5	2	390,90	3191,68	3_PLT	ref	235,96	315,94
mikro	3,8	2	390,90	3329,21	3_PLT	ref	235,96	315,94

Promjena diskontne stope



Slika 7-9 SDR = 5,50% - makro ekonomska analiza

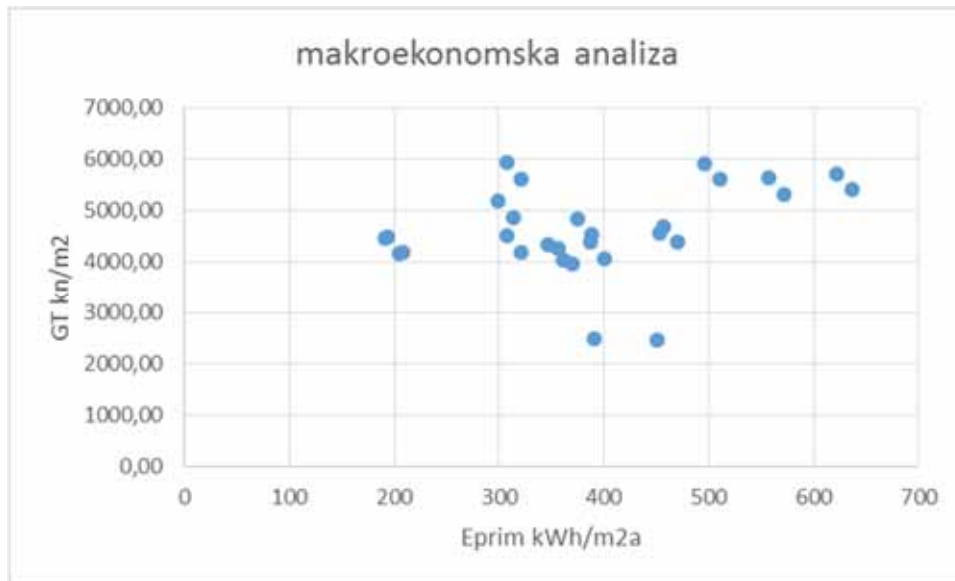


Slika 7-10 SDR = 10,00% makro ekonomska analiza

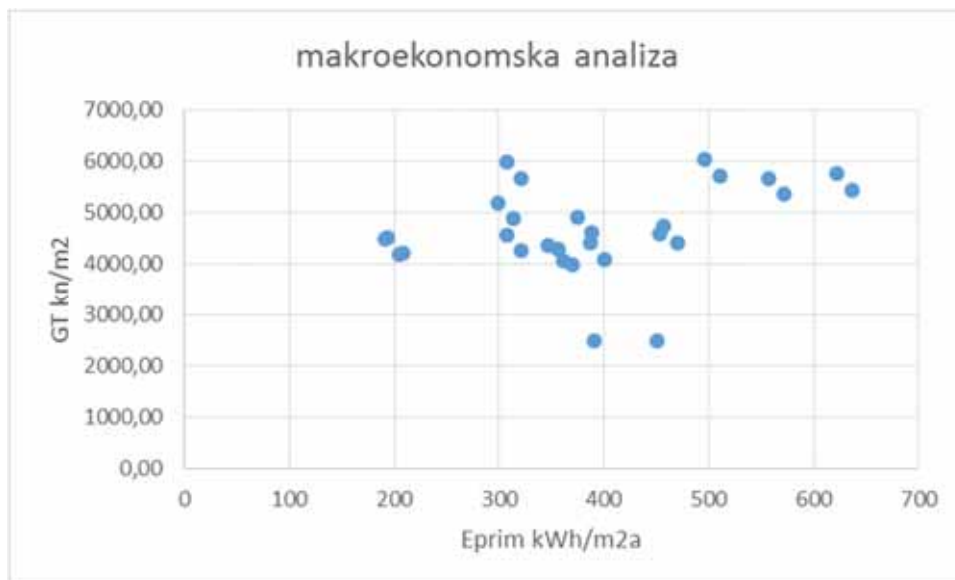
Tablica 7-11 Analiza osjetljivosti na promjenu diskontne stope

makroekonomska kalkulacija	r.br.	E_{prim} [kWh/m²a]	GT [kn/m²a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m²a]	E_{del} [kWh/m²a]
Rd=7%	1	451,18	2467,88	1_CTS	ref	235,96	294,20
Rd=5,5%	2	390,90	2693,39	3_PLT	ref	235,96	315,94
Rd=10%	1	451,18	2103,43	1_CTS	ref	235,96	294,20

Trošak CO₂ emisija



Slika 7-11 Trošak CO₂=133%



Slika 7-12 Trošak CO₂=200%

Tablica 7-12 Analiza osjetljivosti na promjenu troška CO₂ emisija

makroekonomska kalkulacija	r.br.	E _{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E _{del} [kWh/m ² a]
100%	1	451,18	2467,88	1_CTS	ref	235,96	294,20
133%	1	451,18	2472,10	1_CTS	ref	235,96	294,20
200%	1	451,18	2480,53	1_CTS	ref	235,96	294,20

8. ZGRADA IZGRAĐENA OD 1971. DO 2005. GODINE - KONTINENTALNA HRVATSKA

8.1.1. Opis zgrade

Vanjski zidovi zgrade su armiranom betonski, s unutarnjim obzidom saćastom opekom, a vanjskom oblogom kontaktnom fasadom s 2 cm debljine TI.

Zidovi pratećih prostora dvorane su armirano betonski, s 2 cm toplinske izolacije u kontaktnoj fasadi; te žbukani produžnom žbukom s unutarnje strane.

Krovna konstrukcija dvorane je od čeličnih panela s toplinskom izolacijom mineralnom vunom debljine 4 cm. Na pratećim prostorima konstrukcija je armirano betonska, s TI od EPS debljine 4 cm i bitumenskom hidroizolacijom.

Podovi na tlu su izvedeni kao drveni pod s međuprostorom 7,5 cm, na bitumenskoj hidroizolaciji i donjoj betonskoj podlozi. Završna obrada poda dvorane je parket. Pod pratećih prostora je betonski s bitumenskom hidroizolacijom ispod gornje betonske podloge, te završnom obradom keramičkim pločicama. U podovima nije izvedena toplinska izolacija.

Prozori i ostakljene konstrukcije su drveni i aluminijski s izo staklom, koeficijenta prolaska topline prozora $U_w 2,90 - 3,10 \text{ W/m}^2\text{K}$

Zgrada je priključena na plinsku mrežu te se priprema ogrjevnog medija za grijanje odvija u kotlovnici koja je sastavni zgrade. U kotlovnici je instaliran standardni plinski kotao, razdjelnik i sabirnik sa crpkama za distribuciju ogrjevnog medija, ekspanzijska posuda te elektroupravljački ormar sa automatskom regulacijom rada kotla.

Za zagrijavanje predmetne zgrade se koristi grijanje s radiatorima kao ogrjevnim tijelima. Radijatori su smješteni na vanjskim zidovima i instalirani bez termostatskih ventila. Razvod sustava grijanja prolazi kroz grijane i negrijane prostore. Cijevni razvod sustava grijanja je ne balansiran, napravljen je od bešavnih čeličnih cijevi i izoliranih toplinskom izolacijom.

Ventilacija zgrade se vrši mehaničkim i prirodnim putem. Za potrebe mehaničke ventilacije su instalirane ventilacijske jedinice s integriranim visokoučinkovitim pločastim rekuperatorom (stupanj rekuperacije 70%). Distribucija zrak se vrši zračnim kanalima i pripadajućim odsisnim/tlačnim rešetkama.

Hlađenje zgrade je centralnim rashladnikom sa zrakom hlađenim kondenzatorom učina 20,50 kW.

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

proračun	proračun izvršen prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama te Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prema HRN EN ISO 13790; Algoritmu za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih
----------	--

	sustava u zgradama: Sustavi kogeneracije, sustavi daljinskog grijanja, fotonaponski sustavi; Sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode; Proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade; Energijski zahtjevi za rasvjetu.			
	faktori konverzije primarne energije	CTS	1,5230	
		prirodni plin	1,0970	
		UNP	1,1620	
		LU	1,1320	
		peleti	1,1910	
		sječka	1,2110	
		električna energija	1,6140	
		solarna	1,0480	
meteorološki uvjeti	lokacija	Zagreb Maksimir 45°49' N 16°02' E		
	stupanj dani grijanja	3045,2	HDD	
	stupanj dani hlađenja	79,2	CDD	
	izvor meteoroloških podataka	nacionalni mjesečni podaci; nacionalni satni podaci za referentnu klimu primorska i kontinentalna Hrvatska		
	opis terena	predgrađa, bez utjecaja susjednih zgrada		
geometrija zgrade	duljina x širina x visina	36 x 26 x 6,5	m x m x m	
	ploština korisne površine	807,00	m ²	
	broj etaža	2,00	-	
	faktor oblika	0,47	m ² /m ³	
	udio prozora u ukupnoj vanjskoj ovojnici	sjever	48,00 m ²	
		istok	0,00 m ²	
		jug	69,00 m ²	
		zapad	0,00 m ²	
	orijentacija		°	
unutarnji dobici	namjena	zgrada sportskih dvorana		
	prosječni toplinski dobici od korisnika	6,00	W/m ²	
	specifična električna snaga sustava rasvjete	20,67	W/m ²	
	specifična električna snaga električne opreme	-	W/m ²	
građevni dijelovi	prosječni koeficijent prolaska topline zidova	1,08	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline krova	0,853473684	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline podruma	1,08	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline prozora	3,03	W/m ² K	
	toplinski mostovi	ukupna duljina	149,50	m
		prosječni linijski koeficijent prolaska topline	0,4	W/mK
		ukupni toplinski kapacitet za zgradu J/m ² K	209,82	MJ/K
		toplinski kapacitet prema jedinici površine	260.000,00	J/m ² K
	vrsta zasjenjenja		grilje ili rolete	
	prosječni g-faktor	ostakljenje	0,67	-
		ostakljenje + zasjenjenje	0,20	-
	infiltracija		0,7	1/h

tehnički sustavi	ventilacija	broj izmjena zraka u satu	-	1/h
		stupanj povrata topline	-	%
	efikasnost sustava grijanja	proizvodnja	85,38	%
		razvod	98,99	%
		emisija	89,00	%
	efikasnost sustava hlađenja	upravljanje	0,00	%
		proizvodnja	100,00	%
		razvod	85,26	%
		emisija	90,20	%
	efikasnost sustava pripreme PTV	upravljanje	-	%
		proizvodnja	-	%
		razvod	-	%
postavne temperature i režimi korištenja	postavna temperatura	zimi	18	°C
		ljeti	-	°C
	postavna vlažnost	zimi	-	%
		ljeti	-	%
	režimi korištenja i upravljanje	zaposjednutost	17h, 6dana	
		rasvjeta	17h, 6dana	
		uređaji	17h, 6dana	
		ventilacija	17h, 6dana	
		grijanje	17h, 6dana	
hlađenje		17h, 6dana		
potrebna energija	(toplinski) energetski doprinos glavnih pasivnih strategija	1		kWh/a
		2		kWh/a
		3		kWh/a
	potrebna energija za grijanje		283751,96	kWh/a
	potrebna energija za hlađenje		22419,90	kWh/a
	potrebna energija za PTV		0,00	kWh/a
	potrebna energija za ostale potrebe (ovlaživanje, odvlaživanje)		-	kWh/a
	korisna energija za ventilaciju		114966,01	kWh/a
	korisna energija za rasvjetu		27073,20	kWh/a
	korisna energija za ostalo (uređaji, vanjska rasvjeta, pomoćni sustavi, itd.)		30362,79	kWh/a
	proizvodnja energije na lokaciji	toplinska energija iz obnovljivih izvora (npr. solarni kolektori)		
električna energija proizvedena u zgradi i korištena na lokaciji				kWh/a
električna energija proizvedena u zgradi i izvezena na tržište				kWh/a
potrošnja	isporučena energija	CTS	0,00	kWh/a

energije		prirodni plin	423.417,43	kWh/a
		UNP	0,00	kWh/a
		LU	0,00	
		peleti	0,00	
		sječka	0,00	
		električna energija	112.912,03	
	primarna energija / po energentima	CTS	0,00	kWh/a
		prirodni plin	464.488,92	
		UNP	0,00	
		LU	0,00	
		peleti	0,00	
		sječka	0,00	
		električna energija	182.240,02	
		primarna energija ukupno	646.728,94	kWh/a
	primarna energija specifična	801,40	kWh/m ² a	

Tablica 8-2 Pregled oznaka mjera u tablici kombinacija

vanjska ovojnica	
ref	referentno stanje vanjske ovojnice prema razdoblju gradnje – razina toplinske izolacije određena je minimalnim zahtjevima regulative ukoliko je bila ograničena, ili prema uobičajenim konstrukcijama i konstruktivnim materijalima vanjske ovojnice
1st	obnova vanjske ovojnice provedena na način da se zadovolje zahtjevi važećeg tehničkog propisa u pogledu ukupne potrebne toplinske energije za grijanje – za konstrukcije dopustivo odstupanje od zahtjeva propisa. Rješenje odgovara trenutnom energetsom razredu C prema važećem propisu za energetska certifikaciju zgrada
2st	obnova vanjske ovojnice na razini energetskog razreda B prema važećem propisu za energetska certifikaciju zgrada. Dopušteno odstupanje pojedinačnih konstrukcija od zahtjeva važećih propisa.
3st	obnova vanjske ovojnice na razini energetskog razreda A ili A+. Ne obnavljaju se konstrukcije kod kojih udio troška rekonstrukcije višestruko premašuje vrijednost onog dijela konstrukcije koji utječe na toplinske gubitke (npr. podovi na tlu)
sustavi grijanja	
0-peci	referentni sustav - lokalno grijanje električnim grijalicama
0-PP	referentni sustav prirodni plin – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV standardnim toplovodnim kotlom, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila, energent je prirodni plin
0-LU	referentni sustav loživo ulje – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV standardnim toplovodnim kotlom, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila,, energent je EL LU
0-DT	referentni sustav dizalica topline– centralna priprema ogrjevnog medija (voda) za grijanje i PTV, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
0-CTS	referentni sustav daljinskog grijanja - jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV, spiralni izmjenjivač topline, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila.
1-CTS	daljinsko grijanje - jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV, spiralni izmjenjivač topline, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima.
2-PP	prirodni plin/UNP – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima, energent je prirodni plin/UNP
2-UNP	prirodni plin/UNP – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima, energent je prirodni plin/UNP
3-PLT	peleti – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima, energent su paleti
4-DT_t	dizalica topline voda-zemlja, centralna priprema ogrjevno/rashladnog medija (voda) za grijanje/PTV i hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
4-DT_z	dizalica topline voda-zrak, centralna priprema ogrjevno/rashladnog medija (voda) za grijanje/PTV i hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
5-VRV	VRV sustav
sustavi hlađenja	
0-split	lokalno hlađenje split/multisplit uređajima, energent je električna energija

1-CHI	centralni rashladni sustav-centralna priprema rashladnog medija za hlađenje (hladna voda), balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima energent je električna energija
5-VRV	VRV
4-DT_t	dizalica topline voda-zemlja, centralna priprema rashladnog medija (voda) za hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
4_DT_z	dizalica topline voda-zrak, centralna priprema rashladnog medija (voda) za hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
sustavi ventilacije	
V0	prirodna ventilacija
V1	mehanička ventilacija s djelomičnim (70%) povratom topline
V2	prirodna i mehanička bez povrata topline
ogrjevna tijela	
1-RAD	radijatori
2-VK	ventilokonvektori
3-KK	klima komora
solarni sustav za pripremu PTV	
S0	nije ugrađen
S1	ugrađen solarni sustav za pripremu PTV
fotonaponski sustav	
FN0	nije ugrađen fotonaponski sustav
FN1	ugrađen fotonaponski sustav

Tablica 8-3 Primijenjene kombinacije mjera u troškovno optimalnoj analizi (tablica 4 prema predlošku izvješća)

kombinacije mjera	vanjska ovojnica	grijanje	hlađenje	ventilacija	solarni kolektori za pripremu PTV	rasvjeta	fotonaponski sustav	$Q^{H,nd}$ [kWh/m2a]	QW [kWh/m2a]	Qres [kWh/m2a]	E_L [kWh/m2a]
0	ref	0_PP	1_CHI	V0	S0	R0	FN0	351,61	0	0	34
1	ref	1_CTS	1_CHI	V1	S0	R0	FN0	230,50	0	0	34
2	ref	3_PLT	1_CHI	V1	S0	R0	FN0	230,50	0	0	34
3	1st	0_PP	1_CHI	V0	S0	R1	FN0	314,79	0	0	20
4	1st	1_CTS	1_CHI	V1	S0	R1	FN0	193,71	0	0	20
5	1st	2_PP	1_CHI	V1	S0	R1	FN0	193,71	0	0	20
6	1st	3_PLT	1_CHI	V1	S0	R1	FN0	193,71	0	0	20
7	1st	4_DT_t	4_DT_t	V1	S0	R1	FN0	193,71	0	173	20
8	2st	1_CTS	1_CHI	V1	S0	R1	FN0	102,16	0	0	20
9	2st	2_PP	1_CHI	V1	S0	R1	FN0	102,16	0	0	20
10	2st	3_PLT	1_CHI	V1	S0	R1	FN0	102,16	0	0	20
11	2st	4_DT_t	4_DT_t	V1	S0	R1	FN0	102,16	0	98	20
12	3st	1_CTS	1_CHI	V1	S0	R1	FN0	84,01	0	0	20
13	3st	2_PP	1_CHI	V1	S0	R1	FN0	84,01	0	0	20
14	3st	3_PLT	1_CHI	V1	S0	R1	FN0	84,01	0	0	20
15	3st	4_DT_t	4_DT_t	V1	S0	R1	FN0	84,01	0	82	20
16	1st	0_LU	1_CHI	V0	S0	R1	FN1	314,79	0	0	20
17	1st	1_CTS	1_CHI	V1	S0	R1	FN1	193,71	0	0	20
18	1st	2_PP	1_CHI	V1	S0	R1	FN1	193,71	0	0	20

19	1st	3_PLT	1_CHI	V1	S0	R1	FN1	193,71	0	0	20
20	1st	4_DT_t	4_DT_t	V1	S0	R1	FN1	193,71	0	173	20
21	2st	1_CTS	1_CHI	V1	S0	R1	FN1	102,16	0	0	20
22	2st	2_PP	1_CHI	V1	S0	R1	FN1	102,16	0	0	20
23	2st	3_PLT	1_CHI	V1	S0	R1	FN1	102,16	0	0	20
24	2st	4_DT_t	4_DT_t	V1	S0	R1	FN1	102,16	0	98	20
25	3st	1_CTS	1_CHI	V1	S0	R1	FN1	84,01	0	0	20
26	3st	2_PP	1_CHI	V1	S0	R1	FN1	84,01	0	0	20
27	3st	3_PLT	1_CHI	V1	S0	R1	FN1	84,01	0	0	20
28	3st	4_DT_t	4_DT_t	V1	S0	R1	FN1	84,01	0	82	20

Tablica 8-4 Proračun primarne energije po kombinacijama mjera energetske učinkovitosti (tablica 5 prema predlošku izvješća)

mjera / paket mjera / varijanta mjera	potrebna energija [kWh/a]		korisna 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	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET	SOLAR			RES
0	283752	22420	283752	22420	114966	0	27073	0	423417	0	139985	0	0	0	0	855,55	0%
1	186014	15639	186014	15639	21766	0	27073	214665	0	0	122641	0	0	0	0	650,41	24%
2	186014	15639	186014	15639	21766	0	27073	0	0	0	123136	0	230713	0	0	586,77	31%
3	254033	25999	254033	25999	113692	0	16270	0	389202	0	134759	0	0	0	0	798,58	7%
4	156325	18677	156325	18677	21180	0	16270	192827	0	0	119203	0	0	0	0	602,32	30%
5	156325	18677	156325	18677	21180	0	16270	0	184048	0	119657	0	0	0	0	489,50	43%
6	156325	18677	156325	18677	21180	0	16270	0	0	0	119642	0	206700	0	0	544,34	36%
7	156325	18677	156325	18677	21180	0	16270	0	0	0	162224	0	0	0	139359	324,45	62%
8	82441	20494	82441	20494	7757	0	16270	111301	0	0	66477	0	0	0	0	343,00	60%
9	82441	20494	82441	20494	7757	0	16270	0	105758	0	66734	0	0	0	0	277,23	68%
10	82441	20494	82441	20494	7757	0	16270	0	0	0	66777	0	118276	0	0	308,11	64%
11	82441	20494	82441	20494	7757	0	16270	0	0	0	91335	0	0	0	79185	182,67	79%
12	67793	20007	67793	20007	7712	0	16270	89504	0	0	68375	0	0	0	0	305,67	64%
13	67793	20007	67793	20007	7712	0	16270	0	89213	0	68603	0	0	0	0	258,48	70%
14	67793	20007	67793	20007	7712	0	16270	0	0	0	68625	0	99766	0	0	284,49	67%
15	67793	20007	67793	20007	7712	0	16270	0	0	0	89071	0	0	0	66342	178,14	79%
16	254033	25999	254033	25999	113692	0	16270	0	389202	0	117300	0	0	0	17459	763,66	11%
17	156325	18677	156325	18677	21180	0	16270	192827	0	0	101744	0	0	0	17459	567,40	34%
18	156325	18677	156325	18677	21180	0	16270	0	184048	0	102198	0	0	0	17459	454,58	47%
19	156325	18677	156325	18677	21180	0	16270	0	0	0	102183	0	206700	0	17459	509,42	40%
20	156325	18677	156325	18677	21180	0	16270	0	0	0	144765	0	0	0	156818	289,53	66%
21	82441	20494	82441	20494	7757	0	16270	111301	0	0	49018	0	0	0	17459	308,09	64%
22	82441	20494	82441	20494	7757	0	16270	0	105758	0	49275	0	0	0	17459	242,31	72%
23	82441	20494	82441	20494	7757	0	16270	0	0	0	49318	0	118276	0	17459	273,19	68%
24	82441	20494	82441	20494	7757	0	16270	0	0	0	73876	0	0	0	96644	147,75	83%
25	67793	20007	67793	20007	7712	0	16270	89504	0	0	50916	0	0	0	17459	270,75	68%
26	67793	20007	67793	20007	7712	0	16270	0	89213	0	51144	0	0	0	17459	223,56	74%
27	67793	20007	67793	20007	7712	0	16270	0	0	0	51166	0	99766	0	17459	249,57	71%
28	67793	20007	67793	20007	7712	0	16270	0	0	0	71612	0	0	0	83801	143,22	83%

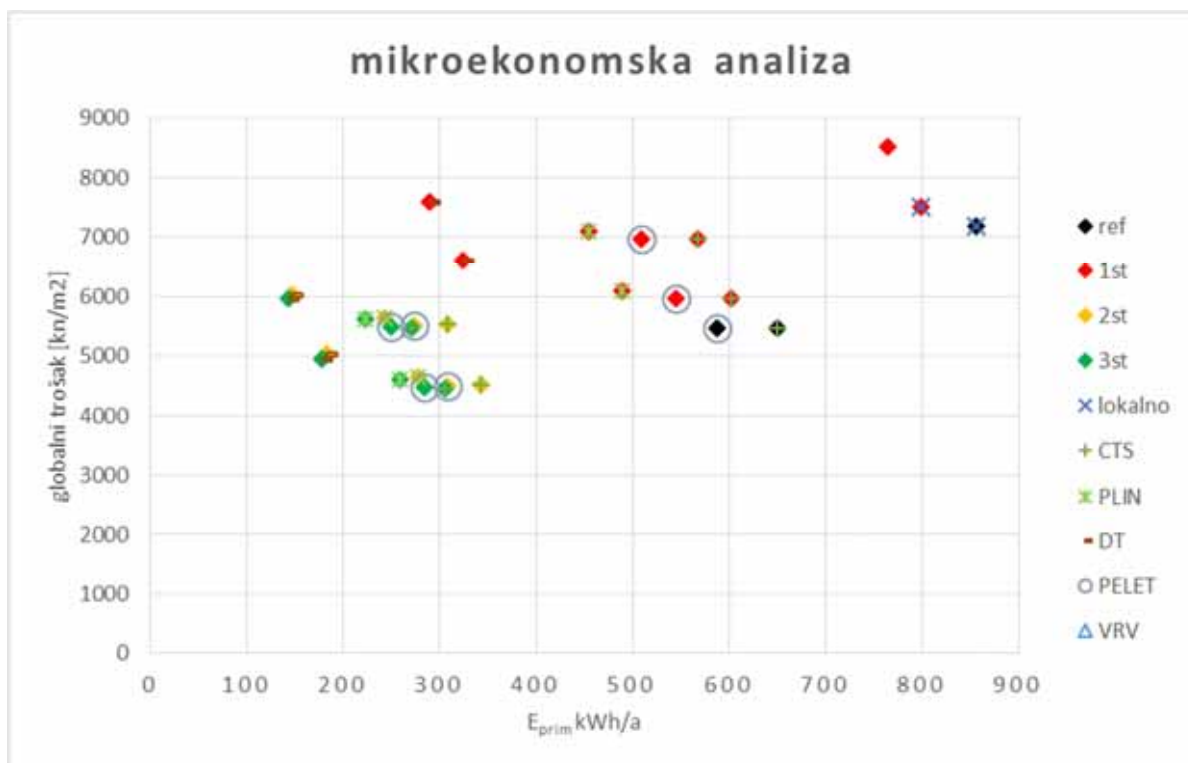
Tablica 8-5 Mikroekonomska (financijska) analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

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)	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET					
0	875.234	9.760	976	0	0	0	0	54.196	174.740	0	423.039	5,91	30	0	4.008.627
1	1.047.173	7.894	789	0	56.690	0	0	45.815	0	0	594.692	5,91	30	0	2.749.015
2	1.105.353	9.494	949	0	0	56.872	0	45.815	0	0	710.038	5,91	30	0	2.912.201
3	1.103.412	9.441	944	0	0	0	0	45.815	0	47.292	707.254	5,91	30	0	2.792.789
4	1.533.370	21.265	2.126	0	0	0	0	75.672	0	0	831.308	5,91	30	0	4.005.144
5	1.222.420	12.714	1.271	0	0	0	0	67.349	0	0	962.426	5,91	30	0	2.845.455
6	1.329.778	12.193	1.219	0	24.347	0	0	45.005	0	0	532.123	5,91	30	0	2.978.143
7	1.376.201	13.469	1.347	0	0	24.425	0	45.005	0	0	621.201	5,91	30	0	3.108.456
8	1.374.176	13.414	1.341	0	0	0	0	45.005	0	20.310	620.919	5,91	30	0	3.052.559
9	1.694.559	22.224	2.222	0	0	0	0	57.827	0	0	778.808	5,91	30	0	4.000.851
10	1.398.839	14.092	1.409	0	0	0	0	54.115	0	0	682.564	5,91	30	0	3.014.544
11	1.595.778	16.991	1.699	0	11.219	0	0	45.232	0	0	377.323	5,91	30	0	3.396.349
12	1.642.201	18.268	1.827	0	0	11.255	0	45.232	0	0	466.401	5,91	30	0	3.526.163
13	1.640.176	18.212	1.821	0	0	0	0	45.232	0	9.359	466.119	5,91	30	0	3.496.507
14	1.910.159	25.637	2.564	0	0	0	0	51.140	0	0	624.008	5,91	30	0	4.321.450
15	1.648.301	18.436	1.844	0	0	0	0	49.219	0	0	492.664	5,91	30	0	3.480.504
16	1.128.614	9.760	976	0	0	0	0	38.127	174.740	0	676.419	5,91	30	0	4.095.634
17	1.258.452	7.894	789	0	56.690	0	0	37.276	0	0	805.971	5,91	30	0	2.859.283
18	1.316.631	9.494	949	0	0	56.872	0	37.276	0	0	921.317	5,91	30	0	3.022.469
19	1.314.691	9.441	944	0	0	0	0	37.276	0	47.292	918.533	5,91	30	0	2.903.056
20	1.744.649	21.265	2.126	0	0	0	0	67.132	0	0	1.042.586	5,91	30	0	4.115.412
21	1.433.699	12.714	1.271	0	0	0	0	58.809	0	0	1.173.705	5,91	30	0	2.955.722
22	1.541.057	12.193	1.219	0	24.347	0	0	36.465	0	0	743.402	5,91	30	0	3.088.410
23	1.587.480	13.469	1.347	0	0	24.425	0	36.465	0	0	832.479	5,91	30	0	3.218.723
24	1.585.455	13.414	1.341	0	0	0	0	36.465	0	20.310	832.198	5,91	30	0	3.162.826
25	1.905.838	22.224	2.222	0	0	0	0	49.288	0	0	990.086	5,91	30	0	4.111.118
26	1.610.118	14.092	1.409	0	0	0	0	45.575	0	0	893.843	5,91	30	0	3.124.812
27	1.807.057	16.991	1.699	0	11.219	0	0	36.692	0	0	588.602	5,91	30	0	3.506.616
28	1.853.480	18.268	1.827	0	0	11.255	0	36.692	0	0	677.679	5,91	30	0	3.636.431

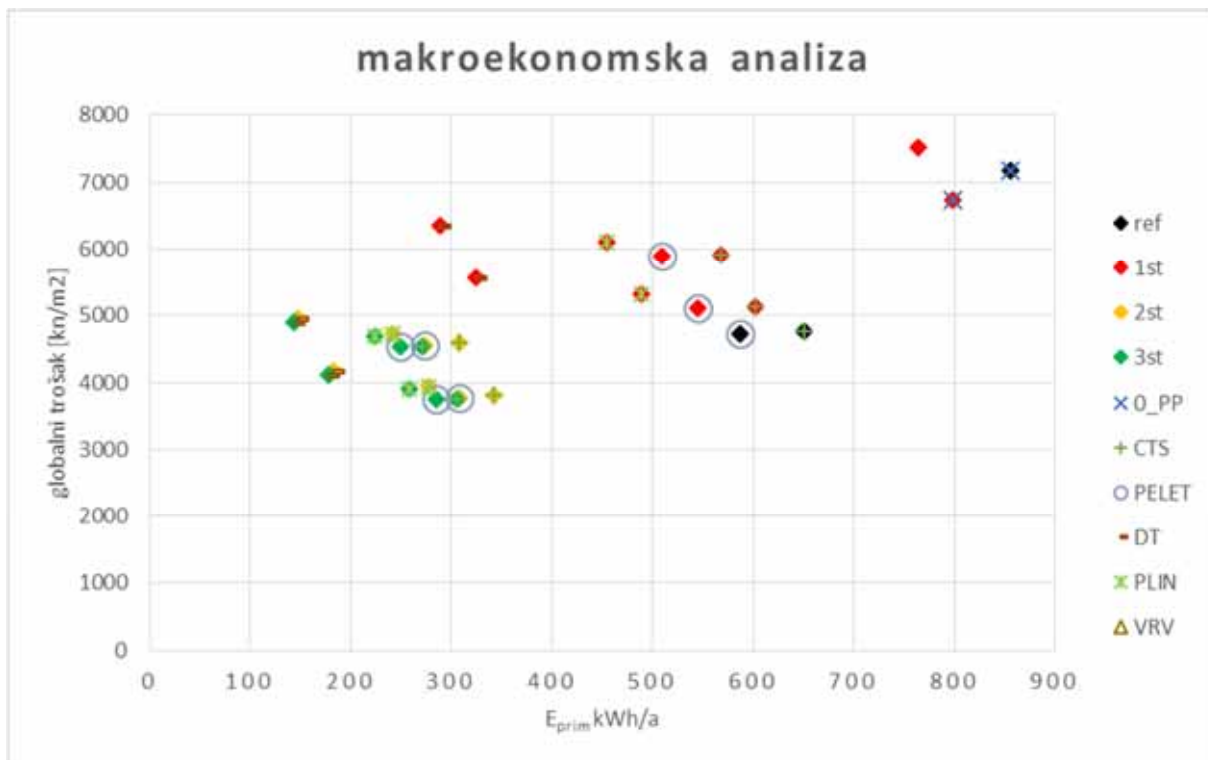
Tablica 8-6 Makroekonomska analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

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)	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET						
0	1.236.890	22.567	2.257	0	0	142.268	0	134.137	0	0	262.972	488.387	7,00	30	0	5.790.993
1	1.159.360	20.435	2.044	0	72.986	0	0	116.794	0	0	44.368	431.433	7,00	30	0	3.840.415
2	1.238.490	22.611	2.261	0	0	0	0	117.288	0	61.531	55.958	484.187	7,00	30	0	3.821.993
3	1.587.589	23.534	2.353	0	0	130.772	0	131.245	0	0	216.486	558.724	7,00	30	0	5.438.871
4	1.535.059	22.089	2.209	0	65.561	0	0	115.689	0	0	43.129	518.437	7,00	30	0	4.135.332
5	1.612.589	24.221	2.422	0	0	61.840	0	116.143	0	0	122.711	575.391	7,00	30	0	4.291.408
6	1.614.189	24.265	2.427	0	0	0	0	116.127	0	55.127	53.510	571.191	7,00	30	0	4.128.900
7	2.071.259	36.835	3.683	0	0	0	0	158.710	0	0	58.080	676.671	7,00	30	0	4.491.422
8	1.472.299	17.585	1.758	0	37.842	0	0	62.962	0	0	24.756	475.404	7,00	30	0	3.069.400
9	1.537.169	19.369	1.937	0	0	35.535	0	63.219	0	0	70.484	520.017	7,00	30	0	3.185.949
10	1.510.249	18.629	1.863	0	0	0	0	63.262	0	31.544	30.714	500.737	7,00	30	0	3.050.769
11	1.841.399	27.735	2.774	0	0	0	0	87.821	0	0	33.395	594.837	7,00	30	0	3.368.155
12	1.545.509	17.585	1.758	0	30.431	0	0	64.861	0	0	25.256	394.764	7,00	30	0	3.022.087
13	1.610.379	19.369	1.937	0	0	29.975	0	65.088	0	0	63.834	439.377	7,00	30	0	3.156.192
14	1.583.459	18.629	1.863	0	0	0	0	65.110	0	26.608	30.281	420.097	7,00	30	0	3.035.425
15	1.869.609	26.498	2.650	0	0	0	0	85.556	0	0	32.448	514.197	7,00	30	0	3.316.010
16	2.104.089	23.534	2.353	0	0	130.772	0	131.245	0	0	216.486	800.224	7,00	30	0	6.072.034
17	2.051.559	22.089	2.209	0	65.561	0	0	115.689	0	0	43.129	759.937	7,00	30	0	4.768.494
18	2.129.089	24.221	2.422	0	0	61.840	0	116.143	0	0	122.711	816.891	7,00	30	0	4.924.571
19	2.130.689	24.265	2.427	0	0	0	0	116.127	0	55.127	53.510	812.691	7,00	30	0	4.762.063
20	2.587.759	36.835	3.683	0	0	0	0	158.710	0	0	58.080	918.171	7,00	30	0	5.124.584
21	1.988.799	17.585	1.758	0	37.842	0	0	62.962	0	0	24.756	716.904	7,00	30	0	3.702.563
22	2.053.669	19.369	1.937	0	0	35.535	0	63.219	0	0	70.484	761.517	7,00	30	0	3.819.111
23	2.026.749	18.629	1.863	0	0	0	0	63.262	0	31.544	30.714	742.237	7,00	30	0	3.683.931
24	2.357.899	27.735	2.774	0	0	0	0	87.821	0	0	33.395	836.337	7,00	30	0	4.001.318
25	2.062.009	17.585	1.758	0	30.431	0	0	64.861	0	0	25.256	636.264	7,00	30	0	3.655.249
26	2.126.879	19.369	1.937	0	0	29.975	0	65.088	0	0	63.834	680.877	7,00	30	0	3.789.354
27	2.099.959	18.629	1.863	0	0	0	0	65.110	0	26.608	30.281	661.597	7,00	30	0	3.668.587
28	2.386.109	26.498	2.650	0	0	0	0	85.556	0	0	32.448	755.697	7,00	30	0	3.949.173

8.1.2. Troškovno optimalna analiza - rezultati



Slika 8-1 Rezultati troškovno optimalne analize - mikroekonomska analiza



Slika 8-2 Rezultati troškovno optimalne analize - makroekonomska analiza

Troškovno optimalna razina za sportske dvorane u kontinentalnoj Hrvatskoj izgrađene od 1971. do 2005. je $E_{\text{prim}} = 305,67 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, s isporučenom energijom $E_{\text{del}} = 195,64 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Tablica 8-7 Troškovno optimalna razina – mikroekonomska i makroekonomska kalkulacija

	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikroekonomska kalkulacija	12	305,67	4453,39	1_CTS	3st	128,96	195,64
makroekonomska kalkulacija	12	305,67	3744,84	1_CTS	3st	128,96	195,64

8.1.3. Analiza osjetljivosti

Promjena ulaznih vrijednosti mikroekonomske i makroekonomske analize utječu na troškovno optimalnu razinu. Budući da se promjena nekih parametara na jednak način očituje u rezultatima obje analiza, nepotrebno je provesti analizu osjetljivosti na sve parametre na mikroekonomskim i makroekonomskim proračunima.

Parametri proračuna koji identično utječu na rezultate proračuna mikroekonomske i makroekonomske analize:

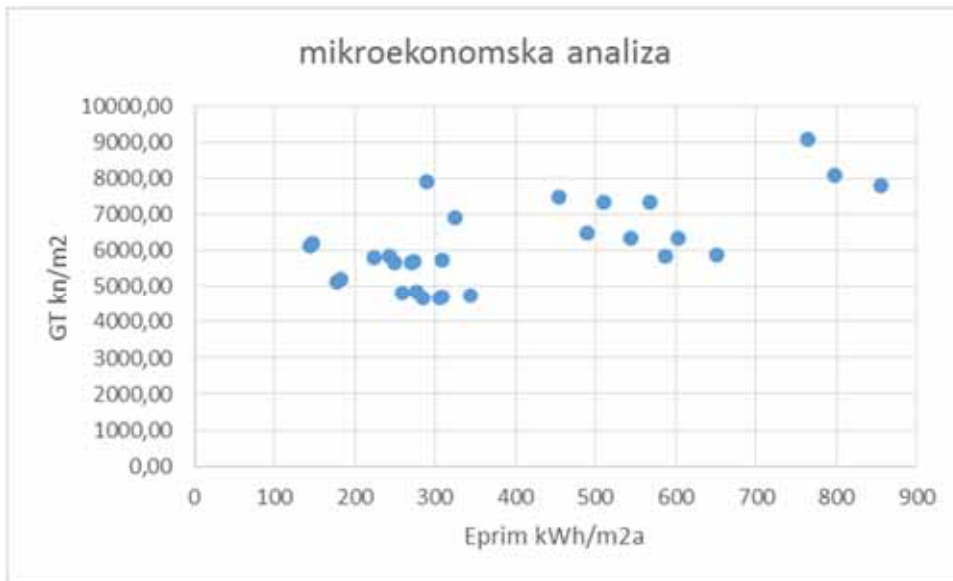
makroekonomska analiza	stopa rasta cijena energije	stopa rasta cijena održavanja	stopa rasta dodatnih troškova	stopa rasta troškova pogona
mikroekonomska analiza	stopa rasta cijena energije	stopa rasta cijena održavanja	stopa rasta dodatnih troškova	stopa rasta troškova pogona

Parametri proračuna koji različito utječu na rezultate makroekonomske i mikroekonomske analize:

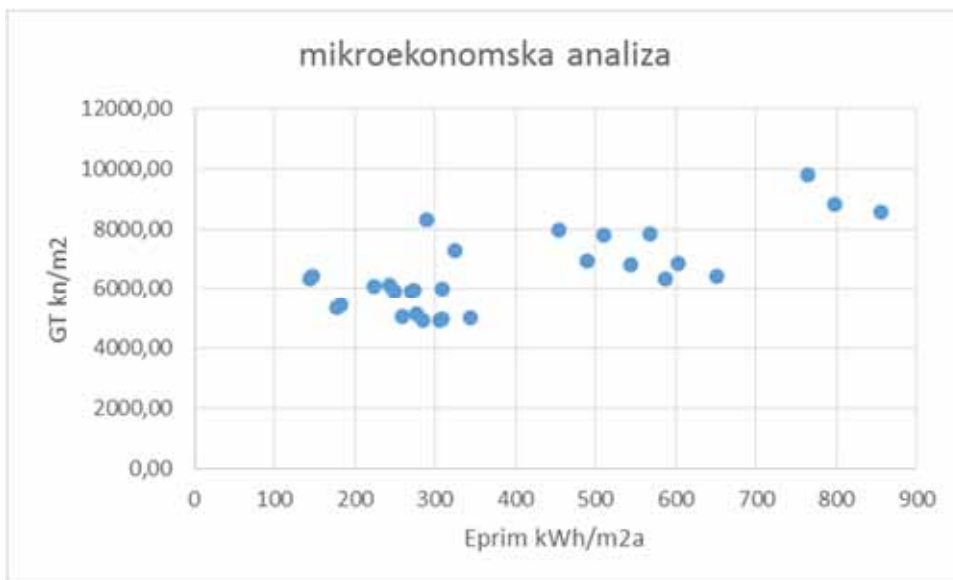
makroekonomska analiza	diskontna stopa	trošak emisija CO ₂
mikroekonomska analiza	tržišna kamatna stopa	stopa inflacije

Analiza osjetljivosti će se provesti prema rezultatima mikroekonomske analize za promjenu stope rasta cijena energije, kamatne stope i stope inflacije, te za promjenu diskontne stope i troška emisija prema rezultatima makroekonomske analize (naznačeno sivom bojom polja u tablicama).

Promjena stope rasta cijena energije



Slika 8-3 $R_e=4,2\%$

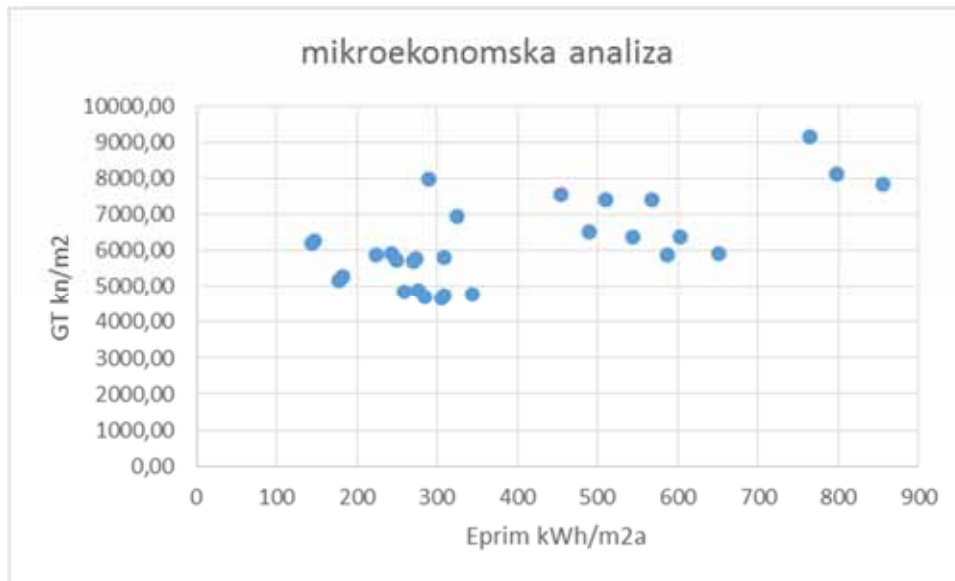


Slika 8-4 $R_e=5,6\%$

Tablica 8-8 Analiza osjetljivosti na promjenu stope rasta cijena energije

	Re %	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikro	2,8	12	305,67	4453,39	1_CTS	3st	128,96	195,64
mikro	4,2	12	305,67	4666,68	1_CTS	3st	128,96	195,64
mikro	5,6	12	305,67	4917,82	1_CTS	3st	128,96	195,64

Promjena stope inflacije



Slika 8-5 $R_i=1,8\%$

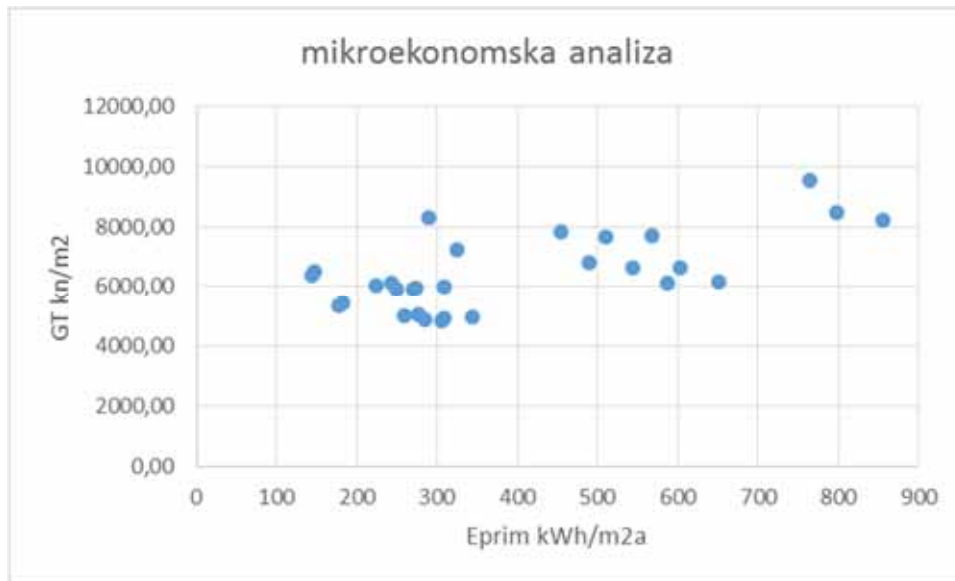


Slika 8-6 $R_i=3,3\%$

Tablica 8-9 Analiza osjetljivosti na promjenu stope inflacije

	Ri %	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikro	0,3	12	305,67	4453,39	1_CTS	3st	128,96	195,64
mikro	1,8	12	305,67	4693,07	1_CTS	3st	128,96	195,64
mikro	3,3	12	305,67	4978,32	1_CTS	3st	128,96	195,64

Promjena tržišne kamatne stope



Slika 8-7 R=4,5%

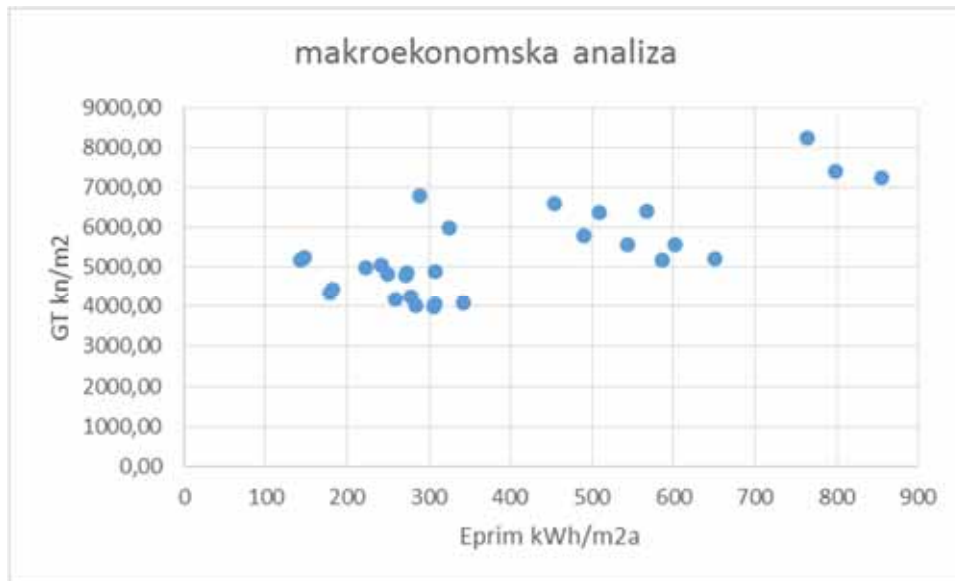


Slika 8-8 R=3,8%

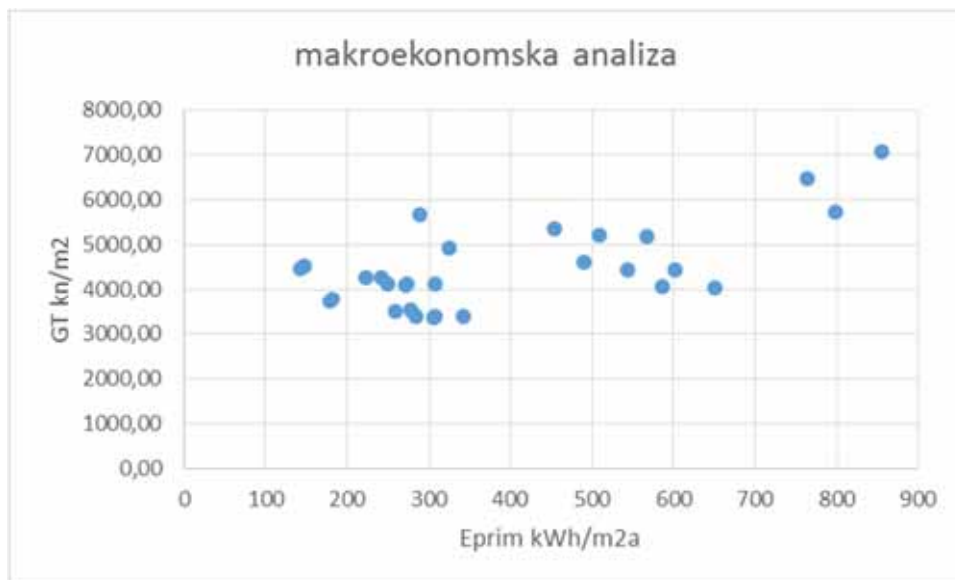
Tablica 8-10 Analiza osjetljivosti na promjenu tržišne kamatne stope

	R %	r.br.	E _{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E _{del} [kWh/m ² a]
mikro	6,6	12	305,67	4453,39	1_CTS	3st	128,96	195,64
mikro	4,5	12	305,67	4851,94	1_CTS	3st	128,96	195,64
mikro	3,8	12	305,67	5011,68	1_CTS	3st	128,96	195,64

Promjena diskontne stope



Slika 8-9 SDR = 5,50% - makro ekonomska analiza

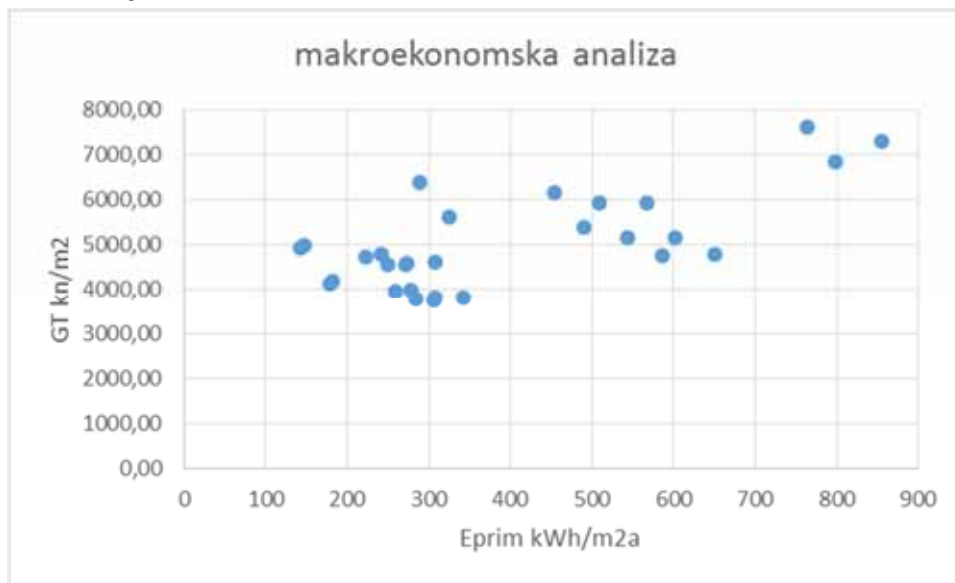


Slika 8-10 SDR = 10,00% makro ekonomska analiza

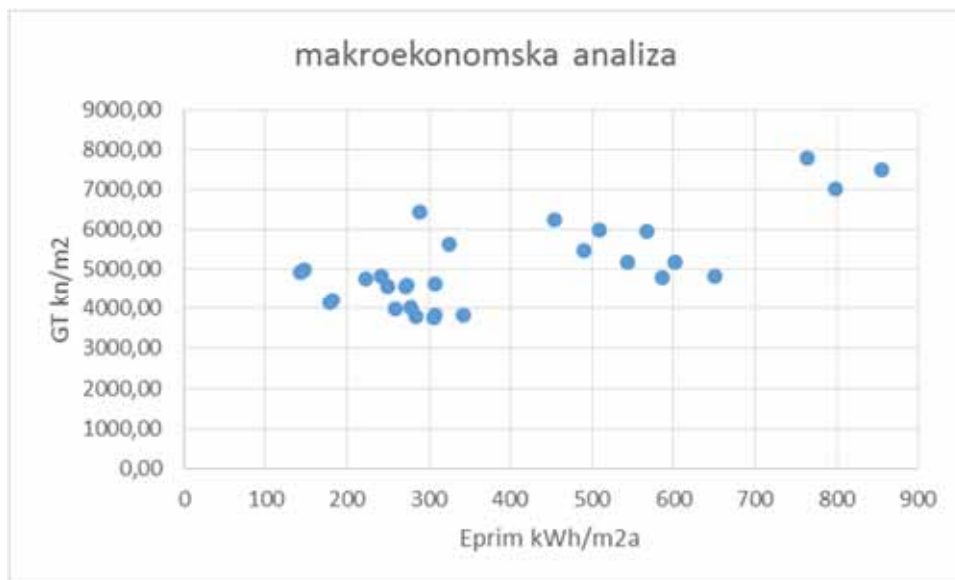
Tablica 8-11 Analiza osjetljivosti na promjenu diskontne stope

makroekonomska kalkulacija	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
Rd=7%	12	305,67	3744,84	1_CTS	3st	128,96	195,64
Rd=5,5%	12	305,67	4002,44	1_CTS	3st	128,96	195,64
Rd=10%	12	305,67	3351,05	1_CTS	3st	128,96	195,64

Trošak CO₂ emisija



Slika 8-11 Trošak CO₂=133%



Slika 8-12 Trošak CO₂=200%

Tablica 8-12 Analiza osjetljivosti na promjenu troška CO₂ emisija

makroekonomska kalkulacija	r.br.	E _{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E _{del} [kWh/m ² a]
100%	12	305,67	3744,84	1_CTS	3st	128,96	195,64
133%	12	305,67	3755,27	1_CTS	3st	128,96	195,64
200%	12	305,67	3776,14	1_CTS	3st	128,96	195,64

9. ZGRADA IZGRAĐENA IZA 2006. GODINE - KONTINENTALNA HRVATSKA

9.1.1. Opis zgrade

Vanjski zidovi zgrade su armiranom betonski, s unutarnjim obzidom saćastom opekom, a vanjskom oblogom kontaktnom fasadom s 8 cm debljine TI.

Zidovi pratećih prostora dvorane su armirano betonski, s 8 cm toplinske izolacije u kontaktnoj fasadi; te žbukani produžnom žbukom s unutarnje strane.

Krovna konstrukcija dvorane je od čeličnih panela s toplinskom izolacijom mineralnom vunom debljine 14 cm. Na pratećim prostorima konstrukcija je armirano betonska, s TI od EPS debljine 12 cm i bitumenskom hidroizolacijom.

Podovi na tlu su izvedeni kao plivajući podovi s 2+6 cm toplinske izolacije. Završna obrada poda dvorane je parket, a pratećih prostora keramičke pločice.

Prozori i ostakljene konstrukcije su drveni i aluminijski s izo staklom, koeficijenta prolaska topline prozora $U_w 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$

Predmetna zgrada je priključena na plinsku mrežu te se priprema ogrjevnog medija za grijanje odvija u kotlovnici koja je sastavni zgrade. U kotlovnici je instaliran nisko temperaturni plinski kotao, razdjelnik i sabirnik sa crpkama za distribuciju ogrjevnog medija, ekspanzijska posuda te elektroupravljački ormar sa automatskom regulacijom rada kotla.

Za zagrijavanje predmetne zgrade se koristi grijanje s radijatorima kao ogrjevnim tijelima. Radijatori su smješteni na vanjskim zidovima i instalirani sa termostatskim ventilima. Razvod sustava grijanja prolazi kroz grijane i negrijane prostore. Cijevni razvod sustava grijanja je balansiran, napravljen je od bešavnih čeličnih cijevi i izoliranih toplinskom izolacijom.

Ventilacija zgrade se vrši mehaničkim i prirodnim putem. Za potrebe mehaničke ventilacije su instalirane ventilacijske jedinice s integriranim visokoučinkovitim pločastim rekuperatorom (stupanj rekuperacije 70%). Distribucija zrak se vrši zračnim kanalima i pripadajućim odsisnim/tlačnim rešetkama.

U predmetnoj zgradi nisu instalirani sustavi hlađenja.

