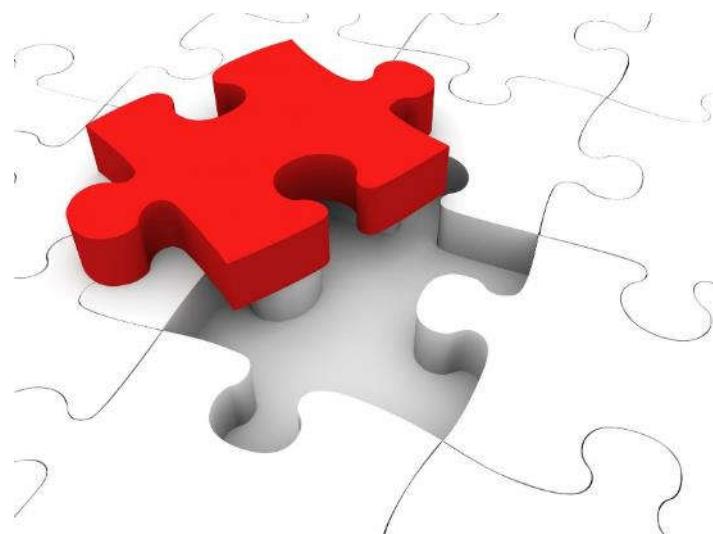


METODOLOGIJA PROVOĐENJA  
ENERGETSKOG PREGLEDA ZGRADA  
2017



Zagreb, kolovoz 2017.



**SADRŽAJ**

<b>1. Uvod – općenito .....</b>	<b>1</b>
1.1. Cjeloviti dijagram toka .....	4
1.2. Opis postupka provedbe energetskog pregleda i certifikacije zgrada za sve vrste zgrada za koje se određuju energetski razredi .....	6
<b>2. Priprema za energetski pregled .....</b>	<b>12</b>
<b>3. Provedba energetskog pregleda zgrade – snimak postojećeg stanja na lokaciji zgrade – prikupljanje potrebnih podataka .....</b>	<b>16</b>
3.1. Način gospodarenja energijom u zgradi .....	17
3.2. Toplinske karakteristike vanjske ovojnica .....	20
3.3. Termotehnički sustavi .....	22
3.3.1. Sustavi grijanja .....	24
3.3.1.1. Decentralni sustav grijanja .....	25
3.3.1.2. Centralni sustav grijanja .....	27
3.3.2. Sustavi pripreme potrošne tople vode .....	34
3.3.2.1. Decentralni sustav pripreme potrošne tople vode .....	34
3.3.2.2. Centralni sustav pripreme potrošne tople vode .....	36
3.3.3. Sustavi hlađenja .....	39
3.3.3.1. Decentralni sustav hlađenja .....	39
3.3.3.2. Centralni sustav hlađenja .....	41
3.3.3.3. Radne tvari kompresijskih rashladnih uređaja .....	46
3.3.4. Sustavi ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije .....	50
3.4. Sustavi opskrbe i potrošnje električne energije .....	54
3.4.1. Unutarnja rasvjeta .....	55
3.4.2. Vanjska rasvjeta .....	56
3.4.3. Ostali sustavi potrošnje električne energije .....	57
3.5. Ostali specifični sustavi .....	58
3.5.1. Kuhinjska oprema .....	58
3.5.2. Praonice rublja .....	58
3.5.3. Uredska oprema .....	59
3.5.4. Parni sustavi .....	60
3.5.5. Sustavi komprimiranog zraka .....	62
3.6. Sustavi regulacije i upravljanja .....	64
3.7. Sustavi opskrbe i potrošnje vode .....	65
3.8. Kratki osvrt na mjerena tijekom provedbe energetskog pregleda zgrade .....	66
3.9. Prikupljanje računa o potrošnji svih oblika energije i vode za potrebe zgrade .....	71
<b>4. Energetska analiza .....</b>	<b>72</b>
4.1. Određivanje energetskih funkcionalnih cjelina .....	72
4.1.1. Cjelovita zgrada kao jedinstveni ETC .....	73
4.1.2. Skupina zgrada (kompleks) kao ETC .....	73
4.1.3. Dio zgrade kao ETC .....	74
4.2. Analiza strukture računa za energiju i vodu .....	74
4.2.1. Računi za električnu energiju .....	75
4.2.2. Računi za toplinsku energiju .....	79
4.2.2.1. Računi za prirodni plin .....	79
4.2.2.2. Računi za loživo ulje .....	80
4.2.2.3. Računi za vrelu/toplu vodu iz centralnog toplinskog sustava .....	81
4.2.2.4. Računi za paru iz centralnog toplinskog sustava .....	81
4.2.3. Računi za vodu .....	83
4.3. Određivanje referentne potrošnje energije i vode .....	84
4.3.1. Električna energija .....	87

4.3.2.    Toplinska energija .....	90
4.3.3.    Voda .....	93
4.4.    Indikatori potrošnje energije i vode .....	95
4.5.    Bilanca potrošnje i troškova energije i vode .....	98
4.5.1.    Električna energija .....	98
4.5.2.    Toplinska energija .....	102
4.5.2.1.    Godišnji stupanj djelovanja standardnih kotlova	104
4.5.3.    Voda .....	111
<b>5. Proračun do primarne energije i određivanje energetskog razreda .....</b>	<b>112</b>
5.1.    Definicije podjela zona kod zgrada s više namjena .....	112
5.2.    Određivanje energetskog razreda zgrada s više namjena .....	115
5.3.    Definicija faktora oblika s primjerima proračuna .....	118
5.4.    Proračun toplinskih gubitaka – proračun korisne energije za grijanje/hlađenje ..	125
5.4.1.    Izračun gubitaka kroz negrijane prostorije .....	134
5.4.2.    Izračun proračunske korisne površine za zgrade s visinom etaže većom od 4,20 m .....	139
5.4.3.    Izračun gubitaka prema tlu .....	145
5.5.    Proračun potrebne energije za rasvjetu .....	149
5.5.1.    Određivanje faktora ovisnosti o prirodnoj rasvjeti .....	151
5.5.2.    Određivanje faktora okupiranosti prostora .....	153
5.5.3.    Određivanje faktora konstantnosti osvijetljjenosti .....	155
5.5.4.    Zaključne smjernice za određivanje potrebne energije za rasvjetu .....	156
5.6.    Proračun od korisne do primarne energije u termotehničkim sustavima .....	157
5.6.1.    Penalizacija zbog nepostojanja određenog termotehničkog sustava .....	166
5.6.2.    Postupak proračuna primarne energije za samostalne uporabne cjeline stambene ili nestambene namjene .....	168
5.6.2.1.    Stan kao samostalna uporabna cjelina .....	170
5.6.3.    Proračun do primarne energije u slučaju korištenja ručno loženih pojedinačnih peći na drva .....	175
5.7.    Definicija udjela obnovljivih izvora energije .....	180
5.8.    Sustavi ventilacije .....	191
<b>6. Prijedlog mjera povećanja energetske učinkovitosti .....</b>	<b>194</b>
6.1.    Popis mjera povećanja energetske učinkovitosti .....	194
6.1.1.    Popis mjera povećanja energetske učinkovitosti – gospodarenje energijom i vodom .....	195
6.1.2.    Popis mjera povećanja energetske učinkovitosti – građevinska ovojnica ...	199
6.1.3.    Popis mjera povećanja energetske učinkovitosti – termotehnički sustavi ...	200
6.1.4.    Popis mjera povećanja energetske učinkovitosti – sustavi potrošnje električne energije .....	203
6.1.5.    Popis mjera povećanja energetske učinkovitosti – sustavi potrošnje vode ..	203
6.1.6.    Popis mjera povećanja energetske učinkovitosti – ostali specifični sustavi koji ne utječu na energetski razred zgrade .....	204
6.2.    Energetsko, ekonomsko i ekološko vrednovanje predloženih mjera .....	205
6.2.1.    Energetsko vrednovanje .....	205
6.2.2.    Ekonomsko vrednovanje .....	206
6.2.3.    Ekološko vrednovanje .....	206
6.3.    Integralna ocjena optimalne kombinacije mjera .....	207
<b>7. Sadržaj Izvješća o provedenom energetskom pregledu zgrade i samostalne uporabne cjeline .....</b>	<b>208</b>
7.1.    Izvješće o provedenom energetskom pregledu postojeće zgrade .....	208
7.2.    Izvješće o provedenom energetskom pregledu nove zgrade .....	210
7.3.    Izvješće o provedenom energetskom pregledu zgrade nakon provedene energetske obnove .....	211

<b>8. IEC – informacijski sustav za izradu energetskih certifikata.....</b>	<b>212</b>
8.1. Registrar izvješća o provedenim energetskim pregledima zgrada i izdanih energetskih certifikata zgrada .....	213
8.2. Energetski certifikat .....	223
8.2.1. Izgled i sadržaj energetskog certifikata .....	225
8.2.2. Primjer ispunjenog energetskog certifikata – obiteljska kuća.....	237
8.2.3. Primjer ispunjenog energetskog certifikata – višestambena zgrada .....	242
8.2.4. Primjer ispunjenog energetskog certifikata – uredska zgrada.....	247
8.2.5. Primjer ispunjenog energetskog certifikata – obrazovna zgrada.....	252
8.3. Registrar Izvješća o provedenim redovitim pregledima sustava grijanja, hlađenja i prisilne ventilacije i klimatizacije .....	257
8.3.1. Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja.....	260
8.3.1.1. Stupanj djelovanja kotla kod nazivnog učina – podatak proizvođača ili izračunat prema normi HRN EN 15316-4-1	278
8.3.1.2. Izmjereni stupanj djelovanja kotla kod nazivnog učina na strani dimnih plinova	281
8.3.1.3. Izračunati godišnji stupanj djelovanja kotla prema Algoritmu – dio koji pripada Algoritmu	287
8.3.1.4. Osnovni pokazatelji učinkovitosti dizalica topline – COP i SCOP	293
8.3.1.5. Provjera volumena solarnog spremnika	295
8.3.1.6. Primjer ispunjenog Izvješća o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja	296
8.3.2. Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava hlađenja.....	302
8.3.2.1. Osnovni pokazatelji učinkovitosti kompresijskog rashladnog uređaja – EER i SEER	310
8.3.2.2. Primjer ispunjenog Izvješća o provedenom redovitom pregledu sustava hlađenja	311
8.3.3. Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava prisilne ventilacije i klimatizacije .....	315
8.3.3.1. Određivanje kategorija SFP za klima komore	322
8.3.3.2. Podaci o filterima klima komore	324
8.3.3.3. Klasifikacija kućišta klima komore prema koeficijentu prolaska topline prema HRN EN 1886 (T1 – T5)	329
8.3.3.4. Klasa propuštanja klima komore prema HRN EN 1886 (L1 – L3)	330
8.3.3.5. Primjer ispunjenog Izvješća o provedenom redovitom pregledu sustava prisilne ventilacije i klimatizacije	331
<b>9. Prilozi metodologiji .....</b>	<b>335</b>
9.1. Upitnik za prikupljanje podataka o energetskim svojstvima stambenih zgrada...	335
9.2. Upitnik za prikupljanje podataka o energetskim svojstvima nestambenih zgrada	335
9.3. Faktori primarne energije i emisija CO <sub>2</sub> .....	336
9.4. Pretvorbeni faktori za energiju .....	338
9.5. Projektne vrijednosti toplinske provodljivosti za neke toplinsko-izolacijske materijale .....	339
9.6. Vrste i tehničke karakteristike ostakljenja.....	340
9.7. Koeficijenti prolaska topline za karakteristične građevne dijelove .....	341

## POPIS SLIKA

Slika 1-1 Tijek provedbe energetskog pregleda zgrade .....	3
Slika 1-2 Tijek provedbe energetskog pregleda zgrade .....	4
Slika 1-3 Dijagram toka – obveza provođenja redovitih pregleda sustava grijanja, hlađenja, prisilne ventilacije i klimatizacije .....	5
Slika 2-1 Aktivnosti po provedbenim koracima energetskog pregleda zgrade i energ. certificiranja zgrade .....	12
Slika 3-1 Shematski prikaz koncepta SEG-a .....	17
Slika 3-2 Pregled termotehničkih sustava .....	22
Slika 3-3 Otvoreni i zatvoreni kamin .....	25
Slika 3-4 Pojedinačna peć na drva za grijanje prostora učina 5 kW – stupanj djelovanja 78,5 % .....	25
Slika 3-5 Pojedinačna plinska peć proizvođača IKOM .....	25
Slika 3-6 Peć na pelete učina 8 kW i stupnja djelovanja 89,2% .....	25
Slika 3-7 Podsustavi centralnog sustava grijanja .....	27
Slika 3-8 Uobičajeni izvori toplinske energije centralnog sustava grijanja .....	27
Slika 3-9 Podsustav razvoda toplinske energije .....	31
Slika 3-10 Sabirnik / razdjelnik s ukupno četiri kruga grijanja .....	32
Slika 3-11 Podsustav izmjene topline u prostoru .....	33
Slika 3-12 Vrste ugrađenih radijatora u promatranoj zgradi .....	33
Slika 3-13 Električni akumulacijski zagrijivači vode .....	34
Slika 3-14 Električni protočni zagrijivači vode KONČAR tip ETA 0733 električne snage 3,5 kW .....	34
Slika 3-15 Podsustavi centralnog sustava pripreme potrošne tople vode .....	36
Slika 3-16 Spremnik potrošne tople vode volumena 1.000 litara za potrebe kuhinje .....	37
Slika 3-17 Uobičajeni izvori toplinske energije centralnog sustava grijanja .....	38
Slika 3-18 Decentralni sustav hlađenja pomoću pojedinačnih split klima uređaja .....	40
Slika 3-19 Decentralni sustav hlađenja pomoću pojedinačnih split klima uređaja s radnom tvari R22 .....	40
Slika 3-20 Kompresijski rashladni uređaji pogonjeni električnim motorom .....	41
Slika 3-21 Onečišćena orebrena površina zrakom hlađenog kondenzatora kompresijskog rashladnog uređaja .....	42
Slika 3-22 Nepovoljni smještaj četiri kompresijska rashladnika zrakom hlađena – smješteni u tzv. „rupi“ – loša cirkulacija zraka .....	42
Slika 3-23 Kompresijski rashladni uređaji pogonjen plinskim motorom proizvođača SANYO model SGP-E190 rashladne snage 56 kW s R407C .....	42
Slika 3-24 Plinski apsorpcijski rashladnik vode japanskog proizvođača EBARA RAP G-006 rashladnog učina 211 kW s otopinom litijbromid-voda kao radnom tvari .....	43
Slika 3-25 Spremnik rashladne energije u centralnom sustavu hlađenja .....	43
Slika 3-26 Razdjelnik s polaznim krugovima hlađenja i pripadajućim cirkulacijskim crpkama .....	44
Slika 3-27 Podsustav izmjene topline u prostoru .....	45
Slika 3-28 Tri osnovne skupine halogeniranih ugljikovodika - freoni .....	46
Slika 3-29 Sunčev zračenje na površinu Zemlje .....	47
Slika 3-30 Posljedice efekta staklenika kroz slike .....	48
Slika 3-31 GWP nekih freona .....	48
Slika 3-32 Plan smanjenja primjene fluoriranih ugljikovodika prema F-GAS REGULATIVI .....	49
Slika 3-33 Stvarni režim rada klima komore - CNUS .....	52
Slika 3-34 Pogled na klima komoru s frekventno upravljanim ventilatorima i unakrsnim pločastim rekuperatorom i pripadajućom shemom .....	52
Slika 3-35 Podstropna klima komora za kondicioniranje prostora kongresne dvorane – očitanje dimenzija kanalnog razvoda (promjer i duljina) iz tlocrta u svrhu izračuna oplošja kanalnog razvoda .....	53
Slika 3-36 Krajnji elementi za distribuciju zraka neprikladno smješteni za krajnjeg korisnika prostora .....	53
Slika 3-37 Uredaj za proizvodnju pare – visokotlačni parni kotao proizvođača Bosch protoka pare 2 t/h ..	60
Slika 3-38 Podsustav razvoda pare u zgradi .....	62
Slika 3-39 Razdjelnik pare s pripadajućim spremnikom kondenzata – neprimjeren stanje .....	62
Slika 3-40 Osnovni elementi kompresorskog sustava – kompresor, sušač zraka, spremnik komprimiranog zraka .....	63
Slika 3-41 Mjerenja električnih veličina strujnim kliještimi .....	66
Slika 3-42 Luksmetar za mjerenje osvjetljenosti .....	66
Slika 3-43 Termografski snimak pročelja Doma za starije i nemoćne .....	67
Slika 3-44 Termografski snimak ukopanog cijevnog razvoda sustava grijanja između pojedinih zgrada .....	68
Slika 3-45 Otkrivanje toplinskih mostova u podsustavu razvoda centralnog sustava grijanja termografijom .....	68
Slika 3-46 Mjerenje protoka hladne vode ultrazvučnim protokomjerom na ulazu u spremnike PTV-a .....	68

Slika 3-47 Mjerenje sastava dimnih plinova na izlazu iz kotla uređajem za mjerenje sastava dimnih plinova .....	69
Slika 3-48 Mjerenje tlaka vode u vodovodnoj mreži u prizemlju i na 4. katu .....	69
Slika 4-1 Cjelovita zgrada kao jedinstveni ETC .....	73
Slika 4-2 Kompleks zgrada kao ETC .....	74
Slika 4-3 Dio zgrade kao ETC .....	74
Slika 4-4 Struktura računa za prirodni plin za prosinac 2015 – Gradska plinara Zagreb – Opskrba d.o.o. ....	80
Slika 4-5 Struktura računa za vrelu/toplu vodu za rujan 2016. – HEP Toplinarstvo d.o.o. ....	81
Slika 4-6 Struktura računa za paru za prosinac 2015 – HEP TOPLINARSTVO .....	82
Slika 4-7 Struktura računa za vodu za rujan 2016. – Vodoopskrba i odvodnja d.o.o. ....	83
Slika 4-8 Udjeli pojedinih oblika energenata i vode u ukupnim godišnjim referentnim troškovima s PDV-om – obiteljska kuća u Zagrebu.....	86
Slika 4-9 Ukupna godišnja potrošnja prirodnog plina s pripadajućim troškovima za tri uzastopne godine 2011., 2012. i 2013. – muzej .....	90
Slika 4-10 Ukupna godišnja potrošnja prirodnog plina s pripadajućim troškovima za četiri uzastopne godine 2008., 2009., 2010. i 2011. – UREDSKA ZGRADA .....	91
Slika 4-11 Ukupna godišnja potrošnja EL loživog ulja s pripadajućim troškovima za četiri uzastopne godine 2007., 2008., 2009. i 2010. – Centar za rehabilitaciju .....	92
Slika 4-12 Ukupna godišnja potrošnja vode s pripadajućim troškovima za tri uzastopne godine 2007., 2010., 2011. i 2012. – hotel .....	93
Slika 4-13 Ukupna godišnja potrošnja sanitарne vode s pripadajućim troškovima za četiri uzastopne godine 2010., 2011., 2012. i 2013. – bolnički kompleks .....	94
Slika 4-14 Prikaz godišnje bilance potrošnje EL loživog ulja za potrebe Centra za rehabilitaciju .....	102
Slika 4-15 Prikaz mjesecne bilance potrošnje EL loživog ulja za potrebe Centra za rehabilitaciju .....	102
Slika 4-16 Ovisnost stupnja djelovanja pojedine vrste kotla i opterećenju kotla .....	104
Slika 4-17 Određivanje gubitka pogonske pripravnosti $q_B$ .....	106
Slika 4-18 Niskotemperaturni kotao na EL loživo ulje proizvođača BUDERUS Logano GE515 .....	107
Slika 4-19 Modeliranje mjesecne potrošnje EL loživog ulja – Osnovna škola.....	108
Slika 4-20 Modeliranje godišnje potrošnje EL loživog ulja za potrebe sustava grijanja – Osnovna škola ..	109
Slika 4-21 Modeliranje referentne godišnje potrošnje vode prema vrsti izljevnih mjesta – Centar za rehabilitaciju .....	111
Slika 5-1 Skice zgrada za primjere izračuna faktora oblika $f_0$ .....	119
Slika 5-2 Dijagram toka za izračunavanje potrebne energije za grijanje i hlađenje .....	130
Slika 5-3 Primjer prikaza potrebne toplinske energije za grijanje i hlađenje .....	133
Slika 5-4 Shema zgrade s dvije zone koje graniče s negrijanim prostorima – jednostavna podjela .....	135
Slika 5-5 Shema zgrade s dvije zone koje graniče s istim negrijanim prostorom – 2. primjer .....	136
Slika 5-6 Shema zgrade podijeljene na samostalne uporabne cjeline koje graniče s istim negrijanim prostorom – PRIMJER 5.15.....	137
Slika 5-7 Shematski prikazi primjera presjeka zgrada visine etaža većih od 4,20 m .....	140
Slika 5-8 Gubici prema tlu - kosi teren.....	146
Slika 5-9 Gubici prema tlu – konstrukcija ukopana u više razina .....	147
Slika 5-10 Gubitak prema tlu ukoliko postoji samo gubitak kroz zid u tlu (bez poda) .....	148
Slika 5-11 Dijagram konstantne iluminacije – prikaz MF .....	156
Slika 5-12 Osnovni dijagram toka proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke – 1 - obiteljske kuće, višestambene zgrade, samostalne uporabne cjeline stambene namjene .....	158
Slika 5-13 Osnovni dijagram toka proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke – 2 - uredske zgrade, zgrade trgovine, samostalne uporabne cjeline .....	158
Slika 5-14 Osnovni dijagram toka proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke – 3 - zgrade za obrazovanje, samostalne uporabne cjeline .....	159
Slika 5-15 Osnovni dijagram toka proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke – 4 - bolnice, hoteli i restorani, sportske dvorane, samostalne uporabne cjeline .....	159
Slika 5-16 Dijagram toka proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke za sustav grijanja – H1 – samostalna uporabna cjelina (SUC) .....	163
Slika 5-17 Dijagram toka proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke za sustav grijanja – H2 – zgrada kao cjelina (stambena ili nestambena).....	163
Slika 5-18 Dijagram toka proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke za sustav hlađenja – C1 – samostalna uporabna cjelina (SUC).....	164
Slika 5-19 Dijagram toka proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke za sustav hlađenja – C2 – zgrada kao cjelina (stambena ili nestambena) .....	164
Slika 5-20 Dijagram toka proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke za sustav pripreme PTV-a – W1 – samostalna uporabna cjelina (SUC) .....	165

Slika 5-21 Dijagram toka proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke za sustav pripreme PTV-a – W2 – zgrada kao cjelina (stambena ili nestambena).....	165
Slika 5-22 Određivanje energetskih razreda pojedine vrste zgrade na temelju specifične godišnje primarne energije za referentne klimatske podatke.....	173
Slika 5-23 Pojedinačne peći na drva – izvori toplinske energije za Osnovnu školu .....	176
Slika 5-24 Određivanje energetskih razreda pojedine vrste zgrade na temelju specifične godišnje primarne energije za referentne klimatske podatke.....	179
Slika 5-25 Dio druge stranice energetskog certifikata – udio obnovljivih izvora energije .....	180
Slika 5-26 Energetska bilanca zgrade (nema izvoza energije iz zgrade).....	182
Slika 5-27 Energetska bilanca zgrade .....	183
Slika 5-28 Solarni kolektori za pripremu potrošne tople vode za potrebe sportskog kluba .....	186
Slika 5-29 Pojedinačne peći na drva – izvori toplinske energije za osnovnu školu .....	187
Slika 5-30 Dizalica topline i fotonaponska čelija .....	188
Slika 5-31 Solarni kolektori i vanjske jedinice VRV sustava.....	190
Slika 8-1 Određivanje energetskih razreda pojedine vrste zgrade na temelju specifične godišnje primarne energije $E_{\text{prim}}$ za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim rada tehničkih sustava.....	224
Slika 8-2 Zaglavje prve stranice energetskog certifikata – energetski certifikat zgrade kao cjeline .....	227
Slika 8-3 Zaglavje prve stranice energetskog certifikata – energetski certifikat jedne zgrade unutar većeg kompleksa .....	227
Slika 8-4 Zaglavje prve stranice energetskog certifikata – energetski certifikat SUC unutar zgrade.....	227
Slika 8-5 Članak 14. EPBD direktive – zahtjev u pogledu redovitih pregleda sustava grijanja.....	257
Slika 8-6 Članak 14. EPBD direktive – zahtjev u pogledu redovitih pregleda sustava hlađenja i klimatizacije .....	257
Slika 8-7 Prikaz kutova sunčevog zračenja na nagnutu plohu solarnih kolektora .....	267
Slika 8-8 Pločasti solarni kolektori proizvođača TEHNOMONT tip SKT 40 na ravnom krovu zgrade .....	267
Slika 8-9 Osnovne površine solarnog kolektora s obzirom na upad Sunčevog zračenja .....	267
Slika 8-10 Dva solarna spremnika tople vode ukupnog volumena spremnika $2 \times 500 \text{ L} = 1.000 \text{ L}$ .....	268
Slika 8-11 Neprikladna toplinska izolacija vanjskog dijela cijevnog razvoda do solarnih kolektora .....	269
Slika 8-12 Kogeneracijsko postrojenje električne snage 75 kW i toplinske snage 150 kW na prirodni plin iz 2000. godine .....	269
Slika 8-13 Radijator postavljen direktno ispred staklene plohe s pripadajućom termografskom slikom ....	272
Slika 8-14 Dva vanjska osjetnika temperature za regulaciju rada sustava grijanja na sjevernom zidu škole (dva standardna kotla) .....	272
Slika 8-15 Dvojna izvedba cirkulacijske crpke na jednom polaznom krugu grijanja.....	273
Slika 8-16 Crpka s konstantnim brojem okretajem (neregulirana) .....	274
Slika 8-17 Karakteristika trobrzinske crpke proizvođača IMP GHN 652 A-R .....	275
Slika 8-18 Kretanje radne točke po karakteristici cijevnog razvoda kod crpke sa stupnjevanom regulacijom .....	275
Slika 8-19 Regulacija crpki prema konstantnom tlaku i prema promjenjivom tlaku.....	276
Slika 8-20 Tri standardna atmosferska plinska kotla proizvođača BUDERUS iz 1977. godine.....	280
Slika 8-21 Izvješća o provedenim mjerjenjima emisije onečišćujućih tvari u zrak iz kotlova $\geq 100 \text{ kW}$ .....	281
Slika 8-22 Gubici kotla .....	283
Slika 8-23 Ispitni mjerni listić za niskotemperurni kotao proizvođača VIESSMANN Paromat Triplex nazivnog toplinskog učina 575 kW iz 1999. godine .....	284
Slika 8-24 Vanjske jedinice VRV sustava proizvođača HITACHI s radnom tvari R410A za potrebe hlađenja/grijanja hotela .....	308
Slika 8-25 Osnovna podjela filtera za zrak.....	324
Slika 8-26 Filterska traka i pomični rol filter .....	325
Slika 8-27 Panelni plisirani i vrećasti filter .....	325
Slika 8-28 Kazetni filter .....	326
Slika 8-29 Apsolutni HEPA i ULPA filteri.....	326
Slika 8-30 Primjer natpisne pločice klima komore s ugrađenim grubim i finim filterom za potrebe kondicioniranja prostora operacijske dvorane .....	328

## POPIS TABLICA

Tablica 3-1 Matrica gospodarenja energijom .....	18
Tablica 3-2 Pojedinačni izvori toplinske energije – ulazni podaci.....	26
Tablica 3-3 Pojedinačni izvori toplinske energije – orientacijske vrijednosti stupnjeva djelovanja kod nazivnog učina.....	26
Tablica 3-4 Radne točke za dizalicu topline Menerga REWATEMP 6 .....	30
Tablica 4-1 Struktura jedinične cijene prirodnog plina prema računu za prosinac 2015. – Gradska plinara Zagreb – Opskrba d.o.o. ....	80
Tablica 4-2 Struktura jedinične cijene loživog ulja prema računu za veljaču 2015. – PETROL .....	80
Tablica 4-3 Struktura jedinične cijene vrele/tople vode prema računu za rujan 2016. – HEP Toplinarstvo d.o.o. ....	81
Tablica 4-4 Struktura jedinične cijene pare prema računu za prosinac 2015. – HEP Toplinarstvo d.o.o. ....	82
Tablica 4-5 Struktura varijabilnog dijela jedinične cijene vode prema računu za rujan 2016. – Vodoopskrba i odvodnja d.o.o. ....	83
Tablica 4-6 Referentne vrijednosti za energente i vodu – primjer shoping centra u Zagrebu.....	84
Tablica 4-7 Referentne vrijednosti za energente i vodu – primjer Osnovne škole.....	84
Tablica 4-8 Referentna godišnja potrošnje energije i vode – obiteljska kuća.....	95
Tablica 4-9 Indikatori vezani uz uporabu energenta i vode za referentnu godišnju potrošnju – obiteljska kuća.....	96
Tablica 4-10 Indikatori potrošnje toplinske energije – uredske zgrade.....	96
Tablica 4-11 Orientacijske vrijednosti stupnja djelovanja regulacije .....	103
Tablica 4-12 Određivanje mjesecne raspodjele potrošnje EL loživog ulja pomoću stupanj dana grijanja. ....	107
Tablica 4-13 Rezultati modeliranja isporučene energije EL loživog ulja za potrebe centralnog sustava grijanja .....	108
Tablica 4-14 Određivanje godišnjeg stupnja djelovanja standardnog kotla .....	110
Tablica 4-15 Rezultati modeliranja referentne godišnje potrošnje vode prema vrsti izljevnih mjesta – Centar za rehabilitaciju .....	111
Tablica 4-16 Orientacijske vrijednosti potrošnje vode po jednom korištenju pojedine vrste izljevnog mesta .....	111
Tablica 5-1 Primjer izračuna energetskog razreda za zgrade s više namjena .....	117
Tablica 5-2 Koeficijenti prolaska topline građevinskih elemenata za primjere izračuna faktora oblika .....	119
Tablica 5-3 Primjeri utjecaja faktora oblika na potrebnu toplinsku energiju za grijanje.....	124
Tablica 5-4 Referentni režimi rada sustava grijanja i hlađenja prema Algoritmu .....	126
Tablica 5-5 Projektne vrijednosti unutarnje temperature prema vrstama zgrada .....	127
Tablica 5-6:Primjer tablice - Toplinske karakteristike građevnih dijelova vanjske ovojnica.....	131
Tablica 5-7 Primjer tablice - Potrebna toplinska energija za grijanje i hlađenje za stvarne meteorološke podatke .....	133
Tablica 5-8 Primjer tablice - osnovni geometrijski podaci o zgradama .....	133
Tablica 5-9 Primjer tablice - druga energetska obilježja zgrade za stvarne klimatske podatke.....	133
Tablica 5-10 Određivanje gubitaka negrijane prostorije koja graniči s dvije zone – složena podjela .....	137
Tablica 5-11 Raspodjela negrijane prostorije po samostalnim uporabnim cjelinama zgrade .....	138
Tablica 5-12 Određivanje faktora količine dnevne svjetlosti $F_{D,S}$ za vertikalne fasade .....	151
Tablica 5-13 Vrijednosti $F_D$ – kod krovnih otvora većih površina.....	152
Tablica 5-14 Određivanje faktora iskorištenja dnevne svjetlosti $F_{D,C,n}$ .....	152
Tablica 5-15 Određivanje faktora ovisnosti kontrole upravljanja rasvjete o okupiranosti prostora $F_{OC}$ .....	153
Tablica 5-16 Određivanje faktora FA .....	154
Tablica 5-17 $F_O$ kao funkcija od $F_A$ za različite sustave kontrole .....	155
Tablica 5-18 Definirani tehnički sustavi za proračun do primarne energije za referentne klimatske podatke za pojedine vrste zgrada .....	157
Tablica 5-19 Faktori utroška isporučene energije za penalizaciju zbog nepostojanja određenog termotehničkog sustava .....	167
Tablica 5-20 Samostalna uporabna cjelina (SUC) priključena na zajednički izvor toplinske/rashladne energije za cijelu zgradu – faktori utroška isporučene energije za SUC-a .....	170
Tablica 5-21 Primjeri određivanja energetskih razreda stanova u Zagrebu – zajednički izvor toplinske energije za grijanje i pripremu PTV-a na nivou zgrade.....	174
Tablica 5-22 Primjeri određivanja energetskog razreda Osnovne škole u kontinentalnom dijelu Hrvatske – pojedinačne peći na ogrjevno drvo za grijanje u dijelu prostora škole .....	178
Tablica 5-23 Definirani tehnički sustavi za proračun do primarne energije za referentne klimatske podatke za pojedine vrste zgrada .....	181
Tablica 5-24 Pred-definirani protoci zraka za različite vrste nestambenih zgrada/prostora, usporedba s podacima iz Algoritma .....	192

Tablica 5-25 Pred-definirani protoci zraka za stambene zgrade .....	192
Tablica 5-26 Ventilacijski gubici zgrade pri razlici tlakova od 50 Pa .....	193
Tablica 6-1 Mjere koje se mogu implementirati kroz uspostavljeni sustav za gospodarenje energijom ....	196
Tablica 8-1 Određivanje energetskih razreda pojedine vrste zgrade na temelju specifične godišnje potrebne energije za grijanje $Q''_{H,nd}$ za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim rada tehničkih sustava.....	224
Tablica 8-2 Parametri potrebni za izračun stupnja djelovanja kotla kod punog i djelomičnog opterećenja prema HRN EN 15316-4-1 .....	279
Tablica 8-3 Podjela uređaja za loženje prema Uredbi o graničnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnih izvora.....	281
Tablica 8-4 Faktori potrebni za određivanje gubitka osjetne topline dimnih plinova .....	282
Tablica 8-5 Referentna specifična potrošnja energije za grijanje.....	288
Tablica 8-6 Zadani stupnjevi djelovanja kotla.....	288
Tablica 8-7 Vrijednosti $\alpha_{ch,off}$ .....	288
Tablica 8-8 Zadane vrijednosti toplinskih gubitaka kroz ovojnicu kotla .....	288
Tablica 8-9 Ovisnost faktora opterećenja o stupnju predimenzioniranosti kotla .....	288
Tablica 8-10 Koeficijent toplinskog opterećenja.....	289
Tablica 8-11 Kriteriji predimenzioniranosti kotla u ovisnosti o faktoru predimenzioniranosti .....	289
Tablica 8-12 Kriteriji predimenzioniranosti kotla u ovisnosti o faktoru opterećenja kotla.....	291
Tablica 8-13 Klasifikacija specifične električne snage SFP ventilatora prema HRN EN 13779 .....	322
Tablica 8-14 Klasifikacija grubih i finih filtera za zrak prema HRN EN 779 i EUROVENT .....	326
Tablica 8-15 Klasifikacija visokoučinkovitih HEPA/ULPA filtera prema HRN EN 1822-1 .....	327
Tablica 8-16 Klasifikacija vanjskog zraka prema HRN EN 13779.....	327
Tablica 8-17 Klasifikacija unutarnjeg zraka prema HRN EN 13779.....	327
Tablica 8-18 Minimalne preporučene klase filtera prema HRN EN 13779 .....	327
Tablica 8-19 Klasifikacija kućišta klima komore prema koeficijentu prolaska topline (HRN EN 1886).....	329
Tablica 8-20 Klase propuštanja klima komore prema HRN EN 1886 (L1, L2, L3) .....	330
Tablica 9-1 Faktori primarne energije i emisija CO <sub>2</sub> .....	336
Tablica 9-2 Pretvorbeni faktori za energiju .....	338

## POPIS PRIMJERA

PRIMJER 3.1: Utjecaj fluoriranog ugljikovodika R134a na efekt staklenika u usporedbi s istom količinom CO <sub>2</sub> .....	49
PRIMJER 4.1: Određivanje ugovorene snage zgrade u [kW], ako je poznata ugovorena snaga zgrade u [t/h] pare.....	82
PRIMJER 4.2: Određivanje referentne godišnje potrošnje električne energije – škola.....	87
PRIMJER 4.3: Određivanje referentne godišnje potrošnje električne energije – uredska zgrada.....	88
PRIMJER 4.4: Određivanje referentne godišnje potrošnje električne energije – obiteljska kuća .....	89
PRIMJER 4.5: Određivanje referentne godišnje potrošnje prirodnog plina – muzej .....	90
PRIMJER 4.6: Određivanje referentne godišnje potrošnje prirodnog plina – uredska zgrada.....	91
PRIMJER 4.7: Određivanje referentne godišnje potrošnje EL loživog ulja – Centar za rehabilitaciju .....	92
PRIMJER 4.8: Određivanje referentne godišnje potrošnje vode – hotel .....	93
PRIMJER 4.9: Određivanje referentne godišnje potrošnje vode – bolnički kompleks .....	94
PRIMJER 4.10: Indikator potrošnje vode – uredska zgrada .....	97
PRIMJER 4.11: Bilanca potrošnje i troškova električne energije .....	100
PRIMJER 4.12: Bilanca potrošnje EL loživog ulja – Osnovna škola u kontinentalnom dijelu Hrvatske .....	107
PRIMJER 4.13: Godišnji stupanj djelovanja standardnog toplovodnog kotla.....	110
PRIMJER 5.1: Podjela na zone – različita namjena zgrade.....	113
PRIMJER 5.2: Podjela na zone – razlika u projektnim temperaturama veća od 4°C.....	113
PRIMJER 5.3: Podjela na zone – detaljnija analiza potrošnje .....	114
PRIMJER 5.4: Podjela na zone – različiti energenti za grijanje .....	114
PRIMJER 5.5: Podjela na zone – zgrada s tri ili više zona .....	114
PRIMJER 5.6: Podjela na zone – različita ogrjevna tijela.....	115
PRIMJER 5.7: Primjer izračuna energetskog razreda zgrade s više namjena .....	117
PRIMJER 5.8: 1. Primjer - izračun faktora oblika zgrada i njegov utjecaj na potrošnju zgrade .....	120
PRIMJER 5.9: 2. Primjer - izračun faktora oblika zgrada i njegov utjecaj na potrošnju zgrade .....	121
PRIMJER 5.10: 3. Primjer - izračun faktora oblika zgrada i njegov utjecaj na potrošnju zgrade .....	122
PRIMJER 5.11: 4. Primjer - izračun faktora oblika zgrada i njegov utjecaj na potrošnju zgrade .....	123
PRIMJER 5.12: Opis ulaznih podataka u proračun .....	132
PRIMJER 5.13: Gubitak dvaju zona prema istom negrijanom prostoru – jednostavna podjela .....	135
PRIMJER 5.14: Gubitak dvaju zona prema istom negrijanom prostoru – složena podjela .....	136
PRIMJER 5.15: Gubitak samostalnih uporabnih cjelina prema negrijanim prostorima .....	137
PRIMJER 5.16: Izračun proračunske korisne površine za 1. Primjer .....	141
PRIMJER 5.17: Izračun proračunske korisne površine za 2. Primjer .....	142
PRIMJER 5.18: Izračun proračunske korisne površine za 3. Primjer .....	143
PRIMJER 5.19: Izračun proračunske korisne površine za 4. Primjer .....	144
PRIMJER 5.20: Izračun gubitaka prema tlu – kosi teren .....	146
PRIMJER 5.21: Izračun gubitaka prema tlu – konstrukcije ukopane u više razina .....	147
PRIMJER 5.22: Izračun gubitaka prema tlu – samo gubitak zida prema tlu – bez poda .....	148
PRIMJER 5.23: Izračun gubitaka prema tlu – tlo iznad grijanog prostora .....	148
PRIMJER 5.24: Određivanje energetskog razreda samostalne uporabne cjeline – stan .....	172
PRIMJER 5.25: Određivanje podatka iz energetskog certifikata Osnovne škole u kontinentalnom dijelu Hrvatske – pojedinačne peći na drva .....	176
PRIMJER 5.26: Određivanje udjela obnovljivih izvora energije za potrebe energetskog certifikata – sportski klub u Zagrebu – solarni kolektori .....	186
PRIMJER 5.27: Određivanje udjela obnovljivih izvora energije za potrebe energetskog certifikata – osnovna škola u kontinentalnom dijelu Hrvatske – drvna biomasa .....	187
PRIMJER 5.28: Određivanje udjela obnovljivih izvora energije za potrebe energetskog certifikata – uredska zgrada u Osijeku – dizalica topline i fotonaponske čelije .....	188
PRIMJER 5.29: Određivanje udjela obnovljivih izvora energije za potrebe energetskog certifikata – hotel u Splitu – solarni kolektori i dizalice topline .....	190
PRIMJER 5.30: Određivanje broja izmjena zraka za zgradu pri razlici tlakova od 50 Pa .....	193
PRIMJER 8.1: Određivanje stupnja djelovanja kotla kod nazivnog i djelomičnog učina prema HRN EN 15316-4-1 .....	280
PRIMJER 8.2: Određivanje gubitka osjetne topline dimnih plinova i stupnja djelovanja kotla na temelju mjerjenja sastava dimnih plinova .....	284
PRIMJER 8.3: Određivanje godišnje iskoristivosti kotla .....	291
PRIMJER 8.4: Određivanje kategorije SFP za klima komoru .....	323

PRIMJER 9.1: Određivanje ukupne primarne energije na temelju poznate stvarne konačne potrošnje energije za potrebe obiteljske kuće .....	337
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## 1. UVOD – OPĆENITO

Energetski je pregled zgrade ključan i nezaobilazan korak u analizi učinkovitosti potrošnje energije, energenata i vode, kontroli potrošnje i smanjenja troškova i potrošnje energije, energenata i vode u zgradama. Sastavni je dio energetskog pregleda identificiranje mjera za povećanje energetske učinkovitosti kod postojećih zgrada, odnosno preporuka za korištenje zgrade vezano na ispunjenje temeljnog zahtjeva za građevinu gospodarenja energijom i očuvanja topline kod novih zgrada.

Energetski pregled zgrade podrazumijeva analizu tehničkih i energetskih svojstava zgrade i analizu svih tehničkih sustava u zgradi koji troše energiju i vodu s ciljem utvrđivanja učinkovitosti i/ili neučinkovitosti potrošnje energije, energenata i vode te donošenja zaključaka i preporuka za poboljšanje energetske učinkovitosti.

Osnovni cilj energetskog pregleda zgrade je, prikupljanjem i obradom podataka o zgradi i svim tehničkim sustavima u zgradi, utvrditi energetska svojstava obzirom na:

- građevinske karakteristike u smislu toplinske zaštite i potrošnje energije,
- energetska svojstva sustava za grijanje, hlađenje, ventilaciju i klimatizaciju,
- energetska svojstva sustava za pripremu potrošne tople vode,
- energetska svojstva sustava potrošnje električne energije,
- energetska svojstva sustava potrošnje pitke i sanitarne vode,
- energetska svojstva pojedinih grupa trošila i ostalih tehničkih sustava u zgradi,
- način korištenja zgrade i u njoj ugrađenih energetskih sustava i sustava potrošnje vode.

Na osnovi analize prikupljenih podataka odabiru se konkretnе energetski, tehnički, ekološki i ekonomski optimalne mjere za poboljšanje energetskih svojstava zgrade te mjere nužne za zadovoljavanje minimalnih tehničkih uvjeta.

U skladu s karakteristikama pojedinih zgrada, pojedini koraci energetskog pregleda su specifični. Kroz metodologiju će se razlikovati prije svega nove i postojeće zgrade, uz namjenu odnosno vrstu iste. Vrste zgrada za koje će biti dan poseban osvrt u sklopu ove Metodologije su:

- stambene zgrade (obiteljske kuće, višestambene zgrade),
- nestambene zgrade (uredske zgrade, zgrade za obrazovanje, bolnice, hoteli i restorani, sportske dvorane, zgrade trgovine),
- samostalne uporabne cjeline stambene namjene (stanovi) i samostalne uporabne cjeline nestambene namjene (poslovni prostori, ...).

Svrha energetskog pregleda je:

- analiza stanja i mogućnosti primjene mjera poboljšanja energetskih svojstava zgrade i poboljšanja energetske učinkovitosti u skladu s realnim uvjetima eksploatacije i uporabe zgrade,
- prikupljanje svih potrebnih podataka i informacija o zgradama za provođenje postupka energetskog certificiranja zgrade i određivanja energetskog razreda zgrade u propisanim referentnim klimatskim podacima prema Algoritmu.

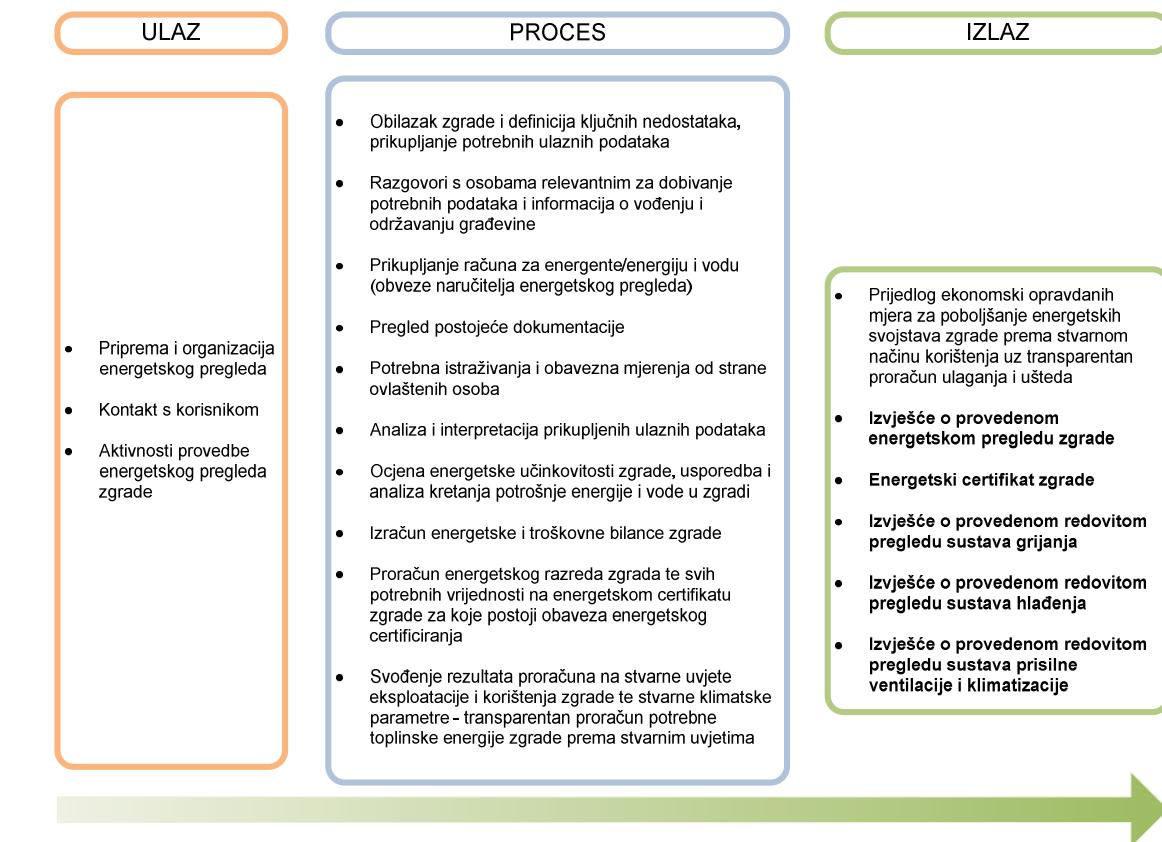
Ovom Metodologijom provođenja energetskog pregleda zgrada (u dalnjem tekstu: Metodologija) utvrđuje se provedba energetskih pregleda koja je propisana najnovijim *Pravilnikom o energetskim pregledu zgrade i energetskom certificiranju* (u dalnjem tekstu: *Pravilnik*), kojim se uređuju zakonske obveze i zahtjevi za provedbu energetskog pregleda zgrada te obveze i postupak energetskog certificiranja. Metodologija definira koncept i provedbene korake energetskog pregleda, način prikupljanja potrebnih ulaznih podataka, način provođenja analiza i proračuna te izgled i sadržaj završnog *Izvješća o provedenom energetskom pregledu zgrade*.

Metodologija provođenja energetskog pregleda zgrada je skup radnji i postupka za provođenje energetskog pregleda zgrada. Sastavni dio Metodologije je *Algoritam za izračun energetskih svojstava zgrada* (u dalnjem tekstu: Algoritam), objavljen na internetskim stranicama Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja ([www.mgipu.hr](http://www.mgipu.hr)), koji propisuje način proračuna svih potrebnih vrijednosti za izračun energetskog svojstva zgrade, te izrade energetskog certifikata.

Algoritam uključuje:

- Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790,
- Algoritam za određivanje energetskih zahtjeva i učinkovitost termotehničkih sustava u zgradama (sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode),
- Algoritam za određivanje energetskih zahtjeva i učinkovitost termotehničkih sustava u zgradama (sustavi kogeneracije, sustavi daljinskog grijanja, fotonaponski sustavi),
- Algoritam za proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade,
- Algoritam za određivanje energetske učinkovitosti sustava rasvjete u zgradama (energetski zahtjevi za rasvjetu).

Slijedećom slikom su prikazani provedbeni koraci energetskog pregleda zgrade, a u nastavku su koraci detaljno opisani.



Slika 1-1 Tijek provedbe energetskog pregleda zgrade

Korištenje zgrada iziskuje pružanje usluga kao što su grijanje, hlađenje, ventilacija, rasvjeta, potrošna topla voda, transport (npr. liftovi).

Stvarna potrošnja energije u zgradama ovisi o:

- lokalnim klimatskim uvjetima,
- svojstvima vanjske ovojnica zgrade,
- projektnim unutarnjim uvjetima,
- svojstvima i postavkama tehničkog sustava zgrade,
- aktivnostima i procesima u zgradama,
- ponašanju korisnika i
- režimima rada tehničkih sustava.

Energetski pregledi pojedinih vrsta zgrada su ponekad slični, tehnički jednostavniji i brojni (npr. zgrade u stambenom sektoru), ali energetski pregledi pojedinih vrsta zgrada mogu također biti jedinstveni i poprilično tehnički složeni (npr. bolnice, bazeni, lječilišta).

Energetski pregled zgrade može uključivati pregled cijele zgrade ili samo energetski pregled dijela odnosno dijelova zgrade tj. samostalne uporabne cjeline (npr. stan u stambenoj zgradi).

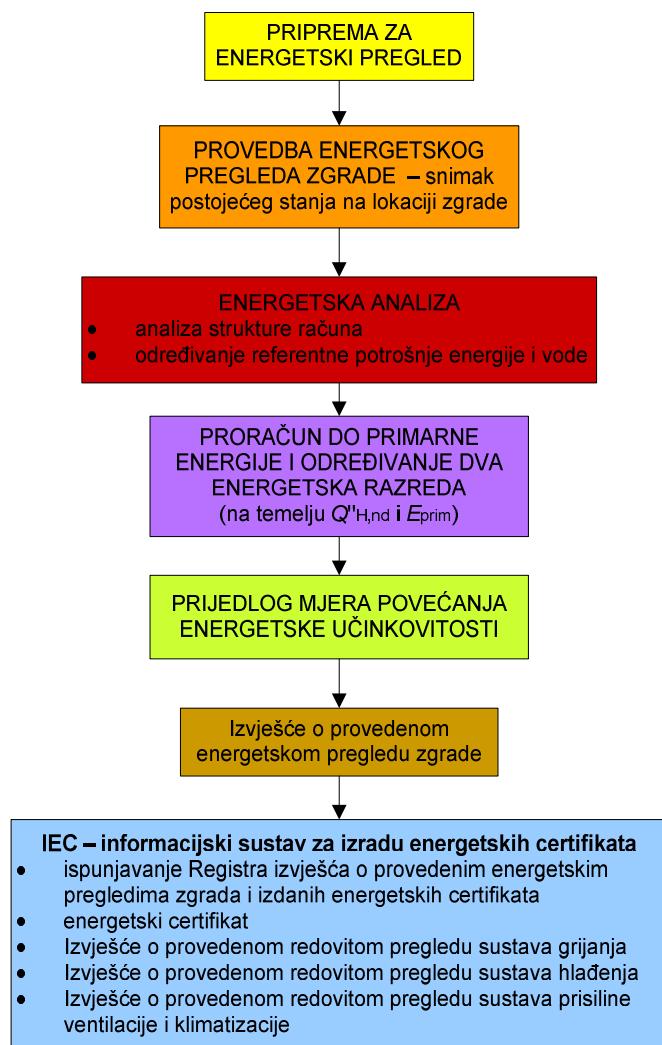
Osnovni ciljevi provedbe energetskih pregleda zgrada:

- smanjenje potrošnje energije i troškova povezanih s potrošnjom energije,
- smanjenje negativnog utjecaja na okoliš,
- ispunjavanje zahtjeva važeće regulative odnosno ispunjavanje zahtjeva po vlastitoj želji.

## 1.1. Cjeloviti dijagram toka

Tijek provedbe energetskog pregleda zgrade dan je preko okvirnog dijagrama toka.

Svaka kućica je obojena određenom bojom, koja odgovara boji pojedinog poglavlja.



Slika 1-2 Tijek provedbe energetskog pregleda zgrade

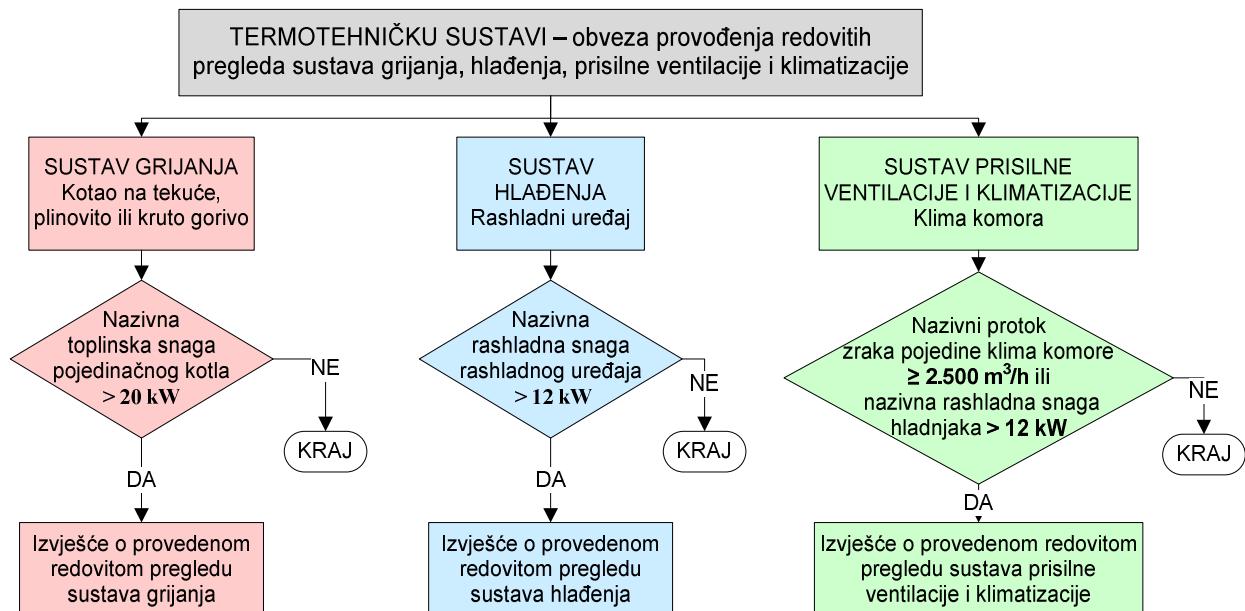
Prema *Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju* zakonska je obveza u Hrvatskoj provedba redovitih pregleda:

- sustava grijanja za sve kotlove na tekuća, plinovita ili kruta goriva **pojedinačne nazivne toplinske snage za grijanje prostora veće od 20 kW**,
- sustava hlađenja za sve rashladne uređaje pojedinačne **nazivne rashladne snage veće od 12 kW**,
- sustava prisilne ventilacije i klimatizacije za sve klima komore koje ispunjavaju barem jedan od slijedeća dva uvjeta: **nazivni protok zraka** od najmanje  **$2.500 \text{ m}^3/\text{h}$**  i **veći, nazivna rashladna snaga hladnjaka** veća od **12 kW**.

Redovitom pregledu sustava grijanja, hlađenja, prisilne ventilacije i klimatizacije podliježu sve zgrade stambene i nestambene namjene, neovisno o tome podliježu li obvezi energetske certifikacije ili ne. Dakle, svi plinski uređaji u stanovima/kućama nazivne toplinske snage za grijanje prostora veće 20 kW podliježu obvezi provedbe redovitog pregleda sustava grijanja, neovisno o tome da li stan/kuća podliježe obvezi energetske certifikacije. Npr. ukoliko se kuća ne prodaje, ne iznajmljuje, odnosno ne postoji obveza izrade energetskog certifikata, a kao izvor toplinske energije se koristi plinski zidni uređaj nazivne toplinske snage za potrebe grijanja prostora od 24 kW, vlasnik kuće je dužan dati izraditi *Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja*.

Kad god je to moguće, predlaže se, ukoliko se pokriva obveza, da se redovita kontrola sustava grijanja, hlađenja, prisilne ventilacije i klimatizacije provodi paralelno s energetskim pregledom zgrade u svrhu energetske certifikacije.

Slučajevi, kada postoji obveza provođenja redovitih pregleda sustava grijanja, hlađenja, prisilne ventilacije i klimatizacije dana je i pregledno preko dijagrama toka.



Slika 1-3 Dijagram toka – obveza provođenja redovitih pregleda sustava grijanja, hlađenja, prisilne ventilacije i klimatizacije

## 1.2. Opis postupka provedbe energetskog pregleda i certifikacije zgrada za sve vrste zgrada za koje se određuju energetski razredi

**Energetski pregled postojeće zgrade** je sustavan postupak za:

- stjecanje odgovarajućeg znanja o postojećoj potrošnji energije i energetskim svojstvima zgrade ili skupine zgrada koje imaju zajedničke energetske sustave,
- utvrđivanje i određivanje isplativosti primjene mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti,
- izradu *Izvješća o provedenom energetskom pregledu zgrade* s prikupljenim informacijama i predloženim mjerama.

Energetski pregled postojeće zgrade obavlja ovlaštena osoba.

**Energetski pregled nove zgrade** je sustavan postupak koji obuhvaća:

- pregled projektne dokumentacije glavnog projekta,
- uvid u završno izvješće nadzornog inženjera,
- uvid u izjavu izvođača o izvedenim radovima i uvjetima održavanja građevine,
- pregled atestne dokumentacije,
- vizualni pregled zgrade,
- izradu *Izvješća o provedenom energetskom pregledu zgrade* prema Metodologiji.

Energetski pregled nove zgrade obavlja ovlaštena osoba.

Energetski pregled zgrade uključuje:

- pripremne radnje,
- prikupljanje svih potrebnih podataka i informacija o zgradama koji su nužni za provođenje postupka energetskog certificiranja i određivanja energetskog razreda zgrade – SNIMAK POSTOJEĆEG STANJA,
- provođenje kontrolnih mjerena prema potrebi,
- analizu potrošnje i troškova svih oblika energije, energenata i vode za razdoblje od tri prethodne kalendarske godine – ENERGETSKA ANALIZA (nije nužno potrebno provesti za samostalne uporabne cjeline stambene ili nestambene namjene i obiteljske kuće prilikom prodaje, iznajmljivanja, davanja u zakup, odnosno davanja na leasing),
- prijedlog mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti zgrade, odnosno za poboljšanje energetskih svojstava zgrade koje su ekonomski opravdane s proračunom perioda povrata investicija i izvore cijena za provođenje predloženih mjer,
- izvješće i zaključak s preporukama i redoslijedom provedbe ekonomski opravdanih mjer za poboljšanje energetske učinkovitosti zgrade, odnosno energetskih svojstava zgrade.

**U nastavku su definirani provedbeni koraci za stambene zgrade, nestambene zgrade, ostale zgrade i samostalne uporabne cjeline, posebno za postojeće i nove zgrade.**

**Za postojeće zgrade, za koje se izdaje energetski certifikat, obvezno se provodi energetski pregled,** u kojemu se prikupljaju svi ulazni podaci i informacije o zgradici potrebni u postupku energetskog certificiranja. Proračun energetskih svojstava zgrade provodi se prema Algoritmu, te se na temelju specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>god.)] i specifične godišnje primarne energije  $E_{prim}$  [kWh/(m<sup>2</sup>god.)] za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada tehničkih sustava određuju **dva energetska razreda zgrade**. Potom se provodi prilagodba ulaznih podataka kako bi se dobili stvarni eksploatacijski uvjeti prema referentnoj potrošnji te se provode ostali nužni proračuni za analizu potrošnje i proračun mjera poboljšanja energetskih svojstava zgrade.

#### **Provedbeni koraci energetskog pregleda za postojeće stambene zgrade:**

- obilazak lokacije i prikupljanje podataka o energetskim svojstvima zgrade, tehničkim sustavima u zgradici, stvarnom režimu i parametrima korištenja zgrade i stvarnoj potrošnji i troškovima energije i vode (računi),
- analiza energetskih svojstava zgrade i tehničkih sustava,
- analiza postojećeg načina gospodarenja energijom,
- proračun energije (korisne, isporučene, primarne) za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada tehničkih sustava (za određivanje energetskog razreda),
- proračun energije (korisne, isporučene, primarne) za stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja i režim rada tehničkih sustava (potreban za izračun jednostavnog perioda povrata investicije JPP),
- izrada energetskih bilanci i modela prema stvarnom načinu korištenja (kontrola prema prikupljenim računima),
- prijedlog ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade, proračunate prema stvarnom načinu korištenja.

#### **Rezultati:**

- **Izvješće o provedenom energetskom pregledu postojeće zgrade**
- **Energetski certifikat**
- **Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja** (za sve kotlove na tekuća, plinovita ili kruta goriva pojedinačne nazivne toplinske snage za grijanje prostora veće od 20 kW),
- **Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava hlađenja** (za sve rashladne uređaje pojedinačne nazivne rashladne snage veće od 12 kW),
- **Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava prisilne ventilacije i klimatizacije** (za sve klima komore koje ispunjavaju barem jedan od sljedeća dva

uvjeta: nazivni protok zraka od najmanje  $2.500 \text{ m}^3/\text{h}$  i nazivna rashladna snaga hladnjaka veća od  $12 \text{ kW}$ ).

### **Provedbeni koraci energetskog pregleda za postojeće nestambene zgrade:**

- obilazak lokacije i prikupljanje podataka o energetskim svojstvima zgrade, tehničkim sustavima u zgradama, stvarnom režimu i parametrima korištenja zgrade i stvarnoj potrošnji i troškovima energije i vode (računi),
- provođenje kontrolnih mjerena bitnih tehničkih parametara (intenzitet osvjetljenja, toplinski gubici infracrvenom termografijom i dr., ...) – po potrebi,
- analiza energetskih svojstava zgrade i tehničkih sustava,
- analiza postojećeg načina gospodarenja energijom,
- proračun energije (korisne, isporučene, primarne) za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada tehničkih sustava (za određivanje energetskog razreda),
- proračun energije (korisne, isporučene, primarne) za stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja i režim rada tehničkih sustava (potreban za izračun jednostavnog perioda povrata investicije JPP),
- izrada energetskih bilansi i modela prema stvarnom načinu korištenja (kontrola prema prikupljenim računima),
- prijedlog ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade, proračunate prema stvarnom načinu korištenja.

### **Rezultati:**

- **Izvješće o provedenom energetskom pregledu postojeće zgrade**
- **Energetski certifikat**
- **Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja** (za sve kotlove na tekuća, plinovita ili kruta goriva pojedinačne nazivne toplinske snage za grijanje prostora veće od  $20 \text{ kW}$ ),
- **Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava hlađenja** (za sve rashladne uređaje pojedinačne nazivne rashladne snage veće od  $12 \text{ kW}$ ),
- **Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava prisilne ventilacije i klimatizacije** (za sve klima komore koje ispunjavaju barem jedan od slijedeća dva uvjeta: nazivni protok zraka od najmanje  $2.500 \text{ m}^3/\text{h}$  i nazivna rashladna snaga hladnjaka veća od  $12 \text{ kW}$ ).

**Provedbeni koraci energetskog pregleda za samostalne uporabne cjeline stambene i nestambene namjene – SUC (stanovi i poslovni prostori):**

- obilazak lokacije i prikupljanje podataka o energetskim svojstvima samostalne uporabne cjeline, tehničkim sustavima u samostalnoj uporabnoj cjelini,
- ukoliko je pojedini termotehnički sustav centralni na nivou zgrade, potrebno prikupiti glavne podatke (npr. da li postoji kotlovnica ili je zgrada priključena na daljinski sustav grijanja, ako je kotlovnica, koji se pogonski emergent koristi)
- prikupljanje računa nije obvezno, ali se po potrebi mogu uzeti; stvarni režim i parametri korištenja zgrade se uzimaju ukoliko se prikupljaju računi
- analiza postojećeg načina gospodarenja energijom (provodi se u slučaju prikupljanja računa),
- analiza energetskih svojstava samostalne uporabne cjeline i tehničkih sustava
- proračun energije (korisne, isporučene, primarne) za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada tehničkih sustava (za određivanje energetskog razreda)
- proračun energije (korisne, isporučene, primarne) za stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja i režim rada tehničkih sustava (potreban za izračun jednostavnog perioda povrata investicije JPP) – NIJE OBVEZNO, ALI SE MOŽE PROVESTI!
- izrada energetskih bilanci i modela prema stvarnom načinu korištenja (kontrola prema prikupljenim računima) – NIJE OBVEZNO, ALI SE MOŽE PROVESTI!
- prijedlog mjera za poboljšanje energetskih svojstava samostalne uporabne cjeline (JPP. određen za stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja i rada tehničkih sustava, se može i ne mora navesti!)

**Rezultati:**

- **Izvješće o provedenom energetskom pregledu postojeće zgrade**
- **Energetski certifikat**
- **Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja** (za sve kotlove na tekuća, plinovita ili kruta goriva pojedinačne nazivne toplinske snage za grijanje prostora veće od 20 kW),
- **Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava hlađenja** (za sve rashladne uređaje pojedinačne nazivne rashladne snage veće od 12 kW),
- **Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava prisilne ventilacije i klimatizacije** (za sve klima komore koje ispunjavaju barem jedan od slijedeća dva uvjeta: nazivni protok zraka od najmanje 2.500 m<sup>3</sup>/h i nazivna rashladna snaga hladnjaka veća od 12 kW).

## Provedbeni koraci energetskog pregleda postojeće zgrade koja se ne koristi i/ili nisu dostupni računi za utrošenu energiju i vodu:

- obilazak lokacije i prikupljanje podataka o energetskim svojstvima zgrade i tehničkim sustavima u zgradama,
- analiza energetskih svojstava zgrade i tehničkih sustava,
- proračun energije (korisne, isporučene, primarne) za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada tehničkih sustava (za određivanje energetskog razreda)
- preporuke ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade, proračunate prema standardiziranom načinu korištenja.

### Rezultati:

- Izvješće o provedenom energetskom pregledu zgrade
- Energetski certifikat
- Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja (za sve kotlove na tekuća, plinovita ili kruta goriva pojedinačne nazivne toplinske snage za grijanje prostora veće od 20 kW),
- Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava hlađenja (za sve rashladne uređaje pojedinačne nazivne rashladne snage veće od 12 kW),
- Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava prisilne ventilacije i klimatizacije (za sve klima komore koje ispunjavaju barem jedan od slijedeća dva uvjeta: nazivni protok zraka od najmanje 2.500 m<sup>3</sup>/h i nazivna rashladna snaga hladnjaka veća od 12 kW).

**Energetski razred zgrade** (postojeće, nove) se određuje na osnovu izračunate vrijednosti:

- specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim rada tehničkih sustava,
- specifične godišnje primarne energije  $E_{prim}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim rada tehničkih sustava.

**Energetski certifikat nove zgrade** izdaje se na temelju podataka iz Glavnog projekta u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu zgrade, pisane izjave izvođača o izvedenim radovima i uvjetima održavanja zgrade, vizualnog pregleda zgrade i završnog izvješća nadzornog inženjera o izvedbi ukoliko je postojala obveza njegove izrade. Za slučaj da ovlaštena osoba utvrdi da nova zgrada nije izgrađena u skladu s glavnim projektom u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu zgrade ili da su eventualne izmjene tijekom gradnje u odnosu na taj projekt od utjecaja na energetsko svojstvo zgrade ili da na temelju podataka iz dokumentacije nije moguće proračunati potrebnu godišnju specifičnu toplinsku energiju za grijanje

i hlađenje ili klimatizaciju zgrade za referentne klimatske podatke, odnosno odrediti energetski razred zgrade i izraditi energetski certifikat, tada se provodi postupak energetskog pregleda.

#### **Provedbeni koraci energetskog pregleda za nove zgrade:**

- pregled cjelovitosti i usklađenosti projektne dokumentacije u projektima različitih struka i specificiranje projektne dokumentacije po kojoj je izrađen energetski pregled: nazivi svih projekata i izvješća nadzornog inženjera, broj građevinske dozvole/upravnog dokumenta,
- kratki opis izведенog stanja i bitnih parametara pojedinih sustava u zgradi vezanih uz energetsku učinkovitost,
- proračun energije (korisne, isporučene, primarne) za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada tehničkih sustava (za određivanje energetskog razreda)
- ispis proračuna za vrijednosti deklarirane u energetskom certifikatu

#### **Rezultati:**

- **Izvješće o provedenom energetskom pregledu nove zgrade**
- **Energetski certifikat**
- **Preporuke za učinkovito korištenje zgrade vezano za ispunjenje temeljnog zahtjeva gospodarenja energijom i očuvanja topline i ispunjenje energetskih svojstava zgrade**

## 2. PRIPREMA ZA ENERGETSKI PREGLED



Slika 2-1 Aktivnosti po provedbenim koracima energetskog pregleda zgrade i energ. certificiranja zgrade

Na slici 2-1 detaljnije su razrađene aktivnosti koje se uobičajeno provode tijekom energetskog pregleda i energetskog certificiranja jednog kompleksnijeg energetskog pregleda.

Pojedine aktivnosti nisu obavezne za jednostavnije zgrade kao npr. energetski pregled stana s plinskim zidnim uređajem nazivne toplinske snage 18 kW. U navedenom primjeru energetskog pregleda stana nije nužan inicijalni sastanak (dostatan je telefonski poziv u kojem se izmjene osnovne informacije te se dogovori vrijeme provedbe energetskog pregleda), analiza potrošnje energije i vode nije obvezna, također nije potrebna izrada Izvješća o redovitom pregledu sustava grijanja s obzirom da je nazivna toplinska snaga plinskog uređaja za grijanje prostora manja ili jednaka  $\leq 20$  kW.

Cjelokupni prikaz aktivnosti je informativan i neobavezujući, te se daje kao primjer dobre prakse. Svaki energetski certifikator može samostalno odabrati način na koji će komunicirati s naručiteljem te način na koji će prikupiti potrebne podatke (bilo preko upitnika ili tijekom provedbe energetskog pregleda).

Prilikom započinjanja energetskog pregleda većih zgrada ili kompleksa zgrada obavlja se inicijalni radni sastanak na kojem se naručitelju predstavljaju sve aktivnosti koje će se provoditi.

Upitnik za prikupljanje podataka o potrošnji energije i vode te aktivnostima koje se obavljaju u zgradama može se dostaviti naručitelju na prvom sastanku, nakon potpisivanja ugovora. Primjeri upitnika za prikupljanje podataka o potrošnji energije i aktivnostima u zgradama nalaze se u **prilozima 9.1. i 9.2.** ove Metodologije. Ovi upitnici popunjavaju se od strane odgovornih osoba u zgradama i ovlaštene osobe koja provodi energetski pregled. Informacije i koraci opisani kroz tekst Metodologije djelomično su uopćeni za sve vrste zgrada. Od naručitelja se prikupljaju kopije svih računa za potrošene sve oblike energije, energenata i vode u protekle tri kalendarske godine te u svim prošlim mjesecima tekuće godine.

Kad god je to moguće upitnik se može naručitelju dostaviti u elektroničkom obliku. Uz upitnik se mogu dostaviti i upute za popunjavanje te podaci o osobi koja će biti dostupna naručitelju te mu kroz telefonske ili e-mail konzultacije pomoći pri popunjavanju upitnika. Odgovornost i zadatak ovlaštene osobe, koja provodi energetski pregled, je da prikupi sve potrebne informacije o načinima potrošnje energije i vode u analiziranoj zgradama, te da uoči i ispravi sve eventualne nepravilnosti.

Upitnik predstavlja samo jedan od alata za prikupljanje potrebnih podataka, koji energetski certifikatori mogu koristiti s ciljem olakšavanja same provedbe energetskog pregleda.

Dio upitnika, koje naručitelj nije u mogućnosti ispuniti, prikuplja se kroz energetski pregled zgrade.

Upravitelj ili vlasnik zgrade najčešće raspolaže podacima o općim karakteristikama zgrade dok osoblje za održavanje vodi tehničke i radne podatke o opremi i sustavima.

Podatke o troškovima za energiju u nestambenim zgradama javne namjene potrebno je zatražiti u računovodstvu tvrtke ili ustanove.

Informacije koje ovlaštena osoba koja provodi energetski pregled mora imati nakon što je u suradnji s naručiteljem došla do svih podataka traženih kroz upitnik su:

- podaci o potrošnji energije, energenata i vode za razdoblje od tri prethodne kalendarske godine (ovi podaci se mogu prikupiti, ali nisu obvezni za samostalne uporabne cjeline stambene ili nestambene namjene te obiteljske kuće koje se prodaju, iznajmljuju, daju u zakup, odnosno daju na leasing),
- podaci o relevantnim aktivnostima koje se odvijaju u zgradu u analiziranom periodu, a utječu na potrošnju energije ili vode (uključujući promjene u režimu rada zgrade, promjene u upravljanju i regulaciji, nadogradnju i rekonstrukcije vanjske ovojnica i tehničkih sustava, deinstalacija/instalacija opreme itd.),
- popis glavnih potrošača energije i vode s naznakom njihovog vremena rada,
- sheme razvoda instalacija (ukoliko postoje),
- nacrt ili skica lokacije i svih zgrada na lokaciji (ukoliko postoje),
- građevinski i arhitektonski podaci o zgradama,
- podaci o ugrađenim uređajima za mjerjenje potrošnje energije i vode,
- podaci o načinima i procedurama upravljanja sustavima i gospodarenja energijom i vodom u zgradi,
- podaci o načinu održavanja zgrade i svih tehničkih sustava u zgradi,
- eventualni specifični komentari tehničkog osoblja koje održava zgradu i upravlja tehničkim sustavima u zgradi.

Podaci prikupljeni upitnikom se mogu obraditi te se energetski certifikator upoznaje sa zgradom koja se pregledava, a nakon obrade podataka iz upitnika pristupa se planiranju posjeta lokaciji i provođenju energetskog pregleda. Tijekom posjeta ovlaštena osoba razjašnjava sve nejasnoće iz upitnika te se detaljno upoznaje s aktivnostima u zgradi, energetskim sustavima, gospodarenjem energijom, tehničkim karakteristikama zgrade, te načinima vođenja i održavanja zgrade. Tijekom posjeta se može održati sastanak s naručiteljem energetskog pregleda kako bi se osigurala njegova potpora koja je ključna u primjeni mjera poboljšanja energetske učinkovitosti. Bez sustavnog pristupa i uspostave organizacijske strukture te odluke menadžmenta za primjenu mjera energetske učinkovitosti nema niti garantiranog ostvarivanja ušteda.

S obzirom da veliki broj postojećih zgrada nema tehničku dokumentaciju ili ima neažuriranu tehničku dokumentaciju, ovlaštena osoba na osnovu postojeće dokumentacije i fizičkog pregleda (eventualna mjerjenja, foto dokumentacije, vizualni pregled) zgrade donosi niz prepostavki, koje se koriste u provođenju analiza, u pripremi *Izvješća o provedenom energetskom pregledu zgrade* ili prilikom energetskog certificiranja zgrade. Kako bi sve prepostavke što bolje odgovarale

stvarnom stanju zgrade i kako bi se pripremilo što kvalitetnije *Izvješće o provedenom energetskom pregledu zgrade* neophodno je planiranje i izrada kvalitetne foto dokumentacije.

Sve relevantne prikupljene podatke o zgradi potrebno je transparentno i jednoznačno prikazati u *Izvješću o provedenom energetskom pregledu zgrade*.

U slučaju provedbe energetskog pregleda, gdje se provode **kontrolna mjerena**, nakon inicijalnog sastanka s klijentom koji je naručio energetski pregled po potrebi se može izraditi plan mjerena, koji će pratiti svaku od predloženih mjera za detaljnu analizu. Trajanje energetskog pregleda može jako varirati (od nekoliko dana do nekoliko mjeseci), a sve ovisno o složenosti samog objekta koji se analizira. Specifičnost se kontrolnih mjerena ogleda u činjenici da se mjerna oprema za snimanje potrošnje energije i vode za mjere od interesa ostavlja na lokaciji u trajanju od jednog dana do dva tjedna. Naime, bez provjere mjeranjem korisniku se ne može ponuditi kvalitetno rješenje jer bilanca potrošnje energije treba odgovarati stvarnom stanju. Dakle, mjerena se provode kako bi se provjerile pretpostavke prilikom izrade modela i napravila što je moguće točnija ocjena trenutnog, ali i procjena budućeg stanja.

Bez kvalitetne pripreme rezultati mjerena su uobičajeno prepuni grešaka i neupotrebljivi. Priprema mjerena mora uključivati izradu plana mjerena. Plan mjerena je ključni dokument s kojim se mora upoznati i klijenta kako bi se osigurali optimalni uvjeti za njegovu provedbu. Uobičajeno se prije same izrade plana mjerena obavlja kratki posjet lokaciji kako bi se utvrdila točna mjesta gdje će se postaviti mjerna oprema te eliminirala sva eventualna iznenadenja. Naime, u slučajevima kad se plan mjerena radi na temelju skica ili shema instalacija često se znaju dogoditi neugodna iznenadenja prilikom samog postavljanja mjerene opreme, npr. glavni razvodni ormar je preuzak da bi se u njega mogla postaviti planirana mjerna oprema. Plan mjerena mora sadržavati odgovore na pitanja:

- Tko mjeri?
- Gdje se mjeri?
- Koliko traje mjerena?
- Tko je od strane korisnika odobrio mjerena?
- S kojom mjernom opremom se vrši mjerena?
- Tko kontrolira mjerena?

Plan mjerena mora biti sastavni dio dokumentacije koja se zajedno s rezultatima mjerena predaje korisniku. Sve eventualne promjene uvjeta tijekom trajanja mjerena nužno je evidentirati kako bi se moglo točno interpretirati dobivene rezultate. Korisnik može i mora pregledom planiranih i obavljenih aktivnosti jednostavno utvrditi da li je mjerena obavljeno u skladu s planom.

### **3. PROVEDBA ENERGETSKOG PREGLEDA ZGRADE – SNIMAK POSTOJEĆEG STANJA NA LOKACIJI ZGRADE – PRIKUPLJANJE POTREBNIH PODATAKA**

U postupku provođenja energetskog pregleda zgrada provode se analize koje se odnose na:

1. Način gospodarenja energijom u zgradama,
2. Toplinske karakteristike vanjske ovojnica,
3. Termotehnički sustavi,
  - 3.1 Sustavi grijanja,
  - 3.2 Sustavi pripreme potrošne tople vode,
  - 3.3 Sustavi hlađenja,
  - 3.4 Sustavi ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije,
4. Sustav napajanja, razdiobe i potrošnje električne energije,
5. Sustav električne rasvjete,
6. Sustav opskrbe vodom,
7. Sustav mjerjenja, regulacije i upravljanja,
8. Alternativne sustave za opskrbu energijom.

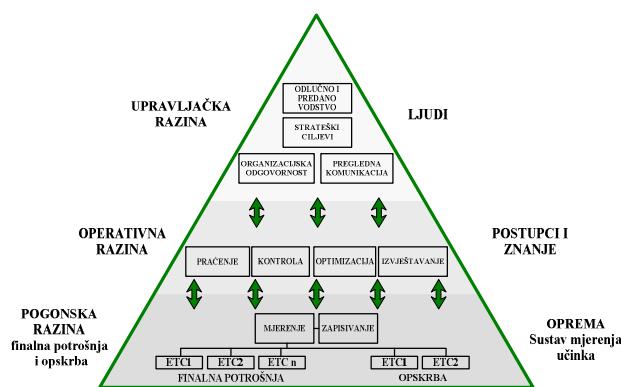
Energetski pregled zgrade provodi se u skladu s Metodologijom provođenja energetskog pregleda zgrada i pravilima struke.

### 3.1. Način gospodarenja energijom u zgradbi

Gospodarenje energijom zahtjeva sustavan pristup upravljanju i nadzoru potrošnje energije i vode. Sustav za gospodarenje energijom (SGE) predstavlja specifičan skup znanja i vještina koji se temelji na organizacijskoj strukturi koja povezuje sljedeće ključne elemente:

- ljudi s dodijeljenim odgovornostima,
- procedure praćenja učinka:
  - pokazatelje potrošnje,
  - definirane ciljeve za poboljšanje,
- sustav mjerjenja učinka.

Gore navedene sastavnice SGE-a, uključujući i informatičku poveznicu, shematski su prikazane na sljedećoj slici. Osnovni cilj svakog sustava za gospodarenje energijom je optimiranje potrošnje energije i vode, te minimiziranja otpada i utjecaja na okoliš.



Slika 3-1 Shematski prikaz koncepta SEG-a

Ova analiza predstavlja uvod u obveznu mjeru. Koraci provedbe gospodarenja energijom i vodom u zgradbi prikazani su u poglavlju Analiza i prijedlog mjera poboljšanja energetske učinkovitosti zgrade. U ovome segmentu prikupljaju se i ocjenjuju sljedeći podaci:

- sustav za gospodarenje energijom/informacijski sustav za gospodarenjem energijom,
- razina gospodarenja energijom i vodom
  - ponašanje korisnika, odgovornost, zatečeno stanje u zgradbi, kontrola računa energije i vode i slično,
  - postojanje sustava edukacijsko - motivacijskih aktivnosti i podizanja svijesti o potrošnji energije i vode krajnjih korisnika prostora zgrade,
  - organizacijska struktura - postojanje gospodarenja energijom na upravljačkoj, operativnoj i/ili pogonskoj razini,
  - postojanje planova i programa energetske učinkovitosti u zgradbi,
  - provedene i planirane mjere za poboljšanje energetske učinkovitosti,
- imenovana osoba za gospodarenje energijom i vodom te koje su dodijeljene odgovornosti i zaduženja,

- sustav za redovno mjerjenje potrošnje energije i vode te sustav za izračun i analizu pokazatelja potrošnje energije i vode,
- sustav javne nabave/nabave opreme – uključenje „zelenih“ kriterija u javnoj nabavi/nabavi opreme,
- sustav za zaštitu okoliša (sustav za recikliranje, tretiranje i razvrstavanje otpada i slično).

Za ocjenu trenutne prakse gospodarenja energijom na nekoj lokaciji koristi se tzv. **matrica SGE**. Matrica ima pet stupaca koji se odnose na različite elemente sustavnog gospodarenja energijom. U redovima matrice opisani su različiti nivoi uspostavljenosti kroz stupac prikazanog elementa sustavnog gospodarenja energijom. Tijekom energetskog pregleda se temeljem ove matrice ocjenjuje razina uspostavljenosti svakog od elemenata sustavnog gospodarenja energijom na lokaciji. Cilj je dostići najviše ocjene po svakom stupcu tj. elementu sustavnog gospodarenja energijom.

*Tablica 3-1 Matrica gospodarenja energijom*

Ocjena	Politika energetske učinkovitosti i zaštite okoliša	Organizacija	Komunikacija	Prikupljanje i analiza podataka o potrošnji energije i vode	Održavanje i nabava nove opreme
5	Uprava je predana proklamiranoj politici energetske učinkovitosti i akcijskom planu koji se redovito ažurira	Gospodarenje energijom potpuno je integrirano u upravljačku strukturu  Jasno su podijeljene uloge i odgovornosti vezano uz potrošnju energije	Redoviti formalni i neformalni načini komunikacije između osobe zadužene za gospodarenje energijom i ostalih na svim razinama upravljanja	Uspostavljen je sveobuhvatni sustav za praćenje potrošnje energije i vode, ostvarenih ušteda te prepoznavanje mogućnosti za uštede O ostvarenjima u području energetske učinkovitosti redovito se informiraju svi djelatnici/korisnici	Izvrsna praksa održavanja i nabave nove opreme  Primjenjuju se sve stavke „zelene“ nabave temeljenu na procjeni troškova u čitavom životnom vijeku
4	Formalno je doneсena politika energetske učinkovitosti ali Uprava joј nije predana Politika se neredovito ažurira Djelatnici ne znaju za postojanje politike energetske učinkovitosti	Postoji osoba zadužena za gospodarenje energijom koja je formalno podređena energetskom odboru koji vodi jedan od članova Uprave ili vlasnik	Energetski odbor koristi se kao glavni izvor informacija vezanih uz potrošnju energije i ima direktnu vezu prema glavnim potrošačima	Uspostavljen je relativno jednostavan sustav za praćenje potrošnje energije i vode na lokaciji za glavne potrošače  O ostvarenjima u području energetske učinkovitosti se ne informiraju svi djelatnici/korisnici	Vrlo dobra praksa održavanja i nabave nove opreme Koriste se dijelovi procjene troškova u čitavom životnom vijeku kao podloga za odlučivanje prilikom nabave nove opreme
3	Politika energetske učinkovitosti definirana od strane odgovornih iz Službe za održavanje ili energetiku nije formalno usvojena	Postoji osoba zadužena za gospodarenje energijom koja povremeno izvještava energetski odbor te je nejasna veza prema Upravi ili vlasniku	Kontakt prema glavnim potrošačima energije ostvaruje se preko ad-hoc uspostavljenog energetskog odbora koji vodi netko na razini Voditelja odjela ili službe	Potrošnja se prati preko mjerne opreme postavljene od strane opskrbljivača energijom  Analiziraju se trendovi i troškovi za energiju i vodu, što je dio planiranja proračuna	Dobra praksa održavanja i nabave nove opreme Za ulaganja u dijelu koji se odnosi na energetsku učinkovitost koristi se metoda jednostavnog povrata početnog ulaganja
2	Koristi se nepisana politika energetske učinkovitosti	Gospodarenje energijom dio je povremenih aktivnosti dijela osoblja s ograničenim	Neformalni kontakti između inženjera iz Službe za održavanje ili energetiku u velikih potrošača energije	Godišnja izvješća o potrošnji energije i vode temelje se na izvješćima opskrbljivača energijom uz praćenje višegodišnjeg trenda potrošnje energije	Ograničena ali dobra praksa održavanja i nabave nove opreme Ne ulaže se u poboljšanja

### 3. PROVEDBA ENERGETSKOG PREGLEDA ZGRADE – SNIMAK POSTOJEĆEG STANJA NA LOKACIJI ZGRADE

		autoritetom i utjecajem			vezana uz energetsku učinkovitost
1	Ne postoji politika energetske učinkovitosti	Ne postoji sustav gospodarenja energijom ili bilo koji drugi oblik delegiranja odgovornosti vezane uz potrošnju energije i vode	Nema kontakata i informacija prema djelatnicima i velikim potrošačima	Ne prati se potrošnja energije i vode	Slaba praksa održavanja Ne ulaže se u energetsku učinkovitost

Kao primjer je uzeta upravna zgrada jedne tvrtke. U razgovoru s upravom uočeno je kako pokušavaju implementirati smjernice energetske učinkovitosti, odnosno koristi se nepisana politika energetske učinkovitosti. Time se u segmentu politika energetske učinkovitosti i zaštite okoliša dodjeljuju 2 boda. Trenutno u tvrtki nitko nije zadužen za gospodarenje energijom i analizu potrošnje energije i vode (organizacija 1 bod). U segmentu komunikacije nema kontakata i informacija prema djelatnicima i velikim potrošačima čime se dodjeljuje 1 bod. Ne prati se potrošnja energije i vode, što znači da se za segment prikupljanje i analiza podataka o potrošnji energije i vode dodjeljuje 1 bod. Što se tiče održavanja i nabave nove opreme koriste se jednostavne analize te se izrađuju procjene jednostavnog povrata početnog ulaganja čime se dodjeljuju 3 boda. Ukupno od 25 mogućih bodova u analiziranoj zgradiji ostvareno je 8 bodova što označava izuzetno nisku razinu gospodarenja energijom te značajan potencijal u smanjenju potrošnje implementacijom mjera promjene ponašanja.

Prethodno je opisan primjer dobre prakse. U slučaju gdje prethodno opisani pristup nije moguć, odnosno nije primjenjiv kao u slučaju stambenih zgrada, samostalnih uporabnih cjelina i slično, potrebno je napraviti nužne korekcije primjera dobre prakse ili odabrati drugačiji pristup utemeljen na pravilima struke i relevantnoj stručnoj literaturi.

### 3.2. Toplinske karakteristike vanjske ovojnica

Pri utvrđivanju toplinskih karakteristika vanjske ovojnice zgrade bitno je tokom energetskog pregleda zgrade sakupiti što detaljnije podloge, odnosno mjerena na lokaciji.

Ako za zgradu ne postoji tehnička dokumentacija, podatke i informacije o vanjskoj ovojnici i njenom sastavu prikupljaju se uvidom na terenu i uvažavanjem prepostavki i karakteristika građevnih elemenata u skladu sa standardima koji su važili u vrijeme izgradnje zgrade. U skladu s time izračunavaju se koeficijenti prolaska topline  $U$ , za sve karakteristične građevne dijelove (kao informativna podloga dani su prilozi 9.5., 9.6. i 9.7.).

**Vanjsku ovojnicu** zgrade čine svi građevinski elementi grijanog prostora zgrade koji graniče s vanjskim zrakom, negrijanim prostorima, tlom. **U vanjsku ovojnicu zgrade ne spadaju dijelovi koji graniče između grijanih zona, ali isti ulaze u energetsku bilancu zgrade.**

**Važno** je utvrditi što točniji sastav elemenata vanjske ovojnice zgrade radi izračunavanja realnih gubitaka energije, kako u kasnijim izračunima ne bi došlo do velikih odstupanja između potrebne energije i stvarne korisne energije. Da bi se utvrdio sastav građevinskih elemenata vanjske ovojnice preporuča se mjerjenje debljine elemenata vanjske ovojnice, te prema debljini pojedinih elemenata utvrditi sastav istih.

Ukoliko ne postoji nikakva projektna dokumentacija o zgradama, potrebno je izmjeriti gabarite zgrade, visine etaža, te dimenzije otvora, kako bi se izračunala godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q_{H,nd}$  [kWh/god.] i hlađenje  $Q_{C,nd}$  [kWh/god.].

Tijekom prikupljanja podataka o građevnim dijelovima općenito te analizi prikupljenih podataka ukoliko se radi o zgradama za koju je propisana obveza energetskog certificiranja, dodatno se prikupljaju ulazni podaci koji su nužni za provođenje energetskog certificiranja. Postupak energetskog certificiranja i sastavnii koraci propisani su Pravilnikom i Algoritmom.

Pri analizi vanjske ovojnica potrebno je prikupiti sljedeće podatke:

- oplošje grijanog dijela zgrade  $A$  u [ $m^2$ ],
- orientacija, nagib i pripadajuća površina elemenata vanjske ovojnice zgrade (neprozirnih i prozirnih dijelova),
- obujam grijanog dijela zgrade,  $V_e$  [ $m^3$ ],
- ploština korisne površine zgrade  $A_K$  u [ $m^2$ ],
- pretpostavljeni/izračunati gubici otvora uslijed ventilacije i infiltracije,
- podaci o elementima za zaštitu od insolacije,
- udio ploštine prozora u ukupnoj ploštini pročelja,  $f$  [ $m^2/m^2$ ],
- oplošje hlađenog dijela zgrade  $A$  u [ $m^2$ ],
- obujam hlađenog dijela zgrade  $V_e$  u [ $m^3$ ],
- ploština hlađene površine zgrade  $A_{Kc}$  u [ $m^2$ ],

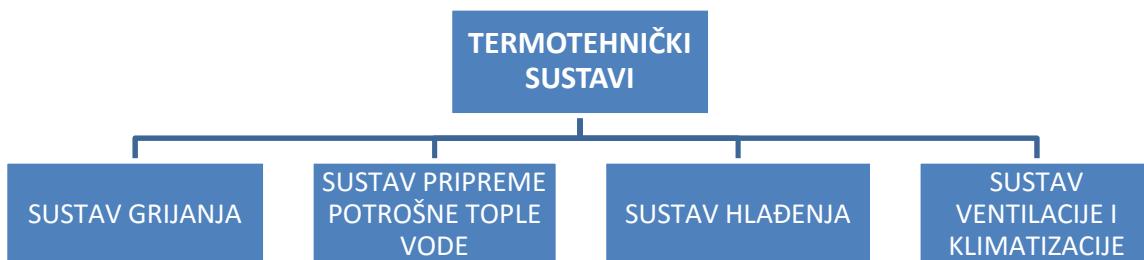
- obujam zgrade obuhvaćen ventilacijom/klimatizacijom u [m<sup>3</sup>],
- vrijeme korištenja zgrade: standardno (u skladu s namjenom, definirano Algoritmom, koristi se za proračun potrebne energije) i stvarno (prema informaciji korisnika, koristi se za modeliranje potrošnje i troškova),
- unutarnja projektna temperatura u sezoni grijanja i hlađenja: standardna (u skladu s namjenom, definirano Algoritmom, koristi se za proračun potrebne energije) i stvarna (prema informaciji korisnika, koristi se za modeliranje potrošnje i troškova),
- broj izmjena zraka za osnovni grijani volumen u skladu sa stanjem vanjske ovojnica (nov minimalni broj izmjena zraka ili staro-povećani broj izmjena zraka) i načinom ventilacije (prirodna ili mehanička),
- fotodokumentacija vanjske ovojnice zgrade,
- broj izmjena zraka za negrijane prostorije, obujam negrijanog prostora,
- oplošje negrijanog dijela zgrade,
- proračunati unutarnji toplinski dobici (ljudi, rasvjeta oprema): standardna vrijednost u skladu s Tehničkim propisom ili povećani proračunati prema HRN EN ISO 13790:2008, Aneks G, tablica G.12.

Tokom obilaska zgrade, odnosno energetskog pregleda poželjno je odmah odrediti negrijane prostore, te shematski podijeliti zgradu na zone.

U sklopu snimka postojećeg stanja toplinskih karakteristika vanjske ovojnice potrebno je analizirati sastave građevinskih elemenata vanjske ovojnice zgrade, te svaki građevinski element zasebno opisati (slojeve građevinskog elementa i debljine istih). Nakon opisa građevinskih elemenata potrebno je dati procjenu stanja vanjske ovojnice zgrade i provjeriti ispunjavanje uvjeta propisanih trenutno važećim *Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama*.

### 3.3. Termotehnički sustavi

**Termotehnički sustav** je tehnička oprema za grijanje, hlađenje, ventilaciju, klimatizaciju i pripremu potrošne tople vode zgrade ili samostalne uporabne cjeline.



Slika 3-2 Pregled termotehničkih sustava

Osnovni zadatak termotehničkih sustava je postizanje toplinske ugodnosti u prostorima zgrade. Toplinska ugodnost je određena s: temperaturom zraka u prostoriji, srednjom temperaturom ploha prostorija, kvalitetom zraka u prostoriji, vlažnošću zraka u prostoriji, brzinom zraka u prostoriji, razinom buke u prostoriji, namjenom prostorije, razinom i vrstom aktivnosti koje se odvijaju u prostoriji i odjećom osoba koje borave u prostoriji.

Prije početka provedbe energetskog pregleda u dijelu termotehničkih sustava potrebno je zatražiti:

- **projektu dokumentaciju** (ukoliko postoji),
- **izvješća o ispitivanju** (npr. u slučaju kotla nazivnog učina većeg od 100 kW *Izvješće o mjerenu i analizi emisija onečišćujućih tvari u zrak iz stacionarnog izvora*),
- **zapisnike/izvješća o pregledu opreme i provedenom servisu** s osnovnim ciljem održavanja,
- **račune za energente za tri prethodne cijele uzastopne kalendarske godine** (npr. ako se energetski pregled provodi u listopadu 2016., uzimaju se računi za 2013., 2014. i 2015.; preporuka je uzeti i račune u tekućoj godini, a posebno zadnji račun) → više o računima u poglavljju 4.2

Svaki termotehnički sustav, ukoliko je centralni, sastoji se od sljedećih glavnih podsustava:

- **izvor** (izvor toplinske energije, izvor rashladne energije, klima komora),
- **razvod** (cijevni razvod, kanalni razvod za zrak),
- **izmjena topline u prostoru** (ogrjevna tijela, rashladna tijela, istrujni otvori).

*Od kojeg podsustava krenuti prilikom provedbe energetskog pregleda termotehničkih sustava?* Individualna je to odluka svakog certifikatora! Dok neki certifikatori započinju pregled sa zgradom odnosno prostorijama, u kojima se mora postići toplinska ugodnost ugrađenim termotehničkim sustavima, drugi certifikatori kreću s provedbom energetskog pregleda od izvora toplinske/rashladne energije, pa preko razvoda, te na kraju dolaze do prostora u kojima se nalaze krajnji elementi za prijenos topline u prostor.

Opća preporuka o načinu provedbe energetskog pregleda termotehničkih sustava ne postoji već je to individualna odluka svakog certifikatora!

No, važno je da se provede energetski pregled svih podsustava termotehničkih sustava, te da se svaki pojedini termotehnički sustav poveže s pojedinim prostorom zgrade, u kojemu postiže traženu toplinsku ugodnost. Npr. u slučaju zgrade s 10 ugrađenih klima komora, potrebno je pregledati zasebno svaku klima komoru, zatim pregledati kanalne razvode, te istrijne otvore u prostorijama. Izuzetno je važno povezati svaku klima komoru s prostorijom koju klima komora kondicionira.

S obzirom na opisani snimak postojećeg stanja termotehničkih sustava u *Metodologiji provođenja energetskih pregleda građevina* iz lipnja 2014. godine kroz slijedeća poglavlja:

#### **2.5.3 Analiza sustava za grijanje**

#### **2.5.4 Analiza sustava za hlađenje**

#### **2.5.5 Analiza sustava ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije**

#### **2.5.6 Analiza sustava pripreme potrošne tople vode)**

u ovoj *Metodologiji provođenja energetskog pregleda zgrada – 2017* dodatno je naglasak stavljen na podatke koje je potrebno prikupiti prilikom provedbe energetskog pregleda termotehničkih sustava za potrebe proračuna do primarne energije sukladno *Algoritmu za izračun energetskih svojstava zgrade*.

Za svaki termotehnički sustav potrebno je pregledati odnosno prikupiti slijedeće podatke:

- **projektnu dokumentaciju** (ukoliko postoji),
- **općeniti podaci o sustavu** (npr. vrsta uređaja za proizvodnju toplinske/rashladne energije, ukupna toplinska/rashladna snaga, ukupni protok zraka kod klima komora),
- **održavanje/servis sustava** (procjena stanja sustava),
- **detaljniji podaci** o izvoru toplinske/rashladne energije odnosno o klima komori,
- **podaci o podsustavu razvoda** (u slučaju centralne izvedbe sustava),
- **podaci o podsustavu izmjene topline** (u slučaju centralne izvedbe sustava),
- **podaci o regulaciji.**

### 3.3.1. Sustavi grijanja

Prilikom provedbe energetskog pregleda sustava grijanja važno je **prikupiti podatke o stvarnom režimu rada sustava grijanja** (npr. prekidi u grijanju, smanjeni odnosno „štедni“ režim tijekom noći ili vikenda, temperature)!

U sklopu snimka postojećeg stanja sustava grijanja potrebno je analizirati sustav grijanja od preuzimanja energije do krajnjih potrošača i pri tome prikupiti slijedeće podatke vezane za:

- **opis pojedinih podsustava sustava grijanja:** izvor toplinske energije, cijevni razvod (kod centralnog sustava grijanja), ogrjevna tijela (kod centralnog sustava grijanja),
- **regulaciju sustava** (centralnu kod samog izvora toplinske energije i decentralnu kod ogrjevnih tijela),
- **održavanje/servis sustava grijanja,**
- **stanje sustava grijanja** (procjena donesena na temelju energetskog pregleda),
- **unutarnja projektna temperatura zraka** u prostorima zgrade u sezoni grijanja (iz projektne dokumentacije),
- **podaci o stvarnom režimu rada sustava grijanja** (npr. prekidi u grijanju, smanjeni odnosno „štедni“ režim tijekom noći ili vikenda, temperature),
- energetsku učinkovitost sustava (posebno izvora toplinske energije),

Prilikom provedbe energetskog pregleda sustava grijanja, potrebno je prije svega utvrditi radi li se o centralnom sustavu grijanja ili decentralnom (lokalnom ili pojedinačnom) sustavu grijanja.

Prilikom provedbe energetskog pregleda sustava grijanja, a za potrebe izrade energetskog certifikata, poželjno je prikupiti sve podatke navedene u *Izyješću o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja* (naravno ukoliko postoji uopće zakonska obveza provođenja redovitog pregleda sustava grijanja i ukoliko se energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja provode istovremeno).

### 3.3.1.1. Decentralni sustav grijanja

U slučaju decentralne izvedbe sustava grijanja omogućeno je izravno zagrijavanje prostorije iz izvora toplinske energije koji je u njoj smješten. Primjeri pojedinačnih izvora toplinske energije: otvoreni i zatvoreni kamini na drva, plinski kamini, pojedinačne peći na kruta goriva (ogrjevno drvo), pojedinačne plinske peći (na dimnjak ili fasadni priključak), pojedinačne električne peći, peći na pelete i slično.



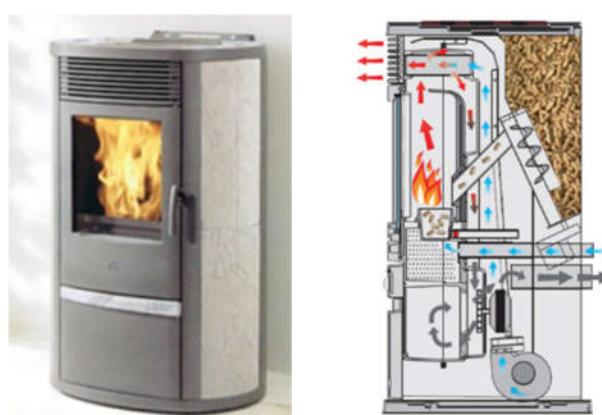
Slika 3-3 Otvoreni i zatvoreni kamin



Slika 3-4 Pojedinačna peć na drva za grijanje prostora učina 5 kW – stupanj djelovanja 78,5 %



Slika 3-5 Pojedinačna plinska peć proizvođača IKOM



Slika 3-6 Peć na pelete učina 8 kW i stupnja djelovanja 89,2%

Pojedini pojedinačni izvori toplinske energije, mogu se osim za pokrivanje potreba za grijanjem koristiti i za kuhanje.

Tablično su dani podaci koje je potrebno prikupiti prilikom provedbe energetskog pregleda pojedinačnog izvora toplinske energije, ukoliko su dostupni. Važni podaci koje je potrebno znati ili pretpostaviti su nazivni učin i stupanj djelovanja kod nazivnog učina prema podacima proizvođača.

*Tablica 3-2 Pojedinačni izvori toplinske energije – ulazni podaci*

POJEDINAČNI IZVOR TOPLINSKE ENERGIJE	
Vrsta	Peć na drva
Proizvođač	ALFA PLAM
Model	REGULAR 46
Nazivni učin [kW]	5
Godina proizvodnje	2015.
Namjena	<input checked="" type="checkbox"/> grijanje <input checked="" type="checkbox"/> ostalo kuhanje
Stupanj djelovanja kod nazivnog učina prema podacima proizvođača [%]	74,4



Ukoliko je pojedinačni izvor toplinske energije starijeg datuma proizvodnje, nazivni učin i stupanj djelovanja je potrebno pretpostaviti. Tablično su navedene prosječne orijentacijske vrijednosti stupnjeva djelovanja kod nazivnog učina pojedinih vrsta pojedinačnih izvora toplinske energije.

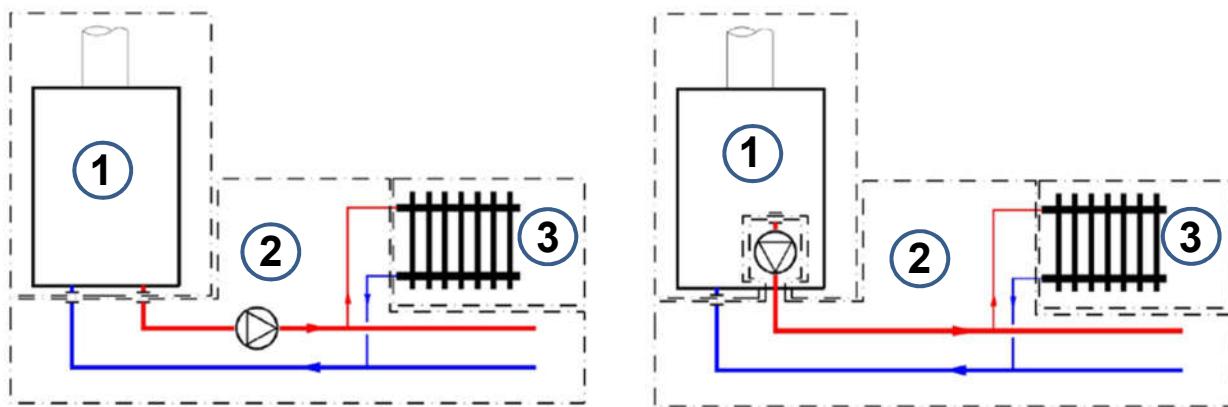
*Tablica 3-3 Pojedinačni izvori toplinske energije – orijentacijske vrijednosti stupnjeva djelovanja kod nazivnog učina*

POJEDINAČNI IZVOR TOPLINSKE ENERGIJE	
Vrsta	Stupanj djelovanja kod nazivnog učina, [%]
Otvoreni kamin	20 %
Zatvoreni kamin	< 50 %
Kaljeva peć	75 – 89 %
Peć na drva za grijanje i kuhanje	70 – 80 %
Peć na drva za grijanje	70 – 85 %
Peć na pelete	> 90 %
Stare plinske peći s priključkom na dimnjak snage od 3 do cca. 12 kW s otvorenom komorom izgaranja	< 75 %
Nove plinske peći s priključkom na dimnjak snage od 3 do cca. 12 kW s otvorenom komorom izgaranja	75 – 85 %
Plinske peći s fasadnim priključkom do max. 7 kW sa zatvorenom komorom izgaranja	< 85 %

### 3.3.1.2. Centralni sustav grijanja

Centralni sustav grijanja se sastoji od slijedeća tri podsustava:

1. podsustav proizvodnje toplinske energije (izvor toplinske energije),
2. podsustava razvoda (distribucije) toplinske energije,
3. podsustav izmjene topline u prostoru (ogrjevna tijela).



Slika 3-7 Podsustavi centralnog sustava grijanja

#### PODSUSTAV PROIZVODNJE TOPLINSKE ENERGIJE (izvor toplinske energije)

Uobičajeni izvori toplinske energije centralnog sustava grijanja: kotlovi (na kruta, tekuća i plinovita goriva), toplinska podstanica (daljinski sustav grijanja), dizalice topline.



Slika 3-8 Uobičajeni izvori toplinske energije centralnog sustava grijanja

Neovisno o vrsti izvora toplinske energije prikupljaju se slijedeći **podaci za svaki izvor toplinske energije** zasebno:

- proizvođač,
- model,
- nazivni toplinski učin u [kW],
- godina proizvodnje,
- namjena (grijanje, PTV, ostalo),
- smještaj izvora toplinske energije (u grijanoj zoni, u negrijanoj prostoriji) – ako se izvor toplinske energije nalazi u grijanoj zoni u zgradu s više zona, potrebno je navesti u kojoj zoni se nalazi.

Ovisno o vrsti izvora toplinske energije prikupljaju se određeni **podaci** specifični za pojedinu vrstu izvora toplinske energije **vezani za energetsku učinkovitost samog izvora toplinske energije** kao npr.:

- stupanj djelovanja kotla kod nazivnog učina (prema podacima proizvođača, prema normi HRN EN 15316-4-1, izmjereni na osnovu gubitka osjetne topline dimnih plinova),
- faktor grijanja COP i sezonski faktor grijanja SCOP kod dizalice topline.

**Dodatni podaci**, koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda sustava grijanja **s kotлом kao izvorom toplinske energije**:

- gorivo za pogon kotla (prirodni plin, ukapljeni naftni plin, loživo ulje, peleti, sječka, ogrjevno drvo, ...),
- vrsta regulacije rada kotlova u slučaju više kotlova (rad s prioritetom, rad bez prioriteta),
- smještaj kotla (vani, kotlovnica, tavanski prostor, unutar grijanog prostora) → ako se kotao nalazi u grijanoj zoni u zgradici s više zona, potrebno je navesti u kojoj zoni se nalazi,
- vrsta kotla s obzirom na temperaturni režim (standardni, niskotemperaturni, kondenzacijski),
- vrsta plamenika (atmosferski plamenik, ventilatorski plamenik),
- vrsta regulacije temperature vode u kotlu (regulacija s konstantnom temperaturom ogrjevnog medija, regulacija s promjenjivom temperaturom ogrjevnog medija).

**Dodatni podaci**, koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda sustava grijanja **s dizalicom topline kao izvorom toplinske energije**:

- toplinski izvor dizalice topline (zrak, voda, tlo),
- vrsta dizalice topline s obzirom na izvor dodatne energije za ostvarivanje kružnog procesa
  - kompresijska dizalica topline s električnim pogonom,
  - kompresijska dizalica topline pogonjena motorom s unutrašnjim izgaranjem,
  - apsorpcijska dizalica topline pogonjena toplinskom energijom,
- dodatni izvor toplinske energije
  - da li se koristi dodatni izvor toplinske energije (da, ne),
  - vrsta dodatnog izvora toplinske energije (npr. kotao),
  - režim rada dizalice topline s dodatnim izvorom toplinske energije (paralelni režim rada, djelomično paralelni režim rada, alternativni režim rada)
- namjena dizalice topline
  - samo za grijanje prostora,
  - samo za pripremu PTV-a
  - naizmjenično za grijanje prostora i pripremu PTV-a (kad radi grijanje ne radi PTV i obrnuto),

- simultano (kombinirano) za grijanje prostora i pripremu PTV-a,
- radne točke dizalice topline za različite režime rada dizalice topline (grijanje, PTV, grijanje i PTV) – podaci o toplinskom učinu i faktoru grijanja COP (vidi primjer radnih točaka za dizalicu topline Menergy REWATEMP 6 s tlom kao izvorom toplinske energije → Tablica 3-4) → podatak bi trebao osigurati proizvođač dizalice topline,
- regulacija dizalice topline (on/off, stupnjevana, kontinuirana).

**Dodatni podaci**, koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda sustava grijanja **s toplinskom podstanicom kao izvorom toplinske energije**:

- nazivna snaga toplinske podstanice u [kW],
- vrsta toplinske podstanice (direktna, indirektna),
- tip toplinske podstanice,
  - toplovodna – niska temperatura,
  - toplovodna – visoka temperatura,
  - para – niski tlak,
  - para – visoki tlak,
- klasa izolacije sekundarnog – primarnog kruga prema EN ISO 12241 (1-2, 2-3, 3-4, 4-5),

Tablica 3-4 Radne točke za dizalicu topline Menerga REWATEMP 6

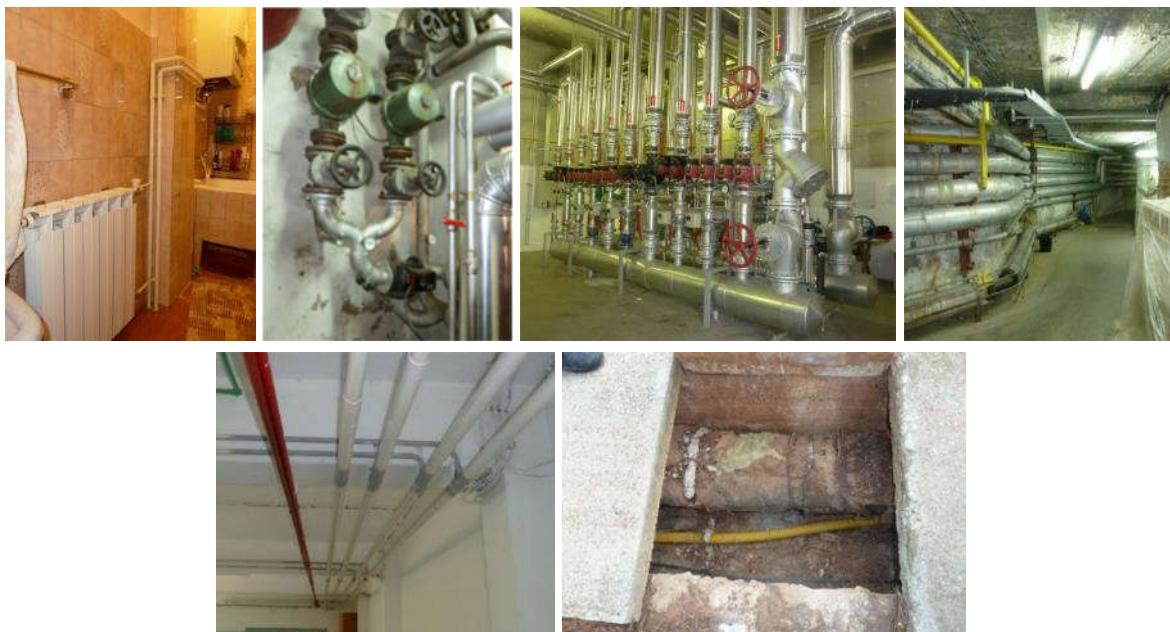
Proizvođač i tip dizalice topline	Menerga REWATEMP 6
Toplinski učin dizalice topline	<b>98,00 kW</b>
Rashladni učin dizalice topline	<b>76,00 kW</b>
Toplinski izvor dizalice topline	<b>TLO</b>
Način pripreme potrošne tople vode ( <i>none, only, alternate, simultaneous</i> )	naizmjenično, simultano
Regulacija dizalice topline ( <i>ON-OFF, step, variable speed</i> )	stupnjevana
Maksimalna temperatura polazne vode	56°C

<b>Režim rada dizalice topline – GRIJANJE (EN 14511)</b>					
Karakteristične točke – samo za GRIJANJE (EN 14511)	Oznaka	Jedinica	1	2	3
Standardna ulazna temperatura izvora toplinske energije	$\theta_{sc} = \theta_{sc,stand}$	°C	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
Standardna polazna radna temperatura sustava grijanja – 1. ISPITNA TOČKA (temperatura ponora)	$\theta_{sk1}$	°C	<b>35</b>		
Standardna polazna radna temperatura sustava grijanja- 2. ISPITNA TOČKA (temperatura ponora)	$\theta_{sk2}$	°C	<b>45</b>		
COP – 1. ISPITNA TOČKA	$COP_{standard1}$	-	<b>4,6</b>	<b>4,8</b>	<b>4,9</b>
COP – 2. ISPITNA TOČKA	$COP_{standard2}$	-	<b>3,5</b>	<b>3,6</b>	<b>3,7</b>
Toplinski učin – 1. ISPITNA TOČKA	$\Phi_{H,hp,sngl1}$	kW	<b>87,2</b>	<b>91,6</b>	<b>94,8</b>
Toplinski učin – 2. ISPITNA TOČKA	$\Phi_{H,hp,sngl2}$	kW	<b>82,8</b>	<b>87,0</b>	<b>89,8</b>

<b>Režim rada dizalice topline – PRIPREMA POTROŠNE TOPLE VODE (EN 14511)</b>					
Karakteristične točke – samo za PTV (EN 14511)	Oznaka	Jedinica	1	2	3
Standardna ulazna temperatura izvora toplinske energije	$\theta_{sc} = \theta_{sc,stand}$	°C	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
Temperatura polazne vode PTV-a	$\theta_{sk1}$	°C	<b>55</b>		
COP – ISPITNA TOČKA	$COP_{t,standard}$	-	<b>2,58</b>	<b>2,71</b>	<b>2,79</b>
Toplinski učin – ISPITNA TOČKA	$\Phi_{W,hp,sngl1}$	kW	<b>77,80</b>	<b>81,60</b>	<b>84,20</b>

<b>Režim rada dizalice topline – paralelni rad GRIJANJE + PTV (EN 14511)</b>					
Karakteristične točke – GRIJANJE + PTV (EN 14511)	Oznaka	Jedinica	1	2	3
Standardna ulazna temperatura izvora toplinske energije	$\theta_{sc} = \theta_{sc,stand}$	°C	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
COP – 1. ISPITNA TOČKA	$COP_{combi1}$	-	<b>4,6</b>	<b>4,8</b>	<b>4,9</b>
COP – 2. ISPITNA TOČKA	$COP_{combi2}$	-	<b>3,5</b>	<b>3,6</b>	<b>3,7</b>
Toplinski učin – kombinirano GRIJANJE – 1. ISPITNA TOČKA	$\Phi_{H,hp,combi1}$	kW	<b>72,20</b>	<b>75,90</b>	<b>77,64</b>
Toplinski učin – kombinirano GRIJANJE – 2. ISPITNA TOČKA	$\Phi_{H,hp,combi2}$	kW	<b>65,10</b>	<b>67,45</b>	<b>70,13</b>
Toplinski učin – kombinirano PTV – 1. ISPITNA TOČKA	$\Phi_{W,hp,combi1}$	kW	<b>15,04</b>	<b>15,70</b>	<b>17,16</b>
Toplinski učin – kombinirano PTV – 2. ISPITNA TOČKA	$\Phi_{W,hp,combi2}$	kW	<b>17,68</b>	<b>19,55</b>	<b>19,66</b>

## PODSUSTAV RAZVODA TOPLINSKE ENERGIJE



Slika 3-9 Podsustav razvoda toplinske energije

Podsustav razvoda obuhvaća cijevni razvod i cirkulacijske crpke, kao glavne elemente u cijevnom razvodu. Kod manjih sustava grijanja je cirkulacijska crpka fizički smještena unutar izvora toplinske energije, no i dalje se smatra sastavnim dijelom podsustava razvoda centralnog sustava grijanja (Slika 3-7).

Podaci, koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda podsustava razvoda centralnog sustava grijanja:

- projektna temperatura polaznog/povratnog voda u [°C],
- hidrauličko uravnoteženje sustava grijanja (nema, ručno, automatski),
- ukupan broj polaznih krugova grijanja – napisati namjenu pojedinog polaznog kruga grijanja,
- cijevni razvod
  - materijal izrade cijevnog razvoda,
  - stanje toplinske izolacije cijevnog razvoda,
  - duljina cijevnog razvoda koja prolazi kroz grijani prostor u [m],
  - duljina cijevnog razvoda koja prolazi kroz negrijani prostor u [m],
- cirkulacijske crpke
  - ukupan broj cirkulacijskih crpki,
  - instalirana nazivna električna snaga ugrađenih cirkulacijskih crpki u [W],
  - regulacija cirkulacijskih crpki (ON/OFF, jednostupanjska, dvostupanjska, trostupanjska, kontinuirana),
  - toplinska izolacija crpki (toplinski izolirana, toplinski neizolirana),

- smještaj crpke (u grijanoj zoni, u negrijanom prostoru, izvan zgrade) – ako se crpka nalazi u grijanoj zoni u zgradi s više zona, potrebno je navesti u kojoj zoni se nalazi,
- ocjena stanja cirkulacijskih crpki (primjereno, neprimjereno).



