

URED M3 j.d.o.o

Jovinovačka 24
10000 Zagreb
OIB: 13977987823
uredm3@gmail.com

INVESTITOR: ADORO VRATA d.o.o.
Buzinska cesta 52, 10010 Zagreb
OIB: 98931889409

TD: 21-2016

ZOP: 1603

GRAĐEVINA:

**DOGRADNJA PROIZVODNE GRAĐEVINE
IZMJENE I DOPUNE U TIJEKU GRADNJE
Zagreb, Kanalska cesta 36, k.č.br. 180/1, k.o. Brezovica**

ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM

Projektant:

Marko Matijević, dipl.ing.stroj.

Suradnik:

Luka Pavlić, bacc.mech.ing.

Glavni projektant:

Miroslav Filipović, dipl.ing.arh.

Direktor:

Marko Matijević, dipl.ing.stroj.

Zagreb, lipanj 2016.

0.0. OPĆI PRILOZI

0.1. SADRŽAJ

0.0. OPĆI PRILOZI

- 0.1. Sadržaj
- 0.2. Popis knjiga glavnog projekta
- 0.3. Rješenje o registraciji tvrtke
- 0.4. Rješenje o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera strojarstva

1.0. KATALOG TIPSKIH RJEŠENJA

INVESTITOR: **ADORO VRATA d.o.o.**
Buzinska c. 52.
10010 Zagreb
OIB: 98931889409

GRAĐEVINA: **DOGRADNJA PROIZVODNE GRAĐEVINE**
IZMJENE I DOPUNE U TIJEKU GRADNJE
k.č. br. 180/1 k.o Brezovica
Zagreb, Kanalska 36

ZAJEDNIČKA OZNAKA
PROJEKTA: **1603**

- Mapa 1. ARHITEKTONSKI PROJEKT
ARHITEKTI FILIPOVIĆ d.o.o.
Miroslav Filipović dipl.ing.arh.
- Mapa 2. GEODETSKI PROJEKT
TRI-TOM d.o.o.
Marko Žunić dipl.ing.geod.
- Mapa 3. GRAĐEVINSKI PROJEKT - PROJEKT KONSTRUKCIJE
STATING d.o.o.
Miro Zadro dipl.ing.građ.
- Mapa 4. GRAĐEVINSKI PROJEKT - PROJEKT HIDROTEHNIČKIH INSTALACIJA
AVOKA-ING d.o.o.
Vedran Vrabec dipl. ing. građ.
- Mapa 5. ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT - INSTALACIJE JAKE I SLABE STRUJE
GRID d.o.o.
Ljubiša Žukina dipl.ing.el.
- Mapa 6. STROJARSKI PROJEKT - INSTALACIJA PLINA GRIJANJA VENTILACIJE
URED M3 j.d.o.o.
Marko Matijević dipl.ing.stroj.
- Mapa 7. ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT - SUSTAV ZA DOJAVU POŽARA
GRID d.o.o.
Ljubiša Žukina dipl.ing.el.

ELABORATI KOJI SU POSLUŽILI KAO PODLOGA ZA IZRADU GLAVNOG PROJEKTA:

ELABORAT ZAŠTITE OD POŽARA
FLAMIT d.o.o.
Martina Gajdek dipl.ing.arh.

ELABORAT ZAŠTITE NA RADU
FLAMIT d.o.o.
Martina Gajdek dipl.ing.arh.

GEOMEHANIČKO IZVJEŠĆE
PRIZMA d.o.o.
Simo Svirčev dipl.ing.građ.

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

MBS:080882523
Tt-13/26065-2

R J E Š E N J E

Trgovački sud u Zagrebu po sucu pojedincu Željki Bregeš u registarskom predmetu upisa u sudski registar osnivanja j.d.o.o. po prijedlogu predlagatelja URED M3 j.d.o.o. za projektiranje i usluge, Zagreb, Jovinovačka 24, 27.11.2013. godine

r i j e š i o j e

u sudski registar ovog suda upisuje se:

osnivanje jednostavnog društva s ograničenom odgovornošću

pod tvrtkom/nazivom URED M3 j.d.o.o. za projektiranje i usluge, sa sjedištem u Zagrebu, Jovinovačka 24, u registarski uložak s MBS 080882523, prema podacima naznačenim u prilogu ovoga rješenja ("Podaci za upis u glavnu knjigu sudskog registra"), koji je njegov sastavni dio.

TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

U Zagrebu, 27. studenoga 2013. godine



S U D A C

Željka Bregeš

Uputa o pravnom lijeku:

Pravo na žalbu protiv ovog rješenja ima sudionik ili druga osoba koja za to ima pravni interes. Žalba se podnosi u roku od 8 (osam) dana Visokom trgovačkom sudu Republike Hrvatske u dva primjerka, putem prvostupanjskog suda. Predlagatelj nema pravo žalbe.

TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU
Tt-13/26065-2

MBS: 080882523
Datum: 27.11.2013

PODACI ZA UPIS U GLAVNU KNJIGU SUDSKOG REGISTRA
(prilog uz rješenje)

Pod brojem upisa 1 za tvrtku URED M3 j.d.o.o. za projektiranje i usluge upisuje se:

SUBJEKT UPISA

TVRKA:

URED M3 j.d.o.o. za projektiranje i usluge

URED M3 j.d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

Zagreb (Grad Zagreb)
Jovinoваčka 24

PRAVNI OBLIK:

jednostavno društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

- * - stručni poslovi prostornog uređenja
- * - projektiranje, građenje, uporaba i uklanjanje građevina
- * - nadzor nad gradnjom
- * - poslovanje nekretninama
- * - posredovanje u prometu nekretnina
- * - kupnja i prodaja robe
- * - obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
- * - zastupanje inozemnih tvrtki
- * - pružanje usluga informacijskog društva
- * - proizvodnja električne energije
- * - prijenos električne energije
- * - distribucija električne energije
- * - opskrba električnom energijom
- * - trgovina električnom energijom
- * - proizvodnja plina
- * - opskrba plina
- * - skladištenje plina
- * - transport plina
- * - distribucija plina
- * - trgovina na veliko naftnim derivatima
- * - trgovina na malo naftnim derivatima
- * - skladištenje nafte i naftnih derivata
- * - trgovina na veliko ukapljenim naftnim plinom (UNP)
- * - trgovina na malo ukapljenim naftnim plinom (UNP)
- * - tehničko ispitivanje i analiza
- * - stručni poslovi zaštite okoliša
- * - certifikacija sustava kvalitete, zaštite okoliša
- * - izrada procjene opasnosti
- * - ispitivanje strojeva i uređaja s povećanim opasnostima, i ispitivanja u radnom okolišu



TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU
Tt-13/26065-2

MBS: 080882523
Datum: 27.11.2013

PODACI ZA UPIS U GLAVNU KNJIGU SUDSKOG REGISTRA
(prilog uz rješenje)

Pod brojem upisa 1 za tvrtku URED M3 j.d.o.o. za projektiranje i usluge upisuje se:

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

- * - provjera strojeva i uređaja, osobnih
zaštitnih sredstava i opreme
- * - stručni poslovi zaštite od požara
- * - stručni poslovi zaštite od buke

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

Marko Matijević, OIB: 05187892165
Zagreb, Milana Rešetara 18
- jedini osnivač j.d.o.o.

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

Marko Matijević, OIB: 05187892165
Zagreb, Milana Rešetara 18
- direktor
- zastupa društvo samostalno i neograničeno

TEMELJNI KAPITAL:
10,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:
Temeljni akt:

Izjava o osnivanju jednostavnog društva s ograničenom odgovornošću od 13.11.2012. godine.

U Zagrebu, 27. studenoga 2013.





REPUBLIKA HRVATSKA
HRVATSKA KOMORA
INŽENJERA STROJARSTVA

Klasa: UP/I-310-01/12-01/1751
Urbroj: 503-04-12-1
Zagreb, 07. studenog 2012. godine

Na temelju članka 103. stavaka 1. i 2. Zakona o arhitektonskim i inženjerskim poslovima i djelatnostima u prostornom uređenju i gradnji ("Narodne novine", br. 152/08) i članka 57. stavaka 1. i 3. Statuta Hrvatske komore inženjera strojarstva ("Narodne novine", br. 82/09), Odbor za upis Hrvatske komore inženjera strojarstva, rješavajući po Zahtjevu za upis MARKO MATIJEVIĆ, dipl.ing.stroj., MILANA REŠETARA 18, ZAGREB-SUSEDGRAD u Imenik ovlaštenih inženjera strojarstva Hrvatske komore inženjera strojarstva, donio je

RJEŠENJE
o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera strojarstva
Hrvatske komore inženjera strojarstva

1. U **Imenik ovlaštenih inženjera strojarstva HKIS** upisuje se **MARKO MATIJEVIĆ**, dipl.ing.stroj., MILANA REŠETARA 18, ZAGREB-SUSEDGRAD, pod rednim brojem **1751**, s danom upisa **06.11.2012.** godine.
2. Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera strojarstva, MARKO MATIJEVIĆ, dipl.ing.stroj. stječe pravo na uporabu strukovnog naziva "**ovlašteni inženjer strojarstva**" i može obavljati poslove projektiranja u svojstvu odgovorne osobe (projektanta i/ili glavnog projektanta) u okviru zadaće strojarske struke, te poslove stručnog nadzora građenja u svojstvu odgovorne osobe (nadzornog inženjera) u okviru zadaće strojarske struke u skladu s člancima 15. i 16. te s tim u vezi s člancima 60. i 62. Zakona o arhitektonskim i inženjerskim poslovima i djelatnostima u prostornom uređenju i gradnji, sve u okviru strukovnog smjera i strukovnih zadataka u skladu s člancima 71. i 72. Statuta Hrvatske komore inženjera strojarstva, te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.
3. Ovlašteni inženjer strojarstva poslove iz točke 2. ovoga Rješenja dužan je obavljati stvarno i stalno, te sukladno temeljnim načelima i pravilima struke koje treba poštivati ovlašteni inženjer strojarstva.
4. Ovlaštenom inženjeru strojarstva dodjeljuju se strukovni smjerovi: **skladištenje i prijenos plinovitih i tekućih tvari; grijanje, ventilaciju, klimatizaciju, rashladnu tehniku, pripremu i obradu vode; procesna i ostala postrojenja.**
5. Ovlaštenom inženjeru strojarstva HKIS izdaje "inženjersku iskaznicu" i "pečat", koji su trajno vlasništvo HKIS.
6. Ovlašteni inženjer strojarstva dobiva posredstvom HKIS policu osiguranja od profesionalne odgovornosti od odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje za razdoblje od godinu dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja uračunata je u članarinu ovlaštenog inženjera strojarstva.

7. Ovlašteni inženjer strojarstva dužan je plaćati HKIS članarinu i ostala davanja koja utvrde tijela HKIS, osim u slučaju mirovanja članstva, te pri prestanku članstva u HKIS podmiriti sve dospjele financijske obveze prema istima.
8. Ovlašteni inženjer strojarstva ima prava i dužnosti u skladu s člancima 79. do 86. Statuta Hrvatske komore inženjera strojarstva.
9. Podnositelj Zahtjeva za upis u Imenik ovlaštenih inženjera strojarstva HKIS uplatio je upisninu u iznosu od 2.000,00 kn (slovima: dvije tisuće kuna) u korist računa HKIS.

Obrazloženje

MARKO MATIJEVIĆ, dipl.ing.stroj., podnio je Zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera strojarstva HKIS.

Odbor za upis HKIS proveo je na sjednici održanoj 06.11.2012. godine postupak razmatranja dostavljenog potpunog Zahtjeva imenovanog za upis u Imenik ovlaštenih inženjera strojarstva HKIS u skladu s člancima 24. i 25. Pravilnika o upisima HKIS, te je ocijenio da imenovani u skladu s člankom 105. Zakona o arhitektonskim i inženjerskim poslovima i djelatnostima u prostornom uređenju i gradnji ("Narodne novine", broj 152/08.) i člankom 57. stavkom 3. Statuta HKIS ("Narodne novine", broj 82/09.), ispunjava uvjete za upis u Imenik ovlaštenih inženjera strojarstva HKIS.

