



INVESTITOR	BRENTA d.o.o . Klenovec Humski 89/1, 49231 Hum na Sutli OIB: 90672639692		
GRAĐEVINA	IZGRADNJA GOSPODARSKE ZGRADE PROIZVODNI POGON I SKLADIŠTE		
PROJEKT	ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM E3 ZOP: 06/18 TD: 06/18-E		
LOKACIJA	k.č.br. 2828/2, 2830/1, k.o. Lupinjak (novoformirana k.č.br. 2830/1, k.o. Lupinjak)		
GLAVNI PROJEKTANT	IVICA VRDOLJAK , mag.ing.aedif.		
IZRAĐIVAČ	DEAN ŽIVIČNJAK , mag.ing.arch.		
SURADNICI	VALENTINA ZEBEC , bacc.ing.aedif.		
DIREKTOR	DUBRAVKO KAMPUŠ , ing.građ.		
MJESTO I DATUM	ZABOK, ožujak 2018.		



SADRŽAJ

I. OPĆI DIO

- a. rješenje o upisu u sudski registar
- b. rješenje o upisu projektanta u Imenik komore

II. STRUČNI DIO

- a. popis oznaka
- b. uvod
- c. metodologija proračuna
- d. popis literature

POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA:

- MAPA 1: GEODETSKI PROJEKT
TAPAPROJEKT d.o.o.
Oznaka projekta: 263/2017
Projektant: Zlatko Šurbek, mag.ing.geod. et geoinf.
Broj ovlaštenja: Geo 1155
- MAPA 2: ARHITEKTONSKI PROJEKT
ZAGORJE PRO-KON d.o.o.
Oznaka projekta: 06/18-A
Projektant: Dean Živičnjak, mag.ing.arch.
Broj ovlaštenja: A 4452
- MAPA 3: GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE
ZAGORJE PRO-KON d.o.o.
Oznaka projekta: 06/18-B
Projektant: Ivica Vrdoljak, mag.ing.aedif.
Broj ovlaštenja: G 5020
- MAPA 4: GRAĐEVINSKI PROJEKT – PROJEKT VODOVODA I ODVODNJE
ZAGORJE PRO-KON d.o.o.
Oznaka projekta: 06/18-C
Projektant: Ivica Vrdoljak, mag.ing.aedif.
Broj ovlaštenja: G 5020
- MAPA 5: ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT
HAL PROJEKT d.o.o.
Oznaka projekta: TD 019/2018
Projektant: Tihomir Halambek, ing.el.
Broj ovlaštenja: E 1746
- MAPA 6: STROJARSKI PROJEKT
ENERGO-S d.o.o.
Oznaka projekta: TD 01-03/2018
Projektant: Ivica Barbir dipl.ing.stroj
Broj ovlaštenja: S 1696

POPIS ELABORATA GLAVNOG PROJEKTA:

- E 1: ELABORAT ZAŠTITE OD POŽARA
ARHINATURA d.o.o.
Oznaka projekta: TD 0602/18-P
Projektant: Dražen Boić, dipl.ing.arch.
Broj ovlaštenja: A2966
- E 2: ELABORAT ZAŠTITE NA RADU
ZAGORJE PRO-KON d.o.o.
Oznaka projekta: 06/18-Z
Koordinator I: Goran Strelec, ing.grad.
Broj uvjerenja: 608
- E 3: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM
ZAGORJE PRO-KON d.o.o.
Oznaka projekta: 06/18-E
Projektant: Dean Živičnjak, mag.ing.arch.
Broj ovlaštenja: A 4452
- E 4: GEOTEHNIČKI ELABORAT, GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ
GEO-CROATIA d.o.o.
Oznaka projekta: 44/2017, 51/2017
Projektant: Davor Mekovec, dipl.ing.grad.
Broj ovlaštenja: G 5219

I. OPĆI DIO

a. rješenje o upisu u sudski registar

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Cividini Marija
Donja Stubica, Trg M. Gupca 25

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:

080892932

OIB:

45765676508

TVRTKA:

- 1 ZAGORJE PRO – KON d.o.o. za projektiranje i konzalting
- 1 ZAGORJE PRO – KON d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

- 1 Zabok (Grad Zabok)
Lug Zabočki 86

PRAVNI OBLIK:

- 1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

- 1 * - projektiranje i građenje građevina te stručni nadzor građenja
- 1 * - energetska certificiranje, energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi
- 1 * - provedba programa izobrazbe osoba ovlaštenih za energetska certificiranje, energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi
- 1 * - neovisna kontrola energetskog certifikata i izvješća o redovitom pregledu sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi
- 1 * - kupnja i prodaja robe
- 1 * - pružanje usluga u trgovini
- 1 * - obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
- 1 * - zastupanje inozemnih tvrtki
- 1 * - istraživanje tržišta i ispitivanje javnog mnijenja
- 1 * - savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravljanjem
- 2 * - izrada elaborata stalnih geodetskih točaka za potrebe osnovnih geodetskih radova
- 2 * - izrada elaborata izmjere, označivanja i održavanja državne granice
- 2 * - izrada elaborata izrade Hrvatske osnovne karte
- 2 * - izrada elaborata izrade digitalnih ortofotokarata
- 2 * - izrada elaborata izrade detaljnih topografskih karata
- 2 * - izrada elaborata izrade preglednih topografskih karata
- 2 * - izrada elaborata katastarske izmjere
- 2 * - izrada elaborata tehničke reambulacije
- 2 * - izrada elaborata prevođenja katastarskog plana u digitalni oblik
- 2 * - izrada elaborata prevođenja digitalnog katastarskog plana u zadanu strukturu
- 2 * - izrada elaborata za homogenizaciju katastarskog plana
- 2 * - izrada parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata



REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Cividini Marija
Donja Stubica, Trg M. Gupca 25

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

- | | | |
|---|---|---|
| | | katastra zemljišta |
| 2 | * | - izrada parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata |
| | | katastra nekretnina |
| 2 | * | - izrada parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata |
| | | za potrebe pojedinačnog prevodenja katastarskih |
| | | čestica katastra zemljišta u katastarske čestice |
| | | katastra nekretnina |
| 2 | * | - izrada elaborata katastra vodova i stručne geodetske |
| | | poslove za potrebe pružanja geodetskih usluga |
| 2 | * | - tehničko vođenje katastra vodova |
| 2 | * | - izrada posebnih geodetskih podloga za potrebe izrade |
| | | dokumenata i akata prostornog uređenja |
| 2 | * | - izrada posebnih geodetskih podloga za potrebe |
| | | projektiranja |
| 2 | * | - izrada geodetskih elaborata stanja građevine prije |
| | | rekonstrukcije |
| 2 | * | - izrada geodetskoga projekta |
| 2 | * | - iskolčenje građevina i izrada elaborata iskolčenja |
| | | građevine |
| 2 | * | - izrada geodetskog situacijskog nacrtu izgrađene |
| | | građevine |
| 2 | * | - geodetsko praćenje građevine u gradnji i izrada |
| | | elaborata geodetskog praćenja |
| 2 | * | - praćenje pomaka građevine u njezinom održavanju i |
| | | izrada elaborata geodetskog praćenja |
| 2 | * | - geodetski poslovi koji se obavljaju u okviru urbane |
| | | komasacije |
| 2 | * | - izrada projekata komasacije poljoprivrednog zemljišta |
| | | i geodetski poslovi koji se obavljaju u okviru |
| | | komasacije poljoprivrednog zemljišta |
| 2 | * | - izrada posebnih geodetskih podloga za zaštićena i |
| | | štićena područja |
| 2 | * | - stručni nadzor nad izradom elaborata katastra vodova |
| | | i stručnih geodetskih poslova za potrebe pružanja |
| | | geodetskih usluga, tehničkim vođenjem katastra |
| | | vodova, izradom posebnih geodetskih podloga za |
| | | potrebe izrade dokumenata i akata prostornog |
| | | uređenja, izradom posebnih geodetskih podloga za |
| | | potrebe projektiranja, izradom geodetskih elaborata |
| | | stanja građevine prije rekonstrukcije, izradom |
| | | geodetskog projekta, iskolčenjem građevina i izradom |
| | | elaborata iskolčenja građevine, izradom geodetskog |
| | | situacijskog nacrtu izgrađene građevine, geodetskim |
| | | praćenjem građevine u gradnji i izradom elaborata |
| | | geodetskog praćenja, praćenje pomaka građevine u |
| | | njezinom održavanju i izradom elaborata geodetskog |
| | | praćenja, izradom posebnih geodetskih podloga za |
| | | zaštićena i šticiena područja |
| 2 | * | - tehničko i mehaničko ispitivanje i analiza |
| 2 | * | - istraživanje i eksploatacija mineralnih sirovina |
| 2 | * | - izrada projekata građenja rudarskih objekata i |
| | | postrojenja |
| 2 | * | - građenje ili izvođenje pojedinih radova na rudarskim |
| | | objektima i postrojenjima |
| 4 | * | - iznajmljivanje strojeva i opreme |
| 4 | * | - stručni poslovi zaštite okoliša |



REPUBLIKA HRVATSKA
 JAVNI BILJEŽNIK
 Cividini Marija
 Donja Stubica, Trg M. Gupca 25

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 5 DUBRAVKO KAMPUŠ, OIB: 59684190405
Zagreb, VRTLARSKA 7
- 3 - jedini član d.o.o.

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 5 DUBRAVKO KAMPUŠ, OIB: 59684190405
Zagreb, VRTLARSKA 7
- 3 - direktor
- 3 - zastupa samostalno i neograničeno od 15. srpnja 2015. godine

TEMELJNI KAPITAL:

- 4 200.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

- 1 Izjava o osnivanju od 22.01.2014. godine.
- 2 Odluka od 13.10.2014. godine u čl. 3 Izjave o osnivanju - dopuna djelatnosti od dana 22.01.2014. godine.
- 4 Odlukom člana društva od 15.07.2015. godine u potpunom tekstu Izjave o osnivanju od dana 13.10.2014. godine izmijenjen je članak 3. (djelatnosti) i članak 4. (temeljni kapital). Potpuni tekst Izjave o osnivanju dostavljen je sudu i uložen u zbirku isprava.