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

proračun	proračun izvršen prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama te Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prema HRN EN ISO 13790; Algoritmu za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama: Sustavi kogeneracije, sustavi daljinskog grijanja, fotonaponski sustavi; Sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode; Proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade; Energijski
----------	--

	zahtjevi za rasvjetu.				
	faktori konverzije primarne energije	CTS	1,5230		
		prirodni plin	1,0970		
		UNP	1,1620		
		LU	1,1320		
		peleti	1,1910		
		sječka	1,2110		
		električna energija	1,6140		
		solarna	1,0480		
meteorološki uvjeti	lokacija	Zagreb Maksimir 45°49' N 16°02' E			
	stupanj dani grijanja		3045,2	HDD	
	stupanj dani hlađenja		79,2	CDD	
	izvor meteoroloških podataka	nacionalni mjesečni podaci; nacionalni satni podaci za referentnu klimu primorska i kontinentalna Hrvatska			
	opis terena	predgrađa, bez utjecaja susjednih zgrada			
geometrija zgrade	duljina x širina x visina			m x m x m	
	ploština korisne površine		1035,00	m ²	
	broj etaža		1	-	
	faktor oblika		0,41	m ² /m ³	
	udio prozora u ukupnoj vanjskoj ovojnici	sjever	81,00	m ²	
		istok	37,50	m ²	
		jug	89,00	m ²	
		zapad	37,50	m ²	
	orijentacija		180	°	
unutarnji dobici	namjena	zgrade sportskih dvorana			
	prosječni toplinski dobici od korisnika		6,00	W/m ²	
	specifična električna snaga sustava rasvjete		18,81	W/m ²	
	specifična električna snaga električne opreme		-	W/m ²	
građevni dijelovi	prosječni koeficijent prolaska topline zidova		0,40	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline krova		0,27	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline podruma		0,40	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline prozora		1,65	W/m ² K	
	toplinski mostovi	ukupna duljina		202,50	m
		prosječni linijski koeficijent prolaska topline		0,4	W/mK
		ukupni toplinski kapacitet za zgradu J/m ² K		269,10	MJ/K
		toplinski kapacitet prema jedinici površine		260.000,00	J/m ² K
		vrsta zasjenjenja	grilje ili rolete		
	prosječni g-faktor	ostakljenje		0,60	-
ostakljenje + zasjenjenje			0,18	-	
	infiltracija		0,7	1/h	
tehnički sustavi	ventilacija	broj izmjena zraka u satu	-	1/h	

		stupanj povrata topline	-	%
	efikasnost sustava grijanja	proizvodnja	100,55	%
		razvod	97,08	%
		emisija	93,00	%
		upravljanje	0,00	%
	efikasnost sustava hlađenja	proizvodnja	100,00	%
		razvod	86,22	%
		emisija	90,33	%
		upravljanje	-	%
	efikasnost sustava pripreme PTV	proizvodnja	-	%
		razvod	-	%
postavne temperature i režimi korištenja	postavna temperatura	zimi	20	°C
		ljeti	-	°C
	postavna vlažnost	zimi	-	%
		ljeti	-	%
	režimi korištenja i upravljanje	zaposjednutost	17h, 7dana	
		rasvjeta	17h,7 dana	
		uređaji	17h, 7dana	
		ventilacija	17h, 7dana	
		grijanje	17h, 7dana	
	hlađenje	17h, 7dana		
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		180855,80	kWh/a
	potrebna energija za hlađenje		36532,72	kWh/a
	potrebna energija za PTV		0,00	kWh/a
	potrebna energija za ostale potrebe (ovlaživanje, odvlaživanje)		-	kWh/a
	korisna energija za ventilaciju		22229,76	kWh/a
	korisna energija za rasvjetu		29945,66	kWh/a
	korisna energija za ostalo (uređaji, vanjska rasvjeta, pomoćni sustavi, itd.)		30362,79	kWh/a
proizvodnja energije na lokaciji	toplinska energija iz obnovljivih izvora (npr. solarni kolektori)			kWh/a
	električna energija proizvedena u zgradi i korištena na lokaciji			kWh/a
	električna energija proizvedena u zgradi i izvezena na tržište			kWh/a
potrošnja energije	isporučena energija	CTS	0,00	kWh/a
		prirodni plin	215.008,07	kWh/a
		UNP	0,00	kWh/a
		LU	0,00	
		peleti	0,00	
		sječka	0,00	
		električna energija	194.048,46	
	primarna energija / po energentima	CTS	0,00	kWh/a
		prirodni plin	235.863,85	
		UNP	0,00	
LU		0,00		

		peleti	0,00	
		sječka	0,00	
		električna energija	313.194,21	
	primarna energija ukupno		549.058,06	kWh/a
	primarna energija specifična		530,49	kWh/m ² a

Tablica 9-2 Pregled oznaka mjera u tablici kombinacija

vanjska ovojnica	
ref	referentno stanje vanjske ovojnice prema razdoblju gradnje – razina toplinske izolacije određena je minimalnim zahtjevima regulative ukoliko je bila ograničena, ili prema uobičajenim konstrukcijama i konstruktivnim materijalima vanjske ovojnice
1st	obnova vanjske ovojnice provedena na način da se zadovolje zahtjevi važećeg tehničkog propisa u pogledu ukupne potrebne toplinske energije za grijanje – za konstrukcije dopustivo odstupanje od zahtjeva propisa. Rješenje odgovara trenutnom energetsom razredu C prema važećem propisu za energetska certifikaciju zgrada
2st	obnova vanjske ovojnice na razini energetske razreda B prema važećem propisu za energetska certifikaciju zgrada. Dopušteno odstupanje pojedinačnih konstrukcija od zahtjeva važećih propisa.
3st	obnova vanjske ovojnice na razini energetske razreda A ili A+. Ne obnavljaju se konstrukcije kod kojih udio troška rekonstrukcije višestruko premašuje vrijednost onog dijela konstrukcije koji utječe na toplinske gubitke (npr. podovi na tlu)
sustavi grijanja	
0-peci	referentni sustav - lokalno grijanje električnim grijalicama
0-PP	referentni sustav prirodni plin – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV standardnim toplovodnim kotlom, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila, energent je prirodni plin
0-LU	referentni sustav loživo ulje – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV standardnim toplovodnim kotlom, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila, energent je EL LU
0-DT	referentni sustav dizalica topline – centralna priprema ogrjevnog medija (voda) za grijanje i PTV, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
0-CTS	referentni sustav daljinskog grijanja - jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV, spiralni izmjenjivač topline, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila.
1-CTS	daljinsko grijanje - jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV, spiralni izmjenjivač topline, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima.
2-PP	prirodni plin/UNP – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima, energent je prirodni plin/UNP
2-UNP	prirodni plin/UNP – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima, energent je prirodni plin/UNP
3-PLT	peleti – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima, energent su paleti
4-DT_t	dizalica topline voda-zemlja, centralna priprema ogrjevno/rashladnog medija (voda) za grijanje/PTV i hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
4-DT_z	dizalica topline voda-zrak, centralna priprema ogrjevno/rashladnog medija (voda) za grijanje/PTV i hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
5-VRV	VRV sustav
sustavi hlađenja	
0-split	lokalno hlađenje split/multisplit uređajima, energent je električna energija
1-CHI	centralni rashladni sustav-centralna priprema rashladnog medija za hlađenje (hladna voda), balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima energent je električna energija
5-VRV	VRV
4-DT_t	dizalica topline voda-zemlja, centralna priprema rashladnog medija (voda) za hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
4_DT_z	dizalica topline voda-zrak, centralna priprema rashladnog medija (voda) za hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
sustavi ventilacije	

V0	prirodna ventilacija
V1	mehanička ventilacija s djelomičnim (70%) povratom topline
V2	prirodna i mehanička bez povrata topline
ogrjevna tijela	
1-RAD	radijatori
2-VK	ventilokonvektori
3-KK	klima komora
solarni sustav za pripremu PTV	
S0	nije ugrađen
S1	ugrađen solarni sustav za pripremu PTV
fotonaponski sustav	
FN0	nije ugrađen fotonaponski sustav
FN1	ugrađen fotonaponski sustav

Tablica 9-3 Primijenjene kombinacije mjera u troškovno optimalnoj analizi (tablica 4 prema predlošku izvješća)

kombinacije mjera	vanjska ovojnica	grijanje	hlađenje	ventilacija	solarni kolektori za pripremu PTV	rasvjeta	fotonaponski sustav	$Q^{H,nd}$ [kWh/m ² a]	QW [kWh/m ² a]	Qres [kWh/m ² a]	E_L [kWh/m ² a]
0	ref	0_PP	CHI	V1	S0	R0	FN0	174,74	0	0	29
1	ref	1_CTS	CHI	V1	S0	R0	FN0	174,74	0	0	29
2	ref	3_PLT	CHI	V1	S0	R0	FN0	174,74	0	0	29
3	1st	0_PP	CHI	V1	S0	R1	FN0	173,81	0	0	18
4	1st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN0	133,90	0	0	18
5	1st	2_PP	CHI	V1	S0	R1	FN0	133,90	0	0	18
6	1st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN0	133,90	0	0	18
7	1st	4_DT_t	DT_t	V1	S0	R1	FN0	133,90	0	131	18
8	2st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN0	125,79	0	0	18
9	2st	2_PP	CHI	V1	S0	R1	FN0	125,79	0	0	18
10	2st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN0	125,79	0	0	18
11	2st	4_DT_t	DT_t	V1	S0	R1	FN0	125,79	0	123	18
12	3st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN0	108,16	0	0	18
13	3st	2_PP	CHI	V1	S0	R1	FN0	108,16	0	0	18
14	3st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN0	108,16	0	0	18
15	3st	4_DT_t	DT_t	V1	S0	R1	FN0	108,16	0	104	18
16	1st	0_LU	CHI	V1	S0	R1	FN1	173,81	0	0	18
17	1st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN1	133,90	0	0	18
18	1st	2_PP	CHI	V1	S0	R1	FN1	133,90	0	0	18
19	1st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN1	133,90	0	0	18
20	1st	4_DT_t	DT_t	V1	S0	R1	FN1	133,90	0	131	18
21	2st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN1	125,79	0	0	18
22	2st	2_PP	CHI	V1	S0	R1	FN1	125,79	0	0	18
23	2st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN1	125,79	0	0	18
24	2st	4_DT_t	DT_t	V1	S0	R1	FN1	125,79	0	123	18
25	3st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN1	108,16	0	0	18
26	3st	2_PP	CHI	V1	S0	R1	FN1	108,16	0	0	18
27	3st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN1	108,16	0	0	18

28	3st	4_DT_t	DT_t	V1	S0	R1	FN1	108,16	0	104	18
----	-----	--------	------	----	----	----	-----	--------	---	-----	----

Tablica 9-4 Proračun primarne energije po kombinacijama mjera energetske učinkovitosti (tablica 5 prema predlošku izvješća)

mjera / paket mjera / varijanta mjera	potrebna energija [kWh/a]		korisna 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	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET	SOLAR	RES		
0	180856	36533	180856	36533	22230	0	29946	0	215008	0	194048	0	0	0	0	530,49	0%
1	180856	36533	180856	36533	22230	0	29946	223985	0	0	193522	0	0	0	0	631,37	-19%
2	180856	36533	180856	36533	22230	0	29946	0	0	0	194032	0	241274	0	0	580,22	-9%
3	179892	36681	179892	36681	22225	0	18566	0	214263	0	182844	0	0	0	0	512,23	3%
4	138590	34870	138590	34870	15860	0	18566	184627	0	0	134374	0	0	0	0	481,22	9%
5	138590	34870	138590	34870	15860	0	18566	0	178167	0	134779	0	0	0	0	399,02	25%
6	138590	34870	138590	34870	15860	0	18566	0	0	0	134933	0	199111	0	0	439,54	17%
7	138590	34870	138590	34870	15860	0	18566	0	0	0	176251	0	0	0	135174	274,85	48%
8	130195	35612	130195	35612	15972	0	18566	173847	0	0	135109	0	0	0	0	466,51	12%
9	130195	35612	130195	35612	15972	0	18566	0	167052	0	135531	0	0	0	0	388,41	27%
10	130195	35612	130195	35612	15972	0	18566	0	0	0	135622	0	187224	0	0	426,93	20%
11	130195	35612	130195	35612	15972	0	18566	0	0	0	175100	0	0	0	126942	273,06	49%
12	111948	38308	111948	38308	16196	0	18566	149235	0	0	138692	0	0	0	0	435,88	18%
13	111948	38308	111948	38308	16196	0	18566	0	142955	0	139064	0	0	0	0	368,38	31%
14	111948	38308	111948	38308	16196	0	18566	0	0	0	139138	0	160120	0	0	401,23	24%
15	111948	38308	111948	38308	16196	0	18566	0	0	0	172650	0	0	0	108149	269,23	49%
16	179892	36681	179892	36681	22225	0	18566	0	214263	0	165385	0	0	0	17459	485,00	9%
17	138590	34870	138590	34870	15860	0	18566	184627	0	0	116915	0	0	0	17459	454,00	14%
18	138590	34870	138590	34870	15860	0	18566	0	178167	0	117320	0	0	0	17459	371,79	30%
19	138590	34870	138590	34870	15860	0	18566	0	0	0	117474	0	199111	0	17459	412,31	22%
20	138590	34870	138590	34870	15860	0	18566	0	0	0	158792	0	0	0	152633	247,62	53%
21	130195	35612	130195	35612	15972	0	18566	173847	0	0	117650	0	0	0	17459	439,28	17%
22	130195	35612	130195	35612	15972	0	18566	0	167052	0	118072	0	0	0	17459	361,18	32%
23	130195	35612	130195	35612	15972	0	18566	0	0	0	118163	0	187224	0	17459	399,71	25%
24	130195	35612	130195	35612	15972	0	18566	0	0	0	157641	0	0	0	144401	245,83	54%
25	111948	38308	111948	38308	16196	0	18566	149235	0	0	121233	0	0	0	17459	408,65	23%
26	111948	38308	111948	38308	16196	0	18566	0	142955	0	121605	0	0	0	17459	341,15	36%
27	111948	38308	111948	38308	16196	0	18566	0	0	0	121679	0	160120	0	17459	374,00	29%
28	111948	38308	111948	38308	16196	0	18566	0	0	0	155191	0	0	0	125608	242,01	54%

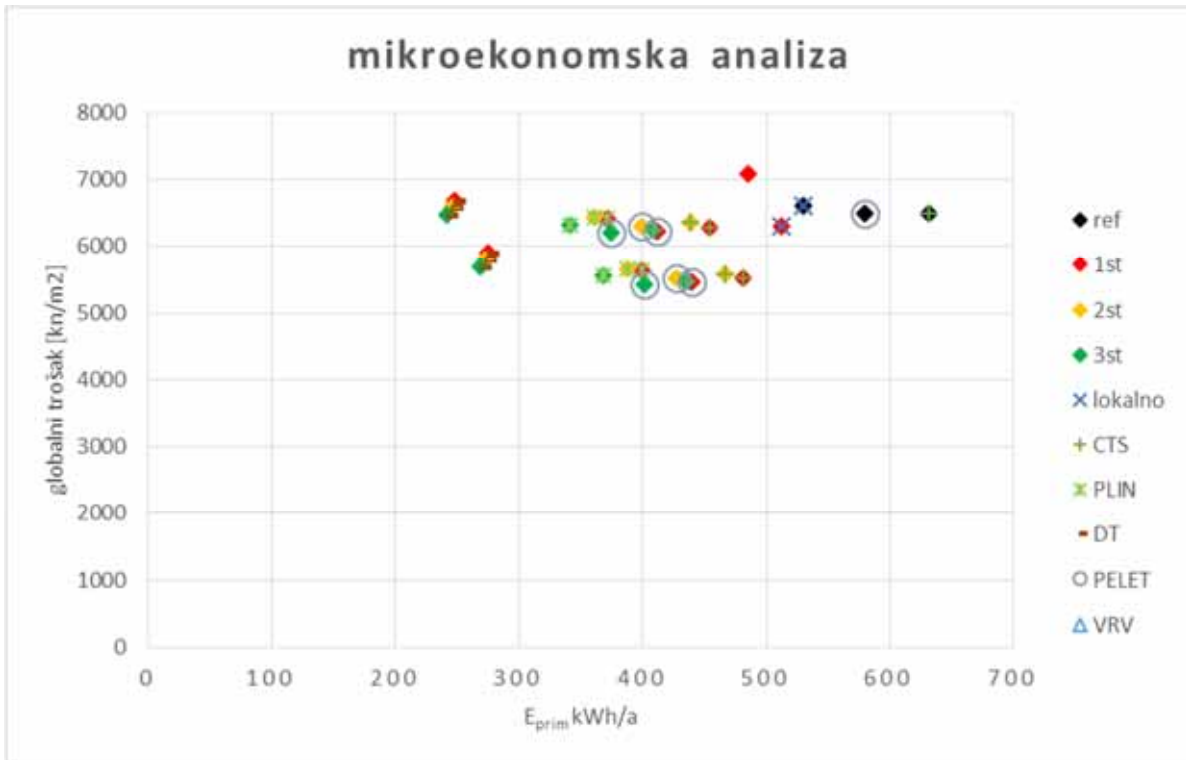
Tablica 9-5 Mikroekonomska (financijska) analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

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)	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET					
0	2.707.000	43.162	4.316	0	0	90.303	0	190.167	0	0	940.900	5,91	30	0	6.835.021
1	2.610.088	40.497	4.050	0	95.193	0	0	189.652	0	0	869.708	5,91	30	0	6.730.465
2	2.709.000	43.217	4.322	0	0	0	0	190.151	0	80.435	935.650	5,91	30	0	6.714.474
3	2.659.509	33.486	3.349	0	0	89.990	0	179.187	0	0	802.564	5,91	30	0	6.520.552
4	2.588.347	31.529	3.153	0	78.467	0	0	131.687	0	0	748.830	5,91	30	0	5.705.915
5	2.690.759	34.345	3.435	0	0	74.830	0	132.083	0	0	823.397	5,91	30	0	5.832.289
6	2.635.784	32.833	3.283	0	0	0	0	132.234	0	66.379	780.497	5,91	30	0	5.642.644
7	3.156.472	47.152	4.715	0	0	0	0	172.726	0	0	949.997	5,91	30	0	6.108.995
8	2.667.109	31.842	3.184	0	73.885	0	0	132.406	0	0	804.005	5,91	30	0	5.767.514
9	2.748.197	34.071	3.407	0	0	70.162	0	132.820	0	0	859.772	5,91	30	0	5.855.311
10	2.714.547	33.146	3.315	0	0	0	0	132.909	0	62.416	835.672	5,91	30	0	5.711.037
11	3.101.984	43.801	4.380	0	0	0	0	171.598	0	0	950.172	5,91	30	0	6.011.534
12	2.684.934	32.323	3.232	0	63.425	0	0	135.918	0	0	720.705	5,91	30	0	5.652.200
13	2.766.022	34.553	3.455	0	0	60.041	0	136.283	0	0	776.472	5,91	30	0	5.743.431
14	2.732.372	33.627	3.363	0	0	0	0	136.356	0	53.380	752.372	5,91	30	0	5.611.794
15	3.074.184	43.027	4.303	0	0	0	0	169.197	0	0	849.372	5,91	30	0	5.889.210
16	3.305.134	33.486	3.349	0	0	89.990	0	162.077	0	0	1.104.439	5,91	30	0	7.327.719
17	3.233.972	31.529	3.153	0	78.467	0	0	114.577	0	0	1.050.705	5,91	30	0	6.513.081
18	3.336.384	34.345	3.435	0	0	74.830	0	114.974	0	0	1.125.272	5,91	30	0	6.639.455
19	3.281.409	32.833	3.283	0	0	0	0	115.124	0	66.379	1.082.372	5,91	30	0	6.449.811
20	3.802.097	47.152	4.715	0	0	0	0	155.616	0	0	1.251.872	5,91	30	0	6.916.161
21	3.312.734	31.842	3.184	0	73.885	0	0	115.297	0	0	1.105.880	5,91	30	0	6.574.681
22	3.393.822	34.071	3.407	0	0	70.162	0	115.710	0	0	1.161.647	5,91	30	0	6.662.477
23	3.360.172	33.146	3.315	0	0	0	0	115.800	0	62.416	1.137.547	5,91	30	0	6.518.203
24	3.747.609	43.801	4.380	0	0	0	0	154.489	0	0	1.252.047	5,91	30	0	6.818.700
25	3.330.559	32.323	3.232	0	63.425	0	0	118.808	0	0	1.022.580	5,91	30	0	6.459.366
26	3.411.647	34.553	3.455	0	0	60.041	0	119.173	0	0	1.078.347	5,91	30	0	6.550.597
27	3.377.997	33.627	3.363	0	0	0	0	119.246	0	53.380	1.054.247	5,91	30	0	6.418.961
28	3.719.809	43.027	4.303	0	0	0	0	152.087	0	0	1.151.247	5,91	30	0	6.696.377

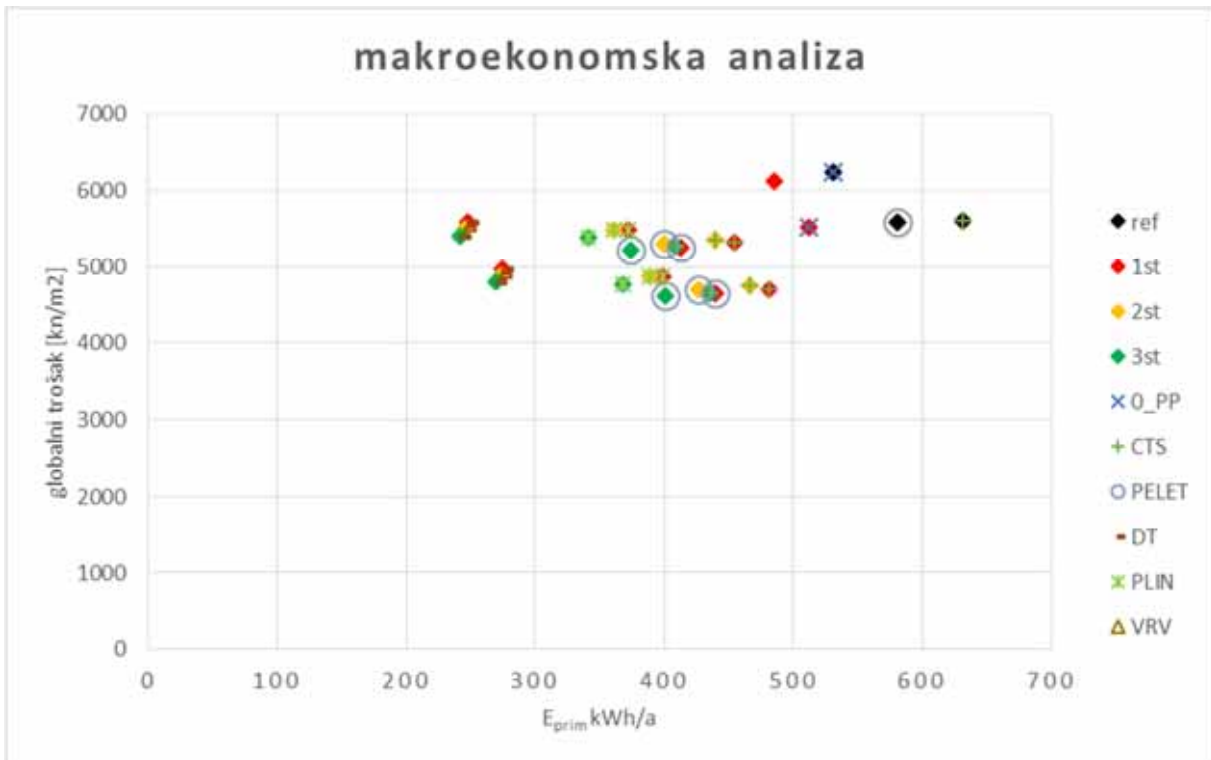
Tablica 9-6 Makroekonomska analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

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)	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET						
0	2.165.600	34.530	3.453	0	0	72.243	0	187.580	0	0	183.108	752.720	7,00	30	0	6.462.789
1	2.088.070	32.398	3.240	0	76.155	0	0	187.054	0	0	69.357	695.767	7,00	30	0	5.802.649
2	2.167.200	34.574	3.457	0	0	0	0	187.563	0	64.348	81.475	748.520	7,00	30	0	5.780.155
3	2.127.607	26.789	2.679	0	0	71.992	0	178.834	0	0	157.814	642.051	7,00	30	0	5.703.771
4	2.070.677	25.223	2.522	0	62.773	0	0	130.364	0	0	48.392	599.064	7,00	30	0	4.865.497
5	2.152.607	27.476	2.748	0	0	59.864	0	130.769	0	0	125.419	658.718	7,00	30	0	5.036.052
6	2.108.627	26.267	2.627	0	0	0	0	130.922	0	53.103	58.440	624.398	7,00	30	0	4.808.129
7	2.525.177	37.722	3.772	0	0	0	0	172.241	0	0	62.991	759.998	7,00	30	0	5.139.677
8	2.133.687	25.473	2.547	0	59.108	0	0	131.098	0	0	48.686	643.204	7,00	30	0	4.907.833
9	2.198.557	27.257	2.726	0	0	56.130	0	131.520	0	0	120.923	687.818	7,00	30	0	5.043.576
10	2.171.637	26.517	2.652	0	0	0	0	131.612	0	49.933	58.130	668.538	7,00	30	0	4.856.069
11	2.481.587	35.041	3.504	0	0	0	0	171.090	0	0	62.639	760.138	7,00	30	0	5.060.177
12	2.147.947	25.858	2.586	0	50.740	0	0	134.682	0	0	50.141	576.564	7,00	30	0	4.811.928
13	2.212.817	27.642	2.764	0	0	48.033	0	135.054	0	0	111.962	621.178	7,00	30	0	4.940.394
14	2.185.897	26.902	2.690	0	0	0	0	135.128	0	42.704	58.221	601.898	7,00	30	0	4.773.488
15	2.459.347	34.422	3.442	0	0	0	0	168.639	0	0	61.986	679.498	7,00	30	0	4.963.117
16	2.644.107	26.789	2.679	0	0	71.992	0	178.834	0	0	157.814	883.551	7,00	30	0	6.336.934
17	2.587.177	25.223	2.522	0	62.773	0	0	130.364	0	0	48.392	840.564	7,00	30	0	5.498.659
18	2.669.107	27.476	2.748	0	0	59.864	0	130.769	0	0	125.419	900.218	7,00	30	0	5.669.214
19	2.625.127	26.267	2.627	0	0	0	0	130.922	0	53.103	58.440	865.898	7,00	30	0	5.441.292
20	3.041.677	37.722	3.772	0	0	0	0	172.241	0	0	62.991	1.001.498	7,00	30	0	5.772.839
21	2.650.187	25.473	2.547	0	59.108	0	0	131.098	0	0	48.686	884.704	7,00	30	0	5.540.995
22	2.715.057	27.257	2.726	0	0	56.130	0	131.520	0	0	120.923	929.318	7,00	30	0	5.676.738
23	2.688.137	26.517	2.652	0	0	0	0	131.612	0	49.933	58.130	910.038	7,00	30	0	5.489.232
24	2.998.087	35.041	3.504	0	0	0	0	171.090	0	0	62.639	1.001.638	7,00	30	0	5.693.339
25	2.664.447	25.858	2.586	0	50.740	0	0	134.682	0	0	50.141	818.064	7,00	30	0	5.445.091
26	2.729.317	27.642	2.764	0	0	48.033	0	135.054	0	0	111.962	862.678	7,00	30	0	5.573.556
27	2.702.397	26.902	2.690	0	0	0	0	135.128	0	42.704	58.221	843.398	7,00	30	0	5.406.651
28	2.975.847	34.422	3.442	0	0	0	0	168.639	0	0	61.986	920.998	7,00	30	0	5.596.279

9.1.2. Troškovno optimalna analiza - rezultati



Slika 9-1 Rezultati troškovno optimalne analize - mikroekonomska analiza



Slika 9-2 Rezultati troškovno optimalne analize - makroekonomska analiza

Troškovno optimalna razina za zgrade iza 2006. godine u kontinentalnoj Hrvatskoj je $E_{prim} = 401,23 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, uz isporučenu energiju od $289,14 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

Tablica 9-7 Troškovno optimalna razina – mikroekonomska i makroekonomska kalkulacija

	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikroekonomska kalkulacija	14	401,23	5422,02	3_PLT	3st	163,11	289,14
makroekonomska kalkulacija	14	401,23	4612,07	3_PLT	3st	163,11	289,14

9.1.3. Analiza osjetljivosti

Promjena ulaznih vrijednosti mikroekonomske i makroekonomske analize utječu na troškovno optimalnu razinu. Budući da se promjena nekih parametara na jednak način očituje u rezultatima obje analiza, nepotrebno je provesti analizu osjetljivosti na sve parametre na mikroekonomskim i makroekonomskim proračunima.

Parametri proračuna koji identično utječu na rezultate proračuna mikroekonomske i makroekonomske analize:

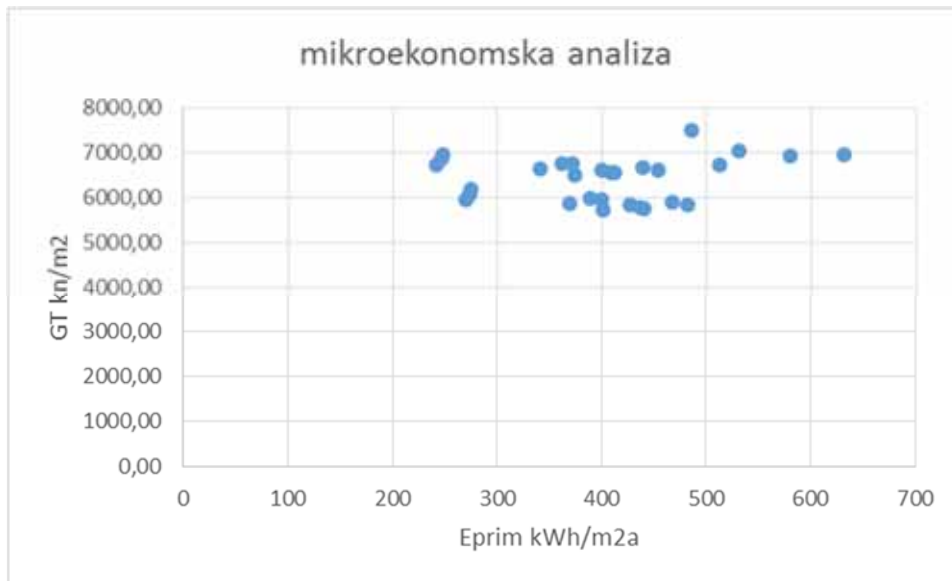
makroekonomska analiza	stopa rasta cijena energije	stopa rasta cijena održavanja	stopa rasta dodatnih troškova	stopa rasta troškova pogona
mikroekonomska analiza	stopa rasta cijena energije	stopa rasta cijena održavanja	stopa rasta dodatnih troškova	stopa rasta troškova pogona

Parametri proračuna koji različito utječu na rezultate makroekonomske i mikroekonomske analize:

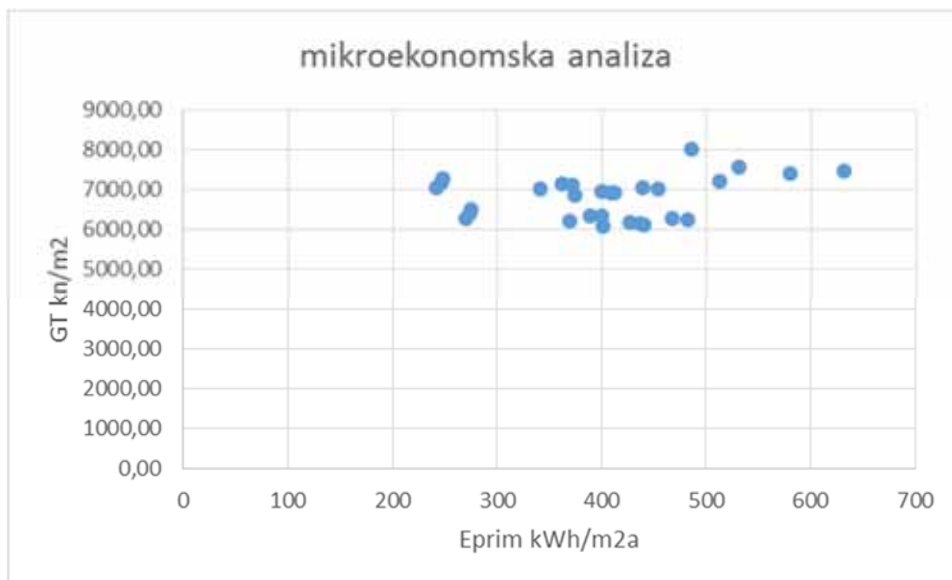
makroekonomska analiza	diskontna stopa	trošak CO_2 emisija
mikroekonomska analiza	tržišna kamatna stopa	stopa inflacije

Analiza osjetljivosti će se provesti prema rezultatima mikroekonomske analize za promjenu stope rasta cijena energije, kamatne stope i stope inflacije, te za promjenu diskontne stope i troška emisija prema rezultatima makroekonomske analize.

Promjena stope rasta cijena energije



Slika 9-3 $R_e=4,2\%$

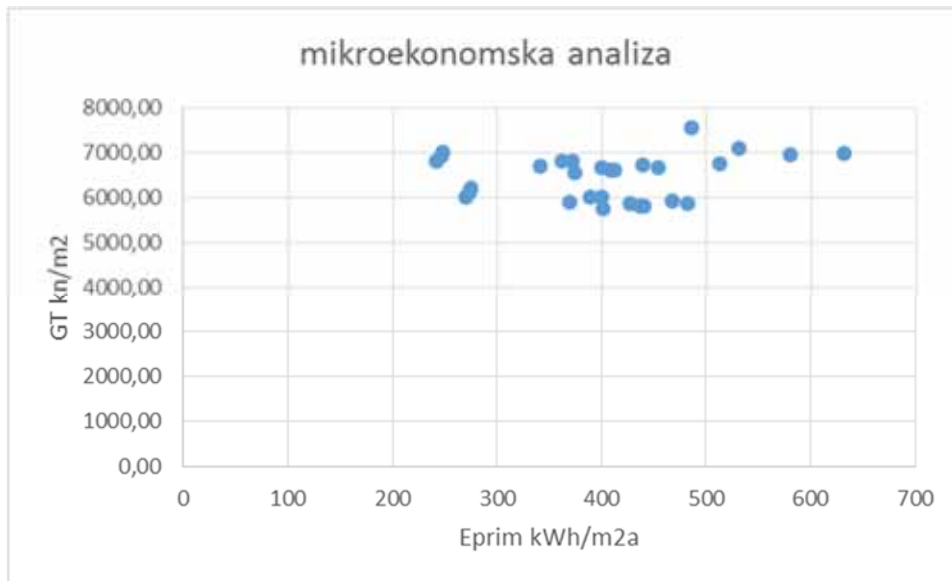


Slika 9-4 $R_e=5,6\%$

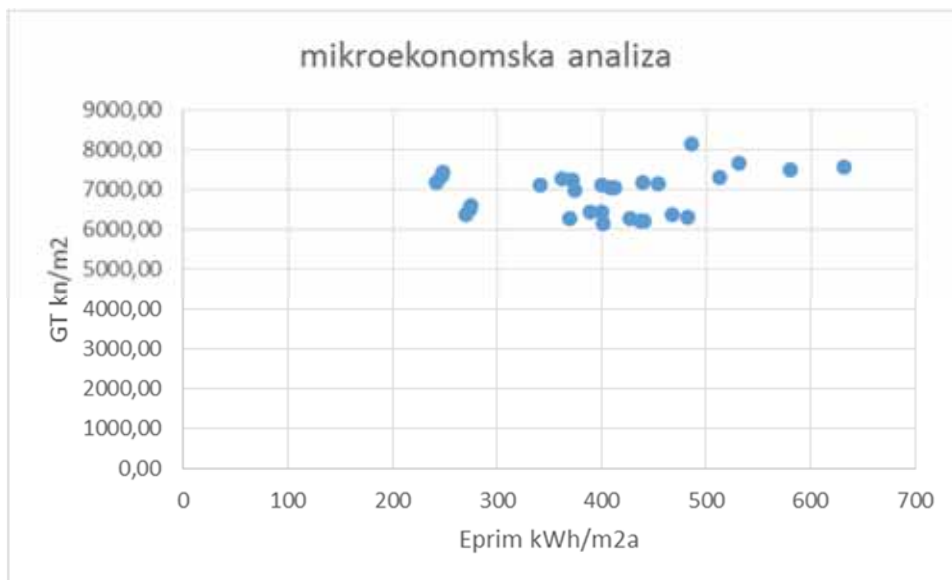
Tablica 9-8 Analiza osjetljivosti na promjenu stope rasta cijena energije

	Re %	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikro	2,8	14	401,23	5422,02	3_PLT	3st	163,11	289,14
mikro	4,2	14	401,23	5722,40	3_PLT	3st	163,11	289,14
mikro	5,6	14	401,23	6076,09	3_PLT	3st	163,11	289,14

Promjena stope inflacije



Slika 9-5 $R_i=1,8\%$

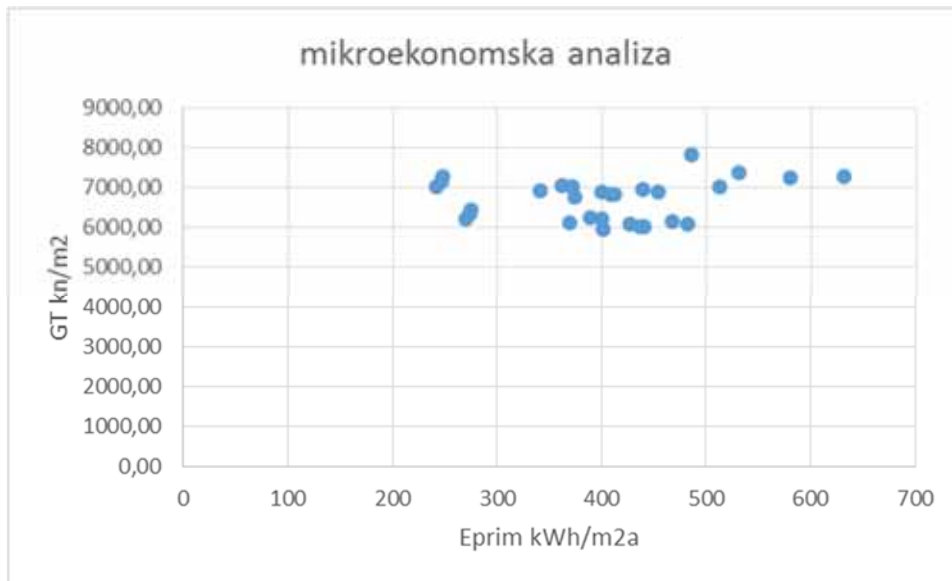


Slika 9-6 $R_i=3,3\%$

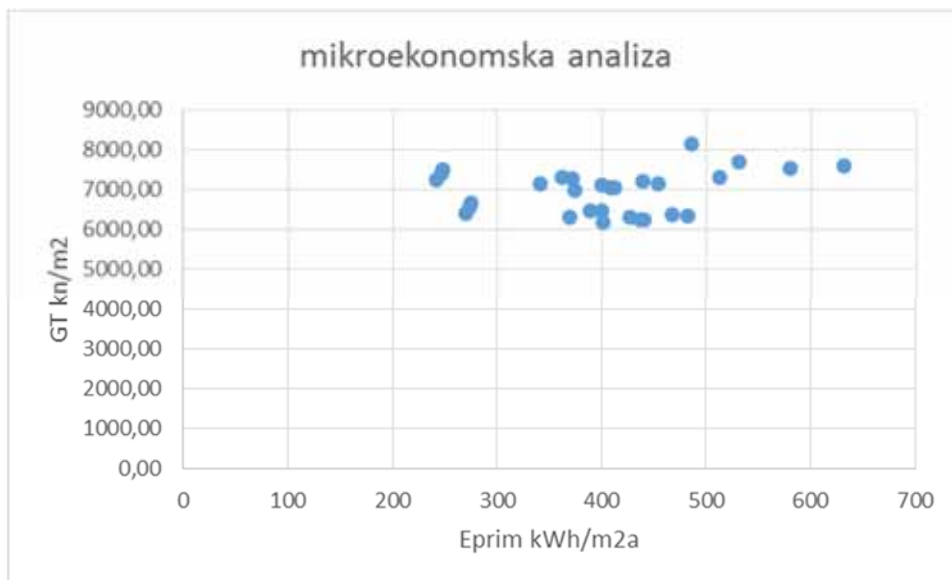
Tablica 9-9 Analiza osjetljivosti na promjenu stope inflacije

	Ri %	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikro	0,3	14	401,23	5422,02	3_PLT	3st	163,11	289,14
mikro	1,8	14	401,23	5752,09	3_PLT	3st	163,11	289,14
mikro	3,3	14	401,23	6145,51	3_PLT	3st	163,11	289,14

Promjena tržišne kamatne stope



Slika 9-7 R=4,5%

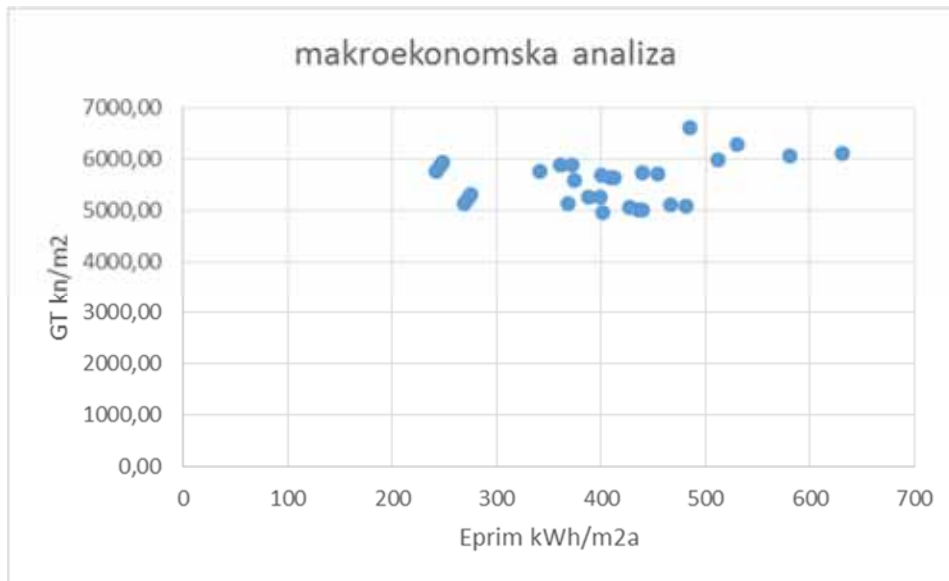


Slika 9-8 R=3,8%

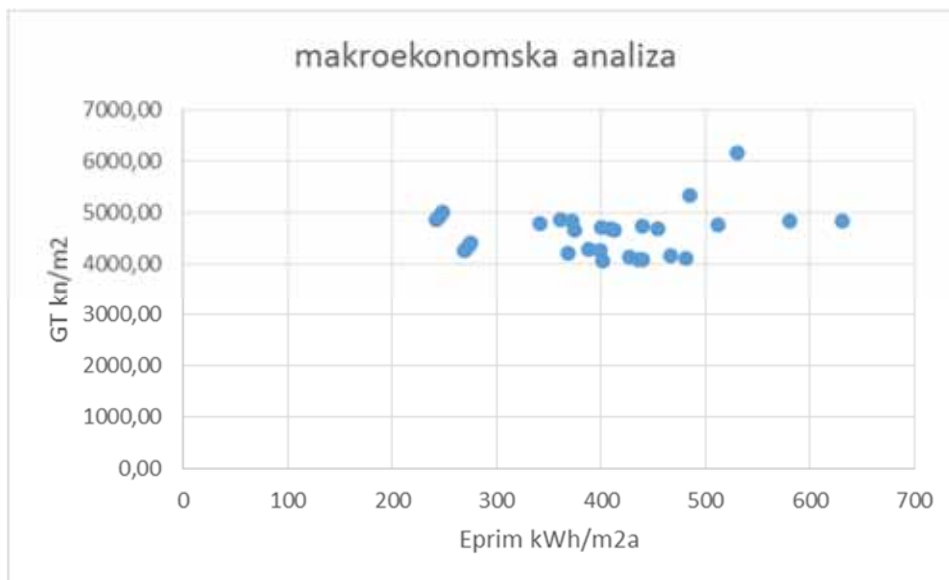
Tablica 9-10 Analiza osjetljivosti na promjenu tržišne kamatne stope

	R %	r.br.	E _{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E _{del} [kWh/m ² a]
mikro	6,6	14	401,23	5422,02	3_PLT	3st	163,11	289,14
mikro	4,5	14	401,23	5960,88	3_PLT	3st	163,11	289,14
mikro	3,8	14	401,23	6177,14	3_PLT	3st	163,11	289,14

Promjena diskontne stope



Slika 9-9 SDR = 5,50% - makro ekonomska analiza

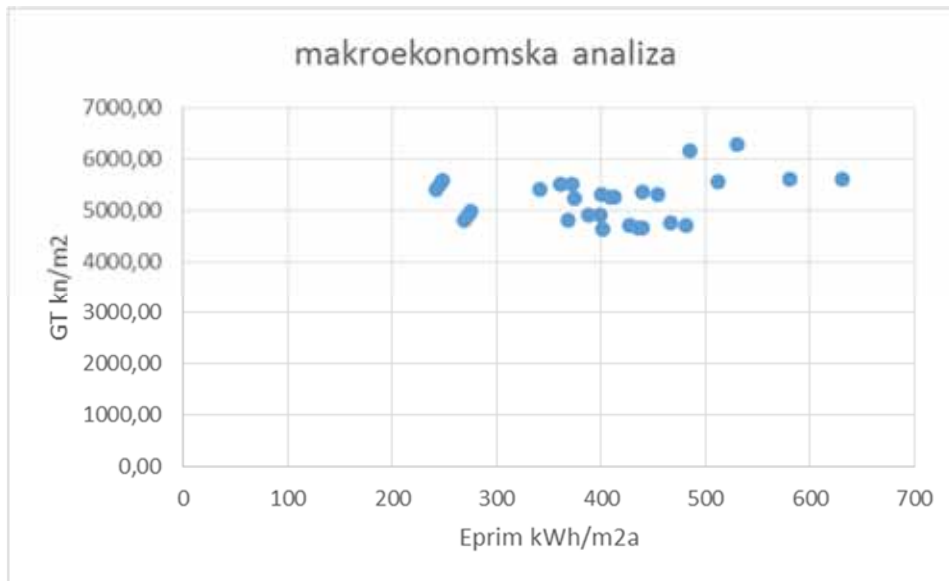


Slika 9-10 SDR = 10,00% makro ekonomska analiza

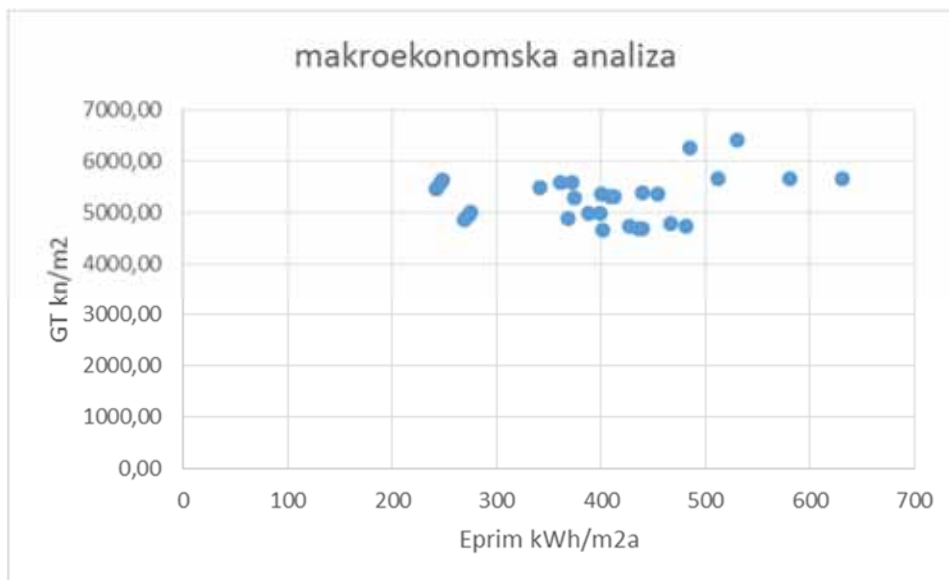
Tablica 9-11 Analiza osjetljivosti na promjenu diskontne stope

makroekonomska kalkulacija	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
Rd=7%	14	401,23	4612,07	3_PLT	3st	163,11	289,14
Rd=5,5%	14	401,23	4964,17	3_PLT	3st	163,11	289,14
Rd=10%	14	401,23	4074,50	3_PLT	3st	163,11	289,14

Trošak CO₂ emisija



Slika 9-11 Trošak CO₂=133%



Slika 9-12 Trošak CO₂=200%

Tablica 9-12 Analiza osjetljivosti na promjenu troška CO₂ emisija

makroekonomska kalkulacija	r.br.	E _{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E _{del} [kWh/m ² a]
100%		14	401,23	4612,07	3_PLT	3st	163,11
133%	14	401,23	4630,82	3_PLT	3st	163,11	289,14
200%	14	401,23	4668,32	3_PLT	3st	163,11	289,14

10. ZGRADA IZGRAĐENA DO 1970. GODINE – PRIMORSKA HRVATSKA

10.1.1. Opis zgrade

Vanjski zidovi zgrade su armiranom betonski, s unutarnjim obzidom saćastom opekom, a izvana žbukani produžnom žbukom, bez toplinske izolacije.

Zidovi pratećih prostora dvorane su armirano betonski, s 2 cm toplinske izolacije u kontaktnoj fasadi; te žbukani produžnom žbukom s unutarnje strane.

Krovna konstrukcija dvorane je od prefabriciranih drvobetonskih ploča male toplinske vodljivosti, s vanjske strane zaštićena bitumenskom hidroizolacijom. Na pratećim prostorima konstrukcija je armirano betonska, s TI od drvene vune debljine 4,5 cm i bitumenskom hidroizolacijom.

Podovi na tlu su izvedeni kao drveni pod s međuprostorom 7,5 cm, na bitumenskoj hidroizolaciji i donjoj betonskoj podlozi. Završna obrada poda dvorane je parket. Pod pratećih prostora je betonski s bitumenskom hidroizolacijom ispod gornje betonske podloge, te završnom obradom keramičkim pločicama. U podovima nije izvedena toplinska izolacija.

Prozori i ostakljene konstrukcije su drveni i aluminijski s izo staklom, koeficijenta prolaska topline prozora $U_w 5,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Predmetna zgrada koristi EL LU kao energent za grijanje. Priprema ogrjevnog medija (topla voda) za grijanje se odvija u kotlovnici koja je sastavni zgrade. U kotlovnici je instaliran standardni uljni kotao, razdjelnik i sabirnik sa crpkama za distribuciju ogrjevnog medija, ekspanzijska posuda te elektroupravljački ormar sa automatskom regulacijom rada kotla. Za potrebe uljnog gospodarstva je instaliran spremnik EL LU.

Za zagrijavanje predmetne zgrade se koristi grijanje s radijatorima kao ogrjevnim tijelima. Radijatori su smješteni na vanjskim zidovima i instalirani bez termostatskih ventila. Razvod sustava grijanja prolazi kroz grijane i negrijane prostore. Cijevni razvod sustava grijanja je ne balansiran, napravljen je od bešavnih čeličnih cijevi i izoliranih toplinskom izolacijom.

U predmetnoj zgradi nisu instalirani sustavi hlađenja, ventilacije i klimatizacije.