Ovlašteni inženjer strojarstva upisom u Imenik ovlaštenih inženjera strojarstva HKIS stječe pravo na obavljanje poslova projektiranja u svojstvu odgovorne osobe (projektanta i/ili glavnog projektanta) u okviru zadaće strojarске struke te poslova stručnog nadzora građenja u svojstvu odgovorne osobe (nadzornog inženjera) u okviru zadaće strojarске struke sve u skladu s člancima 15. i 16. te s tim u vezi s člancima 60. i 62. Zakona o arhitektonskim i inženjerskim poslovima i djelatnostima u prostornom uređenju i gradnji ("Narodne novine", broj 152/08.), sve u okviru strukovnog smjera i strukovnih zadataka u skladu s člancima 71. i 72. Statuta HKIS ("Narodne novine", broj 52/09.), te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.

Ovlašteni inženjer strojarstva može poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja prema članku 19. stavku 1. Zakona o arhitektonskim i inženjerskim poslovima i djelatnostima u prostornom uređenju i gradnji ("Narodne novine", broj 152/08.) obavljati samostalno u vlastitom uredu, zajedničkom uredu, projektantskom društvu ili u drugoj pravnoj osobi registriranoj za tu djelatnost.

Ovlašteni inženjer strojarstva mora poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja prema članku 19. stavku 2. Zakona o arhitektonskim i inženjerskim poslovima i djelatnostima u prostornom uređenju i gradnji ("Narodne novine", broj 152/08.) obavljati stvarno i stalno, te sukladno temeljnim načelima i pravilima struke koje treba poštivati ovlašteni inženjer strojarstva.

Ovlašteni inženjer strojarstva, osim u slučaju mirovanja članstva, dobiva posredstvom HKIS policu osiguranja od profesionalne odgovornosti od odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje za razdoblje od godinu dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja uračunata je u članarinu ovlaštenog inženjera strojarstva.

Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera strojarstva HKIS imenovani stječe pravo na "pečat" i "inženjersku iskaznicu" koje mu izdaje HKIS, a koji su trajno vlasništvo HKIS.

Ovlašteni inženjer strojarstva ima prava i dužnosti u skladu s člancima 79. do 86. Statuta Hrvatske komore inženjera strojarstva.

Prava ovlaštenog inženjera strojarstva jesu: surađivati u radu svih tijela i radnih tijela Komore; birati i biti biran u tijela Komore; biti imenovan u radna tijela i tijela Komore; koristiti pravne i stručne usluge koje pruža Komora; prisustvovati seminarima, simpozijima i ostalim stručnim usavršavanjima, te susretima koje organizira Komora; pravo na stalno stručno usavršavanje i primanje Glasila Komore; pravo na pomoć i organiziranje obvezatnog osiguranja od odgovornosti; pravo na slobodno istupanje iz članstva Komore; podnošenje zahtjeva za pokretanje stegovnog postupka; podnošenje prigovora na rad pojedinih tijela Komore; davanje prijedloga za donošenje novih te za izmjene i dopune akata Komore; podnošenje zahtjeva za mirovanje članstva u Komori.

Dužnosti ovlaštenog inženjera strojarstva jesu: poštovanje Statuta, Kodeksa strukovne etike, pravila struke, svih akata koje su donijela mjerodavna tijela Komore; savjesno obavljanje funkcije u tijelima Komore i ostalim tijelima u koje su birani, odnosno imenovani; redovito obavješćavanje Komore, odnosno njezinih mjerodavnih tijela, te službi Komore o svim podacima, koje određuju propisi iz područja građenja, ovaj Statut i ostali akti Komore, u roku od petnaest dana od nastanka promjene; na zahtjev Komore javiti Komori i njezinim tijelima podatke značajne u svezi s provjerom poštovanja Kodeksa strukovne etike, poštovanja Cjenika i ostalih akata Komore, prije svega u stegovnim i ostalim postupcima koji se vode u Komori; plaćanje upisnine, redovito plaćanje članarine i ostalih naknada utvrđenih propisima, ovim Statutom i ostalim aktima Komore, u roku dospijeca navedenom na računu; redovito uredno podmirivati troškove osiguranja od profesionalne odgovornosti, ako nije određeno drugačije; u slučaju prestanka članstva u Komori podmiriti sve dospelje obveze prema Komori.

Ovlašteni inženjer strojarstva je dužan u skladu s člankom 81. Statuta Hrvatske komore inženjera strojarstva, redovito plaćati članarinu.

Ovlaštenom inženjeru strojarstva dodjeljujen/i je/su strukovni smjerovi/r u skladu s osobnim stručnim i akademskim kompetencijama stečenima diplomskim sveučilišnim studijem strojarstva, odnosno specijalističkim diplomskim stručnim studijem strojarstva. Ukoliko ovlašteni inženjer strojarstva stekne uvjete za dodjelu dodatnih strukovnih smjerova, o istome će se izdati dopunsko rješenje.

Ovlašteni inženjer strojarstva dužan je u obavljanju poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja za koje je stručno kompetentan, poštivati odredbe Zakona i posebnih zakona, tehnička pravila, standarde, norme te osobno odgovarati za svoj rad i snositi odgovornost prema trećim osobama i javnosti.

U skladu s točkom II. Odluke o visini upisnine Hrvatske komore inženjera strojarstva, uplaćena je upisnina u iznosu od 2.000,00 kn (slovima: dvije tisuće kuna) u korist računa Hrvatske komore inženjera strojarstva broj: 2360000-1102094156.

Na temelju svega prethodno navedenog riješeno je kao u dispozitivu, te predsjednik HKIS u skladu s člankom 28. stavkom 1. Pravilnika o upisima Hrvatske komore inženjera strojarstva donosi ovo rješenje.

Pouka o pravnom lijeku:

Protiv ovog Rješenja žalba nije dopuštena, ali se može pokrenuti upravni spor podnošenjem tužbe Upravnom sudu Republike Hrvatske, u roku od 30 dana od primitka ovog Rješenja.



Predsjednik
Hrvatske komore inženjera strojarstva
mr.sc. Luka Čarapović, dipl.ing.stroj.

Dostaviti:

1. MARKO MATIJEVIĆ, 10090 ZAGREB-SUSEDGRAD, MILANA REŠETARA 18
2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore



REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO GRADITELJSTVA
I PROSTORNOGA UREĐENJA

KATALOG TIPSKIH RJEŠENJA ZA PRIMJENU
ALTERNATIVNIH SUSTAVA ZA ZGRADE POVRŠINE OD 50
DO 1000 m²

Zagreb, siječanj 2015

SADRŽAJ

SAŽETAK.....	2
POPIS OZNAKA	3
1. UVOD	5
2. METODOLOGIJA PRORAČUNA	7
2.1 Energetski tokovi.....	7
2.2 Isporučena energija.....	12
2.3 Primarna energija.....	13
2.4 Emisija CO ₂	15
3. KONCEPT KATALOGA TIPSKIH RJEŠENJA	16
4. KATALOG TIPSKIH RJEŠENJA - KONTINENTALNA HRVATSKA	23
4.1 Obiteljske kuće	24
4.2 Višestambene zgrade	36
4.3 Uredske zgrade	51
4.4 Zgrade obrazovnih institucija	60
4.5 Hoteli i restorani	69
4.6 Zgrade veleprodaje i maloprodaje	81
4.7 Zgrade bolnica	90
4.8 Zgrade sportskih dvorana	102
5. KATALOG TIPSKIH RJEŠENJA - PRIMORSKA HRVATSKA	112
5.1 Obiteljske kuće	113
5.2 Višestambene zgrade	125
5.3 Uredske zgrade	140
5.4 Zgrade obrazovnih institucija	149
5.5 Hoteli i restorani	159
5.6 Zgrade veleprodaje i maloprodaje	171
5.7 Zgrade bolnica	180
5.8 Zgrade sportskih dvorana	192
PRILOG	201
Faktori primarne energije	
Faktori emisije CO ₂	
Cijene energenata	
POPIS LITERATURE	202

SAŽETAK

Ova Studija sadrži katalog tipskih rješenja primjene alternativnih sustava u 8 tipova zgrada s ploštinom korisnih površina zgrada $A_k = 50 - 3000 \text{ m}^2$, i to za kontinentalnu i primorsku Hrvatsku.

Tipsko rješenje prema ovoj studiji je prema važećem Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskog zaštiti u zgradama (TPRUTZZ) potrebno priložiti zahtjevu za izdavanje građevinske dozvole za zgradu s $A_k = 50 - 1000 \text{ m}^2$ koja mora ispunjavati zahtjeve energetske učinkovitosti

U katalogu dane tablice i dijagrami omogućuju projektantu brzo i jednostavno određivanje isporučene i primarne energije pojedinog analiziranog alternativnog sustava za proizvoljnu A_k te određivanje troškova investicije, energije i održavanja, odnosno odabir troškovno optimalnog projektnog rješenja.

Primjena kataloga moguća je i kod izrade Elaborata alternativnih sustava opskrbe energijom u slučaju zgrada s $A_k > 1000 \text{ m}^2$ za koje je prema TPRUTZZ potrebno izraditi takav Elaborat.

POPIS OZNAKASustav grijanja

$Q_{H,nd}$	– potrebna toplinska energija za grijanje prostora (kWh);
$Q_{em,out}$	– toplinska energija na izlazu iz podsustava predaje (kWh);
$Q_{em,ls}$	– ukupni toplinski gubici podsustava predaje (kWh);
$Q_{em,rbl}$	– iskoristivi toplinski gubici podsustava predaje (kWh);
$W_{em,aux}$	– pomoćna energija podsustava predaje (kWh);
$Q_{em,aux,rvd}$	– vraćena pomoćna energija u podsustav predaje (kWh);
$Q_{em,aux,rbl}$	– iskoristivi toplinski gubici pomoćnih uređaja podsustava predaje (iskoristiva pomoćna energija) (kWh);
$Q_{em,aux,nrbl}$	– neiskoristivi toplinski gubici pomoćnih uređaja podsustava predaje (kWh);
$Q_{em,in}$	– toplinska energija na ulazu u podsustav predaje (kWh);
$Q_{H,dis,out}$	– toplinska energija na izlazu iz podsustava razvoda ogrjevnog medija (kWh);
$Q_{H,dis,ls}$	– ukupni toplinski gubici u podsustavu razvoda (kWh);
$Q_{H,dis,rbl}$	– iskoristivi toplinski gubici podsustava razvoda (kWh);
$W_{H,dis,aux}$	– pomoćna energija podsustava razvoda (kWh);
$Q_{H,dis,aux,rvd}$	– vraćena pomoćna energija u podsustav razvoda (kWh);
$Q_{H,dis,aux,rbl}$	– iskoristivi toplinski gubici pomoćnih uređaja podsustava razvoda (iskoristiva pomoćna energija) (kWh);
$Q_{H,dis,aux,nrbl}$	– neiskoristivi toplinski gubici pomoćnih uređaja podsustava razvoda (kWh);
$Q_{H,dis,in}$	– toplinska energija na ulazu u podsustav razvoda (kWh);
$Q_{H,gen,out}$	– toplinska energija na izlazu iz podsustava proizvodnje (kWh);
$Q_{H,gen,ls}$	– ukupni toplinski gubici podsustava proizvodnje (kWh);
$Q_{H,gen,ls,env,rbl}$	– iskoristivi toplinski gubici generatora sustava grijanja ili skupno grijanja i pripreme PTV-a (kWh);
$W_{H,gen,aux}$	– pomoćna energija podsustava proizvodnje (kWh);
$Q_{H,gen,aux,rvd}$	– vraćena pomoćna energija u podsustav proizvodnje (kWh);
$Q_{H,gen,aux,rbl}$	– iskoristivi toplinski gubici pomoćnih uređaja podsustava proizvodnje (iskoristiva pomoćna energija) (kWh);
$Q_{H,gen,aux,nrbl}$	– neiskoristivi toplinski gubici pomoćnih uređaja podsustava proizvodnje (kWh);
$Q_{H,gen,in}$	– toplinska energija na ulazu u podsustav proizvodnje (kWh);
$E_{H,del}$	– isporučena energija u sustav grijanja (kWh);
$E_{H,prim}$	– primarna energija sustava grijanja (kWh).

