

Ekonomska isplativost korištenja razdjelnika topline u višestambenim zgradama u Republici Hrvatskoj

Zagreb, travanj 2017.

Studije

Ekonomski institut, Zagreb

**EKONOMSKA ISPLATIVOST KORIŠTENJA RAZDJELNIKA
TOPLINE U VIŠESTAMBENIM ZGRADAMA
U REPUBLICI HRVATSKOJ**

Autori:

dr. sc. Kristijan Horvat

dr. sc. Dubravka Jurlina Alibegović

dr. sc. Davor Mikulić

dr. sc. Sunčana Slijepčević

Ivan Žilić

Ekonomski institut, Zagreb, travanj, 2017.

Ministarstvo zaštite okoliša i energetike (naručitelj)

SADRŽAJ

SAŽETAK	1
1 UVOD	5
1.1 Polazište i cilj projektnog zadatka.....	5
1.2 Osnovne strukturne karakteristike tržišta toplinske energije u Hrvatskoj.....	12
2 PREGLED ZAKONODAVNOG OKVIRA I DOSADAŠNJIH SPOZNAJA O UČINCIMA UVOĐENJA RAZDJELNIKA	21
2.1 Sažet pregled zakonodavnog okvira.....	21
2.2 Pregled istraživanja, praksi i iskustava s uvođenjem razdjelnika ili uređaja za individualno mjerenje potrošnje u Hrvatskoj i drugim državama Europske unije	24
3 PREGLED PRAVILA I DOBRE PRAKSE ZA OCJENU FINACIJSKE OPRAVDANOSTI UGRADNJE RAZDJELNIKA UKLJUČUJUĆI NOVE SMJERNICE EUROPSKE UNIJE	35
3.1 Koraci u procjeni financijske isplativosti ugradnje mjerno-regulacijske opreme	36
3.1.1 Podjela zgrada	37
3.1.2 Procjena provedenih mjera u zgradama.....	39
3.1.3 Konkurentni i referentni troškovi	41
3.1.4 Mjere	44
3.1.5 Podaci o uštedama	44
3.1.6 Potpora i praćenje provedbe Direktive o energetskej učinkovitosti	45
3.1.7 Pravila raspodjele troškova za toplinsku energiju	45
3.2 Preporuke u vezi uključivanja troškova u procjeni financijske isplativosti ugradnje mjerno-regulacijske opreme.....	47
4 METODOLOŠKI OKVIR I IZVORI PODATAKA	49
4.1 Regionalni obuhvat, definicija troškova i koristi i pokazatelji isplativosti	49
4.1.1 Regionalna dimenzija	49
4.1.2 Troškovi.....	49
4.1.3 Koristi.....	52
4.1.4 Pokazatelj isplativosti.....	53

4.1.5	Metodologija izračuna neto sadašnje vrijednosti.....	54
4.2	Izvori podataka o karakteristikama i potrošnji stanova i deskriptivna statistika	57
4.2.1	Deskriptivna statistika i usporedna analiza manjeg (EIHP) i šireg uzroka prikupljenog za potrebe izrade ove Studije.....	59
4.3	Izvori podataka o cijeni opreme i troškova očitavanja i deskriptivna statistika.....	65
4.4	Izvori podataka o cijeni toplinske energije i deskriptivna statistika.....	67
5	EMPIRIJSKA OCJENA OSTVARENIH UŠTEDA, POČETNE SPECIFIČNE POTROŠNJE I VRIJEDNOSTI INVESTICIJE U UVOĐENJE RAZDJELNIKA TOPLINE.....	72
5.1	Uvod.....	72
5.2	Specifična potrošnja toplinske energije prije ugradnje razdjelnika	72
5.2.1	Uvodne napomene	72
5.2.2	Metodologija određivanja specifične potrošnje zgrada iz uzorka	73
5.3	Analiza ušteta potrošene toplinske energije na bazi dostupnih podataka o potrošačima	74
5.3.1	Uvodne napomene	74
5.3.2	Stupanj-dan-grijanja za promatrane gradove.....	75
5.3.3	Metodologija određivanja ušteta ostvarenih nakon ugradnje razdjelnika.....	76
5.3.4	Razdioba uštete na nivou individualnog stana.....	77
5.4	Specifična cijena ugradnje sustava za procjenu individualne potrošnje toplinske energije ..	80
5.4.1	Uvodne napomene	80
5.4.2	Minimalni funkcionalni sustav	80
5.4.3	Maksimalni funkcionalni sustav	81
5.4.4	Jedinične cijene opreme i radova	83
5.4.5	Metodologija određivanja specifične cijene ugradnje sustava za individualnu procjenu potrošnje toplinske energije.....	85
6	EKONOMETRIJSKA PROCJENA UČINKA UGRADNJE RAZDJELNIKA NA UTROŠAK ENERGIJE.....	87
6.1	Podaci i deskriptivna statistika	87
6.2	Metodologija i identifikacija ušteta	89
6.3	Rezultati.....	91
6.4	Dodatna analiza	94
7	FINANCIJSKA ANALIZA I OCJENA ISPLATIVOSTI UGRADNJE RAZDJELNIKA	100

7.1	Izbor referentne zgrade.....	100
7.2	Analiza isplativosti po gradovima	101
7.2.1	Ocjena isplativosti ugradnje razdjelnika topline u Gradu Zagrebu	104
7.2.2	Ocjena isplativosti ugradnje razdjelnika topline u Osijeku	107
7.2.3	Ocjena isplativosti ugradnje razdjelnika topline u Sisku.....	110
7.2.4	Ocjena isplativosti ugradnje razdjelnika topline u Rijeci	112
7.2.5	Ocjena isplativosti ugradnje razdjelnika topline u Velikoj Gorici	115
7.2.6	Ocjena isplativosti ugradnje razdjelnika topline u Zaprešiću.....	117
7.2.7	Ocjena isplativosti ugradnje razdjelnika topline u Samoboru	119
7.2.8	Ocjena isplativosti ugradnje razdjelnika topline u Karlovcu.....	122
7.3	Opći model – različite kombinacije početne specifične potrošnje toplinske energije i ostvarenih ušteda	124
7.3.1	Neto sadašnja vrijednost uz različite kombinacije početne specifične potrošnje toplinske energije i ostvarenih ušteda za Grad Zagreb.....	125
7.3.2	Neto sadašnja vrijednost uz različite kombinacije početne specifične potrošnje toplinske energije i ostvarenih ušteda za Osijek.....	128
7.3.3	Neto sadašnja vrijednost uz različite kombinacije početne specifične potrošnje toplinske energije i ostvarenih ušteda za Sisak	130
7.3.4	Neto sadašnja vrijednost uz različite kombinacije početne specifične potrošnje toplinske energije i ostvarenih ušteda za Rijeku	132
7.3.5	Neto sadašnja vrijednost uz različite kombinacije početne specifične potrošnje toplinske energije i ostvarenih ušteda za Veliku Goricu	134
7.3.6	Neto sadašnja vrijednost uz različite kombinacije početne specifične potrošnje toplinske energije i ostvarenih ušteda za Zaprešić	137
7.3.7	Neto sadašnja vrijednost uz različite kombinacije početne specifične potrošnje toplinske energije i ostvarenih ušteda za Samobor.....	139
7.3.8	Neto sadašnja vrijednost uz različite kombinacije početne specifične potrošnje toplinske energije i ostvarenih ušteda za Karlovac	141
7.4	Procjena raspona rasipanja neto sadašnje vrijednosti temeljem određene distribucije najznačajnijih parametara koji utječu na neto sadašnju vrijednost.....	143
8	ZAKLJUČAK.....	149
	LITERATURA	155
	PRILOG	159

POPIS TABLICA:

Tablica 1: Podaci o udjelu zgrada i krajnjih korisnika s ugrađenim uređajima za mjerenje potrošnje toplinske energije, stanje veljača 2017 .	11
Tablica 2: Proizvodnja i finalna potrošnja toplinske energije u Hrvatskoj, u GWh	12
Tablica 3: Isporučena toplinska energija, površina i broj krajnjih kupaca u 2015. godini	14
Tablica 4: Udio kućanstava i poslovnih kupaca u isporučenoj toplinskoj energiji, površini i broju krajnjih kupaca u 2015. godini, po gradovima, udio u ukupnoj vrijednosti pokazatelja po gradovima	15
Tablica 5: Udio pojedinih gradova u broju kupaca, površini i ukupnim isporukama toplinske energije, u % od ukupno svih gradova	16
Tablica 6: Prosječna potrošnja po kupcu i m ² , te prosječna površina uporabne cjeline	17
Tablica 7: Analiza isplativosti ulaganja u razdjelnike na primjeru višestambene zgrade u Zagrebu	26
Tablica 8: Ušteda toplinske energije nakon uvođenja naplate toplinske energije po potrošnji	27
Tablica 9: Prosječni godišnji troškovi ugradnje uređaja za mjerenje toplinske energije ili razdjelnika po stanu	33
Tablica 10: Dopušteni troškovi	43
Tablica 11: Kriteriji troškovne učinkovitosti individualnog mjerenja potrošnje toplinske energije	48
Tablica 12: Usporedba veličine uzorka po gradovima, broj zgrada i stanova	59
Tablica 13: Usporedba veličine površina i potrošnje zgrada (sezona 2014./2015.)	60
Tablica 14: Usporedba veličine površina i potrošnje zgrada (sezona 2014./2015.)	60
Tablica 15: Potrošnja energije za zgrade obuhvaćene uzorkom EIHP po sezonama grijanja (MWh)	62
Tablica 16: Potrošnja energije za zgrade obuhvaćene većim uzorkom po sezonama grijanja (MWh)	62
Tablica 17: Potrošnja energije normalizirana pokazateljem SDG za zgrade obuhvaćene uzorkom EIHP po sezonama grijanja (MWh/SDG)	63
Tablica 18: Potrošnja energije normalizirana pokazateljem SDG za zgrade obuhvaćene većim uzorkom po sezonama grijanja (kWh/SDG)	63
Tablica 19: Najvažniji pokazatelji o karakteristikama zgrada iz uzorka	64
Tablica 20: Prosječna specifična potrošnja zgrada iz uzorka (kWh/m ²)*	65
Tablica 21: Jedinične cijene različitih poduzeća za ugradnju razdjelnika, ventila i druge opreme	66
Tablica 22: Struktura cijena toplinske energije po gradovima, cijene bez PDV-a	68
Tablica 23: Ilustrativni prikaz značaj odnosa relativnih cijena opreme i troškova očitavanja prema cijeni energije u izračunu isplativosti uvođenja razdjelnika	71
Tablica 24: Prosječna specifična potrošnja zgrada iz uzorka prije ugradnje razdjelnika (kWh/m ²)	73
Tablica 25: Troškovnik minimalnog sustava za procjenu individualne potrošnje toplinske energije	81

Tablica 26: Troškovnik maksimalnog sustava za procjenu individualne potrošnje toplinske energije (balansiranje tlakova na radijatoru)	82
Tablica 27: Troškovnik maksimalnog sustava za procjenu individualne potrošnje toplinske energije (balansiranje tlakova po vertikalama)	83
Tablica 28: Troškovnik opreme i radova za minimalni maksimalni sustav (cijene u kn s PDV-om) za referentnu zgradu s jednom pumpom, jednim centralnim sustavom za prikupljanje podataka i dr.	84
Tablica 29: Proporcija stanova s ugrađenim razdjelnikom po gradovima i sezonama.....	88
Tablica 30: Procjena uštede energije.....	92
Tablica 31: Izračun neto sadašnje vrijednosti troškova i koristi od ulaganja u sustave mjerenja potrošnje u Gradu Zagrebu, osnovni scenarij, uštede 25,8 posto	105
Tablica 32: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u Gradu Zagrebu	106
Tablica 33: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u Gradu Zagrebu , scenarij osjetljivost, porast relativnih cijena toplinske energije 2,5 posto prosječno godišnje	106
Tablica 34: Izračun jednostavnog roka povrata i roka povrata temeljem diskontiranih vrijednosti u Gradu Zagrebu , izraženo u godinama	107
Tablica 35: Izračun neto sadašnje vrijednosti troškova i koristi od ulaganja u sustave mjerenja potrošnje u Osijeku , osnovni scenarij, uštede 29,8 posto	108
Tablica 36: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u Osijeku	108
Tablica 37: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u Osijeku , scenarij osjetljivost, porast relativnih cijena toplinske energije 2,5 posto prosječno godišnje	109
Tablica 38: Izračun jednostavnog roka povrata i roka povrata temeljem diskontiranih vrijednosti u Osijeku , u godinama.....	109
Tablica 39: Izračun neto sadašnje vrijednosti troškova i koristi od ulaganja u sustave mjerenja potrošnje u Sisku , osnovni scenarij, uštede 29,6 posto	110
Tablica 40: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u Sisku	111
Tablica 41: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u Sisku , scenarij osjetljivost, porast relativnih cijena toplinske energije 2,5 posto prosječno godišnje	111
Tablica 42: Izračun jednostavnog roka povrata i roka povrata temeljem diskontiranih vrijednosti u Sisku , u godinama.....	112
Tablica 43: Izračun neto sadašnje vrijednosti troškova i koristi od ulaganja u sustave mjerenja potrošnje u Rijeci , osnovni scenarij, uštede 36,2 posto	113
Tablica 44: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u Rijeci	113
Tablica 45: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u Rijeci , scenarij osjetljivost, porast relativnih cijena toplinske energije 2,5 posto prosječno godišnje	114
Tablica 46: Izračun jednostavnog roka povrata i roka povrata temeljem diskontiranih vrijednosti u Rijeci , u godinama	114

Tablica 47: Izračun neto sadašnje vrijednosti troškova i koristi od ulaganja u sustave mjerenja potrošnje u Velikoj Gorici , osnovni scenarij, uštede %	115
Tablica 48: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u Velikoj Gorici	116
Tablica 49: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u Velikoj Gorici , scenarij osjetljivost, porast relativnih cijena toplinske energije 2,5% prosječno godišnje	116
Tablica 50: Izračun jednostavnog roka povrata i roka povrata temeljem diskontiranih vrijednosti u Velikoj Gorici , u godinama	117
Tablica 51: Izračun neto sadašnje vrijednosti troškova i koristi od ulaganja u sustave mjerenja potrošnje u Zaprešiću , osnovni scenarij, uštede 21,5%.....	118
Tablica 52: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u Zaprešiću	118
Tablica 53: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u Zaprešiću , scenarij osjetljivost, porast relativnih cijena toplinske energije 2,5% prosječno godišnje	119
Tablica 54: Izračun jednostavnog roka povrata i roka povrata temeljem diskontiranih vrijednosti u Zaprešiću , u godinama	119
Tablica 55: Izračun neto sadašnje vrijednosti troškova i koristi od ulaganja u sustave mjerenja potrošnje u Samoboru , osnovni scenarij, uštede 30,4 posto.....	120
Tablica 56: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u Samoboru	120
Tablica 57: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u Samoboru , scenarij osjetljivost, porast relativnih cijena toplinske energije 2,5 posto prosječno godišnje.....	121
Tablica 58: Izračun jednostavnog roka povrata i roka povrata temeljem diskontiranih vrijednosti u Samoboru , u godinama	121
Tablica 59: Izračun neto sadašnje vrijednosti troškova i koristi od ulaganja u sustave mjerenja potrošnje u Karlovcu , osnovni scenarij, uštede 21,2 posto	122
Tablica 60: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u Karlovcu	123
Tablica 61: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u Karlovcu , scenarij osjetljivost, porast relativnih cijena toplinske energije 2,5 posto prosječno godišnje.....	123
Tablica 62: Izračun jednostavnog roka povrata i roka povrata temeljem diskontiranih vrijednosti u Karlovcu , u godinama	124
Tablica 63: Procjena uštede energije u Hrvatskoj prema različitim pristupima i usporedba s rezultatima za druge zemlje.....	150

POPIS SLIKA:

Slika 1: Mjerila toplinske energije ili kalorimetri.....	7
Slika 2: Razdjelnici troškova toplinske energije.....	8
Slika 3: Tipična konfiguracija sustava za razvod toplinske energije kao odrednica tehničke izvedivosti ugradnje kalorimetra, odnosno razdjelnika troškova toplinske energije	10
Slika 4: Povezanost potrošnje toplinske energije i vremenskih uvjeta.....	13
Slika 5: Instalirana snaga postrojenja za proizvodnju toplinske energije i priključna snaga u 2015. godini.....	18
Slika 6: Isporučena toplinska energija po vrstama toplinskih sustava.....	19
Slika 7: Prosječni udio pojedine komponente u ukupnoj cijeni toplinske energije za krajnje kupce kategorije potrošnje kućanstva za centralne toplinske sustave.....	20
Slika 8: Prosječna specifična potrošnja toplinske energije zgrada iz uzorka (kWh/m ²) za period prije i period nakon ugradnje razdjelnika	74
Slika 9: Stupanj-dani-grijanja za promatrane sezone grijanja i odabrane gradove.....	76
Slika 10: Ušteda u potrošnji toplinske energije za odabrane gradove nakon ugradnje razdjelnika.....	77
Slika 11: Razdioba ušteda za grad Zagreb (uzorak od 13.405 stanova, 16% stanova s većom potrošnjom)	78
Slika 12: Razdioba ušteda za grad Rijeku (uzorak od 1.081 stanova, 12% stanova s većom potrošnjom)	78
Slika 13: Razdioba ušteda za grad Osijek (uzorak od 997 stanova, 17% stanova s većom potrošnjom)	79
Slika 14: Razdioba ušteda za grad Karlovac (uzorak od 1.291 stanova, 25% stanova s većom potrošnjom)	79
Slika 15: Razdioba specifičnih troškova investicije za minimalni sustav s razdjelnicima	85
Slika 16: Razdioba specifičnih troškova investicije za maksimalni sustav s razdjelnicima	86
Slika 17: Relativni pokazatelj broja stanova s ugrađenim razdjelnicima po razdobljima (1=100% stanova)	88
Slika 18: Grafički prikaz uštede po gradovima	93
Slika 19: Grafički prikaz uštede po veličini stana	94
Slika 20: Distribucija uštede u svim gradovima	95
Slika 21: Distribucija uštede u Zagrebu.....	96
Slika 22: Distribucija uštede u Rijeci	96
Slika 23: Distribucija uštede u Osijeku.....	97
Slika 24: Distribucija uštede u Karlovcu	97
Slika 25: Distribucija uštede u Sisku	98

Slika 26: Distribucija uštede u Velikoj Gorici.....	98
Slika 27: Distribucija uštede u Zaprešiću	99
Slika 28: Distribucija uštede u Samoboru.....	99
Slika 29: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u minimalni skup opreme, Grad Zagreb , osnovni scenarij.....	126
Slika 30: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u maksimalni skup opreme , Grad Zagreb , osnovni scenarij	126
Slika 31: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u minimalni skup opreme , Grad Zagreb , scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje	127
Slika 32: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u maksimalni skup opreme , Grad Zagreb , scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje	127
Slika 33: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u minimalni skup opreme , Osijek , osnovni scenarij	128
Slika 34: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u maksimalni skup opreme , Osijek , osnovni scenarij.....	128
Slika 35: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u minimalni skup opreme , Osijek , scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje	129
Slika 36: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u maksimalni skup opreme , Osijek , scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje	129
Slika 37: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u minimalni skup opreme , Sisak , osnovni scenarij	130
Slika 38: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u maksimalni skup opreme , Sisak , osnovni scenarij.....	130
Slika 39: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u minimalni skup opreme , Sisak , scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje	131
Slika 40: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u maksimalni skup opreme , Sisak , scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje	131
Slika 41: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u minimalni skup opreme , Rijeka , osnovni scenarij.....	132
Slika 42: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u maksimalni skup opreme , Rijeka , osnovni scenarij	133

Slika 43: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u minimalni skup opreme, Rijeka , scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje	133
Slika 44: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u maksimalni skup opreme, Rijeka , scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje	134
Slika 45: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u minimalni skup opreme, Velika Gorica , osnovni scenarij	135
Slika 46: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u maksimalni skup opreme, Velika Gorica , osnovni scenarij	135
Slika 47: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u minimalni skup opreme, Velika Gorica , scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje	136
Slika 48: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u maksimalni skup opreme, Velika Gorica , scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje	136
Slika 49: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u minimalni skup opreme, Zaprešić , osnovni scenarij	137
Slika 50: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u maksimalni skup opreme, Zaprešić , osnovni scenarij	137
Slika 51: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u minimalni skup opreme, Zaprešić , scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje	138
Slika 52: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u maksimalni skup opreme, Zaprešić , scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje	138
Slika 53: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u minimalni skup opreme, Samobor , osnovni scenarij	139
Slika 54: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u maksimalni skup opreme, Samobor , osnovni scenarij	139
Slika 55: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u minimalni skup opreme, Samobor , scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje	140
Slika 56: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u maksimalni skup opreme, Samobor , scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje	140
Slika 57: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u minimalni skup opreme, Karlovac , osnovni scenarij	141
Slika 58: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u maksimalni skup opreme, Karlovac , osnovni scenarij	141

Slika 59: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u minimalni skup opreme, Karlovac , scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje	142
Slika 60: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m ² i postotkom ušteda uz investicije u maksimalni skup opreme, Karlovac , scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje	142
Slika 61: Distribucija neto sadašnje vrijednosti prema rezultatima Monte Carlo simulacija, Zagreb, referentna zgrada iz razdoblja 1971.-2005. , relativne cijene iz 2016.	145
Slika 62: Distribucija neto sadašnje vrijednosti prema rezultatima Monte Carlo simulacija, Zagreb, referentna zgrada , rast relativnih cijena toplinske energije 2,5% brži od inflacije.....	145
Slika 63: Distribucija neto sadašnje vrijednosti prema rezultatima Monte Carlo simulacija, Zagreb, referentna zgrada + 25 kWh po m² , iste relativne cijene.....	146
Slika 64: Distribucija neto sadašnje vrijednosti prema rezultatima Monte Carlo simulacija, Zagreb, referentna zgrada + 25 kWh po m² , rast relativnih cijena toplinske energije 2,5% brži od inflacije	146
Slika 65: Distribucija neto sadašnje vrijednosti prema rezultatima Monte Carlo simulacija, Zagreb, referentna zgrada + 50 kWh po m² , iste relativne cijene.....	147
Slika 66: Distribucija neto sadašnje vrijednosti prema rezultatima Monte Carlo simulacija, Zagreb, referentna zgrada + 50 kWh po m² , rast relativnih cijena toplinske energije 2,5% brži od inflacije	148

SAŽETAK

Unapređenje energetske učinkovitosti ima značajnu ulogu u hrvatskim i europskim strateškim dokumentima. Mjerama iz područja energetske učinkovitosti ostvaruje se niz pozitivnih učinka, te one rezultiraju značajnim društvenim koristima, a time imaju značajnu ulogu u ostvarenju dugoročnog održivog rasta. Društvene koristi vezane su uz zaštitu okoliša, smanjenje ovisnosti o uvoznim energetskim sirovinama, veću otpornost gospodarstva na rast cijena energije, ali i poticaj poduzetnicima putem porasta potražnje za dobrima korištenima u programima unapređenja energetske učinkovitosti. Uvođenje opreme za individualizirano mjerenje potrošnje toplinske energije, ukoliko je takvo rješenje tehnički izvodljivo i troškovno učinkovito, samo je jedna od mjera u cjelovitom programu povećanja energetske učinkovitosti.

Individualno mjerenje potrošnje toplinske energije u višestambenim zgradama moguće je provesti na dva načina i to: ugradnjom mjernih uređaja topline koji izravno mjere potrošnju toplinske energije na razini svakog stana, odnosno uvođenjem razdjelnika topline koji potrošnju ne mjere izravno, ali omogućuju da se procijeni potrošnja putem mjerenja impulsa vezanih uz razliku temperature na radijatoru i okolini. U Hrvatskoj je najveći broj objekata koji koriste toplinsku energiju izgrađen na način da toplinska energija u stanove dolazi putem više vertikala, te ugradnju mjernih uređaja (kalorimetra) nije moguće tehnički provesti, odnosno ugradnja ne bi bila troškovno učinkovita zbog potrebe obimnijih tehničkih preinaka. Predmet Studije je ocjena troškovne učinkovitosti uvođenja razdjelnika topline. Razdjelnici topline nisu uređaji koji izravno utječu na smanjenje energetskih potreba stanova, odnosno zgrada, već se njihovim uvođenjem omogućuje korisnicima da se obračun troškova izravno veže uz njihovu potrošnju. Na taj način daje im se poticaj za promjenu navika, odnosno racionalniju potrošnju toplinske energije, a time i smanjivanje vlastitih troškova grijanja za razliku od ranijeg sustava naplate u kojem je njihov utjecaj na troškove bio tek marginalan. Naime, u zgradama prije ugradnje razdjelnika, ukupna obračunata potrošnja pojedinog stana ovisi ne samo o potrošnji korisnika određenog stana, već i svih ostalih stanara u zgradi. Analiza učinaka uvođenja razdjelnika topline, odnosno troškova i koristi provedena je temeljem podataka iz uzorka koji je prikupljen od toplinarskih poduzeća, a koji sadrži podatke o potrošnji toplinske energije za oko 20 posto krajnjih korisnika u zgradama koje su uvele razdjelnike u 8 različitih gradova (podaci za 3 dodatna grada nisu bili u formatu koji omogućuje izračun ušteta). Uzorak obuhvaća 276 zgrada s ukupno 22.475 stanova.

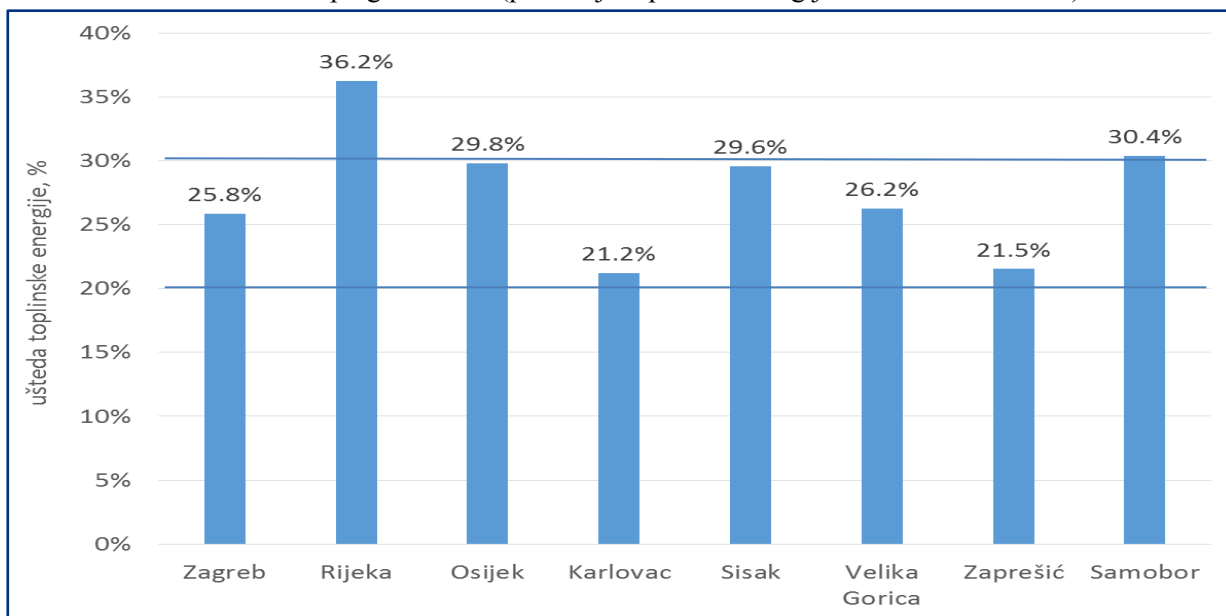
Isplativost, odnosno troškovna učinkovitost, u Studiji se izračunava primjenom koncepta neto sadašnje vrijednosti koji je uobičajen za istovrsna istraživanja provedena u drugim zemljama. Koncept neto sadašnje vrijednosti podrazumijeva usporedbu inicijalne vrijednosti investicije vezane uz ugradnju razdjelnika topline i koristi u životnom vijeku opreme. Koristi tijekom životnog vijeka razdjelnika čini razlika između ostvarenih ušteta u monetarnim terminima i operativnih troškova koji podrazumijevaju troškove očitavanja i održavanja opreme. Zbog razlika u vremenskim preferencijama, koje se u ekonomskom smislu očituju u trošku kapitala, odnosno oportunitetnom trošku uloženi sredstava, vrijednosti iz budućeg razdoblja diskontiraju se na sadašnju vrijednost korištenjem odgovarajućeg diskontnog faktora. U izračunima se kao vijek trajanja razdjelnika topline koristi razdoblje od 10 godina, a primijenjena je realna diskontna stopa od 4 posto, što je u skladu s iskustvima drugih zemalja i preporukama za ovakvu vrstu analize. Troškovna učinkovitost je procijenjena prema osnovnom scenariju ušteta, ali i dodatnim scenarijima koji prikazuju osjetljivost ocjene isplativosti na

različite razine ušteda, odnosno promjenu parametara poput rasta cijene energije i diskontnog faktora. Isplativost u različitim gradovima ovisi o specifičnim parametrima za svaki grad, poput cijene toplinske energije, odnosno početnim energetske potrebama, te specifičnoj potrošnji toplinske energije prije uvođenja razdjelnika topline. U ukupnoj strukturi cijene, korisnik smanjenjem potrošnje može utjecati samo na varijabilan dio cijene koji se naplaćuje po tarifnoj stavci energija, dok se ostale stavke računa naplaćuju prema fiksnim parametrima poput površine ili snage i nisu vezane uz stvarne isporuke toplinske energije. Cijene toplinske energije u Hrvatskoj razlikuju se po gradovima, a što bitno utječe na izračun isplativosti. Tako su zbog značajnog udjela energije iz kogeneracijskih pogona u Zagrebu, Sisku i Osijeku cijene energije koje se naplaćuju po tarifnoj stavci energija gotovo dvostruko niže u odnosu na ostale gradove, što istoj razini ostvarenih postotnih ušteda pridružuje nižu vrijednost u novčanom iskazu.

Sukladno projektnom zadatku, a vezano uz razradu tehničke opreme i postupaka koji se prilikom ugradnje mjerno-regulacijske opreme za individualno mjerenje potrošnje i naplate toplinske energije moraju obuhvatiti, Studija u analizi razmatra za svaku varijantu izračuna isplativosti po 2 scenarija troškova. Prvi je scenarij ugradnje minimalnog mjerno-regulacijskog seta opreme propisanog Direktivom Europske unije koji obuhvaća razdjelnik i termostatski ventil na svakom ogrjevnom tijelu/radijatoru, dok drugi scenarij podrazumijeva ugradnju maksimalnog pogonsko-mjerno-regulacijskog seta opreme koji osim minimalnog seta, obuhvaća još pripremljene radnje i ugradnju dodatne opreme u toplinskoj podstanici i vertikalama cijevnog razvoda koja će jamčiti stabilan i balansiran rad sustava na razini čitave zgrade. Temeljem dostupnih tehničkih podataka za određen skup zgrada izračunati su prosječni specifični troškovi za obje varijante investicija, koji su korišteni u financijskoj analizi.

Analizom ostvarenih ušteda u Hrvatskoj u razdoblju nakon uvođenja razdjelnika topline može se zaključiti da su ostvarene značajne uštede u potrošnji toplinske energije bez obzira na metodu izračuna ušteda ili korištenom uzorku zgrada. Uštede u Hrvatskoj iznosile su između 21 i 36 posto ovisno o metodi mjerenja, odnosno gradu, te su u prosjeku iznad onih ostvarenih u zemljama za koje takve analize postoje. Međutim, raspon ostvarenih ušteda po zgradama, a posebice raspon ušteda po stanovima relativno je visok. Svaka zgrada je specifična kako prema građevinsko-tehničkim karakteristikama, tako i prema socio-ekonomskim kategorijama stanara, a time i promjeni parametara njihova ponašanja nakon uvođenja razdjelnika.

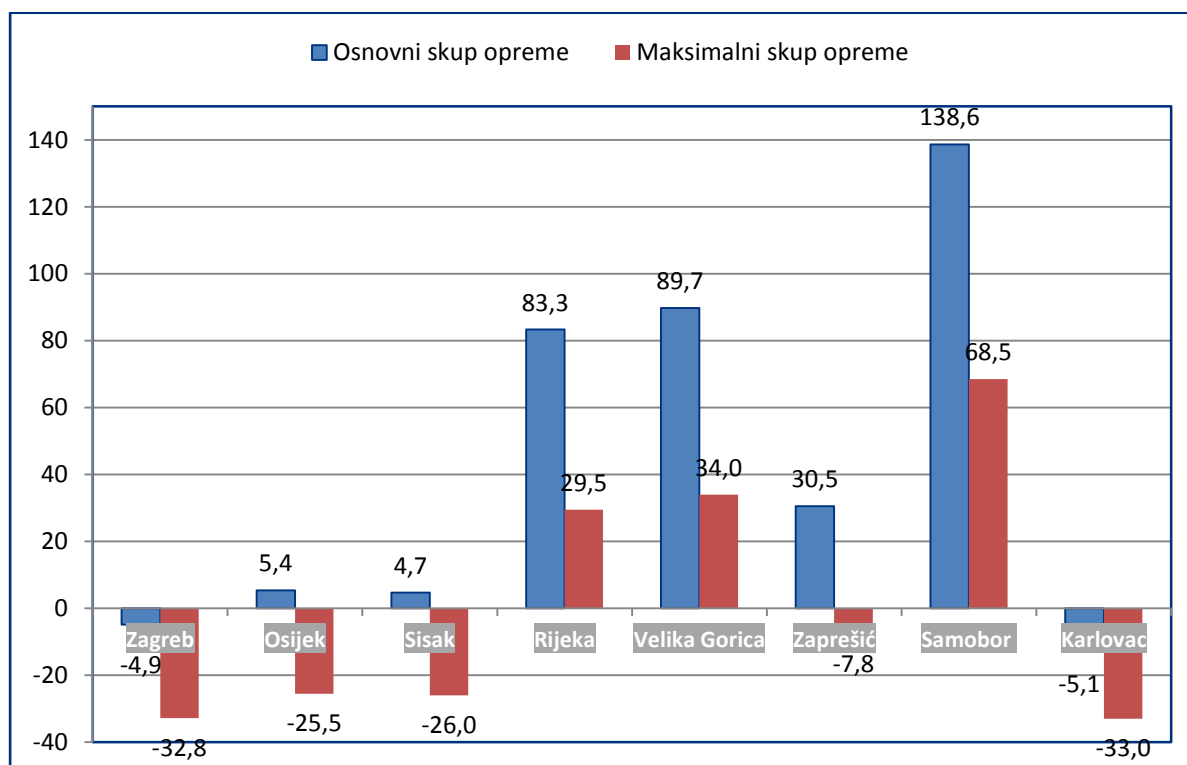
Slika S1. Ostvarene uštede po gradovima (potrošnja toplinske energije normalizirana SDG)



Izvor: Izračun autora.

Zbog različitih cijena toplinske energije i specifične energetske potrošnje prije uvođenja razdjelnika, ali i prosječno ostvarenih ušteda, ocjena isplativosti daje različite rezultate po gradovima. Uvođenje razdjelnika prema rezultatima osnovnog scenarija troškovno je učinkovito u gradovima Kontinentalne Hrvatske s visokim cijenama toplinske energije, koji su ostvarili prosječnu ili iznadprosječnu razinu ušteda (Velika Gorica, Samobor), te Rijeci. S druge strane, u gradovima s niskom cijenom toplinske energije (Zagreb, Osijek i Sisak), čak ni visoke uštede ne osiguravaju ostvarenje pozitivne neto sadašnje vrijednosti investicija u uvođenje razdjelnika topline ukoliko se u izračun uključe i troškovi balansiranja sustava grijanja na razini zgrade. Ostali gradovi u kojima je ostvarena niža razina ušteda (Zaprešić, Karlovac) također ne ostvaruju pozitivnu neto sadašnju vrijednost, usprkos višim cijenama toplinske energije. Neto sadašnja vrijednost iskazana kao postotak vrijednosti početne investicije prema osnovnom scenariju grafički je prikazana Slikom S2. Scenariji osjetljivosti ocjene isplativosti na porast cijene toplinske energije rezultiraju većom neto sadašnjom vrijednošću, ali ni uz prosječni godišnji rast cijena toplinske energije od 2,5 posto iznad razine inflacije, investicije u Zagrebu, Osijeku i Sisku ne bi bile isplative za zgradu s prosječnom razinom uštede kao na slici S2.

Slika S2. Neto sadašnja vrijednost kao postotak investicije prema osnovnom scenariju



Izvor: Izračun autora.

Zadatak Studije nije donošenje konkretnih prijedloga za promjenu mjera javnih politika. Ipak, može se zaključiti da je vrlo velika vjerojatnost da postojeći model obaveze ugradnje razdjelnika rezultira relativno visokim udjelom zgrada, a posebice u Zagrebu, Osijeku i Sisku, kod kojih vlasnici neće u potpunosti uštedama povratiti iznos uloženi u uvođenje razdjelnika topline. Zbog značajne varijabilnosti u uštedama na razini individualnih vlasnika stanova bit će i dobitnika i gubitnika ove mjere, ali zbroj pozitivne neto sadašnje vrijednosti vlasnika stanova bit će u prosjeku niži od zbroja negativne neto sadašnje vrijednosti koju ostvaruju ostali vlasnici stanova u zgradi, barem kad je riječ o navedenim gradovima s niskim cijenama toplinske energije, a koji imaju udio od oko 80 posto u ukupnim isporukama toplinske energije. Jedno od mogućih rješenja jest dovršenje procesa uvođenja razdjelnika uz razinu subvencija koja će biti dovoljna za svaku specifičnu skupinu zgrada (prema lokaciji i specifičnoj početnoj potrošnji) za ostvarenje pozitivne neto sadašnje vrijednosti, a subvencije se mogu opravdati postojanjem društvenih koristi. Alternativa je potpuno redefiniranje sustava toplinske energije, odnosno promjena propisa u kojim bi se preraspodijelile odgovornosti, troškovi i rizici između krajnjih korisnika, toplinarskih poduzeća i poduzeća koja dobavljaju i održavaju opremu, odnosno pružaju uslugu očitavanja brojila. U središtu interesa trebala bi biti racionalizacija cjelokupnog sustava isporuke toplinske energije i mogućnost ostvarenja ušteda ne samo na kraju lanca, a kvalitetnije održavanje infrastrukture utjecalo bi na uštede u cjelokupnom toplinskom sustavu, te bi moguće uz istu ili nižu razinu ulaganja mogla biti ostvarena veća društvena korist.

1 UVOD

1.1 Polazište i cilj projektnog zadatka

Strateški prioriteti Europske unije u nadolazećem razdoblju definirani su strategijom Europa 2020 i skupom nadopunjujućih dokumenata, a njen je osnovni cilj ostvariti pametan, održiv i uključiv rast gospodarstva. Pametan rast podrazumijeva povećanje učinkovitosti temeljem ulaganja u obrazovanje, istraživanje i inovacije, a preduvjeti za ostvarenje uključivog rasta su povećanje zaposlenosti i smanjenje siromaštva. Dugoročno održiv gospodarski razvoj podrazumijeva gospodarski rast koji ugrožavanjem okoliša neće ugroziti potencijale za kvalitetan život budućih generacija. Sporazumom o partnerstvu između Republike Hrvatske i Europske komisije za korištenje strukturnih i investicijskih fondova Europske unije za rast i radna mjesta u razdoblju 2014.-2020., Hrvatska, je svoje nacionalne prioritete i ciljeve razvoja uskladila s europskim strateškim ciljevima, a učinkovitije trošenje energije povezano sa zaštitom okoliša ima značajnu ulogu u njihovom ostvarenju.

Jedno od ključnih područja u strategiji odnosi se na zahtjev za racionalnijim korištenjem energije, kojim bi se povećala samodostatnost Europske unije, ali i Hrvatske, u pogledu raspoloživosti sirovinске osnovice za proizvodnju energije, te doprinijelo zaštiti okoliša. Prema sektorima nacionalnog gospodarstva udio kućanstava u ukupnoj potrošnji, a time i potencijal za ostvarenje ušteda, relativno je visok. U 28 država Europske unije kućanstva sudjeluju s 40 posto u potrošnji energije te s oko 36 posto u emisiji ugljičnog dioksida (Kopenhagen Economics, 2012; Meijer i dr., 2012). U ukupnoj se potrošnji energije u Hrvatskoj čak 42,3 posto troši u zgradama (Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja, 2014a). Zbog velike i rastuće potrošnje energije u stambenim i nestambenim zgradama, energetska učinkovitost u zgradarstvu je prepoznata kao područje sa značajnim potencijalom za smanjenje ukupne potrošnje energije. Time bi se i direktno utjecalo na ugodniji i kvalitetniji boravak u zgradi, duži životni vijek zgrade te doprinijelo zaštiti okoliša i smanjenju emisija štetnih plinova. Studija je ograničena na analizu zgrada koje se griju iz centralnog izvora prenošenjem pare ili vruće vode preko mreže izoliranih cijevi. Smanjenje energetske potrošnje ove kategorije objekata mogu, pored svih ostalih mjera unaprjeđenja energetske učinkovitosti, dodatno ostvariti uvođenjem individualiziranog praćenja potrošnje korisnika i naplate sukladno njihovoj potrošnji. Pristupajući Europskoj uniji, Republika Hrvatska obvezala se na usklađivanje regulative s direktivama Europske unije koje donosi Europsko Vijeće, a pregled osnovnih elemenata europskog i nacionalnog zakonodavstva vezanog za obvezu ugradnje mjerene opreme u centralnim toplinskim sustavima ukratko je dan u jednom od sljedećeg poglavlja.

Mogućnosti racionalizacije u potrošnji energije u dijelu koji se odnosi na potrošnju zgrada ovise o brojnim faktorima. Općenito se u znanstvenoj i stručnoj literaturi i administrativnim dokumentima različitih zemalja mogu identificirati brojni faktori koji utječu na energetske potrebe za grijanjem zgrade, odnosno stana. Ti se faktori mogu grupirati u nekoliko najvažnijih:

- a) **klimatski uvjeti** u području na kojem se zgrada nalazi
 - vanjska temperatura,
 - ozračenost sunčevom energijom,

- ostali klimatski faktori;

b) karakteristike zgrade

- površina, volumen, orijentacija, broj etaža,
- korišteni građevinski materijali i oprema sa specifičnim izolacijskim svojstvima,
- površina vrata i prozora,
- vrsta ventilacije,
- ostale karakteristike zgrade/stana;

c) namjena zgrade i korisnici

- namjena,
- broj osoba/korisnika zgrade/stana,
- socioekonomska struktura stanovništva (dobna struktura, aktivnost, dohodak i ostale karakteristike),
- navike i preferencije korisnika.

Klimatski uvjeti na nekom području su egzogeni faktor na kojeg se ne može utjecati mjerama ekonomske politike, već se vanjska temperatura i zračenje sunčevom energijom mijenjaju po sezonama uz osciliranje oko dugoročnog prosjeka i na taj način utječu na energetske potrebe u određenom razdoblju. Pored klime, najznačajnija skupina faktora koja određuje energetske potrebe su karakteristike zgrade. One u pogledu različitih tehničkih karakteristika određuju očekivane ukupne potrebe za energijom za grijanje određenog objekta u određenim klimatskim uvjetima, a kako bi se u unutarnjem prostoru ostvarila temperatura za koju se pretpostavlja da je odgovarajuće razine. Namjena zgrade utječe na razinu odgovarajuće temperature unutarnjeg prostora, te je primjerice sukladno hrvatskom algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790 unutarnja proračunska temperatura za bolnice u sezoni grijanja određena na 22⁰C, sportske dvorane 18⁰C, a za stambene zgrade na 20⁰C. Klimatološki uvjeti, karakteristike i namjena zgrade su faktori koji se, prema propisanim standardima, koriste za izračun energetske potrebe, odnosno određuju očekivanu razinu potrošnje energije u određenom objektu. U kratkom su roku, klimatske varijable i energetska svojstva zgrade zadane, a očekivane energetske potrebe objekta mogu se smanjiti jedino bitnim poboljšanjem energetske svojstava zgrada. U okviru strukturnih fondova Europske unije predviđeni su značajni iznosi za financiranje energetske obnove objekata kojima se mogu smanjiti energetske potrebe zgrada, a interes za takvim programima u Hrvatskoj je relativno visok, prema rezultatima nedavnog natječaja¹.

Iako se očekivane energetske potrebe objekata mogu izračunati korištenjem odgovarajućih algoritama, odstupanja stvarne potrošnje od proračunate očekivane unutrašnje potrošnje odstupaju po zgradama i stanovima zbog navika, odnosno preferencija korisnika prema višoj/nizjoj temperaturi prostora u kojima borave. Uvođenje razdjelnika može utjecati na promjenu ponašanja potrošača na način da smanje unutarnju temperaturu, odnosno ne pridonose neracionalnom snižavanju temperature otvaranjem prozora. Studija, sukladno projektnom zadatku, obuhvaća ocjenu učinaka samo jednog od gore navedenih brojnih faktora, a riječ je o procjeni učinaka uvođenja razdjelnika na smanjenje

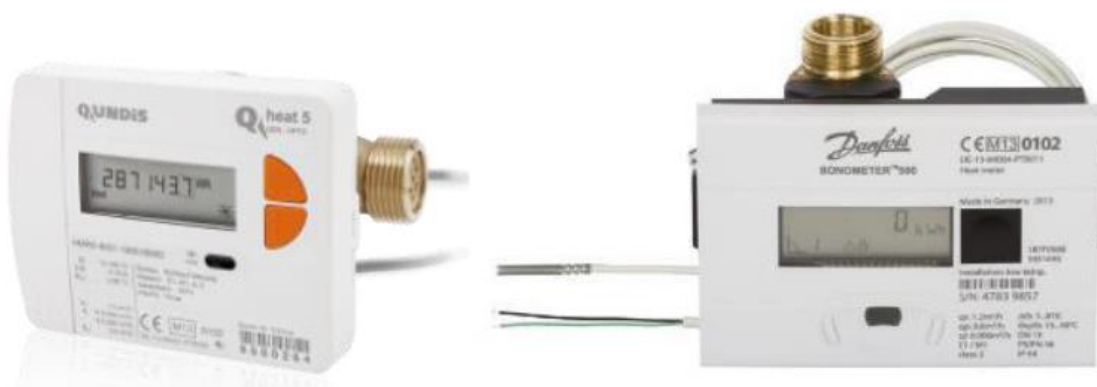
¹ <http://www.mgipu.hr/default.aspx?id=47304>.

potrošnje energije u višestambenim zgradama koje se griju preko centraliziranih toplinskih sustava. Preambula Direktive (2012/27/EU) navodi da: „uporaba pojedinačnih brojila ili razdjelnika troškova grijanja za mjerenje individualne potrošnje grijanja u zgradama s više stanova s centraliziranim grijanjem ili zajedničkim centralnim grijanjem korisna je kada krajnji kupci mogu nadzirati svoju individualnu potrošnju. Stoga njihova uporaba ima smisla samo u zgradama u kojima su radijatori opremljeni termostatskim ventilima“ (članak 28.).

Hrvatska je, u skladu s Direktivom o energetske učinkovitosti (2012/27/EU), prilagodila Zakon o tržištu toplinske energije (Narodne novine, broj 80/2013, 14/2014 i 95/2015). U dijelu koji se odnosi na predmet Studije relevantne su odredbe koje definiraju obvezu uvođenja razdjelnika. Obzirom da je u hrvatskom slučaju pretežito riječ o starijim stanovima koji najčešće nisu bili opremljeni termostatskim ventilima, minimalan set opreme propisan Zakonom obuhvaća razdjelnik i termostatski ventil po svakom radijatoru.

Za stambene jedinice unutar višestambenih zgrada u kojima se potrošnja toplinske energije mjeri jednim zajedničkim mjerilom, a dovodi se iz zajedničkog izvora toplinske energije, Zakon (uključujući podzakonske akte) uvodi obvezu ugradnje mjerno-regulacijske opreme koja će omogućiti uvid u individualnu potrošnju toplinske energije po svakoj stambenoj jedinici. Uvid u potrošnju, ali i vezanje dijela iznosa računa na količinu utrošene energije, omogućuje stanarima utjecaj na razinu vlastitih troškova grijanja putem regulacije intenziteta grijanja i navika. Obveza se odnosi na ugradnju uređaja za regulaciju odavanja topline (termostatski radijatorski set, odnosno uređaj kojim se može regulirati potrošnja toplinske energije) i mjerila za mjerenje potrošnje toplinske energije (kalorimetar) ili uređaja za lokalnu razdiobu isporučene toplinske energije (u daljnjem tekstu razdjelnik). U najvećem broju zgrada zbog vertikalne usmjerenosti cijevnog razvoda i dovoda toplinske energije u isti stan kroz nekoliko vertikalnih vodova, ugradnja kalorimetara bi podrazumijevala velike i skupe rekonstrukcije cjevovoda grijanja oko svakog stana ili ugradnju nekoliko komada kalorimetara po stanu prema načelu svaka vertikalna-jedan kalorimetar. U terminima Europske direktive može se ocijeniti da bi takve rekonstrukcije bile tehnički neizvedive, odnosno troškovno neučinkovite.

Slika 1: Mjerila toplinske energije ili kalorimetri



Izvor: Energetski institut Hrvoje Požar, 2016.

Kao alternativa korištenju kalorimetara, dopuštena je mogućnost ugradnje razdjelnika kao povoljnijeg, ali i manje preciznog uređaja. Njihova tehnička konstrukcija ne omogućuje izravno mjerenje utrošene toplinske energije po svakoj stambenoj jedinici, ali se preko algoritma kojeg razdjelnici u svom radu koriste, može doći do udjela svake stambene jedinice u ukupno potrošenoj toplinskoj energiji na razini čitave zgrade (a koja je precizno izmjerena na kalorimetru toplinske podstanice zgrade). Mogućnost regulacije potrošnje toplinske energije Zakon propisuje ugradnjom ventila s termostatskom glavom na svakom ogrjevnom tijelu.

Slika 2: Razdjelnici troškova toplinske energije



Izvor: Energetski institut Hrvoje Požar, 2016.

Izrada Studije usmjerena je na analizu ograničenog aspekta cjelokupnog zakonodavstva, točnije Direktive o energetske učinkovitosti (2012/27/EU). Analizirani su učinci Direktive samo u dijelu kojim se određuje da svakom krajnjem kupcu (vlasniku stambene jedinice) mora biti omogućen pristup podacima o trenutnoj i povijesnoj potrošnji energije prikupljenim kroz individualno mjerenje, a kako bi krajnji kupac (vlasnik ili korisnik stambene jedinice), uvidom u količinu potrošene energije, mogao racionalnije upravljati vlastitom potrošnjom, te promjenom navika utjecati na ostvarenje ušteda. U pogledu strukturnih karakteristika potrošnje energije u zgradama najveći potencijal za ostvarenje ušteda uočen je u sektoru višestambenih zgrada (one sa više od 400m² korisne stambene površine i dvije ili više samostalnih stambenih jedinica unutar sebe). Predmet analize su višestambene zgrade koje za grijanje koriste energiju iz središnjih toplinskih sustava.

Toplinska energija koja se koristi za grijanje stambenih jedinica u sustavu toplinarstva temelji se na zajedničkom izvoru toplinske energije (putem zajedničke kotlovnice ili priključenjem na gradsku toplinarsku mrežu). Od toplinskog izvora energija za grijanje se razvodnim cijevnim sustavom, preko većeg broja vertikalnih vodova, dovodi do ogrjevnih tijela svake pojedine samostalne stambene jedinice (stana).

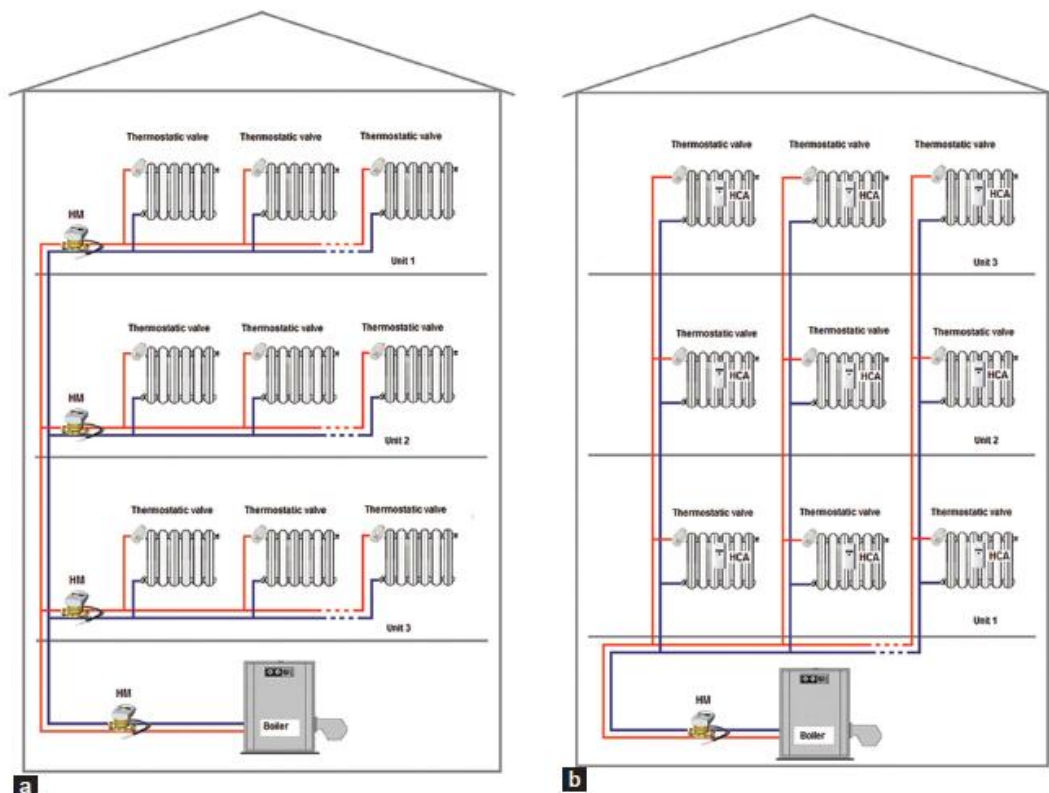
Prema Zakonu o tržištu toplinske energije, toplinski sustavi svrstavaju se u sljedeće kategorije:

- 1) Samostalni toplinski sustav (STS) – sastoji se od kotlovnice, mjerila topline i unutarnjih instalacija kojima upravlja i održava ga kupac toplinske energije;
- 2) Zatvoreni toplinski sustav (ZTS) – kotlovnica sa distribucijskom mrežom duljine do 2000 m i do 500 priključenih potrošača;
- 3) Centralni toplinski sustav (CTS) – sustav koji se sastoji od proizvodnog postrojenja i distribucijske mreže dulje od 2000 m na koju je priključeno više od 500 potrošača toplinske energije.

Precizna statistika o starosti objekata koji koriste zajedničke sustave opskrbe toplinskom energijom nije raspoloživa, ali se može zaključiti da velik udio u ukupnom fondu višestambenih zgrada čine objekti starosti od 40 i više godina. Prema tadašnjim standardima gradnje, projektno se pristupalo na način da se tehnička izvedba pojednostavi u cilju minimalizacije ukupnih troškova izgradnje. U dijelu toplinsko-energetskog sustava najčešće se predviđalo samo jedno, zajedničko mjerilo toplinske energije unutar toplinske podstanice zgrade, a iz koje se toplinska energija odvodi u ogrjevna tijela svake stambene jedinice putem više vertikalnih vodova koji u stambenu jedinicu ulaze kroz više mjesta na podovima (konfiguracija b na slici 3). Takva konfiguracija sustava čini ugradnju kalorimetra tehnički neizvedivom, odnosno izvedivom uz značajna ulaganja, te je u većini zgrada opcija jedino ugradnja razdjelnika troškova toplinske energije.

Takav način gradnje podrazumijevao je primjenu sustava solidarnosti u sustavu distribucije toplinske energije, a izračun pojedinačnih računa za grijanje isključivo korištenjem parametra grijane površine tj. tlocrtne površine stana. Direktiva o energetske učinkovitosti, koja je u tom dijelu prenesena u nacionalno zakonodavstvo, zahtijeva promjenu postojećeg sustava na sustav koji omogućavanjem individualnog uvida u potrošnju potiče racionalniju potrošnju i promjenu navika stanara u pogledu reguliranja unutarnje temperature stana.

Slika 3: Tipična konfiguracija sustava za razvod toplinske energije kao odrednica tehničke izvedivosti ugradnje kalorimetra, odnosno razdjelnika troškova toplinske energije



Napomena: a) kalorimetri; b) razdjelnici troškova toplinske energije.

Izvor: Celenza i dr. (2016).

Zadatak projektne studije je da korištenjem raspoloživih izvora podataka, a temeljem dosadašnjih iskustava zgrada koje su uvele razdjelnike, uspoređi troškove ugradnje opreme za individualno mjerenje opreme propisane Zakonom o tržištu toplinske energije, utvrdi uštede, te ocijeni isplativost ugradnje razdjelnika. Studija u sljedećim poglavljima obrađuje pravnu regulativu, modele naplate i iskustva drugih zemalja samo u opsegu koji je potreban za razumijevanje cjeline studije, dok su ta područja, uključujući i određene tehničke aspekte, detaljnije obrađena u studiji Energetskog instituta Hrvoje Požar „Analiza implementacije Direktive o energetske učinkovitosti u dijelu mjerenja u sustavima daljinskog grijanja“.

Za razliku od ex ante analize koje su primjenjivale neke zemlje u ocjeni isplativosti, obveza ugradnje i velik broj zgrada koje su uvele razdjelnike u Hrvatskoj omogućuje u izradi Studije provedbu analize temeljem stvarnih podataka o ostvarenim uštedama zgrada, odnosno stanova, koji su u proteklom razdoblju uveli razdjelnike. Radi cjelovitog sagledavanja ove kompleksne problematike, u analizi se kombiniraju dva pristupa: izračun neto sadašnje vrijednosti kao sintetičkog iskaza troškova i koristi, odnosno isplativosti uvođenja razdjelnika sa stajališta jedinica koje su na to obvezne, te ekonometrijski pristup koja obuhvaća i učinke specifičnih faktora zgrada, stanova i razdoblja.

Obuhvat analize u Studiji sukladan je projektnom zadatku naručitelja Ministarstva zaštite okoliša i energetike i sukladno raspoloživoj podatkovnoj osnovi i rokovima ne obuhvaća određene elemente

koji nisu izravno vezani uz izračun isplativosti. Stoga Studija ne sadrži detaljan opis tehnoloških aspekata potrebnih za procjenu tehničke izvodljivosti, analizu stavova potrošača i poduzetnika u ovom sektoru, analizu pritužbi korisnika, analizu pouzdanosti razdjelnika u mjerenju stvarne potrošnje i šire društveno-ekonomske aspekte ove kompleksne problematike. Analiza navedenih dodatnih aspekata u određenoj je mjeri prikazana u studiji Energetskog instituta Hrvoje Požar (2016).

Rezultati Studije mogu poslužiti za valorizaciju ekonomske isplativosti, odnosno procjenu ušteda koje su ostvarene u zgradama koje su u proteklom razdoblju uvele mjerene uređaje, ali i kao analitičko polazište za donošenje odluke nadležnih institucija o načinu postupanja prema vlasnicima objekata koji usprkos obavezi nisu uvele razdjelnike u propisanom roku. Aktualni podaci o udjelu zgrada koje su uvele razdjelnike, a za područja na kojima toplinsku energiju isporučuje HEP Toplinarstvo prikazani su tablicom 1.

Tablica 1: Podaci o udjelu zgrada i krajnjih korisnika s ugrađenim uređajima za mjerenje potrošnje toplinske energije, stanje **veljača 2017.**

	Ukupan broj zgrada	Zgrade s više od 70 stanova	Zgrade s 70 i manje stanova	Ukupan broj krajnjih korisnika
Ukupan broj zgrada i krajnjih korisnika				
Pogon Zagreb	1.367	634	733	109.200
Pogon Osijek	445	34	411	11.518
Pogon Sisak	123	6	117	4.006
Ukupno HEP Toplinarstvo	1.935	674	1.261	124.724
Ugrađeni uređaji za mjerenje potrošnje toplinske energije (razdjelnik ili kalorimetar)				
Pogon Zagreb	839	532	307	74.779
Pogon Osijek	154	16	138	2.886
Pogon Sisak	54	3	51	2.280
Ukupno HEP Toplinarstvo	1.047	551	496	79.945
Udio zgrada i krajnjih korisnika s ugrađenim mjernim uređajima, %				
Pogon Zagreb	61,4	83,9	41,9	68,5
Pogon Osijek	34,6	47,1	33,6	25,1
Pogon Sisak	43,9	50,0	43,6	56,9
Ukupno HEP Toplinarstvo	54,1	81,8	39,3	64,1

Izvor: HEP Toplinarstvo.

Može se uočiti da je gotovo dvije trećine svih krajnjih korisnika usluga HEP Toplinarstva uvele mjerene uređaje, ali postoje značajne regionalne razlike, kao i razlike po veličini zgrada. Visok udio zgrada i krajnjih korisnika s ugrađenim razdjelnicima zabilježen je za Zagreb i zgrade s više od 70 stanova, dok je u području na kojem se isporučuje toplinska energija iz pogona Osijek samo četvrtina svih krajnjih korisnika uvela mjerne uređaje.

1.2 Osnovne strukturne karakteristike tržišta toplinske energije u Hrvatskoj

Kratak pregled osnovnih trendova i strukturnih karakteristika tržišta toplinske energije daje informacije potrebne za sagledavanje cjelokupnog konteksta u kojem treba promatrati uvođenje obveze i ocjene isplativosti ugradnje razdjelnika toplinske energije. Prikazana je regionalna distribucija korisnika i potrošnje toplinske energije, kao okvir ukupne populacije za izbor i ocjenu reprezentativnosti uzorka korištenog u empirijskom dijelu Studije.

Tablica 2 prikazuje kretanje bruto proizvodnje i finalne potrošnje toplinske energije u Hrvatskoj u razdoblju od 2001. do 2015. godine. Iako postoje značajne godišnje oscilacije u kretanju ukupne količine isporučene toplinske energije i strukture po korisnicima, može se uočiti određeni silazni trend potrošnje od 2005. godine kad je količina proizvedene i isporučene energije dosegla maksimalnu razinu u analiziranom 15-godišnjem razdoblju. Najznačajniji segment u finalnoj potrošnji toplinske energije predstavljaju isporuke kućanstvima, iza čega slijedi industrija, te usluge. Kretanje potrošnje toplinske energije ovisi o brojnim faktorima, a jedan od najznačajnijih su vremenske prilike u određenoj sezoni grijanja. U slučaju industrijskih upotreba toplinske energije značajnu ulogu imaju trendovi u kretanju i strukturi industrijske proizvodnje onih djelatnosti koje su više orijentirane na toplinsku energiju. Potrošnja toplinske energije kućanstava se od 2005. godine kontinuirano smanjuje, a na što su, pored manje oštih zima, dijelom utjecale i investicije vlasnika u energetske učinkovitiju stolariju. Nažalost, takve mjere su u višestambenim zgradama u prošlom razdoblju bile više rezultat odluke pojedinačnih vlasnika, dok se tek u nadolazećem razdoblju može očekivati rast udjela sustavne cjelovite energetske obnove takvih objekata kao posljedica raspoloživosti potpora u sklopu programa energetske obnove.

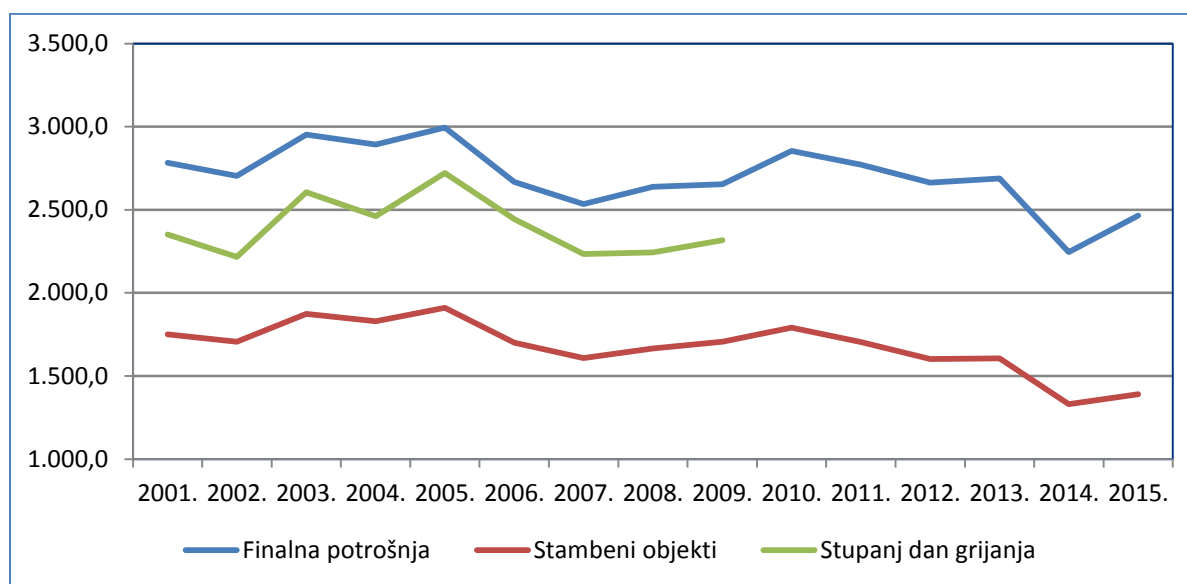
Tablica 2: Proizvodnja i finalna potrošnja toplinske energije u Hrvatskoj, u GWh

Pokazatelj	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.
Ukupna bruto proizvodnja	3.532	3.362	3.645	3.567	3.701	3.298	3.240	3.319	3.222	3.473	3.351	3.229	3.261	2.813	3.085
Ukupna neto proizvodnja	3.277	3.136	3.400	3.326	3.459	3.084	3.018	3.081	3.003	3.284	3.192	3.053	3.076	2.654	2.934
Energija raspoloživa za finalnu potrošnju	2.782	2.704	2.951	2.892	2.995	2.666	2.533	2.638	2.653	2.855	2.771	2.663	2.688	2.245	2.466
Finalna potrošnja, industrija	683	612	605	591	623	554	512	546	502	526	554	586	596	491	640
Kućanstva	1.751	1.707	1.873	1.830	1.910	1.700	1.607	1.666	1.706	1.790	1.704	1.602	1.607	1.330	1.391
Ribarstvo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poljoprivreda, šumarstvo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	12	26	52	62	49
Usluge	349	385	474	471	461	412	414	426	445	526	501	448	434	363	386

Izvor: Eurostat baza podataka, podaci preračunati u GWh.

Podaci na slici 4 ukazuju na značajnu korelaciju kretanja finalne potrošnje i stupanj-dana-grijanja.² Slika 1 je ilustrativne prirode budući prikazuje usporedbu prosječne veličine stupanj-dana-grijanja iz baze Eurostata (s podacima dostupnim do 2009. godine), dok bi za kvalitetniju analizu bilo potrebno analizirati povezanost vremenskih uvjeta i potrošnje toplinske energije u točno specificiranim gradovima, kao što će biti napravljeno u analitičkom dijelu Studije za razdoblje od 2010. do kraja 2016. godine. U analitičkom dijelu Studije bit će ocijenjeno u kojoj mjeri se smanjenje energetske potrošnje u nekoliko posljednjih sezona grijanja može pripisati vremenskim uvjetima, odnosno manje hladnim zimama, odnosno učinku razdjelnika uvedenim od strane velikog broja vlasnika stanova u skladu s postojećim zakonskim obvezama.

Slika 4: Povezanost potrošnje toplinske energije i vremenskih uvjeta



Izvor: Izračun autora.

Regionalna struktura isporuka toplinske energije prikazana je tablicom 3. Energetski subjekti za proizvodnju, distribuciju i opskrbu toplinskom energijom u Republici Hrvatskoj pružaju usluge grijanja prostora i pripreme potrošnje tople vode za oko 154 tisuće krajnjih kupaca, od čega je 147 tisuća kućanstava. Ukupni podaci o ukupno isporučenoj toplinskoj energiji i finalnoj potrošnji kućanstava prema podacima Hrvatske energetske regulatorne agencije (HERA) i podataka Eurostata bilježe određena odstupanja, a moguće je da se radi o različitom tretmanu pojedinih kategorija kupaca, odnosno obuhvata toplinarskih poduzeća.

² Stupanj dan grijanja je pokazatelj koji izračunava razliku između vanjske temperature i bazne temperature u stanu. Podaci o stupanj danu grijanja na slici 4. preuzeti su sa stranice Eurostata prema metodologiji zajedničkoj za sve zemlje EU i raspoloživi su zaključno sa 2009. godinom. Nacionalne metodologije obračuna stupanj dan grijanja mogu se razlikovati od metodologije korištene za izradu navedene baze, a više o metodologiji primijenjenoj nacionalnim uvjetima vidjeti u poglavlju 5.

Tablica 3: Isporučena toplinska energija, površina i broj krajnjih kupaca u 2015. godini

Grad	Broj krajnjih kupaca			Isporučena toplinska energija			Površina		
	Kućanstva	Poslovni	Ukupno	Kućanstva	Poslovni	Ukupno	Kućanstva	Poslovni	Ukupno
				GWh	GWh	GWh	m ²	m ²	m ²
HEP- Toplinarstvo	118.552	6.272	124.824	1132,51	792,34	1.924,85	6.485.856	3.437.899	9.923.755
<i>Zagreb</i>	94.779	4.556	99.335	917,83	624,71	1.542,54	5.198.097	2.788.701	7.986.798
<i>Osijek</i>	10.435	1.275	11.710	97,12	137	234,12	605.983	515.056	1.121.039
<i>Sisak</i>	4.054	86	4.140	44,73	21,19	65,92	230.120	63.224	293.344
<i>Velika Gorica</i>	5.652	241	5.893	47,54	7,39	54,93	282.092	53.182	335.274
<i>Samobor</i>	1.352	25	1.377	10,05	1,39	11,44	66.787	11.841	78.628
<i>Zaprešić</i>	2.280	89	2.369	15,24	0,66	15,9	102.777	5.895	108.672
Rijeka	9.791	50	9.841	46,06	5,26	51,32	533.500	34.852	568.352
Karlovac	7.680	322	8.002	45,29	12,22	57,51	407.969	97.963	505.932
Slavonski	3.611	151	3.762	31,68	3,8	35,48	175.301	22.368	197.669
Vukovar	3.629	51	3.680	15,11	2,4	17,51	186.843	18.144	204.987
Varaždin	1.246	-	1.246	7,22	0,35	7,57	66.385	2.416	68.801
Vinkovci	1.647	-	1.647	8,41	0,22	8,63	86.938	2.757	89.695
Virovitica	401	41	442	2,72	-	2,72	21.973	6.530	28.503
Požega	417	-	417	2,21	-	2,21	19.839	-	19.839
Ogulin	85	19	104	1,21	-	1,21	4.267	2.896	7.163
Ukupno	147.059	6.906	153.965	1.292,42	816,59	2.109,01	7.988.871	3.625.825	11.614.696

Izvor: HERA.

Udio sektora kućanstava u broju krajnjih kupaca toplinske energije je oko 95 posto, dok je udio kućanstava u isporučenoj toplinskoj energiji 61 posto, odnosno 68 posto u površini objekata koji se griju toplinskom energijom (Tablica 4). Udio kućanstava je veći od udjela poslovnih subjekata u kategoriji isporučene toplinske energije u svim gradovima, osim Osijeka, a postoje značajne oscilacije ovog pokazatelja po gradovima.

Tablica 4: Udio kućanstava i poslovnih kupaca u isporučenoj toplinskoj energiji, površini i broju krajnjih kupaca u 2015. godini, po gradovima, udio u ukupnoj vrijednosti pokazatelja po gradovima

Grad	Broj krajnjih kupaca, %			Isporučena toplinska energija, %			Površina, %		
	Kućanstva	Poslovni	Ukupno	Kućanstva	Poslovni	Ukupno	Kućanstva	Poslovni	Ukupno
HEP-Toplinarstvo	94,98	5,02	100,00	58,84	41,16	100,00	65,36	34,64	100,00
<i>Zagreb</i>	95,41	4,59	100,00	59,50	40,50	100,00	65,08	34,92	100,00
<i>Osijek</i>	89,11	10,89	100,00	41,48	58,52	100,00	54,06	45,94	100,00
<i>Sisak</i>	97,92	2,08	100,00	67,85	32,15	100,00	78,45	21,55	100,00
<i>Velika Gorica</i>	95,91	4,09	100,00	86,55	13,45	100,00	84,14	15,86	100,00
<i>Samobor</i>	98,18	1,82	100,00	87,85	12,15	100,00	84,94	15,06	100,00
<i>Zaprešić</i>	96,24	3,76	100,00	95,85	4,15	100,00	94,58	5,42	100,00
Rijeka	99,49	0,51	100,00	89,75	10,25	100,00	93,87	6,13	100,00
Karlovac	95,98	4,02	100,00	78,75	21,25	100,00	80,64	19,36	100,00
Slavonski	95,99	4,01	100,00	89,29	10,71	100,00	88,68	11,32	100,00
Vukovar	98,61	1,39	100,00	86,29	13,71	100,00	91,15	8,85	100,00
Varaždin	100,00		100,00	95,38	4,62	100,00	96,49	3,51	100,00
Vinkovci	100,00		100,00	97,45	2,55	100,00	96,93	3,07	100,00
Virovitica	90,72	9,28	100,00	100,00		100,00	77,09	22,91	100,00
Požega	100,00		100,00	100,00		100,00	100,00		100,00
Ogulin	81,73	18,27	100,00	100,00		100,00	59,57	40,43	100,00
Ukupno	95,51	4,49	100,00	61,28	38,72	100,00	68,78	31,22	100,00

Izvor: HERA.