**11 – polazni vod 1** → spremnik PTV-a za potrebe kuhinje

**22 – polazni vod 2** → NOVI DIO ŠKOLE

**33 – polazni vod 3** → STARI DIO ŠKOLE

**44 – polazni vod 4** → TOPLOZRAČNO GRIJANJE KUHINJE (ne koristi se)

Slika 3-10 Sabirnik / razdjelnik s ukupno četiri kruga grijanja

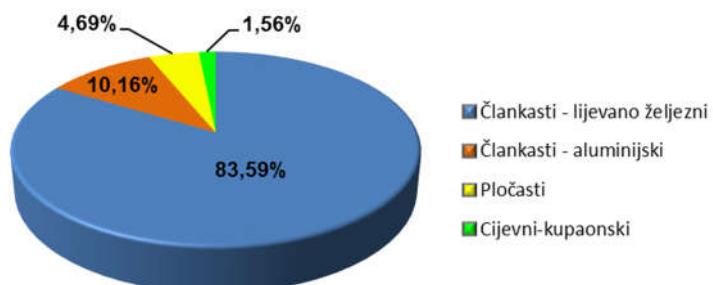
PODSUSTAV IZMJENE TOPLINE U PROSTORU (ogrjevna tijela)

Slika 3-11 Podsustav izmjene topline u prostoru

Podaci, koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda podsustava izmjene topline u prostoru:

- vrsta ogrjevnog tijela (radijatori, konvektori, ventilokonvektori, sustav površinskog grijanja, kaloriferi, električno grijanje, ...),
- ukupan broj ogrjevnih tijela i ukupan broj pojedine vrste ogrjevnih tijela (Slika 3-12),
- ukupan instalirani učin ogrjevnih tijela u [kW] na standardnom temperaturnom režimu (90/70/20°C, 75/65/20°C),
- u slučaju radijatora kao ogrjevnih tijela:
  - regulacija (neregulirana – obični ručni radijatorski ventil, termostatski set – P regulator s područjem regulacije 2K, P regulator 1 K, PI regulator),
  - smještaj radijatora – uz normalni vanjski zid, uz unutarnji zid, uz staklenu površinu bez zaštite od zračenja, uz staklenu površinu sa zaštitom od zračenja
- u slučaju ventilokonvektora/kalorifera kao ogrjevnih tijela:
  - broj ventilokonvektora/kalorifera,
  - prosječna električna snaga jednog ventilatora u [W].

ElZ - udio pojedine vrste radijatora (ukupan broj radijatora = 128)



Slika 3-12 Vrste ugrađenih radijatora u promatranoj zgradi

### 3.3.2. Sustavi pripreme potrošne tople vode

U sklopu snimka postojećeg stanja sustava pripreme potrošne tople vode potrebno je analizirati sustav pripreme potrošne tople vode od preuzimanja energije do krajnjih izljevnih mesta (mjesta potrošnje tople vode) i pri tome prikupiti slijedeće podatke vezane za:

- **opis pojedinih podsustava sustava pripreme potrošne tople vode:** izvor toplinske energije, primarni cijevni razvod (kod centralnog sustava pripreme PTV-a), spremnik potrošne tople vode (kod centralnog sustava pripreme PTV-a), cijevni razvod (kod centralnog sustava pripreme PTV-a),
- **održavanje/servis sustava pripreme PTV-a,**
- **stanje sustava pripreme potrošne tople vode** (procjena donesena na temelju pregleda),
- **temperatura vode na koju se voda zagrijava u spremniku PTV-a,**
- **podaci o stvarnom režimu rada recirkulacijske crpke,**
- energetska učinkovitost sustava (posebno izvora toplinske energije).

Prilikom provedbe energetskog pregleda sustava pripreme potrošne tople vode, potrebno je prije svega utvrditi radi li se o centralnom sustavu pripreme potrošne tople vode ili decentralnom (lokalmu ili pojedinačnom) sustavu pripreme potrošne tople vode ili o kombinaciji navedenih sustava.

#### 3.3.2.1. Decentralni sustav pripreme potrošne tople vode

U slučaju decentralne izvedbe sustava pripreme PTV-a omogućena je izravna priprema potrošne tople vode u neposrednoj blizini izljevnog mesta. Primjeri: električni akumulacijski zagrijivač vode, električni protočni zagrijivač vode, akumulacijski zagrijivač vode s plinskim atmosferskim plamenikom, protočni zagrijivač vode s plinskim atmosferskim plamenikom i slično.



Slika 3-13 Električni akumulacijski zagrijivači vode



Slika 3-14 Električni protočni zagrijivač vode KONČAR tip ETA 0733 električne snage 3,5 kW

**Podaci** koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda sustava pripreme PTV-a s pojedinačnim električnim akumulacijskim zagrijачima vode:

- proizvođač,
- model/tip,
- broj komada (ako ih je više istih),
- električna snaga pojedinog električnog akumulacijskog zagrijjača vode u [kW],
- volumen pojedinog električnog akumulacijskog zagrijjača vode u [l],
- prosječna temperatura vode u pojedinom električnom akumulacijskom zagrijjaču vode u [°C],
- smještaj pojedinog električnog akumulacijskog zagrijjača vode (u grijanoj zoni, u negrijanom prostoru zgrade, u prostoru izvan zgrade) → ako se električni akumulacijski zagrijac vode nalazi u grijanoj zoni u zgradi s više zona, potrebno je navesti u kojoj zoni se nalazi.

U slučaju električnog protočnog zagrijjača vode potrebno je prikupiti iste podatke kao i kod električnog akumulacijskog zagrijjača vode osim naravno volumena spremnika.

**Podaci** koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda sustava pripreme PTV-a s akumulacijskim zagrijčima vode s plinskim atmosferskim plamenikom:

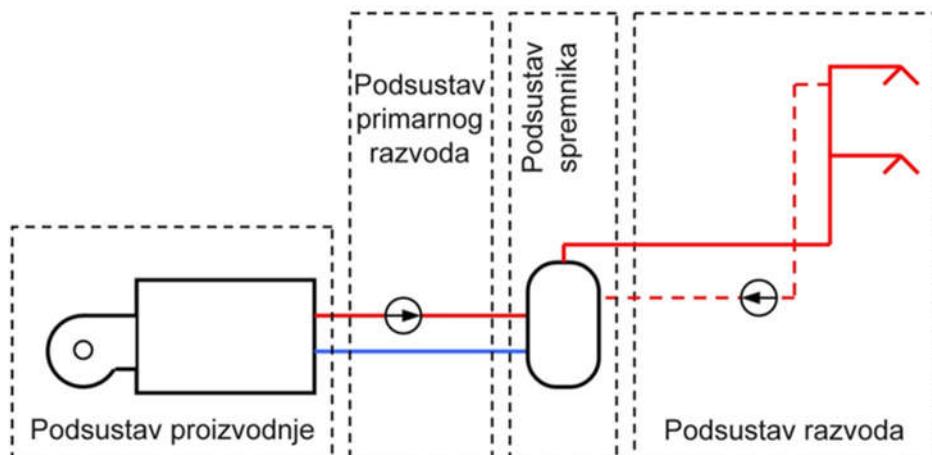
- proizvođač,
- model/tip,
- nazivna snaga u [kW],
- nazivni volumen u [l],
- vrsta uređaja (kondenzacijski, nije kondenzacijski),
- prosječna temperatura vode na koju se potrošna topla voda zagrijava u [°C],
- smještaj (u grijanoj zoni, u negrijanom prostoru zgrade, u prostoru izvan zgrade) → ako se akumulacijski zagrijac vode s plinskim atmosferskim plamenikom nalazi u grijanoj zoni u zgradi s više zona, potrebno je navesti u kojoj zoni se nalazi.

U slučaju protočnog zagrijjača vode s plinskim atmosferskim plamenikom potrebno je prikupiti iste podatke kao i kod akumulacijskog zagrijjača vode s plinskim atmosferskim plamenikom osim naravno volumena spremnika.

### 3.3.2.2. Centralni sustav pripreme potrošne tople vode

Centralni sustav pripreme potrošne tople vode se sastoji od slijedeća četiri podsustava:

1. podsustav proizvodnje toplinske energije (izvor toplinske energije),
2. podsustav primarnog razvoda (distribucije) toplinske energije,
3. podsustav spremnika,
4. podsustav razvoda.



Slika 3-15 Podsustavi centralnog sustava pripreme potrošne tople vode

PODSUSTAV PROIZVODNJE TOPLINSKE ENERGIJE (izvor toplinske energije) opisan je u poglavlju 3.3.1.2.

#### PODSUSTAV PRIMARNOG RAZVODA (DISTRIBUCIJE) TOPLINSKE ENERGIJE

Podsustav primarnog razvoda je cijevni razvod preko kojeg se pomoću cirkulacijske crpke dovodi topla voda od izvora toplinske energije do akumulacijskog spremnika (indirektna priprema potrošne tople vode u spremniku). Prilikom provedbe energetskog pregleda potrebno je prikupiti slijedeće podatke:

- cijevni razvod
  - materijal izrade cijevnog razvoda,
  - stanje toplinske izolacije cijevnog razvoda (toplinski izoliran, toplinski neizoliran),
  - smještaj (u grijanoj zoni, u negrijanoj prostoriji, izvan zgrade) – ako se primarni cijevni razvod nalazi u grijanoj zoni u zgradi s više zona, potrebno je navesti u kojoj zoni se nalazi,
- cirkulacijske crpke
  - proizvođač i model,
  - električna snaga crpke u primarnom krugu u [W],
  - regulacija cirkulacijskih crpki (ON/OFF, jednostupanska, dvostupanska, trostupanska, kontinuirana),

- toplinska izolacija crpki (toplinski izolirana, toplinski neizolirana),
- smještaj crpke (u grijanoj zoni, u negrijanoj prostoriji, izvan zgrade) – ako se crpka nalazi u grijanoj zoni u zgradi s više zona, potrebno je navesti u kojoj zoni se nalazi,
- ocjena stanja cirkulacijskih crpki (primjereno, neprimjereno).

### PODSUSTAV SPREMNIKA

U spremniku potrošne tople vode se potrošna topla voda grijе indirektno na neku namještenu temperaturu od strane jednog (monoivalentni spremnik) ili više izvora toplinske energije (najčešće dva – bivalentni spremnik).



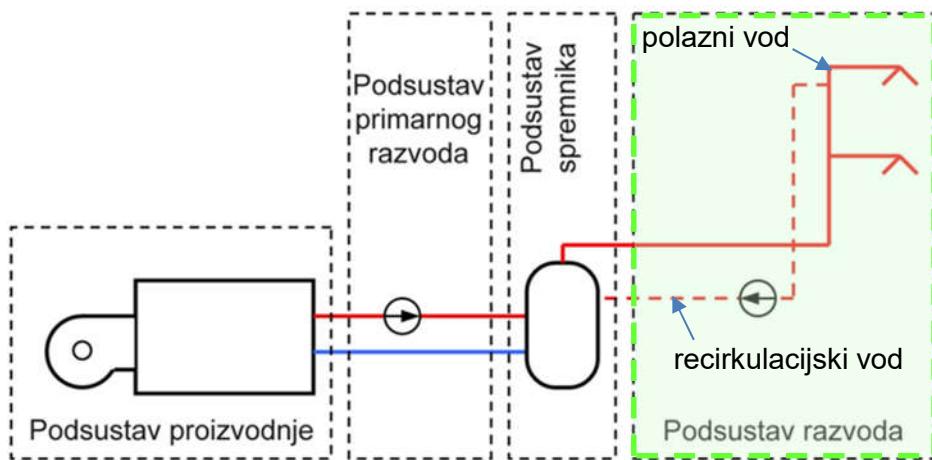
Slika 3-16 Spremnik potrošne tople vode volumena 1.000 litara za potrebe kuhinje

**Podaci** koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda podsustava spremnika centralnog sustava pripreme PTV-a:

- proizvođač i model/tip,
- godina proizvodnje,
- volumen u [l],
- prosječna temperatura vode u spremniku u [°C],
- smještaj spremnika (u grijanoj zoni, u negrijanom prostoru, izvan zgrade) – ako se spremnik nalazi u grijanoj zoni u zgradi s više zona, potrebno je navesti u kojoj zoni se nalazi,
- ocjena stanja spremnika (toplinska izolacija).

## PODSUSTAV RAZVODA

Podsustav razvoda obuhvaća polazni vod, kojim se zagrijana potrošna topla voda razvodi od spremnika potrošne tople vode do pojedinih izljevnih mjestu, te veći sustavi imaju i recirkulacijski vod s pripadajućom recirkulacijskom crpkom. Recirkulacijski vod se vodi paralelno uz polazni vod potrošne tople vode, za jednu do dvije dimenzije promjera je manji od polaznog voda, te osigurava stalnu dostupnost tople vode na udaljenim izljevnim mjestima.



Slika 3-17 Uobičajeni izvori toplinske energije centralnog sustava grijanja

**Podaci** koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda podsustava razvoda centralnog sustava pripreme PTV-a:

- cijevni razvod (polazni i recirkulacijski vod),
  - materijal izrade cijevnog razvoda,
  - stanje toplinske izolacije cijevnog razvoda (toplinski izoliran, toplinski neizoliran),
  - ovisno o odabranoj metodi proračuna, ponekad se upisuju i duljine cijevnog razvoda kao što su: ukupna duljina cirkulacijske petlje (polazni + recirkulacijski vod), duljina polaznog voda izvan cirkulacijske petlje,
- recirkulacijska crpka
  - proizvođač i model,
  - električna snaga recirkulacijske crpke [W],
  - regulacija rada recirkulacijske crpke (postoji, ne postoji),
  - broj sati rada recirkulacijske crpke dnevno [h],
  - toplinska izolacija crpki (toplinski izolirana, toplinski neizolirana),
  - regulacija recirkulacijske crpke (neregulirana, konstantan tlak, promjenjiv tlak),
  - smještaj recirkulacijske crpke (u grijanoj zoni, u negrijanom prostoru, izvan zgrade)
    - ako se recirkulacijska crpka nalazi u grijanoj zoni u zgradu s više zona, potrebno je navesti u kojoj zoni se nalazi,
  - ocjena stanja recirkulacijske crpke (primjereno, neprimjereno).

### 3.3.3. Sustavi hlađenja

Prilikom provedbe energetskog pregleda sustava hlađenja važno je **prikupiti prije svega podatke o stvarnom režimu rada sustava hlađenja**, te sve podatke navedene u *Izvješću o provedenom redovitom pregledu sustava hlađenja*.

U sklopu snimka postojećeg stanja sustava hlađenja potrebno je analizirati sustav hlađenja od preuzimanja energije do krajnjih potrošača i pri tome prikupiti slijedeće podatke vezane za:

- **opis pojedinih podsustava sustava hlađenja:** izvor rashladne energije, cijevni razvod (kod centralnog sustava hlađenja), rashladna tijela (kod centralnog sustava hlađenja),
- **regulaciju sustava** (centralnu kod samog izvora rashladne energije i decentralnu kod rashladnih tijela),
- **održavanje/servis sustava hlađenja,**
- **stanje sustava hlađenja** (procjena donesena na temelju energetskog pregleda),
- **unutarnja projektna temperatura zraka** u prostorima zgrade u sezoni hlađenja (iz projektne dokumentacije),
- **podaci o stvarnom režimu rada sustava hlađenja** (npr. prekidi u hlađenju, smanjeni odnosno „štедni“ režim tijekom noći ili vikenda, temperature),
- energetsku učinkovitost sustava (posebno izvora rashladne energije).

Prilikom provedbe energetskog pregleda sustava hlađenja, potrebno je prije svega utvrditi radi li se o centralnom sustavu hlađenja ili decentralnom (lokalmu ili pojedinačnom) sustavu hlađenja ili o kombinaciji navedenih sustava.

#### 3.3.3.1. Decentralni sustav hlađenja

Upravo je u praksi najčešći način hlađenja pojedinih prostora unutar zgrade decentralni sustav hlađenja pomoću pojedinačnih split/multisplit klima uređaja.

**Podaci** koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda decentralnog sustava hlađenja neke zgrade pomoću **pojedinačnih split/multisplit klima uređaja**:

- proizvođač,
- model/tip,
- rashladni učin u [kW],
- instalirana električna snaga za hlađenje u [kW],
- radna tvar,
- godina proizvodnje.



Slika 3-18 Decentralni sustav hlađenja pomoću pojedinačnih split klima uređaja

U Izvješću o provedenom energetskom pregledu zgrade dovoljno je napisati ukupan broj pojedinačnih klima uređaja, te rashladni učin i instaliranu električnu snagu za hlađenje uz kratki tekst, kao npr.:

Ukupan broj pojedinačnih klima uređaja: **20**

Ukupni rashladni učin ugrađenih pojedinačnih klima uređaja: **84,14 kW**

Ukupna instalirana električna snaga za hlađenje: **29,07 kW**

**Hlađenje** zgrade škole izvedeno je **decentralno** pomoću ukupno **20 pojedinačnih split klima uređaja** različitih proizvođača (ARTEL, SAMSUNG, TOSHIBA, DAEWOO, DAYTEK) ukupnog rashladnog učina **89,14 kW** i ukupne instalirane električne snage za hlađenje **29,07 kW** (stanje na dan provedbe energetskog pregleda 26.01.2015. godine).

Prilikom pregleda kompresijskih rashladnih uređaja posebno je važno osvrnuti se na radne tvari, te korisnika upozoriti na problematiku radnih tvari kod rashladnih uređaja općenito.



Slika 3-19 Decentralni sustav hlađenja pomoću pojedinačnih split klima uređaja s radnom tvari R22

### 3.3.3.2. Centralni sustav hlađenja

Centralni sustav hlađenja se sastoji od slijedećih podsustava:

1. podsustav proizvodnje rashladne energije (izvor rashladne energije),
2. podsustav akumulacije rashladne energije (spremnik rashladne energije),
3. podsustava razvoda (distribucije) rashladne energije,
4. podsustav izmjene topline u prostoru (rashladna tijela).

#### PODSUSTAV PROIZVODNJE RASHLADNE ENERGIJE (izvor rashladne energije)

Uobičajeni izvori rashladne energije centralnog sustava hlađenja su **kompresijski rashladni uređaji** (rashladnici) **pogonjeni električnim motorom**. Tu su još i rjeđe zastupljeni apsorpcijski rashladni uređaji, te kompresijski rashladni uređaj pogonjen plinskim motorom.



Slika 3-20 Kompresijski rashladni uređaji pogonjeni električnim motorom

**Podaci** koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda centralnog sustava hlađenja neke zgrade pomoću **kompresijskih rashladnih uređaja pogonjenih električnim motorom**:

- prostor koji se hlađi / interni naziv,
- proizvođač i tip (model) rashladnika,
- godina ugradnje/proizvodnje rashladnika,
- rashladna snaga [kW],
- električna snaga [kW],
- faktor hlađenja *EER* prema podacima proizvođača [-],
- sezonski faktor hlađenja *SEER* prema podacima proizvođača [-],
- radna tvar,
- način hlađenja kondenzatora (zrakom hlađen, vodom hlađen),
- kompresijski rashladni uređaj ispravno dimenzioniran (da, ne) → na temelju procjene,
- vrsta kompresora (stapni i spiralni, vijčani, turbokompresori),
- stanje rashladnika (primjereno, neprimjereno) (Slika 3-21),
- smještaj kompresijskih rashladnika zrakom hlađenih (primjer, neprimjer) (Slika 3-23).



Slika 3-21 Onečišćena orebrena površina zrakom hlađenog kondenzatora kompresijskog rashladnog uređaja



Slika 3-22 Nepovoljni smještaj četiri kompresijska rashladnika zrakom hlađena – smješteni u tzv. „rupi“ – loša cirkulacija zraka



Slika 3-23 Kompresijski rashladni uređaji pogonjen plinskim motorom proizvođača SANYO model SGP-E190 rashladne snage 56 kW s R407C

**Podaci** koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda centralnog sustava hlađenja neke zgrade pomoću **apsorpcijskih rashladnih uređaja**:

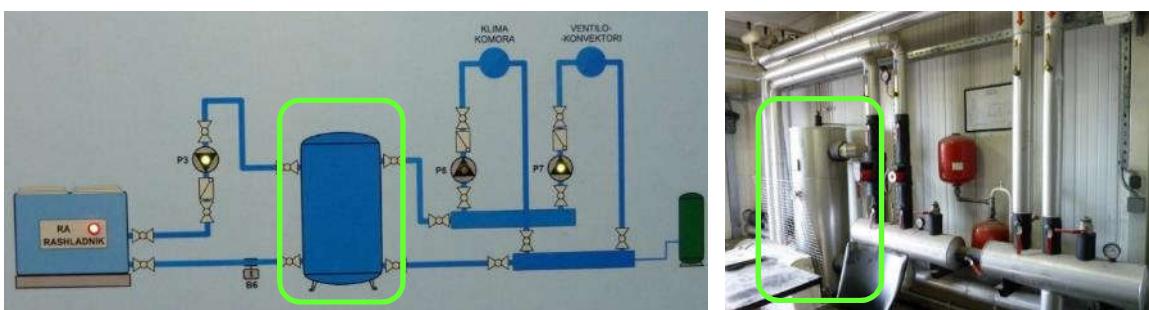
- prostor koji se hlađi / interni naziv,
- proizvođač i tip (model) rashladnika,

- godina ugradnje/proizvodnje rashladnika,
- rashladna snaga [kW],
- toplinska snaga za pogon [kW],
- toplinski faktor hlađenja  $\zeta$  prema podacima proizvođača [-],
- pogonska energija (prirodni plin, Sunčeva energija, biomasa, bioplín, ...)
- dvojna smjesa (voda/litijbromid  $H_2O/LiBr$ , amonijak/voda  $NH_3/H_2O$ ),
- način hlađenja kondenzatora (zrakom hlađen, vodom hlađen),
- stanje rashladnika (primjereno, neprimjereno),
- apsorpcijski rashladni uređaj ispravno dimenzioniran (da, ne) → na temelju procjene.



Slika 3-24 Plinski apsorpcijski rashladnik vode japanskog proizvođača EBARA RAP G-006 rashladnog učina 211 kW s otopinom litijbromid-voda kao radnom tvari

#### PODSUSTAV AKUMULACIJE RASHLADNE ENERGIJE – SPREMNIK RASHLADNE ENERGIJE



Slika 3-25 Spremnik rashladne energije u centralnom sustavu hlađenja

Podaci, koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda podsustava akumulacije rashladne energije:

- ukupan broj spremnika rashladne energije,
- ukupni volumen spremnika rashladne energije u [l],
- stanje toplinske izolacije spremnika (nema, dotrajala/oštećena, primjereno stanje),
- rashladni medij za prijenos rashladne energije (voda, glikol/voda, drugo).

## PODSUSTAV RAZVODA (DISTRIBUCIJE) RASHLADNE ENERGIJE

Podsustav razvoda obuhvaća cijevni razvod i cirkulacijske crpke, kao glavne elemente u cijevnom razvodu, kojima se dobavlja rashladni medij od izvora rashladne energije do krajnjih elemenata sustava hlađenja, rashladnih tijela.



Slika 3-26 Razdjelnik s polaznim krugovima hlađenja i pripadajućim cirkulacijskim crpkama

Podaci, koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda podsustava razvoda centralnog sustava hlađenja:

- projektna temperatura polaznog/povratnog voda u [°C],
- hidrauličko uravnoteženje sustava hlađenja (nema, ručno, automatski),
- ukupan broj polaznih krugova hlađenja – napisati namjenu pojedinog polaznog kruga hlađenja,
- cijevni razvod
  - materijal izrade cijevnog razvoda,
  - stanje toplinske izolacije cijevnog razvoda,
- cirkulacijske crpke
  - ukupan broj cirkulacijskih crpki,
  - instalirana nazivna električna snaga ugrađenih cirkulacijskih crpki u [W],
  - regulacija cirkulacijskih crpki (ON/OFF, jednostupanska, dvostupanska, trostupanska, kontinuirana),
  - toplinska izolacija crpke (toplinski izolirana, toplinski neizolirana),
  - smještaj crpke (u grijanoj zoni, u negrijanoj prostoriji, izvan zgrade) – ako se crpka nalazi u grijanoj zoni u zgradi s više zona, potrebno je navesti u kojoj zoni se nalazi,
  - ocjena stanja cirkulacijskih crpki (primjereno, neprimjereno).

Kod podsustava razvoda rashladne energije nije potrebno za izračun do primarne energije prikupljati podatke o duljini cjevnog razvoda rashladnog medija. Stupanj djelovanja podsustava razvoda  $\eta_{C,dis}$  se određuje tablično prema Algoritmu, te se na osnovu odabrane vrijednosti određuju toplinski gubici podsustava razvoda rashladnog medija od izvora rashladne energije do rashladnih tijela.

#### PODSUSTAV IZMJENE TOPLINE U PROSTORU – RASHLADNA TIJELA



Slika 3-27 Podsustav izmjene topline u prostoru

Podaci, koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda podsustava izmjene topline u prostoru:

- vrsta rashladnog tijela (ventilokonvektori, induksijski uređaji, sustav površinskog hlađenja),
- ukupan broj rashladnih tijela i ukupan broj pojedine vrste rashladnih tijela,
- ukupan instalirani učin rashladnih tijela u [kW] na standardnom temperaturnom režimu,
- vrsta regulacije rashladnih tijela (lokalno, zonska, centralni nadzor i upravljanje, ostalo)
- stanje rashladnih tijela (neprimjereno, primjereno),
- mjesto/položaj ugradnje rashladnih tijela (neprimjereno, primjereno).

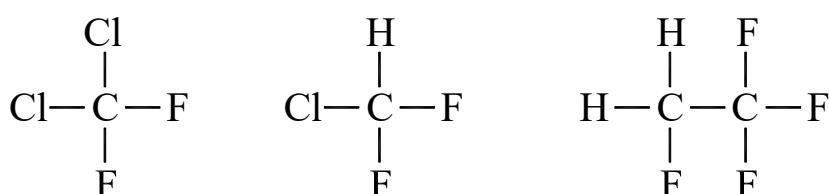
### 3.3.3.3. Radne tvari kompresijskih rashladnih uređaja

Prilikom provedbe energetskih pregleda kompresijskih rashladnih uređaja posebno je važno osvrnuti se na radne tvari, te korisnika upozoriti na problematiku radnih tvari kod rashladnih uređaja općenito.

Kao radne tvari kod kompresijskih rashladnih uređaja, najčešće se koriste halogenirani ugljikovodici odnosno freoni, koji se dijele u tri skupine:

- **CFC** klorofluorugljici (engl. **ChloroFluoroCarbons**) – potpuno halogenirani derivati zasićenih ugljika koji sadrže fluor i klor (R11, R12, R502) – tvari koje imaju najveći utjecaj na razgradnju ozonskog sloja,
- **HCFC** klorofluorougljikovodici (engl. **HydroChloroFluoroCarbons**) – djelomično halogenirani derivati zasićenih ugljikovodika koji sadrže vodik, klor i fluor (R22) – štetno djeluju na ozonski sloj,
- **HFC** fluorirani ugljikovodici (engl. **HydroFluoroCarbons**) – djelomično halogenirani derivati zasićenih ugljikovodika koji sadrže vodik i fluor i ne sadrže klor (R134a) – nemaju štetan utjecaj na razgradnju ozonskog sloja, ali uzrokuju s druge strane efekt staklenika.

Skupina RT:	CFC	HCFC	HFC
ASHRAE oznaka:	R12	R22	R134a
Kemijska formula:	$\text{CF}_2\text{Cl}_2$	$\text{CHF}_2\text{Cl}$	$\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$



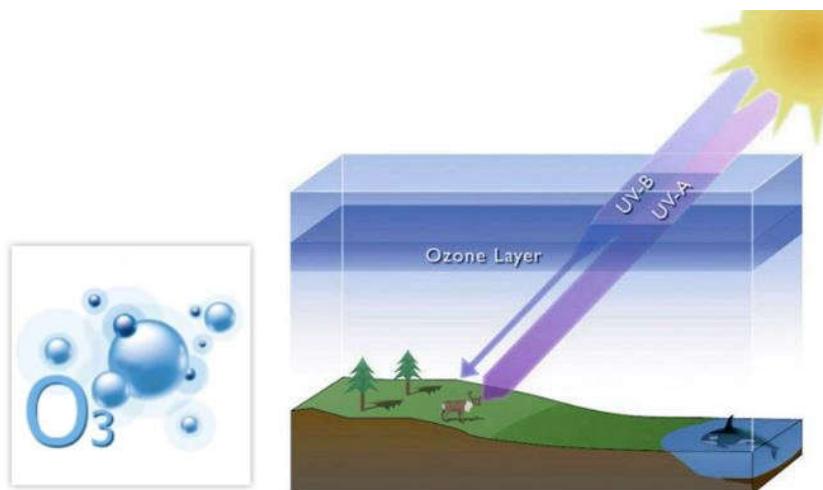
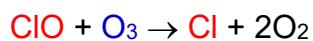
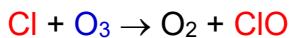
Radne tvari štetne za ozonski omotač (R11, R12, R502, ...).	Radne tvari (R22, R141b) manje štetne za ozonski omotač u odnosu na CFC skupinu.	Ekološki prihvatljive radne tvari bez utjecaja na ozonski omotač (R134a, R404a, R407C, R410A).
-------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------

Slika 3-28 Tri osnovne skupine halogeniranih ugljikovodika - freoni

Ozonski sloj je sloj stratosfere na visinama od 15 do 35 km iznad površine Zemlje, koji sadrži visoku koncentraciju ozona  $\text{O}_3$  te nas štiti od opasnih Sunčevih ultraljubičastih zračenja (sposobnost filtriranja UV zraka). Ozonski sloj predstavlja prirodni štit za život na Zemlji. Ozon  $\text{O}_3$  se sastoji od tri atoma kisika, vrlo je nestabilan i brzo reagira s ostalim spojevima (klor, brom).

**Jedan od glavnih uzroka uništenja ozona su upravo freoni koji u sebi sadrže klor (CFC i HCFC),** koji se koriste kao radne tvari kod kompresijskih rashladnih uređaja, te npr. kao potisni plinovi u sprejevima. Smanjenjem koncentracije ozona, povećava se količina UV-B zraka, koje dospijevaju do površine Zemlje.

Povećanje UV-B zračenja ima vrlo štetne posljedice za biljni i životinjski svijet na Zemlji, npr., kod ljudi izaziva rak kože, bolesti očiju, narušavanje zdravlja živog svijeta u cijelini, znatno smanjenje poljoprivrednog uroda ...



UV-A zrake – nisu štetne za život na Zemlji, ozon ih propušta  
UV-B zrake – štetne za život na Zemlji, ozon ih apsorbira

Slika 3-29 Sunčev zračenje na površinu Zemlje

Prema Članku 14. *Uredbe o tvarima koje oštećuju ozonski sloj i fluoriranim stakleničkim plinovima* (NN 92/12) uporabljeni i obnovljeni klorofluorougljikovodici (HCFC) su se mogli staviti na tržište i koristiti za održavanje ili servisiranje postojeće rashladne i klimatizacijske opreme i dizalica topline do 31. prosinca 2014.

R22 spada u skupinu HCFC freona. Radna tvar R22 je ekološki neprihvatljiva radna tvar, koja se je mogla koristiti do kraja 2014. godine. Ukoliko dođe do kvara pojedinačnog klima uređaja s radnom tvari R22 nakon 31. prosinca 2014., spomenuti uređaji više neće moći biti servisirani.

### Osvrt na radnu tvar R22

Radna tvar R22 (klordifluorometan → CHF<sub>2</sub>Cl) spada u skupinu VIII: klorofluorougljikovodika (HCFC = engl. HydroChloro FluoroCarbons) kontroliranih tvari prema *Uredbi o tvarima koje oštećuju ozonski sloj i fluoriranim stakleničkim plinovima* (NN 92/12). HCFC – klorofluorougljikovodici su djelomično halogenirani derivati zasićenih ugljikovodika koji sadrže vodik i klor. Faktor oštećenja ozonskog sloja za R22 iznosi ODP = 0,055 (engl. Ozone Depletion Potential).

Prema *Uredbi o tvarima koje oštećuju ozonski sloj i fluoriranim stakleničkim plinovima* (NN 92/12) u Hrvatskoj je zabranjena proizvodnja kontroliranih tvari, proizvodnja proizvoda i opreme koja sadrži kontrolirane tvari, zabranjen je uvoz i izvoz kontroliranih tvari, te ispuštanje u zrak kontroliranih tvari.

Prema Članku 14. (Stavljanje na tržište i korištenje klorofluorougljikovodika te stavljanje na tržište proizvoda i opreme koji sadrže klorofluorougljikovodika ili o njima ovise) navedene Uredbe dopušteno je stavljanje na tržište i korištenje nerabljenih klorofluorougljikovodika. Oporabljeni i obnovljeni klorofluorougljikovodici se smiju stavljati na tržište i koristiti za održavanje ili servisiranje postojeće rashladne i klimatizacijske opreme i dizalica topline do 31. prosinca 2014. godine. Obnovljene klorofluorougljikovodike, prikupljene iz opreme, mogu koristiti samo poduzetnici koji su prikupljanje obavili kao dio održavanja i servisiranja ili za koje je prikupljanje obavljeno kao dio održavanja i servisiranja.

Obnovljeni (engl. recycled) klorofluorougljikovodici su prikupljeni iz postojeće opreme, pročišćeni i vraćeni nazad u opremu, dok su oporabljeni klorofluorougljikovodici (engl. reclaimed) oni koji imaju svojstva ista kao i nove tvari (pročišćeni posebnim postupkom u centrima za to) i mogu se koristiti u drugoj opremi (drugog vlasnika). Te tvari su se mogle uvoziti iz drugih zemalja do 31. prosinca 2014. godine.

Nadalje, **HFC fluorirani ugljikovodici** (engl. HydroFluoroCarbons) hydrofluorocarbons) su djelomično halogenirani derivati zasićenih ugljikovodika koji sadrže vodik i fluor, ne sadrže klor te nemaju štetan utjecaj na razgradnju ozonskog sloja (R134a). Međutim, HFC fluorirani ugljikovodici su staklenički plinovi s velikim GWP potencijalom (Potencijal globalnog zagrijavanja GWP engl. Global Warming Potential).

Globalno zagrijavanje uzrokuje tzv. efekt staklenika, pri čemu dolazi do porasta temperature na Zemlji. Neke od posljedica porasta temperature na Zemlji:topljenje ledenjaka, povećanje razine oceana i potapanje nižih kopnenih područja, tornada, uragani, poplave i suše, proširenje pustinja, smanjenje plodnih, obradivih površina ...



Slika 3-30 Posljedice efekta staklenika kroz slike

Radna tvar	ODP	GWP		
		20 g.	100 g.	500 g.
R-11	1	4.500	3.400	1.400
R-12	1	7.100	7.100	4.100
R-502	0,34	-	4.300	-
R-22	0,055	4.200	1.700	540
R-134a	0	3.100	1.300	-
R-404a	0	-	3.800	-
R-407C	0	-	1.600	-
R410A	0	-	1.725	-
R-717	0	0	0	0

Slika 3-31 GWP nekih freona

**GWP** (engl. Global Warming Potential) – broj koji kaže koliki je utjecaj neke tvari oslobođene u atmosferu, na stvaranje efekta staklenika u usporedbi s istom količinom CO<sub>2</sub>

**PRIMJER 3.1: Utjecaj fluoriranog ugljikovodika R134a na efekt staklenika u usporedbi s istom količinom CO<sub>2</sub>**

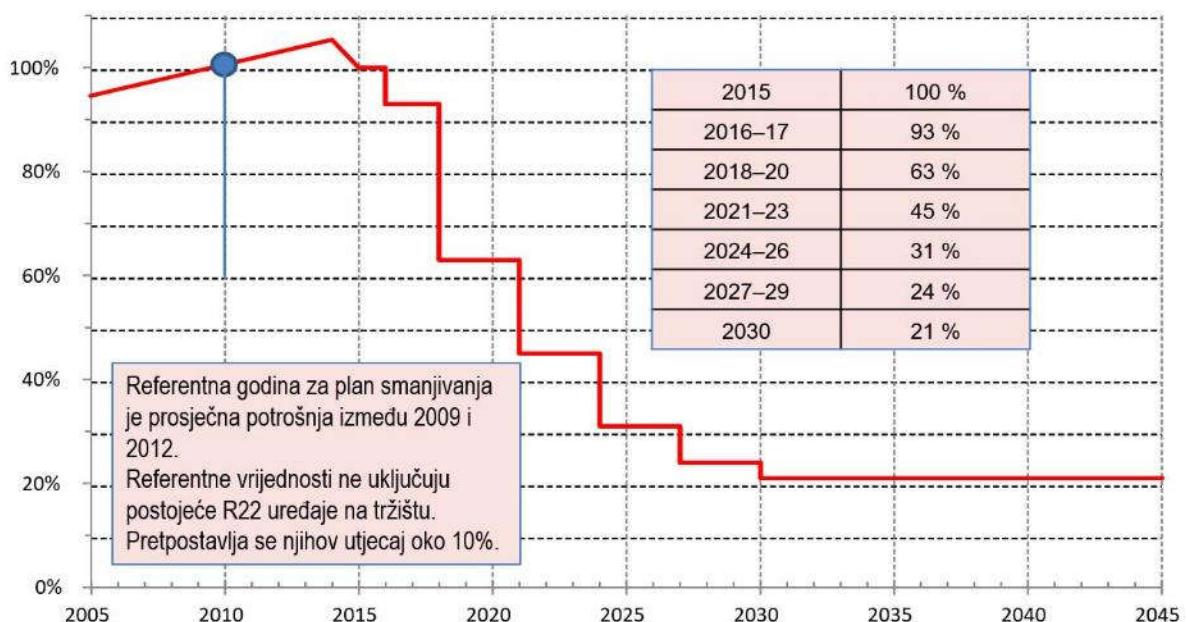
**GWP fluoriranog ugljikovodika R134a** za razdoblje od 100 godina iznosi GWP = 1.300.

Potrebno je objasniti utjecaj radne tvari R134a na stvaranje efekta staklenika u usporedbi s istom količinom CO<sub>2</sub>?

1 kg radne tvari R134a odgovara utjecaju 1.300 kg CO<sub>2</sub> (izražen za razdoblje od 100 godina)

S obzirom na štetan utjecaj fluoriranih ugljikovodika HFC na efekt staklenika 1. siječnja 2015. stupila je na snagu tzv. **F-Gas REGULATIVA** – (REGULATION (EU) No 517 / 2014 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 April 2014 on fluorinated greenhouse gases and repealing Regulation (EC) No 842/2006), krovna uredba automatski važeća u nacionalnom zakonodavstvu bilo koje članice EU-a. Osnovni cilj uredbe je SMANJENJE PRIMJENE FLUORIRANIH UGLJKOVODIKA i time njihovog utjecaja na klimatske promjene odnosno na stvaranje efekta staklenika.

Upravo zbog štetnog utjecaja fluoriranih ugljikovodika HFC na efekt staklenika, očekuje se postupno smanjenje korištenja i fluoriranih ugljikovodika kod kompresijskih rashladnih uređaja.



*Slika 3-32 Plan smanjenja primjene fluoriranih ugljikovodika prema F-GAS REGULATIVI*

**F-Gas REGULATIVA – ZABRANA ZA NOVU OPREMU (ZABRANA STAVLJANJA NA TRŽIŠTE):** do 2020. se povlače iz primjene radne tvari čiji je GWP > 2.500 i one se nakon te godine više neće moći koristiti

### 3.3.4. Sustavi ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije

Prilikom provedbe energetskog pregleda sustava ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije važno je **prikupiti prije svega podatke o stvarnom režimu rada sustava ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije**, te sve podatke navedene u *Izvješću o provedenom redovitom pregledu sustava prisilne ventilacije i klimatizacije*.

Prilikom provedbe energetskog pregleda sustava ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije, potrebno je prije svega utvrditi radi li se o centralnom ili decentralnom (lokalnom ili pojedinačnom) sustavu ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije ili o kombinaciji navedenih sustava.

Centralni sustav ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije se može podijeliti na slijedeće tri glavne cjeline:

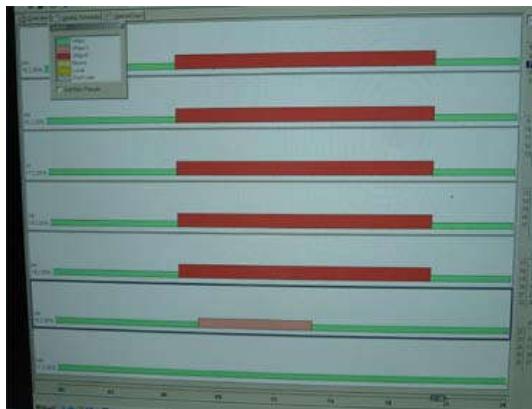
1. klima komora (gdje se priprema zrak),
2. kanalni razvod,
3. krajnji elementi za distribuciju/odsis, kojima se ubacuje/odsisava zrak.

**Podaci** koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda svake pojedine klima komore:

- prostor koji se kondicionira klima komorom
  - kratki opis, namjena prostora,
  - predviđena unutarnja temperatura prostora u [°C],
  - predviđena unutarnja relativna vlažnost prostora u [%],
  - volumen kondicioniranog prostora u [m<sup>3</sup>],
- interni naziv klima komore (najčešće vezan na naziv prostora koji se kondicionira),
- proizvođač i tip (model) klima komore,
- godina ugradnje/proizvodnje klima komore,
- nazivni volumeni protok zraka u tlačnom kanalu u [m<sup>3</sup>/h],
- nazivni volumeni protok zraka u odsisnom kanalu u [m<sup>3</sup>/h],
- broj izmjena zraka u [h<sup>-1</sup>],
- mjesto ugradnje klima komore odnosno smještaj klima komore,
  - izvan zone (to može biti negrijani prostor ili vani izvan zgrade),
  - unutar grijane/hlađene zone,
- oplošje stijenki klima komore (podatak potreban za izračun toplinskih gubitaka transmisijom preko stijenki klima komore) → potrebno izmjeriti dimenzije klima komore tijekom provedbe energetskog pregleda,

- sastavni elementi klima komore (vezano na moguće obrade zraka koje klima komora ostvaruje),
  - grijач – ukoliko postoji navesti vrstu grijača (vodeni, električni, parni, direktna ekspanzija radne tvari) i toplinski učin grijača u [kW],
  - hladnjak – ukoliko postoji navesti vrstu hladnjaka (vodeni, direktna ekspanzija radne tvari) i rashladni učin hladnjaka u [kW],
  - ovlaživač – ukoliko postoji navesti vrstu ovlaživača (vodeni, parni), temperatura vode za ovlaživanje (ako je ovlaživanje vodeno), smještaj crpke za vodeno ovlaživanje,
- sustav povrata topline
  - vrsta sustava povrata topline (nema, povrat osjetne topline, povrat osjetne i latentne topline),
  - stupanj povrata osjetne topline (u sezoni grijanja odnosno u sezoni hlađenja) u [%],
  - stupanj povrata latentne topline u [%],
  - smještaj crpke u sustavu povrata topline (ako se radi o rekuperatoru s posrednim medijem kao sustavu povrata topline) → u grijanoj/hlađenoj zoni, u negrijanoj/nehlađenoj prostoriji, izvan zgrade,
  - regulacija crpke u sustavu povrata topline (ako se radi o rekuperatoru s posrednim medijem kao sustavu povrata topline) → crpka bez regulacije, crpka s regulacijom brzinom vrtnje,
  - električna snaga za pogon rotora rotacijskog regeneratora (ukoliko se koristi rotacijski regenerator kao sustav povrata topline),
- ventilatori klima komore
  - regulacija ventilatora (konstantni broj okretaja, frekventna regulacija),
  - električna snaga tlačnog ventilatora u [kW],
  - električna snaga odsisnog ventilatora u [kW],
- filteri klima komore
  - tip filtera,
  - klasa filtera,
  - stanje filtera (neprimjereno, primjereno),
  - datum zadnje izmjene filtera,
- regulacija (ručno, automatski, automatski prema potrebi, centralni nadzor i upravljanje),
- kategorija SFP za klima komoru (SFP 1 – SFP 7) (vidi poglavlje 8.3.3.1),
- klasifikacija kućišta klima komore prema koeficijentu prolaska topline – HRN EN 1886 (T1 – T5) (vidi poglavlje 8.3.3.3),
- klasa propuštanja klima komore – HRN EN 1886 (L1 – L3) (vidi poglavlje 8.3.3.4),

- nepropusnost klima komore (vizualni pregled),
- serviser klima komore,
- stvarni režim rada klima komore (CNUS, informacija korisnika).



Slika 3-33 Stvarni režim rada klima komore - CNUS



Slika 3-34 Pogled na klima komoru s frekventno upravljanim ventilatorima i unakrsnim pločastim rekuperatorom i pripadajućom shemom

Za svaku klima komoru je iznimno važno utvrditi regulaciju ventilatora (konstantni broj okretaja, frekventna regulacija).

Ukoliko ventilatori rade s konstantnim brojem okretaja, radi se o **sustavu s konstantnim protokom zraka**, te se energetske potrebe računaju s maksimalnim nazivnim volumnim protokom zraka:

$$\dot{V} = \dot{V}_{\max}$$

Ukoliko su ventilatori frekventno regulirani, radi se o **sustavu s promjenjivim protokom zraka**, te se energetske potrebe računaju s 65 % maksimalnog nazivnog volumnog protoka zraka:

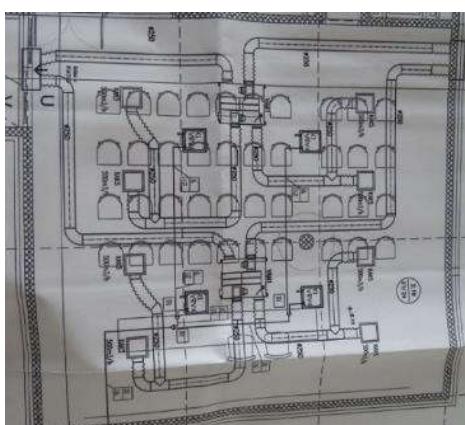
$$\dot{V} = 0,65 \cdot \dot{V}_{\max}$$

**Podaci** koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda pripadajućeg kanalnog razvoda svake pojedine klima komore:

- stanje toplinske izolacije kanalnog razvoda (vizualni pregled),
- nepropusnost kanalnog razvoda (vizualni pregled),
- klasa kanalnog razvoda prema HRN EN 15242 (2.5 klasa A, klasa A, klasa B, klasa C),

- oplošje kanalnog razvoda u [m<sup>2</sup>] (podatak potreban za izračun toplinskih gubitaka transmisijom preko stijenki kanalnog razvoda) → najbolje odrediti iz projektne dokumentacije,
  - oplošje kanala smještenih unutar grijane zone u [m<sup>2</sup>],
  - oplošje kanala smještenih unutar negrijane zone u [m<sup>2</sup>],
- temperatura negrijanog prostora kroz koji prolazi kanalni razvod (ukoliko kanalni razvod prolazi kroz negrijani prostor) – sezona grijanja,
- temperatura nehlăđenog prostora kroz koji prolazi kanalni razvod (ukoliko kanalni razvod prolazi kroz nehlăđeni prostor) – sezona hlađenja.

Na temelju odabrane klase kanalnog razvoda se prema Algoritmu određuje faktor propuštanja kanalnog razvoda  $C_{ductleak}$  odnosno određuje se ukupni protok zraka koji propuštaju kanali. 2.5 klasa A je najgora klasa kanalnog razvoda, kod kojeg je i najveće propuštanje. Prema Algoritmu, ukoliko klasa kanalnog razvoda nije poznata, uzima se najgora klasa s najvećim propuštanjem 2.5 klasa A.



*Slika 3-35 Podstropna klima komora za kondicioniranje prostora kongresne dvorane – očitanje dimenzija kanalnog razvoda (promjer i duljina) iz tlocrta u svrhu izračuna oplošja kanalnog razvoda*

**Podaci** koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda krajnjih elemenata za distribuciju i odsis:

- stanje elemenata za distribuciju i odsis zraka (neprimjereno, primjereno),
- mjesto / položaj ugradnje elemenata za distribuciju i odsis zraka (neprimjereno, primjereno).



*Slika 3-36 Krajnji elementi za distribuciju zraka neprikladno smješteni za krajnjeg korisnika prostora*

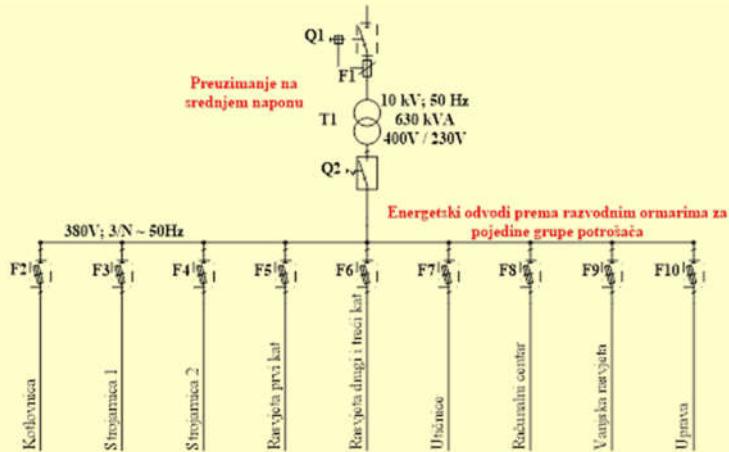
### 3.4. Sustavi opskrbe i potrošnje električne energije

Pod sustavom opskrbe električne energije u zgradarstvu podrazumijevaju se komponente koje se nalaze iza mjesta preuzimanja električne energije u zgradi sve do krajnjeg trošila. U ovome segmentu opisuju se podaci vezani uz:

- naponsku razinu preuzimanja električne energije,
- razvod električne energije i
- sustave besprekidnog napajanja.

Električna energija se preuzima na srednjem naponu. Priključak električne energije za zgradu izведен je preko glavnog kabelskog razvodnog ormara GKRO koji se nalazi uz istočni zid zgrade, a koji se napaja direktno iz TS s južne strane zemljišta.

Iz GKRO se napajaju svi razvodni ormari preko visoko učinskih NN osigurača sa ulošcima od 25 A do 100 A te kabelima odgovarajućeg presjeka od  $4 \times 16 \text{ mm}^2$  do  $4 \times 185 \text{ mm}^2$ , tipa PP00 i PP41. Posebno je izvedeno energetsko napajanje za dijela objekta u kojemu se nalazi kotlovnica i agregatna stanica. Dodatno, izvedeno je agregatno napajanje samo za prvi kat, dok je s obzirom na veličinu aggregata predviđeno napajanje i za ostale katove, no do sada nije izvedeno. Naime, izvedena je dvostruka instalacija u razvodnim ormarima, ali ista nije u funkciji. Agregatna jedinica je od 180 kVA;  $I=259/240 \text{ A}$ , "Končar", a u slučaju ispada mreže aggregat se uključuje automatski. Mjerenje se vrši u TS za cijelu zgradu.



**Sustavi potrošnje električne energije** definirani su kao grupe trošila, odnosno svi potrošači električne energije. Kroz provedbu energetskog pregleda detektiraju se svi značajniji pojedini potrošači električne energije te se grupiraju u pojedine sustave prema namjeni. Okvirno za pojedine potrošače prikupljaju se i prikazuju sljedeći podaci:

- tehničke karakteristike (nazivna snaga, faktor snage gdje je primjereno, učinkovitost gdje je primjereno),
- karakteristike rada (režim rada, podaci o potrošnji i snazi ovisno o segmentima režima rada, tip i način regulacije gdje je primjereno) te
- stanje sustava (dotrajalost, kvaliteta održavanja).

Za pojedine grupe potrošača definirani su specifičniji podaci koje je potrebno prikupiti i prikazati.

Prilikom provedbe energetskog pregleda sustava rasvjete važno je **prikupiti podatke o stvarnom režimu rada!**

### 3.4.1. Unutarnja rasvjeta

U sklopu snimka postojećeg stanja sustava unutarnje električne rasvjete potrebno je analizirati sve elemente sustava uključujući svjetiljke (armature), predspojne naprave, izvore svjetlosti uz stanje sustava, energetsku učinkovitost, održavanje i vođenje/regulaciju sustava prema prikupljenim ulaznim podacima:

- izvori svjetlosti (podaci o izvorima svjetlosti/žaruljama) – navesti tip i nazivnu snagu,
- predspojne naprave – navesti tip (elektromagnetska, elektronička) i ostale elemente,
- svjetiljke/armature u kojima se nalaze izvori svjetlosti – navesti vrste svjetiljki prema tipu i učinkovitosti koje se koriste uz naznaku stanja istih (svjetiljke s mlječno bijelim pokrovom, otvorene svjetiljke bez odsijača i pokrova, zatvorene stropne svjetiljke, svjetiljke s paraboličnim odsijačem i rasterom i slično),
- način regulacije – opisati regulaciju sustava sa svim karakteristikama,
- namjena sustava (u kojim tipičnim uvjetima i namjeni se koriste koji tipovi električne rasvjete),
- opće stanje i učinkovitost sustava – vizualnim pregledom ocijeniti opće stanje sustava te
- **stanje osvijetljenosti radnih prostora** prema namjeni tipičnih prostorija (u sklopu kontrolnih mjerena osvijetljenosti radnih prostora, ne kao provjera minimalnih tehničkih uvjeta i zadovoljavanje važećih propisa, nego kao smjernica radi pravilnog izbora mjera energetske efikasnosti).

Primjer dijela opisa dan je za jednu bolnicu. Prema obavljenom popisu, u instaliranoj snazi dominantni rasvjetni sustav je fluorescentna rasvjeta s elektromagnetskom prigušnicom (FC) koja u ukupnoj rasvjeti sudjeluje s oko 58,5%. Od ostale rasvjete 18,7% otpada na žarulje sa žarnom niti (ŽN), 11,4% na fluorescentna rasvjeta s elektroničkim prigušnicom (FCE), 9,2% na fluokompaktnu rasvjetu (CFL), 1,5% na visokotlačnu živinu rasvjetu (VTF) i 0,8% na halogenu rasvjetu.

Fluorescentna rasvjeta je dominantni rasvjetni sustav i po instaliranoj snazi i po potrošnji električne energije. Većina fluorescentnih cijevi instaliranih u zgradama su tip T8, odnosno promjera cijevi 26 mm u raznim tipovima svjetiljki. Manji dio cijevi je modernijeg, T5 tipa. Tako najveći dio otpada na svjetiljke s mlječno bijelim rasterom dok manji dio otpada na svjetiljke bez pokrova i s polikarbonatnom kapom pokrovom. Postojeće svjetiljke djelomično ili uopće ne zadovoljavaju moderne standarde zbog nedostatka ili neprimjerenih optičkih elemenata.

Mjerenjem osvijetljenosti karakterističnih prostorija dobivene su vrijednosti dane u tablici dolje. Ukoliko se izmjerene vrijednosti usporede sa zahtjevima hrvatske norme HRN EN 12464-1:2008 Rasvjeta radnih mesta može se zaključiti da trenutno instalirana rasvjeta djelomično osigurava minimalno propisane uvjete.

Tip prostorije	Mjerene vrijednosti	Zahtjevi prema HRN EN 12464-1:2008
	Prosječna osvijetljenost [lx]	Minimalna prosječna osvijetljenost [lx]
Uredski prostor i pregledi	300-600	500
Hodnik	50-150	100

### 3.4.2. Vanjska rasvjeta

U sklopu snimka postojećeg stanja sustava vanjske električne rasvjete potrebno je analizirati sve elemente sustava uključujući svjetiljke (armature), predspojne naprave, izvore svjetlosti uz stanje sustava, energetsku učinkovitost, održavanje i vođenje/regulaciju sustava prema prikupljenim ulaznim podacima:

- izvori svjetlosti (podaci o izvorima svjetlosti/žaruljama) – navesti tip i nazivnu snagu,
- predspojne naprave – navesti tip (elektromagnetska, elektronička) i ostale elemente,
- svjetiljke/armature u kojima se nalaze izvori svjetlosti – navesti vrste svjetiljki prema tipu i učinkovitosti koje se koriste uz naznaku stanja istih (cestovna, parkovna, reflektor, a u određenim slučajevima detaljnije poput TEP Tivoli i slično),
- način regulacije – opisati regulaciju sustava sa svim karakteristikama,
- namjena sustava (u kojim tipičnim uvjetima i namjeni se koriste koji tipovi električne rasvjete),
- opće stanje i učinkovitost sustava – vizualnim pregledom ocijeniti opće stanje sustava te
- stanje osvijetljenosti vanjskih prostora prema namjeni.

### 3.4.3. Ostali sustavi potrošnje električne energije

Potrebno je prikupiti ulazne podatke za analizu sustava potrošnje električne energije s ciljem ustanovljavanja potrebne godišnje električne energije za sve specifične grupe trošila, a koja nisu prethodno navedena te ne utječu na energetski razred zgrade (primjerice alati, specifični strojevi ili elektromotorni pogoni, medicinski uređaji ili slično).

U okviru analize definira se instalirana oprema po grupama i tipu, po trajanju rada u satima (npr. prosječno za svaku grupu), ukupnu instaliranu snagu po grupi i za cijelu zgradu te troškove održavanja (životni vijek) i slično.

Definiraju se nazivne veličine snage svake od spomenutih grupa, razdoblje rada, broj dnevnog/mjesečnog korištenja i sl. kako bi se mogli utvrditi udjeli u energetskoj bilanci i u vršnoj angažiranoj snazi (modeliranom ili mjerrenom dnevnom dijagramu opterećenja).

Kako bi se odredio prijedlog mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade, kod prikupljanja podataka u svrhu izračuna bilance potrebne (i troškova) električne energije svih sustava i potrošača energije koji imaju značajan udjel u ukupnoj potrošnji energije zgrade, potrebno je utvrditi najmanje sljedeće:

- tehničke karakteristike (nazivna snaga, faktor snage, učinkovitost) te
- karakteristike rada i stanje sustava (režim rada, tip i način regulacije).

### **3.5. Ostali specifični sustavi**

Tijekom provedbe energetskog pregleda zgrada mogu se pojaviti, uz ove navedene, i slijedeći specifični sustavi, koji se ne uzimaju u obzir prilikom proračuna do primarne energije, ali svakako utječu na ukupnu stvarnu potrošnju energije u zgradama:

- kuhinjska oprema,
- praonice rublja,
- uredska oprema,
- parni sustavi (npr. proizvodnja pare u bolnicama za potrebe sterilizacije),
- sustavi komprimiranog zraka.

#### **3.5.1. Kuhinjska oprema**

U sklopu analize energetskih svojstava kuhinjske opreme potrebno je analizirati stanje sustava, energetsku učinkovitost, održavanje i vođenje/regulaciju sustava prema prikupljenim ulaznim podacima:

- kuhinjski uređaji – navesti grupe i tipove uređaja, broj uređaja, instalirane nazivne snage i energente koji sustavi koriste,
- nazivne veličine snage svake od spomenutih grupa, razdoblje rada, broj dnevног/mjesečног korištenja i sl.,
- tehničke karakteristike, karakteristike rada i stanje sustava,
- opće stanje i učinkovitost sustava – vizualnim pregledom ocijeniti opće stanje sustava te
- broj obroka koji se pripremaju, s razdiobom na tople obroke i hladne obroke.

#### **3.5.2. Praonice rublja**

U sklopu analize energetskih svojstava praonice rublja potrebno je analizirati stanje sustava, energetsku učinkovitost, održavanje i vođenje/regulaciju sustava prema prikupljenim ulaznim podacima:

- izvori energije,
- uređaji u praonicama rublja (sušilice, perilice, glaćala) – navesti grupe i tipove uređaja, broj uređaja, instalirane nazivne snage i energente koji sustavi koriste,
- nazivne veličine snage svake od spomenutih grupa, razdoblje rada, primjerice profil dnevног/mjesečног rada, broj dnevног/mjeseчног korištenja, broj opranih setova rublja i sl.,
- tehničke karakteristike, karakteristike rada i stanje sustava te
- opće stanje i učinkovitost sustava – vizualnim pregledom ocijeniti opće stanje sustava.

Primjer dijela opisa dan je za dječji dom. Praonica rublja je najveći pojedinačni potrošač električne energije i vode na lokaciji. Ukupno su instalirane tri perilice, jedna sušilica i tri glaćala.

Radno vrijeme praonice rublja je jednoj smjeni šest dana u tjednu. Svaki dan se opere između 40 i 50 kg rublja, od čega se tri četvrtine suši u sušilici i glaća. Prema podacima dobivenim od odgovornih osoba u praonici zaključeno je kako se u prosječnom danu obradi 44 kg rublja.

U sljedećoj tablici dani su najvažniji tehnički podaci o perilicama, sušilicama i glaćalima na lokaciji. Zbog specifičnosti rada navedenih uređaja prikazana je i njihova potrošnja energije te vode po ciklusu. Svi navedeni podaci preuzeti su od proizvođača i korigirani prema godinama proizvodnje određenih uređaja i karakterističnim režimima rada. Potrošnja električne energije perilica po ciklusu nešto je manja od očekivane zbog činjenice da se na lokaciji nalazi električni bojler u kojem se vrši djelomična pred priprema tople vode.

Tip perilice i karakteristike	Potrošnja vode po ciklusu [m <sup>3</sup> /ciklus]	Potrošnja električne energije po ciklusu [kWh/ciklus]	Dnevna količina opranog rublja [kg]	Godišnji broj ciklusa
<b>KREBE TIPPO WFEC-5/E</b> godina 2009. kapacitet 5 kg nazivna snaga 3,25 kW	0,12	3,00	5	300
<b>KREBE TIPPO PCF 15-E</b> godina 2009. kapacitet 15 kg nazivna snaga 14,3 kW	0,27	7,50	15	300
<b>KREBE TIPPO PCF 24-E</b> godina 2008. kapacitet 24 kg nazivna snaga 28,1 kW	0,43	12,00	24	300
<b>Ukupno</b>			<b>44</b>	

### 3.5.3. Uredska oprema

U sklopu analize energetskih svojstava uredske opreme potrebno je analizirati stanje sustava, energetsku učinkovitost, održavanje i vođenje/regulaciju sustava prema prikupljenim ulaznim podacima:

- uredski uređaji – navesti grupe i tipove uređaja, broj uređaja, instalirane nazivne snage,
- nazivne veličine snage svake od spomenutih grupa, razdoblje rada, broj dnevnog/mjesečnog korištenja i sl.,
- tehničke karakteristike, karakteristike rada i stanje sustava te
- opće stanje, održavanje i regulacija te učinkovitost sustava – vizualnim pregledom ocijeniti opće stanje sustava.

### 3.5.4. Parni sustavi

Mogući primjeri korištenja vodene pare u zgradama:

- parno grijanje,
- za sterilizaciju operacijskog pribora u bolnicama,
- u kuhinjama za pripremu hrane,
- za ovlaživanje zraka u klima komorama ...

Vrste parnih sustava s obzirom na tlak pare:

- niskotlačni parni sustavi s najvišim dopuštenim pretlakom pare do 1 bar,
- visokotlačni parni sustavi s pogonskim pretlakom pare iznad 1 bar,
- vakuumski parni sustavi s pogonskim apsolutnim tlakom pare nižim od 1 bar.

Para se proizvodi u parnom kotlu kao izvoru toplinske energije, ili se dovodi na lokaciju parovodom iz toplane.

Parni sustav se sastoji od sljedećih podsustava:

- podsustav proizvodnje pare – parni kotlovi, parna toplinska podstanica,
- podsustav razvoda pare (uključujući parovod, regulacijske ventile, odvajače kondenzata),
- krajnji potrošači pare,
- podsustav povrata kondenzata (uključujući cjevovod, spremnike kondenzata, crpke za povrat kondenzata),
- podsustav za mjerjenje, nadzor i regulaciju.



Slika 3-37 Uređaj za proizvodnju pare – visokotlačni parni kotao proizvođača Bosch protoka pare 2 t/h

**Podaci** koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda **parnog kotla**, kao uređaja za proizvodnju pare, potrebne na lokaciji zgrade:

- proizvođač,
- model/tip,
- pogonsko gorivo (prirodni plin, loživo ulje, biomasa ...),
- snaga parnog kotla u [kW],

- protok pare odnosno kapacitet pare u [t/h],
- predgrijač pare (postoji, ne postoji),
- max. pretlak u [bar],
- max. temperatura u [°C],
- godina proizvodnje,
- plamenik kotla
  - proizvođač, tip,
  - maksimalna snaga plamenika u [kW],
  - električna snaga ventilatora plamenika u [kW],
- namjena pare (grijanje, PTV, kuhinja, sterilizacija, pravonica rublja, ostalo),
- iskorištanje osjetne topline dimnih plinova
  - zagrijivač vode – ekonomajzer (postoji, ne postoji),
  - predgrijač zraka (postoji, ne postoji),
- odmuljivanje parnog kotla (ručno, automatsko odmuljivanje),
- sustav povrata kondenzata (otvoren, zatvoren),
- udio vraćenog kondenzata u pari [%],
- godišnji broj sati rada parnog kotla u [h/god.],
- postupci pripreme vode iz vodovoda na ulazu u kotao (kemijska priprema, reverzna osmoza, termička priprema vode u svrhu otplinjavanja),
- stupanj djelovanja parnog kotla u [%], dobiven mjerljem na temelju mjerjenja gubitka osjetne topline dimnih plinova → tijekom provedbe energetskog pregleda zatražiti posljednje *Izvješće o provedenim mjerjenjima emisije onečišćujućih tvari u zrak.*

**Podaci** koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda **parne toplinske podstanice**:

- proizvođač,
- model/tip,
- snaga toplinske podstanice u [kW],
- protok pare odnosno kapacitet pare u [t/h],
- max. pretlak pare u [bar],
- max. temperatura pare u [°C],
- godina proizvodnje,
- namjena pare (grijanje, PTV, kuhinja, sterilizacija, pravonica rublja, ostalo).

**Podaci** koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda **podsustava razvoda pare i povrata kondenzata**:

- ukupan broj polaznih krugova pare – napisati namjenu pojedinog polaznog kruga pare,
- materijal izrade cijevnog razvoda,

- stanje toplinske izolacije cijevnog razvoda,
- procjena stanja odvajača kondenzata,
- broj spremnika kondenzata,
- procjena stanja spremnika kondenzata,
- temperatura povratnog kondenzata u [°C].



Slika 3-38 Podsustav razvoda pare u zgradama



Slika 3-39 Razdjelnik pare s pripadajućim spremnikom kondenzata – neprimjereno stanje

**Podaci** koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda **krajnjih potrošača pare**:

- naziv krajnjeg potrošača,
- količina pare u [kg/h],
- temperatura pare u [°C],
- pretlak pare u [bar].

### 3.5.5. Sustavi komprimiranog zraka

Osnovni elementi sustava komprimiranog zraka:

1. kompresor,
2. spremnik komprimiranog zraka,
3. sustav razvoda zraka,
4. krajnji potrošači komprimiranog zraka,
5. ostali elementi (filter čestica, filter za uklanjanje ulja – odvajači ulja, sušači zraka).

Iz komprimiranog zraka je potrebno ukloniti čestice, ulje i vlagu.



*Slika 3-40 Osnovni elementi kompresorskog sustava – kompresor, sušač zraka, spremnik komprimiranog zraka*

**Podaci** koje je potrebno prikupiti tijekom provedbe energetskog pregleda sustava komprimiranog zraka:

- kompresor
  - broj instaliranih kompresora,
  - proizvođač i model/tip pojedinog kompresora,
  - nazivni kapacitet zraka u [m<sup>3</sup>/min],
  - maksimalni tlak u [bar],
  - instalirana električna snaga elektromotora pojedinog kompresora u [kW],
  - način hlađenja (zrak, voda),
  - godina proizvodnje pojedinog kompresora,
  - godišnji broj sati rada pojedinog kompresora,
- spremnik komprimiranog zraka
  - broj spremnika,
  - volumen spremnika u [l],
  - maksimalni dozvoljeni tlak u [bar],
  - ugrađen odvod kondenzata (da, ne),
  - godina proizvodnje,
- krajnji potrošači komprimiranog zraka (namjena sustava)
  - potrebni pretlak zraka u [bar],
  - potrebni kapacitet zraka u [m<sup>3</sup>/min].

Klasični sustavi komprimiranog zraka imaju izvedeno hlađenje pomoću zraka (uslijed pregrijanja prilikom kompresije). Uobičajeno se toplina odvodi direktno u okoliš, što predstavlja svojevrsni gubitak, s obzirom da se toplina može usmjeriti npr. u sustav pripreme potrošne tople vode.

### 3.6. Sustavi regulacije i upravljanja

Potrebno je prikazati podatke koji se prikupljaju prilikom analize svih elemenata za upravljanje tehničkim sustavima u zgradama. Opisati centralni sustav regulacije i upravljanja energijom, ukoliko je izведен za cijelu zgradu ili za pojedine cjeline. Pod tim sustavima podrazumijevaju se sustavi upravljanja rasvjetom, unutarnjom i vanjskom, automatske klimatizacijske sustave, sustave grijanja, hlađenja, klimatizacije, ventilacije (npr. reguliranje prema izmjerenoj temperaturi), alarmne sustave, sustave za video nadzor i druge. Različiti podsustavi mogu se automatizirati integracijom raznih tehničkih sustava u jednu funkcionalnu jedinicu, sa sučeljem jednostavnim za uporabu. Prema podsustavima, preporučljivo je reguliranje:

- temperature,
- tlaka,
- protoka,
- vlažnosti zraka,
- razine rasvijetljenosti te
- vršnog opterećenja.

Prema tipu regulacije razlikuje se:

- ručna regulacija - stalna kontrola odnosno povremena kontrola,
- centralna on/off regulacija,
- automatska regulacija,
- prema unutrašnjoj temperaturi,
- prema vanjskoj temperaturi,
- po zonama zgrade (razdvojeni cirkulacijski krugovi), npr. krila zgrade, etaže, dijelovi zgrade prema orientaciji (strane svijeta),
- prema sezonskim karakteristikama,
- dimabilna/fotosenzibilna regulacija (rasvjeta),
- regulacija s vremenskim zatezanjem (npr., stubišni automati, elektromotorni pogon),
- lokalna regulacija, po prostorijama – manji raspon temperature, termoregulacijskim ventilima.

Opisi samih sustava regulacije i upravljanja mogu biti ukomponirani u cjeline opisa energetskih sustava koje reguliraju i/ili upravljaju, odnosno mogu biti izdvojeni u zaseban segment.

### 3.7. Sustavi opskrbe i potrošnje vode

**Podaci** koji se prikupljaju tijekom provedbe energetskog pregleda sustava opskrbe i potrošnje vode:

- **broj izljevnih mesta i ukupni broj pojedine vrste izljevnih mesta** (WC kotlić, pisoar, umivaonik, kada, tuš, kuhinjski sudoper, nogoper, ...),
- **broj osoba** u promatranoj zgradbi, koji troše vodu,
- način korištenja vode od strane korisnika prostora (npr. kolika je učestalost tuširanja) → poželjno ukoliko se provodi modeliranje potrošnje vode,
- navesti eventualnu potrošnju vode u tehničkim sustavima koji troše vodu (rashladni tornjevi, za ovlaživanje i sl.),
- definirati sustav opskrbe pitkom vodom (vodovod i slično) – način opskrbe, eventualni gubici, mogućnost uporabe kišnice, stanje sustava i razvodne mreže, nedostatak sustava za regulaciju tlaka, evidentirati neželjena curenja i sl.,
- ispitati stanje hidrantske mreže (ukoliko je prisutna) i ustanoviti eventualne gubitke vode,
- **računi za vodu za posljednje tri godine** (nije obvezno za samostalne uporabne cjeline stambene i nestambene namjene te obiteljske kuće koje su prodaju, iznajmljuju, daju u zakup, odnosno daju na leasing),
- **zadnji dostupni račun za vodu** (za određivanje jedinične cijene vode).

### 3.8. Kratki osvrt na mjerena tijekom provedbe energetskog pregleda zgrade

U sklopu provedbe energetskog pregleda mogu se provesti slijedeća **jednostavna kontrolna mjerena**:

- osnovna mjerena električnih veličina (potrošnja radne i jalove energije, opterećenje/angažirana električna snaga, faktor snage) za cijelu zgradu ili pojedinu grupu trošila ili samog trošila ukoliko su moguća,
- mjerena osvijetljenosti tipičnih prostorija zgrade,
- mjerena temperature prostorija grijanog i hlađenog dijela zgrade ovisno o sezoni i režimu grijanja i hlađenja
- ...

Mjerena koja se provode smatraju se jednostavnim kontrolnim mjereniima te nisu nikako provjera minimalnih tehničkih uvjeta i zadovoljavanje važećih propisa, nego služe kao smjernica radi pravilnog izbora mjera energetske učinkovitosti, prepoznavanja ponašanja korisnika u zgradi, režima rada trošila i slično.



Slika 3-41 Mjerena električnih veličina strujnim klještima

Tijekom provedbe energetsko pregleda mogu se provoditi jednostavna kontrolna mjerena osvijetljenosti radnih površina luksmetrom, kako bi se moglo zaključiti da li postojeća rasvjeta osigurava minimalno propisane uvjete prema normi HRN EN 12464-1 (Svetlo i rasvjeta – Rasvjeta radnih mesta – 1. dio).



Slika 3-42 Luksmetar za mjerjenje osvjetljenosti

Kontrolna mjerena temperature grijanog/hlađenog prostora unutar zgrade mogu biti dosta korisna i pomažu prilikom izračuna godišnje potrebne toplinske energije za grijanje/hlađenje  $Q_{H,nd}/Q_{C,nd}$  za stvarne klimatske podatke i stvarni režim rada tehničkih sustava.

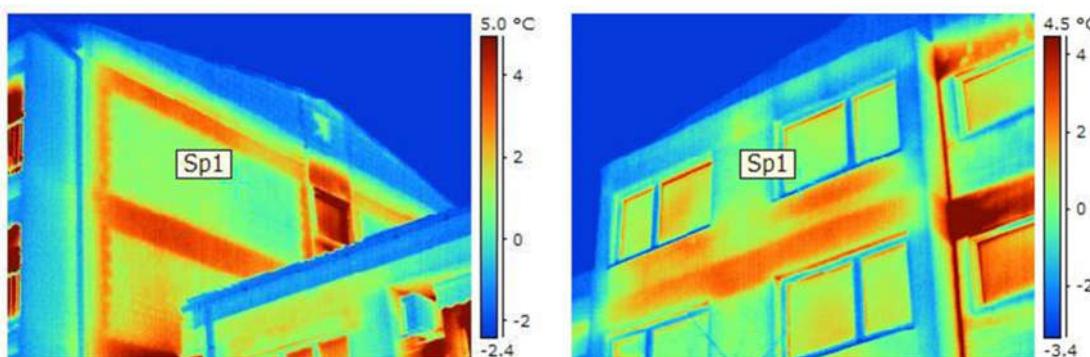
Kada postoji opravdana sumnja u točnost prikupljenih ulaznih podataka potrebnih za proračun i analizu energetskih svojstava zgrade i tehničkih sustava, podaci se mogu prikupiti i potvrditi slijedećim **dodatnim složenim kontrolnim mjeranjima** kao što su:

- identifikacija mjesta toplinskih gubitaka kroz vanjsku ovojnicu korištenjem infracrvene termografije,
- merenje zrakopropusnosti zgrade (eng. Blower Door Test),
- merenje toplinskog otpora građevnog elementa,
- merenja tehničkih karakteristika u termotehničkim sustavima (merenje protoka vode/zraka, merenja tlaka, temperature, merenje sastava dimnim plinova, merenje buke uzrokovane radom termotehničkog sustava...),
- merenje parametara vodovodnog sustava (protoka, tlaka u sustavu itd.)
- ...

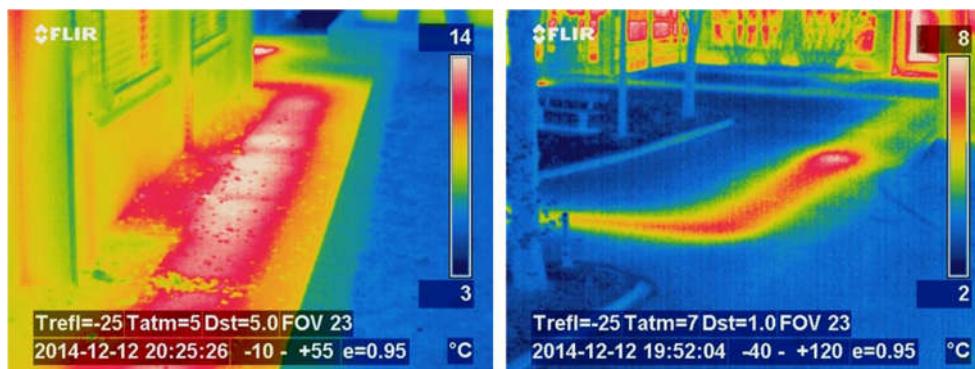
Merenja parametara rada termotehničkih sustava mogu provoditi osobe koje su akreditirane ili ovlaštene prema posebnom propisu za obavljanje tih poslova.

**Merenjem zrakopropusnosti zgrade** (eng. **Blower Door Test**) se mjeri volumni protok zraka koji nastaje zbog razlike tlaka od 50 Pa između vanjskog i unutrašnjeg prostora građevine. Razlika tlaka postiže se ispitnim ventilatorom. Broj izmjena zraka u zgradi dobije se dijeljenjem dobivene vrijednosti volumnog protoka ( $m^3/h$ ) s unutrašnjim volumenom ispitivanog prostora zgrade ( $m^3$ ).

**Termografija**, kao beskontaktna metoda određivanja raspodjele temperature na površini objekata putem mjerena intenziteta zračenja u infracrvenom području elektromagnetskog spektra, prikladna je metoda za primjenu kod građevinske ovojnica, ali i kod termotehničkih sustava i sustava potrošnje električne energije. Termografskim snimanjem građevinske ovojnica moguće je utvrditi: nehomogenost materijala zida, neispravnost ili nepostojanje toplinske izolacije, vlagu u konstrukciji, probleme ravnih krovova (vlagu, pukotine), izražene toplinske mostove, otvoreni propusti za zrak...



Slika 3-43 Termografski snimak pročelja Doma za starije i nemoćne

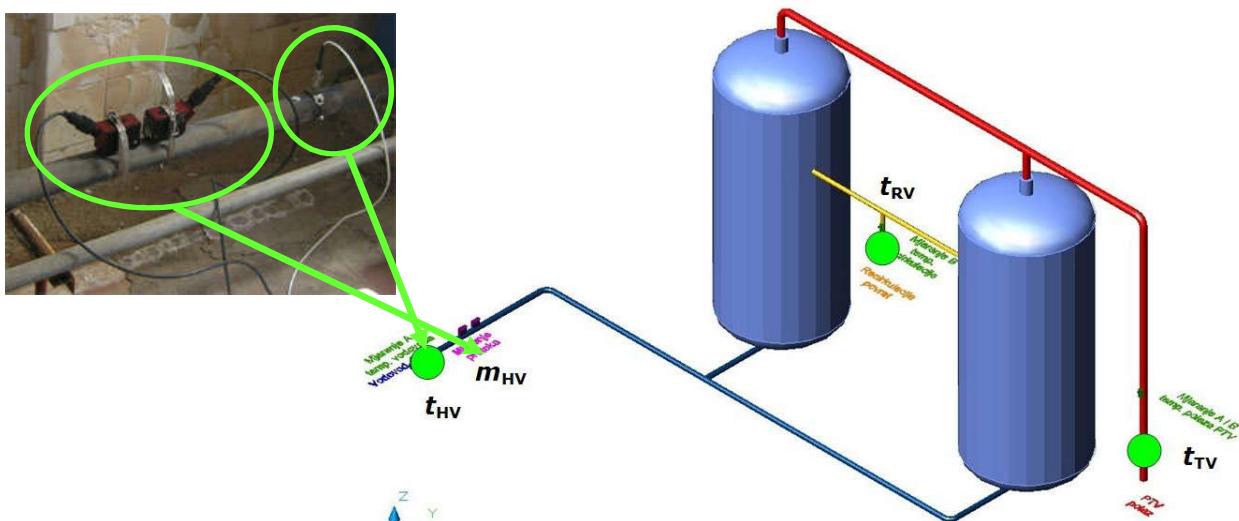


Slika 3-44 Termografski snimak ukopanog cjevnog razvoda sustava grijanja između pojedinih zgrada



Slika 3-45 Otkrivanje toplinskih mostova u podsustavu razvoda centralnog sustava grijanja termografijom

Često je za potrebe modeliranja toplinske energije, te za dimenzioniranje solarnih kolektora potrebno poznavati **profil potrošnje tople vode**. Kako je on često nepoznat, potrebno je provesti mjerenja protoka hladne vode na ulazu u spremnik potrošne tople vode. Jedan od načina mjerena protoka hladne vode je pomoću ultrazvučnog protokomjera. Razlog za odabir ultrazvučnog protokomjera za mjerjenje protoka hladne vode je jednostavnost provedbe mjerena s obzirom na to da se mjerni osjetnici montiraju na postojeću cijev s vanjske strane cijevi te mjerene protoka ni na koji način ne uzrokuje dodatni pad tlaka i ne remeti strujanje fluida unutar cijevi niti iziskuje prekid rada centralnog sustava pripreme PTV zbog ugradnje mjernog uređaja.



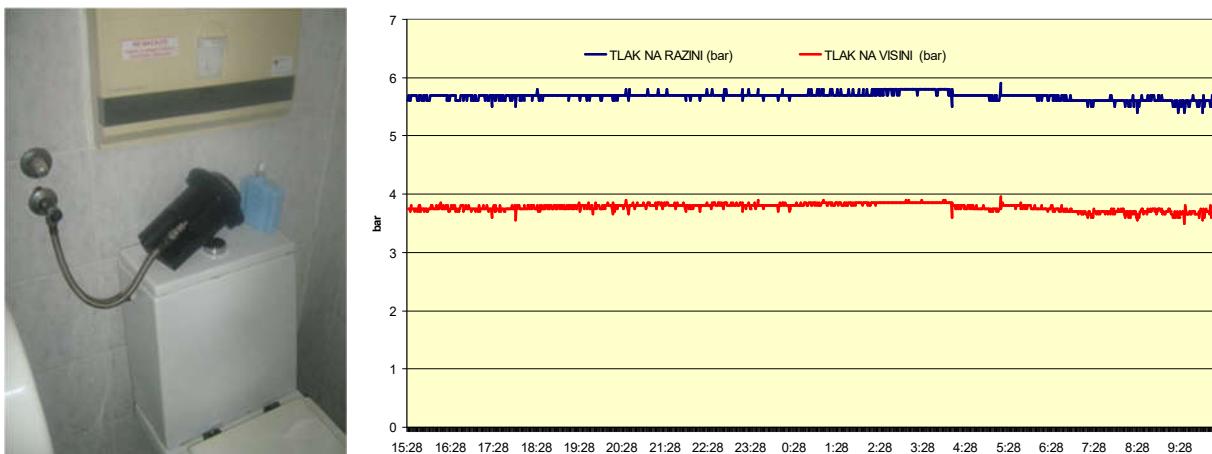
Slika 3-46 Mjerenje protoka hladne vode ultrazvučnim protokomjerom na ulazu u spremnike PTV-a

Za potrebe izrade *Izješća o provedenom energetskom pregledu sustava grijanja*, ukoliko se kao izvor toplinske energije koristi kotao/uređaj za loženje nizivne snage 20 kW i veće, potrebno je provesti **mjerenje stupanja djelovanja kotla/uređaja za loženje indirektnom metodom** (uzimanjem u obzir samo gubitka osjetne topline dimnih plinova). Mjerenje se provodi uređajem za mjerenje sastava dimnih plinova, a modu ga provesti serviseri kotlova ili ovlaštene firme (za kotlove nizivne snage 100 kW i veće).



Slika 3-47 Mjerenje sastava dimnih plinova na izlazu iz kotla uređajem za mjerenje sastava dimnih plinova

S ciljem smanjenja potrošnje vode u zgradama, ponekad je opravdano **mjerenje tlaka u vodovodnoj mreži** unutar zgrade.



Slika 3-48 Mjerenje tlaka vode u vodovodnoj mreži u prizemlju i na 4. katu

Prije pregleda zgrade i mjerenja obavezno se pristupa izradi plana aktivnosti i mjerenja. Sadržaj plana aktivnosti na lokaciji i plana mjerenja u okviru energetskog pregleda zgrade prilaže se izješću o energetskom pregledu.

**PLAN MJERENJA OSVIJETLJENOSTI U  
SUSTAVU RASVJETE HALA**

Vrijeme i datum početka mjerena:	14:30 01.03.2017.
Trajanje mjerena:	Mjerenje trenutnih vrijednosti u razdoblju od 2 radna sata
Osobe koje obavljaju mjerena:	Ivo Ivić Josip Josipčić
Od strane naručitelja, mjerena odobrio:	Mario Marić
Od strane naručitelja, nadzor mjerena obavlja:	Darko Darkić
Broj ugovora za energetski pregled na temelju kojeg se obavlja mjerena:	UGOVOR-16-001
Oprema kojim se obavlja mjerena:	Luxmetar Svjetlo 34
Datum baždarenja mjerne opreme i institucija koja je obavila baždarenje:	10.11.2016. Mjera d.o.o.
Cilj mjerena:	Utvrđivanje postojeće razine osvijetljenosti
Opis provedbe mjerena:	Uz minimalnu prisutnost dnevnog osvjetljenja te nakon postizanja nominalnog svjetlosnog toka postojeće rasvjete hala vrše se mjerena trenutnih vrijednosti osvijetljenosti u ukupno 71 točki
Napomene:	Odabrani broj točaka i pozicija odgovara statističkom uzorku za dobivanje srednje vrijednosti osvijetljenja uz statističku točnost od 90%.

Plan mjerena napravio:	Plan mjerena odobrio:
Ivo Ivić	Luka Lukić
Potpis:	Potpis:

### 3.9. Prikupljanje računa o potrošnji svih oblika energije i vode za potrebe zgrade

Prema *Pravilniku od energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju* obveza provedbe energetskog pregleda i izdavanja energetskog certifikata vrijedi za slijedeće zgrade:

- zgrade javne namjene čija ukupna korisna površina prelazi  $250\text{ m}^2$ ,
- nove zgrade prije izdavanja uporabne dozvole,
- zgrade koje se prodaju, iznajmljuju, daju u zakup, odnosno daju na leasing.

Iznajmljivanje se ne odnosi na stanove, apartmane i kuće za odmor u kojima se pruža ugostiteljska usluga smještaja.

Prema *Pravilniku od energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju* energetski pregled između ostalog uključuje **analizu potrošnje i troškova svih oblika energije, energenata i vode za razdoblje od tri prethodne kalendarske godine.**

Potrošnja energije, energenata i vode izravno je ovisna o ponašanju krajnjeg korisnika prostora. U slučaju promjene krajnjeg korisnika prostora (uslijed prodaje, iznajmljivanja, zakupa, leasinga) moguća je uspostava potrošnje energije i vode, koja se bitno razlikuje od potrošnje i navika prethodnog korisnika.

Zbog toga se uvode slijedeće **iznimke u pogledu obveze skupljanja računa, analize potrošnje i troškova svih oblika energije, energenata i vode za razdoblje od tri prethodne kalendarske godine.**

Analiza potrošnje i troškova energije, energenata i vode temeljem računa te modeliranje nije obvezno, ali se po potrebi može provesti (npr. za potrebe natječaja ili na zahtjev vlasnika) za slijedeće postojeće zgrade:

- samostalne uporabne cjeline (SUC) stambene ili nestambene namjene (npr. stan, uredski prostor), koje se nalaze unutar zgrada,
- obiteljske kuće,

koje se prodaju, iznajmljuju, daju u zakup, odnosno daju na leasing.

U navedenim slučajevima obvezno je provesti proračun do primarne energije za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada tehničkih sustava. Zbog promjene krajnjeg korisnika prostora nema smisla raditi proračun za stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja prethodnog korisnika. **Ukoliko se postojeća nestambena zgrada kao cjelina prodaje, daje u zakup odnosno daje na leasing, obvezno je provesti analizu potrošnje i troškova energije, energenata i vode te modeliranje.**

Samostalna uporabna cjelina (SUC) je stan odnosno apartman, poslovni prostor i slično unutar zgrade koji je predviđen ili preuređen za zasebno korištenje.

Obiteljska kuća je stambena zgrada s najviše tri samostalne uporabne cjeline stambene namjene i koja ima građevinsku (bruto) površinu manju ili jednaku  $600\text{ m}^2$ .

## 4. ENERGETSKA ANALIZA

Krajnji rezultati provedene energetske analize:

- **jedinične cijene energije/vode** (prema posljednjem dostupnom računu),
- **referentna potrošnja energije/vode** (na godišnjem i mjesecnom nivou),
- **raspodjela potrošnje energije/vode po pojedinim grupama potrošača odnosno po pojedinoj namjeni** (rezultat modeliranja).

### 4.1. Određivanje energetskih funkcionalnih cjelina

#### Što je energetska funkcionalna cjelina – ETC?

ETC je zasebna funkcionalna i energetska cjelina za koju je moguće mjeriti pripadajuću potrošnju energije i vode te parametre koji utječu na potrošnju.

Tijekom analize podataka u sklopu pripreme za energetski pregled, a da bi se dobila kompletna energetska slika zgrade ili skupine zgrada, koje se pregledavaju, potrebno je odrediti funkcionalne cjeline koje se energetskim pregledom promatraju. Ove funkcionalne cjeline nazivamo energetskim funkcionalnim cjelinama (u dalnjem tekstu: ETC) i predstavljaju zasebne funkcionalne i energetske cjeline za koje je moguće mjeriti pripadajuću potrošnju energije i vode te parametre koji utječu na potrošnju.

Određivanje ETC-a u zgradama koja se analizira te postavljanje jasnih granica promatranog sustava i definiranje svih bitnih veličina koje ulaze i izlaze iz sustava provodi se u cilju jasne analize svih tokova energije u zgradama koja se pregledava. Granice sustava se određuju uzimajući u obzir sljedeće:

- promatrana zgrada, skup zgrada ili dio zgrade mora biti funkcionalna cjelina,
- u odabranoj funkcionalnoj cjelini moguće je mjeriti pripadajuću potrošnju energije i vode,
- u odabranoj funkcionalnoj cjelini moguće je mjeriti parametre koji utječu na potrošnju energije i vode.

U skladu s gore navedenim smjernicama za identificiranje ETC-a, zgrada, koja je predmet energetskog pregleda, se može podijeliti u više ETC-a.

Svrha određivanja ETC-a na taj način omogućuje točno određivanje bilance stvarne (referentne) potrošnje energije i vode po energentu te po svakoj grupi trošila.

Za mjerjenje potrošnje energije i vode u ETC-u treba koristiti obračunska brojila instalirana od strane dobavljača, ali moguća su i mjerena u granicama pojedinog ETC-a sa zasebno instaliranim mjernim uređajima.

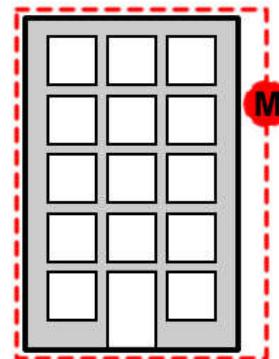
U praksi se može naići na različite slučajeve funkcionalnih cjelina, koje su osnove za definiranje ETC-e, a neki od najuobičajenijih su sljedeći:

- cijelovita zgrada kao jedinstveni ETC,
- skupina zgrada (kompleks) kao jedinstveni ETC,
- dio zgrade kao ETC.

#### 4.1.1. Cjelovita zgrada kao jedinstveni ETC

Podaci o potrošnji energije i vode preuzimaju se s obračunskih brojila, koja su postavljena od strane dobavljača energije/energenata i vode, a koja obuhvaćaju cijelu zgradu.

Dodatna brojila za detaljniju raščlambu potrošnje ne postoje. Ukoliko su poznati svi podaci o analiziranoj zgradi ovako definirane granice promatranog sustava daju najkvalitetnije izlazne podatke nakon provedene analize potrošnje.



Slika 4-1 Cjelovita zgrada kao jedinstveni ETC

#### 4.1.2. Skupina zgrada (kompleks) kao ETC

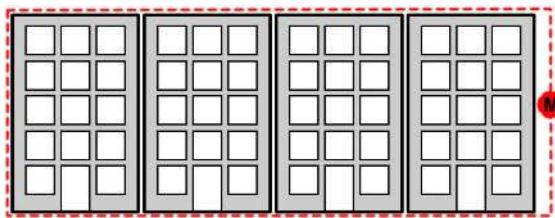
Skupinu zgrada (kompleks) čine sve zgrade koje imaju barem jedno zajedničko brojilo potrošnje. Nije moguće mjerjenje potrošnje za svaku pojedinu zgradu unutar kompleksa.

Granice promatranog sustava obuhvaćaju više zgrada koje su spojene na zajedničku energetsku i vodovodnu mrežu.

Preporučani postupak u ovakvim slučajevima je analiza potrošnje kompleksa kojeg promatramo kao jedinstvenu cjelinu.

Nakon analize kompleksa kao cjeline, potrebno je rezultate prikazati i za svaki zasebni dio kompleksa (npr. svaku pojedinu zgradu). Za svaki zasebni dio kompleksa potrebno je izračunati/procijeniti, prikazati i analizirati potrošnju energije i vode. Procjena ili izračun udjela u ukupnoj potrošnji radi se prema mjernim uređajima koji postoje na zasebnim dijelovima kompleksa ili se definiraju izračunom bilance potrošnje u skladu sa karakteristikama pojedinog dijela i potrošača u njemu.

Primjer koji opisuje jednu ovaku specifičnu situaciju ilustriran je Slika 4-2 na kojoj se promatrani kompleks zgrada (ETC) sastoji od četiri zasebna dijela – četiri zgrade. U sklopu kompleksa postoje četiri mjerila potrošnje električne energije (za svaku zgradu posebno), četiri mjerila potrošnje vode (za svaku zgradu posebno) i jedno mjerilo potrošnje prirodnog plina za cijeli kompleks (ETC). Prvo je potrebno napraviti analizu kompleksa kao ETC-a, a nakon toga je za svaki zasebni dio kompleksa potrebno napraviti analizu potrošnje električne energije i vode prema računima te analizu potrošnje prirodnog plina prema izračunatoj bilanci potrošnje.

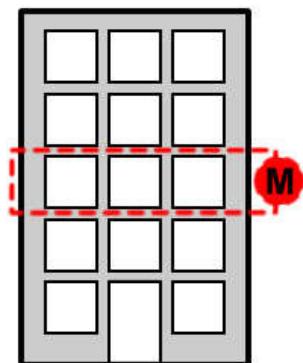


Slika 4-2 Kompleks zgrada kao ETC

#### 4.1.3. Dio zgrade kao ETC

Granica promatranog sustava obuhvaća dio zgrade (na primjer jedan kat zgrade) koji se definira kao ETC. U praksi se javlja problem jer većinom ne postoji instalirana individualna pojedinačna brojila kojima se mjeri potrošnja predmetnog ETC-a.

Potrošena energija u ovakvim slučajevima najčešće se plaća paušalno, ovisno o udjelu površine promatranog ETC-a u ukupnoj površini zgrade, jer su energetski sustavi zajednički za cijelu zgradu. Podaci o utrošku energije i vode dobiveni na ovaj način najčešće ne odgovaraju stvarno potrošenim količinama te se prilikom analize dobivaju vrlo upitni rezultati. U opisanom slučaju analiza potrošnje energije i vode provodi se najčešće izračunom bilance potrošnje.



Slika 4-3 Dio zgrade kao ETC

## 4.2. Analiza strukture računa za energiju i vodu

Prilikom provedbe energetskog pregleda uzimaju se **računi o potrošnji svih oblika energije i vode za razdoblje od tri prethodne kalendarske godine**.

Za samostalne uporabne cjeline (SUC) stambene ili nestambene namjene (npr. stan, uredski prostor) koje se nalaze unutar zgrada i obiteljske kuće, koje se prodaju, iznajmjuju, daju u zakup, odnosno daju na leasing nije potrebno (ali se po potrebi može!) uzeti račune odnosno raditi analizu potrošnje i troškova energije i vode te modeliranje.

Ukoliko se postojeća nestambena zgrada kao cjelina prodaje, daje u zakup odnosno daje na leasing, obvezno je provesti analizu potrošnje i troškova energije, energenata i vode te modeliranje, odnosno obvezno je prilikom provedbe energetskog pregleda uzeti račune.

#### 4.2.1. Računi za električnu energiju

Donošenjem Zakona o energiji, Zakona o izmjenama i dopunama zakona o energiji, Zakona o tržištu električne energije i Zakona o regulaciji energetskih djelatnosti stvorene su prepostavke za liberaliziranje tržišta električne energije. U ovoj početnoj fazi otvaranja tržišta odabran je model bilateralnog tržišta u kojem se trgovanje električnom energijom provodi bilateralnim ugovorima. Ugovorne strane su povlašteni kupac i opskrbljivač. Osim ugovora o opskrbi odnosno ugovora o kupoprodaji električne energije, povlašteni kupac mora sklopiti i ugovor o korištenju mreže s Hrvatskim operatorom prijenosnog sustava (HOPS) ili HEP-Operatorom distribucijskog sustava (HEP-ODS), ovisno o tomu na koju su naponsku razinu priključeni. Na internetskoj stranici Hrvatske energetske regulatorne agencije (HERA) dostupan je pregled registra tvrtki ovlaštenih za obavljanje energetske djelatnosti opskrbe električnom energijom (<http://www.hrote.hr/default.aspx?id=71>).

U Hrvatskoj postoje dvije kategorije kupaca, povlašteni i tarifni kupci. Povlašteni kupac se opskrbuje električnom energijom isključivo preko svog opskrbljivača. Status povlaštenog kupca daje pravo kupcu da odabere svog opskrbljivača i s njim ugovara cijenu električne energije. Ukupnu cijenu električne energije za povlaštene kupce čine cijena električne energije ugovorena s opskrbljivačem, naknada za korištenje prijenosne mreže i/ili naknada za korištenje distribucijske mreže (naplaćuje HEP Operator distributivnog sustava – HEP ODS), naknada za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije te ostale naknade definirane *Zakonom o energiji* ili posebnim zakonom. Kupac iz kategorije kućanstvo koji ne želi koristiti pravo povlaštenog kupca ili ne uspije pronaći opskrbljivača, ima pravo na opskrbu električnom energijom od opskrbljivača tarifnih kupaca (trenutno HEP ODS).

Gledajući sumarno tarifni kupci plaćaju veće cijene za preuzetu električnu energiju u odnosu na povlaštene kupce, odnosno odabirom opskrbljivača električnom energijom smanjuje se propadajući trošak na računima za električnu energiju!

Zbog specifičnosti elektroenergetskog sustava kod naplate električne energije javljaju se stavke (tarifni elementi) koje nema kod drugih enerenata te ih je potrebno pobliže objasniti. Ključne stavke na računima za električnu energiju dane su slikom i danjem opisu.

**HEP ODS – prva strana računa**

Opis	Jed.mjere	Količina	Jed.cijena	Iznos kn
<b>NISKI NAPON CRVENI</b>				
Električna energija viša dnevna tarifna stavka	kWh	3501	0,2500	875,25
Električna energija niža dnevna tarifna stavka	kWh	815	0,1200	97,80
Prekomjerno preuzeta jalova energija	kVArh	2442	0,1500	366,30
Angažirana snaga u doba više tarife	kW	32	44,5000	1.424,00
Naknada za mjeru uslugu	mjesec	1,00	41,3000	41,30
Porezna osnovica				2.804,65
PDV 25% (osnovica: 2.804,65)				701,16
<b>UKUPAN IZNOS RAČUNA</b>				<b>3.505,81</b>

**HEP ODS – druga strana računa**

Obračunsko mjesto: Naziv obračunskog mješta

Broj obračunskog mješta: **xxxxxx 1** Kategorije potrošnje: Poduzetništvo

Tarifni model: Crveni

Obr.: 1

Broj brojila	Datum od	Datum do	Tar.stavka	Stanje od	Stanje do	Konstanta	Potrošak	Iznos kn
<b>xxxxxx 2</b>	01.01.2015	01.02.2015	RVT R1	10312,97	10488,03	20	3501 <b>3</b>	875,25
			RNT R2	02651,63	02692,36	20	815 <b>4</b>	97,80
	01.01.2015	01.02.2015	JEN J1	11348,63	11541,27	20	3853 <b>6</b>	366,30
			JEN J2	00158,39	00159,03	20	13	
Prekomjerno preuzeta jalova energija								<b>2442 <b>6</b></b> 366,30
Stanje max.	Konstanta	Ostvarena snaga kW	Koef	Ugovorena snaga kW	Obračunata snaga kW			
1.582	20	31,64	1.00		32,00 <b>7</b>			1.424,00
Naknada za mjeru uslugu								<b>1,00 <b>8</b></b> 41,30
<b>UKUPAN IZNOS OBRAČUNA</b>								<b>2.804,65</b>

**Opskrbljivač – prva strana računa**

Opis	Jed.mjere	Količina	Jed.cijena	Iznos kn				
<b>PRO</b>								
Električna energija viša dnevna tarifna stavka	kWh	3501	0,3597	1.259,31				
Električna energija niža dnevna tarifna stavka	kWh	815	0,2398	195,44				
Angažirana snaga u doba više tarife	kW	32	33,8363	1.082,76				
Naknada za poticanje proizvodnje iz obnovljivih izvora	kWh	4316	0,0350	151,06				
Trošarine za neposlovnu uporabu električne energije	kWh	4316	0,00750	32,37				
<b>HEP MAX</b>								
Električna energija	kWh	3476	0,5024	1.746,34				
Naknada za poticanje proizvodnje iz obnovljivih izvora	kWh	3476	0,0350	121,67				
Trošarine za neposlovnu uporabu električne energije	kWh	3476	0,00750	26,07				
<b>HEP OPTI</b>								
Električna energija viša dnevna tarifna stavka	kWh	159	0,5252	83,51				
Električna energija niža dnevna tarifna stavka	kWh	48	0,3501	16,80				
Naknada za poticanje proizvodnje iz obnovljivih izvora	kWh	207	0,0350	7,25				
Trošarine za neposlovnu uporabu električne energije	kWh	207	0,00750	1,55				
Opskrbna naknada	mjesec	1	35,00	35,00				
Terećenje 7% ( 24.12.2014 - 01.02.2015 )								306,90
Porezna osnovica								5.066,03
PDV 25%								1.266,51
<b>UKUPAN IZNOS RAČUNA</b>								<b>6.332,54</b>

**Opskrbljivač – prva strana računa**Broj obračunskog mješta: **xxxxxxxxxx 1** Model: HEP PRO

Obr.: 1

Datum od	Datum do	Tar.stavka	Konstanta	Potrošak	Jed.cijena	Iznos kn		
01.01.2015	01.02.2015	RVT Električna energija viša dnevna tarifna stavka	3	20	3501	0,3597		
		RNT Električna energija niža dnevna tarifna stavka	4	20	815	0,2398		
		SVT Angažirana snaga u doba više tarife	7	20	32	33,8363		
		OIE Naknada za poticanje proizvodnje iz obnovljivih izvora	10	4316	0,0350	151,06		
01.01.2015	01.02.2015	TRNP Trošarine za neposlovnu uporabu električne energije	11	4316	0,00750	32,37		
<b>UKUPAN IZNOS OBRAČUNA</b>								<b>2.720,94</b>

- **Broj obračunskog mješta** predstavlja oznaku mješta potrošnje i mjerjenja električne energije te predstavlja identifikacijski broj u bazama podataka. Broj obračunskog mješta dodjeljuje HEP ODS za svaku lokaciju zasebno te predstavlja šesteroznamenkasti broj. Navedeni broj preuzimaju i opskrbnjivači gdje dodaju nove prve 4 znamenke vlastitih kodova opskrbnjivača i geografskog smještaja. Na slici obilježeno brojem 1.

- **Broj brojila** označava dodijeljeni broj od strane HEP ODS-a brojilu na lokaciji. Zamjenom brojila mijenja se i broj brojila (vezano uz brojilo, ne lokaciju). Na slici obilježeno brojem 2.
- **Električna energija u višem (dnevnom) tarifnom razdoblju**, mjerne jedinice kWh. Ovaj tarifni element predstavlja utrošenu količinu energije u specifičnom vremenskom periodu dana. Za vrijeme zimskog računanja vremena odnosi se na preuzetu energiju između 7 sati i 21 sat. Za vrijeme ljetnog računanja vremena odnosi se na preuzetu energiju između 8 sati i 22 sata. Navedeno je slično kao i kod drugih enerenata ali uz pojašnjeno vremensko ograničenje. Ovisno o odabranom tarifnom modelu naplatu vrši HEP ODS te ukoliko je odabran i opskrbljivač. Na slici obilježeno brojem 3.
- **Električna energija u nižem (noćnom) tarifnom razdoblju**, mjerne jedinice kWh. Ovaj tarifni element predstavlja utrošenu količinu energije u specifičnom vremenskom periodu dana. Za vrijeme zimskog računanja vremena odnosi se na preuzetu energiju između 21 sat i 7 sati. Za vrijeme ljetnog računanja vremena odnosi se na preuzetu energiju između 22 sata i 8 sati. Uvođenje zasebnog mjerjenja utrošene količine električne energije u dnevnim i noćnim satima posljedica je razlika u proizvodnoj cijeni električne energije, gdje se u vrijeme noćnih sati i činjenično manjih potreba kupaca koriste proizvodni kapaciteti niskog specifičnog troška poput hidroelektrana. Zasebnim mjerenjem u kombinaciji sa nižim jediničnim cijenama želi se stimulirati kupce da koriste sva moguća trošila u noćnim satima kada ima dovoljno električne energije u sustavu po niskim proizvodnim cijenama. Ovisno o odabranom tarifnom modelu naplatu vrši HEP ODS te ukoliko je odabran i opskrbljivač. Na slici obilježeno brojem 4.
- **Električna energija u jedinstvenom tarifnom razdoblju**, mjerne jedinice kWh. Ovaj tarifni element predstavlja utrošenu količinu energije nevezano za vremenski period dana i identičan je mjeranjima kao i kod drugih enerenata. Ovisno o odabranom tarifnom modelu naplatu vrši HEP ODS te ukoliko je odabran i opskrbljivač. Na slici obilježeno brojem 5.
- **Prekomjerno preuzeta jalova energija**, mjerne jedinice kVArh. Većina trošila električne energije uz radnu komponentu (prethodne točke, mjerne jedinice kWh) u svom radu ili proizvode ili preuzimaju i jalovu komponentu. Trošila s jalovom komponentom imaju sinusni valni oblik struje kao i djelatni teret, no imaju struju pomaknutu u fazi u odnosu na napon. To znači da je valni oblik struje pomaknut u vremenu u odnosu na valni oblik napona. Induktivni tereti (elektromotori, fluorescentna rasvjeta i slično) traže jalovu snagu, kapacitivni tereti (većinom elektronički uređaji poput novijih računala, fotokopirnih uređaja, LED rasvjeta i slično) proizvode jalovu snagu. Jalova snaga opterećuje električne vodove, transformatore, razvodne ormare potrošača i elektroprivrede, te na taj način umanjuje njihov kapacitet i iskoristivost. Budući da dolazi do gubitka pri prijenosu električne energije jalova energija se može naplaćivati kupcima, i to specifično kupcima kategorije poduzetništvo. Naime kako većina trošila zahtjeva i jalovu komponentu, dio

preuzete/odaslane jalove energije se tolerira dok se kod većih vrijednosti od dopuštenih naplaćuju penali. Naplatu vrši isključivo HEP ODS po principu da se ne naplaćuje jalova energija do iznosa od 33% utrošene radne električne energije, a na mogući preostali iznos naplaćuju penali. Iz navedenog je i jasan naziv tarifnog elementa kao prekomjerno preuzeta jalova energija. Zaključno, gotovo svi kupci preuzimaju jalovu energiju iz mreže, ili je šalju u mrežu, dok se naplata vrši samo onima koji prelaze jasno određene granice. Kako se u konačnici radi o penalima trošak prekomjerno preuzete jalove energije treba riješiti čim se za to stvore financijski i tehnički uvjeti. Na slici obilježeno brojem 6.

- **Angažirana snaga** u doba višeg tarifnog razdoblja, mjerne jedinice kW. Kod dijela kupaca HEP ODS vrši kontinuirana mjerena električne snage. Vrijednosti se mjere u 15 minutnim vremenskim intervalima iz kojih se dobivaju prosječne vrijednosti. Najveća ostvarena vrijednost 15 minutnog prosjeka u mjesec dana predstavlja angažiranu snagu. Navedena vrijednost se zaokružuje na prvi cijeli broj. Ovisno o odabranom tarifnom modelu naplatu vrši HEP ODS te ukoliko je odabran i tako je ugovoren i opskrbljivač.
- **Naknada za mjernu uslugu** koju naplaćuje HEP ODS na mjesечноj bazi, a predstavlja naplatu troška prikupljanja i obrade mjernih podataka sa mjernog mjesta (brojila). Na slici obilježeno brojem 8.
- **Naknada za opskrbu** koju naplaćuje opskrbljivač na mjesечноj bazi, a predstavlja naplatu troška prikupljanja podataka i izdavanja računa. Na slici obilježeno brojem 9.
- **Naknada za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i kogeneracije** koja je vezana za utrošenu količinu radne komponente električne energije kroz koju se prikupljaju finansijska sredstva potrebna za isplatu poticajnih cijena proizvođačima iz obnovljivih izvora energije. Ukoliko je odabran opskrbljivač, naknadu naplaćuje on, a ukoliko se radi o tarifnom kupcu HEP ODS. Na slici obilježeno brojem 10.
- **Trošarine za poslovnu uporabu električne energije** koja je vezana za utrošenu količinu radne komponente električne energije, naplaćuje ju opskrbljivač ukoliko je odabran, odnosno kod tarifnih kupaca HEP ODS, samo za kategoriju poduzetništvo, te se proslijeđuje u proračun Republike Hrvatske. Na slici obilježeno brojem 11.
- **Porez na dodanu vrijednost**, naplaćuju i HEP ODS i opskrbljivač na sve tarifne elemente te se prikupljena sredstva proslijeđuju u proračun Republike Hrvatske.

Naplata pojedinih tarifnih elemenata ovisi o odabranom tarifnom modelu kod HEP ODS-a i ugovoru s opskrbljivačem. HEP ODS prikuplja naknadu za korištenje električne mreže te su tarifni modeli regulirani. U slučaju opskrbljivača na snazi je tržište električnom energijom, odnosno naplata pojedinih tarifnih elemenata je stvar dogovora kupca i opskrbljivača.

Ukupni troškovi za električnu energiju predstavljaju sumu troškova svih pojedinih stavki koje se naplaćuju, dakle troškovi za energiju, snagu, jalovu energiju, naknade, trošarine te poreze. Važno je razlikovati troškove koji su vezani na utrošenu energiju te ostale troškove.

## 4.2.2. Računi za toplinsku energiju

Toplinska energija, potrebna za pokrivanje potreba za grijanjem zgrade odnosno za pripremu potrošne tople vode te za potrebe kuhanja, se dobavlja zgradi u obliku različitih vrsta goriva (prirodni plin, loživo ulje, ukapljeni naftni plin, ogrjevno drvo, biomasa ...) odnosno u formi tople/vrele vode/pare iz Centralnog toplinskog sustava (CTS).

### 4.2.2.1. Računi za prirodni plin

Sukladno odredbama *Pravilnika o organizaciji tržišta prirodnog plina* (NN 126/10 i NN 128/11) i *Općih uvjeta za opskrbu prirodnim plinom* (NN 43/09) određeno je, da se od 01.01.2012. za utvrđivanje i obračun količine plina te za izražavanje jediničnih cijena iz područja plina kao mjerna jedinica koristi **kWh**.

Od 01.01.2014. je zbog promjene zakonske regulative došlo do slijedećih promjena na računima za potrošnju prirodnog plina:

- obračunska mjerna mjesta su svrstana u nove tarifne modele (**TM1 do TM12**) ovisno o potrošnji prirodnog plina u prethodnoj godini i
- obračunskim mjernim mjestima je dodijeljen **faktor korekcije**, koeficijent kojim se može vrijednost obujma plina izmjerena na plinomjeru pri radnim uvjetima mjerena da bi se dobila vrijednost obujma plina koja odgovara standardnom stanju plina.

Na računu za prirodni plin je istaknut broj plinomjera, stanje plinomjera (prethodno, sadašnje očitanje), tarifni model, faktor korekcije, volumen utrošenog prirodnog plina pri standardnim uvjetima ( $\text{Sm}^3$ ), donja ogrjevna vrijednost prirodnog plina, vrijednost energije isporučene prirodnim plinom.

Vezano za troškove prirodnog plina istaknute su slijedeće stavke, koje se naplaćuju:

- cijena energije u [kn/kWh],
- trošarina u [kn/kWh],
- $Ts_2$  u [kn/mj.] – fiksna mjesecna naknada za distribuciju prirodnog plina (obračunava se ovisno o tarifnom modelu i propisana je Odlukom o iznosu tarifnih stavki za javnu uslugu opskrbe plinom za razdoblje od 1. travnja do 31. prosinca 2016. godine).

$\text{Sm}^3$  – standardni metar kubni prirodnog plina pri standardnim uvjetima od 101.325 Pa i temperaturom 288,15 K (15°C)

$H_{ds}$  – donja ogrjevna vrijednost prirodnog plina u [kWh/ $\text{Sm}^3$ ]

**Potrošnja plina za 12.2015.**

Broj plinomjera	Tarifni model	[DP] Identifikacijski broj i adresa OMM-a	Stanje plinomjera od	Faktor korekcije	Volumen (Sm <sup>3</sup> )	H <sub>ds</sub>	Energija (kWh)	Cijena (kn/kWh)	Iznos (kn)	
1	2	3	4	5	6	7=(5)X6	8	9=7X8	10	11=9X10
05754010	TM5		4999	6601	1,009300	1617	9,692334	15673	0,382577	5.996,12
						Energija	1617	15673		5.996,12
						Trošarine		15673	0,004050	63,48
						Ts2				40,00
						Porezna osnovica:				6.099,60
										Porezna osnovica: 6.099,60
										Porez na dodanu vrijednost 25%: 1.524,90
										Ukupan iznos računa: 7.624,50

Slika 4-4 Struktura računa za prirodni plin za prosinac 2015 – Gradska plinara Zagreb – Opskrba d.o.o.

Tablica 4-1 Struktura jedinične cijene prirodnog plina prema računu za prosinac 2015. – Gradska plinara Zagreb – Opskrba d.o.o.

Gradska plinara Zagreb	Tarifni model	Posljednji račun (mjesec-godina)	Jedinična cijena energije bez PDV-a [kn/kWh]	Jedinična cijena trošarine [kn/kWh]	Jedinična cijena energije bez PDV-a [kn/kWh]	Jedinična cijena energije s PDV-om [kn/kWh]	Fiksna mjeseca naknada Ts2 bez PDV-a [kn/mjesec]
PRIRODNI PLIN	TM5	pro-15	0,382577	0,004050	0,386627	0,483284	40,00

Ukupna jedinična cijena energije isporučene prirodnim plinom prema zadnjem dostupnom računu za prosinac 2015., koja uključuje cijenu energije i trošarinu, iznosi 0,386627 kn/kWh isporučene energije prirodnim plinom. Također se naplaćuje i fiksna mjeseca naknada u iznosu od 40,00 kn/mj.

#### 4.2.2.2. Računi za loživo ulje

Struktura računa za loživo ulje je jednostavna. Jedinična cijena loživog ulja se uvijek navodi u jedinici [kn/litri] loživog ulja. Ponekad dobavljač loživog ulja na računu istakne popust, koji umanjuje jediničnu cijenu litre loživog ulja.

Ukupna jedinična cijena loživog ulja u [kn/kWh] se dobiva dijeljenjem jedinične cijene loživog ulja u [kn/l] s donjom ogrjevnom vrijednošću loživog ulja u [kWh/l].

Donja ogrjevna vrijednost EL loživog ulja iznosi u prosjeku 10,0333 kWh/l.

Tablica 4-2 Struktura jedinične cijene loživog ulja prema računu za veljaču 2015. – PETROL

PETROL	Posljednji račun (mjesec /godina)	Jedinična cijena bez PDV-a [kn/L]	Popust [%]	Jedinična cijena s popustom bez PDV-a [kn/L]	Ukupna jedinična cijena bez PDV-a [kn/kWh]	Ukupna jedinična cijena s PDV-om [kn/kWh]
Osnovna škola	02/2015.	3,625	4,180	3,473475	0,346195	0,432743

#### 4.2.2.3. Računi za vrelu/toplu vodu iz centralnog toplinskog sustava

Na računu za vrelu/toplu vodu isporučenu iz Centralnog toplinskog sustava (CTS) istaknute su slijedeće stavke za plaćanje:

- tarifna stavka za proizvodnju toplinske energije (energija, snaga),
- tarifna stavka za distribuciju toplinske energije (energija, snaga),
- naknada za djelatnost opskrbe toplinskom energijom (kn/mjesečno).

Iz računa je vidljiva i ugovorena snaga zgrade, u ovom slučaju iznosi 209,20 kW.

Račun: 1175423-201609-0 za toplinsku energiju, razdoblje 09/2016											
I. Podaci o ugovornom odnosu											
1.	Naziv vlasnika	2.	OIB vlasnika	3.	Adresa vlasnik	4.	Grad	5.	Broj Ugovora	6.	Broj Narudžbe
1.		2.		3.		4.		5.		6.	
II. Podaci o modelu raspodjele i kategoriji potrošnje											
1.	Tarifna grupa Tg2	Tarifni model TM2	3.	Snaga 1S	Energija grijanje 1EG	Model raspodjele Energija PTV (potrošna topla voda)	Energija ZP (zajednička potrošnja)	4.	Kategorija potrošnje INDUSTRIJA I POSLOVNI PROSTORI NA CTS-u, VRELOVOD		
III. Podaci za raspodjelu isporučene toplinske energije za samostalnu uporabnu cjelinu (SUC) krajnjeg kupca											
Grijanje	209,200	PTV		Grijanje	3.057	PTV	ZP				
IV. Obračun utroška za toplinsku energiju i naknada											
1. Energija za proizvodnju toplinske energije (grijanje, PTV i ZP)	Opis	Jedinica mjera	Količina	Jedinična cijena (kn/ed.mjere)	Iznos (kn)						
2. Energija za distribuciju toplinske energije (grijanje, PTV i ZP)		kWh	3.057,000	0,3050	932,39						
3. Snaga za proizvodnju toplinske energije		kWh	3.057,000	0,0350	107,00						
4. Snaga za distribuciju toplinske energije		kW/mj	209,200	5,8600	1.225,91						
5. Naknada za djelatnost opskrbe toplinskom energijom		kW/mj	209,200	6,1700	1.290,76						
		kn/m	1,000	7,0200	7,02						
V. Osnovica za PDV						3.563,08					
VI. PDV 25%						890,77					
VII. Ukupno po obračunu toplinske energije (V.+VI.)						4.453,85					
VIII. SVEUKUPNO ZA PLATITI						4.453,85					

Napomena: Na dan izdavanja računa podmireni su svi Vaši računi. Hvala.

Slika 4-5 Struktura računa za vrelu/toplu vodu za rujan 2016. – HEP Toplinarstvo d.o.o.

Tablica 4-3 Struktura jedinične cijene vrele/tople vode prema računu za rujan 2016. – HEP Toplinarstvo d.o.o.