Promjene temeljnog kapitala:

- 4 Odlukom člana društva od 15.07.2015. godine temeljni kapital društva povećan je iz sredstava društva sa 20.000,00 kuna za iznos od 180.000,00 kuna na iznos od 200.000,00 kuna iz sredstava društva - reinvestiranjem dobiti ostvarene u 2014. godini.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	01.07.16	2015 01.01.15 - 31.12.15	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-14/2017-2	31.01.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0002 Tt-14/23598-4	31.10.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0003 Tt-15/21417-3	24.07.2015	Trgovački sud u Zagrebu
0004 Tt-15/23037-4	28.08.2015	Trgovački sud u Zagrebu
0005 Tt-17/17549-1	21.04.2017	Trgovački sud u Zagrebu
eu /	26.06.2015	elektronički upis
eu /	01.07.2016	elektronički upis



REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Cividini Marija
Donja Stubica, Trg M. Gupca 25

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

Pristojba: _____

Nagrada: _____



*Ja, javni bilježnik, **Marija Cividini, DONJA STUBICA, Trg Matije Gupca 25** temeljem čl. 5 ZSR (N.N. br. 1/95; 57/96; 45/99; 54/05) po uvidu u Sudski registar Republike Hrvatske kojeg sam današnjeg dana izvršio elektroničkim putem izdajem **Izvadak iz Sudskog registra za trgovačko društvo**.*

Izvadak se sastoji od 4 (četiri) lista.

Javnobilježnička pristojba za ovjeru po tar. br. 11. ZJP u iznosu od 10,00 kn naplaćena je i poništena na primjerku koji ostaje za arhiv. Javnobilježnička nagrada zaračunata u iznosu od 20,00 kn + PDV 25% (5,00 kn), a trošak 0,00 kn + PDV 25% (0,00 kn).

Broj: OV-1473/2017
Donja Stubica, 02.05.2017.



*Javni bilježnik
Marija Cividini
Za javnog bilježnika
javnobilježnički
pristjednik
Maja Baković*

b. rješenje o upisu projektanta u lmenik komore



REPUBLIKA HRVATSKA

HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA

Klasa: UP/I-034-02/17-01/66

Urbroj: 505-04-17-02

Zagreb, 29. svibnja 2017.

Hrvatska komora arhitekata odlučujući o zahtjevu, Deana Živičnjaka, mag.ing.arch., iz Pregrade, Dragutina Kunovića 25, OIB: 57069640924 u predmetu upisa u Imenik ovlaštenih arhitekata na temelju članka 26. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (Narodne novine broj 78/15), i članka 37. Statuta Hrvatske komore arhitekata (Narodne novine broj 140/15, 43/17), po zahtjevu stranke donosi

RJEŠENJE

1. U **Imenik ovlaštenih arhitekata** upisuje se Dean Živičnjak, mag.ing.arch., iz Pregrade, Dragutina Kunovića 25 u stručni smjer za: **ovlašteni arhitekt** pod rednim brojem **4452**, s danom upisa **29.05.2017.** godine.
2. Upisom u **Imenik ovlaštenih arhitekata**, Dean Živičnjak, mag.ing.arch., stječe pravo na uporabu strukovnog naziva "**ovlašteni arhitekt**" i pravo na obavljanje stručnih poslova temeljem članka 49., 53. i 55. Zakona o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje i članka 49. Statuta Hrvatske komore arhitekata, te pravo na pečat i iskaznicu ovlaštenog arhitekta.
3. Upisom u Imenik ovlaštenih arhitekata, Deanu Živičnjaku, mag.ing.arch., Komora izdaje pečat i iskaznicu ovlaštenog arhitekta.
4. Upisnina u iznosu od 1.000.00, kuna uplaćena je na račun Hrvatske komore arhitekata.

Obrazloženje

Dean Živičnjak, mag.ing.arch., iz Pregrade, Dragutina Kunovića 25 podnio je ovom javnopravnom tijelu zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih arhitekata Hrvatske komore arhitekata dana 26.05.2017. godine.

Hrvatska komora arhitekata provela je postupak razmatranja dostavljenog potpunog zahtjeva imenovanog sukladno članku 4. Pravilnika o upisima u imenike, upisnike i evidencije Hrvatske komore arhitekata, te je utvrđeno da je Dean Živičnjak:

- završio odgovarajući studij i stekao akademski naziv magistar inženjer arhitekture i urbanizma,
- da je stekao odgovarajuće stručno iskustvo u trajanju od dvije godine,
- da je položio stručni ispit za poslove sudionika i gradnji,
- da ima prebivalište na teritoriju Republike Hrvatske,
- da protiv njega nije pokrenuta istraga, odnosno da se ne vodi kazneni postupak zbog kaznenog djela koje se vodi po službenoj dužnosti,
- da je uplatio upisninu sukladno Odluci o visini upisnine i članarine Hrvatske komore arhitekata.

Temeljem ovako utvrđenog činjeničnog stanja ispunjeni su uvjeti propisani u članku 27. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju i članku 4. Pravilnika o upisima u imenike, upisnike i evidencije Hrvatske komore arhitekata i zahtjev imenovanog je osnovan.

Dean Živičnjak, mag.ing.arch., upisom u Imenik ovlaštenih arhitekata Hrvatske komore arhitekata od dana 29.05.2017. godine stječe pravo na uporabu strukovnog naziva ovlašteni arhitekt, pravo na pečat i iskaznicu, te sva prava i obveze sukladno Zakonu o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju, Zakonu o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje i Statutu Hrvatske komore arhitekata.