U pogledu udjela pojedinih gradova, može se uočiti da je HEP-Toplinarstvo d.o.o. koje isporučuje toplinsku energiju u Zagrebu, Osijeku, Sisku, Velikoj Gorici, Samoboru i Zaprešiću ostvarilo 2015. godine udio od gotovo 90 posto ukupno isporučene energije (Tablica 5). Rezultati analize isplativosti za navedene gradove u najvećoj mjeri odredit će i rezultate izračuna isplativosti ugradnje razdjelnika u Hrvatskoj. Ukoliko se isporukama gradova u kojima toplinsku energiju isporučuje HEP-Toplinarstvo d.o.o. pribroje i podaci lokalnih toplinarskih poduzeća koje isporučuju energiju u Rijeci, Karlovcu i Slavonskom Brodu može se zaključiti da navedeni gradovi obuhvaćaju oko 97 posto ukupne pojave. Može se zaključiti da je u pogledu regionalne distribucije toplinske energije uglavnom riječ o gradovima iz Kontinentalne Hrvatske, dok je jedino Rijeka iz NUTS II regije Jadranska Hrvatska. Klimatski uvjeti glavni su faktor nerazvijenosti centralnih toplinskih sustava u području Jadranske Hrvatske obzirom da blage zime i očekivana niža potrošnja energije čine isplativost izgradnje takvih sustava upitnima, a s obzirom na visoki iznos fiksnih troškova vezanih uz izgradnju postrojenja i toplinske mreže.

Tablica 5: Udio pojedinih gradova u broju kupaca, površini i ukupnim isporukama toplinske energije, u % od ukupno svih gradova

Grad	Broj krajnjih kupaca, %			Isporučena toplinska energija, %			Površina, %		
	Kućanstva	Poslovni	Ukupno	Kućanstva	Poslovni	Ukupno	Kućanstva	Poslovni	Ukupno
HEP-Toplinarstvo	80,6	90,8	81,1	87,6	97,0	91,3	81,2	94,8	85,4
<i>Zagreb</i>	<i>64,4</i>	<i>66,0</i>	<i>64,5</i>	<i>71,0</i>	<i>76,5</i>	<i>73,1</i>	<i>65,1</i>	<i>76,9</i>	<i>68,8</i>
<i>Osijek</i>	<i>7,1</i>	<i>18,5</i>	<i>7,6</i>	<i>7,5</i>	<i>16,8</i>	<i>11,1</i>	<i>7,6</i>	<i>14,2</i>	<i>9,7</i>
<i>Sisak</i>	<i>2,8</i>	<i>1,2</i>	<i>2,7</i>	<i>3,5</i>	<i>2,6</i>	<i>3,1</i>	<i>2,9</i>	<i>1,7</i>	<i>2,5</i>
<i>Velika Gorica</i>	<i>3,8</i>	<i>3,5</i>	<i>3,8</i>	<i>3,7</i>	<i>0,9</i>	<i>2,6</i>	<i>3,5</i>	<i>1,5</i>	<i>2,9</i>
<i>Samobor</i>	<i>0,9</i>	<i>0,4</i>	<i>0,9</i>	<i>0,8</i>	<i>0,2</i>	<i>0,5</i>	<i>0,8</i>	<i>0,3</i>	<i>0,7</i>
<i>Zaprešić</i>	<i>1,6</i>	<i>1,3</i>	<i>1,5</i>	<i>1,2</i>	<i>0,1</i>	<i>0,8</i>	<i>1,3</i>	<i>0,2</i>	<i>0,9</i>
Rijeka	6,7	0,7	6,4	3,6	0,6	2,4	6,7	1,0	4,9
Karlovac	5,2	4,7	5,2	3,5	1,5	2,7	5,1	2,7	4,4
Slavonski Brod	2,5	2,2	2,4	2,5	0,5	1,7	2,2	0,6	1,7
Vukovar	2,5	0,7	2,4	1,2	0,3	0,8	2,3	0,5	1,8
Varaždin	0,8		0,8	0,6	0,0	0,4	0,8	0,1	0,6
Vinkovci	1,1		1,1	0,7	0,0	0,4	1,1	0,1	0,8
Virovitica	0,3	0,6	0,3	0,2		0,1	0,3	0,2	0,2
Požega	0,3		0,3	0,2		0,1	0,2		0,2
Ogulin	0,1	0,3	0,1	0,1		0,1	0,1	0,1	0,1
Ukupno	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Izvor: HERA.

Prema izvješću HERA-e većina energetskih subjekata u sektoru toplinske energije ima značajnu rezervu instalirane snage u odnosu na priključnu snagu u 2015. godini, a što se jednim dijelom može pripisati ranije prikazanom trendu smanjenja potrošnje toplinske energije. Energetski subjekt HEP-Toplinarstvo d.o.o. samo manji dio isporučene toplinske energije proizvodi u vlastitim postrojenjima, a većinu kupuje i preuzima od proizvođača toplinske energije energetskog subjekta HEP-Proizvodnja d.o.o. U 2015. godini HEP-Proizvodnja d.o.o. je predala HEP-Toplinarstvu d.o.o. 2.149,67 GWh toplinske energije.

Prosječna potrošnja po m² toplinske energije (zagrijavanje prostora i priprema tople vode) za kućanstva je u 2015. godini iznosila oko 162 kWh/m² uz relativno široki raspon odstupanja po gradovima. Dok je potrošnja u gradu Zagrebu bila oko 10 posto iznad prosjeka Hrvatske, najniža razina potrošnje zabilježena je u Rijeci, Vukovaru i Vinkovcima. Nažalost, registar korisnika koji bi obuhvaćao detaljnije informacije za svaki objekt o starosti i karakteristikama objekata nije raspoloživ, a kako je gore navedeno ukupna potrošnja je rezultat djelovanja mnogobrojnih faktora. Niža potrošnja u gradu Rijeci može se objasniti razlikom u klimatskim uvjetima u odnosu na gradove u Kontinentalnoj Hrvatskoj, dok je u slučaju Vukovara i Vinkovaca moguće riječ o kombiniranom učinku većeg udjela obnovljenih zgrada nakon ratnog razaranja s boljim energetskim svojstvima, ali i demografskih kretanja, odnosno velikog broja praznih stanova. Nažalost, ovakav registar objekata nije

raspoloživ, a njegovo bi značenje bilo izuzetno veliko ne samo za analitičke potrebe ovog projektnog zadatka, već i za potrebe praćenja šireg skupa društveno-ekonomskih fenomena.

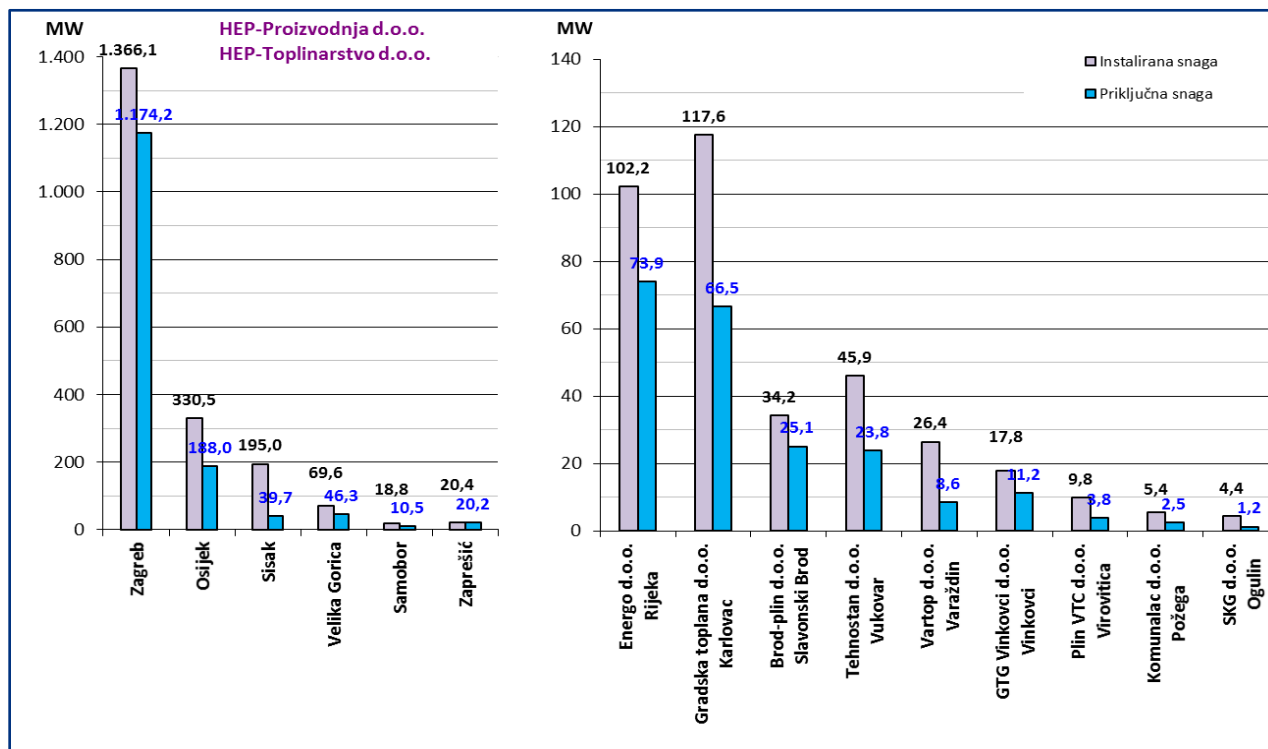
Tablica 6: Prosječna potrošnja po kupcu i m², te prosječna površina uporabne cjeline

	Prosječna potrošnja po površini, kWh/m ²			Prosječna potrošnja po krajnjem kupcu, kWh po kupcu			Prosječna površina po kupcu, m ²		
	Kućanstva	Poslovni	Ukupno	Kućanstva	Poslovni	Ukupno	Kućanstva	Poslovni	Ukupno
HEP-Toplinarstvo	174,6	230,5	194,0	9.552,9	126.329,7	15.420,5	54,7	548,1	79,5
<i>Zagreb</i>	176,6	224,0	193,1	9.683,9	137.118,1	15.528,7	54,8	612,1	80,4
<i>Osijek</i>	160,3	266,0	208,8	9.307,1	107.451,0	19.993,2	58,1	404,0	95,7
<i>Sisak</i>	194,4	335,2	224,7	11.033,5	246.395,3	15.922,7	56,8	735,2	70,9
<i>Velika Gorica</i>	168,5	139,0	163,8	8.411,2	30.663,9	9.321,2	49,9	220,7	56,9
<i>Samobor</i>	150,5	117,4	145,5	7.433,4	55.600,0	8.307,9	49,4	473,6	57,1
<i>Zaprešić</i>	148,3	112,0	146,3	6.684,2	7.415,7	6.711,7	45,1	66,2	45,9
<i>Rijeka</i>	86,3	150,9	90,3	4.704,3	105.200,0	5.214,9	54,5	697,0	57,8
<i>Karlovac</i>	111,0	124,7	113,7	5.897,1	37.950,3	7.187,0	53,1	304,2	63,2
<i>Slavonski Brod</i>	180,7	169,9	179,5	8.773,2	25.165,6	9.431,2	48,5	148,1	52,5
<i>Vukovar</i>	80,9	132,3	85,4	4.163,7	47.058,8	4.758,2	51,5	355,8	55,7
<i>Varaždin</i>	108,8	144,9	110,0	5.794,5		6.075,4	53,3		55,2
<i>Vinkovci</i>	96,7	79,8	96,2	5.106,3		5.239,8	52,8		54,5
<i>Virovitica</i>	123,8		95,4	6.783,0		6.153,8	54,8	159,3	64,5
<i>Požega</i>	111,4		111,4	5.299,8		5.299,8	47,6		47,6
<i>Ogulin</i>	283,6		168,9	14.235,3		11.634,6	50,2	152,4	68,9
Ukupno	161,8	225,2	181,6	8.788,4	118.243,6	13.698,0	54,3	525,0	75,4

Izvor: Izračun autora temeljem podataka HERA.

Pokazatelj prosječne površine po krajnjem kupcu može se analizirati kao aproksimacija prosječne veličine stana. Ovaj pokazatelj za sektor kućanstava ne razlikuje se značajno po gradovima i iznosi prosječno 54,3 m². Veličina i potrošnja poslovnih kupaca izuzetno je heterogena, a što je i očekivano budući da se struktura takvih kupaca značajno razlikuje i obuhvaća heterogeni skup objekata s različitim namjenama i modalitetima korištenja.

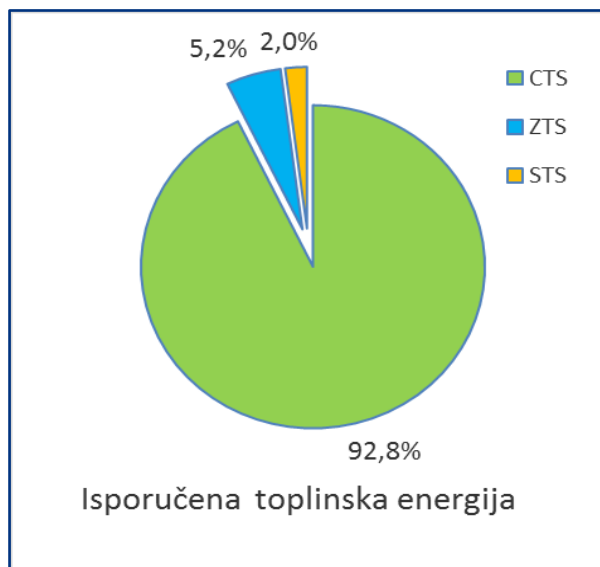
Slika 5: Instalirana snaga postrojenja za proizvodnju toplinske energije i priključna snaga u 2015. godini



Izvor: HERA.

Prema podacima HERA-e, energetske subjekti koji obavljaju djelatnosti proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom u velikom su dijelu u vlasništvu državnih jedinica, odnosno jedinica lokalne samouprave, dok je udio privatnih toplinarskih poduzeća u ukupnim isporukama, odnosno površini manje značajan. Osim djelatnosti proizvodnje i distribucije toplinske energije, poduzeća su najčešće registrirana i za određene povezane djelatnosti, poput distribucije plina, komunalne djelatnosti i upravljanje zgradama. Udio centralnih toplinskih sustava ima dominantan udio u ukupno isporučenoj toplinskoj energiji i iznosi više od 90 posto.

Slika 6: Isporučena toplinska energija po vrstama toplinskih sustava



Izvor: HERA.

Podaci HERA-e ukazuju na postojanje značajne razlike između ukupne proizvodnje i finalnih isporuka, a što je posljedica relativno visoke razine gubitaka u proizvodnji i distribuciji toplinske energije koji su u 2015. godini iznosili oko 20 posto. U kontekstu obuhvatne analize cjelokupnog sustava proizvodnje, distribucije i potrošnje toplinske energije, bilo bi korisno analizirati mogućnosti smanjenja gubitaka, putem ulaganja u nove tehnologije i rekonstrukciju postojeće distribucijske mreže, te provesti komparativnu analizu troškova, koristi i isplativosti takvih investicija u odnosu na isti iznos financijskih sredstava uloženi u razdjelnike. Takva analiza je izvan dosega ove Studije, ali bi mogla pridonijeti razumijevanju cjelokupnog sustava proizvodnje i potrošnje toplinske energije i utvrditi sa stajališta društva optimalnu razinu i strukturu ulaganja u pojedine dijelove toplinskog sustava.

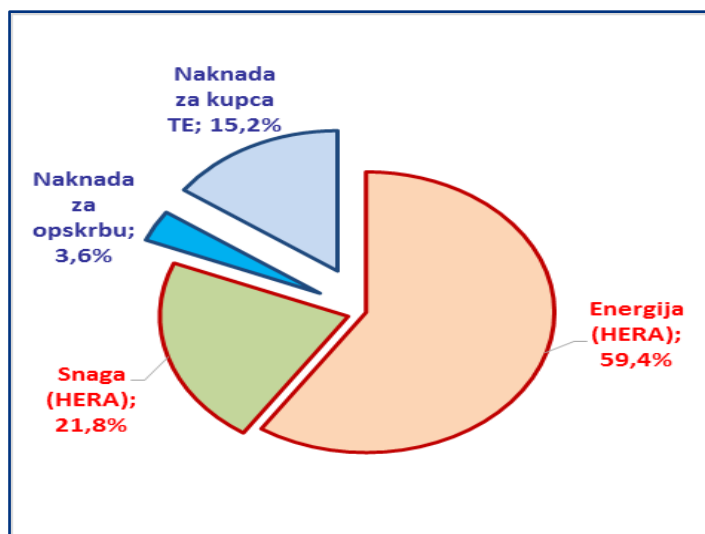
Sukladno Zakonu o tržištu toplinske energije, HERA određuje iznose tarifnih stavki za proizvodnju toplinske energije i iznose tarifnih stavki za distribuciju toplinske energije, ali samo za centralne toplinske sustave. Pritom se koristi Metodologija utvrđivanja iznosa tarifnih stavki za proizvodnju toplinske energije (Narodne novine, broj 56/2014) i Metodologija utvrđivanja iznosa tarifnih stavki za distribuciju toplinske energije (Narodne novine, broj 56/2014). Detaljan prikaz cijena po gradovima koji su obuhvaćeni u analizi dan je u poglavlju 3, a uvodno se prikazuju samo osnovni zaključci o kategorijama naplate i strukturi cijene.

Tijekom 2015. i 2016. godine smanjene su cijene primarnih energenata koji se koriste za proizvodnju toplinske energije, odnosno prirodnog plina za javnu uslugu opskrbe plinom i lož ulja. Metodologijom utvrđivanja iznosa tarifnih stavki za proizvodnju toplinske energije propisana je jednostavna procedura promjene iznosa tarifnih stavki za energiju u slučaju promjene cijene goriva koje se koristi za proizvodnju toplinske energije. Tako je od 1. rujna 2014. u centralnim toplinskim sustavima, u kojima se kao energent za proizvodnju toplinske energije koristi prirodni plin, tarifna stavka za energiju smanjena u prosjeku 26,08 posto. Tarifna stavka za energiju u centralnom toplinskim sustavima u

kojem se za proizvodnju toplinske energije koristi lož ulje, smanjila se u odnosu na 1. rujna 2014. i to prosječno za 37,27 posto. Cijena toplinske energije koju plaćaju krajnji korisnici u centralnim toplinskim sustavima pored reguliranog dijela cijene sadrži i naknadu za opskrbu toplinskom energijom, te naknadu za obavljanje djelatnosti kupca toplinske energije. Ove dvije kategorije čine tržišnu komponentu cijene toplinske energije i slobodno se ugovaraju. Cijena toplinske energije u zatvorenim i samostalnim toplinskim sustavima slobodno se utvrđuje u skladu s tržišnim uvjetima.

Cijene toplinske energije po gradovima i komponentama ukupne cijene detaljnije su prikazane u analitičkom dijelu Studije, a na slici 7 je prikazan prosječni udio pojedine komponente u ukupnoj cijeni toplinske energije za krajnje kupce kategorije potrošnje kućanstva za centralne toplinske sustave u Republici Hrvatskoj. Izračun udjela pojedine komponente cijene toplinske energije temelji se na podacima o isporučenoj toplinskoj energiji, priključnoj snazi, površini i broju krajnjih kupaca za pojedine centralne toplinske sustave za 2015. godinu, iznosu tarifnih stavki za proizvodnju i distribuciju toplinske energije, te naknadi za opskrbu toplinskom energijom i naknadi za kupca toplinske energije na dan 31. prosinca 2015. godine. Struktura cijene za svaki pojedini grad razlikuje se ovisno o razlikama pojedinih komponenti.

Slika 7: Prosječni udio pojedine komponente u ukupnoj cijeni toplinske energije za krajnje kupce kategorije potrošnje kućanstva za centralne toplinske sustave



Izvor: HERA.

Regulirani dio cijene toplinske energije (komponenta snage i energije koju određuje HERA) za sve centralne toplinske sustave iznosi 81,2 posto. Sa stajališta krajnjeg kupca naknada za kupca i snagu naplaćuju se sukladno površini, odnosno instaliranoj snazi zgrade/stana, te je mjesečni iznos koji plaćaju korisnici zadan ovisno o karakteristikama stana. Krajnji kupac može uštedom energije namijenjene toplinskoj energiji smanjiti iznos računa samo za dio energije koji se naplaćuje po potrošenom kWh, što čini prosječno 59,4 posto, a udio se razlikuje od grada do grada sukladno specifičnoj strukturi cijena u svakom gradu.

2 PREGLED ZAKONODAVNOG OKVIRA I DOSADAŠNJIH SPOZNAJA O UČINCIMA UVOĐENJA RAZDJELNIKA

Poglavlje daje sažeti pregled zakonodavstva i dosadašnjih iskustava drugih europskih zemalja, odnosno znanstvenih radova u kojima je analizirana financijska isplativost uvođenja razdjelnika, a kako bi se empirijski rezultati dobiveni u ovoj Studiji mogli komparirati s dosadašnjim spoznajama. Pregled je dan samo u osnovnim crtama, a detaljnije informacije se mogu pronaći u izvornim radovima, odnosno propisima na koje se referira poglavlje.

2.1 Sažet pregled zakonodavnog okvira

Obveza ugradnje uređaja za regulaciju odavanja topline (termostatski radijatorski set) i uređaja za lokalnu razdiobu isporučene toplinske energije (razdjelnik) ili mjerila za mjerenje potrošnje toplinske energije (kalorimetar) propisana je Zakonom o tržištu toplinske energije (Narodne novine, broj 80/2013, 14/2014, 102/2014 i 95/2015), te pratećim podzakonskim aktima³.

Cilj promjena u hrvatskom zakonodavstvu u toplinskom sektoru bio je prilagodba direktivama Europske unije, i to: Direktivi 2009/28/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 23. travnja 2009. o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora energije i dopuni te naknadnom ukidanju Direktive 2001/77/EZ i Direktive 2003/30/EZ (SL L 140, 5.6.2009.), Direktivi 2010/31/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 19. svibnja 2010. o energetske svojstvima zgrada (preinaka) (SL L 153, 18.6.2010.), te Direktivi 2012/27/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 25. listopada 2012. o energetske učinkovitosti kojom se dopunjuju direktive 2009/125/EZ i 2010/30/EU i ukidaju direktive 2004/8/EZ i 2006/32/EZ (SL L 315, 14.11.2012.). Konkretnije, **Direktiva 2012/27/EU o energetske učinkovitosti** navodi da uporaba pojedinačnih brojila ili razdjelnika troškova grijanja za mjerenje individualne potrošnje grijanja u zgradama s više stanova s centraliziranim grijanjem ili zajedničkim centralnim grijanjem ima smisla samo u zgradama u kojima su radijatori opremljeni termostatskim ventilima, te je korisna kada krajnji kupci mogu nadzirati svoju individualnu potrošnju. Osim toga, ista Direktiva ističe da bi uporaba preciznih pojedinačnih mjerila toplinske energije bila u tehničkom

³ Osim Zakona o tržištu toplinske energije kao temeljnog zakonskog propisa, pravne propise u području toplinske energije čine: Opći uvjeti za opskrbu toplinskom energijom (Narodne novine, broj 35/2014), Opći uvjeti za isporuku toplinske energije (Narodne novine, broj 35/2014 i 129/2015), Mrežna pravila za distribuciju toplinske energije (Narodne novine, broj 35/2014), Metodologija utvrđivanja iznosa tarifnih stavki za proizvodnju toplinske energije (Narodne novine, broj 56/2014), Metodologija utvrđivanja iznosa tarifnih stavki za distribuciju toplinske energije (Narodne novine, broj 56/2014), Metodologija za utvrđivanje naknade za priključenje na toplinsku distribucijsku mrežu i za povećanje priključne snage (Narodne novine, broj 42/2016), Pravilnik o načinu raspodjele i obračunu troškova za isporučenu toplinsku energiju (Narodne novine, broj 99/2014, 27/2015 i 124/2015), Odluka o postupku provjere kriterija za izuzeće od obveze i izrade analize koristi i troškova proizvodnih postrojenja za proizvodnju električne i toplinske energije koja se koriste kod vršnih opterećenja i postrojenja za proizvodnju rezervne električne energije (Narodne novine, broj 153/2013), Uredba o visini i načinu plaćanja naknade za koncesiju za distribuciju toplinske energije i koncesiju za izgradnju energetske objekata za distribuciju toplinske energije (Narodne novine, broj 1/2014) i drugi.

smislu složena i skupa u nekim zgradama s više stanova koje se opskrbljuju centraliziranim grijanjem ili zajedničkim centralnim grijanjem jer topla voda koja se upotrebljava za grijanje ulazi u stanove i iz njih izlazi na nekoliko mjesta. U Direktivi se pretpostavlja mogućnost da bi bilo „...pojedinačno mjerenje potrošnje topline u zgradama s više stanova tehnički moguće ako postavljanje pojedinačnih mjerila ne bi zahtijevalo promjenu postojećeg unutarnjeg cjevovoda za grijanje toplom vodom u zgradi. U takvim se zgradama mjerenje individualne potrošnje topline stoga može provoditi pomoću pojedinačnih razdjelnika troškova grijanja postavljenih na svakom radijatoru.“ Nadalje, članak 9. Direktive o energetske učinkovitosti navodi da „Države članice osiguravaju da, u mjeri u kojoj je to tehnički moguće, financijski opravdano i razmjerno s obzirom na potencijalne uštede energije, krajnjim kupcima električne energije, prirodnog plina, centraliziranoga grijanja, centraliziranog hlađenja i tople vode u kućanstvima budu pribavljena pojedinačna brojila po konkurentnim cijenama koja točno odražavaju stvarnu potrošnju energije krajnjih kupaca i daju informacije o stvarnom vremenu uporabe.“ Samim time Direktiva predviđa mogućost uvođenja pojedinačnih brojila koja odražavaju stvarnu potrošnju energije krajnjih kupaca uz uvjete tehničke izvedivosti i troškovne učinkovitosti za krajnje kupce.

U zgradama s više stanova i višenamjenskim zgradama koje imaju centralni izvor grijanja/hlađenja ili se opskrbljuju iz mreže za centralizirano grijanje ili centralnog izvora koji opslužuje više zgrada, postavljaju se brojila individualne potrošnje za mjerenje potrošnje topline ili hlađenja ili tople vode za svaku jedinicu gdje je to tehnički izvedivo i troškovno učinkovito. „Ako uporaba pojedinačnih brojila nije tehnički izvediva ili troškovno učinkovita, za mjerenje grijanja upotrebljavaju se pojedinačni razdjelnici troškova grijanja za mjerenje potrošnje topline na svakom radijatoru, osim ako predmetna država članica dokaže da bi postavljanje takvih razdjelnika troškova grijanja bilo troškovno neučinkovito“ (članak 9. Direktive 2012/27/EU). Isti članak predviđa mogućnost da država članica razmotri i alternativne troškovno učinkovite metode mjerenja potrošnje topline.

Hrvatsko zakonodavstvo prepoznaje toplinske sustave kao bitne elemente za postizanje energetske učinkovitosti i od interesa za postizanje ciljeva energetske učinkovitosti (članak 4. Zakona o tržištu toplinske energije). Zakon o tržištu toplinske energije temeljni je zakonski propis kojim se uređuju mjere za sigurnu i pouzdanu opskrbu toplinskom energijom, toplinski sustavi za korištenje toplinske energije za grijanje i hlađenje, uvjeti dobivanja koncesije za distribuciju toplinske energije, odnosno koncesije za izgradnju distributivne mreže, pravila i mjere za sigurnu i pouzdanu djelatnost proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom u toplinskim sustavima i mjere za postizanje energetske učinkovitosti u toplinskim sustavima.⁴ Cilj promjena u zakonodavstvu bio je povećati racionalno korištenje energije i ostvarivanje većih ušteda.

Unatoč tome što europsko zakonodavstvo povezuje obvezu ugradnje mjerno-regulacijske opreme za individualiziranje potrošnje s tehničkom izvedivosti i ekonomskom isplativosti takve ugradnje, hrvatskim zakonodavstvom je uvedena obveza ugradnje takvih uređaja, pa čak i visoke kazne za njihovu neugradnju pri čemu je zanemaren aspekt ekonomske isplativosti. Tako su vlasnici samostalnih uporabnih cjelina u zgradi/građevini (izgrađenoj prije stupanja na snagu Zakona) obvezni ugraditi uređaje za regulaciju odavanja topline i uređaje za lokalnu razdiobu isporučene toplinske

⁴ *Odredbe zakona kojim se uređuje energetske sektor, regulacija energetske djelatnosti, područje energetske učinkovitosti te područje koncesija primjenjuju se na odnose u sektoru toplinarstva koji nisu uređeni odredbama Zakona o tržištu toplinske energije.*

energije (razdjelnik) ili mjerila za mjerenje potrošnje toplinske energije (članak 33.). Razlika u potrošnji toplinske energije izmjerena na zajedničkom mjerilu toplinske energije i potrošnje toplinske energije izmjerene na uređajima za mjerenje potrošnje toplinske energije u svim samostalnim uporabnim cjelinama dijeli se na sve samostalne uporabne cjeline⁵.

Zakonski su određeni i rokovi za ugradnju uređaja za mjerenje potrošnje toplinske energije ili razdjelnika, pa su tako svi vlasnici samostalnih uporabnih cjelina unutar zgrade/građevine koji imaju više od 70 samostalnih uporabnih cjelina izgrađenih do stupanja na snagu Zakona o tržištu toplinske energije, te spojenih na toplinski sustav bili dužni ugraditi navedene uređaje do 31. prosinca 2015. u svaku samostalnu uporabnu cjelinu (članak 52.). Svi vlasnici samostalnih uporabnih cjelina unutar zgrade/građevine koji imaju dvije ili više samostalnih uporabnih cjelina izgrađenih do stupanja na snagu Zakona, a spojene su na toplinski sustav bile su dužne ugraditi navedene uređaje do 31. prosinca 2016. godine (članak 52.).

Zakonom o tržištu toplinske energije uvedene su i novčane kazne krajnjim kupcima koji ne ugrade uređaje za regulaciju odavanja topline i uređaje za lokalnu razdiobu isporučene toplinske energije (razdjelnik) ili uređaje za mjerenje potrošnje toplinske energije u svoju samostalnu uporabnu cjelinu ili ih ne ugrade u zakonski propisanom roku i to u iznosu od 10.000,00 do 50.000,00 kuna (članak 50.).

Takve izmjene zakona ukazuju da je grijanje u višestambenim zgradama prepoznato kao sektor s velikim potencijalnim za ostvarivanje ušteda toplinske energije. No višestambene zgrade u Hrvatskoj su uglavnom starije gradnje, te imaju grijanje iz centralnog toplinskog sustava ili zajedničke kotlovnice iz koje se toplinska energija odvodi u radijatore na svim katovima putem više vertikalnih vodova, te svaka stambena jedinica nema jedan priključak za svaki stambeni prostor. Stoga se rješenje za mjerenje potrošnje toplinske energije našlo u uvođenju razdjelnika koji predstavljaju uređaje za lokalnu razdiobu isporučene toplinske energije izmjerene na zajedničkom mjerilu toplinske energije na obračunskom mjernom mjestu. Za razliku od kalorimetara, ovi uređaji ne omogućuju direktno individualizirano mjerenje utrošene toplinske energije, te samim time ne omogućuju ni krajnjem kupcu da u potpunosti i samostalno ima uvid i utječe na vlastitu potrošnju toplinske energije. Razdjelnik je uređaj koji registrira impulse prema grijanju svakog ogrjevnog tijela (radijatora), te služi za točniju raspodjelu toplinske energije za grijanje koja je isporučena zgradi i koja je izmjerena na zajedničkom mjerilu toplinske energije, odnosno na obračunskom mjernom mjestu u toplinskoj podstanici (HERA, 2017).

Za razliku od razdjelnika, kalorimetri predstavljaju mjerilo toplinske energije kojim se mjeri količina isporučene toplinske energije za samostalnu uporabnu cjelinu (HERA, 2017), no njihovo je uvođenje znatno skuplje. Zbog vertikalne usmjerenosti cijevnog razvoda i dovoda toplinske energije u isti stan kroz nekoliko vertikalnih vodova, ovakvo rješenje bi neizbježno podrazumijevalo ili veliki i skupi zahvat rekonstrukcije cjevovoda grijanja oko svakog stana ili ugradnju nekoliko komada kalorimetara po stanu prema načelu da svaka vertikalna koja dovodi toplinsku energiju u određeni stan zahtijeva ugradnju kalorimetra. Osim ugradnje razdjelnika ili kalorimetra, potrebno je ugraditi i termostatske radijatorske setove koji omogućuju kvalitetniju regulaciju temperature zraka u pojedinim prostorijama

⁵ Odluka o ugradnji zasebnih mjerila toplinske energije donosi se na temelju suglasnosti 90 posto glasova suvlasnika, a raspodjela razlike u potrošnji toplinske energije između samostalnih uporabnih cjelina se radi na temelju odluke većine suvlasnika samostalnih uporabnih cjelina i to prema suvlasničkim dijelovima.

u stanu. Važno je napomenuti da su ukupni radovi za provođenje mjera i veći od onih propisanih zakonom. Tako HERA (2017) i Energetski institut Hrvoje Požar (2016) navode važnost i provođenja balansiranja sustava grijanja ugradnjom balans ventila ili frekventno reguliranih pumpi, a koje imaju za cilj osiguravanje ispravnog funkcioniranja sustava u skladu s mjerodavnom normom za ugradnju razdjelnika HRN EN 834, kvalitetnijeg grijanja svih radijatora u zgradi, te sprječavanje mogućnosti pojave šumova u instalaciji centralnog grijanja unutar zgrade.

Detaljnije o prostoru za unapređenje zakonodavnog uređenja vezanog uz formule kojima se obračunava zaduženi iznos za svaki stan može se vidjeti u Energetski institut Hrvoje Požar (2016). U nastavku se daje sažeti pregled praksi odabranih europskih država u prilagodbi europskoj direktivi u području energetske učinkovitosti, te istraživanja provedenih u europskim državama prije ili nakon uvođenja uređaja za individualno mjerenje potrošnje toplinske energije i razdjelnika s ciljem analiziranja njihove troškovne učinkovitosti, kao i potencijala za ostvarivanje ušteda u potrošnji toplinske energije.

2.2 Pregled istraživanja, praksi i iskustava s uvođenjem razdjelnika ili uređaja za individualno mjerenje potrošnje u Hrvatskoj i drugim državama Europske unije

U **Hrvatskoj** nije, prije donošenja Zakona o toplinskoj energiji, provedena analiza ekonomske isplativosti korištenja razdjelnika u višestambenim zgradama. HERA (2017) na svojim internetskim stranicama navodi podatak da se ugradnjom mjerila potrošnje toplinske energije ili razdjelnika uštede u potrošnji toplinske energije na razini cijele zgrade kreću od 20 do 30 posto, a posljedica su promjene ponašanja krajnjih kupaca koji su ugradnjom tih uređaja motivirani na racionalnu potrošnju toplinske energije. No navodi i da postoje i razlike u mogućnostima vlasnika stanova da ostvaruju uštede. Tako navodi da ugradnja termostatskih radijatorskih setova i kalorimetra ili razdjelnika ne znači automatski uštedu energije i niže troškove za toplinsku energiju za svaki stan u zgradi, te da neki vlasnici stanova imaju mogućnost postići veće uštede (stanovi okruženi grijanim prostorima s dobrom izolacijom i dobrom stolarijom), dok neki nemaju tu mogućnost (stanovi okruženi negrijanim prostorima s velikom površinom vanjskih zidova bez adekvatne izolacije, starom stolarijom i dr.).

Tek je 2016. godine Energetski institut Hrvoje Požar za potrebe Ministarstva gospodarstva izradio studiju „Analiza implementacije Direktive o energetske učinkovitosti u dijelu mjerenja u sustavima daljinskog grijanja“ čija je namjera bila odrediti stvarni učinak ugradnje uređaja za individualno mjerenje potrošnje toplinske energije u sustavima sa zajedničkim izvorom topline ili s priključenjem na centralni toplinski sustav u 11 hrvatskih gradova i to u Karlovcu, Osijeku, Rijeci, Samoboru, Sisku, Slavonskom Brodu, Velikoj Gorici, Vinkovcima, Vukovaru, Zagrebu i Zaprešiću⁶. Analizom su bila obuhvaćena 56 obračunska mjerna mjesta (zgrade), odnosno 3.842 samostalne uporabne cjeline (stanovi). Analiza Energetskog Instituta Hrvoje Požar (2016) se provodila usporedbom potrošnje u razdoblju prije i nakon uvođenja razdjelnika. Promatrano u apsolutnim iznosima, autori studije ukazuju da je ostvareno prosječno smanjenje potrošnje energije za grijanje na razini zgrade nakon

⁶ *Pojedini dijelovi analize Energetskog instituta Hrvoje Požar (2016) napravljeni su na manjem uzorku gradova zbog nedostatka podataka potrebnih za analizu.*

ugradnje razdjelnika u gotovo svim promatranim slučajevima. Prosječna potrošnja toplinske energije u razdoblju nakon ugradnje razdjelnika, bez klimatskih korekcija, bila je za između 19,6 posto (u Sisku) i 51,7 posto (u Velikoj Gorici) niža od prosječne u razdoblju prije ugradnje razdjelnika. Navedene uštede odnose se na ukupne promjene u potrošnji toplinske energije prije korekcije za različite vremenske uvjete u sezonama grijanja. Kad se u obzir uzmu i promjene u vremenskim prilikama⁷ u promatranom razdoblju, analiza Energetskog instituta Hrvoje Požar (2016) pokazuje da je prosječna normirana potrošnja toplinske energije u razdoblju nakon ugradnje razdjelnika bila za između 14,0 posto (u Sisku) i 48,0 posto (u Velikoj Gorici) niža od prosječne u razdoblju prije ugradnje razdjelnika. Prosječno smanjenje potrošnje toplinske energije za sve promatrane gradove iznosilo je 27,7 posto (Energetski institut Hrvoje Požar, 2016).

Studija je obuhvaćala i vrlo pojednostavljenu analizu isplativosti ugradnje razdjelnika na troškove toplinske energije koja je provedena na primjeru višestambene zgrade u Zagrebu⁸. Ukupna ulaganja u ugradnju razdjelnika za referentnu zgradu procijenjena su na 430.357 kuna⁹. Godišnji operativni troškovi procijenjeni su na 13.175 kuna, a uključuju godišnji trošak očitavanja u iznosu 25 kuna po radijatoru. Nadalje, usporedbom potrošnje toplinske energije u zgradi koja je ugradila razdjelnike i zgradi bez razdjelnika za isto ogrjevno razdoblje autori studije zaključuju da su ugradnjom razdjelnika ostvarene godišnje uštede toplinske energije u vrijednosti od 98.015 kuna¹⁰. Pojednostavljena analiza isplativosti temelji se na pretpostavci da su iznosi godišnjih ušteta toplinske energije i visina godišnjih operativnih troškova jednaki tijekom cijelog analiziranog desetogodišnjeg razdoblja. Na temelju navedenih procjena autori zaključuju da se ulaganja u razdjelnike isplate u šestoj godini (tablica 7). No u studiji se i navodi da na obračun individualne potrošnje s raspodjelom troškova isporučene topline može doći do povećanja troškova u pojedinim stanovima, a što je posljedica niza čimbenika kao što su položaj stana, toplinske karakteristike stana i drugo, a ne isključivo ponašanje korisnika. Time se stanari unutar iste zgrade dovode u neravnopravan položaj u pogledu visine potrebnih ulaganja za ostvarivanje ušteta, kao i o mogućnostima ostvarivanja ušteta nakon ugradnje razdjelnika.

⁷ Utjecaj vremenskih prilika računat je uvođenjem u analizu varijable stupanj-dan grijanja koja je računata kao umnožak broja dana grijanja s temperaturnom razlikom između dogovorene srednje unutarnje temperature zraka i temperature vanjskog zraka pri čemu se u račun uzimaju samo oni dani u sezoni grijanja kod kojih je temperatura zraka niža od 12°C.

⁸ Višestambena zgrada koja je uzeta u razmatranje u primjeru ima 18 katova, 7.947 m² grijane površine, 125 stanova, od čega su u 124 stana instalirani razdjelnici, te je zgrada priključena na centralizirani toplinski sustav HEP Toplinarstva d.o.o. u Gradu Zagrebu.

⁹ U procjenu ukupnih ulaganja uključeni su troškovi ulaganja u razdjelnike, komplet termostatskih ventila, sustav očitavanja, prigušnice, dodatni radove na instalaciji, frekventne pumpe, kalorimetar za potrošnju tople vode (PTV), set balans ventila s ugradnjom, te projektna dokumentacija.

¹⁰ Detaljnije o postupku izračuna ušteta vidjeti studiju Energetskog instituta Hrvoje Požar (2016: 52).

Tablica 7: Analiza isplativosti ulaganja u razdjelnike na primjeru višestambene zgrade u **Zagrebu**

Stavka	1 godina	2 godina	3 godina	4 godina	5 godina	6 godina	7 godina	8 godina	9 godina	10 godina
Godišnja ušteda, kuna		98.015	98.015	98.015	98.015	98.015	98.015	98.015	98.015	98.015
Investicija, kuna	430.357									
Troškovi očitavanja, kuna		13.175	13.175	13.175	13.175	13.175	13.175	13.175	13.175	13.175
Neto učinak, kuna	-430.357	84.840	84.840	84.840	84.840	84.840	84.840	84.840	84.840	84.840
Razdoblje povrata	6									

Izvor: Energetski institut Hrvoje Požar (2016: 52).

Praksa i iskustva država u prilagodbi europskoj direktivi 2012/27/EU su različita. U nekim državama, kao na primjer u Austriji i Njemačkoj, skoro su sve zgrade obvezne uvesti mjerila za potrošnju toplinske energije ili razdjelnike, uz određene izuzetke. U drugim državama, kao što je na primjer, Velika Britanija, potrebno je provesti analizu tehničke izvedivosti i ekonomske isplativosti za svaku zgradu. U trećim državama, kao što su Francuska i Švedska, smatra se da uvođenje mjerila za potrošnju toplinske energije ili razdjelnika nisu troškovno učinkovita, te je stoga obveza njihovog uvođenja vrlo ograničena (Celenza i dr., 2016).

I pristupi europskih država prilagodbi Direktivi 2012/27/EU u dokazivanju troškovne učinkovitosti su različiti. Tako se, na primjer, za razliku od Velike Britanije gdje se za svaku zgradu zasebno analizira troškovna učinkovitost, Švedska na primjer odlučila za drugačiji pristup. U Švedskoj su provedena vrlo detaljna istraživanja prije promjene zakona, te su ona dala vrlo jasne preporuke je li i u kojim slučajevima ugradnja uređaja za individualno mjerenje potrošnje toplinske energije i razdjelnika troškovno učinkovita. Države koje su rigoroznije u primjeni Direktive su uglavnom i države koje imaju i dugogodišnja iskustva s primjenom mjerila za potrošnju toplinske energije i razdjelnika.

Također, literatura ukazuje da uspjeh provođenja regulative ovisi o nizu različitih čimbenika kao što su vrsta i veličina zgrade, položaj zgrade, položaj i pozicija stana u zgradi, toplinske karakteristike stana, promjene u ponašanju i navikama svih vlasnika stanova u zgradi i drugo (Energetski institut Hrvoje Požar, 2016; Felsmann i dr., 2015; Komestar i Artuković, 2016 i drugi).

Istraživanja o potencijalima ostvarivanja ušteda u toplinskoj energiji pokazuju velike razlike u rezultatima, koji variraju od 3 do 40 posto zavisno o nizu čimbenika (razdoblju i obuhvatu analize, vrsti korisnika, vrsti zgrade i drugom; tablica 8). Felsmann i dr. (2015) daju pregled literature koja se bavi promjenama u ponašanju nakon uvođenja naplate prema potrošnji, a koja su provedena u različitim europskim državama u posljednjih 50-ak godina¹¹, te zaključuju da se očekivanja u pogledu ostvarivanja ušteda i dalje u prosjeku kreću oko 20 posto.¹² U **Njemačkoj** se smatra da se u prosjeku mogu ostvariti upravo takve uštede zbog promjene u ponašanju potrošača nakon uvođenja uređaja za individualno mjerenje potrošnje, te je taj postotak poprilično stabilan kroz vrijeme i u različitim

¹¹ Starija istraživanja uglavnom se odnose na Njemačku.

¹² Pregled literature o uštedama energije ostvarenih zbog promjena u ponašanju koja je posljedica uvođenja naplate po potrošnji ukazuje da mogu utjecati na smanjenje potrošnje energije i to u rasponu od 3 do 40 posto. Detaljnije vidjeti u Felsmann i dr. (2015).

njemačkim gradovima (Felsmann i dr., 2015). Takve prosječne uštede u potrošnji toplinske energije od 20 posto slične su onima za koje neka istraživanja govore da se ostvaruju u Poljskoj, Danskoj, Nizozemskoj (Edelenbos i Martins, 2014) i Francuskoj (Felsmann i dr., 2015), te da bi se mogle ostvariti i u Litvi (Savickas i dr., 2015).

Njemačka ima dugogodišnju tradiciju mjerenja potrošnje toplinske energije. Još 1970-ih godina prešla je s mjerenja sustava prema površini stambenog prostora na naplatu potrošnje toplinske energije u Wolfsburgu gdje su ugrađeni toplinski razdjelnici u 1.467 stanova, te su ostvarene uštede toplinske energije od oko 20 posto, a zatim i u drugim gradovima (Felsmann i dr., 2015). Prema njemačkom zakonu, 30 do 50 posto troškova se obračunava prema stambenoj površini, a ostatak prema udjelu potrošnje svakog stana u ukupnoj potrošnji toplinske energije (Energetski institut Hrvoje Požar, 2016).

Tablica 8: Ušteda toplinske energije nakon uvođenja naplate toplinske energije po potrošnji

Država	Ušteda toplinske energije, posto
Njemačka	13-25
Austrija	10-30
Danska	15-17
Švedska	10-25
Francuska	20
Rusija	23
Poljska	8-33
Velika Britanija	15-30
Europska komisija (2013)	Do 30

Izvor: Felsmann i dr. (2015: 12); Celenza i dr. (2016).

Danska je uvela obvezu individualnog mjerenja i naplate potrošnje toplinske energije ili razdjelnika, ali uz određenje iznimke koje može odobriti lokalna jedinica na temelju zahtjeva. Tako se, na primjer, izuzeća mogu odnositi na:

- zgrade u kojima su zbog tehničkih problema troškovi uvođenja uređaja za mjerenje potrošnje toplinske energije ili razdjelnika previsoki u odnosu na potencijalne uštede,
- zgrade u kojima je zbog tehničkih zahtjeva potrebno duže vrijeme za instalaciju takvih uređaja,
- stanovi u kojima pojedini stanari ne bi ostvarivali ekonomske prednosti od uvođenja takvih uređaja,
- domovi za starije i nemoćne osobe i drugi.

Analiza troškovne učinkovitosti za Dansku nisu provedena, kao ni novija ispitivanja promjena u ponašanju potrošača nakon uvođenja razdjelnika (Boverket, 2015). No važno je naglasiti da slično Njemačkoj, i Danska ima dugogodišnju povijesnu tradiciju mjerenja potrošnje energije, pa je do 1945. godine u Danskoj bilo instalirano 600.000 razdjelnika. U Danskoj se najmanje 40 posto ukupne potrošnje dijeli na temelju individualnog mjerenja potrošnje, a u izračunu troškova toplinske energije primjenjuje se i korektivni faktor za stanove koji se nalaze na rubnim dijelovima zgrade, te koji zbog svog položaja imaju veće potrebe za grijanjem. U prosjeku se smatra da uvođenje razdjelnika u Danskoj može rezultirati 10-postotnim uštedama u potrošnji toplinske energije (Broveket, 2015). Istraživanje provedeno za razdoblje od 1991. do 2005. godine u gradu Alberslund u Danskoj ukazuje da su potrošači nakon uvođenja naplate prema potrošnji ostvarili uštede u toplinskoj energiji u rasponu od 15 do 30 posto (Felsmann i dr., 2015). Unatoč procjenama znatnih potencijala za ostvarivanje

ušteda toplinske energije u nekim analizama, postoje i drugačiji stavovi. Tako Nørgaard (2015) ukazuje na problem što se analize ne temelje na kvartalnim podacima, te procjenjuje da bi ostvarene uštede mogle biti na razini od 1 do 3 posto. Anketno ispitivanja i provedeni intervjui u 56 stanova u Danskoj pokazali su da uvođenje toplinskih razdjelnika utječe na promjene u ponašanju korisnika kojima su uštede ipak važnije od kvalitete zraka i temperaturnog komfora, te da je prosječna temperatura u stanovima s razdjelnicima niža za 2,8°C u odnosu na stanove bez razdjelnika (Andersen i dr., 2016).

Istraživanje o utjecaju ponašanja potrošača i karakteristikama zgrada na potrošnju toplinske energije i tople vode u Danskoj pokazalo je da 42 posto iskorištene energije ovisi o karakteristikama zgrada, dok ponašanje potrošača utječe na samo 4,2 posto potrošnje (Guerra Santin i dr., 2009). Također, istraživanje je pokazalo da stanovi koji se nalaze na krajnjim rubovima zgrada, kao i oni koji se nalaze na prvim ili posljednjim katovima zgrada imaju najveće gubitke toplinske energije, te da stoga trebaju i veće količine toplinske energije kako bi se postigla ista temperatura kao i u susjednim stanovima. Autori smatraju da pravedni obračun troškova toplinske energije treba uzimati u obzir i toplinske gubitke kako bi se kompenzirala dodatna potrošnja u stanovima s manje pogodnom lokacijom.

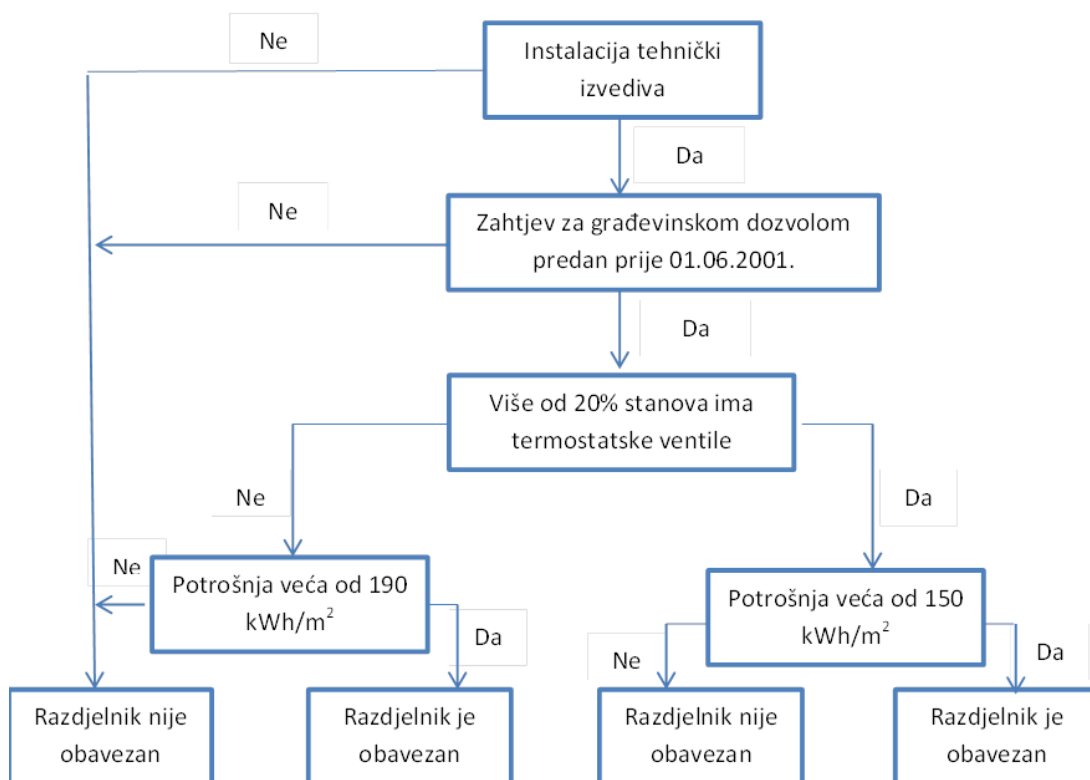
Istraživanje o utjecaju ugradnje razdjelnika na ponašanje potrošača u Danskoj, osim razine ušteda ukazalo je i na potencijalnu mogućnost negativnih učinaka na zdravlje stanara. Zaključak je da razdjelnici utječu na promjene ponašanja potrošača, te na njihovu spremnost da smanje temperaturu zraka stana ispod onog što smatraju ugodnim kako bi ostvarili financijske uštede. Istraživanje provedeno na uzroku od dvije stambene zgrade u Danskoj je pokazalo više od 76 posto vlasnika stanova u zgradi s razdjelnicima ima više od 80 posto vremena temperaturu zraka u stanu nižu od 21°C kako bi ostvarilo niže troškove grijanja, dok u zgradi bez razdjelnika manje od 8 posto vlasnika stanova je imalo temperaturu stana nižu od 21°C više od 10 posto vremena (Andersen i dr., 2014). HEP Toplinarstvo (2017) navodi da je optimalna temperatura stana 20°C, dok Svjetska zdravstvena organizacija preciznije navodi da je optimalan raspon temperature zraka u stanu između 18 i 22°C zavisno o funkciji prostorije.

Istraživanje Svjetske zdravstvene organizacije iz 2011. godine ukazuje na procjenu da je između 30 i 50 posto prekomjernih smrtnih slučajeva zimi uzrokovano niskim unutrašnjim temperaturama u stanovima. Nadalje, istraživanje za Irsku ukazuje da je 40 posto respiratornih i kardiovaskularnih smrtnih slučajeva uzrokovano niskim unutrašnjim temperaturama zraka (Svjetska zdravstvena organizacija, 2011). Istraživanja i analize stručnjaka ukazuju da postoji i povezanost stope smrtnosti zimi s vanjskom temperaturom zraka i sa stanjem zgrada i kuća (pogotovo u Irskoj i Velikoj Britaniji; Svjetska zdravstvena organizacija, 2007). Takvi rezultati upućuju na zaključak da iako je smanjenje potrošnje toplinske energije važan cilj, pri razmatranju ostvarivanja cilja smanjenja potrošnje toplinske energije treba voditi računa da u Hrvatskoj postoji velik broj stambenih zgrada sa slabom ili nikakvom toplinskom izolacijom što zahtjeva veću potrošnju toplinske energije kako bi se osiguralo postizanje unutrašnje temperature zraka koja neće imati negativne učinke na zdravstveno stanje stanara. Iako ugradnja razdjelnika ili mjerila za mjerenje potrošnje toplinske energije pozitivno utječe na prosječno smanjivanje potrošnje toplinske energije, ono uzrokuje i niz drugih socioekonomskih učinaka. Pri analizi mjera za postizanje europskih i nacionalnih ciljeva iz područja energetske učinkovitosti treba pažljivo voditi računa o kombinaciji najpogodnijih mjera za postizanje ciljeva, a koje će omogućiti maksimiziranje koristi, a minimiziranje negativnih učinaka mjera za hrvatsko gospodarstvo.

U **Francuskoj** je obveza uvođenja kalorimetra ili razdjelnika uvedena 2011. godine kroz odredbu zakona kojom se kaže da svaki stan koji je u sustavu zajedničkog grijanja treba, u slučaju gdje je to tehnički izvedivo, uvesti uređaj za mjerenje potrošnje topline i tople vode u svakoj prostoriji koja ima stambenu namjenu (Biron, 2015). Uređaji za individualno mjerenje potrošnje toplinske energije trebaju biti uvedeni u novim zgradama i u zgradama koje se u velikoj mjeri obnavljaju, dok za zgrade starije gradnje to vrijedi uz uvjet tehničke izvedivosti i troškovne učinkovitosti (Biron, 2015). U Francuskoj oko 10 posto stanova ima uređaje za mjerenje potrošnje toplinske energije ili razdjelnike (Felsmann i dr., 2015)¹³. U vrijeme pripreme zakona su napravljene konzultacije na kojima je zaključeno da uvođenje mjerila za individualno mjerenje potrošnje energije u postojećim višestambenim zgradama nije troškovno učinkovito. Procjena troškovne učinkovitosti napravljena za razdjelnike pokazala je da su oni troškovno učinkoviti u većini zgrada s većim energetske potrebama, odnosno u zgradama koje ne ispunjavaju minimalna energetska svojstva prema tehničkim zahtjevima za izgradnju zgrada donesenim 2000. godine (Biron, 2015). Stanovi za koje se smatra da uvođenje uređaja za mjerenje potrošnje toplinske energije ili razdjelnika nije izvedivo su:

- oni s podnim grijanjem u kojima nije moguće mjerenje potrošnje u svim prostorijama u stanu,
- jednocjevni sustavi grijanja,
- sustavi grijanja na vrući zrak i paru (engl. hot air heating system, steam heating system and systems with finned tubes, with hot water convectors or with fan coil units without any individual heating loop) (Biron, 2015).

Shema 1: Prikaz obveze uvođenja razdjelnika u Francuskoj



Izvor: Biron (2015).

¹³ Oko 63 posto zgrada starije gradnje u Francuskoj koristi plin za grijanje (Felsmann i dr., 2015).

U **Italiji** od oko 5,5 milijuna stanova kod kojih postoji mogućnost za primjenu Europske direktive 2012/27/EU¹⁴, u oko 2 posto stanova su postavljeni uređaji za mjerenje potrošnje toplinske energije ili razdjelnici (Felsmann i dr., 2015). U Italiji postoji obveza uvođenja uređaja za individualno mjerenje potrošnje toplinske energije ukoliko je to tehnički izvedivo i ekonomski isplativo u odnosu na potencijalne uštede u energiji¹⁵ (Pavan, 2015). U slučaju da uvođenje uređaja za individualno mjerenje potrošnje toplinske energije nije tehnički izvedivo ili nije ekonomski isplativo, postoji obveza uvođenja razdjelnika i termostatskih ventila na svaki radijator u stanu, osim u slučaju da takva investicija nije troškovno učinkovita (Concerted Action Energy Efficiency Directive, 2016; Pavan, 2015). Ako se pokaže da ni uvođenje razdjelnika nije troškovno učinkovito, tada se mogu razmotriti alternativne troškovno učinkovite metode. Talijanske regije su zadužene za provođenje zakona, te imaju mogućnost naplate financijskih kazni. Svaki krajnji kupac ima pravo pristupa podacima o energetske potrošnji, dobivanja računa i informacija bez dodatnih naknada, kao i pravo na usporedbu s potrošnjom drugih korisnika slične kategorije (Pavan, 2015). Literatura ukazuje i da uređaji za individualno mjerenje potrošnje nisu tehnički provedivi i troškovno učinkoviti u višestambenim zgradama koje imaju vertikalni cjevovodni razvod sustava grijanja, odnosno više vertikalna na koje se spajaju radijatori na svim katovima, nemaju jedan priključak za svaki stambeni prostor, te u povijesnim građevinama. Također, ističe se da u većini tipičnih talijanskih višestambenih zgrada bi troškovi ugradnje bili previsoki, a u nekim slučajevima i tehnički neizvedivi (Celenza i dr., 2016). Izračun neto sadašnje vrijednosti tijekom 10-godišnjeg razdoblja pokazuje da je:

- investicija troškovno učinkovita u razdoblju povrata kraćem od 10 godina samo ako je potrošnja energije veća od 120 kWh/m²
- investicija troškovno neučinkovita u svim slučajevima kad je potrošnja manja od 100 kWh/m²
- u malim zgradama granica pri kojoj investicija postaje troškovno učinkovita ovisi o potrošnji, ali i o broju stanova (Celenza i dr., 2016).

Ziemele i dr. (2015) proveli su istraživanje o isplativosti uvođenja razdjelnika u stanovima u **Latviji** na uzorku od 168 novoizgrađenih stanova različite veličine u Rigi. Istraživanje ukazuje na velik utjecaj zajedničkih unutrašnjih instalacija na potrošnju toplinske energije. Dobici u toplini zbog zajedničkih unutrašnjih toplinskih instalacija u stanovima, a koje ne ulaze u obračun primjenom razdjelnika kreću se između 22,5 posto na nižim katovima i 4,1 posto na najvišem katu. Također, rezultati ukazuju da na potrošnju toplinske energije velik utjecaj imaju i obrazovanje stanovništva, troškovi grijanja kućanstva, prihodi kućanstva, te kvaliteta razdjelnika. Stoga, autori zaključuju da je prilikom uvođenja razdjelnika u formule za obračun potrošnje toplinske energije potrebno uvesti i korektivne faktore zavisno o položaju stana i drugim čimbenicima, te da bi za ostvarivanje viših energetske ušteda trebalo uvesti i viši varijabilni udio koji zavisi o potrošnji prema razdjelnicima.

U **Poljskoj** uvođenje razdjelnika nije obvezno, no unatoč tome više od 50 posto stanova u višestambenim zgradama ima razdjelnike ili uređaje za mjerenje potrošnje toplinske energije. Zadržana je mogućnost obračuna troškova po veličini stambenog prostora, te ne postoji jedinstvena metodologija obračuna troškova (Kozak, 2013). Eksperimentalno istraživanje provedeno u zgradi u

¹⁴ Pri tome je u dio od tih stanova uvođenje mjerila za potrošnju toplinske energije ili razdjelnika tehnički neizvedivo ili troškovno neučinkovito.

¹⁵ Troškovna učinkovitost se procjenjuje na temelju Europskog standarda EN15459 (Energy Efficiency for Buildings - Standard economic evaluation procedure for energy systems in buildings).

gradu Lublin u Poljskoj tijekom 17 sezona grijanja¹⁶ pokazalo je da su stanovi u dijelu zgrade s ugrađenim toplinskim razdjelnicima ostvarivali u prosjeku 26,6 posto nižu potrošnju toplinske energije od dijela zgrade bez toplinskih razdjelnika i gdje se obračun potrošnje radio prema veličini stambene površine (Cholewa i Siuta-Olcha, 2015). Nakon ugradnje razdjelnika i u drugom dijelu višestambene zgrade 2011. godine, razlike u potrošnji toplinske energije između dva dijela zgrade su se postupno smanjivale tijekom naredne tri sezone grijanja na 2,6 posto. Također, obnova vanjske ovojnice zgrade dovela je do povećanja ušteda toplinske energije u oba dijela zgrade.

Švedska i Finska su dokazale detaljnim istraživanjima troškovne učinkovitosti uvođenja uređaja za mjerenje potrošnje toplinske energije i razdjelnika da njihovo uvođenje u višestambene zgrade nije troškovno učinkovito.

Švedska je 2014. godine Zakonom o mjerenju potrošnje u zgradama¹⁷ uvela odredbu kojom vlasnici zgrada trebaju osigurati mjerenje temperature stanova ukoliko je to troškovno učinkovito i tehnički izvedivo. Kako bi se utvrdilo koji su to slučajevi u kojima je uvođenje mjerila za mjerenje potrošnje toplinske energije i razdjelnika troškovno učinkovito i tehnički izvedivo, izrađene su vrlo detaljne analize, koje su uključivale i ispitivanje ponašanja potrošača. Cjelokupno se istraživanje odvijalo u više faza. U prvoj fazi je istraživana troškovna učinkovitost ugradnje mjerila za potrošnju toplinske energije u novim zgradama i zgradama s obnovom, koje je pokazalo da takva investicija nije profitabilna (Boverket, 2015).

Druga faza Boverket (2015) istraživanja je obuhvaćala zasebno detaljno istraživanje u kojem se razmatralo u kojim je slučajevima isplativa ugradnja razdjelnika ili uređaja za mjerenje temperature u postojeće zgrade. Pri tome se u istraživanjima polazilo od pretpostavke da je investicija koja je troškovno učinkovita ujedno i tehnički provediva. Analiza je rađena na razini zgrada, a u analizu su u obzir uzeti i čimbenici kao što su klima, energetska svojstva zgrada, ponašanje potrošača i drugo kako bi se dobio bolji uvid u razlike u rezultatima analize. Analiza je provedena u 4 grada (Malmö, Stockholm, Sundsvall i Kiruna) koja spadaju u 3 različite klimatske zone. Istraživanje je obuhvaćalo procjenu sadašnje vrijednosti pri čemu se smatralo da je investicija troškovno učinkovita ako je sadašnja vrijednost koristi veća od sadašnje vrijednosti troškova, uz uvjet smanjivanja temperature grijanja u stanovima. Analizama se procjenjivala vjerojatnost ostvarivanja ušteda toplinske energije koje bi bile rezultat smanjenja temperature za 1 ili 2°C u standardnim zgradama. Kako bi se u analizu uključio i niz varijabli koji odražavaju nesigurnosti i na strani troškova i koristi, analiza troškovne učinkovitosti napravljena je primjenom Monte Carlo simulacijskih modela, a čija primjena može pokazati vjerojatnost da će investicija rezultirati koristima za vlasnike stanova.

Rezultati istraživanja Boverket (2015) ukazuju da u zgradama sa standardnim energetske svojstvima smanjivanje temperature za 1°C dovodi do smanjivanja potrošnje toplinske energije u rasponu 4,4 do 10,4 kWh/m² zavisno o klimatskoj zoni u kojoj se zgrada nalazi. Nadalje, smanjenje temperature za 1°C, uz fiksne troškove investicije, u zgradi sa standardnim energetske svojstvima dovodi do ostvarivanja ušteda od oko 11 posto u gradu Malmö, odnosno za oko 6 posto u gradu Kiruna. Rezultati Monte Carlo simulacija ukazuju da nijedna zgrada sa standardnim energetske svojstvima u

¹⁶ Analiza je napravljena za razdoblje od sezone grijanja 1997./1998. do 2013./2014. godine. Pri tome su u jednom dijelu zgrade ugrađeni razdjelnici 1996. godine, a u drugom dijelu zgrade 2011. godine.

¹⁷ Lagen om energimätning i byggnader, 2014.

gradu Malmö i uz smanjivanje temperature za 1°C (kao posljedice ugradnje razdjelnika), ne ostvaruje pozitivan rezultat, odnosno da investicija ugradnje razdjelnika nije troškovno učinkovita. Isti su rezultati dobiveni i u drugim gradovima¹⁸. Istraživanja ukazuju da je troškovna učinkovitost investicija veća što su energetska svojstva zgrada lošija, ali da unatoč tome za dio zgrada ostaje i dalje troškovno neučinkovita. Detaljan prikaz rezultata Monte Carlo simulacija po gradovima, zavisno o energetskim svojstvima zgrada, te uz različite pretpostavke vidjeti u Boverket (2015).

Rezultati analize Boverket (2015) su ukazali da je u višestambenim zgradama očekivana sadašnja vrijednost investicija negativna, uz malu ili vrlo malu vjerojatnost ostvarivanja pozitivne očekivane vrijednosti investicija¹⁹. Osim toga, istraživanje je obuhvaćalo i anketno ispitivanje provedeno tijekom 2015. godine na uzorku 1.005 kućanstava koja imaju individualno mjerenje potrošnje toplinske energije i naplatu prema potrošnji. Istraživanje je pokazalo da:

- Preko 60 posto kućanstava je zadovoljno sustavom individualnog mjerenja potrošnje toplinske energije, od čega 41 posto kao glavni razlog ističe pravednost u raspodjeli troškova, a 19 posto mogućnost smanjivanja troškova za grijanje.
- 47 posto kućanstava ne pokušava aktivno smanjiti potrošnju toplinske energije. Od 45 posto onih koji pokušavaju smanjiti potrošnju toplinske energije, 38 posto ih ima nižu temperaturu u stanovima od one prije ugradnje uređaja, a 9 posto ih ima višu temperaturu u stanovima. Pri tome jedan dio ispitanika navodi kao razlog snižavanja temperature nemogućnost povećanja temperature u stanu na željenu razinu, te da se ne radi o dobrovoljnom smanjivanju temperature u stanu.
- Oko pola kućanstava čita informacije o potrošnji energije na računima.
- Mjerila za mjerenje potrošnje energije su često postavljana bez potpore stanovništva, te postoji nedostatak informacija i obrazovanja stanovništva o tome kako smanjiti potrošnju energije. 75 posto ispitanika je izjavilo da nisu imali utjecaja na donošenje odluka o ugradnji uređaja za mjerenje potrošnje toplinske energije ili razdjelnika.
- Većina kućanstava s uređajima za mjerenje potrošnje toplinske energije je nastavila s načinima prozračivanja prostora kao i prije ugradnje razdjelnika, te 71 posto ispitanika nije smanjilo prozračivanje prostorija nakon ugradnje uređaja za mjerenje potrošnje toplinske energije ili razdjelnika.

Istraživanje Boverket (2015) naglašava da potrebe za grijanjem u stanovima ovise o prijenosu toplinske energije između stanova. Još su 1982. godine Nilsson i Wargman pokazali da središnji stanovi ne mogu ostvariti temperaturu nižu od 17°C (bez grijanja) ako susjedni stanovi imaju temperaturu 20°C i ako je vanjska temperatura zraka 0°C (Boverket, 2015). I novija literatura također ukazuje da je prijenos topline između stanova toliko značajan da razdjelnici ne mogu omogućiti raspodjelu troškova između stanova na način da vlasnici stanova plaćaju stvarno stanje i toplinsku energiju koju stan ostvaruje (Siggelsten, 2014; Boverket, 2015; Ziemele i dr., 2015; Michnikowski, 2017). Ziemele i dr. (2015) navode i toplinsku ovojnici zgrada kao važan čimbenik za ostvarivanje ušteda u toplinskoj energiji. Stoga neka literatura navodi da bi uvođenje fiksnog i varijabilnog dijela u obračunu troškova grijanja kod primjene razdjelnika bilo pravednije, no to onda utječe na smanjenu

¹⁸ Izuzetak je grad Kiruna gdje je u prosjeku investicija troškovno neučinkovita, ali postoji 0,1 posto vjerojatnosti da je investicija troškovno učinkovita u zgradama sa standardnim energetskim svojstvima.

¹⁹ Detaljnije rezultate po gradovima i za različita energetska svojstva zgrada vidjeti u Boverket (2015).

motivaciju vlasnika stanova da štede toplinsku energiju, kao i na isplativost takve investicije (Berndtsson, 1999).

Finska je također provela istraživanje troškovne učinkovitosti individualnih uređaja za mjerenje potrošnje toplinske energije i razdjelnika u zgradama²⁰ u kojem smatra da su očekivanja ostvarivanja energetske uštede u rasponu od 15 do 40 posto koja se često navode u literaturi previsoka, te se primjenom termostatskih ventila, balansiranjem toplinskog sustava i mreže mogu ostvariti jednake uštede koje su rezultat promjena ponašanja potrošača kao i uvođenjem kalorimetara ili razdjelnika (Koski, 2014). Troškovi grijanja se u Finskoj raspodjeljuju na temelju udjela u površini. Procjene troškova uvođenja uređaja za individualno mjerenje potrošnje toplinske energije i razdjelnika u zgradama prikazane su narednom tablicom 9.

Studija je pokazala da je uvođenje uređaja za individualno mjerenje potrošnje toplinske energije troškovno učinkovito samo ako se ostvaruju:

- Uštede toplinske energije veće od 45 posto u višestambenim zgradama,
- Uštede toplinske energije veće od 30 posto u zgradama u nizu (Koski, 2014).

Uvođenje razdjelnika je troškovno učinkovito samo ako stanari ostvaraju:

- Uštede toplinske energije veće od 21 posto u višestambenim zgradama,
- Uštede toplinske energije veće od 14 posto u zgradama u nizu (Koski, 2014).

Tablica 9: Prosječni godišnji troškovi ugradnje uređaja za mjerenje toplinske energije ili razdjelnika po stanu

	Uređaj za individualno mjerenje potrošnje - kalorimetar		Razdjelnik	
	Eura	Eura po stanu, godišnje	Eura	Eura po stanu (3 sobe + kuhinja), godišnje
Pravne usluge	250	0,42	250	0,42
Promjene u ugovorima s udruženjima (20 stanova)	380	0,63	380	0,63
Investicijski trošak (1 mjerni uređaj i instalacija)	530	35,33	-	-
Operativni trošak	-	95,00	-	-
Trošak usluge izvođača na ugradnji razdjelnika	-	-	-	55,00
Trošak očitavanja i naplate (4 puta godišnje)	-	12,00	-	12,00
Drugi indirektni troškovi, nisu procijenjeni	-	-	-	-
Ukupno	-	143,38	-	68,05
Potrebni rok povrata investicije i životni vijek uređaja	15 godina		10 godina	
Rok povratka investicije	30 godina		30 godina	

Izvor: Koski (2014).

²⁰ Studija je napravljena za potrebe Ministarstva rada i gospodarstva, a proveo ju je VTT Technical Research Centre of Finland 2013. godine.

Na temelju toga je zaključeno da bi u 99 posto višestambenih zgrada uvođenje uređaja za individualno mjerenje potrošnje ili razdjelnika uzrokovalo troškove koji se ne mogu isplatiti na temelju očekivanih ušteda u energiji koji su posljedica promjena u ponašanju potrošača. Stoga je Finska donijela odluku da je troškovno najučinkovitije investirati u kontrolu i balansiranje sustava grijanja, te mrežu toplinske energije (Edelenbos i Martins, 2014).

Kao što je vidljivo iz prethodnog pregleda, u određenom broju slučajeva su analize ukazale na negativne rezultate u pogledu financijske isplativosti investicije u mjerno-regulacijsku opremu za mjerenje individualne potrošnje toplinske energije temeljem kojih su odredbe Direktive o energetskej učinkovitosti 2012/27/EU preformulirane ili preusmjerene u druge vidove štednje energije.

3 PREGLED PRAVILA I DOBRE PRAKSE ZA OCJENU FINANCIJSKE OPRAVDANOSTI UGRADNJE RAZDJELNIKA UKLJUČUJUĆI NOVE SMJERNICE EUROPSKE UNIJE

Kao što je u prethodnom poglavlju istaknuto, procjena troškovne opravdanosti uvođenja razdjelnika provodi se u članicama Europske unije na različite načine budući da Direktiva o energetske učinkovitosti ne specificira točno određenu metodologiju. Nedavno su objavljene smjernice autori kojih su stručnjaci njemačke istraživačke kuće Empirica GmbH - Communication and Technology Research, a dokument je izrađen sukladno zahtjevu Europske komisije. Cilj takvog dokumenta je ujednačavanje prakse po zemljama za procjenu financijske isplativosti u budućem razdoblju, te može biti podloga za buduća promišljanja o eventualnoj promjeni hrvatskih propisa vezanih uz obavezu ugradnje razdjelnika.