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

proračun	proračun izvršen prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama te Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prema HRN EN ISO 13790; Algoritmu za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama: Sustavi kogeneracije, sustavi daljinskog grijanja, fotonaponski sustavi; Sustavi
----------	---

	grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode; Proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade; Energijski zahtjevi za rasvjetu.			
	faktori konverzije primarne energije	CTS	1,5230	
		prirodni plin	1,0970	
		UNP	1,1620	
		LU	1,1320	
		peleti	1,1910	
		sječka	1,2110	
		električna energija	1,6140	
		solarna	1,0480	
meteorološki uvjeti	lokacija	Split Marjan 43°31' N 16°26' E		
	stupanj dani grijanja	1437,7	HDD	
	stupanj dani hlađenja	191,02	CDD	
	izvor meteoroloških podataka	nacionalni mjesečni podaci; nacionalni satni podaci za referentnu klimu primorska i kontinentalna Hrvatska		
	opis terena	predgrađa, bez utjecaja susjednih zgrada		
geometrija zgrade	duljina x širina x visina		m x m x m	
	ploština korisne površine	2008,54	m ²	
	broj etaža	2	-	
	faktor oblika	0,24	m ² /m ³	
	udio prozora u ukupnoj vanjskoj ovojnici	sjever	108,00 m ²	
		istok	63,00 m ²	
		jug	198,00 m ²	
		zapad	63,00 m ²	
	orijentacija	180	°	
unutarnji dobici	namjena	zgrada sportskih dvorana		
	prosječni toplinski dobici od korisnika	6,00	W/m ²	
	specifična električna snaga sustava rasvjete	18,84	W/m ²	
	specifična električna snaga električne opreme	-	W/m ²	
građevni dijelovi	prosječni koeficijent prolaska topline zidova		1,85 W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline krova		1,13 W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline podruma		1,85 W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline prozora		5,20 W/m ² K	
	toplinski mostovi	ukupna duljina	137,00	m
		prosječni linijski koeficijent prolaska topline	0,4	W/mK
	ukupni toplinski kapacitet za zgradu J/m ² K		522,22	MJ/K
	toplinski kapacitet prema jedinici površine		260.000,00	J/m ² K
	vrsta zasjenjenja		grilje ili rolete	
	prosječni g-faktor	ostakljenje	0,87	-
		ostakljenje + zasjenjenje	0,26	-
	infiltracija		0,7	1/h

tehnički sustavi	ventilacija	broj izmjena zraka u satu	-	1/h
		stupanj povrata topline	-	%
	efikasnost sustava grijanja	proizvodnja	85,99	%
		razvod	95,42	%
		emisija	77,82	%
		upravljanje	80,00	%
	efikasnost sustava hlađenja	proizvodnja	-	%
		razvod	-	%
		emisija	-	%
		upravljanje	-	%
	efikasnost sustava pripreme PTV	proizvodnja	-	%
razvod		-	%	
postavne temperature i režimi korištenja	postavna temperatura	zimi	18	°C
		ljeti	-	°C
	postavna vlažnost	zimi	-	%
		ljeti	-	%
	režimi korištenja i upravljanje	zaposjednutost	17h, 6 dana	
		rasvjeta	17h, 6 dana	
		uređaji	17h, 6 dana	
		ventilacija	17h, 6 dana	
		grijanje	17h, 6 dana	
hlađenje		17h, 6 dana		
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	213863,18	kWh/a	
	potrebna energija za hlađenje	0,00	kWh/a	
	potrebna energija za PTV	0,00	kWh/a	
	potrebna energija za ostale potrebe (ovlaživanje, odvlaživanje)	-	kWh/a	
	korisna energija za ventilaciju	10364,83	kWh/a	
	korisna energija za rasvjetu	51474,48	kWh/a	
	korisna energija za ostalo (uređaji, vanjska rasvjeta, pomoćni sustavi, itd.)	4511,46	kWh/a	
proizvodnja energije na lokaciji	toplinska energija iz obnovljivih izvora (npr. solarni kolektori)			kWh/a
	električna energija proizvedena u zgradi i korištena na lokaciji			kWh/a
	električna energija proizvedena u zgradi i izvezena na tržište			kWh/a
potrošnja energije	isporučena energija	CTS	0,00	kWh/a
		prirodni plin	0,00	kWh/a
		UNP	0,00	kWh/a
		LU	393.701,32	
		peleti	0,00	
		sječka	0,00	
		električna energija	66.066,67	
	primarna energija / po energentima	CTS	0,00	kWh/a
		prirodni plin	0,00	

		UNP	0,00	
		LU	445.669,90	
		peleti	0,00	
		sječka	0,00	
		električna energija	106.631,61	
	primarna energija ukupno		552.301,50	kWh/a
	primarna energija specifična		274,98	kWh/m ² a

Tablica 10-2 Pregled oznaka mjera u tablici kombinacija

vanjska ovojnica	
ref	referentno stanje vanjske ovojnice prema razdoblju gradnje – razina toplinske izolacije određena je minimalnim zahtjevima regulative ukoliko je bila ograničena, ili prema uobičajenim konstrukcijama i konstruktivnim materijalima vanjske ovojnice
1st	obnova vanjske ovojnice provedena na način da se zadovolje zahtjevi važećeg tehničkog propisa u pogledu ukupne potrebne toplinske energije za grijanje – za konstrukcije dopustivo odstupanje od zahtjeva propisa. Rješenje odgovara trenutnom energetsom razredu C prema važećem propisu za energetska certifikaciju zgrada
2st	obnova vanjske ovojnice na razini energetske razreda B prema važećem propisu za energetska certifikaciju zgrada. Dopušteno odstupanje pojedinačnih konstrukcija od zahtjeva važećih propisa.
3st	obnova vanjske ovojnice na razini energetske razreda A ili A+. Ne obnavljaju se konstrukcije kod kojih udio troška rekonstrukcije višestruko premašuje vrijednost onog dijela konstrukcije koji utječe na toplinske gubitke (npr. podovi na tlu)
sustavi grijanja	
0-peci	referentni sustav - lokalno grijanje električnim grijalicama
0-PP	referentni sustav prirodni plin – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV standardnim toplovodnim kotlom, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila, energent je prirodni plin
0-LU	referentni sustav loživo ulje – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV standardnim toplovodnim kotlom, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila, energent je EL LU
0-DT	referentni sustav dizalica topline – centralna priprema ogrjevnog medija (voda) za grijanje i PTV, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
0-CTS	referentni sustav daljinskog grijanja - jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV, spiralni izmjenjivač topline, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila.
1-CTS	daljinsko grijanje - jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV, spiralni izmjenjivač topline, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima.
2-PP	prirodni plin/UNP – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima, energent je prirodni plin/UNP
2-UNP	prirodni plin/UNP – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima, energent je prirodni plin/UNP
3-PLT	peleti – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima, energent su paleti
4-DT_t	dizalica topline voda-zemlja, centralna priprema ogrjevno/rashladnog medija (voda) za grijanje/PTV i hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
4-DT_z	dizalica topline voda-zrak, centralna priprema ogrjevno/rashladnog medija (voda) za grijanje/PTV i hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
5-VRV	VRV sustav
sustavi hlađenja	
0-split	lokalno hlađenje split/multisplit uređajima, energent je električna energija
1-CHI	centralni rashladni sustav-centralna priprema rashladnog medija za hlađenje (hladna voda), balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima energent je električna energija
5-VRV	VRV
4-DT_t	dizalica topline voda-zemlja, centralna priprema rashladnog medija (voda) za hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
4_DT_z	dizalica topline voda-zrak, centralna priprema rashladnog medija (voda) za hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
sustavi ventilacije	

V0	prirodna ventilacija
V1	mehanička ventilacija s djelomičnim (70%) povratom topline
V2	prirodna i mehanička bez povrata topline
ogrjevna tijela	
1-RAD	radijatori
2-VK	ventilokonvektori
3-KK	klima komora
solarni sustav za pripremu PTV	
S0	nije ugrađen
S1	ugrađen solarni sustav za pripremu PTV
fotonaponski sustav	
FN0	nije ugrađen fotonaponski sustav
FN1	ugrađen fotonaponski sustav

Tablica 10-3 Primijenjene kombinacije mjera u troškovno optimalnoj analizi (tablica 4 prema predlošku izvješća)

kombinacije mjera	vanjska ovojnica	grijanje	hlađenje	ventilacija	solarni kolektori za pripremu PTV	rasvjeta	fotonaponski sustav	Q ^{H,nd} [kWh/m2a]	QW [kWh/m2a]	Qres [kWh/m2a]	E _L [kWh/m2a]
0	ref	0_LU	-	V0	S0	R0	FN0	106,48	0	0	26
1	ref	1_CTS	-	V0	S0	R0	FN0	106,48	0	0	26
2	ref	3_PLT	-	V0	S0	R0	FN0	106,48	0	0	26
3	1st	0_LU	-	V0	S0	R1	FN0	62,18	0	0	15
4	1st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN0	102,10	0	0	15
5	1st	2_UNP	CHI	V1	S0	R1	FN0	102,10	0	0	15
6	1st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN0	102,10	0	0	15
7	1st	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R1	FN0	102,10	0	87	15
8	2st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN0	82,94	0	0	15
9	2st	2_UNP	CHI	V1	S0	R1	FN0	82,94	0	0	15
10	2st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN0	82,94	0	0	15
11	2st	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R1	FN0	82,94	0	71	15
12	3st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN0	49,00	0	0	15
13	3st	2_UNP	CHI	V1	S0	R1	FN0	49,00	0	0	15
14	3st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN0	49,00	0	0	15
15	3st	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R1	FN0	49,00	0	42	15
16	1st	0_LU	-	V0	S0	R1	FN1	62,18	0	0	15
17	1st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN1	102,10	0	0	15
18	1st	2_UNP	CHI	V1	S0	R1	FN1	102,10	0	0	15
19	1st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN1	102,10	0	0	15
20	1st	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R1	FN1	102,10	0	87	15
21	2st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN1	82,94	0	0	15
22	2st	2_UNP	CHI	V1	S0	R1	FN1	82,94	0	0	15
23	2st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN1	82,94	0	0	15
24	2st	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R1	FN1	82,94	0	71	15
25	3st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN1	49,00	0	0	15
26	3st	2_UNP	CHI	V1	S0	R1	FN1	49,00	0	0	15
27	3st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN1	49,00	0	0	15

28	3st	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R1	FN1	49,00	0	42	15
----	-----	--------	------	----	----	----	-----	-------	---	----	----

Tablica 10-4 Proračun primarne energije po kombinacijama mjera energetske učinkovitosti (tablica 5 prema predlošku izvješća)

mjera / paket mjera / varijanta mjera	potrebna energija [kWh/a]		korisna 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	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET	SOLAR	RES		
0	213863	0	213863	0	10365	0	51474	0	0	0	66067	393701	0	0	0	274,98	0%
1	213863	0	213863	0	10365	0	51474	289480	0	0	62527	0	0	0	0	269,75	2%
2	213863	0	213863	0	10365	0	51474	0	0	0	62867	0	311698	0	0	235,34	14%
3	124882	0	124882	0	9630	0	29958	0	0	0	43820	272387	0	0	0	188,73	31%
4	205071	81802	205071	81802	27534	0	29958	246507	0	0	230973	0	0	0	0	372,52	-35%
5	205071	81802	205071	81802	27534	0	29958	0	0	235620	231309	0	0	0	0	322,19	-17%
6	205071	81802	205071	81802	27534	0	29958	0	0	0	231305	0	262126	0	0	341,30	-24%
7	205071	81802	205071	81802	27534	0	29958	0	0	0	291870	0	0	0	174459	234,54	15%
8	166595	194581	166595	194581	-26328	0	29958	203591	0	0	410821	0	0	0	0	484,50	-76%
9	166595	194581	166595	194581	-26328	0	29958	0	0	193968	411132	0	0	0	0	442,59	-61%
10	166595	194581	166595	194581	-26328	0	29958	0	0	0	411141	0	216552	0	0	458,79	-67%
11	166595	194581	166595	194581	-26328	0	29958	0	0	0	460789	0	0	0	143480	370,28	-35%
12	98421	143692	98421	143692	-18580	0	29958	121886	0	0	403208	0	0	0	0	416,43	-51%
13	98421	143692	98421	143692	-18580	0	29958	0	0	113538	403486	0	0	0	0	389,91	-42%
14	98421	143692	98421	143692	-18580	0	29958	0	0	0	403480	0	127447	0	0	399,80	-45%
15	98421	143692	98421	143692	-18580	0	29958	0	0	0	323552	0	0	0	83909	260,00	5%
16	124882	0	124882	0	9630	0	29958	0	0	0	21116	272387	0	0	22704	170,48	38%
17	205071	81802	205071	81802	27534	0	29958	246507	0	0	208269	0	0	0	22704	354,28	-29%
18	205071	81802	205071	81802	27534	0	29958	0	0	235620	208605	0	0	0	22704	303,94	-11%
19	205071	81802	205071	81802	27534	0	29958	0	0	0	208601	0	262126	0	22704	323,06	-17%
20	205071	81802	205071	81802	27534	0	29958	0	0	0	269166	0	0	0	197163	216,29	21%
21	166595	194581	166595	194581	-26328	0	29958	203591	0	0	388117	0	0	0	22704	466,25	-70%
22	166595	194581	166595	194581	-26328	0	29958	0	0	193968	388428	0	0	0	22704	424,34	-54%
23	166595	194581	166595	194581	-26328	0	29958	0	0	0	388437	0	216552	0	22704	440,54	-60%
24	166595	194581	166595	194581	-26328	0	29958	0	0	0	438085	0	0	0	166184	352,03	-28%
25	98421	143692	98421	143692	-18580	0	29958	121886	0	0	380504	0	0	0	22704	398,18	-45%
26	98421	143692	98421	143692	-18580	0	29958	0	0	113538	380782	0	0	0	22704	371,67	-35%
27	98421	143692	98421	143692	-18580	0	29958	0	0	0	380776	0	127447	0	22704	381,55	-39%
28	98421	143692	98421	143692	-18580	0	29958	0	0	0	300848	0	0	0	106613	241,75	12%

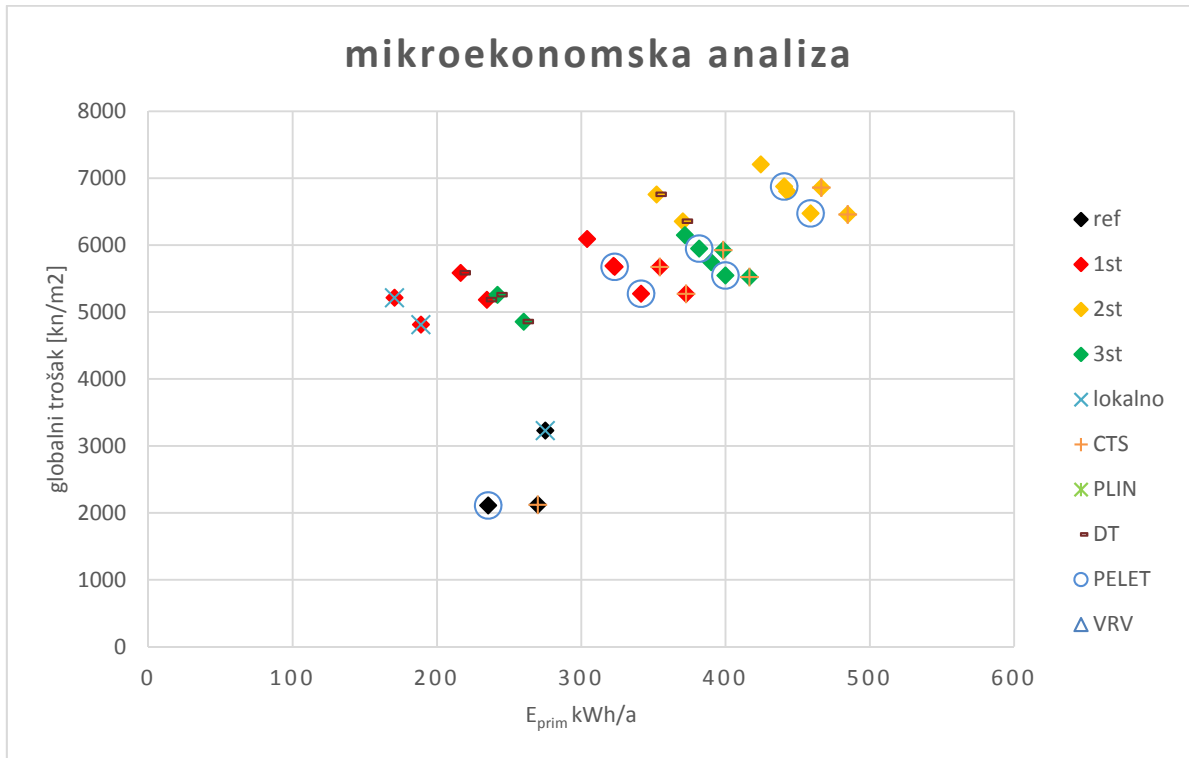
Tablica 10-5 Mikroekonomska (financijska) analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

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)	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET					
0	1.991.356	26.780	2.678	0	0	0	0	64.745	279.528	0	423.181	5,91	30	0	6.487.981
1	1.762.944	20.499	2.050	0	123.029	0	0	61.277	0	0	325.698	5,91	30	0	4.260.389
2	1.893.169	24.080	2.408	0	0	0	0	61.609	0	103.912	412.931	5,91	30	0	4.239.517
3	5.054.678	91.423	9.142	0	0	0	0	42.944	193.395	0	2.192.786	5,91	30	0	9.665.693
4	4.939.116	88.245	8.824	0	104.766	0	0	226.353	0	0	2.096.536	5,91	30	0	10.588.492
5	5.137.278	93.694	9.369	0	0	0	150.797	226.683	0	0	2.191.602	5,91	30	0	11.431.021
6	5.072.966	91.926	9.193	0	0	0	0	226.679	0	87.386	2.185.936	5,91	30	0	10.593.431
7	5.146.428	93.946	9.395	0	0	0	0	286.033	0	0	2.184.702	5,91	30	0	10.411.492
8	5.449.028	88.510	8.851	0	86.526	0	0	402.605	0	0	2.108.369	5,91	30	0	12.969.277
9	5.617.566	93.144	9.314	0	0	0	124.139	402.909	0	0	2.183.686	5,91	30	0	13.666.203
10	5.580.503	92.125	9.213	0	0	0	0	402.918	0	72.193	2.196.186	5,91	30	0	13.006.432
11	5.578.966	92.083	9.208	0	0	0	0	451.573	0	0	2.139.536	5,91	30	0	12.765.319
12	4.704.409	58.408	5.841	0	51.802	0	0	395.144	0	0	1.327.194	5,91	30	0	11.094.678
13	4.840.072	62.139	6.214	0	0	0	72.664	395.416	0	0	1.380.469	5,91	30	0	11.542.312
14	4.803.322	61.128	6.113	0	0	0	0	395.410	0	42.488	1.393.136	5,91	30	0	11.140.338
15	4.805.784	61.196	6.120	0	0	0	0	317.081	0	0	1.344.569	5,91	30	0	9.751.290
16	5.700.303	91.423	9.142	0	0	0	0	20.694	193.395	0	2.494.661	5,91	30	0	10.472.860
17	5.584.741	88.245	8.824	0	104.766	0	0	204.103	0	0	2.398.411	5,91	30	0	11.395.658
18	5.782.903	93.694	9.369	0	0	0	150.797	204.433	0	0	2.493.477	5,91	30	0	12.238.188
19	5.718.591	91.926	9.193	0	0	0	0	204.429	0	87.386	2.487.811	5,91	30	0	11.400.597
20	5.792.053	93.946	9.395	0	0	0	0	263.783	0	0	2.486.577	5,91	30	0	11.218.658
21	6.094.653	88.510	8.851	0	86.526	0	0	380.355	0	0	2.410.244	5,91	30	0	13.776.443
22	6.263.191	93.144	9.314	0	0	0	124.139	380.659	0	0	2.485.561	5,91	30	0	14.473.370
23	6.226.128	92.125	9.213	0	0	0	0	380.668	0	72.193	2.498.061	5,91	30	0	13.813.598
24	6.224.591	92.083	9.208	0	0	0	0	429.323	0	0	2.441.411	5,91	30	0	13.572.486
25	5.350.034	58.408	5.841	0	51.802	0	0	372.894	0	0	1.629.069	5,91	30	0	11.901.845
26	5.485.697	62.139	6.214	0	0	0	72.664	373.166	0	0	1.682.344	5,91	30	0	12.349.479
27	5.448.947	61.128	6.113	0	0	0	0	373.160	0	42.488	1.695.011	5,91	30	0	11.947.505
28	5.451.409	61.196	6.120	0	0	0	0	294.831	0	0	1.646.444	5,91	30	0	10.558.457

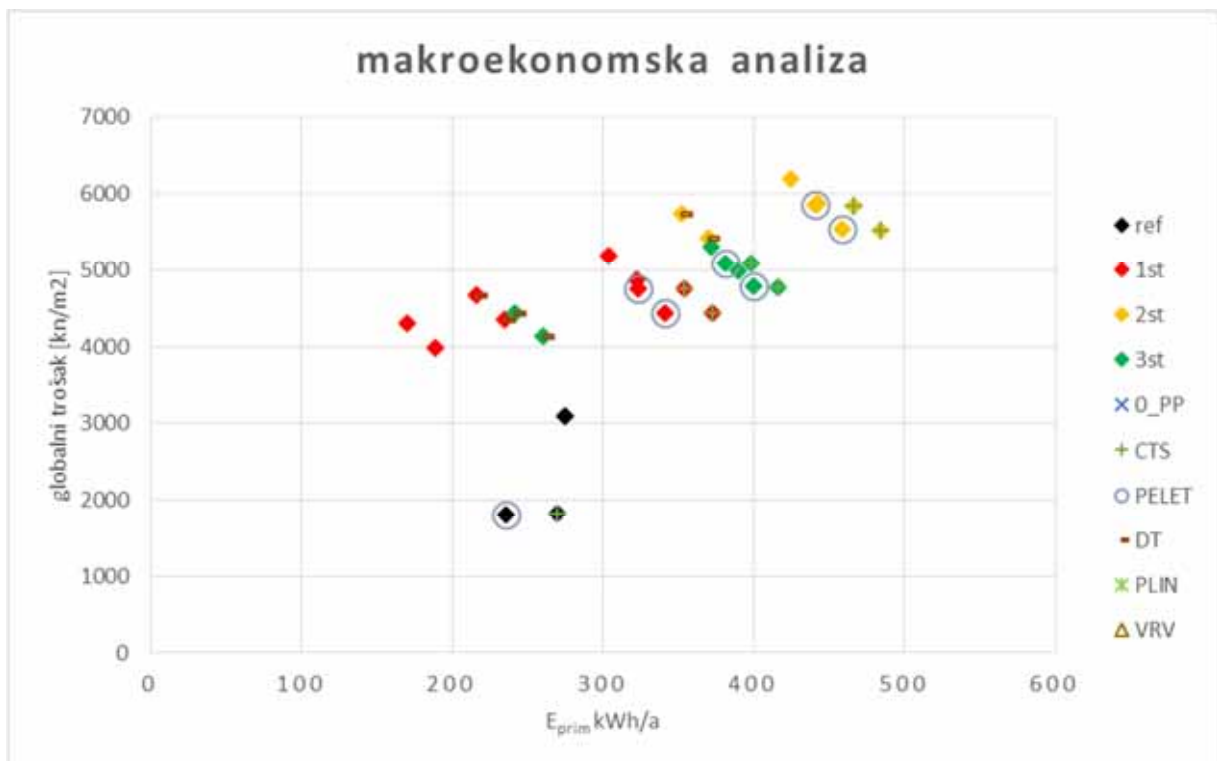
Tablica 10-6 Makroekonomska analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

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)	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET						
0	1.593.085	21.424	2.142	0	0	0	0	54.948	223.622	0	49.496	338.545	7,00	30	0	6.206.055
1	1.410.355	16.399	1.640	0	98.423	0	0	51.409	0	0	23.157	260.558	7,00	30	0	3.667.170
2	1.514.535	19.264	1.926	0	0	0	0	51.748	0	83.130	38.700	330.345	7,00	30	0	3.637.251
3	4.043.742	73.138	7.314	0	0	0	0	37.349	154.716	0	29.556	1.754.229	7,00	30	0	7.992.533
4	3.951.292	70.596	7.060	0	83.813	0	0	224.502	0	0	89.849	1.677.229	7,00	30	0	8.923.342
5	4.109.822	74.956	7.496	0	0	0	120.638	224.838	0	0	207.042	1.753.282	7,00	30	0	9.772.734
6	4.058.372	73.541	7.354	0	0	0	0	224.834	0	69.909	102.937	1.748.749	7,00	30	0	8.913.872
7	4.117.142	75.157	7.516	0	0	0	0	285.399	0	0	111.088	1.747.762	7,00	30	0	8.733.886
8	4.359.222	70.808	7.081	0	69.221	0	0	404.350	0	0	153.137	1.686.695	7,00	30	0	11.104.171
9	4.494.052	74.516	7.452	0	0	0	99.312	404.661	0	0	249.624	1.746.949	7,00	30	0	11.805.780
10	4.464.402	73.700	7.370	0	0	0	0	404.670	0	57.754	163.965	1.756.949	7,00	30	0	11.122.364
11	4.463.172	73.666	7.367	0	0	0	0	454.318	0	0	170.554	1.711.629	7,00	30	0	10.901.235
12	3.763.527	46.727	4.673	0	41.441	0	0	396.737	0	0	148.617	1.061.755	7,00	30	0	9.574.745
13	3.872.057	49.711	4.971	0	0	0	58.132	397.015	0	0	205.129	1.104.375	7,00	30	0	10.015.203
14	3.842.657	48.903	4.890	0	0	0	0	397.009	0	33.990	155.018	1.114.509	7,00	30	0	9.602.878
15	3.844.627	48.957	4.896	0	0	0	0	317.081	0	0	120.703	1.075.655	7,00	30	0	8.291.598
16	4.560.242	73.138	7.314	0	0	0	0	37.349	154.716	0	29.556	1.995.729	7,00	30	0	8.625.696
17	4.467.792	70.596	7.060	0	83.813	0	0	224.502	0	0	89.849	1.918.729	7,00	30	0	9.556.505
18	4.626.322	74.956	7.496	0	0	0	120.638	224.838	0	0	207.042	1.994.782	7,00	30	0	10.405.896
19	4.574.872	73.541	7.354	0	0	0	0	224.834	0	69.909	102.937	1.990.249	7,00	30	0	9.547.035
20	4.633.642	75.157	7.516	0	0	0	0	285.399	0	0	111.088	1.989.262	7,00	30	0	9.367.048
21	4.875.722	70.808	7.081	0	69.221	0	0	404.350	0	0	153.137	1.928.195	7,00	30	0	11.737.334
22	5.010.552	74.516	7.452	0	0	0	99.312	404.661	0	0	249.624	1.988.449	7,00	30	0	12.438.942
23	4.980.902	73.700	7.370	0	0	0	0	404.670	0	57.754	163.965	1.998.449	7,00	30	0	11.755.527
24	4.979.672	73.666	7.367	0	0	0	0	454.318	0	0	170.554	1.953.129	7,00	30	0	11.534.398
25	4.280.027	46.727	4.673	0	41.441	0	0	396.737	0	0	148.617	1.303.255	7,00	30	0	10.207.908
26	4.388.557	49.711	4.971	0	0	0	58.132	397.015	0	0	205.129	1.345.875	7,00	30	0	10.648.365
27	4.359.157	48.903	4.890	0	0	0	0	397.009	0	33.990	155.018	1.356.009	7,00	30	0	10.236.041
28	4.361.127	48.957	4.896	0	0	0	0	317.081	0	0	120.703	1.317.155	7,00	30	0	8.924.760

10.1.2. Troškovno optimalna analiza - rezultati



Slika 10-1 Rezultati troškovno optimalne analize - mikroekonomska analiza



Slika 10-2 Rezultati troškovno optimalne analize - makroekonomska analiza

Troškovno optimalna razina za zgradu građenu do 1970. godine iznosi $E_{\text{prim}}=235,34$ kWh/m²a, međutim, kako je to referentna zgrada bez sustava hlađenja, troškovno optimalna je razina $E_{\text{prim}} = 188,73$ kWh/m²a uz isporučenu energiju $E_{\text{del}} = 186,49$ kWh/m²a.

Tablica 10-7 Troškovno optimalna razina – mikroekonomska i makroekonomska kalkulacija

	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikroekonomska kalkulacija	2	235,34	2110,75	3_PLT	ref	132,10	186,49
makroekonomska kalkulacija	2	235,34	1810,89	3_PLT	ref	132,10	186,49

10.1.3. Analiza osjetljivosti

Promjena ulaznih vrijednosti mikroekonomske i makroekonomske analize utječu na troškovno optimalnu razinu. Budući da se promjena nekih parametara na jednak način očituje u rezultatima obje analiza, nepotrebno je provesti analizu osjetljivosti na sve parametre na mikroekonomskim i makroekonomskim proračunima.

Parametri proračuna koji identično utječu na rezultate proračuna mikroekonomske i makroekonomske analize:

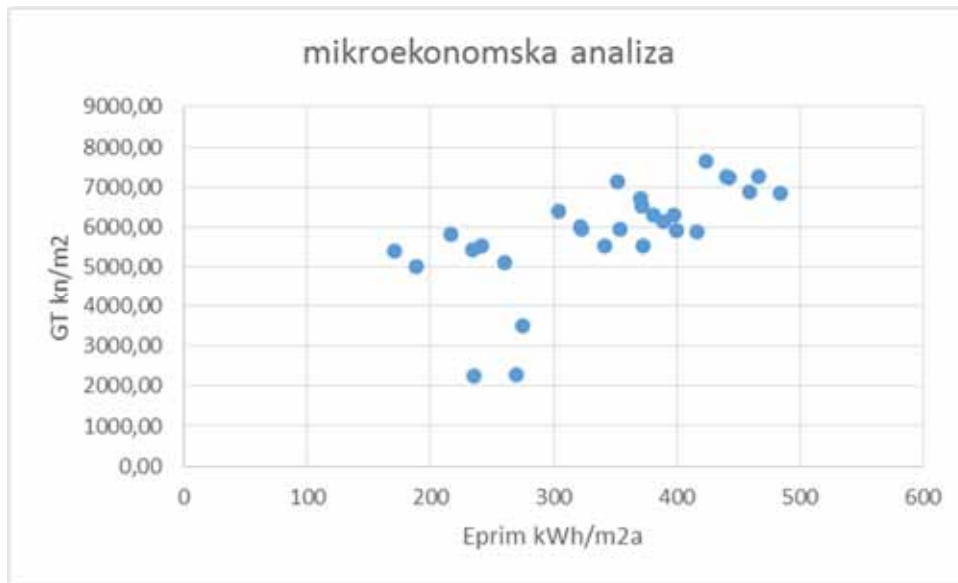
makroekonomska analiza	stopa rasta cijena energije	stopa rasta cijena održavanja	stopa rasta dodatnih troškova	stopa rasta troškova pogona
mikroekonomska analiza	stopa rasta cijena energije	stopa rasta cijena održavanja	stopa rasta dodatnih troškova	stopa rasta troškova pogona

Parametri proračuna koji različito utječu na rezultate makroekonomske i mikroekonomske analize:

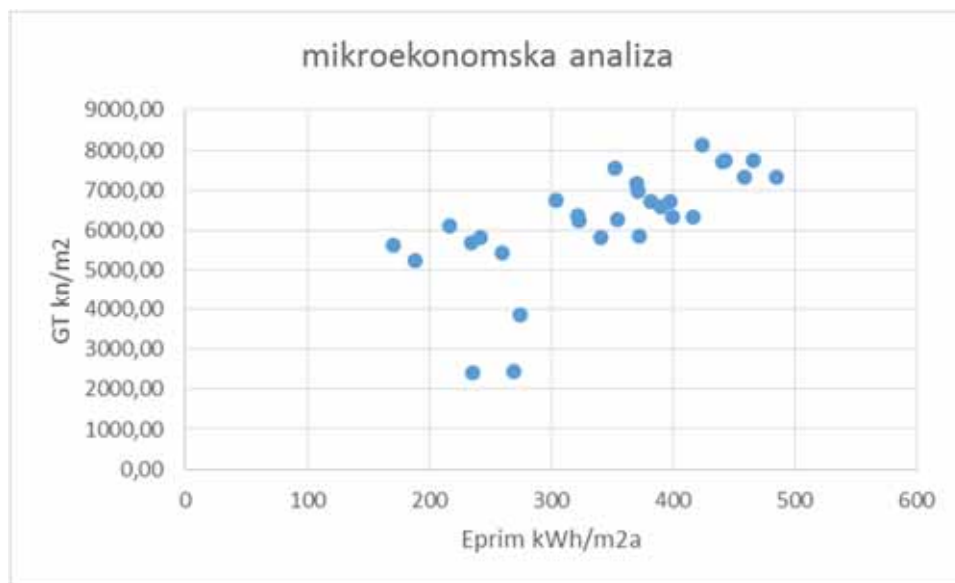
makroekonomska analiza	diskontna stopa	trošak emisija CO ₂
mikroekonomska analiza	tržišna kamatna stopa	stopa inflacije

Analiza osjetljivosti će se provesti prema rezultatima mikroekonomske analize za promjenu stope rasta cijena energije, kamatne stope i stope inflacije, te za promjenu diskontne stope i troška emisija prema rezultatima makroekonomske analize.

Promjena stope rasta cijena energije



Slika 10-3 $R_e=4,2\%$

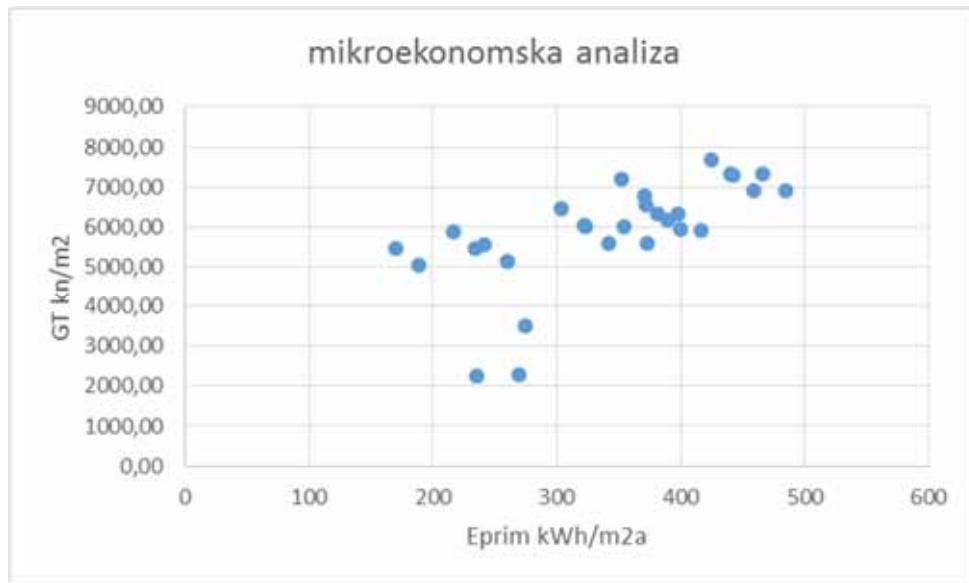


Slika 10-4 $R_e=5,6\%$

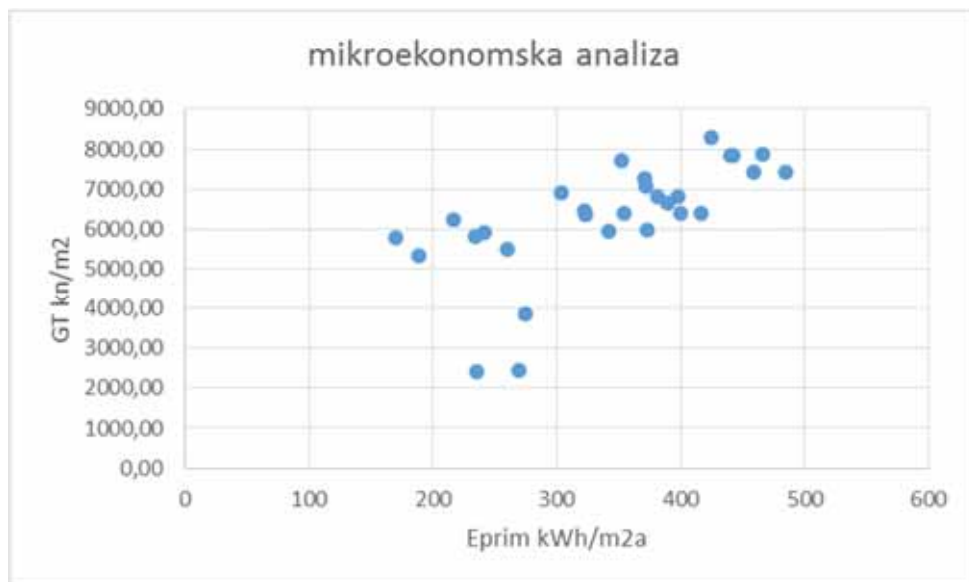
Tablica 10-8 Analiza osjetljivosti na promjenu stope rasta cijena energije

	Re %	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikro	2,8	2	235,34	2110,75	3_PLT	ref	132,10	186,49
mikro	4,2	2	235,34	2245,78	3_PLT	ref	132,10	186,49
mikro	5,6	2	235,34	2404,77	3_PLT	ref	132,10	186,49

Promjena stope inflacije



Slika 10-5 $R_i=1,8\%$

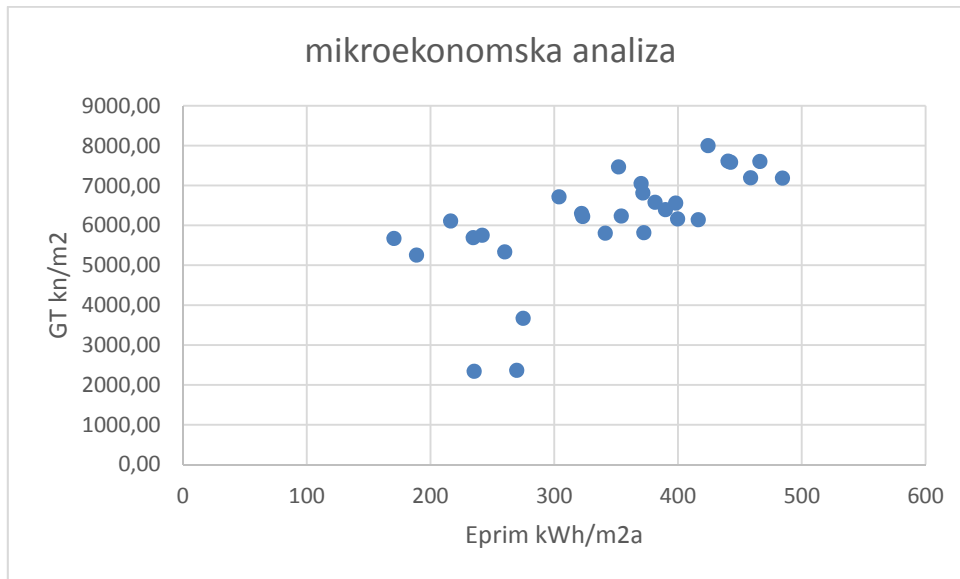


Slika 10-6 $R_i=3,3\%$

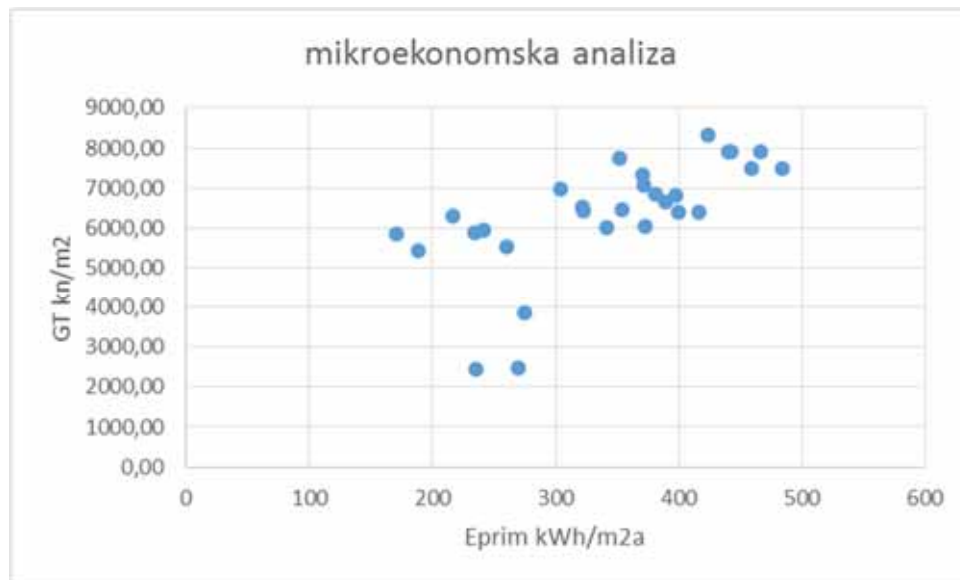
Tablica 10-9 Analiza osjetljivosti na promjenu stope inflacije

	Ri %	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikro	0,3	2	235,34	2110,75	3_PLT	ref	132,10	186,49
mikro	1,8	2	235,34	2251,72	3_PLT	ref	132,10	186,49
mikro	3,3	2	235,34	2420,64	3_PLT	ref	132,10	186,49

Promjena tržišne kamatne stope



Slika 10-7 R=4,5%

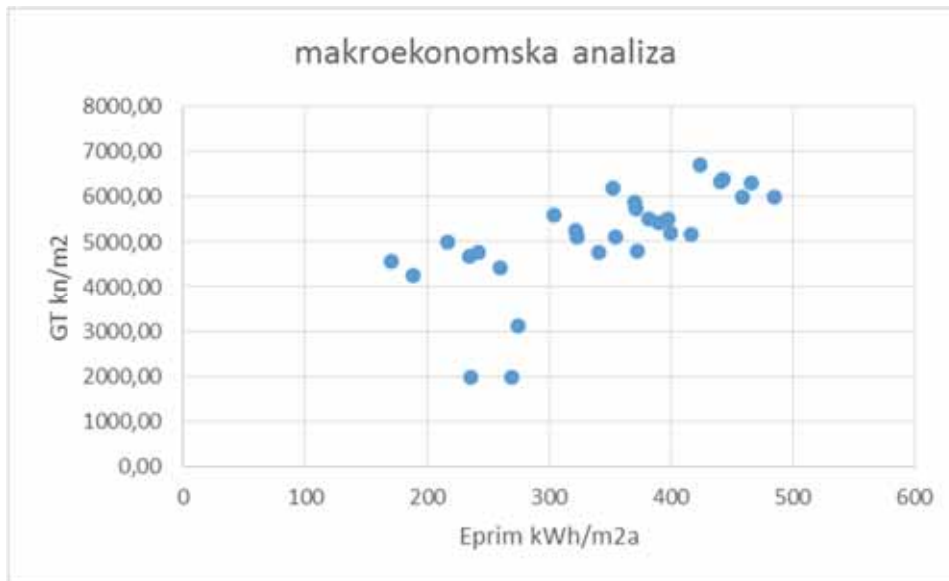


Slika 10-8 R=3,8%

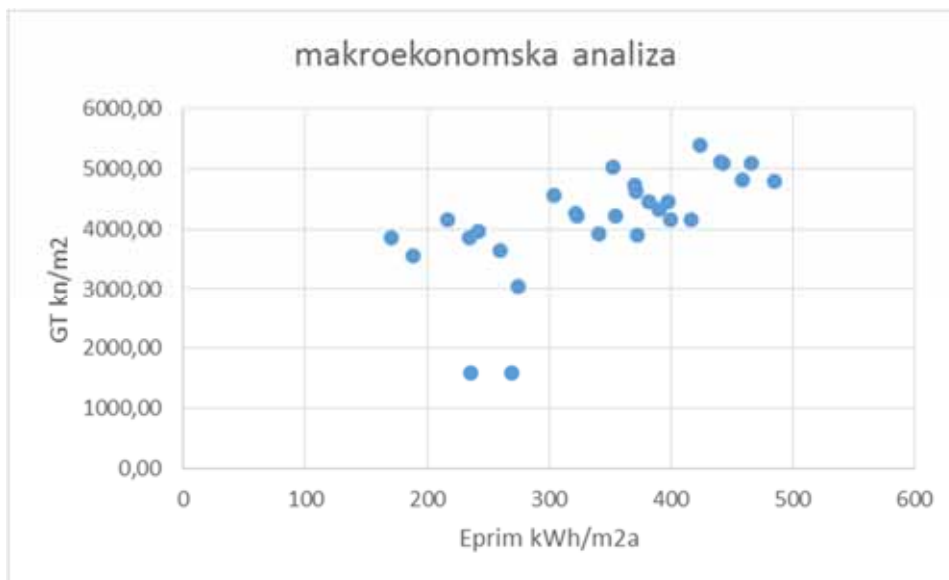
Tablica 10-10 Analiza osjetljivosti na promjenu tržišne kamatne stope

	R %	r.br.	E _{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E _{del} [kWh/m ² a]
mikro	6,6	2	235,34	2110,75	3_PLT	ref	132,10	186,49
mikro	4,5	2	235,34	2337,46	3_PLT	ref	132,10	186,49
mikro	3,8	2	235,34	2428,85	3_PLT	ref	132,10	186,49

Promjena diskontne stope



Slika 10-9 SDR = 5,50% - makro ekonomska analiza

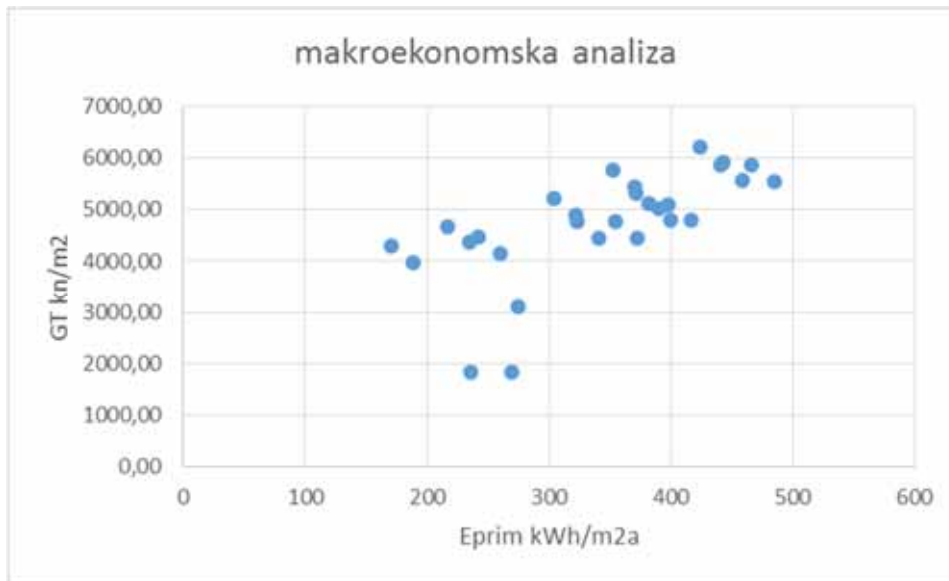


Slika 10-10 SDR = 10,00% makro ekonomska analiza

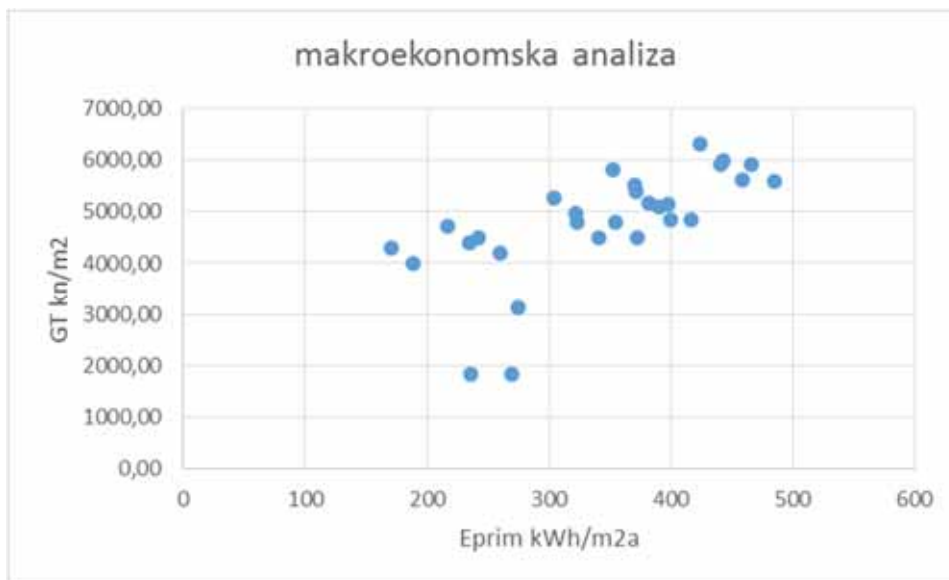
Tablica 10-11 Analiza osjetljivosti na promjenu diskontne stope

makroekonomska kalkulacija	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
Rd=7%	2	235,34	1810,89	3_PLT	ref	132,10	186,49
Rd=5,5%	2	235,34	1959,66	3_PLT	ref	132,10	186,49
Rd=10%	2	235,34	1584,71	3_PLT	ref	132,10	186,49

Trošak CO₂ emisija



Slika 10-11 Trošak CO₂=133%



Slika 10-12 Trošak CO₂=200%

Tablica 10-12 Analiza osjetljivosti na promjenu troška CO₂ emisija

makroekonomska kalkulacija	r.br.	E _{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E _{del} [kWh/m ² a]
100%	2	235,34	1810,89	3_PLT	ref	132,10	186,49
133%	2	235,34	1817,32	3_PLT	ref	132,10	186,49
200%	2	235,34	1830,16	3_PLT	ref	132,10	186,49

11. ZGRADA IZGRAĐENA OD 1971. DO 2005. GODINE – PRIMORSKA HRVATSKA

11.1.1. Opis zgrade

Vanjski zidovi zgrade su armiranom betonski, s unutarnjim obzidom saćastom opekom, a vanjskom oblogom kontaktnom fasadom s 2 cm debljine TI.

Zidovi pratećih prostora dvorane su armirano betonski, s 2 cm toplinske izolacije u kontaktnoj fasadi; te žbukani produžnom žbukom s unutarnje strane.

Krovna konstrukcija dvorane je od čeličnih panela s toplinskom izolacijom mineralnom vunom debljine 4 cm. Na pratećim prostorima konstrukcija je armirano betonska, s TI od EPS debljine 4 cm i bitumenskom hidroizolacijom.

Podovi na tlu su izvedeni kao drveni pod s međuprostorom 7,5 cm, na bitumenskoj hidroizolaciji i donjoj betonskoj podlozi. Završna obrada poda dvorane je parket. Pod pratećih prostora je betonski s bitumenskom hidroizolacijom ispod gornje betonske podloge, te završnom obradom keramičkim pločicama. U podovima nije izvedena toplinska izolacija.

Prozori i ostakljene konstrukcije su drveni i aluminijski s izo staklom, koeficijenta prolaska topline prozora U_w 5,20 W/m²K

Predmetna zgrada koristi EL LU kao energent za grijanje. Priprema ogrjevnog medija (topla voda) za grijanje se odvija u kotlovnici koja je sastavni zgrade. U kotlovnici je instaliran standardni uljni kotao, razdjelnik i sabirnik sa crpkama za distribuciju ogrjevnog medija, ekspanzijska posuda te elektroupravljački ormar sa automatskom regulacijom rada kotla. Za potrebe uljnog gospodarstva je instaliran spremnik EL LU.

Za zagrijavanje predmetne zgrade se koristi grijanje s radiatorima kao ogrjevnim tijelima. Radijatori su smješteni na vanjskim zidovima i instalirani bez termostatskih ventila. Razvod sustava grijanja prolazi kroz grijane i negrijane prostore. Cijevni razvod sustava grijanja je ne balansiran, napravljen je od bešavnih čeličnih cijevi i izoliranih toplinskom izolacijom.

U zgradi je instaliran sustav mehaničke ventilacije. Za potrebe ventilacije su instalirane ventilacijske jedinice s integriranim visokoučinkovitim pločastim rekuperatorom (stupanj rekuperacije 70%). Distribucija zrak se vrši zračnim kanalima i pripadajućim odsisnim/tlačnim rešetkama.

U predmetnoj zgradi nisu instalirani sustavi hlađenja.

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

proračun	proračun izvršen prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama te Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prema HRN EN ISO 13790; Algoritmu za određivanje energijskih
----------	--

	zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama: Sustavi kogeneracije, sustavi daljinskog grijanja, fotonaponski sustavi; Sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode; Proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade; Energijski zahtjevi za rasvjetu.			
	faktori konverzije primarne energije	CTS	1,5230	
		prirodni plin	1,0970	
		UNP	1,1620	
		LU	1,1320	
		peleti	1,1910	
		sječka	1,2110	
		električna energija	1,6140	
		solarna	0,0000	
meteorološki uvjeti	lokacija	Split Marjan 43°31' N 16°26' E		
	stupanj dani grijanja	1437,7	HDD	
	stupanj dani hlađenja	191,02	CDD	
	izvor meteoroloških podataka	nacionalni mjesečni podaci; nacionalni satni podaci za referentnu klimu primorska i kontinentalna Hrvatska		
	opis terena	predgrađa, bez utjecaja susjednih zgrada		
geometrija zgrade	duljina x širina x visina		m x m x m	
	ploština korisne površine	3816,00	m ²	
	broj etaža	2	-	
	faktor oblika	0,29	m ² /m ³	
	udio prozora u ukupnoj vanjskoj ovojnici	sjever	83,00	m ²
		istok	162,00	m ²
		jug	173,40	m ²
zapad		162,00	m ²	
orijentacija	180	°		
unutarnji dobici	namjena	zgrada sportskih dvorana		
	prosječni toplinski dobici od korisnika	6	W/m ²	
	specifična električna snaga sustava rasvjete	15,86	W/m ²	
	specifična električna snaga električne opreme	-	W/m ²	
građevni dijelovi	prosječni koeficijent prolaska topline zidova	1,80	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline krova	0,79	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline podruma	1,80	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline prozora	5,20	W/m ² K	
	toplinski mostovi	ukupna duljina	199,70	m
		prosječni linijski koeficijent prolaska topline	0,4	W/mK
		ukupni toplinski kapacitet za zgradu J/m ² K	992,16	MJ/K
		toplinski kapacitet prema jedinici površine	260.000,00	J/m ² K
	vrsta zasjenjenja	grilje ili rolete		
	prosječni g-faktor	ostakljenje	0,87	-
		ostakljenje + zasjenjenje	0,26	-
	infiltracija	0,7	1/h	
	tehnički sustavi	ventilacija	broj izmjena zraka u satu	-
stupanj povrata topline			-	%
efikasnost sustava grijanja		proizvodnja	87,05	%
		razvod	93,74	%
		emisija	89,00	%
		upravljanje	0,00	%
efikasnost sustava hlađenja		proizvodnja	100,00	%
		razvod	87,57	%
		emisija	90,01	%
		upravljanje	-	%
efikasnost sustava pripreme PTV	proizvodnja	-	%	

		razvod	-	%
postavne temperature i režimi korištenja	postavna temperatura	zimi	18	°C
		ljeti	26	°C
	postavna vlažnost	zimi	-	%
		ljeti	-	%
	režimi korištenja i upravljanje	zaposjednutost	17h, 6 dana	
		rasvjeta	17h, 6 dana	
		uređaji	17h, 6 dana	
		ventilacija	17h, 6 dana	
		grijanje	17h, 6 dana	
		hlađenje	17h, 6 dana	
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		290113,44	kWh/a
	potrebna energija za hlađenje		219665,68	kWh/a
	potrebna energija za PTV		0,00	kWh/a
	potrebna energija za ostale potrebe (ovlaživanje, odvlaživanje)		-	kWh/a
	korisna energija za ventilaciju		573,09	kWh/a
	korisna energija za rasvjetu		101845,61	kWh/a
	korisna energija za ostalo (uređaji, vanjska rasvjeta, pomoćni sustavi, itd.)		2630,16	kWh/a
	proizvodnja energije na lokaciji	toplinska energija iz obnovljivih izvora (npr. solarni kolektori)		
električna energija proizvedena u zgradi i korištena na lokaciji				kWh/a
električna energija proizvedena u zgradi i izvezena na tržište				kWh/a
potrošnja energije	isporučena energija	CTS	0,00	kWh/a
		prirodni plin	0,00	kWh/a
		UNP	0,00	kWh/a
		LU	459.924,97	
		peleti	0,00	
		sječka	0,00	
		električna energija	336.531,89	
	primarna energija / po energentima	CTS	0,00	kWh/a
		prirodni plin	0,00	
		UNP	0,00	
		LU	520.635,06	
		peleti	0,00	
		sječka	0,00	
		električna energija	543.162,47	
primarna energija ukupno		1.063.797,53	kWh/a	
primarna energija specifična		278,77	kWh/m ² a	

Tablica 11-2 Pregled oznaka mjera u tablici kombinacija

vanjska ovojnica	
ref	referentno stanje vanjske ovojnice prema razdoblju gradnje – razina toplinske izolacije određena je minimalnim zahtjevima regulative ukoliko je bila ograničena, ili prema uobičajenim konstrukcijama i konstruktivnim materijalima vanjske ovojnice
1st	obnova vanjske ovojnice provedena na način da se zadovolje zahtjevi važećeg tehničkog propisa u pogledu ukupne potrebne toplinske energije za grijanje – za konstrukcije dopustivo odstupanje od zahtjeva propisa. Rješenje odgovara trenutnom energetskom razredu C prema važećem propisu za energetska certifikaciju zgrada

2st	obnova vanjske ovojnice na razini energetskog razreda B prema važećem propisu za energetsku certifikaciju zgrada. Dopušteno odstupanje pojedinačnih konstrukcija od zahtjeva važećih propisa.
3st	obnova vanjske ovojnice na razini energetskog razreda A ili A+. Ne obnavljaju se konstrukcije kod kojih udio troška rekonstrukcije višestruko premašuje vrijednost onog dijela konstrukcije koji utječe na toplinske gubitke (npr. podovi na tlu)
sustavi grijanja	
0-peci	referentni sustav - lokalno grijanje električnim grijalicama
0-PP	referentni sustav prirodni plin – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV standardnim toplovodnim kotlom, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila, energent je prirodni plin
0-LU	referentni sustav loživo ulje – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV standardnim toplovodnim kotlom, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila,, energent je EL LU
0-DT	referentni sustav dizalica topline– centralna priprema ogrjevnog medija (voda) za grijanje i PTV, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
0-CTS	referentni sustav daljinskog grijanja - jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV, spiralni izmjenjivač topline, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila.
1-CTS	daljinsko grijanje - jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV, spiralni izmjenjivač topline, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima.
2-PP	prirodni plin/UNP – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima, energent je prirodni plin/UNP
2-UNP	prirodni plin/UNP – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima, energent je prirodni plin/UNP
3-PLT	peleti – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima, energent su paleti
4-DT_t	dizalica topline voda-zemlja, centralna priprema ogrjevno/rashladnog medija (voda) za grijanje/PTV i hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
4-DT_z	dizalica topline voda-zrak, centralna priprema ogrjevno/rashladnog medija (voda) za grijanje/PTV i hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
5-VRV	VRV sustav
sustavi hlađenja	
0-split	lokalno hlađenje split/multisplit uređajima, energent je električna energija
1-CHI	centralni rashladni sustav-centralna priprema rashladnog medija za hlađenje (hladna voda), balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima energent je električna energija
5-VRV	VRV
4-DT_t	dizalica topline voda-zemlja, centralna priprema rashladnog medija (voda) za hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
4_DT_z	dizalica topline voda-zrak, centralna priprema rashladnog medija (voda) za hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
sustavi ventilacije	
V0	prirodna ventilacija
V1	mehanička ventilacija s djelomičnim (70%) povratom topline
V2	prirodna i mehanička bez povrata topline
ogrjevna tijela	
1-RAD	radijatori
2-VK	ventilokonvektori

3-KK	klima komora
solarni sustav za pripremu PTV	
S0	nije ugrađen
S1	ugrađen solarni sustav za pripremu PTV
fotonaponski sustav	
FN0	nije ugrađen fotonaponski sustav
FN1	ugrađen fotonaponski sustav

Tablica 11-3 Primijenjene kombinacije mjera u troškovno optimalnoj analizi (tablica 4 prema predlošku izvješća)

kombinacije mjera	vanjska ovojnica	grijanje	hlađenje	ventilacija	solarni kolektori za pripremu PTV	rasvjeta	fotonaponski sustav	Q ^{"H,nd} [kWh/m2a]	QW [kWh/m2a]	Q _{res} [kWh/m2a]	E _L [kWh/m2a]
0	ref	0_LU	CHI	V0	S0	R0	FN0	76,03	0	0	27
1	ref	1_CTS	CHI	V1	S0	R0	FN0	60,33	0	0	27
2	ref	3_PLT	CHI	V1	S0	R0	FN0	60,33	0	0	27
3	1st	0_LU	CHI	V0	S0	R1	FN0	59,77	0	0	15
4	1st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN0	57,18	0	0	15
5	1st	2_UNP	CHI	V1	S0	R1	FN0	57,18	0	0	15
6	1st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN0	57,18	0	0	15
7	1st	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R1	FN0	57,18	0	48	15
8	2st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN0	42,76	0	0	15
9	2st	2_UNP	CHI	V1	S0	R1	FN0	42,76	0	0	15
10	2st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN0	42,76	0	0	15
11	2st	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R1	FN0	42,76	0	37	15
12	3st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN0	29,56	0	0	15
13	3st	2_UNP	CHI	V1	S0	R1	FN0	29,56	0	0	15
14	3st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN0	29,56	0	0	15
15	3st	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R1	FN0	29,56	0	27	15
16	1st	0_LU	CHI	V0	S0	R1	FN1	59,77	0	0	15
17	1st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN1	57,18	0	0	15
18	1st	2_UNP	CHI	V1	S0	R1	FN1	57,18	0	0	15
19	1st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN1	57,18	0	0	15
20	1st	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R1	FN1	57,18	0	48	15
21	2st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN1	42,76	0	0	15
22	2st	2_UNP	CHI	V1	S0	R1	FN1	42,76	0	0	15
23	2st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN1	42,76	0	0	15
24	2st	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R1	FN1	42,76	0	37	15
25	3st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN1	29,56	0	0	15
26	3st	2_UNP	CHI	V1	S0	R1	FN1	29,56	0	0	15
27	3st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN1	29,56	0	0	15
28	3st	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R1	FN1	29,56	0	27	15

Tablica 11-4 Proračun primarne energije po kombinacijama mjera energetske učinkovitosti (tablica 5 prema predlošku izvješća)

mjera / paket mjera / varijanta mjera	potrebna energija [kWh/a]		korisna 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	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET	SOLAR			RES
0	290113	219666	290113	219666	573	0	101846	0	0	0	336532	459925	0	0	0	278,77	0%
1	230235	95958	230235	95958	6065	0	101846	290149	0	0	228821	0	0	0	0	212,58	24%
2	230235	95958	230235	95958	6065	0	101846	0	0	0	229056	0	314297	0	0	194,97	30%
3	228066	215348	228066	215348	1741	0	58412	0	0	0	300528	377727	0	0	0	239,16	14%
4	218194	211247	218194	211247	-34161	0	58412	257237	0	0	451828	0	0	0	0	293,77	-5%
5	218194	211247	218194	211247	-34161	0	58412	0	0	248513	452118	0	0	0	0	266,90	4%
6	218194	211247	218194	211247	-34161	0	58412	0	0	0	452115	0	277406	0	0	277,81	0%
7	218194	211247	218194	211247	-34161	0	58412	0	0	0	449877	0	0	0	181501	190,28	32%
8	163160	208259	163160	208259	-32360	0	58412	212058	0	0	462619	0	0	0	0	280,30	-1%
9	163160	208259	163160	208259	-32360	0	58412	0	0	205292	462866	0	0	0	0	258,28	7%
10	163160	208259	163160	208259	-32360	0	58412	0	0	0	462864	0	229437	0	0	267,38	4%
11	163160	208259	163160	208259	-32360	0	58412	0	0	0	461468	0	0	0	140601	195,18	30%
12	112792	187284	112792	187284	-30243	0	58412	158276	0	0	299430	0	0	0	0	189,81	32%
13	112792	187284	112792	187284	-30243	0	58412	0	0	152386	299618	0	0	0	0	173,13	38%
14	112792	187284	112792	187284	-30243	0	58412	0	0	0	299622	0	170507	0	0	179,94	35%
15	112792	187284	112792	187284	-30243	0	58412	0	0	0	299272	0	0	0	101597	126,58	55%
16	228066	215348	228066	215348	1741	0	58412	0	0	0	277824	377727	0	0	22704	229,56	18%
17	218194	211247	218194	211247	-34161	0	58412	257237	0	0	429124	0	0	0	22704	284,17	-2%
18	218194	211247	218194	211247	-34161	0	58412	0	0	248513	429414	0	0	0	22704	257,30	8%
19	218194	211247	218194	211247	-34161	0	58412	0	0	0	429411	0	277406	0	22704	268,20	4%
20	218194	211247	218194	211247	-34161	0	58412	0	0	0	427173	0	0	0	204205	180,68	35%
21	163160	208259	163160	208259	-32360	0	58412	212058	0	0	439915	0	0	0	22704	270,70	3%
22	163160	208259	163160	208259	-32360	0	58412	0	0	205292	440162	0	0	0	22704	248,68	11%
23	163160	208259	163160	208259	-32360	0	58412	0	0	0	440160	0	229437	0	22704	257,78	8%
24	163160	208259	163160	208259	-32360	0	58412	0	0	0	438764	0	0	0	163305	185,58	33%
25	112792	187284	112792	187284	-30243	0	58412	158276	0	0	276726	0	0	0	22704	180,21	35%
26	112792	187284	112792	187284	-30243	0	58412	0	0	152386	276914	0	0	0	22704	163,52	41%
27	112792	187284	112792	187284	-30243	0	58412	0	0	0	276918	0	170507	0	22704	170,34	39%
28	112792	187284	112792	187284	-30243	0	58412	0	0	0	276568	0	0	0	124301	116,98	58%