HEP TOPLINARSTVO d.o.o.	Jedinična cijena energije bez PDV-a [kn/kWh]	Jedinična cijena snage bez PDV-a [kn/kW]
Stavke		
Energija za proizvodnju toplinske energije	0,3050	
Energija za distribuciju toplinske energije	0,0350	
Snaga za proizvodnju toplinske energije		5,8600
Snaga za distribuciju toplinske energije		6,1700
<b>UKUPNO:</b>	<b>0,3400</b>	<b>12,0300</b>

Ukupna jedinična cijena vrele vode prema računu za rujan 2016., koja obuhvaća proizvodnju i distribuciju, iznosi 0,34 kn/kWh isporučene energije vrelom vodom. Također se naplaćuje i snaga u iznosu od 12,03 kn/kW ugovorene snage zgrade.

#### 4.2.2.4. Računi za paru iz centralnog toplinskog sustava

Na računu za paru isporučenu iz Centralnog toplinskog sustava (CTS) istaknute su slijedeće stavke za plaćanje:

- tarifna stavka za proizvodnju toplinske energije (energija, snaga),
- tarifna stavka za distribuciju toplinske energije (energija, snaga),
- naknada za djelatnost opskrbe toplinskom energijom (kn/mjesečno).

Iz računa je vidljiva i ugovorena snaga zgrade, u ovom slučaju iznosi 6,0 t/h pare.

II. Podaci o modelu raspodjele i kategoriji potrošnje				Model raspodjele				Kategorija potrošnje
1. Tarifna grupa	2. Tarifni model	3. Snaga	Energija grijanje	Energija PTV (potrošna topla voda)	Energija ZP (zajednička potrošnja)	4.	INDUSTRJA I POSLOVNI PROSTORI NA CTS-u, PAROVOD	
1. Tg2	2. TM3	3. 1S	1EG	-	-	-	-	
III. Podaci za raspodjelu isporučene toplinske energije za samostalnu uporabnu cjelinu (SUC) krajnjeg kupca								
Grijanje	6.000000	PTV	-	Grijanje	1.471.000	PTV	-	
Energija SUC (t)								
V. Obracun utroska za toplinsku energiju i naknada	Opis	Jedinica mjere	Količina	Jedinična cijena (kn/jed. mjere)	Iznos (kn)			
1. Energija za proizvodnju toplinske energije (grijanje, PTV i ZP)	t	1.471.000000	232,5521					
2. Energija za distribuciju toplinske energije (grijanje, PTV i ZP)	t	1.471.000000	55,7079					
3. Snaga za proizvodnju toplinske energije	t/h/mj	6.000000	3.980,5700					
4. Snaga za distribuciju toplinske energije	t/h/mj	6.000000	4.194,6400					
5. Naknada za dijelatnost oskrbe toplinskom energijom	kn/mj	1.000000	7.0200					
V. Osnovica za PDV								
VI. PDV 25%								
VII. Ukupno po obračunu toplinske energije (V.+VI.)								
VIII. SVEUKUPNO ZA PLATITI								

Slika 4-6 Struktura računa za paru za prosinac 2015 – HEP TOPLINARSTVO

Tablica 4-4 Struktura jedinične cijene pare prema računu za prosinac 2015. – HEP Toplinarstvo d.o.o.

HEP TOPLINARSTVO d.o.o.	Jedinična cijena energije bez PDV-a [kn/tona]	Jedinična cijena energije bez PDV-a [kn/kWh]	Jedinična cijena snage bez PDV-a [kn/tona/h]
Stavke			
Energija za proizvodnju toplinske energije	232,5521	0,299209	
Energija za distribuciju toplinske energije	55,7079	0,071676	
Snaga za proizvodnju toplinske energije			3.980,57
Snaga za distribuciju toplinske energije			4.194,64
<b>UKUPNO:</b>	<b>288,2600</b>	<b>0,370885</b>	<b>8.175,21</b>

Ukupna jedinična cijena pare prema računu za prosinac 2015, koja obuhvaća proizvodnju i distribuciju, iznosi 288,26 kn/toni isporučene pare odnosno 0,370885 kn/kWh isporučene energije parom. Također se naplaćuje i snaga u iznosu od 8.175,21 kn/(t/h) ugovorene snage zgrade.

#### PRIMJER 4.1: Određivanje ugovorene snage zgrade u [kW], ako je poznata ugovorena snaga zgrade u [t/h] pare

Na računu za toplinsku energiju isporučenu u obliku pare pretlaka 18 bara iz Centralnog toplinskog sustava navedena je ugovorena snaga zgrade u iznosu od 6,0 t/h pare. Potrebno je izraziti ugovorenu snagu zgrade u [kW].

Toplina isparivanja za pretlak vodene pare od 18 bara (očitana iz Toplinskih tablica) iznosi:

$$r = 1.903,10 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m} = \frac{Q}{r}$$

Q – učin, [kW]

r – toplina isparivanja, [kJ/kg]

$\dot{m}$  – protok pare, [kg/h]

$$Q = \dot{m} \cdot r = 6,0 \frac{\text{t}}{\text{h}} \cdot \frac{1.000 \text{ kg}}{3.600 \text{ s}} \cdot 1.903,10 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 3.171,8 \text{ kW}$$

### 4.2.3. Računi za vodu

Cjenik vodnih usluga se sastoji od varijabilnog dijela i fiksног dijela.

U varijabilni dio jedinične cijene vodnih usluga prema posljednjem računu za rujan 2016. od strane Vodoopskrbe i odvodnje d.o.o. ulazi cijeli niz stavki (vidljive na računu). Varijabilni dio jedinične cijene se naplaćuje po m<sup>3</sup> utrošene količine vode.

Fiksni dio cijene bez PDV-a od strane Vodoopskrbe i odvodnje d.o.o. se naplaćuje svim korisnicima neovisno o potrošnji, a određuje se na temelju promjera vodovodnog priključka (do Ø32 → 50,00 kn/mj., Ø50 – Ø125 → 250,00 kn/mj., Ø150 i više → 500,00 kn/mj.). Na navedeni iznos fiksног dijela cijena naplaćuje se PDV u iznosu od 13,00 %.

Datum	Indikator	Broj VDM-1	Stanje VDM-1	Potrošnja VDM-1	Broj VDM-2	Stanje VDM-2	Potrošnja VDM-2	Potrošnja sekundarnih	Ukupna potrošnja	Utanačenje %																																																																																																																							
22.08.2016	O	0002038824	8460	0				0	0	100,00																																																																																																																							
21.09.2016	O	0002038824	8545	85				0	85	100,00																																																																																																																							
22.09.2016	O	0002038824	8549	4				0	4	100,00																																																																																																																							
Indikator: O-očitano stanje, P-procijenjeno stanje																																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>NAZIV</th> <th>% PDV</th> <th>J.M.</th> <th>KOLIČINA</th> <th>CIJENA</th> <th>IZNOS</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Usluga opskrbe pitkom vodom</td> <td>13,00</td> <td>m<sup>3</sup></td> <td>89,00</td> <td>4,6800</td> <td>416,52</td> <td>1. Ukupna potrošnja:</td> <td>89 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Usluga odvodnje otpadnih voda</td> <td>13,00</td> <td>m<sup>3</sup></td> <td>89,00</td> <td>1,0000</td> <td>89,00</td> <td>2. Ukupna potrošnja sekundar.VDM(-):</td> <td>0 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Usluga pročišćavanja</td> <td>13,00</td> <td>m<sup>3</sup></td> <td>89,00</td> <td>3,9400</td> <td>350,66</td> <td>3. Utakupno (1-2)</td> <td>89 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fiksni dio cijene</td> <td>13,00</td> <td>mj</td> <td>1,00</td> <td>50,0000</td> <td>50,00</td> <td>4. Utanačenje:</td> <td>89,00 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Naknada za razvoj voća</td> <td></td> <td>m<sup>3</sup></td> <td>89,00</td> <td>0,3000</td> <td>26,70</td> <td>5. Razlika:</td> <td>0,00 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Naknada za razvoj odvodnja</td> <td rowspan="2">Oslобођено temeljem čl.4. st. 1. Zakona o PDV-u (NN 143/14)</td> <td>m<sup>3</sup></td> <td>89,00</td> <td>0,7000</td> <td>62,30</td> <td>6. Za obračun voda:</td> <td>89,00 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Naknada za razvoj pročišćavanja</td> <td>m<sup>3</sup></td> <td>89,00</td> <td>11,8300</td> <td>1.052,87</td> <td>7. Uкупно oporezivo (13%):</td> <td>906,18 kn</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Naknada za korištenje voda</td> <td rowspan="3">Oslobоđeno temeljem čl.33 st. 3. Zakona o PDV-u (NN 143/14)</td> <td>m<sup>3</sup></td> <td>89,00</td> <td>2,8500</td> <td>253,65</td> <td>8. Uкупno s porezom (13%):</td> <td>117,80 kn</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Naknada za zaštitu voda</td> <td>m<sup>3</sup></td> <td>89,00</td> <td>0,4050</td> <td>36,05</td> <td>9. Uкупno neoporezivo:</td> <td>1.023,98 kn</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="10"></td><td>Iznos računa: 2.455,55 kn</td></tr> </tbody> </table>											NAZIV	% PDV	J.M.	KOLIČINA	CIJENA	IZNOS						Usluga opskrbe pitkom vodom	13,00	m <sup>3</sup>	89,00	4,6800	416,52	1. Ukupna potrošnja:	89 m <sup>3</sup>				Usluga odvodnje otpadnih voda	13,00	m <sup>3</sup>	89,00	1,0000	89,00	2. Ukupna potrošnja sekundar.VDM(-):	0 m <sup>3</sup>				Usluga pročišćavanja	13,00	m <sup>3</sup>	89,00	3,9400	350,66	3. Utakupno (1-2)	89 m <sup>3</sup>				Fiksni dio cijene	13,00	mj	1,00	50,0000	50,00	4. Utanačenje:	89,00 m <sup>3</sup>				Naknada za razvoj voća		m <sup>3</sup>	89,00	0,3000	26,70	5. Razlika:	0,00 m <sup>3</sup>				Naknada za razvoj odvodnja	Oslобођено temeljem čl.4. st. 1. Zakona o PDV-u (NN 143/14)	m <sup>3</sup>	89,00	0,7000	62,30	6. Za obračun voda:	89,00 m <sup>3</sup>				Naknada za razvoj pročišćavanja	m <sup>3</sup>	89,00	11,8300	1.052,87	7. Uкупно oporezivo (13%):	906,18 kn				Naknada za korištenje voda	Oslobоđeno temeljem čl.33 st. 3. Zakona o PDV-u (NN 143/14)	m <sup>3</sup>	89,00	2,8500	253,65	8. Uкупno s porezom (13%):	117,80 kn				Naknada za zaštitu voda	m <sup>3</sup>	89,00	0,4050	36,05	9. Uкупno neoporezivo:	1.023,98 kn														Iznos računa: 2.455,55 kn
NAZIV	% PDV	J.M.	KOLIČINA	CIJENA	IZNOS																																																																																																																												
Usluga opskrbe pitkom vodom	13,00	m <sup>3</sup>	89,00	4,6800	416,52	1. Ukupna potrošnja:	89 m <sup>3</sup>																																																																																																																										
Usluga odvodnje otpadnih voda	13,00	m <sup>3</sup>	89,00	1,0000	89,00	2. Ukupna potrošnja sekundar.VDM(-):	0 m <sup>3</sup>																																																																																																																										
Usluga pročišćavanja	13,00	m <sup>3</sup>	89,00	3,9400	350,66	3. Utakupno (1-2)	89 m <sup>3</sup>																																																																																																																										
Fiksni dio cijene	13,00	mj	1,00	50,0000	50,00	4. Utanačenje:	89,00 m <sup>3</sup>																																																																																																																										
Naknada za razvoj voća		m <sup>3</sup>	89,00	0,3000	26,70	5. Razlika:	0,00 m <sup>3</sup>																																																																																																																										
Naknada za razvoj odvodnja	Oslобођено temeljem čl.4. st. 1. Zakona o PDV-u (NN 143/14)	m <sup>3</sup>	89,00	0,7000	62,30	6. Za obračun voda:	89,00 m <sup>3</sup>																																																																																																																										
Naknada za razvoj pročišćavanja		m <sup>3</sup>	89,00	11,8300	1.052,87	7. Uкупно oporezivo (13%):	906,18 kn																																																																																																																										
Naknada za korištenje voda	Oslobоđeno temeljem čl.33 st. 3. Zakona o PDV-u (NN 143/14)	m <sup>3</sup>	89,00	2,8500	253,65	8. Uкупno s porezom (13%):	117,80 kn																																																																																																																										
Naknada za zaštitu voda		m <sup>3</sup>	89,00	0,4050	36,05	9. Uкупno neoporezivo:	1.023,98 kn																																																																																																																										
										Iznos računa: 2.455,55 kn																																																																																																																							

Slika 4-7 Struktura računa za vodu za rujan 2016. – Vodoopskrba i odvodnja d.o.o.

Tablica 4-5 Struktura varijabilnog dijela jedinične cijene vode prema računu za rujan 2016. – Vodoopskrba i odvodnja d.o.o.

Varijabilni dio jedinične cijene vode pro-15	Jedinična cijena bez PDV-a [kn/m <sup>3</sup> ]	Iznos PDV-a [%]	Iznos PDV-a [kn/m <sup>3</sup> ]	Jedinična cijena s PDV-om [kn/m <sup>3</sup> ]
Usluga opskrbe pitkom vodom	4,68	13	0,6084	5,2884
Usluga odvodnje otpadnih voda	1,00	13	0,1300	1,1300
Usluga pročišćavanja	3,94	13	0,5122	4,4522
Naknada za razvoj voda	0,30	0	0,0000	0,3000
Naknada za razvoj odvodnja	0,70	0	0,0000	0,7000
Naknada za razvoj pročišćavanja	11,83	0	0,0000	11,8300
Naknada za korištenje voda	2,85	0	0,0000	2,8500
Naknada za zaštitu voda	0,405	0	0,0000	0,405
<b>Jedinična cijena VODE:</b>	<b>25,705</b>		1,2506	<b>26,9556</b>

### 4.3. Određivanje referentne potrošnje energije i vode

Potrošnja svake vrste energije, koja se troši za potrebe zgrade, te potrošnja vode, se moraju analizirati zasebno. Krajnji rezultati provedene analize računa za energiju i vodu se navode tablicno (Tablica 4-6, Tablica 4-7). Navodi se dobivena referentna godišnja potrošnja energije (električna energija i prirodni plin, EL loživo ulje, ...) i vode za promatrano zgradu, te godišnji troškovi i godišnja emisija CO<sub>2</sub> za navedenu referentnu godišnju potrošnju.

Tablica 4-6 Referentne vrijednosti za energente i vodu – primjer shoping centra u Zagrebu

<b>ENERGENTI i VODA za shoping centar u Zagrebu</b>	<b>Jedinica</b>	<b>REFERENTNE VRJEDNOSTI</b>			
		Godišnja potrošnja [jedinica/god.]	Godišnja potrošnja energije [kWh/god.]	Godišnji troškovi bez PDV-a [kn/god.]	Godišnja emisija CO <sub>2</sub> [t/god.]
Električna energija	kWh	4.197.298,80	4.197.298,80	3.403.842,13	1.578,18
Prirodni plin	m <sup>3</sup>	286.586,00	2.653.986,97	1.072.029,22	544,51
Voda	m <sup>3</sup>	22.418,33	X	537.309,96	8,05
<b>UKUPNO:</b>			6.851.285,77	<b>5.013.181,31</b>	<b>2.130,75</b>

Tablica 4-7 Referentne vrijednosti za energente i vodu – primjer Osnovne škole

<b>ENERGENTI i VODA Osnovna škola</b>	<b>Jedinica</b>	<b>REFERENTNE VRJEDNOSTI</b>				
		Godišnja potrošnja [jedinica/god.]	Godišnja potrošnja energije [kWh/god.]	Godišnji troškovi bez PDV-a [kn/god.]	Godišnji troškovi s PDV-om [kn/god.]	Godišnja emisija CO <sub>2</sub> [tona/god.]
Električna energija	kWh	44.729,00	44.729,00	56.576,23	70.720,29	10,503
EL loživo ulje	L	19.009,00	190.723,00	66.027,29	82.534,11	57,135
Voda	m <sup>3</sup>	364,00	–	4.504,68	4.891,54	0,082
<b>UKUPNO:</b>		<b>235.452,00</b>	<b>127.108,20</b>	<b>158.145,94</b>	<b>67,719</b>	

Nadalje, osim na godišnjem nivou referentna potrošnja energije i vode se mora prikazati i po mjesecima (u mjernim jedinicama prema kojima se vrši naplata).

Prikaz referentne potrošnje energije i vode po mjesecima naglašava sezonski karakter i predstavlja prvi korak prema povezivanju potrošnje energije s intenzitetom aktivnosti na lokaciji. Za dobro razumijevanje potrošnje potrebno ju je povezati s aktivnošću koja se odvija na lokaciji. Kretanje potrošnje po obračunskim razdobljima mora biti protumačeno i komentirano uz objašnjenje iznimnih slučajeva.

Odabir referentne godišnje potrošnje energije i vode prvenstveno ovisi o njihovoj potrošnji u zadnjih 36 mjeseci. Uobičajeno se **referentna godišnja potrošnja energije i vode određuje kao prosjek potrošnje u promatrane 3 godine** (ukoliko je potrošnja ujednačena i nije bilo značajnih promjena). To je moguće, samo ukoliko nije bilo:

- poremećaja u aktivnostima zgrade (npr. značajnija promjena broja korisnika, nije promijenjen režim korištenja),
- poremećaja u opskrbi energijom i vodom (npr. puknuće cjevovoda),
- promjena u energetskim svojstvima zgrade,

- promjena u tehničkim sustavima (npr. nadogradnja tehničkog sustava, zamjena starog neučinkovitog plamenika novim plamenikom, ...),
- promjena u toplinskim karakteristikama vanjske ovojnica zgrade, i slično.

Određena referentna godišnja potrošnja se koristi za prikazivanje ušteda (energije i vode), koje će se ostvariti u analiziranoj zgradi primjenom predloženih mjera povećanja energetske učinkovitosti.

Ako mjeseca i godišnja potrošnja nije ujednačena (npr. u jednoj godini postoje velike oscilacije u potrošnji, povećana potrošnja vode uzrokovanu puknućem, povećana potrošnja električne energije zbog instaliranja klima komora, smanjena potrošnja plina u zimskim mjesecima i povećana potrošnja električne energije zbog kvara na kotlu i korištenja električnih grijalica i sl.) za referentnu potrošnju je potrebno izolirati mjesece ili cijelu godinu u kojima je potrošnja nerealna (odstupa od uobičajene) te u prosjek uzeti samo podatke koji odgovaraju realnom/trenutnom načinu korištenja zgrade.

Ako je mjeseca i godišnja potrošnja ujednačena (npr. u zgradici nije bilo nikakvih puknuća cjevovoda, nije instalirana/deinstalirana neka oprema koja ima znatan udio u ukupnoj potrošnji, mjesечne promjene u potrošnji odgovaraju režimu korištenja itd.) za referentnu potrošnju se može uzeti prosječna potrošnja u zadnjih 36 mjeseci (ili onoliko koliko je dostupno).

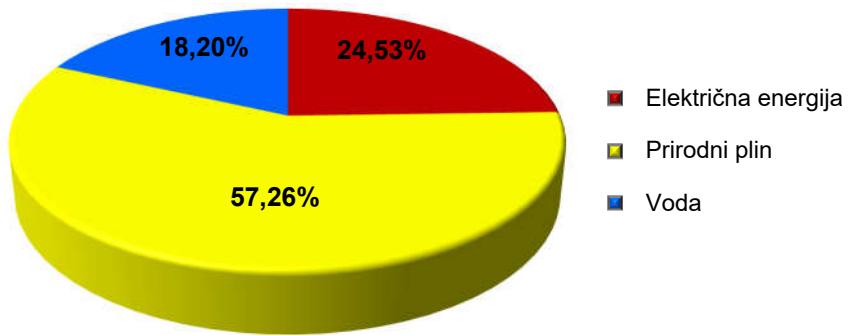
Ako nema dostupnih podataka odnosno računa za potrošnju za cijelu godinu moguće je potrošnju energije za razdoblja za koja nedostaju računi pretpostaviti izračunom bilance potrošnje koja uključuje:

- određivanje referentne potrošnje proračunskim postupkom prema algoritmu uz prilagodbu ulaznih podataka,
- proračun prema prethodnim dostupnim godinama, prema mjeranjima ili proračunski kroz izračun bilance potrošnje prema tehničkim karakteristikama potrošača i satima rada. Ista potrošnja se uspoređuje s dostupnim potrošnjama prethodnih godina.

Godišnji troškovi za definiranu referentnu godišnju potrošnju energije i vode određuju se temeljem **varijabilnog dijela jediničnih cijena energije i vode** navedenih na zadnjim dostupnim računima.

Također, varijabilni dio jedinične cijene se koriste prilikom izračuna ušteda i određivanja jednostavnog perioda povrata investicije za predložene mjere povećanja energetske učinkovitosti.

**Obiteljska kuća – udjeli u ukupnim godišnjim referentnim troškovima s PDV-om (ukupni referentni godišnji troškovi = 12.310,63 kn)**



Slika 4-8 Udjeli pojedinih oblika energenata i vode u ukupnim godišnjim referentnim troškovima s PDV-om – obiteljska kuća u Zagrebu

Način određivanja referentne potrošnje energije i vode dan je u nastavku kroz primjere.

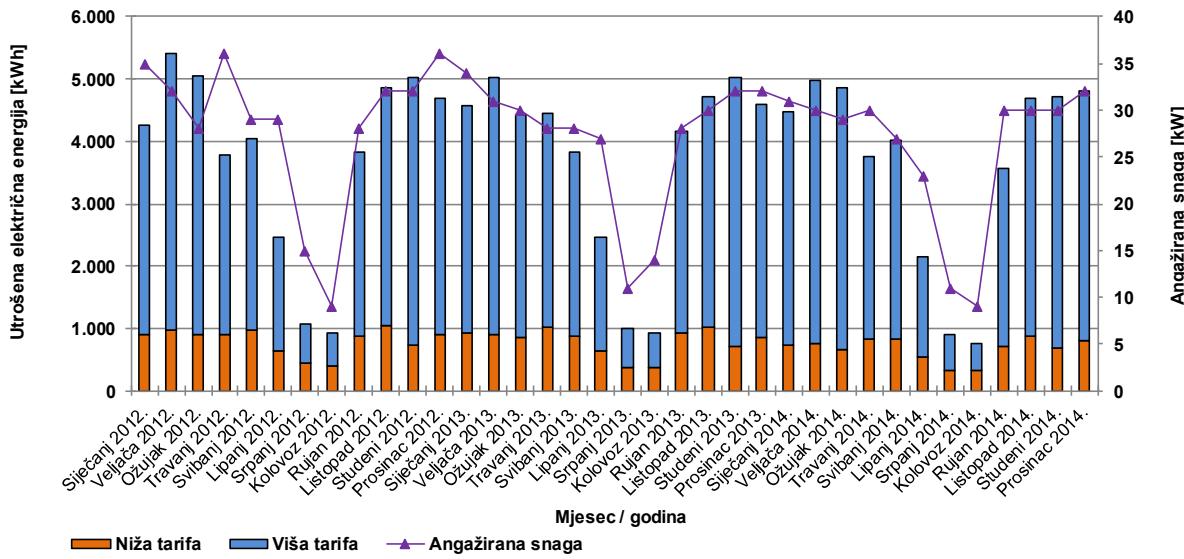
### 4.3.1. Električna energija

Kroz primjere u nastavku prikazan je način određivanja referentne potrošnje električne energije! Potrebno je imati na umu da se referentne vrijednosti određuju za sve promjenjive stavke koje se naplaćuju (možebitno: utrošena električna energija u jedinstvenom tarifnom razdoblju, utrošena električna energija u višem tarifnom razdoblju, utrošena električna energija u nižem tarifnom razdoblju, mjesecna angažirana snaga te prekomjerno preuzeta (odaslana) jalova energija).

#### PRIMJER 4.2: Određivanje referentne godišnje potrošnje električne energije – škola

Prilikom provedbe energetskog pregleda škole u kontinentalnom dijelu Hrvatske uzeti su računi za električnu energiju za 2012., 2013. i 2014. godinu. U navedenom razdoblju nije bilo promjena u strukturi potrošača ili načinu korištenja. Na temelju dobivenih vrijednosti mjesecnih očitanja stavaka električne energije potrebno je odrediti referentnu godišnju (mjesecnu) potrošnju električne energije?

Godina	Ukupno električne energije [kWh]	Maksimalna angažirana snaga [kW]	Prekomjerno preuzeta jalova energija [kVar]
2012.	45.384	36	23.499
2013.	45.168	34	24.067
2014.	43.635	32	25.164



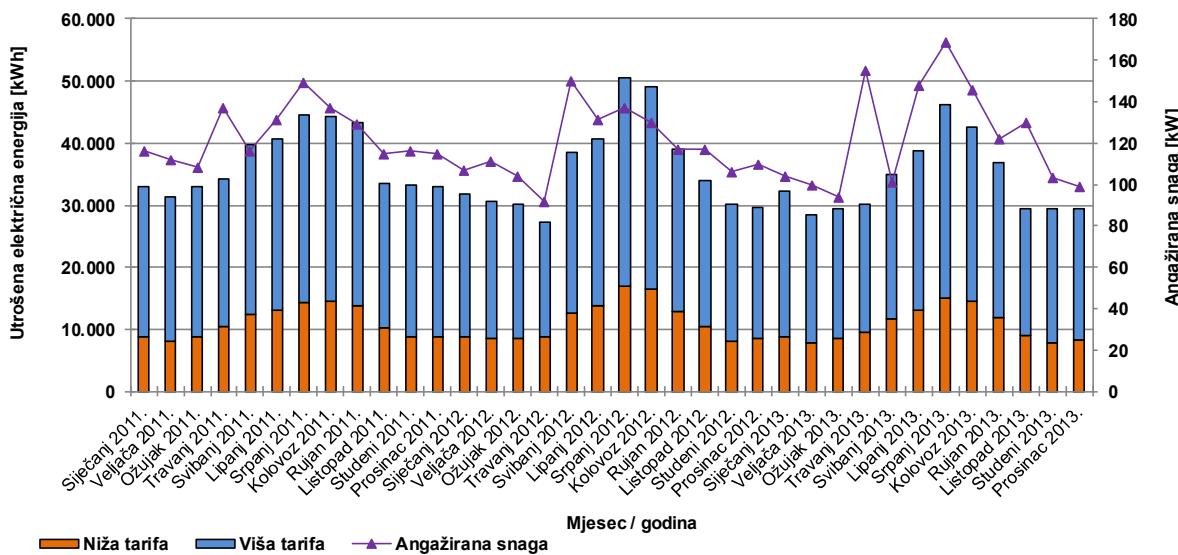
Kako u navedenom razdoblju potrošnje nije bilo promjena u strukturi potrošača i načinu korištenja, a s obzirom da nema naglih skokova u potrošnji, referentna godišnja potrošnja određena je kao prosječna vrijednost potrošnje električne energije u tri uzastopne godine (2012., 2013. i 2014.). Referentne vrijednosti određivane su za svaki mjesec zasebno, te za svaku stavku zasebno (utrošenu električnu energiju u višem tarifnom razdoblju, utrošenu električnu energiju u nižem tarifnom razdoblju, mjesecnu angažiranu snagu, prekomjerno preuzetu jalovu energiju):

	Potrošnja električne energije u višoj tarifi [kWh]	Potrošnja električne energije u nižoj tarifi [kWh]	Ukupno energije [kWh]	Angažirana snaga [kW]	Prekomjerno preuzeta jalova energija [kVArh]
Siječanj	3.585	853	4.438	33	2.409
Veljača	4.252	878	5.130	31	3.143
Ožujak	3.969	809	4.778	29	2.682
Travanj	3.075	917	3.992	31	2.039
Svibanj	3.072	893	3.965	28	2.047
Lipanj	1.745	609	2.354	26	891
Srpanj	604	382	986	12	13
Kolovoz	509	358	867	11	8
Rujan	3.002	840	3.842	29	2.284
Listopad	3.769	983	4.752	31	2.928
Studen	4.208	718	4.926	31	3.027
Prosinc	3.849	850	4.699	33	2.773
<b>UKUPNO</b>	<b>35.639</b>	<b>9.090</b>	<b>44.729</b>	<b>27</b>	<b>24.244</b>

#### PRIMJER 4.3: Određivanje referentne godišnje potrošnje električne energije – uredska zgrada

Prilikom provedbe energetskog pregleda uredske zgrade u kontinentalnom dijelu Hrvatske uzeti su računi za električnu energiju za 2011., 2012. i 2013. godinu. U navedenom razdoblju evidentirane su značajnije promjene u strukturi potrošača i načinu korištenja. U razgovoru je utvrđeno kako u 2013. godini dolazi do značajnijeg smanjenja broja zaposlenih (osoba koji borave u zgradama). Na temelju dobivenih vrijednosti mjesecnih očitanja stavaka električne energije potrebno je odrediti referentnu godišnju (mjesecnu) potrošnju električne energije?

Godina	Ukupno električne energije [kWh]	Maksimalna angažirana snaga [kW]
2011.	443.627	149
2012.	431.399	150
2013.	407.822	169



Kako je u navedenom razdoblju potrošnje bilo promjena u strukturi potrošača i načinu korištenja, a s obzirom na značajnije smanjenje potrošnje, referentna godišnja potrošnja određena je kao

ostvarene vrijednosti u 2013. godini. Referentne vrijednosti određivane su za svaki mjesec zasebno, te za svaku stavku zasebno (utrošenu električnu energiju u višem tarifnom razdoblju, utrošenu električnu energiju u nižem tarifnom razdoblju i mjesecnu angažiranu snagu:

	Potrošnja električne energije u višoj tarifi [kWh]	Potrošnja električne energije u nižoj tarifi [kWh]	Ukupno energije [kWh]	Angažirana snaga [kW]
Siječanj	23.475	8.748	32.223	104
Veljača	20.647	7.859	28.506	100
Ožujak	20.914	8.513	29.427	94
Travanj	20.627	9.566	30.193	155
Svibanj	23.210	11.777	34.987	101
Lipanj	25.658	13.006	38.664	148
Srpanj	31.112	15.067	46.179	169
Kolovoz	28.075	14.620	42.695	146
Rujan	24.964	11.934	36.898	122
Listopad	20.421	8.977	29.398	130
Studeni	21.505	7.810	29.315	103
Prosinac	21.090	8.247	29.337	99
<b>Ukupno</b>	<b>281.698</b>	<b>126.124</b>	<b>407.822</b>	<b>123</b>

#### PRIMJER 4.4: Određivanje referentne godišnje potrošnje električne energije – obiteljska kuća

Prilikom provedbe energetskog pregleda obiteljske kuće u kontinentalnom dijelu Hrvatske uzeti su računi za električnu energiju u razdoblju od trećeg mjeseca 2010. do devetog mjeseca 2014. godine. U navedenom razdoblju evidentirane su promjene u broju osoba u obiteljskoj kući. U razgovoru je utvrđeno kako se broj osoba koji boravi u kući ustalilo od rujna 2012. godine. Na temelju dobivenih vrijednosti šesto-mjesečnih očitanja stavaka električne energije potrebno je odrediti referentnu godišnju (mjesečnu) potrošnju električne energije?

Obračunsko razdoblje	Potrošnja u jedinstvenoj tarifi [kWh]
12.03.2010. - 13.09.2010.	2.312
13.09.2010. - 11.03.2011.	2.591
11.03.2011. - 08.09.2011.	2.311
08.09.2011. - 09.03.2012.	2.695
09.03.2012. - 10.09.2012.	1.688
10.09.2012. - 08.03.2013.	1.661
08.03.2013. - 05.09.2013.	1.265
05.09.2013. - 21.03.2014.	1.746
21.03.2014. - 01.09.2014.	906
<b>Ukupno</b>	<b>17.175</b>

Kako je u navedenom razdoblju potrošnje bilo promjena u broju korisnika, a s obzirom na značajnije smanjenje potrošnje, referentna godišnja potrošnja određena je kao prosjek ostvarenih vrijednosti u drugom dijelu 2012. godine, 2013. godini te prvoj polovici 2014. godini. Referentne vrijednosti određivane su za svako obračunsko razdoblje zasebno, te za utrošenu električnu energiju u jedinstvenom tarifnom razdoblju:

Obračunsko razdoblje	Potrošnja u jedinstvenoj tarifi [kWh]
Zimsko razdoblje	1.704
Ljetno razdoblje	1.086
<b>Ukupno</b>	<b>2.789</b>

#### 4.3.2. Toplinska energija

Kroz primjere u nastavku prikazan je način određivanja referentne potrošnje toplinske energije!

##### PRIMJER 4.5: Određivanje referentne godišnje potrošnje prirodnog plina – muzej

Prilikom provedbe energetskog pregleda muzeja u kontinentalnom dijelu Hrvatske uzeti su računi za prirodni plin za 2011., 2012. i 2013. godinu. U navedenom razdoblju nije bilo promjena u tehničkom sustavu, građevinskoj ovojnici ili načinu korištenja. Na temelju dobivenih vrijednosti godišnjih potrošnja prirodnog plina potrebno je odrediti referentnu godišnju potrošnju prirodnog plina?

Godina	Godišnja potrošnja prirodnog plina [m <sup>3</sup> /god.]
2011	6.157
2012	6.070
2013	6.054



Slika 4-9 Ukupna godišnja potrošnja prirodnog plina s pripadajućim troškovima za tri uzastopne godine 2011., 2012. i 2013. – muzej

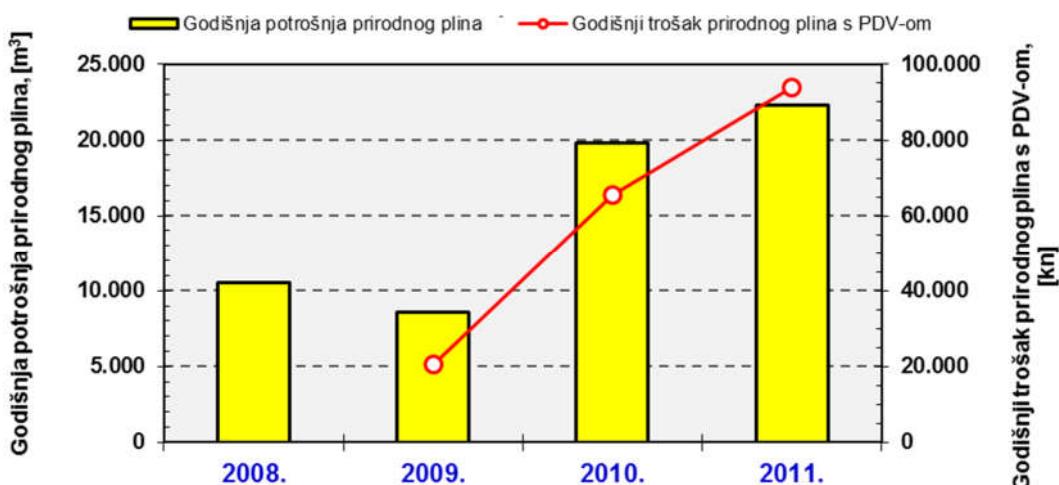
Kako u navedenom razdoblju potrošnje prirodnog plina nije bilo promjena u tehničkom sustavu, građevinskoj ovojnici ili načinu korištenja, a s obzirom da nema naglih skokova u potrošnji, referentna godišnja potrošnja prirodnog plina određena je kao prosječna vrijednost potrošnje prirodnog plina u tri uzastopne godine (2011., 2012. i 2013.):

Godina	Godišnja potrošnja prirodnog plina [m <sup>3</sup> /god.]
2011.	6.157
2012.	6.070
2013.	6.054
<b>Referentna godišnja potrošnja:</b>	<b>6.062</b>

## PRIMJER 4.6: Određivanje referentne godišnje potrošnje prirodnog plina – uredska zgrada

Prilikom provedbe energetskog pregleda uredske zgrade u kontinentalnom dijelu Hrvatske uzeti su računi za prirodni plin za 2009., 2010. i 2011. godinu. Kako je godišnja potrošnja prirodnog plina u 2009. bila više nego dvostruko manja od potrošnje prirodnog plina u preostale dvije godine, zatraženi su računi i za 2008. godinu. Potrošnja prirodnog plina u 2008. godini je također bila dosta niža u usporedbi s potrošnjom u 2010. i 2011. godini. U navedenom razdoblju nije bilo promjena u tehničkom sustavu, građevinskoj ovojnici ili načinu korištenja. U razgovoru je otkriveno da je krajem 2009. godine stari, neispravni plinomjer zamijenjen novim plinomjerom. Na temelju dobivenih vrijednosti godišnjih potrošnji prirodnog plina potrebno je odrediti referentnu godišnju potrošnju prirodnog plina?

Godina	Ukupna potrošnja prirodnog plina [m <sup>3</sup> /god.]
2008.	10.492
2009.	8.605
<b>2010.</b>	<b>19.834</b>
2011.	22.269



Slika 4-10 Ukupna godišnja potrošnja prirodnog plina s pripadajućim troškovima za četiri uzastopne godine 2008., 2009., 2010. i 2011. – UREDSKA ZGRADA

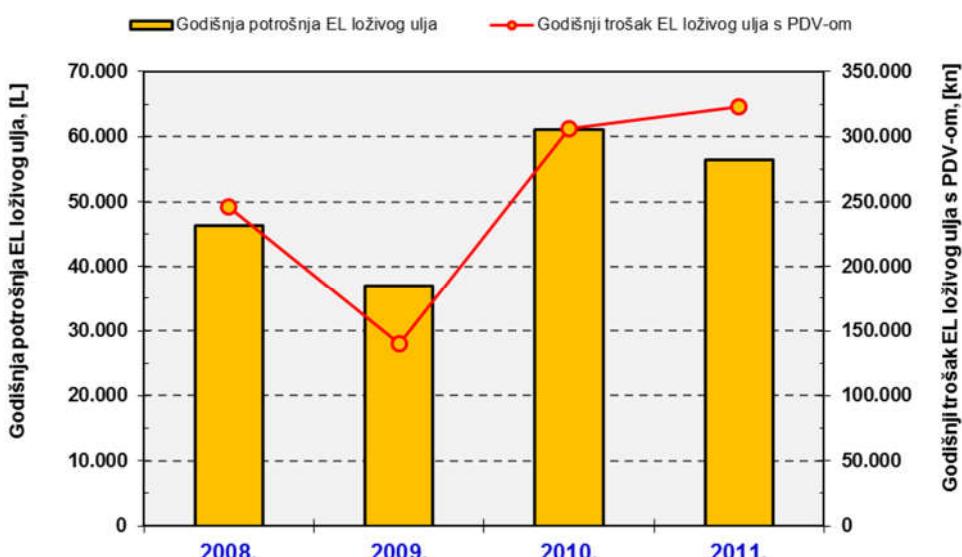
Zbog neispravnog brojila navedene potrošnje prirodnog plina u 2008. i 2009. godini ne odgovaraju stvarnoj potrošnji. Referentna godišnja potrošnja prirodnog plina dobivena je kao prosječna vrijednost potrošnje prirodnog plina u 2010. i 2011. godini:

Godina	Ukupna potrošnja prirodnog plina [m <sup>3</sup> /god.]
2008.	10.492
2009.	8.605
<b>2010.</b>	<b>19.834</b>
2011.	22.269
Referentna godišnja potrošnja	<b>21.051,50</b>

#### PRIMJER 4.7: Određivanje referentne godišnje potrošnje EL loživog ulja – Centar za rehabilitaciju

Prilikom provedbe energetskog pregleda Centra za rehabilitaciju u kontinentalnom dijelu Hrvatske uzeti su računi za EL loživo ulje za 2007., 2008., 2009., 2010. i 2011. godinu. EL loživo ulje se koristi za pogon niskotemperaturnog kotla iz 2001. godine. 16.10.2008. zamijenjen je stari plamenik novim uljnim plamenikom. Upravljačka jedinica, kojom se namješta temperatura polazne vode u sustavu grijanja u ovisnosti o vanjskoj temperaturi, ugrađena je 13.12.2010. godine. Na osnovu dobivenih podataka i poznatih godišnjih potrošnji EL loživog ulja, potrebno je odrediti referentnu godišnju potrošnju EL loživog ulja?

Godina	Ukupna potrošnja goriva [L/god.]
2007.	36.501,00
2008.	46.393,00
2009.	37.000,00
2010.	61.018,00
2011.	56.502,00



Slika 4-11 Ukupna godišnja potrošnja EL loživog ulja s pripadajućim troškovima za četiri uzastopne godine 2007., 2008., 2009. i 2010. – Centar za rehabilitaciju

S obzirom na promjene u termotehničkom sustavu (upravljačka jedinica – 13.12.2010.), za referentnu godišnju potrošnju EL loživog ulja uzeta je godišnja potrošnja EL loživog ulja u 2011. godini:

Godina	Ukupna potrošnja goriva [L/god.]
2007.	36.501,00
2008.	46.393,00
2009.	37.000,00
2010.	61.018,00
2011.	56.502,00
<b>Referentna godišnja potrošnja</b>	<b>56.502,00</b>

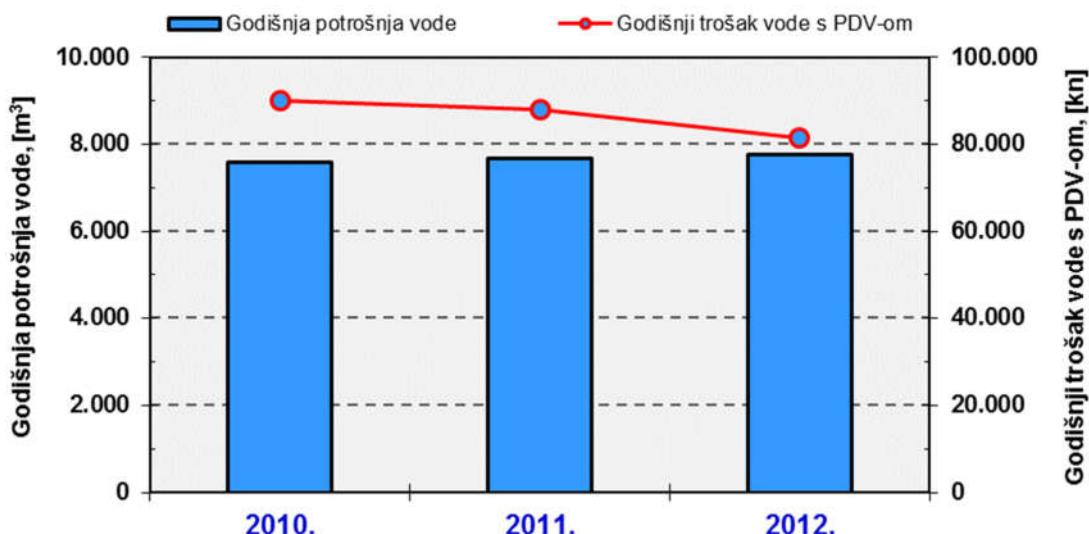
### 4.3.3. Voda

Kroz primjere u nastavku prikazan je način određivanja referentne potrošnje vode!

#### PRIMJER 4.8: Određivanje referentne godišnje potrošnje vode – hotel

Prilikom provedbe energetskog pregleda hotela u primorskom dijelu Hrvatske uzeti su računi za vodu za 2010., 2011. i 2012. godinu. Potrebno je odrediti referentnu godišnju potrošnju vode?

Godina	Ukupna godišnja potrošnja vode [m <sup>3</sup> /god.]
2010.	7.594,00
2011.	7.661,00
2012.	7.772,00



Slika 4-12 Ukupna godišnja potrošnja vode s pripadajućim troškovima za tri uzastopne godine 2007., 2010., 2011. i 2012. – hotel

Referentna godišnja potrošnja vode određena je kao prosječna vrijednost potrošnje vode u tri uzastopne godine (2010., 2011. i 2012.):

Godina	Ukupna godišnja potrošnja vode [m <sup>3</sup> /god.]
2010.	7.594,00
2011.	7.661,00
2012.	7.772,00
Referentna:	<b>7.675,67</b>

#### **PRIMJER 4.9: Određivanje referentne godišnje potrošnje vode – bolnički kompleks**

Prilikom provedbe energetskog pregleda većeg bolničkog kompleksa u Zagrebu uzeti su računi za vodu (sanitarnu i hidrantsku) za 2010., 2011., 2012. i 2013. godinu. Krajem 2012. godine nadzor nad potrošnjom vode u bolničkom kompleksu preuzela je vanjska firma, koja je uvela 24-satnu kontrolu potrošnje vode s daljinskim očitanjem podataka, te je odmah uočila i sanirala tri veća propuštanja vode. Ostvaren je nagli pad potrošnje vode u iznosu od 43 % u 2012. godini u odnosu na potrošnju u 2011. godini. Potrebno je odrediti referentnu godišnju potrošnju vode?

Godina	Ukupna godišnja potrošnja vode [m <sup>3</sup> /god.]
2010.	116.144
2011.	106.062
2012.	60.559
2013.	54.965



Slika 4-13 Ukupna godišnja potrošnja sanitarne vode s pripadajućim troškovima za četiri uzastopne godine 2010., 2011., 2012. i 2013. – bolnički kompleks

S obzirom na propuštanja vode zbog puknuća vodovodnih cijevi u 2010. i 2011. godini, referentna godišnja potrošnja vode dobivena je kao prosječna vrijednost potrošnje vode u 2012. i 2013. godini (nakon što su sanirana tri mesta propuštanja vode):

Godina	Ukupna godišnja potrošnja vode [m <sup>3</sup> /god.]
2010.	116.144
2011.	106.062
2012.	60.559
2013.	54.965
<b>Referentna:</b>	<b>57.824</b>

## 4.4. Indikatori potrošnje energije i vode

**Indikator potrošnje energije/vode** (pokazatelj potrošnje energije/vode) predstavlja omjer energije/vode utrošene za pokrivanje određene potrebe u zgradama i odgovarajuće mjerljive veličine, koja utječe na tu potrošnju.

**Indikator potrošnje električne energije** – ukupna potrošnja električne energije u [kWh/god.] za potrebe promatrane zgrade se svodi na ploštinu korisne površine zgrade  $A_K$  u [ $m^2$ ] i na broj osoba

**Indikator potrošnje toplinske energije** – ukupna potrošnja toplinske energije u [kWh/god.] za potrebe promatrane zgrade se svodi na ploštinu korisne površine zgrade  $A_K$  u [ $m^2$ ] te na obujam (bruto, neto) grijanog dijela zgrade u [ $m^3$ ]

**Indikator potrošnje vode** – potrošnja vode u zgradama se svodi na broj osoba i izražava u  $m^3/(osoba\cdot god.)$  ili na ploštinu korisne površine zgrade  $A_K$  u [ $m^2$ ]

Obiteljska kuća, za koju su prikupljeni računi, izgrađena 1968. godine (energetski razred G), ploštine korisne površine  $99,25 m^2$  u Zagrebu, za svoje potrebe koristi električnu energiju, prirodni plin i vodu. Prirodni plin se koristi kao energet u centralnom sustavu grijanja, centralnom sustavu pripreme potrošne tople vode te za potrebe kuhanja (plinski štednjak s tri plate).

Na osnovu provedene analize računa za tri uzastopne godine određena je referentna godišnja potrošnja električne energije, prirodnog plina i vode. Indikatori za energiju i vode su dani tablicno (Tablica 4-9).

Tablica 4-8 Referentna godišnja potrošnje energije i vode – obiteljska kuća

<b>ENERGENTI i VODA <u>Obiteljska kuća u Zagrebu</u></b>	<b>Jedinica</b>	<b>REFERENTNE VRIJEDNOSTI</b>			
		Godišnja potrošnja [jedinica/god.]	Godišnja potrošnja energije [kWh/god.]	Godišnji troškovi s PDV-om [kn/god.]	Godišnja emisija $CO_2$ [kg/god.]
Električna energija	kWh	<b>2.789</b>	2.789,00	3.102,29	654,89
Prirodni plin	$m^3$	<b>1.961</b>	18.160,23	7.241,17	3.998,88
Voda	$m^3$	<b>110</b>	X	1.967,17	24,67
<b>UKUPNO:</b>			138.010,72	12.310,63	<b>4.678,44</b>

Tablica 4-9 Indikatori vezani uz uporabu energenta i vode za referentnu godišnju potrošnju – obiteljska kuća

Obiteljska kuća	Iznos ref. godišnje potrošnje	Veličina na koju se svodi potrošnja	INDIKATORI POTROŠNJE	
Električna energija	2.789,00 kWh/god.	Ploština korisne površine zgrade	99,25 m <sup>2</sup>	28,10 kWh/(m <sup>2</sup> ·god.)
	2.789,00 kWh/god.	Broj osoba	2 osobe	1.394,50 kWh/(osoba·god.)
Prirodni plin	1.961,00 m <sup>3</sup> /god.	Ploština korisne površine zgrade	99,25 m <sup>2</sup>	19,76 m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·god.)
	1.961,00 m <sup>3</sup> /god.	Bruto obujam grijanog dijela zgrade	309,34 m <sup>3</sup>	6,34 m <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> ·god.)
	1.961,00 m <sup>3</sup> /god.	Neto obujam grijanog dijela zgrade	230,67 m <sup>3</sup>	8,50 m <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> ·god.)
	18.160,23 kWh/god.	Ploština korisne površine zgrade	99,25 m <sup>2</sup>	182,97 kWh/(m <sup>2</sup> ·god.)
	18.160,23 kWh/god.	Bruto obujam grijanog dijela zgrade	309,34 m <sup>3</sup>	58,71 kWh/(m <sup>3</sup> ·god.)
	18.160,23 kWh/god.	Neto obujam grijanog dijela zgrade	230,67 m <sup>3</sup>	78,73 kWh/(m <sup>3</sup> ·god.)
Voda	110,00 m <sup>3</sup> /god.	Broj osoba	2 osobe	55,00 m <sup>3</sup> /(osoba·god.) 150,68 L/(osoba·dan)

Indikatori potrošnji energije/vode za različite zgrade iste namjene se mogu međusobno uspoređivati.

Indikator potrošnje toplinske energije za potrebe grijanja za pojedinu vrstu zgrade ovisi o:

- klimatskom području u kojem se zgrada nalazi,
- režimu rada sustava grijanja,
- karakteristikama građevinske ovojnica,
- učinkovitosti sustava grijanja,
- namještenoj unutarnjoj temperaturi prostora ...

Tablica 4-10 Indikatori potrošnje toplinske energije – uredske zgrade

	Godina izgradnje	Ploština korisne površine $A_K$ [m <sup>2</sup> ]	Izvor toplinske energije	Indikator potrošnje toplinske energije za grijanje [kWh/(m <sup>2</sup> ·god.)]
Uredska zgrada 1 - Osijek	1779.	2.761,00	Daljinsko grijanje – direktna top. podstanica	167,33
Uredska zgrada 2 – Daruvar	1957.	1.310,69	Prirodni plin – 3 stara standardna kotla	148,74
Uredska zgrada 3 – Koprivnica	–	2.176,60	Prirodni plin	132,06
Uredska zgrada 4 – Zagreb	1957.	2.728,00	Prirodni plin	126,86
Uredska zgrada 5 - Zagreb	1993.	2.823,91	Daljinsko grijanje – indirektna top. podstanica	111,43
Uredska zgrada 6 – Rijeka	1931.	1.105,78	Prirodni plin	81,87
Uredska zgrada 7 - Rijeka	1973.	2.046,04	EL loživo ulje	78,46

### PRIMJER 4.10: Indikator potrošnje vode – uredska zgrada

Referentna godišnja potrošnja uredske zgrade u Zagrebu iznosi  $946,94 \text{ m}^3/\text{god}$ . Potrošnja vode se očitava preko jednog vodomjernog brojila. U prizemlju zgrade nalazi se kafić, a na prvom katu prostor knjižnice. Prema računu, 70 % ( $946,94 \text{ m}^3/\text{god}$ ) ukupne utrošene količine vode mjerene na vodomjernom brojilu, se dodjeljuje uredskoj zgradi, a preostalih 30 % kafiću i knjižnici. Za uredsku zgradu su poznati slijedeći podaci:

- ukupan broj stalno zaposlenih osoba = 60 osoba
- broj radnih dana stalno zaposlenih = 225 radnih dana/god.

Potrebno je odrediti indikator potrošnje vode izražen u  $\text{L}/(\text{osoba}\cdot\text{dan})$  za uredsku zgradu?

Prokomentirajte dobivenu vrijednost indikatora potrošnje vode!

Indikator potrošnje vode:

$$\frac{946,94 \frac{\text{m}^3}{\text{god}} \cdot 1000 \frac{\text{l}}{\text{m}^3}}{60 \text{ osoba} \cdot 225 \frac{\text{dan}}{\text{god}}} = 70,14 \frac{\text{l}}{\text{osoba} \cdot \text{dan}}$$

Dobiven indikator potrošnje vode u uredskoj zgradi je previsok! Uobičajeno se indikator potrošnje vode za uredske prostore kreće između 30 i 50  $\text{L}/(\text{osoba}\cdot\text{dan})$ .

Relativno visok indikator potrošnje vode za uredsku zgradu ukazuje da raspodjela potrošnje vode između tri potrošača nije dobra. Kafić može biti značajan potrošač vode, naravno ovisno o broju posjetitelja. Predložena je rekonstrukcija vodovodnih cijevi te ugradnja zasebnih vodomjernih brojila za sve potrošače vode u promatranoj zgradi.

## 4.5. Bilanca potrošnje i troškova energije i vode

Referentna godišnja potrošnja, određena za svaku vrstu energije i vode, se zasebno raščlanjuje po glavnim grupama potrošača odnosno prema potrebama (namjeni).

### 4.5.1. Električna energija

Električna energija, dovedena zgradi, se koristi za različite potrebe kao što su rasvjeta, hlađenje, kuhanje, pranje rublja, pogon pomoćnih sustava za potrebe grijanja i pripreme potrošne tople vode, u manjem dijelu kao i dominantni emergent za grijanje i pripremu potrošne tople vode te pogon raznoraznih uređaja i elektromotora. Postupkom modeliranja se električna energija zasebno raspodjeljuje po potrebama koje pokriva. Uobičajeno, postupak modeliranja se provodi na godišnjem nivou.

Bilanca potrošnje i troškova električne energije izračunava se nastavno na proračunski model i proračunske vrijednosti, dijelom dobivene Algoritmom, a dijelom korištenjem specifičnih korelacija za pojedine grupe, te predstavlja svođenje na stvarne uvjete korištenja zgrade te na stvarne klimatske podatke. Provodi se prilagodbom i promjenom ulaznih podataka u proračun s ciljem identifikacije stvarne potrošnje. Načelno, potrošnja potrošača proračunava se prema instaliranim snagama potrošača i vremenu rada.

$$E = P \times t \text{ [kWh]}$$

gdje su:

$E$  – godišnja utrošena električna energija, [kWh/god.]

$P$  – nazivna instalirana električna snaga trošila, [kW]

$t$  – godišnji broj sati rada trošila na nazivnoj instaliranoj snazi, [h/god]

Nazivna instalirana električna snaga predstavlja ključnu tehničku karakteristiku te se u velikoj većini slučajeva može iščitati sa samog uređaja. U ostalim slučajevima informacije se mogu dobiti pretragama prema oznakama uređaja ili karakterističnim vrijednostima. Godišnji broj sati rada predstavlja vremensko korištenje uređaja reducirano na iznos efektivnih sati korištenja na nazivnoj snazi.

Potrebno je odrediti godišnju potrošnju energije računala sa zaslonom u uredskom prostoru.

Uredski prostor, a time i računalo, se koristi 8 sati, 5 dana u tjednu, uz izuzimanje godišnjeg odmora, od čega prosječno 1 sat računalo provede u stanju čekanja (stand-by). U ostalim vremenskim trenucima računalo je isključeno, ali je spojeno na mrežu. Time je:

$$t_{rad} = 52 \text{ tjedna} \cdot 5 \frac{\text{dan}}{\text{tjedn}} \cdot 7 \frac{\text{sati}}{\text{dan}} - 25 \text{ dana godišnjeg odmora} \cdot 7 \frac{\text{sati}}{\text{dan}} = 1.645 \text{ h}$$

$$t_{čekanje} = 52 \text{ tjedna} \cdot 5 \frac{\text{dan}}{\text{tjedn}} \cdot 1 \frac{\text{sati}}{\text{dan}} - 25 \text{ dana godišnjeg odmora} \cdot 1 \frac{\text{sati}}{\text{dan}} = 235 \text{ h}$$

$$t_{isključeno} = 8.760 - t_{rad} - t_{čekanje} = 6.880 \text{ h}$$

Računalo sa zaslonom na lokaciji ima nazivnu instaliranu snagu 200 W. Mjerenjima je utvrđeno kako u karakterističnom radu računalo sa zaslonom prosječno mrežu opterećuje snagom od 120 W. U trenucima čekanja dolazi do gašenja zaslona te prosječna snaga iznosi 52 W. U trenucima kada su računalo i zaslon isključeno mjereni su gubici od 3 W. Ukupno utrošena energija iznosi:

$$E = \frac{P_{rad} \cdot t_{rad} + P_{čekanje} \cdot t_{čekanje} + P_{isključeno} \cdot t_{isključeno}}{1000} = \\ \frac{120 \cdot 1645 + 52 \cdot 235 + 3 \cdot 6880}{1000} = 230 \text{ kWh}$$

U tome slučaju godišnji broj sati rada trošila na nazivnoj instaliranoj snazi iznosi:

$$t = \frac{E}{P_{nazivno}} = \frac{230}{0,2} = 1.150 \text{ h}$$

Dva osnovna cilja izračuna bilance su:

- dobivanje raspodjele potrošnje električne energije, te
- usporedba potrošnje električne energije modelirane u skladu s karakteristikama svih potrošača s vrijednostima potrošnje prema računima dobavljača.

U slučaju uspoređivanja proračunate i stvarne potrošnje električne energije sve pretpostavke i eventualna odstupanja moraju biti pojašnjena.

Za izračun bilance potrošnje (i troškova) električne energije potrebno je utvrditi najmanje sljedeće:

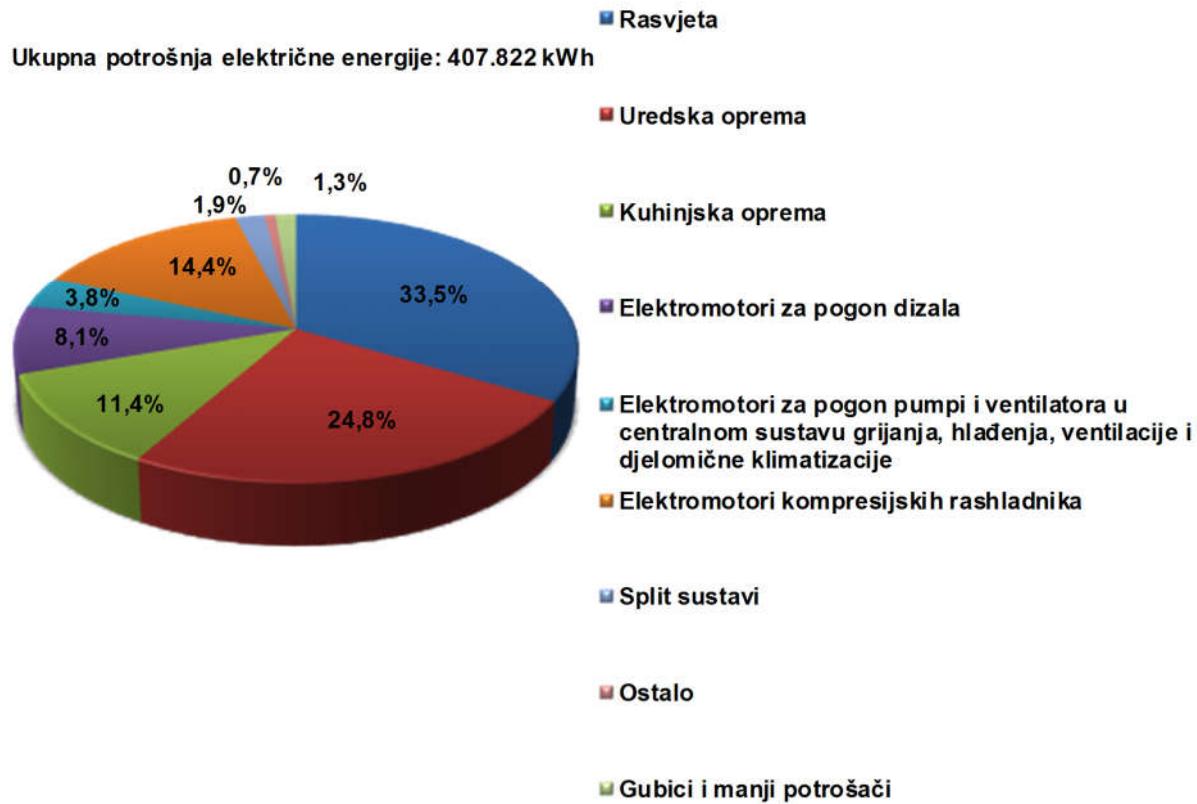
- tehničke karakteristike i režim rada instaliranih uređaja (npr. nazivna snaga, faktor snage, životni vijek, učinkovitost, razdoblje rada, utjecaj na dijagram opterećenja, broj isključivanja/uključivanja, tip regulacije i sl.),
- sve energetske i ekonomске parametre (potrošnja i troškovi električne energije u višem i nižem dnevnom tarifnom razdoblju (VT i NT), angažirana vršna radna snaga, tarifni model i uvjeti zakupa snage (ugovor s opskrbljivačem), vrsta priključka, prekomjerno preuzeta jalova energija/cos φ, i sl.),
- sve potrebne elemente potrošnje energije koji se mogu dobiti iz provedenih elektroenergetskih mjerena (Ukoliko su instalirana brojila sa snimanjem dijagrama opterećenja podaci se mogu zatražiti i od HEP - Operatora distribucijskog sustava d.o.o.),
- sustave nadzora i upravljanja (nadzorni i upravljački sustav potrošnje električne energije, kompenzacija jalove snage (prekomjerno preuzete jalove energije), sustav upravljanja vršnom snagom i sl.).

Sumarna modelirana vrijednost utrošene električne energije mora odgovarati referentnoj potrošnji električne energije. Modeliranje se provodi najmanje na razini ukupne utrošene energije, dok se u slučajevima zgrada sa značajnijim potrošnjama (preko 100.000 kWh/god. električne energije) modeliranje provodi zasebno za sve stavke koje se naplaćuju – električna

energija u višem tarifnom razdoblju, električna energija u nižem tarifnom razdoblju te utjecaj na angažiranu snagu.

#### PRIMJER 4.11: Bilanca potrošnje i troškova električne energije

Primjer prikaza bilance potrošnje i troškova električne energije:



Tip potrošača	Instalirana snaga [kW]	Prosječan broj radnih sati [h]	Potrošnja električne energije [kWh]	Udio u godišnjoj potrošnji električne energije
Rasvjeta	102,6	1.333	136.751	33,53%
Uredska oprema	147,6	684	100.996	24,76%
Kuhinjska oprema	89,0	522	46.435	11,39%
Elektromotori za pogon dizala	36,7	900	33.030	8,10%
Elektromotori za pogon pumpi i ventilatora u centralnom sustavu grijanja, hlađenja, ventilacije i djelomične klimatizacije	23,0	677	15.539	3,81%
Elektromotori kompresijskih rashladnika	98,0	600	58.800	14,42%
Split sustavi	7,0	1.120	7.784	1,91%
Ostalo	7,7	390	2.986	0,73%
Gubici i manji potrošači	-	-	5.501	1,35%
<b>Ukupno</b>	<b>511,4</b>	<b>797</b>	<b>407.822</b>	<b>100,00%</b>

Tip potrošača	Potrošnja VT [kWh]	Potrošnja NT [kWh]	Srednje mjesecno vršno opterećenje [kW]	Ukupni godišnji trošak [kn]
Rasvjeta	95.391	41.360	41,4	117.224,22
Uredska oprema	71.121	29.875	32,9	88.938,16
Kuhinjska oprema	30.111	16.324	11,9	37.207,77
Elektromotori za pogon dizala	23.855	9.175	7,3	26.025,33
Elektromotori za pogon pumpi i ventilatora u centralnom sustavu grijanja, hlađenja, ventilacije i djelomične klimatizacije	12.193	3.346	6,6	15.483,78
Elektromotori kompresijskih rashladnika	39.200	19.600	19,6	51.655,52
Split sustavi	4.782	3.002	1,2	5.407,89
Ostalo	2.035	951	0,7	2.370,74
Gubici i manji potrošači	3.010	2.491	1,0	3.853,07
<b>Ukupno</b>	<b>281.698</b>	<b>126.124</b>	<b>122,6</b>	<b>348.166,49</b>

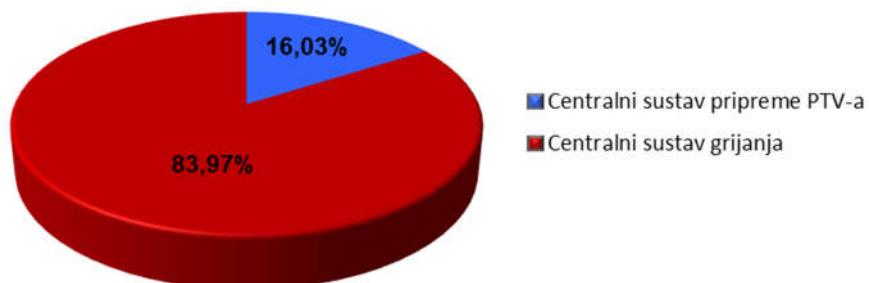
#### 4.5.2. Toplinska energija

Toplinska energija, dovedena zgradi, se koristi za različite potrebe kao što su grijanje, priprema potrošne tople vode, kuhanje, pranje rublja (npr. u bolnicama) i slično. Postupkom modeliranja se svaka vrsta isporučene toplinske energije zasebno raspodjeljuje po potrebama koje pokriva. Uobičajeno, postupak modeliranja se provodi na godišnjem nivou, a može se po potrebi provesti i po mjesecima.

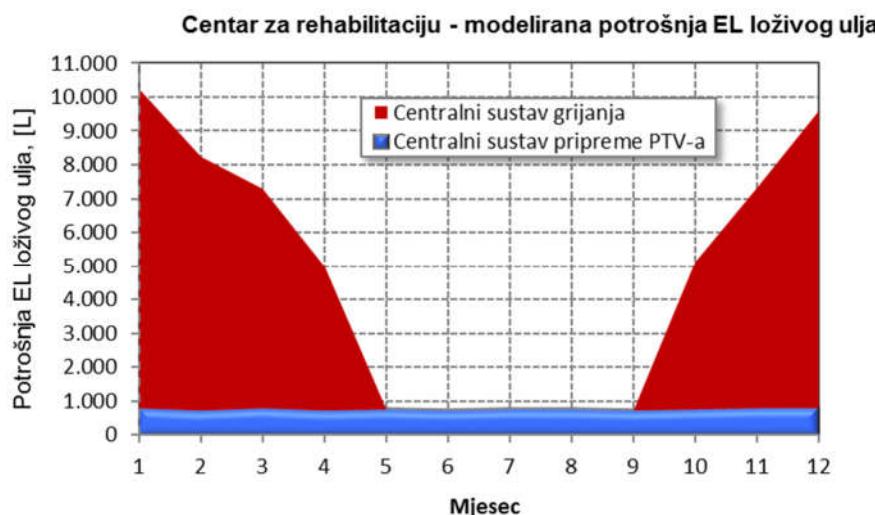
Npr. ako se EL loživo ulje, isporučeno Centru za rehabilitaciju, koristi za potrebe grijanja i pripreme potrošne tople vode, onda je potrebno ukupnu isporučenu količinu EL loživog ulja postupkom modeliranja raspodijeliti zasebno na slijedeće dijelove:

- količina EL loživog ulja koja se troši za potrebe grijanja,
- količina EL loživog ulja koja se troši za potrebe pripreme potrošne tople vode.

**Centar za rehabilitaciju - raspodjela potrošnje EL loživog ulja**  
(ref. godišnja potrošnja EL loživog ulja = 56.502,00 L/god.)



Slika 4-14 Prikaz godišnje bilance potrošnje EL loživog ulja za potrebe Centra za rehabilitaciju



Slika 4-15 Prikaz mjesечne bilance potrošnje EL loživog ulja za potrebe Centra za rehabilitaciju

Prilikom modeliranja izuzetno je važno definirati potrebe koje se isporučenom toplinskom energijom pokrivaju u zimskom odnosnom ljetnom dijelu godine. Ukoliko postoji potreba, može se provesti i mjesечna raspodjela potrošnje isporučene toplinske energije (npr. prirodni plin, EL loživo ulje, toplinska energija iz toplane, ...) → što nije problem u slučaju mjesечnih računa.

Ukoliko je samo poznata godišnja potrošnja isporučene toplinske energije, ali ne i njena mjeseca rasподjela (npr. kod EL loživog ulja, u nekim slučajevima nije poznata ni mjesecna raspodjela potrošnje prirodnog plina, već računi za prirodni plin stižu svaka četiri mjeseca), onda se godišnja isporučena toplinska energija u slučaju grijanja može raspodijeliti temeljem stupanj dana grijanja.

Kad se modeliranjem odredi isporučena toplinska energija za potrebe grijanja  $Q_H$ , potrebno je na temelju gubitaka u centralnom sustavu grijanja doći do godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{H,nd}$  od strane računa. Gubici u centralnom sustavu grijanja se određuju temeljem ukupnog stupnja djelovanja  $\eta_{uk}$  centralnog sustava grijanja.

$$Q_H = \frac{Q_{H,nd}}{\eta_{uk}} \quad \rightarrow \quad Q_{H,nd} = Q_H \cdot \eta_{uk}$$

**Ukupni stupanj djelovanja centralnog sustava grijanja  $\eta_{uk}$**  (u ovom slučaju s kotлом kao izvorom toplinske energije) predstavlja umnožak stupnja djelovanja kotla  $\eta_k$  (u slučaju standarnog kotla uvrštava se godišnji stupanj djelovanja), stupnja djelovanja podsustava razvoda  $\eta_{raz}$  i stupnja djelovanja regulacije  $\eta_{reg}$ :

$$\eta_{uk} = \eta_k \cdot \eta_{raz} \cdot \eta_{reg}$$

Orientacijske vrijednosti stupnja djelovanja regulacije su dane tablično (mogu biti i lošije u slučaju npr. ručnog loženja drvnih cjevanica).

Tablica 4-11 Orientacijske vrijednosti stupnja djelovanja regulacije

Sustav regulacije	$\eta_{reg}$ , [%]
Centralni automatski	95
Ručna regulacija – stalna kontrola	92
Ručna regulacija – povremena kontrola	90

Stupanj djelovanja podsustava razvoda  $\eta_{raz}$  se na ovom nivou pretpostavlja ovisno o stanju podsustava razvoda centralnog sustava grijanja. Ako se cijevni razvod nalazi kompletno u grijanom prostoru onda su toplinski gubici mali (uslijed prolaza kroz građevinske elemente, zidove, stropove) odnosno stupanj djelovanja podsustava razvoda iznos cca.  $\eta_{raz} = 97 - 98\%$ . Ako se npr. temeljni horizontalni razvod centralnog sustava grijanja nalazi u negrijanom prostoru, ovisno o stanju toplinske izolacije cijevnog razvoda stupanj podsustava razvoda iznosi cca.  $\eta_{raz} = 92 - 95\%$ . Međutim, ukoliko dio cijevnog razvoda prolazi i kroz vanjski prostor (vođen u zemlji između više zgrada u promatranom kompleksu) stupanj djelovanja podsustava razvoda može biti i oko  $\eta_{raz} = 80\%$  (u tom slučaju se predlaže izračun toplinskih gubitaka).

Dobivena vrijednost godišnje potrebne toplinske energije  $Q_{H,nd} = Q_H \cdot \eta_{uk}$  od strane računa se uspoređuje s izračunatom vrijednošću prema HRN EN ISO 13790 za stvarne klimatske podatke i stvarni režim rada grijanja. Njihovo odstupanje od 10 % je prihvatljivo, ukoliko je veće potrebno ga je objasniti. Uzroci odstupanja mogu biti razni, na koje se ne može utjecati. Ponekad se tijekom pregleda dobije krivi režim rada sustava grijanja, ili se računa s krivom temperaturom zraka u prostorima (možda je ona u stvarnosti 18, a ne 20°C).

#### 4.5.2.1. Godišnji stupanj djelovanja standardnih kotlova

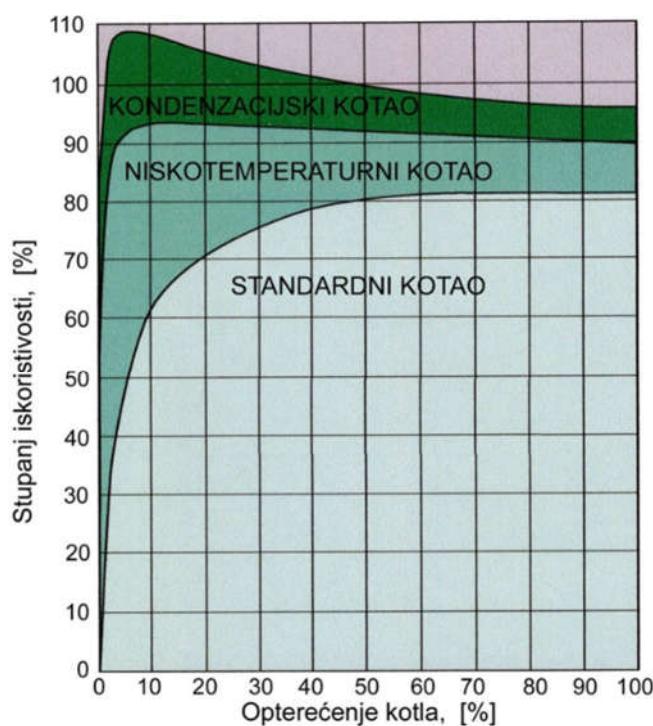
Postoji nekoliko metoda određivanja godišnjeg stupnja djelovanja kotlova. U nastavku je dana jedna od metoda određivanja godišnjeg stupnja djelovanja standardnih kotlova.

S obzirom na temperaturu vode u kotlu i način rada postoje tri vrste kotla: standardni, niskotemperaturni i kondenzacijski kotlovi.

**STANDARDNI KOTLOVI** → toplovodni kotlovi kod kojih se prosječna pogonska temperatura vode u kotlu, zbog same konstrukcije kotla sa svrhom sprječavanja kondenzacije vodene pare sadržane u dimnim plinovima, održava na temperaturi od 70 do 80 °C tijekom cijele sezone grijanja neovisno o vanjskoj temperaturi i trenutnim potrebama za grijanjem; stupanj djelovanja standardnih kotlova pada sa smanjenjem opterećenja

**NISKOTEMPERATURNI KOTLOVI** → toplovodni kotlovi koji mogu kontinuirano raditi s temperaturom povratne vode do 35 °C (zahvaljujući njihovoj specifičnoj konstrukciji: dvoslojne površine, otrebene površine na strani dimnih plinova, turbulatori u dimovodnim cijevima) i kod kojih u određenim uvjetima može nastupiti kondenzacija vodene pare sadržane u dimnim plinovima; rade s kliznom regulacijom temperature vode u kotlu (ovisno o potrebama)

**KONDENZACIJSKI KOTLOVI** → toplovodni kotlovi konstruirani upravo za kondenzaciju većeg dijela vodene pare sadržane u dimnim plinovima u svrhu iskorištenja latentne topline, tj. gornje ogrjevne moći goriva; materijal izrade nehrđajući čelik otporan na kiseli kondenzat; rade s kliznom regulacijom temperature vode u kotlu (ovisno o potrebama)



Slika 4-16 Ovisnost stupnja djelovanja pojedine vrste kotla i opterećenju kotla

Prilikom izračuna ukupnog stupnja djelovanja centralnog sustava grijanja  $\eta_{uk}$  uzimaju se u proračun ovisno o vrsti kotla sljedeći stupnjevi djelovanja:

- **standardni kotao** → uzima se **godišnji stupanj djelovanja**, a ne stupanj djelovanja kod nazivnog učina (kotao nikada ili vrlo rijetko radi na nazivnom učinu, bila bi to nerealno visoka vrijednost, pogotovo ukoliko je kotao predimenzioniran),
- **niskotemperaturni i kondenzacijski kotao** → normni stupanj djelovanja ili stupanj djelovanja kod nazivnog učina

**Godišnji stupanj djelovanja standardnih kotlova – jedna od mogućih metoda proračuna:**

$$\eta_a = \frac{\eta_{gnr,Pn}}{\left(\frac{b}{b_{VK}} - 1\right) \cdot q_B + 1}$$

gdje su:

$\eta_{gnr,Pn}$  – stupanj djelovanja kotla na nazivnom učinu, [–]

$b$  – vrijeme rade kotla, [h/god] → ako se kotao koristi za grijanje i pripremu PTV-a  $b = 8.760$  h/god.

$b_{VK}$  – godišnji broj sati rada plamenika za proizvodnju korisne potrebne toplinske energije, [h/god]

$$b_{VK} = \frac{b_F - b \cdot q_B}{(1 - q_B)}$$

$b_F$  – ukupan broj sati rada plamenika, [h/god]

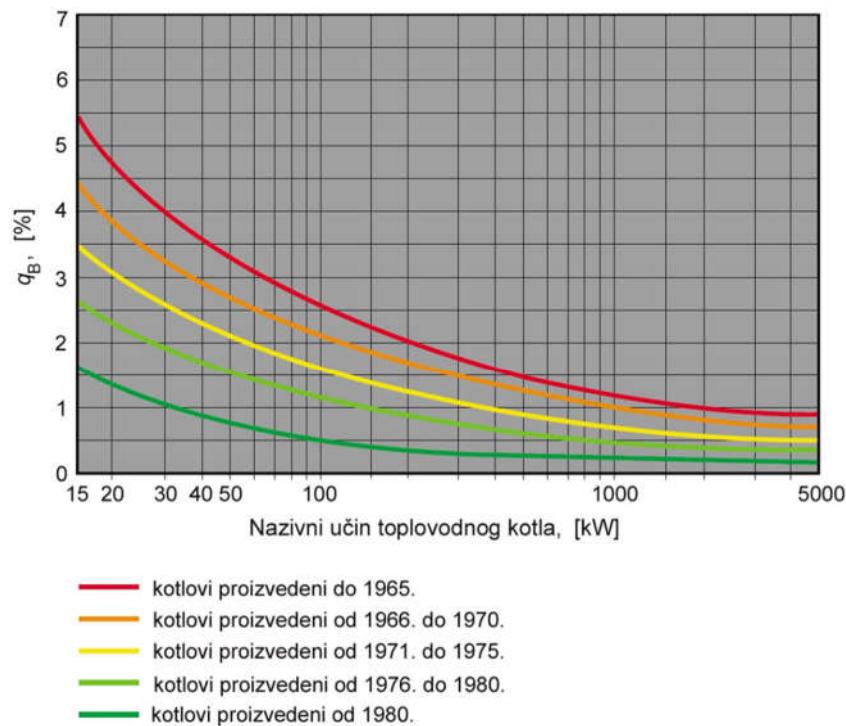
Ukupan broj sati rada plamenika = broj sati rada plamenika za proizvodnju korisne potrebne toplinske energije + broj sati rada plamenika za pokrivanje gubitaka pogonske pripravnosti

$$b_F = b_{VK} + q_B \cdot (b - b_{VK})$$

$$b_F = \frac{\text{korisna potrebna toplinska energija}}{\text{nazivni učin kotla}}$$

$$b_F = \frac{\text{mjesečna isporučena energija gorivom} \cdot \eta_{gnr,Pn}}{\text{nazivni učin kotla}}$$

$q_B$  – gubici u stanju pripravnosti = gubici pogonske pripravnosti, [%] → određuje se iz dijagrama na osnovu nazivnog učina kotla i godine proizvodnje kotla



Slika 4-17 Određivanje gubitka pogonske pripravnosti  $q_B$

GUBITAK POGONSKE PRIPRAVNOSTI – dio toplinskog učina kotla potreban za održavanje temperature vode u kotlu na određenoj vrijednosti, kada nema odavanja toplinskog učina

## PRIMJER 4.12: Bilanca potrošnje EL loživog ulja – Osnovna škola u kontinentalnom dijelu Hrvatske

EL loživo ulje se koristi kao energet u centralnom sustavu grijanja Osnovne škole u kontinentalnom dijelu Hrvatske (najbliža lokacija Križevci) za pogon niskotemperaturnog toplovodnog kotla proizvođača BUDERUS Logano GE515 nazivnog učina 295 kW iz 2006. godine. Stupanj djelovanja niskotemperaturnog kotla iznosi 91,2 %. Pretpostavljen je stupanj djelovanja podsustava razvoda od 96 % i stupanj djelovanja regulacije u iznosu od 95 %. Referentna godišnja potrošnja EL loživog ulja iznosi **19.009 litara**. EL loživo ulje se na lokaciju dobavlja dva puta godišnje. Potrebno je odrediti:

- mjesecnu raspodjelu potrošnje EL loživog ulja za potrebe grijanja škole,
- godišnju potrebnu toplinsku energiju za grijanje  $Q_{H,nd}$  za stvarne klimatske podatke i za stvarni režim rada grijanja na temelju računa za isporučenu energiju, te ju usporediti s vrijednošću dobivenom prema HRN EN ISO 13790 izračunatu za stvarne klimatske podatke i stvarni režim rada grijanja  $Q_{H,nd} = 149.401 \text{ kWh/god.}$

Donja ogrjevna vrijednost EL loživog ulja iznosi 10,0333 kWh/L.



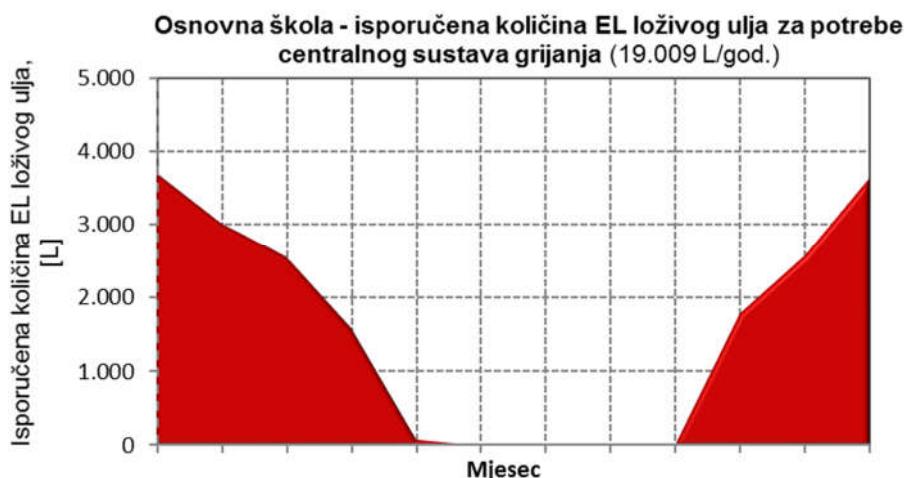
Slika 4-18 Niskotemperaturni kotao na EL loživo ulje proizvođača BUDERUS Logano GE515

S obzirom da je samo poznata godišnja potrošnja EL loživog ulja (loživo ulje se na lokaciju dobavlja dva puta godišnje), potrebno je modeliranjem pomoći stupanj dana grijanja odrediti mjesecnu raspodjelu potrošnje EL loživog ulja.

Tablica 4-12 Određivanje mjesecne raspodjele potrošnje EL loživog ulja pomoći stupanj dana grijanja

Mjesec	Broj dana grijanja u mjesecu [dana]	Prosječna temperatura zraka u prostoriji u sezoni grijanja [°C]	Srednja mjesecna temperatura vanjskog zraka [°C]	Stupanj dan grijanja	Potrošnja goriva [L]
Siječanj	31	20	0,3	610,70	3.705,80
Veljača	28		2,2	498,40	3.024,35
Ožujak	31		6,4	421,60	2.558,32
Travanj	30		11,2	264,00	1.601,98
Svibanj	4		16,0	16,00	97,09
Lipanj	0		19,5	0,00	0,00
Srpanj	0		20,9	0,00	0,00
Kolovoz	0		20,3	0,00	0,00
Rujan	0		15,2	0,00	0,00
Listopad	31		10,5	294,50	1.787,06
Studeni	30		5,8	426,00	2.585,02
Prosinc	31		0,6	601,40	3.649,37
<b>UKUPNO:</b>	<b>216</b>		<b>10,7</b>	<b>3.132,60</b>	<b>19.009,00</b>

Stupanj dani grijanja za pojedini mjesec određeni su množenjem broja dana grijanja u pojedinom mjesecu s razlikom unutarnje temperature zraka u prostoru škole i srednje mjesecne temperature vanjskog zraka. Poznata vrijednost godišnje potrošnje loživog ulja je onda podijeljena po mjesecima na osnovu poznatih mjesecnih vrijednosti stupanj dan grijanja.



Slika 4-19 Modeliranje mjesecne potrošnje EL loživog ulja – Osnovna škola

Poznate su slijedeće vrijednosti stupnjeva djelovanja:

$$\text{Stupanj djelovanja kotla: } \eta_k = 91,2 \%$$

$$\text{Stupanj djelovanja podsustava razvoda: } \eta_{raz} = 96 \%$$

$$\text{Stupanj djelovanja regulacije: } \eta_{reg} = 95 \%$$

Ukupni stupanj djelovanja centralnog sustava grijanja:

$$\eta_{uk} = \eta_k \cdot \eta_{raz} \cdot \eta_{reg} = 0,912 \cdot 0,96 \cdot 0,95 = 0,831744$$

Ukupna godišnja isporučena toplinska energija EL loživim uljem:

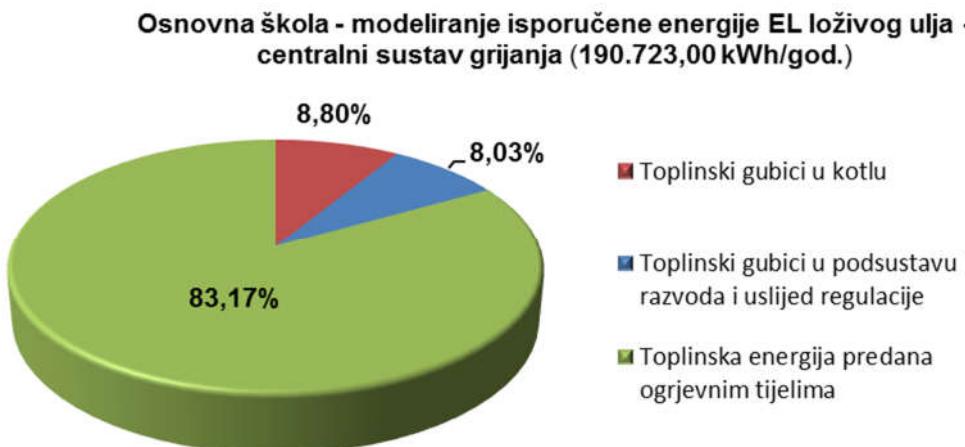
$$Q_H = 19.009 \frac{\text{L}}{\text{god.}} \cdot 10,0333 \frac{\text{kWh}}{\text{L}} = 190.723 \frac{\text{kWh}}{\text{god.}}$$

Godišnja potrebna toplinska energiju za grijanje  $Q_{H,nd}$  za stvarne klimatske podatke i za stvarni režim rada grijanja na temelju računa:

$$Q_{H,nd} = Q_H \cdot \eta_{uk} = 19.009 \cdot 10,0333 \cdot 0,831744 = 158.632,71 \frac{\text{kWh}}{\text{god.}}$$

Tablica 4-13 Rezultati modeliranja isporučene energije EL loživog ulja za potrebe centralnog sustava grijanja

CENTRALNI SUSTAV GRIJANJA - postojeće stanje vanjske ovojnice – Osnovna škola	Toplinska energija [kWh/god.]	Količina EL loživog ulja [L/god.]	Specifična potrošnja toplinske energije [kWh/(m <sup>2</sup> god.)]	Udio [%]
Toplinski gubici u kotlu	16.783,62	1.672,79	11,12	8,80
Toplinski gubici u podsustavu razvoda i uslijed regulacije	15.306,67	1.525,59	10,14	8,03
Toplinska energija predana ogrjevnim tijelima	158.632,71	15.810,62	105,10	83,17
<b>UKUPNO:</b>	<b>190.723,00</b>	<b>19.009,00</b>	<b>126,36</b>	<b>100,00</b>



Slika 4-20 Modeliranje godišnje potrošnje EL loživog ulja za potrebe sustava grijanja – Osnovna škola

Godišnja potrebna toplinska energija  $Q_{H,nd}$ :

- od strane računa dobivena modeliranjem  $\rightarrow Q_{H,nd} = 158.632,71 \text{ kWh/god.}$
- dobivena proračunom (HRN EN ISO 13790)  $\rightarrow Q_{H,nd} = 149.401 \text{ kWh/god.}$

Odstupanje iznosi 6,2 %.

### PRIMJER 4.13: Godišnji stupanj djelovanja standardnog toplovodnog kotla

Za potrebe grijanja prostora uredske zgrade u Zagrebu koristi se standardni toplovodni kotao na prirodni plin nazivnog učina **600 kW** iz 2003. godine. Stupanj djelovanja standardnog kotla na nazivnom učinu iznosi **89 %**. Tablično je zadana mjesečna raspodjela isporučene toplinske energije prirodnim plinom i broj dana rada sustava grijanja. Potrebno je odrediti godišnji stupanj djelovanja standardnog kotla?

Rezultati proračuna su dani tablično za svaki mjesec.

Tablica 4-14 Određivanje godišnjeg stupnja djelovanja standardnog kotla

Mjesec	Isporučena energija gorivom [kWh]	Broj dana rada sustava grijanja [dan/mj]	Broj sati rada sustava grijanja <b>b</b> [h/mj]	Ukupni broj sati rada plamenika <b>b<sub>F</sub></b> [h/mj]	Broj sati rada plamenika za proizvodnju korisne toplinske energije <b>b<sub>VK</sub></b> [h/mj]	Stupanj djelovanja standardnog kotla <b>η</b> [%]
Siječanj	77.554,88	31	744	115	113	87,29
Veljača	65.682,72	28	672	97	95	87,16
Ožujak	49.093,81	31	744	73	70	86,12
Travanj	9.695,90	30	720	14	12	73,66
Svibanj	1.599,01	10	240	2	2	57,68
Lipanj	0,00	0	0	0	0	0,00
Srpanj	0,00	0	0	0	0	0,00
Kolovoz	0,00	0	0	0	0	0,00
Rujan	697,64	3	72	1	1	67,56
Listopad	35.289,26	31	744	52	50	84,87
Studeni	45.244,46	30	720	67	65	85,96
Prosinc	61.225,26	31	744	91	89	86,75
<b>UKUPNO:</b>	<b>346.082,94</b>	<b>225</b>	<b>5.400</b>	<b>513</b>	<b>496</b>	<b>86,02</b>

Broj sati rada sustava grijanja određen je množenjem zadanog broja dana rada sustava grijanja s 24 sata. Ukupni broj sati rada plamenika za svaki mjesec određen je prema formuli:

$$b_F = \frac{\text{mjesečna isporučena energija gorivom} \cdot \eta_{gnr,Pn}}{\text{nazivni učin kotla}}$$

Broj sati rada plamenika za proizvodnju korisne potrebne toplinske energije  $b_{VK}$ , određen je prema formuli:

$$b_{VK} = \frac{b_F - b \cdot q_B}{(1 - q_B)}$$

Stupanj djelovanja kotla za svaki mjesec, te za cijelu godinu određen je prema:

$$\eta_a = \frac{\eta_{gnr,Pn}}{\left(\frac{b}{b_{VK}} - 1\right) \cdot q_B + 1}$$

Gubitak pogonske pripravnosti je očitan iz dijagrama  $q_B = 0,35\%$  (u formule se uvrštava kao vrijednost 0,35/100).

Godišnji stupanj djelovanja standardnog kotla iznosi **86 %**. Zanimljivo je uočiti pad stupnja djelovanja uslijed manjeg opterećenja u toplijem dijelu sezone grijanja.

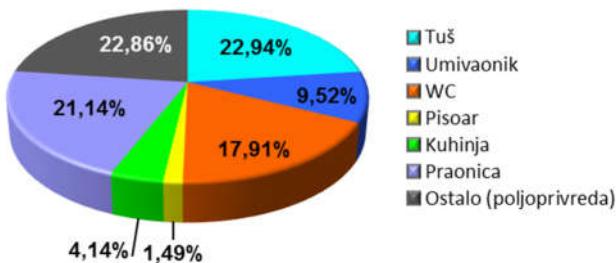
#### 4.5.3. Voda

Modeliranjem vode se referentna godišnja potrošnja vode raspodjeljuje po određenim grupama potrošača odnosno po pojedinim vrstama izljevnih mesta u promatranoj zgradbi (WC, tuš, kada, umivaonik, pisoar, kuhinjski sudoper, ...).

*Tablica 4-15 Rezultati modeliranja referentne godišnje potrošnje vode prema vrsti izljevnih mesta – Centar za rehabilitaciju*

Vrsta izljevnog mesta	Modelirana godišnja potrošnja vode [m <sup>3</sup> /god.]	Udio u ukupnoj godišnjoj potrošnji vode [%]
<b>Tuš</b>	<b>1.126,66</b>	<b>22,94</b>
Umivaonik	467,57	9,52
WC	879,65	17,91
Pisoar	73,00	1,49
Kuhinja (perilica + sudoperi)	203,50	4,14
<b>Praonica</b>	<b>1.038,20</b>	<b>21,14</b>
<b>Ostalo (poljoprivreda)</b>	<b>1.123,03</b>	<b>22,86</b>
<b>UKUPNO:</b>	<b>4.911,60</b>	<b>100,00</b>

**Centar za rehabilitaciju - modelirana potrošnja vode  
prema vrsti izljevnih mesta (ref. godišnja potrošnja vode  
= 4.911,60 m<sup>3</sup>/god.)**



*Slika 4-21 Modeliranje referentne godišnje potrošnje vode prema vrsti izljevnih mesta – Centar za rehabilitaciju*

Da bi se moglo provesti modeliranje referentne godišnje potrošnje vode potrebno je za pojedinih vrst izljevnih mesta pretpostaviti potrošnju vode po jednom korištenju, te dnevni broj korištenja pojedinog izljevnog mesta.

*Tablica 4-16 Orijentacijske vrijednosti potrošnje vode po jednom korištenju pojedine vrste izljevnog mesta*

Vrsta izljevnog mesta	Područje potrošnje	Jedinica
Kade	115 – 180	L/(osobi i kupanju)
Tuševi	40 – 80	L/(osobi i tuširanju)
Vodokotlići	9 – 14	L/korištenju
Bide	10 – 20	L/(korištenju)
Umivaonici	2 – 5	L/(osobi i pranju)
Pisoar	2 – 3	L/(korištenju)

**Modeliranje referentne godišnje potrošnje vode je obvezno provesti ukoliko se:**

- predlažu mjere u sustavima opskrbe i potrošnje vode odnosno u sustavima pripreme potrošne tople vode,
- ukoliko je indikator potrošnje vode neuobičajeno visok.

U ostalim slučajevima nije potrebno provesti modeliranje potrošnje vode!

## 5. PRORAČUN DO PRIMARNE ENERGIJE I ODREĐIVANJE ENERGETSKOG RAZREDA

**Klasifikacija zgrada u jedan od ukupno 8 energetskih razreda (A+, A, B, C, D, E, F, G)**

provodi se na osnovu dviju izračunatih vrijednosti:

- specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim rada tehničkih sustava,
- specifične godišnje primarne energije  $E_{prim}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim rada tehničkih sustava; koja za stambene zgrade uključuje energiju za grijanje, pripremu potrošne tople vode i ventilaciju (ukoliko postoji), a za nestambene zgrade ovisno o vrsti nestambene zgrade uključuje energiju za grijanje, rasvjetu, te hlađenje i pripremu potrošne tople vode ukoliko je primjenjivo za određenu vrstu zgrade i ventilaciju (ako postoji).

Dakle, **za svaku zgradu** se određuju **dva energetska razreda**!

### 5.1. Definicije podjela zona kod zgrada s više namjena

Kod složenijih zgrada odnosno kompleksa, nužno je podijeliti dijelove zgrada prema korištenju i projektnim režimima korištenja kako bi se potrebna izračunata energija što bolje opisala sa stvarnom isporučenom energijom. Podjelu zgrade na zone potrebno je utvrditi tijekom provedbe energetskog pregleda.

**Zgrada s više namjena** je zgrada koja ima više od 10% neto podne površine u drugoj namjeni od osnovne (stambene, nestambene ili ostale namjene) kada je ploština te neto podne površine u drugoj namjeni veća od 50 m<sup>2</sup> i zbog čega je moguće zgradu podijeliti na zone koje se mogu posebno certificirati u skladu s temeljnom klasifikacijom zgrada (npr. stambena, uredska i trgovačka namjena u jednoj zgradi).

**Podjela zgrada na zone nužna je kad se dijelovi zgrade razlikuju:**

- prema namjeni,
- prema unutarnjoj projektnoj temperaturi za više od 4°C,
- prema unutarnjoj projektnoj temperaturi ( $\Theta_{int,set,H} \geq 18^{\circ}\text{C}$  ili  $12^{\circ}\text{C} < \Theta_{int,set,H} < 18^{\circ}\text{C}$ ),
- po vrsti i režimu korištenja termotehničkih sustava.

Kad je razlika u projektnim temperaturama susjednih zona **veća od 4°C**, smatra se da kroz razdjelne plohe između tih dijelova zgrade dolazi do toplinskog toka te je potrebno utvrditi ploštine i sastav dijelova između takvih zona. **Dijelovi zgrade ili dijela zgrade koji graniče s drugim grijanim prostorima ne ulaze u oplošje grijanog dijela zgrade.**

Također, ukoliko se pokaže potrebnim za kasnjim izračunavanjem ušteda ili boljim modeliranjem potrebne toplinske energije, dopušta se podjela zgrade na više zona (npr. kat škole se koristi samo u jutarnjoj smjeni, a prizemlje cijeli dan).

Za određivanje pretežite namjene zgrade s više zona, koristi se **korisna površina pretežite namjene**.

Kod zgrada s etažama višim od 4,20 m, za određivanje pretežite namjene se **koristi proračunski  $A_K'$** , koji se dobiva uvećanjem korisne površine  $A_K$  dijela zgrade čija je visina veća od 4,20 m i omjera prosječne visine dijela zgrade visine iznad 4,20 m i visine od 4,20 m (**objašnjeno u poglavljiju 5.4.2.**)

Također, u slučaju da se zgrada sastoji od tri ili više zona, pretežita namjena zgrade se određuje na temelju **zbroja korisnih površina (ili proračunske korisne površine) zona s istom namjenom**.

**Energetski razred zgrade s više namjena se određuje prema pretežitoj namjeni zgrade.**

U nastavku će se prikazati primjeri podjele zgrade na zone i određivanja pretežite namjene.

#### PRIMJER 5.1: Podjela na zone – različita namjena zgrade

U prizemlju zgrade se nalaze uredski prostori korisne površine  $1.000 \text{ m}^2$ , dok se na katovima nalaze stambene jedinice ukupne korisne površine  $9.000 \text{ m}^2$ . Potrebno je odrediti pretežitu namjenu zgrade?

Pretežita namjena ovakve zgrade je stambena zgrada iz razloga što korisna površina stambenog dijela prevlada u ukupnoj korisnoj površini zgrade.

#### PRIMJER 5.2: Podjela na zone – razlika u projektnim temperaturama veća od $4^\circ\text{C}$

Sportski centar se sastoji od bazenskog dijela projektne temperature grijanja  $28^\circ\text{C}$  i korisne površine  $1.200 \text{ m}^2$  i uredskih prostora površine  $2.000 \text{ m}^2$  i projektne temperature  $20^\circ\text{C}$ . Potrebno je odrediti pretežitu namjenu zgrade i to:

- visina kata na kojem se nalazi bazen iznosi  $4,20 \text{ m}$ , a visina kata ureda iznosi  $3,00 \text{ m}$ ,
- visina kata na kojem se nalazi bazen iznosi  $8,40 \text{ m}$ , a visina kata ureda iznosi  $3,00 \text{ m}$ .

U slučaju da se projektna temperatura među zonama razlikuje za više od  $4^\circ\text{C}$  tada je i razdjelne plohe između tih dijelova zgrade potrebno uzeti u proračun gubitaka između zona.

U **prvom slučaju** gdje su visine katova manje od  $4,20 \text{ m}$ , nema uvećanja korisne površine zgrade te se kao pretežita namjena zgrade uzimaj uredski prostori.

U **drugom slučaju** se uslijed uvećane visine kata iznad bazena uvećava i proračunska korisna površina ( $A_K'$  – prema poglavju 5.4.2) te za dio bazena iznosi  $2.400 \text{ m}^2$ , dok korisna površina uredskog dijela ostaje  $2.000 \text{ m}^2$ . Tada se kao pretežita namjena zgrade koristi ona bazenskog prostora.

#### **PRIMJER 5.3: Podjela na zone – detaljnija analiza potrošnje**

Zgrada Osnovne škole se sastoji od prizemlja i kata. U prizemlju se nalaze razredni odjeli, koji rade u obje smjene, dok se na katu nalaze odjeli, koji rade samo u jutarnjoj smjeni. Potrebno je utvrditi potrebu za podjelom zgrade na zone.

Zgradu nije potrebno dijeliti na zone jer zgrada ima jednaku namjenu te će se za izračunavanje energetskog svojstva zgrade koristiti režim rada propisano Algoritmom. Unatoč tome predlaže se podjela zgrade na dvije zone kako bi se stvarna potrošnja zgrade mogla što kvalitetnije analizirati.

#### **PRIMJER 5.4: Podjela na zone – različiti energenti za grijanje**

Uredska zgrada, koja čini jednu cjelinu, se sastoji od dijela prizemlja i kata, koji kao emergent za grijanje koriste prirodni plin, dok se u drugom dijelu prizemlja nalazi konferencijska sala koja kao sustav grijanja koristi infracrvene električne grijalice. Potrebno je definirati zone zgrade?

Uslijed različitih energenata koji se koriste za grijanje pojedinih dijelova zgrade, zgrada se mora podijeliti na zone. Kao pretežita namjena se uzima ona sa većom korisnom (proračunskom) grijanom površinom.

#### **PRIMJER 5.5: Podjela na zone – zgrada s tri ili više zona**

Zgrada bolnice se sastoji od tri zone. Prva zona je uredska, ukupne korisne površine  $A_K = 2.500 \text{ m}^2$ . Druga zona je bolnički odjel ukupne korisne površine  $A_K = 1.800 \text{ m}^2$  dok se u trećoj zoni nalaze ambulante ukupne korisne površine  $A_K = 2.200 \text{ m}^2$ . Potrebno je odrediti pretežitu namjenu zgrade?

Iako je zgrada podijeljena u tri zone gdje prva zona ureda ima najveću korisnu površinu, pretežita namjena zgrade je zgrada za zdravstvo jer je zbroj površina bolničkih odjela i ambulanti iznosi  $4.000 \text{ m}^2$ , dok je površina uredskog dijela  $2.500 \text{ m}^2$ .

### PRIMJER 5.6: Podjela na zone – različita ogrjevna tijela

Promatrana zgrada ukupne korisne površine  $A_k = 4.000 \text{ m}^2$  ima ugrađen centralni sustav grijanja. Prostor zgrade korisne površine  $A_k = 3.500 \text{ m}^2$  se grije preko radijatora, a u preostalih  $500 \text{ m}^2$  korisne površine su ugrađeni ventilokonvektori. Potrebno je odrediti zone u promatranoj zgradi?

Dva moguća rješenja:

- cijela zgrada se promatra kao jedna zona, a kod ogrjevnih tijela se u program unose ona ogrjevna tijela koja su dominantnija, u ovom slučaju su to radijatori;
- posebno se unosi podaci za radijatore, a posebno za ventilokonvektore; zgrada se može promatrati kao zgrada s jednom zonom ili s dvije zone, što ovisi o mogućnostima korištenog programa.

## 5.2. Određivanje energetskog razreda zgrada s više namjena

Kod zgrade koja se sastoji od **više zona** dopušta se izraditi energetski certifikat za **svaku zonu zasebno** ili odrediti **zgradu s više namjena** te izraditi jedan Energetski certifikat za čitavu zgradu.

Za određivanje energetskog razreda zgrade s više namjena potrebno je provesti slijedeće korake:

- podijeliti zgradu na zone, te provesti proračun energetskog svojstva svake zone,
- odrediti **pretežitu namjenu zgrade** kao što je opisano u poglavljju 5.1.,
- prema **namjeni pojedinih zona** odrediti sustave koji se koriste u zoni (prema **tablici 5-18**), te na temelju tih sustava odrediti **godišnju isporučenu energiju ( $E_{del}$ )** te godišnju **primarnu energiju ( $E_{prim}$ )** svake zone zasebno,
- sumirati dobivene rezultate za **potrebnu toplinsku energiju za grijanje ( $Q_{H,nd}$ )**, **potrebnu toplinsku energiju za hlađenje ( $Q_{C,nd}$ )**, **godišnju isporučenu energiju ( $E_{del}$ )** te godišnju **primarnu energiju ( $E_{prim}$ )** svih zona prema namjenama,
- za izračun **korisne površine zgrade ( $A_k$ )** s više namjena potrebno je zbrojiti korisne površine svih zona,
- za izračun **ploštine građevinske bruto površine zgrade ( $A$ )** s više namjena potrebno je zbrojiti bruto građevinske površine svih zona,
- za izračun **specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje ( $Q''_{H,nd}$ )** zgrade s više namjena potrebnu toplinsku energiju za grijanje svih zona potrebno je sumirati te podijeliti s ukupnom korisnom površinom svih zona (ili proračunskom korisnom površinom ako je primjenjivo),

- za izračun **specifične godišnje isporučene energije ( $E_{dei}$ )** zgrade s više namjena godišnju isporučenu energiju svih zona potrebno je sumirati te podijeliti s ukupnom korisnom površinom svih zona (ili proračunskom korisnom površinom ako je primjenjivo),
- za izračun **specifične primarne energije ( $E_{prim}$ )** zgrade s više namjena godišnju primarnu energiju svih zona potrebno je sumirati te podijeliti s ukupnom korisnom površinom svih zona (ili proračunskom korisnom površinom ako je primjenjivo),
- za izračun **specifične godišnje emisije CO<sub>2</sub>** potrebno je sumirati ukupne emisije CO<sub>2</sub> svake zone zasebno te ih podijeliti s ukupnom korisnom površinom svih zona (ili proračunskom korisnom površinom ako je primjenjivo),
- **faktor oblika ( $f_o$ ) zgrade s više namjena** se izračunava dijeljenjem površine vanjske ovojnica svih zona sa ukupnim bruto volumenom svih zona zgrade,
- **koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinice oplošja grijanog dijela zgrade ( $H'_{tr,adj}$ )** se računa tako što se ukupni transmisijski gubici svih zona podijele sa ukupnom površinom vanjske ovojnice svih zona,
- dopuštene vrijednosti potrebne toplinske, isporučene, primarne energije i energija za hlađenje odrediti na temelju namjene zgrade, a sve prema „*Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama*“
- na temelju dobivene specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>god.)] te specifične primarne energije  $E_{prim}$  [kWh/(m<sup>2</sup>god.)] i namjene zgrade određuju se dva energetska razreda promatrane zgrade.

### PRIMJER 5.7: Primjer izračuna energetskog razreda zgrade s više namjena

Zgrada osnovne škole u kontinentalnom dijelu Hrvatske se sastoji od same zgrade škole, te sportske dvorane. U tablici 5-1 dani su podaci o zoni škole i sportske dvorane zasebno. Kao pretežita namjena je odabrana zgrada za obrazovanje odnosno škola. U zadnjem stupcu tablice 5-1 izračunate su vrijednosti i energetski razred zgrade s više namjena.

**Tablica 5-1 Primjer izračuna energetskog razreda za zgrade s više namjena**

Opis	jedinica mjere	Škola	Sportska dvorana	Pretežita namjena - škola
Bruto volumen	$V_e$	m <sup>3</sup>	4.200	1.300
Površina vanjske ovojnice	$A$	m <sup>2</sup>	1.780	940
Korisna površina	$A_k$	m <sup>2</sup>	1.200	250
Građevinska bruto površina	$A$	m <sup>2</sup>	1.400	320
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje	$Q_{H,nd}$	kWh/a	132.000	45.000
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje	$Q_{C,nd}$	kWh/a	/	8.000
Godišnja energija za rasvjetu	$E_L$	kWh/a	12.000	2.250
Godišnja energija za PTV	$Q_w$	kWh/a	/	7.000
Godišnja isporučena energija	$E_{del}$	kWh/a	172.976	68.331
Godišnja primarna energija	$E_{prim}$	kWh/a	195.636	77.374,52
Specifična potrebna toplinska energija za grijanje	$Q'_{H,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	110	180
Specifična isporučena energija	$E_{del}$	kWh/m <sup>2</sup>	144	273
Specifična primarna energija	$E_{prim}$	kWh/m <sup>2</sup>	163	309
Specifična emisija CO <sub>2</sub>	–	kg/(m <sup>2</sup> a)	31	62
Faktor oblika	$f_0$	m <sup>-1</sup>	0,42	0,72
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka	$H'_{tr,adj}$	W/(m <sup>2</sup> K)	0,82	1,11
Energetski razred prema $Q''_{H,nd}$	–	–	D	E
Energetski razred zgrade prema $E_{prim}$	–	–	D	B
Dopuštene vrijednosti	Potrebna toplinska energija za grijanje	$Q'_{H,nd}$	kWh/a	26,34
	Potrebna toplinska energija za hlađenje	$Q_{C,nd}$	kWh/a	50
	Isporučena energija	$E_{del}$	kWh/a	60
	Primarna energija	$E_{prim}$	kWh/a	90
117				

### 5.3. Definicija faktora oblika s primjerima proračuna

Faktor oblika je bitno svojstvo zgrade koje ima veliki utjecaj u ukupnim gubicima zgrade.

Faktor oblika je omjer ukupnog oplošja grijanog dijela zgrade ( $A$ ) i ukupnog bruto obujma grijanog prostora zgrade ( $V_e$ ).

$$f_0 = \frac{A}{V_e}$$

gdje su:

$f_0$  – faktor oblika zgrade u [ $m^{-1}$ ]

$A$  – oploše grijanog dijela zgrade u [ $m^2$ ]

$V_e$  – obujam grijanog dijela zgrade u [ $m^3$ ]

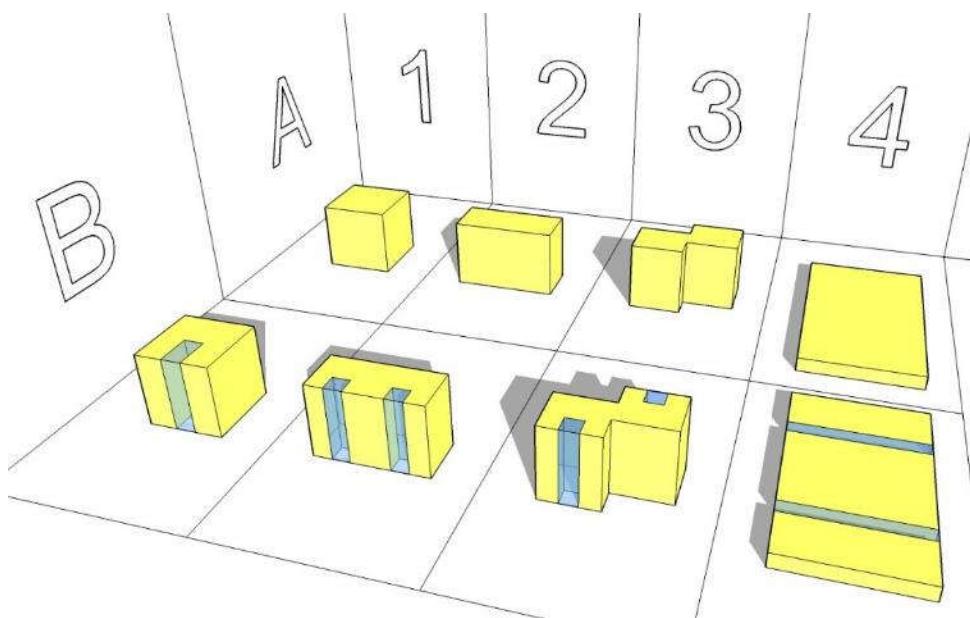
Veći faktor oblika kao izravnu posljedicu ima povećanu potrebu zgrade za energijom, dok manji faktor oblika smanjuje potrebu zgrade za energijom. Zgrade je potrebno projektirati što kompaktnije kako bi faktor oblika zgrade bio što manji, a samim time i potreba za energijom.

Obujam grijanog dijela zgrade ( $V_e$ ) se odnosi na ukupan (**bruto**) obujam grijanog dijela zgrade, bez negrijanih prostora.

Oploše grijanog dijela zgrade ( $A$ ) se odnosi na površine svih elemenata vanjske ovojnica koji graniče s vanjskim zrakom, negrijanim prostorima ili tlom. U oploše grijanog dijela zgrade **ne ulaze** dijelovi koji graniče s drugim grijanim zonama ili zgradama koje se griju

Kod proračuna jednostavnih građevina manjih od 250 m<sup>2</sup> (prvenstveno se odnosi na stambene jedinice unutar višestambene zgrade), radi jednostavnosti izračuna predlaže se izračun gubitaka samo prema vanjskom zraku, negrijanim prostorijama te tlu, dok se dio ovojnica stana koji graniči s drugim grijanim dijelovima zgrade zanemaruje u izračunu gubitaka. Iz tog razloga lokacija stambene jedinice unutar zgrade uvelike ovisi o potrebnoj energiji za grijanje i hlađenje stambene jedinice (stanovi na zadnjem katu, prizemlju ili na uglu zgrade će imati veću potrebnu energiju za grijanje od stanova u središnjem dijelu zgrade).

U nastavku će se opisati izračun faktora oblika zgrade i njegov utjecaj na potrebnu toplinsku energiju opisane zgrade.



Slika 5-1 Skice zgrada za primjere izračuna faktora oblika  $f_0$

Na slici 5-1 su shematski prikazane zgrade, gdje zgrade „A“ i zgrade „B“ imaju jednake volumene. Ukupno je prikazano osam zgrada, od čega su četiri primjera, a svaki se sastoji od „A“ varijante gdje je čitava zgrada grijana i „B“ varijante u kojoj se nalaze negrijani dijelovi.

Kod izračuna potrebne toplinske energije za grijanje svih zgrada biti će korišteni jednaki koeficijenti prolaska topline koji su opisani u tablici 5-2.

Tablica 5-2 Koeficijenti prolaska topline građevinskih elemenata za primjere izračuna faktora oblika

Dio vanjske ovojnica	$U \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$
Vanjski zid	0,60
Ravni krov	0,50
Otvori	1,60
Pod na tlu	0,50
Zid prema negrijanom	0,80

Broj izmjena zraka u primjerima je fiksan i iznosi  $0,50 \text{ h}^{-1}$ . Udio otvora u pročelju zgrade kod svih primjera iznosi 15%, dok je ostatak od 85% vanjski zid. Pretpostavka je da se zgrade nalaze u kontinentalnom dijelu Hrvatske s režimom rada 24/7 na temperaturi od  $20^\circ\text{C}$ . Grijani volumeni prostora kod „A“ varijanti iznose  $3.375 \text{ m}^3$ , a korisna površina  $1.012,50 \text{ m}^2$ . Kod „B“ varijanti grijani volumen prostora iznosi  $2.955 \text{ m}^3$ , a korisna površina  $886,50 \text{ m}^2$ .

## PRIMJER 5.8: 1. Primjer - izračun faktora oblika zgrada i njegov utjecaj na potrošnju zgrade

### Varijanta 1A:

Širine zgrade iznosi 15,00 m, duljina 15,00 m dok se visina sastoji od pet etaža svaka visine 3,00 m. Pretpostavka je da su svi prostori u varijanti „A“ grijani.

### Varijanta 1B:

Širine zgrade iznosi 15,00 m, duljina 15,00 m dok se visina sastoji od pet etaža svaka visine 3,00 m. Negrijani dio na slici 5-1 označen plavom bojom je širine 4,00 m, duljine 7,00 m te visine svih pet etaža.

#### Varijanta 1A

Ukupna površina grijanog dijela zgrade iznosi:

$$\text{Ravni krov: } P_{rk} = 15,00 \cdot 15,00 = 225,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Pod: } P_{pd} = 15,00 \cdot 15,00 = 225,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Pročelje zgrade: } P_{pr} = (4 \cdot 15,00) \cdot 15,00 = 900,00 \text{ m}^2$$

Oplošje grijanog dijela zgrade je zbroj svih površina elemenata vanjske ovojnica koja graniči sa vanjskim zrakom, podom ili negrijanim prostorijama:

$$A = P_{rk} + P_{pd} + P_{pr} = 225,00 + 225,00 + 900,00 = 1.350 \text{ m}^2$$

Faktor oblika zgrade iznosi:

$$f_0 = \frac{A}{V_e} = \frac{1.350}{3.375} = 0,40$$

Potrebna toplinska energija za grijanje ( $Q_{H,nd}$ ) varijante 1A iznosi 54.474 kWh/a, odnosno specifična godišnja potrebna toplina za grijanje ( $Q''_{H,nd}$ ) iznosi 53,80 kWh/(m<sup>2</sup>a).

#### Varijanta 1B

Ukupna površina grijanog dijela zgrade iznosi:

$$\text{Ravni krov: } P_{rk} = 15,00 \cdot 15,00 - 4,00 \cdot 7,00 = 197,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Pod: } P_{pd} = 15,00 \cdot 15,00 - 4,00 \cdot 7,00 = 197,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Pročelje zgrade: } P_{pr} = (4 \cdot 15,00) \cdot 15,00 - 4,00 \cdot 15,00 = 840,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Zid prema negrijanom: } P_{ng} = (2 \cdot 7,00 + 4,00) \cdot 15,00 = 270,00 \text{ m}^2$$

Oplošje grijanog dijela zgrade je zbroj svih površina elemenata vanjske ovojnica koja graniči sa vanjskim zrakom, podom ili negrijanim prostorijama:

$$A = P_{rk} + P_{pd} + P_{pr} + P_{ng} = 197,00 + 197,00 + 840,00 + 270,00 = 1.504 \text{ m}^2$$

Faktor oblika zgrade iznosi:

$$f_0 = \frac{A}{V_e} = \frac{1.504}{2.955} = 0,51$$

Potrebna toplinska energija za grijanje ( $Q_{H,nd}$ ) varijante 1B iznosi 54.811 kWh/a, odnosno specifična godišnja potrebna toplina za grijanje ( $Q''_{H,nd}$ ) iznosi 61,83 kWh/(m<sup>2</sup>a).

**PRIMJER 5.9: 2. Primjer - izračun faktora oblika zgrada i njegov utjecaj na potrošnju zgrade****Varijanta 2A:**

Dimenzije zgrade su  $10,00 \times 22,50$  m, i visine pet etaža svaka visine 3,00 m. Pretpostavka je da su svi prostori u varijanti „A“ grijani.

**Varijanta 2B:**

Dimenzije zgrade su  $10,00 \times 22,50$  m, i visine pet etaža svaka visine 3,00 m. Dva negrijana dijela na slici 5-1 označen plavom bojom su širine 4,00 m, duljine 3,50 m te su visine svih pet etaža.