Sustav pripreme PTV-a

Q_W	– potrebna toplinska energija za pripremu PTV-a (kWh);
$Q_{W,dis,out}$	– toplinska energija na izlazu iz podsustava razvoda PTV-a (kWh);
$Q_{W,dis,ls}$	– ukupni toplinski gubici u podsustavu razvoda (kWh);
$Q_{W,dis,rbl}$	– iskoristivi toplinski gubici podsustava razvoda (kWh);
$W_{W,dis,aux}$	– pomoćna energija podsustava razvoda (kWh);
$Q_{W,dis,aux,rvd}$	– vraćena pomoćna energija u podsustav razvoda (kWh);
$Q_{W,dis,aux,rbl}$	– iskoristivi toplinski gubici pomoćnih uređaja podsustava razvoda (iskoristiva pomoćna energija) (kWh);
$Q_{W,dis,aux,nrbl}$	– neiskoristivi toplinski gubici pomoćnih uređaja podsustava razvoda (kWh);

$Q_{W,dis,in}$	– toplinska energija na ulazu u podsustav razvoda (kWh);
$Q_{W,gen,out}$	– toplinska energija na izlazu iz podsustava proizvodnje (kWh);
$Q_{W,st,ls}$	– ukupni toplinski gubici spremnika PTV-a (kWh);
$Q_{W,st,rbl}$	– iskoristivi toplinski gubici spremnika PTV-a (kWh);
$Q_{W,p,ls}$	– ukupni topl.gubici primarne cirkulacije između generatora i spremnika PTV-a (kWh);
$Q_{W,p,rbl}$	– iskoristivi topl.gubici primarne cirkulacije između generatora i spremnika PTV-a (kWh);
$Q_{W,gnr,ls}$	– ukupni toplinski gubici generatora za pripremu PTV-a (kWh);
$Q_{W,gnr,ls,env,rbl}$	– iskoristivi toplinski gubici generatora za pripremu PTV-a (kWh);
$W_{W,p,aux}$	– pomoćna energija primarne cirkulacije (kWh);
$W_{W,gnr,aux}$	– pomoćna energija generatora za pripremu PTV-a (kWh);
$Q_{W,p,aux,rvd}$	– vraćena pomoćna energija primarne cirkulacije u podsustav proizvodnje (kWh);
$Q_{W,gnr,aux,rvd}$	– vraćena pomoćna energija generatora PTV-a u podsustav proizvodnje (kWh);
$Q_{W,p,aux,rbl}$	– iskoristivi toplinski gubici pomoćnih uređaja primarne cirkulacije (iskoristiva pomoćna energija) (kWh);
$Q_{W,p,aux,nrbl}$	– neiskoristivi toplinski gubici pomoćnih uređaja primarne cirkulacije (kWh);
$Q_{W,gnr,aux,rbl}$	– iskoristivi toplinski gubici pomoćnih uređaja generatora PTV-a (iskoristiva pomoćna energija) (kWh);
$Q_{W,gen,in}$	– toplinska energija na ulazu u podsustav proizvodnje PTV-a (kWh);
$Q_{W,gnr,aux,nrbl}$	– neiskoristivi toplinski gubici pomoćnih uređaja generatora PTV-a (kWh);
$E_{W,del}$	– isporučena energija u sustav pripreme PTV-a (kWh);
$E_{W,prim}$	– primarna energija sustava pripreme PTV-a (kWh).

Indeksi:

H	– sustav grijanja prostora;
W	– sustav pripreme PTV-a;
HW	– kombinirani sustav grijanja prostora i pripreme PTV-a;
em	– podsustav predaje toplinske energije u prostor;
dis	– podsustav razvoda radnog medija;
gen	– podsustav proizvodnje;
gnr	– generator topline;
st	– spremnik;
p	– primarna cirkulacija između generatora i spremnika;
ls	– ukupni toplinski gubici;
rvd	– vraćena pomoćna energija radnom mediju;
rbl	– iskoristivi toplinski gubitak vraćen u grijani prostor;
$nrbl$	– neiskoristivi toplinski gubitak;
ls,rvd	– iskorišteni toplinski gubitak;
$ls,nrvd$	– neiskorišteni toplinski gubitak;
aux	– pomoćna energija/pomoćni uređaj;
in	– ulaz u pojedini podsustav;
out	– izlaz iz pojedinog podsustava;
del	– isporučena energija;
$prim$	– primarna energija.

1. UVOD

Osnovni cilj Direktive o energetskej učinkovitosti zgrada 2002/91/EC (EPBD I) i njene novelacije 2010/31/EU (EPBD II) [1] je ušteda energije u zgradama, odnosno povećanje energetske učinkovitosti kroz primjenu troškovno isplativih mjera poboljšanja.

Osnovni zahtjevi na uštedu energije tih Direktiva su:

- uspostava općeg okvira za metodologiju proračuna energetske učinkovitosti zgrada
- primjena minimalnih zahtjeva energetske učinkovitosti za nove zgrade
- primjena minimalnih zahtjeva energetske učinkovitosti za postojeće zgrade prilikom značajne obnove zgrada
- povećanje broja zgrada gotovo nulte energije
- energetsko certificiranje zgrada
- provedba redovitih pregleda sustava grijanja i klimatizacije u zgradama
- uspostava neovisnih sustava kontrole energetskih certifikata i izvješća o pregledu

Uz smanjenje potrošnje energije, u navedenim Direktivama posebna se važnost pridodaje korištenju alternativnih sustava opskrbe energijom koji se smatraju do sada nedovoljno istraženim i iskorištenim. Tako je prema Direktivi 2010/31/EU (EPBD II) za nove zgrade i one koje se obnavljaju potrebno je izraditi elaborat tehničke, ekološke i ekonomske izvedivosti dostupnih alternativnih sustava opskrbe energijom kao što su:

- decentralizirani sustavi opskrbe energijom korištenjem obnovljivih izvora energije,
- kogeneracija
- daljinsko ili blokovsko grijanje ili hlađenje, posebice ako se djelomično ili u potpunosti temelji na korištenju obnovljivih izvora energije,
- dizalice topline

Elaborat alternativnih sustava opskrbe energijom (u daljnjem tekstu Elaborat) je od 01.01.2015. g. prema Zakonu o gradnji NN 153/13 i Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskog zaštiti u zgradama (TPRUTZZ) NN 97/14, 130/14 potrebno izraditi prije glavnog projekta zgrade koja mora ispunjavati zahtjeve energetske učinkovitosti te priložiti zahtjevu za izdavanje građevinske dozvole.

Kao podloga za izradu Elaborata na stranicama Ministarstva graditeljstva i prostornoga uređenja RH (MGIPU) objavljena je Studija primjenjivosti alternativnih sustava

http://www.mgipu.hr/doc/EnergetskaUcinkovitost/STUDIJA_primjenjivosti_AS.pdf

Obaveza izrade elaborata vrijedi za sve nove i postojeće zgrade kod kojih je izvršena obnova dijelova ovojnice koji imaju značajan utjecaj na njene energetske značajke s ploštinom korisne površine 50 m² i veće, koje moraju ispuniti zahtjeve energetske učinkovitosti i koje se griju na unutarnju temperaturu ≥ 18 °C.

Iznimke od obaveze izrade elaborata su zgrade:

- kod kojih je u projektu zgrade primijenjeno neko od rješenja alternativnih sustava opskrbe energijom,
- imaju godišnju potrebu za toplinskom energijom za grijanje po jedinici ploštine korisne površine zgrade manju od $Q''_{H,nd} = 25 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$,
- kod kojih se se najmanje 70 % potrebne godišnje toplinske energije za grijanje podmiruje iz obnovljivih izvora energije koja se proizvodi u krugu zgrade ili u njezinoj blizini,
- kod kojih se više od polovice toplinskih gubitaka nadoknađuje unutarnjim izvorima topline iz tehnološkog procesa.

Prema TPRUTZZ, u slučaju zgrada s ploštinom korisne površine jednakom ili većom od 50 m² i manjom ili jednakom od 1000 m² koje moraju ispuniti zahtjeve energetske učinkovitosti umjesto elaborata potrebno je zahtjevu za izdavanje građevinske dozvole priložiti tipsko rješenje prema ovoj Studiji - katalogu tipskih rješenja za primjenu alternativnih sustava.

2. METODOLOGIJA PRORAČUNA

2.1 Energetski tokovi

Jedan od bitnih zahtjeva Direktiva EPBD I i II [1] je uspostava metodologije proračuna energetske učinkovitosti zgrada, što prvenstveno podrazumijeva proračun isporučene i primarne energije u tehničke sustave zgrada.

Ta je metodologija u zakonodavstvo R. Hrvatske implementirana putem Algoritama za izračun energetskih svojstava zgrade (u daljnjem tekstu Algoritmi) [2] koji su dio šire Metodologije za provođenje energetskih pregleda građevina [3]. Algoritmi se temelje na proračunskim postupcima danim u HRN EN normama [4-19] te omogućuju provedbu proračuna potrebne toplinske energije zgrade te isporučene i primarne energije u sustave grijanja, pripreme PTV-a, hlađenja, ventilacije, klimatizacije i rasvjete:

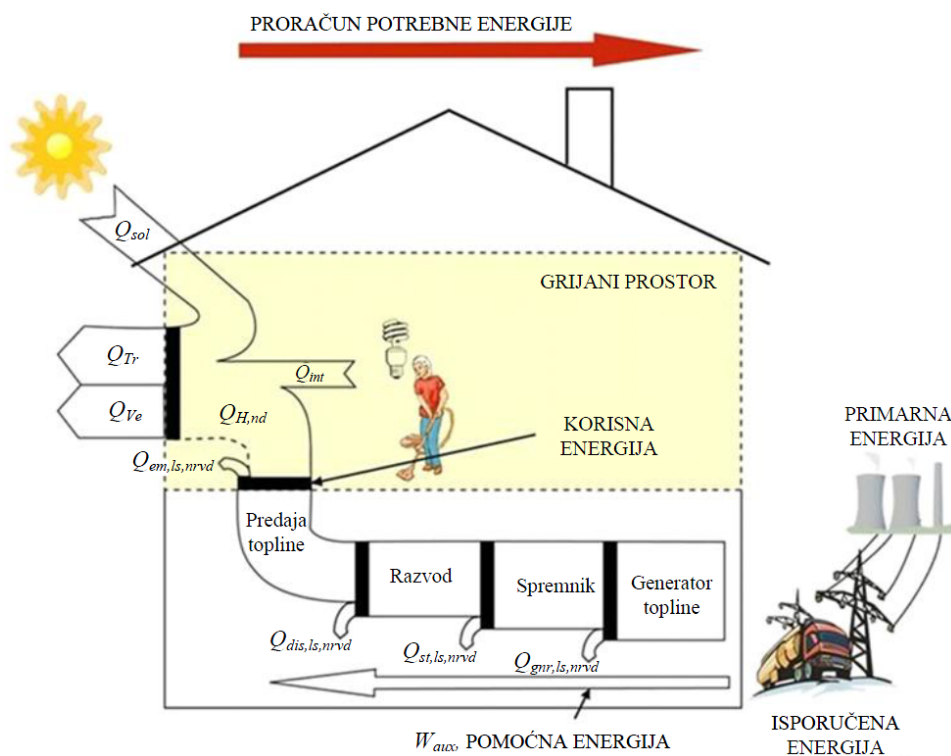
1. Algoritam za izračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora prema HRN EN ISO 13790 s Prilozima (primjeri proračuna koeficijenata prolaska topline za stambeno-poslovnu zgradu i godišnje potrebne energije za grijanje i hlađenje)
2. Algoritam za određivanje energetskih zahtjeva i učinkovitost termotehničkih sustava u zgradama (sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode)
3. Algoritam za određivanje energetskih zahtjeva i učinkovitost termotehničkih sustava u zgradama (sustavi kogeneracije, sustavi daljinskog grijanja, fotonaponski sustavi)
4. Algoritam za proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade
5. Algoritam za određivanje energetske učinkovitosti sustava rasvjete u zgradama (energetski zahtjevi za rasvjetu)

Svi proračuni u ovoj Studiji su provedeni prema prethodno navedenim Algoritmima 1.-5., koji se između ostalog koriste i kod izrade Elaborata te za izradu energetskog certifikata stambenih i nestambenih zgrada.