Slijedom ovako utvrđenog činjeničnog stanja zahtjevu je valjalo udovoljiti, te primjenom odredbi Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju, Zakona o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje i Statuta Hrvatske komore arhitekata riješiti kao u izreci.

Upravna pristojba u iznosu od 70,00 kuna po Tar. br. 1. i 2. Tarife upravnih pristojbi Zakona o upravnim pristojbama (Narodne novine broj 115/16) je plaćena.

Uputa o pravnom lijeku:

Protiv ovog rješenja može se izjaviti žalba Ministarstvu graditeljstva i prostornoga uređenja u roku od 15 dana od njegova prijema. Žalba se predaje neposredno ili putem pošte ovom tijelu, a može se izjaviti usmeno na zapisnik. Upravna pristojba na žalbu plaća se u državnim biljezima u iznosu od 35,00 kuna po Tar. br. 3. Tarife upravnih pristojbi Zakona o upravnim pristojbama.

Predsjednica Hrvatske komore arhitekata
Željka Jurković, dipl.ing.arch.



Dostaviti:

1. Dean Živičnjak, 49218 Pregrada, Dragutina Kunovića 25,
2. Pismohrana, ovdje.

II. STRUČNI DIO

a. POPIS OZNAKA

Sustav grijanja

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

Sustav pripreme PTV-a

QW – potrebna toplinska energija za pripremu PTV-a (kWh);
 QW,dis,out – toplinska energija na izlazu iz podsustava razvoda PTV-a (kWh);
 QW,dis,ls – ukupni toplinski gubici u podsustavu razvoda (kWh);
 QW,dis,rbl – iskoristivi toplinski gubici podsustava razvoda (kWh);
 WW,dis,aux – pomoćna energija podsustava razvoda (kWh);

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

b. UVOD

Osnovni cilj Direktive o energetske 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 $Q''_{H,nd} = 25 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$,
- 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.

c. METODOLOGIJA PRORAČUNA

c1. 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 energetske svojstava zgrade (u daljnjem tekstu Algoritmi) [2] koji su dio šire Metodologije za provođenje energetske 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 rasvjetle:

1. Algoritam za izračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora prema HRN EN ISO 13790 s Prilozima (primjeri proračuna koeficijenata prolaska topline za stambenoposlovnu zgradu i godišnje potrebne energije za grijanje i hlađenje)
2. Algoritam za određivanje energetske zahtjeva i učinkovitost termotehničkih sustava u zgradama (sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode)
3. Algoritam za određivanje energetske zahtjeva i učinkovitost termotehničkih sustava u zgradama (sustavi kogeneracije, sustavi daljinskog grijanja, fotonaponski sustavi)

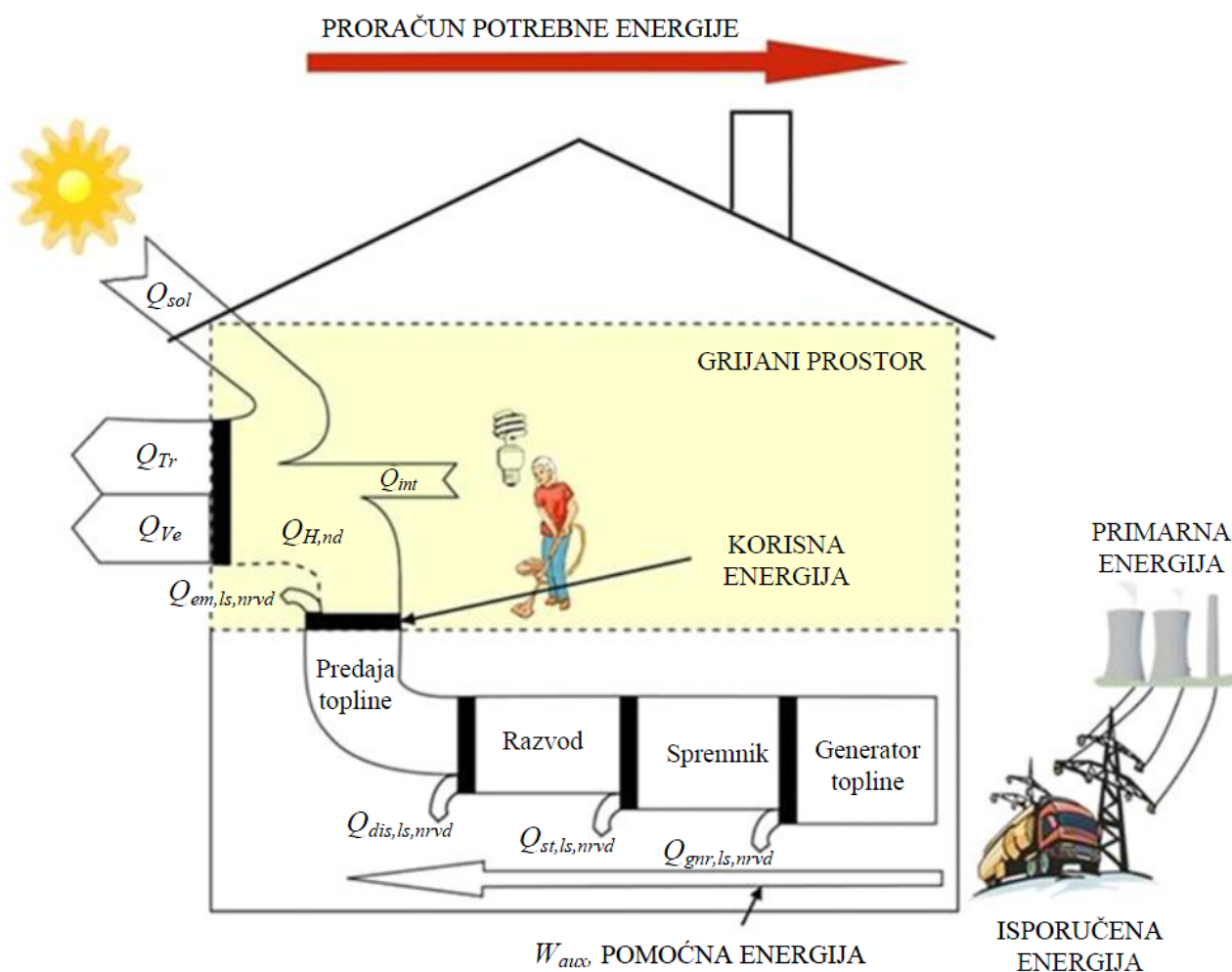
4. Algoritam za proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade

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 energetskih 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 (ogrjevena 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);

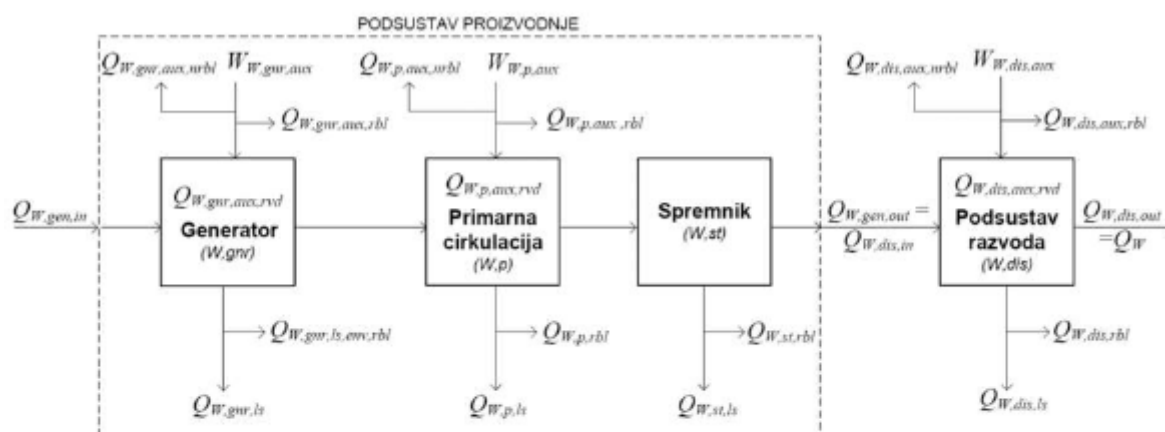
$Q_{st,ls,nrvd}$ – neiskorišteni toplinski gubici spremnika (kWh);

$Q_{gnr,ls,nrvd}$ – neiskorišteni toplinski gubici generatora topline (kWh);

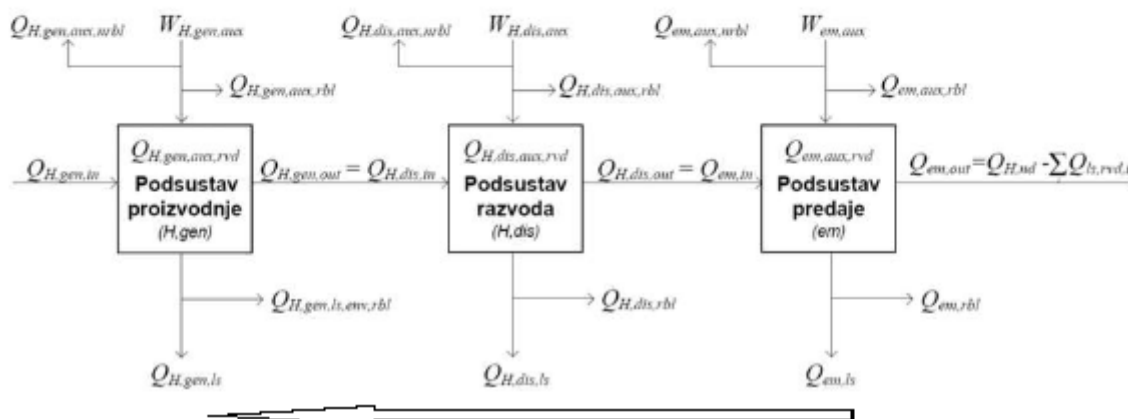
W_{aux} – pomoćna električna energija za pogon pomoćnih uređaja (kWh).