U nizu zemalja Europske unije izrađene su brojne studije koje su se bavile procjenama potrošnje toplinske energije nakon ugradnje određene vrste mjerno-regulacijske opreme potrebne za individualiziranje potrošnje i financijske isplativosti ugradnje mjerno-regulacijske opreme potrebne za individualizirano mjerenje potrošnje, a kratak pregled dan je u poglavlju 2 ove studije. U studijama su dobiveni različiti rezultati u pogledu ocjene isplativosti. U dijelu studija pokazano da je postignuta ušteda u prosjeku od 20 posto u zemljama poput Poljske, Danske, Njemačke i Nizozemske. U studijama je pokazano da je smanjenje potrošnje energije, osim utjecaja ostalih faktora, u velikoj mjeri i rezultat promjene u navikama krajnjih potrošača²¹. Stoga je ta informacija vrlo važna kada se govori o procjeni ekonomske isplativosti individualiziranog mjerenja potrošnje toplinske energije za grijanje, hlađenje i toplu vodu.

Državama članicama Europske unije početkom 2017. godine dostupne su nove *Smjernice o dobroj praksi u troškovno ekonomičnoj raspodjeli troškova i naplati individualne potrošnje grijanja, hlađenja i potrošnje tople vode u višestambenim i višenamjenskim zgradama*²². Potreba za novim i detaljnijim smjernicama nastupila je zbog neujednačene prakse u državama članicama Europske unije i razlikama u interpretiranju odredbi Direktive o energetske učinkovitosti 2012/27/EU, uključujući i različite kriterije za suspenziju primjene Direktive u toplinarskom sektoru država, odnosno višestambenim zgradama spojenim na zajednički izvor toplinske energije (centralni toplinski sustav). Novim Smjernicama Europska komisija želi ujednačiti praksu država članica u provjeri primjenjivosti Direktive o energetske učinkovitosti 2012/27/EU, a posebno njenog dijela koji se odnosi na mogućnost izuzeća od primjene odredbe o obvezi ugradnje razdjelnika ukoliko je tehnički neizvediva, nema odgovarajuću financijsku opravdanost i razmjernost s obzirom na potencijalne uštede energije ugradnjom takve opreme.

²¹ Edelenbos, E., i Martins, F., 2014, *Cost effectiveness of individual metering/billing, Executive Summary Report 3.3, Core Theme 3 – Metering and billing, demand response and grid issues, Working Group 2.*

²² Robinson, S., i Vogt, G., 2016, *Guidelines on good practice in cost-effective cost allocation and billing of individual consumption of heating, cooling and domestic hot water in multi-apartment and multi-purpose buildings, Support for the implementation of Articles 9-11 of Directive 2012/27/EU on energy efficiency with respect to thermal energy supplied from collective systems, Bonn: Empirica GmbH.*

U ovom dijelu Studije ukratko su prikazana pravila za ocjenu isplativosti razdjelnika opisana i objašnjena u Smjernicama iz prosinca 2016.²³ godine. Međutim, valja napomenuti da je u toj verziji smjernica, a kojih je autor Empirica GmbH - Communication and Technology Research, riječ o smjernicama koje u ovom trenutku još nisu službeno stajalište Europske komisije, niti se njima zamjenjuju relevantne odredbe Direktive o energetske učinkovitosti koja je također u proceduri izmjena i dopuna.

Smjernice prikazuju konkretne korake u procjeni financijske isplativosti ugradnje mjerno-regulacijske opreme, te daju preporuke i kriterije za identifikaciju vrste troškova koje treba, a koje ne bi trebalo uključiti u ocjenu isplativosti. Također je dan pregled dobrih praksi te kratak pregled istraživanja o ocjeni financijske isplativosti razdjelnika provedenih u odabranim zemljama (Njemačkoj, Danskoj i Sloveniji).

3.1 Koraci u procjeni financijske isplativosti ugradnje mjerno-regulacijske opreme

Nove su Smjernice (siječanj 2017.) posebno usmjerene na to da se, na temelju kvalitetnih raspoloživih podataka, primijene konzistentni kriteriji za određivanje tehničke izvedivosti i financijske isplativosti ugradnje mjerno-regulacijske opreme potrebne za individualizirano mjerenje potrošnje toplinske energije. Pregled novih smjernica je uključen u Studiju kao temelj za promišljanje eventualnih promjena u pogledu obvezatnosti ugradnje mjerno-regulacijske opreme u budućem razdoblju.

Na temelju pristupa definiranog u novim smjernicama, trebalo bi utvrditi potrebu da države članice iskoristite mogućnost izuzeća u odnosu na opće zahtjeve Direktive da se:

- propiše obaveza instaliranja opreme za individualizirano mjerenje potrošnje energije za grijanje ili razdjelnika topline u postojećim zgradama koji omogućuju raspodjelu troškova na bazi potrošnje,
- osigura naplata potrošnja energije na temelju obračuna i informacija o potrošnji energije za grijanje i hlađenje prostora te za toplu vodu, a koje su dobivene temeljem periodičkih/više puta tijekom godine prikupljenih podataka o potrošnji energije.

U samoj primjeni Direktive države Europske unije su slijedile različite pristupe. Direktiva zahtijeva individualizirano mjerenje potrošnje energije za grijanje na temelju ugrađene mjerno-regulacijske opreme u postojećim višestambenim i višenamjenskim zgradama gdje je to tehnički izvedivo i financijski isplativo. Za ispunjenje zahtjeva Direktive zgrade se mogu podijeliti u tri kategorije, sukladno pristupu određene države članice:

1. Zgrade u kojima vlasnici postojećih višestambenih zgrada trebaju bezuvjetno instalirati opremu za individualizirano mjerenje potrošnje energije za grijanje u zgradi. Ovaj se pristup

²³ *Robinson, S., i Vogt, G., 2016, Guidelines on good practice in cost-effective cost allocation and billing of individual consumption of heating, cooling and domestic hot water in multi-apartment and multi-purpose buildings, Support for the implementation of Articles 9-11 of Directive 2012/27/EU on energy efficiency with respect to thermal energy supplied from collective systems, Bonn: Empirica GmbH.*

odnosi na **“razred zgrada u kojima je primjena tehnički izvodiva i ekonomski opravdana”** (engl. *viable building class*).

2. Zgrade u kojima su vlasnici postojećih višestambenih zgrada dužni instalirati opremu za individualizirano mjerenje potrošnje energije za grijanje u zgradi, ali samo onda kada je to tehnički izvedivo i financijski isplativo. Ovaj se pristup odnosi na **„razred zgrada s otvorenom mogućnošću primjene Direktive“** (engl. *open building class*) i on podrazumijeva potrebu provođenja procjene tehničke izvedivosti i financijske isplativosti za svaku zgradu, a ne za razred zgrada s mogućnošću primjene Direktive u cjelini.
3. Zgrade za koje provedba Direktive u segmentu obveze uvođenja razdjelnika nije uvedena, te vlasnici zgrada nisu dužni ugraditi opremu za individualizirano mjerenje potrošnje energije za grijanje u zgradi. Ovaj se pristup odnosi na **„razred zgrada koje su izuzete od primjene Direktive“** (engl. *exempted building class*) i on podrazumijeva potrebu provođenja procjene tehničke izvedivosti i financijske isplativosti, koja mora vrijediti za cijeli razred zgrada izuzetih od primjene Direktive.

Europska komisija je 30. studenog 2016. godine predstavila prijedlog promjene odredaba Direktive, uključujući određene aspekte članaka 9.-11. i Dodatka VII. Promjene vezane uz obavezu uvođenja mjerne opreme se odnose na sljedeće:

- detaljno objašnjenje uvjeta koji se tiču tehničke neizvedivosti i financijske neisplativosti, u kontekstu članka 9. stavka 3. Direktive, što svaka država Europske unije treba jasno utvrditi i objaviti,
- zahtjev da države Europske unije trebaju uvesti transparentna pravila o raspodjeli troškova grijanja,
- provođenje testa troškovne učinkovitosti za osiguranje informacija o potrošnji energije za grijanje više puta godišnje (članak 10. stavak 1. Direktive), uz uvjet da se omogući dobivanje informacije jesu li ili nisu ugrađeni uređaji za očitavanje potrošnje energije za grijanje na daljinu, te da se na taj način zamijeni uvjet „tehničke izvedivosti“ za obračun potrošnje energije na temelju obračuna ovisno o dostupnosti mjernog uređaja,
- zahtjev da se između 2020. i 2027. godine prijeđe na opremu s daljinskim očitavanjem mjernog uređaja topline, odnosno razdjelnika topline, a kako bi se dobivale mjesečne informacije o potrošnji energije za sve korisnike.

Cilj je navedenih promjena da se do 2020. procijeni tehnička izvedivost i financijska isplativost uvođenja mjerno-regulacijske opreme potrebne za individualiziranje potrošnje energije te da se procijeni primjenjivost i provedivost Direktive o energetske učinkovitosti u zgradama u kojima još nije ugrađena odgovarajuća oprema.

3.1.1 Podjela zgrada

Procjenu tehničke izvedivosti i financijske isplativosti opreme za individualiziranu potrošnju energije za grijanje u načelu bi trebalo provesti za svaku pojedinu zgradu u zemlji. Zbog uštede u administrativnim troškovima procjene, ipak je poželjno zgrade grupirati u nekoliko **skupina**:

1. „razred zgrada u kojima je primjena tehnički izvodiva i ekonomski opravdana“, u kojem sve zgrade trebaju implementirati zahtjeve Direktive za individualizirano mjerenje potrošnje energije za grijanje, alokaciju troškova i obračun troškova,
2. „razred zgrada koje su izuzete od primjene Direktive“, u kojem niti jedna zgrada ne treba primijeniti zahtjeve Direktive za individualizirano mjerenje potrošnje energije za grijanje, alokaciju troškova i obračun troškova,
3. „razred zgrada s otvorenom mogućnošću primjene Direktive“, u kojem se za sve zgrade zahtijeva ispitivanje tehničke izvedivosti i financijske isplativosti Direktive za individualizirano mjerenje potrošnje energije za grijanje, alokaciju troškova i obračun troškova i njenu implementaciju ako su rezultati pozitivni.

Smjernicama je preporučeno osiguravanje pune usklađenosti na nacionalnoj razini te maksimiziranje obuhvata „razreda zgrada u kojima je primjena tehnički izvodiva i ekonomski opravdana“ i minimiziranje obuhvata „razreda zgrada koje su izuzete od primjene Direktive“. Na primjer, na nacionalnoj se razini može zahtijevati uvođenje raspodjele grijanja na temelju potrošnje energije u svim višestambenim zgradama, uz uvođenje izuzeća za nisko energetske zgrade. Posebno se može specificirati izuzeće za one zgrade s potrošnjom energije za grijanje ispod određene razine, na primjer 15 kWh po kvadratnom metru površine godišnje, što vlasnik zgrade mora na jednostavan način dokazati. U tom slučaju sve višestambene zgrade s godišnjom potrošnjom energije za grijanje ispod 15 kWh ulaze u skupinu „razred zgrada koje su izuzete od primjene Direktive“, a sve ostale višestambene zgrade ulaze u skupinu „razred zgrada u kojima je primjena tehnički izvodiva i ekonomski opravdana“.

Neke su članice Europske unije provele analitička istraživanja, koja su poslužila za primjenu Direktive u nacionalnom zakonodavstvu, odnosno poslužila za identifikaciju skupine zgrada koje su svrstane u „razred zgrada koje su izuzete od primjene Direktive“ na temelju izračuna koji se odnose na prosječnu ili tipičnu zgradu. Smjernicama se preporučuje da se umjesto izuzetaka, odnosno „razreda zgrada koje su izuzete od primjene Direktive“ i koji se temelje na usporedbi s prosječnom ili tipičnom zgradom primijene **kriteriji za izuzetak cijelog razreda zgrada na temelju testiranja zgrade koja je primjer za testiranje** i koja u skupini zgrada ima najlošija svojstva, odnosno ima maksimalne energetske zahtjeve u toj skupini. Na primjer, ako se na nacionalnoj razini sve zgrade na određenoj lokaciji „X“ izuzmu iz obveze uvođenja opreme za individualiziranu potrošnju energije za grijanje, zgrada za testiranje bi trebala biti zgrada u najhladnijem dijelu lokacije „X“. Izabrana zgrada za testiranje trebala bi biti jednako velika, slabo izolirana, s neučinkovitim sustavom grijanja i koja koristi najskuplje gorivo u odnosu na sve druge zgrade koje se nalaze na toj lokaciji. Takva zgrada s najlošijim energetskim svojstvima ima i najveći potencijal ušteda energije. U slučaju ako procjena mjerenja potrošnje energije za grijanje te test-zgrade rezultira negativnim rezultatom, onda je to opravdan razlog da se cijeli razred zgrada izuzme od obveze uvođenja opreme za individualiziranu potrošnju energije za grijanje. Oslobođenje uvođenja takve opreme na području cijele lokacije „X“ treba se prijaviti Europskoj komisiji, zajedno s dokumentiranom ocjenom ispitnog slučaja, kako bi se pružio odgovarajući dokaz da mali broj zgrada ili niti jedna zgrada na lokaciji „X“ nema bolje mogućnosti za dobivanje pozitivne ocjene održivosti u odnosu na zgradu koja je korištena kao primjer za testiranje.

Smjernice ukazuju na potrebu da se vlasniku zgrade može dopustiti **podnošenje žalbe** na uključivanje zgrade u „razred zgrada u kojima je primjena tehnički izvodiva i ekonomski opravdana“, ali žalba treba biti potkrijepljena dokazima o negativnom rezultatu procjene konkretne zgrade. Kada se konkretna zgrada raspoređuje u „razred zgrada u kojima je primjena tehnički izvodiva i ekonomski opravdana“ ili u „razred zgrada koje su izuzete od primjene Direktive“, to mora biti učinjeno na način da svaki stanar ili korisnik zgrade može jednostavno, pouzdano i bez troškova ili uz minimalni trošak odrediti je li zgrada raspoređena u odgovarajući razred.

Nakon razvrstavanja zgrada u „razred zgrada u kojima je primjena tehnički izvodiva i ekonomski opravdana“ i u „razred zgrada koje su izuzete od primjene Direktive“ preostaju zgrade u „razredu zgrada s otvorenom mogućnošću primjene Direktive“, a za koje treba ispitati tehničku izvedivost i financijsku isplativost ugradnje mjerno-regulacijske opreme potrebne za individualiziranje potrošnje. Smjernicama je preporučeno da se taj razred zgrada procjenjuje na temelju **konkurentnih troškova i za određeno vrijeme**, što treba biti usklađeno s rokovima u Direktivi kako bi se izbjeglo odgađanje utjecaja same Direktive. Procjena uvođenja mjera energetske učinkovitosti za zgrade koje su izuzete od primjene Direktive trebala bi se ponoviti u prihvatljivim vremenskim razmacima (svakih 4-5 godina) jer bi se parametri koji utječu na ocjenu financijske isplativosti uvođenja mjera iz Direktive o energetske učinkovitosti u tom razdoblju mogli promijeniti zbog promjene mnogobrojnih čimbenika kao što su: smanjenje određenih troškova opreme, rast cijene energije ili provođenje građevinskih radova i drugih mjera unapređenja energetske učinkovitosti koje mogu rezultirati promjenama energetske potreba, a što u krajnjem slučaju može rezultirati i smanjivanjem potrošnje energije, a time i ocjene isplativosti uvođenja razdjelnika.

Smjernicama se preporučuje uvođenje specifične usluge – potpunih, redovitih i ažurnih informacija o potrošnji više puta godišnje.

3.1.2 Procjena provedenih mjera u zgradama

Smjernicama se uspostavlja **metodologija za procjenu**, kojom se utvrđuje jesu li odgovarajuće mjere, prvenstveno raspodjela troškova za energiju na temelju individualiziranog mjerenja i naplata koja se temelji na informacijama o potrošnji, tehnički izvedive i ekonomski isplative za konkretnu zgradu. Metoda koja se za to koristi je neto sadašnja vrijednost kako bi se izvršile prilagodbe tijekom vremena. Pozitivan rezultat, odnosno troškovna učinkovitost i ekonomska isplativost, rezultat je u slučaju kada neto sadašnja vrijednost jednokratnih i godišnjih operativnih troškova nije viša od neto sadašnje vrijednosti godišnjih koristi.

Kako bi se izbjegle sve moguće komplicirane situacije, u **obračun se uzimaju samo koristi i troškovi koji proizlaze izravno iz poduzetih zahvata na samim zgradama**, dok se dodatne izravne uštede i ostale neizravne koristi ne uzimaju u obzir.

Ugradnja razdjelnika topline nije moguća u nekim zgradama bez manjih ili većih građevinskih zahvata u zgradi, od preseljenja radijatora do mijenjanja cijelog sustava grijanja. Stoga je **tehnička izvedivost** ugradnje razdjelnika važna jer postoje zgrade kod kojih uvođenje razdjelnika nije tehnički moguće. Zgrade koje koriste topli zrak ili paru za transport toplinske energije mogu se proglasiti izuzetkom i mogu se svrstati u „razred zgrada koje su izuzete od primjene Direktive“.

Smjernice ukazuju na potrebu osiguranja **minimalne razine kontrole temperature** i/ili provjetravanja u cilju osiguranja promjena u ponašanju kako bi se omogućile uštede u potrošnji energije za grijanje. Ako takva minimalna razina kontrole temperature ne postoji onda će ugradnja mjerno-regulacijske opreme potrebne za individualiziranje potrošnje energije za toplinu ili uvođenje redovitih informacija o potrošnji energije rezultirati manjim uštedama.

Kod procjene provedenih mjera energetske učinkovitosti u zgradama, u **izračun koristi** u višestambenim zgradama uzimaju se u obzir odvojeno dvije dimenzije ponašanja, VE - promjena u korištenju opreme za ventilaciju (prozora i slično), te TE - promjene u temperaturi ili postavki brzine protoka. Izračun zahtijeva podatke o **temperaturi po danima** u sezoni grijanja, broj dana u sezoni grijanje ili hlađenje i **cijenu raznih goriva** koja se koriste za isporuku toplinske energije. Ostale vrijednosti, kao što su toplinski kapacitet zraka i vode, te vrijednosti iz skupa osnovnih podataka - učinak ventilacije i učinak temperature zgrade - su nepromjenljivi, pa se ne zahtijeva njihov unos.

Podaci potrebni za izgradnju uključuju učinkovitost sustava za isporuku toplinske energije i stopu toplinskih gubitaka zgrade, čija se vrijednost može izračunati pomoću koeficijenta prijelaza topline za izgradnju. Koeficijent prijenosa topline poznat je za zgrade u W/m^2 . K je stopa po kojoj četvorni metar građevinskog elementa - prozor, zid, vrata itd. - provodi toplinu. U takvim slučajevima potrebna je površina ovojnice zgrade prije nego što je moguće izračunati stopu toplinskog gubitka zgrade kao cjeline, TL.

Izazovi tehničkoj izvedivosti ugradnje bilo koje vrste mjerno-regulacijske opreme potrebne za individualiziranje potrošnje energije u višestambenim zgradama odnose se na povećane troškove ili uklanjanje koristi štednje energije u procjeni isplativosti ugradnje takve opreme. Sve to zajedno naziva se **procjenom na temelju izmijenjenih kriterija**.

Za ugradnju bilo koje vrste mjerno-regulacijske opreme potrebne za individualiziranje potrošnje energije u višestambenim zgradama preporučuje se **diskontna stopa od 4 posto i obračunsko razdoblje od 10 godina**.

Preporuke Smjernica odnose se i na sljedeće:

Prihvaća se da su pozitivni rezultati primjene procedure procjene provedenih mjera u zgradama ispod kompetitivnih troškova („PBA“), što odgovara tvrdnji da je primjena mjera iz Direktive o energetske učinkovitosti tehnički izvediva i financijski opravdana.

Procjena je prihvatljiva ako neto sadašnja vrijednost jednokratnih i godišnjih troškova primjene mjera iz Direktive („PVC“) nije viša od neto sadašnje vrijednosti godišnjih koristi koje se ostvaruju primjenom mjera („PVB“), odnosno $PBA = PVC \leq PVB$.

Godišnje koristi od primjene mjera iz Direktive trebale bi biti zbroj godišnjih koristi za svaku komponentu mjera iz Direktive.

Godišnje koristi u lokalnoj valuti (AB) za grijanje i hlađenje, koje se uzimaju u obzir u procjeni, su uštede u troškovima kupovine goriva:

$$AB = FP(FT) * (AV + AT) / SE,$$

a za toplu vodu uštede u troškovima kupovine hladne vode:

$$AB = FP(FT) * HC * (UE1 + NU * UE2) / SE + WP * (UE1 + NU * UE2),$$

gdje je

- AV je godišnja ušteda energije za provjetravanje $AV = VE * 24 * DD * AC$ u kWh/a.
- VE je učinak provjetravanja, promjena zraka po satu.
- DD je očekivani broj dana godišnje određene temperature na lokaciji konkretne zgrade u Kelvin-danima po godini.
- AC je kapacitet topline zraka u zgradi, danog volumenom zgrade i kapacitetom topline zraka u $kWh/m^3/K$.
- AT je godišnja ušteda energije $AT = TE * TL * PD$ kWh/a.
- TE je temperaturni učinak mjere iz Direktive u Kelvinima.
- TL je stopa termalnog gubitka zgrade u kWh u Kelvinima i danu.
- PD (proizvodni dani) je broj dana u kojima se koristi sustav grijanja i hlađenja na lokaciji zgrade.
- SE je efikasnost sustava opskrbe toplinskom energijom (kW) za potrošnju goriva vrste FT, u postotku.
- FP(FT) je cijena goriva vrste FT koji se koristi za isporuku toplinske energije.
- NU je broj korisnika tople vode u zgradi.
- HC je prosječni iznos toplinske energije za vruću vodu pri 52 stupnja Celzijusa uspoređujući ga s hladnom vodom pri godišnjoj prosječnoj temperaturi u kWh po kubičnom metru.
- UE1, UE2 je učinak uštede vruće vode za zgradu koji se mjeri u kubičnim metrima po godini i po zgradi i po svakoj osobi.
- Ukupan učinak u kubičnim metrima po godini: $UE1 + NU * UE2$.
- WP je cijena hladne vode po kubičnom metru.

Vrijednosti učinaka uštede za provjetravanje, određivanja temperature i upotrebe vruće vode (VE, TE i UE1/UE2) su vrijednosti koje se dobiju na temelju stvarnih podataka za poduzete mjere iz Direktive te se mogu modificirati ako je potrebno.

3.1.3 Konkurentni i referentni troškovi

Referentni troškovi se koriste za procjenu pojedinačnih objekata i za procjenu zgrada koje ulaze u „razred zgrada koje su izuzete od primjene Direktive“. **Konkurentni troškovi** mogu se primijeniti za procjenu pojedinih zgrada u „razredu zgrada s mogućnošću primjene Direktive“.

Smjernice definiraju da je potrebno uzeti u obzir konkurentne cijene, odnosno treba primijeniti odgovarajuću razinu cijena pri određivanju troškova primjene mjera iz Direktive o energetske učinkovitosti.

Referentni troškovi se koriste za definiranje „razreda zgrada koje su izuzete od primjene Direktive“. Oni se ne bi smjeli temeljiti na "financijski konzervativnoj" procjeni, već bi se trebali odnositi na "konzervativne uštede". To drugim riječima znači da se ne bi smjelo isključiti pretjerani broj zgrada od primjene zahtjeva Direktive. Prema tome, referentni troškovi trebaju biti niži od konkurentnih troškova.

U slučaju svrstavanja zgrada u „razred zgrada s mogućnošću primjene Direktive“ traži se da se sve procjene temelje na konkurentnim troškovima. Referentni troškovi se koriste za informiranje vlasnika zgrada jesu li mjere koje traži Direktiva blizu financijske isplativosti ili nisu. Također, referentni troškovi moraju biti manji od konkurentnih troškova, jer će u protivnom postojati neke zgrade koje će se izuzeti od provedbe mjera koje traži Direktiva.

Važno je identificirati troškove koje treba obuhvatiti izračunom, a kako bi se izbjeglo uključivanje nepotrebnih troškova u obračun isplativosti. Troškovi koje treba uzeti u obzir obuhvaćaju troškove dobivanja informacija o potrošnji energije i raspodjeli potrošnje po individualnim subjektima, te početne troškove kupnje i ugradnje potrebne opreme. Za opremu za koju se može očekivati značajno duže trajanje od odabranog obračunskog razdoblja, uz vrlo niske očekivane troškove zamjene ili većih popravaka, uzima se u obzir samo udio jednokratnih troškova, što odgovara udjelu trajanja u obračunskom razdoblju.

U referentne troškove ne treba uključivati nepotrebno dvostruko zbrajanje troškova ako se energija troši za dvije namjene, npr. za grijanje i za toplu vodu. Potrebno je raspodijeliti troškove kako bi se brojali samo jednom za svaku mjeru primjene Direktive. Isto tako, ako se koristi ista oprema za mjerenje više od jedne uporabe, npr. za grijanje i za toplu vodu, potrebno je cijenu nabave i ugradnje te opreme uključiti samo jednom.

Dopušteni troškovi za primjenu mjera iz Direktive o energetske učinkovitosti su navedeni u tablici 10.

Tablica 10: Dopušteni troškovi

Razina usluga	Toplinska energija / uređaj	Kapitalni troškovi	Tekući troškovi (opex) za
Informacije o potrošnji + Distribucija troškova na temelju potrošnje	grijanje uz korištenje razdjelnika topline	postavljanje, jedan razdjelnik topline po radijatoru*	informacije o potrošnji i usluga raspodjele***
	grijanje ili hlađenje uz korištenje mjerača topline	postavljanje, jedno mjerilo topline po zgradi**	informacije o potrošnji i usluga raspodjele
	korištenje vruće vode uz postojanje vodomjera	postavljanje, mjerilo vruće vode po zgradi**	informacije o potrošnji i usluga raspodjele
Podjela troškova na temelju potrošnje	korištenje vruće vode uz postojanje vodomjera	mjerilo vruće vode po zgradi**	usluga raspodjele
	grijanje uz korištenje razdjelnika topline	jedan razdjelnik topline po radijatoru*	usluga raspodjele
	grijanje ili hlađenje uz korištenje mjerača topline	jedno mjerilo topline po zgradi**	usluga raspodjele

Napomene:

* Troškovi uključuju cijenu kupovine i instalacije te su ograničeni na one koji su neophodni da se grijanje ili drugi toplinski energetski sustav postavi i održava na odgovarajući način (npr. sustav grijanja treba biti na pravi način hidraulički izbalansiran kako bi omogućio da vanjski stanovi imaju odgovarajuću toplinu pri minimalnoj temperaturi).

** Za referentne troškove, dozvoljeni su troškovi za dva takva mjerača kada više cijevi isporučuje toplinsku energije do stambene jedinice ili njihova lokacija nije poznata.

*** "Usluga raspodjele": troškovi se raspodjeljuju prema potrošnji energije i zahtjeva se promptni i potpun odgovor na sve upite od krajnjih kupaca o točnosti fakturiranog iznosa. "Informacije": informacije o potrošnji.

Izvor: Direktiva o energetske učinkovitosti 2012/27/EU.

U praksi se može dogoditi da u regiji ili na nekom području značajno variraju kompetitivni troškovi. Zato regionalna tablica referentnih troškova mora biti sastavljena na temelju podataka za zgrade različitih veličina koje trebaju biti reprezentativne s obzirom na varijaciju među troškovima izgradnje i godišnjim troškovima održavanja tih zgrada kako bi se ti troškovi mogli procijeniti za bilo koju drugu zgradu bilo koje veličine. Troškovi procijenjeni na taj način trebaju biti umanjeni za 5 posto kako bismo bili sigurni da su ispod razine kompetitivnih cijena za sve zgrade.

Preporuke u vezi kompetitivnih i referentnih troškova odnose se i na potrebu da godišnji iznosi ostanu nepromijenjeni 10 godina. Također je važno osigurati jednokratni i godišnji iznos za svaku komponentu i za bilo koju kombinaciju komponenti koja može biti ponuđena uz nižu neto sadašnju vrijednost troškova od zbroja istih iznosa za sastavne dijelove.

Smjernice ukazuju na potrebu da svi dionici trebaju identificirati najkonkurentnije dobavljače osiguravajući da krajnji kupci dobiju pristup svim neophodnim podacima za procjenu provedenih mjera u zgradama.

Smjericama se preporučuje da se u stambenim jedinicama gdje nisu instalirani radijatorski ventili omogući uključivanje trećine dodatnog troška instalacije ventila na radijatorima kao dodatna pogodnost za energetske uštede.

3.1.4 Mjere

Mjere za provedbu Direktive o energetske učinkovitosti usmjerene su prema dvjema razinama usluga:

1. **raspodjeli troškova energije na temelju potrošnje**, te
2. **osiguranju ažurnih informacija o potrošnji**.

Objekti razine usluga se odnose na tri vrste korištenja toplinske energije:

1. za grijanje prostora,
2. hlađenje prostora i
3. za toplu vodu.

3.1.5 Podaci o uštedama

U mnogim studijama i projektima analizirana je raspodjela troškova energije na temelju potrošnje i osiguranje ažurnih informacija o potrošnji toplinske energije. U tim istraživanjima je uočeno da do **ušteda u potrošnji energije dolazi zbog promjene u ponašanju korisnika** pojedinih stambenih jedinica. Iako učinak promjena u ponašanju može varirati ovisno o konkretnim okolnostima, važno je imati dobru bazu podataka kako bi se mogle pratiti uštede u potrošnji energije.

U istraživanjima je dokazano da mjere za provedbu Direktive o energetske učinkovitosti dovode do ušteda u starijim zgradama i to u područjima zapadne i srednje Europe od 20 posto za potrošnju energije na bazi raspodjele troškova, dodatnih 3 posto za osiguranje osnovnih ažurnih informacija o potrošnji energije te još 3 posto za osiguranje većeg i detaljnijeg broja informacija o potrošnji energije.

Uštede energije postižu se promjenom ponašanja korisnika koje su uzrokovane uvođenjem raspodjele troškova na bazi potrošnje energije. Uštede se mogu ukratko sažeti u sljedećem: prosječno smanjenje (povećanje) sobne temperature tijekom godine za 1,1 Kelvina za grijanje (hlađenje) i stopa izmjena zraka je smanjena za 0,25 po satu.

Model za istraživanje i opis učinaka uštede u potrošnji energije temelji se na istraživanju i modelima koje je razvio Oschatz 2004. godine²⁴ u analizi potencijala za uštedu energije u nisko energetskim zgradama. Njegova je analiza pokazala prosječne uštede od 20,2 posto nakon uvođenja sustava raspodjele troškova na temelju potrošnje energije. Oschatz je izračunao kolike su nužne promjene u dvije dimenzije, smanjenje temperature i smanjenje protoka zraka, a kako bi se postigla 20,2 postotna ušteda u potrošnji energije u višestambenim zgradama. Slijedom tih istraživanja, u Njemačkoj je korišten upravo taj pristup kod procjene održivosti uvođenja mjera za provedbu Direktive o energetske učinkovitosti.

²⁴ Oschatz, B., 2004, *Heizkostenerfassung im Niedrigenergiehaus. BBSR Heft 118.*

Togebly i Zvingilaite²⁵ su 2015. proveli meta-analizu 40 završenih studija uštede energije i zaključili da potrošači u višestambenim zgradama na temelju modernog sustava informiranja i detaljnijeg broja informacija o potrošnji energije očekivane uštede od 3 posto još dodatno udvostručavaju.

Smjernicama se preporučuje da se sve dok se ne unaprijedi baza podataka o uštedama za procjenu provedenih mjera u zgradama koriste učinci prosječnih ušteda temeljem mjera provedbe Direktive i to:

- Za uvođenje raspodjele troškova za grijanje i hlađenje temeljem potrošnje, učinak temperature (TE) 1,1 Kelvina i učinak provjetravanja (VE) 0,25 po satu.
- Za uvođenje raspodjele troškova za toplu vodu temeljem potrošnje, učinak tople vode 3,4 kubičnih metara godišnje i po stanu (UE1) i dodatnih 1,9 kubičnih metara godišnje po osobi (UE2).
- Za uvođenje osnovnih informacija o potrošnji u zgradi, koje se već pružaju zajedno s raspodjelom troškova koji se temelje na potrošnji, učinak temperature (TE) $1,1 * 3\% / 20\%$ Kelvina i učinak provjetravanja (VE) $0,25 * 3\% / 20\%$ po satu za grijanje i hlađenje i učinak tople vode 0,5 kubičnih metara godišnje po stanu (UE1) i dodatnih 0,27 kubičnih metara godišnje po osobi (UE2).
- Za uvođenje detaljnijih informacija o potrošnji u zgradi uključiti iste parametre kao i u prethodnom navodu.

Smjernicama se traži da se za procjenu provedenih mjera u zgradama učinci temperature, provjetravanja ili učinak tople vode provedenih mjera iz Direktive o energetske učinkovitosti računaju kao zbroj istih učinaka za svaku od gore navedenih komponenti uključenih u mjerenje.

3.1.6 Potpora i praćenje provedbe Direktive o energetske učinkovitosti

Procjena isplativosti provedbe mjera iz Direktive o energetske učinkovitosti u određenoj zgradi je ključna u razmatranju mogućnosti uključivanja zgrada iz „razreda zgrada s mogućnošću primjene Direktive“ i „razreda zgrada koje su izuzete od primjene Direktive“. Pri tome od velike pomoći mogu biti različite on-line usluge ili gotovi alati u obliku tablica koji mogu pomoći u procjeni provedenih mjera u zgradama. Neke zemlje, npr. Velika Britanija, su imale razrađene takve alate koji se najčešće nazivaju „pomoć u izračunu“ za računanje referentnih i kompetitivnih troškova. Takav alat se često koristi za **funkcije izračuna i praćenja troškova**. On-line praćenje podataka o troškovima je važno jer se može detektirati slučaj kada su referentni troškovi viši od kompetitivnih te ih se treba korigirati.

3.1.7 Pravila raspodjele troškova za toplinsku energiju

Pravila raspodjele troškova za toplinsku energiju temelje se na razlici između fiksnih i varijabilnih troškova pružanja usluge grijanja, a sama raspodjela se temelji na prijelazu s fiksnog načina raspodjele troškova, koji se temelje na udjelu kvadrature površine stambene jedinice koja troši energiju za grijanje u ukupnoj kvadraturi zgrade i raspodjeli troškova energije za grijanje, koji se temelje na potrošnji. Pravila raspodjele troškova za toplinsku energiju uključuju i **kompenzacijske transfere** koji

²⁵ Vidjeti,

http://www.ea-energianalyse.dk/reports/1517_impact_of_feedback_about_energy_consumption.pdf

bi se mogli pojaviti kako bi se izbjeglo pogoršanje situacije nekim kućanstvima koji žive u stanovima na bočnim krajevima zgrade ili na gornjim etažama zgrade i koji su više izloženi vanjskim klimatskim uvjetima. Izvještaji iz država članica ukazuju da se izabrana pravila raspodjele troškova trebaju unaprijed jako dobro komunicirati sa svim uključenim dionicima prije njihove implementacije. Ona se ne bi smjela mijenjati bez veoma jasnog razloga jer će bilo kakva promjena uglavnom povećati račune barem jednom stanu u zgradi, a viši račun barem jednog stana je vjerojatan poticaj za nezadovoljstvo, odnosno otvara mogućnost pritužbi na cijeli sustav naplate.

Pravila raspodjele troškova za toplinsku energiju su različita među zemljama. U **Njemačkoj** se dopušta određena razina fleksibilnosti u distribuciji troškova u ovisnosti o veličini stana i razini potrošnje energije. Vlasnik stana može odlučiti u ugovoru o najmu stana o udjelu „ukupnih troškova za grijanje i za toplu vodu“ koji će biti raspodijeljeni u skladu sa stambenom površinom. Taj udio iznosi od 30 do 50 posto. Preostali udio potrošnje energije od 50 do 70 posto vlasnik stana plaća prema potrošnji. U **Danskoj** je slično. Minimalno 40 posto ukupnih troškova grijanja (uključeni su troškovi grijanje i tople vode) moraju biti raspoređeni prema pojedinim mjernim uređajima. U slučaju kada se radi isključivo o grijanju prostora, mora se rasporediti minimalno 60 posto sukladno podacima izmjerena mjeračima ili razdjelnicima topline. Danski pristup također određuje i faktor korekcije za kompenziranje transfera topline između stanova i zbog nejednake izloženosti vanjskim utjecajima (gubitak topline). Veličina radijatora, potrošnja u prethodnim godinama i vrijednosti iz usporedivih zgrada su primjeri koji se mogu koristiti kao faktori korekcije ako nije dostupan izvorni proračun gubitaka topline. U **Sloveniji** se također primjenjuju faktori korekcije na stanove, a 50 do 80 posto ukupnih troškova se raspoređuje na temelju izmjerene potrošnje, dok je ostatak raspoređen u odnosu na veličinu stana ili veličinu stambenog prostora. Slovenija je, kao i nekoliko drugih zemalja istočne Europe, uvela ograničenja na udio troškova raspoređenih na individualnu jedinicu. Granice su uvedene u slovensku regulativu kao odgovor na pritužbe za vrlo visoke troškove za neke stanove, te kao nastojanje da se postignu uštede na računima za grijanje. U 2016. godini pravila su izmijenjena i granice su promijenjene. Prema novim pravilima, maksimalna visina potrošnje pojedinog stana ograničena je na 300 posto prosječne potrošnje. Ova vrijednost uzima u obzir tipične tokove topline između stanova i izvedena je na temelju modeliranja slučaja gdje se svi stanovi zagrijavaju barem do administrativno određenog minimuma temperature. Postavljena je i minimalna razina od 40 posto prosječne potrošnje kako bi se uklonio bilo kakav poticaj za isključivanje grijanja u potpunosti, a taj minimum odražava procjenu minimalne razine potrošnje potrebne da bi cijela zgrada imala adekvatnu minimalnu temperaturu.

Za svaku zgradu, troškovi pružanja usluga grijanja, hlađenja prostora i pripreme tople vode obuhvaćaju **fiksne i varijabilne troškove**. Varijabilni troškovi obuhvaćaju prvenstveno troškove goriva, toplinske energije ili drugog oblika energije. Fiksni troškovi za grijanje prostora, hlađenje prostora i tople vode obuhvaćaju troškove koji su nastali i koji u značajnoj mjeri ovise o ponašanju korisnika stambenih jedinica i uvjetima tijekom zime i ljeta, a uključuju:

- troškove održavanja, koji uključuju i za sustave grijanja pročišćavanje dimnjaka, ispitivanje emisija i sl.
- fiksne cijene, koje se ponekad naplaćuje za pristup mreži, npr. za grijanje u lokalnom području,
- energija za prateću opremu, npr. za pumpe,
- troškove amortizacije opreme.

Kapitalni i operativni troškovi za uslugu raspodjele troškova energije na bazi potrošnje i pružanja informacija o potrošnji, također spadaju u fiksne troškove. Različiti sustavi grijanja su povezani s različitim omjerima fiksnih i varijabilnih troškova u ukupnim troškovima grijanja. Visoki omjeri fiksnih troškova su u slučaju gdje se centralno grijanje osigurava putem vode za toplinske pumpe što zahtijeva bušenje bunara za pristup podzemnoj vodi ili u slučaju kada centralno grijanje osigurava otpadna toplina iz elektrane i kada su visoki fiksni troškovi pristupu mreži.

Posebni slučajevi troškova koji nisu pod nadzorom krajnjih kupaca su **gubici toplinske energije** zbog slabo izoliranih cijevi i pružanje toplinske energije za zajedničke prostore i zajedničke sadržaje.

Razlikovanje fiksnih troškova opskrbe toplinske energije od ostalih troškova, koji osiguravaju odgovarajuće grijanje ili hlađenje u zgradama, nije jednostavno. **Način raspodjele** može se odrediti u nacionalnom zakonodavstvu ili može biti slobodno određen u ugovoru između vlasnika i korisnika stana. Izračun raspodjele troškova može biti na temelju jedinstvene stope po stambenoj jedinici ili prema iznosu koji ovisi o veličini stambene jedinice ili nekom drugom parametru koji je povezan sa stambenom jedinicom (npr. broj slavina, radijatora itd.) ili može ovisiti o potrošnji mjerenoj mjerilima toplinske energije, razdjelnicima topline ili drugim tehničkim sustavima.

Direktivom o energetske učinkovitosti jasno je propisano da se trebaju provoditi mjere kojima će se uštedjeti toplinska energija, a da su troškovi ugradnje i održavanja teret vlasnika stanova ili krajnjih korisnika. Načini raspodjele troškova mogu biti različiti (raspodjela troškova fiksna po jedinici, po površini, po potrošnji i drugo) i nije propisana Direktivom, ali zahtijeva da se naplata potrošnje energije temelji na pristupu raspodjele troškova koja mora sadržavati element koji je ovisan o individualiziranoj potrošnji (ovisno o uvjetima tehničke izvedivosti i ekonomske isplativosti).

3.2 Preporuke u vezi uključivanja troškova u procjeni financijske isplativosti ugradnje mjerno-regulacijske opreme

Europska je komisija pokrenula usklađeno djelovanje svih 28 zemalja članica na Direktivi o energetske učinkovitosti 2012/27/EU s ciljem podrške njenoj učinkovitoj provedbi. Svim se zemljama članicama pruža platforma za razmjenu informacija i za učenje na temelju dobrih i loših iskustava drugih zemalja članica u implementaciji Direktive. U *Sažetku izvještaja o troškovnoj učinkovitosti individualnog mjerenja i naplata*²⁶ iz travnja 2014. godine, na temu provođenja odredbe *Direktive o ugradnji opreme za individualno mjerenje potrošnje i naplata potrošene toplinske energije*, odnosno utvrđivanju parametra ekonomske isplativosti ugradnje te opreme ukazano je da postoje velike razlike među zemljama Europske unije. Također je ukazano da ne postoje jedinstvena rješenja za svih 28 zemalja, već svaka država članica mora svoj pristup prilagoditi vlastitim okolnostima.

²⁶ Vidjeti, <http://www.esd-ca.eu/content/download/4760/40111/version/16/file/WG3.3+Exec+Summary+FINAL.pdf>.

Na plenarnom sastanku u ožujku 2014. godine, usvojeni su zajednički kriteriji za utvrđivanje financijske isplativosti individualnog mjerenja potrošnje toplinske energije (tablica 11), te je dan zajednički okvir za procjenu financijske isplativosti.

Tablica 11: Kriteriji troškovne učinkovitosti individualnog mjerenja potrošnje toplinske energije

Opći kriteriji	Posebni kriteriji	
	Troškovi	Uštede
1. Elementi troškova za ocjenu ekonomske isplativosti	<p>I. Vrste troškova</p> <p>a. <i>Troškovi ugradnje</i> uključujući troškove mjerenja i naplate</p> <p>b. <i>Operativni troškovi</i> uključuju:</p> <ul style="list-style-type: none"> - troškove održavanja - troškove očitavanja i obrade - troškove naplate <p>c. <i>Troškovi mjerenja</i> tj. ostali troškovi koji nisu obuhvaćeni u operativnim troškovima, a odnose se na aktivnosti prema potrošačima da koriste podatke o izmjerenoj potrošnji kako bi štedjeli energiju</p> <p>d. <i>Troškovi kalibriranja</i></p> <p>II. Metode alokacije troškova</p> <p>a. <i>Alokacija troškova zajedničkoj jedinici</i></p> <p>b. <i>Potreba za kompenzacijom neefikasnih individualnih jedinica</i></p> <p>III. Definiranje ostalih relevantnih faktora u vezi troškova</p> <p>a. <i>Mogućnosti subvencija</i></p> <p>b. <i>Porezni režimi</i></p> <p>c. <i>Pravila deprecijacije</i></p>	<p>I. Vrste ušteda</p> <p>a. <i>Uštede na razini zgrade</i></p> <p>b. <i>Uštede na razini zajedničke jedinice</i></p> <p>c. <i>Uštede na razini individualne jedinice</i></p>
2. Analiza dionika	<p>IV. Relevantna pitanja za</p> <p>a. Vlasnike zgrada</p> <p>b. Operatore ili snabdjevače</p> <p>c. Krajnje korisnike</p>	
3. Specifična obilježja	<p>V. Relevantna pitanja u vezi troškova za</p> <p>a. Grijanje</p> <p>b. Hlađenje</p> <p>c. Toplu vodu</p>	
4. Situacije	<p>VI. Relevantna pitanja u vezi troškova za</p> <p>a. Zgrade s centralnim sustavom grijanja</p> <p>b. Višestambene zgrade ili višenamjenske zgrade s individualnim stambenim jedinicama</p>	

Izvor: Sažetak izvještaja o troškovnoj učinkovitosti individualnog mjerenja i naplata, <http://www.esd-ca.eu/content/download/4760/40111/version/16/file/WG3.3+Exec+Summary+FINAL.pdf>.

U većini država Europske unije do danas nisu provedena sveobuhvatna istraživanja o utjecaju socijalno-ekonomskih varijabli i promjene ponašanja stanovnika u višestambenim zgradama na smanjenje potrošnje energije za grijanje. U Hrvatskoj bi trebalo uskoro potaknuti takvo sveobuhvatno istraživanje, čiji bi se rezultati trebali uključiti u dosadašnje praćenje smanjenja potrošnje energije radi ugradnje mjerno-regulacijske opreme potrebne za individualiziranu potrošnju energije za toplinu. Buduća bi se istraživanja mogla usmjeriti i na praćenje razlika među različitim skupinama stanovnika u njihovoj osjetljivosti/sklonosti prema ekonomskim i ekološkim poticajima za raspodjelu troškova za potrošenu energiju za grijanje.

4 METODOLOŠKI OKVIR I IZVORI PODATAKA

Procjena isplativosti ugradnje razdjelnika topline temelji se na modelu izračuna neto sadašnje vrijednosti, kao razlike između ostvarenih ušteda u budućem razdoblju, te troškova ugradnje, a poglavlje prikazuje metodološki okvir i izvore podataka korištene u Studiji.

4.1 Regionalni obuhvat, definicija troškova i koristi i pokazatelji isplativosti

4.1.1 Regionalna dimenzija

Ocjena isplativosti u najvećoj mjeri ovisi o specifičnoj potrošnji energije u zgradama, te razlikama u regionalnoj distribuciji cijena, posebice varijabilnog dijela koji je izravno vezan uz potrošnju energije. Stoga se analiza radi odvojeno po gradovima, te se na kraju rezultati o isplativosti agregiraju u sintetičku ocjenu na razini ukupnog hrvatskog gospodarstva. Analiza troškova i koristi obuhvaća načelno sljedećih 11 gradova:

1. Grad Zagreb,
2. Velika Gorica,
3. Samobor,
4. Zaprešić,
5. Osijek,
6. Sisak,
7. Karlovac,
8. Rijeka,
9. Slavonski Brod,
10. Vukovar i
11. Vinkovci.

Međutim, prikupljeni podaci za određeni skup gradova nisu bili u formatu koji omogućuje analizu, te je izračun isplativosti proveden samo za gradove sa skupom podataka koji omogućava izračun ušteda (riječ je o gradovima od 1 do 8).

4.1.2 Troškovi

Troškovi ugradnje razdjelnika prema preporukama sažetka izvještaja o troškovnoj učinkovitosti mogu se grupirati kako je prikazano prethodnom tablicom 11.

Izvori podataka za sastavnice troškova i konkretni podaci za cijene pojedinih komponenti na hrvatskom tržištu prikazani su u dijelu izvora podataka. U pogledu troškova najznačajnija komponenta su troškovi ugradnje mjerno-regulacijske opreme koji se tretiraju kao investicijski trošak. Investicije obuhvaćaju izdatke svih vlasnika u nabavku opreme za mjerenje i termoregulirajućih ventila koji se mogu eksplicitno razvrstati na svaki stan, odnosno vlasnika stana koji takvu opremu ugrađuje. Sukladno metodologiji potrebno je u investicijski trošak uključiti dodatno i troškove

balansiranja/kalibriranja sustava, a koji su najčešće vezani uz samu zgradu i nisu izravno mjerljivi na razini svakog korisnika. Ipak takvi troškovi predstavljaju sastavni dio investicije na razini zgrade, te ih treba uključiti u izračun isplativosti ukoliko su zajedno s uvođenjem razdjelnika dodatno izvršeni takvi radovi. U konačnici, iako pojedinačni vlasnici stanova ne moraju izravno plaćati nabavku takve dodatne opreme za balansiranje, oni je plaćaju neizravno putem povećanja pričuve ili sudjelovanjem u otplati kredita za financiranje.

Sukladno projektnom zadatku, a vezano uz razradu tehničke opreme i postupaka koji se prilikom ugradnje mjerno-regulacijske opreme za individualno mjerenje potrošnje i naplate toplinske energije moraju obuhvatiti, Studija u analizi razmatra za svaku opciju po **2 scenarija troškova**:

- a) **Scenarij ugradnje minimalnog mjerno-regulacijskog seta opreme** propisanog direktivom Europske unije koji obuhvaća razdjelnik i termostatski ventil na svakom ogrjevnom tijelu / radijatoru; te
- b) **Scenarij ugradnje maksimalnog pogonsko-mjerno-regulacijskog seta opreme** koji osim minimalnog seta (razdjelnik i termostatski ventil na radijatorima), obuhvaća još pripremne radnje i ugradnju dodatne opreme u toplinskoj podstanici i vertikalama cijevnog razvoda koja će jamčiti stabilan i balansiran rad sustava na razini čitave zgrade.

Uvođenje scenarija ugradnje maksimalnog pogonsko-mjerno-regulacijskog seta opreme u analizu isplativosti temelji se na stavu stručnjaka o nužnosti optimizacije toplinskog sustava, a kako bi se uvođenjem razdjelnika postigli željeni učinci. Zakon o tržištu toplinske energije eksplicitno propisuje uvođenje razdjelnika ili uređaja za mjerenje potrošnje toplinske energije, te termostatskih ventila. No stručnjaci navode da krajnji kupci toplinske energije mogu ostvariti pravilan pogon, potpunu funkcionalnost sustava grijanja i svrhu razdjelnika samo ugradnjom maksimalnog seta opreme, pri čemu se ističe važnost balansiranja sustava. Tako HEP Toplinarstvo d.o.o. (2017) navodi da je osim razdjelnika i termostatskih radijatorskih setova koji se sastoje u termostatskih ventila i termostatskih glava, potrebno izvršiti i balansiranje unutarnjih instalacija grijanja te zamjena postojeće pumpe centralnog grijanja frekventno reguliranom pumpom. Ističe da je balansiranje sustava potrebno provesti „...s obzirom da se uz ugradnju razdjelnika najviše krajnjih kupaca odlučuje i na zamjenu postojećih radijatorskih ventila termostatskim, a što značajno utječe na promjenu prilika u instalaciji grijanja s obzirom na prijašnje stanje“. HERA (2017) i Energetski institut Hrvoje Požar (2016) također navode važnost balansiranja sustava grijanja ugradnjom balans ventila ili frekventno reguliranih pumpi, a koje imaju za cilj osiguravanje ispravnog funkcioniranja sustava, te sprječavanje mogućnosti pojave šumova u instalaciji centralnog grijanja unutar zgrade.

Balen (2016) upozorava da ugradnja razdjelnika na hidraulički neuravnoteženim sustavima grijanja može dovesti do pogoršanja u funkcioniranju sustava. Ističe da za ostvarivanje potpune funkcionalnosti sustava grijanja i ostvarivanje ušteda nužno primijeniti šest mjera:

- **Toplinska podstanica:**
 - o regulacija polazne temperature sustava grijanja sekundarnog kruga prema vanjskoj temperaturi,
 - o upotreba cirkulacijskih pumpi s elektronički reguliranom brzinom vrtnje, povezivanje s regulacijom toplinske podstanice;

- **Cijevni razvod:**
 - o automatski balansirajući ventili u cijevnom razvodu,
 - o automatsko hidrauličko balansiranje cijevnog razvoda;

- **Ogrjevna tijela:**
 - o termostatski radijatorski ventil,
 - o razdjelnici na radijatorima ili mjerila toplinske energije na ulazu u stanove.

Od tih šest mjera, samo su zadnje dvije mjere zakonski propisane u Hrvatskoj što, kako ističe Balen (2016), dovodi do neravnomjerne raspodjele topline, visoke temperature povratne vode, buke na radijatorskim termostatskim ventilima, drugih negativnih učinaka koje uzrokuju hidraulički neuravnoteženi sustavi, te do povećanja potrošnje energije za oko 30 posto. Balen i Cetinić (2013) navode da nepotrebna promjena temperature prostora za $\pm 1^{\circ}\text{C}$ dovodi do povećanja troškova energije za pogon sustava od oko 5 posto na godišnjoj razini. Ugradnja radijatorskih termoregulacijskih ventila i regulatora diferencijalnog tlaka u kompletu može donijeti uštedu do 30 posto u odnosu na prosječni sustav bez opreme za hidrauličko uravnoteženje.

Danfoss navodi da hidrauličko balansiranje instalacija osigurava pravilan protok i pravilnu razliku tlaka. Posljedice nebalansiranog sustava su: buka, niska iskorištenost, nepravilna regulacija temperature, produženo vrijeme pokretanja instalacije, te povećana potrošnja energije.

HEP Toplinarstvo d.o.o. (2017) navodi da se balansiranje sustava centralnog grijanja provodi:

- ugradnjom balansirajućih ventila na vertikale ili
- ugradnjom termostatskih ventila koji imaju dvojaku funkciju - u isto vrijeme reguliraju temperaturu prostorije i balansiranje sustava. Ova varijanta ima neka ograničenja s obzirom na robusnost sustava (maksimalni pad tlaka na termostatskom ventilu), te nije primjenjiva u svim slučajevima.

Nužnost balansiranja sustava grijanja ističe se i u Priručniku za energetska certificiranje zgrada (UNDP, 2010), koji navodi da je balansiranje protoka u mreži daljinskog grijanja, kao i balansiranje protoka u mreži kućne instalacije od velikog značaja za učinkovitost rada sustava grijanja. Također, navodi se da u oko 90 posto slučajeva protoci vode nisu usklađeni s projektnim vrijednostima zbog čega dolazi do prevelikih protoka na dijelovima mreže ili potrošačima bliže toplinskoj podstanici ili kotlovnici, dok će protok na udaljenijim ograncima biti premalen. To u praksi ima za posljedicu pregrijavanje prostorija koje se nalaze bliže kotlovnici ili toplinskoj podstanici, te nedovoljnu temperaturu prostora s radijatorima priključenim na krajnjim ograncima, a u sustavima daljinskog grijanja nedovoljan učinak cjelokupnih podstanica na krajnjim ograncima. U Priručniku se ističe da se taj problem često rješava povećanjem kapaciteta pumpe što uzrokuje povećanje priključne snage i potrošnje energije. Pravilan pristup za rješavanje ovog problema prema Priručniku je balansiranje mreže, pri čemu treba voditi računa o optimalnoj primjeni ventila za balansiranje, jer u protivnom rastu napor i potrebna snaga pumpe, te potrošnja energije (UNDP, 2010).

Osim troškova investicija scenariji obuhvaćaju i operativne troškove tijekom vijeka upotrebe, a koji se odnose na troškove očitavanja i održavanja opreme.

4.1.3 Koristi

Za razliku od standardne financijske analize određenog investicijskog poduhvata u kojima korist projekta predstavljaju budući prihodi od proizvodnje i prodaje, u slučaju projekta ugradnje razdjelnika koristi se sastoje od vrijednosti budućih ušteda u troškovima energije za vlasnike objekata, odnosno investitore. Ugradnja razdjelnika koji omogućuje da se korisniku/vlasniku pruži informacija o vlastitom utrošku energije, ali i naplata sukladno potrošenom iznosu energije, može rezultirati promjenom ponašanja korisnika/vlasnika na način da racionalnije koristi energiju. Sukladno metodološkom vodiču dobre prakse njemačke agencije „Empirica“, uštede vlasnika se mogu postići smanjivanjem temperature na kojoj se stan grije (tzv. učinak smanjenja temperature, TE) i smanjenjem negativnog učinka ventilacije prostora putem nepotrebnog otvaranja prozora (efekt ventilacije, VE).

Stvarne uštede koje će se postići na razini svakog stana/zgrade ovise o promjeni ponašanja stanara u pogledu gore navedene dvije varijable. Izvor podataka za procjenu utrošene energije po zgradama/stanovima su podaci o utrošenoj toplinskoj energiji koje je Ministarstvo zaštite okoliša i energetike prikupilo od toplinarskih tvrtki.

Unutar metodologije predviđeno je i variranje veličine uzorka višestambenih zgrada/stanova. Prvi uzorak zgrada/stanova za analizu ove Studije jest uzorak korišten u studiji Energetskog instituta Hrvoje Požar izrađenoj u lipnju 2016. godine za potrebe Ministarstva gospodarstva. Studijom Energetskog instituta Hrvoje Požar obuhvaćeni su podaci za 60-tak zgrada o potrošnji toplinske energije u sljedećih 6 sezona grijanja: 2010./2011., 2011./2012., 2012./2013., 2013./2014., 2014./2015. i 2015./2016. Radi bolje reprezentativnosti uzorak je za potrebe izrade ove analize isplativosti dodatno proširen, ali je korišten isti vremenski raspon, odnosno definicija sezona grijanja (5 mjeseci od studenog do ožujka sljedeće godine). Prije izračuna ušteda podaci su normirani korištenjem pokazatelja stupanj-dan-grijanja.

Zadatak je ove Studije da temeljem podataka iz proširenog uzorka, za promatranu zgradu zasebno za područje svakog grada i svih gradova ukupno, napravi proračun ukupnih ušteda odnosno smanjenja kumulativne potrošnje toplinske energije perioda nakon ugradnje razdjelnika s periodom prije ugradnje istih, a za ukupan vremenski period koji obuhvaća 7 sezona grijanja. Pritom su uštede izračunate primjenom dviju različitih metoda. **Prva metoda** podrazumijeva izračun za svaku zgradu i stan, ukupne potrošnje toplinske energije u sezonama grijanja prije i nakon ugradnje razdjelnika, ali temeljem podataka o potrošnji korigiranih za vremenske uvjete, odnosno normalizirane pokazateljem stupnja-dana-grijanja. **Druga metoda** je ekonometrijski pristup u kojem se temeljem ukupnog uzorka zgrada, procjenjuje učinak binarne varijable (uvedeni razdjelnik) na ukupnu potrošnju stana. Ova ekonometrijska metoda omogućuje i analizu učinaka temeljem promijenjenog uzorka i time ocjenu intervala procjene (vidjeti više u zasebnom poglavlju 6).

Sukladno opisu projektnog zadatka Studija ocjenjuje ekonomsku isplativost ugradnje razdjelnika u sljedećih 8 scenarija:

1. **Osnovni scenarij izračunat temeljem stvarnih podataka iz velikog uzorka zgrada;**
2. **Ekonometrijska ocjena ušteda temeljem podataka iz velikog uzorka zgrada (veljača 2017.);**
3. Teoretski pretpostavljena ušteda od 15 posto;
4. Teoretski pretpostavljena ušteda od 20 posto;

5. Teoretski pretpostavljena ušteda od 25 posto;
6. Teoretski pretpostavljena ušteda od 30 posto;
7. Ostvarena ušteda prema rezultatima studije Energetskog instituta Hrvoje Požar (2016) bez korekcije za stupanj-dan-grijanja;
8. Ostvarena ušteda prema rezultatima studije Energetskog instituta Hrvoje Požar (2016) s korekcijom za stupanj-dan-grijanja.

4.1.4 Pokazatelj isplativosti

Sukladno gore navedenim varijantnim rješenjima, teoretski bi rezultati trebali sadržavati sveukupno 176 različitih scenarija (11 gradova X 2 vrste troškova (s balansiranjem/bez balansiranja) X 8 scenarija ušteda). Međutim, određene scenarije sukladno prikupljenim podacima toplinarskih tvrtki nije bilo moguće provesti (primjerice premali uzorak zgrada u pojedinim gradovima za ekonometrijsko modeliranje ili nepotpuni podaci za sezone prije uvođenja razdjelnika), te je ostvareni skup izračuna nešto manji od ukupnog teoretskog okvira. Za svaki od različitih scenarija isplativost je ocijenjena temeljem sljedeća dva pokazatelja:

- a) **Neto sadašnja vrijednost** kao sintetički pokazatelj ekonomske isplativosti za zadani obračunski period, odnosno vijek trajanja tehničke opreme koji je od strane Europske unije procijenjen na 10 godina, uz primjenu diskontne stope od 4 posto, te
- b) **Vremenski period** izražen u godinama, s protekom kojeg bi se troškovna strana investicije izjednačila sa koristima investicije.

Sukladno projektnom zadatku prilikom izrade projekta u izračunu varijantnih pokazatelja korišteni su sljedeći dokumenti na koje se Studija u pojedinim dijelovima poziva radi mogućnosti detaljnijeg uvida od strane zainteresiranog čitatelja:

1. Studija Energetskog instituta Hrvoje Požar „Analiza implementacije Direktive o energetske učinkovitosti u dijelu mjerenja u sustavima daljinskog grijanja“
2. Izvještaj „Cost effectiveness of individual metering/billing“ konzorcija Concerted-Action-Energy-efficiency-directive iz travnja 2014.
3. Vodič dobre prakse njemačke agencije „Empirica“
4. Normativ zgradarskih energetskih kalkulacija EN:15459.

4.1.5 Metodologija izračuna neto sadašnje vrijednosti

Vlasnici nekretnina u odluci o investiranju u razdjelnike primarno vode računa o financijskoj isplativosti investicije, odnosno o potrebnom iznosu ulaganja i očekivanoj budućoj koristi, odnosno uštedama na troškovima toplinske energije nakon uvođenja razdjelnika. U slučaju zakonski propisane obaveze uvođenja razdjelnika, tek se uvjetno može govoriti o odluci investitora temeljem ocjene isplativosti investicije za vlasnika stana budući da nepridržavanje norme predviđa i visoke sankcije. Ukoliko bi se analiza provodila imajući u vidu da neugradnja razdjelnika sigurno rezultira visokim kaznama predviđenim zakonskim propisima, tada bi ona rezultirala ishodom da je investicija opravdana, budući da su troškovi ugradnje u prosječnom stanu niži od predviđenih troškova (uključujući zakonski propisane kazne).

Prema hrvatskim propisima gotovo svi su troškovi i rizici vezani uz isplativost investicije uvođenja razdjelnika prebačeni na vlasnika, odnosno korisnika koji je obavezan takvu investiciju poduzeti. Potencijalna financijska neisplativost može utjecati na percepciju takve mjere kao nepravedne i izazvati nezadovoljstvo, usprkos mogućem pozitivnom društvenom doprinosu mjere na zaštitu okoliša i smanjenje energetske ovisnosti.

Obveznici uvođenja razdjelnika vlasnici su stanova koji su u većini slučajeva fizičke osobe, a koje nisu uključene u sustav poreza na dodanu vrijednost. Stoga su svi iznosi troškova i koristi korišteni u obračunu iskazani na način da uključuju PDV. Naime, u slučaju kad bi tržište iznajmljivanja stanova u Hrvatskoj imalo obilježja da su pravne osobe vlasnici većeg broja nekretnina koje iznajmljuju na tržištu, tada bi bilo metodološki ispravno koristiti troškove i koristi u iznosu koji ne obuhvaća PDV budući da bi poduzetnici uključeni u sustav PDV-a imali mogućnost odbitka PDV-a na troškove, ali i uplatu razlike naplaćenog i odbitnog PDV-a u proračun. Međutim, u Hrvatskoj više od 90 posto vlasnika stanova živi u vlastitom prostoru, a i u slučaju iznajmljivanja, uglavnom je riječ o manjem broju stanova i razini primitaka od iznajmljivanja koji su ispod praga za uključivanje u sustav PDV-a.

Direktiva o energetske učinkovitosti izvorno ne specificira točnu metodologiju temeljem koje se izračunava isplativost investicije. U Guidance note on Directive 2012/27/EU on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EC, and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC navodi se da zemlja članica u ocjeni troškovne učinkovitosti razdjelnika može koristiti primjerice metodologiju definiranu standardom EN 15459. Međutim, taj standard je prije namijenjen analizi učinkovitosti cijelih sustava, a manje u odnosu na analizu samo jedne sastavnice kao što je riječ u slučaju uvođenja razdjelnika. Europska komisija financirala je i izradu Smjernica dobre prakse (Robinson i Vogt, 2016) koje je posebno prilagođene upravo analizi isplativosti uvođenja razdjelnika i usmjerene na standardizaciju prakse. Međutim, takva analiza bi zahtijevala dostupnost određenih tehničkih informacija na razini svake godine, poput kapaciteta topline zraka u zgradi, danog volumenom zgrade i kapacitetom topline zraka u kWh/m³/K, termalnih gubitaka i slično, a što nije dostupno iz raspoložive podatkovne osnove i izvan je obuhvata ovog projektnog zadatka. Definicije pojedinih kategorija investicijskih i operativnih troškova ne razlikuju se prema standardu EN 15459 i smjernicama, a oba standarda u ocjeni potrošnje/ušteda zahtijevaju primjenu određenih tehničkih elemenata. Prema standardu EN 15459 diskontna stopa ovisi o realnoj kamatnoj stopi i razdoblju na koje se odnose određeni troškovi, tako je u godini T_{o+p} diskontna stopa jednaka:

$$R_d(p) = \left(\frac{1}{1 + R_R / 100} \right)^p$$

Faktor izračuna sadašnje vrijednosti ovisi o realnoj kamatnoj stopi i razdoblju n :

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - (1 + R_R)^{-n}}{R_R}$$

Globalni troškovi jednaki su vrijednosti investicije (C_I) i diskontiranih troškova po godinama ($C_{a(i)}$) u vijeku trajanja (T), te umanjeni za ostatak vrijednosti investicije u razdoblju T (V_T).

$$C_G(\tau) = C_I + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \cdot R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right]$$

U navedenoj formuli simboli su sljedeći:

- $C_G(\tau)$ su globalni troškovi investicije;
- r je obračunsko razdoblje;
- C_I su početni troškovi investicije;
- $C_{a,i}(j)$ su godišnji troškovi komponente j u i -toj godini;
- $V_{f,r}(j)$ je ostatak vrijednosti komponente j nakon isteka obračunskog razdoblja r .

Koristi od uvođenja razdjelnika za investitora se sastoji od smanjenja izdataka za toplinsku energiju u budućem razdoblju, a koje je sukladno gore navedenoj formuli potrebno svesti na neto sadašnju vrijednost. Previđeni vijek trajanja mjerne opreme je prema normi 15459 određen na 10 godina, tako da nema ostatka vrijednosti investicije po isteku razdoblja (V_T).

U skladu s pristupom primijenjenim u većini dosadašnjih studija isplativosti (primjerice Boverket, 2015: Building Research Establishment, 2012), ocjena financijske isplativosti investicija u uvođenje razdjelnika temelji se na primjeni standardne formule za izračun neto sadašnje vrijednosti, a koja je zapravo istovrsna pristupu u normi EN15459, odnosno sadašnja vrijednost pojedinih troškova se izračunava primjenom odgovarajućeg faktora diskontiranja:

$$NPV_{i,N} = \sum_{t=0}^N \frac{R_t}{(1+i)^t} = R_0 + \sum_{t=1}^N \frac{R_t}{(1+i)^t}$$

U uobičajenoj analizi neto sadašnje vrijednosti koriste se sljedeće standardne oznake:

- R_0 je vrijednost investicije u početnoj godini (C_I u terminima norme EN 15459), odnosno razdoblju u kojem se provodi projekt ugradnje razdjelnika;
- R_t su godišnje vrijednosti ušteta na troškovima energije umanjene za operativne troškove (u konkretnom slučaju riječ je o uštedama umanjanim za troškove očitavanja i održavanja opreme);
- N je očekivani životni vijek investicije (10 godina u konkretnom slučaju, r u terminima norme EN 15459);
- i je diskontni faktor za svodenje svih vrijednosti na koncept neto sadašnje vrijednosti (4% u konkretnom slučaju, $R_d(p)$ u terminima norme EN 15459).

U izračunu neto sadašnje vrijednosti ulaganja u energetska obnova zgrada koriste se dodatne pretpostavke o očekivanom životnom vijeku mjera energetske obnove, diskontnom faktoru za svodenje na neto sadašnju vrijednost i kretanju cijena energije koja utječe na očekivane buduće uštede. Očekivani životni vijek razdjelnika je određen na 10 godina što je u skladu s rokom navedenim u posljednjim Smjernicama (Robinson i Vogt, 2016).

Primijenjen je godišnji diskontni faktor od 4 posto, što je također preporuka Europske komisije za provođenje analize troškova i koristi, ali i egzaktno navedeni parametar u najnovijim Smjernicama (Robinson i Vogt, 2016). Relativno više cijene kredita u Hrvatskoj u odnosu na druge zemlje Europske unije opravdavaju bi primjenu više realne diskontne stope, no odstupanje od preporučene vrijednosti zemlja članica mora detaljno obrazložiti postojećim makroekonomskim uvjetima, te je konzistentno primjenjivati u svim ocjenama isplativosti investicijskih projekata slične kategorije. Hrvatska nije službeno donijela referentnu diskontnu stopu, te se zbog usporedivosti s ostalim analizama i u ovoj Studiji primjenjuje standardni diskontni faktor.

U analizi osnovnog scenarija, primijenjena je pretpostavka o nepromijenjenim relativnim cijenama energije u cijelom analiziranom razdoblju (stalne cijene 2016. godine). Očekivanja o kretanju budućih kretanja cijena energenata se razlikuju ovisno o instituciji koja izrađuje projekcije, te razdoblju u kojem je provedena analiza. Sve do nedavno većina institucija je predviđala kontinuirani rast cijena energenata u dugom roku. Međutim, u posljednjem razdoblju došlo je do značajnog pada cijena energetskih proizvoda na svjetskom tržištu, te su smanjene i određene cijene energije u Hrvatskoj. Ipak projekcija prema osnovnom scenariju se temelji na zadržavanju stalnih relativnih cijena energije iz 2016. godine budući da je teško precizno ocijeniti dinamiku kretanja cijena po godinama tijekom životnog vijeka projekta.

Osim osnovnog scenarija, za najveće gradove napravljena je i dodatna analiza osjetljivosti rezultata na promjenu ključnih parametara. Tako su napravljena dva scenarija s analizom osjetljivosti:

- ocjena isplativosti pod pretpostavkom bržeg rasta cijena toplinske energije za 2,5 posto godišnje od rasta prosječnih cijena;
- ocjena isplativosti pod pretpostavkom primjene diskontne stope od 3 posto.

U literaturi se pored izravnih koristi i troškova, često ističu i druge koristi za vlasnike objekta nakon energetskog unapređenja, kao što su povećanje vrijednosti imovine, viša kvaliteta života i koristi od zaštite okoliša. Takve dugoročne koristi koje nije u određenim slučajevima moguće izravno mjeriti u novčanom iskazu najčešće nisu uključene u kalkulaciju isplativosti investicije od strane vlasnika prilikom donošenja odluke o poduzimanju ovakvih investicija. Utjecaj na povećanje vrijednosti imovine u slučaju hrvatskog gospodarstva posebice je teško procijeniti zbog nedostatka usporedne vrijednosti nekretnina s obzirom na očekivanu energetska potrošnju.

Valorizacija kvalitete života povezana je s brojnim metodološkim i praktičnim problemima te je vjerojatno da taj faktor neće biti značajan u prosudbi o poduzimanju investicije. Štoviše, uvođenje razdjelnika predstavlja zahtjev za smanjivanjem prosječne temperature grijanja stana, a kako bi se dio uložene investicije vratio investitoru putem ušteda, to je faktor koji prije utječe negativno, nego pozitivno na kvalitetu života. Također i svijest o postojanju pozitivnih eksternih učinaka investicija na širu zajednicu vjerojatno ima manje važan doprinos u donošenju odluke o uvođenju razdjelnika,

posebice u uvjetima visoke nezaposlenosti, niskih mirovina i egzistencijalnih problema značajnog dijela populacije. Dominantnu ulogu u donošenju investicijske odluke imaju na strani troškova izravni izdaci potrebni za uvođenje razdjelnika, te na strani koristi očekivane buduće uštede na troškovima energenata, uz ocjenu vjerojatnosti da će tijela državne vlasti zaista poduzeti mjere naplate kazne za neugrađene razdjelnike. Kako je iznos potencijalne kazne za vlasnika koji ne uvede razdjelnik višestruko veći od troškova uvođenja razdjelnika u određeni stan, značajan udio stanova bez ugrađenog razdjelnika nakon propisanih rokova ugradnje upućuje i na nisku razinu percepcije vjerodostojnosti tijela državne vlasti u pogledu provedbe postojeće zakonodavne regulative.

4.2 Izvori podataka o karakteristikama i potrošnji stanova i deskriptivna statistika

Podaci o karakteristikama i potrošnji zgrada, odnosno stanova unutar određene zgrade, prikupljeni su temeljem zahtjeva naručitelja Ministarstva zaštite okoliša i energetike od toplinarskih poduzeća. Prema opisu projektnog zadatka potrebno je u ovoj analizi rezultate usporediti u određenoj mjeri s uzorkom koji je korišten u studiji Energetskog instituta Hrvoje Požar (2016). Stoga je radi mogućnosti usporedbe u prvom dijelu analize u velikoj mjeri slijeđena ista metodologija, ali s bitno većim uzorkom zgrada. Ipak osim same deskriptivne usporedbe, uštede su izračunate na drugačiji način o čemu će biti riječi u sljedećem poglavlju.

Prema zahtjevu Ministarstva, toplinarska poduzeća su formirala uzorak na način da se obuhvati minimalno 20 posto zgrada koje su uvele razdjelnike na razini svakog grada uključenog u analizu. Od karakteristika objekata prema podacima toplinarskih tvrtki dostupni su samo podaci o veličini svake zgrade, površini stanova s uvedenim razdjelnicima u svakom obračunskom razdoblju i površini stanova bez ugrađenih razdjelnika u svakom obračunskom razdoblju. Temeljem takvih podataka moguće je ustanoviti kada je pojedina zgrada uvela razdjelnike, odnosno udio stanova s razdjelnicima u ukupnoj površini zgrade. Također je dostupan podatak o modelu raspodjele potrošene energije. Načelno, baze podataka za gradove sadrže i podatke o broju osoba po stanovima i zgradama, ali je takav pokazatelj uglavnom ostao nepopunjen za većinu objekata. Nažalost, baza podataka ne obuhvaća dodatne informacije o zgradama, poput starosti, ukupnih energetskih svojstava, kategorizacije objekta prema energetskim certifikatima i slično, a koje bi bile korisne ne samo za analizu isplativosti razdjelnika, već i za širi skup društveno-ekonomskih analiza. Također bi sukladno najnovijim smjernicama obrađenim u prethodnom poglavlju, dostupnih pojedinih tehničkih aspekata, omogućila primjenu preporučenu metodologiju za koju se očekuje da postane standardna u nadolazećem razdoblju. Osim za cijelu zgradu, iz baza su dostupni podaci i o potrošnoj energiji (kWh) i površini svakog stana u svakom obračunskom razdoblju.