**Varijanta 2A**

Ukupna površina grijanog dijela zgrade iznosi:

$$\text{Ravni krov: } P_{rk} = 225,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Pod: } P_{pd} = 225,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Pročelje zgrade: } P_{pr} = 975,00 \text{ m}^2$$

Oplošje grijanog dijela zgrade je zbroj svih površina elemenata vanjske ovojnica koja graniči sa vanjskim zrakom, podom ili negrijanim prostorijama:

$$A = P_{rk} + P_{pd} + P_{pr} = 225,00 + 225,00 + 975,00 = 1.425 \text{ m}^2$$

Faktor oblika zgrade iznosi:

$$f_0 = \frac{A}{V_e} = \frac{1.425}{3.375} = 0,42$$

Potrebna toplinska energija za grijanje ( $Q_{H,nd}$ ) varijante 2A iznosi 57.457 kWh/a, odnosno specifična godišnja potrebna toplina za grijanje ( $Q''_{H,nd}$ ) iznosi 56,75 kWh/(m<sup>2</sup>a).

**Varijanta 2B**

Ukupna površina grijanog dijela zgrade iznosi:

$$\text{Ravni krov: } P_{rk} = 197,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Pod: } P_{pd} = 197,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Pročelje zgrade: } P_{pr} = 855,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Zid prema negrijanom: } P_{ng} = 330,00 \text{ m}^2$$

Oplošje grijanog dijela zgrade je zbroj svih površina elemenata vanjske ovojnica koja graniči sa vanjskim zrakom, podom ili negrijanim prostorijama:

$$A = P_{rk} + P_{pd} + P_{pr} + P_{ng} = 197,00 + 197,00 + 855,00 + 330,00 = 1.579 \text{ m}^2$$

Faktor oblika zgrade iznosi:

$$f_0 = \frac{A}{V_e} = \frac{1.579}{2.955} = 0,53$$

Potrebna toplinska energija za grijanje ( $Q_{H,nd}$ ) varijante 2B iznosi 56.134 kWh/a, odnosno specifična godišnja potrebna toplina za grijanje ( $Q''_{H,nd}$ ) iznosi 63,32 kWh/(m<sup>2</sup>a).

## PRIMJER 5.10: 3. Primjer - izračun faktora oblika zgrada i njegov utjecaj na potrošnju zgrade

### Varijanta 3A:

Zgrada se sastoji od dva krila dimenzija  $11,25 \times 10,00\text{m}$ , koja graniče u dužini od pet metara, i visine pet etaža svaka visine  $3,00\text{ m}$ . Pretpostavka je da su svi prostori u varijanti „A“ grijani.

### Varijanta 3B:

Zgrada se sastoji od dva krila svako dimenzija  $11,25 \times 10,00\text{ m}$ , koja graniče u dužini od pet metara, i visine pet etaža svaka visine  $3,00\text{ m}$ . Dva negrijana dijela na slici 5-1 označen plavom bojom su širine  $4,00\text{ m}$ , duljine  $3,50\text{ m}$  te su visine svih pet etaža.

### Varijanta 3A

Ukupna površina grijanog dijela zgrade iznosi:

$$\text{Ravni krov: } P_{rk} = 225,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Pod: } P_{pd} = 225,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Pročelje zgrade: } P_{pr} = 1.125,00 \text{ m}^2$$

Oplošje grijanog dijela zgrade je zbroj svih površina elemenata vanjske ovojnica koja graniči sa vanjskim zrakom, podom ili negrijanim prostorijama:

$$A = P_{rk} + P_{pd} + P_{pr} = 225,00 + 225,00 + 1.125,00 = 1.575 \text{ m}^2$$

Faktor oblika zgrade iznosi:

$$f_0 = \frac{A}{V_e} = \frac{1.575}{3.375} = 0,47$$

Potrebna toplinska energija za grijanje ( $Q_{H,nd}$ ) varijante 3A iznosi  $63.436 \text{ kWh/a}$ , odnosno specifična godišnja potrebna toplina za grijanje ( $Q''_{H,nd}$ ) iznosi  $62,65 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ .

### Varijanta 3B

Ukupna površina grijanog dijela zgrade iznosi:

$$\text{Ravni krov: } P_{rk} = 197,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Pod: } P_{pd} = 197,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Pročelje zgrade: } P_{pr} = 1.005,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Zid prema negrijanom: } P_{ng} = 330,00 \text{ m}^2$$

Oplošje grijanog dijela zgrade je zbroj svih površina elemenata vanjske ovojnice koja graniči sa vanjskim zrakom, podom ili negrijanim prostorijama:

$$A = P_{rk} + P_{pd} + P_{pr} + P_{ng} = 197,00 + 197,00 + 1.005,00 + 330,00 = 1.729 \text{ m}^2$$

Faktor oblika zgrade iznosi:

$$f_0 = \frac{A}{V_e} = \frac{1.729}{2.955} = 0,59$$

Potrebna toplinska energija za grijanje ( $Q_{H,nd}$ ) varijante 3B iznosi 62.146 kWh/a, odnosno specifična godišnja potrebna toplina za grijanje ( $Q''_{H,nd}$ ) iznosi 70,10 kWh/(m<sup>2</sup>a).

**PRIMJER 5.11: 4. Primjer - izračun faktora oblika zgrada i njegov utjecaj na potrošnju zgrade**

**Varijanta 4A:**

Širine zgrade iznosi 25,00 m, duljina 45,0 m dok se visina sastoji od jedne etaže visine 3,00 m. Pretpostavka je da su svi prostori u varijanti „A“ su grijani.

**Varijanta 4B:**

Dimenzije zgrade su 25,00 x 45,00 m, te je visina jedne etaže visine 3,00 m. Negrijani dijelovi na slici 5-1 koji su označeni plavom bojom su širine 2,80m, duljine 25,00 m te visine jedne etaže.

**Varijanta 4A**

Ukupna površina grijanog dijela zgrade iznosi:

$$\text{Ravni krov: } P_{rk} = 1.125,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Pod: } P_{pd} = 1.125,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Pročelje zgrade: } P_{pr} = 420,00 \text{ m}^2$$

Oplošje grijanog dijela zgrade je zbroj svih površina elemenata vanjske ovojnica koja graniči sa vanjskim zrakom, podom ili negrijanim prostorijama:

$$A = P_{rk} + P_{pd} + P_{pr} = 1.125,00 + 1.125,00 + 420,00 = 2.670 \text{ m}^2$$

Faktor oblika zgrade iznosi:

$$f_0 = \frac{A}{V_e} = \frac{2.670}{3.375} = 0,79$$

Potrebna toplinska energija za grijanje ( $Q_{H,nd}$ ) varijante 4A iznosi 83.492 kWh/a, odnosno specifična godišnja potrebna toplina za grijanje ( $Q''_{H,nd}$ ) iznosi 82,47 kWh/(m<sup>2</sup>a).

**Varijanta 4B**

Ukupna površina grijanog dijela zgrade iznosi:

$$\text{Ravni krov: } P_{rk} = 985,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Pod: } P_{pd} = 985,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Pročelje zgrade: } P_{pr} = 386,40 \text{ m}^2$$

$$\text{Zid prema negrijanom: } P_{ng} = 300,00 \text{ m}^2$$

Oplošje grijanog dijela zgrade je zbroj svih površina elemenata vanjske ovojnica koja graniči sa vanjskim zrakom, podom ili negrijanim prostorijama:

$$A = P_{rk} + P_{pd} + P_{pr} + P_{ng} = 985,00 + 985,00 + 386,40 + 300,00 = 2.656,40 \text{ m}^2$$

Faktor oblika zgrade iznosi:

$$f_0 = \frac{A}{V_e} = \frac{2.656,40}{2.955} = 0,90$$

Potrebna toplinska energija za grijanje ( $Q_{H,nd}$ ) varijante 4B iznosi 80,358 kWh/a, odnosno specifična godišnja potrebna toplina za grijanje ( $Q''_{H,nd}$ ) iznosi 90,65 kWh/(m<sup>2</sup>a).

Iz prethodnih primjera je napravljena tablica 5-3 kojom se želi prikazati da se **za zgrade s jednakim grijanim volumenom i korisnom površinom, uslijed različitog faktora oblika potrebna toplinska energija za grijanje značajno razlikuje.**

Tablica 5-3 Primjeri utjecaja faktora oblika na potrebnu toplinsku energiju za grijanje

Varijanta	$f_0$	$Q_{H,nd}$	$Q''_{H,nd}$
	[·]	[kWh/a]	[kWh/m <sup>2</sup> a]
1A	0,40	54.474	53,80
2A	0,42	57.457	56,75
3A	0,47	63.436	62,65
4A	0,79	83.492	82,47
1B	0,51	54.811	61,83
2B	0,53	56.134	63,32
3B	0,59	62.146	70,10
4B	0,90	80.358	90,65

U tablici 5-3 su prikazane sve varijante koje su održene u primjerima. Jasno je vidljivo da faktor oblika ima izravan utjecaj na potrebnu toplinsku energiju za grijanje te se **povećanjem faktora oblika povećava i potrebna energija za grijanjem.**

## 5.4. Proračun toplinskih gubitaka – proračun korisne energije za grijanje/hlađenje

Za korektan izračun godišnje potrebne korisne energije za grijanje  $Q_{H,nd}$  i hlađenje  $Q_{C,nd}$  zgrade potrebno je sakupiti dokumentaciju te obaviti energetski pregled zgrade i/ili dijela zgrade. Proračun toplinskih gubitaka se može podijeliti u nekoliko koraka:

- priprema za energetski pregled,
- energetski pregled zgrade, fotodokumentacija dostupne dokumentacije zgrade i same zgrade,
- lociranje zgrade u klimatsku zonu (primorska Hrvatska, kontinentalna Hrvatska),
- određivanje negrijanih prostora i podjela zgrade na zone ukoliko je primjenjivo,
- određivanje osnovnih karakteristika zgrade ( $V_e$ ,  $V$ ,  $A_f$ ,  $A_K$ ),
- utvrđivanje namjene zgrade te određivanja režima korištenja,
- određivanje ploština građevinskih elemenata, te njihove orientacije,
- utvrđivanje faktora prolaska topline ( $U$ ) svih građevinskih elemenata,
- unošenje podataka u program za izračun korisne energije zgrade,
- izračun korisne energije za grijanje i hlađenje zgrade te **provjera dobivenih rezultata**.

U nastavku će se opisati svaki korak proračuna korisne energija za grijanje odnosno hlađenje zgrade.

Potrebna energija za grijanje i hlađenje zgrade ovisi o:

- toplinskim gubicima kroz vanjsku ovojnicu (nepozirne i pozirne dijelove),
- gubicima uslijed provjetravanja i/ili ventilacije,
- linijskim toplinskim mostovima,
- točkastim toplinskim mostovima,
- toplinskim gubicima prema tlu,
- toplinskim gubicima prema negrijanim prostorijama,
- toplinskim gubicima kroz ostakljene prostorije,
- toplinskim dobicima od Sunca i unutarnjih izvora,
- ugrađenoj zaštiti od sunčevog zračenja.

Prepostavka je da je energetski pregled već proveden i da su svi podaci za proračun korisne energije za grijanje i hlađenje prikupljeni.

Zgrada je već podijeljena na energetske cjeline ukoliko je primjenjivo te se tokom energetskog pregleda odredilo koji su dijelovi zgrade grijani, a koji negrijani.

Za određivanje klimatske zone zgrade potrebno je koristiti podatak o srednjoj mjesecnoj temperaturi najhladnjeg mjeseca za najbližu meteorološku postaju, te ukoliko taj podatak iznosi  $> 3^{\circ}\text{C}$  za referentnu postaju se odabire **Split Marjan (primorska Hrvatska)**, a ukoliko je ta vrijednost  $\leq 3^{\circ}\text{C}$ , za referentnu postaju se uzima **Zagreb Maksimir (kontinentalna Hrvatska)**.

Kao prvi korak predlaže se izrada skice ili modela zgrade, ukoliko nisu dostupni projekti zgrade. Nakon skiciranja modela i određivanja zona i negrijanih prostora zgrade pristupa se utvrđivanju osnovnih karakteristika zgrade kao što su:

- ploština korisne površine zgrade ili dijela zgrade ( $A_k$ ),
- bruto podne površine zgrade ili dijela zgrade ( $A_f$ ),
- obujam grijanog dijela zgrade ili dijela zgrade ( $V_e$ ),
- neto grijani obujam zgrade ili dijela zgrade ( $V$ ).

Nakon izračuna osnovnih karakteristika zgrade potrebno je odrediti režim korištenja zgrade ili dijela zgrade. Režim korištenja zgrade je definiran *Algoritmom* i to u ovisnosti o namjeni zgrade. Tablica režima korištenja prema kojem se izračunava potrebna energija za grijanje i hlađenje prikazana je u nastavku.

**Tablica 5-4 Referentni režimi rada sustava grijanja i hlađenja prema Algoritmu**

Namjena prostora	Period korištenja [h]	Broj sati rada sustava grijanja/hlađenja, $t_d$ [h/dan]	Broj dana rada sustava grijanja / hlađenja u tjednu, $d_{use,tj}$ [dan/tj.]
Uredske, administrativne i druge poslovne zgrade slične pretežito namjene	07:00 – 18:00	13	5
Školske, fakultetske zgrade, i druge odgojne i obrazovne ustanove	08:00 – 20:00	14	5
Vrtići	07:00 – 18:00	13	5
Knjižnice – prostorije za čitanje	08:00 – 20:00	14	6
Knjižnice – prostorije s policama	08:00 – 20:00	14	6
Bolnice i zgrade za rehabilitaciju	00:00 – 24:00	24	7
Hoteli, moteli i sl.	00:00 – 24:00	24	7
Muzeji	00:00 – 24:00	24	7
Ostale zgrade sa stalnim radom (kolodvori, i sl.)	00:00 – 24:00	24	7
Robne kuće, trgovacki centri, trgovine	08:00 – 21:00	15	6
Sportske zgrade	08:00 – 23:00	17	6
Radionice i proizvodne hale	07:00 – 19:00	14	5
Kongresni centri	09:00 – 18:00	11	3
Kazališta i kina	13:00 – 23:00	12	5
Kantine	08:00 – 15:00	9	5
Restorani	10:00 – 00:00	16	6
Kuhinje	10:00 – 23:00	15	6
Serverske sobe, kompjuterski centri	00:00 – 24:00	24	7
Garaže	00:00 – 24:00	24	7
Spremišta opreme, arhive	07:00 – 18:00	13	5
Zgrade koje nisu navedene	07:00 – 19:00	14	5

Kod određivanja projektne temperature za grijanje i hlađenje zgrade koristi se „**Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790**“, čija je tablica prikazana u nastavku.

**Tablica 5-5 Projektne vrijednosti unutarnje temperature prema vrstama zgrada**

Vrsta prostora	Sezona grijanja zimi $\Theta_{int}$ , [°C]	Kontinentalna Hrvatska – sezona hlađenja $\Theta_{int}$ , [°C]	Primorska Hrvatska sezona hlađenja $\Theta_{int}$ , [°C]
Obiteljske kuće	20	22	24
Stambene zgrade	20	22	24
Uredske, administrativne i druge poslovne zgrade slične pretežite namjene	20	22	24
Školske, fakultetske zgrade, i druge odgojne i obrazovne ustanove	20	22	24
Vrtići	22	22	24
Knjižnice – prostorije za čitanje	20	22	24
Knjižnice – prostorije s policama	20	22	24
Bolnice i zgrade za rehabilitaciju	22	22	24
Hoteli, moteli i sl.	20	22	24
Muzeji	20	22	
Ostale zgrade sa stalnim radom (kolodvori, i sl.)	20	22	24
Robne kuće, trgovачki centri, trgovine	20	22	24
Sportske zgrade	18	22	24
Radionice i proizvodne hale	18	22	24
Kongresni centri	20	22	24
Kazališta i kina	20	22	24
Kantine	20	22	24
Restorani	20	22	24
Kuhinje	20	22	24
Serverske sobe, kompjuterski centri	-	24	26
Spremišta opreme, arhive	16	22	24
Bazeni	28	26	26
Zgrade koje nisu navedene	20	22	24

**Kod zgrada stambene namjene izračuni za sustave s nekontinuiranim radom mogu se primijeniti samo u slučaju postojanja elemenata automatske regulacije rada sustava grijanja, kojim je omogućen automatski prekid rada tijekom noći.**

**Kao tipični primjer mogu se navesti zgrade na centralnom ili daljinskom sustavu grijanja.**

Unutrašnji toplinski dobici zgrade u izračunu ovise o namjeni zgrade (stambena ili nestambena).

Ukoliko je zgrada **stambene namjene** unutarnji korisni dobitak iznosi **5 W/m<sup>2</sup>** korisne površine.

Ukoliko je zgrada **nestambene namjene** unutarnji korisni dobitak iznosi **6 W/m<sup>2</sup>** korisne površine.

U slučajevima kada se jasno može zaključiti da su unutarnji dobici veliki (npr. kod serverskih soba, velikih dobitaka od osvjetljenja, unutarnjih dobitaka...) **dopušta se povećati unutarnje dobitke, ali je u tom slučaju potrebno proračunom dokazati dodatne dobitke.**

Nakon izračuna osnovnih karakteristika zgrade ili dijela zgrade izračunavaju se ploštine elemenata grijanog prostora koji graniče s vanjskim zrakom, negrijanim prostorima, tlom, drugim zonama te njihova orijentacija.

Ukoliko se iz postojeće dokumentacije i pregleda zgrade na terenu ne može sa sigurnošću odrediti sastav građevnih dijelova vanjske ovojnica, kao pretpostavka se mogu uzeti građevni dijelovi vanjske ovojnica karakteristični za razdoblje gradnje i pripadajući koeficijenti prolaska topline (prilog 9.7.).

Također, ukoliko postoje sumnje u sastav građevnog dijela moguće je provesti dodatna mjerena (primjerice infracrvena termografija), kako bi se pretpostavka ispitala i potvrdila te otkrile eventualne nepravilnosti građevnih dijelova koje mogu utjecati na prijedlog mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti.

Zbog jednostavnosti izračuna, **paušalni dodatak za toplinske mostove u iznosu od  $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$**  se dopušta koristiti u svim zgradama **osim u zgradama energetskog razreda A i A+ gdje je potrebno provesti jednostavni izračun toplinskih mostova (linijski i točkasti toplinski mostovi)**. Paušalni dodataka u iznosu od  $0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  se dopušta koristiti ukoliko su toplinski mostovi izrađeni u skladu s prijedlozima iz *Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama*.

Kod unosa podataka za prozirne elemente vanjske ovojnica zgrade, posebnu pažnju je potrebno obratiti na faktore zasjenjenja i na stupanj propuštanja ukupne Sunčeve energije kroz ostakljenje. Faktor zasjenjenja ovisi o zaklonjenosti prozirnog elementa od druge zgrade, ili vertikalnih i horizontalnih elemenata zgrade.

Faktor umanjenja naprave za zaštitu od sunčevog zračenja ovisi o vrsti ugrađene zaštite od Sunčevog zračenja (rolete, žaluzine, fiksna ili pomična zaštita, ...).

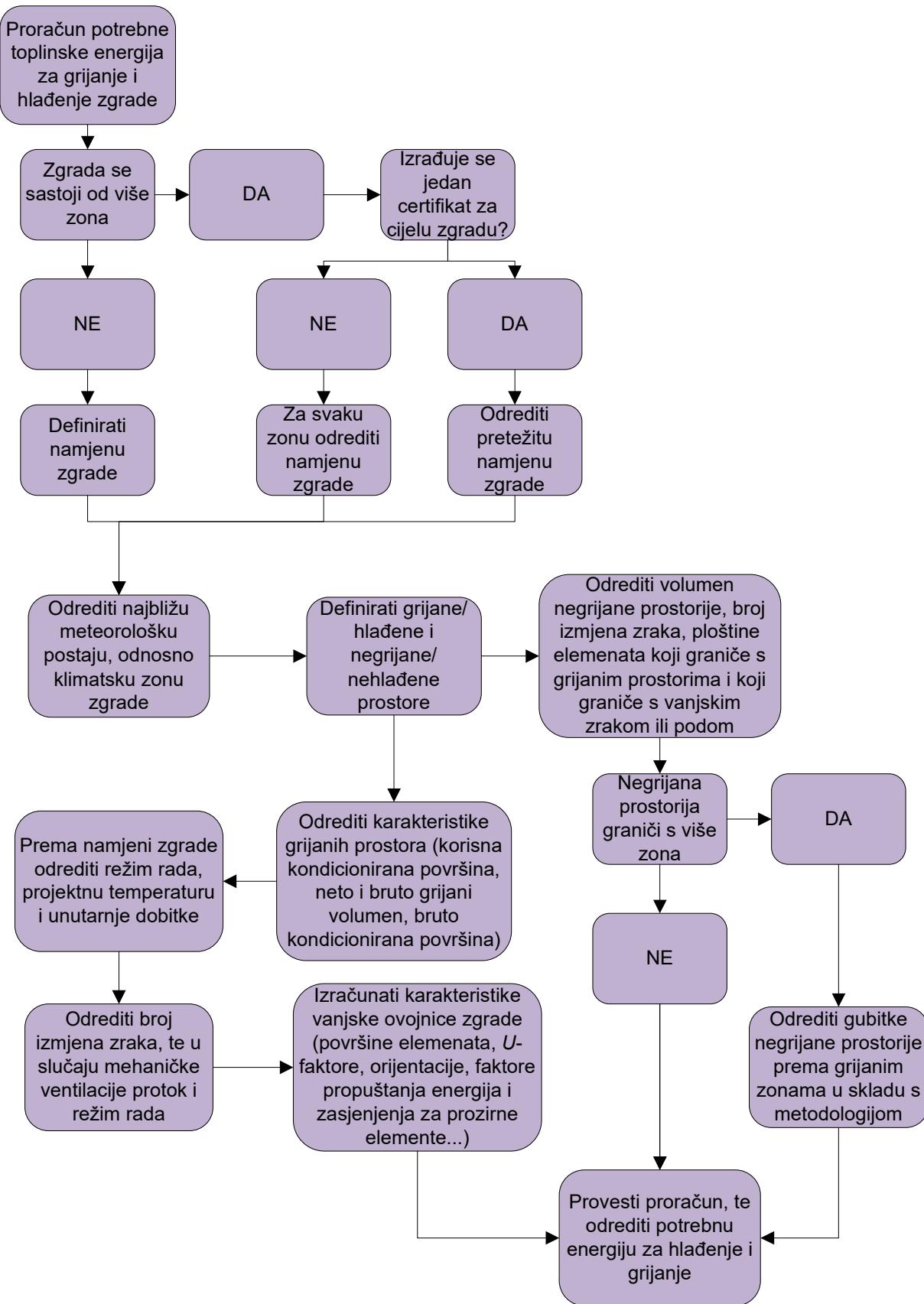
Kod unosa ventilacijskih gubitaka zgrade potrebno je obratiti pozornost na stanje vanjske ovojnice, osobito brvi na stolariji/bravariji gdje su mogući najveći infiltracijski gubici. Kod zgrada kod kojih je vidljivo loše održavanje kako brtva tako i zgrada u cjelini, potrebno je povećati broj izmjena zraka (preporuča se i do  $1,5 \text{ h}^{-1}$  izmjena zraka u slučaju lošeg održavanja zgrade). U slučaju postojanja mehaničke ventilacije bez sustava povrata topline ili mehaničke ventilacije sa sustavom povrata topline za točne karakteristike unosa potrebno je u razgovoru sa energetskim certifikatorom strojarske struke definirati parametre (režim rada, protok zraka u tlačnom/odsisnom kanalu, stupanj povrata topline/vlage sustava povrata topline). Također potrebno je fotodokumentacijom u *Izvješću o provedenom energetskom pregledu zgrade* potkrijepiti obrazloženje odabranog broja izmjena zraka (kao npr. brtve su dotrajale, prozori su neodržavani, prozori su izmijenjeni i zabrtvljeni, postoje pukotine i rupe u konstrukciji kroz koje ulazi vanjski zrak...).

**Kod određivanja ventilacijskih gubitaka za zgrade bez mehaničke ventilacije koriste se preporučene vrijednosti broja izmjena zraka u prostoru od  $0,5$  do  $1,5 \text{ h}^{-1}$ .**

**U slučaju postojanja mehaničke ventilacije uzimaju se stvarne vrijednosti ili vrijednosti izračunate prema Algoritmu.**

U slučaju postojanja negrijanih prostora, koji graniče s više zona primjeri za izračun se nalaze u poglavljiju 5.4.1.

Na slici 5-2 prikazan je dijagram toka za izračun godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{H,nd}$  i hlađenje  $Q_{C,nd}$  zgrade.



Slika 5-2 Dijagram toka za izračunavanje potrebne energije za grijanje i hlađenje

Kod određivanja mjera za povećanje energetske učinkovitosti vanjske ovojnice potrebno je usporediti koeficijente prolaska topline pojedinih građevnih dijelova vanjske ovojnice s

maksimalno dozvoljenim koeficijentima prema važećem *Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama*. Primjer tablice dan je u nastavku. Za ostvarivanje veće razine energetske učinkovitosti potrebno je smanjiti toplinske gubitke kroz vanjsku ovojnici odnosno dodatno smanjiti vrijednosti koeficijenta prolaska topline u odnosu na propisane najveće dopuštene vrijednosti.

*Tablica 5-6: Primjer tablice - Toplinske karakteristike građevnih dijelova vanjske ovojnice*

	Površina [m <sup>2</sup> ]	Koeficijent prolaska topline U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Dozvoljeni koeficijent prolaska topline prema TPRUETZZ* [W/(m <sup>2</sup> K)]			
			$\Theta_{int, set,H} \geq 18^{\circ}\text{C}$		$12^{\circ}\text{C} < \Theta_{int, set,H} < 18^{\circ}\text{C}$	
			$\Theta_{e,mj,min} \leq 3^{\circ}\text{C}$	$\Theta_{e,mj,min} > 3^{\circ}\text{C}$	$\Theta_{e,mj,min} \leq 3^{\circ}\text{C}$	$\Theta_{e,mj,min} > 3^{\circ}\text{C}$
Vanjski zidovi, zidovi prema garaži i tavanu	390,00	1,23	*0,30	*0,45	*0,50	*0,60
Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi ovojnice zgrade	352,00	2,35	*1,60	*1,80	*2,50	*2,50
Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema tavanu	1300,00	0,70	*0,25	*0,30	*0,40	*0,50
Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže	97,00	2,07	*0,25	*0,30	*0,40	*0,50
Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0°C	577,50	2,50	*0,40	*0,60	*0,90	*1,20
Zidovi prema tlu, podovi na tlu	1300,00	3,50	*0,40	*0,50	*0,65	*0,80
Vanjska vrata, vrata prema negrijanom stubištu, s neprozirnim vratnim krilom	12,00	5,00	*2,00	*2,40	*2,90	*2,90
Stijenka kutije za rolete	70,00	1,50	*0,60	*0,80	*0,80	*0,80
Stropovi i zidovi između stanova ili između različitih grijanih posebnih dijelova zgrade (poslovni prostori i sl.)	50,00	1,40	*0,60	*0,80	*1,20	*1,20

\**Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (NN 128/15)

Pri analizi vanjske ovojnici potrebno je analizirati sve građevne dijelove vanjske ovojnici prema vanjskom ili negrijanom prostoru, te prema tlu. Također, svi građevni dijelovi moraju biti podijeljeni prema orientaciji i prema kategoriji i tipu (primjerice moguće je slučaj vanjskoga zida s različitim slojevima). Ukoliko se tijekom energetskog pregleda ustanovi da su toplinski mostovi od velikog utjecaja na potrebnu toplinsku energiju za grijanje te isti nisu toplinski izolirani (rješenje toplinskih mostova nije u skladu s katalogom dobro riješenih toplinskih mostova na zgradama), potrebno je odrediti toplinski most i izračun provesti prema važećim propisima. Isto tako potrebno je analizirati ostakljene elemente pročelja, zaštitu od sunca, izloženost vjetru i zasjenjenost okolišem.

Kod unosa broja izmjena zraka potrebno je za prirodno provjetravanje uključiti povećanu izmjenu zraka (infiltraciju) u slučaju loših karakteristika vanjske ovojnica (preporuka  $n = 1\text{--}1,5 \text{ h}^{-1}$ ).

Kod gubitaka prema negrijanom tavanu kod kojeg je vanjska ovojnica crijepljena na letvama, takav tavan se opisuje kao vanjski prostor.

Ako je tavan potpuno zatvoren od vanjskih utjecaja i vanjska ovojnica se sastoji od daščane oplate/armiranobetonske ili montažne ploče, s pokrovom takav tavan se promatra kao negrijani prostor.

U slučajevima kad se na lokaciji utvrdi da je toplinska izolacija nekog građevinskog elementa navlažena, te da se ista ne isuši tokom godine (prokišnjavanje krovova, nastanak kondenzata uslijed nepostojanja parne brane, loše riješeni toplinski mostovi, loše riješena odvodnja oborinske vode i sl.), dopušta se u proračunu koeficijenta prolaska topline tog dijela građevinskog elementa isključiti sloj toplinske izolacije koji je namočen.

Ovo pravilo vrijedi samo za materijale toplinske izolacije koji nisu projektirani za ugradnju u vlažni okoliš (MW, EPS...).

Rezultat analize toplinskih karakteristika vanjske ovojnice je proračun potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{H,nd}$  i hlađenje  $Q_{C,nd}$  prema HRN EN 13790:2008 izračunat satnom metodom. U *Izvješću o provedenom energetskom pregledu zgrade* je potrebno **priložiti ispis proračuna potrebne toplinske energije s prikazom ulaznih i izlaznih podataka**, te ih dostaviti (kao prilog) *Izvješću o provedenom energetskom pregledu zgrade*. Također, potrebno je navesti potrebnu toplinsku energiju za grijanje i hlađenje za:

- referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja prostora i rada tehničkih sustava,
- stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja prostora i rada tehničkih sustava.

#### PRIMJER 5.12. Opis ulaznih podataka u proračun

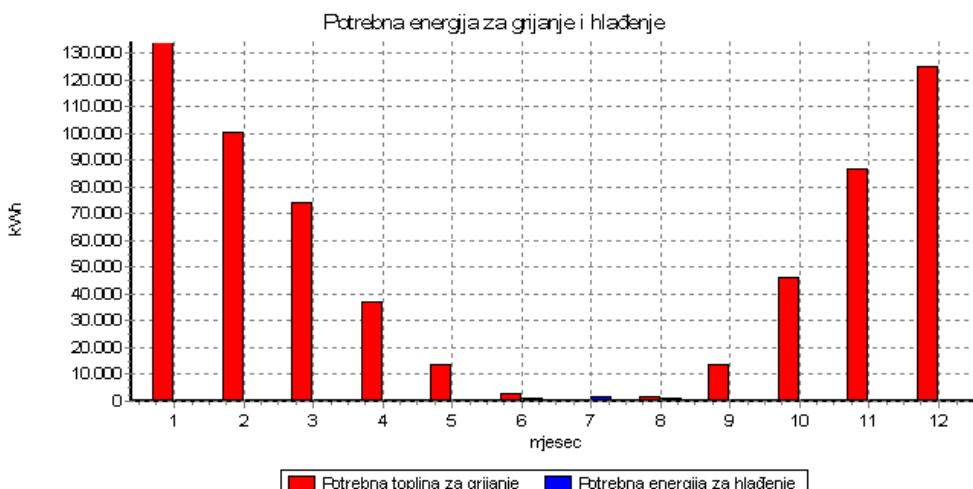
Proračun potrebne toplinske energije za zgradu (*naziv, lokacija*), proveden je prema *Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (NN 128/15) za stvarne meteorološke podatke najbliže meteorološke postaje (...), te za referentne meteorološke podatke za kontinentalnu/primorsku Hrvatsku.

U proračunu su uzeti standardni parametri rada sustava: rad sustava grijanja je tokom 15 sati na projektnoj temperaturi od  $20^\circ\text{C}$  (*ovisno o namjeni*), kroz 7 dana u tjednu, a noćni režim tokom 9 sati na projektnoj temperaturi grijanja od  $17^\circ\text{C}$ . Projektna temperatura hlađenja je  $22^\circ\text{C}$ , unutarnji toplinski dobitak  $5 \text{ W/m}^2$ . Broj izmjena zraka je 0,75 izmjena zraka u satu ( $n = 0,75 \text{ h}^{-1}$ ) (*ovisno o procijenjenom stanju vanjske ovojnice*).

## 5. PRORAČUN DO PRIMARNE ENERGIJE I ODREĐIVANJE ENERGETSKOG RAZREDA

*Tablica 5-7 Primjer tablice - Potrebna toplinska energija za grijanje i hlađenje za stvarne meteorološke podatke*

	Mjesec	Vanjsk. temp. [°C]	Sati [h]	Potrebna toplinska energija za grijanje, $Q_{H,nd}$ [kWh]	Potrebna toplinska energija za hlađenje, $Q_{C,nd}$ [kWh]
1	Siječanj	-0,7	744	134.079	66
2	Veljača	1,9	672	100.397	74
3	Ožujak	6,3	744	74.137	115
4	Travanj	11,1	720	37.348	224
5	Svibanj	15,8	744	13.778	502
6	Lipanj	19,1	720	2.739	1.015
7	Srpanj	20,8	744	307	1.759
8	Kolovoz	19,8	744	1.485	1.315
9	Rujan	16,0	720	13.579	512
10	Listopad	10,8	744	46.105	205
11	Studeni	5,6	720	86.459	88
12	Prosinc	1,0	744	124.862	48
				<b>635.273</b>	<b>5.923</b>



*Slika 5-3 Primjer prikaza potrebne toplinske energije za grijanje i hlađenje*

*Tablica 5-8 Primjer tablice - osnovni geometrijski podaci o zgradici*

Obujam grijanog dijela, $V_e$ [m <sup>3</sup> ]	17.962,21
Neto obujam, $V$ [m <sup>3</sup> ]	14.574,57
Korisna površina, $A_k$ [m <sup>2</sup> ]	4.397,72
Vanjska površina grijanog dijela, $A$ [m <sup>2</sup> ]	4.942,58
Bruto podna površina, $A_f$ [m <sup>2</sup> ]	4.886,36
Faktor oblika, $f_o$ [m <sup>-1</sup> ]	0,28

*Tablica 5-9 Primjer tablice - druga energetska obilježja zgrade za stvarne klimatske podatke*

Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade $H_t$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	<b>Najveći dopušteni</b>	<b>Izračunati</b>
	1,22	1,34
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka $H_t$ [W/K]	6.623,42	
Koeficijent toplinskog gubitka provjetravanjem $H_v$ [W/K]	3.911,76	
Ukupni godišnji gubici topline $Q_i$ [MJ]	1.033.753,87	
Godišnji iskoristivi unutarnji dobici topline $Q_u$ [MJ]	192.620,14	
Godišnji iskoristivi solarni dobici topline $Q_s$ [MJ]	145.775,00	
Ukupni godišnji iskoristivi dobici topline $Q_g$ [MJ]	338.395,14	

#### 5.4.1. Izračun gubitaka kroz negrijane prostorije

Negrijani prostor u zgradi ili dijelu zgrade su oni prostori koji nemaju ugrađen sustav predaje topline (ogrjevna tijela).

Kao tipični primjer negrijanih prostora mogu se uzeti stubišta u zgradama, podrumi te negrijani tavani ukoliko nemaju ugrađen sustav predaje topline.

Kao negrijane prostorije nije nužno računati dijelove samostalnih uporabnih cjelina koji nemaju ugrađen sustav predaje topline (npr. hodnik u stanu) kao niti ostale negrijane prostore koji zajedno s grijanima čine funkcionalnu cjelinu. Također, ostale dijelove zgrade koji nemaju ugrađen sustav za predaju topline, ali se može pretpostaviti da su „grijani“ strujanjem zraka iz prostorija sa ugrađenim sustavom za predaju topline, nije nužno prikazivati kao negrijane prostore.

Kod definiranja negrijane prostorije bitne karakteristike su:

- volumen negrijane prostorije,
- ploština građevinskih elemenata i njihov sastav prema grijanom prostoru,
- ploština građevinskih elemenata i njihov sastav prema vanjskom zraku,
- ploština građevinskih elemenata i njihov sastav prema tlu,
- prepostavljeni broj izmjena zraka negrijanog prostora.

U slučaju da negrijana prostorija graniči s više zona tada se kod podjela negrijanog prostora preporuča:

- u slučaju da je moguće jasno podijeliti dijelove negrijane prostorije prema zonama, negrijani prostor tako i podjeli (primjer 5.13),
- ukoliko nije moguće jasno podijeliti koji dio negrijane prostorije pripada kojoj zoni tada se računaju udjeli negrijane prostorije prema ploštinama s kojima negrijane prostorije graniče s grijanim prostorima (primjer 5.14),
- kod stambenih jedinica koje graniče s negrijanom prostorijom (npr. hodnikom) preporuča se koristiti izračun kao i iz primjera 5.14. odnosno 5.15.

Broj izmjena zraka negrijane prostorije ovisi o načinu korištenja iste, te o zrakopropusnosti. Pretpostavka je da prosječni broj izmjena zraka negrijane prostorije iznosi  $0,50 \text{ h}^{-1}$ . Ukoliko negrijana prostorija nema otvora niti postoji strujanje vanjskog zraka u negrijane prostore tada se može pretpostaviti broj izmjena zraka u iznosu od  $0,20 \text{ h}^{-1}$ . Za negrijane prostore koji imaju izražene otvore, ili iz nekog drugog razloga postoji značajna cirkulacija zraka (ulazi u zgrade) preporuča se u proračun uzeti  $1,0 \text{ h}^{-1}$  izmjena zraka ili više.

**Kao volumen negrijane prostorije se računa samo volumen zraka unutar negrijane prostorije bez volumena građevinskih dijelova.**

**PRIMJER 5.13: Gubitak dvaju zona prema istom negrijanom prostoru – jednostavna podjela**

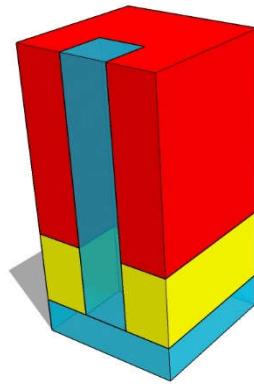
Zgrada se sastoji do dvije zone i negrijanih prostora.

Prva zona (žuta) su uredski prostori visine šest metara. Druga zona su stambene jedinice visine 15 metara.

Od negrijanih prostora u zgradi se nalaze šupe u prizemlju visine tri metra, te stepenište koje se proteže cijelom visinom zgrade.

Tlocrtnе dimenzije zgrade su  $12,00 \times 12,00$  m, dok su tlocrtnе dimenzije stubišta  $4,00 \times 4,00$  m

Potrebno je odrediti negrijane prostorije za pojedinu zonu. *Slika 5-4 Shema zgrade s dvije zone koje graniče s negrijanim prostorima – jednostavna podjela*



U ovom slučaju moguće je jasno podijeliti negrijane prostorije prema zonama. Negrijani dio prizemlja u potpunosti otpada na žutu zonu. Dio stubišta do šest metara visine graniči također sa žutom zonom, dok gornji dio stubišta visine 15 metara graniči s crvenom zonom.

- Negrijani prostori žute zone:

Negrijano prizemlje: Volumen:  $V_{ng} = (12,00 \cdot 12,00) \cdot 3,00 = 432,00 \text{ m}^3$

Pročelja:  $A_{pr} = 12,00 \cdot 4,00 \cdot 3,00 = 84,00 \text{ m}^2$

Pod na tlu:  $A_{pd} = 12,00 \cdot 12,00 = 144,00 \text{ m}^2$

Strop prema grijanome:  $A_{sg} = 12,00 \cdot 12,00 - 4,00 \cdot 4,00 = 128,00 \text{ m}^2$

Negrijano stubište: Volumen:-  $V_{ng} = (4,00 \cdot 4,00) \cdot 6,00 = 96,00 \text{ m}^3$

Pročelja:  $A_{pr} = 6,00 \cdot 4,00 = 24,00 \text{ m}^2$

Zid prema grijanome:  $A_{zg} = 4,00 \cdot 3,00 \cdot 6,00 = 72,00 \text{ m}^2$

- Negrijani prostori crvene zone:

Negrijano stubište: Volumen:-  $V_{ng} = (4,00 \cdot 4,00) \cdot 15,00 = 240,00 \text{ m}^3$

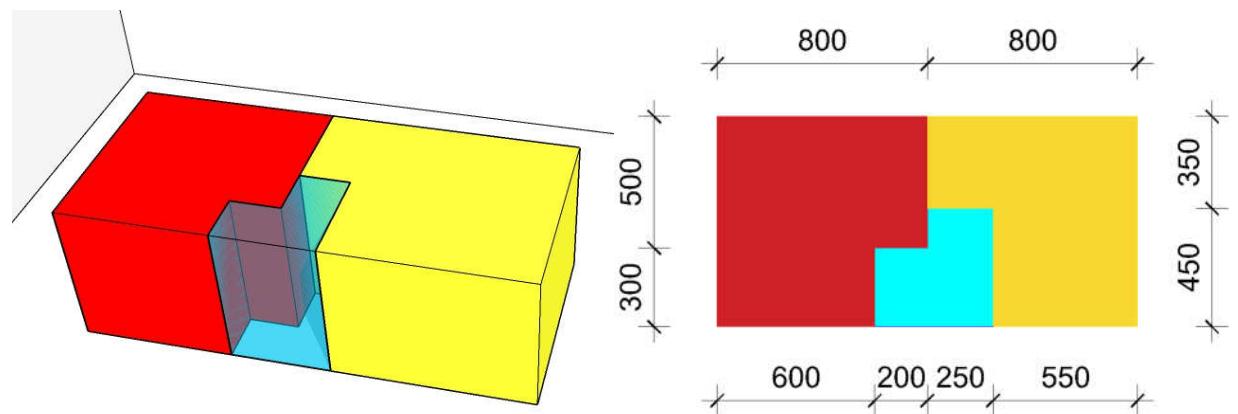
Pročelja:  $A_{pr} = 15,00 \cdot 4,00 = 60,00 \text{ m}^2$

Ravni krov:  $A_{rk} = 4,00 \cdot 4,00 = 16,00 \text{ m}^2$

Zid prema grijanome:  $A_{zg} = 4,00 \cdot 3,00 \cdot 15,00 = 180,00 \text{ m}^2$

### PRIMJER 5.14: Gubitak dvaju zona prema istom negrijanom prostoru – složena podjela

Zgrada se sastoji od dvije zone različite namjene koje graniče s istim negrijanim prostorom. Shematski prikaz zgrada prikazan je na slici 5-5.



Slika 5-5 Shema zgrade s dvije zone koje graniče s istim negrijanim prostorom – 2. primjer

Dimenzije zgrade su kao na slici 5-5, dok visina zgrade iznosi šest metara.

Potrebno je raspoređiti gubitke negrijane prostorije prema svakoj zoni zasebno.

U slučajevima kad više zona graniči s negrijanim prostorom potrebno je gubitak negrijane prostorije raspodijeliti prema svakoj zoni zasebno.

Kako bi se to odredilo prvo je potrebno odrediti karakteristike negrijanih prostora.

Volumen negrijanog prostora iznosi:

$$V_{ng} = (2,00 \cdot 3,00 + 2,50 \cdot 4,50) \cdot 6,00 = 17,25 \cdot 6,00 = 103,50 \text{ m}^3$$

Ploštine elemenata vanjske ovojnica **negrijanog prostora koji graniče s vanjskom zrakom ili tlom** su:

$$\text{Pročelje: } A_{pr} = 4,50 \cdot 6,00 = 27,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Ravni krov: } A_{rk} = 2,00 \cdot 3,00 + 2,50 \cdot 4,50 = 17,25 \text{ m}^2$$

$$\text{Pod na tlu: } A_{pd} = 2,00 \cdot 3,00 + 2,50 \cdot 4,50 = 17,25 \text{ m}^2$$

Ploštine elemenata vanjske ovojnice **negrijanog prostora koji graniče s grijanim prostorima** su:

$$\text{Zid 1. zone (crvene)} \quad A_{nc} = (2,00 + 3,00 + 1,50) \cdot 6,00 = 6,50 \cdot 6,00 = 39,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Zid 2. zone (žute)} \quad A_{nž} = (4,50 + 2,50) \cdot 6,00 = 7,00 \cdot 6,00 = 42,00 \text{ m}^2$$

Iz omjera ploštine negrijanog prostora prema pojedinoj grijanoj zoni te ukupne površine negrijanog prostora prema grijanome (prema obje zone) određuje se udio negrijane prostorije koji otpada na pojedinu zonu:

Udio negrijanog prostora koji otpada na crvenu zonu:

$$\frac{A_{nc}}{A_{nc} + A_{nž}} = \frac{39,00}{39,00 + 42,00} = 0,48 \rightarrow 48\%$$

Udio negrijanog prostora koji otpada na žutu zonu:

$$\frac{A_{nž}}{A_{nc} + A_{nž}} = \frac{42,00}{39,00 + 42,00} = 0,52 \rightarrow 52\%$$

Što bi značilo da na crvenu zonu otpada 48% volumena negrijane prostorije i površina građevinskih elemenata koji graniče s tlom ili vanjskim zrakom, dok na žutu zonu otpada preostalih 52 %.

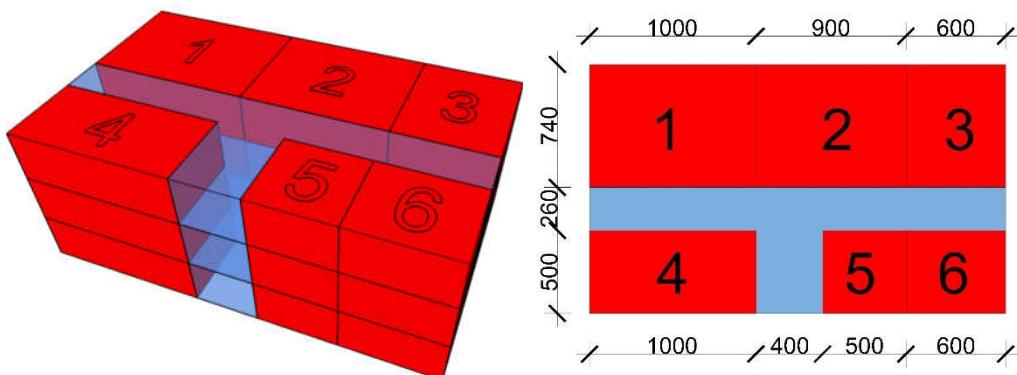
Tablica 5-10 Određivanje gubitaka negrijane prostorije koja graniči s dvije zone – složena podjela

	Jedinica mjere	Crvena zona	Žuta zona	Ukupno:
Udio	%	48%	52%	100%
Pročelja	m <sup>2</sup>	12,96	14,04	27,00
Ravni krov	m <sup>2</sup>	8,28	8,97	17,25
Pod na tlu	m <sup>2</sup>	8,28	8,97	17,25
Zid grijano-negrijano	m <sup>2</sup>	39,00	42,00	81,00
Volumen negrijane prostorije	m <sup>3</sup>	49,68	53,82	103,50

Kada se izračunaju odnosi negrijanog prostora koji otpadaju na pojedinu zonu, tada se za svaku zonu zasebno u proračun unese negrijana prostorija s karakteristikama kao u tablici 5-10.

#### PRIMJER 5.15: Gubitak samostalnih uporabnih cjelina prema negrijanim prostorima

Zgrada se sastoji od šest stambenih jedinica po etaži te ukupno tri etaže (Pr+2). Visina etaže iznosi 3,20 m. Shematski prikaz zgrada nalazi se na slici 5-6. **Potrebno je raspoređiti gubitke negrijane prostorije prema svakoj samostalnoj uporabnoj cjelini.**



Slika 5-6 Shema zgrade podijeljene na samostalne uporabne cjeline koje graniče s istim negrijanim prostorom – PRIMJER 5.15.

Rješenje primjera prikazano je u tablici 5-11. Postupak je proveden kao i na primjeru 5.14. U tablici su izračunate površine na koje se odnosi gubitak negrijane prostorije svake stambene jedinice zasebno.

**Tablica 5-11 Raspodjela negrijane prostorije po samostalnim uporabnim cjelinama zgrade**

Redni broj samostalne uporabne cjeline	Ploština grijanog prema negrijanim prostorima			Negrijani hodnik				Gubici negrijane prostorije - po SUC					
	Dužina	Visina	Površina	Vanjski zid	Krov	Pod na tlu	Volumen prostorije	Udio negrijane prostorije po SUC	Vanjski zid	Krov	Pod na tlu	Volumen prostorije	
Kat	Br. SUC	m <sup>1</sup>	m <sup>1</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	%	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	
Prizemlje	1	10,00	3,2	32,00	29,44	0,00	85,00	272	18%	5,26	0	15,2	48,6
	2	9,00	3,2	28,80					16%	4,73	0	13,7	43,7
	3	6,00	3,2	19,20					11%	3,15	0	9,1	29,1
	4	15,00	3,2	48,00					27%	7,89	0	22,8	72,9
	5	10,00	3,2	32,00					18%	5,26	0	15,2	48,6
	6	6,00	3,2	19,20					11%	3,15	0	9,1	29,1
1. Kat	1	10,00	3,2	32,00	29,44	0,00	0,00	272	18%	5,26	0	0	48,6
	2	9,00	3,2	28,80					16%	4,73	0	0	43,7
	3	6,00	3,2	19,20					11%	3,15	0	0	29,1
	4	15,00	3,2	48,00					27%	7,89	0	0	72,9
	5	10,00	3,2	32,00					18%	5,26	0	0	48,6
	6	6,00	3,2	19,20					11%	3,15	0	0	29,1
2. Kat	1	10,00	3,2	32,00	29,44	85,00	0,00	272	18%	5,26	15,18	0	48,6
	2	9,00	3,2	28,80					16%	4,73	13,66	0	43,7
	3	6,00	3,2	19,20					11%	3,15	9,11	0	29,1
	4	15,00	3,2	48,00					27%	7,89	22,77	0	72,9
	5	10,00	3,2	32,00					18%	5,26	15,18	0	48,6
	6	6,00	3,2	19,20					11%	3,15	9,11	0	29,1
Ukupno za zgradu		537,60		88,32	85,00	85,00	816	100%	88,32	85,0	85,0	816,0	

Tablica prikazuje da će se prilikom unosa gubitaka npr. stana broj tri na prvom katu prema negrijanom hodniku, za gubitke negrijanog hodnika koristi ploština od 3,15 m<sup>2</sup> vanjskog zida te volumen negrijanog hodnika od 29,10 m<sup>3</sup>. Ploština koja graniči prema negrijanom hodniku ostaje nepromijenjena i iznosi 19,20 m<sup>2</sup>. Iz razloga što hodnik na prvom katu nema doticaj s ravnim krovom niti s tlom ista prostorija „nema“ tih gubitaka prema ravnem krovu ili tlu, za razliku od stanova u prizemlju ili na drugom katu.

Kod konkretnog primjera za samostalnu uporabnu cjelinu granica negrijane prostorije prema vanjskom zraku ovisi i o lokaciji negrijane prostorije koja graniči sa samostalnom uporabnom cjelinom.

Npr. ukoliko se samostalna uporabna cjelina nalazi na zadnjem katu, tada će i negrijana prostorija graničiti s vanjskim zrakom preko ravnog krova, stropa prema tavanu ili slično. Ukoliko se iznad i/ili ispod negrijane prostorije nalazi drugi hodnik odnosno negrijana prostorija, tada se taj gubitak zanemaruje te se u obzir uzima samo gubitak prema vanjskom zraku tog dijela negrijane prostorije, odnosno samo prema vanjskom zidu i otvorima ukoliko postoje.

U slučaju da se samostalna uporabna cjelina nalazi u prizemlju, negrijana prostorija može graničiti s podom te se i on uzima u gubitak negrijanog prostora.

**U slučaju da je moguće nesmetano strujanje između etaža negrijane prostorije (tipa otvorenog atrija) tada je čitav atriji jedna negrijana prostorija, te gubitke nije moguće podijeliti prema etažama.**

#### 5.4.2. Izračun proračunske korisne površine za zgrade s visinom etaže većom od 4,20 m

Za zgrade ili dijelove zgrada čija je visina veća od 4,20 metara, u izračunu se za zadovoljavanje uvjeta za najveće dopuštene vrijednosti  $E_{\text{prim}}$  i  $E_{\text{del}}$  dopušta provjera zadovoljavanja uvjeta s proračunskom korisnom površinom ( $A_{k'}$ ).

**Korisna površina ( $A_k$ ) zgrade ili dijelova zgrada čija je visina kata veća od 4,20 m ostaje nepromijenjena kod čitavog izračuna bez obzira na visinu zgrade ili dijelova zgrade.**

**Proračunska korisna površina ( $A_{k'}$ ) kod zgrada ili dijelova zgrada čija je visina kata veća od 4,20 m, koristi se samo za provjeru najvećih dopuštenih vrijednosti  $E_{\text{prim}}$  i  $E_{\text{del}}$ .**

Proračunska korisna površina ( $A_{k'}$ ) se koristi kod zgrada velikih volumena, koje uslijed veće visine etaže, neće zadovoljiti najveće dopuštene vrijednosti primarne ( $E_{\text{prim}}$ ) i isporučene ( $E_{\text{del}}$ ) energije s obzirom na veliki volumen i malu korisnu površinu.

**Proračun se temelji na korisnoj površini ( $A_k$ ) zgrade ili dijela zgrade koja se uveća za omjer visine etaže iznad 4,20 m i visine od 4,20 m.**

ili

**Da se ukupni grijani volumen zgrade ili dijela zgrada čija visina etaže prelazi 4,20 m, podijeli s 4,20 m.**

U oba slučaja izračuna će rezultirati povećanjem korisne površine i izračunom **proračunske korisne površine ( $A_{k'}$ )**, koja služi za provjeru najvećih dopuštenih vrijednosti  $E_{\text{prim}}$  i  $E_{\text{del}}$ .

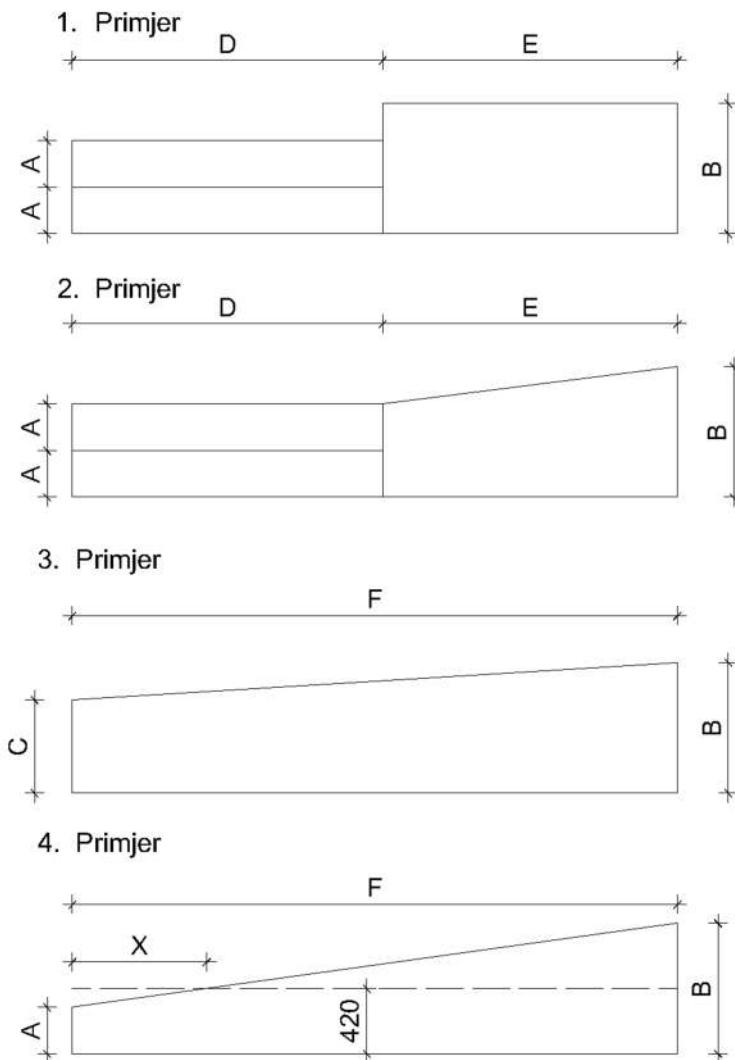
$$A_{k'} = \frac{V_{A_{k'}}}{4,20}$$

gdje su:

$A_{k'}$  – proračunska korisna površina zgrade ili dijela zgrada, [ $\text{m}^2$ ]

$V_{A_{k'}}$  – volumen zgrade ili dijela zgrada čija je visina kata veća od 4,20 m, [ $\text{m}^3$ ]

U nastavku na slici 5-7 dani su tipični primjeri za izračunavanje proračunske korisne površine ( $A_{k'}$ ), te su shematski dani presjeci zgrada.



Slika 5-7 Shematski prikazi primjera presjeka zgrada visine etaža većih od 4,20 m

**PRIMJER 5.16: Izračun proračunske korisne površine za 1. Primjer.**

Pretpostavlja se da je duljina zgrade „G“ okomite na presjek 20 metara. Zgrada se sastoji s jedne strane od dvije etaže visina „A“ i širine „D“, te s druge strane jedne etaže visine „B“ i širine „E“. **Potrebno je izračunati proračunsku korisnu površinu opisane zgrade.**

Dimenzije zgrade su:

$$A = 3,00 \text{ m}; B = 8,40 \text{ m}; D = 20,00 \text{ m}; E = 19,00 \text{ m}; G = 20,00 \text{ m}$$

**Rješenje 1. primjera:**

Korisna površina dijela zgrade širine „D“ iznosi:

$$A_{k1} = D \times G \times 2 \text{ (dvije etaže)} = 20,00 \times 20,00 \times 2 = 800,00 \text{ m}^2$$

Kod prvog dijela etaže su visina manjih od 4,20 m te nije potrebno uvećavati korisnu površinu.

**Visina dijela zgrade širine „E“ u ovom slučaju je „B“ i iznosi 8,40 m.**

Iz omjera visine etaže i 4,20 m izračunava se broj horizontalnih odsječaka:

$$n_{Ak} = \frac{h_k}{4,20} = \frac{8,40}{4,20} = 2,00$$

Iz prethodnih izračuna moguće je izračunati proračunsku korisnu površinu dijela širine „E“ i ona iznosi:

$$A_{k2}' = E \times G \times n_{Ak} = 19,00 \times 20,00 \times 2,00 = 760,00 \text{ m}^2$$

Ukupna proračunska korisna površina zgrade iznosi:

$$A_k' = A_{k1} + A_{k2}' = 800,00 + 760,00 = 1.560,00 \text{ m}^2$$

ILI

$$A_k' = A_{k1} + \frac{V_{Ak'2}}{4,20} = 800 + \frac{20 \cdot 8,40 \cdot 19}{4,20} = 800 + 760 = 1.560,00 \text{ m}^2$$

### PRIMJER 5.17: Izračun proračunske korisne površine za 2. Primjer.

Pretpostavlja se da je duljina zgrade „G“ okomite na presjek 20 metara. Zgrada se sastoji s jedne strane od dvije etaže visine „A“ i širine „D“, te s druge strane jedne etaže promjenjive visine od „2A“ do „B“ i širine „E“. **Potrebno je izračunati proračunsku korisnu površinu opisane zgrade.**

Dimenzije zgrade su:

$$A = 3,00 \text{ m}; B = 8,40 \text{ m}; D = 20,00 \text{ m}; E = 19,00 \text{ m}; G = 20,00 \text{ m}$$

#### Rješenje 2. primjera:

Korisna površina dijela zgrade širine „D“ iznosi:

$$A_{k1} = D \times G \times 2 \text{ (dvije etaže)} = 20,00 \times 20,00 \times 2 = 800,00 \text{ m}^2$$

Kod prvog dijela etaže su visina manjih od 4,20 m te nije potrebno uvećavati korisnu površinu.

Prosječna visina dijela zgrade širine „E“ iznosi:

$$h_k = \frac{2A + B}{2} = \frac{2 \times 3,00 + 8,40}{2} = 7,20 \text{ m}$$

Prosječna visina za prvi primjer dijela širine „E“ iznosi 7,20 m. Iz omjera prosječne visine i 4,20 m izračunava se broj horizontalnih odsječaka korisne površine kojim se uvećava korisna površina.

$$n_{Ak} = \frac{h_k}{4,20} = \frac{7,20}{4,20} = 1,714$$

Iz prethodnih izračuna moguće je izračunati proračunsku korisnu površinu dijela širine „E“ i ona iznosi:

$$A_{k2}' = E \times G \times n_{Ak} = 19,00 \times 20,00 \times 1,714 = 651,43 \text{ m}^2$$

Ukupna korisna površina zgrade iznosi:

$$A_k' = A_{k1} + A_{k2}' = 800,00 + 651,43 = 1.451,43 \text{ m}^2$$

ILI

$$A_k' = A_{k1} + \frac{V_{Ak'2}}{4,20} = 800 + \frac{20,00 \cdot \frac{8,40 + 2 \cdot 3,00}{2} \cdot 19,00}{4,20} = 800 + 651,43 = 1.451,43 \text{ m}^2$$

**PRIMJER 5.18: Izračun proračunske korisne površine za 3. Primjer.**

Pretpostavlja se da je duljina zgrade „G“ okomite na presjek 20 metara. Zgrada se sastoji s jedne etaže promjenjive visine od „C“ do „B“. Širina etaže iznosi „F“.

**Potrebno je izračunati proračunsku korisnu površinu opisane zgrade.**

Dimenzije zgrade su:

B = 8,40 m; C = 6,00 m; F = 39,00 m; G = 20,00 m

**Rješenje 3. primjera:**

Prosječna visina etaže iznosi:

$$h_k = \frac{C + B}{2} = \frac{6,00 + 8,40}{2} = 7,20 \text{ m}$$

Visina etaže zgrade je veća od 4,20 m te je potrebno izračunati broj horizontalnih odsječaka.

Prosječna visina za prvi primjer dijela širine „E“ iznosi 7,20 m. Iz omjera prosječne visine i visine od 4,20 m izračunava se broj horizontalnih odsječaka.

$$n_{Ak} = \frac{h_k}{4,20} = \frac{7,20}{4,20} = 1,714$$

Iz prethodnih izračuna moguće je izračunati proračunsku korisnu površinu koja iznosi:

$$A_{k'} = E \times G \times n_{Ak} = 39,00 \times 20,00 \times 1,714 = 1.337,14 \text{ m}^2$$

ILI

$$A_{k'} = \frac{V_{Ak'}}{4,20} = \frac{39,00 \cdot \frac{8,40 + 2 \cdot 3,00}{2} \cdot 20,00}{4,20} = 1.337,14 \text{ m}^2$$

### PRIMJER 5.19: Izračun proračunske korisne površine za 4. Primjer.

Pretpostavlja se da je duljina zgrade „G“ okomite na presjek 20 metara. Zgrada se sastoji s jedne etaže promjenjive visine od „C“ do „B“. Širina etaže iznosi „F“.

**Potrebno je izračunati proračunsku korisnu površinu opisane zgrade.**

Dimenzije zgrade su:

A = 3,00 m; B = 8,40 m; F = 39,00 m; G = 20,00 m

#### Rješenje:

Visina etaže je promjenjiva i kreće se u rasponu od 3,00 m do 8,40m. Korisna površina će se uvećati samo za tlocrtni dio etaže kojemu je visina veća od 4,20 m. Potrebno je etažu podijeliti na dio gdje je visina veća od 4,20 i na drugi dio gdje je visina manja od 4,20 m.

Širina zgrada „X“ kod koje je visina manja od 4,20 m iznosi:

$$X = \frac{F}{B - A} \cdot (4,20 - A) = \frac{39,00}{8,40 - 3,00} \cdot (4,20 - 3,00) = 7,22 \cdot 1,20 = 8,67 \text{ m}$$

Površina etaže širine „X“, čija je visina manja od 4,20m iznosi:

$$A_{k1} = X \times G = 8,67 \times 20,00 = 173,40 \text{ m}^2$$

Prosječna visina dijela etaže čija visina prelazi 4,20 m iznosi:

$$h_k = \frac{4,20 + B}{2} = \frac{4,20 + 8,40}{2} = 6,30 \text{ m}$$

Broj horizontalnih odsječaka korisne površine se izračunava iz omjera prosječne visine etaže i visine od 4,20 m.

$$n_{Ak} = \frac{h_k}{4,20} = \frac{6,30}{4,20} = 1,50$$

Proračunska korisna površina dijela etaže čija visina prelazi 4,20 m iznosi:

$$A_{k2}' = (F - X) \cdot G \cdot n_{Ak} = (39,00 - 8,67) \cdot 20,00 \cdot 1,50 = 909,90 \text{ m}^2$$

Ukupna proračunska korisna površina zgrade je zbroj korisne površine dijela zgrade čija visina ne prelazi 4,20m, te proračunske korisne površine dijela zgrade čija visina prelazi 4,20 m.

$$A_k' = A_{k1} + A_{k2}' = 173,40 + 909,90 = 1.083,30 \text{ m}^2$$

ILI

$$A_k' = A_{k1} + \frac{V_{Ak'2}}{4,20} = 173,40 + \frac{20,00 \cdot \frac{4,20 + 8,40}{2} \cdot (39,00 - 8,67)}{4,20} = 1.083,30 \text{ m}^2$$

### 5.4.3. Izračun gubitaka prema tlu

Kod izračuna gubitaka prema tlu važno je napomenuti da postoji više modela za izračun gubitaka prema tlu te će se isti u nastavku objasniti.

**Pod na tlu** se uzima u obzir kada se pod nalazi u kontaktu s tlom te u tom dijelu ne postoje zidovi koji su ukopani u tlo.

**Grijani podrum** se koristi kada postoje dijelovi koji su ukopani u tlo. Taj dio nužno ne mora biti grijan već je pomoću njega moguće opisati gubitke prostorija (bilo grijanih ili negrijanih) prema tlu ako su iste dijelom ukopane u tlo (gubici zida prema tlu).

**Negrijani podrum** se koristi samo kao „negrijana“ prostorija. Preporuča se korištenje ovog modela kada je sigurno da se cijelom svojom površinom prostorija nalazi neposredno ispod grijane prostorije (i naravno u kontaktu s tlom). Ukoliko postoji dio „podruma“ koji se nalazi van gabarita zgrada, tada se definira negrijana prostorija, te se u njoj definiraju gubici.

**Pod s međuprostorom** se koristi kada je između poda i tla međuprostor zraka. Također se koristi kada nema ukopanih dijelova zidova iznad poda u tlu.

Osnovne dimenzije za izračun gubitaka prema tlu:

$A$  – površina poda prema tlu, [ $m^2$ ]

$P$  – ukupna dužina vanjskih zidova koji odvajaju grijani prostor od vanjskog okoliša [ $m$ ] – izloženi opseg poda

$z$  – dubina poduma ispod razine tla, [ $m$ ]

$w$  – ukupna debljina zida, [ $m$ ]

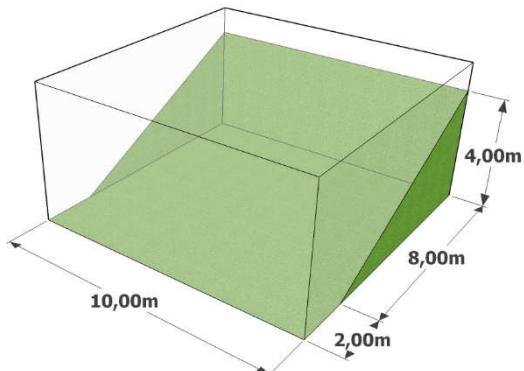
U nastavku će se prikazati primjeri za izračun gubitaka prema tlu:

### PRIMJER 5.20: Izračun gubitaka prema tlu – kosi teren

Dio zgrade kao na slici 5-8 je djelomično ukopan u teren. Potrebno je odrediti sve parametre za određivanje gubitaka prema tlu za slučaj prikazan na slici.

Na slici su prikazane i dimenzije prostorije. Također radi jednostavnosti izračuna zanemarena je debљina zida „w“.

U navedenom slučaju će se kao model gubitaka prema tlu koristiti model grijanog podruma.



Slika 5-8 Gubici prema tlu - kosi teren

Kao prvi korak pri određivanju gubitaka prema tlu potrebno je odrediti površinu poda. U konkretnom slučaju površina poda je neto površina koja graniči s tlom.

$$A = 10,00 \cdot 10,00 = 100,00 \text{ m}^2$$

Kako bi se pravilno izračunali gubici zida prema tlu potrebno je odrediti površinu zida koji graniči s tlom te izloženi opseg poda. U konkretnom slučaju izloženi opseg poda iznosi:

$$P = 10,00 \cdot 4 = 40,00 \text{ m}$$

Kako bi se kod ovakvog izračuna pravilno uvrstila vrijednost „z“ (visina podrumskog zida prema tlu) potrebno je odrediti površinu zida prema tlu te istu podijeliti s izloženim opsegom kao što je prikazano u nastavku:

$$A_{zt} = \frac{8,00 \cdot 4,00}{2} \cdot 2 + 10,00 \cdot 4,00 = 72,00 \text{ m}^2$$

$$z = \frac{A_{zt}}{P} = \frac{72,00 \text{ m}^2}{40,00 \text{ m}} = 1,80 \text{ m}$$

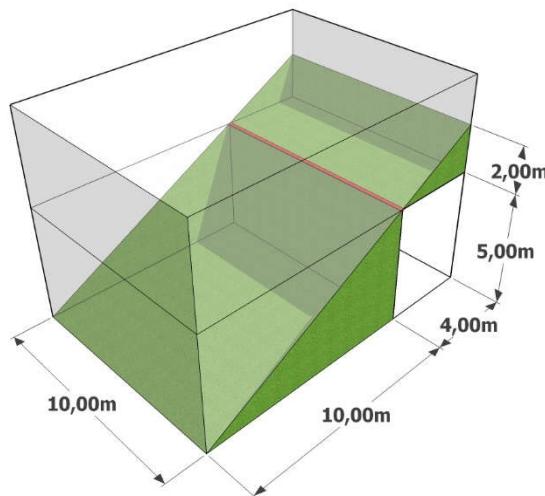
Nakon određivanja gore navedenih podataka ( $A$ ,  $P$ ,  $z$ ) potrebno je uvrstiti debљinu vanjskog zida te linijske gubitke uslijed toplinskog mosta kako bi se do kraja proveo izračun gubitaka prema tlu.

### PRIMJER 5.21: Izračun gubitaka prema tlu – konstrukcije ukopane u više razina

Dio zgrade kao na slici 5-9 je djelomično ukopan u teren. Potrebno je odrediti sve parametre za određivanje gubitaka prema tlu za slučaj prikazan na slici.

Na slici su prikazane i dimenzije prostorije. Također radi jednostavnosti izračuna zanemarena je debljina zida „w“.

U navedenom slučaju će se kao model gubitaka prema tlu koristiti model grijanog podruma. Zgrada je ukopana u teren u dvije kaskade, te će se za svaku kaskadu zasebno računati model grijanog podruma.



Slika 5-9 Gubici prema tlu – konstrukcija ukopana u više razina

**U prvom koraku** će se računati gubitak prema tlu donje etaže. Površina poda donje etaže iznosi:

$$A = 10,00 \cdot 10,00 = 100,00 \text{ m}^2$$

Izloženi opseg poda iznosi donje etaže iznosi:

$$P = 10,00 \cdot 4 = 40,00 \text{ m}$$

Visina podrumskog zida prema tlu donje etaže iznosi:

$$A_{zt} = \frac{10,00 \cdot 5,00}{2} \cdot 2 + 10,00 \cdot 5,00 = 100,00 \text{ m}^2$$

$$z = \frac{A_{zt}}{P} = \frac{100,00 \text{ m}^2}{40,00 \text{ m}} = 2,50 \text{ m}$$

**U drugom koraku** računata se gubitak prema tlu gornje etaže. Površina poda gornje etaže iznosi:

$$A = 4,00 \cdot 10,00 = 40,00 \text{ m}^2$$

Izloženi opseg poda iznosi gornje etaže:

$$P = 10,00 + 4,00 \cdot 2 = 18,00 \text{ m}$$

**VAŽNO:** izloženi opseg se ne zbraja na dijelu koji graniči s grijanim prostorom!!! (na slici 5-9 označeno crvenom)

Vrijednost „z“ (visina podrumskog zida prema tlu) gornje etaže iznosi:

$$A_{zt} = \frac{4,00 \cdot 2,00}{2} \cdot 2 + 10,00 \cdot 2,00 = 28,00 \text{ m}^2$$

$$z = \frac{A_{zt}}{P} = \frac{28,00 \text{ m}^2}{18,00 \text{ m}} = 1,56 \text{ m}$$

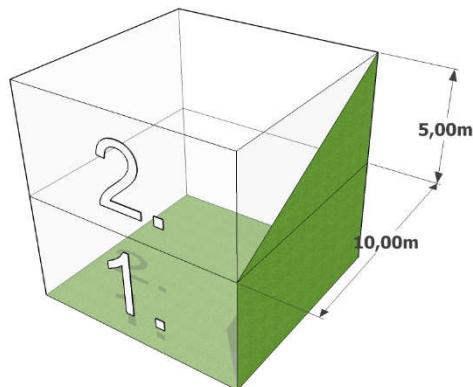
Kako zadnji korak potrebno je odrediti debljinu zida te linijske toplinske mostove.

### PRIMJER 5.22: Izračun gubitaka prema tlu – samo gubitak zida prema tlu – bez poda

Zgrada kao na slici 5-10 ukopana je u teren. Potrebno je odrediti gubitke druge etaže prema tlu. Kao što je vidljivo na slici druga etaža nema gubitaka kroz pod na tlu već samo kroz zida prema tlu. U nastavku će se objasnit način izračuna ovakvog slučaja.

Na slici su prikazane i dimenzije zida. Također radi jednostavnosti izračuna zanemarena je debljina zida „w“.

U navedenom slučaju će se kao model gubitaka prema tlu koristiti model grijanog podruma.



Slika 5-10 Gubitak prema tlu ukoliko postoji samo gubitak kroz zid u tlu (bez poda)

Za navedeni slučaj potrebno je napomenuti da se koristi model grijanog podruma. U stavku površina poda potrebno je uvrstiti „nulu“ ili jako mali broj (npr. 0,001) ovisno o mogućnostima računalnog programa u kojem se proračun provodi:

$$A = 0,00 \text{ (ili npr } 0,001\text{)}$$

Izloženi opseg poda je u ovom slučaju samo duljina zida:

$$P = 10,00 \text{ m}$$

Za pravilno određivanje visine podrumskog zida:

$$A_{zt} = \frac{10,00 \cdot 5,00}{2} = 25,00 \text{ m}^2$$

$$z = \frac{A_{zt}}{P} = \frac{25,00 \text{ m}^2}{10,00 \text{ m}} = 2,50 \text{ m}$$

### PRIMJER 5.23: Izračun gubitaka prema tlu – tlo iznad grijanog prostora

U slučaju da se tlo nalazi iznad prostorije, taj gubitak se računa kao gubitak ravnog krova.

U slučaju **modela negrijanog podruma** (čitava površina poduma se nalazi ispod građevine) za vrijednosti visine ukopanog poduma u tlo (z) mogu se koristiti prethodno navedene metode za izračunavanje visine ukopanog poduma.

## 5.5. Proračun potrebne energije za rasvjetu

Algoritam za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava rasvjete (u nastavku Algoritam) se temelji na normi na koje upućuje pravilnik koji se odnosi na energetsko certificiranje zgrada – norma HRN EN 15193:2008. Za svaku pojedinu cjelinu proračuna, dan je popis onih ulaznih podataka koji se ne računaju u algoritmu, već se unose iz priloženih tablica, projektne dokumentacije, podataka proizvođača, izvješća o energetskom pregledu i dr. Slijed izraza je načelno takav da omogućuje kontinuirani izračun svake naredne veličine koristeći one prethodno izračunate. Proračunom se dobiva potrebna godišnja (električna) energija za rasvjetu. Algoritam prepoznaće tri metode izračuna potrošnje energije za rasvjetu:

- **Proračunska brza metoda** – koriste se unaprijed predefinirani pokazatelji (instalirana snaga i potrošnja energije rasvjete po podnoj površini) za devet tipova zgrada. Prilikom proračuna ulazni podatak je podna površina i razred instalirane snage rasvjete. Brza metoda ne predviđa dodatne korekcije i u praksi pokazuje netočne vrijednosti. Navedenom metodom je moguć samo godišnji proračun.
- **Proračunska složena metoda** – koriste se stvarne vrijednosti instalirane opreme zatečene na lokaciji uz proračun načina korištenja rasvjete. Drugim riječima, uzimaju se u obzir tehničke specifikacije sustava rasvjete (instalirana snaga s pripadajućim gubicima i kvaliteta osvijetljenosti) te vrijeme rada korigirano prema zadanim vrijednostima. Glavna prednost složene metode je mogućnost dodatnih korekcija prema stvarnom načinu korištenja. Složena metoda se može koristiti za proračun potrebne energije na godišnjoj, mjesecnoj, dnevnoj i satnoj bazi.
- **Mjerenje** – koriste se podaci dobiveni mjerenjima. Navedena metoda je najtočnija od svih, ali zbog operativne neizvedivosti (potreba konstantnog mjerjenja) se ne koristi često u praksi.

Prilikom izrade energetskih certifikata odabrana je **proračunska složena metoda**. Sama metoda se bazira na sljedećim jednadžbama i podacima:

- $W_t$  – ukupna energija potrebna za rasvjetu u prostoriji u određenom vremenskom periodu t (kWh), vremenski period je 1 godina;
- $W_{L,t}$  – energija potrebna za rasvjetu u određenom vremenskom periodu t (kWh), vremenski period je 1 godina;
- $W_{P,t}$  – energija potrebna za potrošnju parazitnih opterećenja u određenom vremenskom periodu t (kWh), vremenski period je 1 godina;

$$W_t = W_{L,t} + W_{P,t} \text{ [kWh]}$$

Ulagne veličine:

- $P_n$  – ukupna instalirana snaga rasvjete u prostoriji/zoni  $P_n = \sum_i P_i$  (W) – prema podacima iz **(a) energetskog pregleda ili (b) iz projektne dokumentacije, mora odgovarati stvarnim podacima na lokaciji**;
- $P_i$  – nazivna snaga rasvjetnog tijela (izvora svjetlosti) (W) – prema podacima iz **(a) energetskog pregleda ili (b) iz projektne dokumentacije, mora odgovarati stvarnim podacima na lokaciji**;
- $F_O$  – faktor okupiranosti prostora (-) – prema izračunu Određivanje faktora okupiranosti prostora;
- $F_D$  – faktor ovisnosti umjetne rasvjete o dnevnom osvjetljenju (-) – prema izračunu Određivanje faktora ovisnosti o prirodnoj rasvjeti;
- $F_C$  – faktor konstantnosti osvjetljenosti (-) – prema izračunu Određivanje faktora konstantnosti osvjetljenosti;
- $t_D$  – radno vrijeme rasvjete za razdoblje dana (h) – **prema referentnim vrijednostima**;
- $t_N$  – radno vrijeme rasvjete za razdoblje noći (h) – **prema referentnim vrijednostima**;
- $t_{em}$  – radno vrijeme tijekom kojega se pune baterija nužne/sigurnosne rasvjete (h) - **iz energetskog pregleda (mjerena), mora odgovarati podacima na lokaciji**;
- $t_o$  – godišnji rad rasvjete  $t_o = t_D + t_N$  (h);
- $t_y$  – broj sati u godini (8760 h);
- $t$  – radno vrijeme (h);
- $P_{pc}$  – ukupno instalirano parazitno opterećenje (snaga) elemenata kontrole i upravljanja rasvetom za prostoriju ili zonu (W);
- $P_{pc} = \sum_i P_{ci}$  (W) – suma svih parazitnih opterećenja prema **podacima iz energetskog pregleda (mjerena), mora odgovarati stvarnim podacima na lokaciji**;
- $P_{ci}$  – pojedinačno parazitno opterećenje upravljanja tijekom neaktivnog razdoblja (W), iz energetskog pregleda (mjerena);
- $P_{em}$  – ukupno instalirano opterećenje/snaga nužne/sigurnosne rasvjete u sobi ili zoni  $P_{em} = \sum_i P_{ei}$  (W) – suma svih opterećenja vezanih uz navedenu rasvetu **prema podacima iz energetskog pregleda (mjerena), mora odgovarati stvarnim podacima na lokaciji**;
- $P_{ei}$  – pojedinačno nazivno opterećenje punjenja baterija sigurnosne (panik) rasvjete prema podacima iz energetskog pregleda (mjerena).

Energija potrebna za rasvetu:

$$W_{L,t} = \sum_i \{(P_n \times F_C) \times [(t_D \times F_O \times F_D) + (t_N \times F_O)]\} / 1000 \quad [\text{kWh}]$$

Energija potrebna za potrošnju parazitnih opterećenja:

$$W_{P,t} = \sum_i \left\{ \left\{ P_{pc} \times [t_y - (t_D + t_N)] \right\} + (P_{em} \times t_{em}) \right\} / 1000 \quad [\text{kWh}]$$

Vrijednosti korekcijskih faktora na godišnjoj razini računaju se prema:

$$F_C = (1 + MF) / 2 \quad [-]$$

$$F_D = 1 - (F_{D,S,n} \times F_{D,C,n}) \quad [-]$$

$$F_O = \min \{1 - [(1 - F_{OC}) \times F_A / 0,2]; (F_{OC} + 0,2 - F_A); [7 - (10 \times F_{OC})] \times (F_A - 1)\} \quad [-]$$

### 5.5.1. Određivanje faktora ovisnosti o prirodnoj rasvjeti

Određivanje faktora  $F_D$  za specifičnu prostoriju ili zonu opisano je u Dodatku C norme HRN EN 15193:2008 za godišnje i mjesecne vrijednosti (za mjesecnu razinu koristi se još koeficijent  $C_{DS}$ ), a proračun na godišnjoj razini može se prikazati kao:

$$F_{D,n} = 1 - (F_{D,S,n} \times F_{D,C,n}) \quad [-]$$

gdje je,

- $F_{D,S,n}$  – faktor količine dnevne svjetlosti u prostoriji/zoni  $n$  (-). Predstavlja doprinos Sunčeve svjetlosti ukupnoj rasvjetljenosti prostora za određeni vremenski interval i za određenu zonu (opisano u C.3.1.3. i C.3.2.2. HRN EN 15193:2008);
- $F_{D,C,n}$  – faktor kontrole iskorištenja dnevne svjetlosti u prostoriji/zoni  $n$  (-) koji se računa za kontrolne sustave dnevnog svjetla koji imaju mogućnost iskorištavanja dnevnog svjetla u pojedinoj prostoriji/zoni radi ušteda energije. (opisano u C.4. HRN EN 15193:2008);
- $n$  – oznaka svake prostorije ili zone (-).

Tablica 5-12 Određivanje faktora količine dnevne svjetlosti  $F_{D,S}$  za vertikalne fasade

Zemljopisna širina	Faktor količine dnevne svjetlosti $F_{D,S}$								
	300 lx			500 lx			750 lx		
46 [°]	slaba	srednja	jaka	slaba	srednja	jaka	slaba	srednja	jaka
	0,7	<b>0,82</b>	0,89	0,51	<b>0,7</b>	0,82	0,36	<b>0,55</b>	0,72

Napomena: Faktor količine dnevne svjetlosti  $F_{D,S}$  je ispravan za  $800 \text{ h} < t_D < 1700 \text{ h}$ . Za dulja razdoblja rada tijekom dana, vrijednosti trebaju biti pomnožene s korekcijskim faktorom **0,7**. Faktori *slaba*, *srednja*, *jaka* opisuju penetraciju dnevnog svjetla kao funkciju faktora količine dnevne svjetlosti – za hrvatske uvjete se iz norme uzima geografska širina **46°** i status **srednja**, ukoliko drugačije nije specificirano ili primjereno lokaciji. Ukoliko uz fasadne otvore postoje i krovni otvorovi većih površina (više od 10% otvora), tada se za  $F_D$  za cijelu zgradu može koristiti i vrijednosti iz sljedeće tablice.

Tablica 5-13 Vrijednosti  $F_D$  – kod krovnih otvora većih površina

Utjecaj penetracije dnevnog svjetla		
Tip zgrade	Tip kontrole	$F_D$
Uredi, sportski objekti, proizvodni pogoni	Ručno	1,0
	Regulacija s osjetnikom dnevnog svjetla	0,9
Restorani, prodajni centri, trgovine	Ručno	1,0
	Regulacija s osjetnikom dnevnog svjetla	0,8
Obrazovne ustanove, bolnice	Ručno	1,0
	Regulacija s osjetnikom dnevnog svjetla	0,8

Tablica 5-14 Određivanje faktora iskorištenja dnevne svjetlosti  $F_{D,C,n}$ 

Kontrola umjetne rasvjete	$F_{D,C,n}$ kao funkcija penetracije dnevne svjetlosti		
	slaba	srednja	jaka
Ručna kontrola	0,20	0,30	0,40
Automatska kontrola u ovisnosti o dnevnom svjetlu	0,75	0,77	0,85

Napomena: Za  $F_{D,C,n}$  se iz norme uzima status **srednja**, ukoliko drugačije nije specificirano ili primjerenlo lokaciji.

Procedura opisana u metodologiji norme (na slici C.1. HRN EN 15193:2008) opisuje slijedeće osnovne kao preduvjete za izračun:

- Segmentiranje zgrade na zone sa i bez prisutnosti dnevne rasvjete;
- Određivanje utjecaja građevinskih značajki zgrade: geometrija fasade, svjetli otvori, vanjske prepreke (svjetlosne barijere) i dr.;
- Određivanje potencijala uštede energije opisane sa  $F_{D,S,n}$  kao funkcija lokalnih klimatoloških značajki, održavanja rasvjete, količine dnevnog svjetla i sl.;
- Određivanje iskoristivosti adekvatne dostupne količine dnevnog svjetla po tipu/profilu kontrole dnevnog svjetla prema  $F_{D,C,n}$ ;
- Konverzija godišnjih vrijednosti  $F_{D,C,n}$  na mjesecnu razinu (ukoliko je potrebno - koeficijent  $C_{DS}$ );
- Ukoliko nije moguće napraviti gornje korake – koriste se referentne vrijednosti.

Napomena: Izračun faktora  $F_{D,n}$  može biti na mjesecnoj i godišnjoj razini, stoga treba prilagoditi radno vrijeme ( $t_D$ ) zadanim uvjetima rada. Za izračun  $E_L$  za certifikaciju zgrada dovoljna je godišnja razina podataka i proračuna. **U zonama/prostorijama bez doprinosa Sunčeve svjetlosti,  $F_D=1$ .** Ovaj faktor ovisi o velikom nizu čimbenika (opisanim u Dodatku C u Normi) kao što su: tip, debљina i površina ostakljenja, zoniranje penetracije dnevnog svjetla, orientacija zgrade, tražena količina rasvjetljenosti i svjetlosnog toka, zemljopisna pozicija, deklinacija Sunca (godišnje doba/mjesec), svjetli krovni otvori, refleksija i lom svjetlosti, tip i vrsta kontrole umjetne rasvjete (profil *daylight* kontrole) i sl.

### 5.5.2. Određivanje faktora okupiranosti prostora

$F_o$ , faktor okupiranosti pojedinog prostora ili zone, definira se prema metodologiji opisanoj u Dodatku D norme HRN EN 15193:2008. Navedenim faktorom u obzir se uzima okupiranost pojedinih prostora, odnosno stvarno vrijeme korištenja pojedinih zona, kao i način reguliranja rada rasvjete.

U pojedinim slučajevima je  **$F_o$  jednak 1,0 i tada daljnja analiza nije nužna:**

- ukoliko se rasvjeta uključuje centralno npr. više od jedne prostorije ili zone odjednom (ručni ili „timer“ prekidač za cijelu zgradu ili kat i sl);
- ukoliko su pojedinačni osvjetljeni prostori/zone (bez obzira na regulaciju – manualno/automatski) veći od  $30\text{ m}^2$ . Izuzeci su dvorane za sastanke i slični prostori.

**$F_o$  je manji od 1,0 u slijedećim slučajevima:**

- u dvoranama za sastanke (bez obzira da li je rasvjeta kontrolirana s jednim prekidačem ili senzorom) u slučaju kada nije kontrolirana „centralno“ zajedno s rasvetom u drugim sobama;
- u ostalim prostorijama, bez obzira na kontrolu rasvjete – ukoliko je prostorija manja od  $30\text{ m}^2$  i ukoliko se sve svjetiljke u prostoriji kontroliraju nezavisno od rasvjete drugih prostorija. Dodatno, učinci sustava kontrole prisutnosti/odsutnosti (okupiranosti) trebaju se podudarati s učincima sustava kontrole rasvjete prostora.

Za oba slučaja treba ispuniti uvjete na vremensku bazu kontrole i razinu rasvjete (Ukoliko oba uvjeta nisu zadovoljena  $F_o=1,0$ ). Uz navedene uvjete  $F_o$  se definira kao:

- ukoliko je  $0,0 \leq F_A < 0,2$ , tada je

$$F_o = 1 - [(1 - F_{oc}) \times F_A / 0,2] [-]$$

- ukoliko je  $0,2 \leq F_A \leq 0,9$ , tada je

$$F_o = F_{oc} + 0,2 - F_A [-]$$

- ukoliko je  $0,9 \leq F_A \leq 1,0$ , tada je

$$F_o = [7 - (10 \times F_{oc})] \times (F_A - 1) [-]$$

gdje je  $F_A$  koeficijent vremena kada je prostor neokupiran.

Vrijednosti faktora  $F_{oc}$  su funkcija sustava kontrole rasvjete.

Tablica 5-15 Određivanje faktora ovisnosti kontrole upravljanja rasvjete o okupiranosti prostora  $F_{oc}$

Sustavi bez detekcije prisutnosti/odsutnosti	$F_{oc}$
Ručna regulacija (uključi/isključi)	1,00
Ručna regulacija (uključi/isključi) + automatsko gašenje rasvjete	0,95
Sustavi sa detekcijom prisutnosti/odsutnosti	$F_{oc}$
Automatska regulacija (uključi/prigušeno)	0,95
Automatska regulacija (uključi/isključi)	0,90
Manualna regulacija (uključi/prigušeno)	0,90
Manualna regulacija (uključi/isključi)	0,80

Vrijednosti faktora  $F_A$  se definiraju na razini pojedine prostorije i/ili zgrade a prikazani su u sljedećoj tablici.

Tablica 5-16 Određivanje faktora FA

Kalkulacija za cijelu zgradu		Proračun za pojedinačne prostore (prostorija po prostorija)		
Tip zgrade	$F_A$	Tip zgrade	Tip prostorije	$F_A$
<b>Uredi</b>	0,2	<b>Uredi</b>	Zatvoreni ured - 1 osoba	0,4
			Zatvoreni ured - 2-6 osoba	0,3
			Otvoreni ured > 6 osoba/30 m <sup>2</sup>	0
			Otvoreni ured > 6 osoba/10 m <sup>2</sup>	0,2
			Hodnik / koridor	0,4
			Ulazni hall	0
			Izložbeni prostor	0,6
			Kupaonica	0,9
			Sanitarni prostori	0,5
			Ostave/svlačionice	0,9
			Kotlovnica	0,98
			Kopiraona/server soba	0,5
			Konferencijska dvorana	0,5
			Arhiv	0,98
<b>Obrazovne ustanove</b>	0,2	<b>Obrazovne ustanove</b>	Učionica	0,25
			Prostorija za grupne aktivnosti	0,3
			Hodnik / koridor	0,6
			Zajednička prostorija	0,5
			Predavaonica	0,4
			Prostorija za osoblje	0,4
			Školska/sportska dvorana	0,3
			Blagovaonica	0,2
			Zbornica	0,4
			Kopiraona/ostava	0,4
			Kuhinja	0,2
			Knjižnica	0,4
			Bolnička soba	0
			Ambulantna obrada / dijagnostika	0,4
<b>Bolnice</b>	0	<b>Bolnice</b>	Predrađaona / operacijska soba	0,4
			Postoperativni oporavak	0
			Operacijska sala	0
			Hodnik / koridor	0
			Podzemni tehnički koridori	0,7
			Čekaonica	0
			Ulazni hall	0
			Dnevna soba	0,2
			Laboratorij	0,2
			Radni pogon/hala	0
<b>Tvornički pogoni</b>	0	<b>Tvornički pogoni</b>	Radionica	0,2
			Zatvoreni skladišni prostor	0,4
			Otvoreni skladišni prostor	0,2
			Lakirница	0,2
			Ulazni hol	0
<b>Hoteli i restorani</b>	0	<b>Hoteli i restorani</b>	Hodnik / koridor	0,4
			Hotelska soba	0,6
			Blagovaonica / restoran/bar	0
			Kuhinja	0
			Konferencijska dvorana	0,4
			Kuhinja / spremište	0,5
			Prodajna zona	0
<b>Veleprodajni i maloprodajni centri</b>	0	<b>Veleprodajni i maloprodajni centri</b>	Spremišta (lokalna)	0,2
			Skladišna zona / hangari	0,6
			Čekaonice	0
			Stepeništa / stubišta	0,2
<b>Ostali prostori</b>	-	<b>Ostali prostori</b>	Kazališne dvorane i auditoriji	0
			Kongresne / izložbene hale	0,5
			Muzeji / izložbeni prostori	0
			Knjižnice / čitaonice	0
			Knjižnice / arhive	0,9
			Sportske dvorane	0,3
			Privatne garaže	0,95
			Javne garaže	0,8

Također, faktor  $F_O$  se može prikazati i kao funkcija od  $F_A$  za različite sustave kontrole rasvjete kao što je prikazano sljedećom tablicom.

Tablica 5-17  $F_O$  kao funkcija od  $F_A$  za različite sustave kontrole

$F_A$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Ručna regulacija (uključi/isključi)	1,000	1,000	1,000	0,900	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,000
Ručna regulacija (uključi/isključi) + automatsko gašenje rasvjete	1,000	0,975	0,950	0,850	0,750	0,650	0,550	0,450	0,350	0,250	0,000
Automatska regulacija (uključi/prigušeno)	1,000	0,975	0,950	0,850	0,750	0,650	0,550	0,450	0,350	0,250	0,000
Automatska regulacija (uključi/isključi)	1,000	0,950	0,900	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,200	0,000
Ručna regulacija (uključi/prigušeno)	1,000	0,950	0,900	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,200	0,000
Ručno uključenje/automatsko isključenje	1,000	0,900	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,200	0,100	0,000

Napomena: Vrijednost faktora  $F_O$  može biti u rasponu od 0 do 1. Faktor odsutnosti ovisi o dijelu operativnog vremena zgrade ( $t_D+t_N$ ) kada prostor ili zgrada nisu u upotrebi. Vrijeme spavanja (npr. hoteli, bolnice, domovi) se može tretirati kao odsutnost. Kada će zgrada ili prostor biti u potpunosti okupirani  $F_A$  će biti 0. S druge strane, ukoliko se prostor iznimno rijetko koristi  $F_A$  će biti blizu 1,0. Gornja tablica daje samo neke teoretske vrijednosti za navedene sustave upravljanja rasvjetom i moguće ju je adaptirati za neke druge sustave koji nisu navedeni. **Realno  $F_O$  ne može nikada biti veći od  $1-F_A$ . Ovo implicira da  $F_{OC}$  može biti najmanje 0,80.** Cilj korištenja  $F_O$  faktora je da se prikaže energijska učinkovitost sustava upravljanja rasvjetom.  $F_O$  ovisi o tipu sustava kontrole rasvjete i stupnju prisutnosti/odsutnosti korisnika prostora.

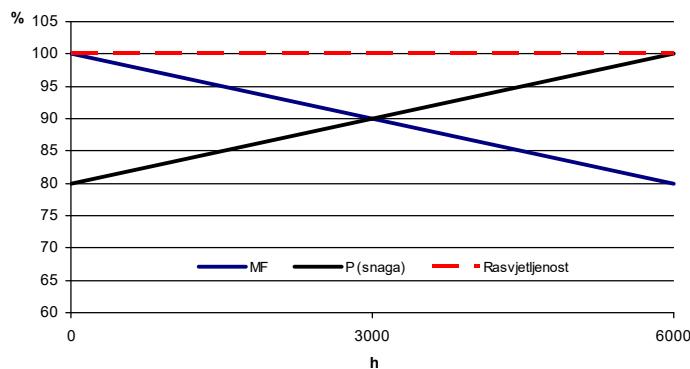
### 5.5.3. Određivanje faktora konstantnosti osvijetljenosti

Određivanje faktora konstantnosti osvijetljenosti ( $F_C$ ) izvodi se prema metodologiji opisanoj u Dodatku E norme HRN EN 15193:2008. Ovaj faktor se određuje zbog fizikalne karakteristike raznoimenih izvora svjetlosti da s radnim vijekom gube na specifičnoj snazi svjetlosnog toka i učinkovitosti što se opisuje faktorom održavanja *MF* (*maintenance factor*) prema IEC 97. Svi sustavi koji imaju mogućnost takvog upravljanja, u startu reduciraju svjetlosni tok (snagu sustava), kako bi mogli davati konstantnu rasvijetljenost horizontalne plohe za cijelo vrijeme eksploracije sustava proporcionalno dižući snagu prema fiksno nominiranoj vrijednosti svjetlosnog toka. (*Controlled constant illuminance system*).

$F_C$  – faktor konstantne rasvijetljenosti (-) – predstavlja omjer prosječne snage rasvjete s početnom snagom rasvjete tijekom jednog ciklusa održavanja, a ovisi o faktoru *MF*.

$$F_C = (1 + MF) / 2 \quad [-]$$

*MF* se dobiva iz niže prikazanog grafa ili iz specifikacija pojedinih proizvođača izvora svjetlosti.



Slika 5-11 Dijagram konstantne iluminacije – prikaz MF

**Ukoliko ne postoji sustav konstantne iluminacije  $F_C = 1$ .** Ukoliko  $F_C$  nije moguće odrediti uzima se referentna vrijednost.

#### 5.5.4. Zaključne smjernice za određivanje potrebne energije za rasvjetu

Prilikom proračuna potrebne energije za rasvjetu u svrhu izdavanja energetskog certifikata zgrade potrebno je koristiti sljedeće metode i vrijednosti:

- **Koristiti isključivo složenu metodu proračuna.** Jednostavna metoda daje neispravne vrijednosti, višestruko veće od realnih pokazatelja!
- Unutar složene metode preporuča se **zoniranje prostora prema namjeni**, odnosno proračun po tipovima prostorija. U rijetkim slučajevima se preporuča proračun za cijelu zgradu.
- Za **instalirane snage** rasvjete, sigurnosne rasvjete i parazitna opterećenja koriste se **stvarni podaci** prikupljeni energetskim pregledom i projektnom dokumentacijom. Referentne vrijednosti se ne koriste prilikom proračuna!
- Za **vremena korištenja zgrade**, što i utječe na vrijeme rada rasvjete, uvijek se uzimaju **referentni podaci**. Referenti podaci se uzimaju zbog činjenice usklađenja načina proračuna energetskog certifikata na referentne uvijete, što je i standardizirani pristup u drugim energetskim sustavima u zgradama.
- Uvijek se odabire **opcija izračuna faktora  $F_D$  i  $F_O$**  prilagođena namjeni prostora, odnosno mogućnosti korištenja prirodnog osvjetljenja. Faktor  $F_O$  se definira za svaku zonu (tip prostora) zasebno i ovisi o namjeni. Vrijednosti se biraju iz tablica. Faktor  $F_D$  ovisi o mogućnosti iskorištenja dnevne svjetlosti te se u najvećem broju slučajeva bira kao srednja vrijednost. Ovisno o projektiranim (izmjeranim) vrijednostima osvijetljena biraju se vrijednosti iz tablica za 300, 500 i 750 lx.
- Proračunska **površina** odgovara **korisnoj površini** svake pojedine zone.
- Ukoliko u specifičnim slučajevima ne postoje tablične i/ili referentne vrijednosti potrebno je koristiti specifične vrijednosti, utvrđene za lokaciju, u postupku provođenja energetskog pregleda.

## 5.6. Proračun od korisne do primarne energije u termotehničkim sustavima

Prema *Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju energetski razred zgrade se određuje na osnovu izračunate:*

- specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] i
- specifične godišnje primarne energije  $E_{prim}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)]

za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisani režim korištenja i režim rada tehničkih sustava.

Proračun do primarne energije se provodi prema Algoritmu za:

- referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada tehničkih sustava (za određivanje energetskog razreda),
- stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja i režim rada tehničkih sustava (potreban za izračun jednostavnog perioda povrata investicije JPP).

Prilikom proračuna primarne energije za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada tehničkih sustava te određivanja energetskog razreda za svaku vrstu zgrade prema *Pravilniku* (obiteljske kuće, višestambene zgrade, uredske zgrade, zgrade za obrazovanje, bolnice, hoteli i restorani, sportske dvorane, zgrade trgovine) uzimaju se u obzir samo oni točno određeni sustavi naznačeni u tablici (Tablica 5-18).

Ukoliko pojedina zgrada nema u stvarnosti ugrađeni pojedini termotehnički sustav, vrši se **penalizacija zbog nepostojanja termotehničkog sustava** (5.6.1).

Prilikom proračuna primarne energije za stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja i režim rada tehničkih sustava, uzimaju se u obzir svi postojeći ugrađeni termotehnički sustavi u promatranoj zgradi ili samostalnoj uporabnoj cjelini.

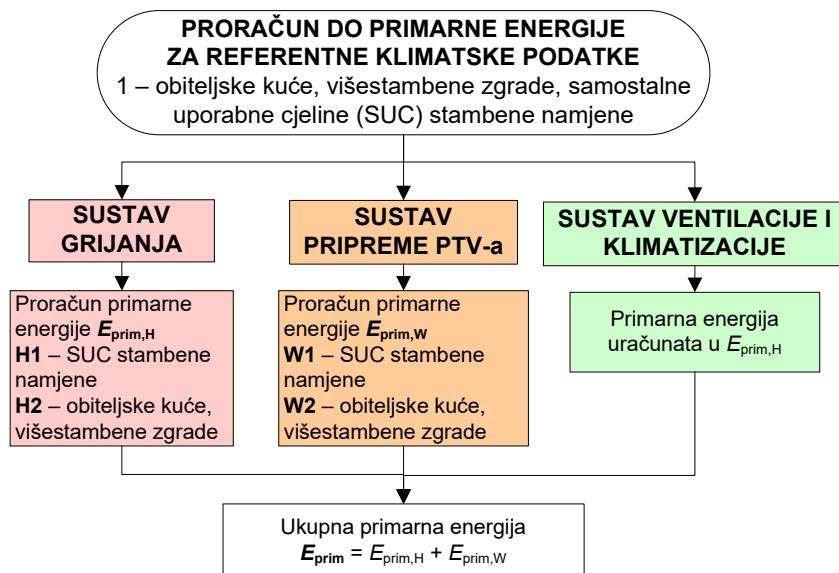
*Tablica 5-18 Definirani tehnički sustavi za proračun do primarne energije za referentne klimatske podatke za pojedine vrste zgrada*

	Vrsta zgrade	SUSTAV GRIJANJA	SUSTAV HLAĐENJA	SUSTAV PRIPREME PTV-a	SUSTAV MEH.VENTILACIJA I KLIMATIZACIJE	SUSTAV RASVJETE
1	Obiteljske kuće	DA	NE	DA	Uzima se u obzir ukoliko postoji	NE <sup>1</sup>
2	Višestambene zgrade	DA	NE	DA		NE <sup>1</sup>
3	Uredske zgrade	DA	DA	NE		DA
4	Zgrade za obrazovanje	DA	NE	NE		DA
5	Bolnice	DA	DA	DA		DA
6	Hoteli i restorani	DA	DA	DA		DA
7	Sportske dvorane	DA	DA	DA		DA
8	Zgrade trgovine	DA	DA	NE		DA
9	Ostale nestambene zgrade	DA	NE	NE		DA

<sup>1</sup> prema *Pravilniku* kod obiteljskih kuća i stambenih zgrada, te samostalnih uporabnih cjelina stambene namjene u primarnu energiju ne ulazi energija za rasvjetu!

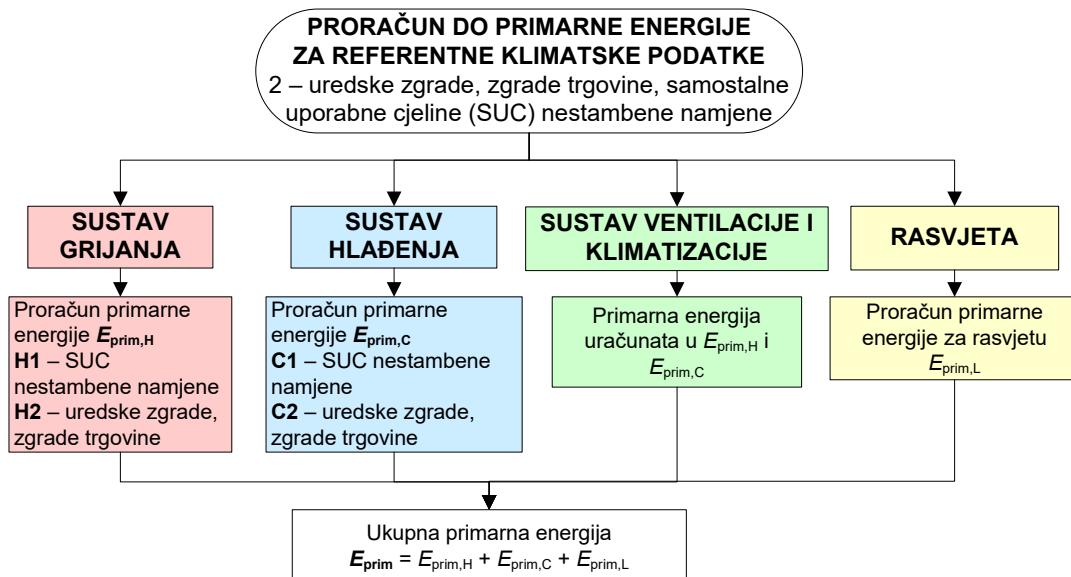
Temeljem tablice razlikuju se slijedeća četiri slučaja:

- Obiteljske kuće, višestambene zgrade, samostalne uporabne cjeline (SUC) stambene namjene** → u primarnu energiju za referentne klimatske podatke uzimaju se obzir slijedeći tehnički sustavi: sustav grijanja, sustav pripreme PTV-a, sustav mehaničke ventilacije/klimatizacije (ukoliko postoji)



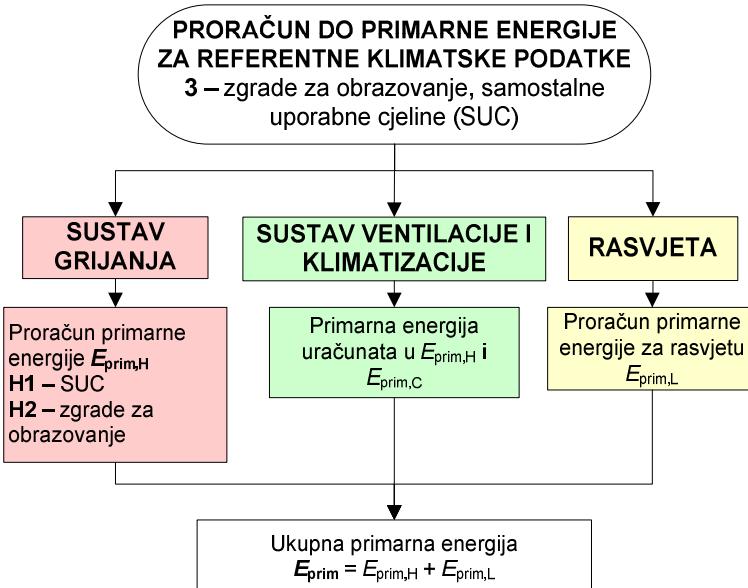
Slika 5-12 Osnovni dijagram toka proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke – 1 - obiteljske kuće, višestambene zgrade, samostalne uporabne cjeline stambene namjene

- Uredske zgrade, zgrade trgovine, samostalne uporabne cjeline (SUC) nestambene namjene** – u primarnu energiju za referentne klimatske podatke uzimaju se obzir slijedeći tehnički sustavi: sustav grijanja, sustav hlađenja, sustav mehaničke ventilacije/klimatizacije (ukoliko postoji), sustav rasvjete



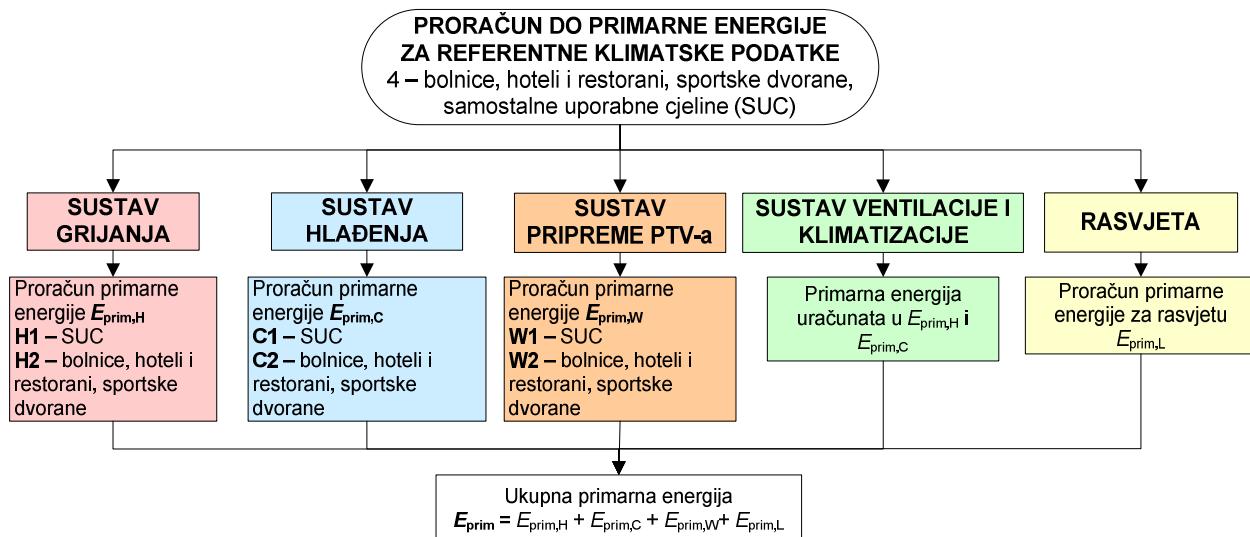
Slika 5-13 Osnovni dijagram toka proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke – 2 - uredske zgrade, zgrade trgovine, samostalne uporabne cjeline

3. **Zgrade za obrazovanje, samostalne uporabne cjeline (SUC)** – u primarnu energiju za referentne klimatske podatke uzimaju se obzir slijedeći tehnički sustavi: sustav grijanja, sustav mehaničke ventilacije/klimatizacije (ukoliko postoji), sustav rasvjete



Slika 5-14 Osnovni dijagram toka proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke – 3 - zgrade za obrazovanje, samostalne uporabne cjeline

4. **Bolnice, hoteli i restorani, sportske dvorane, samostalne uporabne cjeline (SUC)** – u primarnu energiju za referentne klimatske podatke uzimaju se obzir slijedeći tehnički sustavi: sustav grijanja, sustav hlađenja, sustav pripreme PTV-a, sustav mehaničke ventilacije/klimatizacije (ukoliko postoji), sustav rasvjete



Slika 5-15 Osnovni dijagram toka proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke – 4 - bolnice, hoteli i restorani, sportske dvorane, samostalne uporabne cjeline

U nastavku su dani detaljniji dijagrami toka za proračun do primarne energije za referentne klimatske podatke za sustav grijanja, sustav hlađenja i sustav pripreme potrošne tople vode za dvije vrste zgrada:

- **samostalna uporabna cjelina (SUC)** stambene ili nestambene namjene → **H1** (H – grijanje), **C1** (C – hlađenje), **W1** (W – PTV),
- **zgrada kao cjelina** (stambena ili nestambena) → **H2** (H – grijanje), **C2** (C – hlađenje), **W2** (W – PTV).

**Kod samostalnih uporabnih cjelina (SUC) stambene ili nestambene namjene** su moguća tri slučaja izvedbe izvora toplinske / rashladne energije odnosno tri slučaja proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada tehničkih sustava:

1. **vlastiti izvor toplinske/rashladne energije za grijanje/hlađenje/pripremu PTV-a** (npr. pojedinačni plinski zidni uređaj, kamin, pojedinačni split klima uređaj za hlađenje, pojedinačni električni bojler za pripremu PTV-a) → **proračun do primarne energije se provodi prema Računalnom programu** odobrenom od strane MGIPU na nivou promatrane samostalne uporabne cjeline,
2. **zajednički izvor toplinske/rashladne energije za grijanje/hlađenje/pripremu PTV-a za cijelu zgradu** (npr. toplinska podstanica za grijanje i pripremu PTV-a za potrebe cijele zgrade, zajednička kotlovnica, zajednička rashladna stanica, zajednička dizalica topline za grijanje/hlađenje/pripremu PTV-a za cijelu zgradu) → **proračun do primarne energije se provodi na slijedeći način:**

- **proračun godišnje potrebne korisne energije (za grijanje, hlađenje, PTV)**

$$Q_{H,nd}, Q_{C,nd}, Q_W$$

NAPOMENA: uzimaju se samo sustavi odnosno računaju korisne energije onih termotehničkih sustava određenih za pojedinu vrstu zgrade Tablica 5-18; dakle ako stan kao samostalna uporabna cjelina ima pojedinačni split klima uređaj, ne računa se  $Q_{C,nd}$ , odnosno ugrađeni sustav hlađenja se ne uzima u obzir!

- **proračun godišnje isporučene energije (grijanje, hlađenje, PTV)**

$$E_{del,H}, E_{del,C}, E_{del,W}$$

$$E_{del,H} = Q_{H,nd} \cdot e_{del\_x,HW}$$

$$E_{del,C} = Q_{C,nd} \cdot e_{del\_x,C}$$

$$E_{del,W} = Q_W \cdot e_{del\_x,HW}$$

tako da se korisna potrebna energija za grijanje, hlađenje, pripremu PTV-a ( $Q_{H,nd}$ ,  $Q_{C,nd}$ ,  $Q_W$ ) pomnoži s odgovarajućim faktorom utroška isporučene energije  $e_{del\_x,HW}$  u slučaju centralnog sustava grijanja i centralnog sustava pripreme PTV-a na nivou zgrade, odnosno s  $e_{del\_x,C}$  u slučaju centralnog sustava hlađenja na nivou zgrade.

Faktori su dani tablično (Tablica 5-20) za pojedinu vrstu izvora toplinske odnosno rashladne energije.

3. **izvor toplinske/rashladne energije za grijanje/hlađenje/pripremu PTV-a za promatrani SUC ne postoji → penalizacija zbog nepostojanja termotehničkog sustava** (potrebni definirani sustavi) → **proračun do primarne energije se provodi na slijedeći način:**

- **proračun godišnje potrebne korisne energije (za grijanje, hlađenje, PTV)**

$$Q_{H,nd}, Q_{C,nd}, Q_W$$

**NAPOMENA:** uzimaju se samo sustavi odnosno računaju korisne energije onih termotehničkih sustava određenih za pojedinu vrstu zgrade Tablica 5-18; dakle ako stan kao samostalna uporabna cjelina ima pojedinačni split klima uređaj, ne računa se  $Q_{C,nd}$ , odnosno ugrađeni sustav hlađenja se ne uzima u obzir!

- **proračun godišnje isporučene energije (grijanje, hlađenje, PTV)**

$$E_{del,H}, E_{del,C}, E_{del,W}$$

$$E_{del,H} = Q_{H,nd} \cdot e_{del,p,HW}$$

$$E_{del,C} = Q_{C,nd} \cdot e_{del,p,C}$$

$$E_{del,W} = Q_W \cdot e_{del,p,HW}$$

tako da se korisna potrebna energija za grijanje, hlađenje, pripremu PTV-a ( $Q_{H,nd}$ ,  $Q_{C,nd}$ ,  $Q_W$ ) pomnoži s odgovarajućim faktorom utroška isporučene energije za penalizaciju zbog nepostojanja sustava grijanja/pripreme PTV-a  $e_{del,p,HW}$ , odnosno s faktorom utroška isporučene energije za penalizaciju zbog nepostojanja sustava hlađenja  $e_{del,p,C}$ . Faktori su dani tablično (Tablica 5-19) za pojedinu vrstu zgrade.

Ukoliko se radi o stanu u stambenoj zgradbi, koriste se faktori za višestambene zgrade. Ukoliko se npr. radi o pojedinačnom uredu unutar višestambene zgrade koriste se faktori za uredsku zgradu.