Metodologija proračuna se temelji na određivanju o energetskih tokova u zgradi i to onih kroz ovojnicu zgrade i u termotehničkom sustavu, sve kako bi se izračunala isporučena i primarna energije zgrade za zadanu potrebnu (korisnu) toplinsku energiju koju je potrebno isporučiti zgradi, Slika 2.1.

Metoda proračuna energetskega tokova u termotehničkom sustavu se temelji na određivanju toplinskih gubitaka i energije za pogon pomoćnih uređaja u podsustavima na koje se dijeli termotehnički sustav:

- podsustav predaje toplinske energije u prostor (ogrjevnja tijela)
- podsustav razvoda ogrjevnog medija i potrošne tople vode
- podsustav proizvodnje toplinske energije, uključujući spremnik i cjevovode primarne cirkulacije do generatora topline



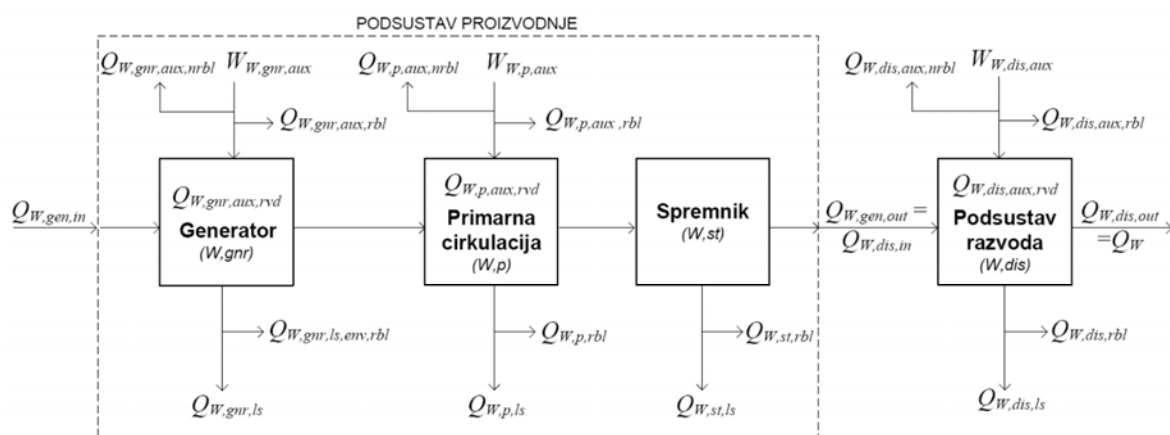
Slika 2.1 Energetski tokovi kroz ovojnicu zgrade s termotehničkim sustavom za grijanje

- $Q_{H,nd}$ – potrebna toplinska energija za grijanje prostora (kWh);
- Q_{Tr} – transmisijski toplinski gubici (kWh);
- Q_{Ve} – ventilacijski toplinski gubici (kWh);
- Q_{sol} – toplinski dobici od sunčevog zračenja (kWh);
- Q_{int} – toplinski dobici od unutrašnjih izvora (ljudi, uređaja, rasvjete) (kWh);
- $Q_{em,ls,nrvd}$ – neiskorišteni toplinski gubici podsustava predaje toplinske energije u prostor (kWh);

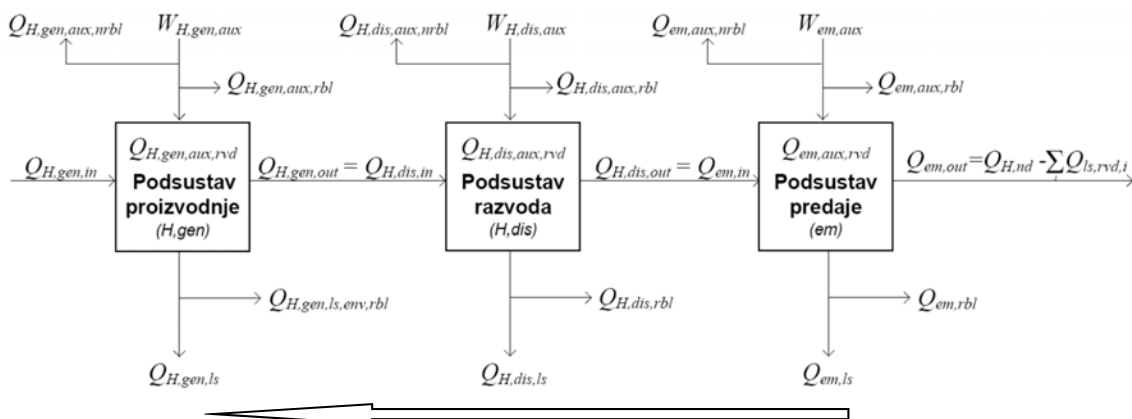
- $Q_{dis,ls,nrvd}$ – neiskorišteni toplinski gubici podsustava razvoda (kWh);
 $Q_{st,ls,nrvd}$ – neiskorišteni toplinski gubici spremnika (kWh);
 $Q_{gnr,ls,nrvd}$ – neiskorišteni toplinski gubici generatora topline (kWh);
 W_{aux} – pomoćna električna energija za pogon pomoćnih uređaja (kWh).

Podjela termotehničkog sustava grijanja i pripreme potrošne tople vode (PTV) na podsustave s prikazom energetskega tokova i pomoćne energije dana je Slici 2.2.

PRIPREMA PTV-a



GRIJANJE



Tijek proračuna

Slika 2.2 Shematski prikaz ulazno/izlaznih veličina u podsustave termotehničkog sustava grijanja i pripreme potrošne tople vode (PTV)

Potrebna toplinska energija u promatranom vremenskom periodu (sat, mjesec, sezona) za grijanje računa se prema

$$Q_{H,nd} = (Q_{Tr} + Q_{Ve}) - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn} \text{ [kWh]} \quad (2.1)$$

Q_{Tr} – transmisijski toplinski gubici (kWh);

Q_{Ve} – ventilacijski toplinski gubici (kWh);

$Q_{H,gn}$ – toplinski dobici od ljudi, uređaja, rasvjete i sunčevog zračenja (kWh);

$\eta_{H,gn}$ – stupanj iskorištenja toplinskih dobitaka (-), prema HRN EN 13790.

Obzirom da se proračun provodi od podsustava predaje prema podsustavu proizvodnje, ulazna veličina u proračun je toplinska energija $Q_{em,out}$ koju je podsustavom predaje tj. ogrjevnim tijelima potrebno predati u grijani prostor. $Q_{em,out}$ se iterativno određuje prema

$$Q_{em,out} = Q_{H,nd} - \sum_i Q_{ls,rvd,i} \text{ [kWh]} \quad (2.2)$$

pri čemu se u prvom koraku iteracije uzima $Q_{em,out} = Q_{H,nd}$.

$\sum_i Q_{ls,rvd,i}$ - zbroj svih iskorištenih toplinskih gubitaka sustava grijanja i pripreme potrošne tople vode (kWh);

$Q_{ls,rvd,i}$ je stvarno iskorišteni dio pojedinog iskoristivog gubitka $Q_{rbl,i}$

$$Q_{ls,rvd,i} = \eta_{rvd} \cdot Q_{rbl,i} \text{ [kWh]} \quad (2.3)$$

uz stupanj iskorištenja iskoristivih gubitaka

$$\eta_{rvd} = 0,8 \cdot \eta_{H,gn} \text{ [kWh]} \quad (2.4)$$

Općeniti izraz za toplinsku energiju na ulazu u pojedini podsustav je

$$Q_{in} = Q_{out} - \sum_i Q_{aux,rvd,i} + Q_{ls} \quad [\text{kWh}] \quad (2.5)$$

Q_{in} – toplinska energija na ulazu u podsustav (kWh);

Q_{out} – toplinska energija na izlazu iz podsustava (kWh);

$Q_{aux,rvd,i}$ – vraćena pomoćna energija u podsustav (kWh);

Q_{ls} – ukupni toplinski gubici podsustava (kWh).

Tijekom proračuna Jedn. (2.5) se primjenjuje na svaki podsustav, sve dok se ne izračuna potrebna toplinska energija koju je gorivom potrebno isporučiti u sustav grijanja $Q_{H,gen,in}$ i u sustav pripreme PTV-a $Q_{W,gen,in}$. Tako u konačnici vrijedi

$$Q_{H,gen,in} = Q_{em,out} - Q_{H,aux,rvd} + Q_{H,ls} \quad [\text{kWh}] \quad (2.6)$$

$$Q_{W,gen,in} = Q_{W,dis,out} - \sum_i Q_{W,aux,rvd,i} + Q_{W,ls} \quad [\text{kWh}] \quad (2.7)$$

Koristeći te vrijednosti i one za ukupnu potrebnu pomoćnu električnu energiju W_{aux} , isporučena i primarna energija se određuje prema izrazima u nastavku.

2.2 Isporučena energija

Isporučena energija u sustav grijanja (indeks H) i pripreme PTV-a (indeks W) s jednim generatorom:

Isporučena toplinska energija

$$E_{del,HW} = Q_{H,gen,in} + Q_{W,gen,in} \quad [\text{kWh}] \quad (2.8a)$$

Kad se uz kogeneracijski modul koristi i toplovodni kotao

$$E_{del,HW} = Q_{chp,in} + Q_{H,gen,in} + Q_{W,gen,in} \quad [\text{kWh}] \quad (2.8b)$$

$Q_{chp,in}$ – isporučena toplinska energija gorivom u sustav kogeneracije (kWh);

Kod sustava s dizalicom topline računa se prema

$$E_{del,HW} = E_{H,hp,in} + E_{W,hp,in} \quad [\text{kWh}] \quad (2.8c)$$

gdje $E_{H,hp,in}$ i $E_{W,hp,in}$ (kWh) predstavljaju električnu energiju za pogon dizalice topline (kompresor+pomoćni el. grijači) za grijanje i pripremu PTV-a.

Isporučena pomoćna električna energija

$$E_{del,aux} = (W_{em,aux} + W_{H,dis,aux} + W_{H,gen,aux}) + (W_{W,dis,aux} + W_{W,gen,aux}) \quad [\text{kWh}] \quad (2.9)$$

Ukupno isporučena energija zgradi

$$E_{del} = E_{del,HW} + E_{del,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (2.10)$$

NAPOMENA: Obnovljiva sunčeva energija prikupljena solarnim sustavom se ne računa u isporučenu energiju.

U slučaju kada se na lokaciji zgrade proizvodi električna energija, isporučena energija zgradi se računa prema

$$E_{del} = E_{del,HW} + E_{del,aux} - E_{chp,el} \quad [\text{kWh}] \quad (2.11)$$

$$E_{del} = E_{del,HW} + E_{del,aux} - E_{PV} \quad [\text{kWh}] \quad (2.12)$$

gdje su

$Q_{chp,in}$ – isporučena toplinska energija gorivom u sustav kogeneracije (kWh);

$E_{chp,el}$ – proizvedena električna energija sustavom kogeneracije (kWh);

E_{PV} – proizvedena električna energija fotonaponskim sustavom (kWh).

2.3 Primarna energija

Primarna energija u sustav grijanja (ind. H) i pripreme PTV-a (ind. W) (s jednim generatorom):

Toplinska energija

$$E_{prim,HW} = Q_{H,gen,in} \cdot f_{p,i} + Q_{W,gen,in} \cdot f_{p,i} \quad [\text{kWh}] \quad (2.13a)$$

Kad se uz kogeneracijski modul koristi i toplovodni kotao

$$E_{prim,HW} = Q_{chp,in} \cdot f_{p,i} + Q_{H,gen,in} \cdot f_{p,i} + Q_{W,gen,in} \cdot f_{p,i} \quad [\text{kWh}] \quad (2.13b)$$

$f_{p,i}$ – faktor primarne energije za i -ti izvor energije (-), Tablica P.1 u Prilogu;

$f_{p,el}$ – faktor primarne energije za električnu energiju (-), Tablica P.1 u Prilogu.