Podaci obuhvaćaju mjesečnu potrošnju svake zgrade/stana za razdoblje od studenog 2010. do prosinca 2016. godine (iako za manji broj gradova, zgrada i stanova skup podataka ne obuhvaća cijelo navedeno razdoblje). Opći uvjeti za opskrbu toplinskom energijom (Narodne novine, broj 35/2014) ne propisuju točan datum početka ogrjevnog sezone, već specificiraju da ogrjevna sezona započinje razdobljem spremnosti za grijanje, tj. najranije od 15. rujna, a traje najkasnije do 15. svibnja naredne godini, a na temelju odluke distributera toplinske energije kada se za to ostvare vremenski uvjeti. Radi mogućnosti usporedbe sa studijom Energetskog instituta Hrvoje Požar (2016) analizirana je potrošnja u pet zimskih mjeseci u kojima je najintenzivnija potrošnja toplinske energije, kao osnovica za

procjenu mogućnosti ušteda. Početak grijanja prije studenog, odnosno završetak sezone iza ožujka ovisi u velikoj mjeri o broju dana s temperaturom nižom od 12⁰C. Broj takvih dana je relativno ograničen i različito distribuiran po sezonama, te bi unio dodatnu volatilnost u analizu potrošnje, a time i ušteda, a koja bi bila u najvećoj mjeri rezultat razlika u temperaturi, a ne posljedica činjenice je li razdjelnik uveden ili ne.

Samo iznimno za određene gradove su dostupni i podaci za sezonu grijanja 2009./2010., dok u određenim slučajevima baze obuhvaćaju manji broj sezona grijanja. Sezone grijanja su formirane na način da obuhvaćaju potrošnju od mjeseca studenog protekle godine do ožujka tekuće godine. Sezona 2010./2011. obuhvaća studeni i prosinac 2010. godine, te siječanj, veljaču i ožujak 2011. godine. Tako vremensko razdoblje analize obuhvaća sljedeće sezone grijanja: 2010./2011., 2011./2012., 2012./2013., 2013./2014., 2014./2015. i 2015./2016., te dio sezone 2016./2017., a koji obuhvaća samo podatke za studeni i prosinac 2016. godine. Tijekom prve četiri analizirane sezone grijanja razdjelnici nisu bili ugrađeni u većini stanova, dok se u slučaju posljednje dvije analizirane sezone grijanja koriste, ali je razdoblje od kad su uvedeni različito u individualnim zgradama. Također, ovdje je potrebno naglasiti kako su provedene analize s podacima koje su dostavile toplinarske tvrtke s više od 1.000 potrošača.

Rezultati provedenih analiza temelje se na dostavljenim podacima sljedećih toplinarskih tvrtki i gradova (u zagradi):

- Brod Plin d.o.o. Slavonski Brod (Slavonski Brod),
- Energo d.o.o. Rijeka (Rijeka),
- Gradska toplana Karlovac d.o.o. (Karlovac),
- GTK Vinkovci d.o.o. (Vinkovci),
- HEP Toplinarstvo d.o.o. (Zagreb, Velika Gorica, Samobor, Zaprešić, Osijek, Sisak),
- Tehnostaan d.o.o. Vukovar (Vukovar).

Podaci o potrošnji određenih toplinarskih poduzeća nisu obuhvaćali dovoljan skup podataka za izračun ušteda, tako da je za takve gradove moguće provesti samo deskriptivnu analizu dobivenih pokazatelja. Tako dostavljeni podaci za Slavonski Brod, Vinkovce i Vukovar nisu bili u prikladnom formatu jer ili nisu imali podatke na razini stana (Vukovar) ili su samo sadržavali stanove s ugrađenim razdjelnikom (Slavonski Brod i Vinkovci). Stoga je u konačnici analiza ušteda, odnosno isplativosti razdjelnika prema zajedničkoj metodologiji provedena za 8 gradova:

1. Grad Zagreb,
2. Velika Gorica,
3. Samobor,
4. Zaprešić,
5. Osijek,
6. Sisak,
7. Karlovac,
8. Rijeka.

4.2.1 Deskriptivna statistika i usporedna analiza manjeg (EIHP) i šireg uzroka prikupljenog za potrebe izrade ove Studije

U odnosu na uzorak koji je korišten u Studiji Energetskog instituta Hrvoje Požar (2016), uzorak za potrebe izrade ove analize je značajno veći. Toplinarske tvrtke su ukupno dostavile podatke u prikladnom formatu koji omogućuje analizu isplativosti za 276 zgrada u 8 gradova i uključuju ukupno 22.475 stanova.

Tablica 12: Usporedba veličine uzorka po gradovima, broj zgrada i stanova

Grad	Uzorak EIHP (2016)		Veći uzorak (veljača 2017.)	
	Broj OMM (zgrada)	Broj SUC (stanova)	Broj OMM (zgrada)	Broj SUC (stanova)
Ukupno	56	3.842	276	22.475
Zagreb	12	1.203	149	14.551
Rijeka	5	277	30	1.107
Osijek	7	622	15	1.323
Karlovac	5	254	30	1.646
Sisak	9	500	10	500
Velika Gorica	6	373	14	1.022
Zaprešić	5	372	15	1.499
Samobor	6	321	13	827
Slavonski Brod*	2	88		
Vinkovci*	2	36		
Vukovar*	2	50		

Napomena: *Podaci zaprimljeni od toplinarskih poduzeća nisu bili u formatu pogodnom za provođenje analize isplativosti ugradnje razdjelnika budući nisu obuhvaćali razdoblja prije ugradnje razdjelnika (Slavonski Brod, Vinkovci) ili podaci nisu bili raspoloživi na razini stanova (Vukovar).

OMM = Obračunsko mjerno mjesto, SUC = Samostalna uporabna cjelina.

Izvor: Energetski institut Hrvoje Požar (2016) i baza podataka dobivena od toplinarskih tvrtki.

Uzorak nadopunjen novim informacijama ima u prosjeku 6 puta više opservacija u odnosu na manji uzorak Energetskog instituta Hrvoje Požar. Međutim, ukoliko usporedimo po gradovima, može se uočiti da je uzorak najviše povećan sa zgradama u gradu Zagrebu, te obuhvaća zgrade s ukupno 12 puta većom razinom površine i potrošnje u odnosu na manji uzorak (tablica 13). Tablica 14 pokazuje dosegnutu veličinu uzorka u terminima ukupne populacije. Dok je manji uzorak obuhvaćao zgrade s površinom od 2,5 posto ukupne površine zgrade koje se griju na toplinsku energiju, odnosno 1,4 posto ukupne potrošnje toplinske energije, veći uzorak obuhvaća zgrade koje imaju udio od 14 posto u površini, 15,3 posto u broju krajnjih korisnika i 9,9 posto udjela u potrošnji.

Udio obuhvaćenih jedinica u ukupnoj populaciji po gradovima značajno varira, a može se uočiti da ni u jednom gradu nije obuhvaćeno manje od 10 posto površine i broja krajnjih korisnika. Uzorak za Zaprešić i Samobor obuhvaća više od 50 posto površine i broja korisnika toplinske energije u tim gradovima.

Tablica 13: Usporedba veličine površina i potrošnje zgrada (sezona 2014./2015.)

Grad	Uzorak EIHP (2016)		Prošireni uzorak		Omjer veličine novog i starog uzorka	Omjer veličine novog i starog uzorka
	Površina	Potrošnja	Površina	Potrošnja		
	m ²	kWh	m ²	kWh	Površina	Potrošnja
Ukupno	202.602	17.673	1.135.805	128.135.701	5,6	5,8
Zagreb	62.169	5.958	739.539	92.517.899	11,9	12,1
Rijeka	16.277	797	57.821	3.774.485	3,6	4,0
Osijek	31.150	3.120	60.670	7.561.000	1,9	2,1
Karlovac	14.238	1.024	98.891	6.287.310	6,9	6,5
Sisak	27.290	2.556	30.285	2.972.000	1,1	1,0
Velika Gorica	18.783	1.510	52.604	5.662.760	2,8	2,7
Zaprešić	16.738	1.406	57.806	5.471.261	3,5	4,0
Samobor	15.956	1.301	38.190	3.888.986	2,4	2,6

Izvor: Energetski institut Hrvoje Požar (2016) i baza uzorka zgrada dobivena od toplinarskih tvrtki.

Tablica 14: Usporedba veličine površina i potrošnje zgrada (sezona 2014./2015.)

	RH, 2015.			Udio uzorak EIHP 2014./2015.			Udio veći uzorak 2014./2015.		
	Površina	Stan	Potrošnja	Površina	Stan	Potrošnja	Površina	Stan	Potrošnja
	m ²	Broj	GWh	Udio u RH	Udio u RH	Udio u RH	Udio u RH	Udio u RH	Udio u RH
Ukupno, RH	7.988.871	147.059	1.292	2,5	2,6	1,4	14,0	15,3	9,9
Ukupno, uzorak	7.427.325	136.023	1.224	2,7	2,8	1,4	15,0	16,5	10,5
Zagreb	5.198.097	94.779	918	1,2	1,3	0,6	14,2	15,4	10,1
Rijeka	533.500	9.791	46	3,1	2,8	1,7	10,7	11,3	8,2
Osijek	605.983	10.435	97	5,1	6,0	3,2	10,0	12,7	7,8
Karlovac	407.969	7.680	45	3,5	3,3	2,3	21,3	21,4	13,9
Sisak	230.120	4.054	45	11,9	12,3	5,7	11,9	12,3	6,6
Velika Gorica	282.092	5.652	48	6,7	6,6	3,2	17,4	18,1	11,9
Zaprešić	102.777	2.280	15	16,3	16,3	9,2	56,2	65,7	35,9
Samobor	66.787	1.352	10	23,9	23,7	12,9	57,2	61,2	38,7

Izvor: Energetski institut Hrvoje Požar (2016) i baza podataka dobivena od toplinarskih tvrtki.

Udio u potrošnji Hrvatske treba shvatiti samo uvjetnim pokazateljem, budući podaci o potrošnji obuhvaćaju samo potrošnju u pet zimskih mjeseci (studeni i prosinac 2014., te siječanj, veljača i ožujak 2015.), dok su podaci na razini Republike Hrvatske iskazani za cijelu 2015. godinu, te obuhvaćaju i potrošnju tople vode u razdoblju izvan sezone grijanja. Također je riječ o uzorku zgrada s razdjelnikom, a koje, kako će biti prikazano u nastavku, imaju nižu razinu potrošnje toplinske energije po jedinici površine.

Trendovi u kretanju potrošnje (bez korekcije za stupanj-dane-grijanja) ne razlikuju se značajno, bez obzira analizira li se kretanje potrošnje u manjem ili većem uzorku, te obje baze upućuju na smanjenje potrošnje energije u posljednjih nekoliko godina. U studiji Energetskog instituta Hrvoje Požar (2016), dodatno je uspoređena prosječna potrošnja u sezonama od 2010./2011. do zaključno 2013./2014. kao razdoblje u kojem su razdjelnici bili ugrađeni u malom broju objekata, s prosječnom potrošnjom u razdoblju 2014./2015. i 2015./2016. godine kao razdoblju u kojem je značajan broj objekata uveo razdjelnike. Ovakav pristup daje tek okvirnu ocjenu učinka uvođenja razdjelnika na uštede, ali na razini svih zgrada iz uzorka može se zaključiti da je ukupna potrošnja (bez korekcije za vremenske uvjete mjerene stupanj-dan-grijanja) smanjena za 28,7 posto prema uzorku Energetskog instituta Hrvoje Požar (tablica 15), odnosno 21,9 posto prema rezultatima iz većeg uzorka zgrada (tablica 16).

U Gradu Zagrebu, koji ima dominantan udio u ukupnoj potrošnji, prema podacima iz manjeg uzorka potrošnja je u sezonama 2014./2015. i 2015./2016. smanjena za 32,4 posto, dok je prema rezultatima iz većeg uzorka ona u istom razdoblju smanjena za 23,6 posto. Analiza ukazuje da je u gotovo svim gradovima proširenje uzorka rezultiralo manjom procjenom ušteta (barem prema ovom grubom pokazatelju).

Realniju sliku daje usporedba podataka o potrošnji normaliziranom sa stupanj-dana-grijanja kao pokazateljem vremenskih uvjeta u određenom razdoblju. Radi usporedivosti u ovom pregledu razlika u korištenim uzorcima korišten je isti pokazatelj stupanj-dana-grijanja koji je korišten u studiji Energetskog instituta Hrvoje Požar (2016), a koji se dijelom razlikuje od izračuna u ovoj Studiji prema metodologiji i podacima prikazanim u sljedećem poglavlju. Potrošnja normalizirana stupanj-danima-grijanja je prikazana tablicama 17 i 18.

Normalizacija stupnjevima-dana-grijanja za prosjek sezona grijanja zaključno s 2013./2014. i usporedba s prosjekom sezona grijanja 2014./2015. i 2015./2016. ukazuje na pad potrošnje od 23,5 posto za analiziranih 8 gradova prema podacima iz manjeg uzorka, odnosno 27,7 posto za Grad Zagreb. Prema ovom pokazatelju, a temeljem podataka iz šireg uzorka potrošnja je smanjena za 16,5 posto na ukupnoj razini, odnosno za 18,3 posto u Gradu Zagrebu. I u ostalim gradovima se može zaključiti da proširenje skupa jedinica utječe na manju razliku potrošnje u posljednjim sezonama u odnosu na ranije razdoblje. Međutim, uzorak obuhvaća zgrade koje su u različito vrijeme uvodile razdjelnike iako ih je najveći broj uveo u posljednje dvije sezone. U nekim zgradama razdjelnici su uvedeni i prije sezone 2014./2015, te se ovakav pristup ne smatra najboljim za ukupnu ocjenu ušteta ostvarenih uvođenjem razdjelnika. U nastavku se koristi metodologija izračuna ušteta na razini individualnih zgrada i stanova, što je metodološki korektniji način praćenja ove pojave (vidjeti poglavlje 5). Razina ušteta izračunata na razini usporedbe potrošnje prije i nakon uvođenja razdjelnika ovisno o točnoj sezoni uvođenja razdjelnika, rezultat će većom ocjenom. Naime, pristup prikazan u tablicama 17 i 18, zanemaruje činjenicu da značajan broj zgrada tijekom sezone 2014./2015. nije imao ugrađene razdjelnike topline (već su oni ugrađeni u kasnijim sezonama), te nisu ostvarene uštede u toj sezoni. Također je dio zgrada uveo razdjelnike topline u ranijim sezonama grijanja, što također nije na adekvatan način obuhvaćeno izračunom ušteta samo na razini ukupne potrošnje grada, a ne svake individualne zgrade zasebno.

Tablica 15: Potrošnja energije za zgrade obuhvaćene uzorkom EIHP po sezonama grijanja (MWh)

	2010./2011.	2011./2012.	2012./2013.	2013./2014.	2014./2015.	2015./2016.	Prosjek 2010./2011. do 2013./2014.	Prosjek 2014./2015. i 2015./2016.	Smanjenje
Ukupno, uzorak	27.541	27.420	22.705	19.354	17.673	16.910	24.255	17.291	-28,7
Zagreb	9.181	9.290	7.740	7.280	5.958	5.370	8.373	5.664	-32,4
Rijeka	1.737	1.265	1.110	746	797	787	1.214	792	-34,8
Osijek	4.956	4.953	4.111	3.931	3.120	3.019	4.488	3.070	-31,6
Karlovac	0	0	0	0	1.024	955			
Sisak	3.566	3.593	2.898	2.676	2.556	2.561	3.183	2.559	-19,6
Velika Gorica	3.544	3.737	2.970	2.164	1.510	1.485	3.103	1.497	-51,7
Zaprešić	2.239	2.259	1.937	1.298	1.406	1.418	1.933	1.412	-27,0
Samobor	2.319	2.324	1.940	1.260	1.301	1.314	1.960	1.308	-33,3

Izvor: Energetski institut Hrvoje Požar (2016).

Tablica 16: Potrošnja energije za zgrade obuhvaćene većim uzorkom po sezonama grijanja (MWh)

	2010./2011.	2011./2012.	2012./2013.	2013./2014.	2014./2015.	2015./2016.	XI i XII 2016.	Prosjek 2010./2011. do 2013./2014.	Prosjek 2014./2015. i 2015./2016.	Smanjenje
Ukupno	162.378	164.105	166.318	132.906	128.136	116.166	45.608	156.427	122.151	-21,9
Zagreb	119.759	121.821	117.734	97.927	92.518	82.053	35.332	114.310	87.285	-23,6
Rijeka	6.908	6.033	5.411	3.745	3.774	3.631		5.524	3.703	-33,0
Osijek	9.712	10.154	9.535	8.103	7.561	6.367	2.872	9.376	6.964	-25,7
Karlovac	0	0	8.623	5.495	6.287	6.362				
Sisak	3.982	4.009	3.695	3.092	2.972	2.953	1.239	3.695	2.963	-19,8
Velika Gorica	7.566	7.709	7.423	5.449	5.663	5.304	2.116	7.037	5.484	-22,1
Zaprešić	8.158	8.234	7.948	5.340	5.471	5.648	2.331	7.420	5.560	-25,1
Samobor	6.294	6.146	5.949	3.754	3.889	3.848	1.718	5.536	3.869	-30,1

Izvor: Baza uzroka zgrada dobivena od toplinarskih tvrtki.

Tablica 17: Potrošnja energije normalizirana pokazateljem SDG za zgrade obuhvaćene uzorkom EIHP po sezonama grijanja (MWh/SDG)

	2010./2011.	2011./2012.	2012./2013.	2013./2014.	2014./2015.	2015./2016.	Prosjek 2010./2011. do 2013./2014.	Prosjek 2014./2015. i 2015./2016.	Smanjenje
Ukupno, uzorak	11,56	11,08	9,34	9,33	8,05	7,76	10,326	7,901	-23,5
Zagreb	3,813	3,747	3,111	3,478	2,672	2,441	3,537	2,557	-27,7
Rijeka	0,912	0,698	0,605	0,502	0,495	0,479	0,679	0,487	-28,3
Osijek	1,989	1,871	1,691	1,813	1,376	1,339	1,841	1,357	-26,3
Karlovac					0,461	0,432			
Sisak	1,484	1,407	1,177	1,278	1,150	1,148	1,336	1,149	-14,0
Velika Gorica	1,472	1,507	1,194	1,034	0,677	0,675	1,302	0,676	-48,0
Zaprešić	0,930	0,911	0,779	0,620	0,630	0,645	0,810	0,638	-21,3
Samobor	0,963	0,937	0,780	0,602	0,584	0,597	0,820	0,590	-28,0

Izvor: Energetski institut Hrvoje Požar (2016)

Tablica 18: Potrošnja energije normalizirana pokazateljem SDG za zgrade obuhvaćene većim uzorkom po sezonama grijanja (kWh/SDG)

	2010./2011.	2011./2012.	2012./2013.	2013./2014.	2014./2015.	2015./2016.	XI i XII 2016.	Prosjek 2010./2011. do 2013./2014.	Prosjek 2014./2015. i 2015./2016.	Smanjenje
Ukupno	68.065,0	66.779,7	67.766,7	64.140,8	58.075,1	53.268,1	3.276,1	66.688,1	55.671,6	-16,5
Zagreb	49.739,9	49.135,1	47.324,5	46.785,8	41.489,7	37.307,0	2.542,4	48.246,3	39.398,3	-18,3
Rijeka	3.625,9	3.329,6	2.948,1	2.522,6	2.342,2	2.209,5		3.106,5	2.275,8	-26,7
Osijek	3.897,4	3.836,1	3.923,1	3.738,4	3.334,8	2.822,9	201,4	3.848,8	3.078,8	-20,0
Karlovac			3.499,6	2.670,2	2.833,9	2.875,6		3.084,9	2.854,8	-7,5
Sisak	1.657,0	1.569,5	1.501,5	1.476,1	1.337,4	1.323,8	88,7	1.551,0	1.330,6	-14,2
Velika Gorica	3.142,4	3.109,2	2.984,0	2.603,2	2.539,5	2.411,7	152,3	2.959,7	2.475,6	-16,4
Zaprešić	3.388,3	3.321,1	3.194,8	2.551,2	2.453,6	2.568,0	167,7	3.113,9	2.510,8	-19,4
Samobor	2.614,1	2.478,9	2.391,3	1.793,5	1.744,0	1.749,6	123,6	2.319,5	1.746,8	-24,7

Izvor: Baza uzroka zgrada dobivena od toplinarskih tvrtki.

Podaci iz većeg uzorka omogućavaju nam i kvalitetniju procjenu pojedinih karakteristika populacije svih zgrada koje se griju putem centralnih toplinskih sustava, poput površine prosječnog stana. Tako tablica 19 prikazuje neke opće pokazatelje o površini i drugim karakteristikama objekata. Usporedimo li primjerice prosječnu veličinu stana iz uzorka s podacima za ukupnu populaciju (tablica 6 u uvodnom dijelu), može se uočiti da je prosječni stan iz uzorka nešto manji u odnosu na ukupni pokazatelj (54,3 m² je stan prosječne veličine u 2015. godini prema podacima HERA). Također se mogu uočiti i određene razlike prema pokazatelju prosječne veličine (ukupna površina/ukupno stanova), a u odnosu na medijan prosječne površine. Naime, što je manji uzorak, to je u pravilu veća i standardna greška odstupanja, a određena zgrada koja po određenim karakteristikama (veličini, broju stanova i slično) značajno odstupa od prosjeka, u manjem uzorku značajnije utječe na varijabilnost ocijenjenih pokazatelja. Međutim, može se ocijeniti da su odstupanja pokazatelja u relativno prihvatljivim i očekivanim intervalima.

Tablica 19: Najvažniji pokazatelji o karakteristikama zgrada iz uzorka

	Ukupno zgrada	Ukupno stanova	Ukupno površina	Ukupna snaga	Prosječni udio površine s razdjelnicima (posljednja sezona)	Medijan površine	Prosječna površina zgrade	Prosječna površina stana	Medijan prosječne površine stana po zgradama
	Broj	Broj	m ²	kWh	%	m ²	m ²	m ²	m ²
Zagreb	149	14.550	739.539	95.280	0,95	4.480	4.963	50,8	51,8
Rijeka	30	1.105	57.821	8.011	0,90*	911	1.927	52,3	56,5
Osijek	15	1.297	60.670	9.215	0,94	3.209	4.045	46,8	50,5
Karlovac	30	1.646	98.891	12.454	1,00	2.886	3.296	60,1	55,5
Sisak	10	542	30.285	4.078	0,82	2.895	3.028	55,9	53,3
Velika Gorica	14	1.079	52.604	6.903	0,89	3.639	3.757	48,8	46,8
Zaprešić	15	1.499	57.806	7.896	0,96	2.581	3.854	38,6	40,0
Samobor	13	827	38.190	5.231	0,94	2.979	2.938	46,2	44,4
Ukupno	276	22.545	1.135.805	149.069	0,95	3.721	4.115	50,4	51,7

Napomena: *Većina zgrada u Rijeci ima uvedene razdjelnike u svim stanovima, ali uzorak u analiziranom razdoblju obuhvaća tri zgrade koje nisu uvele razdjelnike, što smanjuje prosječni udio na 90 posto.

Izvor: Izračun autora.

Procjena troškovne učinkovitosti uvođenja razdjelnika u velikoj mjeri ovisi o prosječnoj specifičnoj potrošnji zgrade prije uvođenja razdjelnika. Cijene opreme u načelu su po jedinici mjere iste za sve objekte (cijena razdjelnika određenog dobavljača po radijatoru), a potencijal ostvarenja ušteda veći je u zgradama koje imaju visoku prosječnu specifičnu potrošnju. Isti postotak ušteda koji je rezultat racionalnijeg korištenja energije (npr. uštede 20 posto) donosi dvostruko veći monetarni iznos koristi za objekte koji imaju i dvostruko veće energetske potrebe²⁷. Temeljem samo pokazatelja prosječne specifične potrošnje, isti postotak ušteda uslijed racionalnijeg ponašanja, rezultirat će najvećim koristima u gradovima poput Zagreba, Osijeka i Samobora. S druge strane, ista razina racionalnosti u

²⁷ Uštedeći kWh/m² su 40 kWh/m² u slučaju početne razine potrošnje od 200 kWh/m² u odnosu na samo 20 kWh/m² za početnu razinu potrošnje od 100 kWh/m².

potrošnji, a koja je posljedica promjene ponašanja korisnika ima najmanji potencijal ušteda u Rijeci. Specifična potrošnja u tablici 20 izračunata je iz izvornih sirovih podataka iz prikupljene baze. Međutim, podaci toplinarskih poduzeća za pojedine stanove i razdoblja ne daju sve potrebne informacije (primjerice za pojedine stanove nije dostupna površina), te su stanovi s nedostajajućim podacima isključeni iz analize ušteda u sljedećem poglavlju, kako bi one bile izračunate na metodološki korektan način. U poglavlju 5. prikazana je specifična potrošnja temeljem podataka za stanove kod kojih postoji potpun skup informacija za izračun ušteda, a koja je potom korištena i za ocjenu isplativosti.

Tablica 20: Prosječna specifična potrošnja zgrada iz uzroka (kWh/m²)*

	2010./2011.	2011./2012.	2012./2013.	2013./2014.	2014./2015.	2015./2016.	2016./2017.
Zagreb	161,9	164,7	159,2	132,4	125,1	111,0	47,8
Rijeka	119,5	104,3	93,6	64,8	65,3	62,8	
Osijek	160,1	167,4	157,2	133,6	124,6	104,9	47,3
Sisak	131,5	132,4	122,0	102,1	98,1	97,5	40,9
Velika Gorica	143,8	146,5	141,1	103,6	107,6	100,8	40,2
Zaprešić	141,1	142,4	137,5	92,4	94,6	97,7	40,3
Samobor	164,8	160,9	155,8	98,3	101,8	100,8	45,0

Napomena: *Specifična potrošnja u tablici temeljem sirovih izvornih podataka iz prikupljene baze.

Izvor: Izračun autora.

4.3 Izvori podataka o cijeni opreme i troškova očitavanja i deskriptivna statistika

Ugradnjom razdjelnika u Hrvatskoj bavi se ograničen broj poduzeća, a od kojih četiri najveća imaju dominantan udio na cijelom tržištu. Uglavnom je riječ o poduzećima koja ugrađuju razdjelnike proizvedene od strane renomiranih inozemnih poduzeća, a koji moraju zadovoljiti propisane standarde definirane Pravilnikom o načinu raspodjele i obračunu troškova za isporučenu toplinsku energiju (Narodne novine, broj 99/2014, 27/2015, 124/2015). U slučaju razdjelnika Pravilnik definira obavezu ugradnje razdjelnika koji zadovoljavaju normu HRN EN 834:2014 - Razdjelnici troškova za utvrđivanje potrošnje radijatora za grijanje prostora – Uređaji s napajanjem električnom energijom (EN 834:2013). Izvor podataka za cijene opreme, stoga su stvarne cijene iz ponuda koje su poduzeća koje se bave ugradnjom razdjelnika ugovarale za poslove opreme stvarnih objekata. Cijene različitih poduzeća (bez navođenja naziva zbog zaštite anonimnosti) za najvažnije elemente troškovnika navedene su u tablici 21.

Tablica 21: Jedinične cijene različitih poduzeća za ugradnju razdjelnika, ventila i druge opreme

Naziv opreme	Jed. mjere	Poduzeće A		Poduzeće B		Poduzeće C		Poduzeće D		Srednja vrijednost ponude 4 ponude	
		HRK	S PDV	Bez PDV	S PDV	Bez PDV	S PDV	Bez PDV	S PDV	Bez PDV	S PDV
Elektronski razdjelnik	Kom.	225	281	215	269	247	309	240	300	232	290
Termostatski ventil s termostatskom glavom	Kom.	155	194	232	291	145	181	230	288	191	238
Sustav daljinskog očitavanja (za cijelu zgradu)	Zgrada	37.000	46.250								
Sustav daljinskog očitovanja (do 40 korisnika)	40 korisnika							10.600	13.250		
Elektronska pumpa, s elaboratom i montažom	Kom	12.830	16.038	10.350	12.938	11.600	14.500	13.920	17.400	12.175	15.219
Automatski balans ventili po krugu vertikalne	Krug vertikalne	1.856	2.320	1.870	2.338	2.100	2.625	2.062	2.578	1.972	2.465
Uređaj za regulaciju polazne temperature u vertikalne centralnog grijanja zgrade	Kom.	5.697	7.121								
Montaža uređaja za regulaciju polazne temperature	Kom.	2.500	3.125								
Izrada tehničke dokumentacije/elaborata za zgradu	Kom.	6.100	7.625								
Elaborat o balansiranju	Zgrada					7.800	9.750				
Ispiranje radijatora do 30kg	Po radijatoru							150	188		

Izvor: Tržišne cijene iz konkretnih ponuda poduzeća za opremanje razdjelnicima određenog skupa zgrada.

Minimalni set opreme čija je ugradnja obavezna obuhvaća razdjelnik i termostatski ventil, a za potrebu očitavanja potrošnje potrebno je uključiti dodatno i sustav daljinskog očitovanja za zgradu. Investicija pojedinih zgrada obuhvaća i troškove izrade tehničke dokumentacije. Dodatno uz ugradnju minimalnog seta opreme često je prilikom ugradnje razdjelnika dodatno napravljeno još i balansiranje sustava.

Temeljem zatečene strukture jediničnih cijena, te karakteristika zgrada za koje su raspoloživi dodatni tehnički podaci potrebni za izradu troškovnika projekata koji uključuju balansiranje, napravljena su dva scenarija ukupnih troškova uvođenja razdjelnika za određeni skup zgrada. Takvi troškovnici prikazani su u poglavlju 5. Troškovnici su napravljeni sukladno opisu projektnog zadatka u dvije varijante:

- investicija u minimalni set opreme** (razdjelnik, termostatski ventil, sustav daljinskog očitavanja),
- maksimalna varijanta** koja pored a) obuhvaća i troškove balansiranja.

4.4 Izvori podataka o cijeni toplinske energije i deskriptivna statistika

HERA određuje iznose tarifnih stavki za proizvodnju toplinske energije i iznose tarifnih stavki za distribuciju toplinske energije za centralne toplinske sustave, čiji je udio na hrvatskom tržištu najveći, a prema navedenoj metodologiji zahtjev za određivanje, odnosno promjenu iznosa tarifnih stavki podnosi proizvođač toplinske energije u centralnom toplinskom sustavu ako se djelatnost proizvodnje toplinske energije u centralnom toplinskom sustavu smatra javnom uslugom²⁸. Metodologija se temelji na opravdanim troškovima poslovanja, održavanja, zamjene, izgradnje ili rekonstrukcije objekata i zaštite okoliša te obuhvaća razuman rok povrata sredstava od investicija u energetske objekte i uređaje za proizvodnju toplinske energije. Cijene se u različitim gradovima razlikuju ovisno o vrstama goriva i načinu proizvodnje toplinske energije, a što utječe na različite elemente određivanja cijene u pojedinim gradovima.

Tablica 22 prikazuje cijene u pojedinim gradovima za proizvodnju i distribuciju toplinske energije prema tarifnom elementu snage, odnosno energije. Osim navedenih tarifnih elemenata u većini gradova ukupnim izdacima za troškove toplinske energije treba pribrojiti i naknadu za kupca, odnosno naknadu za opskrbu, a koja obično predstavlja fiksni iznos po površini stana ili po stanu. Tako je u većini gradova u kojima toplinsku energiju isporučuje HEP Toplinarstvo d.o.o. iznos mjesečne naknade za kupca određen u iznosu od 7,06 kuna po stanu, a iznos naknade za opskrbu se naplaćuje po površini stana i u Zagrebu iznosi 0,69 kuna po m² za zgrade koje toplinsku energiju koriste i za grijanje i za pripremu tople vode, odnosno u iznosu od 0,50 kuna za zgrade koje ne koriste toplinsku energiju za pripremu tople vode. U ostalim gradovima iznosi ovih naknada značajno se razlikuju. U prosjeku naknada za kupce čini 15,2 posto prosječnog iznosa računa toplinske energije na razini svih gradova, a naknada za opskrbu 3,6 posto ukupnog prosječnog iznosa računa toplinske energije.

Cijene u tablici 22 su radi izravne usporedivosti s bazom podataka i mogućnosti kontrole sa stvarno istaknutim cijenama na internetskim stranica toplinarskih tvrtki prikazane bez PDV-a. Kao što je ranije navedeno u analizi isplativosti i cijene opreme i cijene koje se koriste za vrednovanje ostvarenih ušteda obuhvaćaju porez na dodanu vrijednost, budući je pretežito riječ o fizičkim osobama koje su investitori i koje nemaju mogućnost odbitka, ali ni prenošenja PDV-a, već su krajnji nositelji troškova.

²⁸ Sukladno odredbama Zakona o tržištu toplinske energije, na temelju Metodologije utvrđivanja iznosa tarifnih stavki za proizvodnju toplinske energije (Narodne novine, broj 56/2014) i Metodologije utvrđivanja iznosa tarifnih stavki za distribuciju toplinske energije (Narodne novine, broj 56/2014). Detaljniji popis kriterija temeljem kojih HERA odobrava promjenu cijena toplinske energije naveden je u navedenim propisima.

Tablica 22: Struktura cijena toplinske energije po gradovima, cijene bez PDV-a

	Tarifna stavka snaga			Tarifna stavka energija		
	Proizvodnja	Distribucija	Ukupno	Proizvodnja	Distribucija	Ukupno
Osnovica	HRK/kWh (ukupna instalirana snaga)	HRK/kWh (ukupna instalirana snaga)	Snaga	HRK/kWh (isporučena energija)	HRK/kWh (isporučena energija)	Energija
Zagreb	2,3	3,45	5,75	0,1525	0,0175	0,1700
Velika Gorica	7,88	3,27	11,15	0,276	0,024	0,3000
Zaprešić (ZTS)	11,05		11,05	0,3		0,3000
Samobor	7,24	3,73	10,97	0,2605	0,0395	0,3000
Osijek	4,32	4,11	8,43	0,1492	0,0108	0,1600
Sisak	3,44	4,11	7,55	0,1089	0,0711	0,1800
Slavonski Brod	11,60	5,2	16,80	0,2353	0,05	0,2853
Slavonski Brod, 31.12.2015	11,60	5,2	16,80	0,2982	0,05	0,3482
Rijeka, Gornja Vežica, Krnjevo	9,50	4,00	13,50	0,2772	0,05	0,3272
Rijeka, 31.12.2015.	9,50	4,00	13,50	0,3357	0,05	0,3857
Karlovac	11,60	4,40	16,00	0,2464	0,04	0,2864
Karlovac, 31.12.2015.	11,60	4,40	16,00	0,3063	0,04	0,3463
Vinkovci (ZTS –S103)	19,11		19,11	0,3528		0,3528
Vukovar	9,50	5,00	14,50	0,2696	0,047	0,3166
Vukovar, 31.12.2015.	9,50	5,00	14,50	0,368	0,047	0,4150

Izvor: HERA, podaci toplinarskih tvrtki.

Sa stajališta ocjene isplativosti uvođenja razdjelnika, varijabilni iznos troškova toplinskog grijanja, a na koje vlasnik stana može utjecati su jedino iznosi koji se naplaćuju na isporučenu energiju. Može se uočiti vrlo visoka razlika u cijeni isporučenog kWh toplinske energije, a koja je najniža u Zagrebu, Osijeku i Sisku. U ostalim gradovima cijena isporučene toplinske energije je i više nego dvostruko veća u odnosu na gore navedene gradove, a razlog tome se može pripisati činjenici da HEP-Toplinarstvo d.o.o. za navedene gradove koristi velik udio energije proizvedene u kogeneracijskim pogonima uz niže troškove proizvodnje, a time i jedinične prodajne cijene. Ovakva struktura cijena značajno utječe na razlike u procjeni isplativosti uvođenja razdjelnika po pojedinim gradovima, a valja imati u vidu da je u ukupnim količinama isporučene toplinske energije udio Zagreba, Osijeka i Siska iznad 80 posto ukupne pojave, tako da će rezultati za navedene gradove s niskom cijenom toplinske energije u značajnoj mjeri predodrediti i konačnu ocjenu isplativosti. S obzirom na različitu razinu cijena, ali i ranije prikazanih specifičnih potrošnji energije po m², a na koje značajno utječe i klimatsko područje u kojem je zgrada locirana, teško se može govoriti o konceptu isplativosti na razini Republike Hrvatske. Primjerice, ukoliko bi se izračunala aritmetička sredina (vagana ili obična) cijena isporučenog kWh, tada bi ona u Hrvatskoj (bez PDV-a) iznosila oko 0,26 kuna. Međutim, konkretne cijene po gradovima su različite i niti jedan korisnik zapravo ne plaća takvu cijenu, već ili osjetno višu ili osjetno nižu cijenu, ovisno o gradu. Izračun primjenom takve prosječne cijene bi ili precijenio monetarne uštede za gradove u kojima je cijena znatno niža ili ih podcijenila za ostale gradove. Stoga se prije nego o konceptu ukupne isplativosti u Hrvatskoj, može govoriti jedino o konceptu isplativosti za svaki grad zasebno.

Iz tablice 22 se može uočiti da je cijena toplinske energije u nekoliko gradova u ovoj sezoni grijanja niža u odnosu na prethodnu sezonu, a razlog tome jest smanjenje cijena sirovina korištenih za proizvodnju toplinske energije, a što je omogućilo i smanjivanje cijena finalnog proizvoda. S druge strane, treba također imati u vidu da je u određenim gradovima cijena toplinske energije (ukupni troškovi koji obuhvaćaju fiksni i varijabilni dio) dosegla razinu kad je ona skuplja u odnosu na alternativne izvore energije, a prije svega plina, te se (iako to u praksi zahtijeva značajne tehničke intervencije) dio zgrada može preorijentirati na alternativne izvore toplinske energije ukoliko se takav omjer zadrži u dugom roku.

Kao uvod u financijsku analizu isplativosti ugradnje razdjelnika može se analizirati omjer cijena osnovnog seta (razdjelnik i termoregulator), odnosno troškova očitavanja po gradovima, s varijabilnim dijelom cijene toplinske energije, a dobiveni pokazatelj može se interpretirati kao količina toplinske energije koju je potrebno uštedjeti da bi se vratili troškovi ugradnje razdjelnika i očitavanja radijatora. Ovakva kalkulacija samo je ilustrativna i ne može se smatrati zamjenom za detaljnu ocjenu isplativosti, već jedino prikazom različitih omjera ulaznih i izlaznih cijena po gradovima, te učinak tih faktora na očekivane različite razine ukupne isplativosti svakog pojedinog grada.

Prvi stupac tablice 23 prikazuje varijabilni dio cijene toplinske energije po gradovima s uključenim PDV-om. Drugi stupac stavlja u omjer prosječnu cijenu seta opreme koja obuhvaća cijenu razdjelnika i termostatskog ventila i cijene 1 kWh toplinske energije po različitim gradovima. Budući je riječ o uvoznjoj opremi, a čija se cijena na tržištu formira dodavanjem marže i PDV-a vjerojatna pretpostavka je da su cijene opreme jednake na cijelom teritoriju Hrvatske. Dobiveni pokazatelj relativnih cijena opreme i energije zapravo prikazuje koliko u pojedinom gradu stoji nabavka opreme u terminima kWh toplinske energije, odnosno oportunitetni trošak kupnje opreme. U gradovima sa skupljom energijom oprema je relativno (u odnosu na cijenu kWh) jeftinija i obrnuto. Treći stupac prikazuje cijenu očitavanja

energiju iskazanu na isti način kao omjer prema cijeni kWh, znači koliko u svakom pojedinom gradu se kWh energije može kupiti samo za cijenu usluge godišnjeg očitavanja. Pod pretpostavkom da jedan radiator grije prostoriju od 12 m² za koju se prosječno godišnje troši energije u kWh po m² kao u tablici 19, može se izračunati očekivana potrošnja takvog radijatora u godini dana (za usporedbu s troškovima očitavanja), odnosno sljedećih 10 godina (za usporedbu troškova opreme).

Potrebna ušteda za plaćanje usluga očitavanja takvog radijatora, a prema navedenim pretpostavkama, bi iznosila od oko 3 posto u Vinkovcima i Vukovaru do više od 6 posto u Zagrebu, Osijeku i Sisku, odnosno gradovima s najvećim udjelom u ukupno isporučenoj toplinskoj energiji. Manja specifična potrošnja energije (kWh po m²) podrazumijeva potrebu ostvarenja još i većih ušteda potrebnih za plaćanje usluge očitavanja grijanja. Kako prema rezultatima nekih istraživanja, snižavanje temperature za 1^oC prosječno rezultira uštedom energije za oko 6 posto, može se očekivati da bi prosječni korisnik u Zagrebu, Osijeku i Sisku trebao prosječno smanjiti unutarnju temperaturu stana za 1^oC, a samo da bi platio uslugu očitavanja potrošnje na takvom radijatoru uz pretpostavljenu potrošnju toplinske energije i veličinu prostorije.

U vijeku trajanja opreme za mjerenje potrošnje u Zagrebu bi temeljem podataka za pretpostavljeni radiator trebalo uštedjeti svake godine oko 13 posto toplinske energije, a kako bi se financirala nabavka minimalnog seta opreme. Uz navedene pretpostavke, u gradovima s dominantnim udjelom na tržištu toplinske energije (Zagrebu, Osijeku i Sisku) bi trebalo ostvariti 20-postotne uštede toplinske energije (uz postojeće relativne cijene), a da se supstituiru trošak nabavke samo osnovne opreme s uštedama toplinske energije. Kao što će biti prikazano u kasnijim poglavljima, u ekonomskim analizama uobičajena je standardna pretpostavka da radi vremenskih preferencija i troškova kapitala novčana sredstva u budućem razdoblju vrijede manje, a zbog čega se u analizu uvodi odgovarajući diskontni faktor na svođenje vrijednosti na usporedivu sadašnju vrijednost. Uvođenje diskontnog faktora negativno utječe na ocjenu isplativosti u situacijama u kojima su izdaci nužni u početnom razdoblju, a primici (odnosno u konkretnom slučaju smanjenje izdataka zbog ušteda) se odnose na buduća razdoblja.

Ovakva analiza je samo ilustrativnog karaktera i prikazuje ulogu odnosa relativnih cijena opreme i potencijalnih ušteda u ocjeni isplativosti u različitim gradovima, dok se isplativost sukladno zadanoj metodologiji ispituje u poglavlju 7.

Tablica 23: Ilustrativni prikaz značaj odnosa relativnih cijena opreme i troškova očitavanja prema cijeni energije u izračunu isplativosti uvođenja razdjelnika

	Cijena toplinske energije	Cijena razdjelnik + termostventil (527,88 HRK)	Trošak očitavanja po radijatoru (25 HRK godišnje)	Očekivana godišnja potrošnja za grijanje prostora po jednom radijatoru*	Potrebna ušteda za plaćanje opreme	Potrebna ušteda za plaćanje godišnje usluge očitavanja
	kWh (s PDV-om)	HRK opreme/HRK kWh	HRK očitavanje/HRK kWh	KWh po godini (spec potr x 12m ²)	u %	u %
Zagreb	0,21	2.484,12	117,65	1855,2	13,4	6,3
Velika Gorica	0,38	1.407,67	66,67	1605,6	8,8	4,15
Zaprešić	0,38	1.407,67	66,67	1540,8	9,1	4,33
Samobor	0,38	1.407,67	66,67	1740	8,1	3,83
Osijek	0,20	2.639,38	125,00	1854	14,2	6,74
Sisak	0,23	2.346,11	111,11	1464	16,0	7,59
Slavonski Brod	0,36	1.480,20	70,10	1920	7,7	3,65
Rijeka, Gornja Vežica, Krnjevo	0,41	1.290,65	61,12	1146	11,3	5,33
Karlovac	0,36	1.474,51	69,83	1046,4	14,1	6,67
Vinkovci	0,44	1.197,00	56,69	1920	6,2	2,95
Vukovar	0,40	1.333,86	63,17	1920	6,9	3,29

Napomena: *Specifična potrošnja po m² (prosjeak razdoblja od 2010./2011. do 2013./2014. iz Tablice 18) pomnožena s pretpostavljenom veličinom prostora koji grije jedan radijator (12 m²). Za Vinkovce, Vukovar i Slavonski Brod pretpostavljena specifična potrošnja od 160 kWh/m².

Izvor: Izračun autora.

Gornja tablica 23 je ilustrativne naravi za dobivanje uvida u očekivane značajne razlike u isplativosti po gradovima, a koje su posljedica razlika u cijenama koje će se koristiti kod izračuna ušteda u monetarnom iskazu. Financijska analiza u sljedećem poglavlju temelji se na detaljnim podacima iz rezultata za uzorak, a ne pretpostavljenima parametrima za prostoriju, te se uvodi aspekt vremenskih preferencija (putem stope diskontiranja), a što će poslužiti za objektivnu ocjenu isplativosti. Valja očekivati da će omjer relativnih cijena prikazan u ovom ilustrativnom primjeru ipak značajno utjecati i na ukupne rezultate analize isplativosti u različitim gradovima.

5 EMPIRIJSKA OCJENA OSTVARENIH UŠTEDA, POČETNE SPECIFIČNE POTROŠNJE I VRIJEDNOSTI INVESTICIJE U UVOĐENJE RAZDJELNIKA TOPLINE

5.1 Uvod

Za provedbu analiza ekonomske isplativosti ugradnje razdjelnika potrebno je utvrditi relevantne ulazne podatke koji su mjerodavni pokazatelji referentne potrošnje toplinske energije i razine uštede kao reprezentanta prihoda (odnosno smanjenja izdataka u konkretnom slučaju), te vrijednosti investicije i operativnih troškova kao reprezentanta troškova. Na osnovu ove dvije grupe podataka moguće je, uz dodatne pretpostavke vezane uz ekonomske parametre (npr. diskontna stopa), provesti analize ekonomske isplativosti.

Navedeni parametri, referentna potrošnja toplinske energije, ušteda toplinske energije i troškovi investicije određeni su analizom podatka relevantnog uzorka zgrada u razmatranim gradovima u Hrvatskoj.

5.2 Specifična potrošnja toplinske energije prije ugradnje razdjelnika

5.2.1 Uvodne napomene

Specifična potrošnja toplinske energije prije ugradnje razdjelnika (sustava za procjenu individualne potrošnje toplinske energije) određena je na temelju podatka koje su dostavile toplinarske tvrtke (za prošireni skup podataka). Specifična potrošnja toplinske energije pokazuje koliko se kWh toplinske energije prosječno troši po m² stambene površine (za svaki promatrani grad iz uzorka zasebno). Na temelju podataka o specifičnoj potrošnji toplinske energije prije ugradnje razdjelnika (za referentni stan) i postotka ostvarenih ušteda nakon ugradnje izračunat će se apsolutna vrijednost ušteda toplinske energije nakon ugradnje razdjelnika.

U analizi je sezona grijanja obuhvatila razdoblje od 01.10. prethodne do 01.04. tekuće kalendarske godine, što ne mora odgovarati stvarnoj sezoni grijanja za svaku pojedinu godinu koja je u pravilu 15 posto duža. Sezona grijanja započinje kad su vanjske temperature u tri uzastopna dana manja od 12°C i (načelno) završava kad je vanjska temperatura tri uzastopna dana viša od 12°C, a najkasnije 15-tog svibnja (za kontinentalnu Hrvatsku). U analiziranim podacima o potrošnji toplinske energije uračunata je i toplinska energija za zagrijavanje tople vode koja je reda veličine do 15 posto ukupne utrošene toplinske energije. Na temelju dostavljenih podataka toplinarskih tvrtki nemoguće je utvrditi stvaran udio energije koji se koristi za zagrijavanje tople vode. Pretpostavljeno je da taj udio toplinske energije utrošen za zagrijavanje tople vode približno jednak utrošku toplinske energije u sezoni grijanja prije 01.10. i nakon 01.04. S obzirom da je dodatno provedena analiza utjecaja varijacije pojedinog ulaznog podatka (da bi se utvrdio njezin utjecaj na isplativost) ova pretpostavka predstavlja prihvatljivo pojednostavljenje, a dobiveni podatak o specifičnoj potrošnji toplinske energije predstavlja solidnu osnovu za provedbu daljnjih analiza.

5.2.2 Metodologija određivanja specifične potrošnje zgrada iz uzorka

Za određivanje specifične potrošnje toplinske energije zgrada za razmatrane gradove, korišteni su podaci o potrošnji toplinske energije svakog pojedinog stana za period prije ugradnje razdjelnika (sezona grijanja 2010./2011., 2011./2012., 2012./2013.). Na temelju podataka o individualnoj potrošnji stana u sezoni grijanja i podatka o površini promatranog stana izračunata je specifična potrošnja toplinske energije.

Procedura za određivanje specifične potrošnje toplinske energije u sezoni grijanja za pojedini grad bazirala se na određivanju prosjeka specifičnih potrošnji toplinske energije za sve analizirane stanove za pojedini grad i navedene sezone grijanja, tablica 24 i slika 8. U konačnici za provedbu ekonomskih analiza korištena je prosječna vrijednost specifičnih potrošnji za promatrani period od 3 godine, odnosno prosječna specifična potrošnja sezona 2010./2011., 2011./2012. i 2012./2013.

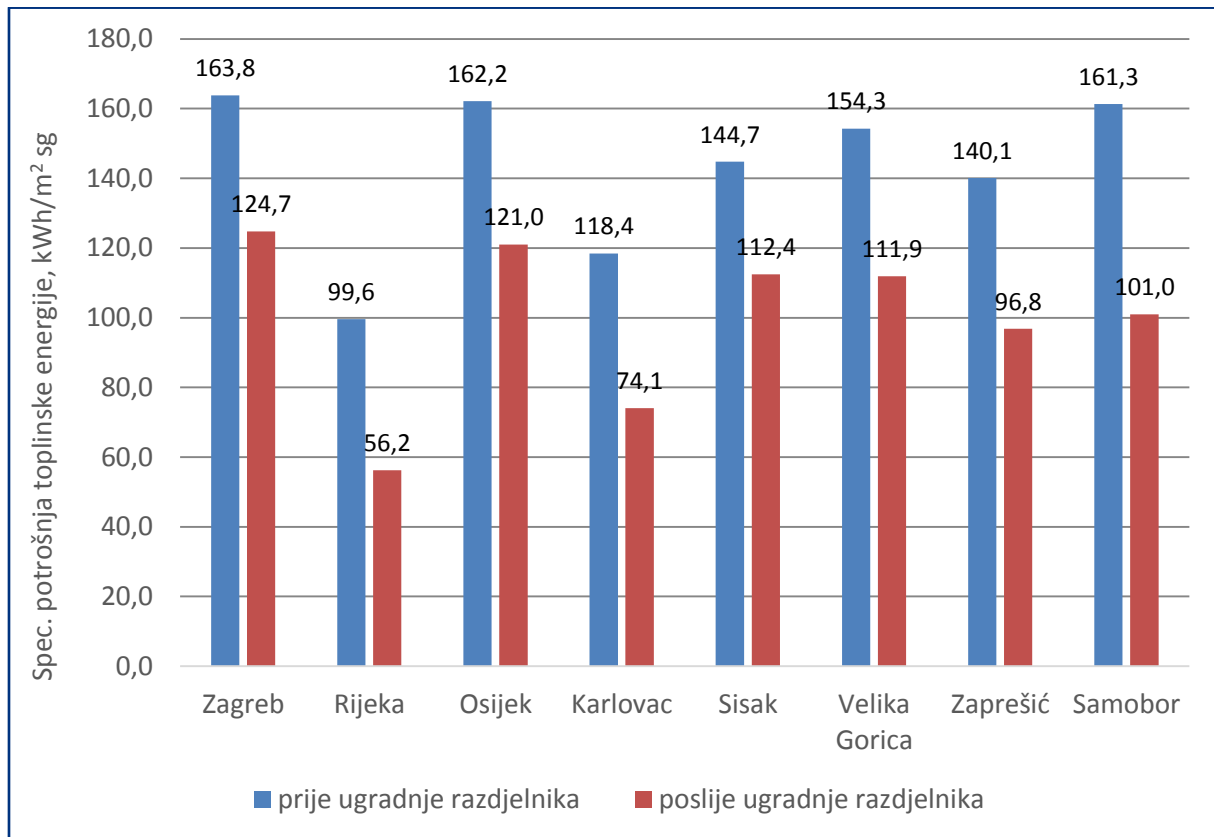
Tablica 24: Prosječna specifična potrošnja zgrada iz uzorka prije ugradnje razdjelnika (kWh/m²)

	2010./2011.	2011./2012.	2012./2013.	Prosjek 3 sezone	2014./2015.	2015./2016.	2016./2017.	Prosjek 3 sezone
Zagreb	163,8	166,6	160,9	163,8	133,7	127,4	113,1	124,7
Rijeka	113,8	97,4	87,4	99,6	57,0	57,0	54,7	56,2
Osijek	159,6	171,6	155,4	162,2	137,6	121,2	104,1	121,0
Karlovac			118,4	118,4	74,5	72,9	74,8	74,1
Sisak	147,4	148,9	137,9	144,7	115,3	111,1	110,8	112,4
Velika Gorica	154,3	157,4	151,1	154,3	111,5	116,3	107,9	111,9
Zaprešić	140,7	142,4	137,3	140,1	94,1	96,7	99,7	96,8
Samobor	166,2	161,5	156,3	161,3	99,2	102,7	101,2	101,0

Izvor: Podaci toplinarskih tvrtki.

Na jednaki način moguće je prikazati i specifičnu potrošnju za period nakon ugradnje razdjelnika, slika 8. Iz prikazanih podataka može se kvalitativno vidjeti da je u svim analiziranim gradovima došlo do uštede toplinske energije nakon ugradnje razdjelnika. Ovako dobiveni podaci o specifičnoj potrošnji ne uzimaju u obzir okolišne uvjete (vanjsku temperaturu zraka, vremenski interval), te ne mogu biti osnova za ocjenu visine uštede, koja se uvažavajući specifične vremenske uvjete u svakoj sezoni grijanja izračunava u nastavku.

Slika 8: Prosječna specifična potrošnja toplinske energije zgrada iz uzorka (kWh/m²) za period prije i period nakon ugradnje razdjelnika



Izvor: Izračun autora.

5.3 Analiza ušteda potrošene toplinske energije na bazi dostupnih podataka o potrošačima

5.3.1 Uvodne napomene

Uštede u potrošnji toplinske energije za pojedini stan, pojedinu zgradu i pojedini grad dobivene su analizom podataka o toplinskoj energiji za grijanje i zagrijavanje tople vode prikupljenih od toplinskih tvrtki. S obzirom da je prije ugradnje razdjelnika potrošnja toplinske energije pojedinog stana bila određena na temelju kombinacije podataka o stambenoj površini pojedinog stana i procijenjenoj potrošnji toplinske energije za zagrijavanje tople vode na osnovu ljetne potrošnje toplinske energije (ukupna ljetna potrošnja toplinske energije raspodijeljena je uniformno na sve stanove u zgradi), podatak o uštedi pojedinog stana potrebno je uzeti s rezervom. Podatak o uštedi toplinske energije na nivou zgrade predstavlja mjerodavni podatak jer je baziran na stvarno mjerenim ukupnim vrijednostima isporučene toplinske energije za grijanje i zagrijavanje tople vode.

Kod određivanja uštede toplinske energije (kao omjera energije koja se trošila prije ugradnje i nakon ugradnje razdjelnika) na neki način treba eliminirati vanjski čimbenik koji utječe na potrošnju

toplinske energije tj. u analize treba uključiti varijabilnost vremenskih uvjeta koji variraju od sezone do sezone.

Drugim riječima, treba uzeti u obzir da će u sezonama grijanja s višim dnevnim/mjesečnim temperaturama (blaga zima) utrošena toplinska energija biti niža od godina kad su dnevne/mjesečne temperature niže (hladna zima). Kako bi se u obzir uzeo utjecaj klimatoloških prilika pojedine sezone grijanja u analizu je uključena veličina stupanj-dan-grijanja (SDG).

Stupanj-dan-grijanja može se definirati kao veličina kojom se izražava (godišnja) potreba za energijom za grijanje, a računa se kao umnožak broja dana grijanja s temperaturnom razlikom između dogovorene srednje unutarnje temperature zraka (najčešće 20°C i ovisi o namjeni prostora) i temperature vanjskog zraka pri čemu se u račun uzimaju samo oni dani u sezoni grijanja kod kojih je temperatura zraka niža od 12°C (dogovor).

Stupanj-dan-grijanja osim podatka o temperaturi posredno uključuje i vremenski interval što nam omogućuje analizu za proizvoljno odabrani period.

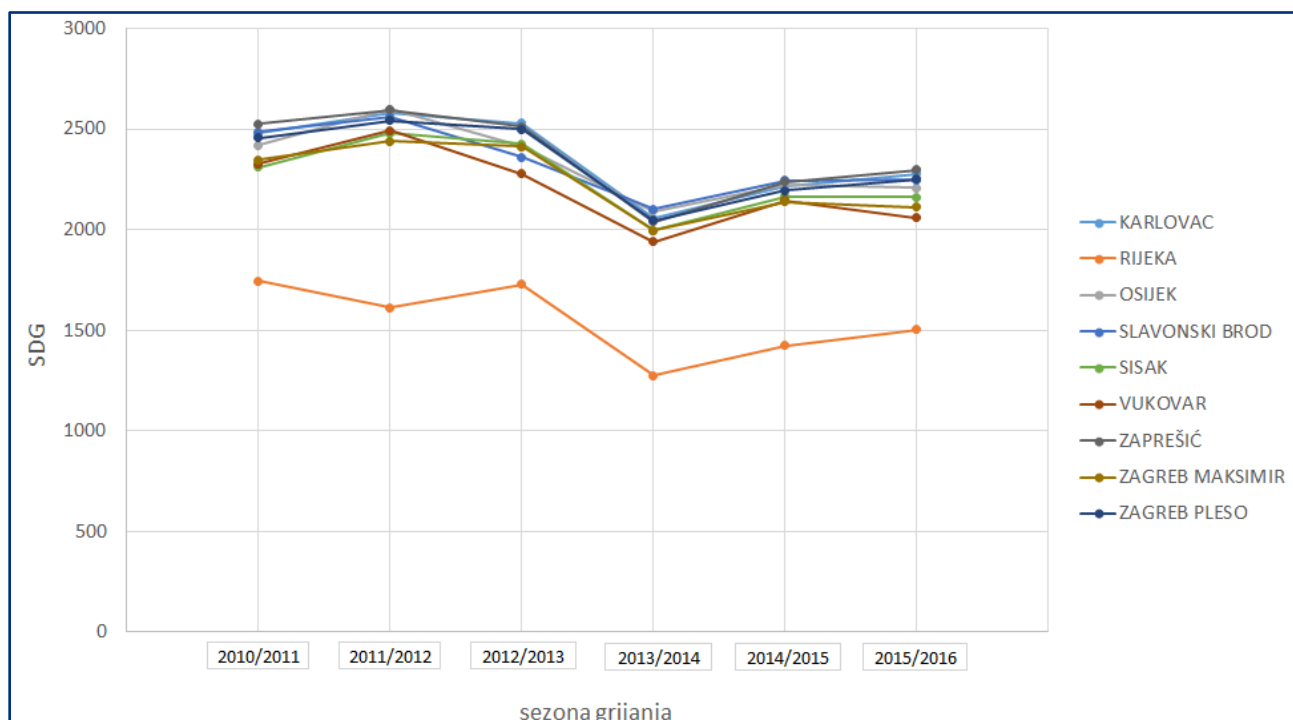
5.3.2 Stupanj-dan-grijanja za promatrane gradove

U provedenim analizama stupanj-dani-grijanja izračunati su na temelju podataka o srednjoj dnevnoj temperaturi zraka u pojedinom gradu za promatrani period od 01.11. do 01.04. i sezone grijanja od 2010./2011. do 2015./2016. Podaci su prikupljeni od Državnog hidrometeorološkog zavoda (slika 9).

Iz prikazanih podataka na slici 9 o stupanj-danima-grijanju može se vidjeti da je sezona grijanja 2013./2014. imala daleko najmanji broj stupanj-dana-grijanja što ukazuje na činjenicu da je ta sezona bila s prosječno najvišim dnevnim temperaturama.

Stupanj-dani-grijanja izračunani su na mjesečnoj bazi što je bila najmanji vremenski interval za koji su dostupni podaci o isporučenoj toplinskoj energiji. Ovakav pristup omogućio je provođenje i dodatnih analiza koje su potvrdile pretpostavke navedene u 5.3.1.

Slika 9: Stupanj-dani-grijanja za promatrane sezone grijanja i odabrane gradove



Izvor: Izračun autora.

5.3.3 Metodologija određivanja ušteda ostvarenih nakon ugradnje razdjelnika

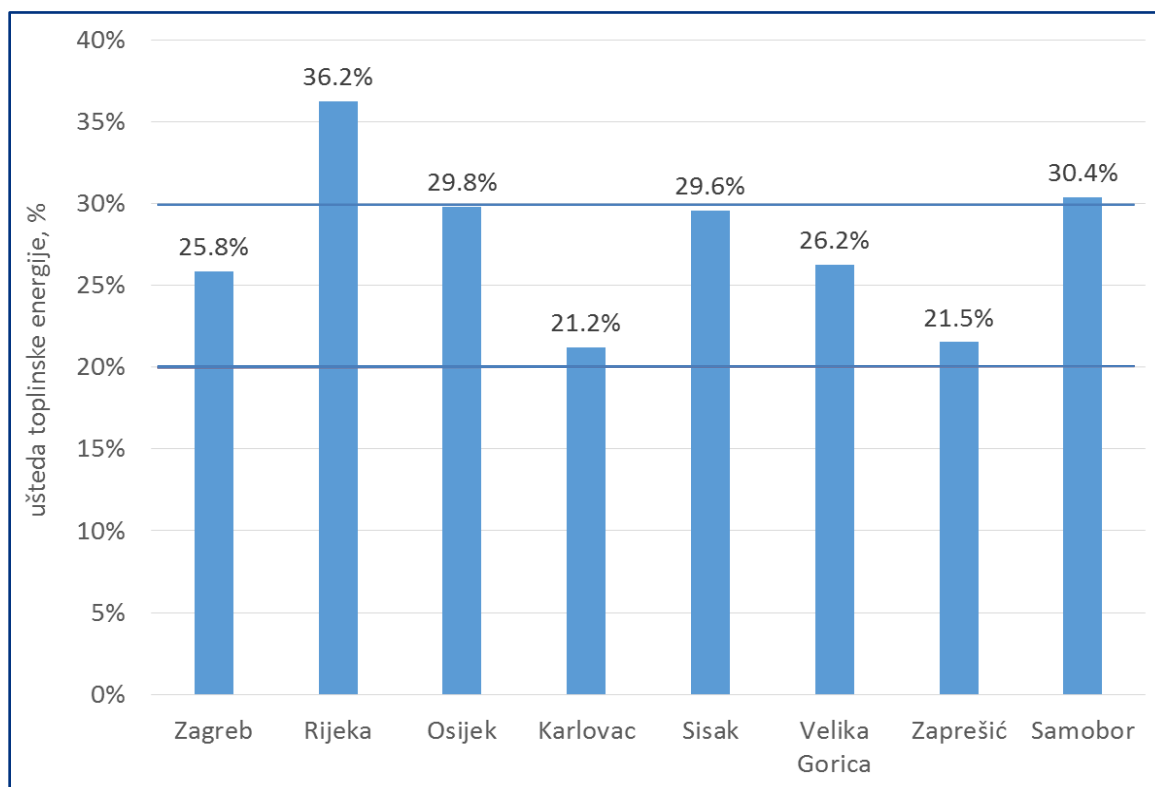
Određivanje ušteda u potrošnji toplinske energije provedeno je na temelju podataka o mjesečnim potrošnjama toplinske energije stanova. Iz podataka su grupirane potrošnja toplinske energije za svaki stan prije ugradnje razdjelnika i potrošnja toplinske energije nakon ugradnje razdjelnika. Tako dobiveni podaci normirani su s pripadajućom vrijednosti stupanj-dan-grijanja za promatranu lokaciju. Normirane vrijednosti utrošene toplinske energije prije i nakon ugradnje razdjelnika iskoristile su se za izračun visine ušteda.

Iz analiza su izbačeni svi stanovi s nepotpunim podacima i/ili podaci za stanove u kojima je potrošnja prije ili nakon ugradnje razdjelnika bila jednaka nuli jer bi korištenje takvih podataka neizbježno dovelo do pogrešnih rezultata u cijelom skupu podataka. Broj stanova s nepotpunim podacima statistički je zanemariv.

Na temelju ovakve procedure eliminiran je utjecaj klimatoloških uvjeta i utjecaj različite duljine skupa podataka prije i nakon ugradnje razdjelnika (pojedine zgrade su ugradile razdjelnika u različitoj sezoni grijanja i/ili mjesecu tijekom neke sezone grijanja).

Rezultati analiza na temelju podatka prikupljenih od toplinarskih tvrtki pokazuju da su ostvarene uštede u rasponu od 20 do 30 posto, osim u Gradu Rijeci gdje su uštede čak 36 posto (slika 10).

Slika 10: Ušteda u potrošnji toplinske energije za odabrane gradove nakon ugradnje razdjelnika



Izvor: Izračun autora.

Treba napomenuti da je u podacima o potrošnji toplinske energije sadržana toplinska energija za grijanje stanova i toplinska energija za zagrijavanje tople vode. Pretpostavka je da se ostvarene uštede odnose prvenstveno na promjenu ponašanja korisnika u pogledu grijanja, te mogućnost kontrole vlastite potrošnje.

5.3.4 Razdioba uštede na nivou individualnog stana

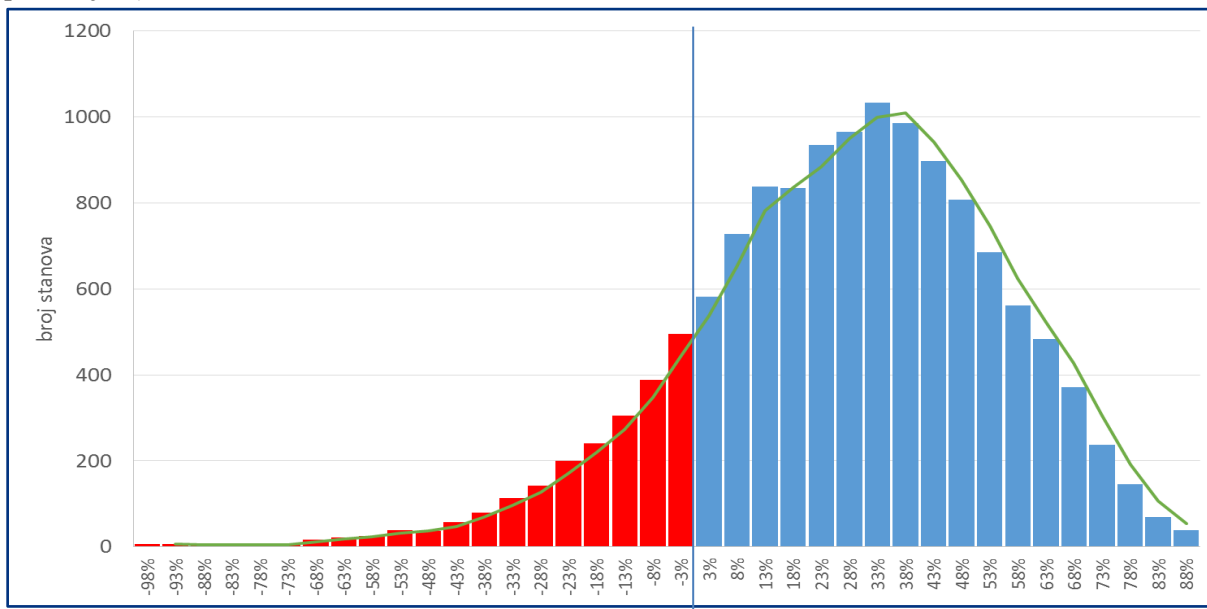
Iako je u podpoglavlju 5.3.1 navedeno da podatke o uštedama na nivou stanova treba uzeti s rezervom jer je toplinska energija za svaki stan određena posrednim metodama u nastavku su dane razdiobe ušteda za karakteristične gradove.

Iz prikazanih podataka direktno se može iščitati udio stanova kojima je nakon ugradnje razdjelnika porasla potrošnja toplinske energije (negativna vrijednost ušteda na grafovima, slike 11 do 14), a prema tome i obračunata potrošnja na računima.

Iz rezultata je vidljivo da je u svakom gradu (osim Karlovca) udio stanova kojima je nakon ugradnje razdjelnika povećana potrošnja ispod 20 posto. Iz podatka je nemoguće raspoznati faktore koji su utjecali na povećanu potrošnju, ali neki od mogućih su nepovoljan smještaj stana (npr. sjeverna strana zgrade na višim katovima), stan je useljen nakon ugradnje razdjelnika, korisnik nije koristio

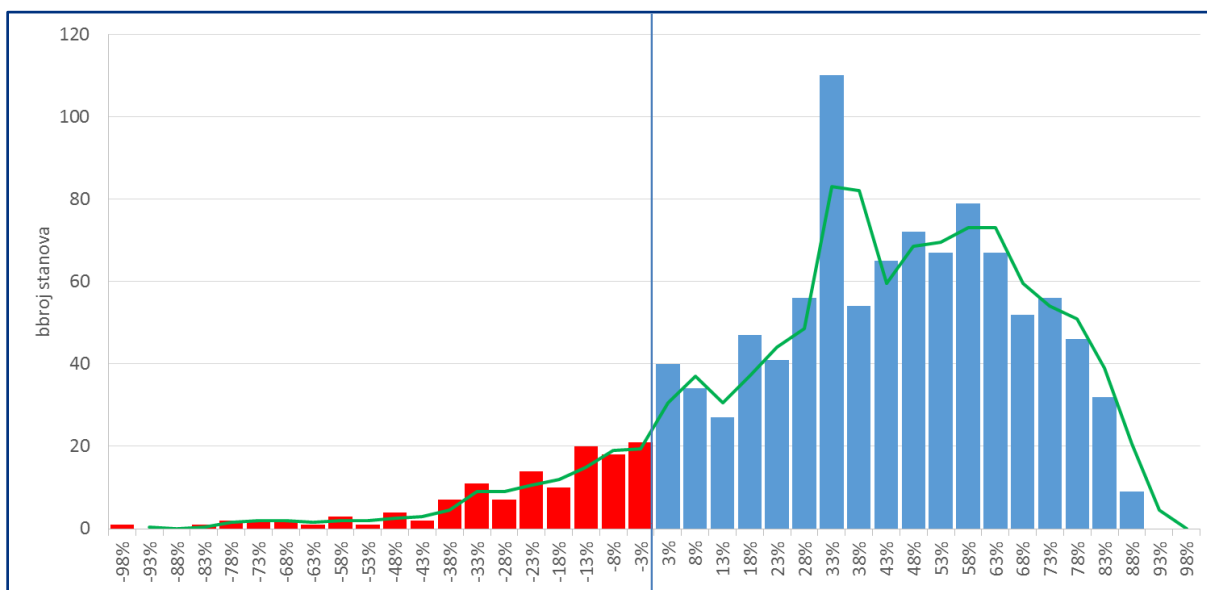
moгуćnost kontrole potrošnje. S druge strane postoje stanovi kojima je značajno pala potrošnja toplinske energije nakon ugradnje razdjelnika. Moguće razloge za to je nemoguće utvrditi za ovu vrstu analize. Jedan od mogućih razloga je da se radi o praznim stanovima u kojima nitko ne živi. Ti stanovi su prije ugradnje razdjelnika imali obračun toplinske energije proporcionalan svojoj površini i nisu imali mogućnost direktne kontrole nad troškovima toplinske energije.

Slika 11: Razdioba ušteda za Grad **Zagreb** (uzorak od 13.405 stanova, 16 posto stanova s većom potrošnjom)



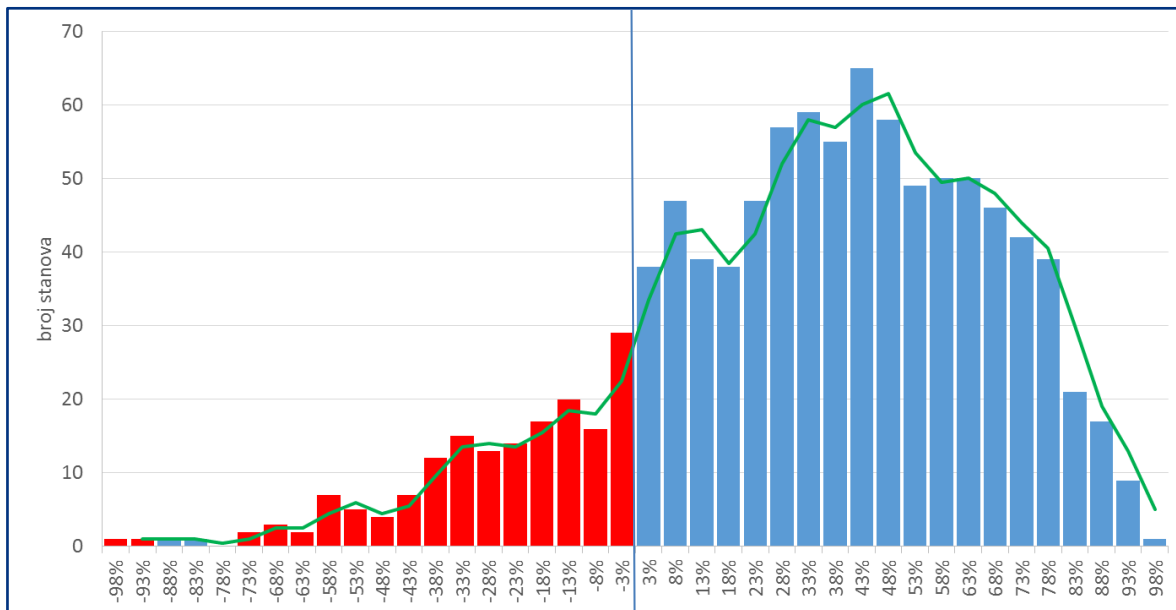
Izvor: Izračun autora.