**Kod zgrada kao cjelina** (stambena ili nestambena) su moguća dva slučaja izvedbe izvora toplinske / rashladne energije odnosno dva slučaja proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada tehničkih sustava:

1. **centralni ili decentralni sustav grijanja/hlađenja/pripreme PTV-a → proračun do primarne energije se provodi prema Programu odobrenom od strane MGIPU na nivou cijele zgrade,**
  2. **izvor toplinske/rashladne energije za grijanje/hlađenje/pripremu PTV-a za promatrani zgrade ne postoji → penalizacija zbog nepostojanja termotehničkog sustava** (potrebni definirani sustavi) → **proračun do primarne energije se provodi na slijedeći način:**
- **proračun godišnje potrebne korisne energije (za grijanje, hlađenje, PTV)**

$Q_{H,nd}$ ,  $Q_{C,nd}$ ,  $Q_W$

- **proračun godišnje isporučene energije (grijanje, hlađenje, PTV)**

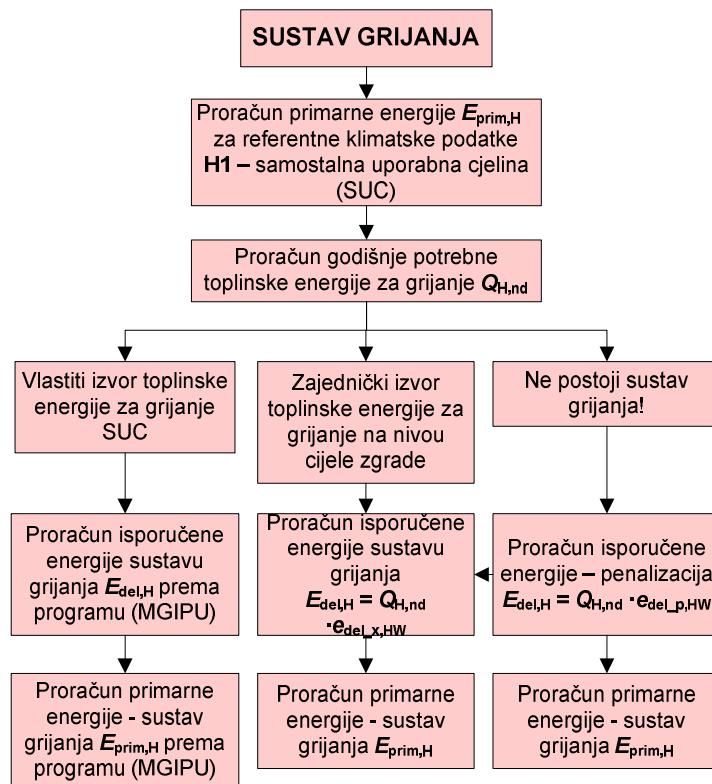
$E_{del,H}$ ,  $E_{del,C}$ ,  $E_{del,W}$

$$E_{del,H} = Q_{H,nd} \cdot e_{del,p,HW}$$

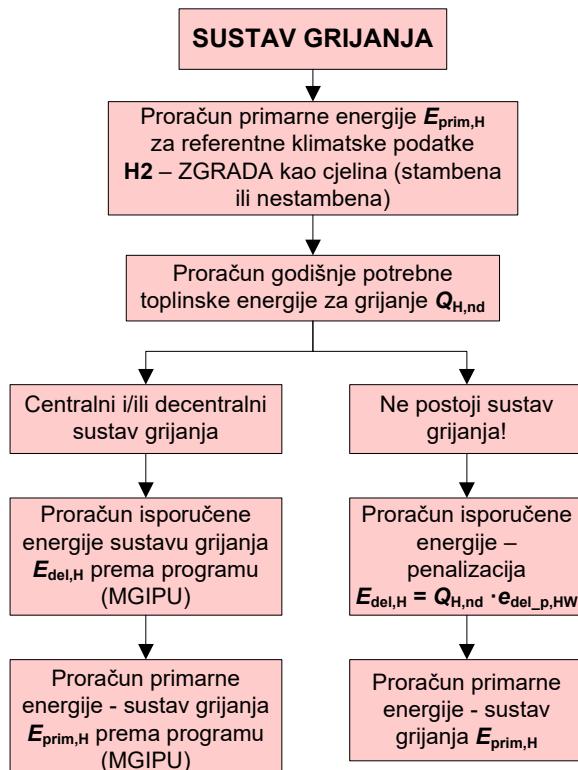
$$E_{del,C} = Q_{C,nd} \cdot e_{del,p,C}$$

$$E_{del,W} = Q_W \cdot e_{del,p,HW}$$

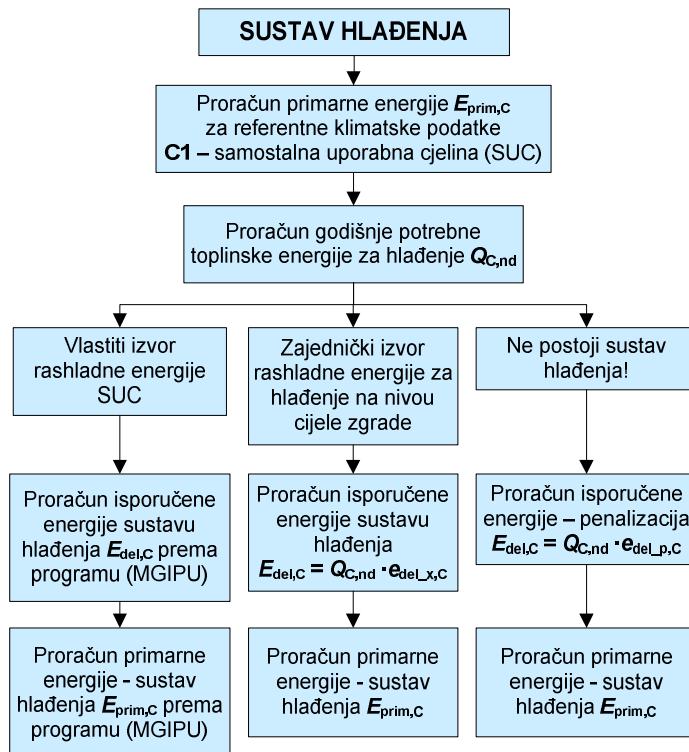
tako da se korisna potrebna energija za grijanje, hlađenje, pripremu PTV-a ( $Q_{H,nd}$ ,  $Q_{C,nd}$ ,  $Q_W$ ) pomnoži s odgovarajućim faktorom utroška isporučene energije za penalizaciju zbog nepostojanja sustava grijanja/pripreme PTV-a  $e_{del,p,HW}$ , odnosno s faktorom utroška isporučene energije za penalizaciju zbog nepostojanja sustava hlađenja  $e_{del,p,C}$ . Faktori su dani tablično (Tablica 5-19) za pojedinu vrstu zgrade.



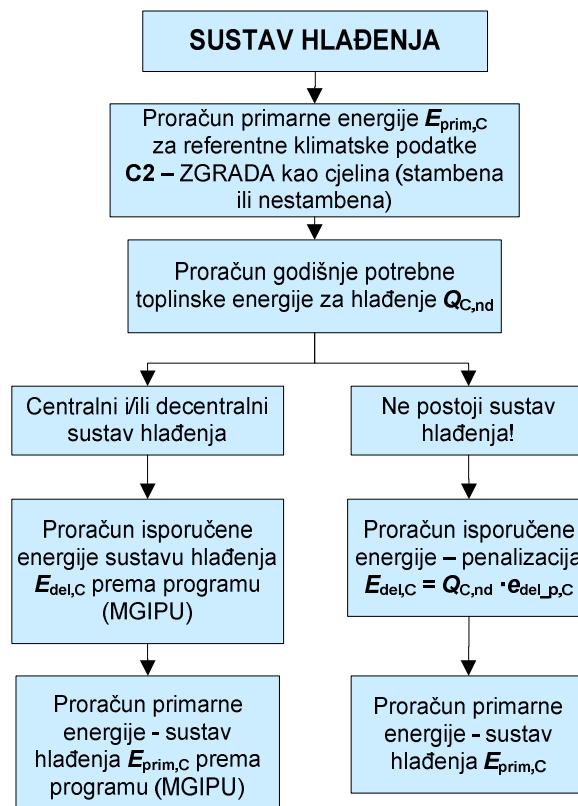
Slika 5-16 Dijagram toka proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke za sustav grijanja – H1 – samostalna uporabna cjelina (SUC)



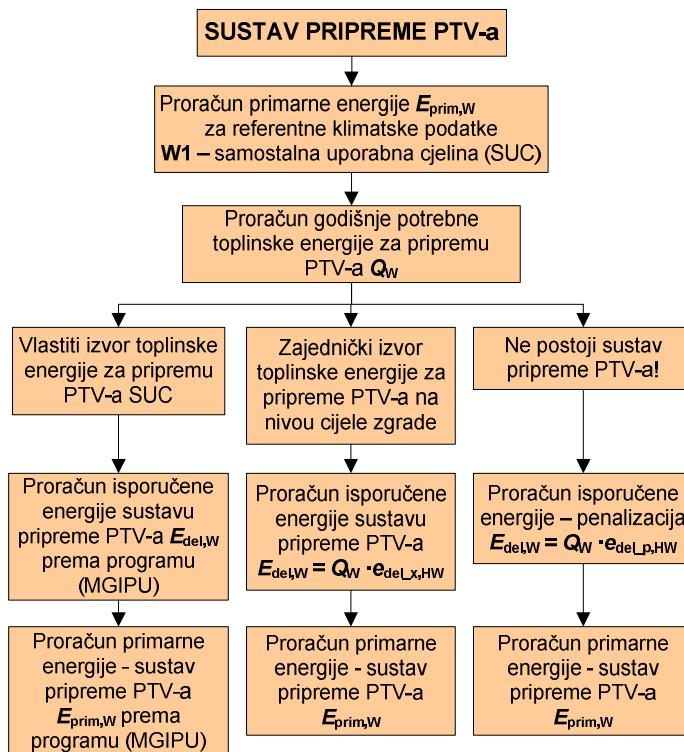
Slika 5-17 Dijagram toka proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke za sustav grijanja – H2 – zgrada kao cjelina (stambena ili nestambena)



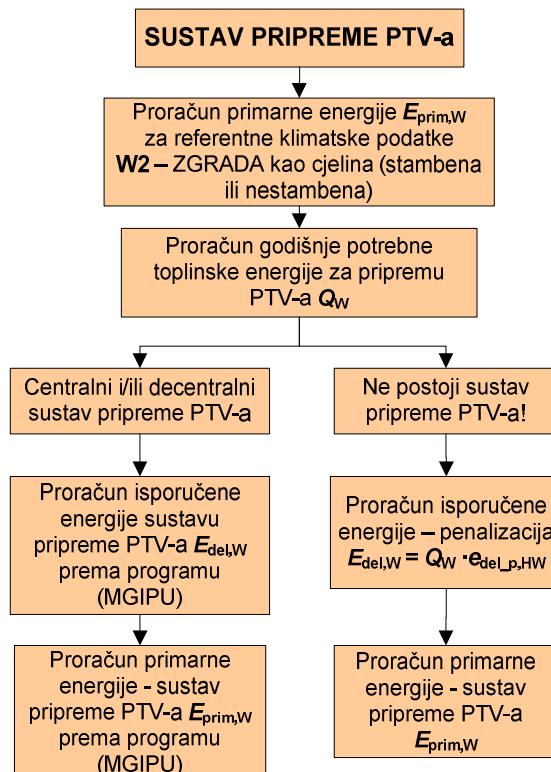
Slika 5-18 Dijagram toka proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke za sustav hlađenja – C1 – samostalna uporabna cjelina (SUC)



Slika 5-19 Dijagram toka proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke za sustav hlađenja – C2 – zgrada kao cjelina (stambena ili nestambena)



Slika 5-20 Dijagram toka proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke za sustav pripreme PTV-a – W1 – samostalna uporabna cjelina (SUC)



Slika 5-21 Dijagram toka proračuna do primarne energije za referentne klimatske podatke za sustav pripreme PTV-a – W2 – zgrada kao cjelina (stambena ili nestambena)

### 5.6.1. Penalizacija zbog nepostojanja određenog termotehničkog sustava

Problem, koji se javlja u praksi, je nepostojanje pojedinih termotehničkih sustava kod pojedine vrste zgrade.

Ukoliko u neku vrstu zgrade nije instaliran neki termotehnički sustav, potrebno je izračunati potrebnu (korisnu  $Q_{H,nd}$ ,  $Q_{C,nd}$ ,  $Q_W$ ) energiju za sve termotehničke sustave definirane u Tablica 5-18 za promatranu vrstu zgradu.

Npr. postoje hoteli, koji se koriste isključivo tijekom ljeta, te imaju ugrađen sustav pripreme potrošne tople vode i sustav hlađenja, a nemaju ugrađen sustav grijanja. Nepostojanje sustava grijanja znači da se proračun vezan za sustav grijanja zaustavlja prisilno na godišnjoj potrebnoj toplinskoj energiji za grijanje  $Q_{H,nd}$ . U tom slučaju daljnji proračun isporučene odnosno primarne energije ne bi bio moguć zbog nepostojanja sustava grijanja. To bi svakako doprinijelo manjoj ukupnoj isporučenoj odnosno primarnoj energiji, te možda povoljnijem energetskom razredu u odnosu na npr. drugi hotel iste geometrije, iste vanjske ovojnice, s istim ugrađenim sustavom pripreme potrošne tople vode i sustavom hlađenja, u istom klimatskom podneblju, koji ima dodatno instaliran i sustav grijanja te se koristi i u zimskom dijelu godine. Da bi se sprječilo postizanje manje specifične godišnje primarne energije odnosno povoljnijeg energetskog razreda uslijed nepostojanja pojedinog tehničkog sustava provodi se tzv. **penalizacija zbog nepostojanja određenog tehničkog sustava**.

Za svaku zgradu je dano tablično, sukladno njezinoj namjeni, koji sustavi moraju biti obuhvaćeni prilikom izračuna do primarne energije.

Ukoliko promatrana zgrada nema ugrađen neki od sustava, koji bi prema tablici (Tablica 5-18) trebala imati, vrši se **penalizacija zbog nepostojanja sustava**.

Penalizacija se vrši tako da se izračunata godišnja potrebna (korisna) energija pomnoži s odgovarajućim faktorom utroška isporučene energije za penalizaciju za svaku pojedinu potrebu zasebno:

$$E_{del,H,f} = Q_{H,nd} \cdot e_{del,p,HW}$$

$$E_{del,C,f} = Q_{C,nd} \cdot e_{del,p,C}$$

$$E_{del,W,f} = Q_W \cdot e_{del,p,HW}$$

gdje su:

$E_{del,H,f}$  – ukupna fiktivna isporučena energija sustavu grijanja za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim rada sustava grijanja, [kWh/god.]

$E_{del,C,f}$  – ukupna fiktivna isporučena energija sustavu hlađenja za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim rada sustava grijanja, [kWh/god.]

$E_{del,W,f}$  – ukupna fiktivna isporučena energija sustavu pripreme PTV-a, [kWh/god.]

$Q_{H,nd}$  – godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim rada sustava grijanja, [kWh/god.]

$Q_{C,nd}$  – godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim rada sustava hlađenja, [kWh/god.]

$Q_w$  – godišnja potrebna toplinska energija za pripremu potrošne tople vode izračunata temeljem podataka o potrošnji PTV-a prema Tablici 6.1 Algoritma, [kWh/god.]

$e_{del\_p,HW}$  – faktor utroška isporučene energije za penalizaciju zbog nepostojanja sustava grijanja i sustava pripreme PTV-a, [-]

$e_{del\_p,C}$  – faktor utroška isporučene energije za penalizaciju zbog nepostojanja sustava hlađenja, [-]

Faktori utroška isporučene energije u svrhu penalizacije za pojedinu vrstu zgrade određeni su temeljem proračuna od korisne do isporučene energije za termotehničke sustave za pojedinu vrstu zgrada u sklopu Referentnih zgrada.

Tablica 5-19 Faktori utroška isporučene energije za penalizaciju zbog nepostojanja određenog termotehničkog sustava

Faktori utroška isporučene energije za penalizaciju	GRIJANJE / PTV	HLAĐENJE
	$e_{del\_p,HW}$ [-]	$e_{del\_p,C}$ [-]
Vrsta zgrade		
1 Obiteljske kuće	1,50	X
2 Višestambene zgrade	1,60	X
3 Uredske zgrade	1,40	0,30
4 Zgrade za obrazovanje	1,25	X
5 Bolnice	1,60	0,36
6 Hoteli i restorani	1,50	0,30
7 Sportske dvorane	1,50	0,53
8 Zgrade trgovine	1,40	0,46
9 Ostale nestambene zgrade	1,30	X

Pomoću faktora utroška isporučene energije se dolazi do fiktivne isporučene energije za termotehnički sustav koji bi zgrada trebala imati, a nema.

U praksi su moguća slijedeća dva slučaja, koja je potrebno razlikovati:

1. **zgrada u potpunosti nema neki od zahtijevanih termotehničkih sustava**, koji bi po svojoj namjeni trebala imati (npr. hotel ima sustav pripreme PTV-a i sustav hlađenja, a uopće nema sustav grijanja),
2. **zgrada ima samo u jednom dijelu svoje površine ugrađen zahtijevani termotehnički sustav**, a u preostalom dijelu nema, iako bi trebala imati (npr. Osnovna škola u kontinentalnom dijelu Hrvatske).

Kod zgrade koja u potpunosti nema zahtijevani termotehnički sustava, izračunata korisna energija se množi s odgovarajućim faktorom utroška isporučene energije.

Kod zgrade koja u dijelu prostora ima zahtijevani termotehnički sustav, a u dijelu nema, a trebala bi, penalizacija se vrši za dio prostora koji nema potrebnii termotehnički sustav.

Prilikom izračuna primarne energije moguća su dva slučaja:

1. **zgrada u potpunosti nema neki od zahtijevanih termotehničkih sustava**, koji bi po svojoj namjeni trebala imati (npr. hotel ima sustav pripreme PTV-a i sustav hlađenja, a uopće nema sustav grijanja) → **fiktivna primarna energija** se dobiva tako da se fiktivna isporučena energija pomnoži s faktorom primarne energije  $f_p$  **za energiju/energent dostupan na lokaciji** (najčešće je to električna energija, odnosni može biti i neki i drugi emergent koji je moguće koristiti u proizvodnji toplinske energije, npr. ukoliko zgrada osim priključka na električnu energiju ima i priključak na prirodni plin),
2. **zgrada ima samo u jednom dijelu svoje površine ugrađen zahtijevani termotehnički sustav**, a u preostalom dijelu nema, iako bi trebala imati (npr. Osnovna škola u kontinentalnom dijelu Hrvatske) → **fiktivna primarna energija** dijela površine zgrade koji nema ugrađeni zahtijevani termotehnički sustav se dobiva tako da se fiktivna isporučena energija pomnoži s faktorom primarne energije  $f_p$  energije/energenta koji se koristi za dio zgrade koji ima zahtijevani termotehnički sustav.

#### **5.6.2. Postupak proračuna primarne energije za samostalne uporabne cjeline stambene ili nestambene namjene**

Svaka od navedenih vrsta zgrade prema *Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju* (obiteljske kuće, višestambene zgrade, uredske zgrade, zgrade za obrazovanje, bolnice, hoteli i restorani, sportske dvorane, zgrade trgovine) se može pojaviti unutar neke zgrade kao **samostalna uporabna cjelina** (u nastavku SUC). Neki primjeri iz prakse samostalnih uporabnih cjelina, koje iziskuju energetski certifikat u slučaju prodaje, iznajmljivanja, zakupa odnosno leasinga: stan unutar stambene zgrade, uredski prostor unutar stambene zgrade, uredski prostor unutar nestambene zgrade, ljekarna unutar stambene zgrade, trgovina unutar stambene zgrade, trgovina unutar nestambene zgrade...

Ovisno o namjeni samostalne uporabne cjeline, ovdje također vrijede definirani tehnički sustavi za proračun do primarne energije za referentne klimatske podatke za pojedine vrste zgrade (Tablica 5-18). Prilikom proračuna primarne energije za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada tehničkih sustava te određivanja energetskog razreda za svaku vrstu samostalne uporabne cjeline prema *Pravilniku* (obiteljske kuće, višestambene zgrade, uredske zgrade, zgrade za obrazovanje, bolnice, hoteli i restorani, sportske dvorane, zgrade trgovine) uzimaju se u obzir samo oni točno određeni sustavi naznačeni u tablici (Tablica 6-4).

**Za samostalne uporabne cjeline (SUC) nije obvezno**, ali se po potrebi može provesti (npr. za potrebe natječaja ili na zahtjev vlasnika) slijedeće:

- analiza potrošnje i troškova energije, energenata i vode temeljem računa,
- modeliranje pojedine energije, energenta i vode,
- proračun do primarne energije za stvarne klimatske podatke i stvari režim korištenja i režim rada tehničkih sustava,
- upisivanje jednostavnog perioda povrata investicije *JPP* na treću stranicu energetskog certifikata za pojedinu predloženu mjeru.

**Za samostalne uporabne cjeline (SUC)** je, u cilju određivanja vrijednosti u energetskom certifikatu, potrebno izračunati primarnu energiju za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada tehničkih sustava.

**Kod samostalnih uporabnih cjelina (SUC)**, koje su priključene na centralni sustav grijanja/hlađenja/pripreme PTV-a na nivou cijele zgrade, **proračun do primarne energije** za promatrano samostalnu uporabnu cjelinu za referentne klimatske podatke se provodi na slijedeći način:

- **proračun godišnje potrebne korisne energije (za grijanje, hlađenje, PTV)**

$$Q_{H,nd}, Q_{C,nd}, Q_W$$

NAPOMENA: uzimaju se samo sustavi odnosno računaju korisne energije onih termotehničkih sustava određenih za pojedinu vrstu zgrade Tablica 5-18; dakle ako stan kao samostalna uporabna cjelina ima pojedinačni split klima uređaj, ne računa se  $Q_{C,nd}$ , odnosno ugrađeni sustav hlađenja se ne uzima u obzir!

- **proračun godišnje isporučene energije (grijanje, hlađenje, PTV)**

$$E_{del,H}, E_{del,C}, E_{del,W}$$

$$E_{del,H} = Q_{H,nd} \cdot e_{del\_x,HW}$$

$$E_{del,C} = Q_{C,nd} \cdot e_{del\_x,C}$$

$$E_{del,W} = Q_W \cdot e_{del\_x,HW}$$

tako da se korisna potrebna energija za grijanje, hlađenje, pripremu PTV-a ( $Q_{H,nd}$ ,  $Q_{C,nd}$ ,  $Q_W$ ) pomnoži s odgovarajućim faktorom  $e_{del\_x,HW}$  u slučaju centralnog sustava grijanja i centralnog sustava pripreme PTV-a na nivou zgrade, odnosno s  $e_{del\_x,C}$  u slučaju centralnog sustava hlađenja na nivou zgrade. Faktori su dani tablično (Tablica 5-20) za pojedinu vrstu izvora toplinske odnosno rashladne energije.

- **proračun godišnje primarne energije (grijanje, hlađenje, PTV)**

$$E_{prim,H}, E_{prim,C}, E_{prim,W}$$

$$E_{prim,H} = E_{del,H} \cdot f_p$$

$$E_{prim,C} = E_{del,C} \cdot f_p$$

$$E_{\text{prim,W}} = E_{\text{del,W}} \cdot f_p$$

tako da se isporučena energija za grijanje, hlađenje, pripremu PTV-a ( $E_{\text{del,H}}$ ,  $E_{\text{del,C}}$ ,  $E_{\text{del,W}}$ ) pomnoži s odgovarajućim faktorom primarne energije  $f_p$  energije/energenta koji se koriste za pogon izvora toplinske/rashladne energije (Tablica 9-1).

*Tablica 5-20 Samostalna uporabna cjelina (SUC) priključena na zajednički izvor toplinske/rashladne energije za cijelu zgradu – faktori utroška isporučene energije za SUC-a*

Vrsta zajedničkog izvora toplinske energije za cijelu zgradu	GRIJANJE / PTV $e_{\text{del\_x,HW}}$ [–]	HLAĐENJE $e_{\text{del\_x,C}}$ [–]
		X
ZAJEDNIČKA TOPLINSKA PODSTANICA (spoj na toplanu)	1,15	
ZAJEDNIČKA KOTLOVNICA na PLIN (prirodni plin, ukapljeni naftni plin)	1,27	
ZAJEDNIČKA KOTLOVNICA na LOŽIVO ULJE	1,27	
ZAJEDNIČKA KOTLOVNICA na BIOMASU (peleti, sječka)	1,30	
ZAJEDNIČKA KOTLOVNICA na OGRJEVNO DRVO (cjepanice)	1,50	
DIZALICA TOPLINE S ZRAKOM kao izvorom toplinske energije	0,33	0,33
DIZALICA TOPLINE S TLOM kao izvorom toplinske energije	0,29	0,29
DIZALICA TOPLINE S VODOM kao izvorom toplinske energije	0,27	0,27
Električni kompresijski rashladnik	X	0,33

Naravno, moguće su i kombinacije izvedbi, stan može biti priključen na centralni sustav grijanja preko npr. zajedničke plinske kotlovnice, ali potrošna topla voda se za svaki stan u zgradi priprema preko pojedinačnog plinskog uređaja za pripremu PTV-a. U tom slučaju se  $Q_{H,nd}$  množi s faktorom utroška isporučene energije  $e_{\text{del\_x,HW}}$  (zbog praktičnosti, faktor je isti i za centralni sustav grijanja i za centralni sustav pripreme PTV-a), a proračun isporučene energije stanu za potrebe pripreme PTV-a se provodi prema Programu odobrenom od strane MGIPU.

U nastavku je dan detaljni dijagram toka za stana kao samostalnu uporabnu cjelinu s primjerima proračuna.

### 5.6.2.1. Stan kao samostalna uporabna cjelina

**Proračun do primarne energije** za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada tehničkih sustava za **stan kao samostalnu uporabnu cjelinu** se provodi na sljedeći način:

#### 1. Proračun godišnje potrebne (korisne) energije

- 1.1. Proračun godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{H,nd}$ , (obavezno se računa i u slučajevima kada stan nema ugrađen sustav grijanja!)
- 1.2. Proračun godišnje potrebne energije za pripremu potrošne tople vode  $Q_W$ , (obavezno se računa i u slučajevima kada stan nema ugrađen sustav pripreme potrošne tople vode!)

#### 2. Proračun isporučene energije

## 2.1. Sustav grijanja

- 2.1.1. Ako promatrani stan ima svoj vlastiti izvor toplinske energije za grijanje (npr. pojedinačni plinski zasebni uređaj samo za promatrani stan), proračun do isporučene energije sustavu grijanja se provodi pomoću programa odobrenog od strane Ministarstva,
- 2.1.2. Ako promatrani stan ima centralni sustav grijanja izведен preko zajedničke centralne kotlovnice/toplinske podstanice za cijelu zgradu, isporučena energija za potrebe grijanja se dobiva množenjem godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{H,nd}$  s odgovarajućim faktorom  $e_{del\_x,HW}$

$$E_{del,H} = Q_{H,nd} \cdot e_{del\_x,HW}$$

- 2.1.3. Ako promatrani stan nema sustav grijanja – penalizacija sustava grijanja

## 2.2. Sustav pripreme potrošne tople vode

- 2.2.1. Ako promatrani stan ima svoj vlastiti izvor toplinske energije za pripremu potrošne tople vode (npr. plinski zidni uređaj koji se koristi i za grijanje, električni bojler), proračun do isporučene energije sustavu pripreme potrošne tople vode se provodi pomoću programa odobrenog od strane Ministarstva,
- 2.2.2. Ako promatrani stan ima centralni sustav pripreme potrošne tople vode izведен preko zajedničke centralne kotlovnice/toplinske podstanice za cijelu zgradu, isporučena energija za potrebe pripreme potrošne tople vode se dobiva množenjem godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_W$  s odgovarajućim faktorom  $e_{x,HW}$

$$E_{del,W} = Q_W \cdot e_{del\_x,HW}$$

- 2.2.3. Ako promatrani stan nema sustav pripreme potrošne tople vode – penalizacija sustava pripreme potrošne tople vode!

## 3. Proračun primarne energije

### 3.1. Sustav grijanja

- 3.1.1. Ako promatrani stan ima svoj vlastiti izvor toplinske energije za grijanje (npr. pojedinačni plinski zasebni uređaj samo za promatrani stan), proračun do primarne energije za sustav grijanja se provodi pomoću Računalnog programa odobrenog od strane Ministarstva,
- 3.1.2. Ako promatrani stan ima centralni sustav grijanja izведен preko zajedničke centralne kotlovnice/toplinske podstanice za cijelu zgradu, primarna energija za sustav grijanja se računa množenjem isporučene energije sustavu grijanja s faktorom primarne energije korištene pogonske energije/energenta,
- 3.1.3. Ako promatrani stan nema sustav grijanja – **penalizacija sustava grijanja → primarna energija se računa s faktorom primarne energije za emergent dostupan na lokaciji** (najčešće je to električna energija, odnosni može biti i neki i

drugi energet koji je moguće koristiti u proizvodnji toplinske energije, npr. zgrada osim priključka na električnu energiju ima i priključak na prirodni plin)

### 3.2. Sustav pripreme potrošne tople vode

3.2.1. Ako promatrani stan ima svoj vlastiti izvor toplinske energije za pripremu potrošne tople vode (npr. plinski zidni uređaj koji se koristi i za grijanje, električni bojler), proračun do primarne energije za sustav pripreme potrošne tople vode se provodi pomoću programa odobrenog od strane Ministarstva,

3.2.2. Ako promatrani stan ima centralni sustav pripreme potrošne tople vode izведен preko zajedničke centralne kotlovnice/toplinske podstanice za cijelu zgradu, primarna energija za sustav pripreme potrošne tople vode se računa množenjem isporučene energije sustavu grijanja s faktorom primarne energije korištene pogonske energije/energenta

3.2.3. Ako promatrani stan nema sustav pripreme potrošne tople vode – **penalizacija sustava pripreme potrošne tople vode** → primarna energija se računa s faktorom primarne energije za energet dostupan na lokaciji (najčešće je to električna energija, odnosni može biti i neki i drugi energet koji je moguće koristiti u proizvodnji toplinske energije, npr. zgrada osim priključka na električnu energiju ima i priključka na prirodni plin)

U nastavku je dano nekoliko primjera proračuna do primarne energije stanova u Zagrebu za potrebe određivanja energetskog razreda. Za svaki pojedini stan je naveden energetski razred određen na temelju:

- specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>god.)],
- specifične godišnje primarne energije  $E_{prim.}$  [kWh/(m<sup>2</sup>god.)].

Tablično su dani rezultati proračuna za ukupno pet stanova u Zagrebu.

#### PRIMJER 5.24: Određivanje energetskog razreda samostalne uporabne cjeline – stan

**Stan u Zagrebu** ploštine korisne površine  $A_K = 72,37 \text{ m}^2$  je priključen na centralni sustav grijanja i pripreme potrošne tople vode zgrade s 10 stanova (godina izgradnje zgrade 1981.). Izvor toplinske energije za grijanje i pripremu PTV-a je toplinska podstanica. Unutar stana se nalaze radijatori kao ogrjevna tijela te dio cijevnog razvoda sustava grijanja i pripreme potrošne tople vode. Prostor stana se ne hlađi! Potrebno je odrediti energetski razred zgrade ukoliko je poznata godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke u iznosu od  $Q_{H,nd} = 6.621 \text{ kWh/god.}$  odnosno  $Q''_{H,nd} = 91,49 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{god.})$ ?

$$A_K = 72,37 \text{ m}^2$$

## 5. PRORAČUN DO PRIMARNE ENERGIJE I ODREĐIVANJE ENERGETSKOG RAZREDA

Energetski razred određen na temelju specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  
 $Q''_{H,nd} = 91,49 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{god.}) \rightarrow \mathbf{C}$

Toplinska podstanica  $\rightarrow e_{del,x,HW} = 1,15$

Isporučena energija za potrebe grijanja:

$$E_{del,H} = Q_{H,nd} \cdot e_{del,x,HW} = 6.621 \cdot 1,15 = 7.614,15 \frac{\text{kWh}}{\text{god.}}$$

Godišnja potrebna toplinska energija za pripremu potrošne tople vode  $Q_W$ :

$$Q_W = 16 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{god.}} \cdot A_K = 16 \cdot 72,37 = 1.157,92 \frac{\text{kWh}}{\text{god.}}$$

Isporučena energija za potrebe pripreme PTV-a:

$$E_{del,W} = Q_W \cdot e_{del,x,HW} = 1.157,92 \cdot 1,15 = 1.331,608 \frac{\text{kWh}}{\text{god.}}$$

Ukupna isporučena energija stanu:

$$E_{del} = E_{del,H} + E_{del,W} = 7.614,15 + 1.331,608 = 8.945,758 \frac{\text{kWh}}{\text{god.}}$$

Ukupna primarna energija:

Faktor primarne energije za Daljinska toplina – CTS ZG (kogeneracija)  $f_p = 1,462$  (Tablica 9-1)

$$E_{prim} = E_{del} \cdot f_p = 8.945,758 \cdot 1,462 = 13.078,69 \frac{\text{kWh}}{\text{god.}}$$

$$E''_{prim} = \frac{E_{prim}}{A_K} = \frac{13.078,69}{72,37} = 180,72 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{god.}}$$

Energetski razred stana određen na temelju specifične godišnje primarne energije  $E_{prim}$ : **C**

$E_{prim}$ ( $\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}$ )	STAMBENA		OBITELJSKA		UREDSKA		OBRAZOVNA		BOLNICA		HOTEL I RESTORAN		SPORTSKA DVORANA		TRGOVINA		OSTALE NESTAMBENE	
	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P
Energetski razred																		
A+	$\leq 80$	$\leq 50$	$\leq 45$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 25$	$\leq 55$	$\leq 55$	$\leq 250$	$\leq 250$	$\leq 90$	$\leq 70$	$\leq 210$	$\leq 150$	$\leq 170$	$\leq 150$	$\leq 80$	$\leq 50$
A	$>80$	$>50$	$>45$	$>35$	$>35$	$>25$	$>55$	$>55$	$>250$	$>250$	$>90$	$>70$	$>210$	$>150$	$>170$	$>150$	$>80$	$>50$
B	$\leq 100$	$\leq 75$	$\leq 80$	$\leq 55$	$\leq 55$	$\leq 50$	$\leq 60$	$\leq 58$	$\leq 275$	$\leq 275$	$\leq 110$	$\leq 75$	$\leq 305$	$\leq 160$	$\leq 310$	$\leq 210$	$\leq 115$	$\leq 75$
B	$>100$	$>75$	$>80$	$>55$	$>55$	$>50$	$>60$	$>58$	$>275$	$>275$	$>110$	$>75$	$>305$	$>160$	$>310$	$>210$	$>115$	$>75$
C	$\leq 120$	$\leq 90$	$\leq 115$	$\leq 70$	$\leq 70$	$\leq 65$	$\leq 60$	$\leq 300$	$\leq 300$	$\leq 130$	$\leq 80$	$\leq 400$	$\leq 170$	$\leq 450$	$\leq 280$	$\leq 150$	$\leq 100$	
C	$>120$	$>90$	$>115$	$>70$	$>70$	$>65$	$>60$	$>300$	$>300$	$>130$	$>80$	$>400$	$>170$	$>450$	$>280$	$>150$	$>100$	
D	$\leq 265$	$\leq 220$	$\leq 280$	$\leq 230$	$\leq 100$	$\leq 90$	$\leq 125$	$\leq 120$	$\leq 345$	$\leq 325$	$\leq 160$	$\leq 95$	$\leq 465$	$\leq 225$	$\leq 475$	$\leq 290$	$\leq 280$	$\leq 225$
D	$>265$	$>220$	$>280$	$>230$	$>100$	$>90$	$>125$	$>120$	$>345$	$>325$	$>160$	$>95$	$>465$	$>225$	$>475$	$>290$	$>280$	$>225$
E	$\leq 410$	$\leq 350$	$\leq 445$	$\leq 385$	$\leq 125$	$\leq 110$	$\leq 175$	$\leq 175$	$\leq 395$	$\leq 350$	$\leq 190$	$\leq 110$	$\leq 530$	$\leq 280$	$\leq 495$	$\leq 340$	$\leq 410$	$\leq 350$
E	$>410$	$>350$	$>445$	$>385$	$>125$	$>110$	$>175$	$>175$	$>395$	$>350$	$>190$	$>110$	$>530$	$>280$	$>495$	$>340$	$>410$	$>350$
F	$\leq 515$	$\leq 435$	$\leq 560$	$\leq 485$	$\leq 155$	$\leq 140$	$\leq 220$	$\leq 220$	$\leq 495$	$\leq 440$	$\leq 240$	$\leq 140$	$\leq 665$	$\leq 350$	$\leq 620$	$\leq 425$	$\leq 515$	$\leq 435$
F	$>515$	$>435$	$>560$	$>485$	$>155$	$>140$	$>220$	$>220$	$>495$	$>440$	$>240$	$>140$	$>665$	$>350$	$>620$	$>425$	$>515$	$>435$
G	$\leq 615$	$\leq 520$	$\leq 670$	$\leq 580$	$\leq 190$	$\leq 165$	$\leq 265$	$\leq 265$	$\leq 590$	$\leq 525$	$\leq 290$	$\leq 165$	$\leq 795$	$\leq 415$	$\leq 745$	$\leq 510$	$\leq 615$	$\leq 520$
G	$>615$	$>520$	$>670$	$>580$	$>190$	$>165$	$>265$	$>265$	$>590$	$>525$	$>290$	$>165$	$>795$	$>415$	$>745$	$>510$	$>615$	$>520$

Slika 5-22 Određivanje energetskih razreda pojedine vrste zgrade na temelju specifične godišnje primarne energije za referentne klimatske podatke

Tablica 5-21 Primjeri određivanja energetskih razreda stanova u Zagrebu – zajednički izvor toplinske energije za grijanje i pripremu PTV-a na nivou zgrade

Naziv veličine	Oznaka	Jedinica	STAN 1	STAN 2	STAN 3	STAN 4	STAN 5
Referentni klimatski podaci (K – kontinentalna HR, P – primorska HR)			K	K	K	K	K
Ploština korisne površine	$A_K$	[m <sup>2</sup> ]	72,37	34,19	21,10	28,52	28,52
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje	$Q_{H,nd}$	[kWh/god.]	6.621,00	3.845,00	1.296,00	7.545,00	7.545,00
Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje	$Q''_{H,nd}$	[kWh/(m <sup>2</sup> god.)]	91,49	112,46	61,42	264,55	264,55
<b>Energetski razred zgrade prema <math>Q''_{H,nd}</math></b>			<b>C</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>G</b>	<b>G</b>
Vrsta centralnog izvora toplinske energije za grijanje i pripremu PTV-a			ZAJEDNIČKA TOPLINSKA PODSTANICA	ZAJEDNIČKA KOTLOVNICA na PLIN (prirodni plin, ukapljeni naftni plin)	ZAJEDNIČKA TOPLINSKA PODSTANICA	ZAJEDNIČKA KOTLOVNICA na PLIN (prirodni plin, ukapljeni naftni plin)	ZAJEDNIČKA KOTLOVNICA na BIOMASU - peleti
Broj stanova unutar zgrade			> 3 stana	> 3 stana	> 3 stana	> 3 stana	> 3 stana
Specifična godišnja potrebna toplinska energija za pripremu PTV-a	$Q''_W$	[kWh/(m <sup>2</sup> god.)]	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Faktor utroška isporučene energije za SUC za grijanje i pripremu PTV-a	$e_{del\_x,HW}$	[·]	<b>1,15</b>	<b>1,27</b>	<b>1,15</b>	<b>1,27</b>	<b>1,30</b>
Godišnja potrebna toplinska energija za pripremu PTV-a	$Q_W$	[kWh/god.]	1.157,92	547,04	337,60	456,32	456,32
Ukupna godišnja isporučena energija za grijanje i pripremu PTV-a	$E_{del}$	[kWh/god.]	8.945,76	5.577,89	1.878,64	10.161,68	10.401,72
<b>Faktor primarne energije</b>	$f_p$	[·]	<b>1,462</b>	<b>1,095</b>	<b>1,462</b>	<b>1,095</b>	<b>0,123</b>
Godišnja primarna energija	$E_{prim}$	[kWh/god.]	13.078,70	6.107,79	2.746,57	11.127,04	1.279,41
Specifična godišnja primarna energija	$E_{prim}$	[kWh/(m <sup>2</sup> god.)]	180,72	178,64	130,17	390,15	44,86
<b>Energetski razred zgrade prema <math>E_{prim}</math></b>			<b>C</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>A+</b>

### 5.6.3. Proračun do primarne energije u slučaju korištenja ručno loženih pojedinačnih peći na drva

Prema europskim normama proračun sustava za proizvodnju topline izgaranjem biomase se provodi prema normi HRN EN 15316-4-7 (*Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4.7: Sustavi za proizvodnju topline izgaranjem biomase*). Norma daje način proračuna sustava za proizvodnju topline izgaranjem biomase za slijedeća dva slučaja:

- automatska dobava goriva (kotlovi/peći na pelete/sječku) (engl. boilers with automatic stocking),
- ručno loženje (pojedinačne peći/kotlovi na cjepanice) (engl. boilers with stocking by hand).

Proračun automatski loženih kotlova na biomasu prema normi HRN EN 15316-4-7 je sličan proračunu kotlova na fosilna goriva (plin, loživo ulje) prema HRN EN 15316-4-1. Algoritmom je preuzet proračun automatski loženih kotlova na biomasu prema HRN EN 15316-4-7 odnosno prema HRN EN 15316-4-1, no u Algoritmu nije riješen proračun do isporučene energije u slučaju korištenja ručno loženih pojedinačnih peći/kotlova nadrvnu biomasu.

U slučaju korištenja ručno loženih pojedinačnih peći – kamina predlaže se slijedeće:

- proračun godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{H,nd}$ ,
- određivanje stupnja djelovanja kod nazivnog učina  $\eta$  ili se može odrediti godišnji stupanj djelovanja prema poglaviju 8.3.1.3 ),
- određivanje potrebne godišnje isporučene energije pomoću drvnih cjepanica prema izrazu:

$$Q_H = \frac{Q_{H,nd}}{\eta}$$

- određivanje godišnje potrošnje drvnih cjepanica prema izrazu:

$$m_G = \frac{Q_H}{H_d} = \frac{Q_{H,nd}}{\eta \cdot H_d} \quad \left[ \frac{\text{kg}}{\text{god.}} \right]$$

- određivanje godišnje primarne energije  $E_{\text{prim}}$

gdje je:

$H_d$  – donja ogrjevna vrijednost goriva, [kWh/kg]

**PRIMJER 5.25: Određivanje podatka iz energetskog certifikata Osnovne škole u kontinentalnom dijelu Hrvatske – pojedinačne peći na drva**

**Osnovna škola u kontinentalnom dijelu Hrvatske**, se u dijelu površine (ZONA 1 – grijani dio s pećima) u iznosu od  $435 \text{ m}^2$  grije decentralno s ukupno 6 pojedinačnih peći na drva ukupne snage 28 kW. Preostali dio škole (ZONA 2 – bez ugrađenog sustava grijanja – buduća namjena škole) neto površine  $515 \text{ m}^2$  se ne grije te nema ugrađen nikakav sustav grijanja. U školi su ugrađena i dva električna akumulacijska spremnika potrošne tople vode. Sustav hlađenja i ventilacije ne postoji. Prikupljeni podaci o 6 pojedinačnih peći dani su tablično:

Redni broj	Prostor u kojem se nalazi peć	Proizvođač	Model	Snaga [kW]	Stupanj djelovanja [%]	Godina
1	Kuhinja	ALFA PLAM	REGULAR 46	<b>5,00</b>	74,40	2015.
2	Zbornica	-	-	4,00	-	-
3	Učionica 1. i 3. razreda	-	-	5,00	-	-
4	Učionica 2. razreda	-	-	5,00	78,50	-
5	Učionica 4. razreda	THORMA Vyroba k.s. FILAKOVO	FIKOTERM 2U4P	<b>4,00</b>	-	2003.
6	Dvorana za tjelovježbu	-	-	<b>5,00</b>	78,50	-
<b>UKUPNO:</b>				<b>28,00</b>		



Slika 5-23 Pojedinačne peći na drva – izvori toplinske energije za Osnovnu školu

**Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje** za referentne klimatske podatke i propisani režim rada grijanja ( $20^\circ\text{C}$ , tijekom 14 h/danu, 5 dana/tjedno) iznosi:

ZONA 1 (grijani dio s pećima)  $\rightarrow Q_{H,nd} = 80.809,00 \text{ kWh/god.}$

ZONA 2 (bez ugrađenog sustava grijanja)  $\rightarrow Q_{H,nd} = 106.754,00 \text{ kWh/god.}$

**Godišnja potrebna energija za rasvjetu** za referentne vrijednosti okupiranosti zgrade (10 sati/dan) iznosi:

ZONA 1 (grijani dio s pećima)  $\rightarrow E_L = 4.246 \text{ kWh/god.}$

ZONA 2 (bez ugrađenog sustava grijanja)  $\rightarrow E_L = 4.055 \text{ kWh/god.}$

Donja ogrjevna vrijednost drvnih cjepanica  $H_d = 4,4 \text{ kWh/kg}$ . Nasipna gustoća iznosi  $381,43 \text{ kg/prostorni m}^3$ .

Potrebno je odrediti:

- godišnju potrebnu isporučenu energiju s drvnim cjepanicama  $\text{kWh/god.}$ ,
- godišnju količinu drvnih cjepanica u prostorni  $\text{m}^3/\text{god.}$ ,

- ukupnu godišnju isporučenu energiju u kWh/god.,
- godišnju specifičnu godišnju primarnu energiju,
- energetski razred osnovne škole.

Prema Algoritmu potrošnja PTV-a za potrebe škole (izobrazba) se ne uzima u obzir! Što znači da ostaje samo izračun godišnje isporučene energije u obliku drvnih cjepanica za potrebe grijanja prostora.

S obzirom da nije poznat stupanj djelovanja za svaku peć, računa se **prosječni stupanj djelovanja** za tri pojedinačne peći (za koje su poznati stupnjevi djelovanja) (ukoliko stupanj djelovanja nije poznat, potrebno ga je pretpostaviti!):

$$\eta = \frac{5 \cdot 74,40 + 5 \cdot 78,50 + 5 \cdot 78,50}{5 + 5 + 5} = 77,13 \%$$

Proračun se radi za svaku zonu zasebno. U nastavku je prikazan izračun za ZONU 1, na isti način se provodi proračun za ZONU 2.

#### ZONA 1

Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje:

$$Q''_{H,nd} = \frac{Q_{H,nd}}{A_K} = \frac{80.809,00}{435} = 185,77 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{god.}}$$

Godišnja potrebna isporučena energija sustavu grijanja:

$$Q_H = \frac{Q_{H,nd}}{\eta} = \frac{80.809,00 \frac{\text{kWh}}{\text{god.}}}{0,7713} = 104.769,87 \frac{\text{kWh}}{\text{god.}}$$

$$Q''_H = \frac{Q_H}{A_K} = \frac{104.769,87 \frac{\text{kWh}}{\text{god.}}}{435} = 240,85 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{god.}}$$

Godišnja potrebna količina drvnih cjepanica u kg/god.:

$$m_G = \frac{Q_H}{H_d} = \frac{104.769,87 \frac{\text{kWh}}{\text{god.}}}{4,4 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}}} = 23.811,33 \frac{\text{kg}}{\text{god.}}$$

Godišnja potrebna količina drvnih cjepanica u prostornim m<sup>3</sup>/god.:

$$\frac{23.811,33 \frac{\text{kg}}{\text{god.}}}{381,43 \frac{\text{kg}}{\text{prostorni m}^3}} = 62,43 \frac{\text{prostorni m}^3}{\text{god.}}$$

Ukupna godišnja isporučena energija E<sub>del</sub>:

$$E_{del} = Q_H + E_L = 104.769,87 \frac{\text{kWh}}{\text{god.}} + 4.246 \frac{\text{kWh}}{\text{god.}} = 109.015,87 \frac{\text{kWh}}{\text{god.}}$$

Ukupna specifična godišnja primarna energije  $E_{\text{prim}}$ :

Prema Tablica 9-1 faktori primarne energije:

Energent	Faktor primarne energije [-]
Ogrjevno drvo	1,000
Električna energija	1,614

$$E_{\text{prim}} = Q_H + E_L = 104.769,87 \frac{\text{kWh}}{\text{god.}} \cdot 1,000 + 4.246 \frac{\text{kWh}}{\text{god.}} \cdot 1,614 = 111.622,91 \frac{\text{kWh}}{\text{god.}}$$

$$\frac{E_{\text{prim}}}{A_K} = \frac{111.622,91 \frac{\text{kWh}}{\text{god.}}}{435 \text{ m}^2} = 256,60 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ god.}}$$

Rezultati proračuna prikazani su pregledno tablično.

Tablica 5-22 Primjeri određivanja energetskog razreda Osnovne škole u kontinentalnom dijelu Hrvatske – pojedinačne peći na ogrjevno drvo za grijanje u dijelu prostora škole

Naziv veličine	Oznaka	Jedinica	GRIJANA ZONA	NEGRIJANA ZONA	UKUPNO
Referentni klimatski podaci			Kontinentalna HR		
Ploština korisne površine	$A_K$	[m <sup>2</sup> ]	435,00	515,00	950,00
Gorivo			ogrjevno drvo	ogrjevno drvo	
Donja ogrjevna vrijednost goriva	$H_d$	[kWh/kg]	4,4	4,4	
Nasipna gustoća		[kg/prostorni m <sup>3</sup> ]	381,43	381,43	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje	$Q_{H,\text{nd}}$	[kWh/god.]	80.809,00	106.754,00	<b>187.563,00</b>
Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje	$Q''_{H,\text{nd}}$	[kWh/(m <sup>2</sup> god.)]	185,77	207,29	<b>197,43</b>
<b>Energetski razred zgrade prema <math>Q''_{H,\text{nd}}</math></b>			<b>E</b>	<b>F</b>	<b>E</b>
Godišnja energija za rasvjetu	$E_L$	[kWh/god.]	4.246,00	4.055,00	<b>8.301,00</b>
Specifična godišnja energija za rasvjetu		[kWh/(m <sup>2</sup> god.)]	9,76	7,87	<b>8,74</b>
Prosječni stupanj djelovanja peći	$\eta$	[-]	0,7713	–	
Faktor utroška isporučene energije za penalizaciju zbog nepostojanja sustava grijanja	$e_{\text{del\_p,HW}}$	[-]	1,30	<b>1,25</b>	
Godišnja isporučena energija sustavu grijanja	$E_{\text{del,H}}$	[kWh/god.]	104.769,87	133.442,50	<b>238.212,37</b>
Specifična godišnja isporučena energija sustavu grijanja	$E_{\text{del,H}}$	[kWh/(m <sup>2</sup> god.)]	240,85	259,11	<b>250,75</b>
Godišnja potrebna količina goriva	$m_G$	[kg/god.]	23.811,33	30.327,84	<b>54.139,17</b>
		[prostorni m <sup>3</sup> /god.]	62,43	79,51	<b>141,94</b>
Ukupna godišnja isporučena energija	$E_{\text{del}}$	[kWh/god.]	109.015,87	137.497,50	<b>246.513,37</b>
Ukupna specifična godišnja isporučena energija	$E_{\text{del}}$	[kWh/(m <sup>2</sup> god.)]	250,61	266,99	<b>259,49</b>
Faktor primarne energije - ogrjevno drvo	$f_p$	[-]	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	
Faktor primarne energije - električna energija	$f_p$	[-]	1,614	1,614	
Godišnja primarna energija	$E_{\text{prim}}$	[kWh/god.]	111.622,91	139.987,27	251.610,18
Specifična godišnja primarna energija	$E_{\text{prim}}$	[kWh/(m <sup>2</sup> god.)]	256,60	271,82	264,85
<b>Energetski razred zgrade prema <math>E_{\text{prim}}</math></b>			<b>F</b>	<b>G</b>	<b>F</b>

Energetski razred određen na temelju specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje

$Q''_{H,\text{nd}} \rightarrow \mathbf{E}$

**5. PRORAČUN DO PRIMARNE ENERGIJE I ODREĐIVANJE ENERGETSKOG RAZREDA**

Energetski razred stana određen na temelju specifične godišnje primarne energije  $E_{\text{prim}}$ : **F**

**NAPOMENA:** ZONA 2 se penalizira, jer nema ugrađen sustav grijanja!

<b><math>E_{\text{prim}}</math> (kWh/m<sup>2</sup>a)</b>	STAMBENA		OBITELJSKA		UREDSKA		OBRAZOVNA		BOLNICA		HOTEL I RESTORAN		SPORTSKA DVORANA		TRGOVINA		OSTALE NESTAMBENE	
	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P
Energetski razred																		
<b>A+</b>	≤ 80	≤ 50	≤ 45	≤ 35	≤ 35	≤ 25	≤ 55	≤ 55	≤ 250	≤ 250	≤ 90	≤ 70	≤ 210	≤ 150	≤ 170	≤ 150	≤ 80	≤ 50
	>80	>50	>45	>35	>35	>25	>55	>55	>250	>250	>90	>70	>210	>150	>170	>150	>80	>50
<b>A</b>	≤ 100	≤ 75	≤ 80	≤ 55	≤ 55	≤ 50	≤ 60	≤ 58	≤ 275	≤ 275	≤ 110	≤ 75	≤ 305	≤ 160	≤ 310	≤ 210	≤ 115	≤ 75
	>100	>75	>80	>55	>55	>50	>60	>58	>275	>275	>110	>75	>305	>160	>310	>210	>115	>75
<b>B</b>	>100	>90	>115	>70	>70	>70	>65	>60	>300	>300	>130	>80	>400	>170	>450	>280	>150	>100
	≤ 120	≤ 90	≤ 115	≤ 70	≤ 70	≤ 70	≤ 65	≤ 60	≤ 300	≤ 300	≤ 130	≤ 80	≤ 400	≤ 170	≤ 450	≤ 280	≤ 150	≤ 100
<b>C</b>	>120	>90	>115	>70	>70	>70	>65	>60	>300	>300	>130	>80	>400	>170	>450	>280	>150	>100
	≤ 265	≤ 220	≤ 280	≤ 230	≤ 100	≤ 90	≤ 125	≤ 120	≤ 345	≤ 325	≤ 160	≤ 95	≤ 465	≤ 225	≤ 475	≤ 290	≤ 280	≤ 225
<b>D</b>	>265	>220	>280	>230	>100	>90	>125	>120	>345	>325	>160	>95	>465	>225	>475	>290	>280	>225
	≤ 410	≤ 350	≤ 445	≤ 385	≤ 125	≤ 110	≤ 175	≤ 175	≤ 395	≤ 350	≤ 190	≤ 110	≤ 530	≤ 280	≤ 495	≤ 340	≤ 410	≤ 350
<b>E</b>	>410	>350	>445	>385	>125	>110	>175	>175	>395	>350	>190	>110	>530	>280	>495	>340	>410	>350
	≤ 515	≤ 435	≤ 560	≤ 485	≤ 155	≤ 140	≤ 220	≤ 220	≤ 495	≤ 440	≤ 240	≤ 140	≤ 665	≤ 350	≤ 620	≤ 425	≤ 515	≤ 435
<b>F</b>	>515	>435	>560	>485	>155	>140	>220	>220	>495	>440	>240	>140	>665	>350	>620	>425	>515	>435
	≤ 615	≤ 520	≤ 670	≤ 580	≤ 190	≤ 165	≤ 265	≤ 265	≤ 590	≤ 525	≤ 290	≤ 165	≤ 795	≤ 415	≤ 745	≤ 510	≤ 615	≤ 520
<b>G</b>	>615	>520	>670	>580	>190	>165	>265	>265	>590	>525	>290	>165	>795	>415	>745	>510	>615	>520

*Slika 5-24 Određivanje energetskih razreda pojedine vrste zgrade na temelju specifične godišnje primarne energije za referentne klimatske podatke*

## 5.7. Definicija udjela obnovljivih izvora energije

Na drugoj stranici energetskog certifikata zgrade potrebno je unijeti slijedeća dva podataka vezana za korištenje obnovljivih izvora energije na lokaciji zgrade:

- **udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava u [%],**
- **udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava u [%].**

KORIŠTENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE NA LOKACIJI ZGRADE	
Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava [%]	
Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava [%]	

Slika 5-25 Dio druge stranice energetskog certifikata – udio obnovljivih izvora energije

**Energetski razred zgrade** se određuje na temelju specifične godišnje potrebne energije za grijanje  $Q''_{H,nd}$  i specifične godišnje primarne energije  $E_{prim}$  za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim rada tehničkih sustava.

Udjeli obnovljivih izvora energije na drugoj stranici energetskog certifikata računaju se za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim rada tehničkih sustava!

Prilikom proračuna primarne energije za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada tehničkih sustava te određivanja energetskog razreda za svaku vrstu zgrade prema *Pravilniku* (obiteljske kuće, višestambene zgrade, uredske zgrade, zgrade za obrazovanje, bolnice, hoteli i restorani, sportske dvorane, zgrade trgovine) uzimaju se u obzir samo oni točno određeni sustavi naznačeni u tablici (Tablica 5-18).

Prilikom izračuna udjela obnovljivih izvora energije za potrebe energetskog certifikata (podaci na drugoj stranici energetskog certifikata) uzimaju se također u obzir samo oni točno određeni sustavi naznačeni u tablici (Tablica 5-23) za pojedinu vrstu zgrade (zbog njezine važnosti tablica se navodi još jednom u ovom poglavlju).

Tablica 5-23 Definirani tehnički sustavi za proračun do primarne energije za referentne klimatske podatke za pojedine vrste zgrade

	Vrsta zgrade	SUSTAV GRIJANJA	SUSTAV HLAĐENJA	SUSTAV PRIPREME PTV-a	SUSTAV MEH.VENTILACIJA I KLIMATIZACIJE	SUSTAV RASVJETE
1	Obiteljske kuće	DA	NE	DA	Uzima se u obzir ukoliko postoji	NE <sup>2</sup>
2	Višestambene zgrade	DA	NE	DA		NE <sup>1</sup>
3	Uredske zgrade	DA	DA	NE		DA
4	Zgrade za obrazovanje	DA	NE	NE		DA
5	Bolnice	DA	DA	DA		DA
6	Hoteli i restorani	DA	DA	DA		DA
7	Sportske dvorane	DA	DA	DA		DA
8	Zgrade trgovine	DA	DA	NE		DA
9	Ostale nestambene zgrade	DA	NE	NE		DA

Prilikom izračuna udjela obnovljivih izvora energije za stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja i režim rada tehničkih sustava, uzimaju se u obzir svi termotehnički sustavi ugrađeni u promatranoj zgradi ili samostalnoj uporabnoj cjelini.

*Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15)*

**Energija iz obnovljivih izvora** jest energija iz obnovljivih nefosilnih izvora tj. energija vjetra, sunčeva energija, aerotermalna, geotermalna, hidrotermalna energija i energija mora, hidroenergija, biomasa, deponijski plin, plin iz postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda i bioplínovi.

**Tehnički sustav** je tehnička oprema za grijanje, hlađenje, ventilaciju, klimatizaciju, pripremu potrošne tople vode, sustav rasvjete te sustav automatizacije i upravljanja zgrade ili samostalne uporabne cjeline zgrade ili kombinacije navedenog.

**Termotehnički sustav** je tehnička oprema za grijanje, hlađenje, ventilaciju, klimatizaciju i pripremu potrošne tople vode zgrade ili samostalne uporabne cjeline.

Primjeri proizvodnje obnovljive energije na lokaciji zgrade (engl. on-site renewable energy):

- solarni kolektori – prikupljaju dozračenu Sunčevu energiju i pretvaraju je u toplinsku energiju (za potrebe grijanja, pripreme potrošne tople vode, solarnog hlađenja, ...),
- fotanaponske ćelije – prikupljaju dozračenu Sunčevu energiju i pretvaraju je u električnu energiju,

<sup>2</sup> prema *Pravilniku* kod obiteljskih kuća i stambenih zgrada u primarnu energiju ne ulazi energija za rasvjetu!

- dizalice topline – uzimaju toplinsku energiju iz okoline (zrak, voda, tlo), koja se smatra obnovljivim izvorom energije, te ju korištenjem dodatne energije (rada) prebacuju u sustav grijanja/pripreme potrošne tople vode,
- biomasa (peleti, sječka),
- vjetroturbine – pretvaraju energiju vjetra u električnu energiju.

Električna energija isporučena zgradi za rad tehničkih sustava zgrade se promatra kompletno kao neobnovljiva električna energija (neovisno o tome da li je proizvedena npr. iz termoelektrana, vjetroelektrana ili hidroelektrana).

Pod uvjetom da zgrada ne izvozi energiju, energetska bilanca zgrade glasi (posebna bilanca za toplinsku i posebna za električnu energiju):

$$\text{ISPORUČENA ENERGIJA} + \text{OIE na lokaciji} = \text{POTREBNA ENERGIJA zgrade}$$

$$E_{\text{del,t}} + E_{\text{ren,t}} = E_{\text{us,t}}$$

$$E_{\text{del,el}} + E_{\text{ren,el}} = E_{\text{us,el}}$$

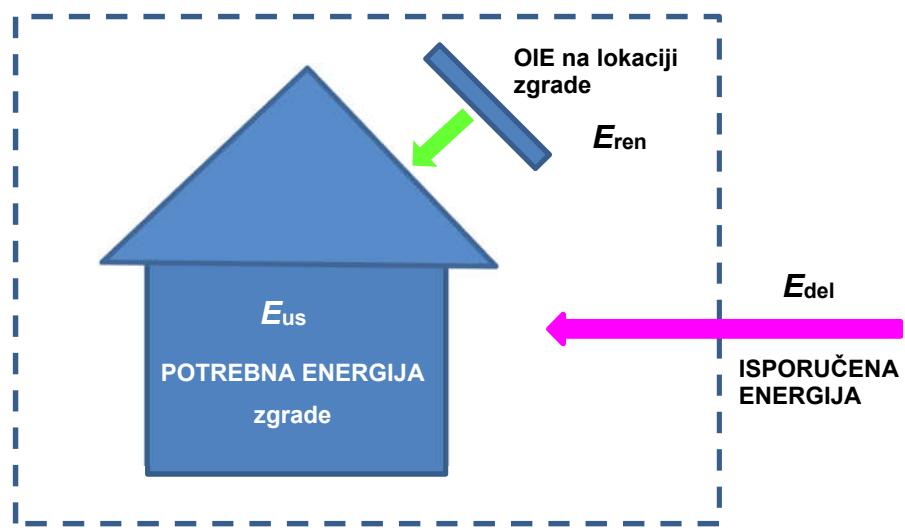
gdje su:

$E_{\text{del}}$  – isporučena energija na lokaciju zgrade, [kWh/god.]

$E_{\text{ren}}$  – obnovljiva energija proizvedena na lokaciji zgrade, [kWh/god.]

$E_{\text{us}}$  – ukupna energija za potrebe zgrade – potrebna energija zgrade, [kWh/god.]

Indeks t označava toplinsku energiju, a indeks el električnu energiju.



Slika 5-26 Energetska bilanca zgrade (nema izvoza energije iz zgrade)

Kad je proizvodnja obnovljivih izvora na lokaciji zgrade veća od opterećenja same zgrade, višak proizvedene energije iz obnovljivih izvora energije moraći u izvoz. Energetska bilanca u tom slučaju glasi:

ISPORUČENA ENERGIJA + OIE na lokaciji = POTREBNA ENERGIJA + IZVEZENA ENERGIJA

$$E_{\text{del,t}} + E_{\text{ren,t}} = E_{\text{us,t}} + E_{\text{exp,t}}$$

$$E_{\text{del,el}} + E_{\text{ren,el}} = E_{\text{us,el}} + E_{\text{exp,el}}$$

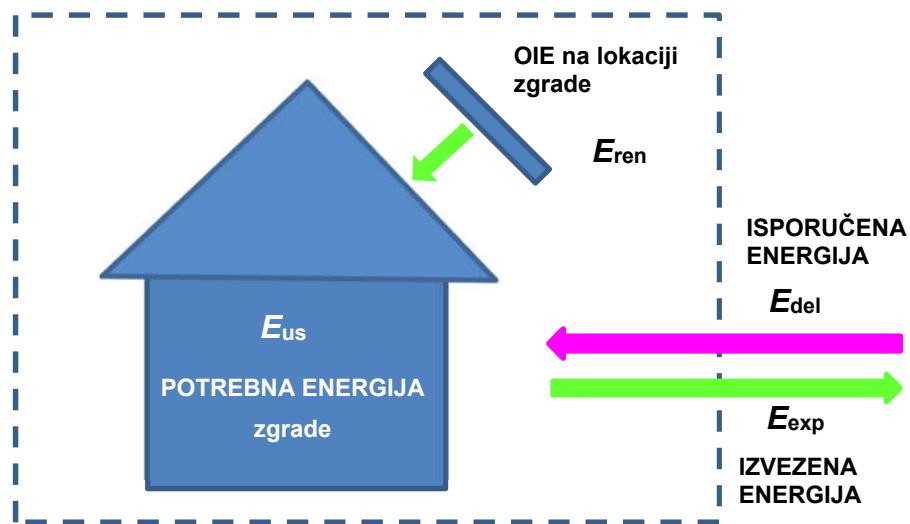
gdje su:

$E_{\text{del}}$  – isporučena energija na lokaciju zgrade, [kWh/god.]

$E_{\text{ren}}$  – obnovljiva energija proizvedena na lokaciji zgrade, [kWh/god.]

$E_{\text{us}}$  – ukupna energija za potrebe zgrade – potrebna energija zgrade, [kWh/god.]

$E_{\text{exp}}$  – izvezena energija, [kWh/god.]



Slika 5-27 Energetska bilanca zgrade

Općenita definicija udjela obnovljivih izvora energije:

$$r_{\text{ren}} = \frac{\text{OIE}}{\text{potrebna energija}}$$

Udio obnovljivih izvora energije se može definirati kao omjer obnovljive energije proizvedene na lokaciji zgrade (npr. solarni kolektori, fotonapon, dizalica topline) i/ili obnovljive energije isporučene zgradi (npr. biomasa, biopljin) i ukupne potrebne energije zgrade!

**Obnovljiva energija, proizvedena na samoj lokaciji zgrade** (npr. solarni kolektori, dizalica topline), **smanjuje potrebnu količinu isporučene energije zgradi izračunatu prema Algoritmu u termotehničkim sustavima!**

Obnovljiva goriva (npr. biomasa, biopljin) predstavljaju obnovljivi dio isporučene energije zgradi te ne umanjuje isporučenu energiju zgradi.

Električna energija proizvedena fotonaponskim sustavom predstavlja obnovljivu energiju proizvedenu na lokaciji zgrade, te umanjuje isporučenu energiju zgradi.

Ukupno isporučena energija zgradi za rad tehničkih sustava tj. za grijanje, pripremu PTV-a, hlađenje i rasvjetu je definirana kao:

$$E_{\text{del,uk}} = E_{\text{del,HW}} + E_{\text{del,aux}} + E_{\text{del,C}} + E_L \quad [\text{kWh}]$$

Pri tome je ukupno isporučena energija za rad termotehničkih sustava  $E_{\text{del}}$ :

$$E_{\text{del}} = E_{\text{del,HW}} + E_{\text{del,aux}} + E_{\text{del,C}} \quad [\text{kWh}]$$

gdje su:

$E_{\text{del,HW}}$  – ukupno isporučena toplinska energija za grijanje i pripremu PTV-a, [kWh]

$E_{\text{del,aux}}$  – ukupno isporučena električna energija za pogon pomoćnih uređaja, [kWh]

$E_{\text{del,C}}$  – ukupno isporučena električna energija za hlađenje prostora, [kWh]

$E_L$  – ukupno isporučena električna energija za rasvjetu, [kWh]

Kada se koristi toplovodni kotao i kogeneracijski modul  $E_{\text{del,HW}}$  se računa prema

$$E_{\text{del,HW}} = Q_{\text{HW,gen,in}} + Q_{\text{chp,in}} \quad [\text{kWh}]$$

gdje se:

$Q_{\text{HW,gen,in}}$  – isporučena toplinska energija gorivom u toplovodni kotao, [kWh]

$Q_{\text{chp,in}}$  – isporučena toplinska energija gorivom u sustav kogeneracije, [kWh]

Kod sustava samo s dizalicom topline  $E_{\text{del,HW}}$  se računa prema:

$$E_{\text{del,HW}} = E_{\text{HW,hp,in}} + E_{\text{del,grij}} \quad [\text{kWh}]$$

gdje su:

$E_{\text{HW,hp,in}}$  – električna energija za pogon dizalice topline (kompresor) za grijanje i pripremu PTV-a, [kWh]

$E_{\text{del,grij}}$  – električna energija za pomoćni grijач, [kWh]

U slučaju kada se na lokaciji zgrade proizvodi električna energija sustavom kogeneracije ili fotonaponskim sustavom, ukupno isporučena energija zgradi za grijanje, pripremu PTV-a i hlađenje i rasvjetu se računa prema:

$$E_{\text{del,uk}} = E_{\text{del}} + E_L - E_{\text{chp,el}} \quad [\text{kWh}]$$

$$E_{\text{del,uk}} = E_{\text{del}} + E_L - E_{\text{PV}} \quad [\text{kWh}]$$

$E_{\text{chp,el}}$  – proizvedena električna energija sustavom kogeneracije, [kWh]

$E_{\text{PV}}$  – proizvedena električna energija fotonaponskim sustavom, [kWh]

**Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava** definiran je:

$$r_{\text{ren\_teh}} = \left( \frac{E_{\text{ren}} + E_{\text{ren1}}}{E_{\text{ren}} + E_{\text{del}} + E_L} \right) \cdot 100$$

**Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava** definiran je:

$$r_{\text{ren\_termo}} = \left( \frac{E_{\text{ren}} + E_{\text{ren1}}}{E_{\text{ren}} + E_{\text{del}}} \right) \cdot 100$$

gdje su:

**$E_{\text{ren}}$**  – obnovljiva energija proizvedena na lokaciji zgrade koja umanjuje isporučenu energiju zgradi (npr. solarni kolektori, dizalice topline), [kWh/god.] → stavlja se i u nazivnik jer umanjuje potrebnu isporučenu energiju zgradi, tj. nije sadržana u  $E_{\text{del}}$  !

$$E_{\text{ren}} = E_{\text{sol,renew}} + E_{\text{PV}} + E_{\text{HW,hp,renew,in}}$$

gdje je

$E_{\text{sol,renew}}$  – ukupna korisna obnovljiva energija prikupljena solarnim sustavom, proračun prema *Algoritmu za sustave grijanja i pripreme PTV-a*, [kWh]

$E_{\text{PV}}$  – ukupna korisna obnovljiva energija prikupljena fotonaponskim sustavom, proračun prema *Algoritmu za sustave grijanja i pripreme PTV-a*, [kWh]

$E_{\text{HW,hp,renew,in}}$  – obnovljiva energija prikupljena na isparivaču dizalice topline, proračun prema *Algoritmu za sustave grijanja i pripreme PTV-a*, [kWh]

**$E_{\text{ren1}}$**  – obnovljiva energija isporučena zgradama (npr. **drvna biomasa, bioplín**), koja ne umanjuje isporučenu energiju zgradi [kWh/god.] → ne stavlja se u nazivnik jer ne umanjuje potrebnu isporučenu energiju zgradi, tj. već je sadržana u  $E_{\text{del}}$  !

$$E_{\text{ren1}} = Q_{\text{gen,HW,in}}$$

gdje je

$Q_{\text{gen,HW,in}}$  - isporučena toplinska energija biomasom u toplovodni kotao, [kWh]

**$E_L$**  – ukupna električna energija za rasvjetu, [kWh/god.]

## PRIMJER 5.26: Određivanje udjela obnovljivih izvora energije za potrebe energetskog certifikata – sportski klub u Zagrebu – solarni kolektori

**Sportski klub u Zagrebu**, ploštine korisne površine zgrade 874 m<sup>2</sup>, ima centralni sustav grijanja i pripreme potrošne tople vode preko centralne kotlovnice na prirodni plin. Hlađenje prostora je izvedeno decentralno pomoću ukupno 11 pojedinačnih split klima uređaja. Za pripremu potrošne tople vode ugrađeno je ukupno **6 solarnih pločastih kolektora**. Ulazni podaci o godišnjoj potrošnji prirodnog plina (za grijanje i PTV), te električne energije (pomoćna energija za grijanje i PTV, hlađenje, rasvjeta) dani su tablično:

Sustav	Izvedba sustava	Energent	Oznaka	Godišnja potrošnja [kWh/god.]	Specifična godišnja potrošnja [kWh/(m <sup>2</sup> ·god.)]
Grijanje + PTV	dva plinska kondenzacijska kotla	prirodni plin	$Q_{H,gen,in} + Q_{W,gen,in}$	102.969,72	117,81
		električna energija	$W_{H,aux} + W_{W,aux}$	475,00	0,54
		prirodni plin + električna energija	$E_{H,del} + E_{W,del}$	103.444,72	118,36
Hlađenje	split klima uređaji	električna energija	$E_{C,del}$	4.669,00	5,34
Grijanje + PTV + hlađenje		prirodni plin + električna energija	$E_{del} = E_{H,del} + E_{W,del} + E_{C,del}$	<b>108.113,72</b>	<b>123,70</b>
PTV	<b>solarni kolektori</b>	Sunčev zračenje	<b><math>E_{ren}</math></b>	<b>30.899,87</b>	35,35
Rasvjeta	rasvjetna tijela	električna energija	<b><math>E_L</math></b>	<b>14.627,12</b>	<b>16,74</b>

Potrebno je odrediti:

- udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava,
- udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava.



Slika 5-28 Solarni kolektori za pripremu potrošne tople vode za potrebe sportskog kluba

Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava:

$$r_{ren\_teh} = \left( \frac{E_{ren} + E_{ren1}}{E_{ren} + E_{del} + E_L} \right) \cdot 100 = \left( \frac{30.899,87}{30.899,87 + 108.113,72 + 14.627,12} \right) \cdot 100 = 20,1 \%$$

Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava:

$$r_{ren\_termo} = \left( \frac{E_{ren} + E_{ren1}}{E_{ren} + E_{del}} \right) \cdot 100 = \left( \frac{30.899,87}{30.899,87 + 108.113,72} \right) \cdot 100 = 22,2 \%$$

**PRIMJER 5.27: Određivanje udjela obnovljivih izvora energije za potrebe energetskog certifikata – osnovna škola u kontinentalnom dijelu Hrvatske – drvna biomasa**

**Osnovna škola u kontinentalnom dijelu Hrvatske**, ploštine korisne površine zgrade 950 m<sup>2</sup>, ima izведен decentralni sustav grijanja preko **6 pojedinačnih peći na drva** ukupne snage 28 kW (ne grijе se cijeli prostor škole!) i decentralni sustav pripreme potrošne tople vode preko dva električna akumulacijska spremnika. Sustav hlađenja i ventilacije ne postoji. Ulazni podaci o godišnjoj potrošnji ogrjevnog drva (za grijanje), te električne energije (PTV, rasvjeta) dani su tablično:

Sustav	Izvedba sustava	Energent	Oznaka	Godišnja potrošnja [kWh/god.]	Specifična godišnja potrošnja [kWh/(m <sup>2</sup> .god.)]
Grijanje	pojedinačne peći	ogrjevno drvo	$E_{H,\text{del}} = E_{\text{ren}1}$	<b>46.432,75</b>	48,88
PTV	el. aku. spremnik	električna energija	$E_{W,\text{del}}$	960,00 = 0 <sup>3</sup>	1,01
Grijanje + PTV		ogrjevno drvo + el. energija	$E_{\text{del}} = E_{H,\text{del}} + E_{W,\text{del}}$	46.432,75	49,89
Rasvjeta	rasvjetna tijela	električna energija	$E_L$	<b>1.704,00</b>	<b>1,79</b>

Potrebno je odrediti:

- udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava,
- udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava.



*Slika 5-29 Pojedinačne peći na drva – izvori toplinske energije za osnovnu školu*

Kod zgrada za obrazovanje sustav pripreme PTV-a se ne uzima u obzir prilikom izračuna udjela obnovljivih izvora energije za potrebe energetskog certifikata! (Tablica 5-23)

Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava:

$$r_{\text{ren\_teh}} = \left( \frac{E_{\text{ren}} + E_{\text{ren}1}}{E_{\text{ren}} + E_{\text{del}} + E_L} \right) \cdot 100 = \left( \frac{0 + 46.432,75}{0 + 46.432,75 + 1.704} \right) \cdot 100 \cong 96,5 \%$$

Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava:

$$r_{\text{ren\_termo}} = \left( \frac{E_{\text{ren}} + E_{\text{ren}1}}{E_{\text{ren}} + E_{\text{del}}} \right) \cdot 100 = \left( \frac{0 + 46.432,75}{0 + 46.432,75} \right) \cdot 100 = 100,0 \%$$

<sup>3</sup> Kod zgrada za obrazovanje sustav pripreme PTV-a se ne uzima u obzir prilikom izračuna udjela obnovljivih izvora energije za potrebe izrade energetskog certifikata!

### PRIMJER 5.28: Određivanje udjela obnovljivih izvora energije za potrebe energetskog certifikata – uredska zgrada u Osijeku – dizalica topline i fotonaponske ćelije

**Uredska zgrada u Osijeku**, ploštine korisne površine zgrade 1.069,52 m<sup>2</sup>, ima izведен centralni sustav grijanja/hlađenja/pripreme potrošne tople vode preko dizalice topline sa zrakom kao izvorom toplinske energije. U prostoru zgrade je ugrađeno ukupno 7 podstropnih ventilacijskih komora s ugrađenim rekuperatorom. Na krovu zgrade je projektiran fotonaponski sustav snage 168 kom. x 250 W/kom. = 42 kW. Ulazni podaci o godišnjoj potrošnji električne energije (za grijanje, hlađenje, ventilaciju, pomoćne uređaje, rasvjetu), te o električnoj energiji proizvedenoj fotonaponskim sustavom dani su tablično:

Sustav	Izvedba sustava	Energent	Oznaka	Godišnja potrošnja [kWh/god.]	Specifična godišnja potrošnja [kWh/(m <sup>2</sup> ·god.)]
Grijanje	dizalica topline	električna energija	$E_{H,del}$	14.237,13	13,31
Hlađenje	dizalica topline	električna energija	$E_{C,del}$	5.692,22	5,32
Grijanje + hlađenje	pomoći uređaji	električna energija	$W_{aux}$	14.694,22	13,74
Grijanje + hlađenje	dizalica topline	električna energija	$E_{del} = E_{H,del} + E_{C,del} + W_{aux}$	<b>34.623,57</b>	32,37
Grijanje	dizalica topline	toplina zraka	$E_{ren}$	29.146,79	27,25
Fotonaponski sustav	fotonaponski sustav	električna energija	$E_{ren1}$	45.900,00	42,92
Rasvjeta	rasvjetna tijela	električna energija	$E_L$	<b>21.390,40</b>	20,00

Potrebno je odrediti:

- udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava,
- udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava.



Slika 5-30 Dizalica topline i fotonaponska ćelija

Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava:

$$r_{ren\_teh} = \left( \frac{E_{ren} + E_{ren1}}{E_{ren} + E_{del} + E_L} \right) \cdot 100 = \left( \frac{29.146,79 + 45.900}{29.146,79 + 34.623,57 + 21.390,40} \right) \cdot 100 = 88,1 \%$$

Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava:

$$r_{ren\_termo} = \left( \frac{E_{ren} + E_{ren1}}{E_{ren} + E_{del}} \right) \cdot 100 = \left( \frac{29.146,79 + 45.900}{29.146,79 + 34.623,57} \right) \cdot 100 = 117,7 \%$$

Kod uredskih zgrada sustav pripreme PTV-a se ne uzima u obzir prilikom izračuna udjela obnovljivih izvora energije za potrebe energetskog certifikata! (Tablica 5-23)

U ovom primjeru imamo dvije vrste obnovljivih izvora energije na lokaciji zgrade:

- toplina uzeta iz zraka pomoću dizalice topline,
- električna energija proizvedena fotonaponskim sustavom na lokaciji zgrade.

Prilikom izračuna udjela obnovljivih izvora energije, važno je da se kod dizalice topline uvrsti:

- u brojnik – udio obnovljive energije uzete pomoću dizalice topline zraku iz okoline,
- u nazivnik – ukupna potrebna toplinska energija koju je potrebno isporučiti sustavu grijanja i pripreme potrošne tople vode.

Ukupna toplinska energija, koju je potrebno isporučiti sustavu grijanja, predstavlja zbroj obnovljive energije uzete pomoću dizalice topline zraku iz okoline i električne energije potrebne za rad kompresora dizalice topline! Iz navedenog razloga je u nazivnik uvrštena obnovljiva energija uzeta pomoću dizalice topline iz okoline te ukupna isporučena električna energija, koja između ostalog sadrži i energiju potrebnu za pogon kompresora dizalice topline za pokrivanje potreba grijanja.

**PRIMJER 5.29: Određivanje udjela obnovljivih izvora energije za potrebe energetskog certifikata – hotel u Splitu – solarni kolektori i dizalice topline**

**Hotel u Splitu**, ploštine korisne površine zgrade 2.389 m<sup>2</sup>, ima izведен centralni sustav grijanja/hlađenja preko VRV sustava sa zrakom hlađenim kondenzatorom. Potrošna topla voda se priprema centralno, pomoću **36 solarnih kolektora** i jednog VRV sustava toplinskog učina 24 kW. Ulagani podaci o godišnjoj potrošnji električne energije (za grijanje, hlađenje, PTV, rasvjetu) dani su tablično:

Sustav	Izvedba sustava	Energent	Oznaka	Godišnja potrošnja [kWh/god.]	Specifična godišnja potrošnja [kWh/(m <sup>2</sup> god.)]
Grijanje	VRV sustav	električna energija		18.130,55	7,59
Hlađenje	VRV sustav	električna energija		27.449,50	11,49
PTV	VRV sustav	električna energija		5.137,93	2,15
Grijanje + hlađenje + PTV	VRV sustav	električna energija	$E_{\text{del}} = E_{\text{H,del}} + E_{\text{W,del}} + E_{\text{C,del}}$	<b>50.717,98</b>	21,23
PTV	solarni kolektori	Sunčev zračenje	$E_{\text{ren}}$	<b>81.091,29</b>	33,94
Grijanje + PTV	VRV sustav	toplina zraka	$E_{\text{ren}}$	56.629,82	23,70
Rasvjeta	rasvjetna tijela	električna energija	$E_{\text{L}}$	<b>34.010,00</b>	14,24

Potrebno je odrediti:

- udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava,
- udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava.



Slika 5-31 Solarni kolektori i vanjske jedinice VRV sustava

Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava:

$$r_{\text{ren\_teh}} = \left( \frac{E_{\text{ren}} + E_{\text{ren1}}}{E_{\text{ren}} + E_{\text{del}} + E_{\text{L}}} \right) \cdot 100 = \left( \frac{81.091,29 + 56.629,82}{81.091,29 + 56.629,82 + 50.717,98 + 34.010} \right) \cdot 100 = 61,9 \%$$

Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava:

$$r_{\text{ren\_termo}} = \left( \frac{E_{\text{ren}} + E_{\text{ren1}}}{E_{\text{ren}} + E_{\text{del}}} \right) \cdot 100 = \left( \frac{81.091,29 + 56.629,82}{81.091,29 + 56.629,82 + 50.717,98} \right) \cdot 100 = 73,1 \%$$

## 5.8. Sustavi ventilacije

Prema *Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15)*:

- kod stambenih zgrada broj izmjena unutarnjeg zraka s vanjskim zrakom u kojoj borave ili rade ljudi treba iznositi najmanje  $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$ ,
- kod nestambenih zgrada broj izmjena unutarnjeg zraka s vanjskim zrakom utvrđuje se prema Algoritmu, tablici 2.1 Standardne vrijednosti vremena rada sustava mehaničke ventilacije za nestambene zgrade, ako propisom donesenim u skladu sa zakonom kojim se uređuje gradnja to područje nije drukčije propisano,
- u vrijeme kada ljudi ne borave u dijelu zgrade koji je namijenjen za rad i/ili boravak ljudi, potrebno je osigurati izmjenu unutarnjeg zraka od najmanje  $n = 0,2 \text{ h}^{-1}$ .

### Određivanje protoka svježeg zraka kod sustava s mehaničkom ventilacijom

Protok svježeg zraka se kod sustava s mehaničkom ventilacijom određuje prema *Algoritmu za proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade*.

Alternativno, protok svježeg zraka se za nestambene zgrade može odrediti iz Tablica 5-24, dobivenim temeljem podataka iz CD/DIS 17772:2014, prEN 16798:1:2016, prEN TR 16798:2.

Ukupno potreban volumeni protok zraka se određuje prema:

$$V_{req} = n \cdot q_p + A_k \cdot q_B, [\text{l/s}]$$

gdje je:

$n$  – broj osoba,

$q_p$  – potreban protok zraka radi emisija od ljudi, Tablica 5-24, [ $\text{l/(s·osobi)}$ ]

$q_B$  – potreban protok zraka radi emisija od zgrade (građevni elementi, namještaj..), Tablica 5-24 [ $\text{l/(s·m}^2\text{)}$ ]

$A_K$  – neto korisna površina grijanog dijela zgrade, [ $\text{m}^2$ ]

$V_A$  – ukupan specifični protok zraka, Tablica 5-24 [ $\text{l/(s·m}^2\text{)}$ ]

Za prostore koji nisu navedeni u Tablica 5-24 mogu se koristiti vrijednosti  $q_p = 4 \text{ l/(s·osobi)}$ .

Ukoliko nije poznat broj osoba  $n$  koristi se izraz:

$$V_{req} = A_K \cdot V_A, [\text{l/s}]$$

U slučaju sustava s promjenjivim protokom zraka tj. 'on-demand' ventilacijom (s regulacijom protoka u ovisnosti o kvaliteti zraka, rel. vlažnosti, prisutnosti i dr.) vrijednosti protoka iz Tablica 5-24 se umanjuju (HRN EN 13779) prema

$$V_{req, on-demand} = 0,65 \cdot V_{req}, [\text{l/s}]$$

*Tablica 5-24 Pred-definirani protoci zraka za različite vrste nestambenih zgrada/prostora, usporedba s podacima iz Algoritma*

Vrsta zgrade/prostora	Korisna površina po osobi [m <sup>2</sup> /osobi]	Protok radi emisija od ljudi $q_p$		Protok radi emisije zgrade $q_B$ [l/(s·m <sup>2</sup> )]	Ukupan protok zraka* $V_A$		Protok zraka – Algoritmam $V_A$ [m <sup>3</sup> /h]
		[l/(s·osobi)]	[l/(s·m <sup>2</sup> )]		[l/(s·m <sup>2</sup> )]	[m <sup>3</sup> /(h·m <sup>2</sup> )]	
Uredi-sobe	10	4	0,4	0,4	0,8	2,9	4
Uredi-otvorenog tipa	15	4	0,3	1,4	1,7	6,0	4
Učionice	2	4	2,0	0,4	2,4	8,6	10
Vrtići	2	4	2,0	0,4	2,4	8,6	10
Robne kuće, trgovачki centri, trgovine	7	4	0,6	0,8	1,4	4,9	4
Konferencijske dvorane	2	7	3,5	0,4	3,9	14,0	
Kazališta i kina	0,75	4	5,3	0,4	5,7	20,6	25
Restorani	1,5	4	2,7	0,4	3,1	11,0	18

\* prEN TR 16798-2

Napomena: Vrijednosti u Tablica 5-24 su uzete IEQ kategoriju 3 (odgovara nivou očekivanja ljudi koji borave predmetnom prostoru - 'umjeren').

Protok zraka za stambene zgrade se određuje prema Algoritmu ili alternativno prema podacima iz Tablica 5-25.

*Tablica 5-25 Pred-definirani protoci zraka za stambene zgrade*

IEQ kategorija kvalitete zraka	Protok radi emisija od ljudi $q_p$ [l/(s·osobi)]	Broj izmjena zraka $n_{req}$ [h <sup>-1</sup> ]	Ukupan protok zraka* [l/(s m <sup>2</sup> )]
I	10	0,7	0,49
II	7	0,6	0,42
III	4	0,5	0,35
IV	2	0,4	0,23

\* prEN TR 16798-1

Za proračune se koriste podaci IEQ kategorije 3 (odgovara nivou očekivanja ljudi koji borave predmetnom prostoru - 'umjeren').

Za potrebe izračuna ventilacijski gubitaka zgrade pri razlici tlakova od 50 Pa koristi se izračun prema HRN EN 13465:2004. U tablici 5-26 dan je izračun broj izmjena zraka u ovisnosti o stanju zgrade.

**Tablica 5-26 Ventilacijski gubici zgrade pri razlici tlakova od 50 Pa**

Opis dijela zgrade koji utječe na zrakopropusnost zgrade	Drvena skeletna konstrukcija, niska izgradnja	Zidana konstrukcija, niska izgradnja	Betonska konstrukcija / ostakljena pročelja, visoka izgradnja
	[h <sup>-1</sup> ]		
Osnovna zrakopropusnost	3	8	3
Loše brtvljenje spojeva	0	0	5
Bez vjetrovne brane	3	3	0
Negrijani podrum/pod s međuprostorom	1	1	0
Otvoreni dimnjaci	1	1	1
Razvedeni tlocrt	1	1	1
Nezabrtvljeni prozori i vrata	1	1	1
Nezabrtvljeni prodori instalacija	1	1	1
Ventilacijski kanali	2	2	2
Polu-ugrađena zgrada	-1	-1	0
Ugrađena zgrada	-1	-2	0
Izolacija u šupljini konstrukcije	0	-1	0
Žbukani zidovi	0	-1	-1
Brtvljeni prozori / vrata	-1	-1	-1

Izračun ventilacijskih gubitaka se radi na temelju osnovne zrakopropusnosti zgrade, koja se uvećava ili umanjuje na temelju opisanih dijela koji utječu na zrakopropusnost zgrade.

#### **PRIMJER 5.30: Određivanje broja izmjena zraka za zgradu pri razlici tlakova od 50 Pa**

Potrebno je izračunati ventilacijske gubitke visoke zgrade, kod koje su kao osnovna nosiva konstrukcija korišteni armiranobetonski zidovi i grede. Brtvljenje spojeva je loše, te zgrada ima otvorene dimnjake, a vanjski zidovi su žbukani.

Kao osnovnu zrakopropusnost zgrade računa se tri izmjene zraka u satu. Dodatni broj izmjena zraka od pet se odnosi na loše brtvljenje spojeva, te se još jedna izmjea dodaje se zbog otvorenih dimnjaka. Zidovi su žbukani pa se smanjuje broj izmjena zraka za jedan.

Ukupna broj izmjena zraka:

$$n_{5,0} = 3 \text{ (osnovna zrakopropusnost)} + 5 \text{ (loše brtvljenje spojeva)} + 1 \text{ (otvoreni dimnjaci)} \\ - 1 \text{ (žbukani zidovi)} = 8 \text{ } h^{-1}$$

## 6. PRIJEDLOG MJERA POVEĆANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

Općenito postoje dvije vrste mjera povećanja energetske učinkovitosti:

### 1. Mjere energetske učinkovitosti

Cilj primjene mjera je ušteda energije i/ili vode uz zadržavanje ili poboljšanje udobnosti boravka, kvalitete usluge ili kvalitete proizvoda. Rezultat mjera je ušteda u potrošnji energije i/ili vode, troškova za energiju i/ili vodu te smanjenje emisija stakleničkih plinova.

### 2. Mjere sa ciljem zadovoljavanja minimalnih propisanih tehničkih uvjeta

Cilj ove mjere je poboljšanje udobnosti boravka, kvalitete usluge ili kvalitete proizvoda te zadovoljavanje važećih minimalnih tehničkih uvjeta definiranih propisima. Takve mjere mogu rezultirati povećanjem potrošnje energije i/ili vode te nisu nužno mjere energetske i ekonomske učinkovitosti.

### 6.1. Popis mjera povećanja energetske učinkovitosti

Kod davanja prijedloga mjera nužno je utvrditi:

- mogućnosti zamjene izvora energije ili korištenja obnovljivih izvora energije za proizvodnju toplinske i/ili električne energije u svim dijelovima gdje je to tehnički izvedivo,
- poboljšanje toplinskih karakteristika vanjske ovojnica,
- poboljšanje energetskih svojstava sustava grijanja,
- poboljšanje energetskih svojstava sustava pripreme potrošne tople vode,
- poboljšanje energetskih svojstava sustava ventilacije i klimatizacije,
- poboljšanje energetskih svojstava sustava hlađenja,
- poboljšanje energetskih svojstava sustava električne rasvjete (unutarnje i vanjske),
- poboljšanje energetskih svojstava kuhinjske opreme,
- poboljšanje energetskih svojstava sustava potrošnje električne energije,
- poboljšanje energetskih svojstava specifičnih podsustava,
- poboljšanje sustava regulacije i upravljanja,
- poboljšanje sustava opskrbe vodom i potrošnje,
- potrebne procjene i izračuni ušteda za odabране mjere energetski, ekonomski i ekološki vrednovane.

U cilju postizanja veće energetske učinkovitosti potrebno je vrednovati mogućnosti korištenja različitih vrsta izvora energije s obzirom na investiciju, ostvarenu uštedu i zaštitu okoliša uslijed smanjenja emisije CO<sub>2</sub>.

Uz provedenu analizu svake predložene mjere navode se slijedeći podaci:

- godišnje uštede energije/vode u [kWh/god.]/[m<sup>3</sup>/god.],
- godišnje uštede troškova energije/vode u [kn/god.],
- godišnje smanjenje emisija ugljičnog dioksida u [t CO<sub>2</sub>/god.],
- investicijski troškovi, troškovi projektiranja, troškovi montaže i demontaže, troškovi puštanja u pogon, vijek trajanja i potrebne dozvole, specifikacija potrebne opreme i radova, uz eventualnu procjenu troškova održavanja,
- jednostavni period povrata investicije JPP u [god.].

Sve predložene mjere poboljšanja energetskih svojstava zgrade moraju biti prikazane i analizirane u odnosu na stvarnu potrošnju, prema lokaciji odnosno klimatsko–geografskom području gdje je smještena zgrada te prema stvarnim uvjetima korištenja zgrade. U slučaju samostalnih uporabnih cjelina se za svaku pojedinu predloženu mjeru ne moraju (ukoliko postoji potreba mogu) navesti gore navedeni podaci za stvarne klimatske podatke i stvarne uvjete korištenja zgrada.

Također, svi ulazni podaci za analizu i proračun mjera te rezultati istih moraju biti transparentno prikazani i provjerljivi kroz podatke dane u *Izvješću o provedenom energetskom pregledu zgrade*.

Svaka vrsta zgrade posjeduje određene specifičnosti te je potrebno optimizirati mjere poboljšanja energetskih svojstava prema potrebi.

U nastavku su prikazane uobičajene mjere povećanja energetske učinkovitosti. Analiza mjera obavezno se provodi pri energetskim pregledima postojećih zgrada svih vrsta i namjena.

#### **6.1.1. Popis mjera povećanja energetske učinkovitosti – gospodarenje energijom i vodom**

Sustavno gospodarenje energijom (u dalnjem tekstu: GE) predstavlja sustavni put k osiguranju kontinuirane brige o učinkovitosti potrošnje energije i vode, a time i brige o zaštiti okoliša.

Uspostava GE-a započinje definiranjem strategije, uspostavljanjem odgovornosti za energiju i vodu i definiranjem energetskih troškovnih cjelina - ETC. U okviru ove mjeru definiraju se podloge za potpunu uspostavu GE u zgradama. Naime, same tehničke mjere bez uspostave GE nisu dovoljne da bi se ostvarile procijenjene uštede. Energetska učinkovitost ili poboljšanja u energetici kombinacija su mjeru koje su vezane uz tehnologiju, ali i uz ljudski faktor.

Ovo je obvezna mjeru koja se predlaže nastavno na energetski pregled zgrade te prethodi svakoj sljedećoj mjeri za poboljšanje energetske učinkovitosti. Sve dodatne mjeru za poboljšanje energetske učinkovitosti nastaju uspostavom organizacijske i odgovorne strukture za gospodarenjem energijom zgrade od planiranja projekta, implementacije te monitoringa, upravljanja i kasnije verifikacije ušteda.

Ova mjera može uključivati informacijski sustav s ugrađenim sustavom mjerne opreme i opreme centralnoga nadzora pojedinih sustava, organizacijskom strukturom na više razina upravljanja dodijeljenim odgovornostima ljudi u organizacijskoj strukturi.

U manjim ili manje zahtjevnim zgradama GE može uključivati jednostavno imenovanje odgovorne osobe za gospodarenjem energijom i vodom koja uz postojeća brojila energije i vode ugrađena od strane dobavljača prati potrošnju, poduzima korake za smanjenje potrošnje te izvještava odgovorne u zgradi. Dakle, sustavan pristup osigurava se pravilnim djelovanjem i edukacijom svih djelatnika te podizanjem svijesti o nužnosti brige za energiju i zaštitu okoliša. Mjera uvođenja GE-a doprinosi razvoju sustavnog pristupa energetskim pitanjima kojim će se pronaći mjere i procedure za smanjenje potrošnje energije i vode. GE je specifičan skup znanja i vještina koji se temelji na organizacijskoj strukturi koja povezuje sljedeće ključne elemente koji moraju biti razrađeni u izvješću o energetskom pregledu:

- ljudi s dodijeljenim odgovornostima,
- procedure praćenja indikatora potrošnje te definirane ciljeve za poboljšanje,
- sustav mjerjenja indikatora potrošnje,
- razrada plana uspostave GE-a, pripadajuće organizacijske strukture, planu praćenja, mjerjenja i verifikacije ušteda energije i vode,
- povezivanje GE-a s Jedinstvenim informacijskim sustavom za gospodarenje energijom
- javna nabava (kriteriji „zelene“ javne nabave) u zgradi.

Uspostava GE-a također podrazumijeva i provođenje aktivnosti za edukaciju i podizanje svijesti djelatnika o važnosti racionalnog korištenja energije. Ovakve aktivnosti dugoročno osiguravaju kontinuiranost i uspješnost programa energetske učinkovitosti.

Također, unutar okvira ove mjere razrađuju se i predlažu besplatne mjere ili mjere energetske učinkovitosti bez znatnih finansijskih ulaganja, kao mjere koje se odnose na aktivno ponašanje korisnika zgrade u smislu dobroga gospodarenje energijom i svjesnog ponašanja u zgradi sa ciljem uštede energije i vode.

Tablica 6-1 Mjere koje se mogu implementirati kroz uspostavljeni sustav za gospodarenje energijom

Mjere energetske učinkovitosti	Investicije
<b>Sustav električne rasvjete</b>	
Smanjenje nepotrebognog vremena rada električne rasvjete.	besplatno
Gašenje rasvjete u praznim prostorijama.	besplatno
Gašenje rasvjete u prostorijama gdje je dnevna svjetlost dostatna.	besplatno
Ukoliko nema direktnog sunčevog zračenja svjetlosti zastori bi trebali biti podignuti. Maksimizirati prirodnu svjetlost redovitim čišćenjem prozora.	besplatno
Pokrove na rasvjetnim tijelima treba redovito čistiti	besplatno
Unutrašnja rasvjeta treba ugašena ukoliko ima dnevnog svjetla	besplatno
Zadnju osobu koja izlazi iz ureda treba upozoriti da uvijek ugasi rasvjetu	besplatno
Prilikom redovite zamjene dotrajalih rasvjetnih tijela treba ugradivati energetski učinkovitiju rasvetu kao što su tzv. štedne žarulje. One koriste i do 6 puta manje energije te imaju i do 10 puta duže vrijeme trajanja.	niske investicije
Ugraditi senzore koji bi automatski gasili rasvetu kada se prostorije ne koriste i to u prostoru kao što su skladišta, konferencijske dvorane, zahodi i dvorane.	niske investicije

## 6. PRIJEDLOG MJERA POVEĆANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

Ugraditi tajmere kako bi su osiguralo da se unutrašnja i vanjska rasvjeta ugašena u odgovarajućim vremenskim periodima.	niske investicije
Ugraditi regulirajuće elektronske prigušnice i kontrolore dnevnog svijetla koji bi prigušivali rasvjetu kada je dnevna svijetlost dostupna.	visoke investicije
<b>Sustav grijanja, ventilacije i klimatizacije</b>	
Treba pratiti podešenja termostata. Termostat toplinskog sustava treba biti postavljen na 19-21 °C, a termostat klimatizacije na 25-27 °C. Sprečavanjem intenzivnog hlađenja i grijanja postižu se značajne uštede energije. Za svaki stupanj celzijus povećanja na termostatu klimatizacije, uštedi se i do 5% troškova hlađenja. Ukoliko se toplinski termostat smanji za stupanj celzijus, uštedi se 5-10% troškova grijanja.	besplatno
Sustav grijanja, ventilacije i klimatizacije se treba isključivati kada nema nikoga u zgradi.	besplatno
Držati se rasporeda održavanja opreme	besplatno
Isključivati digestore u prostorijama koje se trenutno ne koriste	besplatno
Izolirati prostorije koje se ne koriste (skladišta...) i reducirati ili isključiti njihovo grijanje odnosno hlađenje.	besplatno
Držati vanjska vrata i prozore zatvorenima koliko je to moguće. U protivnom poduzeće plaća grijanje odnosno hlađenje dvorišta. Ako je prevruće treba smanjiti grijanje, a ne otvarati prozore.	besplatno
Sustav hlađenja i grijanja ne smiju raditi istodobno. Ako je prevruće treba smanjiti grijanje.	besplatno
Radijatori i klima uređaji ne smiju biti zagrađeni.	besplatno
Isključiti ili reducirati grijanje van radnog vremena.	besplatno
Isključiti ili reducirati hlađenje van radnog vremena.	besplatno
Ugraditi termostatske ventile na sve radnjatore.	niske investicije
Redovito održavati opremu na krovovima.	niske investicije
Redovito servisirati bojlera, opremu na krovovima i ostalu strojarsku opremu te redovito provjeravati sustave zbog mogućih gubitaka.	niske investicije
Investirati u energetski učinkovitu opremu. Kod dogradnje ili dodavanja nove opreme treba kupiti opremu s najboljim energetskim učinkom.	niske investicije
Izolirati bojlera i vodovodne cijevi.	niske investicije
Kod zamjene opreme sustava grijanja, ventilacije i klimatizacije, treba instalirati visoko efikasnu opremu kao što su kondenzacijski bojleri, izmjenjivači topline, toplinske pumpe...	niske investicije
Kod kupovine split sustava treba odabrati one s inverterom.	visoke investicije
Ugraditi regulatore brzine na motore sustava ventilacije i pumpe sustava grijanja.	visoke investicije
Instalirati Sustav za nadzor i upravljanje energijom u sustav ventilacije, kao i na ostalu opremu.	visoke investicije
Ako se kao energet u sustavu grijanja koristi lož ulje treba razmisliti o njegovoj zamjeni prirodnim plinom ili toplinskom energijom iz gradske mreže.	visoke investicije
Razmisliti o korištenju obnovljivih izvora energije, kao što su biomasa ili solarna energija za pripremu tople vode.	visoke investicije
<b>Potrošna topla voda</b>	
Ne puštati da voda teče ako je to nepotrebno. To se posebno odnosi na toplu vodu.	besplatno
Reducirati temperaturu uskladištene vode, ali temperatura u spremniku ne smije biti ispod 60 °C kako bi se sprječila oboljenja.	besplatno
Izolirati spremnike vode i cijevi.	niske investicije
<b>Uredska oprema</b>	
Reducirati vrijeme nepotrebnog rada opreme. Računala, monitori, printeri, fotokopirni uređaji i skeneri trebaju biti isključeni tokom noći i vikendima ako se ne koriste. Način rada opreme u pripravnosti i dalje troši energiju.	besplatno
Računala, printeri, fotokopirni uređaji i skeneri trebaju biti namješteni tako da iskorištavaju svoje mogućnosti različitih načina radova. Monitori mogu uštediti na energiji tako da se gase nakon određenog perioda neaktivnosti.	besplatno
Printeri bi trebali biti korišteni od strane više osoba gdje god je to moguće. Time se onemogućuje dugo trajanje neaktivnosti printera te reduciraju troškovi održavanja.	besplatno
Ako nisu potrebni treba izbjegavati kupnju velikih monitora. 17" monitor koristi 35 % više energije nego 14".	besplatno
Ugraditi jeftine sedmodnevne tajmere da automatski gase printere tokom noći i vikendima.	niske investicije
Investirati u energetski učinkovitu uredsku opremu. Takva oprema troši manje električne energije, a u isto vrijeme generira manju količinu topline čime se smanjuju i troškovi klimatizacije.	niske investicije
Najkvalitetniji način uštede energije na računalima je kupovina laptopa prilikom zamjene starih računala. Laptopi koriste 90 % manje energije u odnosu na stolna računala. Laptopima se smanjuje i količina ispisanih papira, jer zaposlenici sada mogu na sastanke donositi laptop umjesto podataka ispisanih na papiru.	niske investicije
Preporuča se korištenje LCD monitora. Oni koriste 90 % manje energije i zauzimaju manje mesta na stolovima.	niske investicije
<b>Kuhinjski prostori</b>	
Redovito odmrzavati hladnjake.	besplatno

Vrata hladnjaka se ne smiju držati dugo otvorena. Za svaku minutu kada su vrata otvorena, potrebno je narednih tri minute rada hladnjaka ne bi li se vratila podešena temperatura hladnjaka.	besplatno
Mikrovalne troše manje energije za grijanje hrane nego pećnice ili štednjaci. Također, zagrijavaju vodu brže i efikasnije nego čajnici.	besplatno
Ako se koriste čajnici za zagrijavanje vode treba se iskoristiti sva ugrijana voda. Nepotrebno grijanje vode koristi velike količine energije.	besplatno
<b>Elementi zgrada</b>	
Ugraditi energetski učinkovitije prozore da se reducira bijeg topline kroz prozore.	visoke investicije
Veliki izvor dobivene topline i opterećenja za sustav hlađenja je sunce. U ljetno vrijeme, u trenutku kada sunce direktno zagrijava prozore, treba držati zastore spuštenima da se toplina zadrži vani.	besplatno
U vrijeme sezone grijanja tokom noći treba držati zastore spuštenima. Oni sprječavaju pretjerane gubitke kroz prozore tokom noći.	besplatno
Tijekom sunčanih dana u vrijeme sezone grijanja treba zastore držati podignutima, da bi se osiguralo pasivno grijanje kroz prozore.	besplatno
Izolirati prozore i područja gdje se prozor spaja s okvirom.	niske investicije
<b>Sustav gospodarenja energijom</b>	
Napraviti energetske bilance za pojedine objekte.	niske investicije
Educirati zaposlenike kako koristiti opremu na energetski učinkovit način.	niske investicije
<b>Prijevoz</b>	
Poticati zaposlenike da se više njih koristi istim autom.	besplatno
Poticati korištenje bicikla za dolaženje na posao kroz instaliranje tuševa u urede, gradnjom mjesta za parkiranje bicikla ispred zgrada te motivacijskim metodama.	niske investicije
Poticati korištenje javnog gradskog prijevoza.	besplatno
Poticati održavanje telekonferencija radi smanjenja troškova transporta između udaljenih ureda.	besplatno
Za vozače napraviti programe fleksibilnijeg radnog vremena kako bi na putu do posla izbjegli gužve.	besplatno
<b>Sustav za zaštitu okoliša</b>	
Recikliranje u uredima: Većina ureda proizvodi velike količine otpada visoko kvalitetnog papira. Ugradnjom kontejnera za papir i korištenjem obje strane lista papira smanjuju se uredski troškovi i proces krčenja šuma. Svaka tona recikliranog papira spašava 17 stabala i uštedi 84 litre nafte.	besplatno
Kupovati reciklirani papri i proizvode.	niske investicije
Moguće su velike ekonomске i ekološke uštede korištenjem e-maila i računalnih datoteka umjesto papira i registradora.	besplatno
Recikliranjem tonera iz printer-a i fotokopirnih uređaja preko proizvođača tonera moguće su značajne uštede.	besplatno
Treba razvrstavati otpad.	besplatno
Uvesti uredski fond za zabave gdje se novac zarađuje recikliranjem boca.	besplatno
Zahtijevati kupovinu proizvoda koji su obilježeni kao ekološki prihvativi i energetski učinkoviti.	besplatno ili niske investicije
Uvesti druge ekološke mјere, kao što je sadnja stabala.	niske investicije

Prethodno je opisan primjer dobre prakse. U slučaju gdje prethodno opisani pristup nije moguć, odnosno nije primjenjiv kao u slučaju stambenih zgrada, samostalnih uporabnih cjelina i slično, potrebno je napraviti nužne korekcije primjera dobre prakse ili odabrati drugačiji pristup utemeljen na pravilima struke i relevantnoj stručnoj literaturi.

### 6.1.2. Popis mjera povećanja energetske učinkovitosti – građevinska ovojnica

Mjere energetske učinkovitosti kod vanjske ovojnice zgrade:

- toplinska izolacija vanjskih zidova,
- toplinska izolacija ravnih krovova,
- toplinska izolacija stropova prema provjetravanom tavanu i kosih krovova,
- toplina izolacija zidova prema negrijanim prostorima,
- toplinska izolacija stropova iznad vanjskog zraka,
- brtvljenje stolarije/bravarija kako bi se smanjila zrakopropusnost zgrade,
- toplinska izolacija zidova i podova prema tlu,
- toplinska izolacija stropova negrijanih prostorija prema grijanim prostorijama,
- toplinska izolacija podova negrijanih prostorija prema grijanim prostorijama,
- toplinska izolacija toplinskih mostova,
- izmjena stolarije/bravarije,
- toplinska izolacija kutija za rolete,
- ugradnja zaštite od Sunčevog zračenja (fiksna ili pomične, horizontalne ili vertikalne),
- ostale mjere energetske učinkovitosti koje kao uzrok imaju smanjenje potrebne energije za grijanje/hlađenje zgrade.

**Mjere povećanja energetske učinkovitosti vanjske ovojnice** su sve mjere na građevinskoj ovojnici zgrade koje na neki način doprinose smanjenju potrebne energije za grijanje i hlađenje zgrade.

### **6.1.3. Popis mjera povećanja energetske učinkovitosti – termotehnički sustavi**

Uobičajene mjere povećanja energetske učinkovitosti, koje se predlažu kod termotehničkih sustava, prikazane su zasebno za pojedini termotehnički sustav.

Mjere povećanja energetske učinkovitosti kod sustava grijanja i pripreme potrošne tople vode (PTV):

- korištenje alternativnih/obnovljivih izvora energije
  - korištenje biomase,
  - korištenje energije Sunčevog zračenja,
  - korištenje geotermalne energije,
  - kogeneracija/trigeneracija,
- zamjena ekološki neprihvatljivog energenta (npr. EL loživog ulja) s ekološki prihvatljivim energentom (manja emisija CO<sub>2</sub> u okoliš), te s nižom jediničnom cijenom po kWh
  - zamjena EL loživog ulja s biomasom,
  - prelazak na dizalice topline,
  - prelazak na daljinsko/blokovsko grijanje,
- centralizacija sustava grijanja,
- zamjena starog standardnog kotla s kotлом novije tehnologije (niskotemperaturni i kondenzacijski kotao) – ušteda uslijed boljeg stupnja djelovanja novog kotla,
- sanacija dimnjaka / gradnja novog dimnjaka u slučaju zamjene starog kotla s kondenzacijskim kotlom,
- ugradnja termostatskih radijatorskih setova na radijatore i automatskih ventila za hidrauličko uravnoteženje,
- zaštita postojeće cirkulacijske crpke od pregaranja (u slučaju ugradnje TRV na radijatore)
  - ugradnja prestrujnog ventila ili ugradnja nove crpke s promjenjivim brojem okretaja (elektronska crpka),
- sprječavanje predimenzioniranosti kotlova i cirkulacijskih crpki,
- odabir što je moguće nižeg temperaturnog režima grijanja - niže temperature ogrjevnog medija u izvoru, razvodu i kod ogrjevnih tijela – manji toplinski gubici
- toplinska izolacija podsustava razvoda centralnog sustava grijanja i pripreme PTV-a,
- ugradnja solarnih kolektora u sustavu pripreme PTV-a,
- vremensko programiranje rada recirkulacijske crpke u sustavu pripreme PTV-a,
- toplinska izolacija akumulacijskog spremnika tople vode i spremnika za pripremu PTV-a,
- zamjena člankastih lijevano željeznih radijatora zbog njihove tromosti,
- ugradnja obloga sa stražnje strane radijatora postavljenih ispred staklenih ploha,
- ugradnja centralnog sustava regulacije i upravljanja,

- opremanje sustava grijanja i pripreme PTV s mjernim uređajima s ciljem praćenja i određivanja potrošnje energije (termometri, manometri, kalorimetri, vodomjeri, ...),
- zamjena klasičnog dvostupanjskog pretlačnog plamenika s pretlačnim plamenikom s promjenjivim brojem okretaja,
- ...

Mjere povećanja energetske učinkovitosti kod sustava hlađenja:

- ugradnja rashladnih i klima uređaja energetskog razreda A ili A+,
- centralizacija sustava hlađenja,
- smještaj kondenzacijske jedinice rashladnog uređaja zaštićene od direktnog sunčevog zračenja, uz dobru cirkulaciju okolnog zraka,
- redovito održavanje rashladnih i klima uređaja te dizalica topline; jednom godišnje kemijski ili mehanički čistiti prašinu, lišće i ostale nečistoće s orebrenih površina kondenzatora; isparivačke sekcije redovito čistiti i provjeravati ispravnost sustava za odleđivanje isparivača; nečistoće na orebrenim sekcijama kondenzatora, te led na orebrenim sekcijama isparivača značajno smanjuju koeficijent prolaza topline izmjenjivača, uslijed čega dolazi do smanjenja rashladnog učinka, povećanja kompresijskog omjera, a time i povećanja potrošnje energije za pogon kompresora.; povećanje temperature kondenzacije za 1 °C, znači približno 3 % veću potrošnju električne energije za pogon kompresora,
- izolacija usisnih cjevovoda rashladnih i klima uređaja kako bi se spriječila kondenzacija vodene pare; izolacija isparivača posrednih sustava hlađenja toplinskom izolacijom s parnom branom debljine 13 ili 19 mm,
- primjena stupnjevane regulacije rada rashladnog uređaja upravljane frekvencijskim pretvaračem ili s više kompresora u paralelnom radu ima znatno bolju učinkovitost u odnosu na intermitirajuću regulaciju,
- optimalno dimenzioniranje učinka rashladnih uređaja (dizalica topline) - predimenzionirani uređaju u kombinaciji s intermitirajućom regulacijom doprinoze značajnom povećanju potrošnje električne energije za pogon rashladnih i klima uređaja, te veliki broj ciklusa uključivanja i isključivanja kompresora,
- rashladne i klima uređaja kod kojih je došlo do propuštanja radne tvari, prvo servisirati, ispitati na propusnost, a tek tada napuniti s radnom tvari - manjak radne tvari u rashladnom uređaju ima za posljedicu smanjenje rashladnog (ogrjevnog) učinka i povećanu potrošnju energije; često dopunjavanje sustava povećava potrošnju novih količina radne tvari, te time doprinosi onečišćenju okoliša stakleničkim plinovima,
- redovito održavanje rashladnih tornjeva; kondenzatori hlađeni optočnom vodom s rashladnog tornja za približno 15 % smanjuju potrošnju električne energije za pogon kompresora u odnosu na rashladne agregate hlađene zrakom; ako rashladni toranj nije

dobro održavan, navedena energetska ušteda iščezava, a dolazi do povećane potrošnje vode,

- ostale radnje: ugradnja uređaja s parcijalnom ili potpunom rekuperacijom topline kondenzacije, primjena elektroničkih ekspanzijskih ventila, namještanje pregrijanja radne tvari na termoekspanzijskom ventilu, provjera propusnosti radne tvari iz rashladnih i klima uređaja, provjera radnih tlakova isparavanja i kondenzacije radne tvari, kontrola kvalitete i razine ulja u kompresoru, praćenje potrošnje energija za pogon sustava,
- ugradnja sustava za akumulaciju rashladne energije (banka leda),
- ugradnja kompresijskog rashladnog uređaja s opcijom slobodnog hlađenja (engl. free cooling) za prostore koji iziskuju hlađenje tijekom cijele godine,
- ...

Mjere povećanja energetske učinkovitosti kod sustava ventilacije i klimatizacije:

- optimalno dimenzioniranje pojedinih komponenata i sustava kao cjeline,
- ODRŽAVANJE (čišćenje komponenata sustava, zamjena filtera, zamjena dotrajalih potrošnih dijelova i dr.),
- isključivanje sustava kada pogon nije potreban,
- „besplatno” hlađenje s vanjskim zrakom kada uvjeti dopuštaju,
- hidrauličko uravnoteženje razvoda ogrjevnog i rashladnog medija (zraka, vode),
- smanjenje istjecanja medija uslijed propuštanja razvoda,
- provjera i podešavanje pogonskih parametara sustava prije sezone grijanja i sezone hlađenja,
- korištenje snižene temperaturne razine ugodnosti u prostorima izvan razdoblja korištenja,
- UGRADNJA SUSTAVA POVRATA TOPLINE,
- ugradnja ventilatora i crpki s modulirajućom regulacijom brzine vrtnje,
- poboljšanje toplinske izolacije dijela sustava koji se nalazi u negrijanom prostoru,
- mjere kod izvora toplinske / rashladne energije: korištenje jeftinijeg ekološki prihvativog energenta, korištenje alternativnih izvora energije (obnovljivi izvori energije, kogeneracija, dizalice topline ),
- ...

#### **6.1.4. Popis mjera povećanja energetske učinkovitosti – sustavi potrošnje električne energije**

Mjere povećanja energetske učinkovitosti **kod ostalih sustava potrošnje električne energije, koje utječu na energetski razred zgrade :**

##### **Rekonstrukcija (revitalizacija) sustava električne rasvjete**

- Čišćenje, poboljšanje ili zamjena svjetiljki (većinom u kombinaciji s drugim mjerama u električnoj rasvjeti)
- Zamjena predspojnih naprava (npr. zamjena elektromagnetskih prigušnica s elektroničkim)
- Zamjena izvora svijetlosti
  - Zamjena žarulja sa žarnim nitima fluokompaktnim žaruljama
  - Zamjena fluorescentnih cijevi efikasnijima (npr. prelazak s T8 na T5 sustav)
  - Zamjena halogenih žarulja učinkovitijim
  - Zamjena visokotlačnih živinih žarulja natrijevima ili metalhalogenim žaruljama
  - Ugradnja LED rasvjete
- Regulacija rada sustava električne rasvjete
- Mogućnost djelomičnog korištenja električne rasvjete
- Ugradnja senzora pokreta i/ili osvjetljenosti
- Pametni sustav električne rasvjete

##### **Mjere kod elektromotornih pogona**

- Zamjena elektromotornih pogona
- Frekventna regulacija elektromotornih pogona (npr. ugradnja frekvencijskog pretvarača)
- ispravnost upuštanja – vrsta spoja elektromotora, meki upuštač i slično

##### **Ugradnja fotonaponskih sustava**

#### **6.1.5. Popis mjera povećanja energetske učinkovitosti – sustavi potrošnje vode**

Mjere povećanja energetske učinkovitosti kod sustava potrošnje vode:

- sustav za gospodarenje vodom (nadzorni sustav potrošnje sanitарne vode),
- ugradnja štednih armatura na izljevnim mjestima (npr. štedni perlatori za slavine, štedni vodokotlići, štedne armature na tuševima, vremenski regulirani ventili, potisni ventili itd.),
- drugi izvori vode kao na primjer iskorištavanje kišnice ili vlastiti bunar ...

#### **6.1.6. Popis mjera povećanja energetske učinkovitosti – ostali specifični sustavi koji ne utječu na energetski razred zgrade**

Mjere povećanja energetske učinkovitosti **kod ostalih sustava potrošnje električne energije, koje ne utječu na energetski razred zgrade**:

- Zamjena tarifnog modela te napona preuzimanja električne energije
- Provjera opterećenosti transformatora (za preuzimanje na srednjenačonskoj razini)
- Provjera kvalitete električne energije
- Ispravno ugovaranje snage
- Upravljanje vršnim opterećenjem (rezanje vrhova)
- Kompenzacija jalove snage
- Mjere kod sustava komprimiranog zraka
  - Poboljšanje stanja i održavanosti sustava (krpanje mesta gubitka tlaka u sustavu i slično)
  - Optimiranje rada kompresora (skraćivanje rada u praznom hodu) i razvoda u cilju smanjenja pada tlaka između kompresorske stanice i krajnjih potrošača
  - Zamjena predimenzioniranih uređaja s manjim i pogonu prilagođenim
  - Centralizacija sustava
  - Optimizacija tlaka u sustavu (snižavanje tlaka komprimiranog zraka na optimalnu razinu)
  - Iskorištenja otpadne topline kompresora
  - Isključivanje kompresora tijekom dnevnih pauza kada ne postoji potreba za komprimiranim zrakom
- Zamjena i korištenje učinkovitijih uređaja u ostalim sustavima kao primjerice uredske opreme, kuhinjske opreme te ostalih specifičnih sustava poput pravonice rublja, medicinskih uređaja itd.
- Postavljanje u optimalan rad ili ugradnja regulacije rada sustava

## 6.2. Energetsko, ekonomsko i ekološko vrednovanje predloženih mjera

Predložene mjere povećanja energetske učinkovitosti potrebno je energetski, ekonomski i ekološki vrednovati.

**Energetsko vrednovanje** podrazumijeva izračun godišnjih ušteda energije/vode u [kWh/god.] / [m<sup>3</sup>/god.].

**Ekonomsko vrednovanje** podrazumijeva izračun smanjenja troškova energije/vode u [kn/god.] te izračun jednostavnog perioda povrata investicije (JPP; jednostavniji proračun) u [god.].

**Ekološko vrednovanje** podrazumijeva izračun godišnjih emisija CO<sub>2</sub> prema izračunatim uštedama u [t CO<sub>2</sub>/god.].

Predložene mjere potrebno je analizirati s obzirom na njihovu izvodljivost na zgradu i vijek trajanja te procijeniti energetske, ekonomске i ekološke uštede. Predlaže se kombinacija onih mjer koje dovode do najvećih ušteda uz ekonomski prihvatljivo vrijeme povrata investicije. Uštede energije treba iskazati odvojeno od investicijskih troškova. Ekomska analiza iskazuje se kroz jednostavni proračun perioda povrata investicije, dok se kod zahtjevnijih rekonstrukcija mogu raditi i detaljnije ekonomski analize isplativosti pojedinih mjeru.

U zaključku *Izvješća o provedenom energetskom pregledu zgrade* sve navedene mjeru povećanja energetske učinkovitosti moraju biti prikazane prema predloženom redoslijedu implementacije.