$Q_{chp,in}$ – isporučena toplinska energija gorivom u sustav kogeneracije (kWh);

Kod sustava s dizalicom topline primarna energija računa se prema

$$E_{prim,HW} = E_{H,hp,in} \cdot f_{p,el} + E_{W,hp,in} \cdot f_{p,el} \quad [\text{kWh}] \quad (2.14)$$

gdje $E_{H,hp,in}$ i $E_{W,hp,in}$ (kWh) predstavljaju električnu energiju za pogon dizalice topline (kompresor+pomoćni el. grijači) za grijanje i pripremu PTV-a.

Pomoćna energija

$$E_{prim,aux} = (W_{em,aux} + W_{H,dis,aux} + W_{H,gen,aux}) \cdot f_{p,el} + (W_{W,dis,aux} + W_{W,gen,aux}) \cdot f_{p,el} \quad [\text{kWh}] \quad (2.15)$$

Ukupna primarna energija zgrade

$$E_{prim} = E_{prim,HW} + E_{prim,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (2.16)$$

U slučaju kada se na lokaciji zgrade proizvodi električna energija, primarna energija zgrade se računa prema

$$E_{prim} = Q_{chp,in} \cdot f_{p,i} + Q_{gen,in} \cdot f_{p,i} + E_{del,aux} \cdot f_{p,el} - E_{chp,el} \cdot f_{p,el} \quad [\text{kWh}] \quad (2.17)$$

$$E_{prim} = E_{del,HW} \cdot f_{p,i} + E_{del,aux} \cdot f_{p,el} - E_{PV} \cdot f_{p,el} \quad [\text{kWh}] \quad (2.18)$$

gdje su:

- $Q_{chp,in}$ – isporučena toplinska energija gorivom u sustav kogeneracije (kWh);
- $Q_{gen,in}$ – isporučena toplinska energija gorivom u toplovodni kotao (kWh);
- $E_{chp,el}$ – proizvedena električna energija sustavom kogeneracije (kWh);
- E_{PV} – proizvedena električna energija fotonaponskim sustavom (kWh).

Koeficijent utroška isporučene energije

Koeficijent utroška isporučene energije e_{del} predstavlja omjer isporučene energije i potrebne (korisne) toplinske energije

$$e_{del} = E_{del} / (Q_{H,nd} + Q_W) \quad [-] \quad (2.19)$$

Koeficijent utroška primarne energije

Koeficijent utroška primarne energije e_p predstavlja omjer primarne energije i potrebne (korisne) toplinske energije

$$e_{prim} = E_{prim} / (Q_{H,nd} + Q_W) \quad [-] \quad (2.20)$$

2.4 Emisija CO₂

Emisija CO₂ se računa prema isporučenoj energiji u sustav

$$CO_2 = E_{del,HW} \cdot C_{p,i} + E_{del,aux} \cdot C_{el} \quad [kg] \quad (2.21)$$

$C_{p,i}$ - faktor emisije CO₂ za i -ti izvor energije (-), Tablica P.2 u Prilogu;

C_{el} - faktor emisije CO₂ za električnu energiju (-), Tablica P.2 u Pilogu.

U slučaju kada se na lokaciji zgrade proizvodi električna energija, emisija CO₂ se računa prema

$$CO_2 = Q_{chp,in} \cdot C_{p,i} + Q_{gen,in} \cdot C_{p,i} + E_{del,aux} \cdot C_{el} - E_{el,chp} \cdot C_{el} \quad [kWh] \quad (2.22)$$

$$CO_2 = E_{del,HW} \cdot C_{p,i} + E_{del,aux} \cdot C_{el} - E_{el,PV} \cdot C_{el} \quad [kWh] \quad (2.23)$$

3. KONCEPT KATALOGA TIPSKIH RJEŠENJA

Katalog tipskih rješenja (u daljnjem tekstu Katalog) omogućuje projektantu brzo i jednostavno određivanje svih relevantnih veličina koje opisuju energetske svojstvo zgrade u ovisnosti o klimi (kontinentalna, primorska), tipu zgrade, vrsti primijenjenog alternativnog sustava i o ploštini korisne površine zgrade u rasponu 50-3000 m².

Katalog sadrži dijagramske i tablične prikaze navedenih veličina za slijedeće tipove zgrada definiranih u EPBD (Članak 3, Annex I) te u [5]:

- Obiteljske kuće
- Višestambene zgrade
- Uredske zgrade
- Zgrade obrazovnih institucija
- Hoteli i restorani
- Zgrade veleprodaje i maloprodaje
- Zgrade bolnica
- Zgrade sportskih dvorana

te za slijedeće vrste alternativnih sustava za grijanje prostora, pripremu potrošne tople vode i proizvodnju električne energije:

- toplovodne kotlove na biomasu (pelete)
- solarne toplovodne sustave
- fotonaponske sustave
- dizalice topline
- kogeneraciju
- daljinsko grijanje

Metodologija opisana u poglavlju 2 je korištena i kod određivanja troškovno optimalnih razina energetske učinkovitosti [20] za prethodno navedene tipove zgrada.

Troškovno optimalne analize prema EPBD II, te EU Uredbi br. 244/2012 i Smjernici 2012/C 115/01 obuhvaćaju određivanje one potrošnje primarne energije u pojedinom tipu zgrade pri čemu su ukupni troškovi investicije u tehnički sustav i mjere toplinske zaštite te troškovi energije

i održavanja kroz životni vijek (30 g.) najmanji. Temeljem tako određene troškovno optimalne razine energetske učinkovitosti (u daljnjem tekstu TOR) određuju se minimalni zahtjevi na energetske učinkovitost, odnosno najviše dopušteni iznos primarne energije zgrade, a koji su dani u TPRUTZZ.

Prilikom izrade Elaborata, odnosno primjene ovog Kataloga, provodi se sličan postupak troškovnog optimiranja sustava, pri čemu se naglasak stavlja na one alternativne.

Svi proračuni čiji su rezultati dani u ovom Katalogu provedeni su za modele zgrada i pripadajućih termotehničkih sustava kod kojih je postignuta TOR i koje su izgrađene iza 2006. g. [20], slijedom očekivanja da će se najveći broj novih zgrada projektirati upravo na način da se ostvari TOR. Pri tome je za zgrade bolnica u primorskoj Hrvatskoj TOR postignut kod većeg iznosa $Q_{H,nd}$ u odnosu na one u kontinentalnoj, a što je posljedica manjih ušteda energije kod primjene određene razine toplinske zaštite u primorskoj klimi u odnosu na kontinentalnu.

Za pojedine zgrade termotehnički sustavi su odabrani na način da se uzela u obzir učestalost primjene temeljem analize podataka iz baze energetskih certifikata i [20], te ekonomska isplativost pojedinih rješenja.

Podaci o analiziranim zgradama i termotehničkim sustavima su dani u Tablicama 1-2.

Tablica 1 Pregled analiziranih zgrada i pripadajućih alternativnih sustava

Zgrada/Sustav	Toplovodni kotao na biomasu	Toplovodni solarni sustav	Fotonaponski sustav	Dizalica topline	Kogeneracija	Daljinsko grijanje	A_k , m ²
Obiteljske kuće	x	x	x	x			50, 100, 200, 500, 1000
Višestambene zgrade	x	x	x		x	x	200, 500, 1000, 2000, 3000
Uredske zgrade	x				x	x	100, 200, 500, 1000, 3000
Zgrade obrazovnih institucija	x		x	x			200, 500, 1000, 2000, 3000
Hoteli i restorani	x	x	x	x			200, 500, 1000, 2000, 3000
Zgrade veleprodaje i maloprodaje	x			x	x		100, 200, 500, 1000, 3000
Zgrade bolnica	x	x			x	x	500, 700, 1000, 2000, 3000
Zgrade sportskih dvorana	x		x	x			200, 500, 1000, 2000, 3000

Tablica 2 Vrijeme rada tehničkih sustava analiziranih zgrada tijekom dana i tjedna

Zgrada/ Vrijeme	h/d	d/tj
Obiteljske kuće	17	7
Višestambene zgrade	17	7
Uredske zgrade	17	7
Zgrade obrazovnih institucija	14	5
Hoteli i restorani	24	7
Zgrade veleprodaje i maloprodaje	15	6
Zgrade bolnica	24	7
Zgrade sportskih dvorana	17	6

U poglavljima 4 i 5 su dani rezultati proračuna isporučene i primarne energije, troškova investicije i energije te opis analiziranih sustava za kontinentalnu i primorsku Hrvatsku.

Podaci o isporučenoj i primarnoj energiji se odnose na cjelokupan sustav grijanja i pripreme PTV-a koji u podsustavu proizvodnje ima instaliran alternativni sustav i u pojedinim slučajevima dodatni konvencionalni generator toplinske energije (npr. solarni sustav + kondenzacijski plinski kotao). Pri tome su troškovi investicije i održavanja iskazani samo za alternativni sustav. Troškovi investicije obuhvaćaju troškove generatora topline, regulacije te armature, pumpe, ekspanzijske posude i pribora generatora topline, odnosno svih dijelova koji se standardno ugrađuju samo u sklopu pojedinog alternativnog sustava (npr. set za montažu solarnih kolektora, nepovratni ventil solarnog kruga, pužni transporter peleta i dr.) kao i troškove instalacijskih radova. Detalji o tome što sve uključuje trošak investicije u alternativni sustav I_{alt} dani su u nastavku uz samu shemu pojedinog sustava.

Ti se podaci potom mogu iskoristiti za izračun ukupnih troškova investicije u stvarni, odnosno prvotno projektirani sustav kojem je u podsustavu proizvodnje pridodan alternativni sustav, radi analize isplativosti takvog rješenja.

Pri tome se cijeni podsustava emisije, razvoda i eventualno dijela podsustava proizvodnje pridodaje trošak alternativnog sustava iskazan u Katalogu, prema izrazu

$$I_{proj+alt} = I_{proj,em} + I_{proj,dis} + I_{proj,gen} + I_{alt} \quad [kn] \quad (4.1)$$

$I_{proj+alt}$ - ukupni trošak investicije koji obuhvaća sve dijelove prvotno projektiranog sustava i alternativni sustav (kn);

$I_{proj,em}$ - trošak investicije u podsustav predaje prvotno projektiranog sustava (kn);

$I_{proj,dis}$ - trošak investicije u podsustav razvoda prvotno projektiranog sustava (kn);

$I_{proj,gen}$ - trošak investicije svih dijelova podsustava proizvodnje prvotno projektiranog sustava koji nisu obuhvaćeni u I_{alt} (kn);

I_{alt} – trošak investicije u alternativni sustav (kn);

Na taj način je moguće usporediti više idejnih rješenja koja uključuju različite alternativne sustave i odabrati troškovno i energetski najpovoljnije rješenje (koje se onda prilaže zahtjevu za građevinsku dozvolu).

Naposljetku, korištenjem podataka o isporučenoj i primarnoj energiji u prvotno projektirani sustav (potrebni za provjeru zadovoljenja minimalnih zahtjeva prema TPRUTZZ) i prethodno navedenih podataka za projektno rješenje s alternativnim sustavom, moguće je odrediti period povrata investicije u pojedini alternativni sustav u odnosu na prvotno projektno rješenje prema izrazu

$$P = I_{alt} / U \quad [a] \quad (4.2)$$

$$I_{alt} = I_{proj+alt} - I_{proj} \quad [kn] \quad (4.3)$$

$$U = T_{en,proj} - T_{en,proj+alt} \quad [kn/a] \quad (4.4)$$

P – jednostavni period povrata investicije u alternativni sustav (a);

U - godišnja ušteda energije kod korištenja alternativnog sustava u odnosu na prvotno projektirani sustav (kn/a);

I_{alt} – trošak investicije u alternativni sustav (kn);

I_{proj} - trošak investicije u sve dijelove prvotno projektiranog sustava (kn);

$I_{proj+alt}$ - trošak investicije u alternativni sustav i ostatak termotehničkog (prvotno projektiranog) sustava koje ne obuhvaća alternativni sustav (kn).