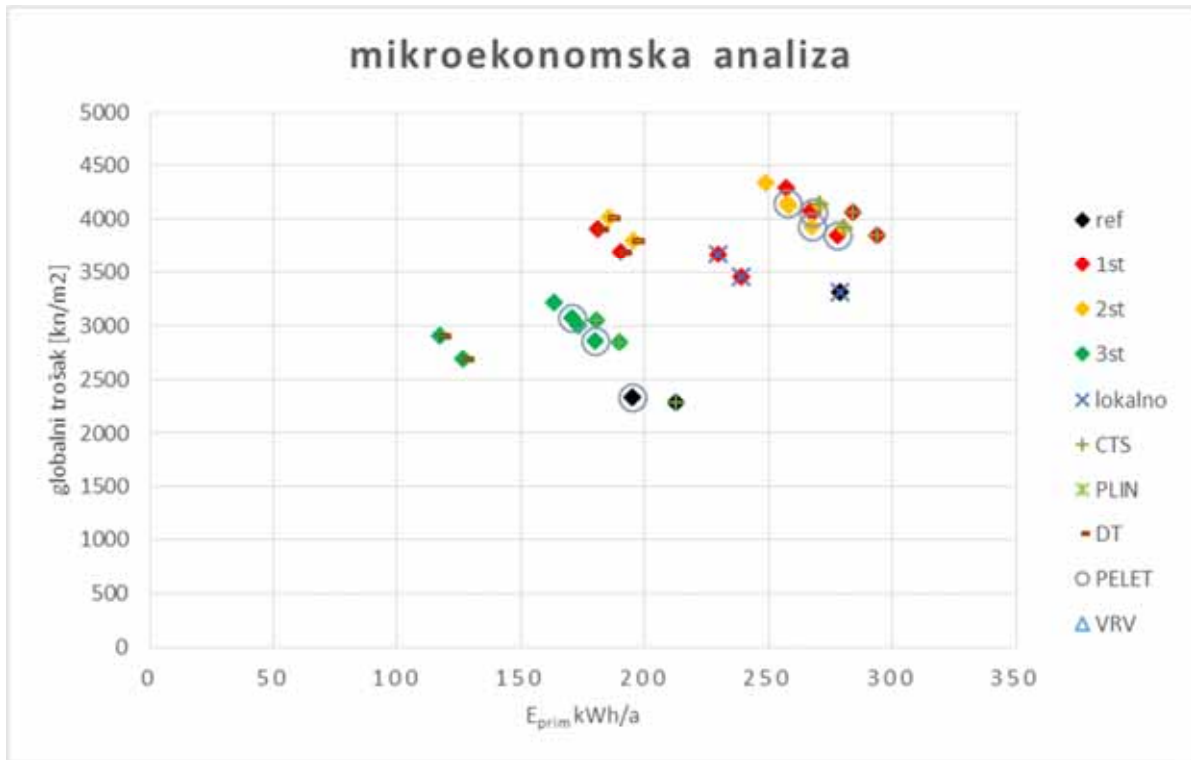
Tablica 11-5 Mikroekonomska (financijska) analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

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)	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET					
0	3.917.099	56.477	5.648	0	0	0	0	329.801	326.547	0	1.033.004	5,91	30	0	12.668.437
1	3.731.374	51.370	5.137	0	123.313	0	0	224.245	0	0	946.188	5,91	30	0	8.740.905
2	3.973.974	58.042	5.804	0	0	0	0	224.474	0	104.779	1.108.171	5,91	30	0	8.898.935
3	5.209.519	66.828	6.683	0	0	0	0	294.517	268.186	0	1.551.025	5,91	30	0	13.214.274
4	6.261.331	95.753	9.575	0	109.326	0	0	442.792	0	0	2.232.775	5,91	30	0	14.692.591
5	6.455.869	101.103	10.110	0	0	0	159.048	443.076	0	0	2.325.675	5,91	30	0	15.572.729
6	6.391.556	99.334	9.933	0	0	0	0	443.073	0	92.480	2.320.009	5,91	30	0	14.697.799
7	6.714.769	108.223	10.822	0	0	0	0	440.880	0	0	2.501.275	5,91	30	0	14.101.534
8	6.650.250	97.118	9.712	0	90.125	0	0	453.367	0	0	2.248.546	5,91	30	0	14.975.823
9	6.848.412	102.567	10.257	0	0	0	131.387	453.609	0	0	2.343.613	5,91	30	0	15.760.904
10	6.784.100	100.799	10.080	0	0	0	0	453.606	0	76.488	2.337.946	5,91	30	0	15.024.013
11	7.029.062	107.535	10.754	0	0	0	0	452.238	0	0	2.450.046	5,91	30	0	14.517.132
12	5.370.875	61.935	6.194	0	67.267	0	0	293.441	0	0	1.457.296	5,91	30	0	10.849.429
13	5.537.912	66.529	6.653	0	0	0	97.527	293.625	0	0	1.531.613	5,91	30	0	11.455.644
14	5.502.350	65.551	6.555	0	0	0	0	293.629	0	56.843	1.545.113	5,91	30	0	10.931.347
15	5.500.812	65.508	6.551	0	0	0	0	293.286	0	0	1.488.463	5,91	30	0	10.292.224
16	5.855.144	66.828	6.683	0	0	0	0	272.267	268.186	0	1.852.900	5,91	30	0	14.021.441
17	6.906.956	95.753	9.575	0	109.326	0	0	420.542	0	0	2.534.650	5,91	30	0	15.499.758
18	7.101.494	101.103	10.110	0	0	0	159.048	420.826	0	0	2.627.550	5,91	30	0	16.379.896
19	7.037.181	99.334	9.933	0	0	0	0	420.823	0	92.480	2.621.884	5,91	30	0	15.504.965
20	7.360.394	108.223	10.822	0	0	0	0	418.630	0	0	2.803.150	5,91	30	0	14.908.701
21	7.295.875	97.118	9.712	0	90.125	0	0	431.117	0	0	2.550.421	5,91	30	0	15.782.990
22	7.494.037	102.567	10.257	0	0	0	131.387	431.359	0	0	2.645.488	5,91	30	0	16.568.070
23	7.429.725	100.799	10.080	0	0	0	0	431.356	0	76.488	2.639.821	5,91	30	0	15.831.180
24	7.674.687	107.535	10.754	0	0	0	0	429.988	0	0	2.751.921	5,91	30	0	15.324.299
25	6.016.500	61.935	6.194	0	67.267	0	0	271.191	0	0	1.759.171	5,91	30	0	11.656.596
26	6.183.537	66.529	6.653	0	0	0	97.527	271.375	0	0	1.833.488	5,91	30	0	12.262.811
27	6.147.975	65.551	6.555	0	0	0	0	271.379	0	56.843	1.846.988	5,91	30	0	11.738.514
28	6.146.437	65.508	6.551	0	0	0	0	271.036	0	0	1.790.338	5,91	30	0	11.099.391

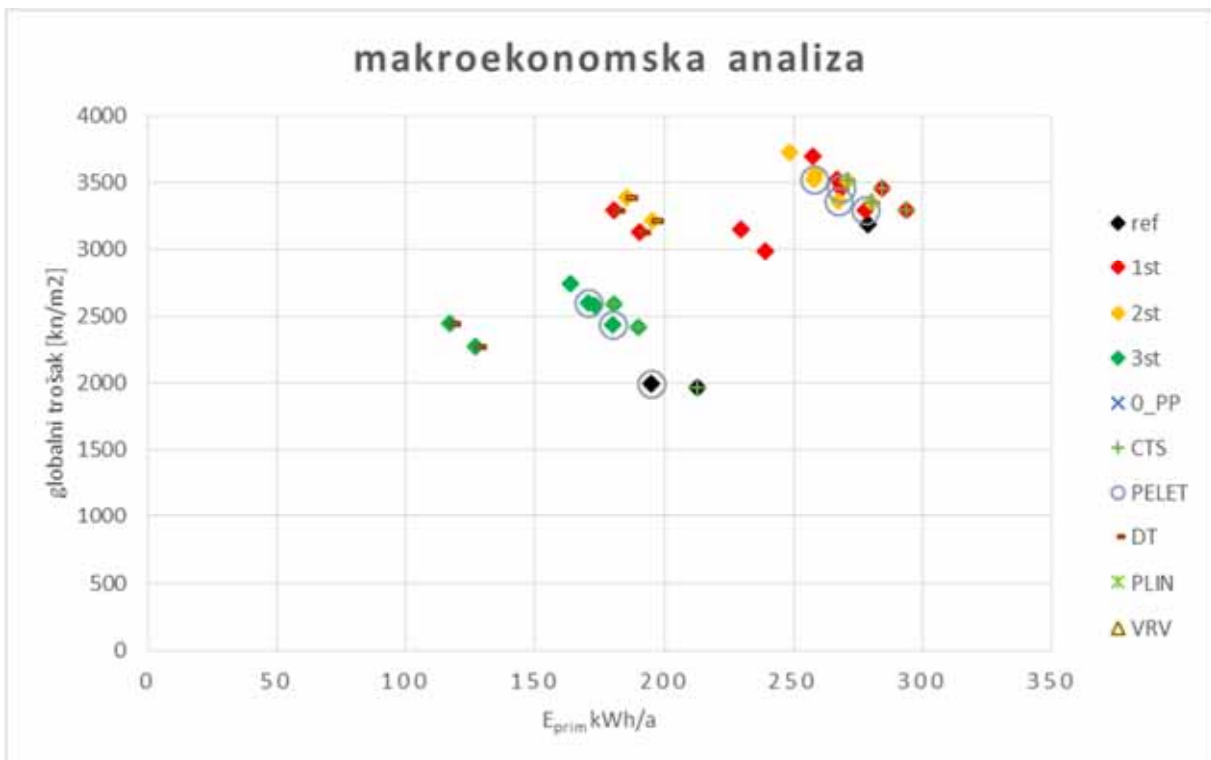
Tablica 11-6 Makroekonomska analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

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)	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET						
0	3.133.679	45.182	4.518	0	0	0	0	314.533	261.237	0	171.815	826.403	7,00	30	0	12.156.676
1	2.985.099	41.096	4.110	0	98.651	0	0	206.823	0	0	91.913	756.950	7,00	30	0	7.513.033
2	3.179.179	46.433	4.643	0	0	0	0	207.057	0	83.823	107.548	886.537	7,00	30	0	7.624.030
3	4.167.615	53.463	5.346	0	0	0	0	287.911	214.549	0	134.683	1.240.820	7,00	30	0	11.398.334
4	5.009.065	76.603	7.660	0	87.461	0	0	439.211	0	0	169.010	1.786.220	7,00	30	0	12.574.873
5	5.164.695	80.882	8.088	0	0	0	127.239	439.501	0	0	292.593	1.860.540	7,00	30	0	13.465.743
6	5.113.245	79.468	7.947	0	0	0	0	439.498	0	73.984	182.838	1.856.007	7,00	30	0	12.567.107
7	5.371.815	86.578	8.658	0	0	0	0	437.260	0	0	168.171	2.001.020	7,00	30	0	11.937.394
8	5.320.200	77.694	7.769	0	72.100	0	0	450.002	0	0	172.876	1.798.837	7,00	30	0	12.794.800
9	5.478.730	82.054	8.205	0	0	0	105.110	450.249	0	0	274.968	1.874.890	7,00	30	0	13.576.588
10	5.427.280	80.639	8.064	0	0	0	0	450.246	0	61.191	184.315	1.870.357	7,00	30	0	12.823.210
11	5.623.250	86.028	8.603	0	0	0	0	448.851	0	0	172.373	1.960.037	7,00	30	0	12.291.552
12	4.296.700	49.548	4.955	0	53.814	0	0	286.812	0	0	115.691	1.165.837	7,00	30	0	9.223.093
13	4.430.330	53.223	5.322	0	0	0	78.022	287.001	0	0	191.474	1.225.290	7,00	30	0	9.821.399
14	4.401.880	52.441	5.244	0	0	0	0	287.005	0	45.474	124.195	1.236.090	7,00	30	0	9.279.872
15	4.400.650	52.407	5.241	0	0	0	0	286.655	0	0	115.611	1.190.770	7,00	30	0	8.679.826
16	4.684.115	53.463	5.346	0	0	0	0	287.911	214.549	0	134.683	1.482.320	7,00	30	0	12.031.497
17	5.525.565	76.603	7.660	0	87.461	0	0	439.211	0	0	169.010	2.027.720	7,00	30	0	13.208.036
18	5.681.195	80.882	8.088	0	0	0	127.239	439.501	0	0	292.593	2.102.040	7,00	30	0	14.098.905
19	5.629.745	79.468	7.947	0	0	0	0	439.498	0	73.984	182.838	2.097.507	7,00	30	0	13.200.270
20	5.888.315	86.578	8.658	0	0	0	0	437.260	0	0	168.171	2.242.520	7,00	30	0	12.570.557
21	5.836.700	77.694	7.769	0	72.100	0	0	450.002	0	0	172.876	2.040.337	7,00	30	0	13.427.963
22	5.995.230	82.054	8.205	0	0	0	105.110	450.249	0	0	274.968	2.116.390	7,00	30	0	14.209.751
23	5.943.780	80.639	8.064	0	0	0	0	450.246	0	61.191	184.315	2.111.857	7,00	30	0	13.456.372
24	6.139.750	86.028	8.603	0	0	0	0	448.851	0	0	172.373	2.201.537	7,00	30	0	12.924.714
25	4.813.200	49.548	4.955	0	53.814	0	0	286.812	0	0	115.691	1.407.337	7,00	30	0	9.856.255
26	4.946.830	53.223	5.322	0	0	0	78.022	287.001	0	0	191.474	1.466.790	7,00	30	0	10.454.562
27	4.918.380	52.441	5.244	0	0	0	0	287.005	0	45.474	124.195	1.477.590	7,00	30	0	9.913.035
28	4.917.150	52.407	5.241	0	0	0	0	286.655	0	0	115.611	1.432.270	7,00	30	0	9.312.989

11.1.2. Troškovno optimalna analiza – rezultati



Slika 11-1 Rezultati troškovno optimalne analize - mikroekonomska analiza



Slika 11-2 Rezultati troškovno optimalne analize - makroekonomska analiza

Troškovno optimalna razina za zgradu građenu između 1971. i 2005. godine iznosi $E_{prim}=212,58 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

Tablica 11-7 Troškovno optimalna razina – mikroekonomska i makroekonomska kalkulacija

	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikroekonomska kalkulacija	1	212,58	2290,59	1_CTS	ref	112,17	136,00
makroekonomska kalkulacija	1	212,58	1968,82	1_CTS	ref	112,17	136,00

11.1.3. Analiza osjetljivosti

Promjena ulaznih vrijednosti mikroekonomske i makroekonomske analize utječu na troškovno optimalnu razinu. Budući da se promjena nekih parametara na jednak način očituje u rezultatima obje analiza, nepotrebno je provesti analizu osjetljivosti na sve parametre na mikroekonomskim i makroekonomskim proračunima.

Parametri proračuna koji identično utječu na rezultate proračuna mikroekonomske i makroekonomske analize:

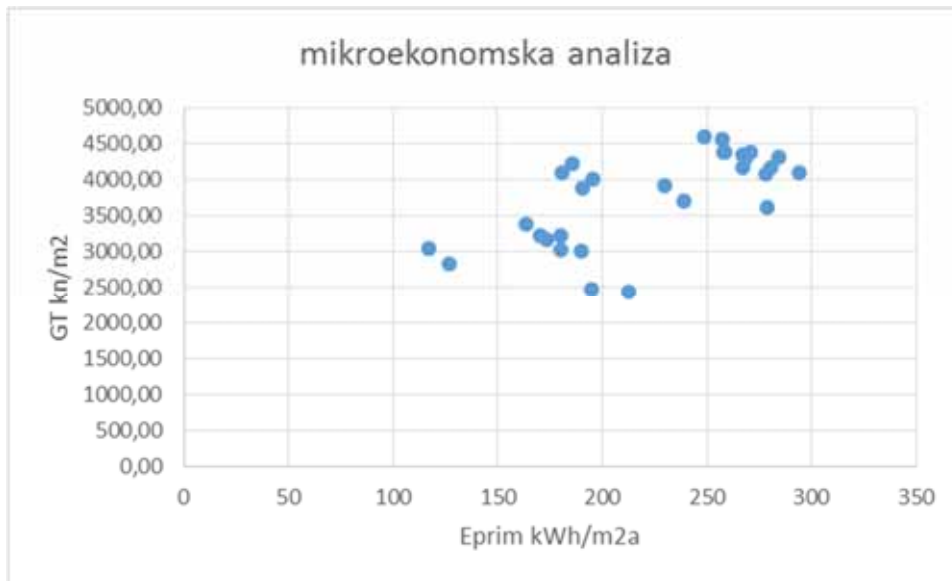
makroekonomska analiza	stopa rasta cijena energije	stopa rasta cijena održavanja	stopa rasta dodatnih troškova	stopa rasta troškova pogona
mikroekonomska analiza	stopa rasta cijena energije	stopa rasta cijena održavanja	stopa rasta dodatnih troškova	stopa rasta troškova pogona

Parametri proračuna koji različito utječu na rezultate makroekonomske i mikroekonomske analize:

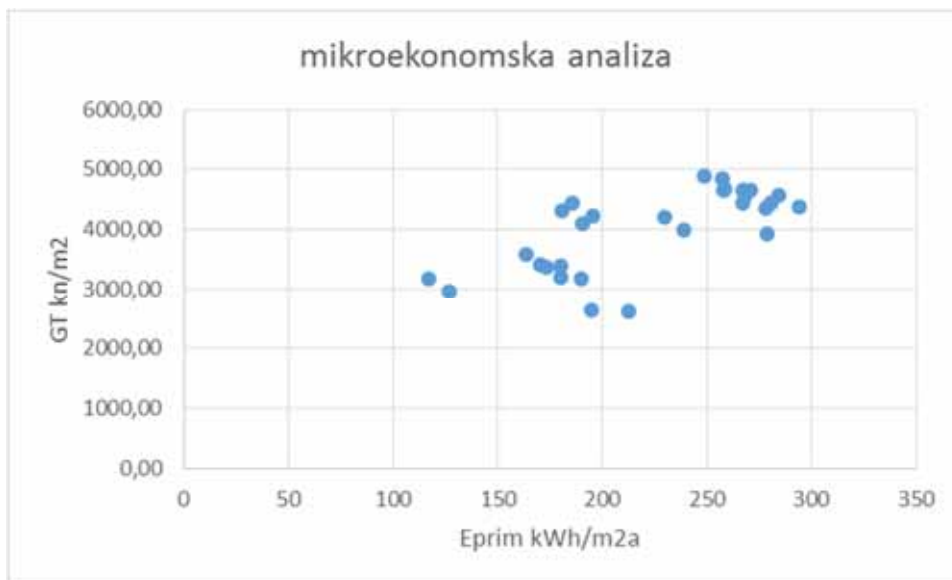
makroekonomska analiza	diskontna stopa	trošak CO_2 emisija
mikroekonomska analiza	tržišna kamatna stopa	stopa inflacije

Analiza osjetljivosti će se provesti prema rezultatima mikroekonomske analize za promjenu stope rasta cijena energije, kamatne stope i stope inflacije, te za promjenu diskontne stope i troška emisija prema rezultatima makroekonomske analize.

Promjena stope rasta cijena energije



Slika 11-3 $R_e=4,2\%$

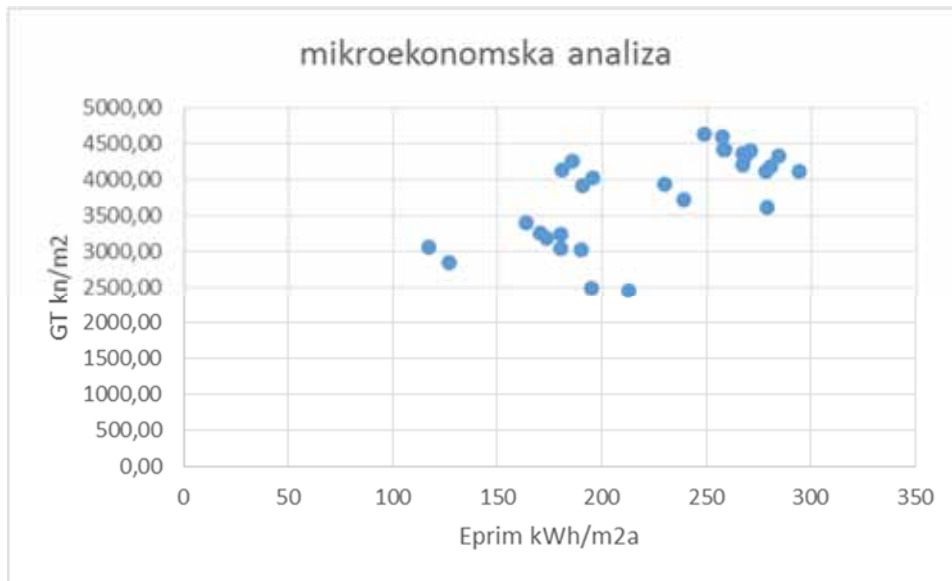


Slika 11-4 $R_e=5,6\%$

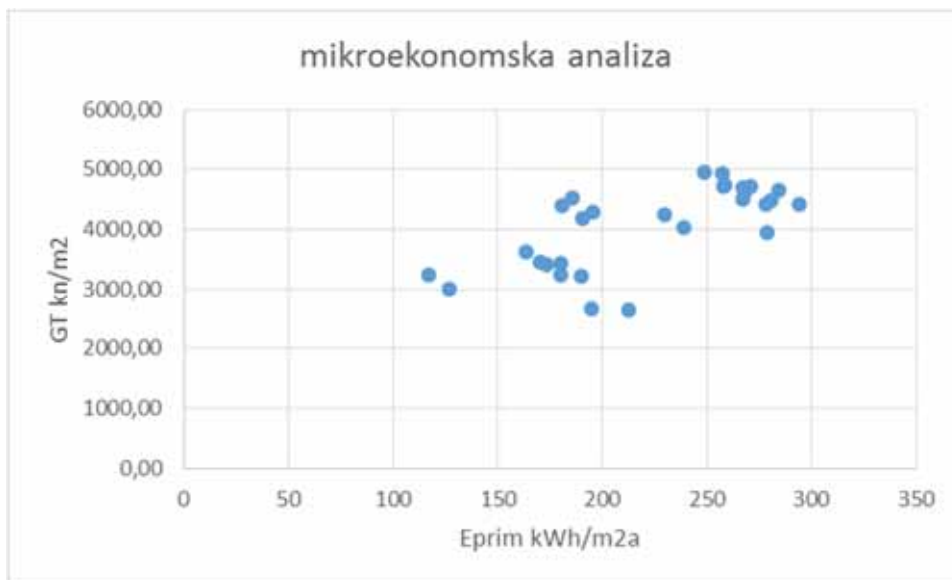
Tablica 11-8 Analiza osjetljivosti na promjenu stope rasta cijena energije

	Re %	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikro	2,8	1	212,58	2290,59	1_CTS	ref	112,17	136,00
mikro	4,2	1	212,58	2439,83	1_CTS	ref	112,17	136,00
mikro	5,6	1	212,58	2615,55	1_CTS	ref	112,17	136,00

Promjena stope inflacije



Slika 11-5 $R_i=1,8\%$

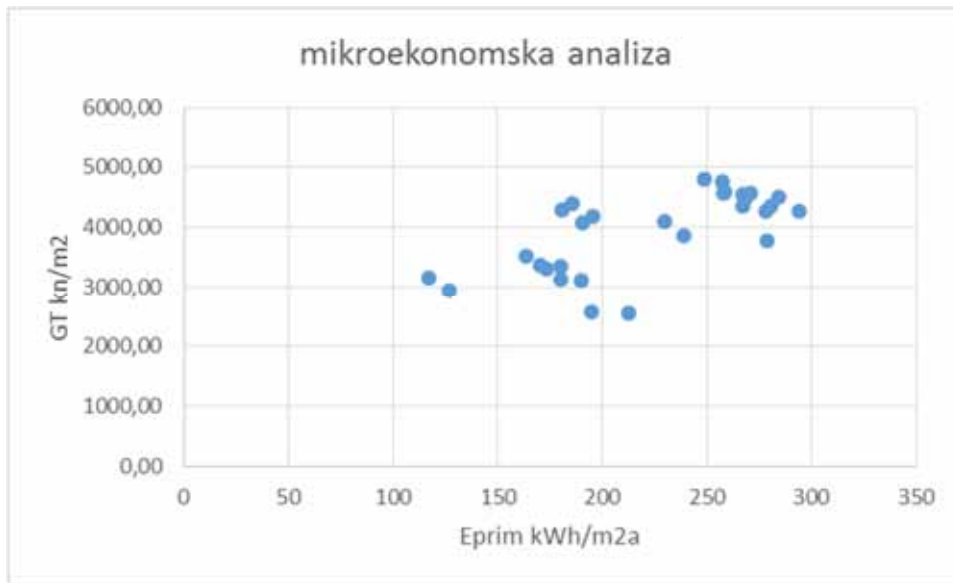


Slika 11-6 $R_i=3,3\%$

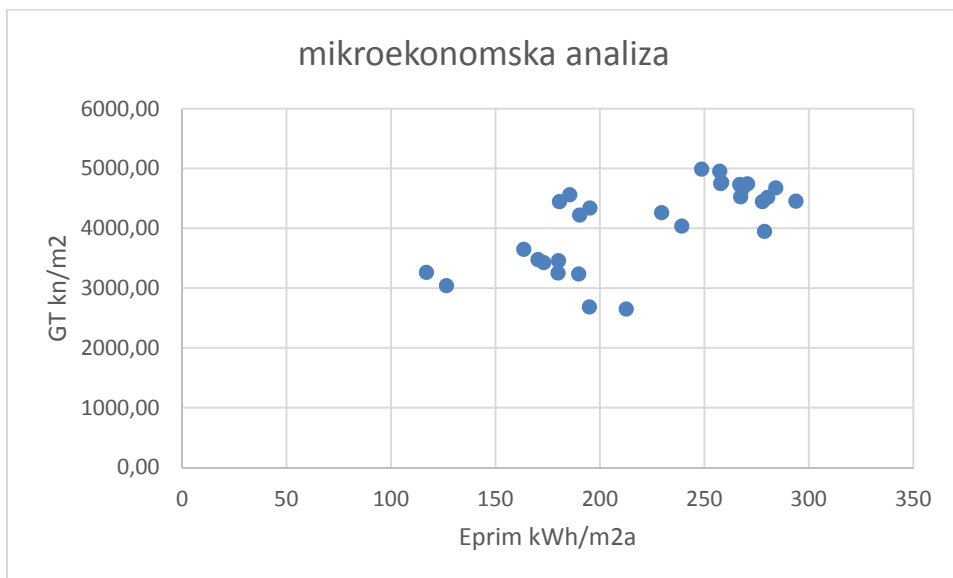
Tablica 11-9 Analiza osjetljivosti na promjenu stope inflacije

	Ri %	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikro	0,3	1	212,58	2290,59	1_CTS	ref	112,17	136,00
mikro	1,8	1	212,58	2449,03	1_CTS	ref	112,17	136,00
mikro	3,3	1	212,58	2638,40	1_CTS	ref	112,17	136,00

Promjena tržišne kamatne stope



Slika 11-7 R=4,5%

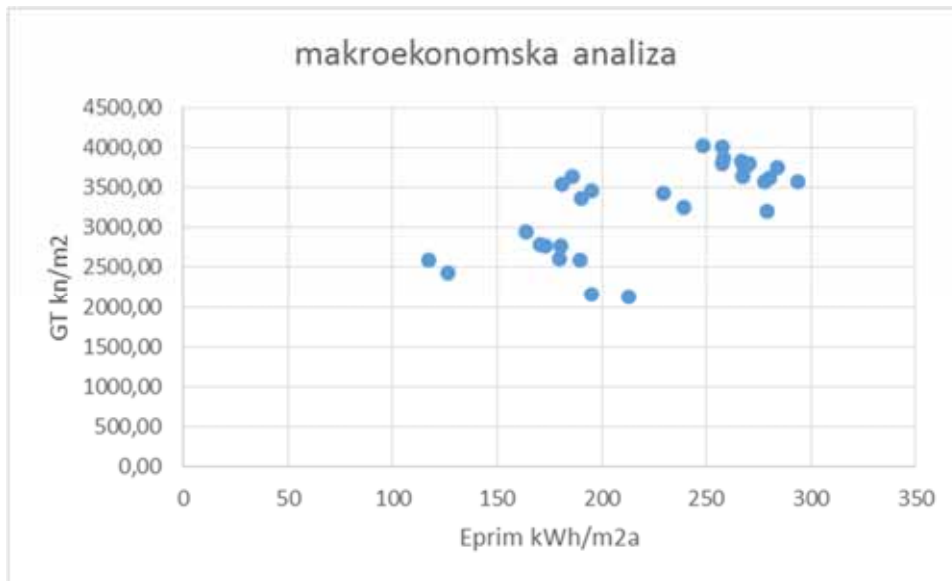


Slika 11-8 R=3,8%

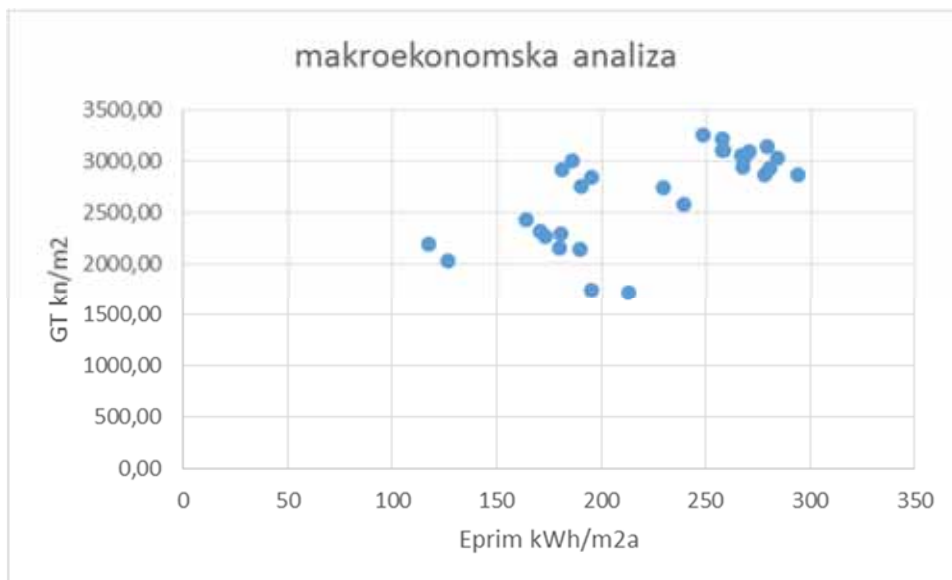
Tablica 11-10 Analiza osjetljivosti na promjenu tržišne kamatne stope

	R %	r.br.	E _{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E _{del} [kWh/m ² a]
mikro	6,6	1	212,58	2290,59	1_CTS	ref	112,17	136,00
mikro	4,5	1	212,58	2545,16	1_CTS	ref	112,17	136,00
mikro	3,8	1	212,58	2647,57	1_CTS	ref	112,17	136,00

Promjena diskontne stope



Slika 11-9 SDR = 5,50% - makro ekonomska analiza

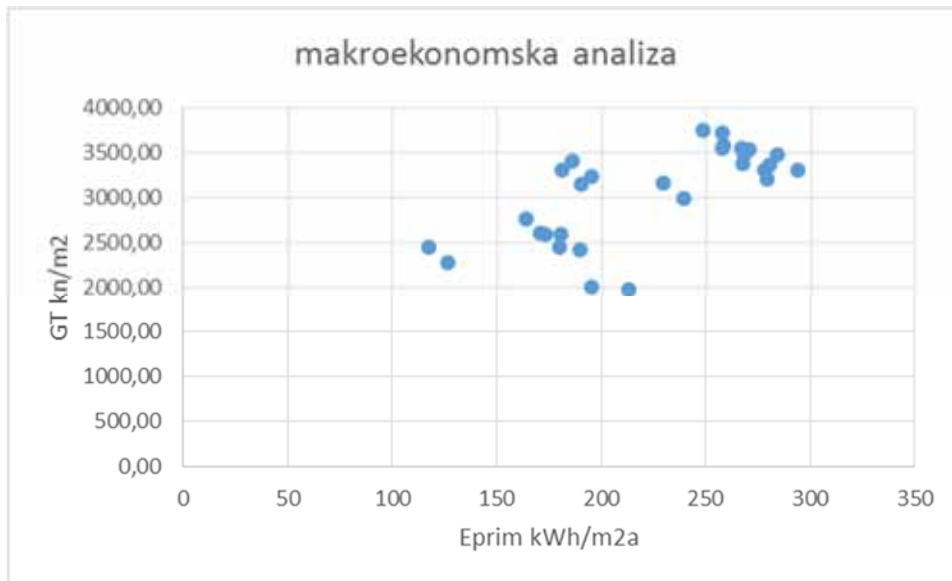


Slika 11-10 SDR = 10,00% makro ekonomska analiza

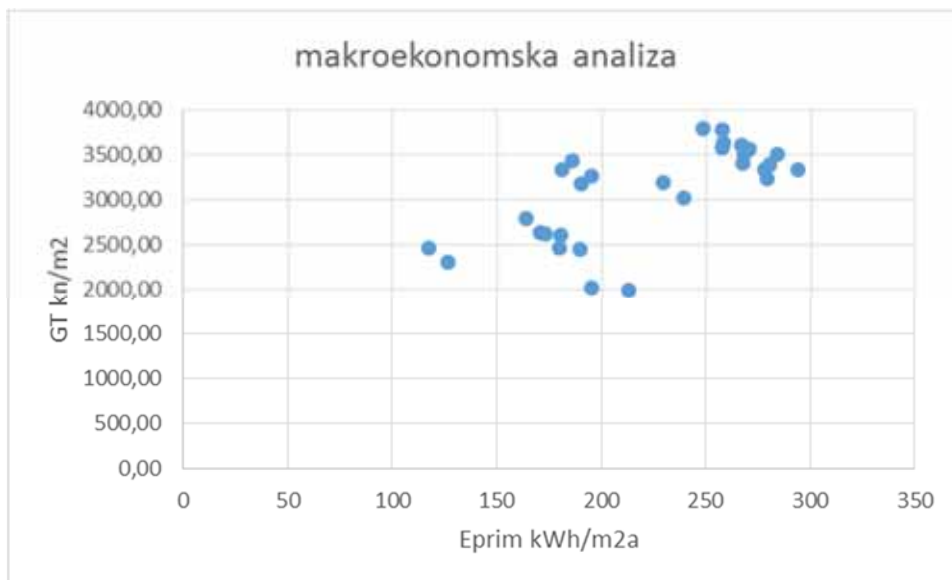
Tablica 11-11 Analiza osjetljivosti na promjenu diskontne stope

makroekonomska kalkulacija	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
Rd=7%	1	212,58	1968,82	1_CTS	ref	112,17	136,00
Rd=5,5%	1	212,58	2135,98	1_CTS	ref	112,17	136,00
Rd=10%	1	212,58	1714,22	1_CTS	ref	112,17	136,00

Trošak CO₂ emisija



Slika 11-11 Trošak CO₂=133%



Slika 11-12 Trošak CO₂=200%

Tablica 11-12 Analiza osjetljivosti na promjenu troška CO₂ emisija

makroekonomska kalkulacija	r.br.	E _{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E _{del} [kWh/m ² a]
100%	1	212,58	1968,82	1_CTS	ref	112,17	136,00
133%	1	212,58	1976,85	1_CTS	ref	112,17	136,00
200%	1	212,58	1992,91	1_CTS	ref	112,17	136,00

12. ZGRADA IZGRAĐENA IZA 2006. GODINE – PRIMORSKA HRVATSKA

12.1.1. Opis zgrade

Vanjski zidovi zgrade su armiranom betonski, s unutarnjim obzidom saćastom opekom, a vanjskom oblogom kontaktnom fasadom s 6 cm debljine TI.

Zidovi pratećih prostora dvorane su armirano betonski, s 6 cm toplinske izolacije u kontaktnoj fasadi; te žbukani produžnom žbukom s unutarnje strane.

Krovna konstrukcija dvorane je od čeličnih panela s toplinskom izolacijom mineralnom vunom debljine 14 cm. Na pratećim prostorima konstrukcija je armirano betonska, s TI od EPS debljine 12 cm i bitumenskom hidroizolacijom.

Podovi na tlu su izvedeni kao plivajući podovi s 2+6 cm toplinske izolacije. Završna obrada poda dvorane je parket, a pratećih prostora keramičke pločice.

Prozori i ostakljene konstrukcije su drveni i aluminijski s izo staklom, koeficijenta prolaska topline prozora U_w 1,65 W/m²K

Predmetna zgrada je priključena na plinsku mrežu te se priprema ogrjevnog medija za grijanje odvija u kotlovnici koja je sastavni zgrade. U kotlovnici je instaliran nisko temperaturni plinski kotao, razdjelnik i sabirnik sa crpkama za distribuciju ogrjevnog medija, ekspanzijska posuda te elektroupravljački ormar sa automatskom regulacijom rada kotla.

Za zagrijavanje predmetne zgrade se koristi grijanje s radiatorima kao ogrjevnim tijelima. Radijatori su smješteni na vanjskim zidovima i instalirani sa termostatskim ventilima. Razvod sustava grijanja prolazi kroz grijane i negrijane prostore. Cijevni razvod sustava grijanja je balansiran, napravljen je od bešavnih čeličnih cijevi i izoliranih toplinskom izolacijom.

U zgradi je instaliran sustav mehaničke ventilacije. Za potrebe ventilacije su instalirane ventilacijske jedinice s integriranim visokoučinkovitim pločastim rekuperatorom (stupanj rekuperacije 70%). Distribucija zrak se vrši zračnim kanalima i pripadajućim odsisnim/tlačnim rešetkama.

U predmetnoj zgradi nisu instalirani sustavi hlađenja.

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

proračun	proračun izvršen prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama te Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prema HRN EN ISO 13790; Algoritmu za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama: Sustavi kogeneracije, sustavi daljinskog grijanja, fotonaponski sustavi; Sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode; Proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade; Energijski zahtjevi za rasvjetu.
----------	--

	faktori konverzije primarne energije	CTS	1,5230		
		prirodni plin	1,0970		
		UNP	1,1620		
		LU	1,1320		
		peleti	1,1910		
		sječka	1,2110		
		električna energija	1,6140		
		solarna	1,0480		
meteorološki uvjeti	lokacija	Split Marjan 43°31' N 16°26' E			
	stupanj dani grijanja	1437,7	HDD		
	stupanj dani hlađenja	191,02	CDD		
	izvor meteoroloških podataka	nacionalni mjesečni podaci; nacionalni satni podaci za referentnu klimu primorska i kontinentalna Hrvatska			
	opis terena	predgrađa, bez utjecaja susjednih zgrada			
geometrija zgrade	duljina x širina x visina			m x m x m	
	ploština korisne površine	2266,92		m ²	
	broj etaža	2		-	
	faktor oblika	0,31		m ² /m ³	
	udio prozora u ukupnoj vanjskoj ovojnici	sjever	86,70		m ²
		istok	98,00		m ²
		jug	177,00		m ²
		zapad	98,00		m ²
orijentacija	180		°		
unutarnji dobici	namjena	zgrada sportskih dvorana			
	prosječni toplinski dobici od korisnika	6,00		W/m ²	
	specifična električna snaga sustava rasvjete	16,06		W/m ²	
	specifična električna snaga električne opreme	-		W/m ²	
građevni dijelovi	prosječni koeficijent prolaska topline zidova	0,52		W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline krova	0,29		W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline podruma	0,52		W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline prozora	1,80		W/m ² K	
	toplinski mostovi	ukupna duljina	171,10		m
		prosječni linijski koeficijent prolaska topline	0,4		W/mK
		ukupni toplinski kapacitet za zgradu J/m ² K	589,40		MJ/K
		toplinski kapacitet prema jedinici površine	260.000,00		J/m ² K
	vrsta zasjenjenja	grilje ili rolete			
	prosječni g-faktor	ostakljenje	0,60		-
		ostakljenje + zasjenjenje	0,18		-
	infiltracija	0,7		1/h	
	tehnički sustavi	ventilacija	broj izmjena zraka u satu	-	1/h
		stupanj povrata topline	-	%	
efikasnost sustava grijanja		proizvodnja	99,44		%
		razvod	96,79		%
		emisija	93,00		%
		upravljanje	0,00		%
efikasnost sustava hlađenja		proizvodnja	100,00		%
		razvod	88,14		%
		emisija	89,97		%
		upravljanje	-		%
efikasnost sustava pripreme PTV	proizvodnja	-		%	
	razvod	-		%	
postavne	postavna temperatura	zimi	18	°C	

temperature i režimi korištenja		ljeti	26	°C
	postavna vlažnost	zimi	-	%
		ljeti	-	%
	režimi korištenja i upravljanje	zaposjednutost	17h, 6dana	
		rasvjeta	17h, 6dana	
		uređaji	17h, 6dana	
		ventilacija	17h, 6dana	
		grijanje	17h, 6dana	
	hlađenje	17h, 6dana		
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		114178,90	kWh/a
	potrebna energija za hlađenje		116696,11	kWh/a
	potrebna energija za PTV		0,00	kWh/a
	potrebna energija za ostale potrebe (ovlaživanje, odvlaživanje)		-	kWh/a
	korisna energija za ventilaciju		-17045,71	kWh/a
	korisna energija za rasvjetu		54652,75	kWh/a
	korisna energija za ostalo (uređaji, vanjska rasvjeta, pomoćni sustavi, itd.)		461,43	kWh/a
proizvodnja energije na lokaciji	toplinska energija iz obnovljivih izvora (npr. solarni kolektori)			kWh/a
	električna energija proizvedena u zgradi i korištena na lokaciji			kWh/a
	električna energija proizvedena u zgradi i izvezena na tržište			kWh/a
potrošnja energije	isporučena energija	CTS	0,00	kWh/a
		prirodni plin	0,00	kWh/a
		UNP	146.175,07	kWh/a
		LU	0,00	
		peleti	0,00	
		sječka	0,00	
		električna energija	285.557,71	
	primarna energija / po energentima	CTS	0,00	kWh/a
		prirodni plin	0,00	
		UNP	169.855,44	
		LU	0,00	
		peleti	0,00	
		sječka	0,00	
		električna energija	460.890,15	
	primarna energija ukupno		630.745,59	kWh/a
	primarna energija specifična		278,24	kWh/m ² a

Tablica 12-2 Pregled oznaka mjera u tablici kombinacija

vanjska ovojnica	
ref	referentno stanje vanjske ovojnice prema razdoblju gradnje – razina toplinske izolacije određena je minimalnim zahtjevima regulative ukoliko je bila ograničena, ili prema uobičajenim konstrukcijama i konstruktivnim materijalima vanjske ovojnice
1st	obnova vanjske ovojnice provedena na način da se zadovolje zahtjevi važećeg tehničkog propisa u pogledu ukupne potrebne toplinske energije za grijanje – za konstrukcije dopustivo odstupanje od zahtjeva propisa. Rješenje odgovara trenutnom energetskom razredu C prema važećem propisu za energetsku certifikaciju zgrada
2st	obnova vanjske ovojnice na razini energetskog razreda B prema važećem propisu za energetsku certifikaciju zgrada. Dopušteno odstupanje pojedinačnih konstrukcija od zahtjeva važećih propisa.
3st	obnova vanjske ovojnice na razini energetskog razreda A ili A+. Ne obnavljaju se konstrukcije kod kojih udio troška rekonstrukcije višestruko premašuje vrijednost onog

	dijela konstrukcije koji utječe na toplinske gubitke (npr. podovi na tlu)
sustavi grijanja	
0-peci	referentni sustav - lokalno grijanje električnim grijalicama
0-PP	referentni sustav prirodni plin – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV standardnim toplovodnim kotlom, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila, energent je prirodni plin
0-LU	referentni sustav loživo ulje – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV standardnim toplovodnim kotlom, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila,, energent je EL LU
0-DT	referentni sustav dizalica topline– centralna priprema ogrjevnog medija (voda) za grijanje i PTV, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
0-CTS	referentni sustav daljinskog grijanja - jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV, spiralni izmjenjivač topline, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila.
1-CTS	daljinsko grijanje - jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV, spiralni izmjenjivač topline, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima.
2-PP	prirodni plin/UNP – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima, energent je prirodni plin/UNP
2-UNP	prirodni plin/UNP – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima, energent je prirodni plin/UNP
3-PLT	peleti – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima, energent su paleti
4-DT_t	dizalica topline voda-zemlja, centralna priprema ogrjevno/rashladnog medija (voda) za grijanje/PTV i hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
4-DT_z	dizalica topline voda-zrak, centralna priprema ogrjevno/rashladnog medija (voda) za grijanje/PTV i hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
5-VRV	VRV sustav
sustavi hlađenja	
0-split	lokalno hlađenje split/multisplit uređajima, energent je električna energija
1-CHI	centralni rashladni sustav-centralna priprema rashladnog medija za hlađenje (hladna voda), balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima energent je električna energija
5-VRV	VRV
4-DT_t	dizalica topline voda-zemlja, centralna priprema rashladnog medija (voda) za hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
4_DT_z	dizalica topline voda-zrak, centralna priprema rashladnog medija (voda) za hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
sustavi ventilacije	
V0	prirodna ventilacija
V1	mehanička ventilacija s djelomičnim (70%) povratom topline
V2	prirodna i mehanička bez povrata topline
ogrjevna tijela	
1-RAD	radijatori
2-VK	ventilokonvektori
3-KK	klima komora
solarni sustav za pripremu PTV	

S0	nije ugrađen
S1	ugrađen solarni sustav za pripremu PTV
fotonaponski sustav	
FN0	nije ugrađen fotonaponski sustav
FN1	ugrađen fotonaponski sustav

Tablica 12-3 Primijenjene kombinacije mjera u troškovno optimalnoj analizi (tablica 4 prema predlošku izvješća)

kombinacije mjera	vanjska ovojnica	grijanje	hlađenje	ventilacija	solarni kolektori za pripremu PTV	rasvjeta	fotonaponski sustav	$Q^{H,nd}$ [kWh/m2a]	QW [kWh/m2a]	Qres [kWh/m2a]	E_L [kWh/m2a]
0	ref	0_PP	CHI	V0	S0	R0	FN0	50,37	0	0	24
1	ref	1_CTS	CHI	V0	S0	R0	FN0	50,37	0	0	24
2	ref	3_PLT	CHI	V0	S0	R0	FN0	50,37	0	0	24
3	1st	0_PP	CHI	V0	S0	R1	FN0	50,37	0	0	15
4	1st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN0	41,42	0	0	15
5	1st	2_UNP	CHI	V1	S0	R1	FN0	41,42	0	0	15
6	1st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN0	41,42	0	0	15
7	1st	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R1	FN0	41,42	0	39	15
8	2st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN0	36,63	0	0	15
9	2st	2_UNP	CHI	V1	S0	R1	FN0	36,63	0	0	15
10	2st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN0	36,63	0	0	15
11	2st	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R1	FN0	36,63	0	34	15
12	3st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN0	32,92	0	0	15
13	3st	2_UNP	CHI	V1	S0	R1	FN0	32,92	0	0	15
14	3st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN0	32,92	0	0	15
15	3st	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R1	FN0	32,92	0	31	15
16	1st	0_LU	CHI	V0	S0	R1	FN1	50,37	0	0	15
17	1st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN1	41,42	0	0	15
18	1st	2_UNP	CHI	V1	S0	R1	FN1	41,42	0	0	15
19	1st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN1	41,42	0	0	15
20	1st	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R1	FN1	41,42	0	39	15
21	2st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN1	36,63	0	0	15
22	2st	2_UNP	CHI	V1	S0	R1	FN1	36,63	0	0	15
23	2st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN1	36,63	0	0	15
24	2st	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R1	FN1	36,63	0	34	15
25	3st	1_CTS	CHI	V1	S0	R1	FN1	32,92	0	0	15
26	3st	2_UNP	CHI	V1	S0	R1	FN1	32,92	0	0	15
27	3st	3_PLT	CHI	V1	S0	R1	FN1	32,92	0	0	15
28	3st	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R1	FN1	32,92	0	31	15

Tablica 12-4 Proračun primarne energije po kombinacijama mjera energetske učinkovitosti (tablica 5 prema predlošku izvješća)

mjera / paket mjera / varijanta mjera	potrebna energija [kWh/a]		korisna 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	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET	SOLAR	RES		
0	114179	116696	114179	116696	-17046	0	54653	0	0	146175	285558	0	0	0	0	278,24	0%
1	114179	116696	114179	116696	-17046	0	54653	152022	0	0	285333	0	0	0	0	305,28	-10%
2	114179	116696	114179	116696	-17046	0	54653	0	0	0	285563	0	163671	0	0	289,30	-4%
3	114179	116696	114179	116696	-17046	0	33885	0	0	146178	264782	0	0	0	0	263,45	5%
4	93885	107363	93885	107363	-15914	0	33885	127811	0	0	239893	0	0	0	0	256,67	8%
5	93885	107363	93885	107363	-15914	0	33885	0	0	121280	240124	0	0	0	0	233,13	16%
6	93885	107363	93885	107363	-15914	0	33885	0	0	0	240119	0	136716	0	0	242,79	13%
7	93885	107363	93885	107363	-15914	0	33885	0	0	0	238106	0	0	0	88285	169,53	39%
8	83033	107272	83033	107272	-15583	0	33885	111480	0	0	241795	0	0	0	0	247,05	11%
9	83033	107272	83033	107272	-15583	0	33885	0	0	105313	242016	0	0	0	0	226,29	19%
10	83033	107272	83033	107272	-15583	0	33885	0	0	0	242014	0	118816	0	0	234,73	16%
11	83033	107272	83033	107272	-15583	0	33885	0	0	0	240704	0	0	0	76223	171,38	38%
12	74619	107635	74619	107635	-15300	0	33885	103843	0	0	244259	0	0	0	0	243,67	12%
13	74619	107635	74619	107635	-15300	0	33885	0	0	97824	244469	0	0	0	0	224,20	19%
14	74619	107635	74619	107635	-15300	0	33885	0	0	0	244466	0	110445	0	0	232,08	17%
15	74619	107635	74619	107635	-15300	0	33885	0	0	0	243434	0	0	0	70582	173,32	38%
16	114179	116696	114179	116696	-17046	0	33885	0	0	146178	242078	0	0	0	22704	247,28	11%
17	93885	107363	93885	107363	-15914	0	33885	127811	0	0	217189	0	0	0	22704	240,50	14%
18	93885	107363	93885	107363	-15914	0	33885	0	0	121280	217420	0	0	0	22704	216,97	22%
19	93885	107363	93885	107363	-15914	0	33885	0	0	0	217415	0	136716	0	22704	226,62	19%
20	93885	107363	93885	107363	-15914	0	33885	0	0	0	215402	0	0	0	110989	153,36	45%
21	83033	107272	83033	107272	-15583	0	33885	111480	0	0	219091	0	0	0	22704	230,88	17%
22	83033	107272	83033	107272	-15583	0	33885	0	0	105313	219312	0	0	0	22704	210,13	24%
23	83033	107272	83033	107272	-15583	0	33885	0	0	0	219310	0	118816	0	22704	218,57	21%
24	83033	107272	83033	107272	-15583	0	33885	0	0	0	218000	0	0	0	98927	155,21	44%
25	74619	107635	74619	107635	-15300	0	33885	103843	0	0	221555	0	0	0	22704	227,51	18%
26	74619	107635	74619	107635	-15300	0	33885	0	0	97824	221765	0	0	0	22704	208,04	25%
27	74619	107635	74619	107635	-15300	0	33885	0	0	0	221762	0	110445	0	22704	215,92	22%
28	74619	107635	74619	107635	-15300	0	33885	0	0	0	220730	0	0	0	93286	157,16	44%

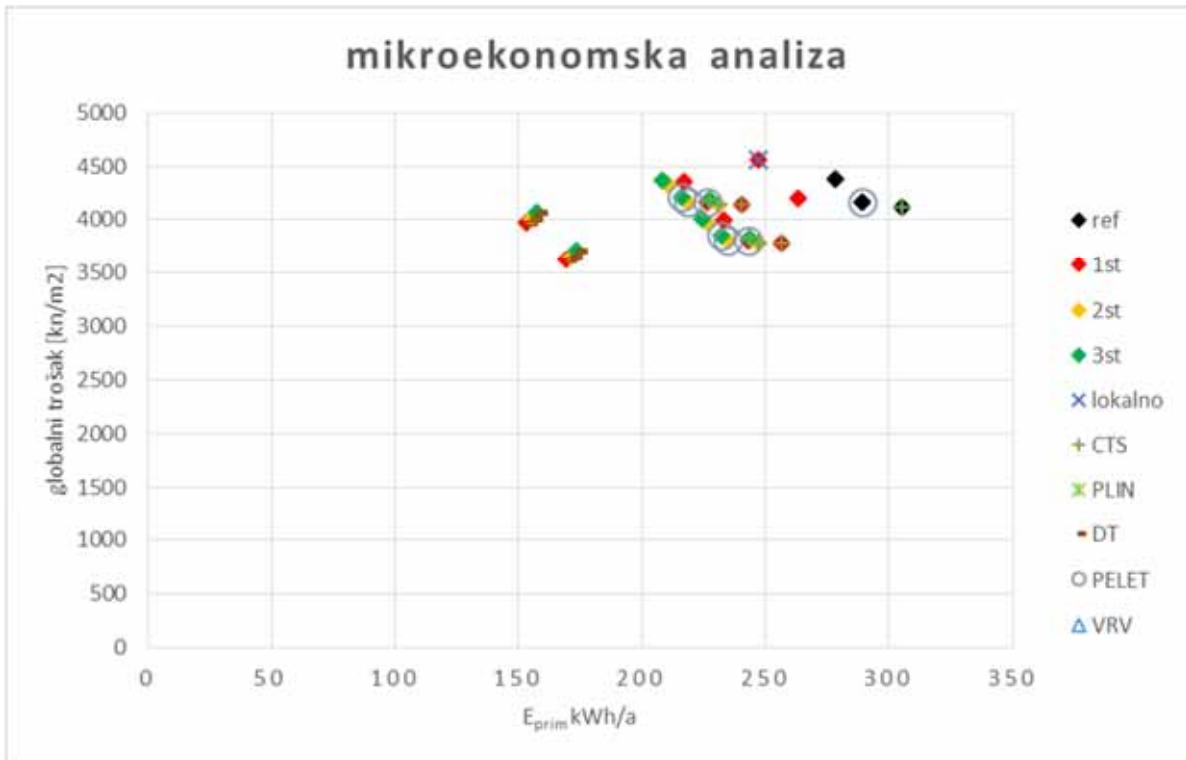
Tablica 12-5 Mikroekonomska (financijska) analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

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)	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET					
0	4.324.860	65.243	6.524	0	0	0	93.552	279.847	0	0	1.355.504	5,91	30	0	9.941.751
1	4.156.323	60.608	6.061	0	64.609	0	0	279.626	0	0	1.280.188	5,91	30	0	9.348.372
2	4.287.798	64.224	6.422	0	0	0	0	279.851	0	54.564	1.368.004	5,91	30	0	9.435.209
3	4.283.511	51.855	5.185	0	0	0	93.554	259.487	0	0	1.294.392	5,91	30	0	9.531.758
4	4.172.886	48.813	4.881	0	54.320	0	0	235.095	0	0	1.201.601	5,91	30	0	8.588.501
5	4.306.924	52.499	5.250	0	0	0	77.619	235.322	0	0	1.253.876	5,91	30	0	9.061.935
6	4.271.549	51.526	5.153	0	0	0	0	235.316	0	45.578	1.267.376	5,91	30	0	8.640.012
7	4.346.011	53.573	5.357	0	0	0	0	233.344	0	0	1.290.059	5,91	30	0	8.213.538
8	4.220.505	48.950	4.895	0	47.379	0	0	236.959	0	0	1.206.601	5,91	30	0	8.577.734
9	4.354.543	52.636	5.264	0	0	0	67.401	237.176	0	0	1.258.876	5,91	30	0	9.012.279
10	4.319.168	51.663	5.166	0	0	0	0	237.173	0	39.610	1.272.376	5,91	30	0	8.640.669
11	4.381.130	53.367	5.337	0	0	0	0	235.890	0	0	1.285.059	5,91	30	0	8.274.695
12	4.329.206	49.156	4.916	0	44.133	0	0	239.374	0	0	1.214.101	5,91	30	0	8.679.106
13	4.463.244	52.842	5.284	0	0	0	62.607	239.579	0	0	1.266.376	5,91	30	0	9.095.199
14	4.427.869	51.869	5.187	0	0	0	0	239.577	0	36.820	1.279.876	5,91	30	0	8.747.281
15	4.482.331	53.367	5.337	0	0	0	0	238.565	0	0	1.285.059	5,91	30	0	8.407.546
16	4.929.136	51.855	5.185	0	0	0	93.554	237.237	0	0	1.596.267	5,91	30	0	10.338.925
17	4.818.511	48.813	4.881	0	54.320	0	0	212.845	0	0	1.503.476	5,91	30	0	9.395.668
18	4.952.549	52.499	5.250	0	0	0	77.619	213.072	0	0	1.555.751	5,91	30	0	9.869.102
19	4.917.174	51.526	5.153	0	0	0	0	213.067	0	45.578	1.569.251	5,91	30	0	9.447.179
20	4.991.636	53.573	5.357	0	0	0	0	211.094	0	0	1.591.934	5,91	30	0	9.020.704
21	4.866.130	48.950	4.895	0	47.379	0	0	214.709	0	0	1.508.476	5,91	30	0	9.384.901
22	5.000.168	52.636	5.264	0	0	0	67.401	214.926	0	0	1.560.751	5,91	30	0	9.819.446
23	4.964.793	51.663	5.166	0	0	0	0	214.923	0	39.610	1.574.251	5,91	30	0	9.447.836
24	5.026.755	53.367	5.337	0	0	0	0	213.640	0	0	1.586.934	5,91	30	0	9.081.862
25	4.974.831	49.156	4.916	0	44.133	0	0	217.124	0	0	1.515.976	5,91	30	0	9.486.273
26	5.108.869	52.842	5.284	0	0	0	62.607	217.329	0	0	1.568.251	5,91	30	0	9.902.366
27	5.073.494	51.869	5.187	0	0	0	0	217.327	0	36.820	1.581.751	5,91	30	0	9.554.448
28	5.127.956	53.367	5.337	0	0	0	0	216.315	0	0	1.586.934	5,91	30	0	9.214.713

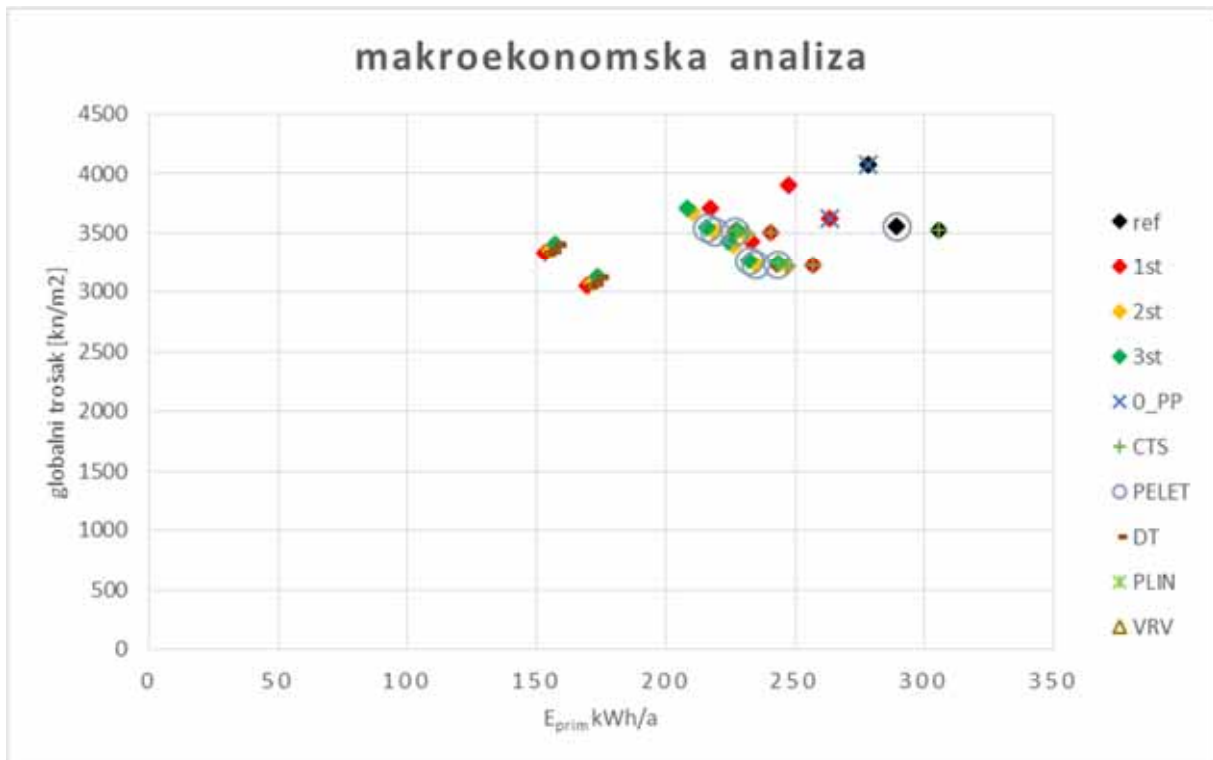
Tablica 12-6 Makroekonomska analiza (tablica 6 prema predlošku izvješća)

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)	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET						
0	3.459.888	52.194	5.219	0	0	0	74.842	273.753	0	0	202.078	1.084.403	7,00	30	0	9.243.504
1	3.325.058	48.487	4.849	0	51.687	0	0	273.528	0	0	106.432	1.024.150	7,00	30	0	7.997.074
2	3.430.238	51.379	5.138	0	0	0	0	273.758	0	43.651	114.612	1.094.403	7,00	30	0	8.058.023
3	3.426.809	41.484	4.148	0	0	0	74.843	257.463	0	0	171.358	1.035.514	7,00	30	0	8.219.228
4	3.338.309	39.050	3.905	0	43.456	0	0	232.573	0	0	89.869	961.281	7,00	30	0	7.301.851
5	3.445.539	41.999	4.200	0	0	0	62.095	232.805	0	0	150.211	1.003.101	7,00	30	0	7.770.042
6	3.417.239	41.221	4.122	0	0	0	0	232.800	0	36.462	96.713	1.013.901	7,00	30	0	7.335.825
7	3.476.809	42.859	4.286	0	0	0	0	230.787	0	0	89.083	1.032.047	7,00	30	0	6.919.315
8	3.376.404	39.160	3.916	0	37.903	0	0	234.476	0	0	90.599	965.281	7,00	30	0	7.287.080
9	3.483.634	42.109	4.211	0	0	0	53.920	234.697	0	0	143.005	1.007.101	7,00	30	0	7.711.793
10	3.455.334	41.331	4.133	0	0	0	0	234.694	0	31.688	96.555	1.017.901	7,00	30	0	7.330.606
11	3.504.904	42.694	4.269	0	0	0	0	233.385	0	0	90.116	1.028.047	7,00	30	0	6.972.903
12	3.463.365	39.325	3.933	0	35.307	0	0	236.940	0	0	91.576	971.281	7,00	30	0	7.367.965
13	3.570.595	42.274	4.227	0	0	0	50.086	237.149	0	0	140.256	1.013.101	7,00	30	0	7.772.088
14	3.542.295	41.496	4.150	0	0	0	0	237.147	0	29.456	97.113	1.023.901	7,00	30	0	7.415.861
15	3.585.865	42.694	4.269	0	0	0	0	236.115	0	0	91.209	1.028.047	7,00	30	0	7.083.880
16	3.943.309	41.484	4.148	0	0	0	74.843	257.463	0	0	171.358	1.277.014	7,00	30	0	8.852.390
17	3.854.809	39.050	3.905	0	43.456	0	0	232.573	0	0	89.869	1.202.781	7,00	30	0	7.935.014
18	3.962.039	41.999	4.200	0	0	0	62.095	232.805	0	0	150.211	1.244.601	7,00	30	0	8.403.204
19	3.933.739	41.221	4.122	0	0	0	0	232.800	0	36.462	96.713	1.255.401	7,00	30	0	7.968.987
20	3.993.309	42.859	4.286	0	0	0	0	230.787	0	0	89.083	1.273.547	7,00	30	0	7.552.477
21	3.892.904	39.160	3.916	0	37.903	0	0	234.476	0	0	90.599	1.206.781	7,00	30	0	7.920.243
22	4.000.134	42.109	4.211	0	0	0	53.920	234.697	0	0	143.005	1.248.601	7,00	30	0	8.344.956
23	3.971.834	41.331	4.133	0	0	0	0	234.694	0	31.688	96.555	1.259.401	7,00	30	0	7.963.769
24	4.021.404	42.694	4.269	0	0	0	0	233.385	0	0	90.116	1.269.547	7,00	30	0	7.606.065
25	3.979.865	39.325	3.933	0	35.307	0	0	236.940	0	0	91.576	1.212.781	7,00	30	0	8.001.127
26	4.087.095	42.274	4.227	0	0	0	50.086	237.149	0	0	140.256	1.254.601	7,00	30	0	8.405.251
27	4.058.795	41.496	4.150	0	0	0	0	237.147	0	29.456	97.113	1.265.401	7,00	30	0	8.049.024
28	4.102.365	42.694	4.269	0	0	0	0	236.115	0	0	91.209	1.269.547	7,00	30	0	7.717.043

12.1.2. Troškovno optimalna analiza - rezultati



Slika 12-1 Rezultati troškovno optimalne analize - mikroekonomska analiza



Slika 12-2 Rezultati troškovno optimalne analize - makroekonomska analiza

Troškovno optimalna razina za sportske dvorane izgrađene iza 2006. godine je $E_{prim} = 169,53 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

Tablica 12-7 Troškovno optimalna razina – mikroekonomska i makroekonomska kalkulacija

	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikroekonomska kalkulacija	7	169,53	3623,21	4_DT_z	1st	103,72	105,03
makroekonomska kalkulacija	7	169,53	3052,30	4_DT_z	1st	103,72	105,03

12.1.3. Analiza osjetljivosti

Promjena ulaznih vrijednosti mikroekonomske i makroekonomske analize utječu na troškovno optimalnu razinu. Budući da se promjena nekih parametara na jednak način očituje u rezultatima obje analiza, nepotrebno je provesti analizu osjetljivosti na sve parametre na mikroekonomskim i makroekonomskim proračunima.