**Godišnje uštede energije/vode kao i smanjenje emisije CO<sub>2</sub>** se određuju u odnosu na referentnu potrošnju energije / vode određenu za promatranu zgradu.

Ukoliko nema računa za potrošnju energije/vode proračun godišnje uštede energije/vode se provodi za stvarne klimatske podatke i stvarni režim rada tehničkih sustava. Ukoliko se prostor ne koristi i tehnički sustavi ne rade, u proračun ušteda se uzima režim rada tehničkih sustava propisan Algoritmom.

### 6.2.1. Energetsko vrednovanje

Nakon identifikacije potencijalnih mjer poboljšanja energetskih svojstava zgrade potrebno je za svaku pojedinu mjeru izraziti godišnje uštede energije/vode u [kWh/god.] / [m<sup>3</sup>/god.], koje bi se ostvarile s predloženom mjerom.

Ovisno o predloženoj mjeri uštede energije/vode se ostvaruju na različite načine. Npr. kod toplinske izolacije vanjskog neizoliranog zida, uštede toplinske energije se ostvaruju sa smanjenjem koeficijenta prolaska topline kroz vanjski zid. U slučaju zamjene standardnog kotla s kondenzacijskim kotлом, uštede se ostvaruju uslijed boljeg stupnja djelovanja kondenzacijskog kotla.

Energetska ušteda je razlika između energije/vode koja se trenutno troši i energije/vode koja bi se trošila nakon provedene mjere povećanja energetske učinkovitosti.

### 6.2.2. Ekonomsko vrednovanje

Nakon određene godišnje uštede energije/vode, potrebno je procijeniti troškove ulaganja (investicije) i izračunati jednostavni period povrata ulaganja (JPP). To je potrebno učiniti za svaku pojedinu mjeru, ali i za kombinacije pojedinih mjera, kako bi se došlo do optimalnog izbora mjera i preporuka za optimalno ulaganje.

JPP predstavlja osnovni pokazatelj ekonomске isplativosti mjera povećanja energetske učinkovitosti na razini energetskog pregleda zgrade. Na temelju njega definira se prioritetna lista mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti.

Jednostavni period povrata investicije predstavlja omjer ukupne investicije i ostvarenih ušteda nakon provedbe mjere:

$$JPP = \frac{I}{U}$$

gdje su:

$JPP$  – jednostavni period povrata investicije u [god.],

$I$  – potrebna investicija za realizaciju predložene mjeru u [kn],

$U$  – godišnje uštede ostvarene mjerom u [kn/god.] (ušteda u energiji/vodi predložene mjeru pomnoženo s jediničnom cijenom energije/vode prema zadnjem dostupnom računu)

$JPP$  u [god.] označava vremensko razdoblje potrebno da se vrati trošak ulaganja u mjeru povećanja energetske učinkovitosti.

Osim JPP-a mogu se koristiti i drugi složeniji ekonomski pokazatelji kao što su neto sadašnja vrijednost (NPV) i interna stopa povrata (IRR).

Prilikom izračuna godišnjih ušteda u [kn/god.] za predložene mjeru povećanja energetske učinkovitosti koristi se isključivo varijabilni dio jedinične cijene energije/vode prema zadnjem dostupnom računu.

### 6.2.3. Ekološko vrednovanje

Ekološko vrednovanje podrazumijeva izračun godišnjih emisija CO<sub>2</sub> u [t CO<sub>2</sub>/god.] prema izračunatim godišnjim uštedama energije/vode određenim u odnosu na referentnu potrošnju energije/vode za promatrano zgradu.

Izračun godišnjih emisija CO<sub>2</sub> se provodi prema faktorima emisije CO<sub>2</sub> danim u poglavlju 9.3 za svaki energet (izvor energije) zasebno koji se koristi na lokaciji.

### 6.3. Integralna ocjena optimalne kombinacije mjera

Nakon određivanja svih mogućih mjera energetske učinkovitosti pristupa se određivanju optimalnog scenarija energetske obnove zgrade ili kompleksa zgrada.

Za pravilnu ocjenu optimalne kombinacije mjera važno je međudjelovanje mjera, čime se efekti pojedinih intervencija umanjuju, ali sinergijski učinak na zgradu je bitno veći.

Optimalna kombinacija mjera energetske učinkovitosti uvelike ovisi o stanju samo zgrade i sustava u zgrade te načinu korištenja.

Prvi korak je sve mjere energetske učinkovitosti vanjske ovojnica zgrade (ukoliko iste postoje kao npr. toplinska izolacija vanjskog zida, stropa prema tavanu, stolarije, ravnog krova...) izračunati kao jednu integralnu mjeru. Potom se s obzirom na integralnu građevinsku mjeru dodaju strojarske mjere energetske učinkovitosti (kao što su npr. zamjena izvora energije, ugradnja termostatskih radijatorskih setova, snižavanje temperaturnog režima sustava grijanja...) i to sve na potrebu zgrade koja je smanjenja s obzirom na integralnu mjeru vanjske ovojnice zgrade.

Mjere u elektro energetskom sustavu te distribuciji vode moguće je u većini slučajeva odvojeno promatrati. Ukoliko se uoči međudjelovanje tih mjera s drugim predloženim mjerama (npr. zamjena jednobrzinskih pumpi sustava grijanja i PTV-a s elektronskim) potrebno je obratiti pažnju na izračunate uštede kako se uštede ne bi računale dva puta. Sve uštede je potrebno računati prema **stvarnoj potrošnji energije i vode** na lokaciji. Ukoliko nema računa za potrošnju energije/vode proračun godišnje uštede energije/vode se provodi za stvarne klimatske podatke i stvarni režim rada tehničkih sustava. Ukoliko se prostor ne koristi i tehnički sustavi ne rade, u proračun ušteda se uzima režim rada tehničkih sustava propisan Algoritmom.

**Optimalna kombinacija mjera** (odnosno prema energetskom certifikatu **preporučena kombinacija mjera**) je ona kombinacija koja donosi najveću uštedu u energetskom, ekološkom i ekonomskom pogledu, uz najmanju investiciju. Optimalnu kombinaciju mjera određuje energetski certifikator te ovisi o njegovoj stručnoj procjeni.

## 7. SADRŽAJ IZVJEŠĆA O PROVEDENOM ENERGETSKOM PREGLEDU ZGRADE I SAMOSTALNE UPORABNE CJELINE

Rezultati energetskog pregleda zgrade se dostavljaju naručitelju u obliku *Izvješća o provedenom energetskom pregledu zgrade* u pisanim i elektroničkim oblicima.

**Izvješće o provedenom energetskom pregledu** je dokument koji sadrži sve propisane podatke, analize, procjene i prijedloge iz *Pravilnika o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju* te je izrađen u skladu s Metodologijom provođenja energetskog pregleda zgrada.

Ovlaštena osoba koja je izradila *Izvješće o provedenom energetskom pregledu zgrade* dužna je dostaviti ga investitoru, vlasniku, odnosno naručitelju ili korisniku zgrade u dva istovjetna primjerka te u digitalnom obliku. U slučaju da se radi o zgradama s više suvlasnika, ovlaštena osoba dostavlja *Izvješće u dva istovjetna primjerka i digitalnom obliku* predstavniku stanara ili drugoj ovlaštenoj osobi.

*Izvješće o energetskom pregledu zgrade* potpisuju sve ovlaštene osobe koje su sudjelovale u njegovoj izradi.

Razlikuju se tri vrste izvješća o provedenom energetskom pregledu:

- *Izvješće o provedenom energetskom pregledu postojće zgrade*
- *Izvješće o provedenom energetskom pregledu nove zgrade*
- *Izvješće o provedenom energetskom pregledu zgrade nakon provedene energetske obnove*

U nastavku je dan sadržaj pojedinog navedenog izvješća.

### 7.1. Izvješće o provedenom energetskom pregledu postojće zgrade

Sadržaj *Izvješća o provedenom energetskom pregledu postojće zgrade*:

1. SAŽETAK
2. SNIMAK POSTOJEĆEG STANJA
  - 2.1. Podaci o naručitelju
  - 2.2. Građevinski i arhitektonski elementi zgrade
    - 2.2.1. Koeficijenti prolaska topline
    - 2.2.2. Koeficijenti toplinskih gubitaka
  - 2.3. Termotehnički sustavi

- 2.3.1. Opis sustava grijanja
- 2.3.2. Opis sustava pripreme potrošne tople vode
- 2.3.3. Opis sustava hlađenja
- 2.3.4. Opis sustava ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije
- 2.3.5. Sumarni prikaz potrošača električne energije u termotehničkim sustavima
- 2.4. Sustavi potrošnje vode
- 2.5. Sustavi potrošnje električne energije
  - 2.5.1. Rasvjeta
  - 2.5.2. Ostali potrošači električne energije (kućna elektronika, kuhinjski uređaji)
- 3. ENERGETSKA ANALIZA<sup>4</sup>
  - 3.1. Analiza i modeliranje potrošnje električne energije
    - 3.1.1. Analiza računa za električnu energiju
    - 3.1.2. Modeliranje potrošnje električne energije
  - 3.2. Analiza i modeliranje potrošnje vode
    - 3.2.1. Analiza računa za vodu
    - 3.2.2. Modeliranje potrošnje vode
  - 3.3. Analiza i modeliranje potrošnje toplinske energije
    - 3.3.1. Analiza računa za toplinsku energiju
    - 3.3.2. Modeliranje potrošnje toplinske energije
  - 3.4. Referentna godišnja potrošnja energije i vode s pripadajućim troškovima i emisijama CO<sub>2</sub>
- 4. PRORAČUN DO PRIMARNE ENERGIJE – POSTOJEĆE STANJE
  - 4.1. Proračun godišnje potrebne toplinske energije za grijanje / hlađenje
    - 4.1.1. Referentni klimatski podaci i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada termotehničkih sustava
    - 4.1.2. Stvarni klimatski podaci i stvarni režim korištenja i režim rada termotehničkih sustava <sup>4</sup>
  - 4.2. Proračun godišnje potrebne toplinske energije za pripremu potrošne tople vode
  - 4.3. Proračun ukupno isporučene energije za rad termotehničkih sustava
    - 4.3.1. Referentni klimatski podaci i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada termotehničkih sustava
    - 4.3.2. Stvarni klimatski podaci i stvarni režim korištenja i režim rada termotehničkih sustava <sup>4</sup>
  - 4.4. Proračun godišnje potrebne energije za rasvjetu<sup>5</sup>
  - 4.5. Proračun godišnje primarne energije

<sup>4</sup> nije obvezno, ali se po potrebi može provesti, za samostalne uporabne cjeline (SUC) stambene ili nestambene namjene i obiteljske kuće, koje se prodaju, iznajmjuju, daju u zakup, odnosno daju na leasing

<sup>5</sup> ne provodi se kod zgrada stambene namjene

4.5.1. Referentni klimatski podaci i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada termotehničkih sustava

4.5.2. Stvarni klimatski podaci i stvarni režim korištenja i režim rada termotehničkih sustava<sup>4</sup>

4.6. Energetski razred zgrade

## 5. PRIJEDLOG MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

5.1. Gospodarenje energijom

5.2. Prijedlog mjera u građevinskom dijelu

5.3. Prijedlog mjera u termotehničkim sustavima

5.4. Prijedlog mjera u sustavima potrošnje vode

5.5. Prijedlog mjera u sustavima potrošnje električne energije

5.6. Prijedlog optimalne kombinacije mjera

## 6. ZAKLJUČAK

## 7.2. Izvješće o provedenom energetskom pregledu nove zgrade

Nova zgrada jest izgrađena zgrada prije nego je puštena u pogon, odnosno prije početka uporabe, a koja se gradi na temelju akta za građenje izdanog nakon 1. listopada 2007.

Energetski pregled nove zgrade je sustavan postupak koji obuhvaća pregled projektne dokumentacije glavnog projekta, uvid u završno izvješće nadzornog inženjera, uvid u izjavu izvođača o izvedenim radovima i uvjetima održavanja građevine, vizualni pregled zgrade, te izradu *Izvješća o energetskom pregledu nove zgrade* prema Metodologiji, a obavlja ga ovlaštena osoba.

Energetski certifikat za nove zgrade sadrži preporuke za korištenje zgrade vezano na ispunjenje temeljnog zahtjeva za građevinu gospodarenja energijom i očuvanja topline i ispunjenje energetskih svojstava zgrade.

**Sadržaj Izvješća o provedenom energetskom pregledu nove zgrade:**

### 1. SAŽETAK

### 2. SNIMAK IZVEDENOG STANJA

2.1. Podaci o naručitelju

2.2. Građevinski i arhitektonski elementi zgrade

2.2.1. Koeficijenti prolaska topline

2.2.2. Koeficijenti toplinskih gubitaka

2.3. Termotehnički sustavi

2.3.1. Opis sustava grijanja

2.3.2. Opis sustava pripreme potrošne tople vode

2.3.3. Opis sustava hlađenja

2.3.4. Opis sustava ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije

- 2.3.5. Sumarni prikaz potrošača električne energije u termotehničkim sustavima
- 2.4. Sustavi potrošnje vode
- 2.5. Sustavi potrošnje električne energije
  - 2.5.1. Rasvjeta
  - 2.5.2. Ostali potrošači električne energije (kućna elektronika, kuhinjski uređaji)

### 3. PRORAČUN DO PRIMARNE ENERGIJE – IZVEDENO STANJE

- 3.1. Proračun godišnje potrebne toplinske energije za grijanje / hlađenje za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada termotehničkih sustava
- 3.2. Proračun godišnje potrebne toplinske energije za pripremu potrošne tople vode
- 3.3. Proračun ukupno isporučene energije za rad termotehničkih sustava za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada termotehničkih sustava
- 3.4. Proračun godišnje potrebne energije za rasvjetu<sup>5</sup>
- 3.5. Proračun godišnje primarne energije za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada termotehničkih sustava
- 3.6. Energetski razred zgrade

### 4. PREPORUKE ZA KORIŠTENJE ZGRADE

#### 5. ZAKLJUČAK

### 7.3. Izvješće o provedenom energetskom pregledu zgrade nakon provedene energetske obnove

Ukoliko je za neku zgradu izrađen energetski certifikat i pripadajuće *Izvješće o provedenom energetskom pregledu postojeće zgrade*, a zgrada je nakon toga prošla energetsку obnovu, naknadno je potrebno prema trenutno važećem Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju:

- izraditi novi energetski certifikat, pri čemu stari energetski certifikat prestaje važiti,
- izraditi novo *Izvješće o provedenom energetskom pregledu zgrade nakon provedene energetske obnove*, pri čemu se novo izvješće poziva na staro izvješće, te se u njega unose samo promjene nastale energetskom obnovom.

Ukoliko se prema trenutno važećem *Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju* traže dodatni podaci, koji nisu opisani u prethodnom *Izvješće o provedenom energetskom pregledu postojeće zgrade* potrebno ih je dodati. Npr. ukoliko termotehnički sustavi u prethodnom *Izvješću o provedenom energetskom pregledu postojeće zgrade* nisu dovoljno opisani za potrebe izračuna do primarne energije, tada je nužno prikupiti dodatne podatke, te ih navesti u novom *Izvješću o provedenom energetskom pregledu zgrade nakon provedene energetske obnove*.

## 8. IEC – INFORMACIJSKI SUSTAV ZA IZRADU ENERGETSKIH CERTIFIKATA

**Informacijski sustav za izradu energetskih certifikata** (*u nastavku IEC*), uspostavljen od strane Ministarstva graditeljstva i prostornoga uređenja, služi za:

- vođenje Registra izvješća o provedenim energetskim pregledima zgrade,
- vođenje Registra izdanih energetskih certifikata,
- vođenje Registra izvješća o provedenim redovitim pregledima sustava grijanja,
- vođenje Registra izvješća o provedenim redovitim pregledima sustava hlađenja,
- vođenje Registra izvješća o provedenim redovitim pregledima sustava ventilacije i klimatizacije,
- vođenje Registra osoba ovlaštenih za provođenje energetskih pregleda zgrada (s podacima o pohađanju Programa izobrazbe MODUL 1/MODUL 2 i Programa usavršavanja),
- vođenje kontrole energetskih certifikata zgrade i kontrole Izvješća o provedenim redovitim pregledima sustava grijanja, hlađenja, prisilne ventilacije i klimatizacije.

**Energetski certifikat, Izvješća o provedenim redovitim pregledima sustava grijanja, hlađenja, prisilne ventilacije i klimatizacije** izrađuju se električki i ispisuju isključivo putem **informacijskog sustava za izradu energetskog certifikata (IEC)** uspostavljenog od strane **Ministarstva graditeljstva i prostornoga uređenja**.

## 8.1. Registrar izvješća o provedenim energetskim pregledima zgrade i izdanih energetskih certifikata zgrade

Nakon provedenih proračuna te određivanja energetskog svojstva zgrade, potrebno je popuniti Prilog 3. *Pravilnika o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju* odnosno „*Registrar izvješća o provedenom energetskom pregledu zgrade i izdanom energetskom certifikatu zgrade*“ (u nastavku Registrar). Tek nakon ispunjenja Registrara, IEC ispunjava sve potrebne podatke te se ispunjava Energetski certifikat zgrade koji dobiva „barkod“ te postaje jedinstven.

U nastavku će se opisati koraci za pravilno ispunjenje Registrara, a samim time i izdavanja Energetskog certifikata zgrade.

### 1. PODACI O ZGRADI ILI SAMOSTALNOJ UPORABNOJ CJELINI:

1. PODACI O ZGRADI ILI SAMOSTALNOJ UPORABNOJ CJELINI ZGRADE		
1.1.	Vrsta zgrade prema Pravilniku (članak 7)	Obiteljska kuća
1.2.	Naziv zgrade	Obiteljska kuća
	Naziv samostalne uporabne cjeline zgrade	–
	Ulica i kućni broj	Prva ulica 1
	Poštanski broj	10 000, Zagreb
	Mjesto	
	Katastarska čestica	9999/9
	Katastarska općina	Katastarska općina
	Ime i prezime / naziv vlasnika ili investitora zgrade odnosno njezinog dijela	–
1.3.	Naziv naručitelja energetskog certifikata	–
1.4.	Adresa naručitelja energetskog certifikata	Prva ulica 1, 10 000 Zagreb
1.5.	Naziv izvođača radova	Izvođač d.o.o.
1.6.	Projektant zgrade glavnog projekta koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu	Marko Markić, dipl. ing. arh.
1.7.	Godina završetka izgradnje	1965.
1.8.	Godina zadnje rekonstrukcije zgrade	–
1.9.	Nova/postojeća ili rekonstrukcija ODABRATI JEDNO	<input type="checkbox"/> nova <input checked="" type="checkbox"/> postojeća <input type="checkbox"/> rekonstrukcija
1.10.	Složenost sustava (jednostavni ili složeni) ODABRATI JEDNO	<input checked="" type="checkbox"/> jednostavni <input type="checkbox"/> složeni
1.11.	Ploščina korisne površine grijanog dijela zgrade $A_K$ [m <sup>2</sup> ]	99,25
1.12.	Građevinska (bruto) površina zgrade [m <sup>2</sup> ]	112,56
1.13.	Faktor oblika $f_0$ [m <sup>-1</sup> ]	1,02
1.14.	Unutarnja projektna temperatura, $\Theta_{int,set,H}$ ODABRATI JEDNO	<input checked="" type="checkbox"/> $\Theta_{int,set,H} \geq 18$ °C <input type="checkbox"/> $12$ °C < $\Theta_{int,set,H}$ < $18$ °C
1.15.	Srednja mjesecačna temperatura vanjskog zraka najhladnjeg mjeseca na lokaciji zgrade, $\Theta_{e,mj,min}$ ODABRATI JEDNO	<input checked="" type="checkbox"/> $\Theta_{e,mj,min} \leq 3$ °C <input type="checkbox"/> $\Theta_{e,mj,min} > 3$ °C
1.16.	Mjerodavna meteorološka postaja	Zagreb Maksimir

U prvom dijelu registra unose se opći podaci o zgradi odnosno samostalnoj uporabnoj cjelini.

Vrste zgrade u cjelini odnosno samostalna uporabna cjelina zgrade za koje se izdaje energetski certifikat određene su prema pretežitoj namjeni korištenja i dijele se na:

1. višestambene zgrade

2. obiteljske kuće

3. uredske zgrade

4. zgrade za obrazovanje

5. bolnice

6. hoteli i restorani

7. sportske dvorane

8. zgrade trgovine – veleprodaja i maloprodaja

9. ostale nestambene zgrade koje se griju na temperaturu +18 °C ili višu (npr.: zgrade za promet i komunikacije, terminali, postaje, pošte, telekomunikacijske zgrade, zgrade za kulturno-umjetničku djelatnost i zabavu, muzeji, knjižnice i slično).

Ukoliko se radi o kompleksu s više zgrada ili samostalnoj uporabnoj cjelini unutar zgrade, tada se osim naziva zgrade kao kompleksa ili samo zgrade, upisuje za pojedinu zgradu i naziv samostalne uporabne cjeline. Ukoliko se radi samo o jednoj zgradi, onda se upisuje naziv zgrade, ali ne i naziv samostalne uporabne cjeline.

Npr. veći bolnički kompleksi se sastoje uglavnom od više zgrada. Sustavi hlađenja, prisilne ventilacije i klimatizacije se pregledavaju po pojedinoj zgradi u kompleksu, pa se uz naziv kompleksa upisuje i naziv pojedine zgrade odnosno samostalne uporabne cjeline. U tom slučaju ploština korisne površine  $A_K$  i obujam grijanog dijela zgrade  $V_e$  se odnose na samostalnu uporabnu cjelinu.

U slučaju zgrade s više stambenih jedinica, prilikom izrade Energetskog certifikata za samostalnu uporabnu cjelinu upisuje se naziv zgrade i naziv samostalne uporabne cjeline.

Naziv izvođača radova te projektanta glavnog projekta koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu su obavezani za nove zgrade ili zgrade koje su obnovljene. Za ostale zgrade je poželjno ispuniti ukoliko su podaci dostupni.

Ukoliko nije moguće točno utvrditi godinu izgradnje potrebno je istu pretpostaviti prema načinu izgradnje.

Kod ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade, građevinske bruto površine i faktora oblika upisuju se veličine zgrade za koju se izdaje certifikat. U slučaju stana to je površine stana, u slučaju zgrade to je površine zgrade, a u slučaju zgrade s više namjena to je površina svih zona.

Kod odabira srednje mjesecne temperature vanjskog zraka najhladnjeg mjeseca na lokaciji zgrade potrebno je istu utvrditi na temelju najbliže meteorološke postaje te ukoliko je  $\Theta_{e,mj,min} \leq 3$

$^{\circ}\text{C}$  tada se zgrada nalazi u kontinentalnom području (referentna postaja Zagreb Maksimir), a ukoliko  $\Theta_{e,mj,min} > 3 ^{\circ}\text{C}$  tada se zgrada nalazi u primorskom području (referentna postaja Split Marjan).

Mjerodavna meteorološka postaja je najbliža meteorološka postaja lokaciji zgrade (ne nužno Split Marjan odnosno Zagreb Maksimir).

## 2. ENERGETSKI RAZRED ZGRADE:

2. ENERGETSKI RAZRED ZGRADE:		
2.1.	Primorska ili kontinentalna Hrvatska ODABRATI JEDNO	<input type="checkbox"/> primorska <input checked="" type="checkbox"/> kontinentalna
2.2.	Energetski razred zgrade na skali od A+ do G prema $Q_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	G
2.2.1	Energetski razred zgrade na skali od A+ do G prema $E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	D
2.3	Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	268,94
2.4	Specifična godišnja isporučena energija $E_{del}$ [kWh/m <sup>2</sup> a]	363,63
2.5	Specifična godišnja primarna energija $E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	402,38
2.6	Specifična godišnja emisija CO <sub>2</sub> [kg/(m <sup>2</sup> a)]	80,17
2.7	Upisati „nZEB“ ako energetsko svojstvo zgrade $E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)] zadovoljava zahtjeve za zgrade gotovo nulte energije propisane važećim TPRUETZZ	–

Prema prethodno opisanoj metodi potrebno je označiti lokaciju zgrade s obzirom na klimatske zone. U ovom dijelu se upisuju samo referentne vrijednosti, odnosno one na temelju kojih se izdaje energetski certifikat.

Potrebno je upisati dva energetska razreda promatrane zgrade (od A+ do G) određena na temelju:

- specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] i
- specifične godišnje primarne energije  $E_{prim}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)].

Dodatno se upisuju slijedeće brojčane vrijednosti: specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)], specifična godišnja isporučena energija  $E_{del}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)], specifična godišnja primarna energija  $E_{prim}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] i specifična godišnja emisija CO<sub>2</sub> [kg/(m<sup>2</sup>a)]. godišnje vrijednosti energije za potrebnu toplinsku, isporučenu i primarnu energiju te specifičnu godišnju emisiju CO<sub>2</sub>.

Dodatno se upisuje za promatrani zgradu oznaka „nZEB“ ukoliko promatrana zgrada zadovoljava zahtjeve za zgrade gotovo nulte energije propisane važećim *Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (TPRUETZZ).

### 3. ROK VAŽENJA CERTIFIKATA/PODACI O OSOBI KOJA JE IZDALA ENERGETSKI CERTIFIKAT

3. ROK VAŽENJA CERTIFIKATA/PODACI O OSOBI KOJA JE IZDALA ENERGETSKI CERTIFIKAT:		
3.1.	Oznaka energetskog certifikata zgrade	
3.2.	Svrha izdavanja energetskog certifikata: ODABRATI JEDNO	<input type="checkbox"/> izlaganje <input checked="" type="checkbox"/> prodaja <input type="checkbox"/> nova <input type="checkbox"/> iznajmljivanje <input type="checkbox"/> .....
3.3.	Registarski broj ovlaštene osobe	X_XX_XXXX
3.4.	Datum izdavanja energetskog certifikata	01.03.2017.
3.5.	Rok važenja energetskog certifikata	01.03.2027.
3.6.	Za ovlaštene fizičke osobe: Ime i prezime ovlaštene FIZIČKE osobe koja je izdala energetski certifikat zgrade	
3.7.	Za ovlaštene pravne osobe: Naziv ovlaštene PRAVNE osobe Odgovorna osoba u pravnoj osobi Ime i prezime imenovane osobe u ovlaštenoj pravnoj osobi	Firma d.o.o. Ivan Horvat Ivan Horvat

Upisuje se oznaka energetskog certifikata zgrade, te se određuje svrha izdavanja koju je moguće odabrati iz prethodno naznačenih opisa ili dodati novi. Obavezan je upis podataka o registarskom broju ovlaštene osobe, datumu izdavanja energetskog certifikata i roku važenja istog.

Ovisno o tome tko izdaje energetski certifikat ispunjava se samo dio za FIZIČKE ili PRAVNE osobe.

### 4. PODACI O OSOBAMA KOJE SU SUDJELOVALE U IZRADI ENERGETSKOG CERTIFIKATA:

4. PODACI O OSOBAMA KOJE SU SUDJELOVALE U IZRADI ENERGETSKOG CERTIFIKATA:		
Ovlaštene osobe koje su sudjelovale u izradi energetskog certifikata:		
4.1.	Građevinski dio (registarski broj)	X_XX_XXXX
	Ime, prezime	Marko Marić
	Naziv pravne osobe	Firma d.o.o.
4.2.	Strojarski dio (registarski broj)	X_XX_XXXX
	Ime, prezime	Ivan Horvat
	Naziv pravne osobe	Firma d.o.o.
4.3.	Elektrotehnički dio (registarski broj)	X YY YYYY
	Ime, prezime	Ivan Babić
	Naziv pravne osobe	Tvrtka d.o.o.

Kod jednostavnih tehničkih sustava, u slučaju da je samo jedna osoba sudjelovala u izradi Energetskog certifikata, upisuje se samo ta osoba i to u sva polja (građevinski, strojarski i elektro), a za složene sustave je potrebno upisati osobe iz sve tri struke koje su sudjelovale u izradi.

## 5. GRAĐEVINSKI DIJELOVI ZGRADE:

5. GRAĐEVINSKI DIJELOVI ZGRADE:					
5.1.	Koefficijent transmisijskog toplinskog gubitka (po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade) $H'_{tr,adj}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]		1,44		
5.2.	KOEFICIJENTI PROLASKA TOPLINE				
	Karakteristike građevnih dijelova zgrade	Koefficijent prolaska topline $U$ [W/m <sup>2</sup> K] upisuju se $U$ vrijednosti za pretežite građevne dijelove zgrade (najvećih ukupnih ploština) ili nema Upisuje se: ili nema ili broj	Dopušteni koefficijent prolaska topline <sup>2</sup> upisuju se $U$ vrijednosti prema važećem TPRUETZZ za nove zgrade	Ispunjeno	
			$U_{dop}$ [W/m <sup>2</sup> K]		
	Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, zidovi prema provjetravanom tavanu	1,81	0,30	NE	
	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi pročelja	2,81	1,60	NE	
	Ostakljeni dio prozora, balkonskih vrata, krovnih prozora, prozirnih elemenata ovojnica zgrade ( $U_g$ )	3,20	1,10	NE	
	Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema provjetravanom tavanu	1,68	0,25	NE	
	Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže	nema	nema	nema	
	Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0°C	nema	nema	nema	
	Zidovi prema tlu, podovi na tlu	2,43	0,40	NE	
	Vanjska vrata s neprozirnim vratnim krilom	1,40	2,00	DA	
	Stjenke kutija za rolete	2,01	0,60	NE	
	Stropovi i zidovi između samostalnih uporabnih cjelina zgrade (stanova, poslovnih prostora)	nema	nema	nema	
	Kupole i svjetlosne trake	nema	nema	nema	
	Vjetrobrani, promatrano u smjeru otvaranja vrata	nema	nema	nema	
5.3.	Karakteristike ostakljenih stijena	Ostakljenje (npr. trostruko IZO-staklo s ispunom plinom i 2 low-E premaza), (ako je više različitih tipova navesti ploštine za svaki tip odvojeno):	Okvir ostakljenja (npr. drvo, aluminij s prekidom toplinskog mosta, plastika, čelik, aluminij, itd.) i $U_f$ [W/m <sup>2</sup> K] :	Zaštita od sunca (npr. vanjski elementi – pomični/fiksni refleksno ostakljenje, unutrašnji elementi, bez zaštite,) $F_{c,c}$ i $F_{c,H}$	$U_g$ [W/m <sup>2</sup> K] i $g_\perp$
Ploština [m <sup>2</sup> ]	Orijentacija (S, SI, I, JI, JJZ, Z, SZ)				
6,70	Sjever	Jednostruko ostakljenje svakog krila	Dvostruki drveni okvir, $U_f = 2,40$ [W/m <sup>2</sup> K]	Vanjske pomične rolete, $F_{c,c}=0,30$ i $F_{c,H}=1,00$	$U_g=3,10$ [W/m <sup>2</sup> K] i $g_\perp=0,80$
7,40	Jug	Jednostruko ostakljenje svakog krila	Dvostruki drveni okvir, $U_f = 2,60$ [W/m <sup>2</sup> K]	Vanjske pomične rolete, $F_{c,c}=0,30$ i $F_{c,H}=1,00$	$U_g=2,90$ [W/m <sup>2</sup> K] i $g_\perp=0,80$
0,70	Istok	Jednostruko ostakljenje svakog krila	Dvostruki drveni okvir, $U_f = 2,60$ [W/m <sup>2</sup> K]	Vanjske pomične rolete, $F_{c,c}=0,30$ i $F_{c,H}=1,00$	$U_g=2,90$ [W/m <sup>2</sup> K] i $g_\perp=0,80$
1,40	Istok	Dvostruko IZO staklo s ispunom plinom	PVC okvir $U_f = 1,60$ [W/m <sup>2</sup> K]	Nema, $F_{c,c}=1,00$ i $F_{c,H}=1,00$	$U_g=2,40$ [W/m <sup>2</sup> K] i $g_\perp=0,80$
0,30	Jug	Jednostruko ostakljenje	Drveni okvir, $U_f = 2,80$ [W/m <sup>2</sup> K]	Nema, $F_{c,c}=1,00$ i $F_{c,H}=1,00$	$U_g=5,70$ [W/m <sup>2</sup> K] i $g_\perp=0,87$
5.4.	Izmjereni protok zraka $n_{50}$				Ispunjeno
	≤ 3 h <sup>-1</sup> zgrade bez uređaja za prisilnu ventilaciju				NE
	≤ 1,5 h <sup>-1</sup> zgrade s uređajem za prisilnu ventilaciju				-

U ovom dijelu se opisuju građevinski dijelovi vanjske ovojnica zgrade. Za neprozirne elemente vanjske ovojnice zgrade potrebno je navesti koeficijent prolaska topline  $U$  [W/m<sup>2</sup>K], pretežite građevinske dijelove vanjske ovojnica zgrade odnosno dijelove koji imaju najveću površinu u vanjskoj ovojnici.

*Npr. ako postoje dva vanjska zida površina 120 m<sup>2</sup> i 280 m<sup>2</sup> upisuje se samo U vrijednost vanjskog zida površine 280 m<sup>2</sup>. Isto vrijedi i za ostale neprozirne elemente vanjske ovojnice.*

Dopuštene vrijednosti faktora propuštanja topline se određuju prema trenutno važećem TPRUETZZ za nove zgrade

Kod unošenja prozirnih elemenata vanjske ovojnica prvo se unosi ploština prozirnih elemenata vanjske ovojnice zgrade te njihova orijentacija. Nakon toga se u idućim stupcima unosi tip ostakljenja (opisno) i materijal okvira (opisno s vrijednosti  $U_f$  [W/m<sup>2</sup>K]), te je potrebno odrediti za svaki element faktore zaštite od Sunčevog zračenja. U zadnjem stupcu se unosi ukupni koeficijent prolaska topline prozirnog elementa vanjske ovojnice  $U_g$ , te faktor propuštanja Sunčevog zračenja kroz staklenu površinu  $g$ .

Za zgrade kod kojih je izmjerен protok zraka pri razlici tlakova od 50 Pa potrebno je odrediti ispunjenje uvjeta (ovisno o tome ima li zgrada ugrađenu mehaničku ventilaciju ili nema). Nadalje za zgrade koje imaju ugrađene uređaje za prisilnu ventilaciju moguće je odrediti broj izmjena zraka kao što je prikazano u **primjeru 5.30.**, odnosno prema **tablici 5-26.**, ukoliko drugi podaci nisu dostupni.

## 6. PODACI O TERMOTEHNIČKIM SUSTAVIMA ZGRADE

6. PODACI O TERMOTEHNIČKIM SUSTAVIMA ZGRADE		
6.1.	Način grijanja zgrade	<input type="checkbox"/> lokalno <input type="checkbox"/> etažno <input checked="" type="checkbox"/> centralno <input type="checkbox"/> nema
6.2.	Način pripreme potrošne tople vode	<input checked="" type="checkbox"/> lokalno <input checked="" type="checkbox"/> centralno <input checked="" type="checkbox"/> spremnik <input checked="" type="checkbox"/> protočno <input type="checkbox"/> nema
6.3.	Godina proizvodnje izvora toplinske energije za grijanje	2000.
6.4.	Izvor energije za grijanje zgrade	<input checked="" type="checkbox"/> prirodni plin <input type="checkbox"/> ukapljeni naftni plin <input type="checkbox"/> loživo ulje <input type="checkbox"/> električna energija <input type="checkbox"/> drvo (cjepanice) <input type="checkbox"/> drvna biomasa <input type="checkbox"/> daljinski izvor <input type="checkbox"/> ..... <input type="checkbox"/> nema
6.5.	Izvor energije za pripremu potrošne tople vode	<input checked="" type="checkbox"/> prirodni plin <input type="checkbox"/> ukapljeni naftni plin <input type="checkbox"/> loživo ulje <input checked="" type="checkbox"/> električna energija <input type="checkbox"/> drvo (cjepanice) <input type="checkbox"/> drvna biomasa <input type="checkbox"/> daljinski izvor <input type="checkbox"/> ..... <input type="checkbox"/> nema
6.6.	Način hlađenja zgrade	<input type="checkbox"/> lokalno <input type="checkbox"/> etažno <input type="checkbox"/> centralno <input checked="" type="checkbox"/> nema
6.7.	Izvori energije koji se koriste za hlađenje zgrade	<input type="checkbox"/> električna energija <input type="checkbox"/> ..... <input checked="" type="checkbox"/> nema
6.8.	Vrsta ventilacije	<input type="checkbox"/> prisilna bez sustava povrata topline <input type="checkbox"/> prisilna sa sustavom povrata topline <input checked="" type="checkbox"/> prirodna

Ovdje se upisuju opći podaci o ugrađenim termotehničkim sustavima i izvorima energije za pojedine termotehničke sustave. Na kraju ovog dijela navodi se vrsta ventilacije promatrane zgrade. To ponekad može biti samo prirodna ventilacija, a moguć je naravno i odabir sve tri ponuđene opcije, ukoliko se zgrada ventilira prirodno, te prisilno bez sustava povrata topline i prisilno sa sustavom povrata topline.

Slijedeća poglavila pod brojem 6. unutar Priloga 3. *Pravilnika o energetskom pregledu zgrada i energetskom certificiranju* su identična poglavljima unutar Priloga 4. te su detaljno objašnjena u poglavljiju **8.3 Registar Izvješća o provedenim redovitim pregledima sustava grijanja, hlađenja i prisilne ventilacije i klimatizacije.**

- PREGLED SUSTAVA GRIJANJA
- PREGLED SUSTAVA HLAĐENJA
- PREGLED SUSTAVA PRISILNE VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE

## 7. PRORAČUNSKI PARAMETRI

7. PRORAČUNSKI PARAMETRI		
	NAZIV ZONE	Obiteljska kuća
7.1.	Unutarnja proračunska temperatura u sezoni grijanja $\theta_{int}$ [°C]	20
7.2.	Unutarnja proračunska temperatura u sezoni hlađenja $\theta_{int}$ [°C]	22
7.3.	Broj sati korištenja zone [h/dan]	17
7.4.	Broj sati rada sustava grijanja/hlađenja $t_d$ [h/dan]	17
7.5.	Broj dana rada sustava grijanja/hlađenja u tjednu $d_{use,tj}$ [dan/tj.]	7
7.6.	Broj sati rada sustava prisilne ventilacije/klimatizacije $t_{v,mech}$ [h/dan]	0

U dijelu proračunskih parametara se upisuju referentne unutarnje proračunske temperature u sezoni grijanja i hlađenja te referentne vrijednosti rada sustava grijanja, hlađenja i ventilacije/za svaku zonu zasebno.

U slučaju da se zgrada sastoji od više zone, bez obzira što je zgrada možda opisana kao zgrada s više namjena, potrebno je unijeti vrijednosti proračunskih parametara za svaku zonu zasebno.

## 8. ENERGETSKE POTREBE

8. ENERGETSKE POTREBE	
8.1.	Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke $Q_{H,nd}$ , i najveća dopuštena vrijednost
	Ukupno $Q_{H,nd}$ <b>26.692</b> [kWh/a]
	Specifično $Q''_{H,nd}$ , <b>268,94</b> [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
	Dopušteno $Q''_{H,nd}$ <b>92,23</b> [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
8.2.	Ispunjeno: <b>NE</b>
	Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke $Q_{H,nd}$
8.3.	Godišnja potrebna toplinska energija za zagrijavanje potrošne tople vode $Q_w$
	Ukupno $Q_w$ <b>1.240,63</b> [kWh/a]
8.4.	Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje za referentne klimatske podatke $Q_{C,nd}$
	Ukupno $Q_{C,nd}$ <b>0,00</b> [kWh/a]
	Specifično $Q''_{C,nd}$ <b>0,00</b> [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
	Dopušteno $Q''_{C,nd}$ <b>50,00</b> [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
8.5.	Ispunjeno: <b>DA</b>
	Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ za stvarne klimatske podatke
8.6.	Godišnja potrebna energija za ventilaciju za referentne klimatske podatke $Q_{ve,ref}$
	Ukupno $Q_{ve}$ [kWh/a]
8.7.	Specifično $Q_{ve}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
	Godišnja potrebna energija za ventilaciju za stvarne klimatske podatke $Q_{ve}$
8.8.	Ukupno $Q_{ve}$ [kWh/a]
	Specifično $Q_{ve}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
8.9.	Godišnja potrebna energija za rasvjetu za stvarne klimatske podatke za definirani profil korištenja $E_L$
	Ukupno <b>7.957</b> [kg/a]
8.10.	Specifično <b>80,17</b> [kg/m <sup>2</sup> a]
	Godišnja emisija CO <sub>2</sub> za referentne klimatske podatke u [kg/a]
8.11.	Ukupno <b>7.958</b> [kg/a]
	Specifično <b>80,17</b> [kg/m <sup>2</sup> a]
8.12.	Godišnja isporučena energija $E_{del}$
	Ukupno $E_{del}$ <b>36.090,13</b> kWh/a]
	Specifično $E_{del}$ <b>363,63</b> [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
	Dopušteno $E_{del}$ <b>120,00</b> [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
8.12.	Ispunjeno: <b>NE</b>
	Godišnja primarna energija $E_{prim}$
8.12.	Ukupno $E_{prim}$ <b>39.935,79</b> [kWh/a]
	Specifično $E_{prim}$ <b>402,38</b> [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
	Dopušteno $E_{prim}$ <b>135,00</b> [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
	Ispunjeno: <b>NE</b>

U ovom dijelu upisuju se energetske potrebe te emisije CO<sub>2</sub> zgrade za koju se izrađuje energetski certifikat.

Vrijednosti se računaju za stvarne i referentne klimatske podatke.

Dopuštene specifične vrijednosti za potrebnu toplinsku energiju, isporučenu i primarnu energiju nalaze se u *Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (NN 128/15) posebno za nove zgrade i zgrade gotovo nulte energije (Tablica 8. Tehničkog propisa) i posebno za postojeće zgrade prilikom rekonstrukcije (Tablica 9. Tehničkog propisa) ili noviji podaci ukoliko su objavljeni. Provjerava se ispunjenost uvjeta.

## 9. KORIŠTENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

9. KORIŠTENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE		
9.1.	Vrsta i način korištenja sustava s obnovljivim izvorima energije na lokaciji zgrade	<input type="checkbox"/> dizalica topline <input type="checkbox"/> solarni kolektori <input type="checkbox"/> biomasa <input type="checkbox"/> fotonapon <input type="checkbox"/> .....
9.2.	Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava [%]	0%
9.3.	Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava [%]	0%

U završnom dijelu registra upisuju se podaci o korištenju obnovljivih izvora energije na lokaciji zgrade. Označavaju se sustavi s obnovljivim izvorima energije, koji se koriste na lokaciji zgrade.

Izračun udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava i udjela obnovljivih izvora energija u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava objašnjen je u poglavlju 5.7. Metodologije.

## 8.2. Energetski certifikat

**Energetski certifikat** je dokument kojim se prikazuje energetski razred zgrade, energetske karakteristike zgrade i referentna vrijednost minimalnih zahtjeva na energetska svojstva te se daje prijedlog ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade radi smanjenja potrošnje energije.

**Energetski certifikat nove zgrade** sadrži preporuke za korištenje zgrade vezano na ispunjenje temeljnog zahtjeva za građevinu gospodarenja energijom i očuvanja topline i ispunjenje energetskih svojstava zgrade.

Rok važenja energetskog certifikata je **10 godina**.

Energetski certifikat se odnosi na zgradu kao cjelinu ili na samostalnu uporabnu cjelinu.

Zgrade se klasificiraju u jedan od ukupno **8 energetskih razreda** (A+, A, B, C, D, E, F, G), gdje A+ označava energetski najpovoljniji, a G energetski najnepovoljniji razred.

**Za svaku zgradu određuju se dva energetska razreda** na temelju slijedećih dviju vrijednosti:

- **specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>god.)]** za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja prostora i režim rada tehničkih sustava,
- **specifična godišnja primarna energija  $E_{prim}$  [kWh/(m<sup>2</sup>god.)]** za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja prostora i režim rada tehničkih sustava.

Primarna energija kod stambenih zgrada (obiteljske kuće, višestambene zgrade), **za referentne klimatske podatke** i Algoritmom propisan režim rada tehničkih sustava, obuhvaća energiju za grijanje, pripremu potrošne tople vode i ventilaciju/klimatizaciju (ventilacija/klimatizacija se uzima u obzir ukoliko postoji i to samo kroz grijanje). U primarnu energiju kod stambenih zgrada nije uključena energija za hlađenje te energija za rasvjetu.

Primarna energija kod nestambenih zgrada, **za referentne klimatske podatke** i Algoritmom propisan režim rada tehničkih sustava, obuhvaća energiju za rasvjetu i energije onih termotehničkih sustava naznačenih u Tablica 5-18 (Definirani tehnički sustavi za proračun do primarne energije za referentne klimatske podatke za pojedine vrste zgrada) za pojedinu vrstu nestambene zgrade (uredske zgrade, zgrade za obrazovanje, bolnice, hoteli i restorani, sportske dvorane, zgrade trgovine).

Referentni klimatski podaci određeni su posebno za kontinentalnu i primorsku Hrvatsku:

- **Primorska Hrvatska** uključuje sva mjesta kod kojih je srednja mjesecna temperatura vanjskog zraka najhladnjeg mjeseca na lokaciji zgrade  $> 3^{\circ}\text{C}$  → referentna meteorološka postaja **Split (Marjan)**,

- **Kontinentalna Hrvatska** uključuje sva mesta kod kojih je srednja mjesecna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade  $\leq 3^{\circ}\text{C}$  → referentna meteorološka postaja **Zagreb (Maksimir)**.

Vrste zgrada prema *Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju*: višestambene zgrade, obiteljske kuće, uredske zgrade, zgrade za obrazovanje, bolnice, hoteli i restorani, sportske dvorane, zgrade trgovine (veleprodaja i maloprodaja) i ostale nestambene zgrade koje se griju na temperaturu  $+18^{\circ}\text{C}$  ili višu (npr. zgrade za promet i komunikacije, terminali, postaje, pošte, telekomunikacijske zgrade, zgrade za kulturno-umjetničku djelatnost i zabavu, muzeji, knjižnice i slično).

**Tablica 8-1 Određivanje energetskih razreda pojedine vrste zgrade na temelju specifične godišnje potrebne energije za grijanje  $Q''_{H,nd}$  za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim rada tehničkih sustava**

Energetski razred	Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
<b>A+</b>	$\leq 15$
<b>A</b>	$\leq 25$
<b>B</b>	$\leq 50$
<b>C</b>	$\leq 100$
<b>D</b>	$\leq 150$
<b>E</b>	$\leq 200$
<b>F</b>	$\leq 250$
<b>G</b>	$> 250$

Za svaku gore navedenu vrstu zgrade i pojedini energetski razred (A+, A, B, C, D, E, F, G) je u Prilogu 1. *Pravilnika o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju* navedeno područje vrijednosti specifične primarne energije u [kWh/(m<sup>2</sup>god.)].

$E_{\text{prim}}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	STAMBENA		OBITELJSKA		UREDASKA		OBRAZOVNA		BOLNICA		HOTEL I RESTORAN		SPORTSKA DVORANA		TRGOVINA		OSTALE NESTAMBENE		
	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	
<b>A+</b>	$\leq 80$	$\leq 50$	$\leq 45$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 25$	$\leq 55$	$\leq 55$	$\leq 250$	$\leq 250$	$\leq 90$	$\leq 70$	$\leq 210$	$\leq 150$	$\leq 170$	$\leq 150$	$\leq 80$	$\leq 50$	
<b>A</b>	$> 80$	$> 50$	$> 45$	$> 35$	$> 35$	$> 25$	$> 55$	$> 55$	$> 250$	$> 250$	$> 90$	$> 70$	$> 210$	$> 150$	$> 170$	$> 150$	$> 80$	$> 50$	
<b>B</b>	$\leq 100$	$\leq 75$	$\leq 80$	$\leq 55$	$\leq 55$	$\leq 50$	$\leq 60$	$\leq 58$	$\leq 275$	$\leq 275$	$\leq 110$	$\leq 75$	$\leq 305$	$\leq 160$	$\leq 310$	$\leq 210$	$\leq 115$	$\leq 75$	
<b>C</b>	$> 100$	$> 75$	$> 80$	$> 55$	$> 55$	$> 50$	$> 60$	$> 58$	$> 275$	$> 275$	$> 110$	$> 75$	$> 305$	$> 160$	$> 310$	$> 210$	$> 115$	$> 75$	
<b>D</b>	$\leq 265$	$\leq 220$	$\leq 280$	$\leq 230$	$\leq 100$	$\leq 90$	$\leq 125$	$\leq 120$	$\leq 345$	$\leq 325$	$\leq 160$	$\leq 95$	$\leq 465$	$\leq 225$	$\leq 475$	$\leq 290$	$\leq 280$	$\leq 225$	
<b>E</b>	$\leq 410$	$\leq 350$	$\leq 445$	$\leq 385$	$\leq 100$	$\leq 90$	$\leq 125$	$\leq 110$	$\leq 175$	$\leq 395$	$\leq 350$	$\leq 190$	$\leq 110$	$\leq 530$	$\leq 280$	$\leq 495$	$\leq 340$	$\leq 410$	$\leq 350$
<b>F</b>	$\leq 515$	$\leq 435$	$\leq 560$	$\leq 485$	$\leq 155$	$\leq 140$	$\leq 220$	$\leq 220$	$\leq 495$	$\leq 440$	$\leq 240$	$\leq 140$	$\leq 665$	$\leq 350$	$\leq 620$	$\leq 425$	$\leq 515$	$\leq 435$	
<b>G</b>	$\leq 615$	$\leq 520$	$\leq 670$	$\leq 580$	$\leq 190$	$\leq 165$	$\geq 265$	$\geq 265$	$\geq 590$	$\geq 525$	$\geq 290$	$\leq 165$	$\geq 795$	$\leq 415$	$\leq 745$	$\leq 510$	$\leq 615$	$\leq 520$	

K – kontinentalna Hrvatska, P – primorska Hrvatska

**Slika 8-1 Određivanje energetskih razreda pojedine vrste zgrade na temelju specifične godišnje primarne energije  $E_{\text{prim}}$  za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim rada tehničkih sustava**

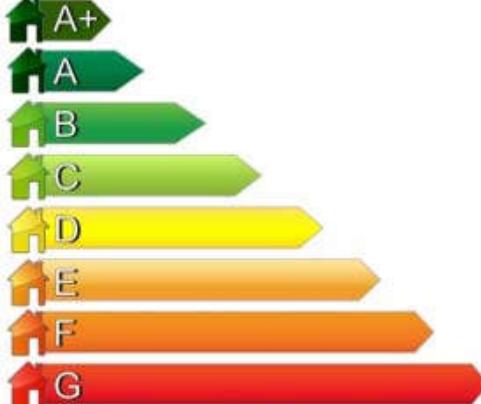
**Energetski certifikat** izrađuje se **elektronički** i ispisuje isključivo putem **informacijskog sustava za izradu energetskog certifikata (IEC)** uspostavljenog od strane **Ministarstva**.

### 8.2.1. Izgled i sadržaj energetskog certifikata

**Energetski certifikat**, kao dokument koji predočuje energetska svojstva zgrade kao cjeline ili samostalne uporabne cjeline, se sastoji od **ukupno četiri stranice**.

Kratki opis sadržaja svake strane energetskog certifikata s bitnim napomenama dan je u nastavku.

## Prva stranica energetskog certifikata

ENERGETSKI CERTIFIKAT ZGRADE																																			
prema Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju (NN 48/14, NN 10/15)																																			
Naziv zgrade																																			
Naziv samostalne uporabne cjeline zgrade																																			
Ulica i kućni broj	Paščanski broj	Mjesto																																	
<b>PODACI O ZGRADI</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> nova</td> <td><input type="checkbox"/> postojeća</td> <td><input type="checkbox"/> rekonstrukcija</td> </tr> <tr> <td>Vrsta zgrade (prema Pravilniku)</td> <td colspan="3">odaberite vrstu zgrade prema Pravilniku iz padajućeg izbornika</td> </tr> <tr> <td>Vrsta zgrade prema složenosti tehničkih sustava</td> <td colspan="3">odaberite iz padajućeg izbornika</td> </tr> <tr> <td>Vlasnik / investitor</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>k.č.br.</td> <td>k.o.</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Ploščina korisne površine grijanog dijela zgrade <math>A_k</math></td> <td colspan="3">Godina izgradnje / rekonstrukcije</td> </tr> <tr> <td>Građevinska (bruto) površina zgrade [<math>m^2</math>]</td> <td colspan="3">Mjerodavna meteorološka postaja</td> </tr> <tr> <td>Faktor oblika <math>f_0</math> [<math>m^{-1}</math>]</td> <td colspan="3">Referentna klima</td> </tr> </table>					<input type="checkbox"/> nova	<input type="checkbox"/> postojeća	<input type="checkbox"/> rekonstrukcija	Vrsta zgrade (prema Pravilniku)	odaberite vrstu zgrade prema Pravilniku iz padajućeg izbornika			Vrsta zgrade prema složenosti tehničkih sustava	odaberite iz padajućeg izbornika			Vlasnik / investitor				k.č.br.	k.o.			Ploščina korisne površine grijanog dijela zgrade $A_k$	Godina izgradnje / rekonstrukcije			Građevinska (bruto) površina zgrade [ $m^2$ ]	Mjerodavna meteorološka postaja			Faktor oblika $f_0$ [ $m^{-1}$ ]	Referentna klima		
<input type="checkbox"/> nova	<input type="checkbox"/> postojeća	<input type="checkbox"/> rekonstrukcija																																	
Vrsta zgrade (prema Pravilniku)	odaberite vrstu zgrade prema Pravilniku iz padajućeg izbornika																																		
Vrsta zgrade prema složenosti tehničkih sustava	odaberite iz padajućeg izbornika																																		
Vlasnik / investitor																																			
k.č.br.	k.o.																																		
Ploščina korisne površine grijanog dijela zgrade $A_k$	Godina izgradnje / rekonstrukcije																																		
Građevinska (bruto) površina zgrade [ $m^2$ ]	Mjerodavna meteorološka postaja																																		
Faktor oblika $f_0$ [ $m^{-1}$ ]	Referentna klima																																		
<b>ENERGETSKI RAZRED ZGRADE</b> 			Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ [ $kWh/(m^2a)$ ]	Specifična godišnja primarna energija $E_{prim}$ [ $kWh/(m^2a)$ ]																															
			<b>C</b>	<b>B</b>																															
Specifična godišnja isporučena energija $E_{del}$ [ $kWh/(m^2a)$ ]																																			
Specifična godišnja emisija $CO_2$ [ $kg/(m^2a)$ ]																																			
Upisati „nZEB“ ako energetsko svojstvo zgrade ( $E_{prim}$ ) zadovoljava zahtjeve za zgrade gotovo nulte energije propisane važećim TPRUETZZ			<b>nZEB</b>																																
<b>ROK VAŽENJA CERTIFIKATA / PODACI O OSOBI KOJA JE IZDALA ENERGETSKI CERTIFIKAT</b>																																			
Oznaka energetskog certifikata		Datum izdavanja		Datum važenja																															
Naziv ovlaštene pravne osobe				Registarski broj																															
Ime i prezime imenovane osobe u ovlaštenoj pravnoj osobi ili ime i prezime ovlaštene fizičke osobe / vlastoručni potpis																																			
<b>PODACI O OSOBAMA KOJE SU SUDJELOVATE U IZRADI ENERGETSKOG CERTIFIKATA</b>																																			
Dio zgrade	Ime i prezime ovlaštene osobe	Naziv pravne osobe	Registarski broj	Vlastoručni potpis																															
Građevinski																																			
Strojarski																																			
Elektrotehnički																																			

U zaglavlje prve stranice energetskog certifikata unosi se naziv zgrade i samostalne uporabne cjeline (stan unutar stambene zgrade, zgrada unutar kompleksa) za koju se izdaje energetski certifikat, s pripadajućom adresom (ulica i kućni broj, poštanski broj, mjesto).

Ukoliko se izrađuje energetski certifikat za zgradu Energetskog instituta Hrvoje Požar, tada se pod *Naziv samostalne uporabne cjeline zgrade* ne upisuje ništa, s obzirom na to da je predmet certificiranja u ovom slučaju cijela zgrada kao cjelina.

<b>ENERGETSKI CERTIFIKAT ZGRADE</b>		
prema Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju (NN 48/14, NN )		
<b>Energetski institut Hrvoje Požar</b>		
<i>Naziv zgrade</i>		
-----		
<i>Naziv samostalne uporabne cjeline zgrade</i>		
Savska cesta 163 <i>Ulica i kućni broj</i>	10001 <i>Poštanski broj</i>	ZAGREB <i>Mjesto</i>

*Slika 8-2 Zaglavje prve stranice energetskog certifikata – energetski certifikat zgrade kao cjelina*

No, ukoliko se npr. izrađuje energetski certifikat za jednu zgradu unutar većeg kompleksa, tada se unosi pod *Naziv samostalne uporabne cjeline zgrade* unos naziv promatrane zgrade, a pod *Naziv zgrade* naziv promatranog kompleksa.

<b>ENERGETSKI CERTIFIKAT ZGRADE</b>		
prema Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju (NN 48/14, NN )		
<b>Klinika za infektivne bolesti dr. Fran Mihaljević</b>		
<i>Naziv zgrade</i>		
-----		
<i>Naziv samostalne uporabne cjeline zgrade</i>		
Mirogojska 8 <i>Ulica i kućni broj</i>	10000 <i>Poštanski broj</i>	ZAGREB <i>Mjesto</i>

*Slika 8-3 Zaglavje prve stranice energetskog certifikata – energetski certifikat jedne zgrade unutar većeg kompleksa*

Također, ukoliko se npr. izrađuje energetski certifikat za SUC u zgradi, tada se unosi pod *Naziv samostalne uporabne cjeline* naziv promatranog SUC, a pod *Naziv zgrade* sam naziv zgrade.

<b>ENERGETSKI CERTIFIKAT ZGRADE</b>		
prema Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju (NN 48/14, NN )		
<b>Višestambena zgrada</b>		
<i>Naziv zgrade</i>		
-----		
<b>Stan 001</b>		
<i>Naziv samostalne uporabne cjeline zgrade</i>		
Ulica 2 <i>Ulica i kućni broj</i>	10000 <i>Poštanski broj</i>	ZAGREB <i>Mjesto</i>

*Slika 8-4 Zaglavje prve stranice energetskog certifikata – energetski certifikat SUC unutar zgrade*

Na prvoj stranici energetskog certifikata u dijelu PODACI O ZGRADI unosi se redom:

- vrsta zgrade (nova, postojeća, rekonstrukcija),
- iz padajućeg izbornika se bira vrsta zgrade prema *Pravilniku*:
  - stambena zgrada s jednim stanom i stambene zgrade u nizu s jednim stanom,
  - stambene zgrade s dva i više stana i zgrade za stanovanje zajednice,
  - uredske, administrativne i druge poslovne zgrade slične pretežite namjene,
  - školske i fakultetske zgrade, vrtići i druge odgojne i obrazovne ustanove,
  - bolnice i ostale zgrade namijenjene zdravstveno-socijalnoj i rehabilitacijskoj svrsi,
  - hoteli i restorani i slične zgrade za kratkotrajni boravak,
  - sportske građevine,
  - zgrade veleprodaje i maloprodaje (trgovački centri, zgrade s dućanima),
  - druge nestambene zgrade koje se griju na temperaturu +18°C,
- iz padajućeg izbornika se bira vrsta zgrada prema složenosti tehničkih sustava (zgrada s jednostavnim tehničkim sustavom, zgrada sa složenim tehničkim sustavom),
- vlasnik/investitor,
- broj katastarske čestice (k.č.br.),
- naziv katastarske općine (k.o.),
- ploština korisne površine grijanog dijela zgrade  $A_k$  u [ $m^2$ ] – ukupna ploština neto podne površine grijanog dijela zgrade,
- godina izgradnje/rekonstrukcije,
- građevinska (bruto) površina zgrade u [ $m^2$ ], bruto površina zatvorenog prostora bez vanjskih dijelova kao što su terase, lođe, balkoni i slično
- mjerodavna meteorološka postaja (meteorološka postaja najbliža lokaciji promatrane zgrade),
- faktor oblika  $f_0$  u [ $m^{-1}$ ] – omjer oplošja i obujma grijanog dijela zgrade,
- referentna klima – kontinentalna ili primorska.

Na prvoj stranici energetskog certifikata u dijelu ENERGETSKI RAZRED ZGRADE unose se redom slijedeće brojčane vrijednosti:

- **specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q''_{H,nd}$  u [ $kWh/(m^2\text{god.})$ ]** izračunata za postojeće stanje promatrane zgrade,
- **specifična godišnja primarna energija  $E_{prim}$  u [ $kWh/(m^2\text{god.})$ ]** izračunata za postojeće stanje promatrane zgrade,
- **specifična godišnja isporučena energija  $E_{del}$  u [ $kWh/(m^2\text{god.})$ ]** izračunata za postojeće stanje promatrane zgrade,
- **specifična godišnja emisija  $\text{CO}_2$  u [ $\text{kg}/(m^2\text{god.})$ ]** izračunata za postojeće stanje promatrane zgrade,

- energetski razred za postojeće stanje promatrane zgrade te za optimalnu kombinaciju predloženih mjera.

Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q''_{H,nd}$ , specifična godišnja isporučena energija  $E_{del}$ , specifična godišnja primarna energija  $E_{prim}$  i specifična godišnja emisija CO<sub>2</sub>, navedene na prvoj stranici energetskog certifikata, se računaju za referentne klimatske podatke i za Algoritmom propisan režim korištenja prostora i režim rada tehničkih sustava za postojeće stanje promatrane zgrade ili samostalne uporabne cjeline.

Energetski razred promatrane zgrade se određuje za sljedeće dvije vrijednosti:

- specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q''_{H,nd}$  u [kWh/(m<sup>2</sup>god.)]** izračunata za postojeće stanje promatrane zgrade,
- specifična godišnja primarna energija  $E_{prim}$  u [kWh/(m<sup>2</sup>god.)]** izračunata za postojeće stanje promatrane zgrade.

Dakle, na prvoj stranici energetskog certifikata se navode **dva energetska razreda promatrane zgrade**.

Ukoliko energetsko svojstvo zgrade ( $E_{prim}$ ) ispunjava zahtjev za zgrade gotovo nulte energije propisane važećim *Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (TPRUETZZ), na prvu stranicu energetskog certifikata se upisuje oznaka **nZEB (nearly Zero Energy Building – zgrada gotovo nula energije)**, kojom se naglašava da promatrana zgrada spada u skupinu gotovo nula energetskih zgrada.

Na prvoj stranici energetskog certifikata u dijelu ROK VAŽENJA CERTIFIKATA / PODACI O OSOBI KOJA JE IZDALA ENERGETSKI CERTIFIKAT unosi se redom:

- oznaka energetskog certifikata,
- datum izdavanja energetskog certifikata,
- datum važenja energetskog certifikata,
- naziv ovlaštene pravne osobe (ukoliko energetski pregled i energetsko certificiranje provodi ovlaštena pravna osoba),
- registarski broj (ovlaštene fizičke ili pravne osobe),
- ime i prezime imenovane osobe u ovlaštenoj pravnoj osobi ili ime i prezime ovlašteni fizičke osobe te vlastoručni potpis.

Na prvoj stranici energetskog certifikata u dijelu PODACI O OSOBAMA KOJE SU SUDJELOVALE U IZRADI ENERGETSKOG CERTIFIKATA unosi se redom za svaki dio zgrade (građevinski, strojarski, elektrotehnički) zasebno podaci o osobama koje su sudjelovale u izradi energetskog certifikata:

- ime i prezime ovlaštene osobe,

- naziv pravne osobe,
- registarski broj,
- vlastoručni potpis.

**Energetski certifikat zgrade sa složenim tehničkim sustavom** potpisuju imenovana osoba u pravnoj osobi koja je nositelj izrade energetskog certifikata i po jedna fizička ovlaštena osoba koja je sudjelovala u energetskom certificiranju te zgrade u dijelu svoje struke odnosno osoba zaposlena u ovlaštenoj pravnoj osobi (osoba navedena na rješenju o ovlaštenju pravne osobe) koja je sudjelovala u energetskom certificiranju te zgrade.

## Druga stranica energetskog certifikata

GRAĐEVINSKI DIJELOVI ZGRADE			
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka $H'_{tr,adj}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)] <sup>1</sup>	$U_{dop}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Ispunjeno
KOEFICIJENT PROLASKA TOPLINE			
Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, provjetravnom tavanu			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema provjetravnom tavanu			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Zidovi prema tlu, podovi prema tlu			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0°C			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi pročelja			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Vanjska vrata s neprozirnim krilom			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Zidovi i stropovi između samostalnih uporabnih cjelina zgrade (stanova, poslovnih prostora)			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE

PODACI O TERMOTEHNIČKIM SUSTAVIMA ZGRADE			
Način grijanja zgrade	<input type="checkbox"/> lokalno <input type="checkbox"/> etažno	<input type="checkbox"/> centralno	<input type="checkbox"/> nema
Način pripreme potrošne tople vode	<input type="checkbox"/> lokalno <input type="checkbox"/> spremnik	<input type="checkbox"/> centralno <input type="checkbox"/> protočno	<input type="checkbox"/> nema
Godina proizvodnje izvora toplinske energije za grijanje			
Izvor energije za grijanje zgrade	<input type="checkbox"/> prirodni plin <input type="checkbox"/> loživo ulje <input type="checkbox"/> drvo (cjepanice) <input type="checkbox"/> daljinski izvor	<input type="checkbox"/> ukapljeni naftni plin <input type="checkbox"/> električna energija <input type="checkbox"/> drvna biomasa	<input type="checkbox"/> nema
Izvor energije za pripremu potrošne tople vode	<input type="checkbox"/> prirodni plin <input type="checkbox"/> loživo ulje <input type="checkbox"/> drvo (cjepanice) <input type="checkbox"/> daljinski izvor	<input type="checkbox"/> ukapljeni naftni plin <input type="checkbox"/> električna energija <input type="checkbox"/> drvna biomasa	<input type="checkbox"/> nema
Način hlađenja zgrade	<input type="checkbox"/> lokalno <input type="checkbox"/> etažno	<input type="checkbox"/> centralno	<input type="checkbox"/> nema
Izvori energije koji se koriste za hlađenje zgrade	<input type="checkbox"/> električna energija		<input type="checkbox"/> nema
Vrsta ventilacije	<input type="checkbox"/> prisilna bez sustava povrata topline	<input type="checkbox"/> prisilna sa sustavom povrata topline	<input type="checkbox"/> prirodna
Vrsta i način korištenja sustava s obnovljivim izvorima energije	<input type="checkbox"/> dizalica topline <input type="checkbox"/> biomasa	<input type="checkbox"/> solarni kolektori <input type="checkbox"/> fotonapon	<input type="checkbox"/> nema

ENERGETSKE POTREBE	REFERENTNI KLIMATSKI PODACI		ZAHTJEV <sup>2</sup> Dopušteno [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Ispunjeno
	Ukupno [kWh/a]	Specifično [kWh/(m <sup>2</sup> a)]		
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	
Godišnja isporučena energija $E_{del}$			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	
Godišnja primarna energija $E_{prim}$			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	

KORIŠTENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE NA LOKACIJI ZGRADE			
Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava [%]			
Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava [%]			

<sup>1</sup> upisuju se u vrijednosti za pretežite građevne dijelove zgrade (najvećih ukupnih ploština)<sup>2</sup> upisuje se za nove zgrade i za postojeće zgrade na kojima se provodi rekonstrukcija za koje su vrijednosti propisane Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (TPRUETZZ)

Na drugoj stranici energetskog certifikata u dijelu GRAĐEVINSKI DIJELOVI ZGRADE navode se izračunate vrijednosti koeficijenata prolaska topline pojedinih građevnih dijelova zgrade za

pretežite građevne dijelove zgrade (najvećih ukupnih ploština) i pripadajuće vrijednosti najvećih dopuštenih koeficijenata prolaska topline propisane *Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (NN 128/15).

Na drugoj stranici energetskog certifikata u dijelu PODACI O TERMOTEHNIČKIM SUSTAVIMA ZGRADE opisan je pregledno termotehnički sustav (sustav grijanja, sustav pripreme potrošne tople vode, sustav hlađenja, sustav ventilacije) promatrane zgrade ili samostalne uporabne cjeline. Posebno se ističe vrsta i način korištenja sustava s obnovljivim izvorima energije.

Na drugoj stranici energetskog certifikata u dijelu ENERGETSKE POTREBE unose se redom slijedeće vrijednosti izračunate za referentne klimatske podatke i za Algoritmom propisan režim rada tehničkih sustava:

- godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q_{H,nd}$  u [kWh/god.] i [kWh/(m<sup>2</sup>god.)],
- godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje  $Q_{C,nd}$  u [kWh/god.] i [kWh/(m<sup>2</sup>god.)],
- godišnja isporučena energija  $E_{del}$  u [kWh/god.] i [kWh/(m<sup>2</sup>god.)],
- godišnja primarna energija  $E_{prim}$  u [kWh/god.] i [kWh/(m<sup>2</sup>god.)],

Uz svaku navedenu vrijednost se upisuje dopuštena specifična vrijednost u [kWh/(m<sup>2</sup>god.)] propisana *Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (NN 128/15) posebno za nove zgrade i zgrade gotovo nulte energije (Tablica 8. *Tehničkog propisa*) i posebno za postojeće zgrade prilikom rekonstrukcije (Tablica 9. *Tehničkog propisa*). Provjerava se ispunjenost uvjeta.

Na samom kraju druge stranice energetskog certifikata u dijelu KORIŠTENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE NA LOKACIJI ZGRADE unose se slijedeće brojčane vrijednosti (vidi poglavlje 5.7):

- udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava [%],
- udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava [%].

Udjeli obnovljivih izvora energije na drugoj stranici energetskog certifikata računaju se za referentne klimatske podatke i režim korištenja i rada tehničkih sustava propisan Algoritmom!

*Napomena:* U nekim slučajevima (npr. primjer solarnih kolektora kod hotela u primorskom dijelu Hrvatske koji se koristi samo tijekom ljeta) dobit će se nerealno niski udio obnovljivih izvora energije. Naime, potrebe za pripremom potrošne tople vode su propisane Algoritmu (Tablica 6.1 *Vrijednosti specifične potrošnje PTV-a za nestambene zgrade*), a ugrađeni broj solarnih kolektora je prilagođen stvarnom profilu potrošnje tople vode.

## Treća stranica energetskog certifikata

PRIJEDLOG MJERA					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- prijedlog ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade temeljem <i>Izvješća o energetskom pregledu zgrade</i></li> <li>- za nove zgrade se daju preporuke za korištenje zgrade vezano na ispunjenje temeljnog zahtjeva gospodarenja energijom, očuvanja topline i ispunjenje energetskih svojstava zgrade</li> </ul>					
Redni broj	Dio zgrade na koji se mjera odnosi	Opis mjera	JPP [a] <sup>5</sup>		
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
Opis preporučene kombinacije mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade			Potencijal razreda ( $E_{prim}$ ) <sup>3</sup>	Potencijal smanjenja CO <sub>2</sub> [t/a] <sup>4</sup>	JPP [a] <sup>5</sup>
DETALIJNIJE INFORMACIJE (uključujući one koje se odnose na troškovnu učinkovitost prijedloga mjera ili preporuka)					

<sup>3</sup> potencijal razreda za referentne klimatske podatke izražen u  $E_{prim}$ <sup>4</sup> potencijal smanjenja CO<sub>2</sub>, izražen u tonama u godini, izračunat za stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja<sup>5</sup> jednostavno razdoblje povrata investicije, izražen u godinama, izračunat za stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja

Na trećoj stranici energetskog certifikata se navodi prijedlog mjera.

Za svaku predloženu mjeru se navode slijedeći podaci:

- dio zgrade na koji se mjera odnosi (da je odmah vidljivo na koji dio se predložena mjera odnosi) kao što su:
  - vanjska ovojnica (npr. toplinska izolacija vanjskog zida, zamjena prozora),
  - sustav grijanja (npr. ugradnja termostatskih radijatorskih setova),
  - sustav pripreme potrošne tople vode (npr. ugradnja solarnih kolektora za pripremu PTV-a),
  - sustav grijanja i pripreme potrošne tople vode (npr. ugradnja novog kotla na sječku kao izvora toplinske energije za sustav grijanja i pripreme potrošne tople vode),
  - sustav hlađenja (npr. ugradnja novog rashladnika s opcijom slobodnog hlađenja),
  - sustav mehaničke ventilacije i klimatizacije (npr. ugradnja nove klima komore s ugrađenim sustavom povrata toplice),
  - sustav potrošnje vode (npr. ugradnja perlatora, zamjena tuš slavina),
  - sustav rasvjete (npr. ugradnja LED rasvjete),
- opis mjere (naziv mjeru),
- JPP - jednostavni period povrata investicije → određuje se za stvarne klimatske podatke i za stvari režim korištenja.

Nakon navedenih pojedinačnih mjera se navodi **preporučena kombinacija mjera** za poboljšanje energetskih svojstava zgrade, za koju se navode slijedeća tri podatka:

- potencijal razreda – podatak koji govori o novom energetskom razredu zgrade u slučaju primjene preporučene kombinacije mjera → određuje se za referentne klimatske podatke i za Algoritmom propisan režim rada tehničkih sustava,
- potencijal smanjenja CO<sub>2</sub> u [t/god.] – podatak koji navodi smanjenje emisije CO<sub>2</sub> koje bi se ostvarilo primjenom preporučene kombinacije mjera → određuje se za stvarne klimatske podatke i za stvari režim korištenja,
- JPP - jednostavni period povrata investicije → određuje se za stvarne klimatske podatke i za stvari režim korištenja.

#### NAPOMENA VEZANA ZA STVARNE SATNE KLIMATSKE PODATKE

U nedostatku drugih do daljnega (dok se ne dobiju satni podaci za pojedine meteorološke postaje u Hrvatskoj!) će se za stvarne klimatske podatke koristiti **satni klimatski podaci za Zagreb (Maksimir) i Split (Marjan)**.

U sklopu mjera se navode i mjeru koje ne utječu na energetski razred promatrane zgrade ili samostalne uporabne cjeline (jer nisu obuhvaćene Algoritmom):

- Uspostava sustava gospodarenja energijom,
- Promjena tarifnog modela i ugovaranje opskrbe električnom energijom,
- Ugradnja perilice rublja,
- Ugradnja perilice suđa,
- Mjere u sustavima potrošnje vode – sve mjere koje se predlažu na nivo hladne vode,
  - Ugradnja štedne armature na izljevna mjesta hladne vode,
  - Ugradnja štednih vodokotlića,
  - Iskorištavanje kišnice ...
- Retrofiting (zamjena radne tvari) kod izvora rashladne energije,
- ...

## Četvrta stranica energetskog certifikata

OBJAŠNJENJE SADRŽAJA ENERGETSKOG CERTIFIKATA		
<b>Općenito</b>	<p>Energetski certifikat je dokument kojim se prikazuje energetsko svojstvo zgrade, energetski razred zgrade, energetske karakteristike zgrade i referentna vrijednost minimalnih zahtjeva na energetska svojstva.</p> <p>Energetski certifikat daje i prijedlog ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade radi smanjenja potrošnje energije.</p> <p>Zgrade se klasificiraju u jedan od ukupno 8 energetskih razreda (A+, A, B, C, D, E, F, G), gdje A+ označava energetski najpovoljniji, a G energetski najnepovoljniji razred.</p> <p>Rok važenja energetskog certifikata je 10 godina.</p> <p>Energetski certifikat se odnosi na zgradu u cijelini ili na samostalnu uporabnu cjelinu.</p>	
<b>Prva stranica</b>	<p>Navode se osnovni podaci o zgradama. Za promatrano zgradu navedene su vrijednosti specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje <math>Q''_{H,nd}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)], specifične godišnje isporučene energije <math>E_{del}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)], specifične godišnje primarne energije <math>E_{prim}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] i specifične godišnje emisije CO<sub>2</sub> [kg/(m<sup>2</sup>a)] izračunate prema <i>Algoritmu za izračun energetskih svojstava zgrade za referentne klimatske podatke i standardne uvjete korištenja</i> ovisno o namjeni prostora (npr. propisana unutarnja proračunska temperatura u sezoni grijanja/hlađenja, standardno razdoblje korištenja, propisano vrijeme rada sustava grijanja /hlađenja /ventilacije /klimatizacije/rasvjete).</p> <p>Referentni klimatski podaci su klimatski podaci za meteorološke postaje preuzete kao karakteristične za područje kontinentalnog i za područje primorskog dijela Hrvatske.</p> <p>Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje <math>Q_{H,nd}</math> [kWh/a] je računski određena količina topline koju sustavom grijanja treba tijekom jedne godine dovesti u zgradu za održavanje unutarnje projektnе temperature u zgradi tijekom razdoblja grijanja zgrade.</p> <p>Godišnja primarna energija <math>E_{prim}</math> [kWh/a] je računski određena godišnja energija iz obnovljivih i neobnovljivih izvora koja nije podvrgnuta niti jednom postupku pretvorbe.</p> <p>Klasifikacija zgrada u jedan od ukupno 8 energetskih razreda (A+, A, B, C, D, E, F, G) provodi se na osnovu izračunate vrijednosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje <math>Q''_{H,nd}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)],</li> <li>• specifične godišnje primarne energije <math>E_{prim}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)].</li> </ul> <p>Grafički su prikazani energetski razredi promatrane zgrade, određeni na temelju gore navedenih vrijednosti. nZEB (Nearly zero-energy buildings) - Zgrada gotovo nulte energije je zgrada koja ima vrlo visoka energetska svojstva utvrđena u skladu s Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (TPRUETZZ).</p> <p>Isporučena energija <math>E_{del}</math> je godišnja potrebna količina energije koja se dovodi u tehnički sustav zgrade za potrebe grijanja, pripreme potrošne tople vode, hlađenja, ventilacije i rasvjete izračunata za referentne klimatske podatke i propisane standardne uvjete korištenja prostora zgrade.</p> <p>Navodi se datum izdavanja i datum važenja certifikata, te podaci o osobama koje su sudjelovale u izradi energetskog certifikata. Ukoliko se radi o zgradama sa složenim tehničkim sustavom, u provedbi energetskog pregleda i izradi energetskog certifikata moraju sudjelovati sve tri struke.</p>	
<b>Druga stranica</b>	<p>Navode se izračunate vrijednosti koeficijenata prolaska topline pojedinih građevnih dijelova zgrade za pretežite građevne dijelove zgrade (najvećih ukupnih ploština) i pripadajuće vrijednosti najvećih dopuštenih koeficijenata prolaska topline propisane u TPRUETZZ. Opisan je termotehnički sustav zgrade (grijanje, priprema potrošne tople vode, hlađenje, ventilacija), te su navedene vrijednosti ulaznih proračunskih parametara korištenih u proračunu energetskih potreba zgrade.</p> <p>Stvarne izračunate vrijednosti specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje <math>Q''_{H,nd}</math> [kWh/m<sup>2</sup>a], specifične godišnje isporučene energije <math>E_{del}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] i specifične godišnje primarne energije <math>E_{prim}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] moraju biti manje od najvećih dopuštenih vrijednosti propisanih Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama za nove zgrade (grijane i/ili hlađene na temperaturu 18°C ili višu) i za postojeće zgrade na kojima se provodi veća rekonstrukcija. Također, stvarna izračunata vrijednost specifične godišnje potrebne toplinske energije za hlađenje <math>Q''_{C,nd}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] za nove zgrade mora biti manja od najveće dopuštene vrijednosti propisane navedenim Tehničkim propisom.</p> <p>Na kraju stranice se navodi podatak o korištenju obnovljivih izvora energije na lokaciji zgrade.</p>	
<b>Treća stranica</b>	<p>Navodi prijedlog mjera za povećanje energetskih svojstava zgrade s prikazom jednostavnog razdoblja povrata investicije JPP u godinama za svaku predloženu mjeru.</p> <p>Za preporučenu kombinaciju mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade koja se u konačnici predlaže, istaknut je potencijal energetskog razreda (<math>E_{prim}</math>), potencijal smanjenja CO<sub>2</sub> u tonama po godini i jednostavno razdoblje povrata investicije JPP u godinama.</p>	

Na četvrtoj stranici energetskog certifikata dano je pojašnjenje prethodne tri stranice energetskog certifikata.

**8.2.2. Primjer ispunjenog energetskog certifikata – obiteljska kuća**

# ENERGETSKI CERTIFIKAT ZGRADE

prema Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju (NN 48/14, NN .....)



## Obiteljska kuća

Naziv zgrade

Naziv samostalne uporabne cjeline zgrade

Prva ulica 1

Ulica i kućni broj

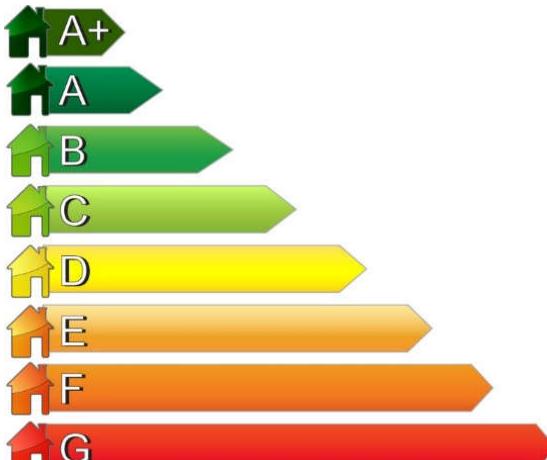
10000

ZAGREB

Poštanski broj

Mjesto

PODACI O ZGRADI	<input type="checkbox"/> nova	<input checked="" type="checkbox"/> postojeća	<input type="checkbox"/> rekonstrukcija
Vrsta zgrade (prema Pravilniku)	stambena zgrada s jednim stanom i stambene zgrade u nizu s jednim stanom		
Vrsta zgrade prema složenosti tehničkih sustava	zgrada s jednostavnim tehničkim sustavom		
Vlasnik / investitor	—		
k.č.br.	9999/9	k.o.	katastarska općina
Ploštinu korisne površine grijanog dijela zgrade $A_k$	99,25	Godina izgradnje / rekonstrukcije	1965.
Građevinska (bruto) površina zgrade [ $m^2$ ]	112,56	Mjerodavna meteorološka postaja	Zagreb Maksimir
Faktor oblika $f_0$ [ $m^{-1}$ ]	1,02	Referentna klima	kontinentalna

ENERGETSKI RAZRED ZGRADE	Specifična godišnja potrebitna toplinska energija za grijanje $Q''_{H,nd}$ [kWh/( $m^2a$ )]	Specifična godišnja primarna energija $E_{prim}$ [kWh/( $m^2a$ )]
	268,94	402,38
		
		D
		G
Specifična godišnja isporučena energija $E_{del}$ [kWh/( $m^2a$ )]	363,63	
Specifična godišnja emisija CO <sub>2</sub> [kg/( $m^2a$ )]	80,17	
Upisati „nZEB“ ako energetsko svojstvo zgrade ( $E_{prim}$ ) zadovoljava zahtjeve za zgrade gotovo nulte energije propisane važećim TPRUETZZ		—

ROK VAŽENJA CERTIFIKATA / PODACI O OSOBI KOJA JE IZDALA ENERGETSKI CERTIFIKAT					
Oznaka energetskog certifikata	X_XX_XXXX_XXX_SZ1	Datum izdavanja	02.10.2017.	Datum važenja	02.10.2027.
Naziv ovlaštene pravne osobe				Registarski broj	X_XX_XXXX
Ime i prezime imenovane osobe u ovlaštenoj pravnoj osobi ili ime i prezime ovlaštene fizičke osobe / vlastoručni potpis	Ivan Horvat			Ivan Horvat	

PODACI O OSOBAMA KOJE SU SUDJELOVATE U IZRADI ENERGETSKOG CERTIFIKATA				
Dio zgrade	Ime i prezime ovlaštene osobe	Naziv pravne osobe	Registarski broj	Vlastoručni potpis
Građevinski	Marko Marić		X_XX_XXXX	Marko Marić
Strojarski	Ivan Horvat		X_XX_XXXX	Ivan Horvat
Elektrotehnički	Ivan Babić		X_XX_XXXX	Ivan Babić

### GRAĐEVINSKI DIJELOVI ZGRADE

Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka $H'_{tr,adj}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,44		
KOEFICIJENT PROLASKA TOPLINE	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)] <sup>1</sup>	$U_{dop}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Ispunjeno
Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, provjetravanom tavanu	1,81	0,30	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE
Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema provjetravanom tavanu	1,68	0,25	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE
Zidovi prema tlu, podovi prema tlu	2,43	0,40	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE
Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže	–	–	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0°C	–	–	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi pročelja	2,81	1,60	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE
Vanjska vrata s neprozirnim krilom	1,40	2,00	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Zidovi i stropovi između samostalnih uporabnih cjelina zgrade (stanova, poslovnih prostora)	–	–	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE

### PODACI O TERMOTEHNIČKIM SUSTAVIMA ZGRADE

Način grijanja zgrade	<input type="checkbox"/> lokalno <input type="checkbox"/> etažno	<input checked="" type="checkbox"/> centralno	<input type="checkbox"/> nema
Način pripreme potrošne tople vode	<input checked="" type="checkbox"/> lokalno <input checked="" type="checkbox"/> spremnik	<input checked="" type="checkbox"/> centralno <input checked="" type="checkbox"/> protočno	<input type="checkbox"/> nema
Godina proizvodnje izvora toplinske energije za grijanje	2000.		
Izvor energije za grijanje zgrade	<input checked="" type="checkbox"/> prirodni plin <input type="checkbox"/> loživo ulje <input type="checkbox"/> drvo (cjepanice) <input type="checkbox"/> daljinski izvor	<input type="checkbox"/> ukapljeni naftni plin <input type="checkbox"/> električna energija <input type="checkbox"/> drvna biomasa <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> nema
Izvor energije za pripremu potrošne tople vode	<input checked="" type="checkbox"/> prirodni plin <input type="checkbox"/> loživo ulje <input type="checkbox"/> drvo (cjepanice) <input type="checkbox"/> daljinski izvor	<input type="checkbox"/> ukapljeni naftni plin <input checked="" type="checkbox"/> električna energija <input type="checkbox"/> drvna biomasa <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> nema
Način hlađenja zgrade	<input type="checkbox"/> lokalno <input type="checkbox"/> etažno	<input type="checkbox"/> centralno	<input checked="" type="checkbox"/> nema
Izvori energije koji se koriste za hlađenje zgrade	<input type="checkbox"/> električna energija	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> nema
Vrsta ventilacije	<input type="checkbox"/> prisilna bez sustava povrata topline	<input type="checkbox"/> prisilna sa sustavom povrata topline	<input checked="" type="checkbox"/> prirodna
Vrsta i način korištenja sustava s obnovljivim izvorima energije	<input type="checkbox"/> dizalica topline <input type="checkbox"/> biomasa <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> solarni kolektori <input type="checkbox"/> fotonapon	<input checked="" type="checkbox"/> nema

ENERGETSKE POTREBE	REFERENTNI KLIMATSKI PODACI		ZAHTJEV <sup>2</sup>	Ispunjeno
	Ukupno [kWh/a]	Specifično [kWh/(m <sup>2</sup> a)]		
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$	26.692,00	268,94	92,23	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$	0,00	0,00	50,00	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Godišnja isporučena energija $E_{del}$	36.090,13	363,63	120,00	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE
Godišnja primarna energija $E_{prim}$	39.935,79	402,38	135,00	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE

### KORIŠTENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE NA LOKACIJI ZGRADE

Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava [%]	0
Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava [%]	0

<sup>1</sup> upisuju se  $U$  vrijednosti za pretežite građevne dijelove zgrade (najvećih ukupnih ploština)

<sup>2</sup> upisuje se za nove zgrade i za postojeće zgrade na kojima se provodi rekonstrukcija za koje su vrijednosti propisane Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (TPRUETZZ)

## PRIJEDLOG MJERA

- prijedlog ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade temeljem *Izvješća o energetskom pregledu zgrade*
- za nove zgrade se daju preporuke za korištenje zgrade vezano na ispunjenje temeljnog zahtjeva gospodarenja energijom, očuvanja topline i ispunjenje energetskih svojstava zgrade



Redni broj	Dio zgrade na koji se mjera odnosi	Opis mjera	JPP [a] <sup>5</sup>
1.	Vanjska ovojnica	Integralna mjera vanjske ovojnice – toplinska izolacija vanjske ovojnice, stropova i krovova, zamjena prozora	29,0
2.	Sustav grijanja i pripreme potrošne tople vode	Integralna mjera rekonstrukcije centralnog sustava grijanja i pripreme PTV-a – ugradnja plinskog kondenzacijskog uređaja i solarnog sustava za pripremu PTV-a	18,0
3.	Sustav grijanja	Ugradnja termostatskih radijatorskih setova	13,9
4.	Sustav gospodarenja energijom	Uspostava sustava gospodarenja energijom	odmah
5.	Sustav potrošnje električne energije	Promjena tarifnog modela i ugovaranje opskrbe električnom energijom	0,6
6.	Sustav rasvjete	Revitalizacija sustava rasvjete	3,6
7.	Sustav potrošnje električne energije i vode	Ugradnja perilice posuđa	11,5
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			

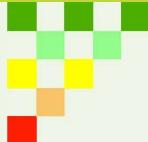
Opis preporučene kombinacije mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade	Potencijal razreda ( $E_{\text{prim}}$ ) <sup>3</sup>	Potencijal smanjenja CO <sub>2</sub> [t/a] <sup>4</sup>	JPP [a] <sup>5</sup>
Integralna obnova vanjske ovojnice zgrade i strojarskog sustava	C	3,62	24,64

## DETALJNIJE INFORMACIJE (uključujući one koje se odnose na troškovnu učinkovitost prijedloga mjera ili preporuka)

<sup>3</sup> potencijal razreda za referentne klimatske podatke izražen u  $E_{\text{prim}}$

<sup>4</sup> potencijal smanjenja CO<sub>2</sub>, izražen u tonama u godini, izračunat za stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja

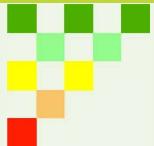
<sup>5</sup> jednostavno razdoblje povrata investicije, izražen u godinama, izračunat za stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja

OBJAŠNJENJE SADRŽAJA ENERGETSKOG CERTIFIKATA		
Općenito	<p>Energetski certifikat je dokument kojim se prikazuje energetsko svojstvo zgrade, energetski razred zgrade, energetske karakteristike zgrade i referentna vrijednost minimalnih zahtjeva na energetska svojstva.</p> <p>Energetski certifikat daje i prijedlog ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade radi smanjenja potrošnje energije.</p> <p>Zgrade se klasificiraju u jedan od ukupno 8 energetskih razreda (A+, A, B, C, D, E, F, G), gdje A+ označava energetski najpovoljniji, a G energetski najnepovoljniji razred.</p> <p>Rok važenja energetskog certifikata je 10 godina.</p> <p>Energetski certifikat se odnosi na zgradu u cjelini ili na samostalnu uporabnu cjelinu.</p>	
Prva stranica	<p>Navode se osnovni podaci o zgradi. Za promatrano zgradu navedene su vrijednosti specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje <math>Q''_{H,nd}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)], specifične godišnje isporučene energije <math>E_{del}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)], specifične godišnje primarne energije <math>E_{prim}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] i specifične godišnje emisije CO<sub>2</sub> [kg/(m<sup>2</sup>a)] <u>izračunate</u> prema <u>Algoritmu za izračun energetskih svojstava zgrade za referentne klimatske podatke i standardne uvjete korištenja</u> ovisno o namjeni prostora (npr. propisana unutarnja proračunska temperatura u sezoni grijanja/hlađenja, standardno razdoblje korištenja, propisano vrijeme rada sustava grijanja /hlađenja /ventilacije /klimatizacije/rasvjete).</p> <p>Referentni klimatski podaci su klimatski podaci za meteorološke postaje preuzete kao karakteristične za područje kontinentalnog i za područje primorskog dijela Hrvatske.</p> <p>Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje <math>Q_{H,nd}</math> [kWh/a] je računski određena količina topline koju sustavom grijanja treba tijekom jedne godine dovesti u zgradu za održavanje unutarnje projektne temperature u zgradi tijekom razdoblja grijanja zgrade.</p> <p>Godišnja primarna energija <math>E_{prim}</math> [kWh/a] je računski određena godišnja energija iz obnovljivih i neobnovljivih izvora koja nije podvrgnuta niti jednom postupku pretvorbe.</p> <p>Klasifikacija zgrada u jedan od ukupno 8 energetskih razreda (A+, A, B, C, D, E, F, G) provodi se na osnovu izračunate vrijednosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje <math>Q''_{H,nd}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)],</li> <li>• specifične godišnje primarne energije <math>E_{prim}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)].</li> </ul> <p>Grafički su prikazani energetski razredi promatrane zgrade, određeni na temelju gore navedenih vrijednosti. nZEB (Nearly zero-energy buildings) - Zgrada gotovo nulte energije je zgrada koja ima vrlo visoka energetska svojstva utvrđena u skladu s Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energiji i toplinskoj zaštiti u zgradama (TPRUETZZ).</p> <p>Isporučena energija <math>E_{del}</math> je godišnja potrebna količina energije koja se dovodi u tehnički sustav zgrade za potrebe grijanja, pripreme potrošne tople vode, hlađenja, ventilacije i rasvjete izračunata za referentne klimatske podatke i propisane standardne uvjete korištenja prostora zgrade.</p> <p>Navodi se datum izdavanja i datum važenja certifikata, te podaci o osobama koje su sudjelovale u izradi energetskog certifikata. Ukoliko se radi o zgradi sa složenim tehničkim sustavom, u provedbi energetskog pregleda i izradi energetskog certifikata moraju sudjelovati sve tri struke.</p>	
Druga stranica	<p>Navode se izračunate vrijednosti koeficijenata prolaska topline pojedinih građevnih dijelova zgrade za pretežite građevne dijelove zgrade (najvećih ukupnih ploština) i pripadajuće vrijednosti najvećih dopuštenih koeficijenata prolaska topline propisane u TPRUETZZ. Opisan je termotehnički sustav zgrade (grijanje, priprema potrošne tople vode, hlađenje, ventilacija), te su navedene vrijednosti ulaznih proračunskih parametara korištenih u proračunu energetskih potreba zgrade.</p> <p>Stvarne izračunate vrijednosti specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje <math>Q''_{H,nd}</math> [kWh/m<sup>2</sup>a], specifične godišnje isporučene energije <math>E_{del}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] i specifične godišnje primarne energije <math>E_{prim}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] moraju biti manje od najvećih dopuštenih vrijednosti propisanih <i>Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama</i> za nove zgrade (grijane i/ili hlađene na temperaturu 18°C ili višu) i za postojeće zgrade na kojima se provodi veća rekonstrukcija. Također, stvarna izračunata vrijednost specifične godišnje potrebne toplinske energije za hlađenje <math>Q''_{C,nd}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] za nove zgrade mora biti manja od najveće dopuštene vrijednosti propisane navedenim Tehničkim propisom.</p> <p>Na kraju stranice se navodi podatak o korištenju obnovljivih izvora energije na lokaciji zgrade.</p>	
Treća stranica	<p>Navodi <u>prijedlog mjera</u> za povećanje energetskih svojstava zgrade s prikazom jednostavnog razdoblja povrata investicije JPP u godinama za svaku predloženu mjeru.</p> <p>Za preporučenu kombinaciju mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade koja se u konačnici predlaže, istaknut je potencijal energetskog razreda (<math>E_{prim}</math>), potencijal smanjenja CO<sub>2</sub> u tonama po godini i jednostavno razdoblje povrata investicije JPP u godinama.</p>	

**8.2.3. Primjer ispunjenog energetskog certifikata – višestambena zgrada**

# ENERGETSKI CERTIFIKAT ZGRADE

prema Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju (NN 48/14, NN .....)



## Višestambena zgrada

Naziv zgrade

Naziv samostalne uporabne cjeline zgrade

Prva ulica 1

Ulica i kućni broj

42000

Poštanski broj

VARAŽDIN

Mjesto

PODACI O ZGRADI	<input type="checkbox"/> nova	<input checked="" type="checkbox"/> postojeća	<input type="checkbox"/> rekonstrukcija
Vrsta zgrade (prema Pravilniku)	stambena zgrada sa dva i više stana i zgrade za stanovanje zajednica		
Vrsta zgrade prema složenosti tehničkih sustava	zgrada sa složenim tehničkim sustavom		
Vlasnik / investitor	svulnici višestambene zgrade		
k.č.br.	9999/9	k.o.	katastarska općina
Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade $A_k$	2.327,61	Godina izgradnje / rekonstrukcije	1962.
Građevinska (bruto) površina zgrade [ $m^2$ ]	2.837,25	Mjerodavna meteorološka postaja	Varaždin
Faktor oblika $f_0$ [ $m^{-1}$ ]	0,41	Referentna klima	kontinentalna

ENERGETSKI RAZRED ZGRADE	Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Specifična godišnja primarna energija $E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
	149,02	276,81
	D	D
Specifična godišnja isporučena energija $E_{del}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	184,79	
Specifična godišnja emisija CO <sub>2</sub> [kg/(m <sup>2</sup> a)]	60,71	
Upisati „nZEB“ ako energetsko svojstvo zgrade ( $E_{prim}$ ) zadovoljava zahtjeve za zgrade gotovo nulte energije propisane važećim TPRUETZZ		—

ROK VAŽENJA CERTIFIKATA / PODACI O OSOBI KOJA JE IZDALA ENERGETSKI CERTIFIKAT					
Oznaka energetskog certifikata	X_XX_XXXX_XXX_SZ2	Datum izdavanja	02.10.2017.	Datum važenja	02.10.2027.
Naziv ovlaštene pravne osobe				Registarski broj	X_XX_XXXX
Ime i prezime imenovane osobe u ovlaštenoj pravnoj osobi ili ime i prezime ovlaštene fizičke osobe / vlastoručni potpis	Ivan Horvat	<i>Ivan Horvat</i>			

PODACI O OSOBAMA KOJE SU SUDJELOVATE U IZRADI ENERGETSKOG CERTIFIKATA				
Dio zgrade	Ime i prezime ovlaštene osobe	Naziv pravne osobe	Registarski broj	Vlastoručni potpis
Građevinski	Marko Marić		X_XX_XXXX	<i>Marko Marić</i>
Strojarski	Ivan Horvat		X_XX_XXXX	<i>Ivan Horvat</i>
Elektrotehnički	Ivan Babić		X_XX_XXXX	<i>Ivan Babić</i>

### GRAĐEVINSKI DIJELOVI ZGRADE

Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka $H'_{\text{tr,adj}}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,48		
KOEFICIJENT PROLASKA TOPLINE	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)] <sup>1</sup>	$U_{\text{dop}}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Ispunjeno
Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, provjetravanom tavanu	1,40	0,30	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE
Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema provjetravanom tavanu	1,07	0,25	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE
Zidovi prema tlu, podovi prema tlu	—	—	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže	—	—	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0°C	1,55	0,40	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE
Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi pročelja	2,16	1,60	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE
Vanjska vrata s neprozirnim krilom	—	—	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Zidovi i stropovi između samostalnih uporabnih cjelina zgrade (stanova, poslovnih prostora)	—	—	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE

### PODACI O TERMOTEHNIČKIM SUSTAVIMA ZGRADE

Način grijanja zgrade	<input type="checkbox"/> lokalno <input type="checkbox"/> etažno	<input checked="" type="checkbox"/> centralno	<input type="checkbox"/> nema
Način pripreme potrošne tople vode	<input type="checkbox"/> lokalno <input type="checkbox"/> spremnik	<input checked="" type="checkbox"/> centralno <input type="checkbox"/> protočno	<input type="checkbox"/> nema
Godina proizvodnje izvora toplinske energije za grijanje	1980.		
Izvor energije za grijanje zgrade	<input type="checkbox"/> prirodni plin <input type="checkbox"/> loživo ulje <input type="checkbox"/> drvo (cjepanice) <input checked="" type="checkbox"/> daljinski izvor	<input type="checkbox"/> ukapljeni naftni plin <input type="checkbox"/> električna energija <input type="checkbox"/> drvna biomasa <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> nema
Izvor energije za pripremu potrošne tople vode	<input type="checkbox"/> prirodni plin <input type="checkbox"/> loživo ulje <input type="checkbox"/> drvo (cjepanice) <input checked="" type="checkbox"/> daljinski izvor	<input type="checkbox"/> ukapljeni naftni plin <input type="checkbox"/> električna energija <input type="checkbox"/> drvna biomasa <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> nema
Način hlađenja zgrade	<input checked="" type="checkbox"/> lokalno <input type="checkbox"/> etažno	<input type="checkbox"/> centralno	<input type="checkbox"/> nema
Izvori energije koji se koriste za hlađenje zgrade	<input checked="" type="checkbox"/> električna energija	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> nema
Vrsta ventilacije	<input type="checkbox"/> prisilna bez sustava povrata topline	<input type="checkbox"/> prisilna sa sustavom povrata topline	<input checked="" type="checkbox"/> prirodna
Vrsta i način korištenja sustava s obnovljivim izvorima energije	<input type="checkbox"/> dizalica topline <input type="checkbox"/> biomasa <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> solarni kolektori <input type="checkbox"/> fotonapon	<input checked="" type="checkbox"/> nema

ENERGETSKE POTREBE	REFERENTNI KLIMATSKI PODACI		ZAHTJEV <sup>2</sup>	Ispunjeno
	Ukupno [kWh/a]	Specifično [kWh/(m <sup>2</sup> a)]		
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,\text{nd}}$	346.850	149,02	61,29	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,\text{nd}}$	18.352	7,88	50,00	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Godišnja isporučena energija $E_{\text{del}}$	430.113,95	184,79	120,00	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE
Godišnja primarna energija $E_{\text{prim}}$	644.310,70	276,81	180,00	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE

### KORIŠTENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE NA LOKACIJI ZGRADE

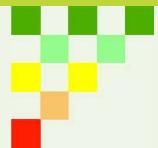
Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava [%]	0
Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava [%]	0

<sup>1</sup> upisuju se  $U$  vrijednosti za pretežite građevne dijelove zgrade (najvećih ukupnih ploština)

<sup>2</sup> upisuje se za nove zgrade i za postojeće zgrade na kojima se provodi rekonstrukcija za koje su vrijednosti propisane Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (TPRUETZZ)

## PRIJEDLOG MJERA

- prijedlog ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade temeljem *Izvješća o energetskom pregledu zgrade*
- za nove zgrade se daju preporuke za korištenje zgrade vezano na ispunjenje temeljnog zahtjeva gospodarenja energijom, očuvanja topline i ispunjenje energetskih svojstava zgrade



Redni broj	Dio zgrade na koji se mjera odnosi	Opis mjera	JPP [a] <sup>5</sup>
1.	Vanjska ovojnica	Toplinska izolacija vanjskih zidova ETICS kontaktnom fasadom	21,8
2.	Vanjska ovojnica	Zamjena dotrajale drvene stolarije i ugradnja nove PVC stolarija s dvostrukim IZO stakлом 4c/16Ar/4mm, $U_w < 1,60$	>50,0
3.	Vanjska ovojnica	Rekonstrukcija krova izvedbom toplinske	32,6
4.	Vanjska ovojnica	Rekonstrukcija podova i zidova negrijanih prostorija	25,3
5.	Sustav grijanja	Ugradnja termostatskih radijatorskih setova	7,5
6.	Sustav rasvjete	Ugradnja tehnološki naprednije rasvjete	1,7
7.	Sustav potrošnje vode	Ugradnja perlatora na slavine i novih vodokotlića s funkcijom dvo-količinskog ispiranja po dotrajlosti postojećih u stanovima	—
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			

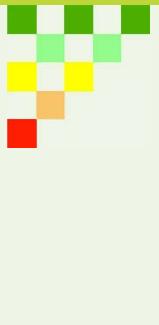
Opis preporučene kombinacije mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade	Potencijal razreda ( $E_{\text{prim}}$ ) <sup>3</sup>	Potencijal smanjenja CO <sub>2</sub> [t/a] <sup>4</sup>	JPP [a] <sup>5</sup>
Integralna mjera u građevinsku ovojnicu zgrade s ugradnjom termostatskih radijatorskih setova	A	64,75	30,0

## DETALJNIJE INFORMACIJE (uključujući one koje se odnose na troškovnu učinkovitost prijedloga mjera ili preporuka)

<sup>3</sup> potencijal razreda za referentne klimatske podatke izražen u  $E_{\text{prim}}$

<sup>4</sup> potencijal smanjenja CO<sub>2</sub>, izražen u tonama u godini, izračunat za stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja

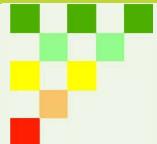
<sup>5</sup> jednostavno razdoblje povrata investicije, izražen u godinama, izračunat za stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja

OBJAŠNJENJE SADRŽAJA ENERGETSKOG CERTIFIKATA		
<b>Općenito</b>	<p>Energetski certifikat je dokument kojim se prikazuje energetsko svojstvo zgrade, energetski razred zgrade, energetske karakteristike zgrade i referentna vrijednost minimalnih zahtjeva na energetska svojstva.</p> <p>Energetski certifikat daje i prijedlog ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade radi smanjenja potrošnje energije.</p> <p>Zgrade se klasificiraju u jedan od ukupno 8 energetskih razreda (A+, A, B, C, D, E, F, G), gdje A+ označava energetski najpovoljniji, a G energetski najnepovoljniji razred.</p> <p>Rok važenja energetskog certifikata je 10 godina.</p> <p>Energetski certifikat se odnosi na zgradu u cjelini ili na samostalnu uporabnu cjelinu.</p>	
<b>Prva stranica</b>	<p>Navode se osnovni podaci o zgradi. Za promatrano zgradu navedene su vrijednosti specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje <math>Q''_{H,nd}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)], specifične godišnje isporučene energije <math>E_{del}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)], specifične godišnje primarne energije <math>E_{prim}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] i specifične godišnje emisije CO<sub>2</sub> [kg/(m<sup>2</sup>a)] <u>izračunate</u> prema <i>Algoritmu za izračun energetskih svojstava zgrade za referentne klimatske podatke i standardne uvjete korištenja</i> ovisno o namjeni prostora (npr. propisana unutarnja proračunska temperatura u sezoni grijanja/hlađenja, standardno razdoblje korištenja, propisano vrijeme rada sustava grijanja /hlađenja /ventilacije /klimatizacije/rasvjete).</p> <p>Referentni klimatski podaci su klimatski podaci za meteorološke postaje preuzete kao karakteristične za područje kontinentalnog i za područje primorskog dijela Hrvatske.</p> <p>Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje <math>Q_{H,nd}</math> [kWh/a] je računski određena količina topline koju sustavom grijanja treba tijekom jedne godine dovesti u zgradu za održavanje unutarnje projektne temperature u zgradi tijekom razdoblja grijanja zgrade.</p> <p>Godišnja primarna energija <math>E_{prim}</math> [kWh/a] je računski određena godišnja energija iz obnovljivih i neobnovljivih izvora koja nije podvrgnuta niti jednom postupku pretvorbe.</p> <p>Klasifikacija zgrada u jedan od ukupno 8 energetskih razreda (A+, A, B, C, D, E, F, G) provodi se na osnovu izračunate vrijednosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje <math>Q''_{H,nd}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)],</li> <li>• specifične godišnje primarne energije <math>E_{prim}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)].</li> </ul> <p>Grafički su prikazani energetski razredi promatrane zgrade, određeni na temelju gore navedenih vrijednosti. nZEB (Nearly zero-energy buildings) - Zgrada gotovo nulte energije je zgrada koja ima vrlo visoka energetska svojstva utvrđena u skladu s Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (TPRUETZZ).</p> <p>Isporučena energija <math>E_{del}</math> je godišnja potrebna količina energije koja se dovodi u tehnički sustav zgrade za potrebe grijanja, pripreme potrošne tople vode, hlađenja, ventilacije i rasvjete izračunata za referentne klimatske podatke i propisane standardne uvjete korištenja prostora zgrade.</p> <p>Navodi se datum izdavanja i datum važenja certifikata, te podaci o osobama koje su sudjelovale u izradi energetskog certifikata. Ukoliko se radi o zgradi sa složenim tehničkim sustavom, u provedbi energetskog pregleda i izradi energetskog certifikata moraju sudjelovati sve tri struke.</p>	
<b>Druga stranica</b>	<p>Navode se izračunate vrijednosti koeficijenata prolaska topline pojedinih građevnih dijelova zgrade za pretežite građevne dijelove zgrade (najvećih ukupnih ploština) i pripadajuće vrijednosti najvećih dopuštenih koeficijenata prolaska topline propisane u TPRUETZZ. Opisan je termotehnički sustav zgrade (grijanje, priprema potrošne tople vode, hlađenje, ventilacija), te su navedene vrijednosti ulaznih proračunskih parametara korištenih u proračunu energetskih potreba zgrade.</p> <p>Stvarne izračunate vrijednosti specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje <math>Q''_{H,nd}</math> [kWh/m<sup>2</sup>a], specifične godišnje isporučene energije <math>E_{del}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] i specifične godišnje primarne energije <math>E_{prim}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] moraju biti manje od najvećih dopuštenih vrijednosti propisanih <i>Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama</i> za nove zgrade (grijane i/ili hlađene na temperaturu 18°C ili višu) i za postojeće zgrade na kojima se provodi veća rekonstrukcija. Također, stvarna izračunata vrijednost specifične godišnje potrebne toplinske energije za hlađenje <math>Q''_{C,nd}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] za nove zgrade mora biti manja od najveće dopuštene vrijednosti propisane navedenim Tehničkim propisom.</p> <p>Na kraju stranice se navodi podatak o korištenju obnovljivih izvora energije na lokaciji zgrade.</p>	
<b>Treća stranica</b>	<p>Navodi <u>prijedlog mjera</u> za povećanje energetskih svojstava zgrade s prikazom jednostavnog razdoblja povrata investicije JPP u godinama za svaku predloženu mjeru.</p> <p>Za preporučenu kombinaciju mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade koja se u konačnici predlaže, istaknut je potencijal energetskog razreda (<math>E_{prim}</math>), potencijal smanjenja CO<sub>2</sub> tonama po godini i jednostavno razdoblje povrata investicije JPP u godinama.</p>	

**8.2.4. Primjer ispunjenog energetskog certifikata – uredska zgrada**

# ENERGETSKI CERTIFIKAT ZGRADE

prema Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju (NN 48/14, NN .....)



## Uredska zgrada u Osijeku

Naziv zgrade

Naziv samostalne uporabne cjeline zgrade

Prva ulica 1

Ulica i kućni broj

31000

OSIJEK

Poštanski broj

Mjesto

PODACI O ZGRADI	<input type="checkbox"/> nova	<input type="checkbox"/> postojeća	<input checked="" type="checkbox"/> rekonstrukcija
Vrsta zgrade (prema Pravilniku)	uredske, administrativne i druge poslovne zgrade slične pretežite namjene		
Vrsta zgrade prema složenosti tehničkih sustava	zgrada sa složenim tehničkim sustavom		
Vlasnik / investitor	Firma d.o.o.		
k.č.br.	9999/9	k.o.	katastarska općina
Ploštinu korisne površine grijanog dijela zgrade $A_k$	1.386,00	Godina izgradnje / rekonstrukcije	1980./2017.
Građevinska (bruto) površina zgrade [ $m^2$ ]	1.520,00	Mjerodavna meteorološka	Osijek
Faktor oblika $f_0$ [ $m^{-1}$ ]	0,34	Referentna klima	kontinentalna

ENERGETSKI RAZRED ZGRADE	Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Specifična godišnja primarna energija $E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
	27,96	14,75
	B	<b>A+</b>
Specifična godišnja isporučena energija $E_{del}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	9,14	
Specifična godišnja emisija CO <sub>2</sub> [kg/(m <sup>2</sup> a)]	2,15	
Upisati „nZEB“ ako energetsko svojstvo zgrade ( $E_{prim}$ ) zadovoljava zahtjeve za zgrade gotovo nulte energije propisane važećim TPRUETZZ	<b>nZEB</b>	

ROK VAŽENJA CERTIFIKATA / PODACI O OSOBI KOJA JE IZDALA ENERGETSKI CERTIFIKAT					
Oznaka energetskog certifikata	X_XXX_XXXX_XXX_NSZ1	Datum izdavanja	02.10.2017.	Datum važenja	02.10.2027.
Naziv ovlaštene pravne osobe				Registarski broj	X_XX_XXXX
Ime i prezime imenovane osobe u ovlaštenoj pravnoj osobi ili ime i prezime ovlaštene fizičke osobe / vlastoručni potpis	Ivan Horvat			Ivan Horvat	

PODACI O OSOBAMA KOJE SU SUDJELOVATE U IZRADI ENERGETSKOG CERTIFIKATA				
Dio zgrade	Ime i prezime ovlaštene osobe	Naziv pravne osobe	Registarski broj	Vlastoručni potpis
Građevinski	Marko Marić		X_XX_XXXX	Marko Marić
Strojarski	Ivan Horvat		X_XX_XXXX	Ivan Horvat
Elektrotehnički	Ivan Babić		X_XX_XXXX	Ivan Babić

## GRAĐEVINSKI DIJELOVI ZGRADE

Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka $H'_{\text{tr,adj}}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,22		
<b>KOEFIČIJENT PROLASKA TOPLINE</b>	<b><math>U</math> [W/(m<sup>2</sup>K)]<sup>1</sup></b>	<b><math>U_{\text{dop}}</math> [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>	Ispunjeno
Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, provjetravanom tavanu	0,17	0,30	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema provjetravanom tavanu	0,11	0,25	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Zidovi prema tlu, podovi prema tlu	0,20	0,40	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže	–	–	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0°C	0,28	0,40	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi pročelja	0,86	1,60	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Vanjska vrata s neprozirnim krilom	1,30	2,00	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Zidovi i stropovi između samostalnih uporabnih cjelina zgrade (stanova, poslovnih prostora)	–	–	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE

## PODACI O TERMOTEHNIČKIM SUSTAVIMA ZGRADE

Način grijanja zgrade	<input type="checkbox"/> lokalno <input type="checkbox"/> etažno	<input checked="" type="checkbox"/> centralno	<input type="checkbox"/> nema
Način pripreme potrošne tople vode	<input type="checkbox"/> lokalno <input type="checkbox"/> spremnik	<input checked="" type="checkbox"/> centralno <input type="checkbox"/> protočno	<input type="checkbox"/> nema
Godina proizvodnje izvora toplinske energije za grijanje	2017.		
Izvor energije za grijanje zgrade	<input type="checkbox"/> prirodni plin <input type="checkbox"/> loživo ulje <input type="checkbox"/> drvo (cjepanice) <input type="checkbox"/> daljinski izvor	<input type="checkbox"/> ukapljeni naftni plin <input checked="" type="checkbox"/> električna energija <input type="checkbox"/> drvna biomasa <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> nema
Izvor energije za pripremu potrošne tople vode	<input type="checkbox"/> prirodni plin <input type="checkbox"/> loživo ulje <input type="checkbox"/> drvo (cjepanice) <input type="checkbox"/> daljinski izvor	<input type="checkbox"/> ukapljeni naftni plin <input checked="" type="checkbox"/> električna energija <input type="checkbox"/> drvna biomasa <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> nema
Način hlađenja zgrade	<input type="checkbox"/> lokalno <input type="checkbox"/> etažno	<input checked="" type="checkbox"/> centralno	<input type="checkbox"/> nema
Izvori energije koji se koriste za hlađenje zgrade	<input checked="" type="checkbox"/> električna energija	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> nema
Vrsta ventilacije	<input type="checkbox"/> prisilna bez sustava povrata topline	<input checked="" type="checkbox"/> prisilna sa sustavom povrata topline	<input type="checkbox"/> prirodna
Vrsta i način korištenja sustava s obnovljivim izvorima energije	<input checked="" type="checkbox"/> dizalica topline <input type="checkbox"/> biomasa <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> solarni kolektori <input checked="" type="checkbox"/> fotonapon	<input type="checkbox"/> nema

ENERGETSKE POTREBE	REFERENTNI KLIMATSKI PODACI		ZAHTJEV <sup>2</sup>	Ispunjeno
	Ukupno [kWh/a]	Specifično [kWh/(m <sup>2</sup> a)]		
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,\text{nd}}$	38.751,85	27,96	28,28	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,\text{nd}}$	16.929,70	12,21	50,00	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Godišnja isporučena energija $E_{\text{del}}$	12.668,22	9,14	40,00	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Godišnja primarna energija $E_{\text{prim}}$	20.446,51	14,75	75,00	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE

## KORIŠTENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE NA LOKACIJI ZGRADE

Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava [%]	85,38
Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava [%]	125,53

<sup>1</sup> upisuju se  $U$  vrijednosti za pretežite građevne dijelove zgrade (najvećih ukupnih ploština)

<sup>2</sup> upisuje se za nove zgrade i za postojeće zgrade na kojima se provodi rekonstrukcija za koje su vrijednosti propisane Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (TPRUETZZ)

## PRIJEDLOG MJERA

- prijedlog ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade temeljem *Izvješća o energetskom pregledu zgrade*
- za nove zgrade se daju preporuke za korištenje zgrade vezano na ispunjenje temeljnog zahtjeva gospodarenja energijom, očuvanja topline i ispunjenje energetskih svojstava zgrade



Redni broj	Dio zgrade na koji se mjera odnosi	Opis mjera	JPP [a] <sup>5</sup>
1.		Koristiti pasivni zahvat sunčane energije kroz ostakljene otvore u zimskom razdoblju otvaranjem roleta tokom sunčanih dana	
2.		Smanjiti neželjene toplinske dobitke od osunčanja u ljetnom razdoblju korištenjem zaštite od sunca	
3.		Noću spuštati rolete i na taj način smanjiti toplinske gubitke i potrebu za grijanjem	
4.		Koristiti besplatno noćno hlađenje prostora cijelonoćnim provjetravanjem kroz prozore	
5.		U sezoni hlađenja održavati projektnu temperaturu od 26°C, odnosno 6°C nižu od vanjske temperature (mjerodavna je viša vrijednost unutarnje temperature)	
6.		Isključiti elektroničke uređaje koji se ne koriste (isključiti ih i iz „stand by“ režima rada)	
7.		U što većoj mjeri koristiti prirodno svjetlo – gasiti rasvjetu kada nitko ne boravi u prostorijama; prilagoditi vrijeme rada vanjske rasvjete uvjetima vanjskog osvjetljenja	
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			

Opis preporučene kombinacije mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade	Potencijal razreda ( $E_{\text{prim}}$ ) <sup>3</sup>	Potencijal smanjenja CO <sub>2</sub> [t/a] <sup>4</sup>	JPP [a] <sup>5</sup>

## DETALJNIJE INFORMACIJE (uključujući one koje se odnose na troškovnu učinkovitost prijedloga mjera ili preporuka)

<sup>3</sup> potencijal razreda za referentne klimatske podatke izražen u  $E_{\text{prim}}$

<sup>4</sup> potencijal smanjenja CO<sub>2</sub>, izražen u tonama u godini, izračunat za stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja

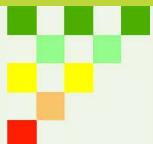
<sup>5</sup> jednostavno razdoblje povrata investicije, izražen u godinama, izračunat za stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja

OBJAŠNJENJE SADRŽAJA ENERGETSKOG CERTIFIKATA		
<b>Općenito</b>	<p>Energetski certifikat je dokument kojim se prikazuje energetsko svojstvo zgrade, energetski razred zgrade, energetske karakteristike zgrade i referentna vrijednost minimalnih zahtjeva na energetska svojstva.</p> <p>Energetski certifikat daje i prijedlog ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade radi smanjenja potrošnje energije.</p> <p>Zgrade se klasificiraju u jedan od ukupno 8 energetskih razreda (A+, A, B, C, D, E, F, G), gdje A+ označava energetski najpovoljniji, a G energetski najnepovoljniji razred.</p> <p>Rok važenja energetskog certifikata je 10 godina.</p> <p>Energetski certifikat se odnosi na zgradu u cjelini ili na samostalnu uporabnu cjelinu.</p>	
<b>Prva stranica</b>	<p>Navode se osnovni podaci o zgradama. Za promatrano zgradu navedene su vrijednosti specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje <math>Q''_{H,nd}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)], specifične godišnje isporučene energije <math>E_{del}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)], specifične godišnje primarne energije <math>E_{prim}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] i specifične godišnje emisije CO<sub>2</sub> [kg/(m<sup>2</sup>a)] <u>izračunate</u> prema <i>Algoritmu za izračun energetskih svojstava zgrade za referentne klimatske podatke i standardne uvjete korištenja</i> ovisno o namjeni prostora (npr. propisana unutarnja proračunska temperatura u sezoni grijanja/hlađenja, standardno razdoblje korištenja, propisano vrijeme rada sustava grijanja/hlađenja/ventilacije/klimatizacije/rasvjete).</p> <p>Referentni klimatski podaci su klimatski podaci za meteorološke postaje preuzete kao karakteristične za područje kontinentalnog i za područje primorskog dijela Hrvatske.</p> <p>Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje <math>Q_{H,nd}</math> [kWh/a] je računski određena količina topline koju sustavom grijanja treba tijekom jedne godine dovesti u zgradu za održavanje unutarnje projektne temperature u zgradi tijekom razdoblja grijanja zgrade.</p> <p>Godišnja primarna energija <math>E_{prim}</math> [kWh/a] je računski određena godišnja energija iz obnovljivih i neobnovljivih izvora koja nije podvrgnuta niti jednom postupku pretvorbe.</p> <p>Klasifikacija zgrada u jedan od ukupno 8 energetskih razreda (A+, A, B, C, D, E, F, G) provodi se na osnovu izračunate vrijednosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje <math>Q''_{H,nd}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)],</li> <li>• specifične godišnje primarne energije <math>E_{prim}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)].</li> </ul> <p>Grafički su prikazani energetski razredi promatrane zgrade, određeni na temelju gore navedenih vrijednosti. nZEB (Nearly zero-energy buildings) - Zgrada gotovo nulte energije je zgrada koja ima vrlo visoka energetska svojstva utvrđena u skladu s Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (TPRUETZZ).</p> <p>Isporučena energija <math>E_{del}</math> je godišnja potrebna količina energije koja se dovodi u tehnički sustav zgrade za potrebe grijanja, pripreme potrošne tople vode, hlađenja, ventilacije i rasvjete izračunata za referentne klimatske podatke i propisane standardne uvjete korištenja prostora zgrade.</p> <p>Navodi se datum izdavanja i datum važenja certifikata, te podaci o osobama koje su sudjelovale u izradi energetskog certifikata. Ukoliko se radi o zgradama sa složenim tehničkim sustavom, u provedbi energetskog pregleda i izradi energetskog certifikata moraju sudjelovati sve tri struke.</p>	
<b>Druga stranica</b>	<p>Navode se izračunate vrijednosti koeficijenata prolaska topline pojedinih građevnih dijelova zgrade za pretežite građevne dijelove zgrade (najvećih ukupnih ploština) i pripadajuće vrijednosti najvećih dopuštenih koeficijenata prolaska topline propisane u TPRUETZZ. Opisan je termotehnički sustav zgrade (grijanje, priprema potrošne tople vode, hlađenje, ventilacija), te su navedene vrijednosti ulaznih proračunskih parametara korištenih u proračunu energetskih potreba zgrade.</p> <p>Stvarne izračunate vrijednosti specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje <math>Q''_{H,nd}</math> [kWh/m<sup>2</sup>a], specifične godišnje isporučene energije <math>E_{del}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] i specifične godišnje primarne energije <math>E_{prim}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] moraju biti manje od najvećih dopuštenih vrijednosti propisanih <i>Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama</i> za nove zgrade (grijane i/ili hlađene na temperaturu 18°C ili višu) i za postojeće zgrade na kojima se provodi veća rekonstrukcija. Također, stvarna izračunata vrijednost specifične godišnje potrebne toplinske energije za hlađenje <math>Q''_{C,nd}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] za nove zgrade mora biti manja od najveće dopuštene vrijednosti propisane navedenim Tehničkim propisom.</p> <p>Na kraju stranice se navodi podatak o korištenju obnovljivih izvora energije na lokaciji zgrade.</p>	
<b>Treća stranica</b>	<p>Navodi <u>prijedlog mjera</u> za povećanje energetskih svojstava zgrade s prikazom jednostavnog razdoblja povrata investicije JPP u godinama za svaku predloženu mjeru.</p> <p>Za preporučenu kombinaciju mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade koja se u konačnici predlaže, istaknut je potencijal energetskog razreda (<math>E_{prim}</math>), potencijal smanjenja CO<sub>2</sub> tonama po godini i jednostavno razdoblje povrata investicije JPP u godinama.</p>	

**8.2.5. Primjer ispunjenog energetskog certifikata – obrazovna zgrada**

# ENERGETSKI CERTIFIKAT ZGRADE

prema Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju (NN 48/14, NN .....)