$T_{en,proj}$ – ukupni godišnji trošak energije kod korištenja prvotno projektiranog sustava (kn/a);

$T_{en,proj+alt}$ – ukupni godišnji trošak energije kod korištenja alternativnog sustava (kn/a);

Time se korištenje ovog Kataloga proširuje i na zgrade s ploštinom korisne površine većom od 1000 m² za koje je potrebno izraditi Elaborat, i u kojem je osim isporučene i primarne energije potrebno odrediti i period povrata investicije u alternativni sustav u odnosu na odabrano projektno rješenje.

Svi dijelovi alternativnog sustava su tako dimenzionirani (npr. površina solarnih kolektora i fotonaponskih panela, zapremina spremnika) da daju najmanji period povrata investicije, vodeći računa i o tehničkoj izvedivosti (npr. dostupnoj površini krova zgrade za montažu solarnih kolektora ili fotonaponskih panela).

Pri tome je kod solarnih sustava poštivan i kriterij da stupanj solarnog prekrivanja f_{sol} (omjer isporučene sunčeve energije u sustav Q_{sol} i potrebe za toplinskom energijom $Q_{sol,us} = Q_{dis,in}$ koju je potrebno dovesti razvodu sustava grijanja i pripreme PTV-a) bude $f_{sol} > 0,2$ u sezoni grijanja kako bi se solarnim sustavom osiguralo i grijanje prostora uz pripremu PTV-a. Izvan sezone grijanja korišten je uvjet $f_{sol} > 0,8$, kako pomoćni kotao ne bi morao biti u pogonu cijeli taj period, čime se ostvaruju dodatne uštede na toplinskim gubicima kotla u stanju pripravnosti [16].

Obzirom da Katalog sadrži podatke samo za jednu razinu toplinske zaštite $Q_{H,nd}$ (i to onu koja odgovara TOR) dani su podaci o faktorima utroška isporučene i primarne energije e_{del} i e_{prim} , koji do određene mjere omogućuju korištenje Kataloga i za druge vrijednosti $Q_{H,nd}$ i Q_w .

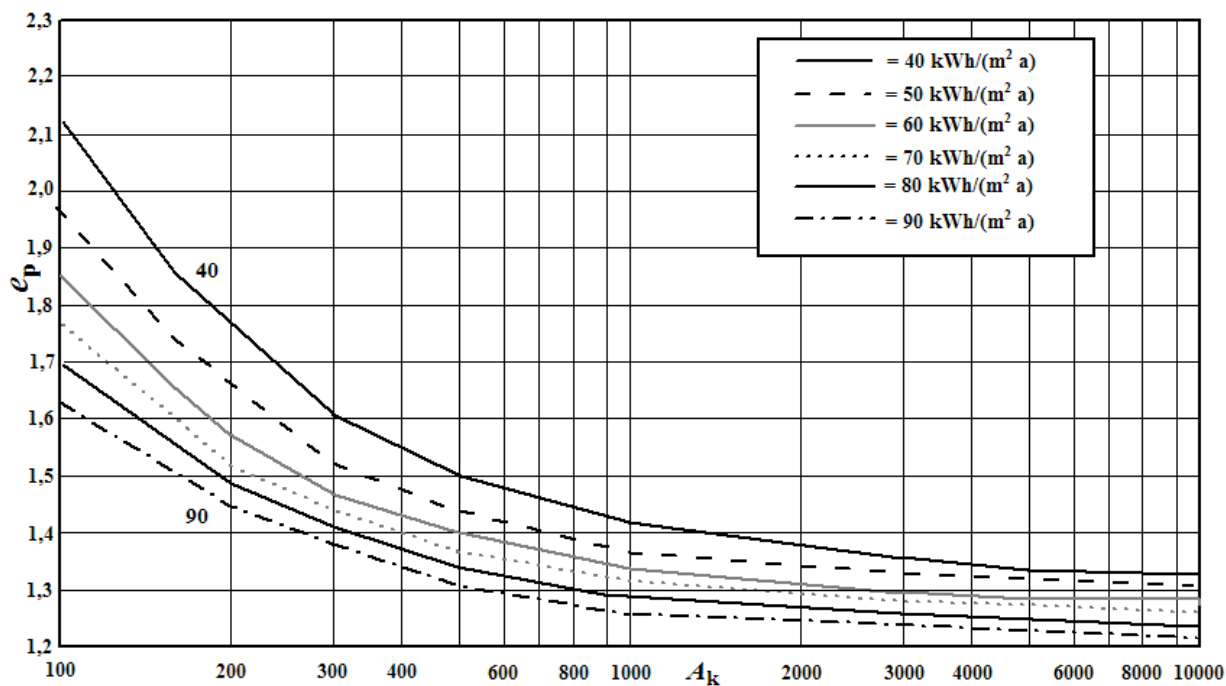
Pri tome treba voditi računa da se ti faktori obrnuto proporcionalno mijenjaju s promjenom $Q_{H,nd}$ i to ovisno o termotehničkom sustavu u rasponu cca. 3-7% za svaku promjenu $Q_{H,nd}$ od 10 kWh/m²a, pri čemu je ta promjena manja što je $Q_{H,nd}$ veći, Slika 3.1 [21].

Podaci o promjeni e_{prim} sa Slike 3.1 dobiveni su iz analiza [21, 22] koje su neovisne o onima iz ove studije, te prikazuju samo trendove promjene faktora e_{prim} . Promjene e_{prim} u ovisnosti o $Q_{H,nd}$ kod određene A_k su različite za svaki termotehnički sustav, tako da dijagram sa Slike 3.1 može poslužiti samo za aproksimativno određivanje e_{prim} za stvarni sustav.

Pri tome se može koristiti slijedeći postupak:

1. Odrediti faktor utroška primarne energije $e_{prim,kat}$ za danu površinu A_k iz dijagrama u Katalogu (poglavlja 4 i 5)
2. Odrediti faktor utroška primarne energije za danu A_k iz dijagrama sa Slike 3.1 za stvarni $Q_{H,nd}(e_{prim,stv})$ i za nazivni $Q_{H,nd}(e_{prim,N})$ za koji vrijedi dijagram u Katalogu
3. Izračunati odnos $e_{prim,stv} / e_{prim,N}$

4. Izračunati konačni faktor utroška primarne energije $e_{prim,kon}$ za stvarni $Q_{H,nd}$ i stvarni A_k prema $e_{prim,kon} = e_{prim,kat} \cdot e_{prim,stv} / e_{prim,N}$



Slika 3.1 Promjena faktora utroška primarne energije e_{prim} u ovisnosti o $Q_{H,nd}$ i A_k [21]

Rezultati proračuna su u Katalogu prikazani tablično i dijagramski. U dijagramima su dani interpolacijski polinomi pomoću kojih je moguće odrediti pojedine veličine za stvarnu A_k zgrade koja se projektira. Pri tome je u dijagramima u izrazima za polinome $x=A_k$ a y je ona veličina koja je opisana na ordinati, odnosno u legendi.

Za veličine koje su iskazane samo u tablicama vrijednosti za stvarni A_k se mogu dobiti interpolacijom između danih veličina za najbliže vrijednosti A_k .

Obzirom da se faktori primarne energije i emisije CO_2 (vidi Prilog) mijenjaju sukladno čestim promjenama tehničke regulative u R. Hrvatskoj, proračuni su provedeni s vrijednostima danim u krovnoj normi [5]. Kako bi se omogućilo korištenje Kataloga neovisno o tim promjenama, u poglavlju 4 su dani detaljni podaci o isporučenoj energiji temeljem koji se pomoću izraza iz poglavlja 3 može izračunati primarna energija i emisija CO_2 prema trenutno važećim vrijednostima.

Troškovi godišnje potrošnje energije se određuju prema izrazu

$$T_{en} = E_{del,HW} T_{g,i} + E_{del,aux} T_{el} \quad [\text{kn/a}] \quad (4.5)$$

gdje su

$T_{g,i}$ – cijena i-tog energenta (kn/kWh), Tablica P.3 u Prilogu

T_{el} – cijena električne energije (kn/kWh), Tablica P.3 u Prilogu

Troškovi energije kroz period od n godina se mogu odrediti prema podacima o godišnjoj potrošnji energije koristeći izraz

$$T_{en}(\text{ng.}) = T_{en} + T_{en} \cdot (1+p/100) + T_{en} \cdot (1+p/100)^2 + \dots + T_{en} \cdot (1+p/100)^n \quad [\text{kn}] \quad (4.6)$$

uz $r = 1 + p/100$ [kn/a]

$$T_{en}(\text{ng.}) = T_{en} \cdot (1 + r + r^2 + r^3 \dots r^n) \quad [\text{kn}] \quad (4.7)$$

gdje su

$T_{en}(\text{ng.})$ – ukupan trošak energije kroz n godina (kn);

T_{en} – trošak energije u jednoj godini (kn);

p – godišnja stopa povećanja cijene goriva, (%).

za period od 30 g. i $p = 2,8\%$ može se koristiti izraz

$$T_{en}(30g) = T_{en} \cdot 46,03635 \quad [\text{kn}] \quad (4.8)$$

4. KATALOG TIPSKIH RJEŠENJA - KONTINENTALNA HRVATSKA

Popis oznaka i opisa u tablicama i dijagramima

A_k	- ploština korisne površine zgrade (m^2);
Q_N	- nazivni učin generatora topline (kW);
'solarni kolektori'	- tip i neto (svijetla) površina solarnih kolektora (m^2);
'spremnik'	- zapremina spremnika tople vode sustava grijanja (l);
'spremnik PTV'	- zapremina spremnika potrošne tople vode (l);
$Q_{H,nd}$	- godišnja potrebna toplinska energija za grijanje prostora (kWh/ m^2a);
Q_W	- godišnja potrebna toplinska energija za pripremu PTV-a (kWh/ m^2a);
$E_{del,HW}$	- godišnja isporučena toplinska energija za grijanje i pripremu PTV-a (kWh/ m^2a);
$E_{del,aux}$	- godišnja isporučena pomoćna električna energija (kWh/ m^2a);
E_{del}	- ukupna godišnja isporučena energija zgrade (kWh/ m^2a);
E_{prim}	- ukupna godišnja primarna energija zgrade (kWh/ m^2a);
e_{del}	- koeficijent utroška isporučene energije (-);
e_{prim}	- koeficijent utroška primarne energije (-);
CO_2	- godišnja emisija CO_2 (kg/ m^2a);
E_{PV}	- godišnja isporučena električna energija fotonaponskim sustavom (kWh/ m^2a);
E_{sol}	- godišnja isporučena toplinska energija solarnim toplovodnim sustavom (kWh/ m^2a);
$E_{HP,out}$	- godišnja isporučena toplinska energija dizalicom topline podsustavu razvoda (kWh/ m^2a);
$E_{chp,el}$	- godišnja isporučena električna energija sustavom kogeneracije (kWh/ m^2a);
'Grijanje i PTV'	- godišnja potrošnja $E_{del,HW}$ (kWh/a) i trošak isporučene energije za sustav grijanja i pripreme PTV-a (kn);
'Pomoćna el. en.'	- godišnja potrošnja $E_{del,aux}$ (kWh/a) i trošak isporučene energije za pogon pomoćnih uređaja (kn);
$T_{en,uk}$	- ukupni godišnji troškovi energije (kn/a);
P_{el}	- prihod od prodaje električne energije isporučene u električnu mrežu fotonaponskim ili sustavom kogeneracije (kn/a)
$T_{održav.}$	- godišnji troškovi održavanja (kn/a);
I_{alt}	- trošak investicije u alternativni sustav (kn).

Kratice

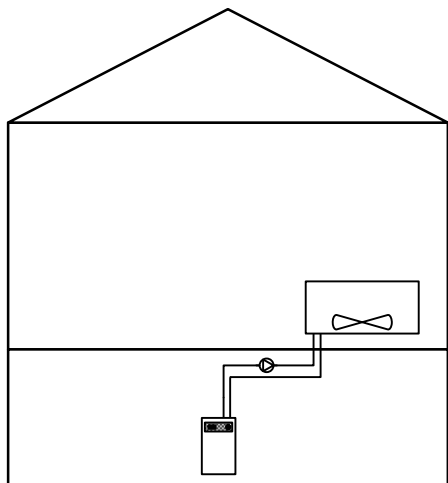
kondenz.	- kondenzacijski toplovodni kotao s ventilatorskim plamenikom;
na pelete	- toplovodni kotao na pelete;
plinski MUI,CHP	- plinski kogeneracijski modul s motorom s unutarnjim izgaranjem;
grij.prostor	- grijani prostor;
negrij.prostor	- negrijani prostor unutar zgrade;
monokristal.	- monokristalični fotonaponski panel;
kompakt.	- kompaktna toplinska podstanica daljinskog grijanja.