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

PRIPREMA PTV-a



GRIJANJE



Slika 2.2 Shematski prikaz ulazna/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

$$Q_{H,nd} = (Q_{Tr} + Q_{Ve}) - K_{H,g} \times Q_{H,g} \text{ [kWh]}$$

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

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

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

$K_{H,g}$ – 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

$$Q_{em,out} = Q_{H,nd} + Q_{ls,rvd,i} \text{ [kWh]}$$

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

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

$Q_{ls,rvd,i}$ je stvarno iskorišten dio pojedinog iskoristivog gubitka $Q_{rbl,i}$ $Q_{ls,rvd,i} = \sum_{i=1}^n Q_{rbl,i}$ (kWh) (2.3)

uz stupanj iskorištenja iskoristivih gubitaka K_{rvd} 0,8–1,0 (kWh) (2.4)

Općeniti izraz za toplinsku energiju na ulazu u pojedini podsustav je

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

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

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

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

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

c2. Isporučena energija

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

Isporučena toplinska energija

$$Edel,HW = QH,gen,in + QW,gen,in \text{ [kWh]} \quad (2.8a)$$

Kad se uz kogeneracijski modul koristi i toplovodni kotao

$$Edel,HW = Qchp,in + QH,gen,in + QW,gen,in \text{ [kWh]} \quad (2.8b)$$

Qchp,in – isporučena toplinska energija gorivom u sustav kogeneracije (kWh);

Kod sustava s dizalicom topline računa se prema

$$Edel,HW = EH,hp,in + EW,hp,in \text{ [kWh]} \quad (2.8c)$$

gdje *EH,hp,in* i *EW,hp,in* (kWh) predstavljaju električnu energiju za pogon dizalice topline (kompresor+pomoćni el. grijači) za grijanje i pripremu PTV-a.

Isporučena pomoćna električna energija

$$Edel,aux = (Wem,aux + WH,dis,aux + WH,gen,aux) + (WW,dis,aux + WW,gen,aux) \text{ [kWh]} \quad (2.9)$$

Ukupno isporučena energija zgradi

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

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

$$Edel = Edel,HW + Edel,aux - Echp,el \text{ [kWh]} \quad (2.11)$$

$$Edel = Edel,HW + Edel,aux - EPV \text{ [kWh]} \quad (2.12)$$

gdje su

Qchp,in – isporučena toplinska energija gorivom u sustav kogeneracije (kWh);

Echp,el – proizvedena električna energija sustavom kogeneracije (kWh);

EPV – proizvedena električna energija fotonaponskim sustavom (kWh).

c3. Primarna energija

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

Toplinska energija

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

Kad se uz kogeneracijski modul koristi i toplovodni kotao

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

$f_{p,i}$ – 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

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

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

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

Ukupna primarna energija zgrade

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

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

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

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

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 *edel* predstavlja omjer isporučene energije i potrebne (korisne) toplinske energije

$$edel = Edel / (QH_{nd} + QW) \text{ [-]} \quad (2.19)$$

Koeficijent utroška primarne energije

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

$$eprim = Eprim / (QH_{nd} + QW) \text{ [-]} \quad (2.20)$$

c4. Emisija CO₂

Emisija CO₂ se računa prema isporučenoj energiji u sustav

$$CO_2 = Edel_{HW} \cdot Cp,i + Edel_{aux} \cdot Cel \text{ [kg]} \quad (2.21)$$

Cp,i – faktor emisije CO₂ za *i*-ti izvor energije (–), Tablica P.2 u Prilogu;

Cel – faktor emisije CO₂ za električnu energiju (–), Tablica P.2 u Prilogu.

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

$$CO_2 = Q_{chp,in} \cdot Cp,i + Q_{gen,in} \cdot Cp,i + Edel_{aux} \cdot Cel - Eel_{chp} \cdot Cel \text{ [kWh]} \quad (2.22)$$

$$CO_2 = Edel_{HW} \cdot Cp,i + Edel_{aux} \cdot Cel - Eel_{PV} \cdot Cel \text{ [kWh]} \quad (2.23)$$

Elaborat sadrži dijagramske i tablične prikaze navedenih veličina 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 QH_{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.

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

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 *lalt* 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

$$l_{proj+alt} = l_{proj,em} + l_{proj,dis} + l_{proj,gen} + lalt \text{ (kn)} \quad (4.1)$$

l_{proj+alt} – ukupni trošak investicije koji obuhvaća sve dijelove prvotno projektiranog sustava i alt. sustav (kn);

l_{proj,em} – trošak investicije u podsustav predaje prvotno projektiranog sustava (kn);

l_{proj,dis} – trošak investicije u podsustav razvoda prvotno projektiranog sustava (kn);

l_{proj,gen} – trošak investicije svih dijelova podsustava proizvodnje prvotno projektiranog sustava koji nisu obuhvaćeni u *lalt* (kn);

lalt – 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

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

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

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

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).

Ten_{proj} – ukupni godišnji trošak energije kod korištenja prvotno projektiranog sustava (kn/a);

$Ten_{proj+alt}$ – 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 QH_{nd} (i to onu koja odgovara TOR) dani su podaci o faktorima utroška isporučene i primarne energije $edel$ i $eprim$, koji do određene mjere omogućuju korištenje Kataloga i za druge vrijednosti QH_{nd} i QW .