## Osnovna škola

Naziv zgrade

Naziv samostalne uporabne cjeline zgrade

Prva ulica 1

Ulica i kućni broj

48260

KRIŽEVCI

Poštanski broj

Mjesto

PODACI O ZGRADI	<input type="checkbox"/> nova	<input checked="" type="checkbox"/> postojeća	<input type="checkbox"/> rekonstrukcija
Vrsta zgrade (prema Pravilniku)	školske i fakultetske zgrade, vrtići i druge odgojne i obrazovne ustanove		
Vrsta zgrade prema složenosti tehničkih sustava	zgrada sa složenim tehničkim sustavom		
Vlasnik / investor	Osnovna škola		
k.č.br.	9999/9	k.o.	katastarska općina
Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade $A_k$	950,00	Godina izgradnje / rekonstrukcije	1958.
Građevinska (bruto) površina zgrade [ $m^2$ ]	1.100,00	Mjerodavna meteorološka postaja	Križevci
Faktor oblika $f_0$ [ $m^{-1}$ ]	0,88	Referentna klima	kontinentalna

ENERGETSKI RAZRED ZGRADE	Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Specifična godišnja primarna energija $E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
	197,44	336,38
	E	
		G
Specifična godišnja isporučena energija $E_{del}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	298,82	
Specifična godišnja emisija CO <sub>2</sub> [kg/(m <sup>2</sup> a)]	10,49	
Upisati „nZEB“ ako energetsko svojstvo zgrade ( $E_{prim}$ ) zadovoljava zahtjeve za zgrade gotovo nulte energije propisane važećim TPRUETZZ		—

ROK VAŽENJA CERTIFIKATA / PODACI O OSOBI KOJA JE IZDALA ENERGETSKI CERTIFIKAT					
Oznaka energetskog certifikata	X_XXX_XXXX_NSZ2	Datum izdavanja	02.10.2017.	Datum važenja	02.10.2027.
Naziv ovlaštene pravne osobe				Registarski broj	X_XX_XXXX
Ime i prezime imenovane osobe u ovlaštenoj pravnoj osobi ili ime i prezime ovlaštene fizičke osobe / vlastoručni potpis	Ivan Horvat			Ivan Horvat	

PODACI O OSOBAMA KOJE SU SUDJELOVATE U IZRADI ENERGETSKOG CERTIFIKATA				
Dio zgrade	Ime i prezime ovlaštene osobe	Naziv pravne osobe	Registarski broj	Vlastoručni potpis
Građevinski	Marko Marić		X_XX_XXXX	Marko Marić
Strojarski	Ivan Horvat		X_XX_XXXX	Ivan Horvat
Elektrotehnički	Ivan Babić		X_XX_XXXX	Ivan Babić

### GRAĐEVINSKI DIJELOVI ZGRADE

Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka $H'_{\text{tr,adj}}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,18		
KOEFICIJENT PROLASKA TOPLINE	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)] <sup>1</sup>	$U_{\text{dop}}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Ispunjeno
Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, provjetravanom tavanu	1,38	0,30	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE
Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema provjetravanom tavanu	1,07	0,25	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE
Zidovi prema tlu, podovi prema tlu	2,69	0,40	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE
Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže	–	–	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0°C	–	–	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi pročelja	3,25	1,60	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE
Vanjska vrata s neprozirnim krilom	5,70	2,00	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE
Zidovi i stropovi između samostalnih uporabnih cjelina zgrade (stanova, poslovnih prostora)	–	–	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE

### PODACI O TERMOTEHNIČKIM SUSTAVIMA ZGRADE

Način grijanja zgrade	<input checked="" type="checkbox"/> lokalno <input type="checkbox"/> etažno	<input type="checkbox"/> centralno	<input type="checkbox"/> nema
Način pripreme potrošne tople vode	<input checked="" type="checkbox"/> lokalno <input checked="" type="checkbox"/> spremnik	<input type="checkbox"/> centralno <input type="checkbox"/> protočno	<input type="checkbox"/> nema
Godina proizvodnje izvora toplinske energije za grijanje	2003., 2015.		
Izvor energije za grijanje zgrade	<input type="checkbox"/> prirodn plin <input type="checkbox"/> loživo ulje <input checked="" type="checkbox"/> drvo (cjepanice) <input type="checkbox"/> daljinski izvor	<input type="checkbox"/> ukapljeni naftni plin <input type="checkbox"/> električna energija <input type="checkbox"/> drvna biomasa <input type="checkbox"/> .....	<input type="checkbox"/> nema
Izvor energije za pripremu potrošne tople vode	<input type="checkbox"/> prirodn plin <input type="checkbox"/> loživo ulje <input type="checkbox"/> drvo (cjepanice) <input type="checkbox"/> daljinski izvor	<input type="checkbox"/> ukapljeni naftni plin <input checked="" type="checkbox"/> električna energija <input type="checkbox"/> drvna biomasa <input type="checkbox"/> .....	<input type="checkbox"/> nema
Način hlađenja zgrade	<input type="checkbox"/> lokalno <input type="checkbox"/> etažno	<input type="checkbox"/> centralno	<input checked="" type="checkbox"/> nema
Izvori energije koji se koriste za hlađenje zgrade	<input type="checkbox"/> električna energija	<input type="checkbox"/> .....	<input checked="" type="checkbox"/> nema
Vrsta ventilacije	<input type="checkbox"/> prisilna bez sustava povrata topline	<input type="checkbox"/> prisilna sa sustavom povrata topline	<input checked="" type="checkbox"/> prirodna
Vrsta i način korištenja sustava s obnovljivim izvorima energije	<input type="checkbox"/> dizalica topline <input checked="" type="checkbox"/> biomasa <input type="checkbox"/> .....	<input type="checkbox"/> solarni kolektori <input type="checkbox"/> fotonapon	<input type="checkbox"/> nema

ENERGETSKE POTREBE	REFERENTNI KLIMATSKI PODACI		ZAHTJEV <sup>2</sup>	Ispunjeno
	Ukupno [kWh/a]	Specifično [kWh/(m <sup>2</sup> a)]		
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,\text{nd}}$	187.564,00	197,44	49,48	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,\text{nd}}$	12.279,00	12,92	50,00	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Godišnja isporučena energija $E_{\text{del}}$	283.877,27	298,82	60,00	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE
Godišnja primarna energija $E_{\text{prim}}$	319.563,05	336,38	90,00	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE

### KORIŠTENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE NA LOKACIJI ZGRADE

Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava [%]	97,08
Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava [%]	100,00

<sup>1</sup> upisuju se  $U$  vrijednosti za pretežite građevne dijelove zgrade (najvećih ukupnih ploština)

<sup>2</sup> upisuje se za nove zgrade i za postojeće zgrade na kojima se provodi rekonstrukcija za koje su vrijednosti propisane Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (TPRUETZZ)

## PRIJEDLOG MJERA

- prijedlog ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade temeljem *Izvješća o energetskom pregledu zgrade*
- za nove zgrade se daju preporuke za korištenje zgrade vezano na ispunjenje temeljnog zahtjeva gospodarenja energijom, očuvanja topline i ispunjenje energetskih svojstava zgrade



Redni broj	Dio zgrade na koji se mjera odnosi	Opis mjera	JPP [a] <sup>5</sup>
1.	Sustav rasvjete	Revitalizacija sustava rasvjete	12,6
2.	Vanjska ovojnica	Toplinska izolacija stropova prema vanjskom zraku s 20 cm toplinskoizolacijskog materijala	29,6
3.	Vanjska ovojnica	Toplinska izolacija pročelja zgrade s 16 cm toplinskoizolacijskog materijala u tipu ETICS sustava	>50,0
4.	Vanjska ovojnica	Zamjena dotrajale drvene stolarije i ugradnja nove PVC stolarija s dvostrukim IZO stakлом 4c/16Ar/4mm, $U_w < 1,60$	>50,0
5.	Vanjska ovojnica	Integralna građevinska mjera (sumarno mjere od 2-4)	>50,0
6.	Sustav grijanja	Ugradnja centralnog sustava grijanja s kotлом na drva i pelete kao izvorom toplinske energije za stanje nakon rekonstrukcije vanjske ovojnice	>50,0
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			

Opis preporučene kombinacije mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade	Potencijal razreda ( $E_{\text{prim}}$ ) <sup>3</sup>	Potencijal smanjenja CO <sub>2</sub> [t/a] <sup>4</sup>	JPP [a] <sup>5</sup>
Integralna građevinska mjera s ugradnjom centralnog sustava grijanja i revitalizacijom sustava rasvjete	C	2,24	>50,0

## DETALJNIJE INFORMACIJE (uključujući one koje se odnose na troškovnu učinkovitost prijedloga mjera ili preporuka)

<sup>3</sup> potencijal razreda za referentne klimatske podatke izražen u  $E_{\text{prim}}$

<sup>4</sup> potencijal smanjenja CO<sub>2</sub>, izražen u tonama u godini, izračunat za stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja

<sup>5</sup> jednostavno razdoblje povrata investicije, izražen u godinama, izračunat za stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja

OBJAŠNJENJE SADRŽAJA ENERGETSKOG CERTIFIKATA		
Općenito	<p>Energetski certifikat je dokument kojim se prikazuje energetsko svojstvo zgrade, energetski razred zgrade, energetske karakteristike zgrade i referentna vrijednost minimalnih zahtjeva na energetska svojstva.</p> <p>Energetski certifikat daje i prijedlog ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade radi smanjenja potrošnje energije.</p> <p>Zgrade se klasificiraju u jedan od ukupno 8 energetskih razreda (A+, A, B, C, D, E, F, G), gdje A+ označava energetski najpovoljniji, a G energetski najnepovoljniji razred.</p> <p>Rok važenja energetskog certifikata je 10 godina.</p> <p>Energetski certifikat se odnosi na zgradu u cjelini ili na samostalnu uporabnu cjelinu.</p>	
Prva stranica	<p>Navode se osnovni podaci o zgradi. Za promatrano zgradu navedene su vrijednosti specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje <math>Q''_{H,nd}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)], specifične godišnje isporučene energije <math>E_{del}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)], specifične godišnje primarne energije <math>E_{prim}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] i specifične godišnje emisije CO<sub>2</sub> [kg/(m<sup>2</sup>a)] <u>izračunate</u> prema <u>Algoritmu za izračun energetskih svojstava zgrade za referentne klimatske podatke i standardne uvjete korištenja</u> ovisno o namjeni prostora (npr. propisana unutarnja proračunska temperatura u sezoni grijanja/hlađenja, standardno razdoblje korištenja, propisano vrijeme rada sustava grijanja /hlađenja /ventilacije /klimatizacije/rasvjete).</p> <p>Referentni klimatski podaci su klimatski podaci za meteorološke postaje preuzete kao karakteristične za područje kontinentalnog i za područje primorskog dijela Hrvatske.</p> <p>Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje <math>Q_{H,nd}</math> [kWh/a] je računski određena količina topline koju sustavom grijanja treba tijekom jedne godine dovesti u zgradu za održavanje unutarnje projektne temperature u zgradi tijekom razdoblja grijanja zgrade.</p> <p>Godišnja primarna energija <math>E_{prim}</math> [kWh/a] je računski određena godišnja energija iz obnovljivih i neobnovljivih izvora koja nije podvrgnuta niti jednom postupku pretvorbe.</p> <p>Klasifikacija zgrada u jedan od ukupno 8 energetskih razreda (A+, A, B, C, D, E, F, G) provodi se na osnovu izračunate vrijednosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje <math>Q''_{H,nd}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)],</li> <li>• specifične godišnje primarne energije <math>E_{prim}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)].</li> </ul> <p>Grafički su prikazani energetski razredi promatrane zgrade, određeni na temelju gore navedenih vrijednosti. nZEB (Nearly zero-energy buildings) - Zgrada gotovo nulte energije je zgrada koja ima vrlo visoka energetska svojstva utvrđena u skladu s Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energiji i toplinskoj zaštiti u zgradama (TPRUETZZ).</p> <p>Isporučena energija <math>E_{del}</math> je godišnja potrebna količina energije koja se dovodi u tehnički sustav zgrade za potrebe grijanja, pripreme potrošne tople vode, hlađenja, ventilacije i rasvjete izračunata za referentne klimatske podatke i propisane standardne uvjete korištenja prostora zgrade.</p> <p>Navodi se datum izdavanja i datum važenja certifikata, te podaci o osobama koje su sudjelovale u izradi energetskog certifikata. Ukoliko se radi o zgradi sa složenim tehničkim sustavom, u provedbi energetskog pregleda i izradi energetskog certifikata moraju sudjelovati sve tri struke.</p>	
Druga stranica	<p>Navode se izračunate vrijednosti koeficijenata prolaska topline pojedinih građevnih dijelova zgrade za pretežite građevne dijelove zgrade (najvećih ukupnih ploština) i pripadajuće vrijednosti najvećih dopuštenih koeficijenata prolaska topline propisane u TPRUETZZ. Opisan je termotehnički sustav zgrade (grijanje, priprema potrošne tople vode, hlađenje, ventilacija), te su navedene vrijednosti ulaznih proračunskih parametara korištenih u proračunu energetskih potreba zgrade.</p> <p>Stvarne izračunate vrijednosti specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje <math>Q''_{H,nd}</math> [kWh/m<sup>2</sup>a], specifične godišnje isporučene energije <math>E_{del}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] i specifične godišnje primarne energije <math>E_{prim}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] moraju biti manje od najvećih dopuštenih vrijednosti propisanih <i>Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama</i> za nove zgrade (grijane i/ili hlađene na temperaturu 18°C ili višu) i za postojeće zgrade na kojima se provodi veća rekonstrukcija. Također, stvarna izračunata vrijednost specifične godišnje potrebne toplinske energije za hlađenje <math>Q''_{C,nd}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] za nove zgrade mora biti manja od najveće dopuštene vrijednosti propisane navedenim Tehničkim propisom.</p> <p>Na kraju stranice se navodi podatak o korištenju obnovljivih izvora energije na lokaciji zgrade.</p>	
Treća stranica	<p>Navodi <u>prijedlog mjera</u> za povećanje energetskih svojstava zgrade s prikazom jednostavnog razdoblja povrata investicije JPP u godinama za svaku predloženu mjeru.</p> <p>Za preporučenu kombinaciju mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade koja se u konačnici predlaže, istaknut je potencijal energetskog razreda (<math>E_{prim}</math>), potencijal smanjenja CO<sub>2</sub> u tonama po godini i jednostavno razdoblje povrata investicije JPP u godinama.</p>	

### 8.3. Registr Izvješća o provedenim redovitim pregledima sustava grijanja, hlađenja i prisilne ventilacije i klimatizacije

Prilog 4. *Pravilnika o energetskom pregledu zgrada i energetskom certificiranju* odnosi se na prikaz registra izvješća o provedenim redovitim pregledima sustava grijanja, sustava hlađenja i sustava prisilne ventilacije i klimatizacije.

**Izvješća o provedenim redovitim pregledima sustava grijanja, hlađenja, prisilne ventilacije i klimatizacije** izrađuju se elektronički i ispisuju isključivo putem **informacijskog sustava za izradu energetskog certifikata (IEC)** uspostavljenog od strane **Ministarstva graditeljstva i prostornoga uređenja**.

Osim energetskog certificiranja, jedan od zahtjeva Direktive o energetskim svojstvima zgrada (Directive on the energy performance of buildings 2010/31/EU - EPBD) je i obveza provođenja redovitih pregleda sustava grijanja, hlađenja i klimatizacije u zgradama. U nastavku su dani Članci 14. i 15. na izvornom engleskom i hrvatskom jeziku, kojima je propisan gore navedeni zahtjev.

#### Article 14

##### Inspection of heating systems

1. Member States shall lay down the necessary measures to establish a regular inspection of the accessible parts of systems used for heating buildings, such as the heat generator, control system and circulation pump(s), with boilers of an effective rated output for space heating purposes of more than **20 kW**. That inspection shall include an assessment of the boiler efficiency and the boiler sizing compared with the heating requirements of the building. The assessment of the boiler sizing does not have to be repeated as long as no changes were made to the heating system or as regards the heating requirements of the building in the meantime.

#### Članak 14.

##### Pregled sustava grijanja

1. Države članice utvrđuju potrebne mjere za uspostavu redovitih pregleda dostupnih dijelova sustava grijanja zgrada, kao što su toplinski generator, upravljački sustav i optočna crpka ili crpke, s kotlovima čija nazivna snaga za potrebe zagrijavanja prostora prelazi **20 kW**. Ti pregledi uključuju procjenu učinkovitosti i dimenzioniranja kotla u odnosu na toplinske potrebe zgrade. Procjenu dimenzioniranja kotla nije potrebno ponavljati, osim ako su u međuvremenu izvršene promjene na sustavu grijanja ili ako su se promijenile toplinske potrebe zgrade.

Slika 8-5 Članak 14. EPBD direktive – zahtjev u pogledu redovitih pregleda sustava grijanja

#### Article 15

##### Inspection of air-conditioning systems

1. Member States shall lay down the necessary measures to establish a regular inspection of the accessible parts of air-conditioning systems of an effective rated output of more than **12 kW**. The inspection shall include an assessment of the air-conditioning efficiency and the sizing compared to the cooling requirements of the building. The assessment of the sizing does not have to be repeated as long as no changes were made to this air-conditioning system or as regards the cooling requirements of the building in the meantime.

#### Članak 15.

##### Pregled sustava klimatizacije

1. Države članice utvrđuju potrebne mjere za uspostavu redovitih pregleda dostupnih dijelova sustava klimatizacije nazivne snage iznad **12 kW**. Ti pregledi uključuju procjenu učinkovitosti klimatiziranja i dimenzioniranja u odnosu na potrebe hlađenja zgrade. Procjenu dimenzioniranja nije potrebno ponavljati, osim ako su u međuvremenu izvršene promjene na sustavu klimatizacije ili ako su se promijenile potrebe hlađenja zgrade.

Slika 8-6 Članak 14. EPBD direktive – zahtjev u pogledu redovitih pregleda sustava hlađenja i klimatizacije

Redovitom pregledu podliježu oni sustavi grijanja, koji kao izvor toplinske energije za potrebe grijanja prostora promatrane zgrade imaju ugrađen **kotao nazivne toplinske snage veće od 20 kW**.

Pri tome se naglasak daje na procjeni učinkovitosti kotla te na provjeri dimenzioniranosti kotla, kako bi se uočila i spriječila predimenzioniranost kotlova, a time i njihov neučinkovit rad, s obzirom na dobro poznatu činjenicu da s padom opterećenja kod starijih tehnologija kotlova u pravilu uvijek dolazi i do pada stupnja djelovanja kotla, što ima za posljedicu povećanu potrošnju energenta za pogon kotla.

Važno je napomenuti da direktivom definiranu granicu nazivne toplinske snage kotla veće od 20 kW za potrebe grijanja prostora promatrane zgrade, nije moguće pomaknuti prema gore. Dakle, svi uređaji za izgaranje/kotlovi u stanovima/kućama nazivne toplinske snage veće od 20 kW, koji se koriste za potrebe grijanja prostora, podliježu obvezi provedbe redovitog pregleda sustava grijanja, neovisno o tome da li stan/kuća podliježe obvezi energetske certifikacije.

Prema Članku 28. *Zakona o gradnji* (NN 153/13) redovite preglede sustava grijanja, hlađenja, ventilacije i klimatizacije mogu provoditi isključivo **fizičke osobe strojarske struke** odnosno **pravne osobe koje zapošljavaju osobu strojarske struke** koja ispunjava uvjete za davanje ovlaštenja za energetski pregled zgrade sa složenim tehničkim sustavom (MODUL 2).

Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja, hlađenja, ventilacije i klimatizacije se predaje vlasniku zgrade odnosno najmoprimcu zgrade.

U nastavku su dane upute za ispunjavanje svakog izvješća zasebno.

Svako izvješće ima isti uvodni blok u kojem se navode opći podaci o zgradi i ovlaštenoj osobi.

#### OPĆI PODACI O ZGRADI I OVLAŠTENOJ OSOBI:

1	OPĆI PODACI O ZGRADI I OVLAŠTENOJ OSOBI
1.1	Vrsta zgrade prema Pravilniku
	Naziv zgrade
	Naziv samostalne uporabne cjeline zgrade
	Ulica i kućni broj
	Poštanski broj
	Mjesto
	Katastarska čestica (zemljišne knjige i identifikacija)
	Katastarska općina (zemljišnoknjžna i identifikacija)
	Ploština korisne površine zgrade $A_K$ [m <sup>2</sup> ]
	Obujam grijanog dijela zgrade $V_e$ [m <sup>3</sup> ]
1.2	Ime i prezime / naziv vlasnika odnosno investitora zgrade odnosno njezinog dijela
	Za ovlaštene fizičke osobe: Ime i prezime osobe koja je izradila Izvješće
	Za ovlaštene pravne osobe: Naziv ovlaštene pravne osobe koja je izradila Izvješće
	Za ovlaštene pravne osobe: Ime i prezime imenovane osobe u ovlaštenoj pravnoj osobi koja je izradila Izvješće
1.4	Registarski broj ovlaštene osobe
1.5	Oznaka energetskog certifikata zgrade (ako postoji)
1.6	Datum izdavanja energetskog certifikata (ako postoji)
1.7	Oznaka izvješća o posljednjem redovitom pregledu (ako postoji)
1.8	Datum posljednjeg redovitog pregleda (ako postoji)

U dijelu tablice OPĆI PODACI O ZGRADI I OVLAŠTENOJ OSOBI unosi se prije svega podatak o vrsti zgrade.

Vrste zgrade u cjelini odnosno samostalna uporabna cjelina zgrade za koje se izdaje energetski certifikat određene su prema pretežitoj namjeni korištenja i dijele se na:

1. višestambene zgrade
2. obiteljske kuće
3. uredske zgrade
4. zgrade za obrazovanje
5. bolnice
6. hoteli i restorani
7. sportske dvorane
8. zgrade trgovine – veleprodaja i maloprodaja
9. ostale nestambene zgrade koje se griju na temperaturu +18 °C ili višu (npr.: zgrade za promet i komunikacije, terminali, postaje, pošte, telekomunikacijske zgrade, zgrade za kulturno-umjetničku djelatnost i zabavu, muzeji, knjižnice i slično).

Ukoliko se radi o kompleksu s više zgrada, onda se osim naziva zgrade kao kompleksa, upisuje za pojedinu zgradu i naziv samostalne uporabne cjeline. Ukoliko se radi samo o jednoj zgradi, onda se upisuje naziv zgrade, ali ne i naziv samostalne uporabne cjeline.

Npr. veći bolnički kompleksi se sastoje uglavnom od više zgrada. Sustavi hlađenja, prisilne ventilacije i klimatizacije se pregledavaju po pojedinoj zgradi u kompleksu, pa se uz naziv kompleksa upisuje i naziv pojedine zgrade odnosno samostalne uporabne cjeline. U tom slučaju ploština korisne površine  $A_k$  i obujam grijanog dijela zgrade  $V_e$  se odnose na samostalnu uporabnu cjelinu.

Za svaku zgradu u kompleksu od više zgrada, za koju se izrađuje zasebni energetski certifikat, izrađuje se i zasebno *Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava hlađenja* (ukoliko svaka samostalna uporabna cjelina ima ugrađen zasebni izvor rashladne energije) i

*Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava prisilne ventilacije i klimatizacije.*

Ukoliko je sustav grijanja i hlađenja za potrebe nekog kompleksa, koji se sastoji od više zasebnih zgrada odnosno samostalnih uporabnih cjelina, izведен centralno (zajednička kotlovnica s kotlovima kao izvorima toplinske energije, zajednički izvor rashladne energije), onda se izrađuje po jedno zajedničko izvješće za cijeli kompleks za sustav grijanja odnosno za sustav hlađenja.

*Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja i*

*Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava hlađenja.*

Ukoliko je sustav grijanja i hlađenja za potrebe nekog kompleksa, koji se sastoji od više zasebnih zgrada odnosno samostalnih uporabnih cjelina, izведен decentralno (svaka zgrada u kompleksu ima svoju kotlovinu, te zasebni izvor rashladne energije), onda se izrađuje za svaku zgradu u kompleksu zasebno izvješće

*Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja i*

*Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava hlađenja.*

Zatim se unose podaci o ovlaštenoj osobi (fizička ili pravna osoba) s pripadajućim registarskim brojem.

Ukoliko su za zgradu već izdani energetski certifikat i Izvješće o provedenom redovitom pregledu (sustava grijanja, sustava hlađenja, sustava mehaničke ventilacije i klimatizacije), upisuju se njihove oznake i datumi izdavanja.

### 8.3.1. **Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja**

Prema *Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju* redoviti pregled sustava grijanja u Hrvatskoj se obvezno provodi za sve kotlove na tekuća, plinovita ili kruta goriva pojedinačne nazivne toplinske snage za grijanje prostora veće od 20 kW.

Prema Članku 22. *Zakona o gradnji* (NN 153/13) vlasnik zgrade ili njezina posebna dijela sa sustavom grijanja na tekuća, plinovita ili kruta goriva dužan je osigurati redoviti pregled:

- sustava grijanja s kotлом nazivne snage 20 kW i veće jednom u deset godina,
- sustava grijanja s kotлом nazivne snage 100 kW i veće jednom u dvije godine,
- sustava grijanja s kotлом na plin nazivne snage 100 kW i veće jednom u četiri godine.

*Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja* obuhvaća sljedeće glavne cjeline koje je potrebno ispuniti:

- OPĆI PODACI O ZGRADI I OVLAŠTENOJ OSOBI
- PROJEKTNA DOKUMENTACIJA SUSTAVA GRIJANJA
- IZVORI TOPLINSKE ENERGIJE – OPĆENITO
- ODRŽAVANJE/SERVIS SUSTAVA GRIJANJA
- **KOTAO** (upisuju se podaci za svaki kotao zasebno, koji podliježe obvezi provođenja redovitog pregleda sustava grijanja)
- TOPLINSKA PODSTANICA – DALJINSKO GRIJANJE

- DIZALICA TOPLINE (upisuju se podaci za svaku dizalicu topline zasebno)
- SOLARNI TOPLINSKI SUSTAV
- KOGENERACIJA
- SPREMNIK
- POTROŠNJA ENERGENTA
- PODSUSTAV IZMJENE TOPLINE – OGRJEVNA TIJELA
- REGULACIJA
- CIJEVNI RAZVOD SUSTAVA GRIJANJA
- ZAKLJUČNE NAPOMENE O SUSTAVU GRIJANJA
- PRIJEDLOG MJERA POVEĆANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI SUSTAVA GRIJANJA
- OSTALE INFORMACIJE

Iako EPBD direktiva iziskuje provođenje redovite kontrole sustava grijanja s kotлом kao izvorom toplinske energije, u *Izješću o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja* se unose i podaci o ostalim izvorima toplinske energije ukoliko naravno postoje (npr. solarni toplinski sustavi, dizalice topline, kogeneracija ...).

Ukoliko promatrana zgrada ili kompleks zgrada nema ugrađen kotao kao izvor toplinske energije, *Izješće o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja* nije potrebno ispunjavati!

*Izješće o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja* je obveza koja se provodi ukoliko se za potrebe grijanja prostora promatrane zgrade koristi kotao/kotlovi na tekuća, plinovita ili kruta goriva pojedinačne nazivne toplinske snage veće od 20 kW.

U nastavku je dano opisno što se u kojoj cjelini unosi u izješće, pojedini pojmovi su objašnjeni u zasebnim poglavljima, a na kraju je dan ispunjeni primjer *Izješća o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja*.

#### PROJEKTNA DOKUMENTACIJA SUSTAVA GRIJANJA

<b>2 PREGLED SUSTAVA GRIJANJA</b>	
2.1.1	Projektna dokumentacija sustava grijanja
2.1.2	Izvedeni sustav grijanja odgovara projektnoj dokumentaciji

Prilikom redovitog pregleda sustava grijanja potrebno je zatražiti projektnu dokumentaciju, te ukoliko projektna dokumentacija postoji, provjeriti da li izvedeni sustav grijanja odgovara projektnoj dokumentaciji.

## IZVORI TOPLINSKE ENERGIJE – OPĆENITO

### ODRŽAVANJE/SERVIS SUSTAVA GRIJANJA

2.2.1	Ukupni nazivni toplinski učin [kW]	
2.2.2	Broj uređaja za proizvodnju toplinske energije	
2.3	Predviđena unutarnja temperatura prostora [°C]	
2.4	Godina ugradnje ili zadnje opsežne rekonstrukcije sustava grijanja	
2.5.1	Serviser sustava	
2.5.2	Datum zadnjeg servisa uređaja za proizvodnju toplinske energije	
2.5.3	Stanje uređaja za proizvodnju toplinske energije	<input type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno
2.6	Vrste uređaja za proizvodnju toplinske energije	<input type="checkbox"/> peć <input type="checkbox"/> kotao <input type="checkbox"/> toplinska stanica / daljinsko grijanje <input type="checkbox"/> dizalica topline <input type="checkbox"/> solarni toplinski sustav <input type="checkbox"/> kogeneracija <input type="checkbox"/> drugo _____

Ovdje se unose opći podaci kao što je ukupan broj uređaja za proizvodnju toplinske energije te ukupni nazivni toplinski učin ugrađenih izvora toplinske energije.

Upisuje se i predviđena unutarnja temperatura prostora. Ukoliko u zgradi postoje prostori s različitom predviđenom unutarnjom temperaturnom, može se upisati više vrijednosti unutarnjih temperatura. Uz pojedinu navedenu vrijednost unutarnje temperature u zgradi se može navesti i naziv prostora.

Također se upisuje godina ugradnje sustava grijanja (ukoliko nakon toga nije bilo značajnije rekonstrukcije), ili se upisuje godina zadnje opsežne rekonstrukcije. Preporučljivo je uz godinu zadnje opsežne rekonstrukcije unutar zgrade kratko opisati opseg rekonstrukcije.

Upisuje se naziv servisera. Ako ih je više, mogu se svi navesti, a u zgradi se navodi koji serviser je zadužen za koji izvor toplinske energije. Navodi se i datum zadnjeg servisa uređaja za proizvodnju toplinske energije.

Na kraju ovog dijela se označava vrsta/e izvora toplinske energije koja/e se koristi/e za pokrivanje toplinskih potreba promatrane zgrade odnosno kompleksa zgrada.

**KOTAO** (upisuju se podaci za svaki kotao zasebno, koji podlježe obvezi provođenja redovitog pregleda sustava grijanja)

2.7 KOTAO (upisuju se podaci za svaki kotao zasebno)			
Kotao		1	2
2.7.1	Vrsta kotla	<input type="checkbox"/> standardni <input type="checkbox"/> protočni <input type="checkbox"/> niskotemperaturni <input type="checkbox"/> kondenzacijski <input type="checkbox"/> ostalo	<input type="checkbox"/> standardni <input type="checkbox"/> protočni <input type="checkbox"/> niskotemperaturni <input type="checkbox"/> kondenzacijski <input type="checkbox"/> ostalo
2.7.2	Vrste goriva	<input type="checkbox"/> prirodni plin <input type="checkbox"/> ukapljeni naftni plin <input type="checkbox"/> loživo ulje <input type="checkbox"/> drvo (cjepanice) <input type="checkbox"/> peleti <input type="checkbox"/> sječka <input type="checkbox"/> ostalo	<input type="checkbox"/> prirodni plin <input type="checkbox"/> ukapljeni naftni plin <input type="checkbox"/> loživo ulje <input type="checkbox"/> drvo (cjepanice) <input type="checkbox"/> peleti <input type="checkbox"/> sječka <input type="checkbox"/> ostalo
2.7.3	Proizvođač		
2.7.4	Model		
2.7.5	Nazivni učin [kW]		
2.7.6	Godina proizvodnje		
2.7.7	Namjena	<input type="checkbox"/> grijanje <input type="checkbox"/> PTV <input type="checkbox"/> grijanje i PTV <input type="checkbox"/> ostalo	<input type="checkbox"/> grijanje <input type="checkbox"/> PTV <input type="checkbox"/> grijanje i PTV <input type="checkbox"/> ostalo
2.7.8	Regulacija kotla	<input type="checkbox"/> termostat kotla <input type="checkbox"/> prema unutarnjoj temperaturi <input type="checkbox"/> prema vanjskoj temperaturi	<input type="checkbox"/> termostat kotla <input type="checkbox"/> prema unutarnjoj temperaturi <input type="checkbox"/> prema vanjskoj temperaturi
2.7.9	Stupanj djelovanja kod nazivnog učina [%]	<input type="checkbox"/> podatak proizvođača <input type="checkbox"/> vrijednost iz tablice u uputi	<input type="checkbox"/> podatak proizvođača <input type="checkbox"/> vrijednost iz tablice u uputi
2.7.10	Izmjereni stupanj djelovanja kotla kod nazivnog učina na strani dimnih plinova [%]		
2.7.11	Izračunati godišnji stupanj djelovanja [%]		
2.7.12	Kotao ispravno dimenzioniran	<input type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne	<input type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne

Podaci se upisuju zasebno za svaki kotao, koji podlježe obvezi provođenja redovitog pregleda sustava grijanja, odnosno za svaki kotao na tekuće, plinovito ili kruto gorivo pojedinačne nazivne toplinske snage 20 kW i veće.

Za svaki kotao se upisuju standardni podaci kao što su: vrsta kotla, vrsta goriva koja izgara u kotlu, proizvođač i model kotla, nazivni toplinski učin u [kW], te godina proizvodnje.

Ukoliko neki od gore navedenih podataka nije poznat, što je moguće kod starijih kotlova, podatak se jednostavno ne upisuje.

Posebno se označava namjena kotla (grijanje, PTV, grijanje i PTV ili nešto drugo) te podatak o regulaciji kotla (termostat kotla, prema unutarnjoj temperaturi, prema vanjskoj temperaturi).

Točke 2.7.9 – 2.7.11 su naročito bitne te se odnose na slijedeće stupnjeve djelovanja kotla:

- stupanj djelovanja kotla kod nazivnog učina (podatak proizvođača) (vidi poglavlje 8.3.1.1)
- izmjereni stupanj djelovanja kotla kod nazivnog učina na strani dimnih plinova (vidi poglavlje 8.3.1.2)
- izračunati godišnji stupanj djelovanja (prema Algoritmu) (vidi poglavlje 8.3.1.3)

## TOPLINSKA PODSTANICA – DALJINSKO GRIJANJE

2.8	<b>Toplinska stanica / daljinsko grijanje – ugovorena snaga [kW]</b> (polja 2.8-2.8.3 je potrebno ispuniti na opisani način samo ukoliko postoji priključak na daljinsko grijanje (označeno u točki 2.6))	
2.8.1	Namjena	<input type="checkbox"/> grijanje <input type="checkbox"/> PTV <input type="checkbox"/> grijanje i PTV <input type="checkbox"/> ostalo -----
2.8.2	Toplinska podstanica	<input type="checkbox"/> individualna <input type="checkbox"/> centralna
2.8.3	Mjerenje potrošnje toplinske energije	<input type="checkbox"/> centralno u toplinskoj stanicici na razini zgrade <input type="checkbox"/> individualno / kalorimetri <input type="checkbox"/> individualno / razdjelnici

Ukoliko je promatrana zgrada priključena na daljinski sustav grijanja odnosno ima toplinsku podstanicu, upisuju se podaci o ugovorenoj snazi, namjena, vrsta toplinske podstanice odnosno način mjerjenja potrošnje toplinske energije.

Naravno, ukoliko je promatrana zgrada priključena na daljinski sustav grijanja te nema ugrađen ni jedan jedini uređaj za loženje/kotao za potrebe grijanja prostora nazivne toplinske snage veće od 20 kW (u pravilu nema), nije potrebno provoditi redovitu kontrolu sustava grijanja, odnosno nije potrebno pristupiti izradi *Izvješća o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja!*

**DIZALICA TOPLINE** (upisuju se podaci za svaku dizalicu topline zasebno)

2.9 Dizalica topline (upisuju se podaci za svaku dizalicu topline zasebno)		
Dizalica topline	1	2
2.9.1 Dizalica topline - izvor	<input type="checkbox"/> zrak <input type="checkbox"/> voda <input type="checkbox"/> tlo <input type="checkbox"/> ostalo	<input type="checkbox"/> zrak <input type="checkbox"/> voda <input type="checkbox"/> tlo <input type="checkbox"/> ostalo
2.9.2 Vrsta dizalice topline	<input type="checkbox"/> kompresijska <input type="checkbox"/> apsorpcijska <input type="checkbox"/> ostalo	<input type="checkbox"/> kompresijska <input type="checkbox"/> apsorcijska <input type="checkbox"/> ostalo
2.9.3 Dodatni izvor toplinske energije	<input type="checkbox"/> bez <input type="checkbox"/> električni <input type="checkbox"/> kotao <input type="checkbox"/> ostalo	<input type="checkbox"/> bez <input type="checkbox"/> električni <input type="checkbox"/> kotao <input type="checkbox"/> ostalo
2.9.4 Proizvođač		
2.9.5 Model		
2.9.6 Nazivni toplinski učin [kW]		
2.9.7 Faktor grijanja [COP]		
2.9.8 Sezonski faktor grijanja [SCOP]		
2.9.9 Godina proizvodnje		
2.9.10 Namjena	<input type="checkbox"/> grijanje <input type="checkbox"/> PTV <input type="checkbox"/> grijanje i PTV <input type="checkbox"/> ostalo	<input type="checkbox"/> grijanje <input type="checkbox"/> PTV <input type="checkbox"/> grijanje i PTV <input type="checkbox"/> ostalo

Ukoliko promatrana zgrada uz kotao ima ugrađene i dizalice topline, u *Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja* se upisuju podaci za svaku dizalicu topline zasebno. Prije svega se upisuje izvor toplinske energije za promatraniu dizalicu topline (zrak, voda, tlo ili ostalo kao što je npr. otpadna toplina), te vrsta dizalice topline (kompresijska, apsorcijska, ostalo). S obzirom na to da je dizalica topline niskotemperaturni izvor topline, upisuje se i dodatni izvor toplinske energije za svaku pojedinu dizalicu topline. Zatim se opisuju standardni podaci vezani za svaku dizalicu topline: proizvođač, model, nazivni toplinski učin i godina proizvodnje (naravno ukoliko su dostupni), te namjena dizalice topline (grijanje, PTV, grijanje i PTV, ostalo).

Kao osnovni pokazatelji učinkovitosti dizalice topline upisuju se dodatno dva faktora za svaku dizalicu topline (vidi poglavlje 8.3.1.4):

- COP - faktor grijanja ili toplinski množitelj (različit za kompresijske i apsorcijske dizalice topline),
- SCOP - sezonski faktor grijanja.

Na kraju unosa podataka za dizalice topline unosi se namjena dizalice topline (samo za grijanje, samo za PTV, i za grijanje i za PTV, ostalo).

## SOLARNI TOPLINSKI SUSTAV

2.10	Solarni toplinski sustav	
2.10.1	Tip kolektora	<input checked="" type="checkbox"/> pločasti <input type="checkbox"/> vakuumski <input type="checkbox"/> ostalo
2.10.2	Proizvođač	TEHNOMONT
2.10.3	Model	SKT 40
2.10.4	Godina proizvodnje	–
2.10.5	Namjena	<input type="checkbox"/> grijanje <input checked="" type="checkbox"/> PTV <input type="checkbox"/> grijanje i PTV <input type="checkbox"/> ostalo
2.10.6	Odstupanje od juga (°)	0
2.10.7	Nagib (°)	40
2.10.8	Površina upada svjetlosti [m <sup>2</sup> ]	$6 \times 1,9 = 11,4 \text{ m}^2$
2.10.9	Volumen spremnika [l]	$2 \times 500 = 1.000 \text{ l}$
2.10.10	Volumen spremnika odgovarajući	<input checked="" type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne
2.10.11	Cjevovodi izolirani	<input type="checkbox"/> da <input checked="" type="checkbox"/> ne

Kod solarnih toplinskih sustava se unosi prije svega tip ugrađenih kolektora. U primjeni su najčešće dvije izvedbe solarnih kolektora:

- pločasti kolektori,
- kolektori s vakuumskim cijevima (vakuumski).

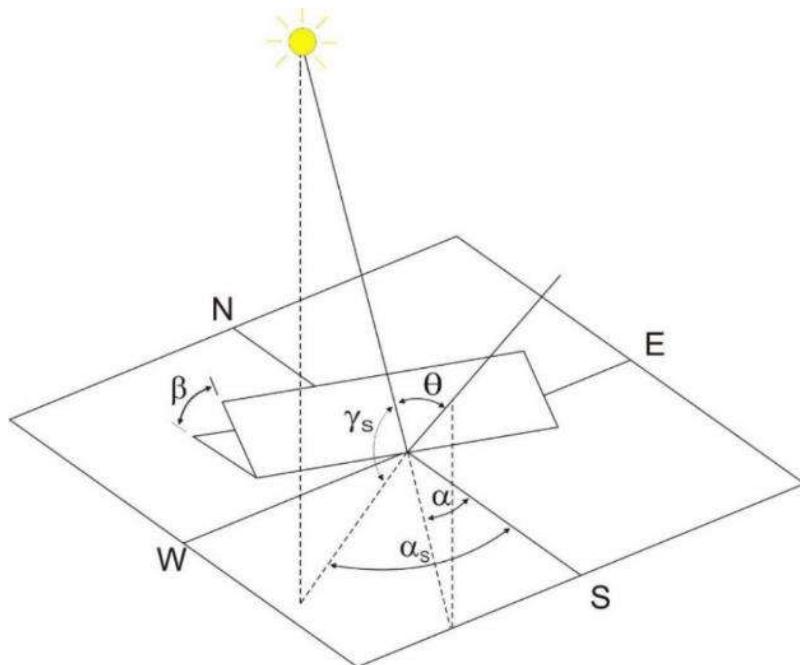
Zatim se unose podaci o proizvođaču i modelu solarnih kolektora, te njihova godina proizvodnje (ukoliko su podaci dostupni).

Posebno se ističe namjena solarnih kolektora (grijanje, PTV, grijanje i PTV, ostalo).

Također je potrebno unijeti podatke vezane za poziciju solarnih kolektora:

- **odstupanje od juga** odnosno **azimut plohe** (Slika 8-7, oznaka  $\alpha$ ) – otklon plohe solarnog kolektora na vodoravnu ravninu od smjera juga; ukoliko su solarni kolektori okrenuti prema čistom jugu, azimut plohe odnosno odstupanje od juga iznosi  $\alpha = 0^\circ$
- **nagib plohe solarnih kolektora** (Slika 8-7, oznaka  $\beta$ ) – kut između nagnute plohe solarnih kolektora i vodoravne ravnine ( $0^\circ < \beta < 90^\circ$ ).

Ukoliko nagib plohe solarnih kolektora nije poznat iz projekta, solarni kolektori se slikaju bočno, te se naknadno izmjjeri nagib plohe solarnih kolektora (Slika 8-8).

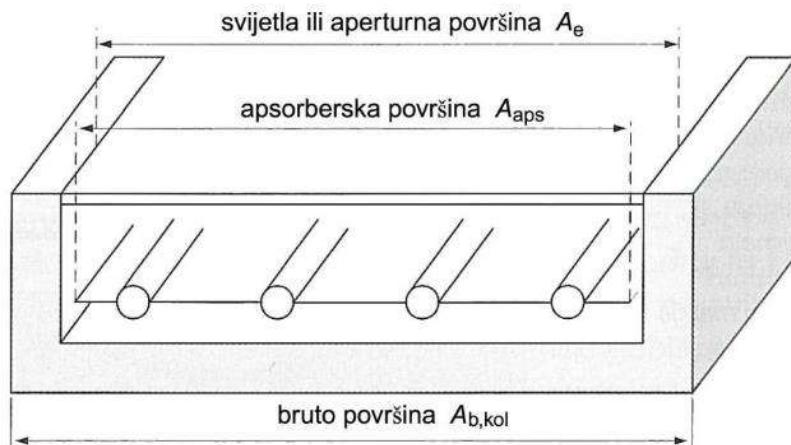


Slika 8-7 Prikaz kutova sunčevog zračenja na nagnutu plohu solarnih kolektora



Slika 8-8 Pločasti solarni kolektori proizvođača TEHNOMONT tip SKT 40 na ravnom krovu zgrade

Pod površinom upada svjetlosti unosi se svijetla ili aperturna površina kolektora u  $\text{m}^2$ . Radi se o površini između unutarnjih stijenki kućišta solarnog kolektora  $A_e$  (Slika 8-9).



Slika 8-9 Osnovne površine solarnog kolektora s obzirom na upad Sunčevog zračenja

Ukoliko nije poznata, površina upada svjetlosti se lako izračuna na temelju izmjerениh stranica unutarnjih stijenki kućišta.

U osnovne dijelove solarnih toplinskih sustava ubrajaju se osim solarnih kolektora i **solarni spremnici tople vode**. Dozračena Sunčeva energija se prikuplja preko solarnih kolektora i pretvara u toplinsku energiju, koja se pohranjuje u solarnim spremnicima tople vode.



Slika 8-10 Dva solarna spremnika tople vode ukupnog volumena spremnika  $2 \times 500 \text{ L} = 1.000 \text{ L}$

Ukoliko ima više solarnih spremnika tople vode u *Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja* se upisuje ukupni volumen spremnika (npr.  $2 \times 500 = 1.000 \text{ l}$ ).

U *Izvješću o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja* se kod solarnih toplinskih spremnika upisuje isključivo volumen onih spremnika u kojem se topla voda priprema isključivo preko solarnih kolektora (monovalentni spremnik) ili se dijelom priprema preko solarnih kolektora te se po potrebi dogrijava na potrebnu temperaturu dodatnim izvorom toplinske energije (bivalentni spremnik). U slučaju bivalentnog spremnika, upisuje se onaj dio volumena spremnika, u kojem se topla voda u spremniku grijе preko solarnih kolektora. Ukoliko je taj dio volumena teško odrediti, upisuje se ukupni volumen spremnika!

Kod solarnih spremnika tople vode potrebno je provjeriti da li je volumen ugrađenih spremnika odgovarajući (vidi poglavlje 8.3.1.5).

I na kraju se u dijelu solarnih toplinskih sustava pregledava stanje toplinske izolacije cijevnog razvoda. Cijevni razvod služi za povezivanje svih dijelova solarnog toplinskog sustava u funkcionalnu cjelinu, a čine ga cijevi, te spojni i prijelazni elementi. Cijevi su u praksi bešavne bakrene, čelične ili od umreženog polietilena (PE-X), te je važno da budu odgovarajuće toplinski izolirane, kako bi toplinski gubici bilo što manji.

Kod odabira materijala za toplinsku izolaciju treba obratiti pozornost na najviše temperature solarnog medija. Također, toplinska izolacija cijevnog razvoda u području izvan zgrade, tj. na otvorenome, mora biti otporna na vremenske utjecaje i UV zračenje (Slika 8-11).



Slika 8-11 Neprikladna toplinska izolacija vanjskog dijela cijevnog razvoda do solarnih kolektora

## KOGENERACIJA

2.11	Kogeneracija	
2.11.1	Gorivo	<input checked="" type="checkbox"/> prirodni plin <input type="checkbox"/> biomasa <input type="checkbox"/> ostalo
2.11.2	Toplinski učin [kW]	150
2.11.3	Električni učin [kW]	75

U slučaju postojanja kogeneracije u *Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja* unosi se vrsta pogonskog goriva, te toplinski i električni učin ugrađene kogeneracije.



Slika 8-12 Kogeneracijsko postrojenje električne snage 75 kW i toplinske snage 150 kW na prirodni plin iz 2000. godine

## SPREMNIK

<b>2.12</b>	<b>Spremnik</b>	<input type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne
2.12.1	Zapremina [l]	
2.12.2	Namjena	<input type="checkbox"/> PTV <input type="checkbox"/> grijanje <input type="checkbox"/> grijanje i PTV
2.12.3	Stanje izolacije	<input type="checkbox"/> primjereno stanje <input type="checkbox"/> dotrajala / oštećena <input type="checkbox"/> nema

U Izvješću o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja se kod poglavljia SPREMNIK upisuju se svi spremnici kod kojih topla voda nije pripremljena pomoću solarnih kolektora. To mogu biti spremnici za potrošnu toplu vodu, ali i spremnici za akumulaciju toplinske energije za potrebe sustava grijanja.

Na osnovu vizualnog pregleda procjenjuje se stanje toplinske izolacije spremnika.

## POTROŠNJA ENERGENTA

<b>2.13</b>	<b>POTROŠNJA ENERGENTA ZA GRIJANJE</b>	
2.13.1	Datum	
2.13.2	Energent	
2.13.3	Mjerna jedinica	
2.13.4	Stanje brojila	
2.13.5	Prethodno očitanje	<input type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne
2.13.6	Datum	
2.13.7	Stanje brojila	
2.13.8	Potrošnja	
2.13.9	Broj mjeseci	
2.13.10	Potrošnja/mj.	
2.13.11	Namjena	<input type="checkbox"/> grijanje <input type="checkbox"/> PTV <input type="checkbox"/> grijanje i PTV <input type="checkbox"/> ostalo

Naslov ovog dijela Izvješća je Potrošnja energenta za grijanje, iako to baš nije u potpunosti korektno. Naime, ako se npr. za potrebe neke škole koristi prirodni plin za slijedeće potrebe:

- centralni sustav grijanja (dva standardna kotla na prirodni plin),
- sustav pripreme potrošne tople vode (akumulacijski spremnik indirektno grijan od strane kotla na prirodni plin),
- priprema hrane u školskoj kuhinji (plinski štednjaci)

te se potrošnja prirodnog plina za sve gore navedene potrebe za cijelu promatranu školu mjeri preko jednog plinomjera, onda se upisuje potrošnja prirodnog plina koji se troši i za druge potrebe

osim za sustav grijanja. Ukoliko npr. plinska kotlovnica, koja se koristi za potrebe centralnog sustava grijanja i pripreme potrošne tople vode, ima zasebni plinomjer, a potrošnja prirodnog plina za potrebe kuhinje se mjeri drugim zasebnim plinomjerom, onda se u ovaj dio izvješća upisuje potrošnja prirodnog plina za potrebe kotlovnice. Ovdje ni u kom slučaju nije potrebno modelirati potrošnju prirodnog plina, da bi se odredila potrošnja prirodnog plina samo za potrebe sustava grijanja.

Upisuje se vrsta energenta i pripadajuća mjerna jedinica, datum očitanja i stanje brojila tijekom provedbe energetskog pregleda. Ukoliko je već proveden prethodni energetski pregled, upisuje se datum i stanje brojila prethodnog očitanja, te se izračuna potrošnja u navedenom razdoblju, odnosno računa se prosječna mjesecna potrošnja energenta.

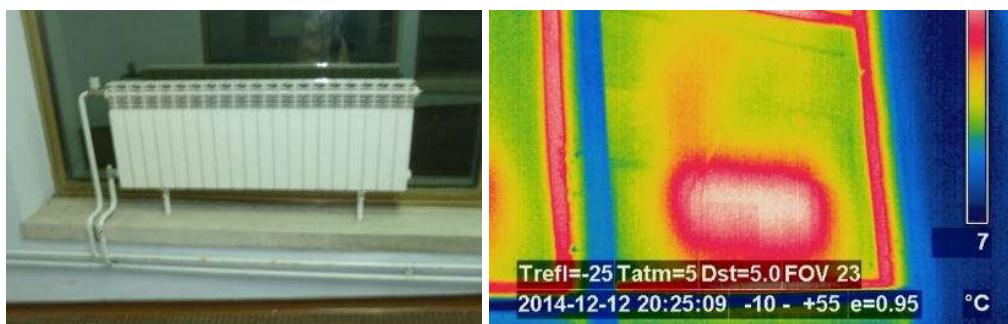
Ovaj dio tablice se popunjava samo u slučaju postojanja brojila (plinomjer), dok u slučaju npr. korištenja loživog ulja ovaj dio Izvješća nije potrebno popunjavati.

Ukoliko se unesu potrebni podaci za trenutno stanje i prethodno stanje aplikacijska baza IEC ne računa za dano razdoblje potrošnju energenta, broj mjeseci i prosječnu mjesecnu potrošnju. Certifikator te podatke mora sam izračunati i ručno unijeti!

#### PODSUSTAV IZMJENE TOPLINE – OGRJEVNA TIJELA

<b>2.14 PODSUSTAV IZMJENE TOPLINE</b>	
2.14.1	Ogrjevno tijelo
	<input type="checkbox"/> radijatori <input type="checkbox"/> površinsko grijanje (podno, zidno, stropno) <input type="checkbox"/> ventilokonvektori <input type="checkbox"/> istrujni otvor <input type="checkbox"/> ostalo .....
2.14.2	Položaj ogrjevnih tijela
	<input type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno
2.14.3	Bilješke

Kod ogrjevnih tijela, kao krajnjih elemenata u sustavu grijanja, navodi se samo vrsta ugrađenog ogrjevnog tijela u promatranoj zgradbi, te certifikator ocjenjuje da li je položaj ogrjevnih tijela primjeren. Npr. radijatori postavljeni direktno uz staklene plohe (naravno ako ih je više u promatranoj zgradbi) su neprimjereno postavljeni, odnosno u mjerama se predlaže ugradnja obloge sa stražnje strane plohe radijatora za sprječavanje gubitak topline zračenjem ili se problem može riješiti ugradnjom staklene površine koja smanjuje odavanje topline zračenjem.



Slika 8-13 Radijator postavljen direktno ispred staklene plohe s pripadajućom termografskom slikom

Za potrebe izrade Izvješća o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja nije potrebno prebrojavati ogrjevna tijela i određivati ukupni instalirani toplinski učin ogrjevnih tijela u kW za standardni temperaturni režim grijanja!

## REGULACIJA

2.15 REGULACIJA	
2.15.1	Način regulacije <input type="checkbox"/> ručna regulacija <input type="checkbox"/> centralna regulacija <input type="checkbox"/> zonska regulacija <input type="checkbox"/> zonska + centralna regulacija <input type="checkbox"/> sobna regulacija <input type="checkbox"/> sobna + centralna regulacija
2.15.2	Tip regulacije <input type="checkbox"/> nema <input type="checkbox"/> ON-OFF <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> PI, PID
2.15.3	Zasebno regulirane zone <input type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne
2.15.4	Lokacija osjetnika <input type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno
2.15.5	Vremenski program <input type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne
2.15.6	Bilješke

U dijelu sustava grijanja koji se odnosi na regulaciju unosi se za promatrano zgradu način i tip regulacije. Istočje se ukoliko promatrana zgrada ima zasebno regulirane zone. U slučaju centralne regulacije sustava grijanja na osnovu vanjske temperature mjerene preko vanjskog osjetnika, ocjenjuje se da li je vanjski osjetnik primjereno postavljen.



Slika 8-14 Dva vanjska osjetnika temperature za regulaciju rada sustava grijanja na sjevernom zidu škole (dva standardna kotla)

## CIJEVNI RAZVOD SUSTAVA GRIJANJA

<b>2.16 PODSUSTAV RAZVODA</b>		
2.16.1	Temperatura ogrjevnog medija – polaz [°C]	
2.16.2	Temperatura ogrjevnog medija - povrat [°C]	
2.16.3	Stanje izolacije	<input type="checkbox"/> primjereno stanje <input type="checkbox"/> dotrajala / oštećena <input type="checkbox"/> nema
2.16.4	Hidrauličko uravnoteženje sustava	<input type="checkbox"/> ručno <input type="checkbox"/> automatski <input type="checkbox"/> nema
2.16.5	Nazivna električna snaga cirkulacijskih crpki [kW]	
2.16.6	Broj cirkulacijskih regulacijskih grupa sustava grijanja	
2.16.7	Stanje crpki	<input type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno
2.16.8	Regulacija crpke	<input type="checkbox"/> neregulirana <input type="checkbox"/> prema konstantnom tlaku <input type="checkbox"/> prema promjenjivom tlaku

Kod dijela Izvješća, koji se odnosi na cijevni razvod sustava grijanja, upisuju se prije svega, ukoliko su naravno poznate, projektna temperatura polaznog i povratnog voda.

Kod podsustava cijevnog razvoda centralnog sustava grijanja slijedeće tri stvari su iznimno važne:

- toplinska izolacija cijevnog razvoda,
- hidrauličko uravnoteženje sustava grijanja (nema, ručno, automatski),
- cirkulacijske crpke na polaznim krugovima.

Stanje toplinske izolacije cijevnog razvoda se ocjenjuje na temelju vizualnog pregleda. Pod točkom 2.16.6 upisuje se ukupan broj polaznih krugova, a pod 2.16.5 se upisuje ukupna instalirana nazivna električna snaga cirkulacijskih crpki.



Slika 8-15 Dvojna izvedba cirkulacijske crpke na jednom polaznom krugu grijanja

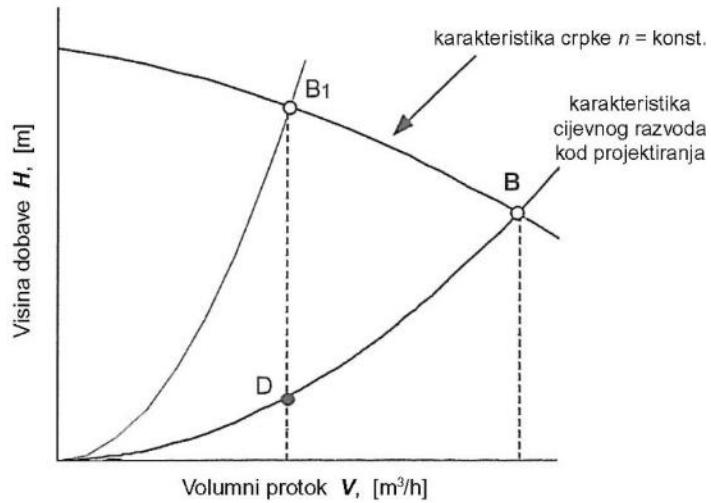
Ukoliko su na pojedinom polaznom krugu ugrađene dvije crpke, pri čemu je jedna radna, a druga rezervna, u Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja upisuje se snaga sam jedne cirkulacijske crpke (s obzirom da uvijek samo jedna radi, a druga je rezervna).

Ocenjuje se stanje postojeći crpki, te se navodi način regulacije postojećih crpki.

## Regulacija crpke

Ugradnjom termostatskih setova na radijatore, kao jedne od uobičajenih mjera povećanja energetske učinkovitosti, nekadašnji centralni sustav grijanja s konstantnim protokom (energetski neučinkovit sustav) se pretvara u sustav grijanja s promjenjivim protokom. Naime, pladanj ventila termostatskog seta se stalno pritvara/otvara (stalno mijenja položaj), što uzrokuje promjenjivi pad tlak u cijevnom razvodu. Kad se smanjuje dotok vode u pojedini radijator, dolazi do porasta pada tlaka u cijevnom razvodu. Termostatski radijatorski setovi se koriste za decentralnu regulaciju temperature zraka u prostoriji, te im je glavni cilj osiguranje točno određene u danom trenutku potrebne količine topline. Potreba zgrade za toplinom se mijenja tijekom dana odnosno godine. Uzrok tome je upad Sunčevog zračenja, broj ljudi u prostoriji, općenito unutarnji izvori, promjena vanjske temperature itd.

Kod sustava grijanja s nereguliranom crpkom, odnosno sa crpkom koja radi s konstantnim brojem okretaja, ukoliko se poveća pad tlaka u cijevnom razvodu (npr. uslijed pritvaranja termostatskih radijatorskih setova), radna točka se pomiče u desno po karakteristici crpke, pri čemu se volumni protok smanjuje, tlak crpke se povećava, što dovodi do porasta potrošnje električne energije (Slika 8-16, B→B<sub>1</sub>). Visoka razlika tlaka uzrokuju buku u ventilima i smanjuje regulabilnost termostatskih setova. Da bi se izbjegli navedeni nedostaci, potrebna je regulacija razlike tlaka prilagođavanjem snage crpke promjenjivim pogonskim uvjetima.

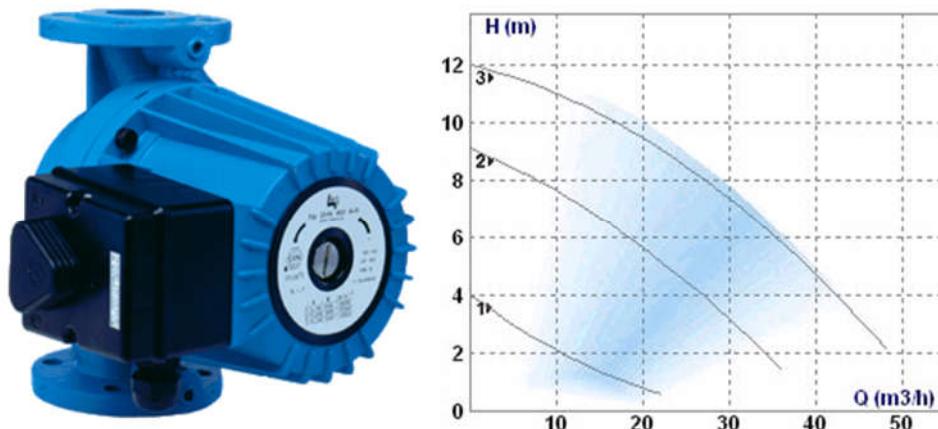


Slika 8-16 Crpka s konstantnim brojem okretajem (neregulirana)

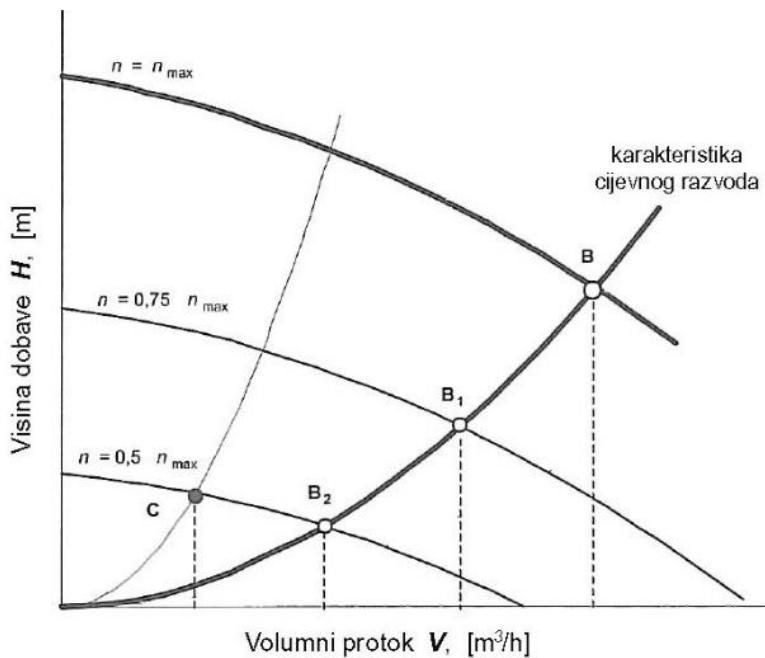
Jedno od ekonomičnih rješenja prilagođavanja snage crpke promjenjivim pogonskim uvjetima cijevnog razvoda postiže se s promjenom broja okretaja elektromotora crpke.

**Broj okretaja elektromotora crpke** se može mijenjati **stupnjevano** (2, 3, 4 ili više stupnjeva) i **kontinuirano** (crpke s frekventnom regulacijom).

Kod crpki sa stupnjevanom regulacijom se sa smanjenjem opterećenja smanjuje stupnjevano broj okretaja crpke. Npr. kod 50 % volumnog protoka radna točka crpke iz B prelazi u točku B<sub>2</sub>, tako da se broj okretaja smanji na 0,5  $n_{\max}$  (Slika 8-18).



Slika 8-17 Karakteristika trobrzinske crpke proizvođača IMP GHN 652 A-R



Slika 8-18 Kretanje radne točke po karakteristici cijevnog razvoda kod crpke sa stupnjevanom regulacijom

Kontinuirana promjena broja okretaja omogućuje 100%-tno harmonično prilagođavanje rada crpke promjenjivim radnim uvjetima. Fizikalna veličina prema kojoj se podešava broj okretaja elektromotora, odnosno kapacitet crpke može biti razlika tlaka, polazna temperatura, volumni protok i sl. Razlika tlaka u svojstvu vodeće veličine je vrlo prikladna u sustavima grijanja s promjenjivim protokom.

Ugradnjom crpki s frekventnom regulacijom moguće je spriječiti šumove kod termostatskih setova, te značajno smanjiti potrošnju električne energije za pogon crpke odnosno smanjiti emisiju CO<sub>2</sub>.

Naime, kod crpke s frekventnom regulacijom, se broj okretaja crpke prilagođava trenutnom volumnom protoku vode u cijevnom razvodu. Paralelno sa smanjenjem broja okretaja se smanjuje i snaga crpke s trećom potencijom:

$$\frac{P_1}{P_2} = \left( \frac{n_1}{n_2} \right)^3$$

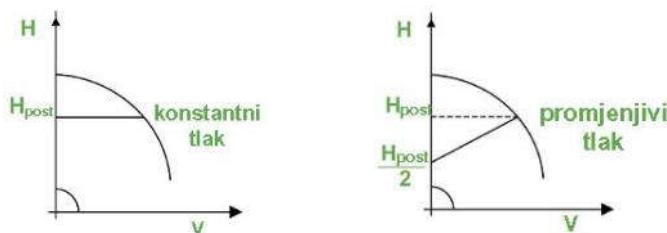
Ako se broj okretaja smanji za 50%, odnosno s  $n_1$  na  $n_2 = 0,5 n_1$ , potrebna snaga crpke se smanji s  $P_1$  na  $P_2 = P_1/8$  (na osminu snage).

Kod crpki s frekventnom regulacijom (klizna promjena broja okretaja) postoje dvije vrste regulacije:

- prema konstantnom tlaku,
- prema promjenjivom tlaku.

Kod regulacije prema konstantnom tlaku elektronika cijelo vrijeme u dozvoljenom području volumnog protoka održava tlak crpke na konstantnoj namještenoj postavljenoj vrijednosti ( $H_{\text{post}}$ ). Odnosno svako smanjenje volumnog protoka u cijevnom razvodu, koji bi inače uzrokovalo pomak pogonske točke po karakteristici crpke u lijevo odnosno porast tlaka crpke, uzrokuje smanjenje broja okretaja crpke.

Kod regulacije prema promjenjivom tlaku elektronika u dozvoljenom području volumnog protoka mijenja tlak crpke proporcionalno s promjenom volumnog protoka između namještene vrijednosti tlaka ( $H_{\text{post}}$ ) i polovine namještene vrijednosti tlaka ( $H_{\text{post}}/2$ ). Sa smanjenjem volumnog protoka smanjuje se i tlak. Ovo je regulacija s najmanjom potrošnjom električne energije.



Slika 8-19 Regulacija crpki prema konstantnom tlaku i prema promjenjivom tlaku

Regulacija prema konstantnom i promjenjivom tlaku se primjenjuje kod sustava grijanja s promjenjivim protokom (npr. dvocijevni sustav centralnog grijanja s termostatskim setovima).

#### ZAKLJUČNE NAPOMENE O SUSTAVU GRIJANJA

2.17	Zaključne napomene o sustavu grijanja	
------	---------------------------------------	--

Ovdje se upisuju eventualne napomene za sustav grijanja u cjelini, koje se odnose na izvor toplinske energije, cijevni razvod, regulaciju i ogrjevna tijela kao krajnje elemente u sustavu grijanja.

PRIJEDLOG MJERA POVEĆANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI SUSTAVA GRIJANJA  
OSTALE INFORMACIJE

2.18	PREPORUKE	
2.18.1	Jednostavne mjere poboljšanja energetske učinkovitosti	
Mjera 1:		
Mjera 2:		
Mjera 3:		
...		
2.18.2	Složene mjere poboljšanja energetske učinkovitosti koje uključuju veće zahvate i zamjenu opreme	
Mjera 1:		
Mjera 2:		
Mjera 3:		
...		
2.18.3	Detaljnije informacije	–
2.18.4	Obveza provođenja redovitog pregleda	<input type="checkbox"/> 2 godine <input type="checkbox"/> 4 godine <input type="checkbox"/> 10 godina
2.18.5	Datum izdavanja Izvješća o redovitom pregledu	
2.18.6	Datum važenja Izvješća o redovitom pregledu	
2.18.7	Vlastoručni potpis	

Na kraju *Izvješća o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja* upisuju se **jednostavne odnosno složene mjere poboljšanja energetske učinkovitosti u sustavima grijanja**. Mjere se navode opisno, bez podataka o uštedama koje bi se postigle provedbom predložene mjere, odnosno bez JPP-a (jednostavnog perioda povrata investicije).

Pod jednostavnim mjerama poboljšanja energetske učinkovitosti smatra se npr.:

- ugradnja termostatskih radijatorskih setova na radijatore,
- ugradnja obloga sa stražnje strane radijatora postavljenih ispred staklenih ploha,
- odabir što je moguće nižeg temperaturnog režima grijanja, ...

Pod složenim mjerama poboljšanja energetske učinkovitosti smatra se npr.:

- zamjena postojećeg starog kotla s kotлом novije tehnologije (kondenzacijski kotao) ili s nekim drugim izvorom toplinske energije (npr. dizalica topline),
- zamjena klasičnog dvostupanjskog pretlačnog plamenika s pretlačnim plamenikom s promjenjivim brojem okretaja,
- ugradnja setova ventila za hidrauličko balansiranje sustava grijanja i cirkulacijskih crpki s frekventnom regulacijom,
- toplinska izolacija podsustava razvoda centralnog sustava grijanja i pripreme PTV-a,
- zamjena člankastih lijevano željeznih radijatora,
- ugradnja solarnog toplinskog sustava za pripremu potrošne tople vode, ...

Na samom kraju *Izvješća o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja* upisuju se datum izdavanja odnosno datum važenja *Izvješća*.

Izvješće završava vlastoručnim potpisom osobe, koja je provela redoviti pregled sustava grijanja.

### 8.3.1.1. Stupanj djelovanja kotla kod nazivnog učina – podatak proizvođača ili izračunat prema normi HRN EN 15316-4-1

Kotao		1	2
2.7.9	Stupanj djelovanja kod nazivnog učina [%]	<input type="checkbox"/> podatak proizvođača ..... <input type="checkbox"/> vrijednost iz tablice u uputi ..... 	<input type="checkbox"/> podatak proizvođača ..... <input type="checkbox"/> vrijednost iz tablice u uputi ..... 

Stupanj djelovanja kod nazivnog učina, kao osnovni pokazatelj učinkovitosti kotla, predstavlja omjer nazivnog učina kotla i opterećenja ložišta odnosno omjer dobivenog i uloženog. Pod opterećenjem ložišta se podrazumijeva količina topline u jedinici vremena dovedena gorivom.

Kod kotlova novijeg datuma proizvodnje, na osnovu poznatog proizvođača i modela kotla, lako se dolazi do ovog podatka. Međutim, kod kotlova starijeg datuma proizvodnje, ovaj podatak uglavnom nije poznat niti ga se može naći na internetu.

Kod kotlova starijeg datuma proizvodnje, za koji nisu poznati odnosno nisu dostupni podaci proizvođača, stupanj djelovanja kotla kod nazivnog učina prema podacima proizvođača se ne upisuje u Izvješće! Za njih se upisuje vrijednost stupnja djelovanja iz tablice prema ovoj uputi, izračunata prema normi HRN EN 15316-4-1.

Normom HRN EN 15316-4-1 (*Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-1: Sustavi za proizvodnju topline izgaranjem (KOTLOVI)* (EN 15316-4-1:2008)) između ostalog je moguće odrediti stupanj djelovanja kotla kod nazivnog i djelomičnog učina na temelju poznavanja vrste kotla i godine proizvodnje kotla. Djelomični učin predstavlja 30% nazivnog učina kotla.

Stupanj djelovanja kotla kod nazivnog učina  $\eta_{gnr,P_n}$  i stupanj djelovanja kotla kod djelomičnog učina  $\eta_{gnr,P_{int}}$  se računaju prema:

$$\eta_{gnr,P_n} = c_1 + c_2 \cdot \log\left(\frac{\Phi_{P_n,ltd}}{1.000 \text{ W}}\right)$$

$$\eta_{gnr,P_{int}} = c_3 + c_4 \cdot \log\left(\frac{\Phi_{P_n,ltd}}{1.000 \text{ W}}\right)$$

pri čemu su:

$\Phi_{P_n,ltd}$  – nazivni učin kotla ograničen na maksimalnu vrijednost 400 kW, [W]

(ako je nazivni učin promatranog kotla veći od 400 kW u jednadžbe se uvrštava  $\Phi_{P_n,ltd} = 400.000 \text{ W}$ )

$c_1, c_2, c_3, c_4$  – parametri koji seочitavaju iz tablice

*Tablica 8-2 Parametri potrebni za izračun stupnja djelovanja kotla kod punog i djelomičnog opterećenja prema HRN EN 15316-4-1*

Vrsta kotla	Godina proizvodnje	C <sub>1</sub> [%]	C <sub>2</sub> [%]	C <sub>3</sub> [%]	C <sub>4</sub> [%]
Kotlovi za različita goriva	prije 1978	77,0	2	70,0	3
	1978 – 1987	79,0	2	74,0	3
Kotlovi na kruta goriva (fosilna goriva)	prije 1978	78,0	2	72,0	3
	1978 – 1994	80,0	2	75,0	3
	poslije 1994	81,0	2	77,0	3
<b>STANDARDNI KOTLOVI</b>					
Atmosferski plinski kotlovi	prije 1978	79,5	2	76,0	3
	1978 – 1994	82,5	2	78,0	3
	poslije 1994	85,0	2	81,5	3
Kotlovi s ventilatorskim plamenikom	prije 1978	80,0	2	75,0	3
	1978 – 1986	82,0	2	77,5	3
	1987 – 1994	84,0	2	80,0	3
	poslije 1994	85,0	2	81,5	3
Zamjena plamenika (samo za kotlove s ventilatorskim plamenikom)	prije 1978	82,5	2	78,0	3
	1978 – 1994	84,0	2	80,0	3
<b>NISKOTEMPERATURNI KOTLOVI</b>					
Atmosferski plinski kotlovi	1978 – 1994	85,5	1,5	86,0	1,5
	poslije 1994	88,5	1,5	89,0	1,5
Kombinirani kotlovi 11 kW, 18 kW i 24 kW	prije 1978	86,0	0,0	84,0	0,0
	1978 – 1992	88,0	0,0	84,0	0,0
Kotlovi s ventilatorskim plamenikom	prije 1987	84,0	1,5	82,0	1,5
	1987 – 1994	86,0	1,5	86,0	1,5
	poslije 1994	88,5	1,5	89,0	1,5
Zamjena plamenika (samo za kotlove s ventilatorskim plamenikom)	prije 1987	86,0	1,5	85,0	1,5
	1987 – 1994	86,0	1,5	86,0	1,5
<b>KONDENZACIJSKI KOTLOVI</b>					
Kondenzacijski kotlovi	prije 1987	89,0	1,0	95,0	1,0
	1987 – 1994	91,0	1,0	97,5	1,0
	poslije 1994	92,0	1,0	98,0	1,0
Kondenzacijski kotlovi (poboljšani)	od 1999	94,0	1,0	103	1,0

## PRIMJER 8.1: Određivanje stupnja djelovanja kotla kod nazivnog i djelomičnog učina prema HRN EN 15316-4-1

Za potrebe centralnog sustava grijanja uredske zgrade u kontinentalnom dijelu Hrvatske koriste se tri kotla proizvođača BUDERUS ukupnog nazivnog toplinskog učina  $3 \times 63 \text{ kW} = 189 \text{ kW}$  na prirodni plin. Kotlovi su iz 1977. godine. Potrebno je odrediti stupanj djelovanja pojedinačnog kotla kod nazivnog i djelomičnog učina prema normi HRN EN 15316-4-1?



Slika 8-20 Tri standardna atmosferska plinska kotla proizvođača BUDERUS iz 1977. godine

$$\Phi_{Pn,ltd} = 63 \text{ kW} = 63.000 \text{ W}$$

Pogonsko gorivo → prirodni plin

Godina proizvodnje kotlova → 1977.

Vrsta kotla – standardni plinski kotao s atmosferskim plamenikom →

Vrsta kotla	Godina proizvodnje	c <sub>1</sub> [%]	c <sub>2</sub> [%]	c <sub>3</sub> [%]	c <sub>4</sub> [%]
<b>STANDARDNI KOTLOVI</b>					
	prije 1978	79,5	2	76,0	3
Atmosferski plinski kotlovi	1978 – 1994	82,5	2	78,0	3
	poslije 1994	85,0	2	81,5	3

$$c_1 = 79,5 \%$$

$$c_2 = 2 \%$$

$$c_3 = 76,0 \%$$

$$c_4 = 3 \%$$

Stupanj djelovanja kotla kod nazivnog učina  $\eta_{gnr,Pn}$  prema normi HRN EN 15316-4-1:

$$\eta_{gnr,Pn} = c_1 + c_2 \cdot \log\left(\frac{\Phi_{Pn,ltd}}{1000 \text{ W}}\right) = 79,5 + 2 \cdot \log \frac{63.000}{1.000} = 79,5 + 2 \cdot \log 63 = 83,09 \% \cong 83,1 \%$$

Stupanj djelovanja kotla kod djelomičnog učina  $\eta_{gnr,Pint}$  prema normi HRN EN 15316-4-1:

$$\eta_{gnr,Pint} = c_3 + c_4 \cdot \log\left(\frac{\Phi_{Pn,ltd}}{1000 \text{ W}}\right) = 76,0 + 3 \cdot \log \frac{63.000}{1.000} = 76,0 + 3 \cdot \log 63 = 81,39 \% \cong 81,4 \%$$

### 8.3.1.2. Izmjereni stupanj djelovanja kotla kod nazivnog učina na strani dimnih plinova

Kotao	1	2
2.7.10 Izmjereni stupanj djelovanja kotla kod nazivnog učina na strani dimnih plinova [%]		

Uredbom o graničnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnih izvora (NN 117/12, NN 90/14) utvrđena su između ostalog obavezna mjerena emisija onečišćujućih tvari u otpadnim plinovima iz uređaja za loženje. Navedena uredba dijeli uređaje za loženje na male, srednje i velike s obzirom na nazivni toplinski učin uređaja za loženje i vrstu goriva (Tablica 8-3).

Tablica 8-3 Podjela uređaja za loženje prema Uredbi o graničnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnih izvora

Uređaj za loženje	KRUTO GORIVO I GORIVO OD BIOMASE	TEKUĆE I PLINSKO GORIVO
MALI	≥ 0,1 do 1 MW	≥ 0,1 do 3 MW
SREDNJI	≥ 1 do 50 MW	≥ 3 do 50 MW
VELIKI	≥ 50 MW	≥ 50 MW

U slučaju korištenja tekućeg ili plinovitog goriva uređaj za loženje se smatra malim u području od uključivo 100 kW pa sve do 3 MW. U slučaju korištenja krutog goriva i goriva od biomase područje za male uređaje za loženje je ipak uže i kreće se od 100 kW do 1 MW nazivnog toplinskog učina.

Dakle, svi uređaju za loženje odnosno kotlovi ugrađeni u zgrade za pokrivanje toplinskih potreba zgrada su mali uređaji za loženje prema navedenoj Uredbi.

Prema Članku 112. Uredbe o graničnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnih izvora (NN 117/12, NN 90/14) emisija onečišćujućih tvari u otpadnim plinovima iz malih uređaja za loženje ( $\geq 100 \text{ kW}$ ) se utvrđuje povremenim mjerjenjima, **najmanje jedanput u dvije godine**.

Mjerena vrijednosti emisija onečišćujućih tvari iz uređaja za loženje provode ovlaštene firme, koje nakon provedenog mjerjenja isporučuju Izvješće o provedenim mjerjenjima emisije onečišćujućih tvari u zrak.



Slika 8-21 Izvješća o provedenim mjerjenjima emisije onečišćujućih tvari u zrak iz kotlova  $\geq 100 \text{ kW}$

Mjerenjem se mjeri sastav dimnih plinova odnosno udio pojedinih plinova ( $O_2$ , CO,  $CO_2$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ ), te se provjerava da li su emisije pojedinih onečišćujućih tvari u dimnim plinovima ispod graničnih vrijednosti emisija propisanih Uredbom. Posebno interesantna veličina za određivanje stupnja djelovanja kotla indirektnom metodom je mjerena **temperatura dimnih plinova na izlazu iz kotla**  $\vartheta_A$ . Preko nje se određuje gubitak osjetne topline dimnih plinova  $q_A$  sukladno jednom od slijedeća dva izraza:

$$q_A = (\vartheta_A - \vartheta_L) \cdot \left( \frac{A_1}{CO_2} + B \right)$$

$$q_A = (\vartheta_A - \vartheta_L) \cdot \left( \frac{A_2}{21 - O_2} + B \right)$$

pri čemu su:

$\vartheta_A$  – temperatura dimnih plinova na izlazu iz kotla, [°C]

$\vartheta_L$  – temperatura zraka u kotlovnici, [°C]

$CO_2$  – volumni udio  $CO_2$  u suhim dimnim plinovima, [%]

$O_2$  – volumni udio  $O_2$  u suhim dimnim plinovima, [%]

$A_1$ ,  $A_2$ ,  $B$  – faktori ovisni o vrsti goriva prema tablici, [-]

Tablica 8-4 Faktori potrebni za određivanje gubitka osjetne topline dimnih plinova

	EL LOŽIVO ULJE	PRIRODNI PLIN
$A_1$	0,50	0,37
$A_2$	0,68	0,66
B	0,007	0,009

Jedna od metoda određivanja stupnja djelovanja kotla je indirektna metoda, kojom se promatraju gubici kotla te se stupanj djelovanja kotla određuje na temelju gubitaka kotla prema:

$$\eta_K = 100\% - (q_A + q_S + q_U)$$

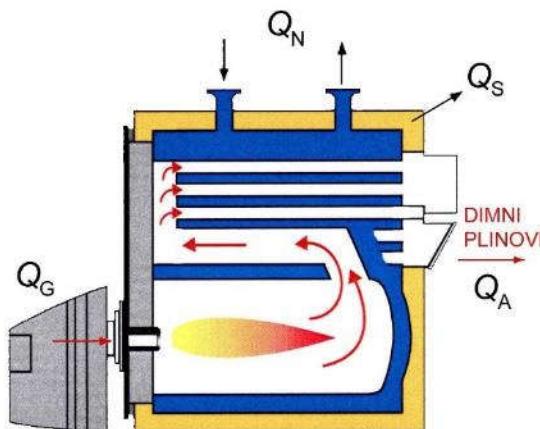
gdje su:

$q_A$  – gubitak osjetne topline dimnih plinova, [%]

$q_S$  – gubitak topline uslijed zračenja, konvekcije i provođenja – gubitak preko vanjske ovojnica, [%] → kod starijih kotlova iznosi 3 – 4 %, kod novijih kotlova iznosi 0,5 – 1 %

$q_U$  – gubitak topline uslijed nepotpunog izgaranja, [%]

Gubitak osjetne topline dimnih plinova predstavlja najznačajniji gubitak kotla te se u praksi i jedini uzima prilikom određivanja stupnja djelovanja kotla indirektnom metodom!



Slika 8-22 Gubici kotla

U Izješću o provedenom redovitom pregledu sustava grjanja pod točkom 2.7.10. Izmjereni stupanj djelovanja kotla kod nazivnog učina na strani dimnih plinova [%] upisuje se stupanj djelovanja kotla određen mjerljem indirektnom metodom kod nazivnog učina kotla na osnovu gubitka osjetne topline dimnih plinova. Gubitak osjetne topline dimnih plinova je najznačajniji gubitak u kotlu. Ostale gubitke kotla nije potrebno određivati za potrebe izrade Izješća.

U slučaju lošeg, nepotpunog izgaranja s visokim udjelom ugljičnog monoksida CO bi se trebao uzeti u obzir i gubitak zbog nepotpunog izgaranja, te pri tome navesti kao mjeru poboljšanja podešavanje plamenika.

Izješće o provedenom redovitom pregledu sustava grjanja nije moguće izraditi ukoliko nije prethodno provedeno mjerjenje sastava dimnih plinova, kojim se određuje gubitak osjetne topline dimnih plinova kod nazivnog učina kotla!

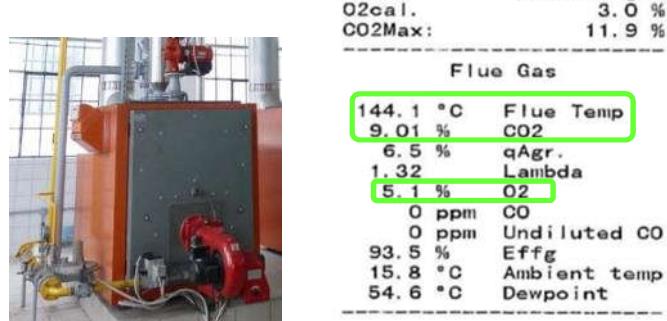
Kod kotlova nazivnog učina 100 kW i više mjerjenje sastava dimnih plinova je zakonska obveza koja se provodi svake dvije godine od strane ovlaštene firme. Prilikom provedbe redovitog pregleda sustava grjanja, potrebno je samo zatražiti posljednje Izješće o mjerjenju sastava dimnih plinova.

Kod kotlova/uređaja za loženje nazivnog učina ispod 100 kW potrebno je provesti mjerjenja sastava dimnih plinova za potrebe izrade Izješća o provedenom redovitom pregledu sustava grjanja od strane ovlaštene firme ili od servisera.

## PRIMJER 8.2: Određivanje gubitka osjetne topline dimnih plinova i stupnja djelovanja kotla na temelju mjerena sastava dimnih plinova

Za potrebe centralnog sustava grijanja kompleksa zgrada u kontinentalnom dijelu Hrvatske koristi se kao izvor toplinske energije niskotemperaturni toplovodni kotao proizvođača VIESSMANN Paromat Triplex nazivnog toplinskog učina 575 kW iz 1999. godine na prirodni plin. U prilogu zadatka je dan ispitni mjerni listić s glavnim rezultatima provedenog mjerjenja sastava dimnih plinova. Potrebno je provjeriti ručnim putem, na temelju mjerene rezultata, gubitak osjetne topline dimnih plinova  $q_A$  i stupanj djelovanja kotla na temelju gubitka osjetne topline dimnih plinova.

Za provjeru je potrebno odrediti stupanj djelovanja kod nazivnog učina prema normi HRN EN 15316-4-1?



Slika 8-23 Ispitni mjerni listić za niskotemperaturni kotao proizvođača VIESSMANN Paromat Triplex nazivnog toplinskog učina 575 kW iz 1999. godine

Očitano iz ispitnog mjernog listića:

$$\vartheta_A = 144,1^\circ\text{C}$$

$$\vartheta_L = 15,8^\circ\text{C}$$

$$\text{CO}_2 = 9,01 \%$$

$$\text{O}_2 = 5,1 \%$$

	PRIRODNI PLIN
A <sub>1</sub>	0,37
A <sub>2</sub>	0,66
B	0,009

Gubitak osjetne topline dimnih plinova  $q_A$ :

$$q_A = (\vartheta_A - \vartheta_L) \cdot \left( \frac{A_1}{\text{CO}_2} + B \right) = (144,1 - 15,8) \cdot \left( \frac{0,37}{9,01} + 0,009 \right) = 6,42 \%$$

$$q_A = (\vartheta_A - \vartheta_L) \cdot \left( \frac{A_2}{21 - \text{O}_2} + B \right) = (144,1 - 15,8) \cdot \left( \frac{0,66}{21 - 5,1} + 0,009 \right) = 6,48 \% \cong 6,5 \%$$

Stupanj djelovanja kotla određen mjerjenjem gubitka osjetne topline dimnih plinova:

$$\eta = 100 - q_A = 100 - 6,5 = 93,5 \%$$

Proračun stupnja djelovanja kotla prema HRN EN 15316-4-1:

$$\Phi_{Pn,ltd} = 575 \text{ kW} \rightarrow 400.000 \text{ W}$$

Pogonsko gorivo → prirodni plin

Godina proizvodnja kotla → 1999.

Vrsta kotla – niskotemperaturni kotao s ventilatorskim plamenikom →

Vrsta kotla	Godina proizvodnje	c <sub>1</sub> [%]	c <sub>2</sub> [%]	c <sub>3</sub> [%]	c <sub>4</sub> [%]
<b>NISKOTEMPERATURNI KOTLOVI</b>					
Atmosferski plinski kotlovi	1978 – 1994	85,5	1,5	86,0	1,5
	poslije 1994	88,5	1,5	89,0	1,5
Kombinirani kotlovi 11 kW, 18 kW i 24 kW	prije 1978	86,0	0,0	84,0	0,0
	1978 – 1992	88,0	0,0	84,0	0,0
Kotlovi s ventilatorskim plamenikom	prije 1987	84,0	1,5	82,0	1,5
	1987 – 1994	86,0	1,5	86,0	1,5
	poslije 1994	88,5	1,5	89,0	1,5

$$c_1 = 88,5 \%$$

$$c_2 = 1,5 \%$$

Stupanj djelovanja kotla kod nazivnog učina  $\eta_{gnr,Pn}$  prema normi HRN EN 15316-4-1:

$$\eta_{gnr,Pn} = c_1 + c_2 \cdot \log\left(\frac{\Phi_{Pn,ltd}}{1000 \text{ W}}\right) = 88,5 + 1,5 \cdot \log \frac{400.000}{1.000} = 88,5 + 1,5 \cdot \log 400 = 92,4 \%$$

U nastavku je dan ispunjeni dio *Izvješća o redovitom pregledu sustava grijanja*, koji se odnosi na unos podataka za promatrani kotao u ovom primjeru, uključivo i stupnjevi djelovanja, osim godišnjeg stupnja djelovanja, koji se računa prema Algoritmu.

2.7 KOTAO (upisuju se podaci za svaki kotao zasebno)			
Kotao		1	2
2.7.1	Vrsta kotla	<input type="checkbox"/> standardni <input type="checkbox"/> protočni <input checked="" type="checkbox"/> niskotemperaturni <input type="checkbox"/> kondenzacijski <input type="checkbox"/> ostalo	<input type="checkbox"/> standardni <input type="checkbox"/> protočni <input type="checkbox"/> niskotemperaturni <input type="checkbox"/> kondenzacijski <input type="checkbox"/> ostalo
2.7.2	Vrste goriva	<input checked="" type="checkbox"/> prirodni plin <input type="checkbox"/> ukapljeni naftni plin <input type="checkbox"/> loživo ulje <input type="checkbox"/> drvo (cjepanice) <input type="checkbox"/> peleti <input type="checkbox"/> sječka <input type="checkbox"/> ostalo	<input type="checkbox"/> prirodni plin <input type="checkbox"/> ukapljeni naftni plin <input type="checkbox"/> loživo ulje <input type="checkbox"/> drvo (cjepanice) <input type="checkbox"/> peleti <input type="checkbox"/> sječka <input type="checkbox"/> ostalo
2.7.3	Proizvođač	VIESSMANN	
2.7.4	Model	Paromat Triplex	
2.7.5	Nazivni učin [kW]	575	
2.7.6	Godina proizvodnje	1999.	
2.7.7	Namjena	<input checked="" type="checkbox"/> grijanje <input type="checkbox"/> PTV <input type="checkbox"/> grijanje i PTV <input type="checkbox"/> ostalo	<input type="checkbox"/> grijanje <input type="checkbox"/> PTV <input type="checkbox"/> grijanje i PTV <input type="checkbox"/> ostalo
2.7.8	Regulacija kotla	<input type="checkbox"/> termostat kotla <input type="checkbox"/> prema unutarnjoj temperaturi <input checked="" type="checkbox"/> prema vanjskoj temperaturi	<input type="checkbox"/> termostat kotla <input type="checkbox"/> prema unutarnjoj temperaturi <input type="checkbox"/> prema vanjskoj temperaturi
2.7.9	Stupanj djelovanja kod nazivnog učina [%]	<input checked="" type="checkbox"/> podatak proizvođača <b>95,0</b> <input checked="" type="checkbox"/> vrijednost iz tablice u uputi <b>92,4</b>	<input type="checkbox"/> podatak proizvođača <input type="checkbox"/> vrijednost iz tablice u uputi
2.7.10	Izmjereni stupanj djelovanja kotla kod nazivnog učina na strani dimnih plinova [%]	<b>93,5</b>	
2.7.11	Izračunati godišnji stupanj djelovanja [%]	–	

Proizvođač kotla navodi normni stupanj djelovanja niskotemperaturnog kotla VIESSMANN Paromat Triplex u iznosu od 95 % kod temperaturnog režima 75/60°C.

### 8.3.1.3. Izračunati godišnji stupanj djelovanja kotla prema Algoritmu – dio koji pripada Algoritmu

Kotao	1	2
2.7.11 Izračunati godišnji stupanj djelovanja [%]		

Sezonski ili godišnji stupanj djelovanja kotla se može izračunati prema Algoritmu ili prema izrazima iz norme prEN 15378-1 i prEN 15378-3:

$$\eta_{gnr,a} = \eta_{cmb} - \left( \frac{1}{\beta_{cmb}} \right) \cdot \alpha_{ch,off} - \frac{1}{\beta_{cmb}} \cdot \alpha_{ge}$$

gdje su

$\eta_{cmb}$  – stupanj djelovanja kotla, podatak s mjerjenja  $\eta$  ili  $\eta_k$ , izračunat prema normi HRN EN 15316-4-4  $\eta_{gnr,Pn}$  ili iz podatak Tablica 8-6, [%]

$\alpha_{ch,off}$  – toplinski gubici kroz dimnjak kod ugašenog plamenika, [%], Tablica 8-7

$\alpha_{ge}$  – toplinski gubici kroz ovojnicu kotla, izračunata vrijednost  $q_s$  ili podatak iz Tablica 8-8, [%]

$\beta_{cmb}$  – godišnji ili sezonski faktor opterećenja kotla izračunat prema

$$\beta_{cmb} = \frac{G \cdot H_d}{\Phi_{Pn} \cdot t_{gnr} \cdot 3600}$$

$G$  – potrošena količina goriva u periodu  $t_{gnr}$ , podatak s brojila ili iz računa, [kg], [ $m^3$ ]

$H_d$  – donja ogrijevna moć goriva, podatak iz toplinskih tablica ili teh. specifikacije goriva, [kJ/kg], [ $kJ/m^3$ ],

$\Phi_{Pn}$  – nazivna (max.) snaga kotla, [kW]

$t_{gnr}$  - trajanje sezone ili godine, podatak iz Algoritma temeljem namjene zgrade, [h]

Ukoliko nije poznat podatak o potrošnji goriva umjesto umnoška  $G \cdot H_d$  u brojniku prethodnog izraza može se aproksimativno koristiti vrijednost

a) ukoliko kotao služi samo za grijanje

$$G \cdot H_d \approx Q_{H,nd}$$

b) ukoliko kotao služi za grijanje i pripremu PTV-a

$$G \cdot H_d \approx Q_{H,nd} + Q_W$$

tada se koristi izraz

$$\beta_{cmb} = \frac{Q_{H,nd} + Q_W}{\Phi_{Pn} \cdot t_{gnr}}$$

$Q_{H,nd}$  – potrebna toplinska energija za grijanje – podatak iz projekta, energetskog certifikata ili Tablica 8-5, [kWh/a]

$Q_W$  – potrebna toplinska energija za pripremu PTV-a, podatak iz projekta, energetskog certifikata ili Algoritma za sustave grijanja i pripremu PTV-a, [kWh/god.]

Tablica 8-5 Referentna specifična potrošnja energije za grijanje

Stupanj dani grijanja		<1.500	1.500-2.500	>2.500
		Očekivana potrošnja energije za grijanje [kWh/(m <sup>2</sup> god.)]		
Ciljane vrijednosti	Obiteljska kuća - toplinski izolirane	25	45	65
	Višestambena zgrada - toplinski izolirane	15	30	40
Referentne vrijednosti	Obiteljska kuća - toplinski neizolirane ( $U_{zida} > 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ )	135	225	300
	Višestambena zgrada - toplinski neizolirane ( $U_{zida} > 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ )	75	120	180
	Obiteljska kuća - toplinski neizolirane ( $U_{zida} < 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ )	45	75	100
Višestambena zgrada - toplinski neizolirane ( $U_{zida} < 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ )		25	40	60

Također, ukoliko nije poznat niti podatak o potrošnji goriva niti  $Q_{H,nd}$ ,  $\beta_{cmb}$  se može odrediti iz Tablica 8-9 u ovisnosti o faktoru predimenzioniranosti kotla  $k_{ovsz}$ .

Tablica 8-6 Zadani stupnjevi djelovanja kotla

Vrsta kotla	$\eta_{cmb}$
Atmosferski kotao	80
Kotao na tekuće gorivo	85
Standardni kotao s pretlačnim plamenikom	90
Niskotemperaturni kotao	95
Kondenzacijski kotao	98

U slučaju ručno loženih peći na drva mogu se koristiti ove vrijednosti

Tablica 8-7 Vrijednosti  $\alpha_{ch,off}$

Opis	$\alpha_{ch,off}$
	[%]
Kotlovi na loživo ulje ili plin s ventilatorskim plamenikom i s automatskom zaklopkom za prestanak dobave zraka kad plamenik ne radi	0,2
Predmiješajući plamenici	0,2
Zidni plinski bojler s ventilatorskim plamenikom	0,4
Kotlovi na loživo ulje ili plin s ventilatorskim plamenikom i bez automatske zaklopke za prestanak dobave zraka kad plamenik ne radi	
Visina dimnjaka <10 m	1,0
Visina dimnjaka >10 m	1,2
Atmosferski plinski kotao	
Visina dimnjaka <10 m	1,2
Visina dimnjaka >10 m	1,6

Tablica 8-8 Zadane vrijednosti toplinskih gubitaka kroz ovojnici kotla

Toplinska izolacija kotla	$\alpha_{gen}$
Dobro toplinski izoliran visokoučinkoviti novi kotao	1,0
Dobro toplinski izoliran i održavan kotao	2,0
Stari kotao s prosječnom toplinskom izolacijom	3,0
Stari kotao s lošom toplinskom izolacijom	4,0
Bez toplinske izolacije	5,0

U slučaju ručno loženih peći na drva mogu se koristiti ove vrijednosti!

Tablica 8-9 Ovisnost faktora opterećenja o stupnju predimenzioniranosti kotla

Predimenzioniranost	$\beta_{cmb}$
$k_{ovsz} \geq 2,0$	0,20
$1,5 \leq k_{ovsz} < 2,0$	0,30
$1,3 \leq k_{ovsz} < 1,5$	0,35
$k_{ovsz} < 1,3$	0,40

## Procjena predimenzioniranosti kotla

Ukoliko nije poznato iz projekta, toplinsko opterećenje zgrade  $\Phi_{H,req}$  [kW] može se procijeniti prema izrazu:

$$\Phi_{H,req} = c_{H,\Phi,A} \cdot A_k / 1000$$

$c_{H,\Phi,A}$  – koeficijent nazivnog (max.) toplinskog opterećenja u ovisnosti o površini zgrade, podatak iz projekta ili iskustvena procjena, [ $\text{W/m}^2$ ]

$A_k$  - neto korisna površina grijanog dijela zgrade, [ $\text{m}^2$ ]

Također,  $\Phi_{H,req}$  se može odrediti iz podatka o potrošnji goriva (ukoliko je poznat) ili  $Q_{H,nd} / Q_W$  prema

$$\Phi_{H,req} = \frac{G \cdot H_d}{c_{H,\Phi,fuel} \cdot 3600}$$

$$\Phi_{H,req} = \frac{Q_{H,nd} + Q_W}{c_{H,\Phi,fuel}}$$

$c_{H,\Phi,fuel}$  – koeficijent nazivnog (max.) toplinskog opterećenja u ovisnosti o kategoriji zgrade i broju stupanj dana (samo za stambene), podatak iz Tablica 8-10

Faktor predimenzioniranosti kotla je definiran kao

$$k_{ovsz} = \frac{\Phi_{Pn}}{\Phi_{H,req}} \quad [-]$$

$\Phi_{Pn}$  – nazivna (max.) snaga kotla, podatak s energetskog pregleda, [kW]

Ocjena predimenzioniranosti se daje temeljem kriterija Tablica 8-11

Tablica 8-10 Koeficijent toplinskog opterećenja

Vrsta zgrade	$c_{H,\Phi,fuel}$ [kWh/kW]
Stambena, do 1.500 SDG, bez prekida rada, (24/24)	1.500
Stambena, 1.500-4.000 SDG, bez prekida rada (24/24)	2.000
Stambena, 4.000-6.000 SDG, bez prekida rada (24/24)	2.500
Nestambene	Nije primjenjivo

Tablica 8-11 Kriteriji predimenzioniranosti kotla u ovisnosti o faktoru predimenzioniranosti

Predimenzioniranost	Značenje
$k_{ovsz} \geq 2,0$	jako visoka
$1,5 \leq k_{ovsz} < 2,0$	visoka
$1,3 \leq k_{ovsz} < 1,5$	umjerena

Također, ocjena predimenzioniranosti se može dati temeljem izračunatog faktor opterećenja kotla  $\beta_{cmb}$  sukladno

Tablica 8-12

Tablica 8-12 Kriteriji predimenzioniranosti kotla u ovisnosti o faktoru opterećenja kotla

Faktor opterećenja kotla $\beta_{cmb}$	Značenje
$\beta_{cmb} \leq 0,25$	jako visoka predimenzioniranost
$0,25 < \beta_{cmb} \leq 0,32$	visoka predimenzioniranost
$0,32 < \beta_{cmb} \leq 0,37$	umjerena predimenzioniranost
$\beta_{cmb} > 0,37$	dobro dimenzioniran

**PRIMJER 8.3: Određivanje godišnje iskoristivosti kotla****ULAZNI PODACI**

Opis	Vrijednost	Izvor podataka
<i>Ulagni podaci:</i>		
Tip kotla: standardni plinski kotao		
Namjena kotla: grijanje prostora		
Nazivna snaga kotla, $\Phi_{Pn}$ , kW :	40	energetski pregled
Stupanj djelovanja kotla $\eta_{cmb}$ :	92	mjerenje
	90	Tablica 8-6
Godišnja potrošnja goriva G, m <sup>3</sup> :	5200	računi
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje Q <sub>H,nd</sub> , kWh:	40000	projekt
Broj stupanj dana:	3078	projekt/certifikat
Korisna površina zgrade m <sup>2</sup> :	500	energetski pregled
Namjena zgrade: stambena		

**Proračun godišnje efikasnosti**

$t_{gnr}$ , h	3570	Alg., namjena zgrade
$H_d$ , kJ/m <sup>3</sup>	33600	iz spec. goriva
$\beta_{cmb}$	0,34	temeljem računa
	0,28	temeljem Q <sub>H,nd</sub>
	0,30	temeljem k <sub>ovsz</sub>
$\alpha_{ch,off}$	0,2	Tablica 8-7
$\alpha_{ge}$	2	Tablica 8-8
$\eta_{ngr,a}$ , %	85,5	temeljem računa
	84,1	temeljem Q <sub>H,nd</sub>
	84,7	temeljem k <sub>ovsz</sub>

**Ocjena predimenzioniranosti**

$c_{H,\phi,A}$ , W/m <sup>2</sup>	43	iz stroj. projekta
$c_{H,\phi,fuel}$ , kWh/kW	2000	Tablica 8-10

$\Phi_{H,req}$ , kW	21,50	temeljem stroj. projekta
	24,27	temeljem Tablica 8-10
$k_{ovsz}$	1,86	temeljem stroj. projekta
	1,65	temeljem Tablica 8-10
<b>ocjena predimenzioniranosti</b>	visoka	temeljem stroj. projekta, Tablica 8-11
	visoka	temeljem Tablica 8-10, Tablica 8-11
	umjerena/visoka	
		Tablica 8-12

---

### 8.3.1.4. Osnovni pokazatelji učinkovitosti dizalica topline – COP i SCOP

Dizalica topline	1	2
2.9.7 Faktor grijanja [COP]		
2.9.8 Sezonski faktor grijanja [SCOP]		

Dvije osnovne vrste dizalica topline:

- **kompresijske** – koriste mehanički rad za svoj pogon (električni kompresor); osnovni elementi: isparivač, električni kompresor, kondenzator, ekspanzijski ventil; kao radne tvari se koriste halogenirani ugljikovodici i zeotropske smjese (R410A, R407C, R134a ...)
- **apsorpcijske** – koriste toplinsku energiju (npr. prirodni plin, biomasa, para, otpadna toplina ...) za svoj pogon (tzv. toplinski kompresor); osnovni elementi: isparivač, toplinski kompresor (kuhalo, apsorber), kondenzator, ekspanzijski ventil; kao radne tvari se koriste se parovi smjesa voda/litijbromid ( $H_2O/LiBr$ ) i amonijak/voda ( $NH_3/H_2O$ ).

**Faktor grijanja** ili toplinski množitelj dizalice topline  $\varepsilon_{DT}$  (gr - grijanje) ili u stranoj literaturi uobičajeni naziv **COP** (engl. Coefficient of Performance) je osnovni pokazatelj učinkovitosti dizalica topline. Različito je definiran za gore navedene osnovne vrste dizalica topline.

#### KOMPRESIJSKE DIZALICE TOPLINE

**Faktor grijanja** ili **COP** za **kompresijske dizalice topline** predstavlja omjer toplinskog učina koji dizalica topline preko kondenzatora predaje prostoru ili mediju  $\Phi_{DT}$  i električne snage elektromotora koji pokreće njezin kompresor  $P_{el}$ :

$$\varepsilon_{DT} = COP = \frac{\Phi_{DT}}{P_{el}}$$

$\Phi_{DT}$  – toplinski učin kompresijske dizalice topline (kondenzatora), [kW]

$P_{el}$  – nazivna električna snaga kompresora, [kW]

Faktor grijanja kompresijskih dizalica topline ovisan je prije svega o temperaturama toplinskog izvora i ponora, te najčešće doseže vrijednosti od 2,5 do 4, a nerijetko i više. Što je manja temperaturna razlika između temperature toplinskog ponora (zraka ili vode koja se grije) i temperature toplinskog izvora (zrak, voda, tlo, ostalo), to je veći toplinski učin dizalice topline i manja električna snaga za pogon elektromotora kompresora, odnosno veći je faktor grijanja!

Proizvođač navodi faktor grijanja dizalice topline odnosno COP za određenu vrijednost temperature ponora i temperature izvora toplinske energije (zrak, voda, tlo, ostalo).

Npr.  $COP = 3,4$  za dizalicu topline zrak-voda u radnoj točku A7/W50

Temperatura izvora toplinske energije – zraka iznosi  $7^{\circ}C$

Temperatura ponora – polazna temperatura vode u centralnom sustavu grijanja iznosi  $50^{\circ}C$

## APSORPCIJSKE DIZALICE TOPLINE

**Faktor grijanja** ili toplinski odnos za **apsorpcijske dizalice topline** je definiran kao:

$$\zeta_{ADT} = \frac{\Phi_{ADT} + \Phi_{aps}}{\Phi_k + P_p}$$

$\Phi_{ADT}$  – toplinski učin apsorpcijske dizalice topline (kondenzatora), [kW]

$\Phi_{aps}$  – toplinski učin apsorbera, [kW]

$\Phi_k$  – toplinski učin doveden kuhalu (generatoru) za pogon apsorpcijske dizalice topline, [kW]

$P_p$  – električna snaga pomoćnih elemenata (cirkulacijske crpke u toplinskom kompresoru), [kW]

Toplinski odnos apsorpcijskih dizalica topline se kreće od 0,8 do 1,7.

Napomena: Izravno uspoređivanje toplinskog odnosa apsorpcijske dizalice topline i faktora grijanja kompresijske dizalice topline u termodinamičkom smislu nije ispravno!

**SCOP** (engl. **S**easonal **C**oefficient of **P**erformance) je sezonski faktor grijanja, odnosno pokazatelj energetske učinkovitosti u realnim uvjetima korištenja. Taj podatak navodi također proizvođač.

Vrijednost faktora grijanja **COP** se odnosi na jednu jedinu točku, a vrijednost sezonskog faktora grijanja **SCOP** se dobiva na temelju mjerjenja više mjernih točaka, pri čemu se uzima u obzir i režim rada pod djelomičnim opterećenjem. Za režim grijanja nije izrađen temperaturni profil koji bi bio jedinstven za cijelu Europu. Provedena je podjela na tri klimatske zone – toplu, srednju i hladnu – s različitim profilima opterećenja. Zbog toga se **SCOP** vrijednosti mogu samo uvjetno uspoređivati.

### 8.3.1.5. Provjera volumena solarnog spremnika

2.10	Solarni toplinski sustav	
2.10.10	Volumen spremnika odgovarajući	<input type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne

Volumen solarnih spremnika tople vode je osnovna veličina koja ga opisuje, a određuje se na osnovu dnevnih potreba za toplinom, odnosno za količinom potrošne tople vode, vremenu najveće potrošnje i najviše dopuštene temperature pomoću slijedeće jednadžbe (za slučaj korištenja solarnog toplinskog sustava za potrebe pripreme potrošne tople vode):

$$V_{SS} = f_{ss} \cdot V_{PTV,d} \cdot \frac{\vartheta_{PTV,sl} - \vartheta_{dov,hl}}{\vartheta_{PTV,ss} - \vartheta_{dov,hl}}$$

Formula iz: *Osnove primjene solarnih toplinskih sustava*, ENERGETIKA MARKETING, Zagreb, veljača 2010.

pri čemu su:

$V_{SS}$  – volumen solarnog spremnika, [l]

$f_{ss}$  – proračunski faktor = 1,5 – 1,8 [dan]

$V_{PTV,d}$  – stvarne dnevne potrebe za PTV-om, [l/dan]

$\vartheta_{PTV,sl}$  – zahtijevana temperatura PTV-a na izljevnom mjestu (slavini), [°C]

$\vartheta_{dov,hl}$  – temperatura dovedene hladne vode, [°C]

$\vartheta_{PTV,ss}$  – temperatura PTV-a na izlazu iz spremnika, [°C]

ORIJENTACIJSKA METODA provjere volumena solarnog spremnika:

- min. 50 l/m<sup>2</sup> svjetle (aperturne) površine solarnih kolektora (površina upada svjetlosti),
- kod spremnika volumena do 600 litara se može uzeti 60–70 l/m<sup>2</sup> svjetle (aperturne) površine solarnih kolektora (površina upada svjetlosti).

### 8.3.1.6. Primjer ispunjenog Izvješća o provedenom redovitom pregledu sustava grijanja

#### IZVJEŠĆE O PROVEDENOM REDOVITOM PREGLEDU SUSTAVA GRIJANJA

<b>1 OPĆI PODACI O ZGRADI I OVLAŠTENOJ OSOBI</b>	
1.1	Vrsta zgrade prema Pravilniku
	zgrada za obrazovanje
	Naziv zgrade
	Osnovna škola Kloštar Podravski
	Naziv samostalne uporabne cjeline
	–
	Ulica i kućni broj
	1. svibnja 50
	Poštanski broj
	48362
	Mjesto
	Kloštar Podravski
	Katastarska čestica (zemljišne knjige i identifikacija)
	k.č. 94
	Katastarska općina (zemljišnoknjžna i identifikacija)
	k.o. Kloštar
	Ploščina korisne površine zgrade $A_K$ [m <sup>2</sup> ]
	2.849,00
	Obujam grijanog dijela zgrade $V_e$ [m <sup>3</sup> ]
	12.764,00
1.2	Ime i prezime / naziv vlasnika odnosno investitora zgrade odnosno njezinog dijela
	Koprivničko-križevačka županija
	Za ovlaštene fizičke osobe: Ime i prezime osobe koja je izradila Izvješće
	Ivan Horvat
	Za ovlaštene pravne osobe: Naziv ovlaštene pravne osobe koja je izradila Izvješće
	Za ovlaštene pravne osobe: Ime i prezime imenovane osobe u ovlaštenoj pravnoj osobi koja je izradila Izvješće
1.4	Registarski broj ovlaštene osobe
	P_23_2010
1.5	Oznaka energetskog certifikata zgrade (ako postoji)
	P_23_2010_188_NSZ2
1.6	Datum izdavanja energetskog certifikata (ako postoji)
	20.04.2015.
1.7	Oznaka izvješća o posljednjem redovitom pregledu (ako postoji)
	–
1.8	Datum posljednjeg redovitog pregleda (ako postoji)
	–
<b>2 PREGLED SUSTAVA GRIJANJA</b>	
2.1.1	Projektna dokumentacija sustava grijanja
	<input type="checkbox"/> potpuna <input checked="" type="checkbox"/> nepotpuna <input type="checkbox"/> nema
2.1.2	Izvedeni sustav grijanja odgovara projektnoj dokumentaciji
	<input type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne <input checked="" type="checkbox"/> djelomično
2.2.1	Ukupni nazivni toplinski učin [kW]
	325 + 120 = 445
2.2.2	Broj uređaja za proizvodnju toplinske energije
	2 standardna toplovodna kotla
2.3	Predviđena unutarnja temperatura prostora [°C]
	20
2.4	Godina ugradnje ili zadnje opsežne rekonstrukcije sustava grijanja
	U 2008. ugrađen je standardni kotao proizvođača CENTROMETAL tip EKO-CUP S3 na prirodni plin
2.5.1	Serviser sustava
	ELEKTROMETAL d.o.o., Ferde Rusana 21, Bjelovar
2.5.2	Datum zadnjeg servisa uređaja za proizvodnju toplinske energije
	–
2.5.3	Stanje uređaja za proizvodnju toplinske energije
	<input checked="" type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno
2.6	Vrste uređaja za proizvodnju toplinske energije
	<input type="checkbox"/> peć <input checked="" type="checkbox"/> kotao <input type="checkbox"/> toplinska stanica / daljinsko grijanje <input type="checkbox"/> dizalica topline <input type="checkbox"/> solarni toplinski sustav <input type="checkbox"/> kogeneracija <input type="checkbox"/> drugo .....