Napomena: U dijagramima je u izrazima za polinome $x=A_k$ a y je ona veličina koja je opisana na ordinati odnosno u legendi (npr. $y=E_{del,HW}$).

4.3 Uredske zgrade-kontinentalna Hrvatska

Kotao na pelete

Podaci o termotehničkom sustavu:



Podsustav proizvodnje

A_k	kotao		
m ²	tip	Q_N , kW	smještaj
100	na pelete	10	negrij.prostor
200	na pelete	12	negrij.prostor
500	na pelete	20	negrij.prostor
1000	na pelete	40	negrij.prostor
3000	na pelete	100	negrij.prostor

Podsustav predaje

ogrjevnna tijela: ventilokonvektori

smještaj: vanjski zidovi

regulacija: preko referentne prostorije

Podsustav razvoda grijanja

temperatura: 50/40°C

smještaj: grijani prostor, unutarnji zidovi

regulacija: prema vanjskoj temperaturi, promjenjiva temperatura ogrjevnog medija

izolacija: $\Psi \leq 0,2-0,3 \text{ W/mK}$

pumpa: neregulirana

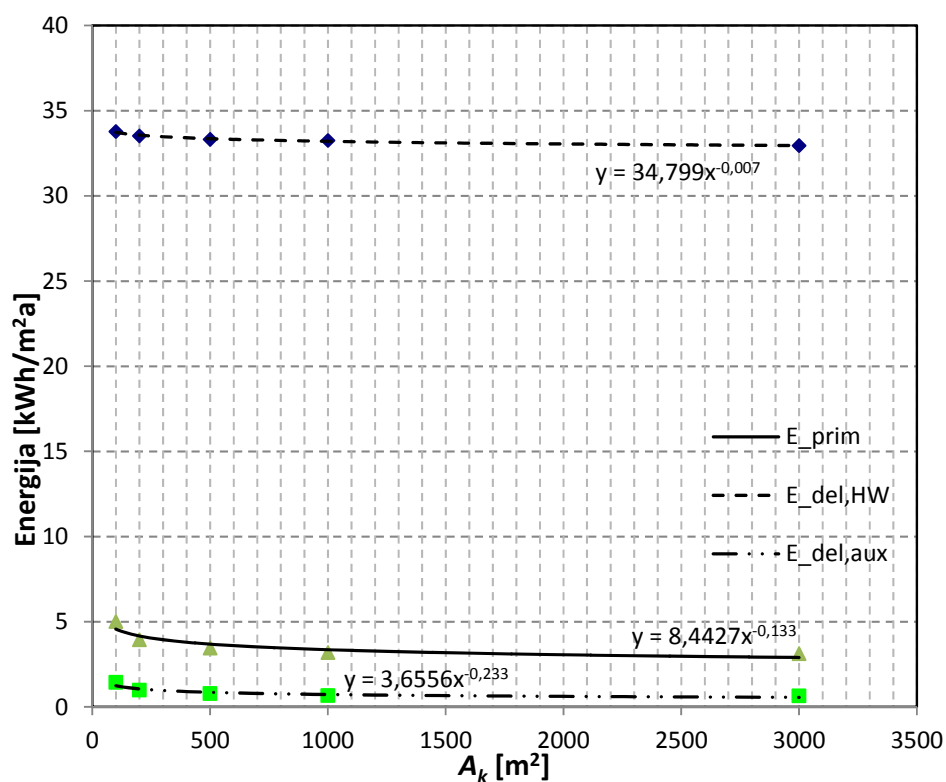
Podsustav razvoda PTV-a

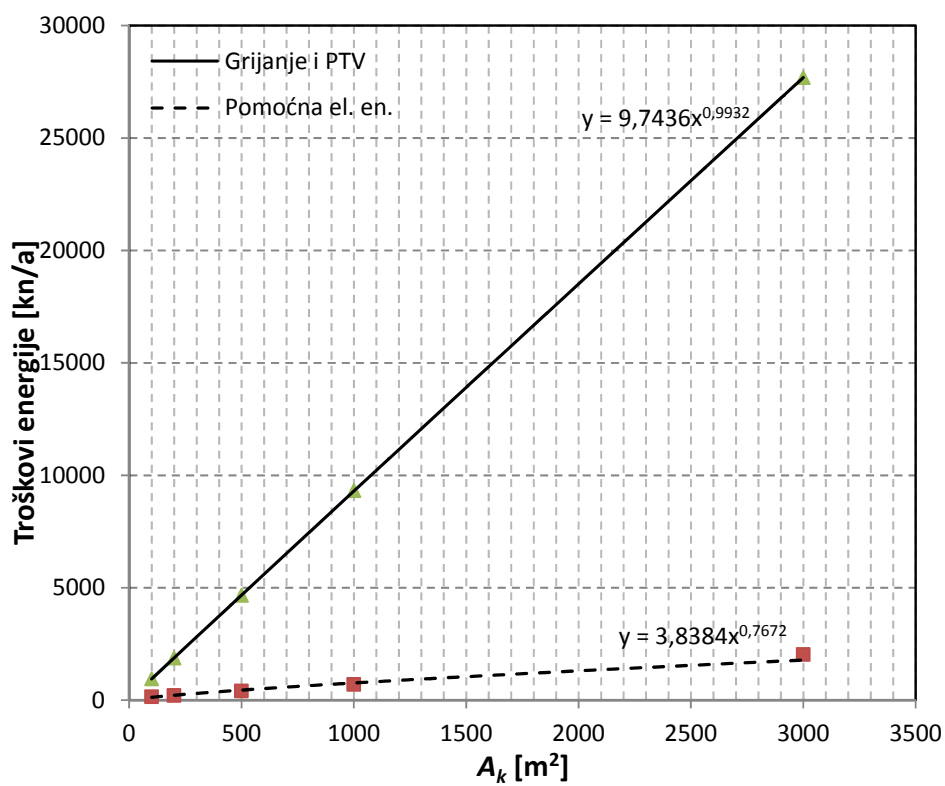
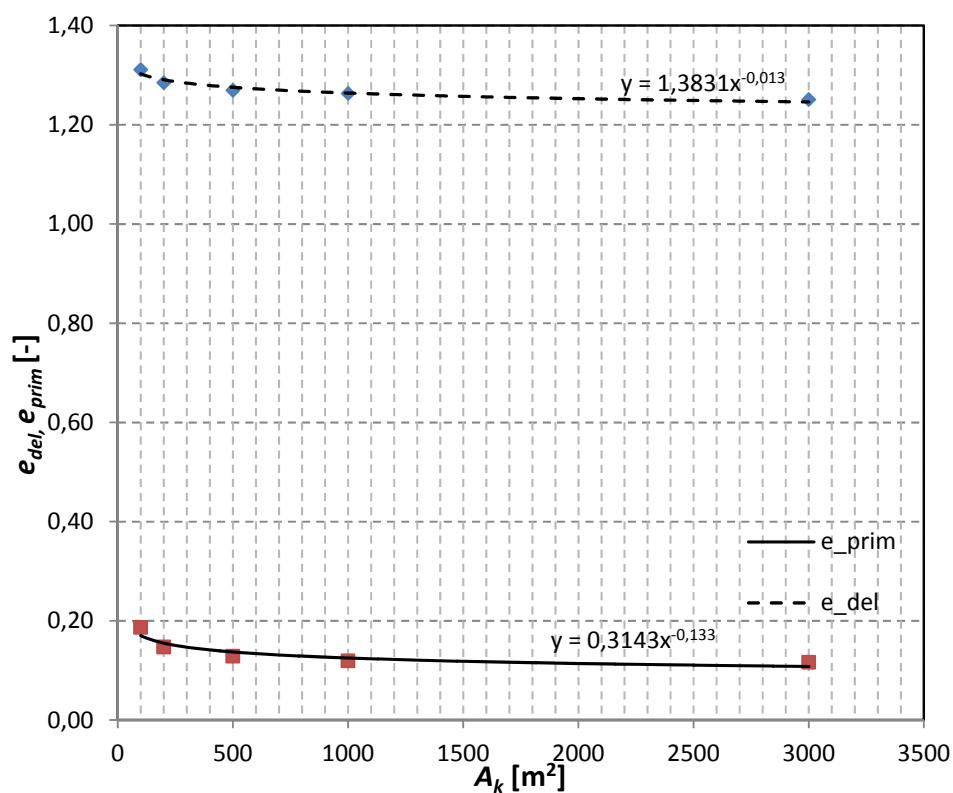
ne postoji

Napomena: investicija u alternativni sustav I_{alt} obuhvaća kotao, pelet set (spremnik, pelet transporter, plamenik), pripadajuću regulaciju i instalacijske radove.

A_k	$Q_{H,nd}$	Q_w	$E_{del,HW}$	$E_{del,aux}$	E_{del}	E_{prim}	e_{del}	e_{prim}	CO_2
m^2	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	-	-	kg/m ² a
100	26,9	0,0	33,8	1,4	35,2	5,0	1,31	0,19	0,90
200	26,9	0,0	33,5	1,0	34,5	3,9	1,28	0,15	0,66
500	26,9	0,0	33,3	0,8	34,1	3,5	1,27	0,13	0,55
1000	26,9	0,0	33,3	0,7	33,9	3,2	1,26	0,12	0,49
3000	26,9	0,0	33,0	0,6	33,6	3,1	1,25	0,12	0,47

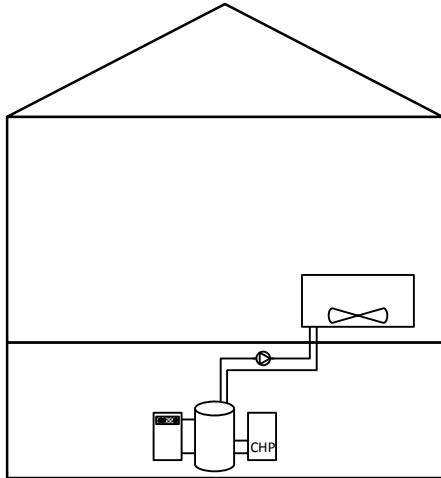
A_k	Grijanje i PTV		Pomoćna el.en.		$T_{en,uk}$	$T_{održav.}$	I_{alt}
m^2	kWh/a	kn/a	kWh/a	kn/a	kn/a	kn/a	kn
100	3378	946	144	152	1097	700	21106
200	6704	1877	198	207	2085	900	23129
500	16658	4664	389	408	5073	1200	29230
1000	33257	9312	667	701	10013	1600	39840
3000	98871	27684	1928	2025	29709	3000	61357





Uredske zgrade - kontinentalna HrvatskaSustav kogeneracije

Podaci o termotehničkom sustavu:

Podsustav proizvodnje

A_k m ²	kogeneracijski modul			kotao		
	tip	Q_{N_r} , kW	P_{el_r} , kW	tip	Q_{N_r} , kW	smještaj
100	plinski MUI	2,5	1	kondenz.	10	negrij.prostor
200	plinski MUI	5,5	1	kondenz.	10	negrij.prostor
500	plinski MUI	13,5	6	kondenz.	12	negrij.prostor
1000	plinski MUI	26	12	kondenz.	30	negrij.prostor
3000	plinski MUI	71	33	kondenz.	70	negrij.prostor