Parametri proračuna koji identično utječu na rezultate proračuna mikroekonomske i makroekonomske analize:

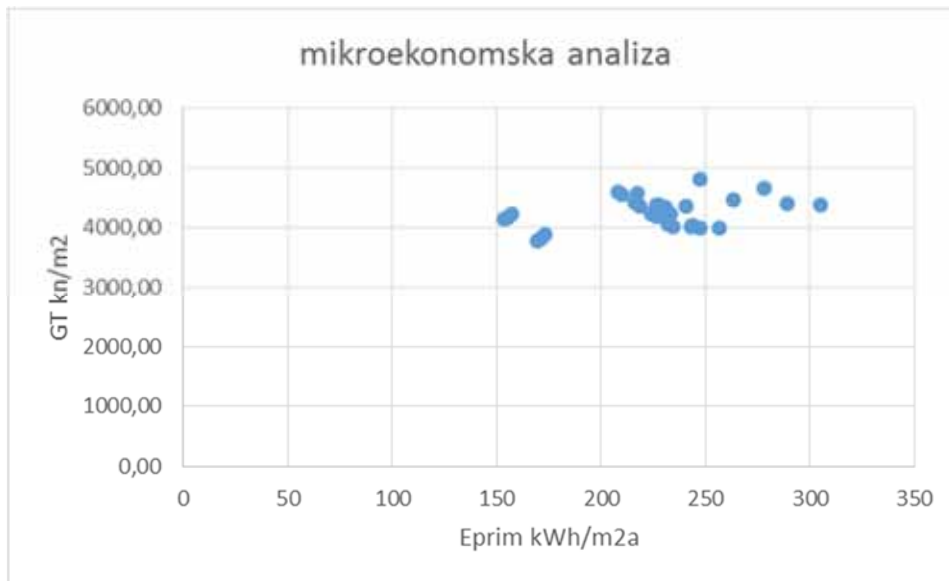
makroekonomska analiza	stopa rasta cijena energije	stopa rasta cijena održavanja	stopa rasta dodatnih troškova	stopa rasta troškova pogona
mikroekonomska analiza	stopa rasta cijena energije	stopa rasta cijena održavanja	stopa rasta dodatnih troškova	stopa rasta troškova pogona

Parametri proračuna koji različito utječu na rezultate makroekonomske i mikroekonomske analize:

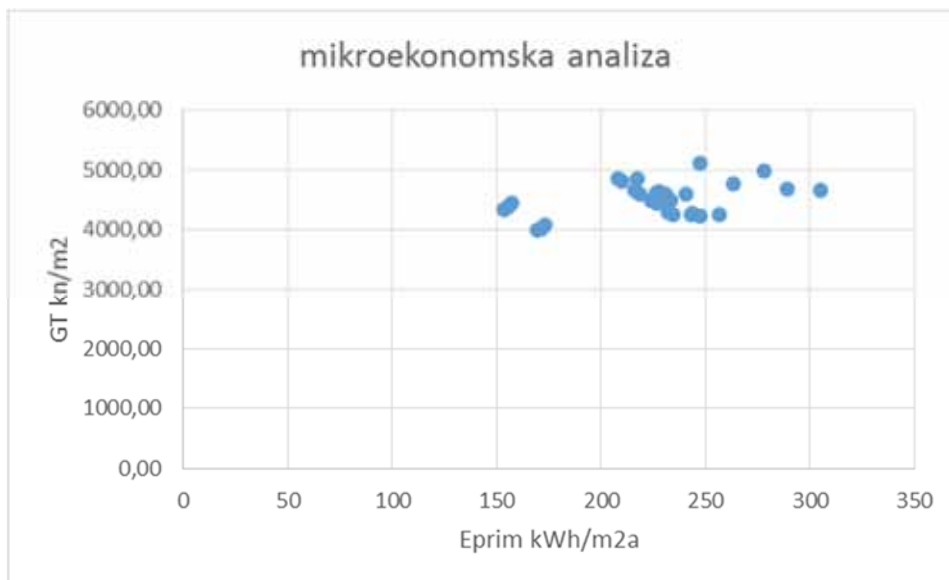
makroekonomska analiza	diskontna stopa	trošak emisija CO ₂
mikroekonomska analiza	tržišna kamatna stopa	stopa inflacije

Analiza osjetljivosti će se provesti prema rezultatima mikroekonomske analize za promjenu stope rasta cijena energije, kamatne stope i stope inflacije, te za promjenu diskontne stope i troška emisija prema rezultatima makroekonomske analize.

Promjena stope rasta cijena energije



Slika 12-3 $R_e=4,2\%$

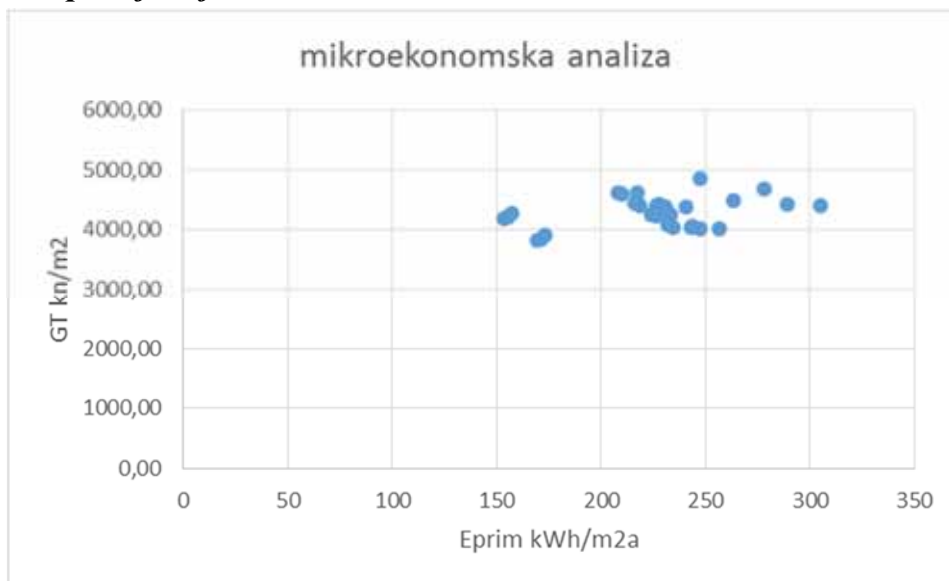


Slika 12-4 $R_e=5,6\%$

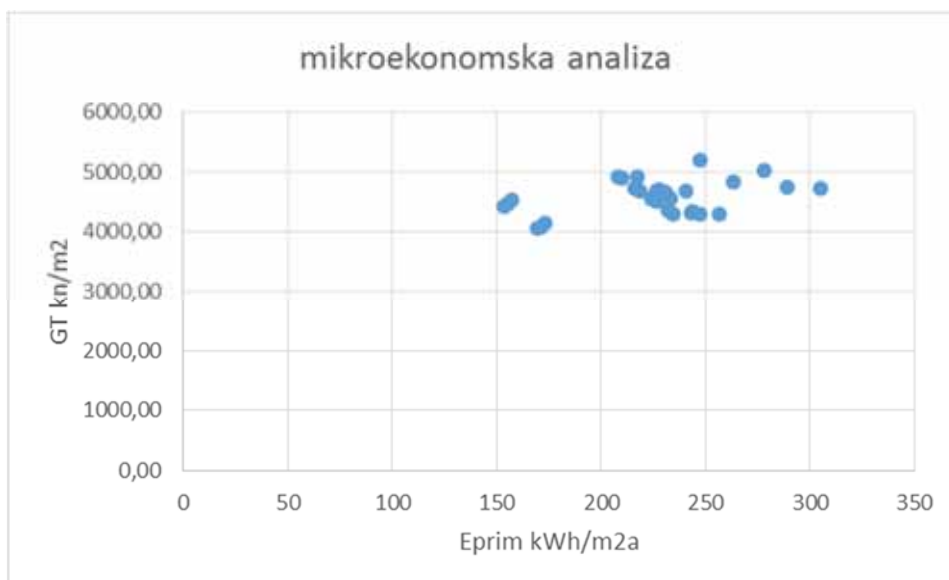
Tablica 12-8 Analiza osjetljivosti na promjenu stope rasta cijena energije

	Re %	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikro	2,8	7	169,53	3623,21	4_DT_z	1st	103,72	105,03
mikro	4,2	7	169,53	3791,88	4_DT_z	1st	103,72	105,03
mikro	5,6	7	169,53	3990,47	4_DT_z	1st	103,72	105,03

Promjena stope inflacije



Slika 12-5 $R_i=1,8\%$

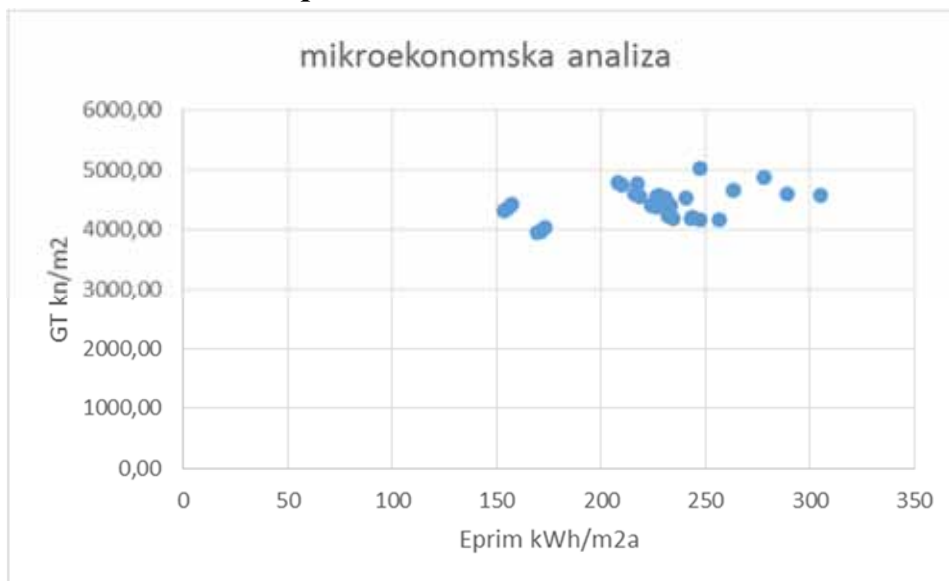


Slika 12-6 $R_i=3,3\%$

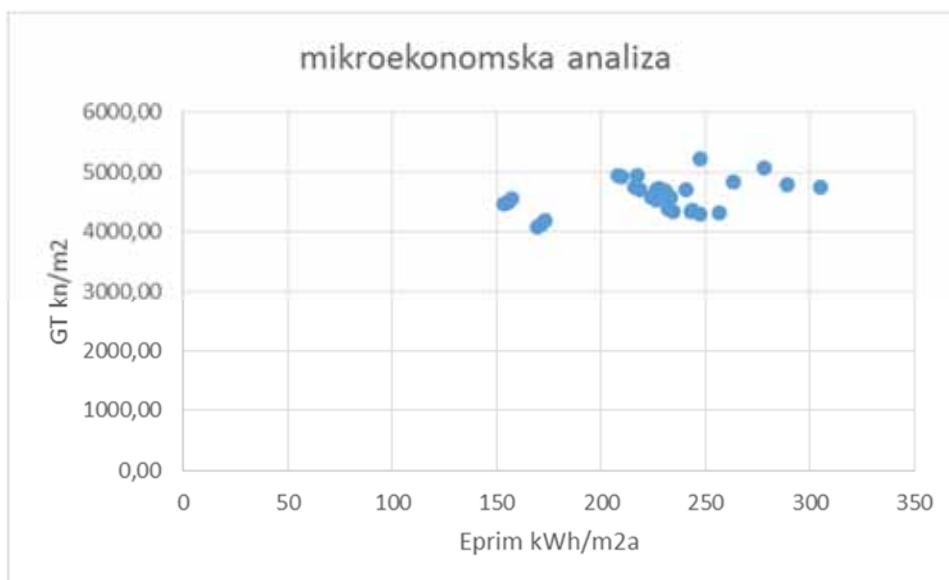
Tablica 12-9 Analiza osjetljivosti na promjenu stope inflacije

	Ri %	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikro	0,3	7	169,53	3623,21	4_DT_z	1st	103,72	105,03
mikro	1,8	7	169,53	3820,35	4_DT_z	1st	103,72	105,03
mikro	3,3	7	169,53	4054,24	4_DT_z	1st	103,72	105,03

Promjena tržišne kamatne stope



Slika 12-7 R=4,5%

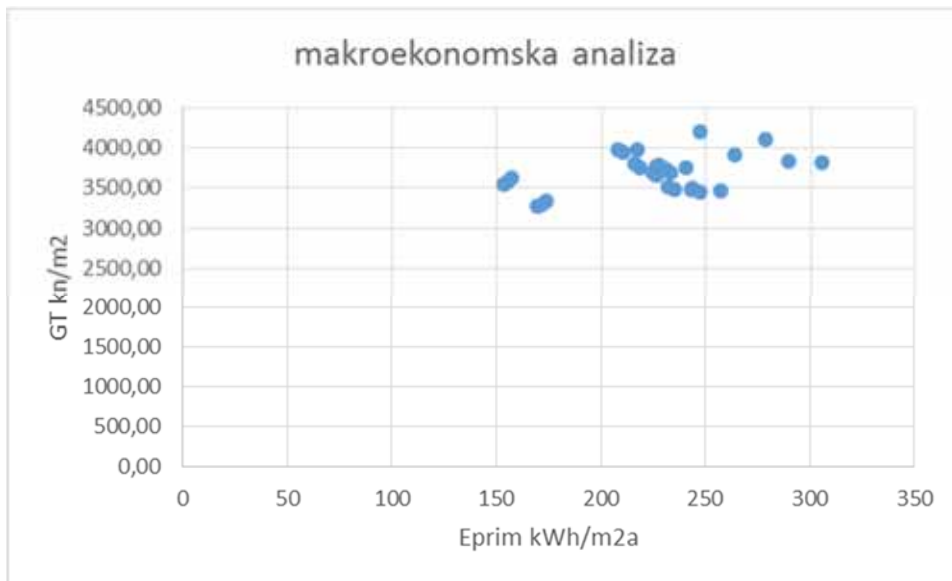


Slika 12-8 R=3,8%

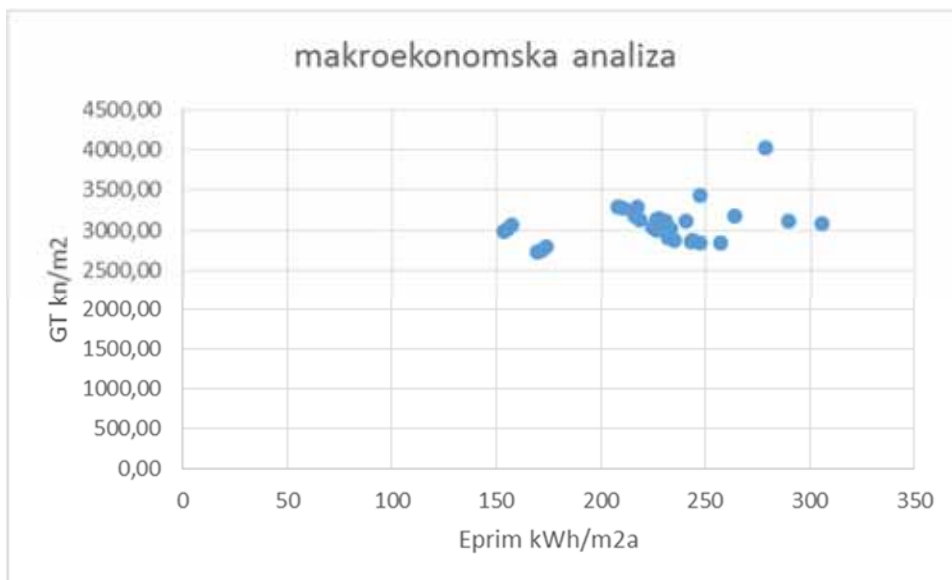
Tablica 12-10 Analiza osjetljivosti na promjenu tržišne kamatne stope

	R %	r.br.	E _{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E _{del} [kWh/m ² a]
mikro	6,6	7	169,53	3623,21	4_DT_z	1st	103,72	105,03
mikro	4,5	7	169,53	3953,10	4_DT_z	1st	103,72	105,03
mikro	3,8	7	169,53	4085,00	4_DT_z	1st	103,72	105,03

Promjena diskontne stope



Slika 12-9 SDR = 5,50% - makro ekonomska analiza

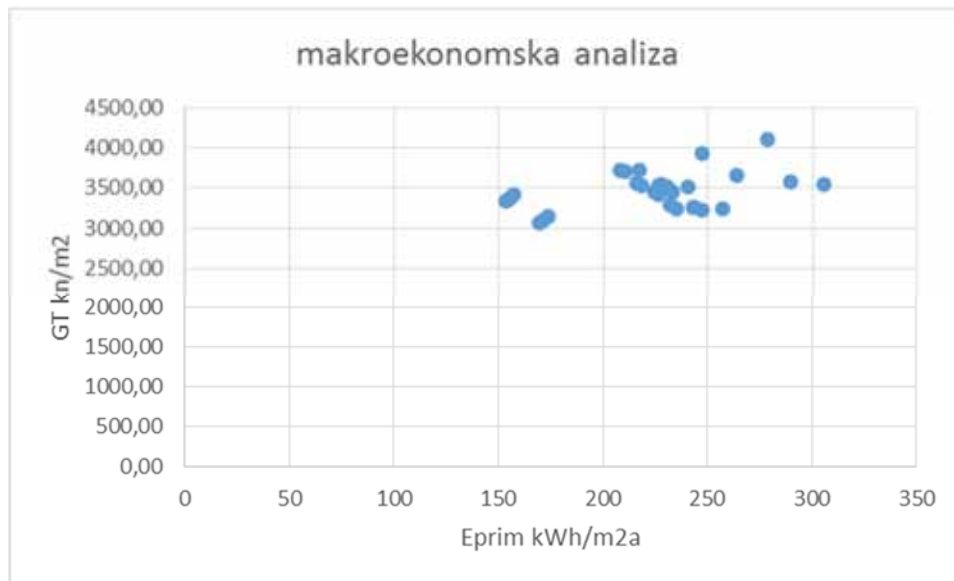


Slika 12-10 SDR = 10,00% makro ekonomska analiza

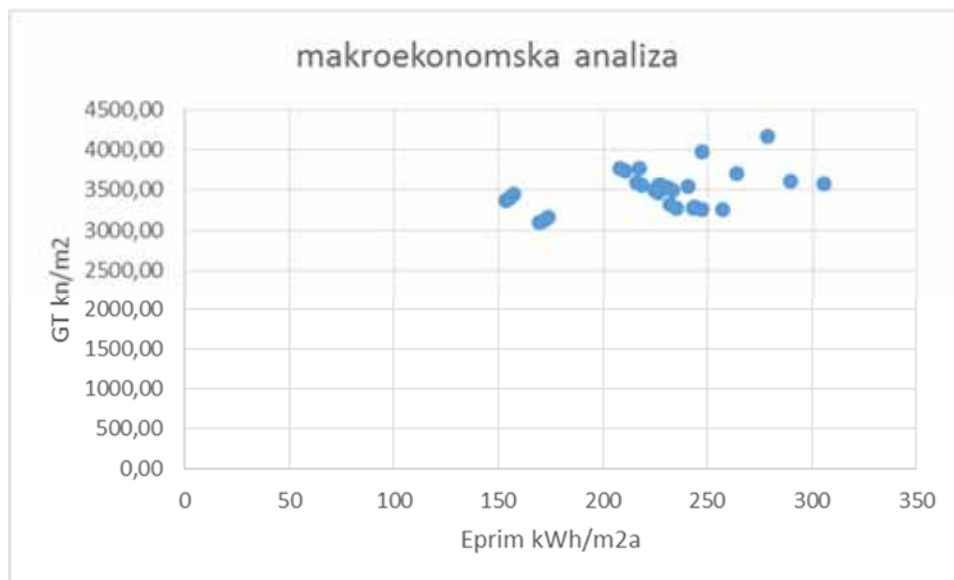
Tablica 12-11 Analiza osjetljivosti na promjenu diskontne stope

makroekonomska kalkulacija	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
Rd=7%	7	169,53	3052,30	4_DT_z	1st	103,72	105,03
Rd=5,5%	7	169,53	3266,12	4_DT_z	1st	103,72	105,03
Rd=10%	7	169,53	2724,64	4_DT_z	1st	103,72	105,03

Trošak CO₂ emisija



Slika 12-11 Trošak CO₂=133%



Slika 12-12 Trošak CO₂=200%

Tablica 12-12 Analiza osjetljivosti na promjenu troška CO₂ emisija

makroekonomska kalkulacija	r.br.	E _{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E _{del} [kWh/m ² a]
100%	7	169,53	3052,30	4_DT_z	1st	103,72	105,03
133%	7	169,53	3065,40	4_DT_z	1st	103,72	105,03
200%	7	169,53	3091,59	4_DT_z	1st	103,72	105,03

13. GOTOVO NULA ENERGETSKE ZGRADE

13.1.1. Opis zgrade

Gotovo nula energetska zgrada se u osnovnim geometrijskim karakteristikama podudara u primorskoj i kontinentalnoj Hrvatskoj. Razlike se očituju u razini toplinske izolacije vanjske ovojnice i načinu i kvaliteti zaštite od prekomjernog osunčanja. Za obje klime optimirana je zgrada u pogledu pasivnog zahvata toplinske energije i sprečavanje pregrijavanja kroz optimalne koeficijente prolaska topline i prolaska sunčevog zračenja kroz ostakljenje. Definirane su tri varijante zgrade na koje globalno najveći utjecaj imaju ventilacijski gubici. Dodatno, u kontinentalnoj klimi je uz tri varijante zgrade provjerena i mogućnost variranja vanjske ovojnice (toplinska izolacija vanjskog zida) koja je rezultirala zanemarivim pomacima u odnosu na inženjerski optimirano rješenje vanjske ovojnice i sustava.

Specifičnost odnosa vanjske ovojnice i termotehničkih sustava te visoki investicijski troškovi i značajna razlika među troškovima sustava unosi nesigurnost u rezultate troškovno optimalne analize, te se definira raspon troškovno optimalnih vrijednosti i minimalni udio obnovljivih izvora energije kako bi se osiguralo dovoljno prostora za primjenu različitih rješenja s ukupnim ciljem ostvarivanja gotovo nula energetske zgrade.

Kontinentalna Hrvatska

Predmetna zgrada je priključena na plinsku mrežu te se priprema ogrjevnog medija za grijanje odvija u kotlovnici koja je sastavni dio zgrade. U kotlovnici je instaliran kondenzacijski plinski kotao, razdjelnik i sabirnik sa crpkama za distribuciju ogrjevnog medija, ekspanzijska posuda te elektrypravljajući ormar sa automatskom regulacijom rada kotla.

Za zagrijavanje predmetne zgrade se koristi grijanje s radiatorima kao ogrjevnim tijelima. Radijatori su smješteni na vanjskim zidovima i instalirani sa termostatskim ventilima. Razvod sustava grijanja prolazi kroz grijane i negrijane prostore. Cijevni razvod sustava grijanja je balansiran, napravljen je od bešavnih čeličnih cijevi i izoliranih toplinskom izolacijom.

U zgradi je instaliran sustav mehaničke ventilacije. Za potrebe ventilacije su instalirane ventilacijske jedinice s integriranim visokoučinkovitim pločastim rekuperatorom (stupanj rekuperacije 70%). Distribucija zrak se vrši zračnim kanalima i pripadajućim odsisnim/tlačnim rešetkama.

U predmetnoj zgradi nisu instalirani sustavi hlađenja.

Primorska Hrvatska

Predmetna zgrada je priključena na plinsku mrežu te se priprema ogrjevnog medija za grijanje odvija u kotlovnici koja je sastavni zgrade. U kotlovnici je instaliran kondenzacijski plinski kotao, razdjelnik i sabirnik sa crpkama za distribuciju ogrjevnog medija, ekspanzijska posuda te elektroupravljački ormar sa automatskom regulacijom rada kotla.

Za zagrijavanje predmetne zgrade se koristi grijanje s radiatorima kao ogrjevnim tijelima. Radijatori su smješteni na vanjskim zidovima i instalirani sa termostatskim ventilima. Razvod sustava grijanja prolazi kroz grijane i negrijane prostore. Cijevni razvod sustava grijanja je balansiran, napravljen je od bešavnih čeličnih cijevi i izoliranih toplinskom izolacijom.

U zgradi je instaliran sustav mehaničke ventilacije. Za potrebe ventilacije su instalirane ventilacijske jedinice s integriranim visokoučinkovitim pločastim rekuperatorom (stupanj rekuperacije 70%). Distribucija zrak se vrši zračnim kanalima i pripadajućim odsisnim/tlačnim rešetkama.

U predmetnoj zgradi nisu instalirani sustavi hlađenja.

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

proračun	proračun izvršen prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama te Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prema HRN EN ISO 13790; Algoritmu za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama: Sustavi kogeneracije, sustavi daljinskog grijanja, fotonaponski sustavi; Sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode; Proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade; Energijski zahtjevi za rasvjetu.		
	faktori konverzije primarne energije	CTS	1,5230
		prirodni plin	1,0970
		UNP	1,1620
		LU	1,1320
		peleti	1,1910
		sječka	1,2110
		električna energija	1,6140
		solarna	1,0480
meteorološki uvjeti	lokacija	Zagreb Maksimir 45°49' N 16°02' E	
	stupanj dani grijanja	3045,2	HDD
	stupanj dani hlađenja	79,2	CDD
	izvor meteoroloških podataka	nacionalni mjesečni podaci; nacionalni satni podaci za referentnu klimu primorska i kontinentalna Hrvatska	
	opis terena	predgrađa, bez utjecaja susjednih zgrada	

geometrija zgrade	duljina x širina x visina			m x m x m	
	ploština korisne površine		1535,04	m ²	
	broj etaža		2	-	
	faktor oblika		0,44	m ² /m ³	
	udio prozora u ukupnoj vanjskoj ovojnici	sjever	148,80	m ²	
		istok	24,00	m ²	
		jug	208,32	m ²	
		zapad	157,92	m ²	
orijentacija		180	°		
unutarnji dobici	namjena		zgrada sportskih dvorana		
	prosječni toplinski dobici od korisnika		6,00	W/m ²	
	specifična električna snaga sustava rasvjete		10,31	W/m ²	
	specifična električna snaga električne opreme		-	W/m ²	
građevni dijelovi	prosječni koeficijent prolaska topline zidova		0,26	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline krova		0,23	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline podruma		0,26	W/m ² K	
	prosječni koeficijent prolaska topline prozora		1,30	W/m ² K	
	toplinski mostovi	ukupna duljina		284,80	m
			prosječni linijski koeficijent prolaska topline	-0,04	W/mK
		ukupni toplinski kapacitet za zgradu J/m ² K		399,11	MJ/K
		toplinski kapacitet prema jedinici površine		260.000,00	J/m ² K
	vrsta zasjenjenja		grilje ili rolete		
	prosječni g-faktor	ostakljenje		0,60	-
		ostakljenje + zasjenjenje		0,18	-
	infiltracija		0,7	1/h	
	tehnički sustavi	ventilacija		broj izmjena zraka u satu	-
		stupanj povrata topline	-		
efikasnost sustava grijanja		proizvodnja		94,25	%
		razvod		92,35	%
		emisija	93,00	%	
		upravljanje	0,00	%	
efikasnost sustava hlađenja		proizvodnja		100,00	%
		razvod		86,39	%
		emisija	89,60	%	
		upravljanje	-	%	

	efikasnost sustava pripreme PTV	proizvodnja	-	%
		razvod	-	%
postavne temperature i režimi korištenja	postavna temperatura	zimi	18	°C
		ljeti	26	°C
	postavna vlažnost	zimi	-	%
		ljeti	-	%
	režimi korištenja i upravljanje	zaposjednutost	17h, 6 dana	
		rasvjeta	17h, 6 dana	
		uređaji	17h, 6 dana	
		ventilacija	17h, 6 dana	
		grijanje	17h, 6 dana	
			hlađenje	17h, 6 dana
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		127115,54	kWh/a
	potrebna energija za hlađenje		64500,36	kWh/a
	potrebna energija za PTV		0,00	kWh/a
	potrebna energija za ostale potrebe (ovlaživanje, odvlaživanje)		-	kWh/a
	korisna energija za ventilaciju		13166,59	kWh/a
	korisna energija za rasvjetu		24857,18	kWh/a
	korisna energija za ostalo (uređaji, vanjska rasvjeta, pomoćni sustavi, itd.)		30362,79	kWh/a
proizvodnja energije na lokaciji	toplinska energija iz obnovljivih izvora (npr. solarni kolektori)			kWh/a
	električna energija proizvedena u zgradi i korištena na lokaciji			kWh/a
	električna energija proizvedena u zgradi i izvezena na tržište			kWh/a
potrošnja energije	isporučena energija	CTS	161.428,02	kWh/a
		prirodni plin	0,00	kWh/a
		UNP	0,00	kWh/a
		LU	0,00	

		peleti	0,00	
		sječka	0,00	
		električna energija	136.998,69	
	primarna energija / po energentima	CTS	245.854,88	kWh/a
		prirodni plin	0,00	
		UNP	0,00	
		LU	0,00	
		peleti	0,00	
		sječka	0,00	
		električna energija	221.115,88	
	primarna energija ukupno		466.970,76	kWh/a
	primarna energija specifična		304,21	kWh/m ² a

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

proračun	proračun izvršen prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama te Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prema HRN EN ISO 13790; Algoritmu za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama: Sustavi kogeneracije, sustavi daljinskog grijanja, fotonaponski sustavi; Sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode; Proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade; Energijski zahtjevi za rasvjetu.		
faktori konverzije primarne energije	CTS	1,5230	
	prirodni plin	1,0970	
	UNP	1,1620	
	LU	1,1320	
	peleti	1,1910	
	sječka	1,2110	
	električna energija	1,6140	
	solarna	1,0480	
meteorološki uvjeti	lokacija	Split Marjan 43°31' N 16°26' E	
	stupanj dani grijanja	1437,7	HDD
	stupanj dani hlađenja	191,02	CDD
	izvor meteoroloških podataka	nacionalni mjesečni podaci; nacionalni satni podaci za referentnu klimu primorska i kontinentalna Hrvatska	
	opis terena	predgrađa, bez utjecaja susjednih zgrada	
geometrija zgrade	duljina x širina x visina		m x m x m
	ploština korisne površine	1535,04	m ²

	broj etaža		5,00	-
	faktor oblika		0,41	m ² /m ³
	udio prozora u ukupnoj vanjskoj ovojnici	sjever	46,40	m ²
		istok	24,00	m ²
		jug	134,00	m ²
		zapad	24,00	m ²
	orijentacija			°
unutarnji dobici	namjena		zgrada sportskih dvorana	
	prosječni toplinski dobici od korisnika		6	W/m ²
	specifična električna snaga sustava rasvjete		10,31	W/m ²
	specifična električna snaga električne opreme		-	W/m ²
građevni dijelovi	prosječni koeficijent prolaska topline zidova		0,55	W/m ² K
	prosječni koeficijent prolaska topline krova		0,27	W/m ² K
	prosječni koeficijent prolaska topline podruma		0,55	W/m ² K
	prosječni koeficijent prolaska topline prozora		1,80	W/m ² K
	toplinski mostovi	ukupna duljina	165,80	m
		prosječni linijski koeficijent prolaska topline	-0,05	W/mK
		ukupni toplinski kapacitet za zgradu J/m ² K	399,11	MJ/K
		toplinski kapacitet prema jedinici površine	260.000,00	J/m ² K
	vrsta zasjenjenja		grilje ili rolete	
	prosječni g-faktor	ostakljenje	0,60	-
		ostakljenje + zasjenjenje	0,18	-
	infiltracija		0,70	1/h
tehnički sustavi	ventilacija	broj izmjena zraka u satu	-	tehnički sustavi
		stupanj povrata topline	-	%
	efikasnost sustava grijanja	proizvodnja	85,99	%
		razvod	95,42	%
		emisija	77,82	%
		upravljanje	80,00	%
	efikasnost sustava hlađenja	proizvodnja	-	%
		razvod	-	%
		emisija	-	%
		upravljanje	-	%
	efikasnost sustava pripreme PTV	proizvodnja	-	%
		razvod	-	%
postavne	postavna temperatura	zimi	18	postavne

temperature i režimi korištenja				temperature i režimi korištenja
		ljeti	26	°C
	postavna vlažnost	zimi	-	%
		ljeti	-	%
	režimi korištenja i upravljanje	zaposjednutost	17h, 6 dana	
		rasvjeta	17h, 6 dana	
		uređaji	17h, 6 dana	
		ventilacija	17h, 6 dana	
		grijanje	17h, 6 dana	
		hlađenje	17h, 6 dana	
potrebna energija	(toplinski) energetski doprinos glavnih pasivnih strategija	1	0,00	potrebna energija
		2	0,00	kWh/a
		3	0,00	kWh/a
	potrebna energija za grijanje		213863,18	kWh/a
	potrebna energija za hlađenje		0,00	kWh/a
	potrebna energija za PTV		0,00	kWh/a
	potrebna energija za ostale potrebe (ovlaživanje, odvlaživanje)		-	kWh/a
	korisna energija za ventilaciju		10364,83	kWh/a
	korisna energija za rasvjetu		0,00	kWh/a
	korisna energija za ostalo (uređaji, vanjska rasvjeta, pomoćni sustavi, itd.)		4511,46	kWh/a
proizvodnja energije na lokaciji	toplinska energija iz obnovljivih izvora (npr. solarni kolektori)		0,00	proizvodnja energije na lokaciji
	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	CTS	0,00	potrošnja energije
		prirodni plin	0,00	kWh/a
		UNP	0,00	kWh/a
		LU	393.701,32	
		peleti	0,00	

	sječka	0,00	
	električna energija	14.592,19	
primarna energija / po energentima	CTS	0,00	kWh/a
	prirodni plin	0,00	
	UNP	0,00	
	LU	445.669,90	
	peleti	0,00	
	sječka	0,00	
	električna energija	23.551,80	
	primarna energija ukupno	469.221,69	kWh/a
	primarna energija specifična	305,67	kWh/m ² a

Tablica 13-3 Pregled oznaka mjera u tablici kombinacija

vanjska ovojnica	
0var	optimirana geometrija zgrade – udovoljavanje energetske razredu A
1var	optimirana geometrija zgrade – udovoljavanje energetske razredu A+
2var	optimirana geometrija zgrade – udovoljavanje energetske razredu A+, s poboljšanim brtvljenjem konstrukcija vanjske ovojnice (srednja razina zrakopropusnosti)
3var	optimirana geometrija zgrade – udovoljavanje energetske razredu A+, s poboljšanim brtvljenjem konstrukcija vanjske ovojnice (najniža razina zrakopropusnosti)
sustavi grijanja	
0-peci	referentni sustav - lokalno grijanje električnim grijalicama
0-PP	referentni sustav prirodni plin – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV standardnim toplovodnim kotlom, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila, energent je prirodni plin
0-LU	referentni sustav loživo ulje – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV standardnim toplovodnim kotlom, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila, energent je EL LU
0-DT	referentni sustav dizalica topline – centralna priprema ogrjevnog medija (voda) za grijanje i PTV, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
0-CTS	referentni sustav daljinskog grijanja - jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV, spiralni izmjenjivač topline, ne balansiran sustav radijatorskog grijanja bez termostatskih ventila.
1-CTS	daljinsko grijanje - jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 90/70°C) za grijanje i PTV, spiralni izmjenjivač topline, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima.
2-PP	prirodni plin/UNP – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima, energent je prirodni plin/UNP
2-UNP	prirodni plin/UNP – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima, energent je prirodni plin/UNP
3-PLT	peleti – jedinstvena priprema ogrjevnog medija (topla voda 70/50°C) za grijanje i PTV kondenzacijskim kotlom, balansiran sustav radijatorskog grijanja sa termostatskim ventilima, energent su paleti
4-DT_t	dizalica topline voda-zemlja, centralna priprema ogrjevno/rashladnog medija (voda) za grijanje/PTV i hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
4-DT_z	dizalica topline voda-zrak, centralna priprema ogrjevno/rashladnog medija (voda) za grijanje/PTV i hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
5-VRV	VRV sustav
sustavi hlađenja	
0-split	lokalno hlađenje split/multisplit uređajima, energent je električna energija
1-CHI	centralni rashladni sustav-centralna priprema rashladnog medija za hlađenje (hladna voda), balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima energent je električna energija
5-VRV	VRV
4-DT_t	dizalica topline voda-zemlja, centralna priprema rashladnog medija (voda) za hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
4_DT_z	dizalica topline voda-zrak, centralna priprema rashladnog medija (voda) za hlađenje, balansirana mreža cijevnog razvoda sa ventilokonvektorima, energent je električna energija
sustavi ventilacije	
V0	prirodna ventilacija
V1	mehanička ventilacija s djelomičnim (70%) povratom topline
V2	prirodna i mehanička bez povrata topline

ogrijevna tijela	
1-RAD	radijatori
2-VK	ventilokonvektori
3-KK	klima komora
solarni sustav za pripremu PTV	
S0	nije ugrađen
S1	ugrađen solarni sustav za pripremu PTV
fotonaponski sustav	
FN0	nije ugrađen fotonaponski sustav
FN1	ugrađen fotonaponski sustav

Tablica 13-4 Primijenjene kombinacije mjera u troškovno optimalnoj analizi – kontinentalna Hrvatska (tablica 4 prema predlošku izvješća)

kombinacije mjera	vanjska ovojnica	grijanje	hlađenje	ventilacija	solarni kolektori za pripremu PTV	rasvjeta	fotonaponski sustav	Q ^{"H,nd} [kWh/m ² a]	Q _W [kWh/m ² a]	Q _{res} [kWh/m ² a]	E _L [kWh/m ² a]
0	0var	1_CTS	CHI	V1	S0	R0	FN0	82,81	0	0	16
1	0var	2_PP	CHI	V1	S0	R0	FN0	82,81	0	0	16
2	0var	3_PLT	CHI	V1	S0	R0	FN0	82,81	0	0	16
3	0var	4_DT_t	DT_t	V1	S0	R0	FN0	82,81	0	76	16
4	1var	1_CTS	CHI	V1	S0	R0	FN0	56,87	0	0	16
5	1var	2_PP	CHI	V1	S0	R0	FN0	56,87	0	0	16
6	1var	3_PLT	CHI	V1	S0	R0	FN0	56,87	0	0	16
7	1var	4_DT_t	DT_t	V1	S0	R0	FN0	56,87	0	56	16
8	2var	1_CTS	CHI	V1	S0	R0	FN0	54,82	0	0	16
9	2var	2_PP	CHI	V1	S0	R0	FN0	54,82	0	0	16
10	2var	3_PLT	CHI	V1	S0	R0	FN0	54,82	0	0	16
11	2var	4_DT_t	DT_t	V1	S0	R0	FN0	54,82	0	53	16
12	3var	1_CTS	CHI	V1	S0	R0	FN0	47,43	0	0	16
13	3var	2_PP	CHI	V1	S0	R0	FN0	47,43	0	0	16
14	3var	3_PLT	CHI	V1	S0	R0	FN0	47,43	0	0	16
15	3var	4_DT_t	DT_t	V1	S0	R0	FN0	47,43	0	48	16
16	0var	1_CTS	CHI	V1	S0	R0	FN1	82,81	0	0	16
17	0var	2_PP	CHI	V1	S0	R0	FN1	82,81	0	0	16
18	0var	3_PLT	CHI	V1	S0	R0	FN1	82,81	0	0	16
19	0var	4_DT_t	DT_t	V1	S0	R0	FN1	82,81	0	76	16
20	1var	1_CTS	CHI	V1	S0	R0	FN1	56,87	0	0	16
21	1var	2_PP	CHI	V1	S0	R0	FN1	56,87	0	0	16
22	1var	3_PLT	CHI	V1	S0	R0	FN1	56,87	0	0	16
23	1var	4_DT_t	DT_t	V1	S0	R0	FN1	56,87	0	56	16
24	2var	1_CTS	CHI	V1	S0	R0	FN1	54,82	0	0	16
25	2var	2_PP	CHI	V1	S0	R0	FN1	54,82	0	0	16
26	2var	3_PLT	CHI	V1	S0	R0	FN1	54,82	0	0	16
27	2var	4_DT_t	DT_t	V1	S0	R0	FN1	54,82	0	53	16
28	3var	1_CTS	CHI	V1	S0	R0	FN1	47,43	0	0	16
29	3var	2_PP	CHI	V1	S0	R0	FN1	47,43	0	0	16
30	3var	3_PLT	CHI	V1	S0	R0	FN1	47,43	0	0	16
31	3var	4_DT_t	DT_t	V1	S0	R0	FN1	47,43	0	48	16

Tablica 13-5 Primijenjene kombinacije mjera u troškovno optimalnoj analizi – primorska Hrvatska (tablica 4 prema predlošku izvješća)

kombinacije mjera	vanjska ovojnica	grijanje	hlađenje	ventilacija	solarni kolektori za pripremu PTV	rasvjeta	fotonaponski sustav	Q ^{"H,nd} [kWh/m ² a]	Q _W [kWh/m ² a]	Q _{res} [kWh/m ² a]	E _L [kWh/m ² a]
0	0var	1_CTS	-	V1	S0	R0	FN0	106,48	0	0	12
1	0var	2_UNP	-	V1	S0	R0	FN0	106,48	0	0	12
2	0var	3_PLT	-	V1	S0	R0	FN0	106,48	0	0	12
3	0var	4_DT_z	-	V1	S0	R0	FN0	62,18	0	0	12
4	1var	1_CTS	CHI	V1	S0	R0	FN0	102,10	0	0	12
5	1var	2_UNP	CHI	V1	S0	R0	FN0	82,94	0	0	12
6	1var	3_PLT	CHI	V1	S0	R0	FN0	102,10	0	0	12

kombinacije mjera	vanjska ovojnica	grijanje	hlađenje	ventilacija	solarni kolektori za pripremu PTV	rasvjeta	fotonaponski sustav	Q ^{"H,nd} [kWh/m2a]	QW [kWh/m2a]	Q _{res} [kWh/m2a]	E _L [kWh/m2a]
7	1var	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R0	FN0	102,10	0	87	12
8	2var	1_CTS	CHI	V1	S0	R0	FN0	82,94	0	0	12
9	2var	2_UNP	CHI	V1	S0	R0	FN0	82,94	0	0	12
10	2var	3_PLT	CHI	V1	S0	R0	FN0	82,94	0	0	12
11	2var	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R0	FN0	82,94	0	71	12
12	3var	1_CTS	CHI	V1	S0	R0	FN0	49,00	0	0	12
13	3var	2_UNP	CHI	V1	S0	R0	FN0	49,00	0	0	12
14	3var	3_PLT	CHI	V1	S0	R0	FN0	49,00	0	0	12
15	3var	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R0	FN0	49,00	0	42	12
16	0var	1_CTS	-	V1	S0	R0	FN1	106,48	0	0	12
17	0var	2_UNP	-	V1	S0	R0	FN1	106,48	0	0	12
18	0var	3_PLT	-	V1	S0	R0	FN1	106,48	0	0	12
19	0var	4_DT_z	-	V1	S0	R0	FN1	62,18	0	0	12
20	1var	1_CTS	CHI	V1	S0	R0	FN1	102,10	0	0	12
21	1var	2_UNP	CHI	V1	S0	R0	FN1	82,94	0	0	12
22	1var	3_PLT	CHI	V1	S0	R0	FN1	102,10	0	0	12
23	1var	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R0	FN1	102,10	0	87	12
24	2var	1_CTS	CHI	V1	S0	R0	FN1	82,94	0	0	12
25	2var	2_UNP	CHI	V1	S0	R0	FN1	82,94	0	0	12
26	2var	3_PLT	CHI	V1	S0	R0	FN1	82,94	0	0	12
27	2var	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R0	FN1	82,94	0	71	12
28	3var	1_CTS	CHI	V1	S0	R0	FN1	49,00	0	0	12
29	3var	2_UNP	CHI	V1	S0	R0	FN1	49,00	0	0	12
30	3var	3_PLT	CHI	V1	S0	R0	FN1	49,00	0	0	12
31	3var	4_DT_z	DT_z	V1	S0	R0	FN1	49,00	0	42	12

Tablica 13-6 Proračun primarne energije - kontinentalna Hrvatska (tablica 5 prema predlošku izvješća)

mjera / paket mjera / varijanta mjera	potrebna energija [kWh/a]		korisna 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	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET	SOLAR	RES		
0	127116	64500	127116	64500	13167	0	24857	161428	0	0	136999	0	0	0	0	304,21	0%
1	127116	64500	127116	64500	13167	0	24857	0	182802	0	131052	0	0	0	0	268,43	12%
2	127116	64500	127116	64500	13167	0	24857	0	0	0	137342	0	172559	0	0	278,29	9%
3	127116	64500	127116	64500	13167	0	24857	0	0	0	171049	0	0	0	116170	179,85	41%
4	87295	65865	87295	65865	6316	0	24857	118009	0	0	93121	0	0	0	0	214,99	29%
5	87295	65865	87295	65865	6316	0	24857	0	114348	0	93391	0	0	0	0	179,91	41%
6	87295	65865	87295	65865	6316	0	24857	0	0	0	93448	0	127908	0	0	197,50	35%
7	87295	65865	87295	65865	6316	0	24857	0	0	0	118010	0	0	0	85816	124,08	59%
8	84148	66630	84148	66630	6398	0	24857	105906	0	0	93581	0	0	0	0	203,47	33%
9	84148	66630	84148	66630	6398	0	24857	0	108499	0	93837	0	0	0	0	176,20	42%
10	84148	66630	84148	66630	6398	0	24857	0	0	0	93891	0	121346	0	0	192,87	37%
11	84148	66630	84148	66630	6398	0	24857	0	0	0	117196	0	0	0	81260	123,22	59%
12	72800	72419	72800	72419	6481	0	24857	104637	0	0	97099	0	0	0	0	205,91	32%
13	72800	72419	72800	72419	6481	0	24857	0	99300	0	97331	0	0	0	0	173,30	43%
14	72800	72419	72800	72419	6481	0	24857	0	0	0	97378	0	111006	0	0	188,51	38%
15	72800	72419	72800	72419	6481	0	24857	0	0	0	119208	0	0	0	74097	125,34	59%
16	127116	64500	127116	64500	13167	0	24857	161428	0	0	119540	0	0	0	17459	285,85	6%
17	127116	64500	127116	64500	13167	0	24857	0	182802	0	113593	0	0	0	17459	250,07	18%
18	127116	64500	127116	64500	13167	0	24857	0	0	0	119883	0	172559	0	17459	259,93	15%
19	127116	64500	127116	64500	13167	0	24857	0	0	0	153590	0	0	0	133629	161,49	47%
20	87295	65865	87295	65865	6316	0	24857	118009	0	0	75662	0	0	0	17459	196,64	35%
21	87295	65865	87295	65865	6316	0	24857	0	114348	0	75932	0	0	0	17459	161,56	47%
22	87295	65865	87295	65865	6316	0	24857	0	0	0	75989	0	127908	0	17459	179,14	41%
23	87295	65865	87295	65865	6316	0	24857	0	0	0	100551	0	0	0	103275	105,72	65%
24	84148	66630	84148	66630	6398	0	24857	105906	0	0	76122	0	0	0	17459	185,11	39%
25	84148	66630	84148	66630	6398	0	24857	0	108499	0	76378	0	0	0	17459	157,84	48%
26	84148	66630	84148	66630	6398	0	24857	0	0	0	76432	0	121346	0	17459	174,51	43%
27	84148	66630	84148	66630	6398	0	24857	0	0	0	99737	0	0	0	98719	104,87	66%
28	72800	72419	72800	72419	6481	0	24857	104637	0	0	79640	0	0	0	17459	187,55	38%

mjera / paket mjera / varijanta mjera	potrebna energija [kWh/a]		korisna 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	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET	SOLAR	RES		
29	72800	72419	72800	72419	6481	0	24857	0	99300	0	79872	0	0	0	17459	154,94	49%
30	72800	72419	72800	72419	6481	0	24857	0	0	0	79919	0	111006	0	17459	170,16	44%
31	72800	72419	72800	72419	6481	0	24857	0	0	0	101749	0	0	0	91556	106,98	65%

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

mjera / paket mjera / varijanta mjera	potrebna energija [kWh/a]		korisna 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	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET	SOLAR	RES		
0	213863	0	213863	0	10365	0	23614	0	0	0	38206	393701	0	0	0	252,59	0
1	213863	0	213863	0	10365	0	23614	289480	0	0	34667	0	0	0	0	247,36	1
2	213863	0	213863	0	10365	0	23614	0	0	0	35006	0	311698	0	0	212,96	2
3	124882	0	124882	0	9630	0	23614	0	0	0	37476	272387	0	0	0	183,63	3
4	205071	81802	205071	81802	27534	0	23614	246507	0	0	224629	0	0	0	0	367,42	4
5	166595	194581	166595	194581	-26328	0	23614	0	0	0	404797	0	216552	0	0	453,69	5
6	205071	81802	205071	81802	27534	0	23614	0	0	0	224961	0	262126	0	0	336,20	6
7	205071	81802	205071	81802	27534	0	23614	0	0	0	285526	0	0	0	174459	229,44	7
8	166595	194581	166595	194581	-26328	0	23614	203591	0	0	404477	0	0	0	0	479,40	8
9	166595	194581	166595	194581	-26328	0	23614	0	0	193968	404788	0	0	0	0	437,49	9
10	166595	194581	166595	194581	-26328	0	23614	0	0	0	404797	0	216552	0	0	453,69	10
11	166595	194581	166595	194581	-26328	0	23614	0	0	0	454445	0	0	0	143480	365,18	11
12	98421	143692	98421	143692	-18580	0	23614	121886	0	0	396864	0	0	0	0	411,33	12
13	98421	143692	98421	143692	-18580	0	23614	0	0	113538	397142	0	0	0	0	384,82	13
14	98421	143692	98421	143692	-18580	0	23614	0	0	0	397136	0	127447	0	0	394,70	14
15	98421	143692	98421	143692	-18580	0	23614	0	0	0	317208	0	0	0	83909	254,90	15
16	213863	0	213863	0	10365	0	23614	0	0	0	15502	393701	0	0	22704	234,34	16
17	213863	0	213863	0	10365	0	23614	289480	0	0	11963	0	0	0	22704	229,12	17
18	213863	0	213863	0	10365	0	23614	0	0	0	12302	0	311698	0	22704	194,71	18
19	124882	0	124882	0	9630	0	23614	0	0	0	14772	272387	0	0	22704	165,39	19
20	205071	81802	205071	81802	27534	0	23614	246507	0	0	201925	0	0	0	22704	349,18	20

mjera / paket mjera / varijanta mjera	potrebna energija [kWh/a]		korisna 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	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET	SOLAR	RES		
21	166595	194581	166595	194581	-26328	0	23614	0	0	0	382093	0	216552	0	22704	435,45	21
22	205071	81802	205071	81802	27534	0	23614	0	0	0	202257	0	262126	0	22704	317,96	22
23	205071	81802	205071	81802	27534	0	23614	0	0	0	262822	0	0	0	197163	211,20	23
24	166595	194581	166595	194581	-26328	0	23614	203591	0	0	381773	0	0	0	22704	461,16	24
25	166595	194581	166595	194581	-26328	0	23614	0	0	193968	382084	0	0	0	22704	419,25	25
26	166595	194581	166595	194581	-26328	0	23614	0	0	0	382093	0	216552	0	22704	435,45	26
27	166595	194581	166595	194581	-26328	0	23614	0	0	0	431741	0	0	0	166184	346,93	27
28	98421	143692	98421	143692	-18580	0	23614	121886	0	0	374160	0	0	0	22704	393,08	28
29	98421	143692	98421	143692	-18580	0	23614	0	0	113538	374438	0	0	0	22704	366,57	29
30	98421	143692	98421	143692	-18580	0	23614	0	0	0	374432	0	127447	0	22704	376,45	30
31	98421	143692	98421	143692	-18580	0	23614	0	0	0	294504	0	0	0	106613	236,65	31