Slika 12: Razdioba ušteda za Grad **Rijeku** (uzorak od 1.081 stanova, 12 posto stanova s većom potrošnjom)



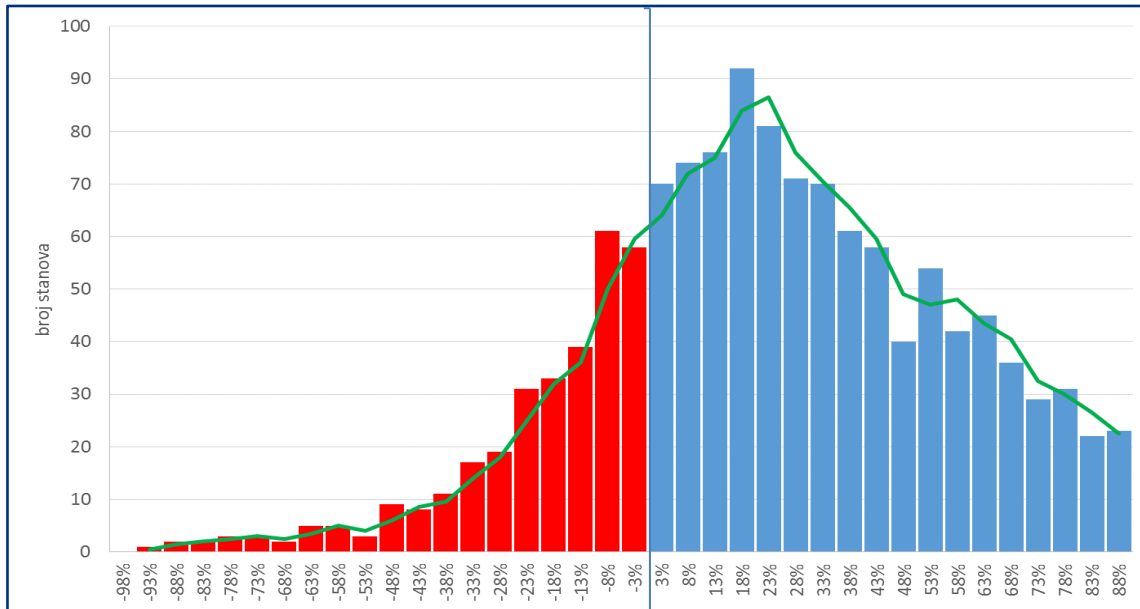
Izvor: Izračun autora.

Slika 13: Razdioba ušteda za Grad **Osijek** (uzorak od 997 stanova, 17 posto stanova s većom potrošnjom)



Izvor: Izračun autora.

Slika 14: Razdioba ušteda za Grad **Karlovac** (uzorak od 1.291 stanova, 25 posto stanova s većom potrošnjom)



Izvor: Izračun autora.

5.4 Specifična cijena ugradnje sustava za procjenu individualne potrošnje toplinske energije

5.4.1 Uvodne napomene

Kasnije analize isplativosti ugradnje sustava za individualnu procjenu potrošnje toplinske energije odnosit će se na referentnu zgradu definiranu sukladno smjernicama Europske komisije. Za takvu zgradu potrebno je definirati investicijski trošak ugradnje svih elemenata sustava od kojih su neki direktno ugrađeni u stan (razdjelnici, termostatski ventili, prigušnice radijatora), a neki elementi sustava su zajednički za više stanova i/ili se ugrađuju na nivou toplinske podstanice zgrade (npr. pumpa, centralni sustav očitavanja impulsa s razdjelnika, sustav za balansiranje po vertikalama, sustav za ispiranje nečistoća, dokumentacija i slično). Također, u zajedničke troškove spadaju npr. termostatski ventili na radijatorima zajedničkih prostorija.

Prvi problem s kojim se susrećemo prilikom određivanja dijela investicijskog troška koji pripada individualnom stanu je varijabilnost svih ulaznih parametara zavisno od zgrade do zgrade. Broj radijatora i s njima povezanih troškova za razdjelnike i termostatske ventile bilo bi moguće odrediti na nivou površine stana, dok je za sve ostale elemente opreme to gotovo nemoguće.

Drugi značajni problem leži u činjenici da na nivou individualnih zgrada nije ugrađena jednaka konfiguracija sustava za individualnu procjenu potrošnje toplinske energije. Ugrađeni sustavi variraju od minimalnog sustava koji sadrži samo razdjelnike i pripadni centralni sustav za očitavanje impulsa, do potpunog sustava koji uključuje i balansiranje tlakova, ispiranje vode u sustavu i sustav za kontrolu polazne temperature vode u sekundarnom krugu.

Treći utjecajni faktor je cijena pojedinih komponenti koja varira od izvođača do izvođača radova.

Većina izvođača radova na ugradnji sustava s razdjelnicima tretirala je ugradnju prigušnice kao opciju, tj. svaki se stan morao izjasniti želi li ugradnju i pokriti samostalno troškove ugradnje (ostali troškovi podmirivali su se u većini slučajeva iz zajedničke pričuve ili kredita).

U okviru Studije provedene su analize za dva granična sustava – minimalni sustav koji omogućuje procjenu individualne potrošnje i maksimalni sustav koji osim sustava za individualnu procjenu potrošnje toplinske energije uključuje i elemente koji osiguravaju optimalan rad sustava za grijanje, povećavaju ugodu života u zgradama i smanjuju troškove vezane uz održavanje (kvarove).

5.4.2 Minimalni funkcionalni sustav

Minimalni funkcionalni sustav za procjenu individualne potrošnje toplinske energije sastoji se od razdjelnika ugrađenih na radijatore i centralnog sustava za očitavanje impulsa, te termostatskih ventila i prigušnice.

S obzirom da postoje termostatski ventili s mogućnošću dinamičkog balansiranja tlakova na ulazu u radijator i termostatski ventili bez te opcije, minimalni sustav je uključivao drugu opciju tj. jeftiniju varijantu.

Uz ugradnju ovog sustava nije predviđena izrada dodatne dokumentacije.

Troškovnik minimalnog sustava za procjenu individualne potrošnje toplinske energije prikazan je u tablici 25. Stavke od 1 do 3 direktno su vezane uz broj radijatora u stanu, dok je centralni sustav za daljinsko prikupljanje impulsa s razdjelnika zajednički trošak cijele zgrade.

Tablica 25: Troškovnik minimalnog sustava za procjenu individualne potrošnje toplinske energije

1	Elektronski razdjelnik prema normi EN834:3002. Ugradnja razdjelnika s nosećom pločicom i priborom prema jednom radijatoru. Programiranje i puštanje u rad uključeno u cijenu uređaja.
2	Termostatski ventil (tip kao Danfoss RA-N) - ravni ili kutni ventil 1/2" ili 3/8", uključivo termostatska glava (tip kao RAS-C2). U cijenu uključena ugradnja ventila bez dodatnog zavarivanja uz demontažu postojećeg ventila, uključivo sitni potrošni materijal.
3	Prigušnica radijatora (opcija). U cijenu uključena ugradnja.
4	Centralni sustav daljinskog prikupljanja impulsa. U cijenu uključena ugradnja i programiranje.

Izvor: Autori.

5.4.3 Maksimalni funkcionalni sustav

Maksimalni sustav za procjenu individualne potrošnje toplinske energije sastoji se, osim minimalnog sustava koji omogućuje razdiobu potrošnje po stanovima, i od elemenata za balansiranje tlaka u sustavu grijanja, sustava za ispiranje vode, sustava za kontrolu polazne temperature polazne vode sekundara i pumpe s promjenjivom brzinom vrtnje (promjenjiva karakteristika).

Elementi za balansiranje tlakova u sustavu grijanja omogućuju jednakomjernu razdiobu protoka po svim granama i svim radijatorima, te na taj način osiguravaju da su ulazne temperature vode u radijatore podjednake. Postoje dvije varijante izvedbe, a njihov izbor je, osim tehničkim zahtjevima, uvjetovan i samom cijenom. Za niže padove tlaka u granama sustava grijanja moguće je koristiti za balansiranje tlakova samo termostatske ventile, dok za veće padove tlakova treba koristiti balansiranje po vertikalama sustava grijanja.

Za razliku od postojećih ventila na radijatorima, ventili s termostatskim glavama su osjetljiviji i skloni kvarovima u slučaju da je voda u sustavu onečišćena npr. hrđom. Iz tog razloga preporuča se u sustav grijanja ugraditi filter za ispiranje koji kontinuirano uklanja nečistoću iz vode. Nedostatak ovog sustava je potreba za redovitim održavanjem (minimalno jednom godišnje potrebno je očistiti filter).

Sustav za kontrolu polazne temperature vode kontrolira temperaturu vode na ulazu u sustav grijanja u skladu s vanjskom temperaturom. Drugim riječima, kad su vanjske temperature više moguće je u sustavu imati niže temperature vode na ulazu. Na taj način dodatno je moguće ostvariti značajne uštede energije. Treba, napomenuti da prema podacima s terena jako malo zgrada ugrađuje ovakve sustave za kontrolu polazne temperature.

Da bi se izbjegla prevelika brzina strujanja vode u sustav grijanja, a s njom i povezana buka i vibracije, u sustavima grijanja se klasične pumpe zamjenjuju pumpama koje imaju mogućnost dinamičke promjene karakteristike pumpe snižavanjem brzine vrtnje. Npr. zatvaranjem većeg broja radijatora kod zatopljenja dolazi do smanjenja otpora sustava i raste brzina strujanja vode. Pumpa s promjenjivom brzinom vrtnje na osnovu osjetnika tlaka smanjuje brzinu vrtnje čime pada tlak na izlazu iz pumpe i cijeli sustav radi tiše.

Uz ugradnju dodatnih sustava vezana je i izrada popratne projektne dokumentacije. To je elaborat o zamjeni pumpe i projekt balansiranja sustava grijanja. Izrada dokumentacije spada u zajedničke troškove zgrade.

Troškovnici za maksimalne sustav za procjenu individualne potrošnje toplinske energije dani su u tablicama 26 i 27.

Tablica 26: Troškovnik maksimalnog sustava za procjenu individualne potrošnje toplinske energije (balansiranje tlakova na radijatoru)

1	Elektronski razdjelnik prema normi EN834:3002. Ugradnja razdjelnika s nosećom pločicom i priborom prema jednom radijatoru. Programiranje i puštanje u rad uključeno u cijenu uređaja.
2	Termostatski ventil s diferencijalnom regulacijom tlaka (tip kao Danfoss RA-DV) - ravni ili kutni ventil 1/2" ili 3/8", uključivo termostatska glava (tip kao RAS-C2). U cijenu uključena ugradnja ventila bez dodatnog zavarivanja uz demontažu postojećeg ventila, uključivo sitni potrošni materijal.
3	Prigušnica radijatora (opcija). U cijenu uključena ugradnja.
4	Centralni sustav daljinskog prikupljanja impulsa.
5	Odmuljivač za permanentno odmuljivanje i ispiranje sustava grijanja od protočnog mulja i nečistoće do razine od 0,05 mikrona kao zaštita ugrađenim ventilima i opremi. U cijenu uključena ugradnja.
6	Pumpa s promjenjivom brzinom vrtnje. U cijenu uključena ugradnja.
7	Uređaj za regulaciju polazne temperature vode u sustav grijanja.
8	Izrada elaborata za zamjenu pumpe.
9	Izrada projekta hidrauličkog uravnoteženja instalacije grijanja.

Izvor: Autori.

Tablica 27: Troškovnik maksimalnog sustava za procjenu individualne potrošnje toplinske energije (balansiranje tlakova po vertikalama)

1	Elektronski razdjelnik prema normi EN834:3002. Ugradnja razdjelnika s nosećom pločicom i priborom prema jednom radijatoru. Programiranje i puštanje u rad uključeno u cijenu uređaja.
2	Termostatski ventil (tip kao Danfoss RA-N) - ravni ili kutni ventil 1/2" ili 3/8", uključivo termostatska glava (tip kao RAS-C2). U cijenu uključena ugradnja ventila bez dodatnog zavarivanja uz demontažu postojećeg ventila, uključivo sitni potrošni materijal.
3	Granski balans ventil i diferencijalni regulator tlaka (tip kao Danfoss ASV-BD). U cijenu uključena ugradnja.
4	Prigušnica radijatora (opcija). U cijenu uključena ugradnja.
5	Centralni sustav daljinskog očitavanja.
7	Odmuljivač za permanentno odmuljivanje i ispiranje sustava grijanja od protočnog mulja i nečistoće do razine od 0,05 mikrona kao zaštita ugrađenim ventilima i opremi. U cijenu uključena ugradnja.
8	Pumpa s promjenjivom brzinom vrtnje. U cijenu uključena ugradnja.
9	Uređaj za regulaciju polazne temperature vode u sustav grijanja.
10	Izrada elaborata za zamjenu pumpe.
11	Izrada projekta hidrauličkog uravnoteženja instalacije grijanja.

Izvor: Autori.

5.4.4 Jedinične cijene opreme i radova

Kako je već napomenuto, cijene opreme i radova variraju od izvođača do izvođača. Iz tog razloga prikupljene su jedinične cijene opreme svih na hrvatskom tržištu prisutnih izvođača i određene su prosječne cijene opreme i radova za pojedinu grupu opreme i radova.

Troškovi ugradnje pumpi, sustava za ispiranje, centralnog sustava za prikupljanje impulsa s razdjelnika i ostali zajednički troškovi korigirani su faktorom koji uzima u obzir veličinu zgrade.

Tablica 28 daje prosječne cijene opreme i radova koji su korišteni kao input u daljnjim analizama troškova.

Tablica 28: Troškovnik opreme i radova za minimalni maksimalni sustav (cijene u kn s PDV-om) za referentnu zgradu s jednom pumpom, jednim centralnim sustavom za prikupljanje podataka i dr.

Troškovnik maksimum										
Troškovnik minimum										
Elektronski razdjelnik prema normi EN834:3002. Ugradnja razdjelnika sa nosećom pločicom i priborom prema jednom radijatoru. Programiranje i puštanje u rad uključeno u cijenu uređaja.	Termostatski ventil (tip kao Danfoss RA-N) - ravni ili kutni ventil 1/2" ili 3/8", uključivo termostatska glava (tip kao RAS-C2) . U cijenu uključena ugradnja ventila bez dodatnog zavarivanja uz demontažu postojećeg ventila uključivo sitni potrošni materijal.	Termostatski ventil s diferencijalnom regulacijom tlaka (tip kao Danfoss RA-DV) - ravni ili kutni ventil 1/2" ili 3/8", uključivo termostatska glava (tip kao RAS-C2). U cijenu uključena ugradnja ventila bez dodatnog zavarivanja uz demontažu postojećeg ventila uključivo sitni potrošni materijal.	Prigušnica radijatora (opcija). U cijenu uključena ugradnja.	Centralni sustav daljinskog očitavanja.	Granski balans ventil i diferencijalni regulator tlaka (tip kao Danfoss ASV-BD). U cijenu uključena ugradnja.	Odmuljivač za permanentno odmuljivanje i ispiranje sustava grijanja od protočnog mulja i nečistoće do razine od 0,05 mikrona kao zaštita ugrađenim ventilima i opremi. U cijenu uključena ugradnja.	Pumpa s promjenjivom brzinom vrtnje. U cijenu uključena ugradnja.	Uređaj za regulaciju polazne temp. vode u sustav grijanja	Izrada elaborata za zamjenu pumpe.	Izrada projekta hidrauličkog uravnoteženja instalacije grijanja.
290.00	238.00	350.00	100.00	7 500.00	2 450.00	10 000.00	12 500.00	10 000.00	3 000.00	7 500.00

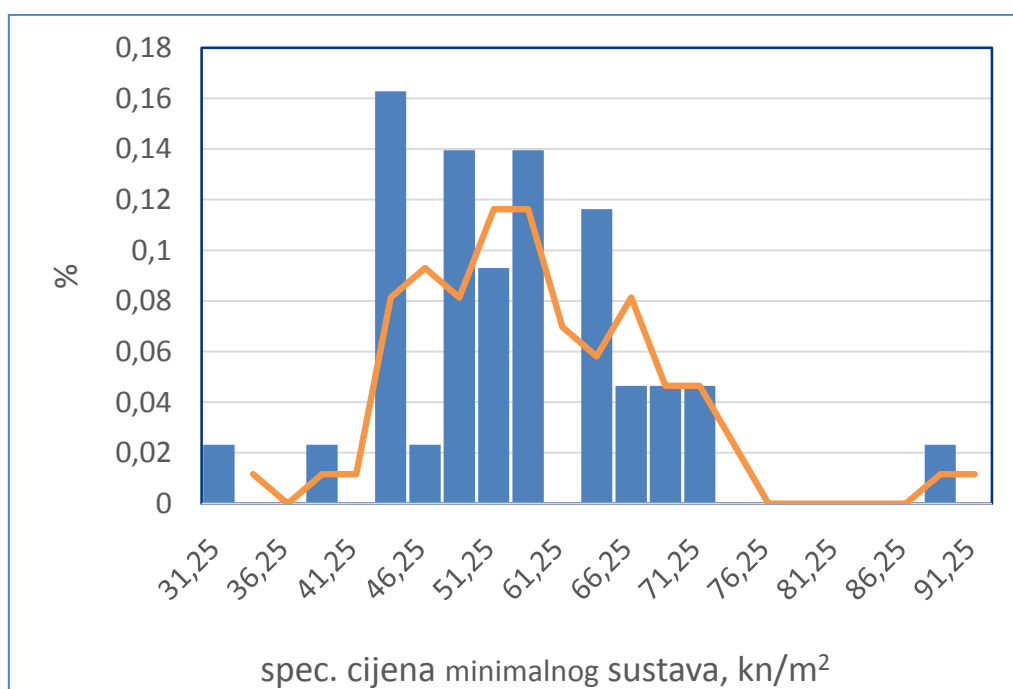
Izvor: Izračun autora.

5.4.5 Metodologija određivanja specifične cijene ugradnje sustava za individualnu procjenu potrošnje toplinske energije

Specifični troškovi investicije za navedene sustave određeni su na temelju prikupljenih podataka o stvarnim podacima za stanove i zgrade gdje je oprema ugrađena. Na temelju tih podataka stvorena je baza troškovnika za realne zgrade za koje je poznat broj radijatora, broj ugrađenih razdjelnika, broj vertikalna itd. Konačna specifična cijena minimalnog i maksimalnog sustava za procjenu individualne potrošnje toplinske energije sveden je na površinu zgrade tj. ukupni trošak je sveden na kune/m². Na taj način može se izračunati trošak bilo kojeg stana različite površine, u kojem su sadržani i svi zajednički troškovi ugradnje sustava s razdjelnicima.

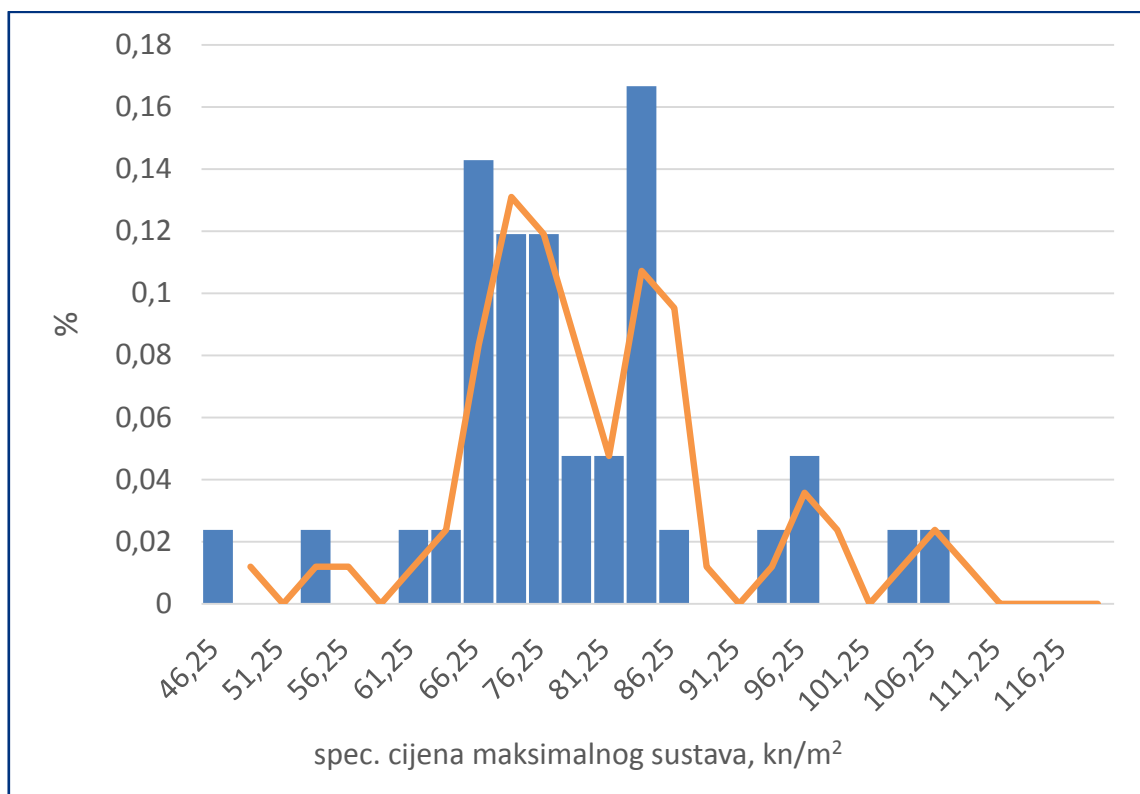
Prosječni specifični troškovi investicije za sustav s minimalnom opremom iznose **54,10** kuna/m², a prosječni specifični troškovi investicije za sustav s maksimalnom opremom iznose **76,58** kuna/m² stambene površine. Distribucija specifičnih investicijskih troškova vidljiva je iz slika 15 i 16.

Slika 15: Razdioba specifičnih troškova investicije za minimalni sustav s razdjelnicima



Izvor: Izračun autora.

Slika 16: Razdioba specifičnih troškova investicije za maksimalni sustav s razdjelnicima



Izvor: Izračun autora.

6 EKONOMETRIJSKA PROCJENA UČINKA UGRADNJE RAZDJELNIKA NA UTROŠAK ENERGIJE

U ovom dijelu prikazana je metodologija i procjena uštede toplinske energije temeljem ekonometrijskog modela. Preciznije, objašnjena je struktura podataka na kojima je provedena analiza, ekonometrijska metoda kojom su procijenjene uštede, identifikacija kauzalnog parametra od interesa, interpretirani su rezultati te napravljena dodatna analiza koja se oslanja na simulacijske tehnike (engl. *resampling*).

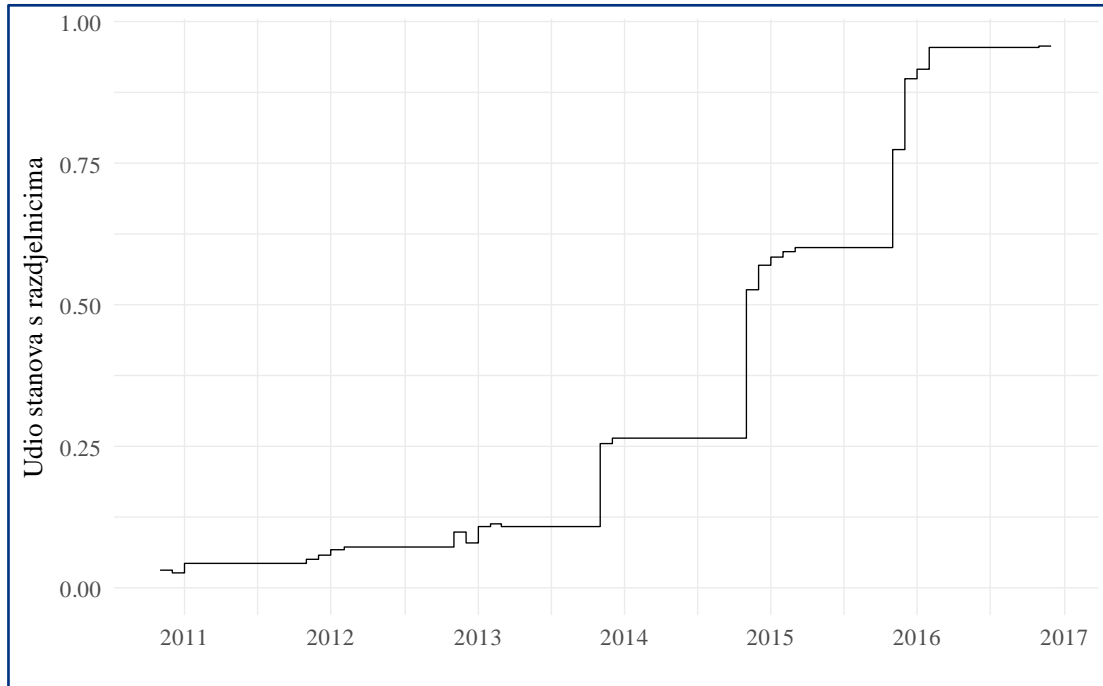
6.1 Podaci i deskriptivna statistika

Podaci za provođenje analize zaprimljeni su od toplinarskih poduzeća po gradovima u kojima pružaju uslugu distribucije toplinske energije. Podatke za Zagreb, Osijek, Sisak, Veliku Goricu, Zaprešić i Samobor dostavio je HEP Toplinarstvo d.o.o., podatke za Rijeku dostavio je Energo d.o.o., dok je podatke za Karlovac dostavila Gradska toplana d.o.o.²⁹ U svaka od ova tri slučaja, sukladno zahtjevu Ministarstva zaštite okoliša i energetike radi se na uzorku od 20 posto populacije na razini stan-mjesec. Dakle, podaci su strukturirani tako da je opservacija stan u mjesecu. Osim identifikatora stana i mjeseca, za tipičnu opservaciju opažamo i zgradu u kojoj se nalazi, ima li stan ugrađen razdjelnik, površinu stana, snagu i potrošnju energije. Vremenski obuhvat podataka je od studenog 2010. godine do prosinca 2016. godine, a opažamo samo mjesece sezone grijanja (od studenog do ožujka). Specifična struktura podataka, kao što će detaljnije biti prikazano u metodološkom dijelu, zapravo omogućava panel procjenu. Naime, svaki stan opažamo u više točaka u vremenu i opažamo točan mjesec kad je stan ugradio razdjelnik. Kvalitetna struktura podataka omogućuje točnu procjenu učinka ugradnje razdjelnika na potrošnju energije.

Slika 17 i tablica 29 prikazuju osnovnu deskriptivnu statistiku dostupnih podataka.

²⁹ Dostavljeni podaci za Slavonski Brod, Vinkovce i Vukovar nisu bili u prikladnom formatu jer ili nisu bili na razini stana (Vukovar) ili su samo sadržavali stanove s ugrađenim razdjelnikom (Slavonski Brod i Vinkovci), što onemogućava ekonometrijsku procjenu.

Slika 17: Relativni pokazatelj broja stanova s ugrađenim razdjelnicima po razdobljima (1=100 posto stanova)



Izvor: Izračun autora na temelju dostavljenih podataka.

Tablica 29: Proporcija stanova s ugrađenim razdjelnikom po gradovima i sezonama

	2010./2011.	2011./2012.	2012./2013.	2013./2014.	2014./2015.	2015./2016.	2016./2017.
Ukupno	0.051	0.073	0.106	0.269	0.607	0.955	0.956
Zagreb	0.009	0.022	0.038	0.048	0.483	0.955	0.960
Rijeka	0.354	0.65	0.653	0.943	0.941	0.941	—
Osijek	0.038	0.000	0.000	0.062	0.518	0.945	0.948
Karlovac	—	—	0.384	0.782	1.000	1.000	—
Sisak	0.499	0.556	0.658	0.652	0.849	0.895	0.907
Velika Gorica	0.193	0.144	0.149	0.642	0.68	0.97	0.974
Zaprešić	0.000	0.000	0.000	0.927	0.931	0.941	0.945
Samobor	0.000	0.000	0.000	0.916	0.911	0.932	0.936

Napomena: Sezona je definirana kao zadnja dva mjeseca u tekućoj godini i prva tri u sljedećoj godini. Primjerice sezona 2010/2011 obuhvaća studeni i prosinac 2010. te siječanj, veljaču i ožujak 2011. Ukoliko je stan ugradio razdjelnik u bilo kojem od pet mjeseca u sezoni, definiramo da u toj sezoni ima razdjelnik.

Izvor: Izračun autora na temelju gore opisanih dostupnih podataka.

6.2 Metodologija i identifikacija ušteta

Kako bi procijenili učinak ugradnje razdjelnika na ukupan utrošak energije procjenjujemo sljedeći multidimenzionalni model fiksnih učinaka:

$$y_{ijkt} = \theta \mathbf{1}\{\text{razdjelnik}_{ijkt}\} + \zeta_i + \eta_j + \tau_k + \varsigma_t + \epsilon_{ijkt} \quad (1)$$

gdje je y_{ijkt} ukupni utrošak energije (za grijanje i za toplu vodu) stana $i = 1 \dots N$, koji se nalazi u zgradi $j = 1 \dots J$, koja se nalazi u gradu $k = 1 \dots 8$ u mjesecu $t = 1 \dots T$. Preciznije, opservacija definirana $ijkt$ odnosi se na stan u određenom periodu, a opažamo i zgradu i grad u kojem se stan nalazi. Upravo ova specifična panel struktura podataka omogućuje uporabu fiksnih učinaka kroz više dimenzija. $\mathbf{1}\{\text{razdjelnik}_{ijkt}\} \in \{1, 0\}$ tj. indikator varijabla koja poprima vrijednost jedan ako stan i u zgradi j u gradu k u mjesecu t ima ugrađen razdjelnik, stoga je θ parametar od interesa. ζ_i se odnosi na fiksne učinke na razini stana, dakle sve one faktore na razini stana koji su konstantni kroz vrijeme, što uključuje površinu stana, orijentaciju stana, kat na kojem se nalazi i sl. η_j predstavlja fiksne učinke zgrade, tj. sve čimbenike na razini zgrade koji su fiksni poput godine izgradnje zgrade, kvalitetu izgradnje, broj katova, broj stanova, kvart i druge odrednice mikrolokacije. τ_k kontrolira za fiksne učinke grada poput klimatoloških razlika, lokalnih specifičnosti na tržištu toplinske energije i slično, dok ς_t predstavlja vremenske fiksne učinke na razini mjeseca koji uključuju specifičnosti u određenom mjesecu koje se odnose na lokalne i globalne cijene toplinske energije, kao i ostalih efekata koji su fiksni kroz prostor u određenoj točki u vremenu. ϵ_{ijkt} je normalno distribuirana greška s očekivanjem nula.

Kako bi eksplicitno kontrolirali za klimatološke prilike y_{ijkt} definiramo kao:

$$y_{ijkt} = \log\left(1 + \frac{\text{utrošak}_{ijkt}}{z_{kt}}\right)$$

gdje je utrošak_{ijkt} utrošena energija u stanu i u zgradi j u gradu k u mjesecu t , dok je

$$z_{kt} = \sum_{m=1}^M \text{temp}_{mk}$$

$$\text{temp}_{mk} = \begin{cases} 20 - t_{mk} & \text{ako je temperatura ispod } 12^\circ\text{C} \\ 0 & \text{ako je temperatura iznad } 12^\circ\text{C} \end{cases}$$

Dakle t_{mk} je dnevna temperatura u gradu k u danu u mjesecu $m = 1 \dots M$, $temp_{mk}$ je razlika u stupnjevima Celzusa između 20° (referentna vrijednost grijanja koja ne utječe na rezultate jer s radi o skaliranju) i vanjske temperature u gradu k u danu u mjesecu m , pod uvjetom da je vanjska temperatura niža od 12°C . Dakle varijabla z_{kt} , koja kontrolira za vremenske prilike u gradu k u mjesecu t , zapravo je mjesečni kumulativ dnevnog temperaturnog diferencijala do 20°C , uz uvjet da je dnevna vanjska temperatura niža od 12°C . Na ovaj način direktno kontroliramo za specifične vremenske uvjete u svakom od gradova u svakom mjesecu, što je nužno jer za većinu stanova ugradnja razdjelnika koincidira s klimatološki blagim zimama što znači da pojednostavljena usporedba prosjeka potrošnje prije i poslije ugradnje razdjelnika zapravo daje pristranu procjenu, i to u smjeru veće uštede.

Utrošak energije korigiran za klimatološko vrijeme također logaritmiramo, i to iz dva razloga: prvi je da prilagodimo uvjetno očekivanje nenegativnosti same varijable utroška energije, dok je drugi da θ dobije postotnu interpretaciju.

Jednadžba (1) predstavlja procjenu za ukupni uzorak, te isto ponavljamo i za svaki od osam gradova:

$$y_{ijt} = \theta \mathbf{1}\{\text{razdjelnik}_{ijt}\} + \zeta_i + \eta_j + \varsigma_t + \epsilon_{ijt} \quad (2)$$

Jednadžba (2) istovjetna je jednadžbi (1), samo što nije indeksirana na razini grada (jer se procjena za svaki grad odvija odvojeno) i ne uključuje fiksne učinke grada (iz istog razloga).

U skladu sa standardnom mikroekonometrijskom literaturom, ne pretpostavlja se da su greške procjene nezavisno distribuirane, već se grupiraju na razni zgrade, što znači da se polazi od pretpostavke da su nezavisne između zgrada i povezane unutar zgrade. Također, analiza je napravljena i za druge razine grupiranja što ne utječe na rezultate inferencijalne analize.

Zbog veličine baze podataka (više od 680 tisuća opservacija) i korištene metode multidimenzionalnih fiksnih učinaka (više od 22 tisuće stanova, više od 270 zgrada, 8 gradova, šest sezona grijanja 32 mjeseca) sama procjena vrlo je zahtjevna. Kako bi uspješno procijenili model koristi se *R* paket *lfe* koji poziva rutine napisane u *C*-u koje se oslanjanju na uklanjanje prosjeka kroz dimenzije fiksnih efekata (engl. *demeaning*).

U ovom dijelu objašnjava se identifikacija parametra θ – postotne uštede energije zbog ugradnje razdjelnika. Identifikacija se odnosi na uvjete koji najčešće ne mogu biti testirani, te koji osiguravaju da procijenjeni parametar zaista bude parametar koji želimo procijeniti. Intuitivno, pojednostavljeno uspoređivanje utroška energije stanova koji imaju razdjelnik i koji nemaju razdjelnik ne predstavlja kvalitetnu i metodološki utemeljenu analizu jer se zanemaruje činjenica da vlasnici stanova, do određene mjere, sami biraju hoće li ugraditi razdjelnik ili ne, a imajući u vidu vlastitu percepciju vjerojatnosti naplate potencijalnih kazni, odnosno penalizaciju u raspodjeli troškova pri čemu stanovi u zgradi bez razdjelnika imaju specifičnu naplatu. Kako ugradnja razdjelnika nije u potpunosti egzogeno određena već je dijelom i posljedica odluke, smatra se da je tretman koji se analizira endogen jer je pod utjecajem neopazivih faktora koje otječu i na ishod. Kako bi se zaobišao ovaj problem endogenosti regresora, iskorištavajući panel strukturu podataka, koristi se multidimenzionalni model fiksnih učinaka.

Fiksni učinci na razini stana, zgrade, grada i mjeseca kontroliraju za sve neopazive efekte na pripadajućoj razini čime omogućavaju identifikaciju kauzalnog parametra θ . To znači da bi pojednostavljena usporedba utroška toplinske energije u stanovima sa i bez razdjelnika zanemarila sve ostale čimbenike koje utječu na odluku o ugradnji razdjelnika, ali i na potrošnju toplinske energije. Primjerice, ako su samo noviji i kvalitetniji stanovi ugradili razdjelnike, pojednostavljena usporedba utška energije precijenit će uštedu energije; ako su samo stariji stanovi ugradili razdjelnike takva će usporedba utška energije precijenit uštedu energije. Uključivanjem fiksnih učinaka na razini stana kontroliraju se sve specifičnosti stana koji utječu na odluku o ugradnju razdjelnika, ali i na utrošak energije. Kako bi formalno razradili ovaj argument koristi se metodologija potencijalnih ishoda koju je razvio Rubin (1974).

Neka je $d_k \equiv \mathbf{1}\{\text{razdjelnik}_{ijt}\}$ i neka je y_{1k} potencijalni utrošak energije ako stan i u zgradi j u gradu k u mjesecu t ima ugrađen razdjelnik (dakle ako je $d_k = 1$), dok je y_{0k} potencijalni utrošak energije ako stan nema ugrađen razdjelnik (dakle ako je $d_k = 0$). Neka V_k predstavlja sve kontrolne varijable koje uključujemo u model (1), $V_k = (\zeta_i, \eta_j, \varsigma_t, \tau_k)$, tada prosječni učinak tretmana (engl. *average treatment effect—ATE*) je:

$$\theta = E[y_{1k} - y_{0k} | V_k]$$

Kako bi θ odražavala kauzalni parametar od interesa mora vrijediti sljedeće:

$$\{y_{1k}, y_{0k}\} \perp d_k | V_k$$

Dakle, da bi kauzalni parametar θ bio identificiran potencijalni bi ishodi trebali biti nezavisni o uvjetnom statusu tretmana. Uključivanjem fiksnih učinaka na više razina u analizu (stana, zgrade, grada i mjeseca) kontrolira se većina čimbenika koji utječu na odluku o ugradnji razdjelnika, kao i na utrošak energije što omogućuje identifikaciju θ kao parametra postotne uštede.

6.3 Rezultati

Tablica 30 prikazuje rezultate ekonometrijske procjene uštede energije radi ugradnje razdjelnika. U koloni „Učinak ugradnje razdjelnika“ prikazane su procjene θ parametra, kao i standardne greške grupirane na razini zgrade. Interpretacija parametra je sljedeća: primjerice, na razini svih gradova, mjesečna ušteda ukupne energije (za grijanje i toplu vodu) radi ugradnje razdjelnika je 26.6 posto na razini stana. Ovaj efekt je statistički signifikantan.

Podaci u tablici 30 i grafički prikazani na slici dovode do sljedećih zaključaka. Prvo, ugradnja razdjelnika generira statistički značajne uštede, kako ukupno tako i na razini pojedinih gradova.

Tablica 30: Procjena uštede energije

	Učinak ugradnje razdjelnika	Opservacija	Prilagođeni R-kvadrat	Promatrano razdoblje	Broj zgrada	Broj stanova
Ukupno	-0,266*** (0,009)	680.421	0,756	11/2010.- 12/2016.	276	22.475
Zagreb	-0,236*** (0,009)	464.002	0,801	11/2010.- 12/2016.	149	14.551
Rijeka	-0,302*** (0,032)	33.127	0,683	11/2010.- 03/2016.	30	1.107
Osijek	-0,342*** (0,030)	35.891	0,779	11/2010.- 12/2016.	15	1.323
Karlovac	-0,210*** (0,023)	31.057	0,667	11/2012.- 03/2016.	30	1.646
Sisak	-0,277*** (0,024)	16.401	0,698	11/2010.- 12/2016.	10	500
Velika Gorica	-0,229*** (0,015)	32.847	0,707	11/2010.- 12/2016.	14	1.022
Zaprešić	-0,354*** (0,016)	40.656	0,717	11/2010.- 12/2016.	15	1.499
Samobor	-0,345*** (0,015)	26.440	0,756	11/2010.- 12/2016.	13	827

Napomena: Kolona „Učinak ugradnje razdjelnika“ parametra θ iz jednadžbi (1) i (2).

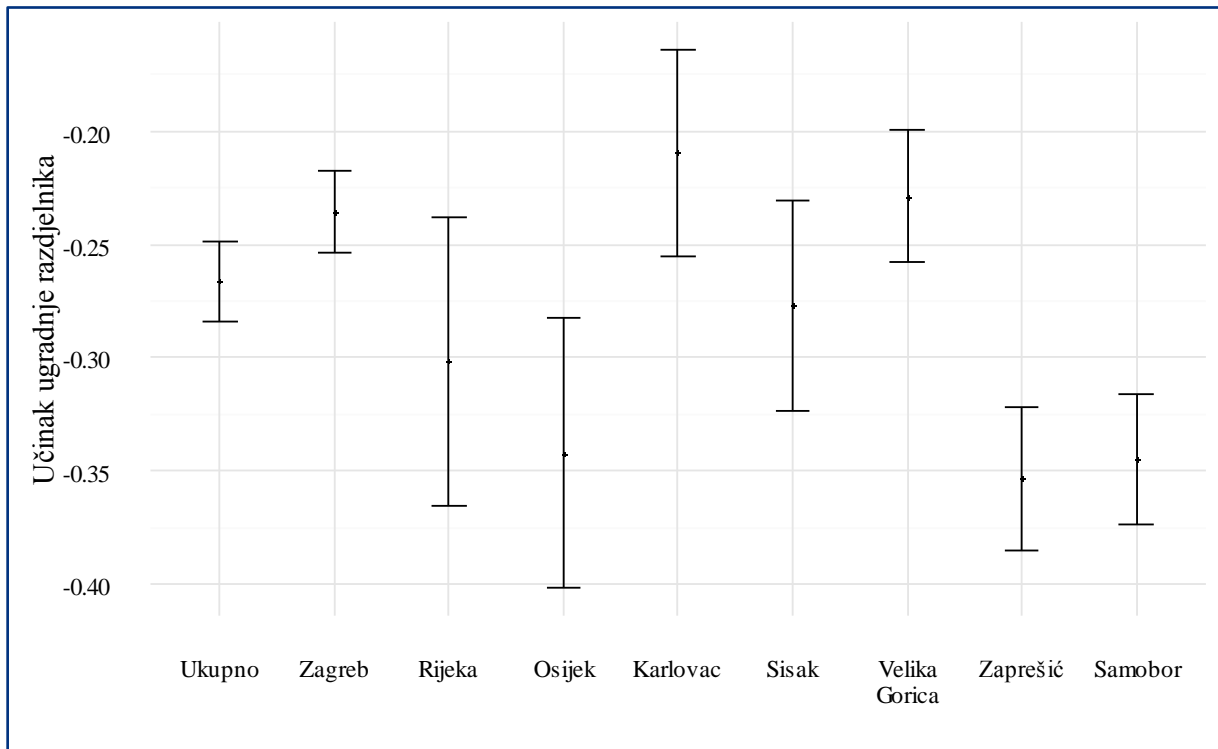
U zagradi su standardne greške procjene grupirane na razini zgrade. * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$

Izvor: Izračun autora na temelju dostavljenih podataka.

Drugo, uštede su heterogene na razini gradova. Najveća ušteta je u Osijeku (34,2 posto), gdje je i procjena relativno neprecizna, dok je ušteta najmanja u Karlovcu (21,0 posto). Treće, modeli objašnjavaju značaj dio varijacije, što je i očekivano od modela multidimenzionalnih fiksnih učinaka, između 66.7 i 80.1 posto varijacije.

Osim procjene θ i prilagođenog R-kvadrata, u tablici 30 se nalazi i broj opservacija (ukupno i za pojedini grad), promatrano razdoblje, broj zgrada i broj stanova, dakle sve dimenzije na koje se stavljaju fiksni učinci u modelu. Upravo veliki broj opservacija i panel struktura podataka omogućuje identifikaciju uštede, ali i preciznu procjenu iste.

Slika 18: Grafički prikaz uštede po gradovima

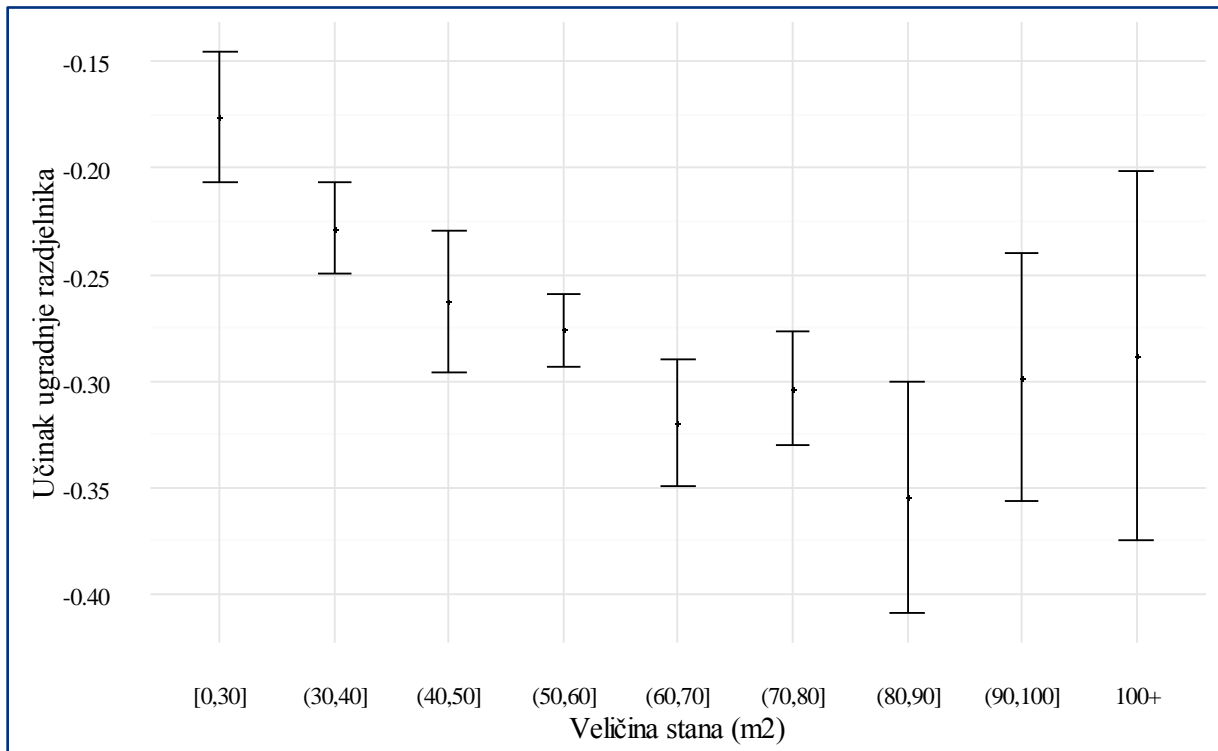


Napomena: Slika predstavlja grafičku reprezentaciju parametra θ iz jednadžbi (1) i (2). Točke predstavljaju procjenu dok crte predstavljaju 95-postotni interval pouzdanosti.

Izvor: Izračun autora na temelju dostavljenih podataka.

Osim prikaza uštede po gradovima, računamo i uštedu po veličini stana. Preciznije, uzorak dijelimo po razredima veličine stana te za svaki od poduzoraka zasebno procjenjujemo jednadžbu (1). Rezultati, koji ukazuju a heterogenost ušteda s obzirom na veličini stana, su prikazani na slici 19.

Slika 19: Grafički prikaz uštede po veličini stana



Napomena: Slika predstavlja grafičku reprezentaciju parametra θ iz jednadžbi (1) i (2). Točke predstavljaju procjenu dok crte predstavljaju 95-postotni interval pouzdanosti.

Izvor: Izračun autora na temelju dostavljenih podataka.

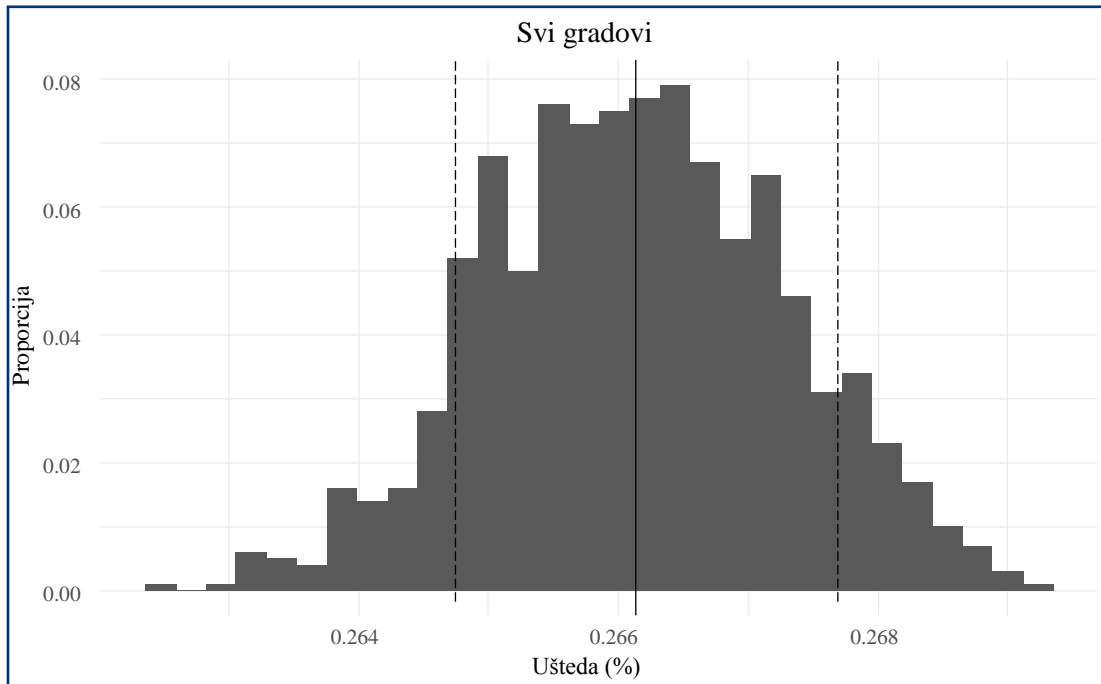
6.4 Dodatna analiza

Kao što je već spomenuto, podaci korišteni u ekonometrijskoj analizi predstavljaju uzorak od 20 posto ukupnih podataka na razini stan-mjesec. Metoda koja se primjenjuje gradi se na slučajnom uzorkovanju podataka, procjeni modela na novim podacima i ponavljanju cijelog procesa veliki broj puta. Takvim pristupom rješava se potencijalni problem da radimo samo s uzorkom podataka (nad čijim uzorkovanjem nismo imali kontrolu). Za dodatnu analizu koristi se bootstrap simulacijska metoda koja je srodna Monte Carlo simulaciji. Točnije, Monte Carlo simulacija odnosi se na uzorkovanje iz pretpostavljene teorijske distribucije, dok se bootstrap odnosi na uzorkovanje iz empirijske distribucije. Monte Carlo simulacija prikladna je za ex ante evaluacije učinaka pojedinih politika. U ovoj se analizi raspolaže se bazom podataka iz kojih je moguće dobiti uvid u dinamiku ugradnje razdjelnika, te je uzorkovanje iz empirijske distribucije prikladniji način kontroliranja za neizvjesnost u modelu. Preciznije, na razini svih gradova, *bootstrap* algoritam svodi se na sljedeće:

1. Iz ukupnog skupa podataka (veličine N) uzorkujemo s ponavljanjem N opservacija.
2. Na uzorkovanim podacima procjenjuje se jednadžba (1) i dobivaju se θ_s , gdje $s = 1 \dots S$ označava iteraciju algoritma.
3. Korak 1 i 2 se ponavlja S puta.

Završni objekt ovog algoritma je $S \times 1$ vektor θ koji sadrži procjene θ_s . Standardni prikaz ovakvog postupka je histogram koji pokazuje distribuciju procjena. Na sljedećim slikama prikazani su rezultati ovog *bootstrap* algoritma, za sve gradove zajedno, kao i za svaki grad posebno. Kao S , dakle broj *bootstrap* ponavljanja, uzimamo 1.000 jer relativno zahtjevna procjena čini ovaj proces dugotrajnim. Na sljedećim slikama prikazana je distribucija ušteda, prosjek simulirane uštede (puna crta), kao i 10-ti i 90-ti percentil simulirane uštede (isprekidana crta). Simulirani rezultati potvrđuju rezultate prikazane u tablici 30.

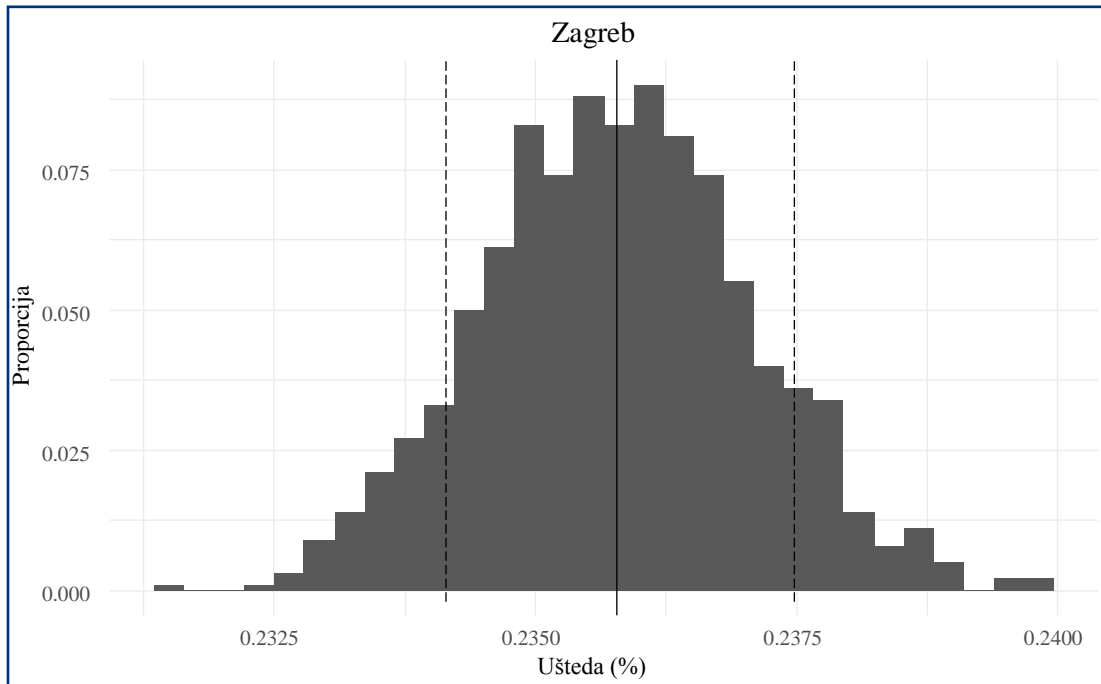
Slika 20: Distribucija uštede u svim gradovima



Napomena: Puna crta predstavlja prosjek dok isprekidane crte predstavljaju 10-ti i 90-ti percentil.

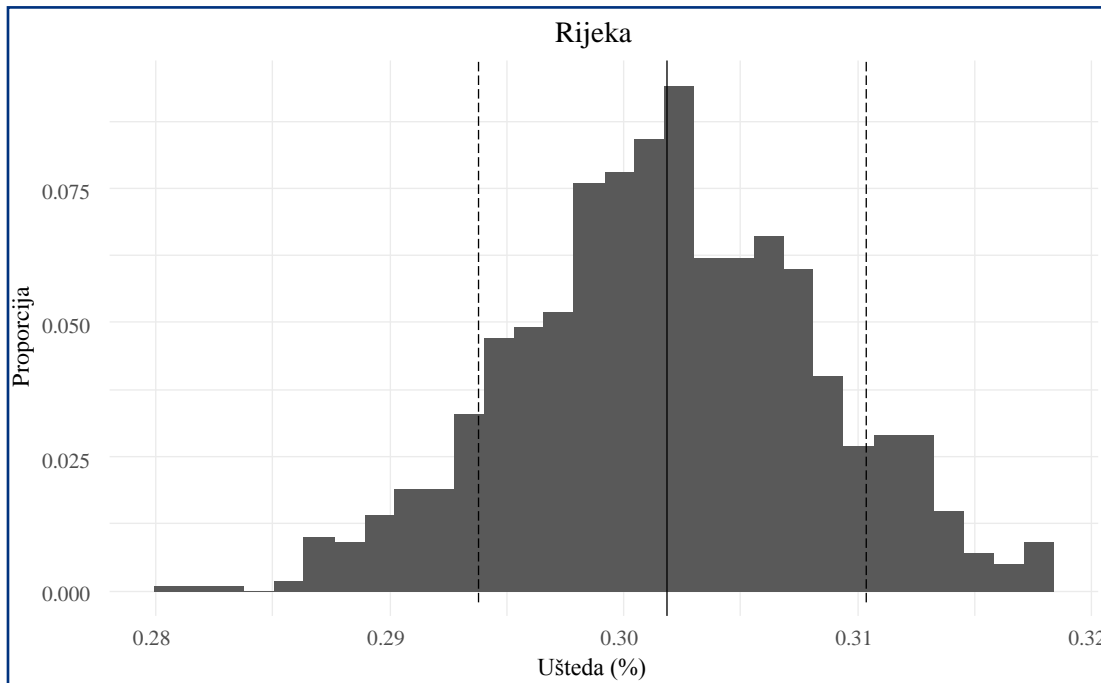
Izvor: Izračun autora na temelju dostavljenih podataka.

Slika 21: Distribucija uštede u Zagrebu



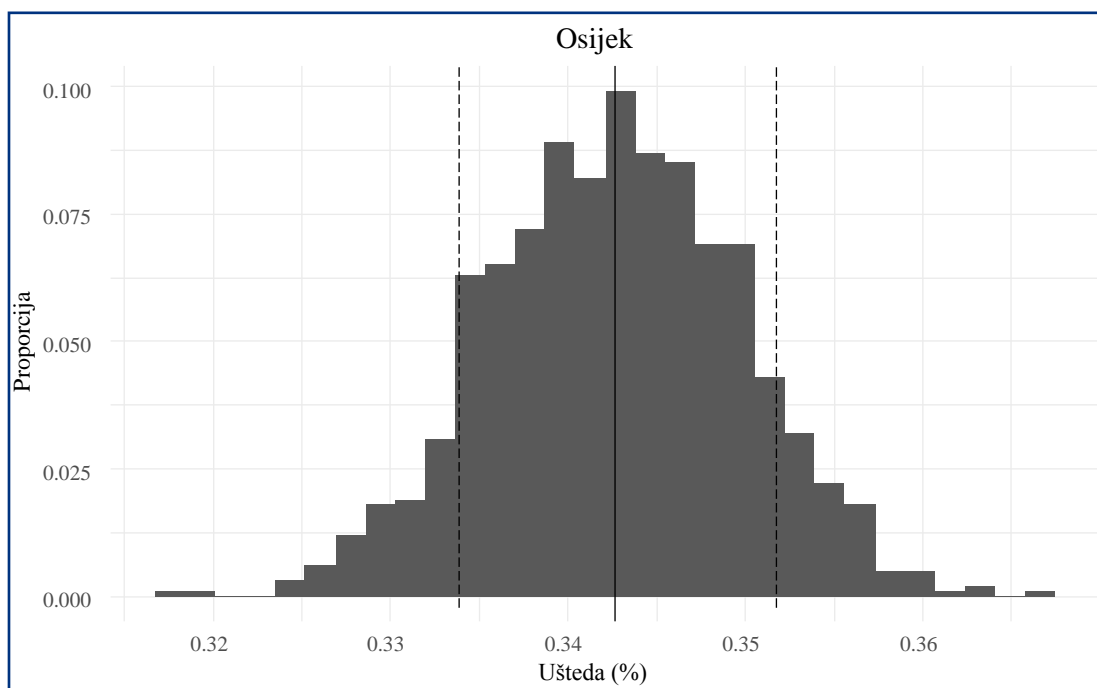
Napomena: Puna crta predstavlja prosjek dok isprekidane crte predstavljaju 10-ti i 90-ti percentil.
Izvor: Izračun autora na temelju dostavljenih podataka.

Slika 22: Distribucija uštede u Rijeci



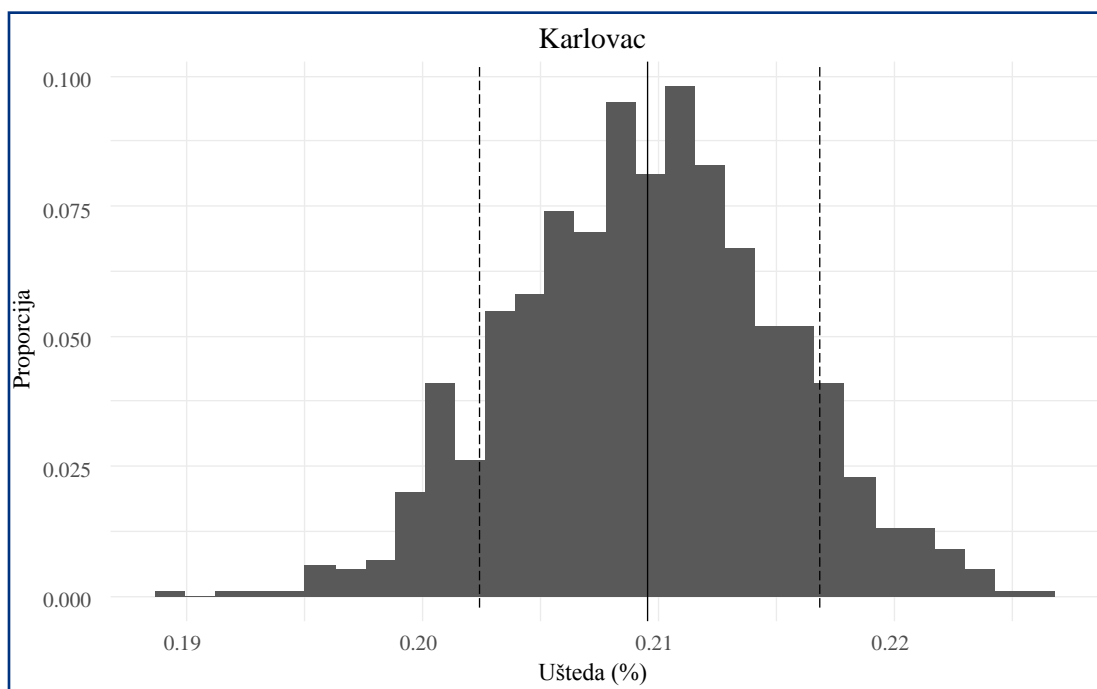
Napomena: Puna crta predstavlja prosjek dok isprekidane crte predstavljaju 10-ti i 90-ti percentil.
Izvor: Izračun autora na temelju dostavljenih podataka.

Slika 23: Distribucija uštede u Osijeku



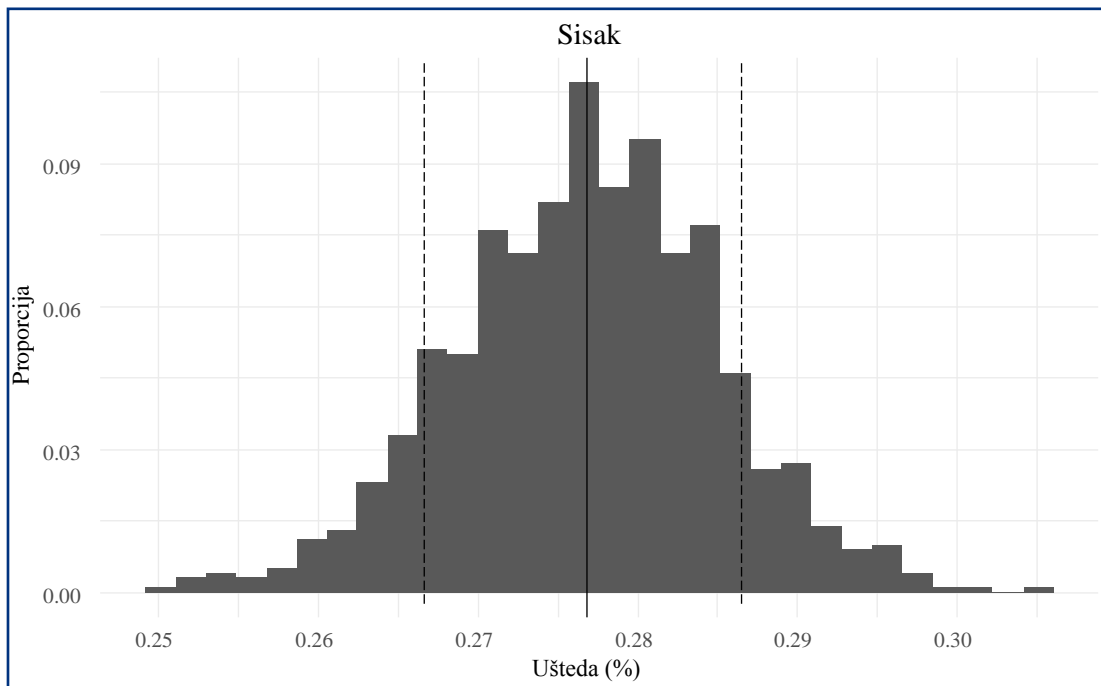
Napomena: Puna crta predstavlja prosjek dok isprekidane crte predstavljaju 10-ti i 90-ti percentil.
Izvor: Izračun autora na temelju dostavljenih podataka.

Slika 24: Distribucija uštede u Karlovcu



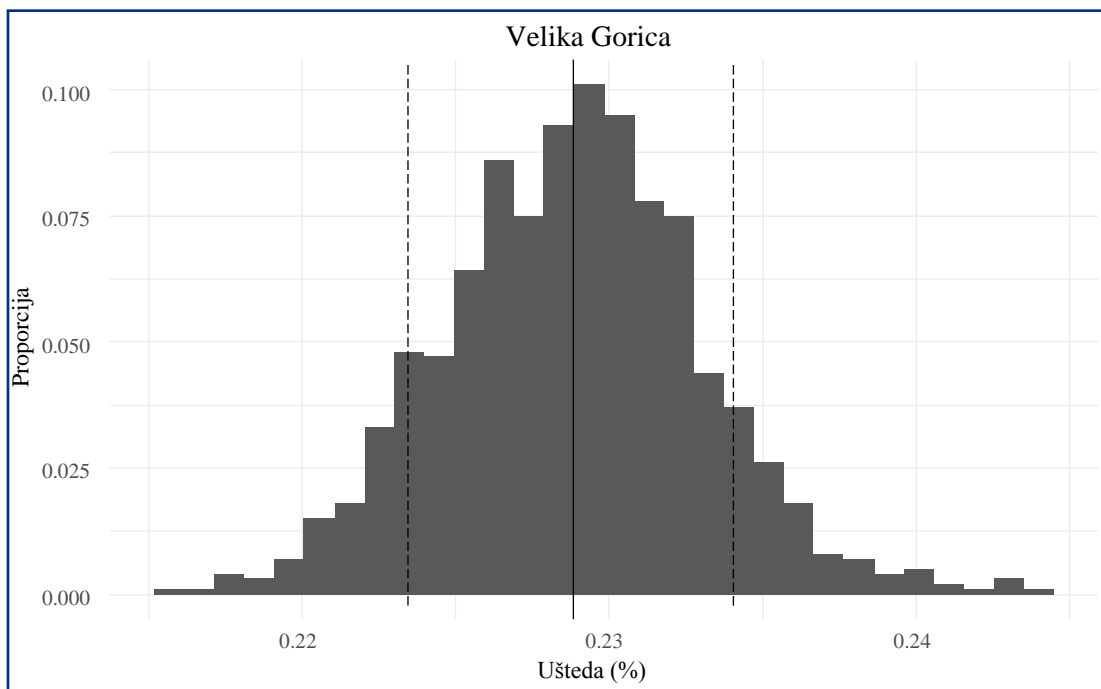
Napomena: Puna crta predstavlja prosjek dok isprekidane crte predstavljaju 10-ti i 90-ti percentil.
Izvor: Izračun autora na temelju dostavljenih podataka.

Slika 25: Distribucija uštede u Sisku



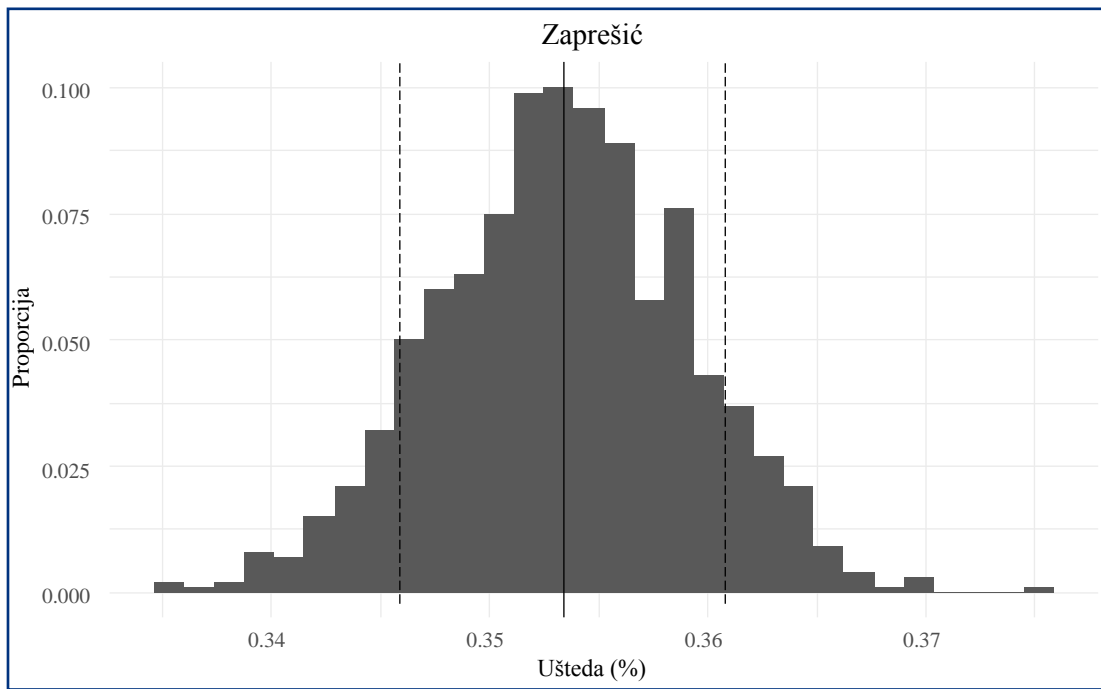
Napomena: Puna crta predstavlja prosjek dok isprekidane crte predstavljaju 10-ti i 90-ti percentil.
Izvor: Izračun autora na temelju dostavljenih podataka.

Slika 26: Distribucija uštede u Velikoj Gorici



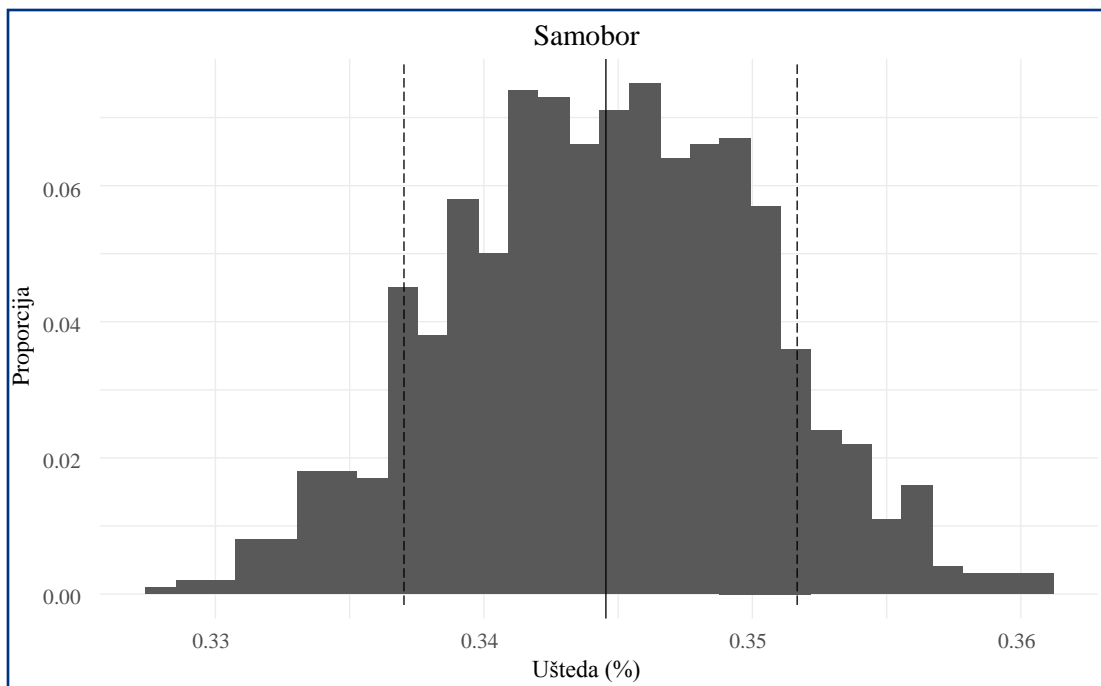
Napomena: Puna crta predstavlja prosjek dok isprekidane crte predstavljaju 10-ti i 90-ti percentil.
Izvor: Izračun autora na temelju dostavljenih podataka.

Slika 27: Distribucija uštede u **Zaprešiću**



Napomena: Puna crta predstavlja prosjek dok isprekidane crte predstavljaju 10-ti i 90-ti percentil.
Izvor: Izračun autora na temelju dostavljenih podataka.

Slika 28: Distribucija uštede u **Samoboru**



Napomena: Puna crta predstavlja prosjek dok isprekidane crte predstavljaju 10-ti i 90-ti percentil.
Izvor: Izračun autora na temelju dostavljenih podataka.

7 FINANCIJSKA ANALIZA I OCJENA ISPLATIVOSTI UGRADNJE RAZDJELNIKA

7.1 Izbor referentne zgrade

U 5. poglavlju prikazana je metodologija izračuna prosječnih troškova ugradnje razdjelnika temeljem dostupnih podataka o tehničkim karakteristikama za određeni skup zgrada, kao i prosječne ostvarene uštede u dosadašnjem razdoblju za zgrade obuhvaćene uzorkom. Svaka zgrada ovisno o građevinskim karakteristikama, odabiru opreme i promjeni parametara ponašanja stanara ima različitu razinu isplativosti, a za donošenje općenitog zaključka potrebno je prosječne veličine koristiti na razini referentne zgrade.

Osnovni parametri koji utječu na izračun isplativosti ugradnje razdjelnika su:

- površina objekta i broj radijatora koji određuju ukupne troškove ugradnje razdjelnika i dodatne opreme;
- specifična potrošnja energije u razdoblju prije ugradnje razdjelnika, kao pokazatelj potencijala za ostvarenje ušteda u objektu;
- lokacija na kojem se objekt nalazi, odnosno varijabilni dio cijene toplinske energije koji određuje visinu ušteda u monetarnim terminima.