<b>2.7 KOTAO</b> (upisuju se podaci za svaki kotao zasebno)			
Kotao		1	2
2.7.1	Vrsta kotla	<input checked="" type="checkbox"/> standardni <input type="checkbox"/> protočni <input type="checkbox"/> niskotemperaturni <input type="checkbox"/> kondenzacijski <input type="checkbox"/> ostalo	<input checked="" type="checkbox"/> standardni <input type="checkbox"/> protočni <input type="checkbox"/> niskotemperaturni <input type="checkbox"/> kondenzacijski <input type="checkbox"/> ostalo
2.7.2	Vrste goriva	<input checked="" type="checkbox"/> prirodn plin <input type="checkbox"/> ukapljeni naftni plin <input type="checkbox"/> loživo ulje <input type="checkbox"/> drvo (cjepanice) <input type="checkbox"/> peleti <input type="checkbox"/> sječka <input type="checkbox"/> ostalo	<input checked="" type="checkbox"/> prirodn plin <input type="checkbox"/> ukapljeni naftni plin <input type="checkbox"/> loživo ulje <input type="checkbox"/> drvo (cjepanice) <input type="checkbox"/> peleti <input type="checkbox"/> sječka <input type="checkbox"/> ostalo
2.7.3	Proizvođač	PROS Grijanje ROBBY	CENTROMETAL
2.7.4	Model	RV-300	EKO-CUP S3
2.7.5	Nazivni učin [kW]	<b>325</b>	<b>120</b>
2.7.6	Godina proizvodnje	1993.	2008.
2.7.7	Namjena	<input type="checkbox"/> grijanje <input type="checkbox"/> PTV <input checked="" type="checkbox"/> grijanje i PTV <input type="checkbox"/> ostalo	<input type="checkbox"/> grijanje <input type="checkbox"/> PTV <input checked="" type="checkbox"/> grijanje i PTV <input type="checkbox"/> ostalo
2.7.8	Regulacija kotla	<input type="checkbox"/> termostat kotla <input type="checkbox"/> prema unutarnjoj temperaturi <input checked="" type="checkbox"/> prema vanjskoj temperaturi	<input type="checkbox"/> termostat kotla <input type="checkbox"/> prema unutarnjoj temperaturi <input checked="" type="checkbox"/> prema vanjskoj temperaturi
2.7.9	Stupanj djelovanja kod nazivnog učina [%]	<input type="checkbox"/> podatak proizvođača – <input type="checkbox"/> vrijednost iz tablice 89,0 u uputi	<input type="checkbox"/> podatak proizvođača – <input type="checkbox"/> vrijednost iz tablice 89,2 u uputi
2.7.10	Izmjereni stupanj djelovanja kotla kod nazivnog učina na strani dimnih plinova [%]	92,9	92,0
2.7.11	Izračunati godišnji stupanj djelovanja [%]	–	–
2.7.12	Kotao ispravno dimenzioniran	<input checked="" type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne	<input checked="" type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne
<b>2.8</b>	<b>Toplinska stanica / daljinsko grijanje – ugovorena snaga [kW]</b> (polja 2.8-2.8.3 je potrebno ispuniti na opisani način samo ukoliko postoji priključak na daljinsko grijanje (označeno u točki 2.6))		
2.8.1	Namjena	<input type="checkbox"/> grijanje <input type="checkbox"/> PTV <input type="checkbox"/> grijanje i PTV <input type="checkbox"/> ostalo	
2.8.2	Toplinska podstanica	<input type="checkbox"/> individualna <input type="checkbox"/> centralna	
2.8.3	Mjerenje potrošnje toplinske energije	<input type="checkbox"/> centralno u toplinskoj stanicu na razini zgrade <input type="checkbox"/> individualno / kalorimetri <input type="checkbox"/> individualno / razdjelnici	

<b>2.9 Dizalica topline</b> (upisuju se podaci za svaku dizalice topline zasebno)			
Dizalica topline	1	2	
2.9.1 Dizalica topline - izvor	<input type="checkbox"/> zrak <input type="checkbox"/> voda <input type="checkbox"/> tlo <input type="checkbox"/> ostalo	<input type="checkbox"/> zrak <input type="checkbox"/> voda <input type="checkbox"/> tlo <input type="checkbox"/> ostalo	
2.9.2 Vrsta dizalice topline	<input type="checkbox"/> kompresijska <input type="checkbox"/> apsorpcijska <input type="checkbox"/> ostalo	<input type="checkbox"/> kompresijska <input type="checkbox"/> apsorpcijska <input type="checkbox"/> ostalo	
2.9.3 Dodatni izvor toplinske energije	<input type="checkbox"/> bez <input type="checkbox"/> električni <input type="checkbox"/> kotao <input type="checkbox"/> ostalo	<input type="checkbox"/> bez <input type="checkbox"/> električni <input type="checkbox"/> kotao <input type="checkbox"/> ostalo	
2.9.4 Proizvođač			
2.9.5 Model			
2.9.6 Nazivni toplinski učin [kW]			
2.9.7 Faktor grijanja [COP]			
2.9.8 Sezonski faktor grijanja [SCOP]			
2.9.9 Godina proizvodnje			
2.9.10 Namjena	<input type="checkbox"/> grijanje <input type="checkbox"/> PTV <input type="checkbox"/> grijanje i PTV <input type="checkbox"/> ostalo	<input type="checkbox"/> grijanje <input type="checkbox"/> PTV <input type="checkbox"/> grijanje i PTV <input type="checkbox"/> ostalo	
<b>2.10 Solarni toplinski sustav</b>			
2.10.1 Tip kolektora		<input type="checkbox"/> pločasti <input type="checkbox"/> vakuumski <input type="checkbox"/> ostalo	
2.10.2 Proizvođač			
2.10.3 Model			
2.10.4 Godina proizvodnje			
2.10.5 Namjena		<input type="checkbox"/> grijanje <input type="checkbox"/> PTV <input type="checkbox"/> grijanje i PTV <input type="checkbox"/> ostalo	
2.10.6 Odstupanje od juga (°)			
2.10.7 Nagib (°)			
2.10.8 Površina upada svjetlosti [m <sup>2</sup> ]			
2.10.9 Volumen spremnika [l]			
2.10.10 Volumen spremnika odgovarajući		<input type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne	
2.10.11 Cjevovodi izolirani		<input type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne	

**8. IEC – INFORMACIJSKI SUSTAV ZA IZRADU ENERGETSKIH CERTIFIKATA**

<b>2.11</b>	<b>Kogeneracija</b>	
2.11.1	Gorivo	<input type="checkbox"/> prirodni plin <input type="checkbox"/> biomasa <input type="checkbox"/> ostalo
2.11.2	Toplinski učin [kW]	
2.11.3	Električni učin [kW]	
<b>2.12</b>	<b>Spremnik</b>	<input checked="" type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne
2.12.1	Zapremina [l]	1.000
2.12.2	Namjena	<input checked="" type="checkbox"/> PTV <input type="checkbox"/> grijanje <input type="checkbox"/> grijanje i PTV
2.12.3	Stanje izolacije	<input checked="" type="checkbox"/> primjereno stanje <input type="checkbox"/> dotrajala / oštećena <input type="checkbox"/> nema
<b>2.13</b>	<b>POTROŠNJA ENERGENTA ZA GRIJANJE</b>	
2.13.1	Datum	03.10.2016.
2.13.2	Energent	prirodni plin
2.13.3	Mjerna jedinica	m <sup>3</sup>
2.13.4	Stanje brojila	–
2.13.5	Prethodno očitanje	<input type="checkbox"/> da <input checked="" type="checkbox"/> ne
2.13.6	Datum	–
2.13.7	Stanje brojila	–
2.13.8	Potrošnja	–
2.13.9	Broj mjeseci	–
2.13.10	Potrošnja/mj.	–
2.13.11	Namjena	<input type="checkbox"/> grijanje <input type="checkbox"/> PTV <input checked="" type="checkbox"/> grijanje i PTV <input checked="" type="checkbox"/> ostalo           za potrebe školske kuhinje
<b>2.14</b>	<b>PODSUSTAV IZMJENE TOPLINE</b>	
2.14.1	Ogrjevno tijelo	<input checked="" type="checkbox"/> radijatori <input type="checkbox"/> površinsko grijanje (podno, zidno, stropno) <input type="checkbox"/> ventilokonvektori <input type="checkbox"/> istružni otvori <input type="checkbox"/> ostalo
2.14.2	Položaj ogrjevnih tijela	<input checked="" type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno
2.14.3	Bilješke	1 od ukupno 138 radijatora ima ugrađen termostatski radijatorski set za decentralnu regulaciju temperature zraka; ostali radijatori imaju obične ručne radijatorske ventile

<b>2.15 REGULACIJA</b>	
2.15.1	Način regulacije
	<input checked="" type="checkbox"/> ručna regulacija <input checked="" type="checkbox"/> centralna regulacija <input type="checkbox"/> zonska regulacija <input type="checkbox"/> zonska + centralna regulacija <input type="checkbox"/> sobna regulacija <input type="checkbox"/> sobna + centralna regulacija
2.15.2	Tip regulacije
	<input type="checkbox"/> nema <input type="checkbox"/> ON-OFF <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> PI, PID
2.15.3	Zasebno regulirane zone
	<input type="checkbox"/> da <input checked="" type="checkbox"/> ne
2.15.4	Lokacija osjetnika
	<input checked="" type="checkbox"/> primjерено <input type="checkbox"/> neprimjерено
2.15.5	Vremenski program
	<input checked="" type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne
2.15.6	Bilješke
<b>2.16 PODSUSTAV RAZVODA</b>	
2.16.1	Temperatura ogrjevnog medija – polaz [°C]
	90
2.16.2	Temperatura ogrjevnog medija - povrat [°C]
	70
2.16.3	Stanje izolacije
	<input checked="" type="checkbox"/> primjерено stanje <input type="checkbox"/> dotrajala / oštećena <input type="checkbox"/> nema
2.16.4	Hidrauličko uravnoteženje sustava
	<input type="checkbox"/> ručno <input type="checkbox"/> automatski <input checked="" type="checkbox"/> nema
2.16.5	Nazivna električna snaga cirkulacijskih crpki [kW]
	2,906
2.16.6	Broj cirkulacijskih regulacijskih grupa sustava grijanja
	4
2.16.7	Stanje crpki
	<input type="checkbox"/> primjерено <input checked="" type="checkbox"/> neprimjерено
2.16.8	Regulacija crpke
	<input checked="" type="checkbox"/> neregulirana <input type="checkbox"/> prema konstantnom tlaku <input checked="" type="checkbox"/> prema promjenjivom tlaku
2.17	Zaključne napomene o sustavu grijanja
<b>2.18 PREPORUKE</b>	
2.18.1	Jednostavne mjere poboljšanja energetske učinkovitosti
Mjera 1:	Ugradnja termostatskih radijatorskih setova
Mjera 2:	Mjere u sustavu pripreme potrošne tople vode za potrebe kuhinje (toplinska izolacija cijevnog razvoda, snižavanje temperature vode u spremniku)
Mjera 3:	
...	
2.18.2	Složene mjere poboljšanja energetske učinkovitosti koje uključuju veće zahvate i zamjenu opreme
Mjera 1:	Ugradnja ventila za hidrauličko balansiranje sustava grijanja
Mjera 2:	Ugradnja elektronskih crpki
Mjera 3:	Zamjena postojećeg starog standardnog kotla s kondenzacijskim kotлом na prirodni plin
...	
2.18.3	Detaljnije informacije
	-

## 8. IEC – INFORMACIJSKI SUSTAV ZA IZRADU ENERGETSKIH CERTIFIKATA

2.18.4	Obveza provođenja redovitog pregleda	<input type="checkbox"/> 2 godine <input checked="" type="checkbox"/> 4 godine <input type="checkbox"/> 10 godina
2.18.5	Datum izdavanja Izvješća o redovitom pregledu	05.10.2016.
2.18.6	Datum važenja Izvješća o redovitom pregledu	05.10.2020.
2.18.7	Vlastoručni potpis	<i>Ivan Horvat</i>

### 8.3.2. Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava hlađenja

Prema *Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju redoviti pregled sustava hlađenja u Hrvatskoj* se obvezno provodi za sve rashladne uređaje pojedinačne **nazivne rashladne snage veće od 12 kW**.

Redovita kontrola sustava hlađenja zakonska je obveza za sve zgrade u Hrvatskoj, koje kao izvore rashladne energije imaju ugrađene rashladne uređaje pojedinačne **nazivne rashladne snage veće od 12 kW**, neovisno o tome podliježe li zgrada obvezi energetske certifikacije i obveznoj provedbi energetskog pregleda same zgrade.

Prema Članku 22. *Zakona o gradnji* (NN 153/13) vlasnik zgrade ili njezina posebna dijela dužan je osigurati redoviti pregled sustava hlađenja **jednom u deset godina**.

*Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava hlađenja* obuhvaća slijedeće glavne cjeline koje je potrebno ispuniti:

- OPĆI PODACI O ZGRADI I OVLAŠTENOJ OSOBI
- PROJEKTNA DOKUMENTACIJA SUSTAVA HLAĐENJA
- IZVOR RASHLADNE ENERGIJE – OPĆENITO
- ODRŽAVANJE/SERVIS SUSTAVA HLAĐENJA
- KOMPRESIJSKI RASHLADNI UREĐAJI (upisuju se podaci za svaki kompresijski rashladni uređaj zasebno)
- INDIREKTNI SUSTAV HLAĐENJA (spremnik rashladne energije – cijevni razvod – crpke – rashladna tijela)
- DIREKTNI SUSTAV HLAĐENJA
- ZAKLJUČNE NAPOMENE O SUSTAVU HLAĐENJA
- PRIJEDLOG MJERA POVEĆANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI
- OSTALE INFORMACIJE

U nastavku je dano opisno što se u kojoj cjelini unosi u izvješće, pojedini pojmovi su objašnjeni u zasebnim poglavljima, a na kraju je dan ispunjeni primjer *Izvješća o provedenom redovitom pregledu sustava hlađenja*.

#### PROJEKTNA DOKUMENTACIJA SUSTAVA HLAĐENJA

3	PREGLED SUSTAVA HLAĐENJA	
3.1.1	Projektna dokumentacija sustava hlađenja	<input type="checkbox"/> potpuna <input type="checkbox"/> nepotpuna <input type="checkbox"/> nema

3.1.2	Izvedeni sustav hlađenja odgovara projektnoj dokumentaciji	<input type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/> djelomično
-------	------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------

Prilikom redovitog pregleda sustava hlađenja potrebno je također zatražiti projektnu dokumentaciju, te ukoliko projektna dokumentacija postoji, provjeriti da li izvedeni sustav hlađenja odgovara projektnoj dokumentaciji.

## IZVOR RASHLADNE ENERGIJE – OPĆENITO

### ODRŽAVANJE/SERVIS SUSTAVA HLAĐENJA

3.2.1	Ukupni nazivni rashladni učin [kW]	
3.2.2	Ukupna nazivna električna snaga instaliranih uređaja za proizvodnju rashladne energije [kW]	
3.2.3	Uredaj za proizvodnju rashladne energije ispravno dimenzioniran	<input type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne
3.2.4	Broj instaliranih uređaja za proizvodnju rashladne energije	
3.2.5	Namjena sustava	<input type="checkbox"/> hlađenje prostora <input type="checkbox"/> tehnološko hlađenje <input type="checkbox"/> drugo -----
3.3.1	Površina prostora obuhvaćenog sustavom hlađenja [m <sup>2</sup> ]	
3.3.2	Predviđena unutarnja temperatura prostora [°C]	
3.3.3	Ugrađena naprava za zaštitu od sunčevog zračenja	<input type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/> djelomično
3.4	Godina ugradnje ili zadnje opsežne rekonstrukcije sustava hlađenja	
3.5.1	Serviser sustava	
3.5.2	Datum zadnjeg servisa uređaja za proizvodnju rashladne energije	
3.5.3	Stanje uređaja za proizvodnju rashladne energije	<input type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno
3.6	Vrsta uređaja za proizvodnju rashladne energije	<input type="checkbox"/> kompresorski <input type="checkbox"/> apsorpcijski <input type="checkbox"/> drugo -----
3.7	Sustav hlađenja	<input type="checkbox"/> indirektni <input type="checkbox"/> direktni <input type="checkbox"/> mješovito
3.8	Vrste energenata koje se koriste za proizvodnju rashladne energije	<input type="checkbox"/> električna energija <input type="checkbox"/> plinovito gorivo <input type="checkbox"/> drugo -----
3.9	Vrsta regulacije sustava hlađenja	<input type="checkbox"/> ručno <input type="checkbox"/> automatski <input type="checkbox"/> centralni nadzor i upravljanje <input type="checkbox"/> drugo -----
3.10	Stanje toplinske izolacije razvoda za prijenos rashladne energije	<input type="checkbox"/> primjereno stanje <input type="checkbox"/> dotrajala / oštećena <input type="checkbox"/> nema

Ovdje se unose općeniti podaci kao što je ukupan broj uređaja za proizvodnju rashladne energije, ukupni nazivni rashladni učin i ukupna nazivna električna snaga ugrađenih izvora rashladne energije. Upisuje se namjena sustava hlađenja (hlađenja prostora, tehnološko hlađenje, drugo), predviđena unutarnja temperatura prostora tijekom sezone hlađenja, te površina prostora obuhvaćenog sustavom hlađenja. Tijekom provedbe redovitog pregleda sustava hlađenja, certifikator provjerava da li su ugrađene naprave za zaštitu od sunčevog zračenja.

Provjera ispravne dimenzioniranosti izvora rashladne energije vrši se temeljem iskustva ili provođenjem proračuna prema Algoritmu.

Ukoliko u zgradi postoje prostori s različitom predviđenom unutarnjom temperaturnom, može se upisati više vrijednosti unutarnjih temperatura. Uz pojedinu navedenu vrijednost unutarnje temperature u zagradi se može navesti i naziv prostora.

Također se upisuje godina ugradnje sustava hlađenja (ukoliko nakon toga nije bilo značajnije rekonstrukcije), ili se upisuje godina zadnje opsežne rekonstrukcije. Preporučljivo je uz godinu zadnje opsežne rekonstrukcije unutar zgrade kratko opisati opseg rekonstrukcije.

S obzirom na to da se redoviti pregled sustava hlađenja u Hrvatskoj obvezno provodi za sve rashladne uređaje pojedinačne **nazivne rashladne snage veće od 12 kW** u *Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava hlađenja* unose se podaci isključivo za rashladne uređaje pojedinačne nazivne rashladne snage veće od 12 kW.

Nije potrebno pregledavati manje rashladne uređaje (npr. pojedinačne split klima uređaje).

Površina prostora obuhvaćenog sustavom hlađenja [ $m^2$ ] obuhvaća one prostore koji se hlađe rashladnim uređajima pojedinačne nazivne rashladne snage veće od 12 kW.

Upisuje se naziv servisera. Navodi se i datum zadnjeg servisa uređaja za proizvodnju rashladne energije.

Na osnovu provedenog redovitog pregleda sustava hlađenja certifikator ocjenjuje stanje uređaja za proizvodnju rashladne energije.

Nadalje, unose se osnovni podaci o vrsti uređaja za proizvodnju rashladne energije i pogonskom energentu na pogon uređaja za proizvodnju rashladne energije. Uglavnom se koriste **kompresijski rashladni uređaji** pogonjeni električnom energijom, no postoje i **apsorpcijski rashladni uređaji** (Slika 3-24), koji kao pogonsku energiju za proizvodnju rashladne energije koriste toplinsku energiju (direktno izgaranje prirodnog plina, biomase, bioplina; otpadna toplina; Sunčeve zračenje – „solarno hlađenje“, ...).

Dodatno, u ovom dijelu izvješća certifikator unosi vrstu sustava hlađenja (direktni, indirektni, mješovito), vrstu regulacije sustava hlađenja, te ocjenjuje stanje toplinske izolacije cijevnog razvoda za prijenos rashladne energije u slučaju indirektne izvedbe sustava hlađenja.

### **KOMPRESIJSKI RASHLADNI UREĐAJI** (upisuju se podaci za svaki kompresijski rashladni uređaj zasebno)

3.10	KOMPRESIJSKI RASHLADNI UREĐAJI (upisuju se podaci za svaki kompresijski rashladni uređaj zasebno)	1	2
3.10.1	Prostor koji se hlađi/interni naziv		
3.10.2	Proizvođač		
3.10.3	Tip (model)		
3.10.4	Godina proizvodnje		
3.10.5	Rashladni učin [kW]		
3.10.6	Električna snaga [kW]		
3.10.7	EER prema podacima proizvođača [-]		
3.10.8	SEER prema podacima proizvođača (ako je dostupno) [-]		
3.10.9	Radna tvar		
3.10.10	Način hlađenja kondenzatora	<input type="checkbox"/> zrakom hlađen <input type="checkbox"/> vodom hlađen	<input type="checkbox"/> zrakom hlađen <input type="checkbox"/> vodom hlađen
3.10.11	Kondenzator – prema mjestu ugradnje	<input type="checkbox"/> vanjska ugradnja <input type="checkbox"/> unutarnja ugradnja	<input type="checkbox"/> vanjska ugradnja <input type="checkbox"/> unutarnja ugradnja
3.10.12	Stanje rashladnika	<input type="checkbox"/> neprimjereno <input type="checkbox"/> primjereno	<input type="checkbox"/> neprimjereno <input type="checkbox"/> primjereno
3.10.13	Kompresijski rashladni uređaj ispravno dimenzioniran	<input type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/> da	<input type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/> da

Za svaki kompresijski rashladni uređaj pojedinačne nazivne rashladne snage 12 kW i veće upisuju se zasebno podaci u tablicu. Upisuje se interni naziv prostora koji se hlađi, ukoliko se kompresijski rashladni uređaj koristi za hlađenje prostora (zbog lakšeg snalaženja i povezivanja). Zatim slijedi unos općenitih podataka o kompresijskom rashladniku, kao što su proizvođač, tip (model), godina proizvodnje, rashladni učin i električna snaga. Ponekad neće biti dostupni svi podaci, te neće biti moguć njihov upis.

Kao osnovni pokazatelji učinkovitosti rashladnih upisuju se dodatno dva faktora za svaki rashladni uređaj (vidi poglavlje 8.3.2.1):

- *EER* - faktor hlađenja,
- *SEER* - sezonski faktor hlađenja.

Zatim slijedi unos radne tvari te upis podataka vezanih za kondenzator rashladnog uređaja (način hlađenja kondenzatora i mjesto ugradnje kondenzatora).

Certifikator ocjenjuje stanje svakog kompresijskog rashladnika zasebno te provjerava da li je ispravno dimenzioniran u odnosu na postojeće potrebe za rashladnom energijom.

**INDIREKTNI SUSTAV HLAĐENJA (spremnik rashladne energije - cijevni razvod – crpke – rashladna tijela)**

3.12	Indirektni sustav hlađenja	
3.12.1	Spremnik rashladne energije	<input type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne
3.12.2	Volumen spremnika rashladne energije [m <sup>3</sup> ]	
3.12.3	Stanje toplinske izolacije spremnika rashladne energije	<input type="checkbox"/> primjерено stanje <input type="checkbox"/> dotrajala / oštećena <input type="checkbox"/> nema
3.12.4	Rashladni medij za prijenos rashladne energije	<input type="checkbox"/> voda <input type="checkbox"/> glikol / voda <input type="checkbox"/> drugo
3.12.5	Temperatura rashladnog medija – polaz [°C]	
3.12.6	Temperatura rashladnog medija – povrat [°C]	
3.12.7	Hidrauličko uravnoteženje razvoda za prijenos rashladne energije	<input type="checkbox"/> ručno <input type="checkbox"/> automatski <input type="checkbox"/> nema
3.13	Cirkulacijske crpke	
3.13.1	Nazivna električna snaga cirkulacijskih crpki [kW]	
3.13.2	Broj cirkulacijskih regulacijskih grupa sustava hlađenja	
3.13.3	Vrsta regulacije cirkulacijskih pumpi	<input type="checkbox"/> uključeno / isključeno <input type="checkbox"/> dvostupanjski <input type="checkbox"/> trostupanjski <input type="checkbox"/> kontinuirano
3.14	Rashladna tijela	
3.14.1	Vrste rashladnih tijela za izmjenu rashladne energije	<input type="checkbox"/> ventilokonvektori <input type="checkbox"/> induksijski aparati <input type="checkbox"/> površinsko hlađenje (podno, zidno, stropno) <input type="checkbox"/> drugo
3.14.2	Stanje rashladnih tijela	<input type="checkbox"/> primjерено <input type="checkbox"/> neprimjерено
3.14.3	Mjesto / položaj ugradnje rashladnih tijela	<input type="checkbox"/> primjерено <input type="checkbox"/> neprimjерено
3.14.4	Vrsta regulacije rashladnih tijela	<input type="checkbox"/> lokalno <input type="checkbox"/> zonska <input type="checkbox"/> centralni nadzor i upravljanje <input type="checkbox"/> drugo
		<input type="checkbox"/> nema

Ukoliko je sustav hlađenja izведен kao indirektni, certifikator upisuje podatke vezane za akumulacijski spremnik rashladne energije (volumen spremnika, stanje toplinske izolacije spremnika, rashladni medij za prijenos rashladne energije), hidrauličko uravnoteženje cijevnog razvoda (nema, ručno, automatski), cirkulacijske crpke i rashladna tijela kao krajnje elemente u sustavu hlađenja.

Upisuje se projektna temperatura rashladnog medija polaznog odnosno povratnog voda.

Pod točkom 3.13.2 upisuje se ukupan broj polaznih krugova hlađenja, a pod 3.13.1 se upisuje ukupna instalirana nazivna električna snaga cirkulacijskih crpki.

Ukoliko su na pojedinom polaznom krugu ugrađene dvije crpke, pri čemu je jedna radna, a druga rezervna, u *Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava hlađenja* se upisuje snaga sam jedne cirkulacijske crpke (s obzirom da uvijek samo jedna radi, a druga je rezervna).

Posebno se navodi način regulacije postojećih crpki u sustavu hlađenja.

Kod rashladnih tijela, kao krajnjih elemenata u sustavu hlađenja, navodi se samo vrsta ugrađenih rashladnih tijela u promatranoj zgradbi, te certifikator ocjenjuje stanje, položaj i vrstu regulacije rashladnih tijela.

Za potrebe izrade *Izvješća o provedenom redovitom pregledu sustava hlađenja* nije potrebno prebrojavati rashladna tijela i određivati ukupni instalirani rashladni učin rashladnih tijela u kW za standardni temperaturni režim hlađenja!

## DIREKTNI SUSTAV HLAĐENJA

3.15	Direktni sustav hlađenja	
3.15.1	Tip sustava	<input type="checkbox"/> SPLIT <input type="checkbox"/> MULTI SPLIT <input type="checkbox"/> PVRT
3.15.2	Provode se redovita ispitivanja nepropusnosti sustava	<input type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne
3.15.3	Datum zadnjeg ispitivanja	

U slučaju postojanja direktnog sustava hlađenja, upisuje se tip sustava (SPLIT, MULTISPLIT, PVRT), te se prilikom provedbe pregleda traži posljednje izvješće i ispitivanju nepropusnosti sustava.

Učestali način hlađenja u praksi je preko direktnog sustava hlađenja zrak/radna tvar u slijedećim izvedbama:

- SPLIT sustav – sustav hlađenja ili hlađenja/grijanja s jednom vanjskom i jednom unutarnjom jedinicom,
- MULTISPLIT sustav – sustav hlađenja ili hlađenja/grijanja s jednom vanjskom i više unutarnjih jedinica,
- PVRT sustav ili tzv. VRV sustav (engl. Variable Refrigerant Volume) ili VRF sustav (engl. Variable Refrigerant Flow) –sustav **Promjenjivog Volumena Radne Tvari (PVRT)** za hlađenje i grijanje, koji se sastoji od većeg broja unutarnjih jedinica spojenih na jednu vanjsku jedinicu (ili na više njih spojenih serijski).

PVRT sustavi (VRV sustavi ili VRF sustavi) su sustavi grijanja i hlađenja prostora, gdje se regulacija učina provodi preko regulacije količine radne tvari (freon). Prilikom hlađenja prostora dolazi do izravnog isparivanja radne tvari u unutarnjoj sobnoj jedinici, dok prilikom grijanja dolazi do izravne kondenzacije u unutarnjoj sobnoj jedinici. Postoje dvije izvedbe: VRV Inverter i VRV Heat Recovery. Kod VRV Heat Recovery je mogući istovremeni rad sustava u režimu grijanja i hlađenja (potrebno za prijelazno razdoblje, kad ovisno o poziciji pojedinih prostora u zgradama, pojedini prostori iziskuju hlađenje, a pojedini grijanje). Kod VRV Invertera nije mogući istovremeni rad sustava u režimu grijanja i hlađenja.



Slika 8-24 Vanjske jedinice VRV sustava proizvođača HITACHI s radnom tvari R410A za potrebe hlađenja/grijanja hotela

## ZAKLJUČNE NAPOMENE O SUSTAVU HLAĐENJA

3.17	Zaključne napomene o sustavu hlađenja	
------	---------------------------------------	--

Ovdje se upisuju eventualne napomene za sustav hlađenja u cjelini, koje se odnose na izvor rashladne energije, cijevni razvod, regulaciju i rashladna tijela kao krajnje elemente u sustavu hlađenja.

## PRIJEDLOG MJERA POVEĆANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

## OSTALE INFORMACIJE

3.18	PREPORUKE	
3.18.1	Jednostavne mjere poboljšanja energetske učinkovitosti	
Mjera 1:		
Mjera 2:		
Mjera 3:		
...		
3.18.2	Složene mjere poboljšanja energetske učinkovitosti koje uključuju veće zahvate i zamjenu opreme	
Mjera 1:		
Mjera 2:		
Mjera 3:		
...		
3.18.3	Detaljnije informacije	
3.18.4	Obveza provođenja redovitog pregleda	<input type="checkbox"/> 10 godina
3.18.5	Datum izdavanja Izvješća o redovitom pregledu	
3.18.6	Datum važenja Izvješća o redovitom pregledu	
3.18.7	Vlastoručni potpis	

Na kraju *Izvješća o provedenom redovitom pregledu sustava hlađenja* upisuju se **jednostavne odnosno složene mjere poboljšanja energetske učinkovitosti u sustavima hlađenja**. Mjere se navode opisno, bez podataka o uštedama koje bi se postigle provedbom predložene mjere, odnosno bez JPP-a (jednostavnog perioda povrata investicije).

Pod jednostavnim mjerama poboljšanja energetske učinkovitosti smatra se npr.:

- redovito održavanje rashladnih uređaja (npr. čišćenje prašine, lišća i ostale nečistoće s orebrenih površina kondenzatora, čišćenje isparivačke sekcijske i provjera ispravnosti sustava za odleđivanje isparivača),
- smještaj kondenzatorske jedinice rashladnog uređaja tako da je zaštićena od direktnog sunčevog zračenja uz dobru cirkulaciju zraka iz okoline,
- toplinska izolacija usisnih cjevovoda rashladnih uređaja,
- servisiranje rashladnih uređaja kod kojih je došlo do propuštanja radne tvari, ispitivanje na propusnost...

Pod složenim mjerama poboljšanja energetske učinkovitosti smatra se npr.:

- zamjena postojećeg starog rashladnog uređaja i ugradnja rashladnih uređaja energetskog razreda A ili A+,
- primjena stupnjevane regulacije rada rashladnog uređaja upravljane frekvencijskim pretvaračem ili s više kompresora u paralelnom radu,
- ugradnja uređaja s parcijalnom ili potpunom rekuperacijom topline na kondenzatoru ...

Na samom kraju *Izvješća o provedenom redovitom pregledu sustava hlađenja* upisuju se datum izdavanja odnosno datum važenja *Izvješća*.

Izvješće završava vlastoručnim potpisom osobe, koja je provela redoviti pregled sustava hlađenja.

### 8.3.2.1. Osnovni pokazatelji učinkovitosti kompresijskog rashladnog uređaja – EER i SEER

Kompresijski rashladni uređaj		1	2
3.10.7	EER prema podacima proizvođača [-]		
3.10.8	SEER prema podacima proizvođača (ako je dostupno) [-]		

**Faktor hlađenja ili *EER* za kompresijske rashladne uređaje** predstavlja omjer rashladnog učina (učina isparivača)  $\Phi_{isp}$  i električne snage elektromotora koji pokreće njezin kompresor  $P_{el}$ :

$$\varepsilon_{hl} = EER = \frac{\Phi_{isp}}{P_{el}}$$

$\Phi_{DT}$  – rashladni učin kompresijskog rashladnog uređaja (učin isparivača), [kW]

$P_{el}$  – nazivna električna snaga kompresora, [kW]

**SEER** (engl. **S**easonal **E**nergy **E**fficiency **R**atio) je sezonski faktor hlađenja, odnosno pokazatelj energetske učinkovitosti u realnim uvjetima korištenja. Taj podatak navodi također proizvođač.

Vrijednost faktora hlađenja *EER* se odnosi na jednu jedinu točku, a vrijednost sezonskog faktora hlađenja *SEER* se dobiva na temelju mjerjenja više mjernih točaka, pri čemu se uzima u obzir i režim rada pod djelomičnim opterećenjem. Mjerne točke za hlađenje su predviđene na vanjskoj temperaturi od 20, 25, 30 i 35°C.

### 8.3.2.2. Primjer ispunjenog Izvješća o provedenom redovitom pregledu sustava hlađenja

#### IZVJEŠĆE O PROVEDENOM REDOVITOM PREGLEDU SUSTAVA HLAĐENJA

<b>1 OPĆI PODACI O ZGRADI I OVLAŠTENOJ OSOBI</b>		
1.1	Vrsta zgrade prema Pravilniku	uredska zgrada
	Naziv zgrade	Energetski institut Hrvoje Požar
	Naziv samostalne uporabne cjeline	–
	Ulica i kučni broj	Savska cesta 163
	Poštanski broj	10001
	Mjesto	Zagreb
	Katastarska čestica (zemljишne knjige i identifikacija)	k.č. 4814/3
	Katastarska općina (zemljишnoknjžna i identifikacija)	k.o. Trnje
	Ploština korisne površine zgrade $A_K$ [m <sup>2</sup> ]	2.061,00
	Obujam grijanog dijela zgrade $V_e$ [m <sup>3</sup> ]	6.998,70
1.2	Ime i prezime / naziv vlasnika odnosno investitora zgrade odnosno njezinog dijela	Republika Hrvatska
	Za ovlaštene fizičke osobe: Ime i prezime osobe koja je izradila Izvješće	Ivan Horvat
	Za ovlaštene pravne osobe: Naziv ovlaštene pravne osobe koja je izradila Izvješće	–
	Za ovlaštene pravne osobe: Ime i prezime imenovane osobe u ovlaštenoj pravnoj osobi koja je izradila Izvješće	–
1.4	Registarski broj ovlaštene osobe	–
1.5	Oznaka energetskog certifikata zgrade (ako postoji)	P-97/2010_012_NSZ1
1.6	Datum izdavanja energetskog certifikata (ako postoji)	22.04.2013.
1.7	Oznaka izvješća o posljednjem redovitom pregledu (ako postoji)	nema
1.8	Datum posljednjeg redovitog pregleda (ako postoji)	–
<b>3 PREGLED SUSTAVA HLAĐENJA</b>		
3.1.1	Projektna dokumentacija sustava hlađenja	<input checked="" type="checkbox"/> potpuna <input type="checkbox"/> nepotpuna <input type="checkbox"/> nema
3.1.2	Izvedeni sustav hlađenja odgovara projektnoj dokumentaciji	<input checked="" type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/> djelomično
3.2.1	Ukupni nazivni rashladni učin [kW]	99,6
3.2.2	Ukupna nazivna električna snaga instaliranih uređaja za proizvodnju rashladne energije [kW]	36,1
3.2.3	Uređaj za proizvodnju rashladne energije ispravno dimenzioniran	<input checked="" type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne
3.2.4	Broj instaliranih uređaja za proizvodnju rashladne energije	1
3.2.5	Namjena sustava	<input checked="" type="checkbox"/> hlađenje prostora <input type="checkbox"/> tehnološko hlađenje <input type="checkbox"/> drugo -----
3.3.1	Površina prostora obuhvaćenog sustavom hlađenja [m <sup>2</sup> ]	1.951,00
3.3.2	Predviđena unutarnja temperatura prostora [°C]	26
3.3.3	Ugrađena naprava za zaštitu od sunčevog zračenja	<input checked="" type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/> djelomično

3.4	Godina ugradnje ili zadnje opsežne rekonstrukcije sustava hlađenja	2000. ugradnja rashladnika 22.05.2014. retrofiting radne tvari – R22 →R417A (29,1 kg)
3.5.1	Serviser sustava	ARS KONTROLA
3.5.2	Datum zadnjeg servisa uređaja za proizvodnju rashladne energije	10.10.2016.
3.5.3	Stanje uređaja za proizvodnju rashladne energije	<input checked="" type="checkbox"/> primjeren <input type="checkbox"/> neprimjeren
3.6	Vrsta uređaja za proizvodnju rashladne energije	<input checked="" type="checkbox"/> kompresorski <input type="checkbox"/> apsorpcijski <input type="checkbox"/> drugo
3.7	Sustav hlađenja	<input checked="" type="checkbox"/> indirektni <input type="checkbox"/> direktni <input type="checkbox"/> mješovito
3.8	Vrste energenata koje se koriste za proizvodnju rashladne energije	<input checked="" type="checkbox"/> električna energija <input type="checkbox"/> plinovito gorivo <input type="checkbox"/> drugo
3.9	Vrsta regulacije sustava hlađenja	<input type="checkbox"/> ručno <input type="checkbox"/> automatski <input checked="" type="checkbox"/> centralni nadzor i upravljanje <input type="checkbox"/> drugo
3.10	Stanje toplinske izolacije razvoda za prijenos rashladne energije	<input type="checkbox"/> primjeren stanje <input checked="" type="checkbox"/> dotrajala / oštećena <input type="checkbox"/> nema

3.10	KOMPRESIJSKI RASHLADNI UREĐAJI (upisuju se podaci za svaki kompresijski rashladni uređaj zasebno)	1	2
Kompresijski rashladni uređaj			
3.10.1	Prostor koji se hlađi/interni naziv	Cijeli prostor uredskih zgrada osim sanitarnih prostora	
3.10.2	Proizvođač	CIAT	
3.10.3	Tip (model)	ILK 400A	
3.10.4	Godina proizvodnje	2000.	
3.10.5	Rashladni učin [kW]	99,6	
3.10.6	Električna snaga [kW]	36,1	
3.10.7	EER prema podacima proizvođača [-]	2,75	
3.10.8	SEER prema podacima proizvođača (ako je dostupno) [-]	–	
3.10.9	Radna tvar	R22 →	
3.10.10	Način hlađenja kondenzatora	<input checked="" type="checkbox"/> zrakom hlađen <input type="checkbox"/> vodom hlađen	<input type="checkbox"/> zrakom hlađen <input type="checkbox"/> vodom hlađen
3.10.11	Kondenzator – prema mjestu ugradnje	<input checked="" type="checkbox"/> vanjska ugradnja <input type="checkbox"/> unutarnja ugradnja	<input type="checkbox"/> vanjska ugradnja <input type="checkbox"/> unutarnja ugradnja
3.10.12	Stanje rashladnika	<input type="checkbox"/> neprimjeren <input checked="" type="checkbox"/> primjeren	<input type="checkbox"/> neprimjeren <input type="checkbox"/> primjeren
3.10.13	Kompresijski rashladni uređaj ispravno dimenzioniran	<input type="checkbox"/> ne <input checked="" type="checkbox"/> da	<input type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/> da

3.12	Indirektni sustav hlađenja	
3.12.1	Spremnik rashladne energije	<input type="checkbox"/> da <input checked="" type="checkbox"/> ne
3.12.2	Volumen spremnika rashladne energije [m <sup>3</sup> ]	
3.12.3	Stanje toplinske izolacije spremnika rashladne energije	<input type="checkbox"/> primjерено stanje <input type="checkbox"/> dotrajala / oštećena <input type="checkbox"/> nema
3.12.4	Rashladni medij za prijenos rashladne energije	<input type="checkbox"/> voda <input checked="" type="checkbox"/> glikol / voda <input type="checkbox"/> drugo -----
3.12.5	Temperatura rashladnog medija – polaz [°C]	7
3.12.6	Temperatura rashladnog medija – povrat [°C]	12
3.12.7	Hidrauličko uravnoteženje razvoda za prijenos rashladne energije	<input checked="" type="checkbox"/> ručno <input type="checkbox"/> automatski <input type="checkbox"/> nema
3.13	Cirkulacijske crpke	
3.13.1	Nazivna električna snaga cirkulacijskih crpki [kW]	2 x 2 kW = 4 kW
3.13.2	Broj cirkulacijskih regulacijskih grupa sustava hlađenja	2
3.13.3	Vrsta regulacije cirkulacijskih pumpi	<input type="checkbox"/> uključeno / isključeno <input type="checkbox"/> dvostupanjski <input type="checkbox"/> trostupanjski <input checked="" type="checkbox"/> kontinuirano
3.14	Rashladna tijela	
3.14.1	Vrste rashladnih tijela za izmjenu rashladne energije	<input checked="" type="checkbox"/> ventilokonvektori <input type="checkbox"/> induksijski aparati <input type="checkbox"/> površinsko hlađenje (podno, zidno, stropno) <input type="checkbox"/> drugo -----
3.14.2	Stanje rashladnih tijela	<input checked="" type="checkbox"/> primjерено <input type="checkbox"/> neprimjерено
3.14.3	Mjesto / položaj ugradnje rashladnih tijela	<input checked="" type="checkbox"/> primjерено <input type="checkbox"/> neprimjерено
3.14.4	Vrsta regulacije rashladnih tijela	<input checked="" type="checkbox"/> lokalno <input type="checkbox"/> zonska <input checked="" type="checkbox"/> centralni nadzor i upravljanje <input type="checkbox"/> drugo ----- <input type="checkbox"/> nema

3.15	Direktni sustav hlađenja	
3.15.1	Tip sustava	<input type="checkbox"/> SPLIT <input type="checkbox"/> MULTI SPLIT <input type="checkbox"/> PVRT
3.15.2	Provode se redovita ispitivanja nepropusnosti sustava	<input type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne
3.15.3	Datum zadnjeg ispitivanja	
3.16	Rashladna tijela	
3.16.1	Stanje rashladnih tijela	<input type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno
3.16.2	Mjesto / položaj ugradnje rashladnih tijela	<input type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno
3.16.3	Vrsta regulacije rashladnih tijela	<input type="checkbox"/> lokalno <input type="checkbox"/> zonska regulacija <input type="checkbox"/> centralni nadzor i upravljanje <input type="checkbox"/> drugo <span style="border-top: 1px dashed black; padding-top: 5px;"><input type="checkbox"/> nema</span>
3.17	Zaključne napomene o sustavu hlađenja	U sustavu hlađenja je ugrađena i banka leda Cristopia volumena 12 m <sup>3</sup> . Kapacitet banke leda se ne koristi u potpunosti radi prevelike buke koju stvara rashladnik pri radu u noćnom periodu!

3.18	PREPORUKE	
3.18.1	<b>Jednostavne mjere poboljšanja energetske učinkovitosti</b>	
Mjera 1:	Toplinska izolacija isparivača kompresijskog rashladnika – izvedba u aluminijskom limu	
Mjera 2:		
Mjera 3:		
...		
3.18.2	<b>Složene mjere poboljšanja energetske učinkovitosti koje uključuju veće zahvate i zamjenu opreme</b>	
Mjera 1:	Ugradnja novog rashladnika u izvedbi dizalica topline, koji treba imati dodatnu zaštitu od buke i regulator broja okretaja ventilatora	
Mjera 2:		
Mjera 3:		
...		
3.18.3	Detaljnije informacije	Server soba ima zasebno dodatni izvor rashladne energije
3.18.4	Obveza provođenja redovitog pregleda	<input checked="" type="checkbox"/> 10 godina
3.18.5	Datum izdavanja Izvješća o redovitom pregledu	12.10.2016.
3.18.6	Datum važenja Izvješća o redovitom pregledu	12.10.2026.
3.18.7	Vlastoručni potpis	Ivan Horvat

### 8.3.3. Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava prisilne ventilacije i klimatizacije

Prema *Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju* redoviti pregled sustava prisilne ventilacije i klimatizacije u Hrvatskoj se obvezno provodi za sve klima komore koje ispunjavaju barem jedan od slijedeća dva uvjeta:

- nazivni protok zraka od najmanje **2.500 m<sup>3</sup>/h i veći**,
- nazivna rashladna snaga hladnjaka veća od **12 kW**.

Dakle, za klima komoru nazivnog protoka zraka u tlačnom/odsisnom kanalu od 2.000 m<sup>3</sup>/h, koja uz dobavu svježeg zraka ima samo jednu obradu zraka i to grijanje, nije potrebno provesti redoviti pregled sustava prisilne ventilacije i klimatizacije.

Nadalje, prema Članku 22. *Zakona o gradnji* (NN 153/13) vlasnik zgrade ili njezina posebna dijela dužan je osigurati redoviti pregled sustava prisilne ventilacije i klimatizacije **jednom u deset godina**.

*Izvješće o provedenom redovitom pregledu sustava prisilne ventilacije i klimatizacije* obuhvaća slijedeće glavne cjeline koje je potrebno ispuniti:

- OPĆI PODACI O ZGRADI I OVLAŠTENOJ OSOBI
- PROJEKTNA DOKUMENTACIJA SUSTAVA PRISILNE VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE
- SUSTAVI PRISILNE VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE – OPĆENITO
- PODACI O KLIMA KOMORAMA (upisuju se podaci za svaku klima komoru zasebno, koja podliježe obvezi provođenja redovitog pregleda sustava prisilne ventilacije i klimatizacije)
- PRIJEDLOG MJERA POVEĆANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI
- OSTALE INFORMACIJE

U nastavku je dano opisno što se u kojoj cjelini unosi u izvješće, pojedini pojmovi su objašnjeni u zasebnim poglavljima, a na kraju je dan ispunjeni primjer *Izvješća o provedenom redovitom pregledu sustava ventilacije i klimatizacije*.

## PROJEKTNA DOKUMENTACIJA SUSTAVA PRISILNE VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE

4 PREGLED SUSTAVA PRISILNE VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE	
4.1.1	Projektna dokumentacija sustava prisilne ventilacije
4.1.2	Izvedeni sustav odgovara projektnoj dokumentaciji

Prilikom redovitog pregleda sustava prisilne ventilacije i klimatizacije potrebno je zatražiti projektnu dokumentaciju, te ukoliko projektna dokumentacija postoji, provjeriti da li izvedeni sustav odgovara projektnoj dokumentaciji.

## SUSTAVI PRISILNE VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE – OPĆENITO

4.2.1	Predviđena unutarnja temperatura prostora [°C]	
4.2.2	Predviđena unutarnja relativna vlažnost [%]	
4.3.1	Godina ugradnje ili zadnje opsežne rekonstrukcije sustava ventilacije i klimatizacije	
4.3.2	Serviser sustava	
4.3.3	Datum zadnjeg servisa uređaja za ventilaciju i klimatizaciju	
4.3.4	Stanje uređaja za ventilaciju i klimatizaciju	<input type="checkbox"/> primjерено <input type="checkbox"/> neprimjерено
4.4.1	Sustav prisilne ventilacije i klimatizacije	<input type="checkbox"/> lokalni <input type="checkbox"/> centralni <input type="checkbox"/> miješano

4.4.2	Namjena sustava	<input type="checkbox"/> samo ventilacija <input type="checkbox"/> grijanje <input type="checkbox"/> hlađenje <input type="checkbox"/> ovlaživanje <input type="checkbox"/> odvlaživanje
4.4.3	Vrste sustava prisilne ventilacije	<input type="checkbox"/> tlačni <input type="checkbox"/> odsisni <input type="checkbox"/> tlačni i odsisni
4.5.1	Ukupan broj ugrađenih sustava ventilacije i klimatizacije	
4.5.2	Ukupni protok dovodnog zraka – tlačni kanali [ $m^3/h$ ]	
4.5.3	Ukupni protok otpadnog zraka – odsisni kanali [ $m^3/h$ ]	
4.5.4	Ukupna nazivna električna snaga tlačnih ventilatora [kW]	
4.5.5	Ukupna nazivna električna snaga odsisnih ventilatora [kW]	
4.5.6	Broj komora koje imaju ugrađeni sustav povrata topline	

O točke 4.2.1 do 4.5.6 se unose opći podaci koji se odnose na sve ugrađene sustave ventilacije i klimatizacije u promatranoj zgradbi (naravno, ukoliko je ugrađeno više od jedne klima komore). Upisuju se predviđena unutarnja temperatura i relativna vlažnost prostora. Ukoliko su unutarnje temperature i vlažnosti prostora, koje se održavaju pojedinim klima komorama, međusobno razlikuju, upisuju se sve. Podaci koji se navode ovdje odnose se isključivo samo na one klima komore koje podliježu obvezi provođenja redovitog pregleda sustava prisilne ventilacije i klimatizacije. Dakle, pod ukupnim brojem ugrađenih sustava ventilacije i klimatizacije, upisuju se onaj broj klima komora koje ispunjavaju jedan od dva uvjeta: nazivni protok zraka od  $2.500 m^3/h$  i veći ili nazivna rashladna snaga hladnjaka od najmanje 12 kW i veća, odnosno one koje podliježu obvezi redovite kontrole sustava prisilne ventilacije i klimatizacije.

Upisuje se ukupni protok zraka u tlačnim odnosno odsisnim kanalima, ukupna električna snaga svih tlačnih odnosno odsisnih ventilatora, te se upisuje broj klima komora koje imaju ugrađen sustav povrata topline.

Kod općenitih podataka (od točke 4.2.1 do 4.5.6) o sustavima prisilne ventilacije i klimatizacije, upisuju se podaci samo za one klima komore koje podliježu obvezi provođenja redovitih pregleda sustava prisilne ventilacije i klimatizacije!

## PODACI O KLIMA KOMORAMA

	Upisuje se za svaku komoru zasebno	1	2
4.6	Interni naziv klima komore		
4.6.1	Kondicionirani prostor (opis, kat, ostalo)		
4.6.2	Proizvođač klima komore		
4.6.3	Tip (model) klima komore		
4.6.4	Projektni nazivni protok zraka u tlačnom kanalu [ $m^3/h$ ]		
4.6.5	Projektni nazivni protok zraka u odsisnom kanalu [ $m^3/h$ ]		

	Upisuje se za svaku komoru zasebno	1	2
4.6.6	Godina ugradnje / proizvodnje klima komore		
4.6.7	Volumen kondicioniranog prostora [m <sup>3</sup> ]		
4.6.8	Broj izmjena zraka [h <sup>-1</sup> ]		
4.6.9	Obrada zraka	<input type="checkbox"/> grijanje – vodeni grijач <input type="checkbox"/> grijanje – električni grijач <input type="checkbox"/> grijanje – parni grijач <input type="checkbox"/> grijanje – direktna ekspanzija radne tvari <input type="checkbox"/> hlađenje – vodeni hladnjak <input type="checkbox"/> hlađenje – direktna ekspanzija radne tvari <input type="checkbox"/> adijabatsko hlađenje <input type="checkbox"/> ovlaživanje - vodom <input type="checkbox"/> ovlaživanje - parom <input type="checkbox"/> odvlaživanje <input type="checkbox"/> ostalo	<input type="checkbox"/> grijanje – vodeni grijач <input type="checkbox"/> grijanje – električni grijач <input type="checkbox"/> grijanje – parni grijач <input type="checkbox"/> grijanje – direktna ekspanzija radne tvari <input type="checkbox"/> hlađenje – vodeni hladnjak <input type="checkbox"/> hlađenje – direktna ekspanzija radne tvari <input type="checkbox"/> adijabatsko hlađenje <input type="checkbox"/> ovlaživanje - vodom <input type="checkbox"/> ovlaživanje - parom <input type="checkbox"/> odvlaživanje <input type="checkbox"/> ostalo
4.6.10	Toplinski učin grijaća [kW]		
4.6.11	Rashladni učin hladnjaka [kW]		
4.6.12	Sustav povrata topline	<input type="checkbox"/> povrat osjetne topline <input type="checkbox"/> povrat osjetne i latentne topline <input type="checkbox"/> nema	<input checked="" type="checkbox"/> povrat osjetne topline <input type="checkbox"/> povrat osjetne i latentne topline <input type="checkbox"/> nema
4.6.13	Vrsta sustava povrata topline	<input type="checkbox"/> pločasti rekuperator <input type="checkbox"/> rekuperator s posrednim medijem <input type="checkbox"/> rekuperator s toplinskim cijevima <input type="checkbox"/> rotacijski regenerator <input type="checkbox"/> ostalo	<input checked="" type="checkbox"/> pločasti rekuperator <input type="checkbox"/> rekuperator s posrednim medijem <input type="checkbox"/> rekuperator s toplinskim cijevima <input type="checkbox"/> rotacijski regenerator <input type="checkbox"/> ostalo
4.6.14	Stupanj povrata osjetne topline [%]		
4.6.15	Stupanj povrata latentne topline [%]		
4.6.16	Regulacija ventilatora	<input type="checkbox"/> konstantni broj okretaja <input type="checkbox"/> frekventna regulacija	<input type="checkbox"/> konstantni broj okretaja <input type="checkbox"/> frekventna regulacija
4.6.17	Električna snaga tlačnog ventilatora [kW]		
4.6.18	Električna snaga odsisnog ventilatora [kW]		
4.6.19	Kategorija SFP za klima komoru (SFP 1 – SFP 7)		
4.6.20	Tip filtera		
4.6.21	Klasa filtera		
4.6.22	Stanje filtera	<input type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno	<input type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno
4.6.23	Klasifikacija propuštanja klima komore prema koeficijentu prolaska topline - HRN EN 1886 (T1 – T5)		
4.6.24	Klasa propuštanja klima komore – HRN EN 1886 (L1 – L3)		
4.6.25	Nepropusnost klima komore (vizualni pregled)	<input type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno	<input type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno
4.6.26	Stanje toplinske izolacije kanalnog razvoda (vizualni pregled)	<input type="checkbox"/> primjereno stanje <input type="checkbox"/> dotrajala / oštećena <input type="checkbox"/> nema	<input type="checkbox"/> primjereno stanje <input type="checkbox"/> dotrajala / oštećena <input type="checkbox"/> nema

	Upisuje se za svaku komoru zasebno	1	2
4.6.27	Nepropusnost kanalnog razvoda (vizualni pregled)	<input type="checkbox"/> primjерено <input type="checkbox"/> neprimjерено	<input type="checkbox"/> primjерено <input type="checkbox"/> neprimjерено
4.6.28	Regulacija sustava	<input type="checkbox"/> ručno <input type="checkbox"/> automatski <input type="checkbox"/> automatski prema potrebi <input type="checkbox"/> centralni nadzor i upravljanje <input type="checkbox"/> ostalo	<input checked="" type="checkbox"/> ručno <input type="checkbox"/> automatski <input type="checkbox"/> automatski prema potrebi <input type="checkbox"/> centralni nadzor i upravljanje <input type="checkbox"/> ostalo
4.6.29	Stanje elemenata za distribuciju i odsis zraka	<input type="checkbox"/> primjерено <input type="checkbox"/> neprimjерено	<input type="checkbox"/> primjерено <input type="checkbox"/> neprimjерено
4.6.30	Mjesto / položaj ugradnje elemenata za distribuciju i odsis zraka	<input type="checkbox"/> primjерено <input type="checkbox"/> neprimjерено	<input type="checkbox"/> primjерено <input type="checkbox"/> neprimjерено
4.6.31	Zaključne napomene o sustavu prisilne ventilacije		

Podaci se upisuju podaci zasebno za svaku klima komoru, koja podliježe obvezi provođenja redovitog pregleda sustava prisilne ventilacije i klimatizacije. Tako se prije svega navodi interni naziv klima komore, kojeg uobičajeno korisnik koristi (npr. KK VIP restoran, KK kuhinja, KK caffe, KK arhiva podrum ...) i iz kojeg se jednostavno prepoznaje klima komora. Zatim se navode proizvođač, model klima komore, projektni nazivni protok zraka u tlačnom odnosno odsisnom kanalu, godina proizvodnje klima komore, te volumen prostora koji se kondicionira ugrađenom klima komorom. Na temelju nazivnog protoka zraka, koji se ostvaruje ugrađenom klima komorom, i volumena kondicioniranog prostora, računa se broj izmjena zraka. Broj izmjena zraka se mora u aplikacijsku bazu IEC ručno upisati!

Općenito postoje četiri obrade zraka (grijanje, hlađenje, ovlaživanje, odvlaživanje), te se za svaku klima komoru zasebno označavaju obrade zraka koje promatrana klima komora ima.

Ukoliko klima komora ima ugrađen grijач i hladnjak, upisuju se toplinski učin grijачa i rashladni učin hladnjaka. Nakon toga slijedi dio koji se odnosi na sustav povrata topline i ventilatore.

Kod ventilatora se upisuju snaga tlačnog i odsisnog ventilatora, te vrsta regulacije ventilatora (konstantni broj okretaja ili frekventna regulacija).

Slijedi određivanje kategorije *SFP* za svaku pojedinačnu klima komoru na temelju protoka zraka i snaga tlačnog i odsisnog ventilatora (detaljnije opisano u nastavku u poglavljju 8.3.3.1).

Kod filtera, kao važnog elementa klima komore, upisuje se tip, klasa i stanje filtera. Više u poglavljju 8.3.3.2.

Prema *Algoritmu za proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora* zgrade za klima komore, kao glavne elemente sustava prisilne ventilacije i klimatizacije, se između ostalog računaju sljedeća dva toplinska gubitka:

- toplinski gubitak transmisijom (provođenjem) preko stijenki klima komore ( $Q_{H,AHU,tr,ls}$ )
- toplinski gubitak zbog propuštanja zraka iz klima komore ( $Q_{H,AHU,leak,ls}$ )

Da bi se mogao izračunati toplinski gubitak transmisijom preko stijenki klima komore, potrebno je između ostalog kao ulazni podatak navesti koeficijent prolaska topline kućišta klima komore ( $U$ ,  $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ) temeljem klase klima komore prema HRN EN 1886 (vidi poglavlje 8.3.3.3).

Sa stajališta toplinskog gubitka zbog propuštanja klima komore, svakako je važna klasa propuštanja klima komore (L1, L2, L3; vidi poglavlje 8.3.3.4).

Preostali podaci, koje je potrebno unijeti za svaku klimu komoru zasebno, određuju se prije svega na osnovu vizualnog pregleda!

Pod točku 4.6.31 Zaključne napomene i sustavu prisilne ventilacije – upisuju se neke specifičnosti vezane za promatranu klimu komoru (npr. parni odvlaživač postoji, ali ne radi i slično).

#### PRIJEDLOG MJERA POVEĆANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

##### OSTALE INFORMACIJE

4.7	PREPORUKE	
4.7.1	Jednostavne mjere poboljšanja energetske učinkovitosti	
Mjera 1:		
Mjera 2:		
Mjera 3:		
...		
4.7.2	Složene mjere poboljšanja energetske učinkovitosti koje uključuju veće zahvate i zamjenu opreme	
Mjera 1:		
Mjera 2:		
Mjera 3:		
...		
4.7.3	Detaljnije informacije	
4.7.4	Obveza provođenja redovitog pregleda	<input type="checkbox"/> 10 godina
4.7.5	Datum izdavanja Izvješća o redovitom pregledu	
4.7.6	Datum važenja Izvješća o redovitom pregledu	
4.7.7	Vlastoručni potpis	

Na kraju *Izvješća o provedenom redovitom pregledu sustava ventilacije i klimatizacije* upisuju se **jednostavne odnosno složene mjere poboljšanja energetske učinkovitosti u sustavima prisilne ventilacije i klimatizacije**. Mjere se navode opisno, bez podataka o uštedama koje bi se postigle provedbom predložene mjere, odnosno bez JPP-a (jednostavnog perioda povrata investicije).

Pod jednostavnim mjerama poboljšanja energetske učinkovitosti smatra se npr.:

- redovito održavanje kompletног sustava,
- zamjena filtera klima komore,
- čišćenje klima komore, odnosno kanalnog razvoda – održavanje higijenskih zahtjeva,
- optimizacija rada klima komore – smanjivanja pada tlaka,

- ispitivanje na nepropusnost – brtvljenje kanalnog razvoda,
- korištenje opcije slobodnog hlađenja
- provjeravanje potrebnog toplinskog/rashladnog učina, prilagodba komponenti klima komore ...

Pod složenim mjerama poboljšanja energetske učinkovitosti smatra se npr.:

- kompletna zamjena postojeće klima komore,
- zamjena pojedine komponente klima komore (npr. ventilatora, ovlaživača...)
- naknadna ugradnja sustava povrata topline u klima komoru ...

Na samom kraju *Izvješća o provedenom redovitom pregledu sustava ventilacije i klimatizacije* upisuju se datum izdavanja odnosno datum važenja *Izvješća*.

Izvješće završava vlastoručnim potpisom osobe, koja je provela redoviti pregled sustava prisilne ventilacije i klimatizacije.

### 8.3.3.1. Određivanje kategorija SFP za klima komore

Specifična električna snaga ventilatora **SFP** (engl. SFP – Specific Fan Power), definirana normom HRN EN 13779, je parametar koji određuje energetsku učinkovitost ventilatora za dobavu/odsis zraka. Predstavlja omjer električne snage potrebne za pogon ventilatora i količine zraka koja se dobavlja/odsisava preko ventilatora. Vrijednost **SFP** ovisi o padu tlaka, učinkovitosti ventilatora, te o pogonskom motoru. Prema normi HRN EN 13779 postoji ukupno sedam kategorija **SFP**.

Tablica 8-13 Klasifikacija specifične električne snage SFP ventilatora prema HRN EN 13779

Kategorija	$P_{SFP}$ [W/(m <sup>3</sup> /s)]
SFP 1	< 500
SFP 2	500 – 750
SFP 3	750 – 1.250
SFP 4	1.250 – 2.000
SFP 5	2.000 – 3.000
SFP 6	3.000 – 4.500
SFP 7	> 4.500

Specifična snaga ventilatora **SFP** se može navesti:

- zasebno za svaki pojedinačni ventilator,
- zasebno za svaku klima komoru (obuhvaćeni tlačni i odsisni ventilator),
- za cijelu zgradu odnosno za sve klima komore u promatranoj zgradici.

Specifična snaga ventilatora za svaki pojedinačni ventilator se određuje prema:

$$P_{SFP} = \frac{P}{\dot{V}}$$

gdje je

$P$  – električna snaga pojedinačnog ventilatora, [W]

$\dot{V}$  – projektni volumeni protok zraka koji dobavlja ventilator, [m<sup>3</sup>/s]

Specifična snaga ventilatora za svaku pojedinačnu klima komoru se određuje prema:

$$P_{SFP} = \frac{P_{tl} + P_{od}}{\dot{V}_{max}}$$

$P_{tl}$  – električna snaga tlačnog ventilatora, [W]

$P_{od}$  – električna snaga odsisnog ventilatora, [W]

$\dot{V}_{max}$  – projektni volumeni protok zraka koji dobavlja ventilator – ukoliko su projektni protoci zraka različiti u tlačnom i odsisnom kanalu, uzima se veći protok, bilo u tlačnom ili odsisnom kanalu, [m<sup>3</sup>/s]

Specifična snaga ventilatora za cijelu zgradu odnosno sve klima komore u promatranoj zgradici:

$$SFP = \frac{\sum P_{tl} + \sum P_{od}}{\sum \dot{V}_{max}}$$

$\sum P_{tl}$  – ukupna električna snaga svih tlačnih ventilatora na nazivnom protoku zraka, [W]

$\sum P_{od}$  – ukupna električna snaga svih odsisnih ventilatora na nazivnom protoku zraka, [W]

$\sum \dot{V}_{max}$  – ukupna nazivni protok zraka za cijelu zgradu, [ $m^3/s$ ]

#### PRIMJER 8.4: Određivanje kategorije SFP za klima komoru

Za kondicioniranje prostora kino dvorane ugrađena je tlačno-odsinsna klima komora nazivnog protoka zraka u tlačnom kanalu  $7.900 m^3/h$  i nazivnog protoka zraka u odsinsnom kanalu  $7.480 m^3/h$ . Nazivna električna snaga tlačnog ventilatora iznosi  $4 kW$ , a odsinsnog ventilatora  $2,4 kW$ . Potrebno je odrediti kategoriju SFP klima komore?

$$\dot{V}_{max} = 7.900 m^3/h = 2,194 m^3/s$$

$$P_{tl} = 4 kW = 4.000 W$$

$$P_{od} = 2,4 kW = 2.400 W$$

Specifična snaga ventilatora za svaku pojedinačnu klima komoru se određuje prema:

$$P_{SFP} = \frac{P_{tl} + P_{od}}{\dot{V}_{max}} = \frac{4.000 + 2.400}{\frac{7.900}{3.600}} = \frac{6.400}{2,1944} = 2.916,45 \frac{W}{m^3/s}$$

Na osnovu izračunate specifične snage ventilatora klima komore određuje se prema tablici kategorija klima komore! Klima komora pripada u kategoriju **SFP 5**.

Kategorija	$P_{SFP}$ [W/( $m^3/s$ )]
SFP 1	< 500
SFP 2	500 – 750
SFP 3	750 – 1.250
SFP 4	1.250 – 2.000
<b>SFP 5</b>	<b>2.000 – 3.000</b>
SFP 6	3.000 – 4.500
SFP 7	> 4.500

Za potrebe izrade *Izvješća o provedenom redovitom pregledu sustava prisilne ventilacije i klimatizacije* kategorija SFP se navodi za svaku pojedinačnu klima komoru zasebno!

### 8.3.3.2. Podaci o filterima klima komore

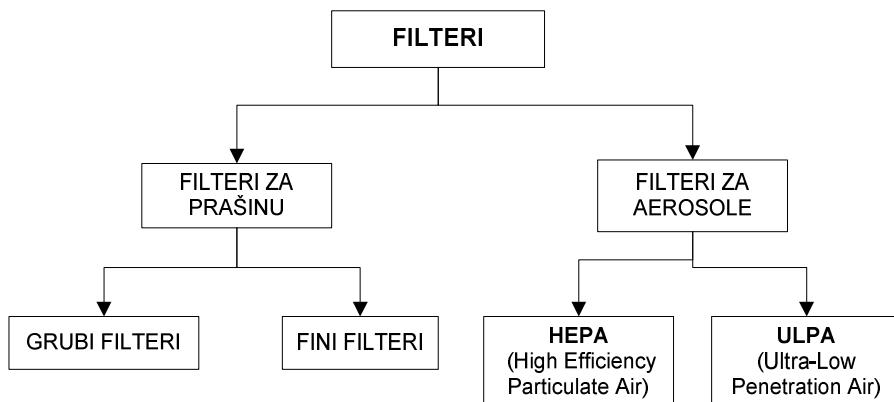
U Izješću o provedenom redovitom pregledu sustava prisilne ventilacije i klimatizacije traže se slijedeća tri podatka vezana za filtere zraka:

4.6.20	Tip filtera		
4.6.21	Klasa filtera		
4.6.22	Stanje filtera	<input type="checkbox"/> primjерено <input type="checkbox"/> neprimjерено	<input type="checkbox"/> primjерено <input type="checkbox"/> neprimjерено

Filteri služe za pročišćavanje vanjskog dovedenog zraka i unutarnjeg recirkulirajućeg zraka. Iz zraka se odstranjuju fine i krupne čestice krutih tvari (prašina) ili vrlo fine raspršene čestice tekućina, plinova i para (aerosoli). Filterima se također štite osnovni elementi klima komore od onečišćenja (npr. izmjenjivačke površine kao što su grijачi, hladnjaci, sustavi povrata topline).

Pod prašinom se podrazumijevaju fine i krupne čestice krutih tvari proizvoljnog oblika, strukture i gustoće veličine između 1 i 500 µm. Aerosoli su čestice veličine manje od 1 µm.

Ovisno o tome, postoje filteri zraka za prašinu i filteri zraka za aerosole. U filtere zraka za prašinu ubrajaju se grubi i fini filteri.



Slika 8-25 Osnovna podjela filtera za zrak

Filteri prema materijalu izrade mogu biti:

- **metalni** – izrađeni od čelične vune, metalnih ploča, metalnog pletiva i sl.
- **vlaknasti** – izrađeni iz vlakana vune različitih materijala (staklena vuna, celuloza, papir i mješavine ovih materijala). Najpoznatiji su pločasti ravni ili kosi, V-filter, cik-cak oblika, vrećasti i tračni
- **s aktivnim ugljenom** – za adsorpciju štetnih tvari i neugodnih mirisa u obliku plinova i para (npr. mirisi iz kuhinja, toaletnih prostorija, iz industrijskih procesa)

Osnovni tipovi filtera:

- **filterska traka** – isporučuje se u roli širine 1 do 2 m i omogućuje korisniku rezanje materijala na potrebne dimenzije,

- **pomični rol filteri (trakasti automatski filter)** – automatski se premotavaju elektromotornim pogonom prema signalu s tlačne sklopke; regulacija preko tlačne sklopke mjeri pad tlaka na filteru i uključuje/isključuje pogon za premotavanje
- **panelni filteri** – filteri u kartonskom ili pomicanom okviru; izrađuju se od visokoporoznih grubih vlakana; filterski materijal je postavljen valovito ili ravno između dvije žičane mreže; ugradbena dubina filtera uglavnom je između 15 do 100 mm; obično se koriste u stambenim aplikacijama ili kao predfilteri za finije filtere
- **vrećasti filteri** – izrađuje se od sintetičkih, celuloznih i staklenih vlakana
- **kazetni filteri** – namijenjeni uglavnom za grubu filtraciju zraka (od G2 do G4), te se ugrađuju kao zaštita finih filtera
- **HEPA/ULPA filteri** (engl. *High Efficiency Particulate Air*, engl. *Ultra-Low Penetration Air*) – uobičajeno se preporučuju za primjenu u bolnicama i bolničkim prostorima (operacijske dvorane), farmaceutskoj industriji, prehrambenoj industriji, elektronskoj industriji, laboratorijima raznih namjena, odnosno svuda gdje je potreban sterilan i čist zrak
- **adsorpcijski filteri** – adsorberi s aktivnim ugljenom se koriste za uklanjanje neugodnih mirisa iz struje zraka
- **elektrostatički filteri** – koriste efekt privlačenja između čestica različitog električnog naboja (+/-); elektrostatička izvedba koristi sače (polipropilen) koje privlači čestice suprotnog naboja, a naboј sača proizvodi strujanje zraka kroz filter.



Slika 8-26 Filterska traka i pomični rol filter



Slika 8-27 Panelni plisirani i vrećasti filter



Slika 8-28 Kazetni filter



Slika 8-29 Apsolutni HEPA i ULPA filteri

**Klase filtera** definirane su normama HRN EN 779 (grubi i fini filteri) i HRN EN 1822-1 (HEPA/ULPA filteri).

Tablica 8-14 Klasifikacija grubih i finih filtera za zrak prema HRN EN 779 i EUROVENT

	Klasa filtera prema HRN EN 779	Pad tlaka [Pa]	Srednji stupanj zadržavanja [%]	Srednja učinkovitost $E_m$ kod čestica od $0,4 \mu\text{m}$ [%]	Klasa filtera prema EUROVENT Dok 4/9
GRUBI FILTERI	G1	250	$50 \leq A_m < 65$	–	EU 1
	G2	250	$65 \leq A_m < 80$	–	EU 2
	G3	250	$80 \leq A_m < 90$	–	EU 3
	G4	250	$90 \leq A_m$	–	EU 4
FINI FILTERI	F5	450	–	$40 \leq E_m < 60$	EU 5
	F6	450	–	$60 \leq E_m < 80$	EU 6
	F7	450	–	$80 \leq E_m < 90$	EU 7
	F8	450	–	$90 \leq E_m < 95$	EU 8
	F9	450	–	$95 \leq E_m$	EU 9

Tablica 8-15 Klasifikacija visokoučinkovitih HEPA/ULPA filtera prema HRN EN 1822-1

	Klasa filtera	Integralna vrijednost		Lokalna vrijednost	
		Stupanj odjeljivanja [%]	Stupanj propuštanja [%]	Stupanj odjeljivanja [%]	Stupanj propuštanja [%]
<b>HEPA filteri</b> (High Efficiency Particulate Air Filter)	<b>H10</b>	85	15	–	–
	<b>H11</b>	95	5	–	–
	<b>H12</b>	99,5	0,5	–	–
	<b>H13</b>	99,95	0,05	99,75	0,25
	<b>H14</b>	99,995	0,005	99,975	0,025
<b>ULPA filteri</b> (Ultra Low Penetration Air Filter)	<b>U15</b>	99,9995	0,0005	99,9975	0,0025
	<b>U16</b>	99,9995	0,00005	99,99975	0,00025
	<b>U17</b>	99,99995	0,000005	99,9999	0,0001

Normom HRN EN 13779 definirane su tri glavne klase vanjskog zraka (ODA 1, ODA 2 i ODA 3) i ukupno četiri klase unutarnjeg zraka (IDA 1, IDA 2, IDA 3 i IDA 4), pri čemu klasa 1 predstavlja najvišu, a klasa 3 odnosno 4 najnižu kvalitetu.

Naziv kategorije ODA je skraćenica engleske riječi **outdoor air** – vanjski zrak.

Naziv kategorije IDA je skraćenica engleske riječi **indoor air** – unutarnji zrak.

Tablica 8-16 Klasifikacija vanjskog zraka prema HRN EN 13779

Kategorija	OPIS
ODA 1	čisti zrak, koji smije samo privremeno sadržavati prašinu
ODA 2	vanjski zrak s visokom koncentracijom prašine ili fine prašine i/ili plinovitim štetnim tvarima
ODA 3	vanjski zrak s jako visokom koncentracijom plinovitih štetnih tvari i/ili prašine ili fine prašine

Tablica 8-17 Klasifikacija unutarnjeg zraka prema HRN EN 13779

Kategorija	OPIS
IDA 1	visoka kvaliteta zraka
IDA 2	srednja kvaliteta zraka
IDA 3	umjerena kvaliteta zraka
IDA 4	slaba kvaliteta zraka

Potrebna klasa filtera određuje se upravo na temelju definiranih klasa vanjskog odnosno unutarnjeg zraka.

Tablica 8-18 Minimalne preporučene klase filtera prema HRN EN 13779

Kategorija vanjskog zraka	Kategorija unutarnjeg zraka			
	IDA 1 (visoka)	IDA 2 (srednja)	IDA 3 (umjerena)	IDA 4 (slaba)
ODA 1 (čisti zrak)	F9	F8	F7	F5
ODA 2 (prašina)	F7+F9	F6+F8	F5+F7	F5+F6
ODA 3 (visoka koncentracija prašine ili plinova)	F7+GF+F9	F7+GF+F9	F5+F7	F5+F6

GF = Gas Filter (carbon filter) – filter s aktivnim ugljenom ili kemijski filter

Kad se koriste filteri klase F7 i veće, posebna pažnja se mora posvetiti utjecaju tlaka na strujanje zraka, koje utječe prije svega na potrošnju električne energije.

GF filteri odnosno filteri s aktivnim ugljenom se preporučaju kod klase vanjskog zraka ODA 3. Uglavnom se kombiniraju s filterima F7 ili F9.

Filtere treba pravodobno čistiti ili zamijeniti. Pri tome se treba držati uputa proizvođača. Naime, filteri se zamjenjuje novima kada se dosegne konačni pad tlaka propisan od strane proizvođača. Kontrola se provodi tako da se ispred i iza filtera (priključci moraju biti ugrađeni) kontrolira razlika tlaka. Razlika tlaka će naravno biti to veća što je filter više zaprljan.

Mogući uzroci loše filtracije zraka:

- neučinkovitost filtera,
- prodor nečistog zraka kroz filter, između filtera i okvira,
- oštećenje filtera (poderani, probušeni),
- neispravna ugradnja filtera,
- slabo održavanje filtera.

Za potrebe izrade *Izvješća o provedenom redovitom pregledu sustava prisilne ventilacije i klimatizacije* ukoliko promatrana klima komora ima više filtera različitih klasa (npr. klima komore za operacijske dvorane uobičajeno imaju ugrađeni grubi filter ispred finog filtera), upisuju se sve klase ugrađenih filtera.

Sistem: 2.KK	
VENTILATOR-tlak Tip: ER40C-2DN.F7.1R	VENTILATOR-odsis Tip: ER40C-4DN.D7.1R
$\dot{V} = 6800 \text{ m}^3/\text{h}$ $d_{\text{pres}} = 1133 \text{ Pa}$ $P_m = 4,0 \text{ kW}$ - termoprot. Radna frekvencija = 45 Hz Max. frekvencija = 51 Hz Korekcijski faktor $k = 154$	$\dot{V} = 5050 \text{ m}^3/\text{h}$ $d_{\text{pres}} = 638 \text{ Pa}$ $P_m = 1,5 \text{ kW}$ - termoprot. Radna frekvencija = 70 Hz Max. frekvencija = 77 Hz Korekcijski faktor $k = 154$
PLOČASTI REKUPERATOR	
FILTAR Tip: MTS-9, Klasa: G4	FILTAR Tip: MTS-9, Klasa: G4
GRIJAC $Q_g = 71,0 \text{ kW}$	PRIGUSIVAC BUKE Tip: PZ2
PARNI OVLAŽIVAC $G_p = 48,5 \text{ kg/h}$	
HLADNJAK $Q_h = 55,0 \text{ kW}$	
PRIGUŠIVAČ BUKE Tip: PZ2	
FILTAR Tip: SSP, Klasa: F5	

Slika 8-30 Primjer natpisne pločice klima komore s ugrađenim grubim i finim filterom za potrebe kondicioniranja prostora operacijske dvorane

Energetski certifikator **stanje filtera** može odrediti na temelju:

- vizualnog pregleda (ukoliko se klima komora može otvoriti),
- na temelju mjerene vrijednosti pada tlaka na filteru (ukoliko se pad tlaka mjeri) i podatka proizvođača o maksimalno dopuštenom padu tlaka,
- na temelju dobivene informacije o posljednjoj zamjeni filtera.

Ukoliko ni jedan od tri načina određivanja stanja filtera nije moguć, ostavlja se pitanje neodgovorenno.

### 8.3.3.3. Klasifikacija kućišta klima komore prema koeficijentu prolaska topline prema HRN EN 1886 (T1 – T5)

U Izješću o provedenom redovitom pregledu sustava prisilne ventilacije i klimatizacije traži se unos klase klima komore (T1, T2, T3, T4, T5) određen prema koeficijentu prolaska topline stijenki kućišta promatrane klima komore  $U$  u  $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ :

4.6.23	Klasifikacija propuštanja klima komore prema koeficijentu prolaska topline - HRN EN 1886 (T1 – T5)		
4.6.24	Klasa propuštanja klima komore – HRN EN 1886 (L1 – L3)		

Prema normi HRN EN 1886 postoji ukupno pet klasa klima komora od T1 do T5, pri čemu je klasa T5 najlošija (najveći toplinski gubitak preko stijenki klima komore), a T1 najbolja klasa klima komore (najmanji toplinski gubitak preko stijenki klima komore).

Tablica 8-19 Klasifikacija kućišta klima komore prema koeficijentu prolaska topline (HRN EN 1886)

Klasifikacija kućišta klima komore prema HRN EN 1886	Koeficijent prolaska topline $U$ kućišta klima komore [ $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ]
T1	$U \leq 0,5$
T2	$0,5 < U \leq 1,0$
T3	$1,0 < U \leq 1,4$
T4	$1,4 < U \leq 2,0$
T5	$U > 2,0$

Poznavanjem klase kućišta klima komore s obzirom na vrijednost koeficijent prolaska topline kućišta klima komore računa se prema *Algoritmu za proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grjanja i hlađenja prostora zgrade za klima komore, toplinski gubitak transmisijom (provođenjem) preko stijenki klima komore ( $Q_{H,AHU,tr,ls}$ )*.

Kod klima komora starijega datuma proizvodnje taj podatak se ne nalazi na natpisnoj pločici. Osim toga, u praksi na pojedinim klima komorama zbog vremenskih uvjeta (vanjska ugradnja klima komore), uopće nisu čitljivi podaci, odnosno natpisne pločice uopće nema.

Za klima komore starijeg datuma proizvodnje (prije 2000. godine) uzima se automatski najlošija klasa kućišta klima komore T5 ( $U > 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ )!

Algoritam sugerira da se u svim slučajevima uzme najlošija klasa klima komore T5 ukoliko klasa klima komore nije poznata!

#### 8.3.3.4. Klasa propuštanja klima komore prema HRN EN 1886 (L1 – L3)

U Izješću o provedenom redovitom pregledu sustava prisilne ventilacije i klimatizacije traži se između ostalog unos klase propuštanja klima komore (L1, L2, L3).

4.6.24	Klasa propuštanja klima komore – HRN EN 1886 (L1 – L3)		
--------	--------------------------------------------------------	--	--

Prema normi HRN EN 1886 postoje tri klase propuštanja klima komore (L1, L2, L3), pri čemu je L3 najlošija, a L1 najbolja klasa propuštanja klima komore.

Propuštanje zraka iz klima komore se testira prema HRN EN 1886 kod:

- podtlaka od 400 Pa,
- pretlaka od 700 Pa.

U oba slučaja propuštanje zraka ne smije preći tablično dane vrijednosti propuštanja svedene u  $\text{I}/(\text{sm}^2)$ .

Tablica 8-20 Klase propuštanja klima komore prema HRN EN 1886 (L1, L2, L3)

Klasifikacija kućišta klima komore prema HRN EN 1886	Max. propuštanje kod podtlaka 400 Pa $f_{400}$ [ $\text{I}/(\text{sm}^2)$ ]	Klasifikacija kućišta klima komore prema HRN EN 1886	Max. propuštanje kod pretlaka 700 Pa $f_{700}$ [ $\text{I}/(\text{sm}^2)$ ]
L1	0,15	L1	0,22
L2	0,44	L2	0,63
L3	1,32	L3	1,90

Za klima komore starijeg datuma proizvodnje (prije 2000. godine) uzima se automatski najlošija klasa propuštanja klima komore L3!

Algoritam sugerira da se u svim slučajevima uzme najlošija klasa klima komore L3 ukoliko klasa propuštanja klima komore nije poznata!

### 8.3.3.5. Primjer ispunjenog Izvješća o provedenom redovitom pregledu sustava prisilne ventilacije i klimatizacije

#### IZVJEŠĆE O PROVEDENOM REDOVITOM PREGLEDU SUSTAVA PRISILNE VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE

<b>1</b>	<b>OPĆI PODACI O ZGRADI I OVLAŠTENOJ OSOBI</b>	
1.1	Vrsta zgrade prema Pravilniku	uredska zgrada
	Naziv zgrade	Energetski institut Hrvoje Požar
	Naziv samostalne uporabne celine	–
	Ulica i kućni broj	Savska cesta 163
	Poštanski broj	10001
	Mjesto	Zagreb
	Katastarska čestica (zemljишne knjige i identifikacija)	k.č. 4814/3
	Katastarska općina (zemljишnoknjižna i identifikacija)	k.o. Trnje
	Ploština korisne površine zgrade $A_K$ [m <sup>2</sup> ]	2.061,00
	Obujam grijanog dijela zgrade $V_e$ [m <sup>3</sup> ]	6.998,70
1.2	Ime i prezime / naziv vlasnika odnosno investitora zgrade odnosno njezinog dijela	Republika Hrvatska
	Za ovlaštene fizičke osobe: Ime i prezime osobe koja je izradila Izvješće	Ivan Horvat
	Za ovlaštene pravne osobe: Naziv ovlaštene pravne osobe koja je izradila Izvješće	–
	Za ovlaštene pravne osobe: Ime i prezime imenovane osobe u ovlaštenoj pravnoj osobi koja je izradila Izvješće	–
1.4	Registarski broj ovlaštene osobe	–
1.5	Oznaka energetskog certifikata zgrade (ako postoji)	P-97/2010_012_NSZ1
1.6	Datum izdavanja energetskog certifikata (ako postoji)	22.04.2013.
1.7	Oznaka izvješća o posljednjem redovitom pregledu (ako postoji)	nema
1.8	Datum posljednjeg redovitog pregleda (ako postoji)	–

<b>4</b>	<b>PREGLED SUSTAVA PRISILNE VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE</b>	
4.1.1	Projektna dokumentacija sustava prisilne ventilacije	<input checked="" type="checkbox"/> potpuna <input type="checkbox"/> nepotpuna <input type="checkbox"/> nema
4.1.2	Izvedeni sustav odgovara projektnoj dokumentaciji	<input checked="" type="checkbox"/> da <input type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/> djelomično
4.2.1	Predviđena unutarnja temperatura prostora [°C]	20°C zimi, 26°C ljeti
4.2.2	Predviđena unutarnja relativna vlažnost [%]	
4.3.1	Godina ugradnje ili zadnje opsežne rekonstrukcije sustava ventilacije i klimatizacije	2000.
4.3.2	Serviser sustava	ESCO CLIMA SERVIS d.o.o. (Vinka Priboevića 3, Zagreb)
4.3.3	Datum zadnjeg servisa uređaja za ventilaciju i klimatizaciju	10.09.2016.
4.3.4	Stanje uređaja za ventilaciju i klimatizaciju	<input checked="" type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno
4.4.1	Sustav prisilne ventilacije i klimatizacije	<input type="checkbox"/> lokalni <input checked="" type="checkbox"/> centralni <input type="checkbox"/> miješano

4.4.2	Namjena sustava	<input checked="" type="checkbox"/> samo ventilacija <input checked="" type="checkbox"/> grijanje <input checked="" type="checkbox"/> hlađenje <input checked="" type="checkbox"/> ovlaživanje <input checked="" type="checkbox"/> odvlaživanje	
4.4.3	Vrste sustava prisilne ventilacije	<input type="checkbox"/> tlačni <input type="checkbox"/> odsisni <input checked="" type="checkbox"/> tlačni i odsisni	
4.5.1	Ukupan broj ugrađenih sustava ventilacije i klimatizacije	1	
4.5.2	Ukupni protok dovodnog zraka – tlačni kanali [ $m^3/h$ ]	3.500	
4.5.3	Ukupni protok otpadnog zraka – odsisni kanali [ $m^3/h$ ]	3.500	
4.5.4	Ukupna nazivna električna snaga tlačnih ventilatora [kW]	1,8	
4.5.5	Ukupna nazivna električna snaga odsisnih ventilatora [kW]	1,2	
4.5.6	Broj komora koje imaju ugrađeni sustav povrata topline	1	
	Upisuje se za svaku komoru zasebno	1	
4.6	Interni naziv klima komore	Multimedijalna dvorana	
4.6.1	Kondicionirani prostor (opis, kat, ostalo)	Multimedijalna dvorana za prizemlje	
4.6.2	Proizvođač klima komore	ProKLIMA	
4.6.3	Tip (model) klima komore	KU4D	
4.6.4	Projektni nazivni protok zraka u tlačnom kanalu [ $m^3/h$ ]	3.500 (1.750)	
4.6.5	Projektni nazivni protok zraka u odsisnom kanalu [ $m^3/h$ ]	3.500 (1.750)	
4.6.6	Godina ugradnje / proizvodnje klima komore	2000.	
4.6.7	Volumen kondicioniranog prostora [ $m^3$ ]	486,35 $m^3$	
4.6.8	Broj izmjena zraka [ $h^{-1}$ ]	7,196	
4.6.9	Obrada zraka	<input checked="" type="checkbox"/> grijanje – vodenii grijajč <input type="checkbox"/> grijanje – električni grijajč <input type="checkbox"/> grijanje – parni grijajč <input type="checkbox"/> grijanje – direktna ekspanzija radne tvari <input checked="" type="checkbox"/> hlađenje – vodenii hladnjak <input type="checkbox"/> hlađenje – direktna ekspanzija radne tvari <input type="checkbox"/> adijabatsko hlađenje <input type="checkbox"/> ovlaživanje - vodom <input checked="" type="checkbox"/> ovlaživanje – parom <input checked="" type="checkbox"/> odvlaživanje <input type="checkbox"/> ostalo	<input type="checkbox"/> grijanje – vodenii grijajč <input type="checkbox"/> grijanje – električni grijajč <input type="checkbox"/> grijanje – parni grijajč <input type="checkbox"/> grijanje – direktna ekspanzija radne tvari <input type="checkbox"/> hlađenje – vodenii hladnjak <input type="checkbox"/> hlađenje – direktna ekspanzija radne tvari <input type="checkbox"/> adijabatsko hlađenje <input type="checkbox"/> ovlaživanje - vodom <input type="checkbox"/> ovlaživanje – parom <input type="checkbox"/> odvlaživanje <input type="checkbox"/> ostalo
4.6.10	Toplinski učin grijajča [kW]	38,2	
4.6.11	Rashladni učin hladnjaka [kW]	24,0	
4.6.12	Sustav povrata topline	<input checked="" type="checkbox"/> povrat osjetne topline <input type="checkbox"/> povrat osjetne i latentne topline <input type="checkbox"/> nema	<input checked="" type="checkbox"/> povrat osjetne topline <input type="checkbox"/> povrat osjetne i latentne topline <input type="checkbox"/> nema

**8. IEC – INFORMACIJSKI SUSTAV ZA IZRADU ENERGETSKIH CERTIFIKATA**

	Upisuje se za svaku komoru zasebno	1	2
4.6.13	Vrsta sustava povrata topline	<input checked="" type="checkbox"/> pločasti rekuperator <input type="checkbox"/> rekuperator s posrednim medijem <input type="checkbox"/> rekuperator s toplinskim cijevima <input type="checkbox"/> rotacijski regenerator <input type="checkbox"/> ostalo	<input checked="" type="checkbox"/> pločasti rekuperator <input type="checkbox"/> rekuperator s posrednim medijem <input type="checkbox"/> rekuperator s toplinskim cijevima <input type="checkbox"/> rotacijski regenerator <input type="checkbox"/> ostalo
4.6.14	Stupanj povrata osjetne topline [%]	63,0 % ljeti 70,3 % zimi	
4.6.15	Stupanj povrata latentne topline [%]	–	
4.6.16	Regulacija ventilatora	<input checked="" type="checkbox"/> konstantni broj okretaja <input type="checkbox"/> frekventna regulacija	<input type="checkbox"/> konstantni broj okretaja <input type="checkbox"/> frekventna regulacija
4.6.17	Električna snaga tlačnog ventilatora [kW]	1,8 (0,5)	
4.6.18	Električna snaga odsisnog ventilatora [kW]	1,2 (0,35)	
4.6.19	Kategorija SFP za klima komoru (SFP 1 – SFP 7)	SFP6	
4.6.20	Tip filtra	kazetni	
4.6.21	Klasa filtera	G4	
4.6.22	Stanje filtera	<input checked="" type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno	<input type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno
4.6.23	Klasifikacija propuštanja klima komore prema koeficijentu prolaska topline - HRN EN 1886 (T1 – T5)	T5	
4.6.24	Klasa propuštanja klima komore – HRN EN 1886 (L1 – L3)	L3	
4.6.25	Nepropusnost klima komore (vizualni pregled)	<input checked="" type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno	<input type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno
4.6.26	Stanje toplinske izolacije kanalnog razvoda (vizualni pregled)	<input checked="" type="checkbox"/> primjereno stanje <input type="checkbox"/> dotrajala / oštećena <input type="checkbox"/> nema	<input type="checkbox"/> primjereno stanje <input type="checkbox"/> dotrajala / oštećena <input type="checkbox"/> nema
4.6.27	Nepropusnost kanalnog razvoda (vizualni pregled)	<input checked="" type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno	<input type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno
4.6.28	Regulacija sustava	<input type="checkbox"/> ručno <input type="checkbox"/> automatski <input checked="" type="checkbox"/> automatski prema potrebi <input checked="" type="checkbox"/> centralni nadzor i upravljanje <input type="checkbox"/> ostalo	<input checked="" type="checkbox"/> ručno <input type="checkbox"/> automatski <input type="checkbox"/> automatski prema potrebi <input type="checkbox"/> centralni nadzor i upravljanje <input type="checkbox"/> ostalo
4.6.29	Stanje elemenata za distribuciju i odsis zraka	<input checked="" type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno	<input type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno
4.6.30	Mjesto / položaj ugradnje elemenata za distribuciju i odsis zraka	<input checked="" type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno	<input type="checkbox"/> primjereno <input type="checkbox"/> neprimjereno
4.6.31	Zaključne napomene o sustavu prisilne ventilacije	Parno odvlaživanje postoji, ali ne radi! Tlačni i odsisni ventilatori su dvobrzinski i uglavnom rade na nižoj brzini, jer je buka u prostoru prevelika kad rade na višoj brzini odnosno kad dobavljaju protok zraka od 3.500 m <sup>3</sup> /h	

4.7	PREPORUKE	
4.7.1	Jednostavne mjere poboljšanja energetske učinkovitosti	
Mjera 1:		
Mjera 2:		
Mjera 3:		
...		
4.7.2	Složene mjere poboljšanja energetske učinkovitosti koje uključuju veće zahvate i zamjenu opreme	
Mjera 1:	Ugradnja novog tlačnog i odsisnog ventilatora s frekventnom regulacijom bolje kategorije SFP	
Mjera 2:		
Mjera 3:		
...		
4.7.3	Detaljnije informacije	–
4.7.4	Obveza provođenja redovitog pregleda	<input checked="" type="checkbox"/> 10 godina
4.7.5	Datum izdavanja Izvješća o redovitom pregledu	28.09.2016.
4.7.6	Datum važenja Izvješća o redovitom pregledu	28.09.2026.
4.7.7	Vlastoručni potpis	<i>Ivan Horvat</i>

## 9. PRILOZI METODOLOGIJI

### 9.1. Upitnik za prikupljanje podataka o energetskim svojstvima stambenih zgrada

Predložak priložen u XLS verziji.

### 9.2. Upitnik za prikupljanje podataka o energetskim svojstvima nestambenih zgrada

Predložak priložen u XLS verziji.

### 9.3. Faktori primarne energije i emisija CO<sub>2</sub>

Tablično su dani faktori primarne energije i faktori emisija CO<sub>2</sub>.

Tablica 9-1 Faktori primarne energije i emisija CO<sub>2</sub>

Energent	Faktor primarne energije [-]	Emisija CO <sub>2</sub> [kg CO <sub>2</sub> /GJ]	Emisija CO <sub>2</sub> [kg CO <sub>2</sub> /MWh]
Kameni ugljen	1,0381	95,49	343,78
Mrki ugljen	1,0540	98,09	353,14
Lignit	1,0814	105,13	378,48
Ogrjevno drvo	1,0000	8,08	29,09
Drveni briketi	1,0000	9,10	32,76
Drveni peleti	0,123	9,56	34,4
Drvena sječka	0,154	11,76	42,35
Drveni ugljen	1,000	7,27	26,17
Sunčeva energija	0,000	0,00	0,00
Geotermalna energija	0,000	0,00	0,00
Prirodni plin	1,095	61,17	220,20
UNP	1,160	72,47	260,88
Petrolej	1,033	73,54	264,73
Ekstra lako loživo ulje	1,138	83,21	299,57
Loživo ulje	1,130	86,20	310,31
Električna energija	1,614	65,22	234,81
Daljinska toplina	Hrvatska prosjek	1,494	100,69
	CTS ZG+OS (kogeneracija)	1,466	97,59
	KO – prosjek za HR	1,597	109,57
	CTS ZG (kogeneracija)	1,462	96,05
	CTS OS (kogeneracija)	1,478	110,15
	KO – prosjek za ZG	1,559	107,86
	KO – prosjek za OS	1,529	93,66
	KO – prosjek za RI	1,569	106,84
	KO – prosjek za Sl. Brod	1,385	100,12
	KO – prosjek za Split	1,540	132,48
	KO – prosjek za KA	1,434	115,77
	KO – prosjek za VŽ	1,489	91,27
	KO – prosjek za Vinkovce	1,442	103,52
	KO – prosjek za Vukovar	1,363	86,00
	KO – prosjek za Sisak	2,419	148,13
	KO – prirodni plin	1,350	82,74
	KO – loživo ulje	1,444	124,41
	KO – ekstra lako loživo ulje	1,429	118,87
			427,94

Navedeni faktori primarne energije i faktori emisija CO<sub>2</sub> se koriste isključivo za izračun primarne energije i godišnje emisije CO<sub>2</sub> u svrhu izrade energetskog certifikata i *Izvješća o provedenom energetskom pregledu zgrade*.

**PRIMJER 9.1: Određivanje ukupne primarne energije na temelju poznate stvarne konačne potrošnje energije za potrebe obiteljske kuće**

Za potrebe obiteljske kuće godišnje se troši:

- 2.789 kWh električne energije,
- 18.160,23 kWh prirodnog plina i
- 110 m<sup>3</sup> vode.

Potrebno je odrediti ukupnu primarnu energiju i pripadajuću emisiju CO<sub>2</sub>?

Primarna energija za pojedinu vrstu energenta se dobiva množenjem konačne energije s pripadajućim faktorom primarne energije.

Obiteljska kuća - izračun godišnje primarne energije za konačnu potrošnju energije	Godišnja potrošnja energije [kWh/god.]	Faktor primarne energije [-]	Godišnja primarna energija [kWh/god.]
Električna energija	2.789,00	1,614	4.501,45
Prirodni plin	18.160,23	1,095	19.885,45
<b>UKUPNO:</b>			<b>24.386,90</b>

Godišnja emisija CO<sub>2</sub> za pojedinu vrstu energenta i vode se dobiva množenjem konačne energije s pripadajućim faktorom emisije CO<sub>2</sub>.

Obiteljska kuća - izračun godišnje emisije CO <sub>2</sub> za stvarnu potrošnju energije i vode	Jedinica	Godišnja potrošnja [jedinica/god.]	Godišnja potrošnja energije [kWh/god.]	Faktor emisije CO <sub>2</sub> [kg CO <sub>2</sub> /MWh]	Godišnja emisija CO <sub>2</sub> [kg/god.]
Električna energija	kWh	2.789,00	2.789,00	234,81	654,89
Prirodni plin	m <sup>3</sup>	1.961,00	18.160,23	220,20	3.998,88
Voda	m <sup>3</sup>	110,00	X	0,955 · 234,81 = 224,24	24,67
<b>UKUPNO:</b>					<b>4.678,43</b>

Kod većih iznosa, odnosno kod zgrada s većom potrošnjom energije i vode, godišnja emisija CO<sub>2</sub> se uobičajeno izražava u tonama.

## 9.4. Pretvorbeni faktori za energiju

Fizika definira energiju kao sposobnost tijela da izvrši nekakav rad.

Osnovna jedinica za energiju je J nazvana prema engleskom fizičaru Jamesu Prescottu Jouleu. Energija od 1 J je djelovanje snage od jednog 1 W u trajanju od 1 sekunde ( $1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}$ ).

U zgradarstvu se kao uobičajena jedinica za energiju koristi jedinica **kWh**.

Tablica 9-2 Pretvorbeni faktori za energiju

	kcal	kJ	kWh	kgoe <sup>6</sup>
1 kcal	1	4,1868	$1,163 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$
1 kJ	0,2388	1	$2,7778 \cdot 10^{-4}$	$2,3885 \cdot 10^{-5}$
1 kWh	859,845	<b>3.600</b>	1	$85,9845 \cdot 10^{-3}$
1 kgoe	10.000	41.868	11,63	1

Prefiksi		
k	kilo	$10^3$
M	mega	$10^6$
G	giga	$10^9$
T	tera	$10^{12}$
P	peta	$10^{15}$
E	eksa	$10^{18}$

---

<sup>6</sup> kgoe – kg of oil equivalent – kg ekvivalentne nafte

## 9.5. Projektne vrijednosti toplinske provodljivosti za neke toplinsko-izolacijske materijale

Projektne vrijednosti toplinske provodljivosti za neke toplinsko izolacijske materijale,  $\lambda$  [W/(m·K)], približne vrijednosti faktora otpora difuziji vodene pare  $\mu$  (-) uzimaju se iz važećeg Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama.

<b>SPECIJALNI TOPLINSKO IZOLACIJSKI MATERIJALI</b>				
TRANSPARENTNA TOPLINSKA IZOLACIJA	Toplinska izolacija (polikarbonat i sl.) koja omogućava prijem sunčeve energije i prijenos u zgradu, a istovremeno sprečava kao i obična toplinska izolacija gubitke topline iz zgrade. Posebno je korisna za izoliranje južnog fasadnog zida. Presjek materijala transparentne izolacije sadrži sitne kapilarne cijevi koje idu poprečno s jedne na drugu stranu ploče. Postavljanjem u presjek vanjskog zida stvara se gusta mreža kanala koji omogućuju prodror sunčevih zraka i time grijanje masivnih dijelova zidova. Na ovaj način akumulirana toplina koristi se za zagrijavanje prostora, pri čemu se učinak može dodatno pojačati postavljanjem izo-stakla i toplinske rolete u zračni sloj ispred transparentne izolacije.			
VAKUUMSKA TOPLINSKA IZOLACIJA	Kod konvencionalne toplinske izolacije se dobra izolacijska svojstva postižu uz pomoć zraka koji se nalazi u poroznom materijalu. Ako odstranimo zrak iz materijala, izolacijska svojstva se povećavaju zbog vakuma. Za to se koriste stisнутa staklena vlakna, polistirenska pjena i sl. Vakuumská izolacija radi se u modularnim panelima, a zbog izuzetnih izolacijskih svojstava potrebne su znatno manje debljine od konvencionalne toplinske izolacije za ista toplinska svojstva. Ova je izolacija još uvijek vrlo skupa i primjenjuje se najviše kod sanacija objekata gdje nije moguće ugraditi veće debljine izolacije zbog npr. spomeničke vrijednosti zgrade.			
AEROGEL NANOGL	Aerogel je izuzetan materijal, još uvijek u eksperimentalnoj primjeni u graditeljstvu, nalik smrznutom dimu koji ima najvišu vrijednost toplinske izolacije, najnižu gustoću, najnižu provodljivost zvuka, najniži indeks loma svjetlosti i najnižu dielektričnu konstantu od svih danas poznatih čvrstih materijala. Izuzetno lagana kruta pjena, nastaje iz gela (silicij, aluminij, krom kositar ili ugljik) u kojem se tekuća komponenta zamjenjuje plinovitom (zrak ili vakuum). Krute rešetkaste strukture molekula, ali lomljiv na pritisak. Moguće su različiti stupnjevi transparentnosti, a najčešće je polutransparentan. Vatrootporan. Higroskopan. Izuzetno dobar toplinski izolator jer gotovo u potpunosti sprečava sva tri mehanizma prijenosa topline: zrak ne može strujati kroz strukturu materijala (konvekcija), kao materijal slabo provodi toplinu (kondukcija), a ako sadrži ugljik koji apsorbira IC zračenje ne prenosi toplinu (zračenje). Rezultati eksperimentalne primjene aerogela u graditeljstvu pokazuju kako će to biti najlakši građevinski materijal i izuzetno kvalitetna sirovina za proizvodnju izolacijskih materijala. Zbog visoke transparentnosti imat će značajnu ulogu i u proizvodnji prozora i vrata, ostakljenih stijena i svjetlarnika.			
	1 – mg/cm <sup>3</sup>	1,9	0,004 – 0,03	

## 9.6. Vrste i tehničke karakteristike ostakljenja

VRSTE I TEHNIČKE KARAKTERISTIKE OSTAKLJENJA				
OSTAKLJENJE	TEHNIČKI OPIS	DEBLJINE STAKLA PO SLOJEVIMA [mm]	PRIBLIŽNA POVRŠINSKA TEMP. [°C]	KOEF. PROLASKA TOPLINE $U$ [W/m <sup>2</sup> K]
JEDNOSTRUKO OSTAKLJENJE	jednostruko staklo	6	- 2,00	5,80
DVOSTRUKO IZO STAKLO	dvostruko izo staklo	4/12/4	8,00	3,00
DVOSTRUKO TOPLINSKO IZOLACIJSKO STAKLO LE $\epsilon = 0,16$	dvostruko izo staklo s metalnom folijom	4/14/4	12,0	1,60
DVOSTRUKO TOPLINSKO IZOLACIJSKO STAKLO Ar, LE $\epsilon = 0,1$	dvostruko izo staklo s ispunom od argona i metalnom folijom	4/16/4	14,00	1,20-1,50
TROSTRUKO TOPLINSKO IZOLACIJSKO STAKLO Kr, LE $\epsilon = 0,1 - 0,05$	trostruko izo staklo s ispunom od kriptona i dvije met. folije	4/8/4/8/4 4/10/4/10/4	17,00 18,00	0,70-0,80 0,50-0,60
DVOSTRUKO TOPLINSKO I ZVUČNO IZOLACIJSKO STAKLO SF <sub>6</sub> , Ar, LE $\epsilon = 0,1$	dvostruko izo staklo s ispunom plinovima za povećanje topl. i zv. izolacije i s met. folijom	6/16/4	14,00 13,00	1,30-1,50 1,50-2,00
DVOSTRUKO TOPLINSKO I ZVUČNO IZOLACIJSKO STAKLO SF <sub>6</sub> , Ar, LE $\epsilon = 0,1$	dvostruko izo staklo s laminiranim stakлом izvana i ispunom plinovima za povećanje toplinske i zvučne izolacije te s met. folijom	LAM 9/16/6	13,00	1,60-1,80
DVOSTRUKO TOPLINSKO I ZVUČNO IZOLACIJSKO STAKLO SF <sub>6</sub> , LE $\epsilon = 0,1$	dvostruko izo staklo s lam. stakлом izvana i iznutra i ispunom plinovima za pov. zvučne izolacije te s met. folijom	LAM12/20/LAM10	11,00	2,00-2,20
DVOSTRUKO STAKLO SA ZAŠTITOM OD SUNCA Ar, LE $\epsilon = 0,1$	dvostruko izo staklo s ispunom od argona i metalnom folijom	6/12/6	14,00	1,50-1,60

 $\theta_i = 20^\circ\text{C}$  $\theta_e = -5^\circ\text{C}$

## 9.7. Koeficijenti prolaska topline za karakteristične građevne dijelove

VANJSKI ZID, PREMA GARAŽI ILI TAVANU			VANJSKI ZID S TOPLINSKOM IZOLACIJOM I ZAVRŠNOM ŽBUKOM (ETICS SUSTAV, kama vuna)						
Materijal	d [cm]	U [W/m <sup>2</sup> K]	d=8 cm	d=10 cm	d=12 cm	d=14 cm	d=16 cm	d=18 cm	d=20 cm
			U, [W/m <sup>2</sup> K]						
<b>KARAKTERISTIČNO ZA RAZDOBLJE DO 1940.g. KONTINENTALNA HRVATSKA</b>			<b>POBOLJŠANJE</b>						
Puna opeka (obostrano ožbukana)	30	1,89	0,41	0,35	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19
	45	1,40	0,38	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18
	60	1,16	0,36	0,31	0,27	0,24	0,21	0,19	0,18
	80	0,87	0,33	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17
<b>KARAKTERISTIČNO ZA RAZDOBLJE DO 1940.g. PRIMORSKA HRVATSKA</b>			<b>POBOLJŠANJE</b>						
Kamen (obostrano ožbukan)	30	2,51	0,44	0,36	0,31	0,27	0,24	0,21	0,19
	50	1,85	0,41	0,34	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19
	65	1,54	0,39	0,33	0,29	0,25	0,23	0,20	0,18
	80	1,32	0,38	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18
Kamen (iznutra ožbukan)	30	2,53	0,44	0,36	0,31	0,27	0,24	0,21	0,19
	50	1,86	0,41	0,34	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19
	65	1,53	0,39	0,33	0,29	0,25	0,23	0,20	0,18
	80	1,33	0,38	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18
<b>KARAKTERISTIČNO ZA RAZDOBLJE POSLIJE 1940.g</b>			<b>POBOLJŠANJE</b>						
Puna opeka (obostrano ožbukana)	30	1,89	0,41	0,35	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19
Armirani beton (iznutra ožbukan 1,5 cm)	16/20/25	4,05/3,82/3,56	0,46	0,38	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20
	30/40/50	3,33/2,95/2,65	0,45	0,37	0,32	0,27	0,24	0,21	0,19
Betonski bloketi (obostrano žbukani)	25	1,61	0,40	0,34	0,29	0,25	0,23	0,20	0,19
<b>KARAKTERISTIČNO ZA RAZDOBLJE POSLIJE 1970.g.</b>			<b>POBOLJŠANJE</b>						
Šuplja opeka (obostrano ožbukana)	25	1,62	0,40	0,34	0,29	0,25	0,23	0,20	0,19
	35	1,21	0,37	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18

VANJSKI ZID, PREMA GARAŽI ILI TAVANU			VANJSKI ZID S TOPLINSKOM IZOLACIJOM I ZAVRŠNOM ŽBUKOM (ETICS SUSTAV, kamaena vuna)						
Materijal	d [cm]	U [W/m <sup>2</sup> K]	d=8 cm	d=10 cm	d=12 cm	d=14 cm	d=16 cm	d=18 cm	d=20 cm
			U, [W/m <sup>2</sup> K]						
<b>KARAKTERISTIČNO ZA RAZDOBLJE OD 1970.g. DO 2006.g.</b>			<b>POBOLJŠANJE</b>						
Šuplja opeka 29 cm s termoizolacijskom žbukom 4 cm	35	0,86	0,32	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17
Šuplja opeka 29 cm s tankoslojnom fasadom (4-6 cm) i 0,8 cm - DEMIT	36	0,55	0,36	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17
Sendvič zid: armirani beton 15 cm toplinska izolacija 3 cm i fasadna opeka 12 cm	30	1,13	0,36	0,31	0,27	0,24	0,21	0,19	0,18
Sendvič zid: šuplja opeka 19 cm, toplinska izolacija 5 cm i fasadna opeka 12 cm	40	0,47	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15
Sendvič zid: šuplja opeka 29 cm, toplinska izolacija 5 cm i fasadna opeka 12 cm	48	0,44	0,33	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17
Sendvič zid s ventiliranom šupljinom: šuplja opeka 19 cm, toplinska izolacija 3 cm, ventilirana šupljina 3 cm, fasadna opeka 12 cm *dodatnu toplinsku izolaciju izvesti prije ventilirane šupljine	40	0,84	0,29	0,25	0,22	0,19	0,18	0,16	0,15
Sendvič zid s ventiliranom šupljinom: šuplja opeka 29 cm, toplinska izolacija 3 cm, ventilirana šupljina 3 cm, fasadna opeka 12 cm *dodatnu toplinsku izolaciju izvesti prije ventilirane šupljine	47	0,65	0,34	0,29	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17
Sendvič zid s ventiliranom šupljinom: armirani beton 15 cm, toplinska izolacija 3 cm, ventilirana šupljina 3 cm, armirani beton 5 cm *dodatnu toplinsku izolaciju izvesti prije ventilirane šupljine	23	1,52	0,35	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17
Zidovi od laganog betona (porobeton) obostrano ožbukan	20	1,22	0,37	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18
	25	0,99	0,34	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17

POD NA TLU			POD NA TLU TOPLINSKI IZOLIRAN						
Materijal	d [cm]	U [W/m <sup>2</sup> K]	d=8 cm	d=10 cm	d=12 cm	d=14 cm	d=16 cm	d=18 cm	d=20 cm
			U, [W/m <sup>2</sup> K]						
KARAKTERISTIČNA VANJSKA OVOJNICA DO 1970.g.			POBOLJŠANJE						
Pod na tlu	17	2,67	0,42	0,35	0,30	0,26	0,23	0,20	0,19
KARAKTERISTIČNA VANJSKA OVOJNICA OD 1970.g. DO 2006.g.									
Pod na tlu + t.i. 3 cm	20	0,89	0,42	0,35	0,30	0,26	0,23	0,20	0,19

ZID PREMA NEGRIJANOM STUBIŠTU			TOPLINSKI IZOLIRAN ZID PREMA NEGRIJANOM STUBIŠTU						
Materijal	d [cm]	U [W/m <sup>2</sup> K]	d=8 cm	d=10 cm	d=12 cm	d=14 cm	d=16 cm	d=18 cm	d=20 cm
			U, [W/m <sup>2</sup> K]						
KARAKTERISTIČNA VANJSKA OVOJNICA DO 1970.g.			POBOLJŠANJE						
Puna opeka (obostrano ožbukana)	30	1,64	0,40	0,33	0,29	0,25	0,23	0,20	0,19
Šuplja opeka (obostrano ožbukana)	25	1,42	0,40	0,34	0,29	0,25	0,23	0,20	0,19
Armirani beton (obostrano ožbukan 1,5 cm)	16/20/25	2,97/2,84/2,70	0,46	0,38	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20
	30/40/50	2,56/2,33/2,14	0,45	0,37	0,32	0,27	0,24	0,21	0,19

VANJSKI ZID PREMA TERENU			VANJSKI ZID PREMA TERENU TOPLINSKI IZOLIRAN						
Materijal	d [cm]	U [W/m <sup>2</sup> K]	d=8 cm	d=10 cm	d=12 cm	d=14 cm	d=16 cm	d=18 cm	d=20 cm
			U, [W/m <sup>2</sup> K]						
KARAKTERISTIČNA VANJSKA OVOJNICA DO 1970.g.			POBOLJŠANJE IZVEDBOM T.I. OD XPS-a						
Armirani beton	16/20/25	5,21/4,83/4,42	0,35	0,28	0,24	0,21	0,18	0,16	0,15
	30/40/50	4,08/3,52/3,11	0,34	0,28	0,23	0,20	0,18	0,16	0,14
Puna opeka	60	1,15	0,28	0,24	0,21	0,18	0,16	0,15	0,12
	80	0,89	0,26	0,22	0,20	0,17	0,16	0,14	0,13
KARAKTERISTIČNA VANJSKA OVOJNICA OD 1980. (1987.) g. DO 2006.g.			POBOLJŠANJE IZVEDBOM T.I. OD XPS-a						
Beton s toplinskom izolacijom 5 cm i obzidom od opeke 6 cm	37	0,50	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12

STROP PREMA NEGRIJANOM TAVANU ILI PODRUMU			STROP PREMA NEGRIJANOM TAVANU TOPLINSKI IZOLIRAN							
Materijal	d [cm]	U [W/m <sup>2</sup> K]	d=8 cm	d=10 cm	d=12 cm	d=14 cm	d=16 cm	d=18 cm	d=20 cm	
			U, [W/m <sup>2</sup> K]							
KARAKTERISTIČNO ZA RAZDOBLJE DO 1940.g			POBOLJŠANJE							
Drveni strop 40 cm s ispunom od pjeska ili šute, obloga od punih opečnih elemenata 6 cm	50	1,16	0,33	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18	0,16	
Strop od punih opečnih elemenata 25 cm	35	1,46	0,38	0,32	0,28	0,24	0,22	0,20	0,18	
KARAKTERISTIČNO ZA RAZDOBLJE DO 1970.g			POBOLJŠANJE							
Sitnorebričasti strop d ploče=6 cm, huk=40 cm	40	4,20	0,44	0,36	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19	
KARAKTERISTIČNO ZA RAZDOBLJE DO 1980. (1987.) g			POBOLJŠANJE							
Opečni elementi 14 cm + betonska ploča 6 cm	22	1,66	0,38	0,32	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	
Beton 16 cm, iznutra ožbukan	18	3,55	0,43	0,35	0,30	0,26	0,23	0,20	0,18	

STROP IZNAD VANJSKOG PROSTORA			STROP PREMA OTVORENOM PROSTORU TOPLINSKI IZOLIRAN							
Materijal	d [cm]	U [W/m <sup>2</sup> K]	d= 8 cm	d= 10 cm	d= 12 cm	d= 14 cm	d= 16 cm	d= 18 cm	d= 20 cm	
			U, [W/m <sup>2</sup> K]							
KARAKTERISTIČNA VANJSKA OVOJNICA OD 1940.g. DO 1980. (1987.) g.			POBOLJŠANJE							
Opečni elementi 14 cm + betonska ploča 6 cm	29	1,41	0,38	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18	
Armirani beton 16 cm	25	2,19	0,42	0,35	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19	
KARAKTERISTIČNA VANJSKA OVOJNICA OD 1980. (1987.) g. DO 2008.g.			POBOLJŠANJE							
Opečni elementi 14 cm + betonska ploča 6 cm + t.i. 3 cm	32	0,68	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,16	

STROP IZMEĐU STANOVA			STROP IZMEĐU STANOVA TOPLINSKI IZOLIRAN						
Materijal	d [cm]	U [W/m <sup>2</sup> K]	d = 2cm	d= 4 cm	d= 6 cm	d= 8 cm	d= 10 cm	d= 12 cm	d= 14 cm
			U, [W/m <sup>2</sup> K]						
KARAKTERISTIČNA VANJSKA OVOJNICA			POBOLJŠANJE						
Opečni elementi 14 cm + betonska ploča 6 cm + EPS 2 cm	29 cm	1,30	0,72	0,52	0,41	0,34	0,29	0,25	0,22
Armirani beton 16 cm + EPS 2 cm	25	1,94	0,88	0,61	0,46	0,37	0,31	0,27	0,24

KOSI KROV (STAMBENI PROSTOR ISPOD KROVA)			KOSI KROV (STAMBENI PROSTOR ISPOD KROVA) TOPLINSKI IZOLIRAN						
Materijal	d [cm]	U [W/m <sup>2</sup> K]	d= 8 cm	d=10 cm	d= 12 cm	d= 14 cm	d= 16 cm	d= 18 cm	d= 20 cm
			U, [W/(m <sup>2</sup> K)]						
KARAKTERISTIČNA VANJSKA OVOJNICA OD 1970.g.			POBOLJŠANJE						
Drvene grede ispunjene t.i. 5 cm	7,5	0,63	0,27	0,24	0,21	0,19	0,18	0,16	0,15
KARAKTERISTIČNO ZA RAZDOBLJE OD 1970.g.			POBOLJŠANJE						
Opečni elementi + betonska ploča	d= 20 cm (14+6)	1,92	0,40	0,33	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18
Beton iznutra ožbukan	16	4,05	0,44	0,36	0,30	0,26	0,23	0,20	0,18

RAVNI KROV (STAMBENI PROSTOR ISPOD KROVA)			KOSI KROV (STAMBENI PROSTOR ISPOD KROVA) TOPLINSKI IZOLIRAN						
Materijal	d [cm]	U [W/m <sup>2</sup> K]	d = 8 cm	d =10 cm	d= 12 cm	d= 14 cm	d= 16 cm	d= 18 cm	d= 20 cm
			U, [W/(m <sup>2</sup> K)]						
KARAKTERISTIČNO ZA RAZDOBLJE OD 1940.g.			POBOLJŠANJE						
Montažna ploča 20 cm, t.i. 3 cm, cementni estrih i h.i.	32	0,76	0,30	0,26	0,23	0,20	0,18	0,17	0,16
Betonska ploča 16 cm, t.i. 3 cm, cementni estrih i h.i.	28	0,96	0,32	0,28	0,24	0,22	0,19	0,18	0,16

PROZORI	OKVIR	OSTAKLJENJE						
		do 1970.g.		do 1987.g.		do 2006.g.	od 2006.g.	
Materijal		1-struko ostakljenje (4 mm) bez brtvlijenja	2 x 1-struko ostakljenje (4 mm) 2 doprozornika d=30 cm bez brtvlijenja	2-struko obično ostakljenje (4/6-8/4 mm) bez brtvlijenja	3-struko obično ostakljenje bez brtvlijenja (4/6-8/4/6-8/4 mm)	2-struko izolacijsko staklo (4/10-16/4 mm) i 2-strukim brtvlijenjem	2-struko izolacijsko staklo (4/16/4 mm) s plinovitim punjenjem, lowe premazom i 3-strukim brtvlijenjem	3-struko izolacijsko staklo (4/16/4/16/4 mm) s plinovitim punjenjem, lowe premazom i 3-strukim brtvlijenjem
	d [cm]	U [W/m <sup>2</sup> K]	5,7	5,7	3,4	2,3	2,4 – 2,1	1,1
Drveni okvir	5	2,9	5,2	3,6	2,9	2,6	-	-
	7	2,4	-	-	-	-	2,2 – 2,0	1,4 – 1,0
Drvo aluminij s poliuretanom 4 cm	11	0,5	-	-	-	-	-	1,3
Metalni okvir bez prekinutog toplinskog mosta	5	5,9	5,9	3,1	4,0	3,2	-	-
Metalni okvir s prekinutim toplinskim mostom	5	3,4	5,9	2,7	3,2	2,6	2,5	1,7
PVC okvir	5-8	2,2-2,0	-	-	3,2	2,4	2,2 – 2,0	-
	10	1,4	-	--	-	-	-	1,4
								1,0 - 0,8