Tablica 13-8 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)	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET					
0	4.537.519	37.788	3.779	0	68.607	0	0	134.259	0	0	822.941	5,91	30	0	7.648.953
1	5.492.556	64.052	6.405	0	0	76.777	0	128.431	0	0	1.466.216	5,91	30	0	9.157.536
2	5.494.931	64.117	6.412	0	0	0	0	134.595	0	57.527	1.461.216	5,91	30	0	8.999.705
3	6.037.394	79.035	7.904	0	0	0	0	167.628	0	0	1.564.316	5,91	30	0	9.499.615
4	4.487.852	29.679	2.968	0	50.154	0	0	91.259	0	0	640.441	5,91	30	0	6.713.783
5	4.562.939	31.744	3.174	0	0	48.026	0	91.524	0	0	692.499	5,91	30	0	6.809.514
6	4.529.289	30.819	3.082	0	0	0	0	91.579	0	42.641	668.399	5,91	30	0	6.692.777
7	5.063.477	45.509	4.551	0	0	0	0	115.650	0	0	800.566	5,91	30	0	7.263.708
8	4.598.200	29.858	2.986	0	45.010	0	0	91.709	0	0	649.232	5,91	30	0	6.769.599
9	4.679.287	32.088	3.209	0	0	45.569	0	91.960	0	0	704.999	5,91	30	0	6.906.122
10	4.645.637	31.163	3.116	0	0	0	0	92.013	0	40.454	680.899	5,91	30	0	6.792.532
11	5.139.200	44.736	4.474	0	0	0	0	114.852	0	0	800.566	5,91	30	0	7.320.637
12	4.902.214	30.030	3.003	0	44.471	0	0	95.157	0	0	655.482	5,91	30	0	7.110.096
13	4.983.301	32.260	3.226	0	0	41.706	0	95.385	0	0	711.249	5,91	30	0	7.207.021
14	4.949.651	31.335	3.133	0	0	0	0	95.431	0	37.007	687.149	5,91	30	0	7.098.281
15	5.343.214	42.158	4.216	0	0	0	0	116.824	0	0	756.816	5,91	30	0	7.502.957
16	5.183.144	37.788	3.779	0	68.607	0	0	117.149	0	0	1.124.816	5,91	30	0	8.456.120
17	6.138.181	64.052	6.405	0	0	76.777	0	111.321	0	0	1.768.091	5,91	30	0	9.964.702
18	6.140.556	64.117	6.412	0	0	0	0	117.485	0	57.527	1.763.091	5,91	30	0	9.806.872
19	6.683.019	79.035	7.904	0	0	0	0	150.518	0	0	1.866.191	5,91	30	0	10.306.782
20	5.133.477	29.679	2.968	0	50.154	0	0	74.149	0	0	942.316	5,91	30	0	7.520.950
21	5.208.564	31.744	3.174	0	0	48.026	0	74.414	0	0	994.374	5,91	30	0	7.616.681
22	5.174.914	30.819	3.082	0	0	0	0	74.469	0	42.641	970.274	5,91	30	0	7.499.943
23	5.709.102	45.509	4.551	0	0	0	0	98.540	0	0	1.102.441	5,91	30	0	8.070.874
24	5.243.825	29.858	2.986	0	45.010	0	0	74.599	0	0	951.107	5,91	30	0	7.576.766
25	5.324.912	32.088	3.209	0	0	45.569	0	74.850	0	0	1.006.874	5,91	30	0	7.713.289
26	5.291.262	31.163	3.116	0	0	0	0	74.903	0	40.454	982.774	5,91	30	0	7.599.699
27	5.784.825	44.736	4.474	0	0	0	0	97.742	0	0	1.102.441	5,91	30	0	8.127.804
28	5.547.839	30.030	3.003	0	44.471	0	0	78.047	0	0	957.357	5,91	30	0	7.917.263
29	5.628.926	32.260	3.226	0	0	41.706	0	78.275	0	0	1.013.124	5,91	30	0	8.014.187

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)	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET					
30	5.595.276	31.335	3.133	0	0	0	0	78.321	0	37.007	989.024	5,91	30	0	7.905.448
31	5.988.839	42.158	4.216	0	0	0	0	99.714	0	0	1.058.691	5,91	30	0	8.310.124

Tablica 13-9 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)	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET					
0	3.435.285	33.997	3.400	0	32.672	0	0	99.189	0	0	735.106	5,91	30	0	5.637.546
1	3.569.323	37.683	3.768	0	0	0	0	99.352	0	0	787.381	5,91	30	0	5.448.160
2	3.533.948	36.710	3.671	0	0	0	0	99.350	0	26.965	800.881	5,91	30	0	5.724.246
3	3.548.910	37.122	3.712	0	0	0	0	114.099	0	0	794.814	5,91	30	0	5.619.029
4	3.590.459	32.154	3.215	0	32.032	0	0	98.069	0	0	699.064	5,91	30	0	5.732.666
5	3.730.247	35.999	3.600	0	0	0	0	101.519	0	24.552	754.881	5,91	30	0	5.888.943
6	3.694.872	35.026	3.503	0	0	0	0	98.230	0	26.965	768.381	5,91	30	0	5.835.724
7	3.771.459	37.132	3.713	0	0	0	0	114.389	0	0	1.083.085	5,91	30	0	6.053.773
8	3.634.567	32.154	3.215	0	29.699	0	0	101.350	0	0	699.064	5,91	30	0	5.787.998
9	3.766.855	35.792	3.579	0	0	0	41.941	101.510	0	0	749.881	5,91	30	0	6.127.049
10	3.682.230	33.465	3.347	0	0	0	0	101.519	0	24.552	730.881	5,91	30	0	5.802.702
11	3.796.192	36.599	3.660	0	0	0	0	116.454	0	0	1.063.710	5,91	30	0	6.085.586
12	3.493.380	28.272	2.827	0	23.047	0	0	89.772	0	0	631.981	5,91	30	0	5.360.217
13	3.625.667	31.910	3.191	0	0	0	32.120	89.899	0	0	682.797	5,91	30	0	5.661.409
14	3.541.042	29.582	2.958	0	0	0	0	89.906	0	18.822	663.797	5,91	30	0	5.385.420
15	3.642.005	32.359	3.236	0	0	0	0	101.519	0	0	951.189	5,91	30	0	5.658.800
16	4.080.910	33.997	3.400	0	32.672	0	0	76.939	0	0	1.036.981	5,91	30	0	6.444.713
17	4.214.948	37.683	3.768	0	0	0	0	77.102	0	0	1.089.256	5,91	30	0	6.255.327

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)	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET					
18	4.179.573	36.710	3.671	0	0	0	0	77.100	0	26.965	1.102.756	5,91	30	0	6.531.413
19	4.194.535	37.122	3.712	0	0	0	0	91.849	0	0	1.096.689	5,91	30	0	6.426.196
20	4.236.084	32.154	3.215	0	32.032	0	0	75.819	0	0	1.000.939	5,91	30	0	6.539.833
21	4.375.872	35.999	3.600	0	0	0	0	79.270	0	24.552	1.056.756	5,91	30	0	6.696.110
22	4.340.497	35.026	3.503	0	0	0	0	75.980	0	26.965	1.070.256	5,91	30	0	6.642.891
23	4.417.084	37.132	3.713	0	0	0	0	92.139	0	0	1.384.960	5,91	30	0	6.860.939
24	4.280.192	32.154	3.215	0	29.699	0	0	79.100	0	0	1.000.939	5,91	30	0	6.595.164
25	4.412.480	35.792	3.579	0	0	0	41.941	79.260	0	0	1.051.756	5,91	30	0	6.934.215
26	4.327.855	33.465	3.347	0	0	0	0	79.270	0	24.552	1.032.756	5,91	30	0	6.609.869
27	4.441.817	36.599	3.660	0	0	0	0	94.204	0	0	1.365.585	5,91	30	0	6.892.753
28	4.139.005	28.272	2.827	0	23.047	0	0	67.522	0	0	933.856	5,91	30	0	6.167.383
29	4.271.292	31.910	3.191	0	0	0	32.120	67.650	0	0	984.672	5,91	30	0	6.468.576
30	4.186.667	29.582	2.958	0	0	0	0	67.656	0	18.822	965.672	5,91	30	0	6.192.587
31	4.287.630	32.359	3.236	0	0	0	0	79.269	0	0	1.253.064	5,91	30	0	6.465.967

Tablica 13-10 Makroekonomska analiza - kontinentalna (tablica 6 prema predlošku izvješća)

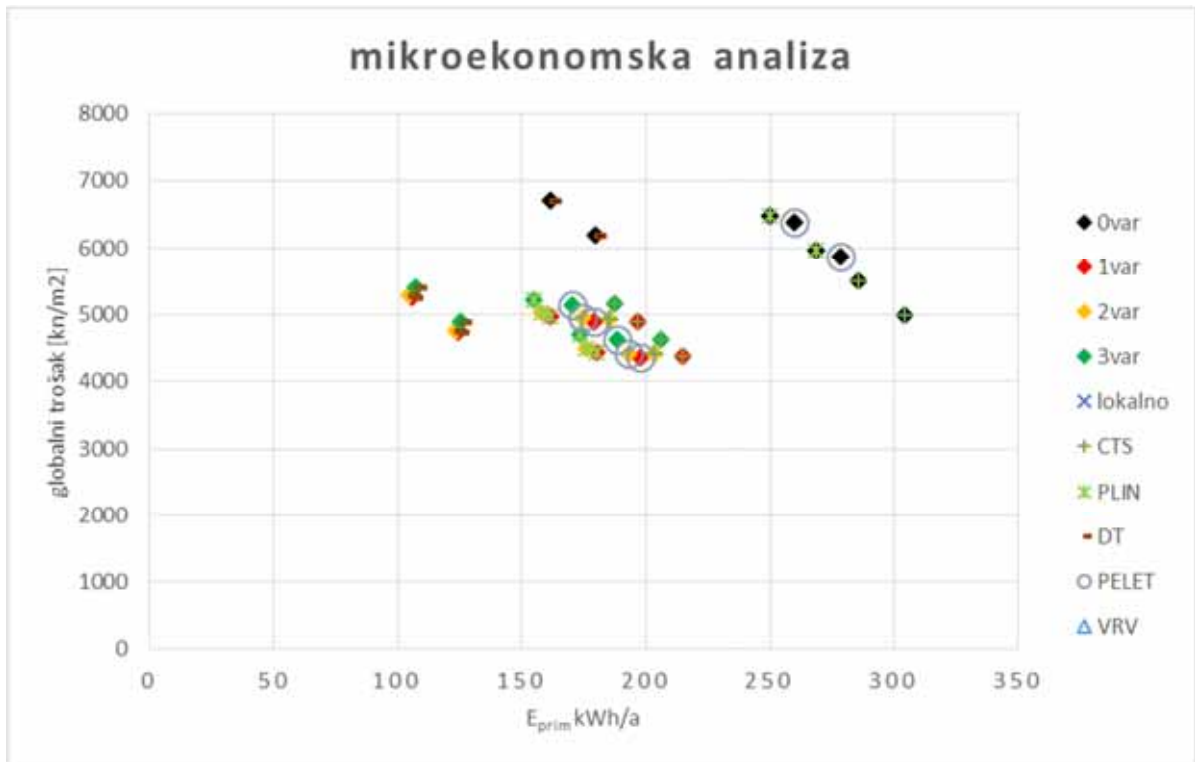
varijanta / paket / mjera iz tablice 5	početna investicija (u početnoj godini)	godišnji troškovi korištenja			trošak energije po energentu sa scenarijem srednjih troškova energije						trošak emisija stakleničkih plinova	ostatak vrijednosti	diskontna stopa	procijenjeni ekonomski životni vijek	trošak uklanjanja (ako je primjenjiv)	ukupni trošak
		održavanja	troškovi pogona (korištenje)	drugo (osiguranja, davanja)	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET						
0	3.630.015	30.231	3.023	0	54.886	0	0	131.630	0	0	59.456	658.353	7,00	30	0	6.772.718
1	4.394.045	51.242	5.124	0	0	61.422	0	125.683	0	0	129.796	1.172.973	7,00	30	0	7.673.290
2	4.395.945	51.294	5.129	0	0	0	0	131.973	0	46.021	61.367	1.168.973	7,00	30	0	7.461.418
3	4.829.915	63.228	6.323	0	0	0	0	165.680	0	0	64.188	1.251.453	7,00	30	0	7.820.702
4	3.590.281	23.744	2.374	0	40.123	0	0	87.752	0	0	37.462	512.353	7,00	30	0	5.573.321
5	3.650.351	25.395	2.540	0	0	38.421	0	88.022	0	0	86.902	553.999	7,00	30	0	5.694.713
6	3.623.431	24.655	2.466	0	0	0	0	88.079	0	34.113	43.906	534.719	7,00	30	0	5.552.169
7	4.050.781	36.407	3.641	0	0	0	0	112.641	0	0	45.750	640.453	7,00	30	0	5.974.398
8	3.678.560	23.887	2.389	0	36.008	0	0	88.212	0	0	37.673	519.386	7,00	30	0	5.611.892
9	3.743.430	25.670	2.567	0	0	36.456	0	88.468	0	0	84.584	563.999	7,00	30	0	5.766.840
10	3.716.510	24.930	2.493	0	0	0	0	88.522	0	32.363	43.786	544.719	7,00	30	0	5.629.371
11	4.111.360	35.789	3.579	0	0	0	0	111.826	0	0	45.526	640.453	7,00	30	0	6.018.911
12	3.921.771	24.024	2.402	0	35.577	0	0	91.730	0	0	39.416	524.386	7,00	30	0	5.889.892
13	3.986.641	25.808	2.581	0	0	33.365	0	91.962	0	0	82.349	568.999	7,00	30	0	6.004.673
14	3.959.721	25.068	2.507	0	0	0	0	92.009	0	29.605	45.007	549.719	7,00	30	0	5.875.092
15	4.274.571	33.726	3.373	0	0	0	0	113.839	0	0	46.737	605.453	7,00	30	0	6.170.632
16	4.146.515	30.231	3.023	0	54.886	0	0	131.630	0	0	52.708	899.853	7,00	30	0	7.045.026
17	4.910.545	51.242	5.124	0	0	61.422	0	125.683	0	0	129.796	1.414.473	7,00	30	0	8.306.453
18	4.912.445	51.294	5.129	0	0	0	0	131.973	0	46.021	61.367	1.410.473	7,00	30	0	8.094.580
19	5.346.415	63.228	6.323	0	0	0	0	165.680	0	0	64.188	1.492.953	7,00	30	0	8.453.864
20	4.106.781	23.744	2.374	0	40.123	0	0	87.752	0	0	37.462	753.853	7,00	30	0	6.206.484
21	4.166.851	25.395	2.540	0	0	38.421	0	88.022	0	0	86.902	795.499	7,00	30	0	6.327.876
22	4.139.931	24.655	2.466	0	0	0	0	88.079	0	34.113	43.906	776.219	7,00	30	0	6.185.331
23	4.567.281	36.407	3.641	0	0	0	0	112.641	0	0	45.750	881.953	7,00	30	0	6.607.561
24	4.195.060	23.887	2.389	0	36.008	0	0	88.212	0	0	37.673	760.886	7,00	30	0	6.245.055
25	4.259.930	25.670	2.567	0	0	36.456	0	88.468	0	0	84.584	805.499	7,00	30	0	6.400.003
26	4.233.010	24.930	2.493	0	0	0	0	88.522	0	32.363	43.786	786.219	7,00	30	0	6.262.534
27	4.627.860	35.789	3.579	0	0	0	0	111.826	0	0	45.526	881.953	7,00	30	0	6.652.073
28	4.438.271	24.024	2.402	0	35.577	0	0	91.730	0	0	39.416	765.886	7,00	30	0	6.523.055
29	4.503.141	25.808	2.581	0	0	33.365	0	91.962	0	0	82.349	810.499	7,00	30	0	6.637.835
30	4.476.221	25.068	2.507	0	0	0	0	92.009	0	29.605	45.007	791.219	7,00	30	0	6.508.255

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)	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET						
31	4.791.071	33.726	3.373	0	0	0	0	113.839	0	0	46.737	846.953	7,00	30	0	6.803.795

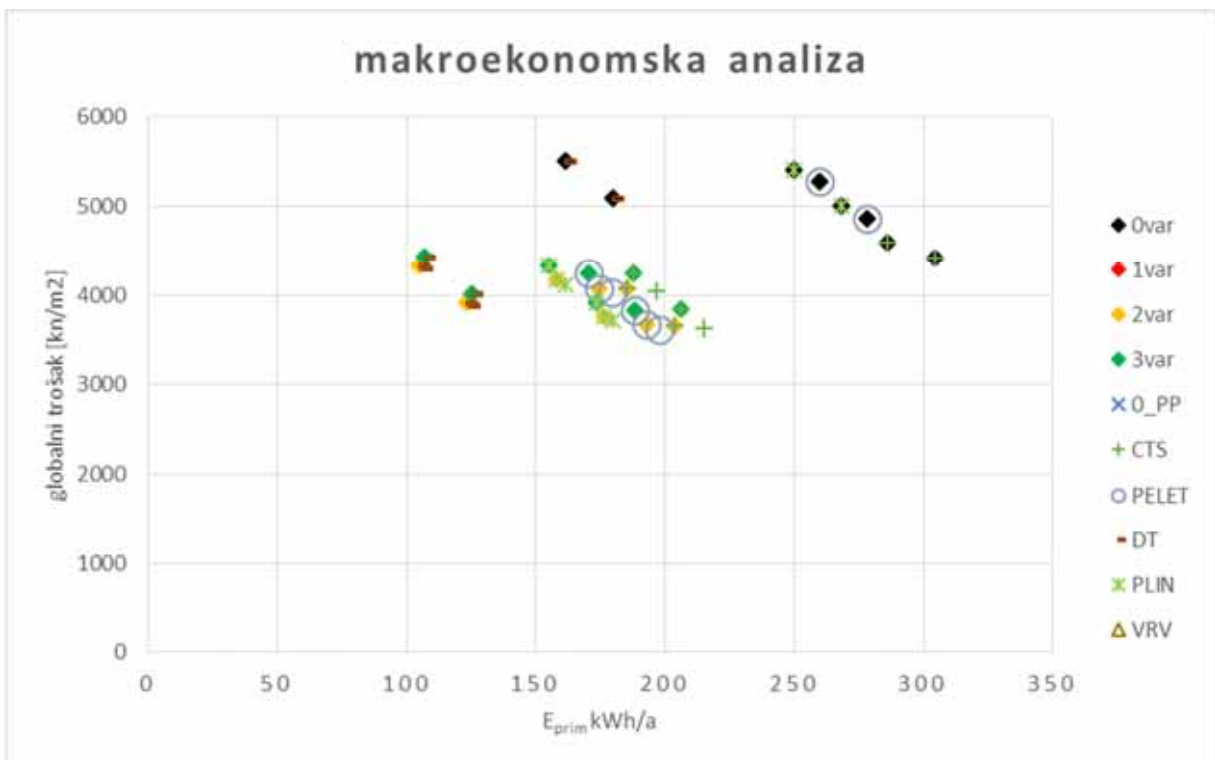
Tablica 13-11 Makroekonomska analiza - primorska (tablica 6 prema predlošku izvješća)

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)	CTS	PP	UNP	EE	LU	PELET						
0	2.748.228	27.198	2.720	0	26.138	0	0	96.112	0	0	44.866	588.085	7,00	30	0	4.951.115
1	2.855.458	30.146	3.015	0	0	0	0	96.279	0	0	39.832	629.905	7,00	30	0	4.499.467
2	2.827.158	29.368	2.937	0	0	0	0	96.277	0	21.572	43.834	640.705	7,00	30	0	4.760.663
3	2.839.128	29.697	2.970	0	0	0	0	111.327	0	0	44.882	635.851	7,00	30	0	4.659.400
4	2.872.367	25.724	2.572	0	25.625	0	0	94.969	0	0	39.286	559.251	7,00	30	0	4.772.540
5	2.984.197	28.799	2.880	0	0	0	0	98.491	0	19.642	44.317	603.905	7,00	30	0	4.894.424
6	2.955.897	28.021	2.802	0	0	0	0	95.134	0	21.572	43.346	614.705	7,00	30	0	4.849.694
7	3.017.167	29.706	2.971	0	0	0	0	111.623	0	0	45.009	866.468	7,00	30	0	4.991.567
8	2.907.654	25.724	2.572	0	23.759	0	0	98.317	0	0	40.612	559.251	7,00	30	0	4.819.410
9	3.013.484	28.634	2.863	0	0	0	33.553	98.481	0	0	73.231	599.905	7,00	30	0	5.137.436
10	2.945.784	26.772	2.677	0	0	0	0	98.491	0	19.642	44.317	584.705	7,00	30	0	4.826.915
11	3.036.954	29.279	2.928	0	0	0	0	113.730	0	0	45.916	850.968	7,00	30	0	5.021.742
12	2.794.704	22.617	2.262	0	18.437	0	0	86.503	0	0	36.397	505.585	7,00	30	0	4.451.667
13	2.900.534	25.528	2.553	0	0	0	25.696	86.633	0	0	61.380	546.238	7,00	30	0	4.727.458
14	2.832.834	23.666	2.367	0	0	0	0	86.640	0	15.058	39.239	531.038	7,00	30	0	4.467.904
15	2.913.604	25.887	2.589	0	0	0	0	98.490	0	0	40.553	760.951	7,00	30	0	4.659.820
16	3.264.728	27.198	2.720	0	26.138	0	0	96.112	0	0	39.774	829.585	7,00	30	0	5.330.477
17	3.371.958	30.146	3.015	0	0	0	0	96.279	0	0	39.832	871.405	7,00	30	0	5.132.629
18	3.343.658	29.368	2.937	0	0	0	0	96.277	0	21.572	43.834	882.205	7,00	30	0	5.393.826
19	3.355.628	29.697	2.970	0	0	0	0	111.327	0	0	44.882	877.351	7,00	30	0	5.292.562
20	3.388.867	25.724	2.572	0	25.625	0	0	94.969	0	0	39.286	800.751	7,00	30	0	5.405.703
21	3.500.697	28.799	2.880	0	0	0	0	98.491	0	19.642	44.317	845.405	7,00	30	0	5.527.586
22	3.472.397	28.021	2.802	0	0	0	0	95.134	0	21.572	43.346	856.205	7,00	30	0	5.482.857
23	3.533.667	29.706	2.971	0	0	0	0	111.623	0	0	45.009	1.107.968	7,00	30	0	5.624.729
24	3.424.154	25.724	2.572	0	23.759	0	0	98.317	0	0	40.612	800.751	7,00	30	0	5.452.572
25	3.529.984	28.634	2.863	0	0	0	33.553	98.481	0	0	73.231	841.405	7,00	30	0	5.770.598
26	3.462.284	26.772	2.677	0	0	0	0	98.491	0	19.642	44.317	826.205	7,00	30	0	5.460.077
27	3.553.454	29.279	2.928	0	0	0	0	113.730	0	0	45.916	1.092.468	7,00	30	0	5.654.904
28	3.311.204	22.617	2.262	0	18.437	0	0	86.503	0	0	36.397	747.085	7,00	30	0	5.084.830
29	3.417.034	25.528	2.553	0	0	0	25.696	86.633	0	0	61.380	787.738	7,00	30	0	5.360.620
30	3.349.334	23.666	2.367	0	0	0	0	86.640	0	15.058	39.239	772.538	7,00	30	0	5.101.067
31	3.430.104	25.887	2.589	0	0	0	0	98.490	0	0	40.553	1.002.451	7,00	30	0	5.292.983

13.1.1. Troškovno optimalna analiza - rezultati za kontinentalnu Hrvatsku



Slika 13-1 Rezultati troškovno optimalne analize - mikroekonomska analiza



Slika 13-2 Rezultati troškovno optimalne analize - makroekonomska analiza

Troškovno optimalni raspon za gotovo nula energetske zgrade je 105,72 - 197,50 kWh/m²a s minimalnim udjelom obnovljivih izvora energije od 50%.

Tablica 13-12 Troškovno optimalna razina – mikroekonomska i makroekonomska kalkulacija

	r.br.	E _{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E _{del} [kWh/m ² a]
mikroekonomska kalkulacija	6	197,50	4360,00	3_PLT	1var	115,97	144,20
makroekonomska kalkulacija	6	197,50	3616,95	3_PLT	1var	115,97	144,20

13.1.2. Analiza osjetljivosti

Promjena ulaznih vrijednosti mikroekonomske i makroekonomske analize utječu na troškovno optimalnu razinu. Budući da se promjena nekih parametara na jednak način očituje u rezultatima obje analiza, nepotrebno je provesti analizu osjetljivosti na sve parametre na mikroekonomskim i makroekonomskim proračunima.

Parametri proračuna koji identično utječu na rezultate proračuna mikroekonomske i makroekonomske analize:

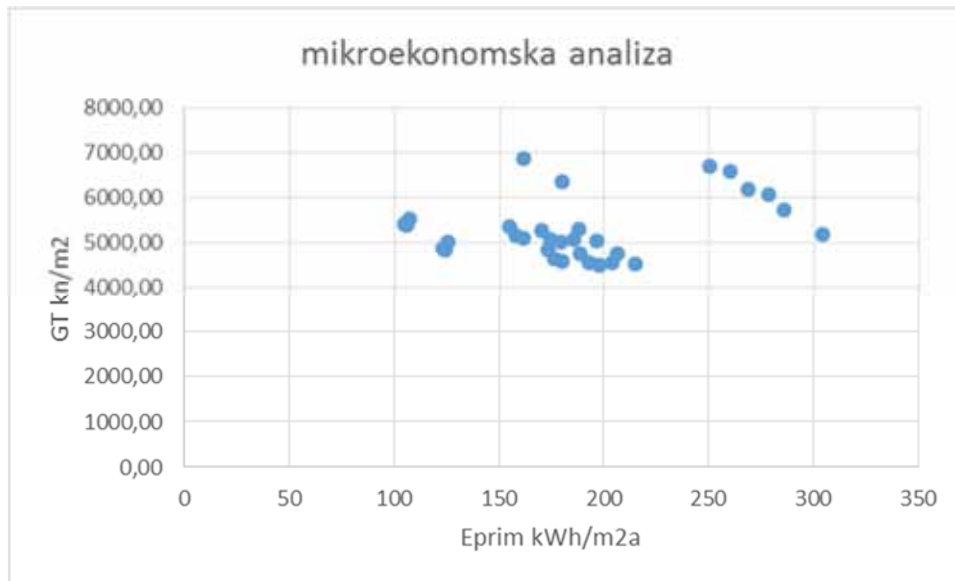
makroekonomska analiza	stopa rasta cijena energije	stopa rasta cijena održavanja	stopa rasta dodatnih troškova	stopa rasta troškova pogona
mikroekonomska analiza	stopa rasta cijena energije	stopa rasta cijena održavanja	stopa rasta dodatnih troškova	stopa rasta troškova pogona

Parametri proračuna koji različito utječu na rezultate makroekonomske i mikroekonomske analize:

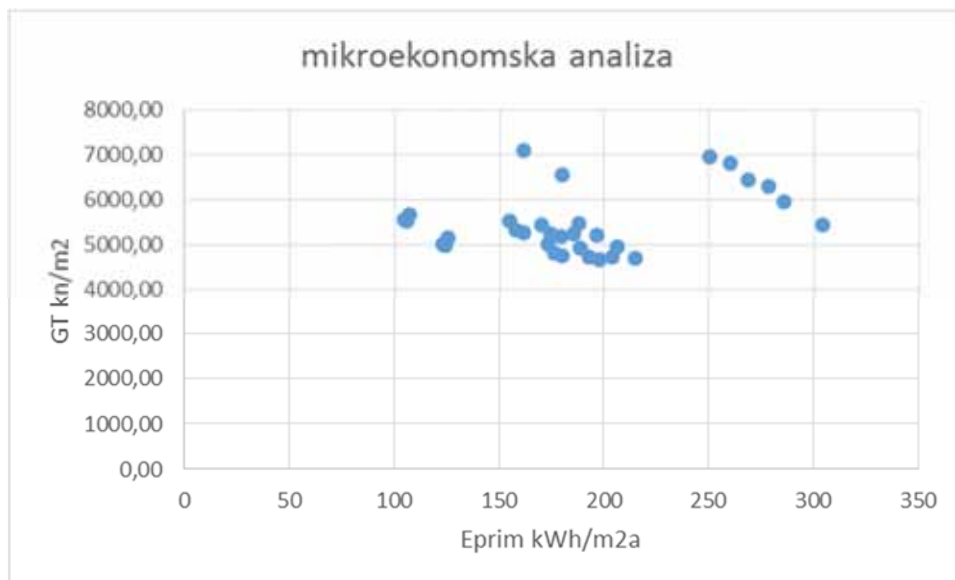
makroekonomska analiza	diskontna stopa	trošak emisija CO ₂
mikroekonomska analiza	tržišna kamatna stopa	stopa inflacije

Analiza osjetljivosti će se provesti prema rezultatima mikroekonomske analize za promjenu stope rasta cijena energije, kamatne stope i stope inflacije, te za promjenu diskontne stope i troška emisija prema rezultatima makroekonomske analize.

Promjena stope rasta cijena energije



Slika 13-3 $R_e=4,2\%$

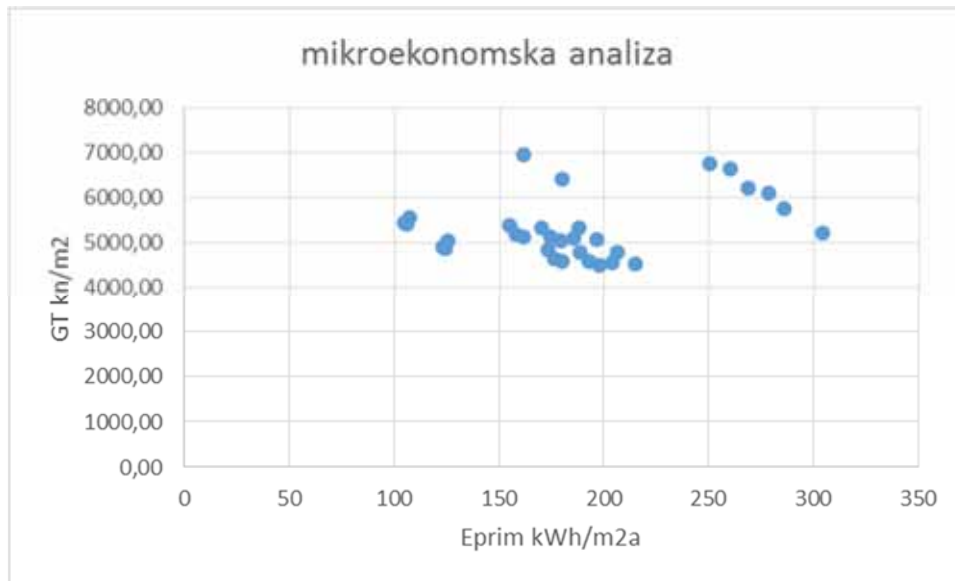


Slika 13-4 $R_e=5,6\%$

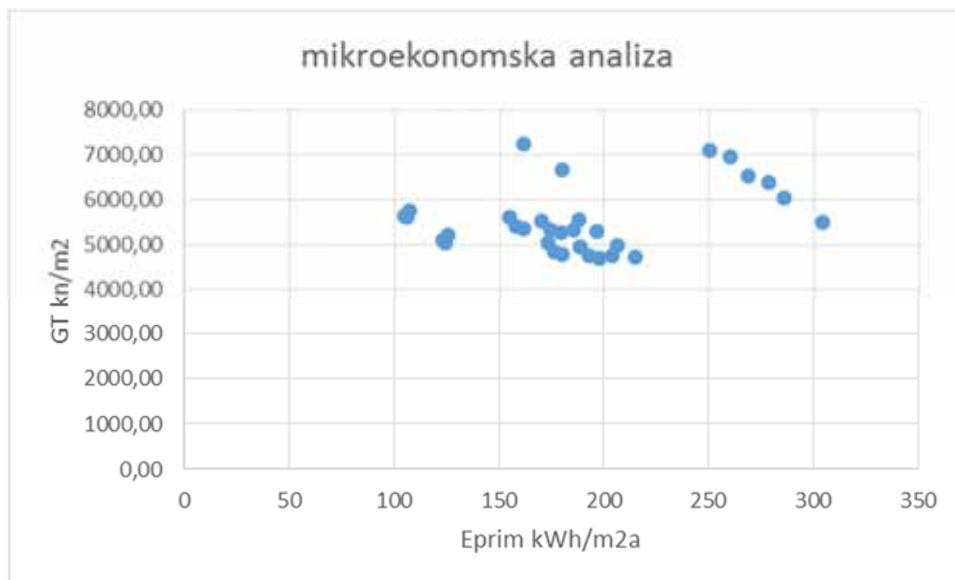
Tablica 13-13 Analiza osjetljivosti na promjenu stope rasta cijena energije

	Re %	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikro	2,8	6	197,50	4360,00	3_PLT	1var	115,97	144,20
mikro	4,2	6	197,50	4503,27	3_PLT	1var	115,97	144,20
mikro	5,6	6	197,50	4671,97	3_PLT	1var	115,97	144,20

Promjena stope inflacije



Slika 13-5 $R_i=1,8\%$

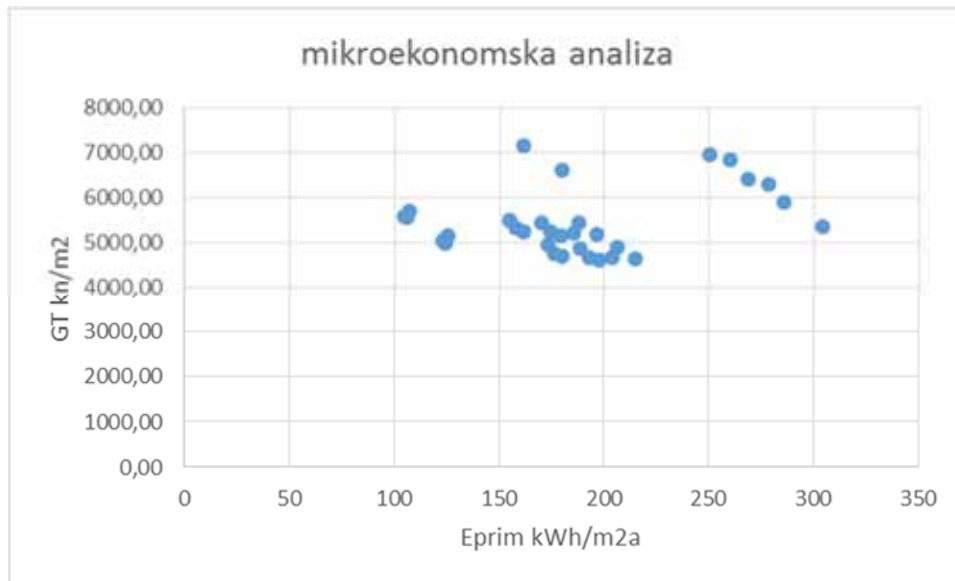


Slika 13-6 $R_i=3,3\%$

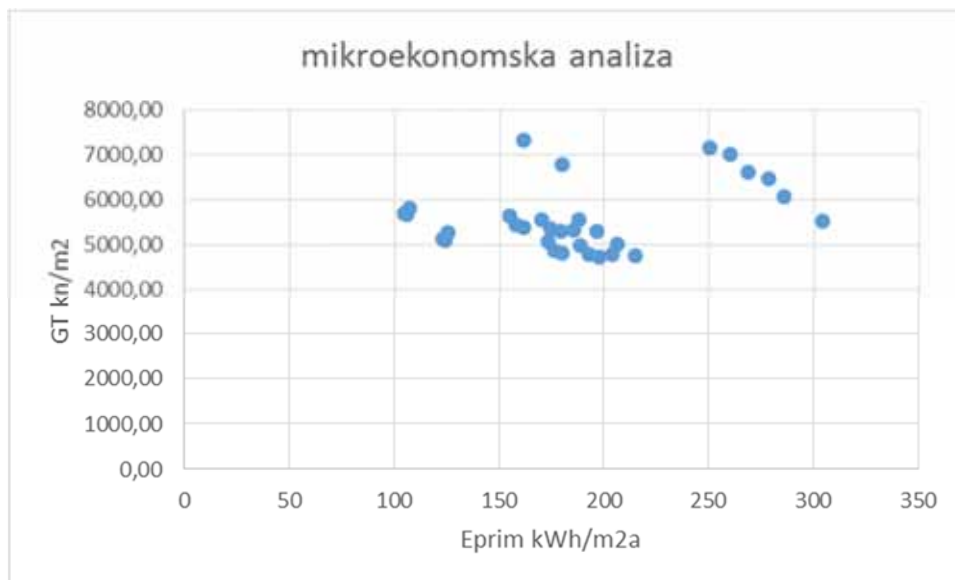
Tablica 13-14 Analiza osjetljivosti na promjenu stope inflacije

	Ri %	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikro	0,3	6	197,50	4360,00	3_PLT	1var	115,97	144,20
mikro	1,8	6	197,50	4521,90	3_PLT	1var	115,97	144,20
mikro	3,3	6	197,50	4714,53	3_PLT	1var	115,97	144,20

Promjena tržišne kamatne stope



Slika 13-7 R=4,5%

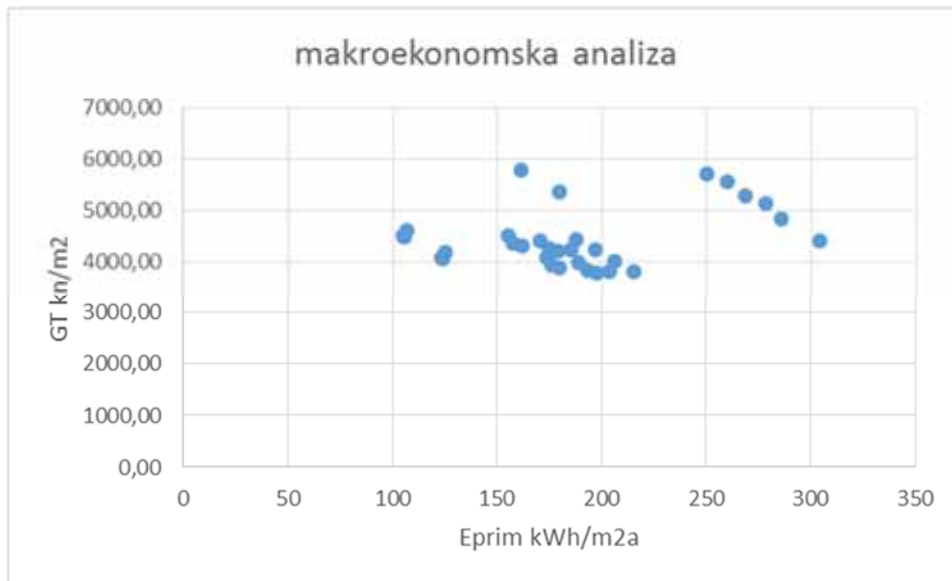


Slika 13-8 R=3,8%

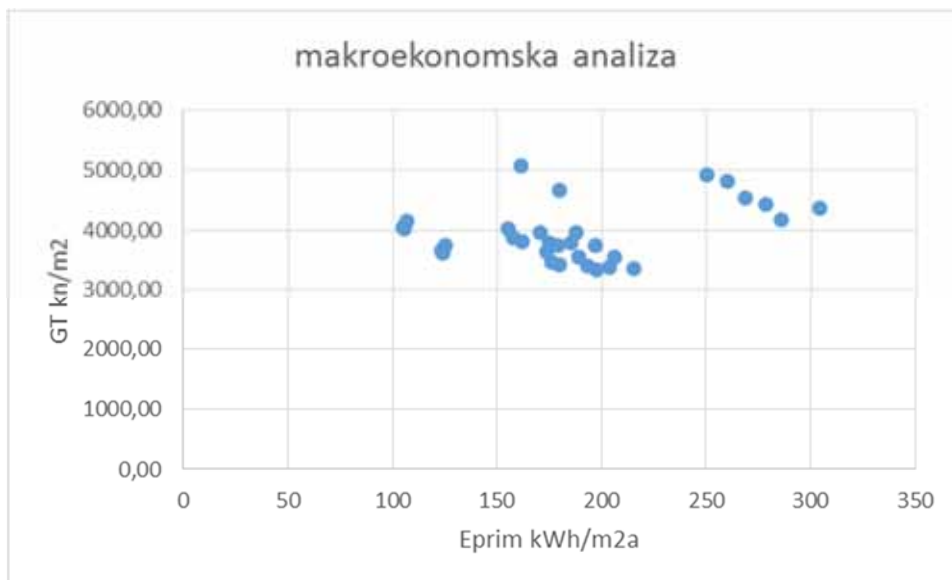
Tablica 13-15 Analiza osjetljivosti na promjenu tržišne kamatne stope

	R %	r.br.	E _{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E _{del} [kWh/m ² a]
mikro	6,6	6	197,50	4360,00	3_PLT	1var	115,97	144,20
mikro	4,5	6	197,50	4632,65	3_PLT	1var	115,97	144,20
mikro	3,8	6	197,50	4741,89	3_PLT	1var	115,97	144,20

Promjena diskontne stope



Slika 13-9 SDR = 5,50% - makro ekonomska analiza

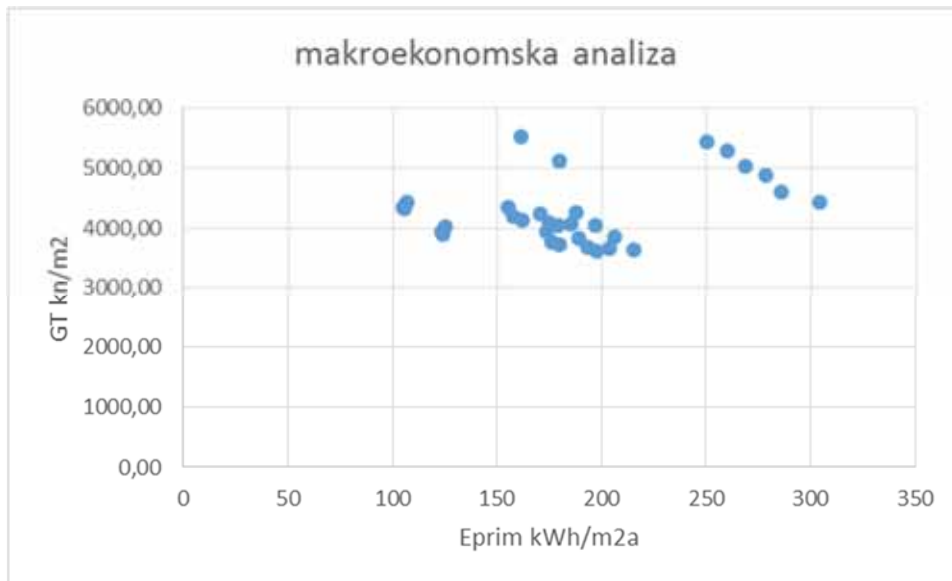


Slika 13-10 SDR = 10,00% makro ekonomska analiza

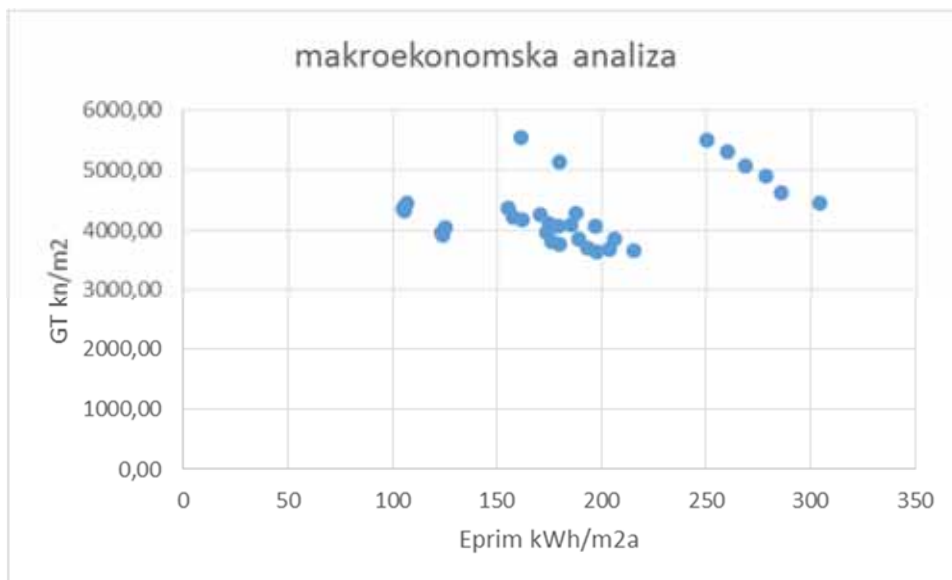
Tablica 13-16 Analiza osjetljivosti na promjenu diskontne stope

makroekonomska kalkulacija	r.br.	E_{prim} [kWh/m²a]	GT [kn/m²a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m²a]	E_{del} [kWh/m²a]
Rd=7%	6	197,50	3616,95	3_PLT	1var	115,97	144,20
Rd=5,5%	6	197,50	3793,58	3_PLT	1var	115,97	144,20
Rd=10%	6	197,50	3346,89	3_PLT	1var	115,97	144,20

Trošak CO₂ emisija



Slika 13-11 Trošak CO₂=133%

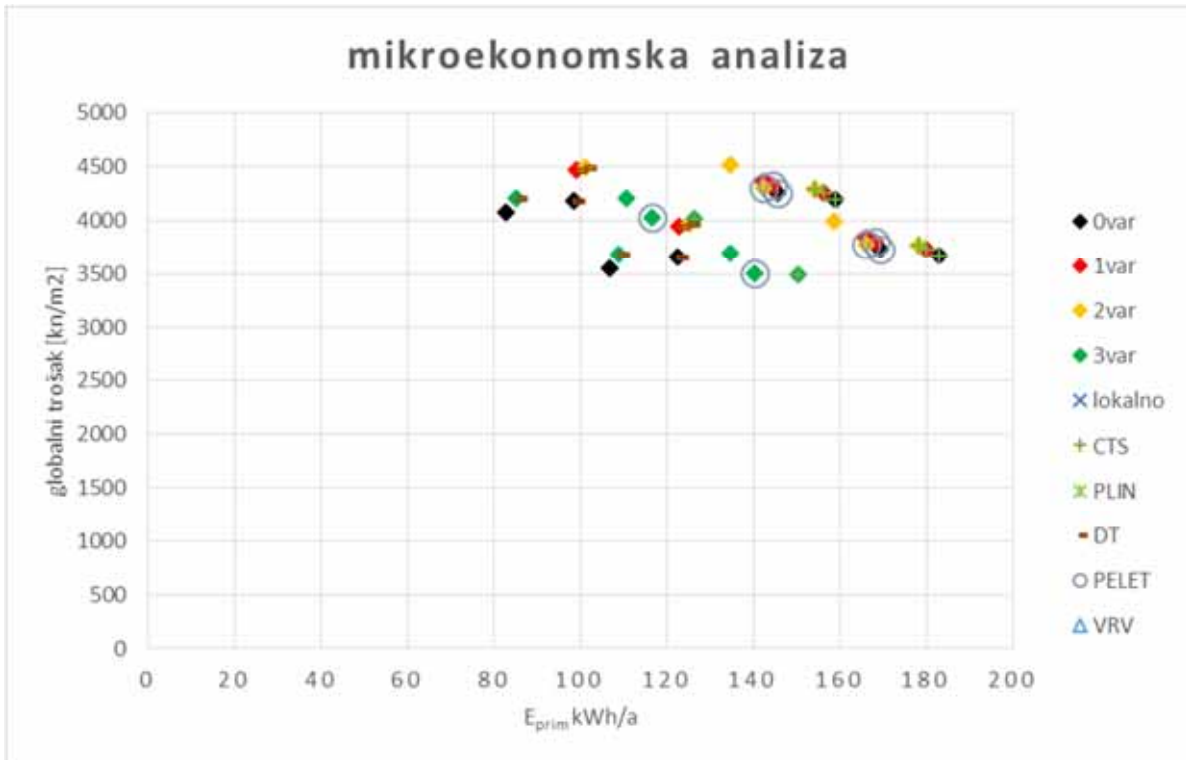


Slika 13-12 Trošak CO₂=200%

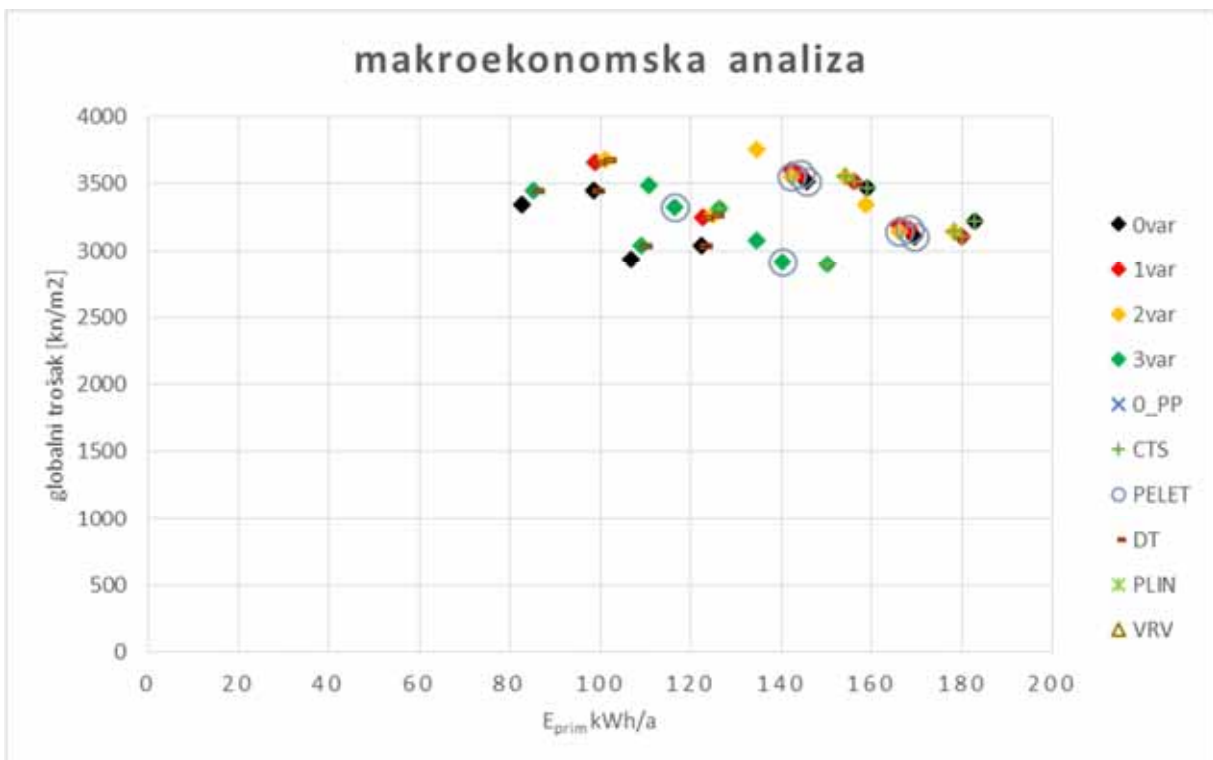
Tablica 13-17 Analiza osjetljivosti na promjenu troška CO₂ emisija

makroekonomska kalkulacija	r.br.	E _{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E _{del} [kWh/m ² a]
100%	6	197,50	3616,95	3_PLT	1var	115,97	144,20
133%	6	197,50	3626,49	3_PLT	1var	115,97	144,20
200%	6	197,50	3645,56	3_PLT	1var	115,97	144,20

13.1.3. Troškovno optimalna analiza - rezultati za primorsku Hrvatsku



Slika 13-13 Troškovno optimalna kalkulacija - mikroekonomska



Slika 13-14 Troškovno optimalna kalkulacija – makroekonomska

Troškovno optimalni raspon za gotovo nula energetske zgrade je 82,72 – 150,12 kWh/m²a s minimalnim udjelom obnovljivih izvora energije od 50%.

Tablica 13-18 Troškovno optimalna razina – mikroekonomska i makroekonomska kalkulacija

	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikroekonomska kalkulacija	12	150,12	3491,91	1_CTS	3var	73,72	95,00
makroekonomska kalkulacija	12	150,12	2900,03	1_CTS	3var	73,72	95,00

13.1.4. Analiza osjetljivosti

Promjena ulaznih vrijednosti mikroekonomske i makroekonomske analize utječu na troškovno optimalnu razinu. Budući da se promjena nekih parametara na jednak način očituje u rezultatima obje analiza, nepotrebno je provesti analizu osjetljivosti na sve parametre na mikroekonomskim i makroekonomskim proračunima.

Parametri proračuna koji identično utječu na rezultate proračuna mikroekonomske i makroekonomske analize:

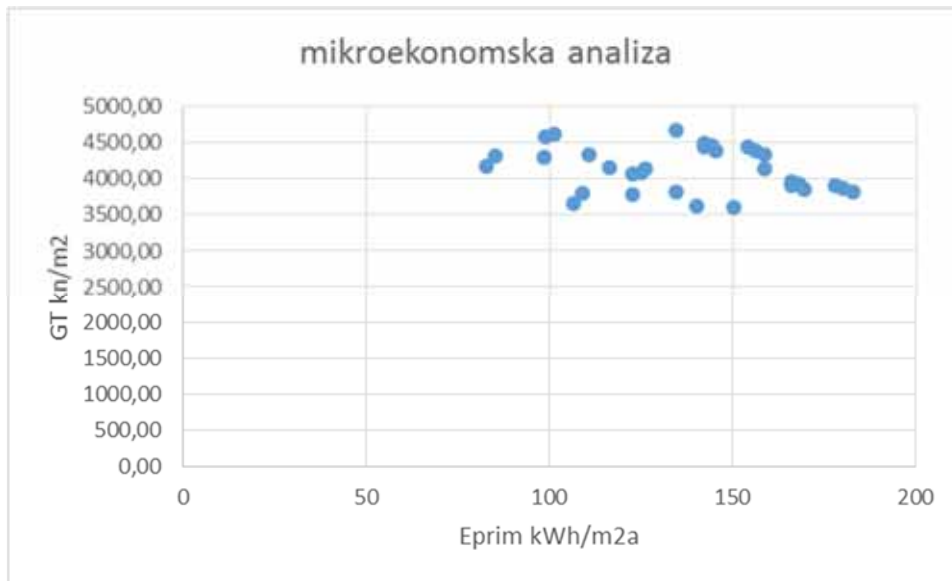
makroekonomska analiza	stopa rasta cijena energije	stopa rasta cijena održavanja	stopa rasta dodatnih troškova	stopa rasta troškova pogona
mikroekonomska analiza	stopa rasta cijena energije	stopa rasta cijena održavanja	stopa rasta dodatnih troškova	stopa rasta troškova pogona

Parametri proračuna koji različito utječu na rezultate makroekonomske i mikroekonomske analize:

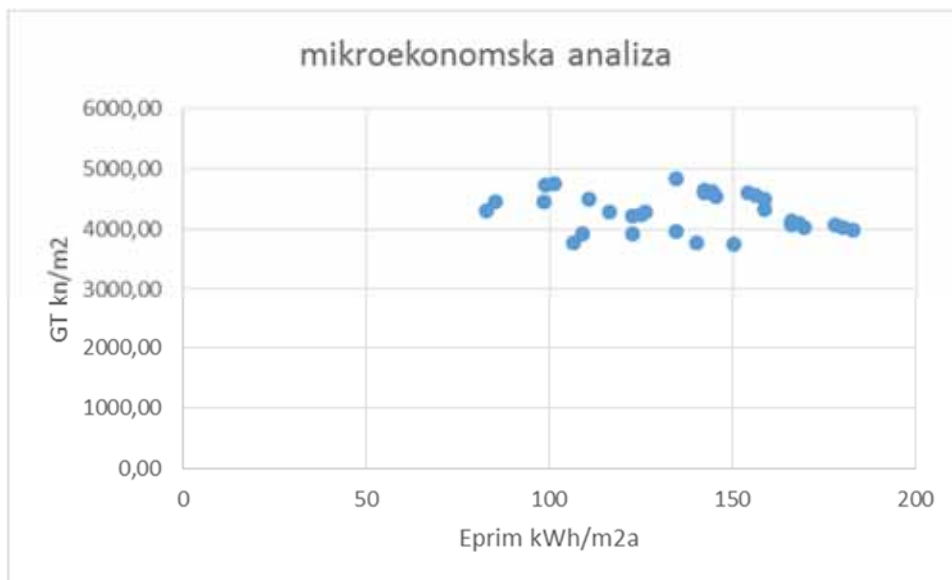
makroekonomska analiza	diskontna stopa	trošak emisija CO ₂
mikroekonomska analiza	tržišna kamatna stopa	stopa inflacije

Analiza osjetljivosti će se provesti prema rezultatima mikroekonomske analize za promjenu stope rasta cijena energije, kamatne stope i stope inflacije, te za promjenu diskontne stope i troška emisija prema rezultatima makroekonomske analize.