Karakteristike zgrada iz uzorka se značajno razlikuju po gradovima, te su zbog usporedivosti prikaza rezultata u nastavku korišteni podaci za referentnu zgradu, a na čije karakteristike je primijenjena specifična početna potrošnja toplinske energije i ostvarene uštede temeljem rezultata uzorka. Izbor referentne zgrade u pogledu površine i prosječne specifične razine potrošnje ne utječe značajno na izračun isplativosti, budući je većina parametara u prethodnom poglavlju iskazana u relativnim terminima (postotak ušteda, specifična potrošnja po m², trošak minimalnog i maksimalnog seta opreme pa m²). Iz karakteristika skupa zgrada obuhvaćenih u uzorak po različitim gradovima može se zaključiti da su one relativno heterogene. Radi mogućnosti usporedbe rezultata kao mogući izbor nameće se referentna zgrada koja je opisana u službenom izvješću koje je Hrvatska izradila prema članku 5(2) Direktive 2010/31/EU i članku 6 Uredbe (EU) 244/2012 od 16.1.2012.: Minimalni zahtjevi na energetske svojstvo višestambene zgrade za kontinentalnu i primorsku Hrvatsku, za razdoblje do 1970., 1971. -2005., iza 2006., i gotovo nula energetske zgrade³⁰ (u daljnjem tekstu Izvješće). Iz podataka toplinarskih poduzeća nije dostupna informacija o starosti svake pojedine zgrade, ali se temeljem podataka iz popisa stanovništva i stanova, kao i karakteristika razvitka toplinarske mreže u Hrvatskoj može zaključiti da dominantan udio zgrada pripada skupini zgrada građenih u razdoblju od 1971. do 2005. godine, te se upravo karakteristike takve zgrade koriste za iskazivanje prosječne ocjene isplativosti. Kao što je razvidno iz usporedbe podataka iz specifične potrošnje u poglavlju 5 i isporučene energije na primjeru referentne zgrade, može se zaključiti da je početna razina specifične energetske potrošnje iz uzorka konzistentna upravo s takvom referentnom zgradom. No, radi objektivnije valorizacije isplativosti u nastavku će osim specifične potrošnje takve referentne zgrade biti prikazani i opći scenariji s različitom kombinacijom početne specifične potrošnje i razine ostvarenih ušteda.

³⁰ http://www.mgipu.hr/doc/Propisi/EIHP-014-0185-01-06_vi%C5%A1estamb.pdf.

Navedeno izvješće sadrži opis karakteristika zgrade, uključujući tlocrt i poprečni presjek zgrade, te se zainteresiranog čitatelja upućuje na Izvješće za podatke o svim tehničkim detaljima a ovdje se prenose samo najznačajnije karakteristike.

- Geometrija zgrade (duljina x širina x visina): 21,2 x 11,2 x 16,8 m x m x m;
- Ploština korisne površine 1123,20 m²;
- Broj etaža 6;
- Faktor oblika 0,47 m²/m³;
- Ukupni broj instaliranih radijatora je 108, radijatorskih članaka je 583, snage 175W/članku;
- Potrebna energija za grijanje 105.415,77 kWh;
- Potrebna energija za PTV 17.971,20 kWh;
- Isporučena energija CTS 217.998 kWh (scenarij 1 koji označava 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);
- Specifična isporučena energija CTS po m² (ukupno 194,1 kWh po m², od čega za grijanje 165,8, a PTV 28,3 kWh po m²)³¹ ;
- Ukupna isporučena energija po m² (uključujući rasvjetu i potrošnju kućanskih uređaja: 215 kWh po m²).

Podaci iz prethodnog dijela analize utvrdili su početnu specifičnu potrošnju toplinske energije na razini pojedinih gradova, ali i empirijski utvrdili ostvarene uštede u razdoblju nakon uvođenja razdjelnika. Podaci iz uzorka kombiniraju se s karakteristikama referentne zgrade u cilju utvrđivanja specifične isplativosti uvođenja mjerne opreme za svaki grad zasebno. Dodatno je analitički provjerena reprezentativnost rezultata o specifičnoj potrošnji iz uzorka za Grad Zagreb, te se može zaključiti da prosječna specifična potrošnja toplinske energije otprilike odgovara potrošnji referentne zgrade za grijanje iz razdoblja izgradnje 1971.-2005. sukladno Izvješću o minimalnim zahtjevima.

7.2 Analiza isplativosti po gradovima

Temeljem podataka o površini referentne zgrade, specifičnoj potrošnji energije prije uvođenja razdjelnika, te ostvarenim postotnim uštedama za zgrade iz uzorka, za svaki grad se u nastavku prikazuje analiza isplativosti, odnosno izračun neto sadašnje vrijednosti prema ranije definiranoj metodologiji. Zajednička referentna zgrada omogućuje usporedbu rezultata isplativosti za različite gradove, ali ne utječe na sam izračun isplativosti budući su podaci iz uzorka prikazani u relativnom iskazu (troškovi po m², uštede u postotku od specifične potrošnje prije uvođenja razdjelnika, a koja je

³¹ Specifična potrošnja po m² za grijanje i PTV nije eksplicitno prikazana u Izvješću, ali se neizravno može izračunati iz prikazanih vrijednosti uz primjenu prikazanih parametara efikasnosti sustava grijanja i PTV. Odabrana je referentna potrošnja iz scenarija 1 iz Izvješća, a koji se odnosi na potrošnju referentne zgrade bez dodatnih ulaganja u energetske obnovu. Isti scenarij početne referentne zgrade korišten je i u analizi isplativosti energetske obnove višestambenih zgrada, a koji je za potrebe definiranja optimalne razine potpora iz strukturnih fondova EU za programe energetske obnove korišten od strane međunarodnih eksperata zaduženih za provedbu analize u suradnji sa Ministarstvom graditeljstva. Detaljnije vidjeti u Jaspers – Cowi (2015).

iskazana u potrošnji toplinske energije u kWh po m²), te ista površina referentne zgrade služi samo kao zajednički denominator. Variranje površine referentne zgrade po gradovima utjecalo bi samo na apsolutne veličine iskazanih troškova i koristi, a ne i na same rezultate isplativosti u relativnim terminima.

U nastavku se za svaki grad, a sukladno projektnom zadatku, prikazuju pokazatelji neto sadašnje vrijednosti (kao postotak investicija) i roka povrata u 8 različitih scenarija, a od kojih svaki ima dva pod-scenarija vezanih uz intenzitet početnih ulaganja (minimalni skup opreme, te maksimalni skup opreme koji podrazumijeva i balansiranje sustava):

- 1. Osnovni scenarij izračunat temeljem stvarnih podataka iz velikog uzorka zgrada pribavljenog za potrebe izrade ove studije (veljača, 2017.);**
- 2. Ekonometrijska ocjena ušteda temeljem podataka iz velikog uzorka zgrada (veljača 2017.);**
3. Teoretski pretpostavljena ušteda od 15 posto;
4. Teoretski pretpostavljena ušteda od 20 posto;
5. Teoretski pretpostavljena ušteda od 25 posto;
6. Teoretski pretpostavljena ušteda od 30 posto;
7. Ostvarena ušteda prema rezultatima studije Energetskog instituta Hrvoje Požar (2016) bez korekcije za stupanj-dan-grijanja;
8. Ostvarena ušteda prema rezultatima studije Energetskog instituta Hrvoje Požar (2016) s korekcijom za stupanj-dan-grijanja.

Radi uvažavanja distribucije troškova i koristi tijekom obračunske godine (uštede u zimskim mjesecima, troškovi očitavanja uobičajeno krajem godine, a troškovi održavanja prije početka sljedeće sezone grijanja) umjesto korištenja godišnjeg obračuna, izračun neto sadašnje vrijednosti je rađen temeljem mjesečnih vrijednosti. Izračun ušteda u fizičkim jedinicama konvertira se u monetarne veličine korištenjem varijabilnog dijela cijene na koji krajnji korisnik može izravno utjecati, odnosno cijenu koja se naplaćuje po isporučenoj količini energije kao što je prikazano u tablici 22 (tarifna stavka energija). Izračun neto sadašnje vrijednosti temeljem mjesečne, a ne godišnje dinamike troškova i koristi, približava model realnoj situaciji u pogledu vremenskog odmaka između izdataka za nabavku opreme i ušteda u prvoj sezoni grijanja. Naime, godišnji obračun bi zanemarivao činjenicu da je rok između ugradnje razdjelnika i balansiranja sustava i početka sezone grijanja, odnosno mogućnosti za ostvarenje prvih ušteda u stvarnosti vrlo kratak budući se takve investicije poduzimaju tek po završetku prethodne sezone, odnosno neposredno prije početka tekuće sezone grijanja. Primjenom godišnjeg diskontnog faktora uštede u prvoj sezoni grijanja bi se diskontirale kao da je vremenski odmak cijela godina i na taj način bi sadašnja vrijednost ušteda nakon diskontiranja bila neopravdano smanjenja. Mjesečni izračun omogućava primjenu realnije vremenske distribucije troškova i koristi.

Radi preglednosti, osnovna je tablica u Studiji prikazana kao zbroj odgovarajućih godišnjih vrijednosti. Neto sadašnja vrijednost u posljednjem retku tablice iskazana je kao udio u vrijednosti

početne investicije. Tako primjerice pokazatelj neto sadašnja vrijednost od -4,38 znači da je neto sadašnja vrijednost, kao diskontirani zbroj ukupnih investicijskih i operativnih troškova umanjen za diskontiranu vrijednost ušteda negativan, te da će investitor ostvariti gubitak od 4,38 posto vrijednosti investicije. Osnovni scenarij podrazumijeva vrednovanje troškova i koristi u stalnim cijenama 2016. godine, a diskontiranje godišnjeg neto toka primjenom godišnje realne diskontne stope od 4 posto podrazumijeva uključivanje oportunitetnog troška investitora, odnosno cijenu kapitala.

Za svaki analizirani grad prikazane su ukupno po četiri tablice:

1. Izračun neto sadašnje vrijednosti troškova i koristi od ulaganja u sustave mjerenja potrošnje prema osnovnom scenariju s godišnjim vrijednostima neto toka, odnosno diskontiranog neto toka i neto sadašnje vrijednosti kao zbroja svih tokova za vrijeme razdoblja od 10 godina;
2. Izračun neto sadašnje vrijednosti prema gore navedenim različitim scenarijima ušteda uz primjenu stalnih cijena 2016. godine za sve troškove, odnosno toplinsku energiju;
3. Izračun neto sadašnje vrijednosti prema gore navedenim različitim scenarijima ušteda uz pretpostavku porasta relativnih cijena energije za prosječno 2,5 posto godišnje (analiza osjetljivosti procjene na rast cijena toplinske energije iznad stope inflacije za navedeni postotak);
4. Izračun jednostavnog roka povrata i roka povrata temeljem diskontiranih vrijednosti u Gradu Zagrebu, izraženo u godinama.

Definicije pojedinih sastavnica obračuna i sama metodologija obračuna prikazana je u poglavlju 4. Osim neto sadašnje vrijednosti, kao pokazatelj isplativosti često se koristi i rok povrata investicije. Rok povrata je vremensko razdoblje projekta koje je potrebno da investitor povрати uložena sredstva u investiciju, odnosno da ostvari pozitivnu neto sadašnju vrijednost. Projekti s značajnim ulaganjima na početku razdoblja, te koristima distribuiranim kroz dulje razdoblje mogu rezultirati različitom ocjenom roka povrata u slučaju primjene jednostavne formule koja podrazumijeva omjer investicija i godišnje neto koristi (statički pristup) u odnosu na rok povrata izračunat temeljem diskontiranih vrijednosti (dinamički pristup) budući je diskontni faktor (kao cijena kapitala ili oportunitetni trošak) veći što je udaljenije razdoblje između početne investicije i ostvarene koristi.

U statičkom pristupu rok povrata je definiran omjerom između ukupne vrijednosti investicije i prosječnog neto toka u razdoblju životnog vijeka opreme, te je:

$$Tp = \frac{\text{Investicija}}{\text{Godišnji neto tok}} = \frac{I_0}{A}$$

Tp je razdoblje povrata u godinama, a A godišnji neto tok (zbroj mjesečnih tokova).

U dinamičkom pristupu razdoblje povrata investicije jest razdoblje Tp u kojem je vrijednost početne investicije jednaka zbroju diskontiranih godišnjih neto tokova:

$$I_0 = \sum_{t=1}^{Tp} \frac{A}{(1+i)^t}$$

Iskaz na desnoj strani je zapravo suma geometrijskog niza, te se rok povrata investicije može izračunati korištenjem odgovarajućih formula za zbroj n -članova geometrijskog niza. To omogućuje da se iskaz riješi, odnosno izračuna Tp primjenom odgovarajućih formula za geometrijski niz uz

logaritamske transformacije. Budući je kvocijent kojim se množi svaki prethodni član niza $(1 + i)^{-1}$ manji od 1, može se izračunati i suma beskonačnog geometrijskog niza na desnoj strani jednadžbe, odnosno maksimalna vrijednost diskontiranih godišnjih neto tokova. U slučaju da je maksimalna vrijednost diskontiranih godišnjih tokova (desna strana jednadžbe) manja od vrijednosti početne investicije, rok povrata se ne može izračunati, odnosno ekonomska interpretacija je da čak i kad bi vijek trajanja opreme bio beskonačan, budući diskontirani neto tokovi ne bi bili dovoljni za povrat uloženi sredstava na početku razdoblja.

Posljednja od četiri tablice, a koje su u nastavku prikazane za svaki grad, prikazuje jednostavni rok povrata (statički pristup), kao omjera početne investicije i prosječne godišnje vrijednosti ušteda umanjene za operativne troškove, te dodatno temeljem diskontirane godišnje vrijednosti ušteda (dinamički pristup). Rok povrata dulji od 10 godina, a što je procijenjen životni vijek razdjelnika topline, zapravo znači da investicija nema povrata (investitor ne uspijeva povratiti početnu uloženu vrijednost za vrijeme trajanja opreme), ali se iz analitičkih razloga takav indikator ipak pokazuje u tablici radi usporedbe različitih intenziteta (ne)isplativosti - što je takav indikator veći, investicija je manje isplativa. Oznaka „nema“ za rok povrata u tablicama označava situaciju u kojoj suma diskontiranih neto tokova u budućem razdoblju ne doseže vrijednost početne investicije, čak ni u uvjetima da broj razdoblja teži u beskonačno.

7.2.1 Ocjena isplativosti ugradnje razdjelnika topline u Gradu Zagrebu

Izračun ušteda temeljem usporedbe potrošene toplinske energije po stupanj danu grijanja prije i nakon uvođenja razdjelnika u Gradu Zagrebu je iznosio 25,8 posto. Temeljem specifične potrošnje po jedinici površine i varijabilnog dijela cijene toplinske energije, uštede (nediskontirane) iznose na godišnjoj razini nešto više od 10 tisuća kuna. Operativni troškovi na godišnjoj razini iznose oko 3,2 tisuće kuna (tablica 31), a od čega se više od 80 posto odnosi na troškove očitavanja potrošnje. Razlika između ušteda i operativnih troškova je neto godišnji financijski tok. Ukoliko se vrijednosti ne bi diskontirale, saldo neto toka postao bi pozitivan u 9 godini investicije (uz nabavku minimalnog seta opreme početkom razdoblja u vrijednosti od 60,4 tisuće kuna). Međutim, uključivanjem diskontne stope, kao mjere oportunitetnog troška, odnosno troška kapitala, intenzitet pozitivne neto vrijednosti krajem analiziranog razdoblja se smanjuje te je ukupan saldo neto toka, odnosno neto sadašnja vrijednost investicije negativna, a investitor neće u vijeku trajanja investicije neće uštedama pokriti oko 5 posto vrijednosti investicije.

Tablica 31: Izračun neto sadašnje vrijednosti troškova i koristi od ulaganja u sustave mjerenja potrošnje u Gradu **Zagrebu**, osnovni scenarij, uštede 25,8 posto

Godina	Uštede	Operativni troškovi, očitavanje i održavanje	Ukupno neto tok, godišnje (prije diskontiranja)	Saldo neto toka, minimalne investicije, krajem godine prije diskontiranja	Sadašnja vrijednost ukupni neto toka, diskontirane vrijednosti	Saldo neto toka, diskontiran minimalne investicije	Saldo neto toka, diskontiran maksimalne investicije
0	25,8%			-60.765		-60.765	-86.015
1	10.104	3.183	6.921	-53.844	6.852	-53.913	-79.163
2	10.104	3.183	6.921	-46.923	6.588	-47.325	-72.574
3	10.104	3.183	6.921	-40.002	6.335	-40.990	-66.239
4	10.104	3.183	6.921	-33.080	6.091	-34.898	-60.148
5	10.104	3.183	6.921	-26.159	5.857	-29.041	-54.291
6	10.104	3.183	6.921	-19.238	5.632	-23.410	-48.659
7	10.104	3.183	6.921	-12.317	5.415	-17.994	-43.244
8	10.104	3.183	6.921	-5.396	5.207	-12.787	-38.037
9	10.104	3.183	6.921	1.526	5.007	-7.781	-33.030
10	10.104	3.183	6.921	8.447	4.814	-2.967	-28.216
NSV, kao % investicije						-4,88	-32,80

Izvor: Izračun autora.

U slučaju iste razine ušteda od oko 26 posto, ali uz nabavku maksimalnog seta opreme (balansiranje sustava), investitor neće uštedama u vijeku trajanja razdjelnika pokriti trećinu početnih troškova. Stoga se za zgradu s potrošnjom od oko 164 kWh/ m² (podaci o početnoj potrošnji iz uzroka), a što približno odgovara potrošnji energije za grijanje referentne zgrade u kontinentalnoj Hrvatskoj izgrađene u razdoblju od 1971. do 2005. godine, može zaključiti da investicija u razdjelnike topline nije troškovno učinkovita. Prosječni vlasnik prema tom scenariju neće vratiti trećinu iznosa početne investicije.

Tablica 32. prikazuje pokazatelj neto sadašnje vrijednosti temeljem različitih scenarija postotnih ušteda toplinske energije u dvije varijante: investicije u minimalni skup opreme, odnosno investicije u maksimalni skup opreme. Iz tablice se može zaključiti da investicija u maksimalni set opreme u Gradu Zagrebu za zgradu s gore navedenom početnom razinom potrošnje neće biti isplativa niti uz najvišu pretpostavljenu razinu ušteda od 32,4 posto. Međutim, ukoliko vlasnici zgrada uz investicije u samo minimalni set opreme ostvare uštede od nešto više od 27 posto, takva investicija bi bila isplativa.

Tablica 32: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u Gradu **Zagrebu**

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije	
		Osnovni skup opreme	Maksimalni skup opreme
Osnovni scenarij	25,8%	-4,9	-32,8
Uštede ekonometrijski model	23,6%	-16,9	-41,3
Teoretski slučaj	15,0%	-62,7	-73,6
Teoretski slučaj	20,0%	-36,0	-54,8
Teoretski slučaj	25,0%	-9,4	-36,0
Teoretski slučaj	30,0%	+17,2	-17,2
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	32,4%	+30,0	-8,1
EIHP (2016), s korekcijom za SDG	27,8%	+5,5	-25,5

Izvor: Izračun autora.

Porast cijena toplinske energije uz istu postotnu uštedu, osigurava povoljniji omjer koristi i troškova investicije, te je uz nabavku minimalnog seta opreme dovoljno ostvariti 25 posto ušteda da bi neto sadašnja vrijednost bila pozitivna. Ukoliko investitor dodatno investira u balansiranje sustava, porast cijene toplinske energije od 2,5 posto godišnje čini investiciju isplativom, ali tek uz maksimalnu varijantu ušteda od 32,7 posto (tablica 33).

Tablica 33: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u Gradu **Zagrebu**, scenarij osjetljivost, porast relativnih cijena toplinske energije 2,5 posto prosječno godišnje

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije	
		Osnovni skup opreme	Maksimalni skup opreme
Osnovni scenarij	25,8%	+12,3	-20,7
Uštede ekonometrijski model	23,6%	-1,2	-30,2
Teoretski slučaj	15,0%	-52,7	-66,6
Teoretski slučaj	20,0%	-22,8	-45,4
Teoretski slučaj	25,0%	+7,2	-24,3
Teoretski slučaj	30,0%	+37,1	-3,1
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	32,4%	+51,5	+7,0
EIHP (2016), s korekcijom za SDG	27,8%	+24,0	-12,4

Izvor: Izračun autora.

Pokazatelj roka povrata (tablica 34) upućuje na iste zaključke kao i neto sadašnja vrijednost (tablica 31). U Zagrebu je razdoblje povrata temeljem diskontiranih vrijednosti kraće od vijeka trajanja investicije jedino u slučaju ušteda većih od 27 posto i to uz investiranje jedino u osnovni skup opreme. Uštedama od 15% uz maksimalni skup opreme diskontirane vrijednosti neto tokova ne mogu doseći vrijednost početne investicije bez obzira na broj godina (suma geometrijskog niza je niža od investicije čak i uz beskonačan broj godina).

Tablica 34: Izračun jednostavnog roka povrata i roka povrata temeljem diskontiranih vrijednosti u Gradu Zagrebu, izraženo u godinama

	Ušteda	Osnovni skup opreme		Maksimalni skup opreme	
		Jednostavna* razdoblje povrata u godinama	Razdoblje povrata, diskontirane vrijednosti*	Jednostavna razdoblje povrata u godinama*	Razdoblje povrata, diskontirane vrijednosti*
Osnovni scenarij	25,8%	8,8	10,8	12,4	17,1
Uštede ekonometrijski model	23,6%	10,1	12,8	14,2	20,9
Teoretski slučaj	15,0%	22,7	56,4	32,1	nema
Teoretski slučaj	20,0%	13,1	18,4	18,6	33,3
Teoretski slučaj	25,0%	9,2	11,5	13,1	18,3
Teoretski slučaj	30,0%	7,1	8,4	10,1	12,8
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	32,4%	6,4	7,4	9,1	11,2
EIHP (2016), s korekcijom za SDG	27,8%	7,9	9,5	11,2	14,8

Napomena * Rok povrata duži od 10 godina, a što je životni vijek investicije u mjernu opremu, podrazumijeva da nema isplativosti, a time ni roka povrata investicije, ali se prikazuje u tablici iz analitičkih razloga. Oznaka „nema“ podrazumijeva da zbroj diskontiranih godišnjih neto tokova neće doseći početnu vrijednost investicije čak i ako razdoblje teži u beskonačno.

Izvor: Izračun autora.

7.2.2 Ocjena isplativosti ugradnje razdjelnika topline u Osijeku

Temeljem podataka iz uzorka izračunata je nešto viša razina ušteda za grad Osijek u odnosu na Grad Zagreb. Ipak, niska razina varijabilnog dijela cijene toplinske energije ne utječe bitno na zaključke o troškovnoj isplativosti uvođenja razdjelnika topline. Prema osnovnom scenariju investicija se može pokazati isplativom ukoliko se navedena razina ušteda ostvari uz ulaganje u samo minimalni skup opreme (tablica 35), dok će čak i uz takvu visoku razinu ušteda, investitor koji je uložio u maksimalni skup opreme ostvariti neto gubitak u iznosu od oko 27 posto vrijednosti početne investicije.

Tablica 35: Izračun neto sadašnje vrijednosti troškova i koristi od ulaganja u sustave mjerenja potrošnje u **Osijeku**, osnovni scenarij, uštede 29,8 posto

Godina	Uštede	Operativni troškovi, očitavanje i održavanje	Ukupno neto tok, godišnje (prije diskontiranja)	Saldo neto toka, minimalne investicije, krajem godine prije diskontiranja	Sadašnja vrijednost ukupni neto toka, diskontirane vrijednosti	Saldo neto toka, diskontiran minimalne investicije	Saldo neto toka, diskontiran maksimalne investicije
0	29,8%			-60.765		-60.765	-86.015
1	10.857	3.183	7.675	-53.090	7.592	-53.173	-78.423
2	10.857	3.183	7.675	-45.416	7.300	-45.874	-71.123
3	10.857	3.183	7.675	-37.741	7.019	-38.855	-64.104
4	10.857	3.183	7.675	-30.066	6.749	-32.106	-57.355
5	10.857	3.183	7.675	-22.391	6.489	-25.616	-50.866
6	10.857	3.183	7.675	-14.716	6.240	-19.377	-44.626
7	10.857	3.183	7.675	-7.042	6.000	-13.377	-38.626
8	10.857	3.183	7.675	633	5.769	-7.608	-32.857
9	10.857	3.183	7.675	8.308	5.547	-2.061	-27.310
10	10.857	3.183	7.675	15.983	5.334	3.273	-21.976
NSV, kao % investicije						+5,39	-25,55

Izvor: Izračun autora.

Analiza različitih scenarija ušteda (tablica 36), pokazuje da niti jedna od prikazanih razina ušteda ne ostvaruje neto pozitivnu vrijednost u slučaju investicija u maksimalni skup opreme, dok investicije u minimalni skup opreme osiguravaju povrat uz uštede veće od 29 posto. Međutim, ostaje upitno može li se takva razina ušteda ostvariti bez dodatnih ulaganja u sustav na razini zgrade.

Tablica 36: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u **Osijeku**

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije	
		Osnovni skup opreme	Maksimalni skup opreme
Osnovni scenarij	29,8%	+5,4	-25,5
Uštede ekonometrijski model	34,2%	+27,2	-10,1
Teoretski slučaj	15,0%	-68,1	-77,5
Teoretski slučaj	20,0%	-43,3	-59,9
Teoretski slučaj	25,0%	-18,4	-42,4
Teoretski slučaj	30,0%	+6,4	-24,8
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	31,6%	+14,3	-19,2
EIHP (2016), s korekcijom za SDG	26,3%	-12,0	-37,8

Izvor: Izračun autora.

Rast cijena toplinske energije pozitivno bi se odrazio na ocjenu isplativosti investicije, te one postaju profitabilne već s uštedama od 26 posto u slučaju nabavke samo minimalnog seta opreme i relativni rast cijena toplinske energije od 2,5 posto godišnje. Ostvarenje pozitivne neto sadašnje vrijednosti u Osijeku bi uz nabavku maksimalnog skupa opreme, čak i uz pretpostavljeni porast cijena energije zahtijevao uštede veće od 33 posto

Tablica 37: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u **Osijeku**, scenarij osjetljivost, porast relativnih cijena toplinske energije 2,5 posto prosječno godišnje

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije	
		Osnovni skup opreme	Maksimalni skup opreme
Osnovni scenarij	29,8%	+23,8	-12,5
Uštede ekonometrijski model	34,2%	+48,4	+4,8
Teoretski slučaj	15,0%	-58,8	-70,9
Teoretski slučaj	20,0%	-30,9	-51,2
Teoretski slučaj	25,0%	-3,0	-31,5
Teoretski slučaj	30,0%	+24,9	-11,8
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	31,6%	+33,9	-5,4
EIHP (2016), s korekcijom za SDG	26,3%	+4,3	-26,3

Izvor: Izračun autora.

Tablica 38: Izračun jednostavnog roka povrata i roka povrata temeljem diskontiranih vrijednosti u **Osijeku**, u godinama

	Ušteda	Osnovni skup opreme		Maksimalni skup opreme	
		Jednostavna* razdoblje povrata u godinama	Razdoblje povrata, diskontirane vrijednosti*	Jednostavna razdoblje povrata u godinama*	Razdoblje povrata, diskontirane vrijednosti*
Osnovni scenarij	29,8%	7,9	9,5	11,2	14,8
Uštede ekonometrijski model	34,2%	6,5	7,6	9,3	11,5
Teoretski slučaj	15,0%	26,6	nema	37,7	nema
Teoretski slučaj	20,0%	14,8	22,2	21,0	44,2
Teoretski slučaj	25,0%	10,3	13,1	14,5	21,5
Teoretski slučaj	30,0%	7,8	9,4	11,1	14,6
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	31,6%	7,3	8,6	10,3	13,3
EIHP (2016), s korekcijom za SDG	26,3%	9,5	11,9	13,4	19,1

Napomena * Rok povrata duži od 10 godina, a što je životni vijek investicije u mjernu opremu, podrazumijeva da nema isplativosti, a time ni roka povrata investicije, ali se prikazuje u tablici iz analitičkih razloga. Oznaka „nema“ podrazumijeva da zbroj diskontiranih godišnjih neto tokova neće doseći početnu vrijednost investicije čak i ako razdoblje teži u beskonačno.

Izvor: Izračun autora.

Maksimalni skup opreme ne omogućuje povrat uloženog u životnom vijeku trajanja razdjelnika, dok je razdoblja povrata kraće od 10 godina moguće ostvariti za osnovni scenarij uz uštede od 29,8 posto i nabavku samo minimalnog skupa opreme.

7.2.3 Ocjena isplativosti ugradnje razdjelnika topline u Sisku

Uz Zagreb i Osijek, Sisak je treći grad u kojem je cijena toplinske energije niska iz razloga što u velikoj mjeri toplinska energija proizvodi u kogeneracijskim pogonima. Stoga je i ocjena isplativosti vrlo slična primjeru Osijeka, budući su u oba grada ostvarene i uštede istog intenziteta. Ipak, potrebno je na primjeru grada Siska ukazati na velike razlike u ocjeni ušteda temeljem podataka iz većeg uzorka u odnosu na uzorak EIHP (2016), a što može biti posljedica relativno malog broja zgrada u uzorku, ali i indikator varijabilnosti ostvarenih ušteda u različitim zgradama. U takvom slučaju, izbor zgrada u uzorku može značajno utjecati na ukupnu ocjenu isplativosti.

Tablica 39: Izračun neto sadašnje vrijednosti troškova i koristi od ulaganja u sustave mjerenja potrošnje u **Sisku**, osnovni scenarij, uštede 29,6 posto

Godina	Uštede	Operativni troškovi, očitavanje i održavanje	Ukupno neto tok, godišnje (prije diskontiranja)	Saldo neto toka, minimalne investicije, krajem godine prije diskontiranja	Sadašnja vrijednost ukupni neto toka, diskontirane vrijednosti	Saldo neto toka, diskontiran minimalne investicije	Saldo neto toka, diskontiran maksimalne investicije
0	29,6%			-60.765		-60.765	-86.015
1	10.809	3.183	7.626	-53.139	7.544	-53.221	-78.471
2	10.809	3.183	7.626	-45.512	7.254	-45.967	-71.217
3	10.809	3.183	7.626	-37.886	6.975	-38.992	-64.242
4	10.809	3.183	7.626	-30.260	6.707	-32.285	-57.535
5	10.809	3.183	7.626	-22.633	6.449	-25.837	-51.086
6	10.809	3.183	7.626	-15.007	6.201	-19.636	-44.885
7	10.809	3.183	7.626	-7.381	5.962	-13.674	-38.923
8	10.809	3.183	7.626	246	5.733	-7.941	-33.190
9	10.809	3.183	7.626	7.872	5.512	-2.428	-27.678
10	10.809	3.183	7.626	15.498	5.300	2.872	-22.377
NSV, kao % investicije						+4,73	-26,02

Izvor: Izračun autora.

Tablica 40: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u Sisku

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije	
		Osnovni skup opreme	Maksimalni skup opreme
Osnovni scenarij	29,6%	+4,7	-26,0
Uštede ekonometrijski model	27,7%	-4,5	-32,5
Teoretski slučaj	15,0%	-67,8	-77,2
Teoretski slučaj	20,0%	-42,9	-59,6
Teoretski slučaj	25,0%	-18,0	-42,0
Teoretski slučaj	30,0%	+7,0	-24,4
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	19,6%	-44,9	-61,1
EIHP (2016), s korekcijom za SDG	14,0%	-72,8	-80,8

Izvor: Izračun autora.

Tablica 41: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u Sisku, scenarij osjetljivost, porast relativnih cijena toplinske energije 2,5 posto prosječno godišnje

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije	
		Osnovni skup opreme	Maksimalni skup opreme
Osnovni scenarij	29,6%	+23,1	-13,1
Uštede ekonometrijski model	27,7%	+12,7	-20,4
Teoretski slučaj	15,0%	-58,5	-70,7
Teoretski slučaj	20,0%	-30,5	-50,9
Teoretski slučaj	25,0%	-2,4	-31,1
Teoretski slučaj	30,0%	+25,6	-11,3
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	19,6%	-32,7	-52,5
EIHP (2016), sa korekcijom za SDG	14,0%	-64,1	-74,6

Izvor: Izračun autora.

Općenito se za zgrade u Zagrebu, Osijeku i Sisku može zaključiti da je zbog niske cijene toplinske energije (varijabilni dio cijene tek oko 0,2 HRK s PDV), potrebno ostvariti vrlo visoku razinu ušteda da bi bila ostvarena pozitivna neto pozitivna sadašnja vrijednost. Čak ni uz uštede trećine toplinske energije u odnosu na razdoblje prije uvođenja razdjelnika, uz investicije u maksimalni set opreme, zgrada sa specifičnom potrošnjom od 160 kWh/m² ne može ostvariti pozitivnu neto sadašnju vrijednost ukoliko ne dođe do značajnijeg porasta cijene toplinske energije.

Tablica 42: Izračun jednostavnog roka povrata i roka povrata temeljem diskontiranih vrijednosti u Sisku, u godinama

	Ušteda	Osnovni skup opreme		Maksimalni skup opreme	
		Jednostavna* razdoblje povrata u godinama	Razdoblje povrata, diskontirane vrijednosti*	Jednostavna razdoblje povrata u godinama*	Razdoblje povrata, diskontirane vrijednosti*
Osnovni scenarij	29,6%	8,0	9,6	11,3	14,9
Uštede ekonometrijski model	27,7%	8,7	10,7	12,4	17,0
Teoretski slučaj	15,0%	26,4	nema	37,3	nema
Teoretski slučaj	20,0%	14,7	22,0	20,8	43,4
Teoretski slučaj	25,0%	10,2	13,0	14,4	21,3
Teoretski slučaj	30,0%	7,8	9,3	11,0	14,5
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	19,6%	15,2	23,3	21,6	48,0
EIHP (2016), s korekcijom za SDG	14,0%	31,3	nema	44,4	nema

Napomena * Rok povrata duži od 10 godina, a što je životni vijek investicije u mjernu opremu, podrazumijeva da nema isplativosti, a time ni roka povrata investicije, ali se prikazuje u tablici iz analitičkih razloga. Oznaka „nema“ podrazumijeva da zbroj diskontiranih godišnjih neto tokova neće doseći početnu vrijednost investicije čak i ako razdoblje teži u beskonačno.

Izvor: Izračun autora.

7.2.4 Ocjena isplativosti ugradnje razdjelnika topline u Rijeci

Cijena toplinske energije (tarifna stavka energija) u Rijeci gotovo je dvostruka viša u usporedbi s cijenom u Zagrebu, Osijeku i Sisku. Međutim, potencijal za ostvarenje ušteda (početna specifična potrošnja) je nešto niži, zbog povoljnijih klimatskih uvjeta, te isti postotni udio ušteda podrazumijeva manje smanjenje potrošnje energije u apsolutnom iznosu u odnosu na ranije prikazane gradove.

Ipak, godišnje uštede od 36 posto u Rijeci su dovoljno velike da se projekt pokaže isplativim sa stajališta zgrade, čak i u slučaju instalacije maksimalnog skupa opreme.

Tablica 43: Izračun neto sadašnje vrijednosti troškova i koristi od ulaganja u sustave mjerenja potrošnje u **Rijeci**, osnovni scenarij, uštede 36,2 posto

Godina	Uštede	Operativni troškovi, očitavanje i održavanje	Ukupno neto tok, godišnje (prije diskontiranja)	Saldo neto toka, minimalne investicije, krajem godine prije diskontiranja	Sadašnja vrijednost ukupni neto toka, diskontirane vrijednosti	Saldo neto toka, diskontiran minimalne investicije	Saldo neto toka, diskontiran maksimalne investicije
0	36,2%			-60.765		-60.765	-86.015
1	16.573	3.183	13.391	-47.374	13.202	-47.563	-72.812
2	16.573	3.183	13.391	-33.984	12.695	-34.868	-60.118
3	16.573	3.183	13.391	-20.593	12.206	-22.662	-47.911
4	16.573	3.183	13.391	-7.202	11.737	-10.925	-36.174
5	16.573	3.183	13.391	6.188	11.285	361	-24.889
6	16.573	3.183	13.391	19.579	10.851	11.212	-14.038
7	16.573	3.183	13.391	32.970	10.434	21.646	-3.604
8	16.573	3.183	13.391	46.360	10.033	31.679	6.429
9	16.573	3.183	13.391	59.751	9.647	41.326	16.076
10	16.573	3.183	13.391	73.142	9.276	50.601	25.352
NSV, kao % investicije						83,27	29,47

Izvor: Izračun autora.

Tablica 44: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u **Rijeci**

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije	
		Osnovni skup opreme	Maksimalni skup opreme
Osnovni scenarij	36,2%	+83,3	+29,5
Uštede ekonometrijski model	30,2%	+45,6	+2,9
Teoretski slučaj	15,0%	-49,1	-64,0
Teoretski slučaj	20,0%	-17,9	-42,0
Teoretski slučaj	25,0%	+13,2	-20,0
Teoretski slučaj	30,0%	+44,4	+2,0
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	34,8%	+74,3	+23,1
EIHP (2016), s korekcijom za SDG	28,3%	+33,8	-5,5

Izvor: Izračun autora.

Porast cijena energije od 2,5 posto godišnje, čini investiciju u minimalni skup opreme isplativom uz uštede od 20%, dok je uz maksimalni skup opreme potrebno ostvariti uštede oko 30 posto da bi investicija imala pozitivnu neto sadašnju vrijednost.

Tablica 45: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u **Rijeci**, scenarij osjetljivost, porast relativnih cijena toplinske energije 2,5 posto prosječno godišnje

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije	
		Osnovni skup opreme	Maksimalni skup opreme
Osnovni scenarij	36,2%	+111,4	+49,3
Uštede ekonometrijski model	30,2%	+69,1	+19,4
Teoretski slučaj	15,0%	-37,5	-55,8
Teoretski slučaj	20,0%	-2,4	-31,1
Teoretski slučaj	25,0%	+32,6	-6,3
Teoretski slučaj	30,0%	+67,7	+18,4
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	34,8%	+101,3	+42,2
EIHP (2016), s korekcijom za SDG	28,3%	+55,7	+10,0

Izvor: Izračun autora.

Ostvarenje ušteda od 36 posto u gradu Rijeci podrazumijeva rok povrata od 5 godina uz investicije u minimalni set opreme, odnosno 7,4 godine uz dodatno balansiranje sustava. Rok povrata je kraći od vijeka trajanja investicije u maksimalni set opreme uz uštede od 30 posto.

Tablica 46: Izračun jednostavnog roka povrata i roka povrata temeljem diskontiranih vrijednosti u **Rijeci**, u godinama

	Ušteda	Osnovni skup opreme		Maksimalni skup opreme	
		Jednostavna* razdoblje povrata u godinama	Razdoblje povrata, diskontirane vrijednosti*	Jednostavna razdoblje povrata u godinama*	Razdoblje povrata, diskontirane vrijednosti*
Osnovni scenarij	36,2%	4,5	5,0	6,4	7,4
Uštede ekonometrijski model	30,2%	5,7	6,5	8,1	9,8
Teoretski slučaj	15,0%	16,5	26,7	23,4	64,1
Teoretski slučaj	20,0%	10,2	13,0	14,4	21,3
Teoretski slučaj	25,0%	7,4	8,7	10,4	13,4
Teoretski slučaj	30,0%	5,8	6,5	8,2	9,9
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	34,8%	4,8	5,3	6,8	7,9
EIHP (2016), sa korekcijom za SDG	28,3%	6,2	7,2	8,8	10,8

Izvor: Izračun autora.

Napomena * Rok povrata duži od 10 godina, a što je životni vijek investicije u mjernu opremu, podrazumijeva da nema isplativosti, a time ni roka povrata investicije, ali se indikator prikazuje u tablici iz analitičkih razloga.

7.2.5 Ocjena isplativosti ugradnje razdjelnika topline u Velikoj Gorici

Cijena toplinske energije u Velikoj Gorici, Zaprešiću i Samoboru znatno je viša u odnosu na cijene iz Zagreba, Osijeka i Siska. Stoga ocjena isplativosti ugradnje razdjelnika u ovim gradovima za stanove sa prosječnom specifičnom potrošnjom energije iz uzorka uz ostvarenje razine ušteda između 20 i 25 posto upućuje na zaključak o isplativosti investicije, čak i uz maksimalnu vrijednost investicije.

Tablica 47: Izračun neto sadašnje vrijednosti troškova i koristi od ulaganja u sustave mjerenja potrošnje u **Velikoj Gorici**, osnovni scenarij, uštede 26,2 posto

Godina	Uštede	Operativni troškovi, očitavanje i održavanje	Ukupno neto tok, godišnje (prije diskontiranja)	Saldo neto toka, minimalne investicije, krajem godine prije diskontiranja	Sadašnja vrijednost ukupni neto toka, diskontirane vrijednosti	Saldo neto toka, diskontiran minimalne investicije	Saldo neto toka, diskontiran maksimalne investicije
0	26,2%			-60.765		-60.765	-86.015
1	17.042	3.183	13.859	-46.906	13.662	-47.103	-72.353
2	17.042	3.183	13.859	-33.047	13.137	-33.966	-59.216
3	17.042	3.183	13.859	-19.188	12.631	-21.335	-46.585
4	17.042	3.183	13.859	-5.329	12.146	-9.189	-34.439
5	17.042	3.183	13.859	8.530	11.678	2.489	-22.761
6	17.042	3.183	13.859	22.389	11.229	13.718	-11.531
7	17.042	3.183	13.859	36.248	10.797	24.516	-734
8	17.042	3.183	13.859	50.107	10.382	34.898	9.648
9	17.042	3.183	13.859	63.966	9.983	44.880	19.631
10	17.042	3.183	13.859	77.825	9.599	54.479	29.230
NSV, kao % investicije						+89,66	+33,98

Izvor: Izračun autora.

Ostvarene uštede prema osnovnom scenariju, ali i ekonometrijskom modelu u Velikoj Gorici dovoljne su za ostvarenje pozitivne neto sadašnje vrijednosti za prosječnu zgradu ranije opisanih karakteristika. Međutim, značajne razlike između procijenjenih ušteda temeljem različitim metodologija procjene, odnosno variranja veličine uzorka upućuju na zaključak o visokoj disperziji stvarno ostvarenih ušteda za svaki konkretan objekt.

Tablica 48: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u **Velikoj Gorici**

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije	
		Osnovni skup opreme	Maksimalni skup opreme
Osnovni scenarij	26,2%	+89,7	+34,0
Uštede ekonometrijski model	22,9%	+60,2	+13,2
Teoretski slučaj	15,0%	-9,8	-36,3
Teoretski slučaj	20,0%	+34,5	-5,0
Teoretski slučaj	25,0%	+78,8	+26,3
Teoretski slučaj	30,0%	+123,0	+57,6
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	51,7%	+315,1	+193,3
EIHP (2016), sa korekcijom za SDG	48,0%	+282,4	+170,1

Izvor: Izračun autora.

Tablica 49: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u **Velikoj Gorici**, scenarij osjetljivost, porast relativnih cijena toplinske energije 2,5 posto prosječno godišnje

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije	
		Osnovni skup opreme	Maksimalni skup opreme
Osnovni scenarij	26,2%	+118,6	+54,4
Uštede ekonometrijski model	22,9%	+85,4	+31,0
Teoretski slučaj	15,0%	+6,8	-24,6
Teoretski slučaj	20,0%	+56,5	+10,6
Teoretski slučaj	25,0%	+106,3	+45,8
Teoretski slučaj	30,0%	+156,1	+80,9
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	51,7%	+372,1	+233,5
EIHP (2016), s korekcijom za SDG	48,0%	+335,3	+207,5

Izvor: Izračun autora.

Uz pretpostavku o prosječnom godišnjem rastu cijene toplinske energije od 2,5 posto godišnje u gradovima iz okolice Zagreba u kojima su klimatski uvjeti, a time i specifična potrošnja energije slična kao u Zagrebu, a cijene toplinske energije dvostruko više, investicija u maksimalni skup opreme postala bi profitabilna već s uštedama od 20 posto.

Jednako kao i indikator neto sadašnje vrijednosti, tako i pokazatelj roka povrata investicije ukazuje na isplativost investicije ukoliko se uz nabavku maksimalnog skupa opreme ostvare uštede kao što su procijenjene osnovnim scenarijem, odnosno ekonometrijskim modelom. Uz uštede kao što su procijenjene u EIHP (2016) investicija postaje isplativa već u četvrtoj sezoni grijanja uz nabavku maksimalnog seta opreme, odnosno već u trećoj sezoni grijanja ukoliko takve uštede budu ostvarene uz minimalni set opreme.

Tablica 50: Izračun jednostavnog roka povrata i roka povrata temeljem diskontiranih vrijednosti u Velikoj Gorici, u godinama

	Ušteda	Osnovni skup opreme		Maksimalni skup opreme	
		Jednostavna* razdoblje povrata u godinama	Razdoblje povrata, diskontirane vrijednosti*	Jednostavna razdoblje povrata u godinama*	Razdoblje povrata, diskontirane vrijednosti*
Osnovni scenarij	26,2%	4,4	4,8	6,2	7,1
Uštede ekonometrijski model	22,9%	5,2	5,8	7,4	8,7
Teoretski slučaj	15,0%	9,3	11,5	13,1	18,4
Teoretski slučaj	20,0%	6,2	7,1	8,8	10,8
Teoretski slučaj	25,0%	4,7	5,1	6,6	7,6
Teoretski slučaj	30,0%	3,7	4,0	5,3	5,9
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	51,7%	2,0	2,1	2,8	3,0
EIHP (2016), sa korekcijom za SDG	48,0%	2,2	2,3	3,1	3,3

Napomena * Rok povrata duži od 10 godina, a što je životni vijek investicije u mjernu opremu, podrazumijeva da nema isplativosti, a time ni roka povrata investicije, ali se prikazuje u tablici iz analitičkih razloga.

Izvor: Izračun autora.

7.2.6 Ocjena isplativosti ugradnje razdjelnika topline u Zaprešiću

Slični klimatski uvjeti i razina cijene toplinske energije u Zaprešiću, ali i Samoboru, rezultiraju istovrsnom ocjenom isplativosti. Pozitivnu neto sadašnju vrijednost u sva tri grada moguće je ostvariti uštedama od oko 20 posto u slučaju investicija u minimalni set opreme, odnosno potrebne su uštede toplinske energije od oko 25 posto da bi bila ostvarena pozitivna neto sadašnja vrijednost investicija u maksimalni skup opreme. Međutim, na visoku osjetljivost rezultata na metodološki pristup i veličinu uzorka upućuju značajne razlike o procijenjenoj razini ušteda prema različitim scenarijima. Za razliku od Velike Gorice gdje su procijenjene razine ušteda bile značajno više temeljem metodologije i uzorka korištenog u EIHP (2016), u slučaju Zaprešića ekonometrijski model procjene rezultira značajno višom razinom procijenjenih ušteda u odnosu na podatke iz manjeg uzorka.

Tablica 51: Izračun neto sadašnje vrijednosti troškova i koristi od ulaganja u sustave mjerenja potrošnje u **Zaprešiću**, osnovni scenarij, uštede 21,5 posto

Godina	Uštede	Operativni troškovi, očitavanje i održavanje	Ukupno neto tok, godišnje (prije diskontiranja)	Saldo neto toka, minimalne investicije, krajem godine prije diskontiranja	Sadašnja vrijednost ukupni neto toka, diskontirane vrijednosti	Saldo neto toka, diskontiran minimalne investicije	Saldo neto toka, diskontiran maksimalne investicije
0	21,5%			-60.765		-60.765	-86.015
1	12.702	3.183	9.519	-51.246	9.402	-51.363	-76.613
2	12.702	3.183	9.519	-41.727	9.040	-42.323	-67.572
3	12.702	3.183	9.519	-32.208	8.693	-33.630	-58.880
4	12.702	3.183	9.519	-22.689	8.358	-25.272	-50.521
5	12.702	3.183	9.519	-13.170	8.037	-17.235	-42.484
6	12.702	3.183	9.519	-3.651	7.728	-9.507	-34.757
7	12.702	3.183	9.519	5.868	7.431	-2.077	-27.326
8	12.702	3.183	9.519	15.387	7.145	5.068	-20.181
9	12.702	3.183	9.519	24.906	6.870	11.938	-13.311
10	12.702	3.183	9.519	34.425	6.606	18.544	-6.706
NSV, kao % investicije						+30,52	-7,80

Izvor: Izračun autora.

Tablica 52: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u **Zaprešiću**

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije	
		Osnovni skup opreme	Maksimalni skup opreme
Osnovni scenarij	21,5%	+30,5	-7,8
Uštede ekonometrijski model	35,4%	+142,1	+71,1
Teoretski slučaj	15,0%	-21,9	-44,8
Teoretski slučaj	20,0%	+18,3	-16,4
Teoretski slučaj	25,0%	+58,5	+12,0
Teoretski slučaj	30,0%	+98,7	+40,4
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	27,0%	+74,6	+23,3
EIHP (2016), s korekcijom za SDG	21,3%	+28,7	-9,0

Izvor: Izračun autora.

Potencijalni porast cijena toplinske energije i u gradu Zaprešiću pozitivno utječe na ocjenu isplativosti investicije koje bi postale isplative uz rast cijena energije već sa uštedama nižim od 20 posto, dok je uz zadržavanje postojećih relativnih cijena potrebno ostvariti uštede od oko 25 posto da bi investicija bila profitabilna uz maksimalni iznos investicija.

Tablica 53: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u **Zaprešiću**, scenarij osjetljivost, porast relativnih cijena toplinske energije 2,5 posto prosječno godišnje

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije	
		Osnovni skup opreme	Maksimalni skup opreme
Osnovni scenarij	21,5%	+52,1	+7,4
Uštede ekonometrijski model	35,4%	+177,6	+96,1
Teoretski slučaj	15,0%	-6,9	-34,2
Teoretski slučaj	20,0%	+38,3	-2,3
Teoretski slučaj	25,0%	+83,5	+29,7
Teoretski slučaj	30,0%	+128,8	+61,6
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	27,0%	+101,6	+42,4
EIHP (2016), s korekcijom za SDG	21,3%	+50,1	+6,0

Izvor: Izračun autora.

Tablica 54: Izračun jednostavnog roka povrata i roka povrata temeljem diskontiranih vrijednosti u **Zaprešiću**, u godinama

	Ušteda	Osnovni skup opreme		Maksimalni skup opreme	
		Jednostavna* razdoblje povrata u godinama	Razdoblje povrata, diskontirane vrijednosti*	Jednostavna razdoblje povrata u godinama*	Razdoblje povrata, diskontirane vrijednosti*
Osnovni scenarij	21,5%	6,4	7,4	9,0	11,2
Uštede ekonometrijski model	35,4%	3,4	3,7	4,9	5,4
Teoretski slučaj	15,0%	10,7	13,9	15,2	23,1
Teoretski slučaj	20,0%	7,0	8,3	10,0	12,7
Teoretski slučaj	25,0%	5,3	5,9	7,4	8,8
Teoretski slučaj	30,0%	4,2	4,6	5,9	6,8
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	27,0%	4,8	5,3	6,7	7,8
EIHP (2016), s korekcijom za SDG	21,3%	6,5	7,5	9,2	11,4

Napomena * Rok povrata duži od 10 godina, a što je životni vijek investicije u mjernu opremu, podrazumijeva da nema isplativosti, a time ni roka povrata investicije, ali se prikazuje u tablici iz analitičkih razloga.

Izvor: Izračun autora.

7.2.7 Ocjena isplativosti ugradnje razdjelnika topline u Samoboru

U odnosu na Zaprešić i Veliku Goricu, početna razina specifične potrošnje u Samoboru je nešto viša, te ocjena isplativosti ugradnje razdjelnika upućuje na zaključak da su investicije isplative ukoliko se ostvare uštede tek nešto iznad 15 posto za minimalni set opreme, odnosno 20 posto za maksimalni set opreme.

Tablica 55: Izračun neto sadašnje vrijednosti troškova i koristi od ulaganja u sustave mjerenja potrošnje u **Samoboru**, osnovni scenarij, uštede 30,4 posto

Godina	Uštede	Operativni troškovi, očitavanje i održavanje	Ukupno neto tok, godišnje (prije diskontiranja)	Saldo neto toka, minimalne investicije, krajem godine prije diskontiranja	Sadašnja vrijednost ukupni neto toka, diskontirane vrijednosti	Saldo neto toka, diskontiran minimalne investicije	Saldo neto toka, diskontiran maksimalne investicije
0	30,4%			-60.765		-60.765	-86.015
1	20.630	3.183	17.448	-43.317	17.185	-43.580	-68.830
2	20.630	3.183	17.448	-25.870	16.524	-27.057	-52.306
3	20.630	3.183	17.448	-8.422	15.888	-11.168	-36.418
4	20.630	3.183	17.448	9.025	15.277	4.109	-21.141
5	20.630	3.183	17.448	26.473	14.690	18.798	-6.451
6	20.630	3.183	17.448	43.921	14.125	32.923	7.673
7	20.630	3.183	17.448	61.368	13.581	46.504	21.255
8	20.630	3.183	17.448	78.816	13.059	59.563	34.314
9	20.630	3.183	17.448	96.264	12.557	72.120	46.870
10	20.630	3.183	17.448	113.711	12.074	84.194	58.944
NSV, kao % investicije						+138,56	+68,53

Izvor: Izračun autora.

Temeljem podataka iz većeg uzorka, ali i prema rezultatima ekonometrijskog modela ostvarena je visoka razina ušteda koja osigurava pozitivnu vrijednost investicije, te vrlo kratak rok povrata. Sve kombinacije intenziteta investicija i ostvarenih ušteda iznad 20 posto upućuju na očekivanu profitabilnost uvođenja razdjelnika.

Tablica 56: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u **Samoboru**

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije	
		Osnovni skup opreme	Maksimalni skup opreme
Osnovni scenarij	30,4%	+138,6	+68,5
Uštede ekonometrijski model	34,5%	+176,9	+95,6
Teoretski slučaj	15,0%	-3,7	-31,9
Teoretski slučaj	20,0%	+42,6	+0,8
Teoretski slučaj	25,0%	+88,9	+33,5
Teoretski slučaj	30,0%	+135,2	+66,2
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	33,3%	+165,8	+87,8
EIHP (2016), s korekcijom za SDG	28,0%	+116,7	+53,1

Izvor: Izračun autora.

Tablica 57: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u **Samoboru**, scenarij osjetljivost, porast relativnih cijena toplinske energije 2,5 posto prosječno godišnje

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije	
		Osnovni skup opreme	Maksimalni skup opreme
Osnovni scenarij	30,4%	+173,5	+93,2
Uštede ekonometrijski model	34,5%	+216,7	+123,7
Teoretski slučaj	15,0%	+13,6	-19,7
Teoretski slučaj	20,0%	+65,7	+17,0
Teoretski slučaj	25,0%	+117,7	+53,8
Teoretski slučaj	30,0%	+169,8	+90,6
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	33,3%	+204,2	+114,9
EIHP (2016), s korekcijom za SDG	28,0%	+149,0	+75,9

Izvor: Izračun autora.

U Samoboru se investicija u razdjelnike topline vrati u roku kraćem od životnog vijeka investicije već sa uštedama od 20 posto čak i uz nabavku maksimalnog skupa opreme. Pokazatelj početne specifične potrošnje i relativno visoke razine cijena toplinske energije uz minimalni set opreme utječe na mogućnost povrata vrijednosti investicije već u četvrtoj sezoni grijanja, dok je rok povrata u slučaju maskimalne vrijednosti investicije oko 6 godina.

Tablica 58: Izračun jednostavnog roka povrata i roka povrata temeljem diskontiranih vrijednosti u **Samoboru**, u godinama

	Ušteda	Osnovni skup opreme		Maksimalni skup opreme	
		Jednostavna* razdoblje povrata u godinama	Razdoblje povrata, diskontirane vrijednosti*	Jednostavna razdoblje povrata u godinama*	Razdoblje povrata, diskontirane vrijednosti*
Osnovni scenarij	30,4%	3,5	3,8	4,9	5,5
Uštede ekonometrijski model	34,5%	3,0	3,2	4,2	4,7
Teoretski slučaj	15,0%	8,7	10,6	12,3	16,8
Teoretski slučaj	20,0%	5,8	6,6	8,3	10,0
Teoretski slučaj	25,0%	4,4	4,8	6,2	7,2
Teoretski slučaj	30,0%	3,5	3,8	5,0	5,6
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	33,3%	3,1	3,3	4,4	4,9
EIHP (2016), sa korekcijom za SDG	28,0%	3,8	4,2	5,4	6,1

Napomena * Rok povrata duži od 10 godina, a što je životni vijek investicije u mjernu opremu, podrazumijeva da nema isplativosti, a time ni roka povrata investicije, ali se prikazuje u tablici iz analitičkih razloga.

Izvor: Izračun autora.

7.2.8 Ocjena isplativosti ugradnje razdjelnika topline u Karlovcu

Početna specifična potrošnja energije u Karlovcu niža je u odnosu na ostale gradove Kontinentalne Hrvatske, dok je cijena toplinske energije u tekućoj sezoni grijanja tek nešto niža u odnosu na Veliku Goricu, Zaprešić i Samobor (u odnosu na prethodnu sezonu zabilježen je određeni pad cijene toplinske energije u Karlovcu). Prema osnovnom scenariju utvrđena je nešto niža razina ušteda u odnosu na ostale gradove, te se investicija, usprkos višoj razini cijena, može ocijeniti kao troškovno neučinkovita neovisno o instaliranom setu opreme.

Niža specifična potrošnja energije u razdoblju prije uvođenja razdjelnika topline, ograničava visinu ostvarenih ušteda. Također se može primijetiti da je prema osnovnom scenariju upravo u Karlovcu ostvarena najmanja ušteda toplinske energije od 21,2 posto, te shodno tome i negativna neto sadašnja vrijednost investicije. Ostvarenje pozitivne NSV uz sadašnju razinu cijena zahtijevalo bi uštede od oko 23 posto (minimalne investicije), do više od 30 posto u slučaju dodatnih troškova balansiranja.

Tablica 59: Izračun neto sadašnje vrijednosti troškova i koristi od ulaganja u sustave mjerenja potrošnje u **Karlovcu**, osnovni scenarij, uštede 21,2 posto

Godina	Uštede	Operativni troškovi, očitavanje i održavanje	Ukupno neto tok, godišnje (prije diskontiranja)	Saldo neto toka, minimalne investicije, krajem godine prije diskontiranja	Sadašnja vrijednost ukupnog neto toka, diskontirane vrijednosti	Saldo neto toka, diskontiran minimalne investicije	Saldo neto toka, diskontiran maksimalne investicije
0	21,2%			-60.765		-60.765	-86.015
1	10.086	3.183	6.904	-53.862	6.835	-53.930	-79.180
2	10.086	3.183	6.904	-46.958	6.572	-47.359	-72.608
3	10.086	3.183	6.904	-40.054	6.319	-41.040	-66.289
4	10.086	3.183	6.904	-33.151	6.076	-34.964	-60.213
5	10.086	3.183	6.904	-26.247	5.842	-29.122	-54.371
6	10.086	3.183	6.904	-19.344	5.618	-23.504	-48.753
7	10.086	3.183	6.904	-12.440	5.402	-18.102	-43.352
8	10.086	3.183	6.904	-5.537	5.194	-12.909	-38.158
9	10.086	3.183	6.904	1.367	4.994	-7.915	-33.164
10	10.086	3.183	6.904	8.270	4.802	-3.113	-28.362
NSV, kao % investicije						-5,12	-32,97

Izvor: Izračun autora.

Tablica 60: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u **Karlovcu**

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije	
		Osnovna oprema	Maksimalna oprema
Osnovni scenarij	21,2%	-5,1	-33,0
Uštede ekonometrijski model	21,0%	-6,3	-33,8
Teoretski slučaj	15,0%	-45,2	-61,3
Teoretski slučaj	20,0%	-12,8	-38,4
Teoretski slučaj	25,0%	+19,7	-15,5
Teoretski slučaj	30,0%	+52,1	+7,5

Izvor: Izračun autora.

Kao i u slučaju ostalih gradova, analiza osjetljivosti na pretpostavljeni godišnji rast cijena toplinske energije od 2,5 posto za nekoliko postotnih bodova povećava neto sadašnju vrijednost, ali bi i dalje za pozitivnu ocjenu isplativosti uštede morale iznositi više od 25 posto.

Tablica 61: Izračun neto sadašnje prema različitim scenarijima ušteda u **Karlovcu**, scenarij osjetljivost, porast relativnih cijena toplinske energije 2,5 posto prosječno godišnje

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije	
		Osnovna oprema	Maksimalna oprema
Osnovni scenarij	21,2%	+12,0	-20,9
Uštede ekonometrijski model	21,0%	+10,7	-21,8
Teoretski slučaj	15,0%	-33,1	-52,7
Teoretski slučaj	20,0%	+3,4	-27,0
Teoretski slučaj	25,0%	+39,9	-1,2
Teoretski slučaj	30,0%	+76,3	+24,6

Izvor: Izračun autora.

U pogledu roka povrata investicije, prema osnovnom scenariju on je tek nešto duži od 10 godina uz investiciju u osnovni skup opreme. Relativno viša cijena energije u odnosu na Zagreb, Osijek i Sisak utječe na veću isplativost investicije u ovom gradu, ali je s druge strane mogućnost ušteda ograničena nižom specifičnom potrošnjom, a time i ukupnim potencijalom za ostvarenje ušteda.

Tablica 62: Izračun jednostavnog roka povrata i roka povrata temeljem diskontiranih vrijednosti u Karlovcu, u godinama

	Ušteda	Osnovni skup opreme		Maksimalni skup opreme	
		Jednostavna* razdoblje povrata u godinama	Razdoblje povrata, diskontirane vrijednosti*	Jednostavna razdoblje povrata u godinama*	Razdoblje povrata, diskontirane vrijednosti*
Osnovni scenarij	21,2%	8,8	10,8	12,5	17,1
Uštede ekonometrijski model	21,0%	8,9	11,0	12,6	17,5
Teoretski slučaj	15,0%	15,3	23,5	21,7	48,9
Teoretski slučaj	20,0%	9,6	12,0	13,6	19,4
Teoretski slučaj	25,0%	7,0	8,2	9,9	12,5
Teoretski slučaj	30,0%	5,5	6,2	7,7	9,3

Napomena * Rok povrata duži od 10 godina, a što je životni vijek investicije u mjernu opremu, podrazumijeva da nema isplativosti, a time ni roka povrata investicije, ali se prikazuje u tablici iz analitičkih razloga.

Izvor: Izračun autora.

7.3 Opći model – različite kombinacije početne specifične potrošnje toplinske energije i ostvarenih ušteda

Prethodno poglavlje prikazalo je distribuciju očekivane isplativosti ulaganja u mjernu opremu korištenjem parametara početne specifične potrošnje energije i ostvarenih ušteda, a temeljem veličina procijenjenih iz podataka za uzorak zgrada koje su dostavile toplinarske tvrtke. Međutim, model se može poopćiti na način da prikaže neto sadašnju vrijednost za zgrade koje imaju različite razine početne specifične potrošnje, te različite razine ušteda. Umjesto prosječnih vrijednosti specifične potrošnje iz uzorka, u analizu se uključuje širi raspon vrijednosti početne specifične potrošnje kako bi se grafički mogla aproksimirati očekivana profitabilnost projekta za konkretne zgrade u kojima je specifična potrošnja različita. Uključeno je nekoliko razina ostvarenih ušteda kako bi se ustanovilo koje kombinacije ova dva parametra rezultiraju pozitivnom neto sadašnjom vrijednosti. Naime, početna razina specifične potrošnje neke određene zgrade može se značajno razlikovati od prosječnih veličina, a također i ostvarene uštede ovisno o karakteristikama stanara i njihove spremnosti na promjenu ponašanja mogu biti različite. Analiza podataka iz prethodnog poglavlja temeljila se na podacima uzroka koji su bili konzistentni s prosječnim veličinama ušteda za referentnu zgradu iz Izvješća o minimalnim zahtjevima na području kontinentalne Hrvatske i razdoblju izgradnje od 1971.-2005. Poopćavanje modela daje odgovor na isplativost ugradnje razdjelnika i u zgrade koje imaju manje/veće energetske potrebe, bilo iz razloga što su građene u novijim/starijim razdobljima ili odstupaju od referentne zgrade zbog heterogenih karakteristika objekata, a prije svega različitih izolacijskih svojstava i održavanja.

Ovakav općeniti prikaz može poslužiti za poopćavanje rezultata i utvrđivanja koliki bi postotak ušteda trebala ostvariti zgrada s određenom specifičnom potrošnjom da bi neto vrijednost ulaganja bila pozitivna, odnosno da bi se ulaganje moglo klasificirati kao troškovno učinkovito. Ovakvo

poopćavanje može poslužiti za definiranje razine potrošnje za koje je vrlo velika vjerojatnost da će ulaganje ostvariti pozitivnu neto sadašnju vrijednost, a za koju skupinu zgrada bi se trebala propisati bezuvjetna obaveza ugradnje razdjelnika (zgrade kod kojih je ugradnja troškovno učinkovita u terminima vodiča koji je izradila Empirica, 2017). S druge strane, može se identificirati skupina zgrada u određenoj lokaciji sa specifičnom potrošnjom kod kojih je očekivana pozitivna neto sadašnja vrijednost povezana s neprihvatljivom razinom ušteda, odnosno takva skupina zgrada trebala bi biti izuzeta od obavezne primjene ugradnje mjerne opreme. Namjera ovog dijela Studije nije da predlaže konkretna rješenja koja bi u pogledu utvrđivanja izuzeća od primjene trebalo prihvatiti, već samo da pruži analitičke podloge nositeljima javne politike zaduženima za to područje.

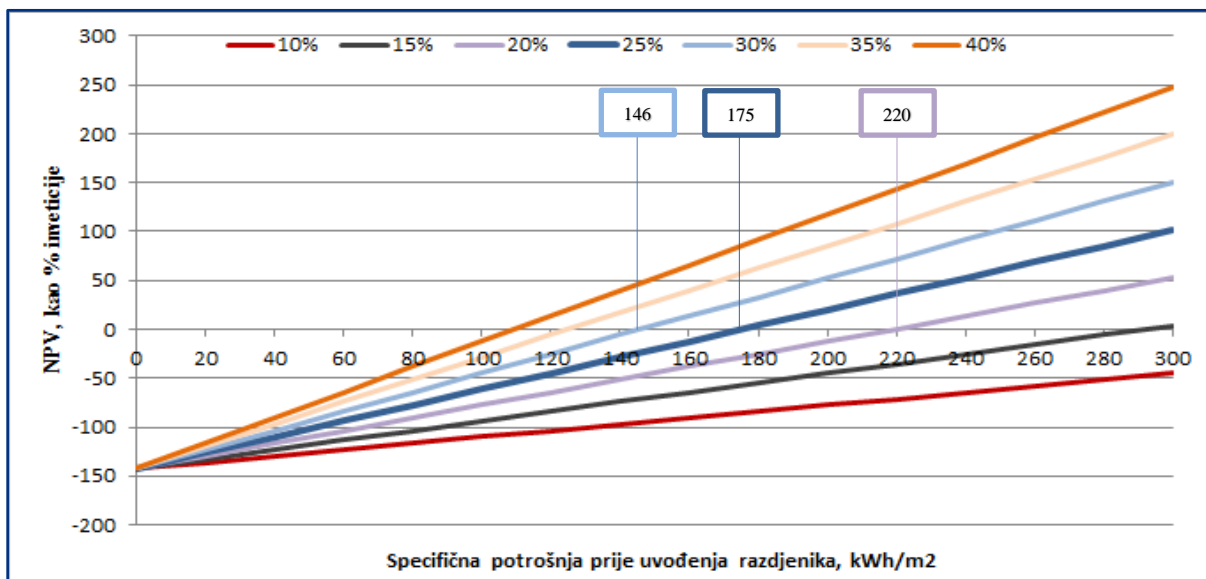
7.3.1 Neto sadašnja vrijednost uz različite kombinacije početne specifične potrošnje toplinske energije i ostvarenih ušteda za Grad Zagreb

Slika prikazuje neto sadašnju vrijednost koja odgovara različitim kombinacijama početne specifične potrošnje prije uvođenja razdjelnika i ostvarenih ušteda. Za razliku od analize scenarija u prethodnom poglavlju, a koji su svi podrazumijevali primjenu iste razine specifične potrošnje referentne zgrade od 163,8 kWh/m² za Grad Zagreb, a varirali teorijske i empirijske procijenjene uštede, ovakav prikaz omogućuje procjenu isplativosti za zgrade čija se specifična energetska potrošnja razlikuje od referentne zgrade. Ukoliko se slika 29 usporedi s tablicom 32, tada se rezultati iz tablice 32 mogu iščitavati kao odgovarajuće vrijednosti vertikalne linije koja bi presijecala sliku 29 na razini specifične potrošnje od 163,8 kWh/m². Primjerice, razina ušteda od 25 posto odgovara točki na sjecištu vertikale (163,8) i pravca označenog kao 25 posto, a u kojoj kombinaciji neto sadašnja vrijednost iznosi -9,4 (vidjeti tablicu 32), a isto vrijedi i za sve ostale kombinacije parametara.

Općenito, veća početna razina potrošnje i veći postotak ušteda rezultiraju većom neto sadašnjom vrijednosti. Ukoliko se kao benchmark ušteda od 25 posto ocijeni kao gornja granica ušteda koju je moguće ostvariti, a bez negativnih posljedica na kvalitetu života i štetnost na same objekte uslijed podgrijanosti prostora, može se uočiti da uz sadašnji odnos relativnih cijena toplinske energije i minimalnog seta opreme, početna razina potrošnje po m² u Gradu Zagrebu treba iznositi minimalno 175 kWh/m², a da bi se ostvarila pozitivna neto sadašnja vrijednost investicije.

Iako pojedini scenariji podrazumijevaju višu razinu ušteda, treba napomenuti da uštede iznad referentnih vrijednosti iz vodiča za procjenu isplativosti, a koje su rezultat smanjenje temperature za više od 1,1⁰K, odnosno smanjenja efekta ventilacije za koeficijent veći od 0,25, mogu rezultirati nepovoljnim posljedicama u pogledu vlažnosti i općenito kvalitete života u takvim objektima. S takvim parametrima se za Njemačku procjenjuje mogućnost ostvarenja ušteda od oko 20 posto, a iako tehnički podaci za izračun ušteda na taj način nisu raspoloživi, može se pretpostaviti da bi zbog povoljnijih klimatskih uvjeta (manji broj SDG) uštede izračunate na taj način u Hrvatskoj mogle biti niže.

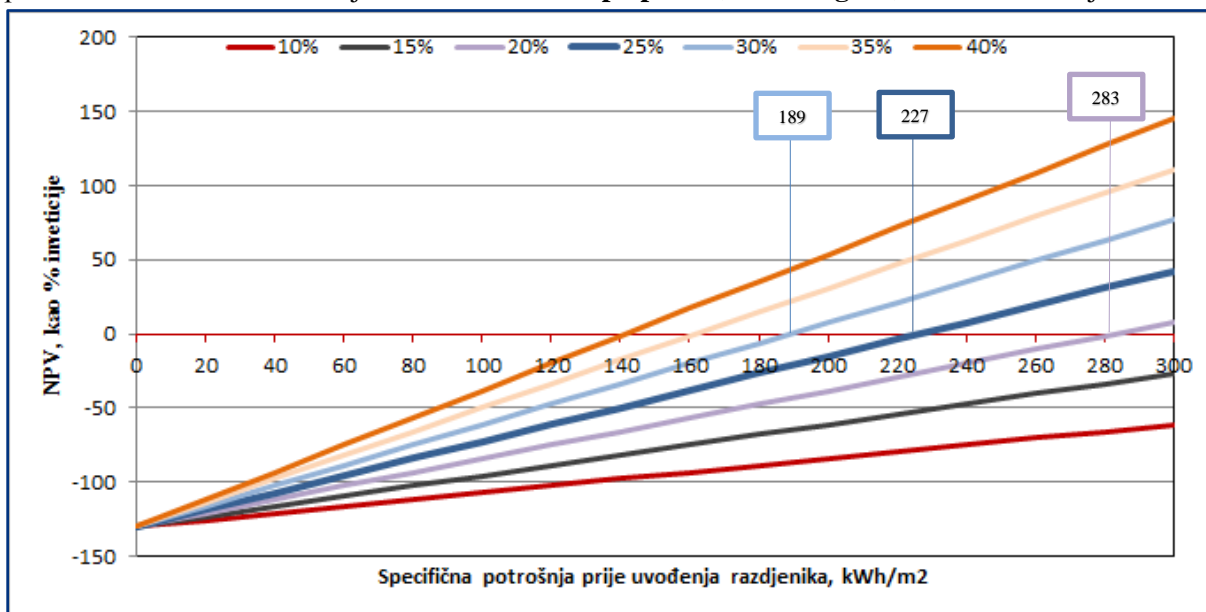
Slika 29: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **minimalni skup opreme**, Grad **Zagreb**, osnovni scenarij



Izvor: Izračun autora.

Ukoliko je zgrada investirala u maksimalni skup opreme koji obuhvaća i balansiranje, tada će investicija rezultirati pozitivnom neto sadašnjom vrijednosti tek uz uštede od 25 posto i početnu razinu specifične potrošnje veću od 227 kWh/m².