Podsustav predaje

ogrjevnja tijela: ventilokonvektori

smještaj: vanjski zidovi

regulacija: preko referentne prostorije

Podsustav razvoda grijanja

temperatura: 50/40°C

smještaj: grijani prostor, unutarnji zidovi

regulacija: prema vanjskoj temperaturi, promjenjiva temperatura ogrjevnog medija

izolacija: $\Psi \leq 0,2-0,3 \text{ W/mK}$

pumpa: neregulirana

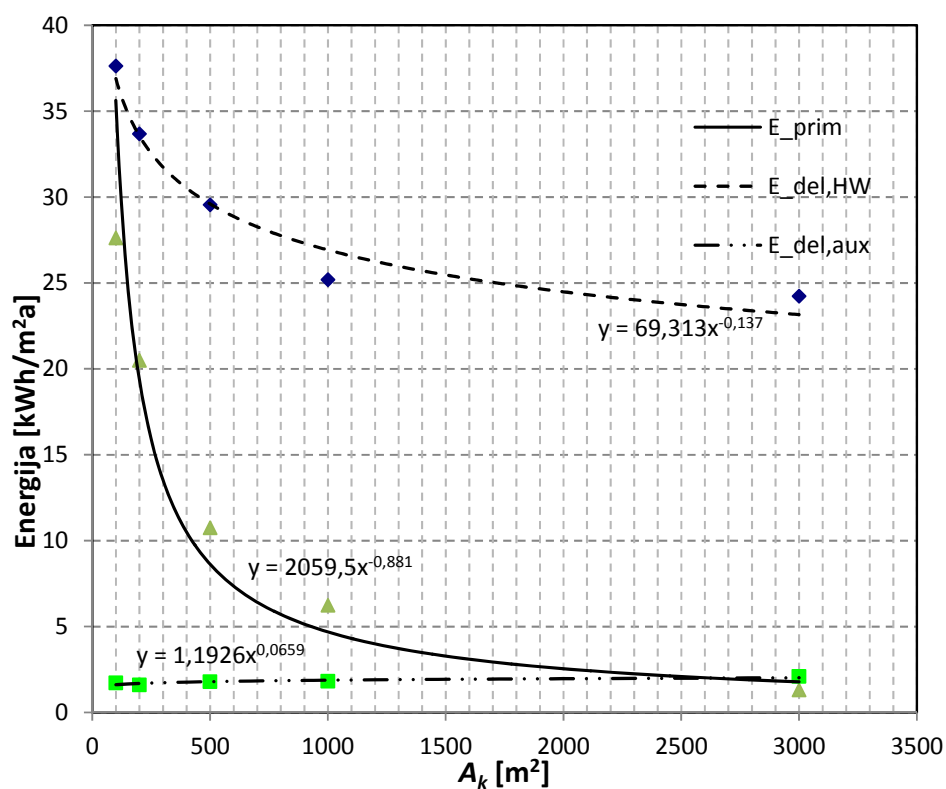
Podsustav razvoda PTV-a

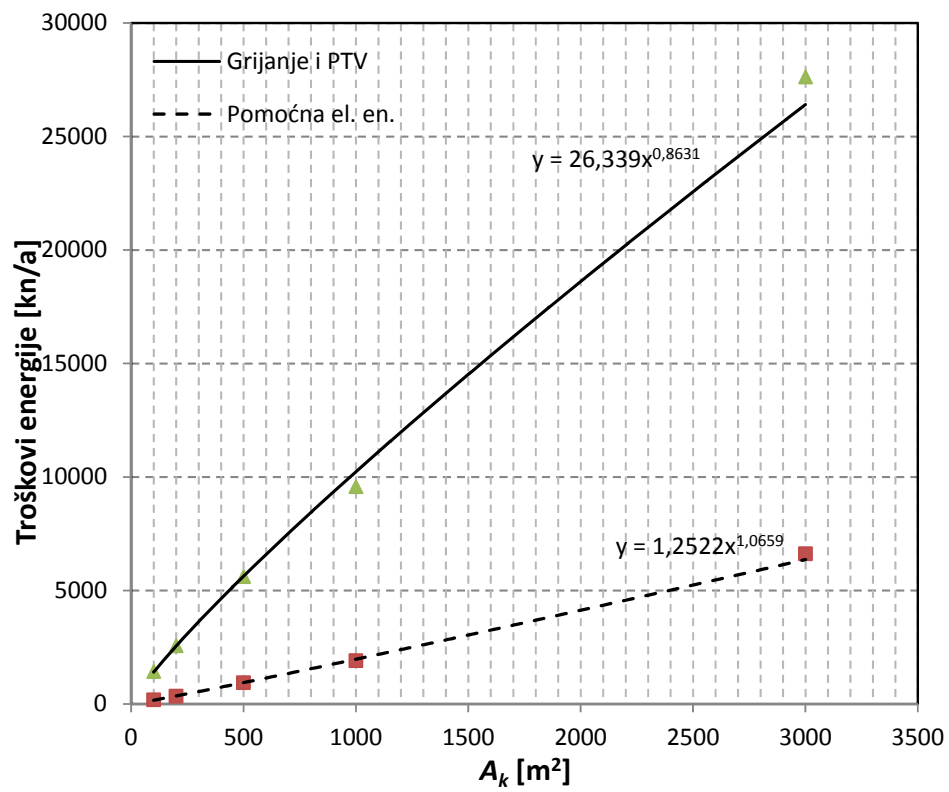
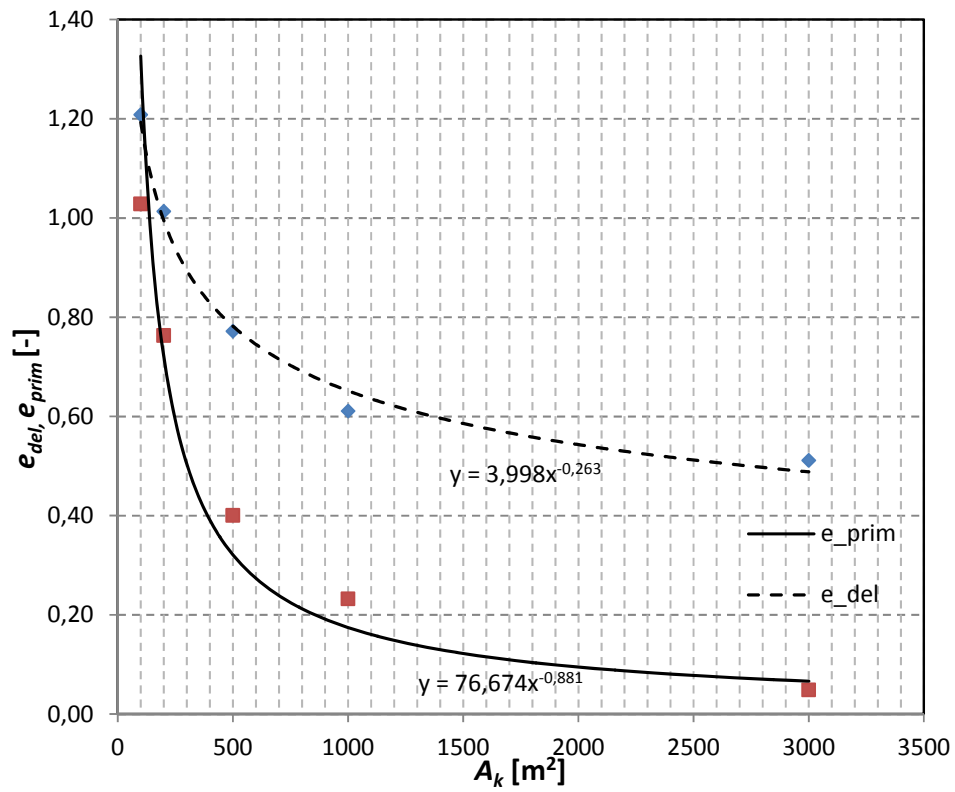
ne postoji

Napomena: investicija u alternativni sustav obuhvaća kogeneracijski modul, spremnik sustava grijanja, pripadajuću regulaciju, armaturu i instalacijske radove.

A_k	$Q_{H,nd}$	Q_W	$E_{del,HW}$	$E_{del,aux}$	$E_{chp,el}$	E_{del}	E_{prim}	e_{del}	e_{prim}	CO_2
m^2	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	-	-	kg/m ² a
100	26,9	0,0	37,6	1,7	6,9	32,5	27,6	1,21	1,03	4,78
200	26,9	0,0	33,7	1,6	8,1	27,2	20,5	1,01	0,76	3,31
500	26,9	0,0	29,5	1,8	10,6	20,7	10,8	0,77	0,40	1,24
1000	26,9	0,0	25,2	1,8	10,6	16,4	6,2	0,61	0,23	0,38
3000	26,9	0,0	24,2	2,1	12,6	13,7	1,3	0,51	0,05	-0,72

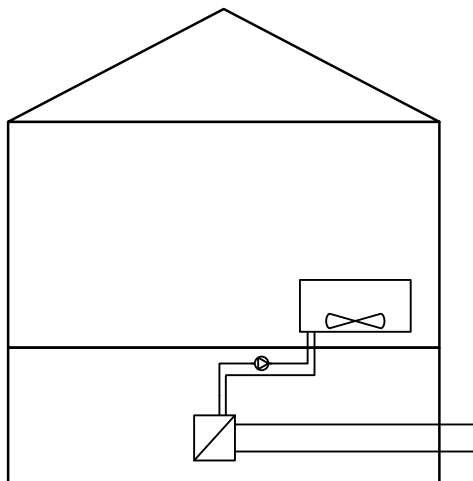
A_k	Grijanje i PTV		Pomoćna el.en.		$T_{en,uk}$	P_{el}	$T_{održav.}$	I_{alt}
m^2	kWh/a	kn/a	kWh/a	kn/a	kn/a	kn/a	kn/a	kn
100	3763	1430	171	180	1610	723	900	36714
200	6736	2560	320	336	2895	1693	1200	37104
500	14773	5614	893	938	6551	5565	2100	116909
1000	25193	9573	1814	1905	11478	11134	2800	184128
3000	72698	27625	6297	6612	34238	39672	3900	360020





Uredske zgrade - kontinentalna Hrvatska**Daljinsko grijanje**

Podaci o termotehničkom sustavu:

Podsustav proizvodnje

A_k	toplinska podstanica		
m^2	tip	Q_N , kW	smještaj
100	kompakt.	30	negrij.prostor
200	kompakt.	30	negrij.prostor
500	kompakt.	30	negrij.prostor
1000	kompakt.	50	negrij.prostor
3000	kompakt.	100	negrij.prostor

Podsustav predaje

ogrjevnja tijela: ventilokonvektori

smještaj: vanjski zidovi

regulacija: preko referentne prostorije

Podsustav razvoda grijanja

temperatura: 50/40°C

smještaj: grijani prostor, unutarnji zidovi

regulacija: prema vanjskoj temperaturi, promjenjiva temperatura ogrjevnog medija

izolacija: $\Psi \leq 0,2-0,3 \text{ W/mK}$

pumpa: neregulirana

Podsustav razvoda PTV-a

ne postoji

Napomena: investicija u alternativni sustav I_{alt} obuhvaća toplinsku podstanicu, pripadajuću regulaciju i instalacijske radove.

A_k	$Q_{H,nd}$	Q_W	$E_{del,HV}$	$E_{del,aux}$	E_{del}	E_{prim}	e_{del}	e_{prim}	CO_2
m^2	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	-	-	kg/m ² a
100	26,9	0,0	34,3	1,4	35,7	47,9	1,33	1,78	12,07
200	26,9	0,0	31,8	1,0	32,8	43,7	1,22	1,63	11,03
500	26,9	0,0	30,3	0,8	31,1	41,2	1,16	1,53	10,42
1000	26,9	0,0	29,9	0,7	30,6	40,5	1,14	1,51	10,23
3000	26,9	0,0	29,6	0,6	30,2	39,9	1,12	1,49	10,10

A_k	Grijanje i PTV		Pomoćna el.en.		$T_{en,uk}$	$T_{održav.}$	I_{alt}
m^2	kWh/a	kn/a	kWh/a	kn/a	kn/a	kn/a	kn
100	3426	959	144	152	1111	urač.u cijenu	18980
200	6370	1784	198	207	1991	urač.u cijenu	18980
500	15164	4246	389	408	4654	urač.u cijenu	18200
1000	29936	8382	667	701	9083	urač.u cijenu	29300
3000	88694	24834	1928	2025	26859	urač.u cijenu	50000