Promjena stope rasta cijena energije



Slika 13-15 $R_e=4,2\%$

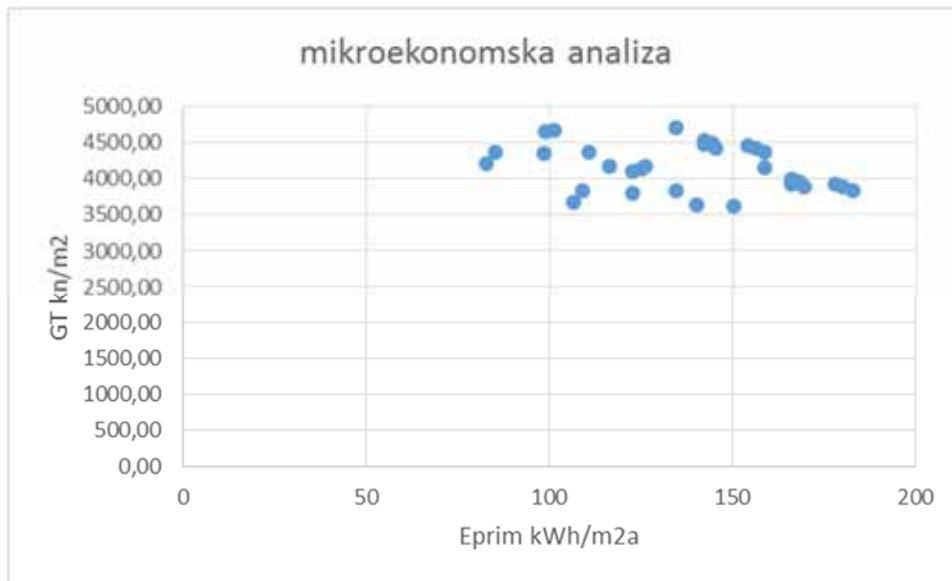


Slika 13-16 $R_e=5,6\%$

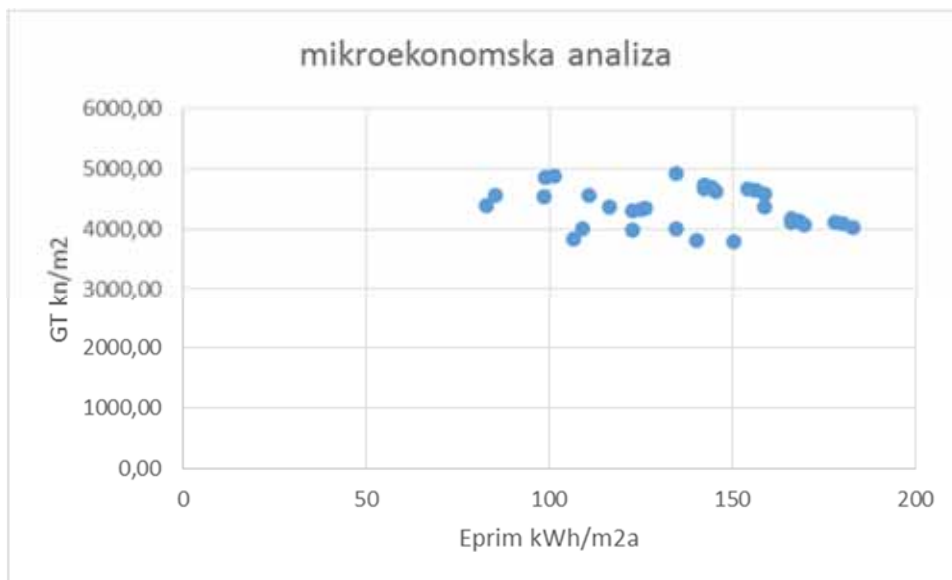
Tablica 13-19 Analiza osjetljivosti na promjenu stope rasta cijena energije

	Re %	r.br.	E_{prim} [kWh/m²a]	GT [kn/m²a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m²a]	E_{del} [kWh/m²a]
mikro	2,8	12	150,12	3491,91	1_CTS	3var	73,72	95,00
mikro	4,2	12	150,12	3612,33	1_CTS	3var	73,72	95,00
mikro	5,6	12	150,12	3754,13	1_CTS	3var	73,72	95,00

Promjena stope inflacije



Slika 13-17 $R_i=1,8\%$

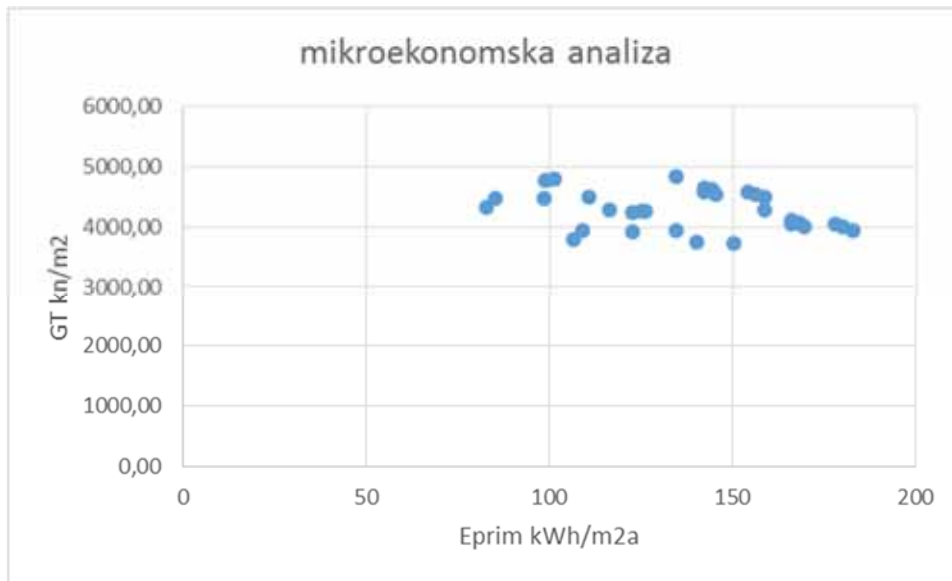


Slika 13-18 $R_i=3,3\%$

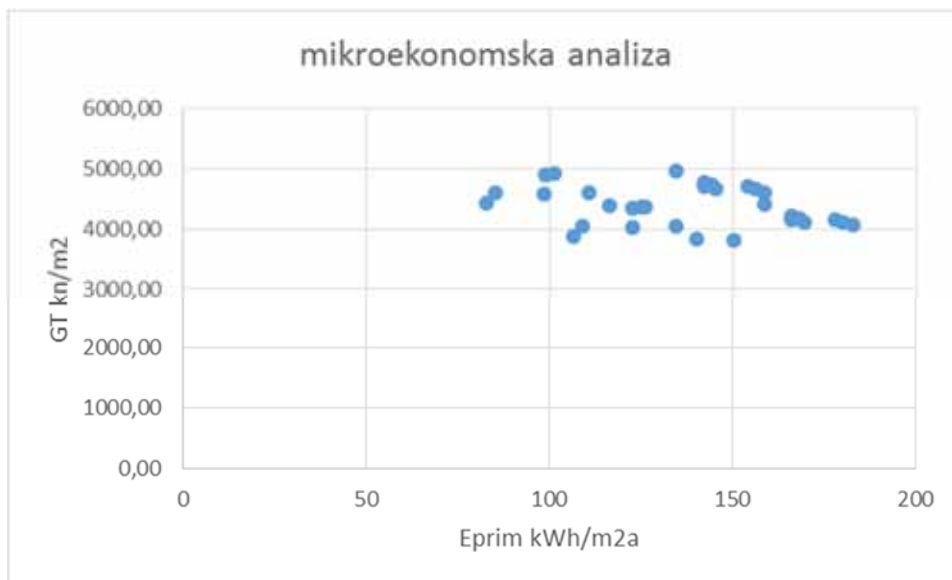
Tablica 13-20 Analiza osjetljivosti na promjenu stope inflacije

	Ri %	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
mikro	0,3	12	150,12	3491,91	1_CTS	3var	73,72	95,00
mikro	1,8	12	150,12	3630,00	1_CTS	3var	73,72	95,00
mikro	3,3	12	150,12	3794,10	1_CTS	3var	73,72	95,00

Promjena tržišne kamatne stope



Slika 13-19 R=4,5%

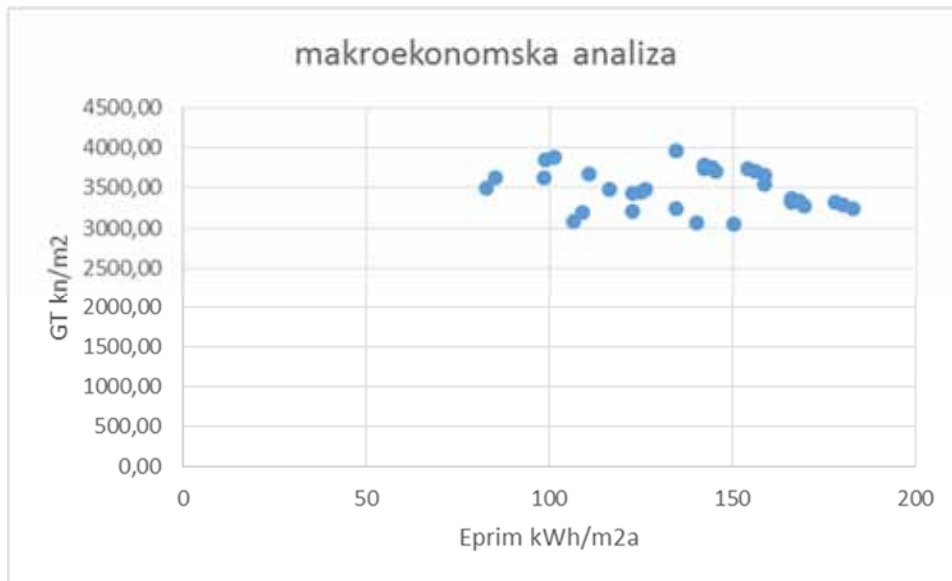


Slika 13-20 R=3,8%

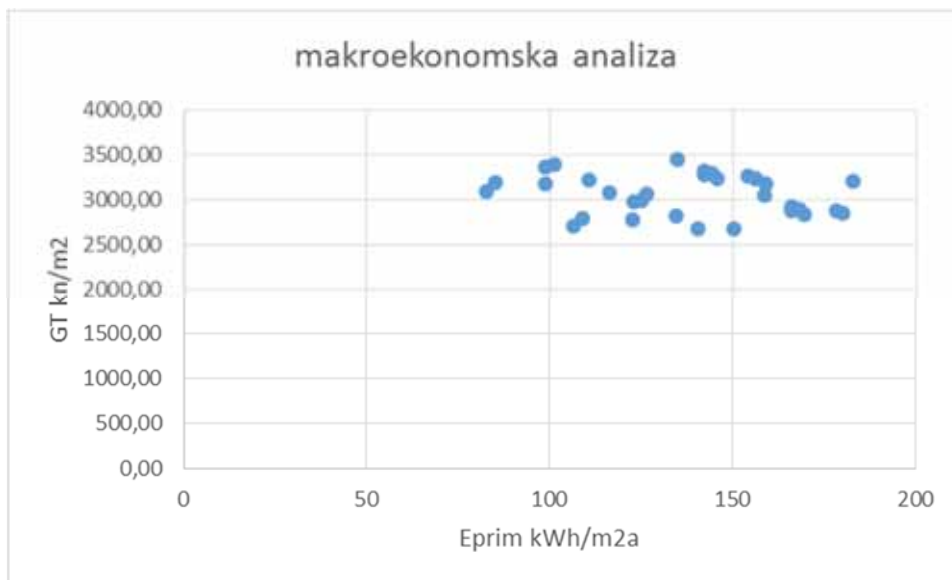
Tablica 13-21 Analiza osjetljivosti na promjenu tržišne kamatne stope

	R %	r.br.	E _{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E _{del} [kWh/m ² a]
mikro	6,6	12	150,12	3491,91	1_CTS	3var	73,72	95,00
mikro	4,5	12	150,12	3727,02	1_CTS	3var	73,72	95,00
mikro	3,8	12	150,12	3821,13	1_CTS	3var	73,72	95,00

Promjena diskontne stope



Slika 13-21 SDR = 5,50% - makro ekonomska analiza

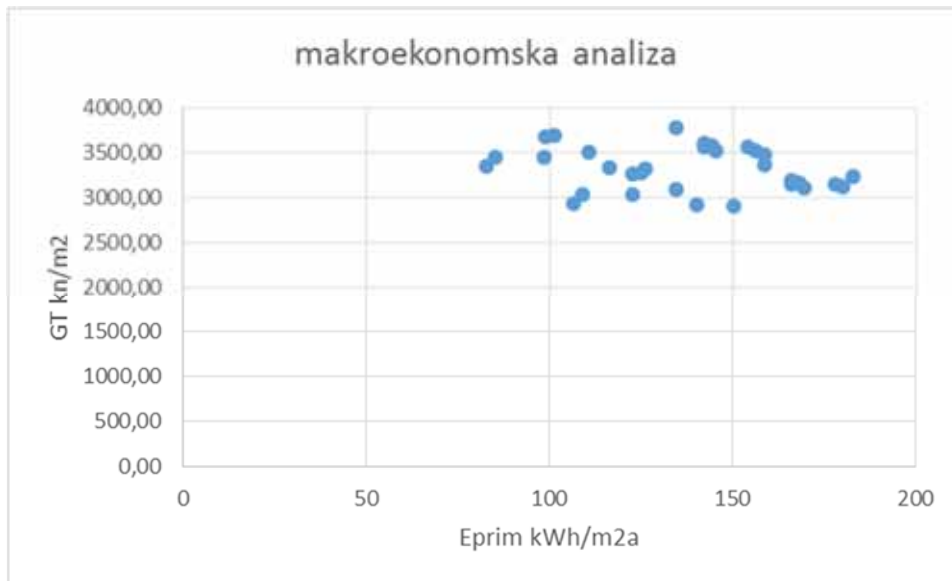


Slika 13-22 SDR = 10,00% makro ekonomska analiza

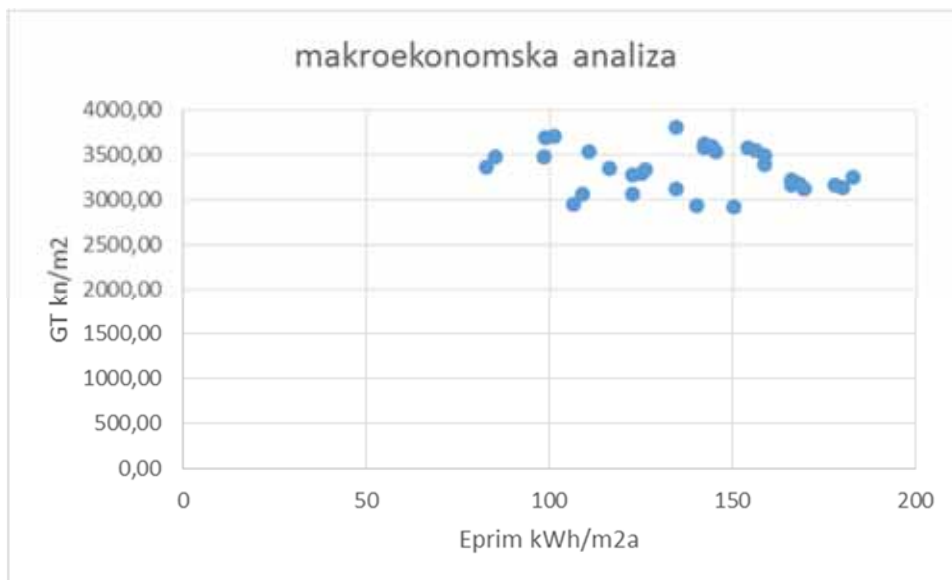
Tablica 13-22 Analiza osjetljivosti na promjenu diskontne stope

makroekonomska kalkulacija	r.br.	E_{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E_{del} [kWh/m ² a]
Rd=7%	12	150,12	2900,03	1_CTS	3var	73,72	95,00
Rd=5,5%	12	150,12	3051,71	1_CTS	3var	73,72	95,00
Rd=10%	12	150,12	2667,89	1_CTS	3var	73,72	95,00

Trošak CO₂ emisija



Slika 13-23 Trošak CO₂=133%



Slika 13-24 Trošak CO₂=200%

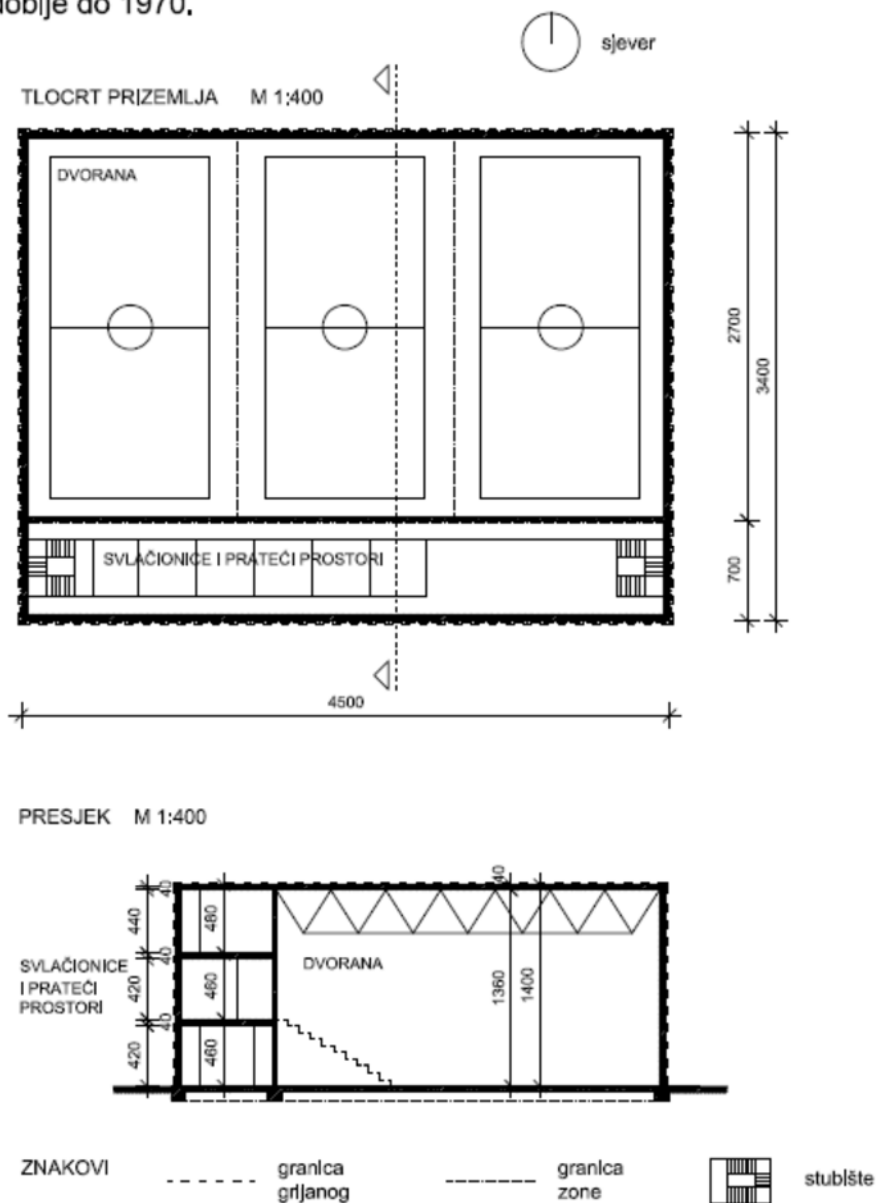
Tablica 13-23 Analiza osjetljivosti na promjenu troška CO₂ emisija

makroekonomska kalkulacija	r.br.	E _{prim} [kWh/m ² a]	GT [kn/m ² a]	sustav grijanja	vanjska ovojnica	Q+W+E [kWh/m ² a]	E _{del} [kWh/m ² a]
100%	12	150,12	2900,03	1_CTS	3var	73,72	95,00
133%	12	150,12	2907,94	1_CTS	3var	73,72	95,00
200%	12	150,12	2923,74	1_CTS	3var	73,72	95,00

14. PRILOZI

REFERENTNA ZGRADA ZA SPORT - KONTINENTALNA HRVATSKA

Razdoblje do 1970.



Model zgrade izrađen prema statističkim podacima

- A_k , V_E , $Q_{H,ind}$, H' modelirani prema statističkim podacima sa odstupanjem do 10 %
- režim grljanja dvorane 17/6, temp. 18°C, svlačionice i prateći prostori 17/6, temp. 20°C

Paket mjera definiran u excel tablicama

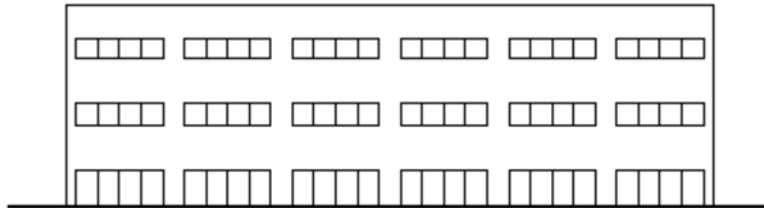
- definiran zahvat na građevnim dijelovima s površinama (poboljšanja su minimalno na razini u skladu s U_{max} vrijednostima iz novog TPRUETZZ - prijedloga koji je prošao javnu raspravu)
- zahvat na ventilaciji (bitvjenja, mehanička ventilacija s rekuperacijom)

Slika 14-1 Kontinentalna Hrvatska do 1970.

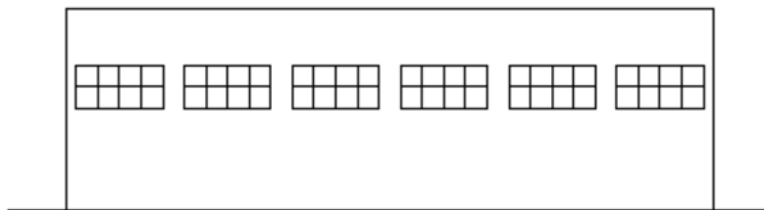
REFERENTNA ZGRADA ZA SPORT - KONTINENTALNA HRVATSKA

Razdoblje do 1970.

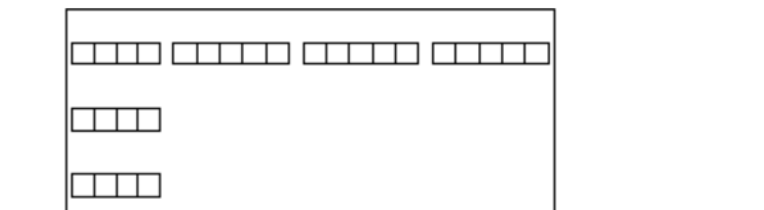
PROČELJE JUG M 1:400



PROČELJE SJEVER M 1:400



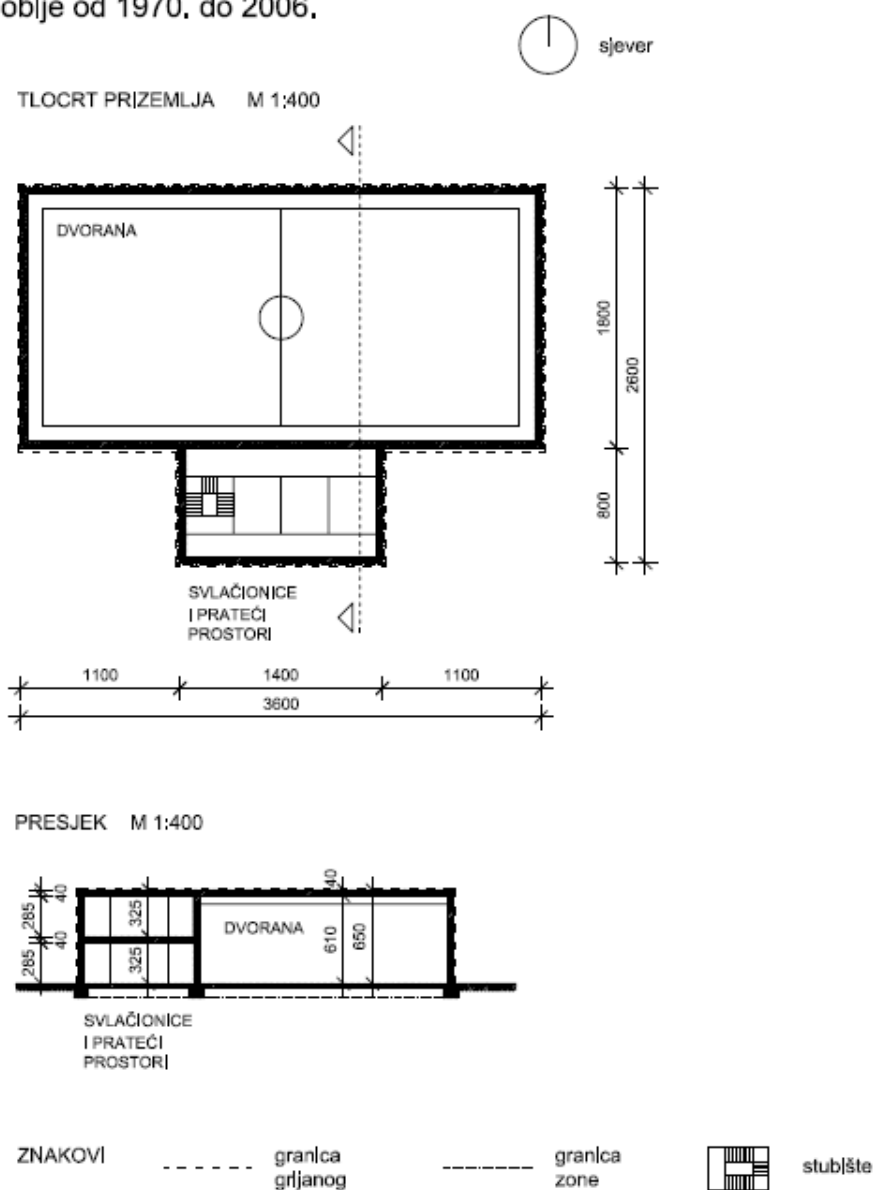
PROČELJE ISTOK/ZAPAD M 1:400



Slika 14-2 Kontinentalna Hrvatska do 1970. pročelja

REFERENTNA ZGRADA ZA SPORT - KONTINENTALNA HRVATSKA

Razdoblje od 1970. do 2006.



Model zgrade izrađen prema statističkim podacima

- A_k , V_E , $Q_{H,nd}$, f_0 modelirani prema statističkim podacima sa odstupanjem do 10 %
- režim grijanja dvorane 17/6, temp. 18°C, svlačionice i prateći prostori 17/6, temp. 20°C

Paket mjera definiran u excel tablicama

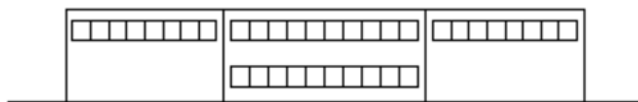
- definirani zahvat na građevnim dijelovima s površinama (poboljšanja su minimalno na razini u skladu s U_{max} vrijednostima iz novog TPRUETZZ - prijedloga koji je prošao javnu raspravu)
- zahvat na ventilaciji (brtvljenja, mehanička ventilacija s rekuperacijom)

Slika 14-3 Kontinentalna Hrvatska 1971. - 2005.

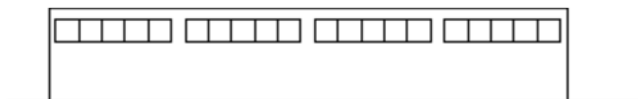
REFERENTNA ZGRADA ZA SPORT - KONTINENTALNA HRVATSKA

Razdoblje od 1970. do 2006.

PROČELJE JUG M 1:400



PROČELJE SJEVER M 1:400



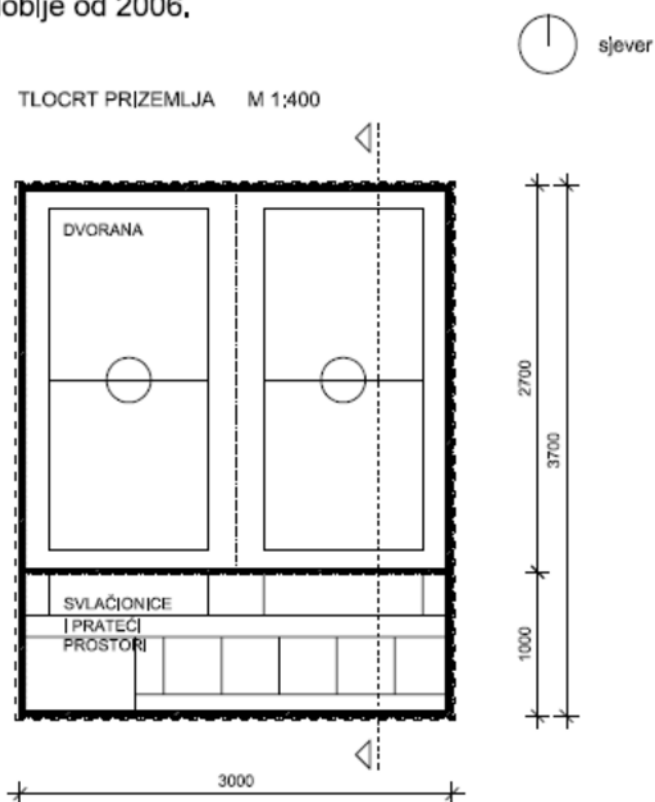
PROČELJE ISTOK/ZAPAD M 1:400



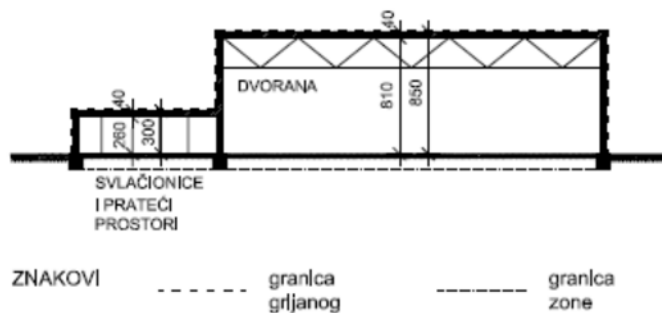
Slika 14-4 Kontinentalna Hrvatska 1971. - 2005. - pročelja

REFERENTNA ZGRADA ZA SPORT - KONTINENTALNA HRVATSKA

Razdoblje od 2006.



PRESJEK M 1:400



Model zgrade izrađen prema statističkim podacima

- A_k , V_E , f_o , H_V modelirani prema statističkim podacima sa odstupanjem do 10 %
- režim grijanja dvorane 17/6, temp. 18°C, svlačionice i prateći prostori 17/6, temp. 20°C

Paket mjera definiran u excel tablicama

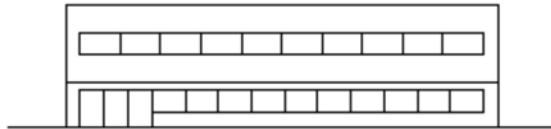
- definiran zahvat na građevnim dijelovima s površinama (poboljšanja su minimalno na razini u skladu s U_{max} vrijednostima iz novog TPRUETZZ - prijedloga koji je prošao javnu raspravu)
- zahvat na ventilaciji (bitvjenja, mehanička ventilacija s rekuperacijom)

Slika 14-5 kontinentalna Hrvatska iza 2006.

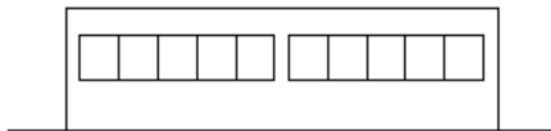
REFERENTNA ZGRADA ZA SPORT - KONTINENTALNA HRVATSKA

Razdoblje od 2006.

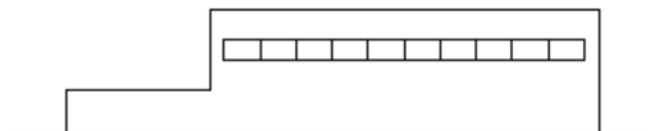
PROČELJE JUG M 1:400



PROČELJE SJEVER M 1:400



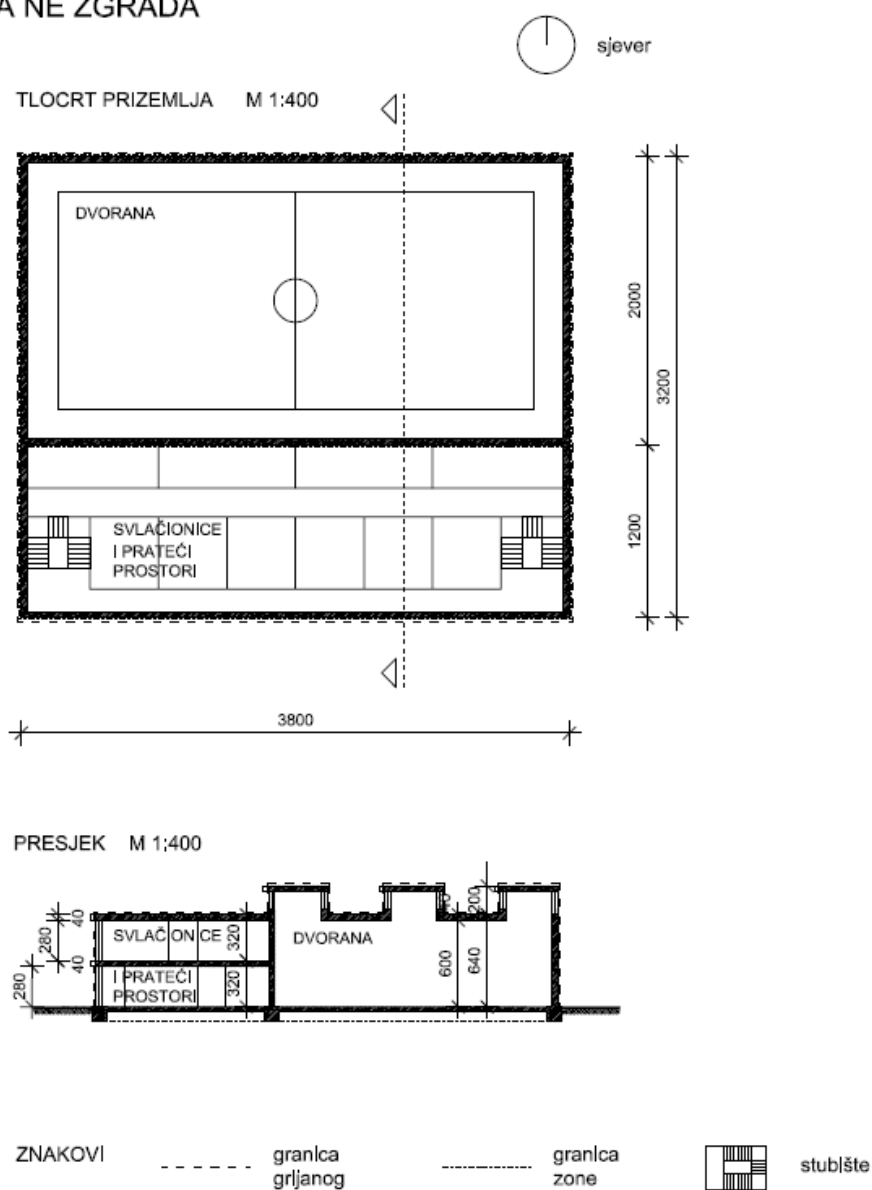
PROČELJE ISTOK/ZAPAD M 1:400



Slika 14-6 kontinentalna Hrvatska iza 2006.

REFERENTNA ZGRADA ZA SPORT - KONTINENTALNA HRVATSKA

NOVA NE ZGRADA



Model zgrade prema načelima projektiranja NE zgrada

- građevni djelovi s povećanim debljinama toplinske izolacije, najveći otvori orijentacije prema jugu
- režim grijanja dvorane 17/6, temp. 18°C, svlačionice i prateći prostori 17/6, temp. 20°C

Varijante NE zgrade za obrazovanje definirane u excel tablicama

- definirani građevni djelovi s površinama (građevni djelovi s U_{max} vrijednostima iz novog TPRUETZZ - prijedloga koji je prošao javnu raspravu)
- varijante ventilacije prikazane u tablicama (mehanička ventilacija s rekuperacijom)

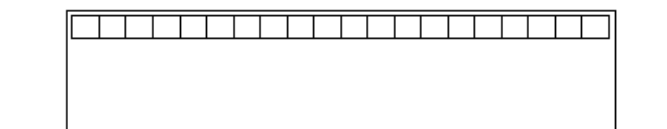
Slika 14-7 Kontinentalna Hrvatska NZEB – tlocrti i presjek

REFERENTNA ZGRADA ZA SPORT - KONTINENTALNA HRVATSKA
NOVA NE ZGRADA

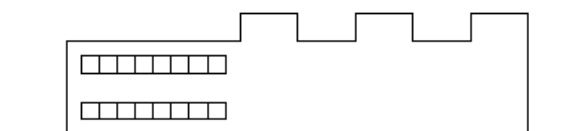
PROČELJE JUG M 1:400



PROČELJE SJEVER M 1:400



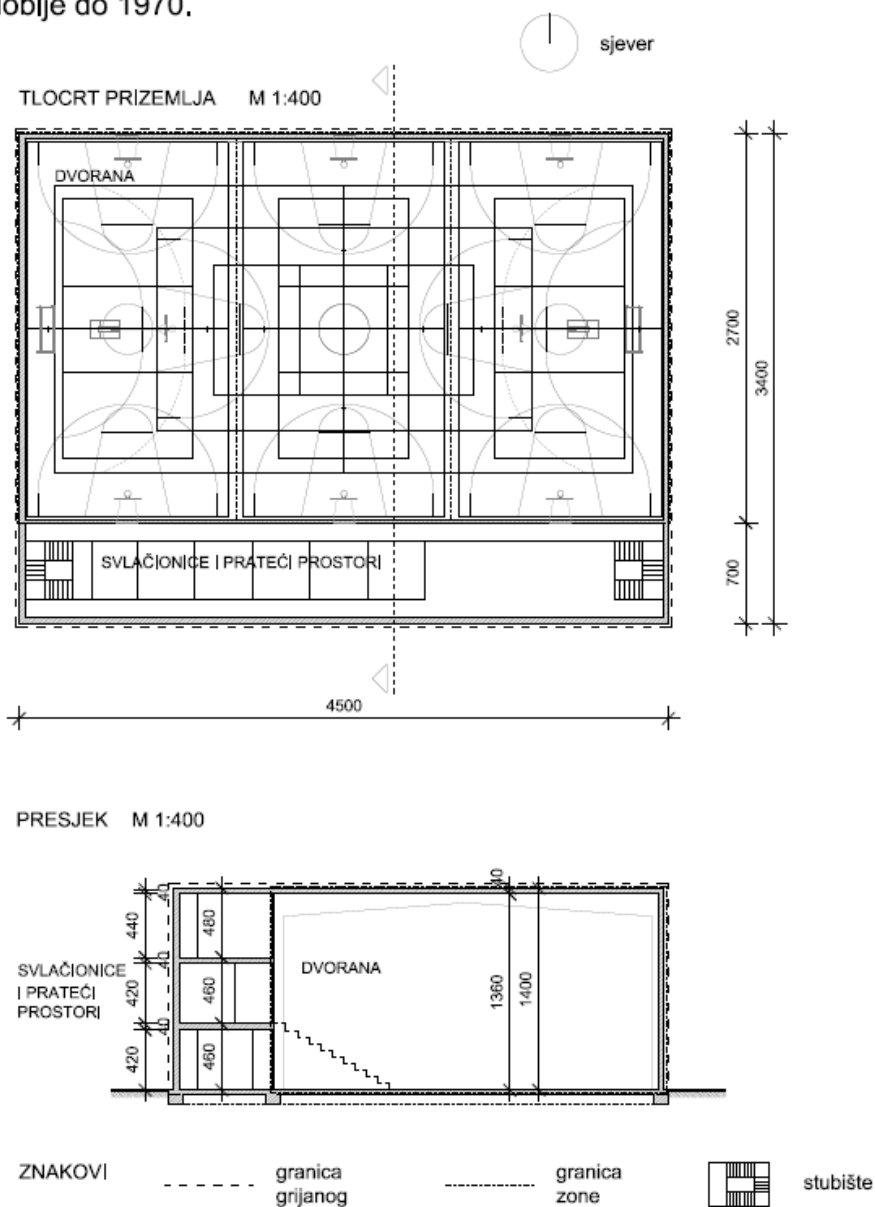
PROČELJE ISTOK/ZAPAD M 1:400



Slika 14-8 Kontinentalna Hrvatska NZEB – pročelja

REFERENTNA ZGRADA ZA SPORT - PRIMORSKA HRVATSKA

Razdoblje do 1970.



Model zgrade izrađen prema statističkim podacima

- A_k , V_E modelirani prema statističkim podacima za kontinentalnu Hrvatsku do 1970. g, sa odstupanjem do 10 % (sastav i karakteristike građ. dijelova prilagođeni primorskom podneblju i vremenu gradnje)
- režim grijanja dvorane 17/6, temp. 18°C, svlačionice i prateći prostori 17/6, temp. 20°C

Paketi mjera definirani u excel tablicama

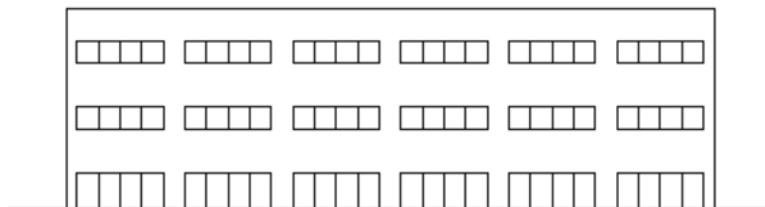
- definirani zahvati na građevnim dijelovima s površinama (poboljšanja su minimalno na razini u skladu s U_{max} vrijednostima iz novog TPRUETZZ - prijedloga koji je prošao javnu raspravu)
- zahvati na ventilaciji (brtvljenja, mehanička ventilacija s rekuperacijom)

Slika 14-9 Primorska Hrvatska do 1970.

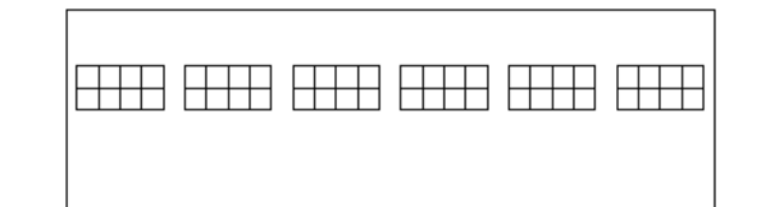
REFERENTNA ZGRADA ZA SPORT - PRIMORSKA HRVATSKA

Razdoblje do 1970.

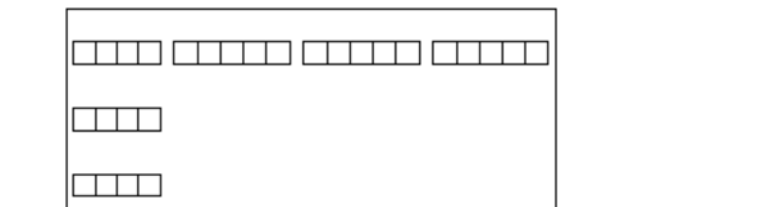
PROČELJE JUG M 1:400



PROČELJE SJEVER M 1:400



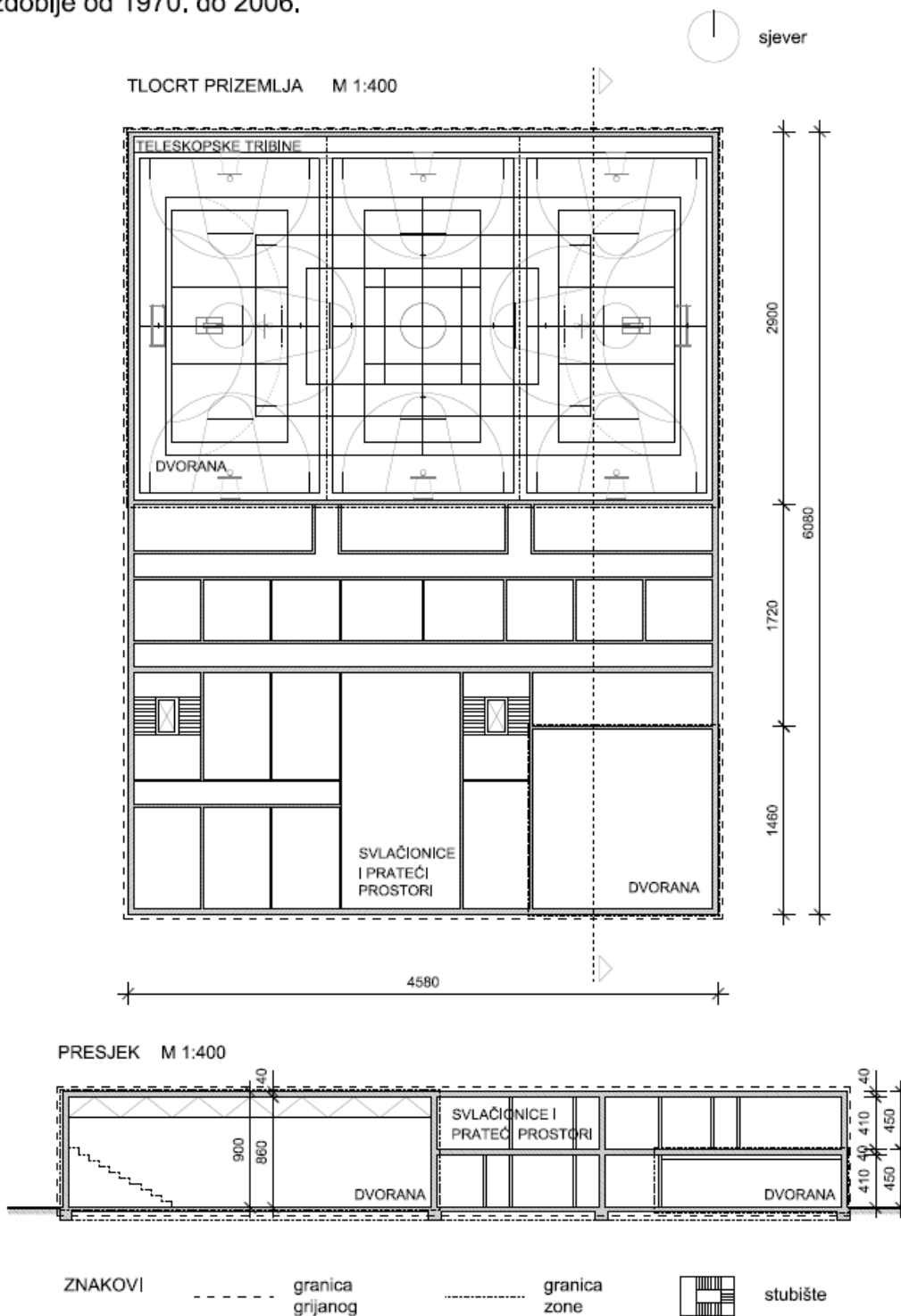
PROČELJE ISTOK/ZAPAD M 1:400



Slika 14-10 Primorska Hrvatska do 1970. - pročelja

REFERENTNA ZGRADA ZA SPORT - PRIMORSKA HRVATSKA

Razdoblje od 1970. do 2006.

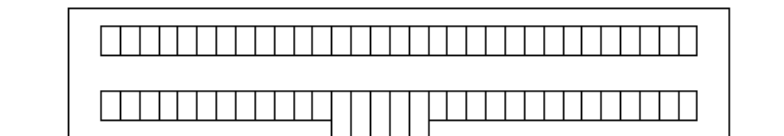


Slika 14-11 Primorska Hrvatska 1971. - 2005.

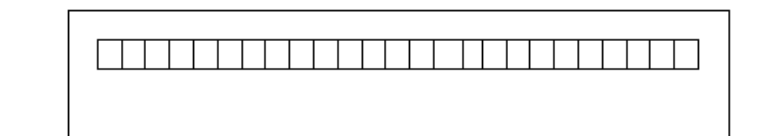
REFERENTNA ZGRADA ZA SPORT - PRIMORSKA HRVATSKA

Razdoblje od 1970. do 2006.

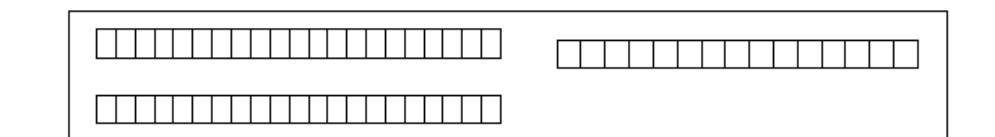
PROČELJE JUG M 1:400



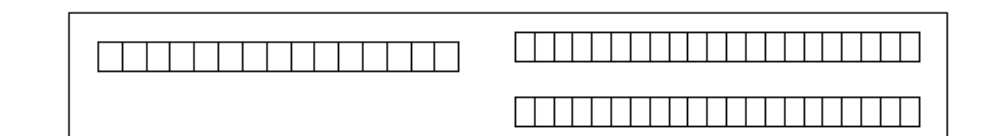
PROČELJE SJEVER M 1:400



PROČELJE ISTOK M 1:400



PROČELJE ZAPAD M 1:400



Model zgrade izrađen prema statističkim podacima

- A_v , V_E , f_o , modelirani prema statističkim podacima s odstupanjem do 10 % (sastav i karakteristike građ. dijelova prilagođeni primorskom podneblju i vremenu gradnje)
- režim grijanja dvorane 17/6, temp. 18°C, svlačionice i prateći prostori 17/6, temp. 20°C

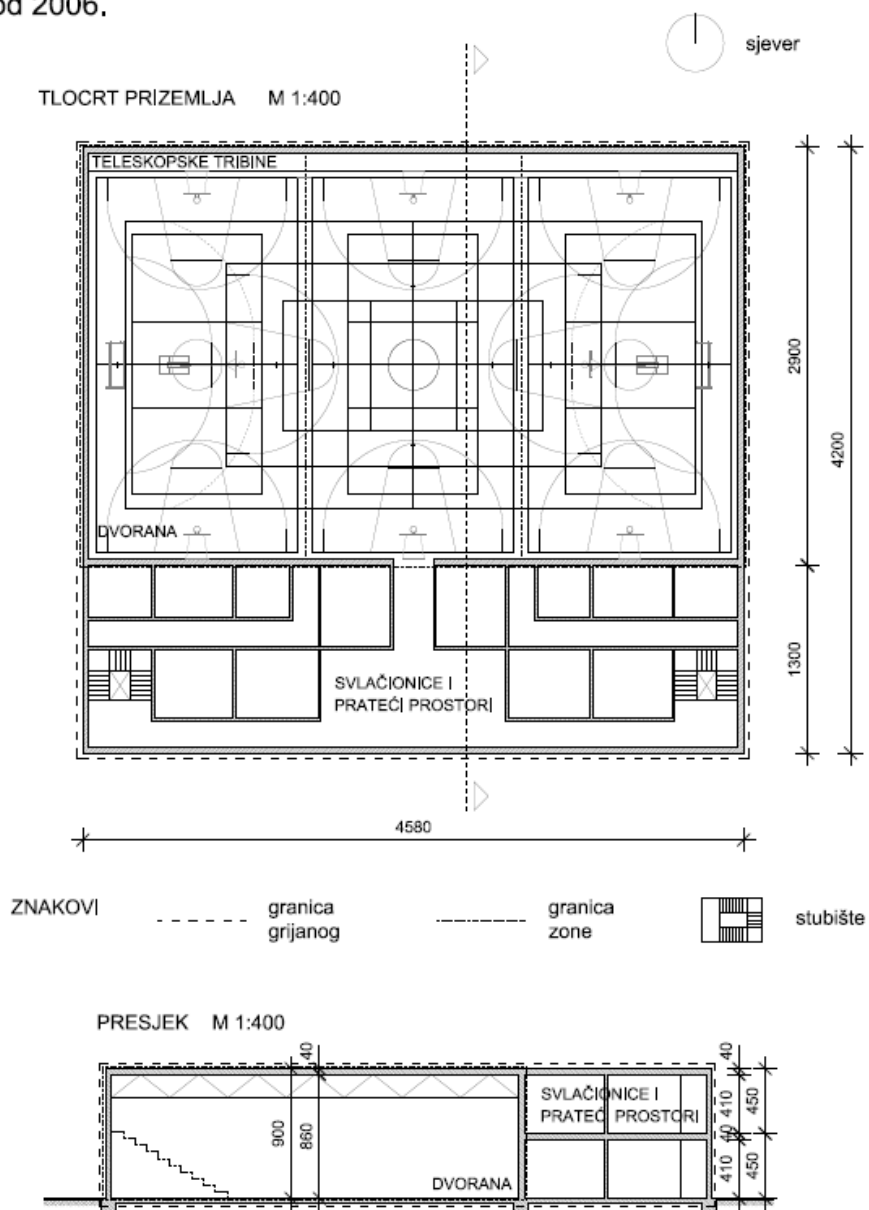
Paketi mjera definirani u excel tablicama

- definirani zahvati na građevnim dijelovima s površinama (poboljšanja su minimalno na razini u skladu s U_{max} vrijednostima iz novog TPRUETZZ - prijedloga koji je prošao javnu raspravu)
- zahvati na ventilaciji (brtvljenja, mehanička ventilacija s rekuperacijom)

Slika 14-12 Primorska Hrvatska 1971. - 2005. - pročelja

REFERENTNA ZGRADA ZA SPORT - PRIMORSKA HRVATSKA

Razdoblje od 2006.



Model zgrade izrađen prema statističkim podacima

- A_k , V_E , f_o , $Q_{H,nd}$, H'_{lv} modelirani prema statističkim podacima s odstupanjem do 10 %
- režim grijanja dvorane 17/6, temp. 18°C, svlačionice i prateći prostori 17/6, temp. 20°C

Paketi mjera definirani u excel tablicama

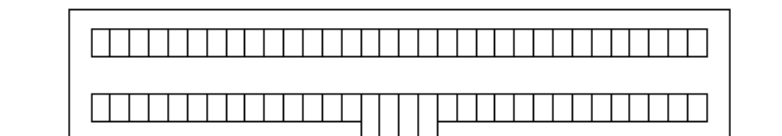
- definirani zahtvi na građevnim dijelovima s površinama (poboljšanja su minimalno na razini u skladu s U_{max} vrijednostima iz novog TPRUETZZ - prijedloga koji je prošao javnu raspravu)
- zahtvi na ventilaciji (brtvljenja, mehanička ventilacija s rekuperacijom)

Slika 14-13 Primorska Hrvatska iza 2006.

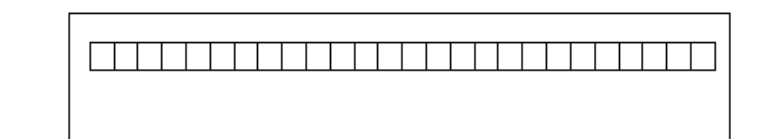
REFERENTNA ZGRADA ZA SPORT - PRIMORSKA HRVATSKA

Razdoblje od 2006.

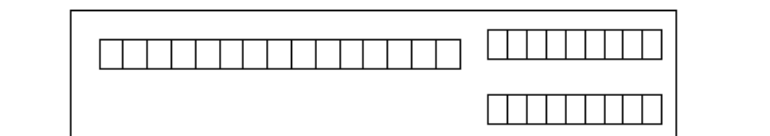
PROČELJE JUG M 1:400



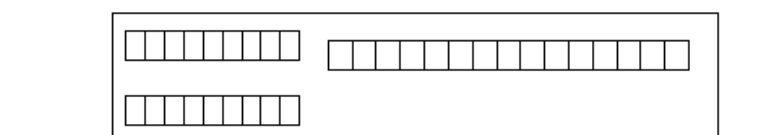
PROČELJE SJEVER M 1:400



PROČELJE ISTOK M 1:400



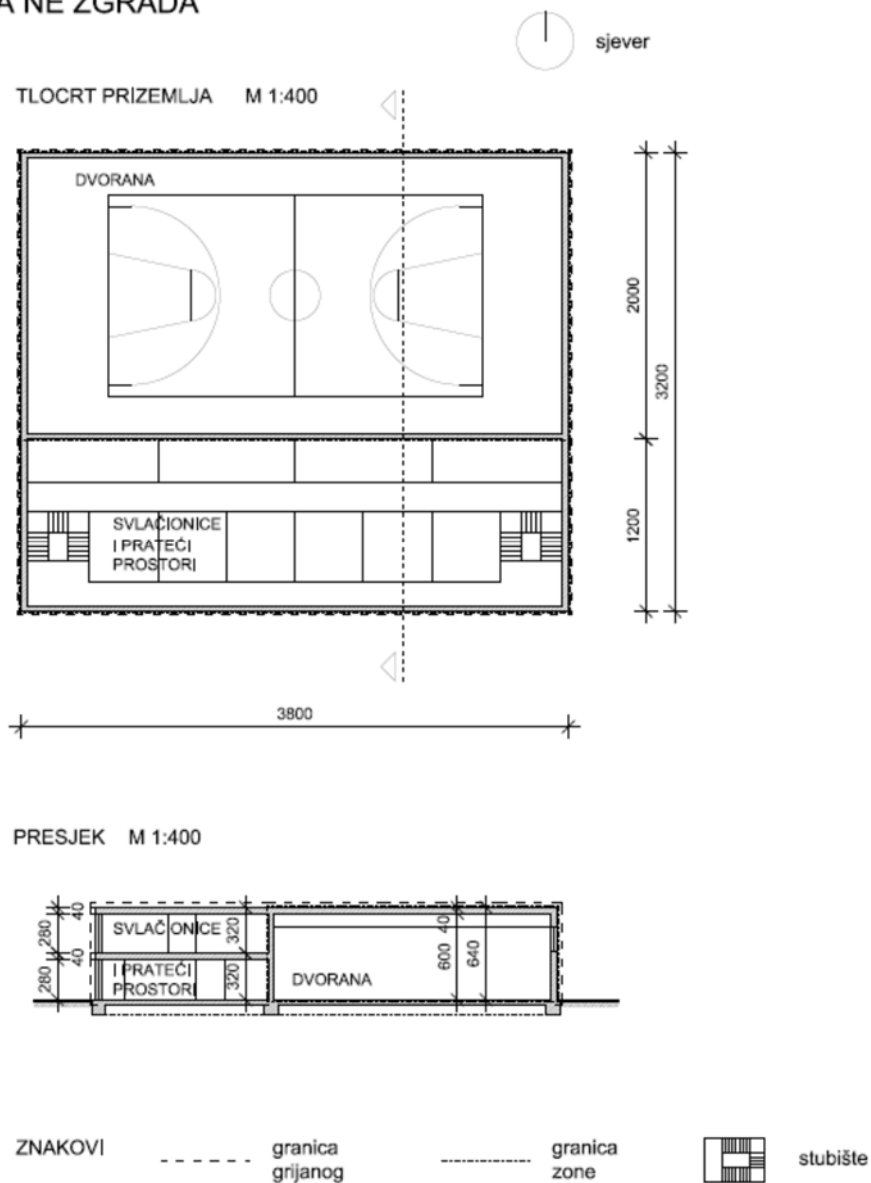
PROČELJE ZAPAD M 1:400



Slika 14-14 Primorska Hrvatska iza 2006.