Slika 30: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **maksimalni skup opreme**, Grad **Zagreb**, osnovni scenarij

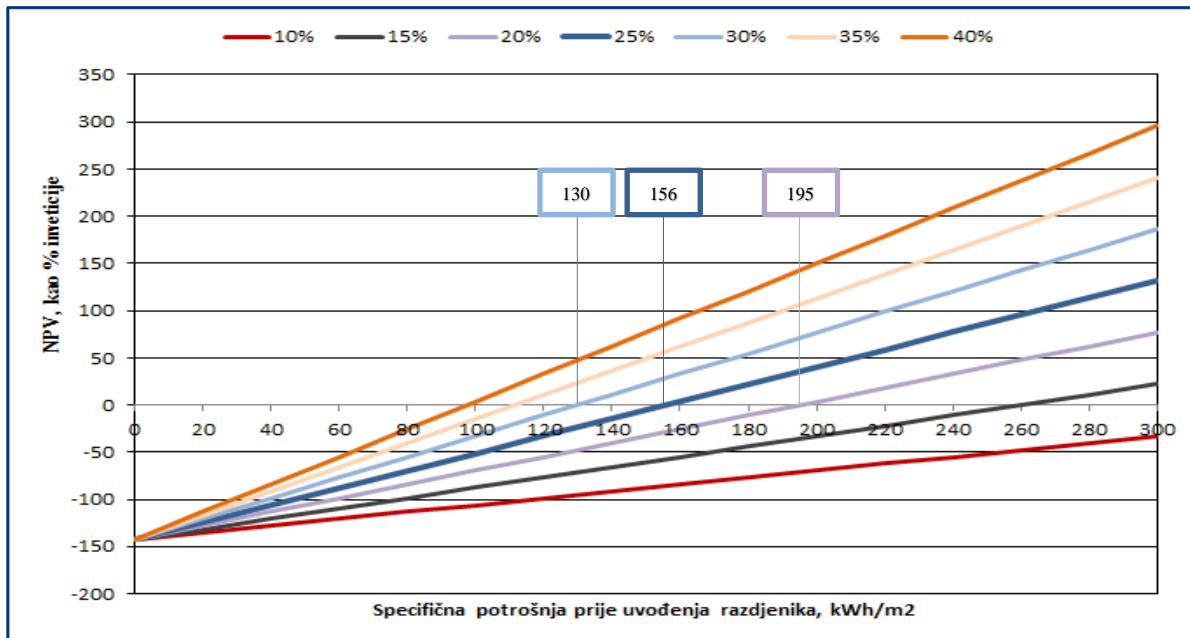


Izvor: Izračun autora.

Rast cijena toplinske energije brži od stope inflacije za 2,5 posto godišnje, pozitivno doprinosi ocjeni isplativosti projekta ugradnje razdjelnika, te se početna razina specifične potrošnje, a da bi projekt bio

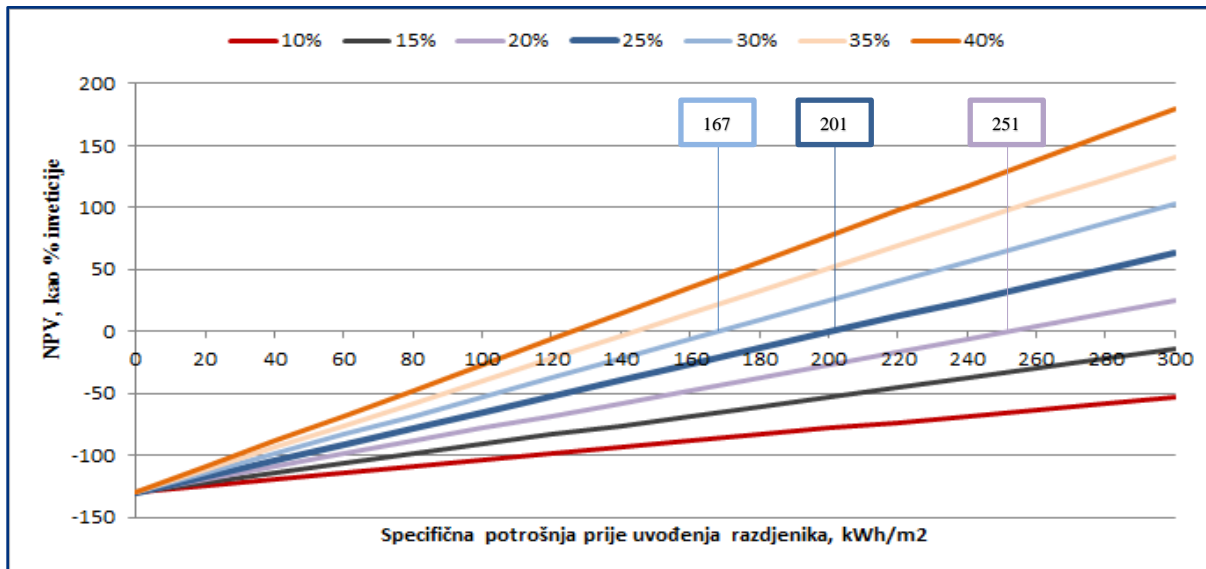
isplativ smanjuje na oko 156 kWh po m² u slučaju ugradnje minimalne opreme, odnosno na oko 201 kWh po m² u slučaju ugradnje maksimalnog skupa opreme.

Slika 31: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **minimalni skup opreme**, Grad **Zagreb**, scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje



Izvor: Izračun autora.

Slika 32: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **maksimalni skup opreme**, Grad **Zagreb**, scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje

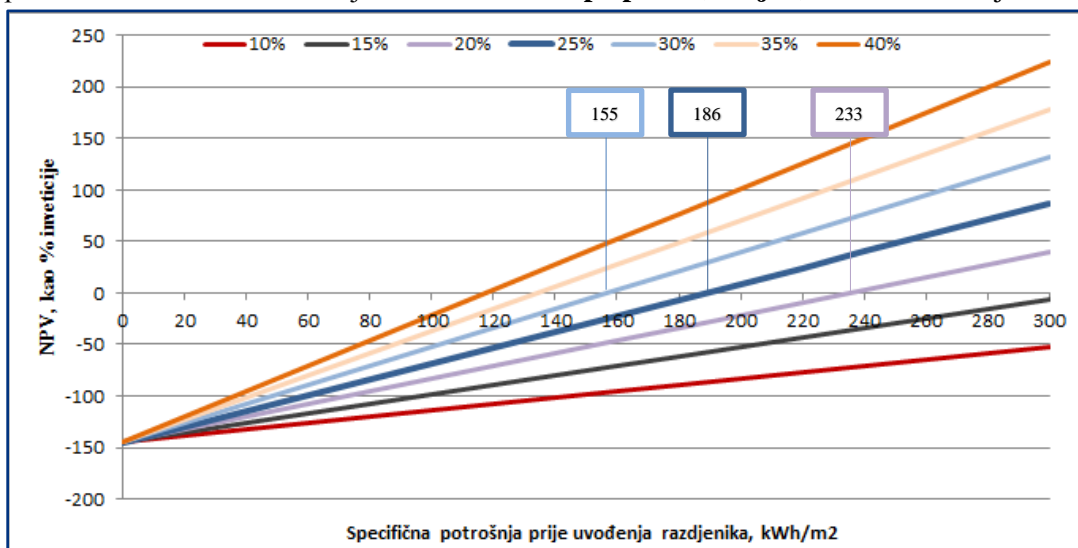


Izvor: Izračun autora.

7.3.2 Neto sadašnja vrijednost uz različite kombinacije početne specifične potrošnje toplinske energije i ostvarenih ušteda za Osijek

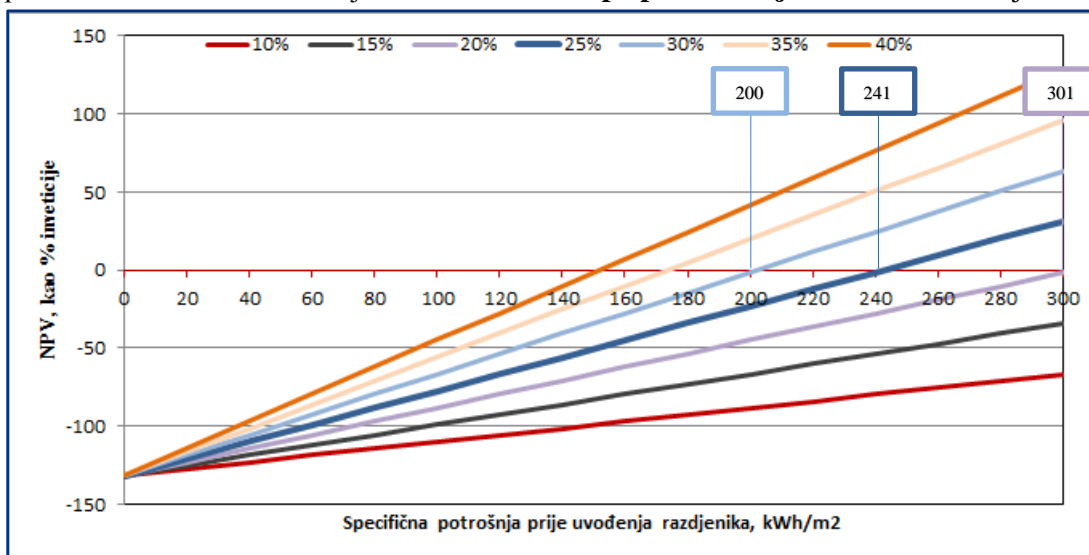
Uštede toplinske energije od 25 posto u Osijeku osiguravaju neto pozitivnu vrijednost uz početnu specifičnu potrošnju od 186 kWh po m² (minimalni skup opreme), odnosno čak 241 kWh po m² (maksimalni skup opreme).

Slika 33: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **minimalni skup opreme, Osijek**, osnovni scenarij



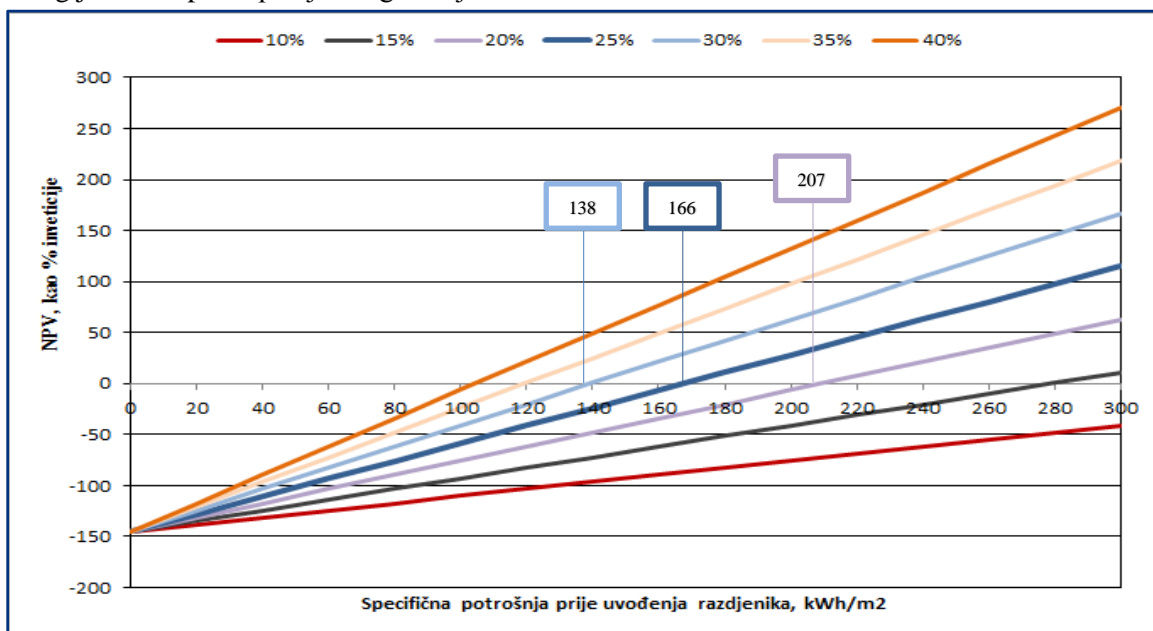
Izvor: Izračun autora.

Slika 34: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **maksimalni skup opreme, Osijek**, osnovni scenarij



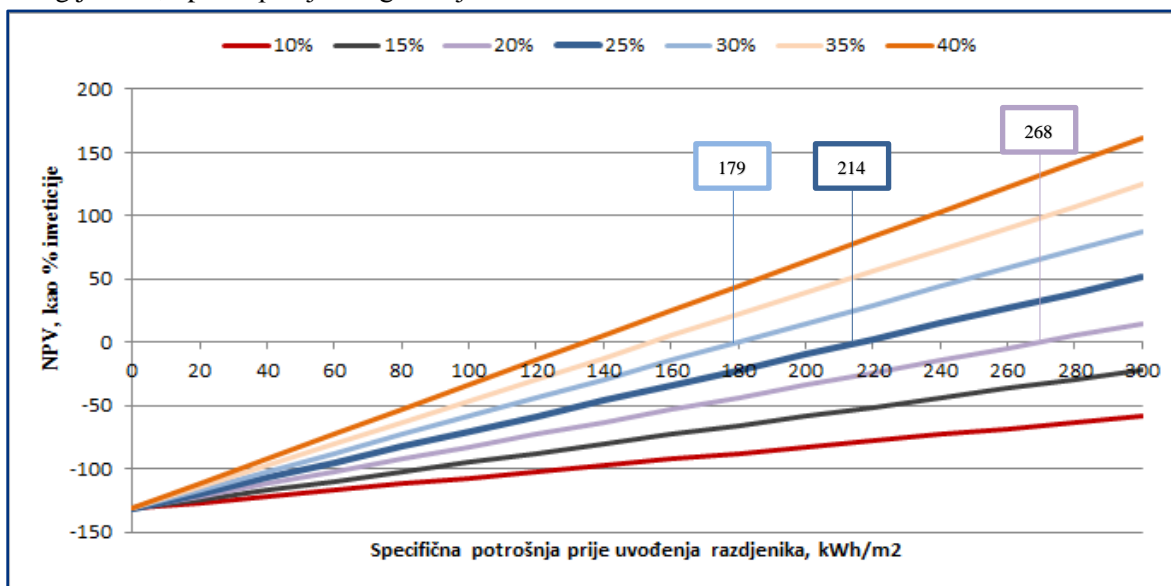
Izvor: Izračun autora.

Slika 35: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **minimalni skup opreme**, Osijek, scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje



Izvor: Izračun autora.

Slika 36: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **maksimalni skup opreme**, Osijek, scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje

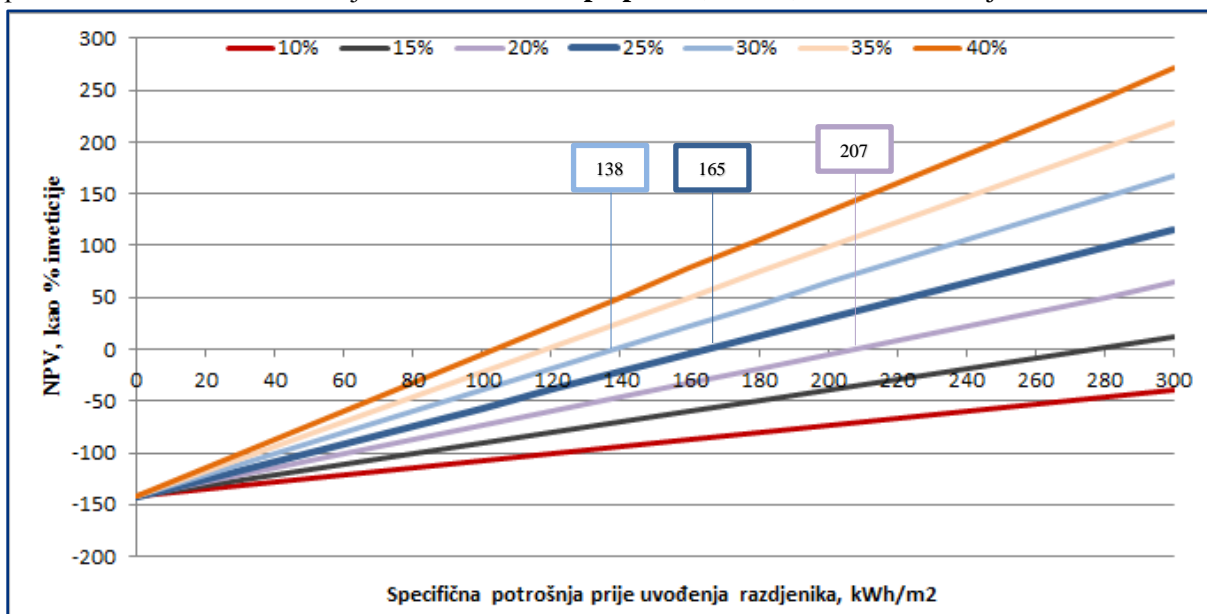


Izvor: Izračun autora.

7.3.3 Neto sadašnja vrijednost uz različite kombinacije početne specifične potrošnje toplinske energije i ostvarenih ušteda za Sisak

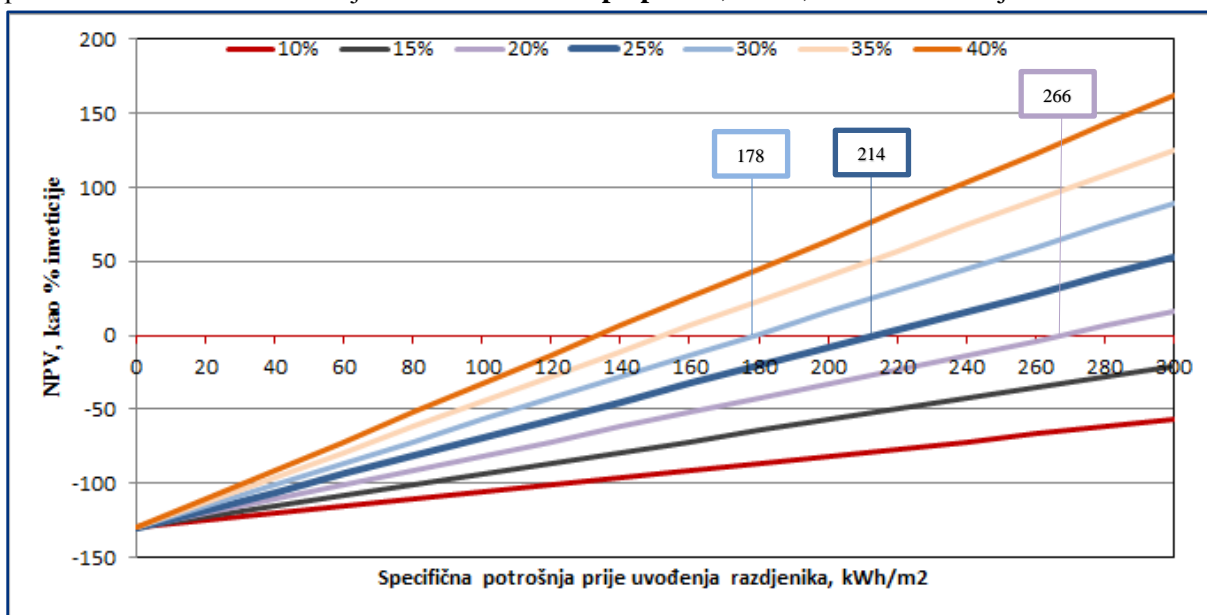
Slično kao u Zagrebu i Osijeku, za ostvarenje pozitivne neto sadašnje vrijednosti uz uštede toplinske energije od 25 posto potrebna je relativno visoka početna specifičnu potrošnju od 165 kWh po m² (minimalni skup opreme), odnosno 214 kWh po m² (maksimalni skup opreme).

Slika 37: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **minimalni skup opreme, Sisak**, osnovni scenarij



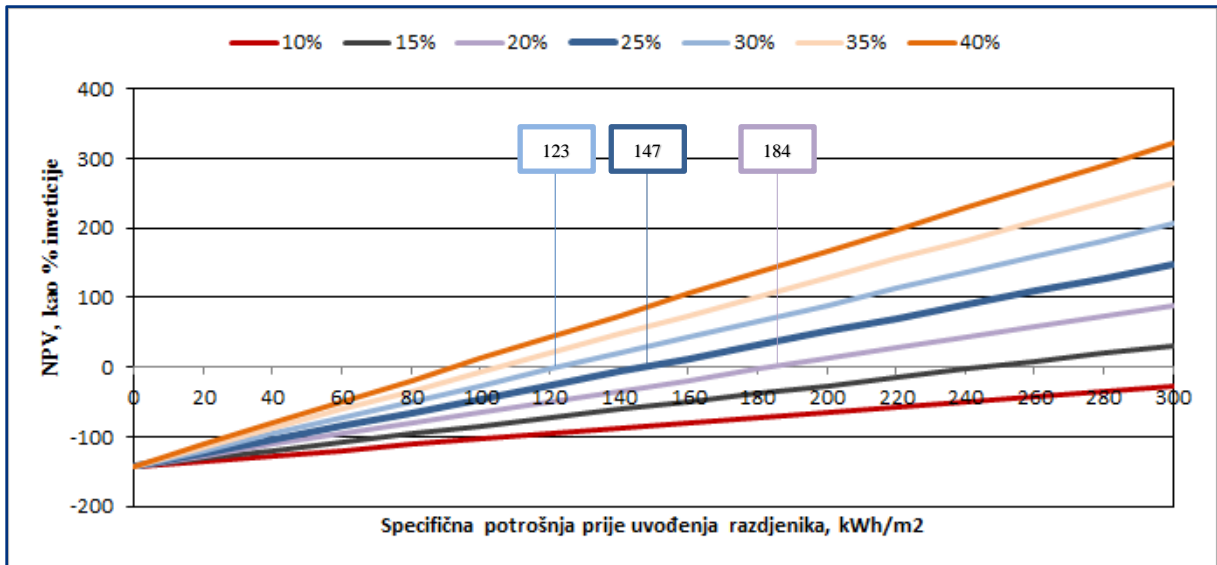
Izvor: Izračun autora.

Slika 38: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **maksimalni skup opreme, Sisak**, osnovni scenarij



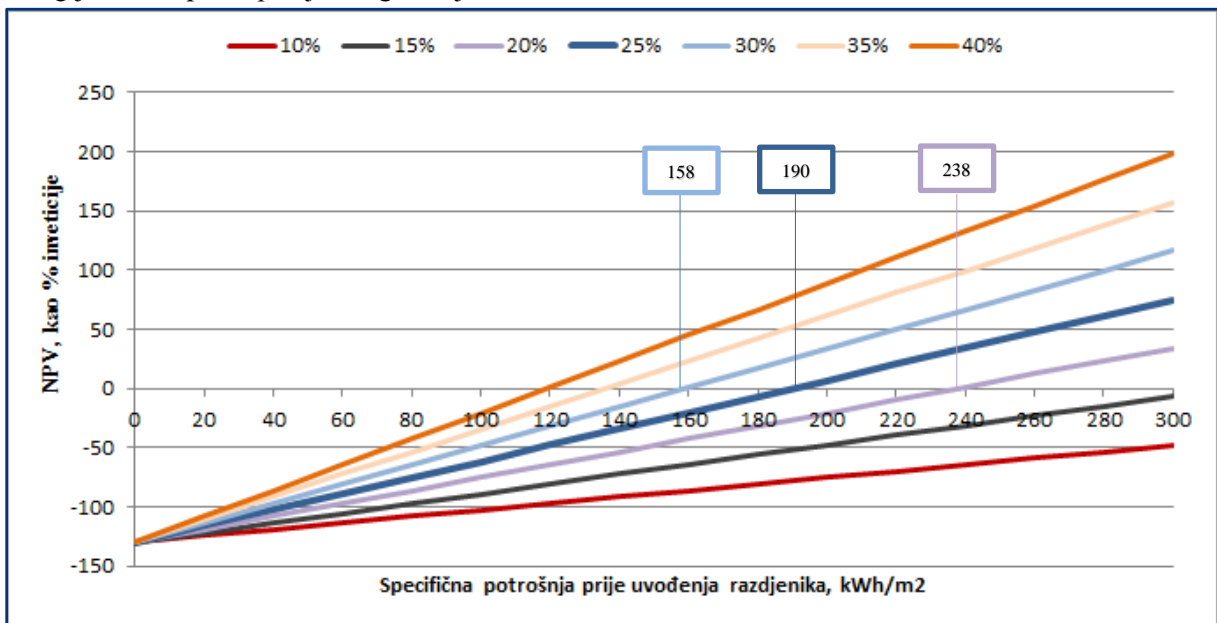
Izvor: Izračun autora.

Slika 39: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **minimalni skup opreme, Sisak**, scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje



Izvor: Izračun autora.

Slika 40: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **maksimalni skup opreme, Sisak**, scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje

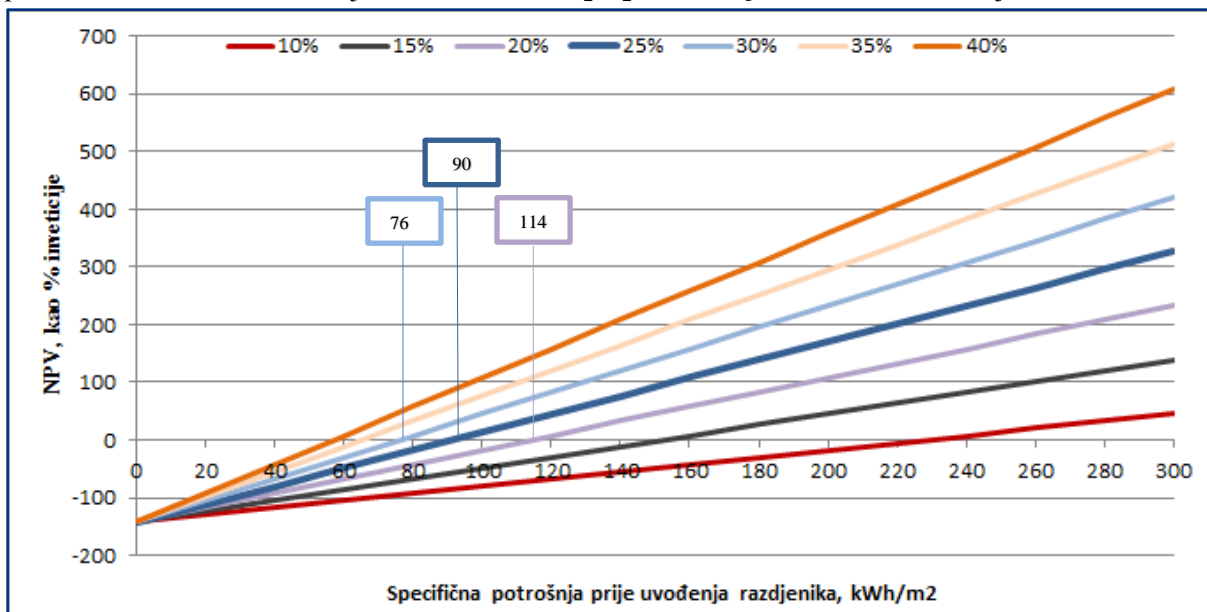


Izvor: Izračun autora.

7.3.4 Neto sadašnja vrijednost uz različite kombinacije početne specifične potrošnje toplinske energije i ostvarenih ušteda za Rijeku

Za razliku od Osijeka, Siska i Zagreba, cijena energije u Rijeci je znatno viša, te ista postotna ušteda rezultira povoljnijom neto sadašnjom vrijednosti investicije. Ipak većina objekata u Rijeci ima znatno nižu početnu razinu specifične potrošnje zbog povoljnijih klimatskih uvjeta.

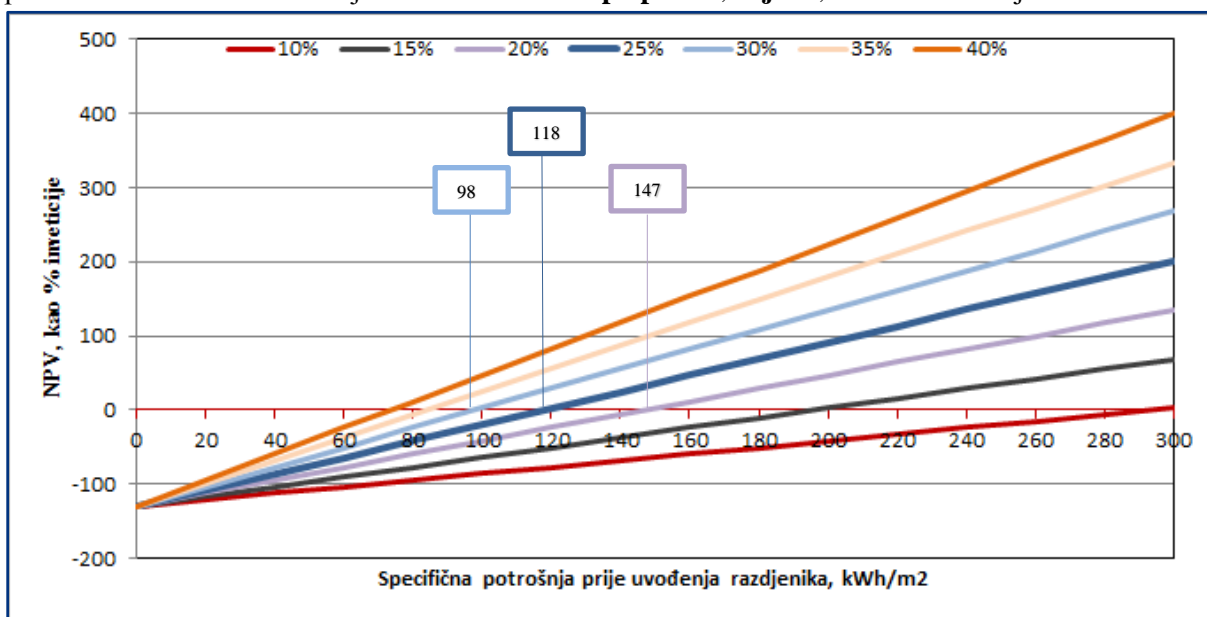
Slika 41: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **minimalni skup opreme, Rijeka**, osnovni scenarij



Izvor: Izračun autora.

Može se zaključiti da se uz investicije u minimalni skup opreme i uštede od 25 posto pozitivna neto sadašnja vrijednost za zgrade u Rijeci može ostvariti već i uz razinu početne potrošnje od oko 90 kWh/m². U varijanti koja podrazumijeva i balansiranje sustava, neto sadašnja vrijednost postaje pozitivna za zgrade s početnom specifičnom potrošnjom od 118 kWh/m². Zgrade u Rijeci sa specifičnom potrošnjom manjom od 80 kWh/m² ne mogu ostvariti pozitivnu neto vrijednost čak niti s uštedama većim od 30 posto čak i u slučaju nabavke samo minimalnog seta opreme, odnosno uštedama od 40 posto u slučaju dodatnog balansiranja sustava.

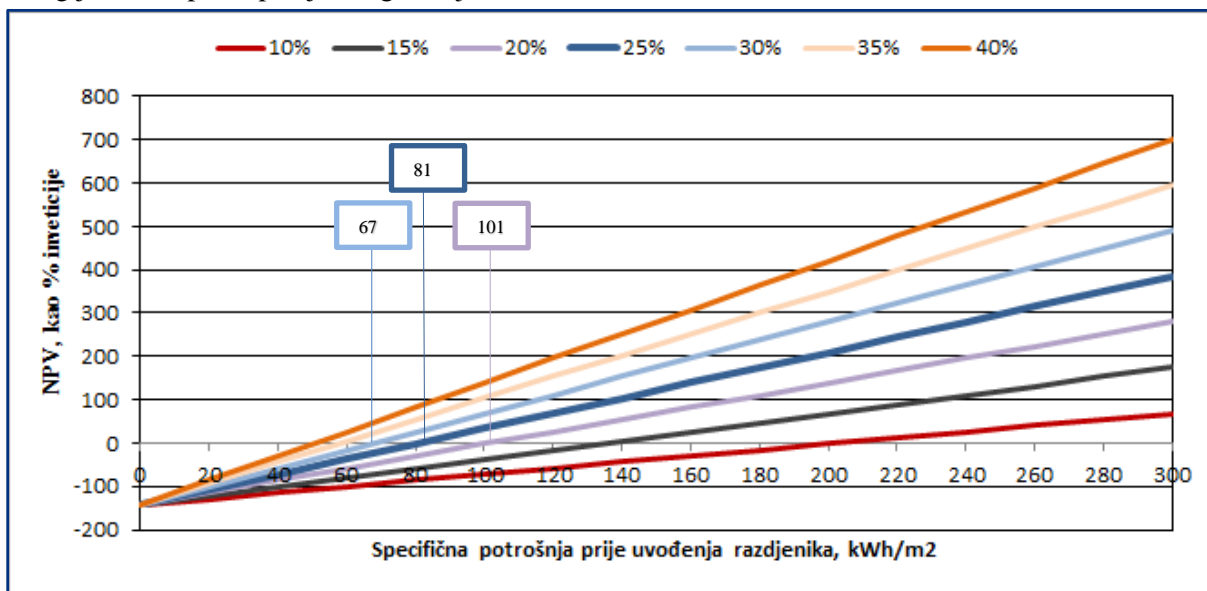
Slika 42: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **maksimalni skup opreme, Rijeka**, osnovni scenarij



Izvor: Izračun autora.

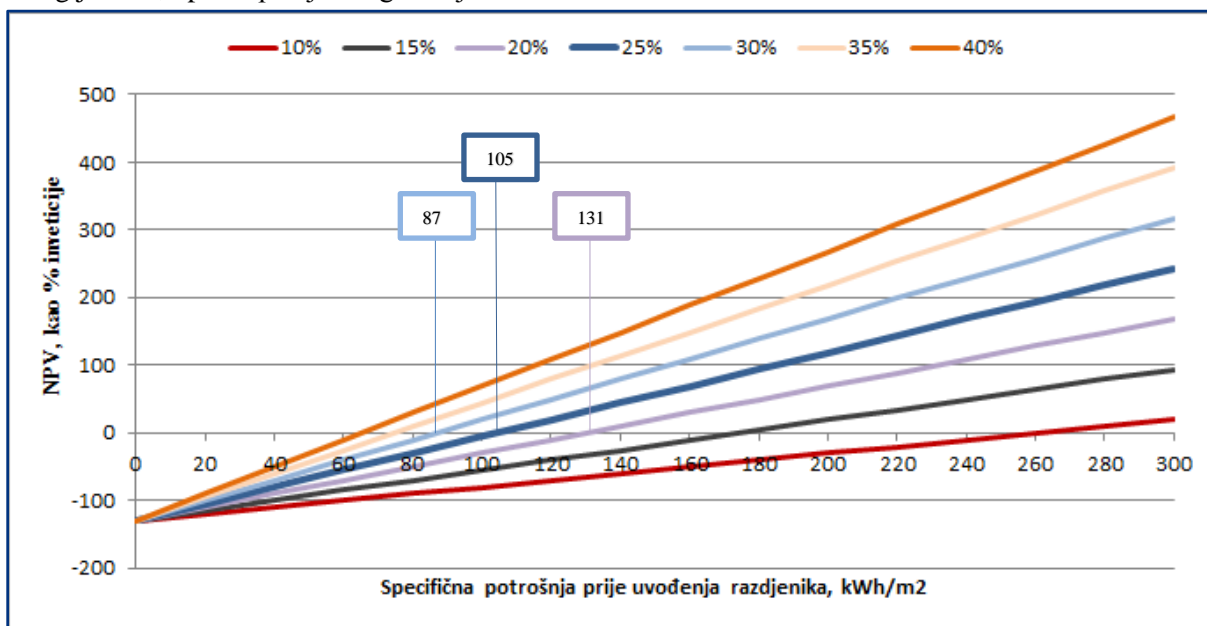
Porast cijena toplinske energije pozitivno djeluje na izračun neto sadašnje vrijednosti, ali se i dalje može zaključiti da je u slučaju nabavke maksimalnog seta opreme investicija isplativa jedino uz početnu specifičnu potrošnju od 100 kWh (uz uštede od 25 posto).

Slika 43: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **minimalni skup opreme, Rijeka**, scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje



Izvor: Izračun autora.

Slika 44: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteta uz investicije u **maksimalni skup opreme, Rijeka**, scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje



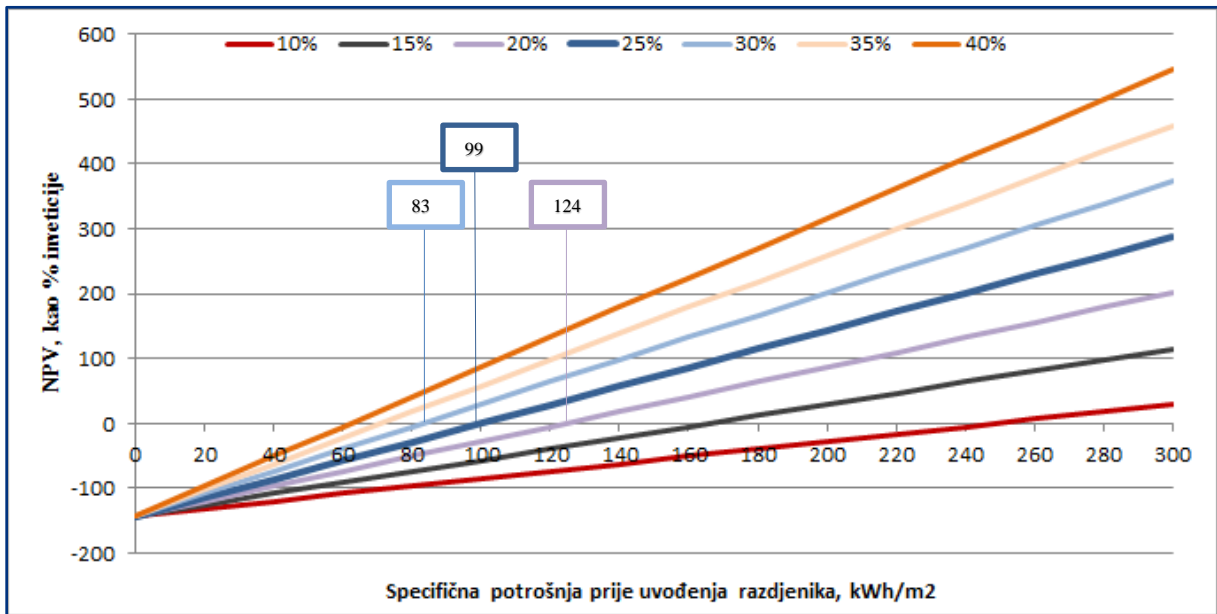
Izvor: Izračun autora.

7.3.5 Neto sadašnja vrijednost uz različite kombinacije početne specifične potrošnje toplinske energije i ostvarenih ušteta za Veliku Goricu

Viša razina cijena u ostalim gradovima kontinentalne Hrvatske, poput Velike Gorice, Samobora i Zaprešića pozitivno doprinosi ocjeni isplativosti uvođenja razdjelnika toplinske energije. Tako je u Velikoj Gorici gdje cijena kWh cijena iznosi 0,30 HRK bez PDV (0,375 s uključenim PDV-om) investicija uz minimalna ulaganja isplativa za zgrade koje ostvare uštete od 25 posto s početnom razinom potrošnje od oko 99 kWh/m², dok je isti pokazatelj za maksimalni skup opreme oko 129 kWh/m². Kako je prema podacima iz uzorka najveći broj zgrada imao početnu specifičnu potrošnju veću od navedenog parametra, može se ocijeniti da razina ušteta od 25 posto osigurava neto pozitivnu vrijednost za većinu zgrada u Velikoj Gorici.

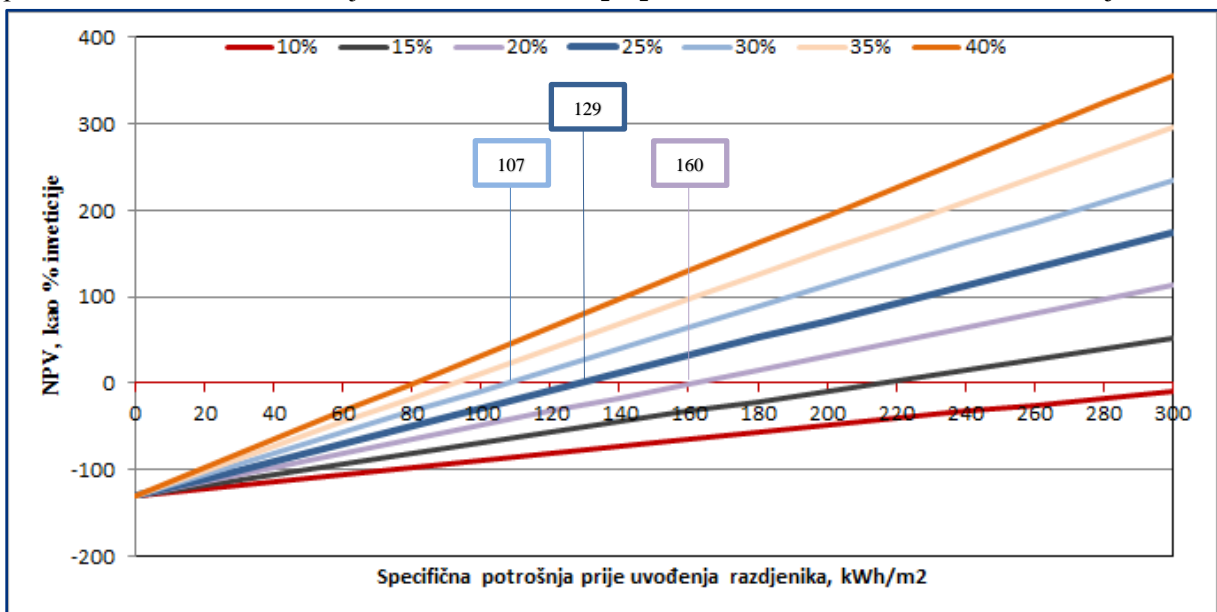
Međutim, također je razvidno da ukoliko se benchmark ušteta sa 25 posto smanji na 20 posto tada samo zgrade sa specifičnom potrošnjom iznad 160 kWh/m² ostvaruju pozitivnu neto vrijednost.

Slika 45: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **minimalni skup opreme, Velika Gorica, osnovni scenarij**



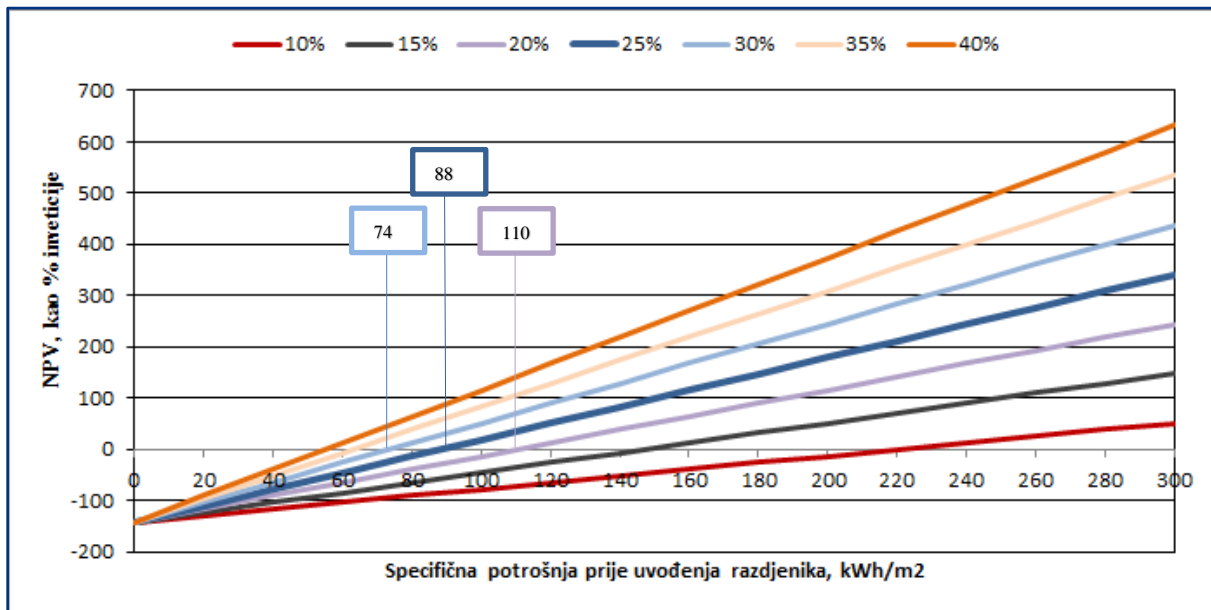
Izvor: Izračun autora.

Slika 46: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **maksimalni skup opreme, Velika Gorica, osnovni scenarij**



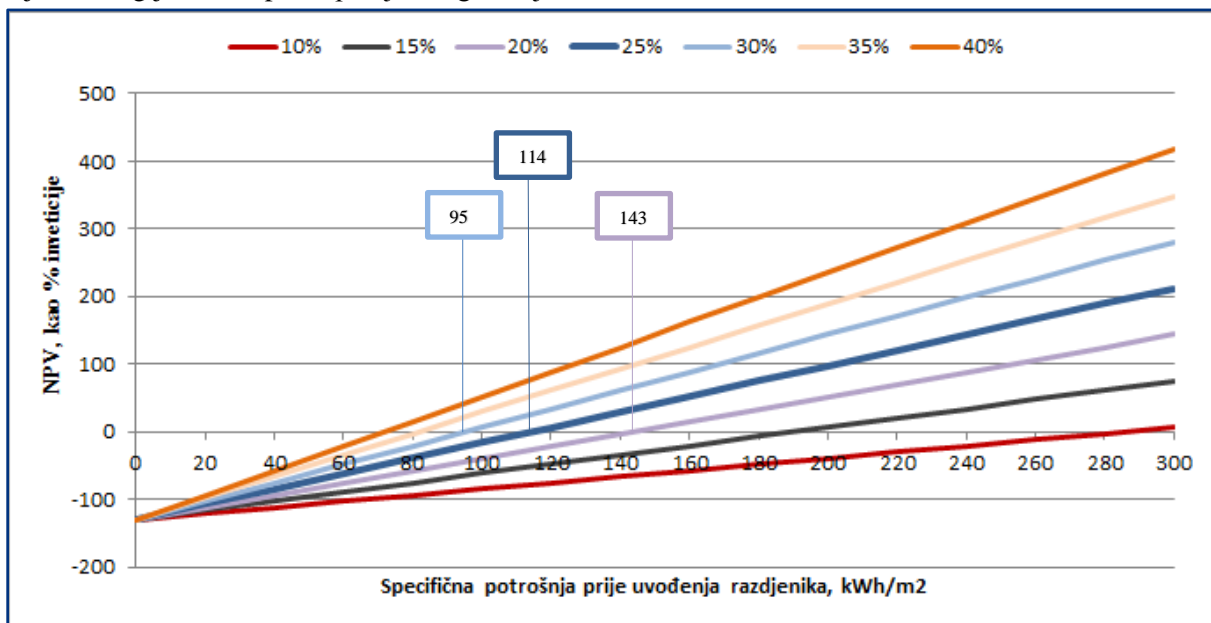
Izvor: Izračun autora.

Slika 47: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **minimalni skup opreme, Velika Gorica**, scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje



Izvor: Izračun autora.

Slika 48: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **maksimalni skup opreme, Velika Gorica**, scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje

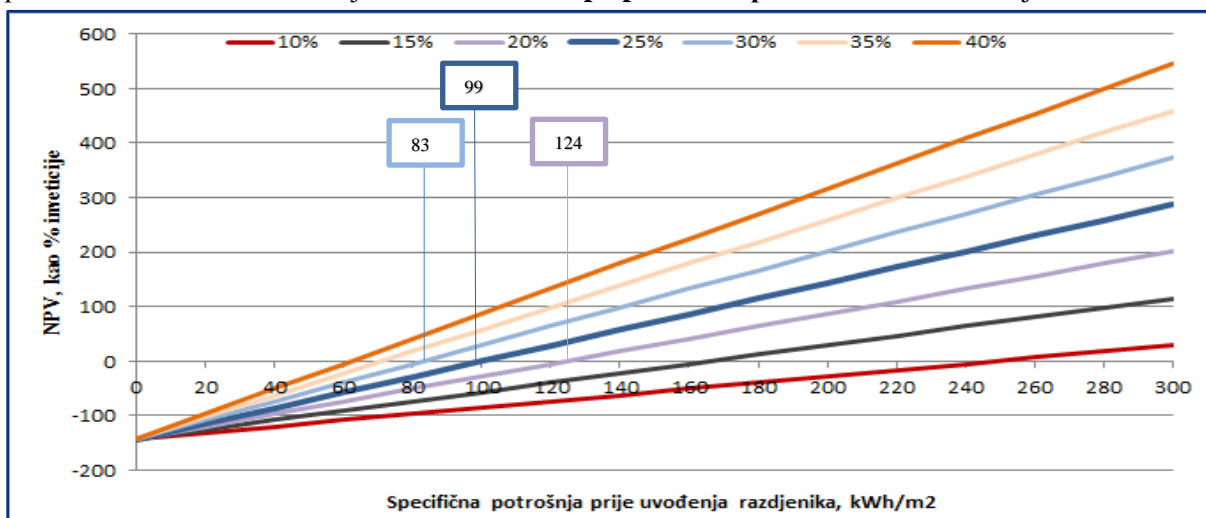


Izvor: Izračun autora.

7.3.6 Neto sadašnja vrijednost uz različite kombinacije početne specifične potrošnje toplinske energije i ostvarenih ušteda za Zaprešić

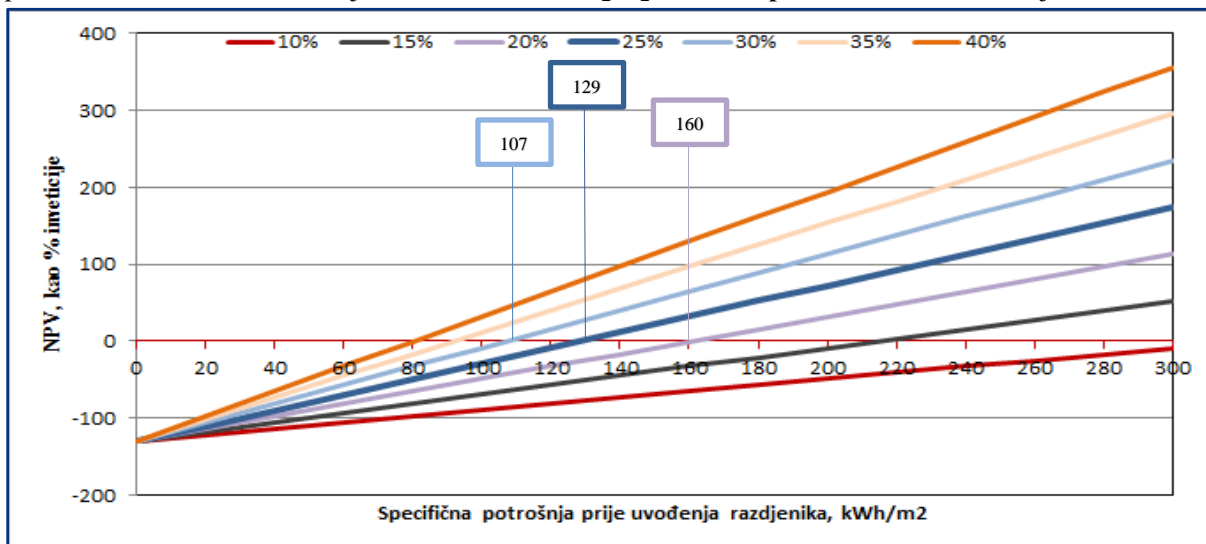
Za Zaprešić i Samobor rezultati općenitog primjera, a time i zaključak o vezi između početne specifične potrošnje, ušteda i NSV vrlo su slični kao i za Veliku Goricu. U gradu Zaprešiću razina početne specifične potrošnje od 99 kWh po m² je dovoljna da se uz uštede od 25 posto ostvari pozitivna neto sadašnja vrijednost investicije uz ulaganja u minimalni skup opreme. Dodane investicije u balansiranje sustava čine investiciju isplativom uz 25 posto ušteda i početnu specifičnu potrošnju od 129 kWh po m².

Slika 49: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **minimalni skup opreme, Zaprešić**, osnovni scenarij



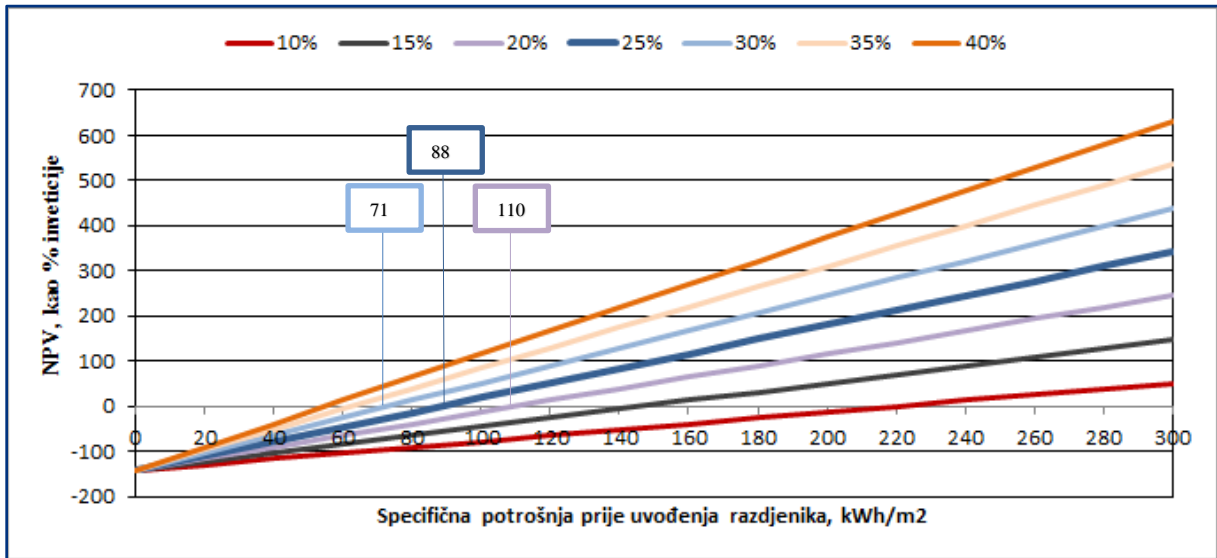
Izvor: Izračun autora.

Slika 50: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **maksimalni skup opreme, Zaprešić**, osnovni scenarij



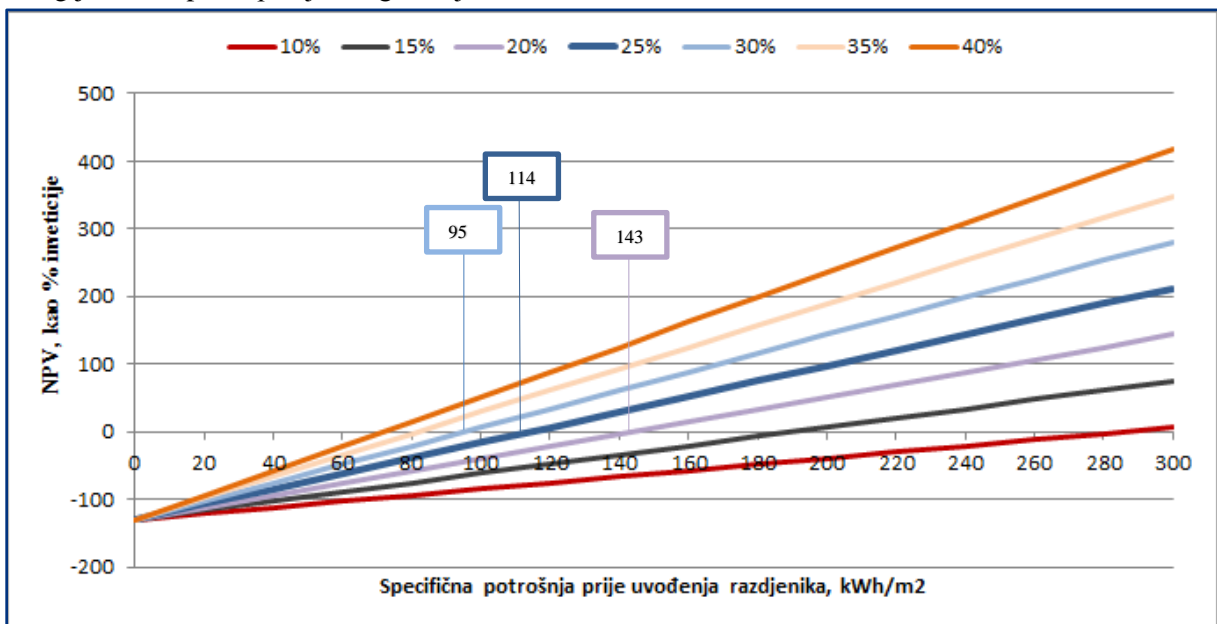
Izvor: Izračun autora.

Slika 51: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **minimalni skup opreme, Zaprešić**, scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje



Izvor: Izračun autora.

Slika 52: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **maksimalni skup opreme, Zaprešić**, scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje

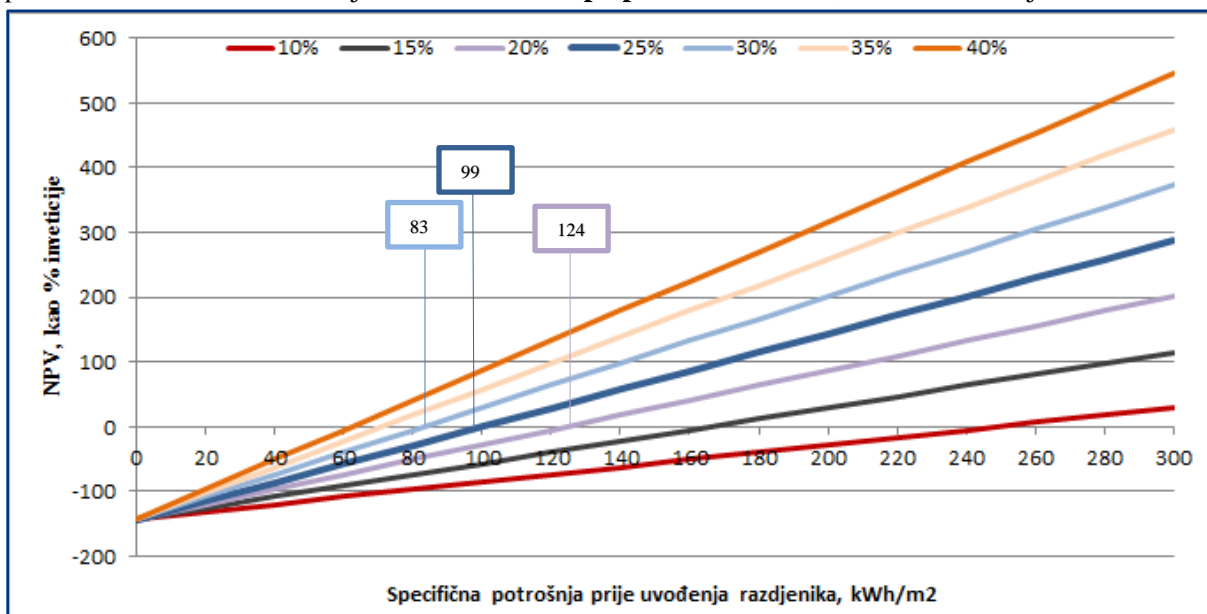


Izvor: Izračun autora.

7.3.7 Neto sadašnja vrijednost uz različite kombinacije početne specifične potrošnje toplinske energije i ostvarenih ušteda za Samobor

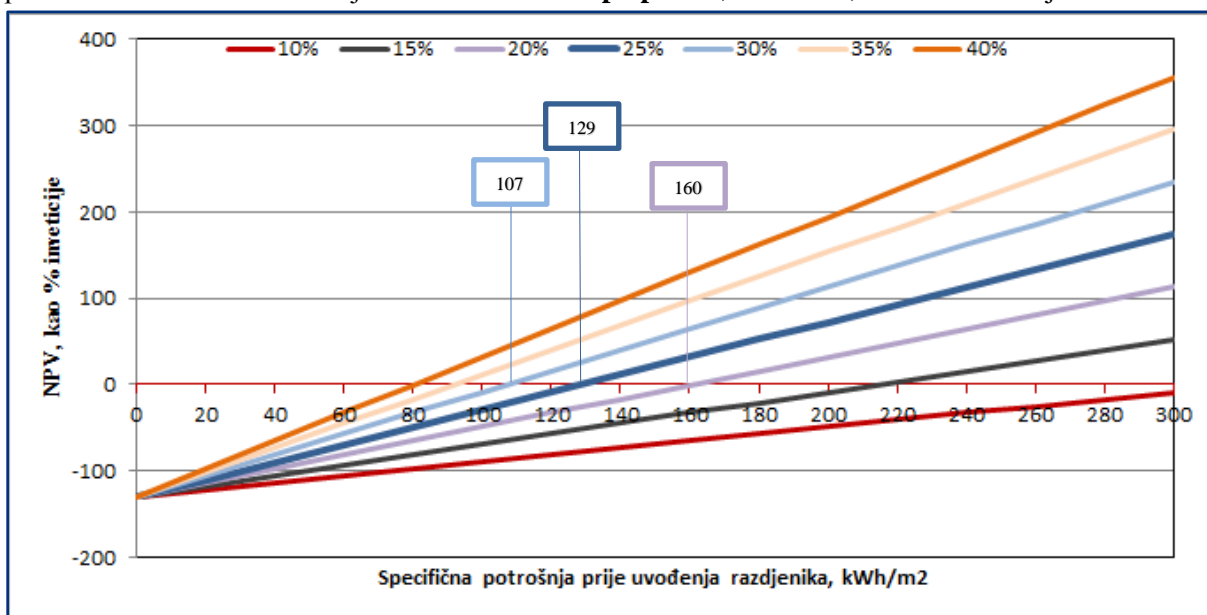
Viša razina cijena toplinske energije i relativno visoka specifična početna potrošnja u Samoboru čine investicije u razdjelnike isplativom uz 25 posto ušteda za većinu objekata, bilo da je riječ o investicijama u minimalni ili maksimalni skup opreme.

Slika 53: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **minimalni skup opreme, Samobor**, osnovni scenarij



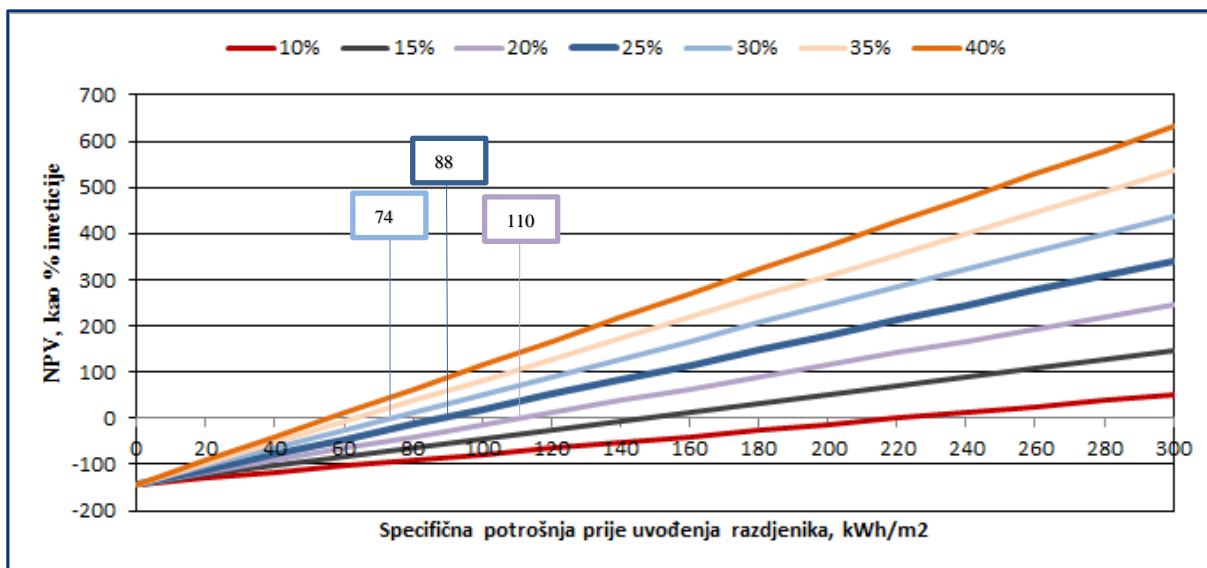
Izvor: Izračun autora.

Slika 54: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **maksimalni skup opreme, Samobor**, osnovni scenarij



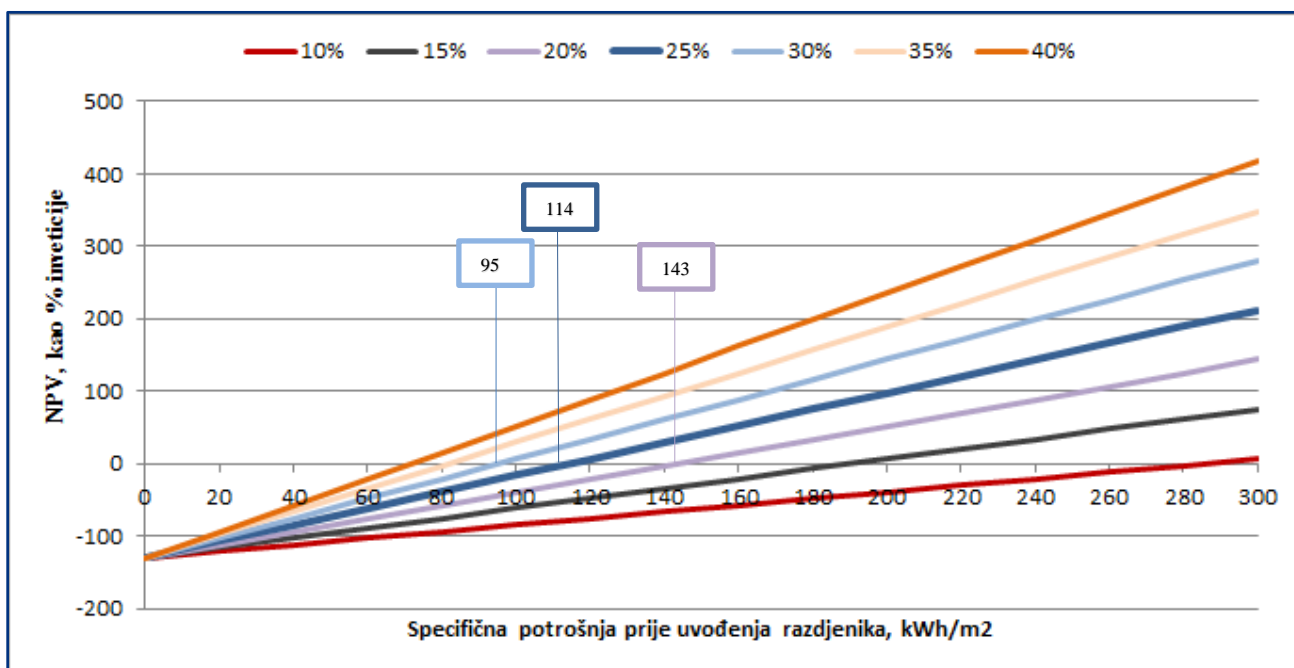
Izvor: Izračun autora.

Slika 55: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **minimalni skup opreme, Samobor**, scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje



Izvor: Izračun autora.

Slika 56: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **maksimalni skup opreme, Samobor**, scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje

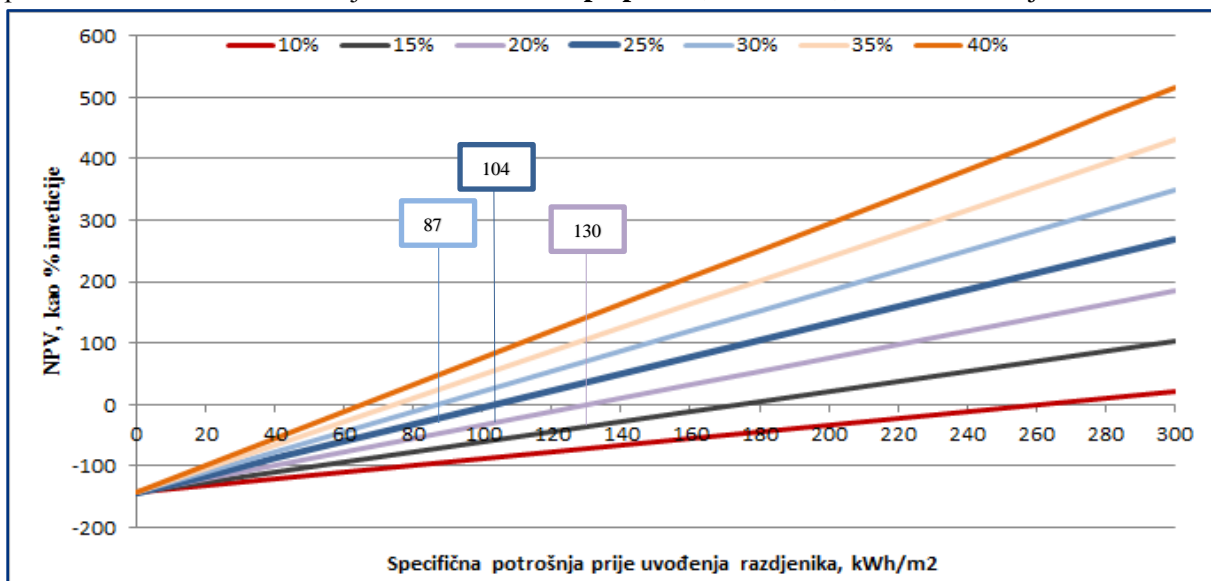


Izvor: Izračun autora.

7.3.8 Neto sadašnja vrijednost uz različite kombinacije početne specifične potrošnje toplinske energije i ostvarenih ušteda za Karlovac

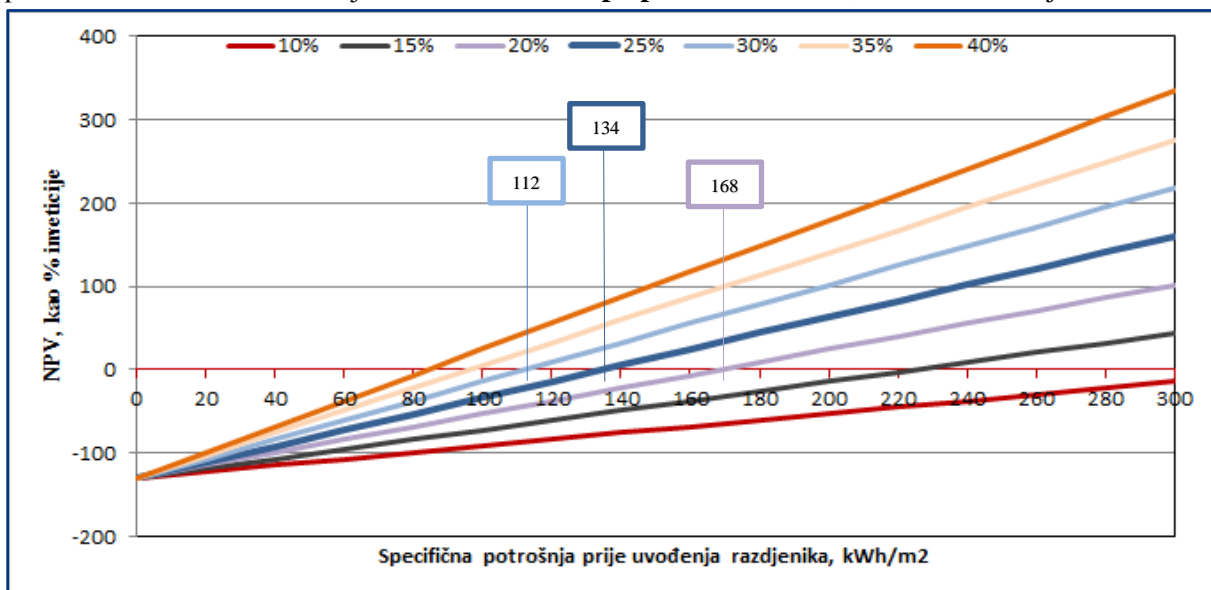
U Karlovcu se pozitivna neto sadašnja vrijednost investicije u uvođenje razdjelnika može ostvariti uz uštede od 25 posto i početnu specifičnu potrošnju od 104 KWh po m² (minimalni skup opreme), odnosno 134 KWh po m² (maksimalni skup opreme). Međutim, prema podacima iz uzorka u Karlovcu su ostvarene uštede tek nešto veće od 20 posto, te je prosječna specifična potrošnja bila preniska za ostvarenje pozitivne neto sadašnje vrijednosti.

Slika 57: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **minimalni skup opreme, Karlovac**, osnovni scenarij



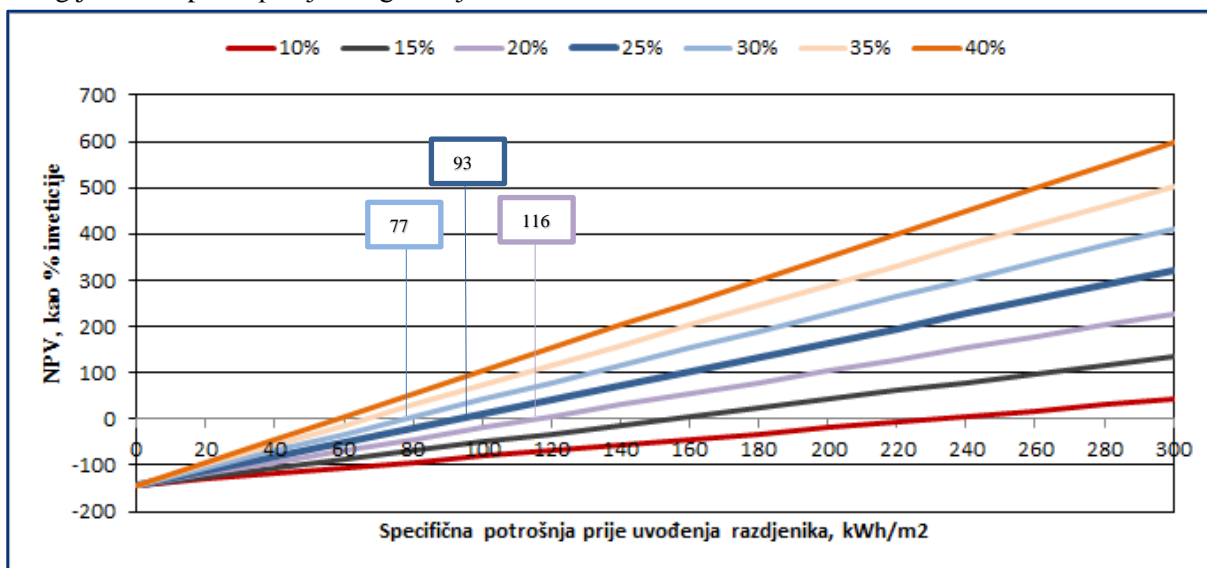
Izvor: Izračun autora.