REFERENTNA ZGRADA ZA SPORT - PRIMORSKA HRVATSKA

NOVA NE ZGRADA



Model zgrade prema načelima projektiranja NE zgrada

- građevni dijelovi s povećanim debljinama toplinske izolacije, najveći otvori orijentacije prema jugu
- režim grijanja dvorane 17/6, temp. 18°C, svlačionice i prateći prostori 17/6, temp. 20°C

Varijante NE zgrade za obrazovanje definirane u excel tablicama

- definirani građevni dijelovi s površinama (građevni dijelovi s U_{max} vrijednostima iz novog TPRUETZZ - prijedloga koji je prošao javnu raspravu)
- varijante ventilacije prikazane u tablicama (mehanička ventilacija s rekuperacijom)

Slika 14-15 Primorska Hrvatska NZEB – tlocrt prizemlja

REFERENTNA ZGRADA ZA SPORT - PRIMORSKA HRVATSKA
NOVA NE ZGRADA

PROČELJE JUG M 1:400



PROČELJE SJEVER M 1:400



PROČELJE ISTOK/ZAPAD M 1:400



Slika 14-16 Primorska Hrvatska NZEB - pročelja

14.1. PRILOG – FAKTORI PRIMARNE ENERGIJE

Određeni su faktori za izračun primarne energije za sve energente i energetske sustave koji se u Republici Hrvatskoj koriste za opskrbu zgrada energijom. Pod primarnom energijom podrazumijeva se ona potrošnja energije u strukturi ukupne potrošnje energije, odnosno na primarnoj strani energetske bilance, koja je nastala kao posljedica korištenja određene količine energije u zgradi, odnosno na razini finalne potrošnje energije u energetske bilanci. Korišteni su odnosi iz hrvatskog energetske sustava i to na taj način da su u izračunu faktora primarne energije primijenjeni trogodišnji prosjeci iz ostvarenih godišnjih energetske bilanci Republike Hrvatske u razdoblju od 2009. do 2011. godine. Sve veličine i svi odnosi iz energetske bilanci koji su korišteni u izračunu faktora primarne energije određeni su primjenom metodologije izrade energetske bilanci koje je postavio Eurostat.

Za opskrbu zgrada potrebnom energijom u Hrvatskoj se koriste mrki ugljen, lignit, prirodni plin, ogrjevno drvo, energija Sunca, geotermalna energija, drveni briketi, drveni peleti, drvna sječka, drveni ugljen, ukapljeni naftni plin, petrolej, ekstra lako loživo ulje, loživo ulje, električna energija i daljinska toplina. Kada je riječ o daljinskoj toplini radi se o većim ili manjim sustavima u kojima se toplinska energija proizvodi u osnovi na dva sljedeća načina:

- u javnim toplanama (javnim kogeneracijskim sustavima)
- u javnim kotlovnica.

Pod javnim toplanama podrazumijevaju se termoelektrane – toplane u Zagrebu i u Osijeku, odnosno radi se o dva velika sustava daljinskog grijanja. Za proizvodnju daljinske topline u tim postrojenjima koristi se prirodni plin, ekstralako loživo ulje i loživo ulje. Javne kotlovnice nalaze se u pojedinim gradovima te se iz njih opskrbljuje veći ili manji broj zgrada, odnosno radi se o manjim ili vrlo malim pojedinačnim sustavima daljinskog grijanja. Za proizvodnju toplinske energije u tim postrojenjima također se koriste prirodni plin, ekstralako loživo ulje i loživo ulje, ali s obzirom da se radi o pojedinačnim sustavima pojedine kotlovnice uglavnom koriste jednu ili najviše dvije vrste navedenih energenata.

Provedeni su proračuni za svaki prethodno navedeni energent koji se koristi za opskrbu zgrada, odnosno za sve sustave daljinskog grijanja te je određen odgovarajući faktori za izračun primarne energije, kao i ukupna emisija CO₂ koja nastaje kao posljedica uporabe određenog energenta, odnosno sustava. Za sustave daljinskog grijanja faktori primarne energije određeni su za prosječne odnose koji vrijede na razini Republike Hrvatske i posebno za sustave daljinskog grijanja u Zagrebu i Osijeku, ali i za sve pojedinačne kotlovnice u gradovima koji imaju opskrbu iz kotlovnica. Osim toga određeni su faktori primarne energije za prosječne kotlovnice koje koriste prirodni plin, ekstralako loživo ulje ili loživo ulje za primjenu u onim slučajevima, odnosno mjestima za koja nije provedena posebna analiza.

Svi proračuni faktora primarne energije, kao i odgovarajućih emisija CO₂ provedeni su primjenom posebno razvijenog modela u excelu. U sljedećoj tablici prikazani su svi faktori

primarne energije, kao i emisije CO₂ za energente koji se u Hrvatskoj koriste u zgradarstvu i koji su rezultat odnosa u hrvatskom energetsom sustavu. Ukupni faktor primarne energije podijeljen je na obnovljivu komponentu, ne obnovljivu (fosilnu) komponentu i na uvoznju komponentu. Uvozna komponenta postoji iz razloga što u potrošnji električne energije uvijek sudjeluje i električna energija iz uvoza, a za električnu energiju iz uvoza nije moguće odrediti je li nastala iz obnovljive, fosilne ili nuklearne energije.

Za potrebe projekta definirani su faktori primarne energije po teritorijalnom principu.

Tablica 14-1 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
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.	1,393	0,004	1,385	0,004	100,12

Brod					
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

Mrki ugljen

U Hrvatskoj se mrki ugljen za opskrbu zgrada koristi vrlo rijetko i u vrlo malim količinama. Sve potrebne količine osiguravaju se iz uvoza pa u hrvatskom energetsom sustavu nema potrošnje energije za njegovu proizvodnju. Prema tome, da bi se odredio faktor za izračun energije mrkog ugljena na razini primarne energije u obzir je uzeta potrošnja dizelskog goriva koja je potrebna za transport mrkog ugljena do zgrada. Izravna posljedica potrošnje dizelskog goriva za transport je potrošnja na primarnoj strani veća za oko 4,9 posto. Međutim, kada se u obzir uzme i faktor primarne energije koji vrijedi za dizelsko gorivo dolazi se do konačnog rezultata potrošnje na primarnoj strani koja je veća za 5,4 posto, odnosno ukupni faktor primarne energije za mrki ugljen iznosi 1,054. U tome faktoru glavninu čini ne obnovljiva (fosilna) komponenta, dok obnovljiva i uvozna komponenta sudjeluje tek s oko 0,004 posto.

Ukupna emisija CO₂ za mrki ugljen povećava se za oko 4,2 %u odnosu na emisiju koja nastaje direktnim izgaranjem i iznosi 98,09 kgCO₂/GJ.

Lignit

Sve ono što vrijedi za mrki ugljen može se ponoviti i za lignit. Ukupne količine lignita također se osiguravaju iz uvoza tako da u izračunu faktora primarne energije treba uključiti samo potrošnju dizelskog goriva za transport lignita do zgrada. Ta potrošnja rezultira porastom na primarnoj strani energetske bilance za 7,3 posto, odnosno, kada se u proračun uključi i faktor primarne energije za dizelsko gorivo, dolazi se do konačnog faktora primarne energije za lignit koji iznosi 1,082. Kao i za mrki ugljen i u ovom faktoru glavninu čini fosilna komponenta, dok obnovljiva i uvozna komponenta sudjeluju sa samo 0,006 posto, odnosno 0,005 posto.

Ukupna emisija CO₂ za lignit povećava se za oko 6 %u odnosu na emisiju koja nastaje direktnim izgaranjem i iznosi 105,13 kgCO₂/GJ.

Ogrjevno drvo

Ogrjevno drvo je primarni obnovljivi izvor energije i jedan je od najvažnijih energenata za opskrbu zgrada toplinskom energijom. Odnosi u hrvatskom energetske sustavu su takvi da se opskrba ogrjevnim drvom osigurava uglavnom vlastitom proizvodnjom. Prema tome, da bi se odredio faktor primarne energije za ogrjevno drvo, potrebno je u obzir uzeti potrošnju energije za transport drva do zgrada (dizelsko gorivo) i potrošnju energije za proizvodnju ogrjevnog drva (motorni benzin i dizelsko gorivo). Zbog potrošnje dizelskog goriva ostvaruje se porast potrošnje na primarnoj strani za 9,5 posto, odnosno za 10,5 % ako se u obzir uzme i faktor primarne energije za dizelsko gorivo. Zbog potrošnje benzina u proizvodnji dolazi do daljnjeg povećanja potrošnje na primarnoj strani za 0,5 posto, tako da ukupni faktor primarne energije za ogrjevno drvo iznosi 1,111. Za razliku od ugljena, glavni u tome faktoru s oko 90 % čini obnovljiva komponenta, dok fosilna komponenta iznosi 10 posto. Udio uvozne komponente je samo 0,01 posto.

Direktne emisije CO₂ koje nastaju prilikom izgaranja ogrjevnog drva ne uzimaju se u obzir, odnosno konvencijom se stavljaju jednake nuli. Ipak, zbog korištenja dizelskog goriva i motornog benzina za transport i proizvodnju postoje određene emisije koje iznose 8,08 kgCO₂/GJ utrošenog ogrjevnog drva.

Drveni briketi

Drveni briketi su oblik energije koji spada u grupu tzv. novih obnovljivih izvora energije. Može se reći da je uporaba ovog energenta u zgradama vrlo rijetka, ali postoji trend stalnog porasta potrošnje ovog energenta. Prosječne prilike u hrvatskom energetske sustavu u tri zadnje godine bile su takve da je u potrošnji drvenih briketa udio domaćih briketa iznosio oko 77 posto, dok je oko 23 % briketa osigurano iz uvoza. Da bi se odredio faktor primarne energije za drvene brikete potrebno je u obzir uzeti potrošnju električne energije za sjeckanje i prešanje u proizvodnji domaćih briketa te potrošnju dizelskog goriva za transport domaćih i uvoznih briketa. Zbog potrošnje električne energije u proizvodnji domaćih briketa dolazi do porasta potrošnje na primarnoj strani energetske bilance za 7,7 posto, odnosno za 12,4 % kada se u obzir uzme i faktor primarne energije za električnu energiju. Zbog potrošnje dizelskog goriva za transport porast potrošnje na primarnoj strani iznosi oko 5 posto, odnosno kada se uračuna i faktor primarne energije za dizelsko gorivo taj porast iznosi oko 5,6 posto. Ukupni faktor primarne energije drvenih briketa zbog potrošnje električne energije u proizvodnji domaćih briketa i potrošnje dizelskog goriva u transportu briketa iznosi 1,18. U tome faktoru udio obnovljive komponente iznosi 87,6 posto, udio neobnovljive (fosilne) komponente 9,9 % i udio uvozne komponente 2,5 posto.

Jednako kao i za ogrjevno drvo direktne emisije CO₂ koje nastaju prilikom izgaranja drvenih briketa se ne računaju, tako da emisiju za ovaj energent determinira uporaba električne energije u proizvodnji i dizelskog goriva u transportu, a ona iznosi 9,10 kgCO₂/GJ utrošenih drvenih briketa.

Drveni peleti

Drveni peleti također su novi obnovljivi izvor s malim udjelom u potrošnji energije u zgradarstvu i s relativno brzim porastom potrošnje. U strukturi potrošnje drvenih peleta domaći peleti sudjelovali su s oko 84 posto, a uvozni peleti s oko 16 posto. U proračunu faktora primarne energije u obzir treba uzeti električnu energiju koja se koristi u procesu proizvodnje domaćih peleta, kao i dizelsko gorivo koje se troši u transportu domaćih i uvoznih peleta do zgrade. Zbog potrošnje električne energije u procesu proizvodnje domaćih peleta potrošnja na primarnoj strani povećava se za 8,4 posto, donosno konačno za 13,6 posto kada se u obzir uzme i faktor primarne energije za električnu energiju. Potrošnja dizelskog goriva za transport uzrokuje daljnji porast primarne energije za oko 5 % tako da ukupni faktor primarne energije za drvene pelete iznosi 1,191. U tome faktoru obnovljiva komponenta sudjeluje s 87 posto, fosilna komponenta s 10,3 posto, a uvozna s 2,7 posto.

I za drvene pelete se izravna emisija CO₂ prilikom izgaranja uzima jednaka nuli tako da je ukupna emisija prilikom izgaranja ovog energenta rezultat samo korištenja električne energije za proizvodnju i dizelskog goriva za transport te iznosi 9,56 kgCO₂/GJ utrošenih drvenih peleta.

Drvena sječka

Drvena sječka vrlo rijetko se koristi u zgradarstvu, odnosno njezina primjena češća je za kotlovnice iz kojih se toplinskom energijom opskrbljuje više jedinica. Prosjek za tri prethodne godine bio je takav da je skoro ukupna količina potrošnje osigurana domaćom proizvodnjom (99,6 posto), odnosno uvozna drvena sječka sudjelovala je sa samo 0,4 posto. U proračunu faktora primarne energije u obzir treba uzeti potrošnju električne energije za proizvodnju te potrošnju dizelskog goriva za transport. Zbog potrošnje električne energije potrošnja na primarnoj strani povećava se za oko 7 posto, odnosno za 11,3 % kada se uračuna i faktor primarne energije za električnu energiju. Ukupno povećanje primarne energije zbog potrošnje dizelskog goriva iznosi daljnjih oko 9,9 posto, tako da je ukupni faktor primarne energije za drvenu sječku 1,211. Udio obnovljive komponente u tom faktoru je 85,1 posto, udio fosilne komponente 12,7 % i udio uvozne komponente 2,2 posto.

Direktna emisija CO₂ prilikom izgaranja drvene sječke također se uzima jednaka nuli pa ukupna emisija kao posljedica potrošnje električne energije i dizelskog goriva iznosi 11,76 kgCO₂/GJ utrošene drvene sječke.

Drveni ugljen

Energetski tijek drvenog ugljena u sustavu složeniji je u odnosu na prethodno analizirane obnovljive izvore. Kao prvo, za proizvodnju drvenog ugljena potrebno je utrošiti određenu količinu drva. Uobičajeno je da se kao faktor pretvorbe u proizvodnji drvenog ugljena iz drva uzima vrijednost od 0,4. S obzirom da je prosječni udio domaćeg drvenog ugljena u potrošnji tijekom tri prethodne godine iznosio 47,5 posto, primarni je faktor drvenog ugljena zbog utrošenog ogrjevnog drva iznosio 1,186. Nadalje, u proizvodnji ogrjevnog drva troši se odgovarajuća količina dizelskog goriva i motornog benzina. Zbog potrošnje dizelskog goriva, uzimajući u obzir i faktor primarne energije za dizelsko gorivo, faktor primarne energije za drveni ugljen diže se za daljnjih 6,2 posto. Jednako tako zbog potrošnje motornog benzina ostvaruje se daljnji porast spomenutog faktora za 0,5 posto. Konačno, za transport drvenog ugljena do potrošača (zgrade) opet se troši određena količina dizelskog goriva što faktor primarne energije za drveni ugljen povećava za daljnjih 3 % tako da je ukupni konačni faktor primarne energije drvenog ugljena 1,286.

Ako se napravi analiza udjela obnovljive i neobnovljive komponente u navedenom faktoru, dolazi se do rezultata da obnovljiva komponenta sudjeluje s 92,3 posto, a neobnovljiva (fosilna) sa 7,7 posto. Udio uvozne komponente je zanemariv i iznosi samo 0,01 posto.

Kao i za sve obnovljive izvore energije, izravne emisije CO₂ prilikom izgaranja drvenog ugljena se zanemaruju tako da ukupnu emisiju korištenja ovog energenta određuje samo njegova fosilna komponenta na primarnoj strani energetske bilance i ona iznosi 7,27 kgCO₂/GJ utrošenog drvenog ugljena.

Sunčeva energija

Udio Sunčeve energije u ukupnoj energiji koja se koristi za opskrbu zgrada je vrlo malen, ali je ostvaren intenzivan porast potrošnje tijekom tri prethodne godine. Za korištenje nisko temperature Sunčeve energije potrebno je u sustav ugraditi crpke koje za svoj pogon koriste električnu energiju iz mreže. Potrošnja električne energije iznosi oko 3 % u odnosu ostvarenu proizvedenu energiju iz Sunca, a ukupni faktor primarne energije, kada se u obzir uzme i faktor primarne energije za električnu energiju, iznosi 1,048. Udio obnovljive komponente u tome faktoru iznosi oko 96,6 posto, udio fosilne komponente 2,3 % i udio uvozne komponente oko 1,1 posto.

Zbog fosilne komponente u faktoru primarne energije za Sunčevu energiju, korištenje i ovog oblika energije za posljedicu ima emisiju CO₂, koja iznosi 1,96 kgCO₂/GJ utrošene toplinske energije proizvedene korištenjem Sunčeve energije.

Geotermalna energija

Geotermalna energija primarni je obnovljivi izvor energije s relativno malim udjelom u potrošnji te s relativno stabilnom potrošnjom tijekom tri prethodne godine. U transportu (distribuciji) geotermalne energije do potrošača u zgradama ostvaruju se toplinski gubici. Također je za proizvodnju i transport geotermalne energije do potrošača potrebna električna energija, tako da ukupni faktor primarne energije za geotermalnu energiju, kada se u obzir uračuna i faktor primarne energije za električnu energiju, iznosi 1,211. U tome faktoru obnovljiva komponenta sudjeluje s 90,3 posto, neobnovljiva (fosilna) komponenta sa 6,6 % i uvozna komponenta s 3,2 posto.

Ukupna emisija CO₂, koja je posljedica korištenja geotermalne energije, iznosi 6,52 kgCO₂/GJ utrošene geotermalne energije.

Prirodni plin

Prirodni plin primarni je oblik energije i jedan je od najznačajnijih energenata u opskrbi zgrada energijom. U Hrvatskoj se njegova potrošnja najvećim dijelom osigurava vlastitom proizvodnjom, dok se razlika do ukupnih potreba uvozi. Tijekom transporta i distribucije prirodnog plina do potrošača nastaju određeni gubici. Također prilikom procesa proizvodnje prirodnog plina ostvaruje se vlastita potrošnja ovog energenta. Zbog gubitaka transporta i distribucije i zbog vlastite potrošnje prosječni porast potrošnje na primarnoj strani energetskog sustava tijekom tri prethodne godine iznosio je 9,4 posto. Osim toga za proizvodnju prirodnog plina i za njegov transport troši se određena količina električne energije iz mreže. Zbog potrošnje električne energije ostvaruje se daljnji porast faktora primarne energije prirodnog plina za 0,3 posto, uzimajući u obzir i faktor primarne energije električne energije. Ukupni konačni faktor primarne energije za prirodni plin iznosi 1,097, pri čemu fosilna komponenta sudjeluje s 99,9 posto. Udio obnovljive energije i uvozne električne energije je zanemariv i iznosi po 0,06 posto.

Ukupna emisija CO₂ koja nastaje izgaranjem prirodnog plina iznosi 61,17 kgCO₂/GJ i veća je za 9,6 % u odnosu na izravnu emisiju.

Ukapljeni naftni plin

Ukapljeni naftni plin transformirani je oblik energije koji se uglavnom koristi za kuhanje, ali i za proizvodnju toplinske energije za grijanje. U strukturi potrošnje ukapljenog plina sudjeluje domaći i uvozni, pri čemu je udio uvoznog ukapljenog plina oko 8,9 posto. Domaći ukapljeni naftni plin proizvodi se na dva načina i to u rafinerijama nafte i u degazolinaži (etanskom postrojenju). Proizvedene količine ukapljenog naftnog plina su takove da se iz Hrvatske ostvaruje značajni izvoz, koji u odnosu na ukupnu potrošnju ovog energenta u Hrvatskoj iznosi oko 94,4 posto. U procesu proizvodnje ukapljenog plina, u rafinerijama i u degazolinaži, ostvaruju se određeni gubici, a također u rafinerijama nafte postoji značajna potrošnja određenih derivata nafte koji se u njima i proizvode. Zbog tih gubitaka i vlastite potrošnje, koji se odnose na dio domaćeg ukapljenog plina u strukturi potrošnje, ostvaruje se porast potrošnje na primarnoj strani energetske bilance za 10,5 posto.

Zbog transporta ukapljenog naftnog plina do potrošača ostvaruje se potrošnja dizelskog goriva. Potrošnja dizelskog goriva iznosi oko 1,8 posto, odnosno kada se primjeni i faktor primarne energije za dizelsko gorivo taj porast iznosi oko 2 posto. Nadalje, u radu rafinerija nafte i degazolinaže troši se električna energija iz mreže. Također, kao osnovna ulazna energija u rafinerije nafte koristi se sirova nafta za čiju se proizvodnju također koristi određena količina električne energije. Kada se u obzir uzme električna energija utrošena u rafinerijama, degazolinaži i u proizvodnji domaće sirove nafte, ona je uzrok daljnjeg porasta potrošnje u primarnoj energetskoj bilanci za 0,5 posto.

Osim električne energije u proizvodnji domaće sirove nafte, u radu rafinerija, kao i u radu degazolinaže troši se prirodni plin. Kada se uračuna potrošnja prirodnog plina za navedene procese s odgovarajućim faktorom primarne energije, ona je uzrok daljnjeg porasta potrošnje na primarnoj strani za 3,2 posto. Uzimajući u obzir sve navedene vlastite potrošnje kao i gubitke u rafinerijama i degazolinaži dolazi se do rezultata da je ukupni faktor primarne energije za ukapljeni naftni plin 1,162. Udio ne obnovljive komponente u tome faktoru je 99,8 % dok obnovljiva i uvozna komponenta sudjeluju s po 0,1 posto.

Ukupna emisija CO₂ zbog fosilne komponente u faktoru primarne energije veća je za 16,1 % u odnosu na emisiju koja nastaje izravnim izgaranjem i iznosi 72,47 kgCO₂/GJ utrošenog ukapljenog plina.

Petrolej

Petrolej u opskrbi zgrada energijom ima skoro zanemarivu ulogu, odnosno njegov udio vrlo je nizak. U strukturi potrošnje sa znatno većim udjelom sudjeluje uvozni petrolej, dok je udio domaćeg samo oko 10,7 posto. Domaći petrolej proizvodi se u rafinerijama nafte pa, da bi se odredio ukupni faktor primarne energije, u obzir treba uzeti vlastitu potrošnju derivata i

gubitke u rafinerijama, potrošnju električne energije u rafinerijama i proizvodnji sirove nafte, potrošnju dizelskog goriva za transport petroleja, te potrošnju prirodnog plina u rafinerijama i u proizvodnji sirove nafte.

Zbog vlastite potrošnje derivata nafte i zbog gubitaka u rafinerijama faktor primarne energije za potrošnju petroleja u Hrvatskoj iznosi oko 1 posto. Zbog potrošnje dizelskog goriva za transport ostvaruje se daljnji porast faktora za 2,2 posto. Potrošnja električne energije za posljedicu ima porast faktora za samo 0,04 posto, a potrošnja prirodnog plina rezultira s porastom potrošnje od 0,1 posto. Kada se u proračun uključe svi navedeni porasti dolazi se do rezultata da ukupni faktor primarne energije za petrolej iznosi 1,033. Udio fosilne komponente skoro je 100 posto, odnosno obnovljiva i uvozna komponenta sudjeluju s po 0.01 posto.

Porast emisije CO₂ u odnosu na direktno izgaranje iznosi 3,4 % tako da ukupna emisija CO₂ za petrolej iznosi 73,54 kgCO₂/GJ.

Ekstralako loživo ulje

Ekstralako loživo ulje koristi se u zgradarstvu za dobivanje toplinske energije za grijanje prostora. U strukturi potrošnje ekstralakog loživog ulja domaće loživo ulje sudjeluje s oko 72,3 % dok se ostatak osigurava iz uvoza. Proizvodnja ekstralakog loživog ulja ostvaruje se u rafinerijama nafte, a njegova proizvodnja veća je u odnosu na ostvarenu potrošnju, tako da izvoz u odnosu na ukupnu potrošnju iznosi oko 19, 1 posto. Da bi se odredio ukupni faktor primarne energije za ekstralako loživo ulje kao prvo treba uključiti vlastitu potrošnju derivata i gubitke u rafinerijama koji se odnose na domaće loživo ulje u potrošnji. Zbog toga je faktor primarne energije veći za 9,9 % u odnosu na ukupnu potrošnju. Zbog potrošnje dizelskog goriva za transport ekstralakog loživog ulja ostvaruje se porast potrošnje na primarnoj strani energetske bilance za daljnjih 2,2 posto. Potrošnja električne energije iz mreže u rafinerijama nafte i u proizvodnji sirove nafte rezultira s porastom od 0,4 posto. Konačno, potrošnja prirodnog plina u rafinerijama i u proizvodnji sirove nafte ima za posljedicu porast potrošnje na primarnoj strani za 1,5 posto. Uzimanjem u račun svih navedenih porasta određen je ukupni faktor primarne energije za ekstralako loživo ulje koji iznosi 1,140. Fosilna komponenta u navedenom faktoru ima udio od 99,8 posto, dok obnovljiva i uvozna komponenta sudjeluju s po 0,1 posto.

Prilikom izgaranja ekstralakog loživog ulja nastaje izravna emisija CO₂ od 73,33 kgCO₂/GJ, dok ukupna emisija, kada se uračuna i faktor primarne energije, iznosi 83,21 kgCO₂/GJ, što predstavlja povećanje za 13,5 posto.

Loživo ulje

Loživo ulje relativno rijetko se koristi u zgradarstvu, odnosno njegova primjena uglavnom se ostvaruje u većim sustavima. U strukturi potrošnje sudjeluje uvozno loživo ulje i domaće loživo ulje čiji udio iznosi 91,9 posto. Kao i ostali derivati i loživo ulje se proizvodi u rafinerijama zbog čije je vlastite potrošnje i zbog gubitaka potrošnja loživog ulja na primarnoj strani veća za 9,1 posto. Potrošnja dizelskog goriva za transport loživog ulja rezultira s porastom potrošnje za 2,4 posto. Električna energija koja se utroši u rafinerijama i u proizvodnji sirove nafta ima za posljedicu porast potrošnje na primarnoj strani za 0,4 posto. Konačno, potrošnja prirodnog plina u rafinerijama i u proizvodnji sirove nafte ima za posljedicu porast potrošnje od 1,4 posto. Svi ti porasti rezultiraju s ukupnim i konačnim faktorom primarne energije koji iznosi 1,132. Udio fosilne komponente iznosi 99,8 % dok obnovljiva i uvozna komponenta sudjeluju s po 0,1 posto.

Zbog faktora primarne energije ukupna emisija CO₂ koja nastaje izgaranjem loživog ulja veća je za 12,5 % u odnosu na emisiju izravnog izgaranja i iznosi 86,2 kgCO₂/GJ utrošenog loživog ulja.

Električna energija

Električna energija svakako je najznačajniji oblik energije u opskrbi zgrada energijom. Zbog prijenosa i distribucije električne energije do potrošača (zgrada) u elektroenergetskom sustavu javljaju se gubici. Također u proizvodnji električne energije u termoelektranama, hidroelektranama i javnim toplanama (kogeneracijskim postrojenjima) ostvaruje se vlastita potrošnja električne energije. Zbog gubitaka u prijenosnoj i distribucijskoj mreži kao i zbog vlastite potrošnje električne energije, prosječne prilike tijekom tri prethodne godine bile su takve da je potrošnja na primarnoj strani bila veća za 15,1 posto.

Hrvatski elektroenergetski sustav specifičan je po tome što u strukturi opskrbe s vrlo visokim udjelom sudjeluje električna energija proizvedena iz obnovljivih izvora, prije svega iz hidroenergije, i što je udio uvozne električne energije jedan od najviših u Svijetu. Tijekom promatranog trogodišnjeg prethodnog razdoblja (2009. – 2011.) udio električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora (hidroelektrane, vjetroelektrane i solarne elektrane) iznosio je 37,18 posto, udio termoelektrana iznosio je 16,13 posto, udio javnih toplana 13,39 % i udio uvozne električne energije 33,29 posto. Bez obzira na porijeklo električne energije, na svaku količinu električne energije isporučenu potrošačima (zgradama) primijenjen je osnovni faktor od 1,151 koji je posljedica gubitaka u mrežama, odnosno vlastite potrošnje električne energije. Nadalje je za električnu energiju proizvedenu u hidroelektranama, vjetroelektranama i solarnim elektranama primijenjen faktor primarne energije jednak jedinici, sukladno IEA/Eurostat metodologiji. To drugim riječima znači da je energija vodnih snaga,

energija vjetra i energija Sunca na primarnoj strani energetske bilance jednaka električnoj energiji proizvedenoj u odgovarajućim postrojenjima. Faktor jednak jedinici također je primijenjen i za uveznu električnu energiju.

Sljedeći korak bila je analiza proizvodnje električne energije u termoelektranama na kamenu ugljen, prirodni plin, derivate nafte i deponijski plin (koji također spada u grupu obnovljivih izvora). Za svaki tip elektrane prema korištenom gorivu određen je faktor ulazne energije u termoelektrane u odnosu na proizvedenu električnu energiju. Prosječni faktor za sve termoelektrane iznosi 2,62. Slična analiza provedena je za javne toplane koje kao gorivo koriste prirodni plin, derivate nafte i u malim količinama obnovljive izvore – bioplin i biomasu. Prilike za ovaj tip postrojenja su složenije zbog toga što ona proizvode električnu i toplinsku energiju pa je prethodno trebalo izraditi analizu raspodjele ulaznog goriva na ono koje se koristi za proizvodnju električne energije i na ono koje je iskorišteno za proizvodnju toplinske energije. Ta je analiza također iskorištena za određivanje faktora primarne energije daljinske topline. Nakon što je određena raspodjela goriva za svaki tip kogeneracije prema korištenom gorivu određen je faktor ulazne energije u javne toplane u odnosu na proizvedenu električnu energiju za svaku vrstu goriva. Prosječni faktor za sve javne toplane iznosi 1,82.

Kada su određeni faktori za pojedina postrojenja, odnosno za pojedine vrste goriva koje se koriste u termoelektranama i u javnim toplinama, na njih je primijenjen odgovarajući ukupni faktor, karakterističan za svaku vrstu goriva, čime je konačno određena ukupna potrošnja energije na primarnoj strani energetske bilance za odgovarajuću potrošnju električne energije na mjestu potrošača (zgrade). Prema tome, ukupni konačni faktor primarne energije za električnu energiju određen je primjenom faktora za prijenos, distribuciju i vlastitu potrošnju, primjenom udjela u ukupnoj opskrbi iz obnovljivih izvora, termoelektrana, javnih toplana i iz uvoza, primjenom faktora proizvodnje u pojedinim tipovima postrojenja za proizvodnju i primjenom faktora za pojedine vrste goriva koja se koriste za proizvodnju električne energije. Ukupni faktor primarne energije za električnu energiju u Hrvatskoj iznosi 1,614. U tako određenom faktoru obnovljiva komponenta sudjeluje s 26,8 posto, udio uvezne komponente iznosi 23,7 posto, dok je udio ne obnovljive ili fosilne komponente jednak 49,5 posto.

Ukupna emisija koja je posljedica korištenja električne energije na mjestu potrošača određena je na taj način da je određena emisija iz pojedinih tipova postrojenja na određenu vrstu goriva, pri čemu je za električnu energiju proizvedenu iz obnovljivih izvora (hidroenergija, energija vjetra, energija Sunca, deponijski plin, bioplin i biomasa), kao i za uveznu električnu energiju pretpostavljena emisija CO₂ jednaka nuli. Ukupna emisija za električnu energiju iznosi 0,235 kgCO₂/kWh, odnosno 65,22 kgCO₂/GJ utrošene električne energije.

Daljinska toplina

Kao što je u uvodnom dijelu navedeno ne postoji jedinstveni hrvatski sustav opskrbe daljinskom toplinom već se radi o većem broju odvojenih sustava u pojedinim gradovima ili mjestima, odnosno u većim gradovima postoji više odvojenih sustava. Daljinska toplina proizvodi se na dva sljedeća načina:

- u javnim toplanama (javnim kogeneracijskim sustavima)
- u javnim kotlovnicama.

Pod javnim toplanama podrazumijevaju se termoelektrane – toplane u Zagrebu i u Osijeku, odnosno radi se o dva velika sustava daljinskog grijanja u kojima se potrebna toplinska energija proizvodi u kogeneraciji s električnom energijom. Za proizvodnju daljinske topline u tim postrojenjima koristi se prirodni plin, ekstralako loživo ulje i loživo ulje. Javne kotlovnice nalaze se u pojedinim gradovima te se iz njih opskrbljuje veći ili manji broj zgrada, odnosno radi se o manjim ili vrlo malim pojedinačnim sustavima daljinskog grijanja. Za proizvodnju toplinske energije u tim postrojenjima također se koriste prirodni plin, ekstralako loživo ulje i loživo ulje, ali s obzirom da se radi o pojedinačnim sustavima pojedine kotlovnice uglavnom koriste jednu ili najviše dvije vrste navedenih energenata.

U proračunu faktora primarne energije obrađeni su svi mogući slučajevi koji postoje u Hrvatskoj. Najprije je određen prosječni faktor za Hrvatsku koji u proračun uzima sve postojeće kogeneracijske sustave i sve kotlovnice, nakon toga je spomenuti faktor određen za CTS sustave (kogeneracijske sustave) u Zagrebu i Osijeku i konačno prosječni faktor za sve kotlovnice koje postoje u Hrvatskoj. Ti prosječni faktori primarne energije ne bi trebali imati bilo kakvu praktičnu primjenu jer je uvijek bolje koristiti odgovarajući faktor za svaki konkretan slučaj. Ovi faktori mogu se koristiti za eventualne usporedbe s prosječnim faktorima u drugim državama. Nakon navedenih faktora provedeni su odgovarajući proračuni za konkretne postojeće sustave i to za CTS u Zagrebu, CTS u Osijeku, i za sve kotlovnice u Zagrebu, Osijeku, Rijeci, Slavonskom Brodu, Splitu, Karlovcu, Varaždinu, Vinkovcima, Vukovaru i Sisku. Konačno određeni su faktori primarne energije za prosječne kotlovnice koje toplinsku energiju proizvode iz prirodnog plina, ekstralakog loživog ulja i loživog ulja.

Polazna točka u određivanju faktora primarne energije za daljinsku toplinu bila je analiza gubitaka u distributivnoj mreži kao i vlastite potrošnje toplinske energije u sustavima za proizvodnju. Zbog gubitaka i zbog vlastite potrošnje za toplinsku energiju iz javnih toplanata određen je prosječni faktor porasta potrošnje energije za 1,243 u odnosu na toplinsku energiju isporučenu potrošaču (zgradi). Odgovarajući faktor za javne kotlovnice iznosi 1,134. Sljedeći korak u analizi faktora primarne energije za daljinsku toplinu bio je analiza proizvodnje toplinske energije u javnim toplanama i u javnim kotlovnicama. Određena je struktura oblika energije koji su korišteni u javnim toplanama i struktura oblika energije koji su korišteni u javnim kotlovnicama. Nakon toga je određena proizvodnja toplinske energije iz

pojedinih vrsta goriva u javnim toplanama i javnim kotlovnica. Iz odnosa potrošnje energenata za proizvodnju i proizvedene toplinske energije određen je prosječni faktor proizvodnje koji za javne toplane iznosi 1,055, a za javne kotlovnice 1,266. Da bi se odredio ukupni prosječni faktor primarne energije za daljinsku toplinu trebalo je u proračun još uključiti i ukupne faktore primarne energije za pojedine oblike energije koji se koriste u proizvodnji toplinske energije. Kada se uračunaju svi navedeni faktori, proizlazi daje prosječni faktor primarne energije za daljinsku toplinu u Hrvatskoj 1,491, odnosno prosječna emisija CO₂ iznosi 99,12 kgCO₂/GJ.

Međutim, to još uvijek nije konačni faktor primarne energije za daljinsku toplinu, jer se za crpke u sustavima za distribuciju toplinske energije troši električna energija. Kada se u proračun uvede i potrošnja električne energije za distribuciju daljinske topline s odgovarajućim faktorom za električnu energiju, određen je ukupni prosječni faktor primarne energije za daljinsku toplinu u Hrvatskoj i on iznosi 1,523. Fosilna komponenta u tome faktoru sudjeluje s 98,1 posto, obnovljiva komponenta 1,4 % i uvozna komponenta 0,5 posto. Prosječna ukupna emisija CO₂ iznosi za daljinsku toplinu u Hrvatskoj 100,69 kgCO₂/GJ toplinske energije predane potrošaču.

Na potpuno jednak način analizirani su svi prethodno navedeni sustavi za opskrbu daljinskom toplinom. U sljedećoj tablici prikazani su svi karakteristični faktori koji su iskorišteni za proračun ukupnog faktora primarne energije, kao i konačni ukupni faktor za pojedine sustave u Hrvatskoj.

	Faktor gubitaka i vl. potr.	Faktor proizvodnje topl. energije	Faktor energenta	Porast zbog el. energ. (%)	Ukupni faktor prim. en.
CTS ZG+OS (kogeneracija)	1,243	1,055	1,104	3,9	1,486
KO - prosjek za HR	1,134	1,266	1,107	1,6	1,605
CTS ZG (kogeneracija)	1,243	1,053	1,103	3,9	1,481
CTS OS (kogeneracija)	1,243	1,053	1,115	3,9	1,498
KO - prosjek za ZG	1,398		1,109	1,6	1,567
KO - prosjek za OS	1,387		1,097	1,6	1,537
KO - prosjek za RI	1,411		1,106	1,6	1,577
KO - prosjek za Sl. Brod	1,238		1,112	1,6	1,393
KO - prosjek za Split	1,353		1,133	1,6	1,548
KO - prosjek za KA	1,268		1,124	1,6	1,442
KO - prosjek za VŽ	1,351		1,097	1,6	1,498
KO - prosjek za Vinkovce	1,291		1,111	1,6	1,451
KO - prosjek za Vukovar	1,232		1,100	1,6	1,371
KO - prosjek za Sisak	2,199		1,097	1,6	2,427
KO - prirodni plin	1,224		1,097	1,6	1,358
KO - loživo ulje	1,268		1,132	1,6	1,452

KO - ekstralako loživo ulje	1,246	1,140	1,6	1,437
-----------------------------	-------	-------	-----	-------

Sljedećom tablicom dan je prikaz svih faktora primarne energije za sve daljinske sustave u Hrvatskoj, postotni udio fosilne (ne obnovljive), obnovljive i uvozne komponente u svakom pojedinom faktoru, kao i ukupna emisija CO₂ po jedinici daljinske topline.

	Faktor primarne energije	Udio u postocima (%)			Emisija tCO ₂ /TJ (kgCO ₂ /GJ)
		Obnovljiva komponenta	Ne obnovljiva komponenta	Uvozna komponenta	
Hrvatska - prosjek	1,523	1,4	98,1	0,5	100,69
CTS ZG+OS (kogeneracija)	1,486	0,7	98,7	0,6	97,59
KO - prosjek za HR	1,605	0,3	99,5	0,2	109,57
CTS ZG (kogeneracija)	1,481	0,7	98,7	0,6	96,05
CTS OS (kogeneracija)	1,498	0,7	98,7	0,6	110,15
KO - prosjek za ZG	1,567	0,3	99,5	0,2	107,86
KO - prosjek za OS	1,537	0,3	99,5	0,2	93,66
KO - prosjek za RI	1,577	0,3	99,5	0,2	106,84
KO - prosjek za Sl. Brod	1,393	0,3	99,4	0,3	100,12
KO - prosjek za Split	1,548	0,3	99,5	0,2	132,48
KO - prosjek za KA	1,442	0,3	99,4	0,3	115,77
KO - prosjek za VŽ	1,498	0,3	99,5	0,3	91,27
KO - prosjek za Vinkovce	1,451	0,3	99,4	0,3	103,52
KO - prosjek za Vukovar	1,371	0,3	99,4	0,3	86,00
KO - prosjek za Sisak	2,427	0,2	99,7	0,2	148,13
KO - prirodni plin	1,358	0,3	99,4	0,3	82,74
KO - loživo ulje	1,452	0,3	99,4	0,3	124,41
KO - ekstralako loživo ulje	1,437	0,3	99,4	0,3	118,87

Faktori emisija CO₂

Ovisno o mjestu nastanka razlikuju se direktne i indirektna emisije CO₂. Direktne emisije nastaju na lokaciji neposredne potrošnje energije (npr. stambene i nestambene zgrade), kao posljedica izgaranja fosilnih goriva u stacionarnim energetskim postrojenjima (npr. kotlovi). S druge strane, u slučaju korištenja električne energije i/ili topline iz javnih toplana ili kotlovnica do emisije ne dolazi na lokaciji neposredne potrošnje energije, pa je potrebno izračunati indirektnu emisiju koja nastaje pri proizvodnji električne ili toplinske energije.

Direktna emisija CO₂

Tijekom izgaranja većina ugljika iz goriva oksidira i emitira se u atmosferu u obliku CO₂. Dio ugljika koji se oslobađa kao CO, CH₄ ili NMVOC, također oksidira u CO₂ u atmosferi u

razdoblju od nekoliko dana do oko 12 godina. Ugljik iz goriva koji ne oksidira, već se vezuje u česticama, šljaci ili pepelu se isključuje iz proračuna. Udio oksidirajućeg ugljika za tekuća fosilna goriva i prirodni plin je približno konstantan i iznosi 99 % za tekuće gorivo, a 99,5 % za prirodni plin (IPCC metodologijom² preporučene vrijednosti). Međutim, oksidacijski faktor za ugljen ovisi o uvjetima izgaranja i može varirati nekoliko postotaka. Ukoliko oksidacijski faktor za ugljen nije moguće odrediti, koristi se u IPCC priručniku predloženi faktor (98 posto). Općenito, za proračun emisije CO₂ zbog izgaranja fosilnih goriva primjenjuje se sljedeća formula (1):

$$FE_{CO_2} = FE_c \cdot O_c \cdot \frac{44}{12} \quad (1)$$

Gdje su:

FE_{CO_2} – emisija CO₂ [kgCO₂/GJ]

FE_c – faktor emisije ugljika [kgC/GJ]

O_c – udio oksidirajućeg ugljika []

44/12 – stehiometrijski omjer CO₂ i C []

Za izračun faktora emisije CO₂ (1) potrebno je znati faktor emisije ugljika i udio oksidirajućeg ugljika (tablica 1).

Tablica 14-2 Faktori emisije CO₂ za različita fosilna goriva prema IPCC metodologiji

Izvor energije	FE_c [kgC/GJ]	Hd [MJ/kg(m ³)]	O_c [-]	FE_{CO_2} [kgCO ₂ /GJ]
Kameni ugljen	25,8	24,87	0,98	92,71
Mrki ugljen	26,2	17,57	0,98	94,15
Lignit	27,6	11,63	0,98	99,18
Lož ulje	21,1	40,19	0,99	76,59
Ekstra lako lož ulje	20,2	42,71	0,99	73,33
Petrolej	19,6	43,96	0,99	71,15
Ukapljeni naftni plin	17,2	46,89	0,99	62,44
Prirodni plin	15,3	34,00	0,995	55,82

² IPCC metodologija - IPCC/UNEP/OECD/IEA (1997): *Greenhouse Gas Inventory – Workbook & Reference Manual*, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories, Volume 2 & 3, United Kingdom

U tablici navedeni faktori emisije ugljika i udjeli oksidirajućeg ugljika preuzeti su iz IPCC priručnika, dok su donje ogrjevne vrijednosti prosječne vrijednosti za Hrvatsku u razdoblju od 2009. do 2011. godinu preuzete iz odgovarajućih energetskih bilanci.

Emisija CO₂ uslijed izgaranja goriva se izračunava prema sljedećoj formuli:

$$EM = FE_{CO_2} \cdot Hd \cdot AD \quad (2)$$

Gdje su:

EM – emisija CO₂ [kg]

FE_{CO₂} – faktor emisije ugljika [kgCO₂/GJ]

Hd – donja ogrjevna vrijednost [MJ/kg ili MJ/m³]

AD – količina izgaranog goriva [kg ili m³]

U konkretnom slučaju izračuna emisije CO₂ preporučuje se koristiti vlastite donje ogrjevne vrijednosti, a ukoliko su nepoznate moguće je koristiti prosječne nacionalne vrijednosti iz tablice 1.

Do emisije CO₂ dolazi i izgaranjem biomase. Međutim, emisija CO₂ pri izgaranju biomase, po preporukama IPCC metodologije, ne ulazi u ukupnu bilancu emisija stakleničkih plinova na državnoj razini jer je emitirani CO₂ prethodno apsorbiran za rast i razvoj biomase.

Osim emisije CO₂ koja nastaje na lokaciji neposredne potrošnje energije, dio emisije nastaje i prilikom transporta energenta do finalnih korisnika, od mjesta proizvodnje primarnog energenta (npr. naftna i plinska polja ili ugljenokopi). Također je potrebno uzeti u obzir uvoza i izvoza svakog energenta. Dakle, ukupne emisije CO₂ mogu se procijeniti na isti način kako su izračunati i faktori primarne energije i tada govorimo o emisijama CO₂ koje odgovaraju tijeku energije od mjesta proizvodnje ili uvoza do mjesta finalne potrošnje energenta. U tablici 2 su za usporedbu prikazane emisije CO₂ koje nastaju izgaranjem i emisije CO₂ koje odgovaraju tijeku energije za sva goriva koja se koriste u zgradarstvu.

Tablica 2. Usporedba faktora emisije CO₂ uslijed izgaranje goriva na lokaciji zgrade i uslijed cijelokupnog tijeka energije

Energent	Faktor emisije CO ₂		
	Izgaranje goriva na lokaciji zgrade [kgCO ₂ /GJ]	Tijek energije [gCO ₂ /kWh]	Tijek energije [gCO ₂ /kWh]
Kameni ugljen	92,71	95,68	344,46
Mrki ugljen	94,15	98,36	354,11
Lignit	99,18	105,54	379,94
Ogrjevno drvo	0,00	8,62	31,04
Lož ulje	76,59	86,85	312,68

Ekstra lako lož ulje	73,33	86,43	311,14
Petrolej	71,15	80,28	289,00
Ukapljeni naftni plin	62,44	75,43	271,56
Prirodni plin	55,82	61,17	220,20

Indirektne emisije CO₂

Za potrebe proračuna emisije CO₂ uslijed potrošnje električne ili topline sagledava se indirektna emisija koja nastaje na lokaciji proizvodnje energije. Pri izračunu indirektnih emisija CO₂ koristi se sljedeća formula:

$$EM = AD \cdot FE_{CO_2} \quad (3)$$

Gdje su:

EM – emisija CO₂ [kg]

AD – količina potrošene električne/toplinske energije [kWh]

FE_{CO₂} – specifični faktor emisije CO₂ za električnu ili toplinsku energiju [kgCO₂/kWh]

Za potrebe određivanja emisija CO₂ na godišnjoj razini, uz podatak o količini potrošene energije, potrebno je poznavati i specifičnu emisije CO₂ po količini potrošene električne energije ili topline.

Specifični faktor emisije CO₂ za električnu energiju je izračunat prema podacima iz energetske bilance za Hrvatsku i predstavlja prosječnu emisiju CO₂ po potrošenoj električnoj energiji u Hrvatskoj za razdoblje od 2009. do 2011. godine (tablica 3). Specifični faktor emisije CO₂ za električnu energiju varira od godine do godine i ovisi o hidrometeorološkoj situaciji i proizvodnji iz hidroelektrana, o proizvodnji iz ostalih obnovljivih izvora energije, o uvozu električne energije, o dobavi iz NE Krško, kao i o strukturi fosilnih goriva korištenih u termoelektranama i javnim toplanama (kogeneracijska proizvodnja električne energije i topline). Industrijske toplane su izuzete iz proračuna budući da se proizvedena električna energija uglavnom potroši na lokaciji industrijskog postrojenja. Dio emisije CO₂ u kogeneracijskim objektima, koji se odnosi na proizvodnju topline, je izuzet u cilju izračuna specifične emisije CO₂ samo za električnu energiju. U proračunu je poštivan teritorijalni princip, tako da su računane samo emisije CO₂ nastale pri proizvodnji električne energije na teritoriju Republike Hrvatske, odnosno nisu pribrajane odgovarajuće emisije CO₂ za uvozu električnu energiju. U tablici 3 su prikazani specifični faktori emisije CO₂ po potrošenoj električnoj energiji izračunati za izgaranje goriva na lokaciji proizvodnje električne energije u

Hrvatskoj i za cjelokupni tijek energije pri čemu su uzeti u obzir i gubici u prijenosu i distribuciji električne energije.

Tablica 3. Specifični faktori emisije CO₂ za električnu energiju

Električne energije	Faktor emisije CO ₂	
	po jedinici potrošene električne energije (izgaranje goriva na lokaciji) [gCO ₂ /kWh]	po jedinici potrošene električne energije (tijek energije) [gCO ₂ /kWh]
Prosjek za Hrvatsku*	183,96	235,82

* - prosjek za razdoblje od 2009. do 2011. godine prema podacima iz energetske bilance (Energija u Hrvatskoj)

Ukoliko bi se računala emisija CO₂ po jedinici proizvedene električne energije u Hrvatskoj, tada bi prosječna emisija, za razdoblje od 2009. do 2011. godine, bila 275,76 g/kWh, a računajući i cijeli tijek energije oko 25-30 % više.

Specifični faktor emisije CO₂ za toplinu izračunat je temeljem podataka iz energetske bilance za 2009., 2010. i 2011. godinu (tablica 4). Slično kao što je računato u prethodnim analizama, specifični faktor emisije CO₂ izračunat je za izgaranje goriva na lokaciji proizvodnje topline i za cjelokupni tijek energije pri čemu su uzeti u obzir i gubici u toplinskoj mreži. U cilju preciznijeg izračuna emisija CO₂, analizirane su specifične emisije iz javnih toplana u Zagrebu i Osijeku te javnih kotlovnica u 10 gradova Hrvatske. U slučaju korištenja topline iz javnih kotlovnica bilo bi poželjno poznavati korišteno gorivo u kotlovnica, tako da su u tablici 4 prikazani i faktori emisije za najčešće korištena goriva (prirodni plin, ekstralako lož ulje i lož ulje). Ukoliko gorivo nije poznato, može se koristiti prosječna specifična emisija CO₂ po jedinici topline za javne kotlovnice i javne toplane, kao i prosječna specifična emisija CO₂ za svu proizvedenu toplinu u Hrvatskoj, za razdoblje od 2009. do 2011. godine.

Tablica 4. Specifični faktori emisije CO₂ za daljinsku toplinu

Toplina	Faktor emisije CO ₂	
	po jedinici proizvedene topline (izgaranje goriva na lokaciji) [gCO ₂ /kWh]	po jedinici potrošene topline u zgradi (tijek energije) [gCO ₂ /kWh]
Prosjek za Hrvatsku*	238,75	364,68

Javne toplane - prosjek*	227,93	352,72
Javne kotlovnice - prosjek*	281,40	398,39
Javne toplane - Zagreb*	224,80	346,95
Javna toplana - Osijek*	252,61	400,09
Javna kotlovnica - Zagreb*	293,95	394,29
Javna kotlovnica - Osijek*	243,72	337,19
Javna kotlovnica - Rijeka*	268,15	387,13
Javna kotlovnica - S. Brod*	273,50	363,22
Javna kotlovnica - Split*	315,99	485,58
Javna kotlovnica - Karlovac*	284,17	422,34
Javna kotlovnica - Varaždin*	246,99	328,57
Javna kotlovnica - Vinkovci*	285,86	375,96
Javna kotlovnica - Vukovar*	227,06	312,33
Javna kotlovnica - Sisak*	304,12	533,27
Javna kotlovnica - p. plin	233,66	297,89
Javna kotlovnica - lož ulje	332,21	454,44
Javna kotlovnica - e.l.l. ulje	326,31	462,14

* - prosjek za razdoblje od 2009. do 2011. godine prema podacima iz energetske bilanci (Energija u Hrvatskoj)

Smanjenje emisije CO₂

Smanjenje emisije CO₂ se izračunava kao razlika emisije prije i nakon primjene mjera za smanjenje emisije (npr. mjere povećanja energetske učinkovitosti), a prema formuli (4):

$$EM_S = EM_P - EM_N \quad (4)$$

Gdje su:

EM_S – smanjenje emisije CO₂ [kg]

EM_P – emisija CO₂ prije primjene mjera [kg]

EM_N – emisija CO₂ nakon primjene mjera [kg]

Uobičajeno je računati smanjenje emisije CO₂ na godišnjoj razini.

Nacionalni faktori emisije CO₂

Sukladno provedenim analizama, nacionalni faktori emisije CO₂ koji odgovaraju tijeku energije od mjesta proizvodnje ili uvoza do mjesta finalne potrošnje energenta prikazani su u tablici 5.

Tablica 5. Nacionalni faktori emisije CO₂

Energent	Faktor emisije CO₂ po jedinici energije [gCO₂/kWh]
Kameni ugljen	344,46
Mrki ugljen	354,11
Lignit	379,94
Ogrjevno drvo	31,14
Lož ulje	312,68
Ekstra lako lož ulje	311,14
Petrolej	289,00
Ukapljeni naftni plin	271,56
Prirodni plin	220,20
Električna energija*	235,82
Daljinska toplina*	364,68

* - prosjek za razdoblje od 2009. do 2011. godine prema podacima iz energetske bilance (Energija u Hrvatskoj)

14.2. PRILOG – PRORAČUNSKE NORME

Popis normi za proračun na koje upućuje Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama:

HRN EN 410:2003

Staklo u graditeljstvu -- Određivanje svjetlosnih i sunčanih značajka ostakljenja (EN 410:1998)

HRN EN 673:2003

Staklo u graditeljstvu -- Određivanje koeficijenta prolaska topline (U vrijednost) -- Proračunska metoda (EN 673:1997+A1:2000+A2:2002)

HRN EN ISO 6946:20XX

Građevni dijelovi i građevni dijelovi zgrada -- Toplinski otpor i koeficijent prolaska topline -- Metoda proračuna (ISO 6946:2007; EN ISO 6946:2007)

HRN EN ISO 10077-1:2002

Toplinske značajke prozora, vrata i zaslona -- Proračun koeficijenta prolaska topline -- 1. dio: Pojednostavnjena metoda (ISO 10077-1:2000; EN ISO 10077-1:2000)

HRN EN ISO 10211-1:20XX

Toplinski mostovi u zgradarstvu -- Toplinski tokovi i površinske temperature -- Detaljni proračuni (ISO 10211:2007; EN ISO 10211:2007)

HRN EN ISO 10456:20XX

Toplinska izolacija -- Građevni materijali i proizvodi -- Određivanje nazivnih i projektnih toplinskih vrijednosti (ISO 10456:2007; EN ISO 10456:2007)

HRN EN 12524:2002

Građevni materijali i proizvodi -- Svojstva s obzirom na toplinu i vlagu -- Tablice projektnih vrijednosti (EN 12524:2000)

HRN EN ISO 13370:20XX

Toplinske značajke zgrada -- Prijenos topline preko tla -- Metode proračuna (ISO 13370:2007; EN

ISO 13370:2007)

HRN EN ISO 13788:2002

Značajke građevnih dijelova i građevnih dijelova zgrada s obzirom na toplinu i vlagu -- Temperatura unutarnje površine kojom se izbjegava kritična vlažnost površine i unutarnja kondenzacija -- Metode proračuna (ISO 13788:2001; EN ISO 13788:2001)

HRN EN ISO 13789:20XX

Toplinske značajke zgrada -- Koeficijent (transmisijskih) prijenosnih toplinskih gubitaka -- Metoda proračuna (ISO 13789:2007; EN ISO 13789:2007)

HRN EN ISO 13790:2008

Energetska svojstva zgrada -- Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora (EN ISO 13790:2008)

HRN EN ISO 14683: 20XX

Toplinski mostovi u zgradarstvu -- Linearni koeficijent prolaska topline -- Pojednostavljena metoda i utvrđene vrijednosti (ISO 14683:2007; EN ISO 14683:2007)

Popis normi za proračun na koje upućuje Algoritam za proračun energetske svojstva:

GRIJANJE I PTV:

1. HRN EN 15316-1:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energetske zahtjeva i učinkovitosti sustava – 1. dio: Općenito
2. HRN EN 15316-2-1:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energetske zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 2-1: Sustavi za grijanje prostora zračenjem topline
3. HRN EN 15316-2-3:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energetske zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 2-3: Razvodi sustava grijanja prostora
4. HRN EN 15316-4-1:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energetske zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-1: Sustavi za proizvodnju topline izgaranjem (kotlovi)
5. HRN EN 15316-4-7:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energetske zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-7: Sustavi za proizvodnju topline izgaranjem biomase
6. HRN EN 15316-3-1:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energetske zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 3-1: Sustavi za pripremu potrošne tople vode, pokazatelji potreba prema izljevnome mjestu
7. HRN EN 15316-3-2:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energetske zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 3-2: Sustavi za pripremu potrošne tople vode, razvod
8. HRN EN 15316-3-3:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energetske zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 3-3: Sustavi za pripremu potrošne tople vode, zagrijavanje
9. HRN EN 15316-4-2:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energetske zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-2: Sustavi za proizvodnju topline, sustavi dizalice topline
10. HRN EN 15316-4-3:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energetske zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-3: Sustavi za proizvodnju topline, toplinski sustavi sunčevog zračenja

KOGENERACIJA, DALJINSKO GRIJANJE I FOTONAPONSKI SUSTAVI

- 1 *HRN EN 15316-4-4:2008* Sustavi grijanja u zgradama -- Metoda proračuna energetske zahtjeva i učinkovitosti sustava -- Dio 4-4: Sustavi za proizvodnju topline, sustavi kogeneracije uklopljeni u zgradu
- 2 *HRN EN 15316-4-5:2008* Sustavi grijanja u zgradama -- Metoda proračuna energetske zahtjeva i učinkovitosti sustava -- Dio 4-5: Sustavi za proizvodnju topline za grijanje prostora, pokazatelji i kvaliteta daljinskog grijanja i sustava velikih volumena
- 3 *HRN EN 15316-4-6:2008* Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energetske zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-6: Sustavi za proizvodnju topline, fotonaponski sustavi

RASVJETA:

HRN EN 1838:2008; Primjena rasvjete - Nužna rasvjeta;
HRN EN 12193:2008; Svjetlo i rasvjeta – Rasvjeta sportskih objekata;
HRN EN 12464 - 1:2002, Svjetlo i rasvjeta- Rasvjeta radnih mjesta – Prvi dio: Unutrašnji radni prostori;
HRN EN 60570:2009; Electrical supply track systems for luminaires (IEC 60570:2003, MOD; EN 60570:2003);
HRN EN 60598:2008; Luminaires (Rasvjetna tijela);
HRN EN 61347:2008; Lamp controlgear (Kontrolni i upravljački sustavi rasvjete).