Slika 58: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **maksimalni skup opreme, Karlovac**, osnovni scenarij



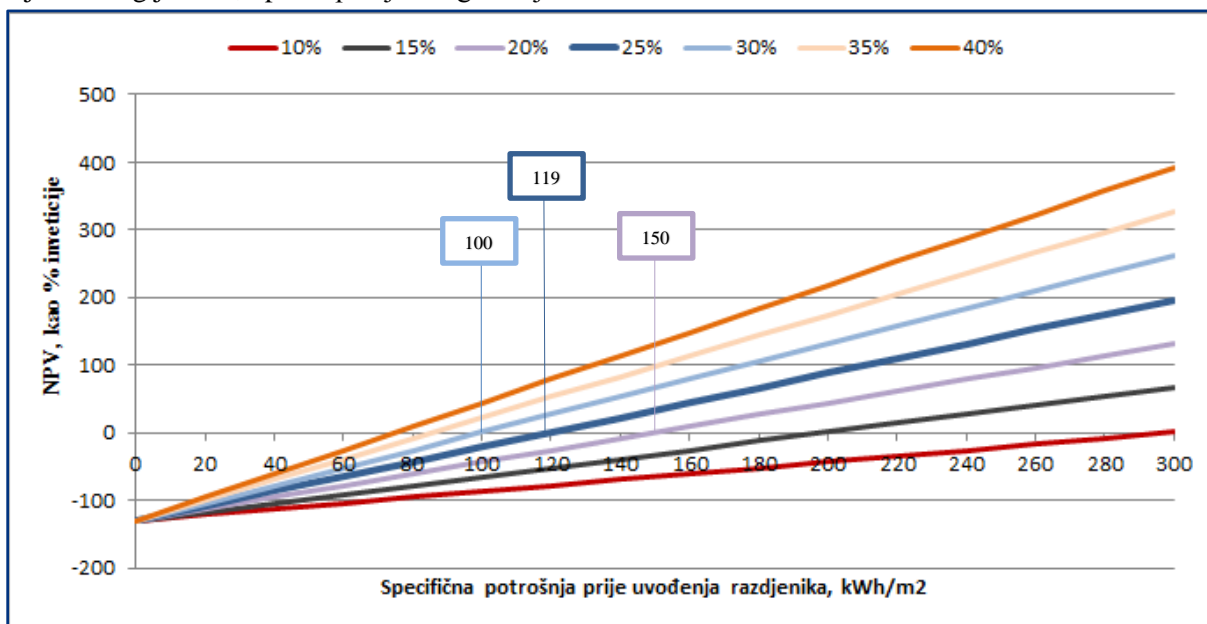
Izvor: Izračun autora.

Slika 59: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **minimalni skup opreme, Karlovac**, scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje



Izvor: Izračun autora.

Slika 60: Neto sadašnja vrijednost određena početnom specifičnom razinom potrošnje po m² i postotkom ušteda uz investicije u **maksimalni skup opreme, Karlovac**, scenarij rasta relativnih cijena energije od 2,5 posto prosječno godišnje



Izvor: Izračun autora.

7.4 Procjena raspona rasipanja neto sadašnje vrijednosti temeljem određene distribucije najznačajnijih parametara koji utječu na neto sadašnju vrijednost

U ovom poglavlju primijenjena je istovrsna metodologija koja je provedena u analizi isplativosti ugradnje razdjelnika topline za Švedsku, u dijelu koji se odnosi na primjenu distribucije vjerojatnosti odgovarajućih parametara, a koji utječu na sveukupnu ocjenu isplativosti. Analiza isplativosti u prethodnom dijelu koristila je prosječne veličine ušteda na razini stana, odnosno zgrade. Međutim, postoji značajan prostor nesigurnosti u pogledu razine troškova i razine ušteda koja je ostvarena u svakom konkretnom objektu. Primjerice, cijene samih razdjelnika topline i termostatskih ventila nisu identične kod različitih dobavljača, a iako služe istoj svrsi i usklađene su sa zahtjevima definiranima minimalnim standardima, karakteristike i ostali uvjeti nabave, a time i cijene se u određenom dijelu razlikuju. Vlasnici svakog od objekata odlučuju se za točno određenog dobavljača, a prosječna cijena koja je korištena u ranijem poglavlju u stvarnosti ne postoji, već postoje najmanje 4 različite cijene ovisno o izboru konkretnog dobavljača na hrvatskom tržištu.

Također, tehničke karakteristike svake zgrade određuju i dodatne troškove, poput troškova balansiranja sustava koji je vezan uz broj vertikalna i neke druge tehničke aspekte izvedbe takvog projekta. Ne postoji precizna statistika o takvim tehničkim karakteristikama koje određuju troškove balansiranja sustava, već je iz uzorka dostupan dodatni skup podataka za samo ograničeni manji broj zgrada. Također ne postoji ni sustavna evidencija o udjelu zgrada koje su provele dodatan postupak balansiranja sustava. Na strani koristi, temeljem uzorka je procijenjena prosječna veličina ušteda za zgrade na pojedinoj lokaciji, ali se uštede za svaku pojedinačnu zgradu i stan razlikuju, te bi samim time i izračun isplativosti za svaku konkretnu zgradu dao različite rezultate u odnosu na osnovni scenarij.

Kako bi se na analitički način procijenio učinak ovakvih nesigurnosti povezanih sa distribucijom vjerojatnosti pojave određenih parametara, osim prosječnih veličina parametara, u ovom dijelu se koristi zadana distribucija vjerojatnosti. Ovakav pristup je zapravo pojednostavljena analiza scenarija poznata u literaturi kao Monte Carlo simulacije. Osim što ne prikazuje samo prosječnu ocjenu isplativosti, ovakav pristup temeljem izračuna velikog broja scenarija, omogućuje i ocjenu rasipanja rezultata, odnosno očekivanu donju i gornju granicu neto sadašnje vrijednosti, a ovisno o očekivanoj distribuciji određenih parametara. Općenito se u financijskoj analizi usporedba dvaju projekata, osim prema očekivanim prosječnim rezultatima, može temeljiti i na rizicima, odnosno pridruživanja vjerojatnosti ishoda za svaku razinu neto sadašnje vrijednosti. Investicijski projekt kod kojeg je rasipanje mogućih vrijednosti oko očekivane prosječne neto sadašnje vrijednosti investicije manje, mogu se ocijeniti kao manje rizični, dok visoki raspon rasipanja oko očekivane srednje vrijednosti može biti indikator većeg rizika. Ovakav pristup omogućuje i izračun vjerojatnosti za pozitivnu, odnosno negativnu neto sadašnju vrijednost investicije. Detaljnije o metodologiji Monte Carlo simulacija, a posebice u kontekstu ocjene isplativosti uvođenja razdjelnika topline vidjeti u Boverket (2015), a čija je metodologija s određenim modifikacijama primijenjena u ovoj Studiji. Osnovna razlika između pristupa u Boverket (2015) i ovoj Studiji temelji se na činjenici da je za Švedsku napravljena ex ante analiza isplativosti, te se u toj studiji koriste pretpostavljene uštede uz smanjenje grijanja prostora za 1, odnosno 2^oC, dok je uvođenje obaveze ugradnje razdjelnika utjecalo na činjenicu da za Hrvatsku raspoložemo podacima o stvarno ostvarenim uštedama u prethodnom razdoblju. Također se u slučaju operativnih troškova, a koji se pretežito odnose na troškove usluge očitavanja, u Hrvatskoj mogu koristiti stvarni troškovi koje poduzeća naplaćuju za takvu uslugu.

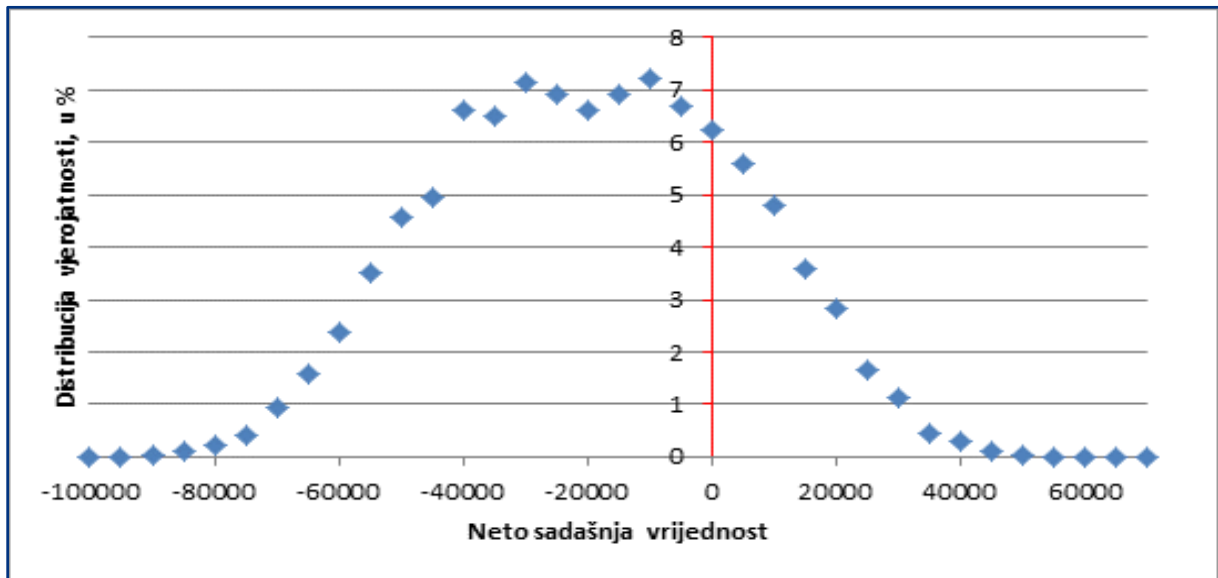
U Monte Carlo simulacijama, napravljen je slučajni odabir parametara (10.000 simulacija) za koje je pretpostavljena sljedeća distribucija:

- uštede: pretpostavljena je normalna distribucija ušteda sa očekivanom srednjom vrijednosti koja odgovara uštedama za Grad Zagreb, te standardnom devijacijom ušteda iz uzorka. Nedovoljna veličina uzorka za ostale gradove ne omogućuje pouzdanu procjenu standardne devijacije, te se analiza ograničava na Zagreb koji zbog udjela u ukupnoj potrošnji toplinske energije (više od 70 posto) u velikoj mjeri predodređuje i ukupnu ocjenu isplativosti;
- odabir razdjelnika: diskretna slučajna varijabla – cijene četiri različita dobavljača sa distribucijom vjerojatnosti od 30 posto za dvije ponude s nižom cijenom, te 20 posto za dvije skuplje ponude;
- odabir termostatskog ventila: diskretna slučajna varijabla – cijene četiri različita dobavljača sa distribucijom vjerojatnosti od 30 posto za dvije ponude s nižom cijenom, te 20 posto za dvije skuplje ponude;
- vjerojatnost da je zgrada ulagala u nabavu dodatne opreme za balansiranje (50 posto Da, 50 posto Ne);
- troškovi balansiranja: trokutasta distribucija sukladno prosječnim, minimalnim i maksimalnim troškovima balansiranja po m² iz poglavlja 5.

Simulacije su napravljene u tri različite varijante (specifična potrošnja po m² kao referentna zgrada iz dijela 5.4.1 (166 kWh po m²), specifična potrošnja uvećana za 25 kWh, te specifična potrošnja zgrade uvećana za 50 kWh po m² (zgrada s početnom specifičnom potrošnjom od oko 216 kWh što odgovara potrošnji referentne zgrade građene u razdoblju do 1970. godine). Osim osnovnog scenarija sa zadržavanjem fiksnih relativnih cijena (cijene iz posljednje sezone grijanja), dodatno je napravljena analiza osjetljivosti procjene na relativni porast cijena energije od 2,5 posto godišnje. U nastavku je za svaku od varijanti prikazan dijagram rasipanja neto sadašnje vrijednosti ovisno o slučajno odabranim vrijednostima gore navedenih varijabli.

Prema rezultatima temeljem 10.000 scenarija, a sukladno gore opisanoj distribuciji vjerojatnosti, može se očekivati da će u Gradu Zagrebu tek nešto više od 20 posto stanova s početnom razinom potrošnje energije od 166 kWh/m² ostvariti neto pozitivnu vrijednost. Međutim, ukoliko se umjesto pretpostavke istih relativnih cijena u analizu osjetljivosti uvede očekivanje o rastu relativnih cijena energije, odnosno o godišnjem rastu cijena toplinske energije od 2,5 posto bržem od stope inflacije, tada se očekivani udio zgrada s ostvarenom pozitivnom neto sadašnjom vrijednosti povećava na oko 33 posto. Ovakva distribucija ishoda znači da će na razini zgrade s potrošnjom od 166 kWh negativna neto sadašnja vrijednost za dio vlasnika koji ostvaruju gubitak biti veća od pozitivne neto sadašnje vrijednosti vlasnika koji ostvaruju dobitak. Zbroj ušteda svih stanara na razini zgrade neće biti dostatan za pokrivanje troškova investicije, a što je konzistentno s rezultatima prikazanim u prethodnim poglavljima. U drugoj varijanti provedena je ista analiza, ali na primjeru zgrada sa većom početnom razinom specifične potrošnje (191 kWh/m²), što je otprilike jednako prosjeku specifične potrošnje za referentne zgrade iz razdoblja gradnje prije 1970, odnosno, razdoblja gradnje 1971.-2005. godine. Može se uočiti da viša razina početne specifične potrošnje značajno povećava potencijal ušteda, te se očekivani udio pozitivnih ishoda povećava u scenariju bez porasta cijena na 36,3 posto, dok bi ukoliko se ostvari pretpostavljeni porast relativnih cijena energije moglo očekivati da će više od 50 posto zgrada ostvariti veće uštede od troškova (NSV).

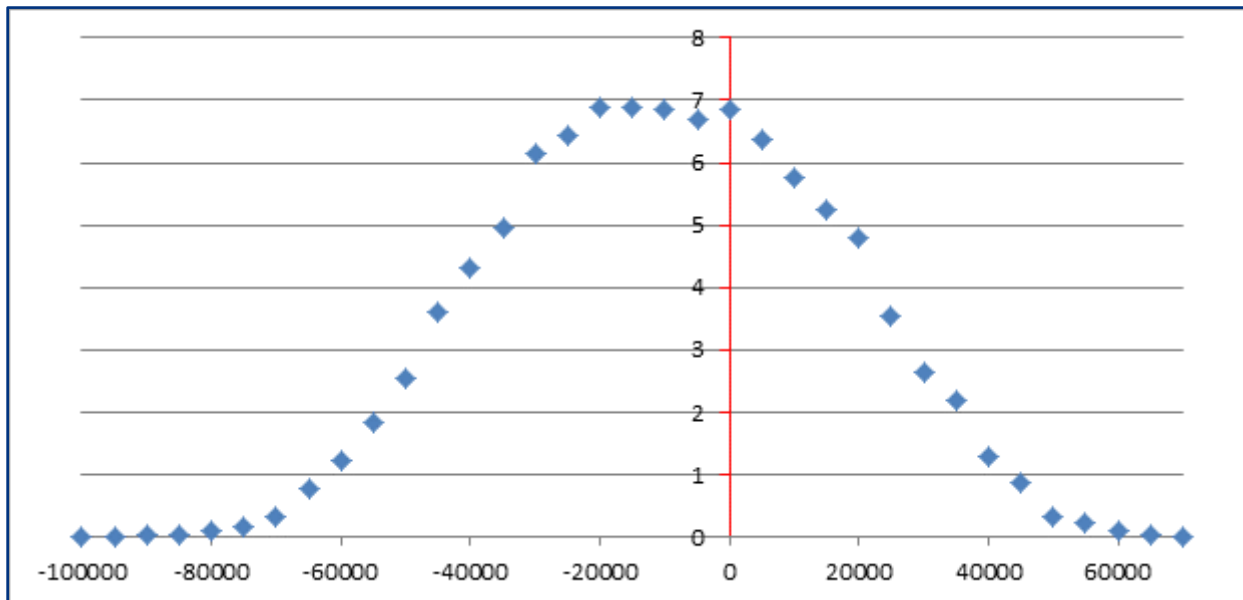
Slika 61: Distribucija neto sadašnje vrijednosti prema rezultatima Monte Carlo simulacija, **Zagreb**, referentna zgrada iz razdoblja 1971.-2005., relativne cijene iz 2016.



Minimalna vrijednost NSV	Maksimalna vrijednost NSV	Prosječna vrijednost NSV	Standardna devijacija NSV	Postotak pozitivnih ishoda
-96.932	53.920	-21.924	24.331	20,5%

Izvor: Izračun autora.

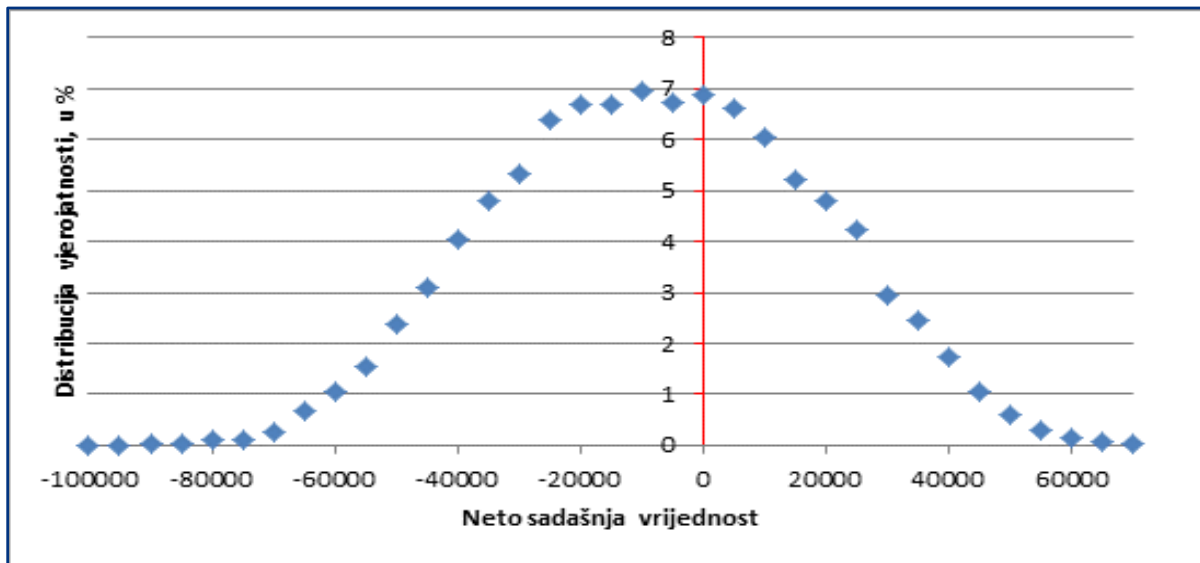
Slika 62: Distribucija neto sadašnje vrijednosti prema rezultatima Monte Carlo simulacija, **Zagreb**, referentna zgrada, rast relativnih cijena toplinske energije 2,5% brži od inflacije



Minimalna vrijednost NSV	Maksimalna vrijednost NSV	Prosječna vrijednost NSV	Standardna devijacija NSV	Postotak pozitivnih ishoda
-93.462	70.714	-12.049	25.689	33,4%

Izvor: Izračun autora.

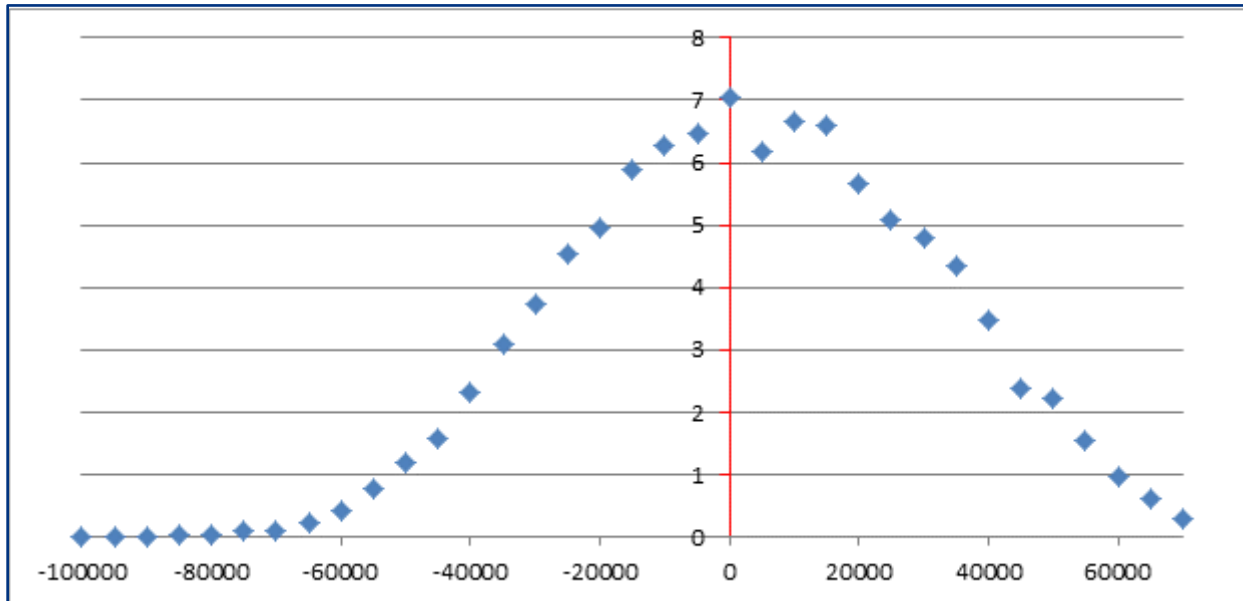
Slika 63: Distribucija neto sadašnje vrijednosti prema rezultatima Monte Carlo simulacija, **Zagreb**, referentna zgrada + 25 kWh po m², iste relativne cijene



Minimalna vrijednost NSV	Maksimalna vrijednost NSV	Prosječna vrijednost NSV	Standardna devijacija NSV	Postotak pozitivnih ishoda
-92.729	74.262	-9.963	25.986	36,3%

Izvor: Izračun autora.

Slika 64: Distribucija neto sadašnje vrijednosti prema rezultatima Monte Carlo simulacija, **Zagreb**, referentna zgrada + 25 kWh po m², rast relativnih cijena toplinske energije 2,5% brži od inflacije



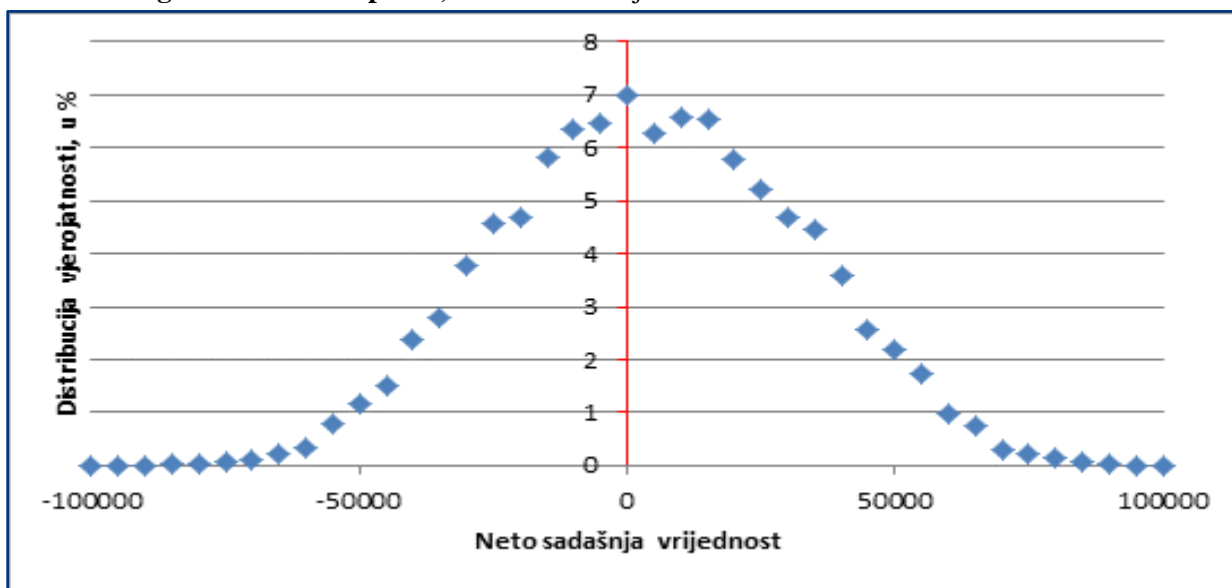
Minimalna vrijednost NSV	Maksimalna vrijednost NSV	Prosječna vrijednost NSV	Standardna devijacija NSV	Postotak pozitivnih ishoda
-88.735	93.589	1.400	27.662	51,3%

Izvor: Izračun autora.

Početna potrošnja od 216 kWh/m², uz zadane distribucije ušteta i troškova, može osigurati očekivanu neto pozitivnu vrijednost u više od 50 posto slučajeva već u varijanti sa istim odnosom relativnih cijena, dok bi uz pretpostavku rasta cijene energije, skupina zgrada s takvom početnom specifičnom potrošnjom ostvarila pozitivnu neto sadašnju vrijednost u gotovo 70 posto slučajeva. Prema podacima iz Izvješća (2014), ova razina specifične potrošnje približno odgovara razini potrošnje referentne zgrade građene prije 1970. godine. Iz analize se može zaključiti da je obavezom ugradnje razdjelnika u objekte sa razinom specifične potrošnje manjom od 166 kWh/m², vrlo velika vjerojatnost da u većem broju slučajeva (više od dvije trećine zgrada) bude ostvarena negativna neto sadašnja vrijednost, odnosno da razdjelnici budu troškovno neučinkoviti. Početna razina potrošnje od 191 kWh/m² još uvijek nije dovoljna da bi se s uštedama, a koje odgovaraju ostvarenima u uzorku, osigurala isplativost za više od 50 posto zgrada, osim u slučaju prosječnog rasta cijena energije bržeg od 2,5 posto godišnje.

Međutim, za skupinu zgrada sa specifičnom potrošnjom od 216 i više kWh/m² može se očekivati da će uz dane pretpostavke natpolovičan broj zgrada ostvariti pozitivnu neto vrijednost. Naravno, ovo su rezultati temeljem očekivanih distribucija, a karakteristike svakog objekta i spremnost na promjenu ponašanja stanara, određuje ukupne troškove i koristi, odnosno konkretnu isplativost u svakom pojedinom slučaju.

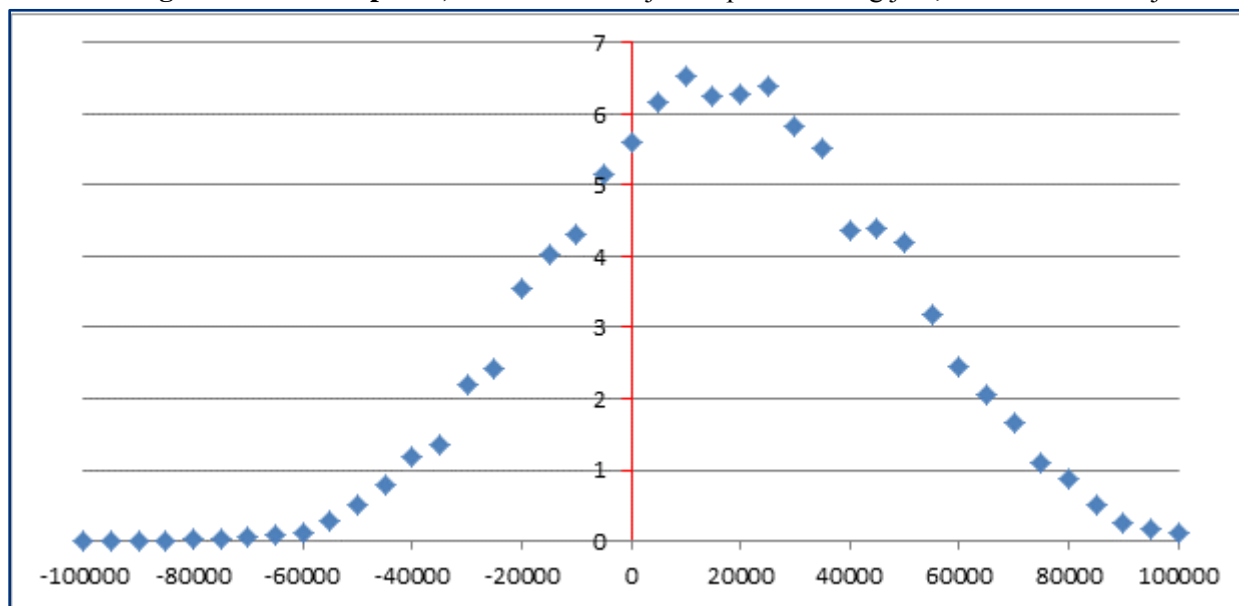
Slika 65: Distribucija neto sadašnje vrijednosti prema rezultatima Monte Carlo simulacija, **Zagreb**, referentna zgrada + 50 kWh po m², iste relativne cijene



Minimalna vrijednost NSV	Maksimalna vrijednost NSV	Prosječna vrijednost NSV	Standardna devijacija NSV	Postotak pozitivnih ishoda
-88.525	94.605	1.997	27.752	52,1%

Izvor: Izračun autora.

Slika 66: Distribucija neto sadašnje vrijednosti prema rezultatima Monte Carlo simulacija, **Zagreb**, referentna zgrada + 50 kWh po m², rast relativnih cijena toplinske energije 2,5% brži od inflacije



Minimalna vrijednost NSV	Maksimalna vrijednost NSV	Prosječna vrijednost NSV	Standardna devijacija NSV	Postotak pozitivnih ishoda
-84.008	116.463	14.849	29.751	68,4%

Izvor: Izračun autora.

8 ZAKLJUČAK

Europski i nacionalni strateški ciljevi kao jednu od najznačajnijih poluga za osiguranje održivog razvoja definiraju zahtjev za unapređenjem sveukupne energetske učinkovitosti. Mjerama iz tog područja osigurava se zaštita okoliša, smanjuje ovisnost o uvoznim energetskim sirovinama, ali i daje potpora razvoju gospodarstva putem povećanja potražnje za proizvodima i uslugama koje nudi sektor proizvođača dobara i usluga koje se koriste u programima poticanja energetske učinkovitosti. Sektor kućanstava, posebice u dijelu koji se odnosi na stanovanje, ima značajan udio u ukupnoj energetskoj potrošnji, a time i značajan potencijal da unapređenjem energetske učinkovitosti pruži doprinos ostvarenju strateških ciljeva. U tom kontekstu treba promatrati i odredbe europskog i domaćeg zakonodavstva koje putem obaveze uvođenja opreme za mjerenje potrošnje toplinske energije utječu na promjene ponašanja potrošača i smanjenje potrošnje energije.

Uvođenjem razdjelnika topline omogućuje se individualizacija troškova potrošene toplinske energije, te na taj način daje poticaj korisnicima stanova za racionalniju potrošnju, odnosno smanjivanje troškova. U uvjetima u kojima se ukupna potrošnja neke zgrade naplaćuje primjenom određenog indikatora (najčešće površine stana) svaki pojedini vlasnik može vrlo malo utjecati na iznos vlastitih troškova, te je i motivacija za smanjenjem potrošnje niska. Naime, obračun troškova za pojedini stan prije ugradnje razdjelnika ovisi o prosječnoj potrošnji svih stanara u zgradi. Uvođenjem izravne veze između potrošnje i naplate toplinske energije na razini svakog stana, što omogućuju razdjelnici topline, moguće je ostvarenje značajnih ušteda u potrošnji toplinske energije. To potvrđuju iskustva drugih zemalja, ali i podaci za Hrvatsku. U europskim propisima obaveza uvođenja opreme za individualno mjerenje potrošnje toplinske energije nije bezuvjetna. Ostvarenje društvenih koristi u smislu zaštite okoliša i smanjenja ovisnosti o uvoznjoj energiji ne bi trebalo biti financirano gubicima čiji bi teret snosila ograničena skupina osoba, a u konkretnom slučaju riječ je o vlasnicima stanova koji koriste toplinsku energiju iz centralnih sustava. Europski propisi ovakvu obavezu propisuju uz uvjet da je nabavka takve opreme troškovno učinkovita, odnosno da su koristi investitora od budućih ušteda veće od troškova nabavke takve opreme. Cilj je Studije da temeljem usporedbe dosadašnjih ušteda vlasnika stanova, koji su sukladno hrvatskim propisima investirali u nabavku opreme za mjerenje potrošnje toplinske energije, te troškova takve opreme, utvrdi jesu li takve investicije bile troškovno učinkovite.

Analizom ostvarenih ušteda u proteklom razdoblju može se zaključiti da su ostvarene značajne uštede u potrošnji toplinske energije bez obzira na metodu izračuna ušteda ili korištenom uzorku zgrada. Može se općenito zaključiti da su uštede u Hrvatskoj u prosjeku više od ušteda ostvarenih u zemljama za koje takve analize postoje. Kao što je pojašnjeno u Studiji, veličina uzorka značajno ovisi o pouzdanosti procijenjenih rezultata, te se može zaključiti da je za Grad Zagreb, u kojem je uzorak najveći i koji ima i dominantan udio u isporučenoj toplinskoj energiji, rezultat manje podložan odstupanjima uslijed variranja uzorka, te se sve procjene kreću u relativno uskom intervalu od najmanje 23,6 do maksimalno 27,8 posto. U drugim gradovima za koje su podaci bili raspoloživi samo za manji skup zgrada postoji značajno odstupanje u ocjenama ušteda (vidjeti primjerice Veliku Goricu ili Sisak). Visoki raspon ocjena ostvarenih ušteda govori i u prilog činjenici da je svaka zgrada specifična kako po građevinsko-tehničkim karakteristikama, ali još više i po socio-ekonomskim kategorijama stanara, a time i promjeni parametara njihova ponašanja nakon uvođenja razdjelnika. Stoga se vrlo teško može govoriti o sveukupnoj ocjeni isplativosti, koja bi bila dovoljno robusna da

omogućiti eksplicitnu generalnu tvrdnju o troškovnoj učinkovitosti uvođenja razdjelnika topline za cijelo područje Hrvatske.

Tablica 63: Procjena uštede energije u Hrvatskoj prema različitim pristupima i usporedba s rezultatima za druge zemlje

Grad	Veći uzorak (veljača, 2017.)	Uzorak EIHP (2016)	Ekonometrijski model	Zemlje	Uštede
Zagreb	25,8	27,8	23,6	Njemačka	13-25
Osijek	29,8	26,3	34,2	Austrija	10-30
Sisak	29,6	14,0	27,7	Danska	15-17
Rijeka	36,2	28,3	30,2	Švedska	10-25
Velika Gorica	26,2	48,0	22,9	Francuska	20
Zaprešić	21,5	21,3	35,4	Rusija	23
Samobor	30,4	28,0	34,5	Poljska	8-33
Karlovac	21,2		21,0		

Izvor: Za Hrvatsku izračun autora, EIHP (2016); za navedene zemlje Felsmann i dr. (2015: 12); Celenza i dr. (2016).

Ukoliko uštede usporedimo s drugim zemljama, može se ustanoviti da su one u prosjeku u Hrvatskoj nešto veće. Ukoliko se prosječne uštede zadrže u dugom roku na razini višoj od 25 posto, to bi bio odličan rezultat u pogledu ostvarenja strateških ciljeva u području energetske učinkovitosti i podrazumijevao bi značajno smanjenje emisije štetnih čestica. Okvirna računica na temelju prosječne potrošnje u sektoru kućanstava od 1.700 GWh/godišnje u zimskim sezonama prije uvođenja razdjelnika, govori o potencijalu ušteta od 425 GWh/godišnje (ili 1.530 TJ) ukoliko bi sve zgrade uštedjele 25 posto i uvele razdjelnike topline. Uz emisiju štetnih tvari iz Izvješća (2014) od 109,57 kgCO₂/GJ, smanjenje zagađenja s CO₂ bi godišnje iznosilo oko 167 tisuća tona, odnosno imalo pretpostavljenu vrijednost izbjegnutog troška zagađenja okoliša od oko 25 milijuna kuna na godišnjoj razini (uz cijenu emisije CO₂ od 150 kuna po toni (Izvješće, 2014). Taj iznos zapravo predstavlja društvenu korist provođenja programa, odnosno pozitivne eksternalije koje su izvan financijske analize projekta koja je ograničena samo na izravne troškove i koristi vlasnika. Dodatne društveno-ekonomske koristi od poticanja ostalih gospodarskih sektora u konkretnom hrvatskom slučaju su zanemarive budući je riječ o pretežito uvoznoj opremi, a povećana aktivnost instalatera takve opreme i pružatelja usluga očitavanja brojila je kompenzirana negativnim učincima na prihode toplinarskih poduzeća.

U interpretaciji rezultata o procijenjenim uštedama treba imati u vidu da je iskustvo uvođenja razdjelnika, a samim time i empirijskih ušteta u Hrvatskoj, relativno kratko i u najvećem broju zgrada riječ je o uštedama ostvarenim u jednoj ili dvije sezone grijanja. U analitičkom smislu usporedba potrošnje prije i nakon uvođenja razdjelnika bila je dodatno otežana uslijed različitih vremenskih uvjeta, te je tako razdoblje za prve tri sezone grijanja, koje se podudara s razdobljem prije uvođenja razdjelnika, bilo hladnije, dok su posljednje tri sezone grijanja bile primjer vrlo toplih zimskih mjeseci. Taj analitički problem riješen je korištenjem normizacije potrošnje s indikatorom stupanj-dana-grijanja, ali je domaća literatura, kao i međunarodna prilično oskudna u pogledu utvrđivanja je li elastičnost potrošnje energije na kretanje broja stupanj-dana-grijanja jedinična, odnosno različita od

1³². Nadalje, protok vremena će pokazati može li se trenutna visoka razina ušteda održati i u dugom roku ili je riječ o promjeni ponašanja potrošača u prvim godinama nakon uvođenja razdjelnika. Zbog loše ekonomske situacije u kojoj se nalazi jedan dio hrvatskih kućanstava (posebice umirovljenici i nezaposleni koji su po službenim statistikama po razini dohotka u velikom broju zastupljeni u skupini stanovništva ispod praga siromaštva), kućanstva pokušavaju što je prije moguće kompenzirati troškove koje su uložili u nabavku opreme i štede na način da temperaturu u stanovima smanjuju na temperaturu koja vjerojatno smanjuje kvalitetu života. Naime, uštede energije za grijanje veće od 25 posto uz nepromijenjena energetska svojstva zgrade znače da se, uz smanjenje ventilacije (otvaranje prozora), smanjila i temperatura grijanog prostora za 2 do 3 posto³³. Takvo smanjenje nije problem ukoliko je početna temperatura prije uvođenja razdjelnika bila 22 ili više °C, ali jest ako je početna temperatura bila 20°C, a što je parametar koji se navodi prilikom izračuna energetske potrebe zgrade.

Određeni teorijski i empirijski radovi utvrđuju negativnu vezu između preniske temperature i zdravlja kućanstava, pa i taj parametar valja imati na umu prilikom ocjene dugoročne održivosti ovakve razine ušteda. Dodatni analitički faktor koji potencijalno može utjecati na izračun ušteda jest što primijenjeni metodološki pristupi zanemaruju utjecaj ostalih društveno-ekonomskih faktora, poput demografskih kretanja, o čemu svjedoče službeni i neslužbeni podaci o iseljavanju više od 100.000 ljudi iz Hrvatske u razdoblju nakon liberalizacije kretanja osoba nakon ulaska Hrvatske u Europsku uniju, a pretežito je riječ o mladim obiteljima. Nekoliko postotaka u ukupnom broju stanova koji imaju razdjelnik ima vrijednost očitanih impulsa 0, što je indikator da su prazni. Pridruživanje ušteda u takvim stanovima učincima uvođenja razdjelnika zasigurno pridonosi precjenjivanju ukupno izračunatih učinaka, budući je riječ o djelovanju cjelokupnog društveno-ekonomskog okružja na potrošnju energije, a ne uštedama koje bi trebalo pripisati isključivo uvođenju razdjelnika. Nadalje, ne postoji sustavna evidencija eventualnih promjena u energetske karakteristikama objekata, koje su rezultat mjera povećanja energetske učinkovitosti provedenih paralelno s uvođenjem razdjelnika topline. Dostupna baza podataka ne omogućava praćenje promjena u karakteristikama pojedinih stanova, ali se vizualnim pregledom pojedinih objekata može utvrditi da su pojedini vlasnici investirali u energetske učinkovitiju stolariju, te je moguće da je dio ušteda vezan i uz takva dodatna unapređenja energetske svojstava zgrada, čiji troškovi nisu uključeni u izračun isplativosti u ovoj Studiji.

Analiza provedena temeljem empirijski utvrđenih ušteda u pojedinim gradovima i troškova uvođenja razdjelnika upućuje na vrlo heterogene rezultate u pogledu isplativosti. Heterogenost je uvjetovana različitim klimatskim uvjetima u pojedinim gradovima što utječe na početnu razinu potrošnje, ali još više različitim cijenama toplinske energije, čiji je raspon veći od 1:2.

³² Jedinična elastičnost bi u potpunosti opravdala usporedbu temeljem normaliziranih vrijednosti, budući u takvom slučaju porast stupanj-dana-grijanja za 1 posto utječe na smanjenje potrošnje za 1 posto. Elastičnost veća od 1 bi značila da se potrošnja smanjuje za više od 1 posto uz jediničnu promjenu stupanj-dana-grijanja. U slučaju elastičnosti veće od 1, precijenjen je učinak ušteda, a vrijedi i suprotno: elastičnost niža od jedinične bi podcijenila uštede.

³³ U literaturi se kao rule-of-thumb, najčešće navodi da smanjenje temperature za 1°C podrazumijeva smanjenje potrošnje energije od prosječno 6 posto. Kako je mogući efekt ventilacije procijenjen u literaturi na do 10 posto ušteda, a da se pritom ne pojavljuju problemi poput vlage, potrebno smanjenje temperature za uštede od 25 posto iznosi između 2 do 3°C. Naravno, svaka konkretna zgrada ovisno o energetske svojstvima i lokaciji, odnosno klimatskim uvjetima ima specifičan izračun kojim se postotno smanjenje energije može konvertirati u smanjenje temperature.

Zaključno se o isplativosti ulaganja u razdjelnike, temeljem općenitog primjera koji prikazuje različite kombinacije početne specifične potrošnje i ušteda može utvrditi sljedeće:

- U uvjetima u kojima se karakteristike zgrada u pogledu energetske svojstava ne mijenjaju, a kao gornja granica ušteda, koje ne ugrožavaju kvalitetu života u smislu zahtjeva za prevelikim smanjivanjem temperature grijanja prostora, odnosno vlage koje može narušiti kvalitetu zgrade, može se postaviti granica od 25 posto ušteda. Takav pokazatelj je i dalje vrlo visok imajući u vidu rezultate komparativnih istraživanja o ostvarenim uštedama u drugim zemljama.
- U pogledu klimatskih područja i cijene energije, a time i ocjene isplativosti, pojedine gradove je moguće grupirati u sljedeće skupine:
 - gradovi Kontinentalne Hrvatske u kojima je cijena toplinske energije niska zbog visokog udjela energije iz kogeneracije: Zagreb, Osijek i Sisak;
 - ostali gradovi Kontinentalne Hrvatske u kojima su cijene toplinske energije značajno više u odnosu na gradove iz prve skupine: Velika Gorica, Samobor, Zaprešić i Karlovac (ovoj skupini pripadaju i ostali gradovi Kontinentalne Hrvatske poput Vinkovaca, Vukovara, Slavenskog Broda, za koje zbog nepotpunih podataka nije bilo moguće kvantificirati uštede u dosadašnjem razdoblju);
 - grad Rijeka, kao jedini grad iz Jadranske Hrvatske sa značajnijim udjelom zgrada koje se griju daljinskom toplinskom energijom, u kojoj je cijena energije značajno viša u odnosu na Zagreb, te usporediva s cijenama u ostalim gradovima Kontinentalne Hrvatske, ali su energetske potrebe niže zbog povoljnijih klimatskih uvjeta.
- Za prvu skupinu gradova može se s vrlo visokom sigurnošću utvrditi da će uz uštede od 25 posto neto sadašnja vrijednost biti pozitivna samo za zgrade koje ulože u minimalni set opreme i imaju početnu specifičnu potrošnju prije uvođenja razdjelnika višu od oko 170 kWh/m², odnosno u slučaju ulaganja u maksimalni set opreme višu od 220 kWh/m². Obaveza ugradnje razdjelnika u zgrade sa specifičnom potrošnjom manjom od 170 kWh/m² rezultira značajnim udjelom zgrada koje će ostvariti negativnu neto sadašnju vrijednost, odnosno neće povratiti iznos investicije uz nižu kvalitetu usluge (niža temperatura grijanog prostora za nekoliko stupnjeva C). Za zgrade sa specifičnom potrošnjom nižom od 120 kWh/m² u ovim gradovima niti uštede veće od 35 posto u kombinaciji s minimalnim setom opreme ne osiguravaju isplativost investicije.
- Za ostale gradove Kontinentalne Hrvatske, uz pretpostavljene maksimalne uštede od 25 posto, dovoljna je početna specifična potrošnja od 100 kWh/m² (minimalni skup opreme), odnosno 130 kWh/m² (maksimalni skup opreme) da bi se ulaganje u razdjelnike pokazalo troškovno učinkovito.
- U gradu Rijeci, uz pretpostavljene maksimalne uštede od 25 posto, dovoljna je početna specifična potrošnja od oko 95 kWh/m² (minimalni skup opreme), odnosno 120 kWh/m² (maksimalni skup opreme) da bi se ulaganje u razdjelnike pokazalo troškovno učinkovito.

U cjelini gledano, prema omjeru relativnih cijena energije i opreme uz početnu specifičnu potrošnju energije može se ocijeniti da će veći postotak zgrada u drugoj i trećoj skupini, odnosno zgrade u ostalim gradovima Kontinentalne Hrvatske i u gradu Rijeci ostvariti veće uštede od troškova ugradnje razdjelnika. Međutim, prva skupina gradova Kontinentalne Hrvatske u kojoj je ocjena isplativosti lošija, obuhvaća gradove koji čine gotovo 80 posto ukupno isporučene energije. Obaveza ugradnje razdjelnika u slučaju da oni nisu subvencionirani od strane države, za sve zgrade iz ove skupine, vrlo vjerojatno rezultira novčanim gubicima prosječnog vlasnika stana u višestambenoj zgradi uz smanjenje kvalitete stanovanja, odnosno nižu temperaturu prostora.

Valja napomenuti da se ovi izračuni odnose na prosječnu uštedu svih stanara u zgradi. Uvođenjem razdjelnika, a kao što je prikazano u dijelu koji prikazuje uštede, dolazi do izrazito velike disperzije u troškovima između različitih vlasnika. U odnosu na raniju uniformnu distribuciju troškova po jedinici površine za različite vlasnike, uvođenjem razdjelnika topline raspon obračunate potrošnje se povećava, te u ponekim zgradama u jednoj krajnosti pojedinim vlasnicima se obračunava i 90 posto manje kWh, dok se u drugoj krajnosti nalaze stanovi kojima obračunati kWh nakon uvođenja razdjelnika rastu na dvostruku razinu. Tako će i u slučajevima kad je investicija isplativa sa stajališta svih vlasnika stanova u nekoj zgradi, uvijek biti i stanara koji uz plaćene troškove same opreme još dodatno ostvaruju gubitak, odnosno plaćaju više troškove toplinske energije u odnosu na ranija razdoblja. Također će zbog ušteda, ali i načina obračunavanja potrošene energije, u zgradama u kojima će saldo troškova biti veći od salda ušteda (investicija neisplativa na razini zgrade) biti vlasnika stanova kojima je investicija isplativa. Međutim, način distribucije troškova na krajnje korisnike, kao i pouzdanost samih razdjelnika u mjerenju stvarne potrošnje energije za grijanje nije predmet ove Studije. Studija se ograničava na isplativost sa stajališta zgrade, odnosno prosječnog vlasnika stana, a ne distribuciju na sve stanare. Aspekt distribucije vrlo je detaljno analiziran u EIHP (2016), te su dani i konkretni prijedlozi kako poboljšati propise o načinu raspodjele troškova, a imajući u vidu najbolja međunarodna iskustva u vidu tretmana stanova koji se nalaze na gornjem katu i bočnim dijelovima zgrade. Imajući u vidu karakteristike gradnje starih zgrada i slabu izolaciju ne samo na vanjskoj ovojnici zgrade, već i između stanova, uvođenje razdjelnika prema sadašnjem načinu obračuna financijski pogoduje unutarnjim stanovima.

Financijska analiza provedena je temeljem troškova i koristi za individualnog vlasnika, bez uključivanja subvencija koje su bile dostupne u određenoj mjeri. Naime, umjesto sustavnog pristupa subvencioniranju uvođenja razdjelnika u kojem bi bio jednoobrazno definiran davatelj, razina subvencija i transparentni uvjeti za sve zgrade, pristup subvencioniranju je bio vrlo heterogen. Osim Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost u određenim su gradovima subvencije davale gradske vlasti, ali ponekad po uvjetima koje je bilo teško zadovoljiti. Iz korištene baze podataka koja je bila dostupna za izradu projektnog zadatka nije bilo dostupnih informacija o korištenju subvencija za pojedine zgrade. Imajući u vidu značajne eksternalije ovog programa, odnosno društvene koristi, program subvencioniranja s predviđenim dopuštenim troškovima i razinom financiranja troškova pojedinih komponenti trebao bi biti definiran na sustavan način i imati istu poziciju u hijerarhiji propisa koju ima i sama obaveza ugradnje razdjelnika za vlasnike. Izvori financiranja za namjenu subvencioniranja ne bi trebali biti ograničeni standardnim proračunskim ograničenjima, pogotovo ukoliko je propisana eksplicitna obaveza ugradnje razdjelnika i sankcije za vlasnike koji ne ugrade razdjelnike topline. Točno definirana razina subvencioniranja za pojedine komponente sustava grijanja i kategoriju zgrada omogućila bi izvjesnost vlasnicima stanova i omogućavale da putem subvencije vlasnici izbjegnu dio potencijalnih gubitaka i rizika.

Projektni zadatak ne obuhvaća prijedlog konkretnih izmjena propisa o obavezi uvođenja razdjelnika. Međutim, sukladno analizi, ali i najnovijim smjernicama za procjenu isplativosti uvođenja razdjelnika, kao jedan od mogućih pravaca izmjena nameće se mogućnost podjele zgrada u tri skupine:

- skupina zgrada kod kojih je uvođenje razdjelnika tehnički izvodivo i troškovno učinkovito, a koje bi i dalje bile bez iznimke obavezne uvesti razdjelnike. Ovoj kategoriji bi pripadale zgrade kod kojih postoji vrlo visoka vjerojatnost da će uštede biti dovoljne za pokriće troškova uvođenja razdjelnika na razini zgrade, a kao što je navedeno ranije, riječ je o zgradama s visokom specifičnom potrošnjom;
- otvorena skupina zgrada kod koje bi svaka individualna zgrada prema metodologiji koju propiše Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, a temeljem stvarnih građevinskih i energetskih karakteristika procijenila isplativost za takav konkretan objekt. Metodologija bi morala biti jednostavna, s definiranim ključnim parametrima i uz osiguranu pomoć stručnjaka Ministarstva, kako sama ocjena isplativosti ne bi zahtijevala financijski izdatak za stanare zgrade;
- skupina zgrada bez obaveze uvođenja razdjelnika - riječ je o zgradama s niskim energetskim potrebama, kod kojih uštede ne mogu biti dovoljne za pokriće troškova.

U cjelini gledano, dosadašnji rezultati upućuju na višeznačni karakter programa uvođenja razdjelnika. Za dio zgrada, posebice u gradovima s visokom cijenom toplinske energije, uvođenje razdjelnika topline se pokazalo troškovno učinkovitim. Pored ostvarenja društvenih koristi, u takvim zgradama će prosječni vlasnik stana ostvariti korist veću od troškova. Međutim, kako financijska analiza pokazuje, za dobar dio objekata u gradovima s niskom cijenom energije i ispodprosječnom energetskom potrošnjom postoji velika vjerojatnost da će na razini zgrade biti ostvaren gubitak, odnosno da veći broj vlasnika stanova uštedama neće pokriti troškove uvođenja razdjelnika. Eksplicitna obaveza za takve zgrade, a bez provođenja individualne valorizacije troškova i koristi, nije opravdana, čak i ako postoje određene koristi na društvenoj razini. Međutim, ukoliko je društveni interes poticati uvođenje razdjelnika i u takve zgrade gdje je to financijski neisplativo, tada bi umjesto obaveze i visokih sankcija bolji model bila razrada programa subvencija koje će biti dovoljne da projekt postane financijski isplativ za vlasnike, te se oni odluče za uvođenje razdjelnika topline ne zbog zakonske prisile nego dobrovoljno ovisno o suglasnosti vlasnika stanova određene zgrade.

Alternativa manjoj modifikaciji sustava propisivanja obaveze uvođenja razdjelnika u kojoj bi se proces završio uz pojačano subvencioniranje jest potpuno redefiniranje sustava toplinske energije, odnosno promjena propisa u kojoj bi se preraspodijelile odgovornosti, troškovi i rizici između krajnjih korisnika, toplinarskih poduzeća i poduzeća koja dobavljaju i održavaju opremu, odnosno pružaju uslugu očitavanja brojila. Prema postojećem modelu vrlo je mala uloga toplinarskih poduzeća u procesu uvođenja razdjelnika topline, dok su gotovo svi rizici i troškovi svedeni na krajnje korisnike. S druge strane, dobavljači opreme i pružatelji usluge očitavanja imaju relativno nerazmjerni rizik u odnosu na potencijalan obujam posla, a koji nije rezultat djelovanja standardne tržišne ponude i potražnje, već propisane obaveze uvođenja razdjelnika topline za krajnje korisnike. Preraspodjelom odgovornosti, rizika, ali i troškova moglo bi se sustav urediti na kvalitetniji način. U središtu interesa trebala bi biti racionalizacija cjelokupnog sustava isporuke toplinske energije i mogućnost ostvarenja ušteda ne samo na kraju lanca, a kvalitetnije održavanje infrastrukture utjecalo bi na uštede u cjelokupnom toplinskom sustavu, te bi moguće uz istu ili nižu razinu ulaganja mogla biti ostvarena veća društvena korist.

LITERATURA

1. Andersen, R. K., Andersen, S., & Olesen, B. W. (2014). Effect of individual and collective heat cost allocation on indoor environment in Danish apartments. Abstract from Symposium on Occupant Behaviour, Nottingham, United Kingdom, http://orbit.dtu.dk/files/102116160/Abstract_for_OB_14_Effect_of_heat_cost_allocation_on_indoor_environment.pdf.
2. Andersen, S., R. Korsholm Andersen i B.W.Olesen (2016): Influence of heat cost allocation on occupants' control of indoor environment in 56 apartments: Studied with measurements, interviews and questionnaires, *Building and Environment*, 101, str. 1-8.
3. Balen I. (2016): Raspodjela troškova topline u višestambenim zgradama, *Budućnost centraliziranih toplinskih sustava u Republici Hrvatskoj*, Fakultet strojarstva i brodogradnje, 24.05.2016.
4. Balen, I. i I. Cetinić, 2013: Hidrauličko uravnoteženje sustava grijanja i hlađenja, *Stručno usavršavanje ovlaštenih arhitekata i ovlaštenih inženjera*, XV, tečaj 15.i 16.11.2013.
5. Biron, P. (2015): Implementation of EED Articles 9-11 into French Law, http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/sites/energyefficiency/files/files/documents/events/6-biron_implementation_of_art_9-11_into_french_law.pdf.
6. Boverket (2015): Individual metering and charging in existing buildings, Swedish.
7. Building Research Establishment (2012): District Heating – Heat Metering Cost Benefit Analysis, https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/48389/5462-district-heating--heat-metering-cost-benefit-anal.pdf.
8. Concerted Action Energy Efficiency Directive (2016): EED implementation in Italy, March.
9. Celenza, L., M. Dell'Isola, G. Ficco, M. Greco i M. Grimaldi (2016): Economic and Technical Feasibility of Metering and Sub-metering Systems for Heat Accounting, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 6(3), str. 581-587.
10. Cholewa, T. i A. Siuta-Olcha (2015): Long term experimental evaluation of the influence of heat cost allocators on energy consumption in a multifamily building, *Energy and Buildings*, 104, str. 122-130.
11. Danfoss: Priručnik – Regulacija i balansiranje sustava za klimatizaciju i grijanje, <http://grijanje.danfoss.com>.
12. Direktiva 2009/28/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 23. travnja 2009. o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora energije i dopuni te naknadnom ukidanju Direktive 2001/77/EZ i Direktive 2003/30/EZ (SL L 140, 5.6.2009.).
13. Direktiva 2010/31/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 19. svibnja 2010. o energetske svojstvima zgrada (preinaka) (SL L 153, 18.6.2010.).
14. Direktiva 2012/27/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 25. listopada 2012. o energetske učinkovitosti kojom se dopunjuju direktive 2009/125/EZ i 2010/30/EU i ukidaju direktive 2004/8/EZ i 2006/32/EZ (SL L 315, 14.11.2012.).

15. Edelenbos, E. i F. Martins (2014): Cost effectiveness of individual metering/billing, Executive Summary Report 3.3., Core Theme 3. – Metering and billing, demand response and grid issues, Working group 2, Concerted Action Energy Efficiency Directive.
16. Energetski institut Hrvoje Požar (2016): Analiza implementacije Direktive o energetske učinkovitosti u dijelu mjerenja u sustavima daljinskog grijanja, projektna studija, naručitelj: Ministarstvo gospodarstva, Zagreb, lipanj 2016.
17. Felsmann, C., J. Schmidt i T. Mróz (2015): Effects of Consumption-based Billing Depending on the Energy Qualities of Building in the EU, Technische Universität Dresden, Germany.
18. Gafsi, A. i G. Lafevre (2003): Stolen heating or cooling energy evaluation in collective buildings using model inversion techniques, *Energy and Buildings*, 35(3), str. 293-303.
19. Guerra Santin, O., L. Itard i H. Visscher (2009): The effect of occupancy and building characteristics on energy use for space and water heating in Dutch residential stock, *Energy and Buildings*, 41(11), str. 1223-1232.
20. HEP Toplinarstvo (2017): Savjeti, <http://toplinarstvo.hep.hr/toplinarstvo/kupci/savjeti.aspx>
21. Svjetska zdravstvena organizacija (2007): Housing, Energy and Thermal Comfort – A review of 10 countries within the WHO European Region, http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/97091/E89887.pdf.
22. Hrvatska energetska regulatorna agencija (2017): Toplinska energija, <https://www.hera.hr/>.
23. Komesar, K. i J. Artuković (2015): Razdjelnici topline, Hrvatsko društvo sudskih vještaka i procjenitelja, http://www.sudskivjestaci.hr/fdsak3jnFsk1Kfa/inicijative/RAZDJELNICI_MITOVI_I_LEGENDE.pdf.
24. Impact of Feedback about energy consumption,
25. http://www.ea-energianalyse.dk/reports/1517_impact_of_feedback_about_energy_consumption.pdf.
26. Koski, P. (2014): Study of cost effectiveness of individual heat meters and heat cost allocators in apartment buildings in Finland, CA EED, Atena, ožujak.
27. Jaspers – Cowi (2015): Outline of an energy efficiency and RES use scheme for public and residential buildings in Croatia, Brussels, 2015. Report including appendix 1.
28. Kozak, M. (2013): Heat cost allocation, Case study – Poland 2013, http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/sites/energyefficiency/files/files/documents/events/10_kozak_11.11.2013.pdf.
29. Metodologija utvrđivanja iznosa tarifnih stavki za proizvodnju toplinske energije (Narodne novine 56/2014).
30. Metodologija utvrđivanja iznosa tarifnih stavki za distribuciju toplinske energije (Narodne novine 56/2014).
31. Metodologija za utvrđivanje naknade za priključenje na toplinsku distribucijsku mrežu i za povećanje priključne snage (Narodne novine 42/2016).
32. Michnikowski, P. (2017): Allocation of heating costs with consideration to energy transfer from adjacent apartments, *Energy and Buildings*, 139, str. 224-231.

33. Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja, 2014: Prijedlog Dugoročne strategije za poticanje ulaganja u obnovu nacionalnog fonda zgrada Republike Hrvatske. Zagreb.
34. Mrežna pravila za distribuciju toplinske energije (Narodne novine 35/2014)
35. Nørgaard (2015): Implementing EED art. 9-11 in Danish legislation, Workshop on heat metering, efficient heat cost allocation and billing Challenges and Opportunities - EC support to the Implementation of EED Articles 9-11, Paris, http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/sites/energyefficiency/files/files/documents/events/7-norgaard_implementing_eed_art_9-11_in_danish_legislation.pdf.
36. Odluka o postupku provjere kriterija za izuzeće od obveze i izrade analize koristi i troškova proizvodnih postrojenja za proizvodnju električne i toplinske energije koja se koriste kod vršnih opterećenja i postrojenja za proizvodnju rezervne električne energije (Narodne novine 153/2013).
37. Opći uvjeti za opskrbu toplinskom energijom (Narodne novine 35/2014).
38. Opći uvjeti za isporuku toplinske energije (Narodne novine 35/2014 i 129/2015).
39. Oschatz, B., 2004, Heizkostenerfassung im Niedrigenergiehaus. BBSR Heft 118.
40. Pavan M. (2015): Implementation of Articles 9-11 of the EED in Italy and AEEGSI's role, Workshop on heat metering, efficient heat cost allocation and billing Challenges and Opportunities - EC support to the Implementation of EED Articles 9-11, Paris, http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/sites/energyefficiency/files/files/documents/events/9-pavan_implementation_of_art_9-11_in_italy.pdf.
41. Pravilnik o načinu raspodjele i obračunu troškova za isporučenu toplinsku energiju (Narodne novine, broj 99/2014, 27/2015 i 124/2015).
42. Robinson, Simon i Vogt, Georg, 2016, *Guidelines on good practice in cost-effective cost allocation and billing of individual consumption of heating, cooling and domestic hot water in multi-apartment and multi-purpose buildings*, Support for the implementation of Articles 9-11 of Directive 2012/27/EU on energy efficiency with respect to thermal energy supplied from collective systems, Bonn: Empirica GmbH.
43. Rubin, D. B. (1974). Estimating causal effects of treatments in randomized and nonrandomized studies. *Journal of Educational Psychology*, 66(5), 688.
44. Savickas, R., L. Savickiene i J. Bielskus (2015): Technical measures to decrease heat consumption of final consumer in multi-apartment buildings according to Energy efficiency directive, *Environmental Protection Engineering (Aplinkos Apsaugos Inžineria)*, 7(4), str. 461-467.
45. Siggelsten, S. (2014): Reallocation of heating costs due to heat transfer between adjacent apartments, *Energy and Buildings*, 75, str. 256-263.
46. Sažetak izvještaja o troškovnoj učinkovitosti individualnog mjerenja i naplati, <http://www.esd-ca.eu/content/download/4760/40111/version/16/file/WG3.3+Exec+Summary+FINAL.pdf>.
47. UNDP (2010): Priručnik za energetske certificiranje zgrada, Program Ujedinjenih naroda za razvoj – UNDP

48. Uredba o visini i načinu plaćanja naknade za koncesiju za distribuciju toplinske energije i koncesiju za izgradnju energetske objekata za distribuciju toplinske energije (Narodne novine, broj 1/2014).
49. WHO (2011): “Environmental burden of disease associated with inadequate housing” , http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/142077/e95004.pdf.
50. Zakon o tržištu toplinske energije (Narodne novine, broj 80/2013, 14/2014, 102/14 i 95/15).
51. Ziemele, J., I.Pakere, d.Blumberga i G.Zogla (2015): Economy of heat cost allocation in apartment buildings, International Scientific Conference „Environmental and Climate Technologies – CONECT 2014“, Energy Procedia, 72, str. 87-94. http://www.ea-energianalyse.dk/reports/1517_impact_of_feedback_about_energy_consumption.pdf

PRILOG

**ANALIZA OSJETLJIVOSTI:
USPOREDBA REZULTATA IZRAČUNA NETO SADAŠNJE VRIJEDNOSTI
PREMA VARIJANTNIM PRETPOSTAVKAMA O KRETANJU CIJENA ENERGIJE
I DISKONTOJ STOPI**

- **OSNOVNI (ZADRŽAVANJE RELATIVNIH CIJENA, DISKONTNA STOPA 4%),**
- **RAST CIJENE ENERGIJE OD 2,5 POSTO GODIŠNJE, TE**
- **PRIMJENA DISKONTNE STOPE 3%**

Tablica P1: Analiza osjetljivosti izračuna neto sadašnje vrijednosti na pretpostavku o rastu cijena energije i diskontnoj stopi, **Grad Zagreb**

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije					
		Minimalna vrijednost investicije			Maksimalna vrijednost investicija		
		Osnovni	Rast cijena energije 2,5% godišnje	Diskontna stopa 3%	Osnovni	Rast cijena energije 2,5% godišnje	Diskontna stopa 3%
Osnovni scenarij	25,8%	-4,9	12,3	-0,7	-32,8	-20,7	-29,8
Uštede ekonometrijski model	23,6%	-16,9	-1,2	-13,2	-41,3	-30,2	-38,7
Teoretski slučaj	15,0%	-62,7	-52,7	-61,1	-73,6	-66,6	-72,5
Teoretski slučaj	20,0%	-36,0	-22,8	-33,3	-54,8	-45,4	-52,9
Teoretski slučaj	25,0%	-9,4	7,2	-5,4	-36,0	-24,3	-33,2
Teoretski slučaj	30,0%	17,2	37,1	22,5	-17,2	-3,1	-13,5
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	32,4%	30,0	51,5	35,8	-8,1	7,0	-4,0
EIHP (2016), sa korekcijom za SDG	27,8%	5,5	24,0	10,2	-25,5	-12,4	-22,1

Izvor: Izračun autora.

Tablica P2: Analiza osjetljivosti izračuna neto sadašnje vrijednosti na pretpostavku o rastu cijena energije i diskontnoj stopi, **Osijek**

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije					
		Minimalna vrijednost investicije			Maksimalna vrijednost investicija		
		Osnovni	Rast cijena energije 2,5% godišnje	Diskontna stopa 3%	Osnovni	Rast cijena energije 2,5% godišnje	Diskontna stopa 3%
Osnovni scenarij	29,8%	5,4	23,8	10,1	-25,5	-12,5	-22,2
Uštede ekonometrijski model	34,2%	27,2	48,4	32,9	-10,1	4,8	-6,1
Teoretski slučaj	15,0%	-68,1	-58,8	-66,8	-77,5	-70,9	-76,6
Teoretski slučaj	20,0%	-43,3	-30,9	-40,8	-59,9	-51,2	-58,2
Teoretski slučaj	25,0%	-18,4	-3,0	-14,9	-42,4	-31,5	-39,9
Teoretski slučaj	30,0%	6,4	24,9	11,1	-24,8	-11,8	-21,5
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	31,6%	14,3	33,9	19,4	-19,2	-5,4	-15,6
EIHP (2016), sa korekcijom za SDG	26,3%	-12,0	4,3	-8,1	-37,8	-26,3	-35,1

Izvor: Izračun autora.

Tablica P3: Analiza osjetljivosti izračuna neto sadašnje vrijednosti na pretpostavku o rastu cijena energije i diskontnoj stopi, Sisak

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije					
		Minimalna vrijednost investicije			Maksimalna vrijednost investicija		
		Osnovni	Rast cijena energije 2,5% godišnje	Diskontna stopa 3%	Osnovni	Rast cijena energije 2,5% godišnje	Diskontna stopa 3%
Osnovni scenarij	29,6%	4,7	23,1	9,4	-26,0	-13,1	-22,7
Uštede ekonometrijski model	27,7%	-4,5	12,7	-0,3	-32,5	-20,4	-29,6
Teoretski slučaj	15,0%	-67,8	-58,5	-66,5	-77,2	-70,7	-76,3
Teoretski slučaj	20,0%	-42,9	-30,5	-40,4	-59,6	-50,9	-57,9
Teoretski slučaj	25,0%	-18,0	-2,4	-14,4	-42,0	-31,1	-39,5
Teoretski slučaj	30,0%	7,0	25,6	11,7	-24,4	-11,3	-21,1
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	19,6%	-44,9	-32,7	-42,5	-61,1	-52,5	-59,4
EIHP (2016), sa korekcijom za SDG	14,0%	-72,8	-64,1	-71,7	-80,8	-74,6	-80,0

Izvor: Izračun autora.

Tablica P4: Analiza osjetljivosti izračuna neto sadašnje vrijednosti na pretpostavku o rastu cijena energije i diskontnoj stopi, **Rijeka**

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije					
		Minimalna vrijednost investicije			Maksimalna vrijednost investicija		
		Osnovni	Rast cijena energije 2,5% godišnje	Diskontna stopa 3%	Osnovni	Rast cijena energije 2,5% godišnje	Diskontna stopa 3%
Osnovni scenarij	36,2%	83,3	111,4	91,6	29,5	49,3	35,3
Uštede ekonometrijski model	30,2%	45,6	69,1	52,2	2,9	19,4	7,5
Teoretski slučaj	15,0%	-49,1	-37,5	-46,9	-64,0	-55,8	-62,5
Teoretski slučaj	20,0%	-17,9	-2,4	-14,3	-42,0	-31,1	-39,5
Teoretski slučaj	25,0%	13,2	32,6	18,3	-20,0	-6,3	-16,4
Teoretski slučaj	30,0%	44,4	67,7	50,9	2,0	18,4	6,6
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	34,8%	74,3	101,3	82,2	23,1	42,2	28,7
EIHP (2016), sa korekcijom za SDG	28,3%	33,8	55,7	39,8	-5,5	10,0	-1,2

Izvor: Izračun autora.

Tablica P5: Analiza osjetljivosti izračuna neto sadašnje vrijednosti na pretpostavku o rastu cijena energije i diskontnoj stopi, **Velika Gorica**

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije					
		Minimalna vrijednost investicije			Maksimalna vrijednost investicija		
		Osnovni	Rast cijena energije 2,5% godišnje	Diskontna stopa 3%	Osnovni	Rast cijena energije 2,5% godišnje	Diskontna stopa 3%
Osnovni scenarij	26,2%	89,7	118,6	98,2	34,0	54,4	40,0
Uštede ekonometrijski model	22,9%	60,2	85,4	67,4	13,2	31,0	18,3
Teoretski slučaj	15,0%	-9,8	6,8	-5,8	-36,3	-24,6	-33,4
Teoretski slučaj	20,0%	34,5	56,5	40,5	-5,0	10,6	-0,7
Teoretski slučaj	25,0%	78,8	106,3	86,8	26,3	45,8	32,0
Teoretski slučaj	30,0%	123,0	156,1	133,2	57,6	80,9	64,7
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	51,7%	315,1	372,1	334,2	193,3	233,5	206,7
EIHP (2016), sa korekcijom za SDG	48,0%	282,4	335,3	299,9	170,1	207,5	182,5

Izvor: Izračun autora.

Tablica P6: Analiza osjetljivosti izračuna neto sadašnje vrijednosti na pretpostavku o rastu cijena energije i diskontnoj stopi, **Zaprešić**

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije					
		Minimalna vrijednost investicije			Maksimalna vrijednost investicija		
		Osnovni	Rast cijena energije 2,5% godišnje	Diskontna stopa 3%	Osnovni	Rast cijena energije 2,5% godišnje	Diskontna stopa 3%
Osnovni scenarij	21,5%	30,5	52,1	36,4	-7,8	7,4	-3,7
Uštede ekonometrijski model	35,4%	142,1	177,6	153,2	71,1	96,1	78,8
Teoretski slučaj	15,0%	-21,9	-6,9	-18,5	-44,8	-34,2	-42,4
Teoretski slučaj	20,0%	18,3	38,3	23,6	-16,4	-2,3	-12,7
Teoretski slučaj	25,0%	58,5	83,5	65,6	12,0	29,7	17,0
Teoretski slučaj	30,0%	98,7	128,8	107,7	40,4	61,6	46,7
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	27,0%	74,6	101,6	82,5	23,3	42,4	28,9
EIHP (2016), sa korekcijom za SDG	21,3%	28,7	50,1	34,5	-9,0	6,0	-5,0

Izvor: Izračun autora.

Tablica P7: Analiza osjetljivosti izračuna neto sadašnje vrijednosti na pretpostavku o rastu cijena energije i diskontnoj stopi, **Samobor**

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije					
		Minimalna vrijednost investicije			Maksimalna vrijednost investicija		
		Osnovni	Rast cijena energije 2,5% godišnje	Diskontna stopa 3%	Osnovni	Rast cijena energije 2,5% godišnje	Diskontna stopa 3%
Osnovni scenarij	30,4%	138,6	173,5	149,4	68,5	93,2	76,2
Uštede ekonometrijski model	34,5%	176,9	216,7	189,5	95,6	123,7	104,5
Teoretski slučaj	15,0%	-3,7	13,6	0,6	-31,9	-19,7	-28,9
Teoretski slučaj	20,0%	42,6	65,7	49,0	0,8	17,0	5,3
Teoretski slučaj	25,0%	88,9	117,7	97,5	33,5	53,8	39,5
Teoretski slučaj	30,0%	135,2	169,8	145,9	66,2	90,6	73,7
EIHP (2016), bez korekcije za SDG	33,3%	165,8	204,2	177,9	87,8	114,9	96,3
EIHP (2016), sa korekcijom za SDG	28,0%	116,7	149,0	126,5	53,1	75,9	60,0

Izvor: Izračun autora.

Tablica P8: Analiza osjetljivosti izračuna neto sadašnje vrijednosti na pretpostavku o rastu cijena energije i diskontnoj stopi, **Karlovac**

	Uštede	Neto sadašnja vrijednost, kao postotak investicije					
		Minimalna vrijednost investicije			Maksimalna vrijednost investicija		
		Osnovni	Rast cijena energije 2,5% godišnje	Diskontna stopa 3%	Osnovni	Rast cijena energije 2,5% godišnje	Diskontna stopa 3%
Osnovni scenarij	21,2%	-5,1	12,0	-0,9	-33,0	-20,9	-30,0
Uštede ekonometrijski model	21,0%	-6,3	10,7	-2,2	-33,8	-21,8	-30,9
Teoretski slučaj	15,0%	-45,2	-33,1	-42,9	-61,3	-52,7	-59,7
Teoretski slučaj	20,0%	-12,8	3,4	-8,9	-38,4	-27,0	-35,7
Teoretski slučaj	25,0%	19,7	39,9	25,0	-15,5	-1,2	-11,7
Teoretski slučaj	30,0%	52,1	76,3	59,0	7,5	24,6	12,3

Izvor: Izračun autora.