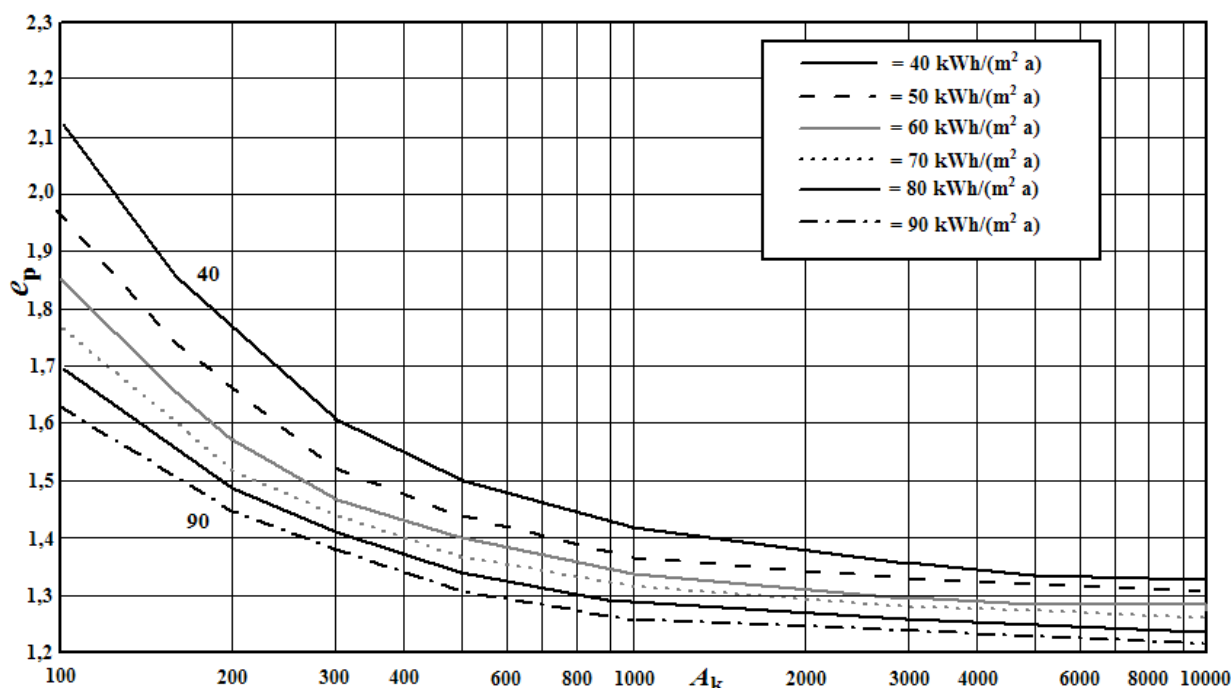
Pri tome treba voditi računa da se ti faktori obrnuto proporcionalno mijenjaju s promjenom QH_{nd} i to ovisno o termotehničkom sustavu u rasponu cca. 3–7% za svaku promjenu QH_{nd} od 10 kWh/m²a, pri čemu je ta promjena manja što je QH_{nd} veći, Slika 3.1 [21].

Podaci o promjeni $eprim$ sa Slike 3.1 dobiveni su iz analiza [21, 22] koje su neovisne o onima iz ove studije, te prikazuju samo trendove promjene faktora $eprim$. Promjene $eprim$ u ovisnosti o QH_{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 sljedeći postupak:

1. Odrediti faktor utroška primarne energije $e_{prim,kat}$ za danu površinu A_k iz dijagrama u Katalogu (pogl. 4 i 5)
2. Odrediti faktor utroška primarne energije za danu A_k iz dijagrama sa Slike 3.1 za stvarni $QH_{nd}(e_{prim,stv})$ i za nazivni $QH_{nd}(e_{prim,M})$ za koji vrijedi dijagram u Katalogu
3. Izračunati odnos $e_{prim,stv} / e_{prim,M}$
4. Izračunati konačni faktor utroška primarne energije $e_{prim,kon}$ za stvarni QH_{nd} i stvarni A_k prema $e_{prim,kon} = e_{prim,kat} \cdot e_{prim,stv} / e_{prim,M}$



Slika 3.1 Promjena faktora utroška primarne energije e_{prim} u ovisnosti o QH_{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 CO₂ (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 CO₂ prema trenutno važećim vrijednostima.

Troškovi godišnje potrošnje energije se određuju prema izrazu

$$Ten = Edel, HW \cdot Tg, i + Edel, aux \cdot Tel \text{ [kn/a]} \quad (4.5)$$

gdje su

Tg, i – cijena i-tog energenta (kn/kWh), Tablica P.3 u Prilogu

Tel – 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

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

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

$$Ten(n g.) = Ten \cdot (1+r+r^2+r^3+\dots+rn) \text{ [kn]} \quad (4.7)$$

gdje su

$Ten(n g.)$ – ukupan trošak energije kroz n godina (kn);

Ten – trošak energije u jednoj godini (kn);

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

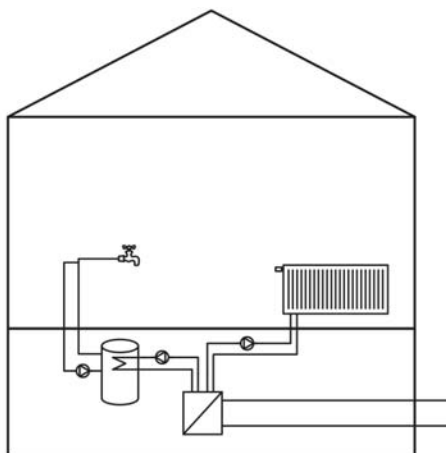
za period od 30 g. i $p=2,8\%$ može se koristiti izraz

$$Ten(30 g) = Ten \cdot 4,6,03635 \text{ [kn]} \quad (4.8)$$

UREDSKE ZGRADE-KONTINENTALNA HRVATSKA

Kotao na pelete

Podaci o termotehničkom sustavu:



Podsustav proizvodnje

A_k	toplinska podstanica	spremnik PTV		
m ²	tip	Q_N , kW	l	smještaj
200	kompakt.	30	300	negrij.prostor
500	kompakt.	50	600	negrij.prostor
1000	kompakt.	60	1200	negrij.prostor
2000	kompakt.	100	2400	negrij.prostor
3000	kompakt.	100	3600	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: 0,2-0,3W/mK

pumpa: neregulirana

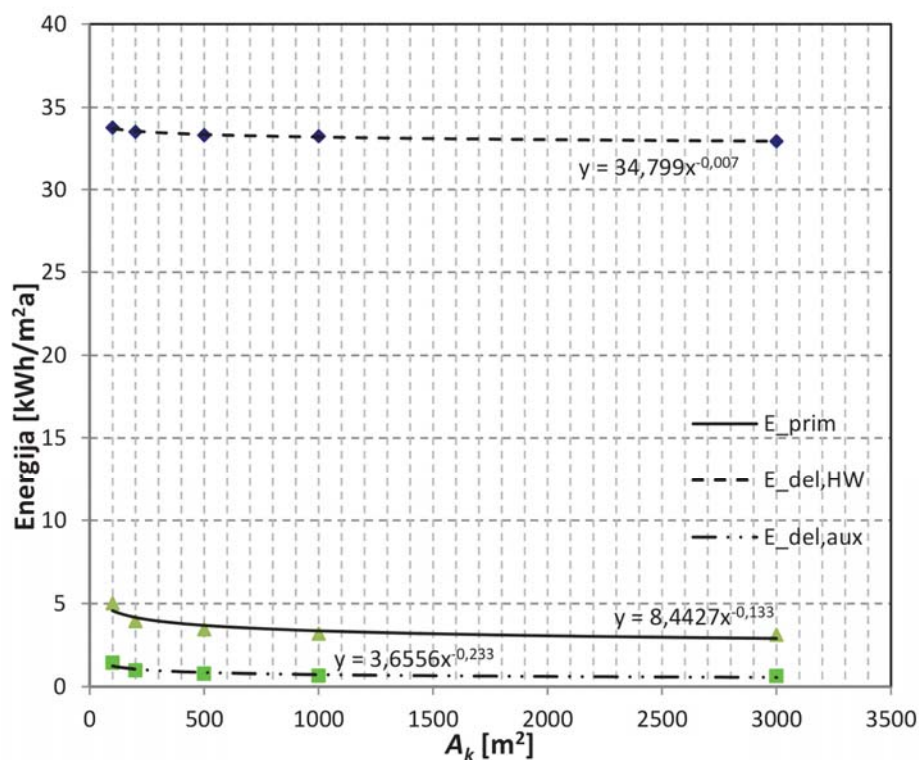
Podsustav razvoda PTV-a

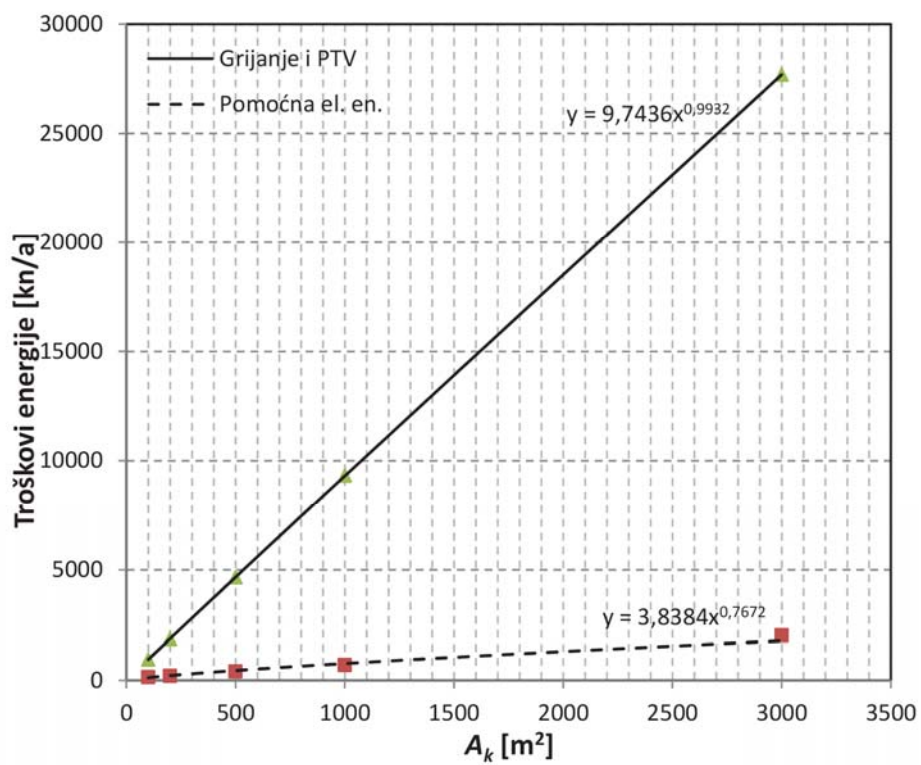
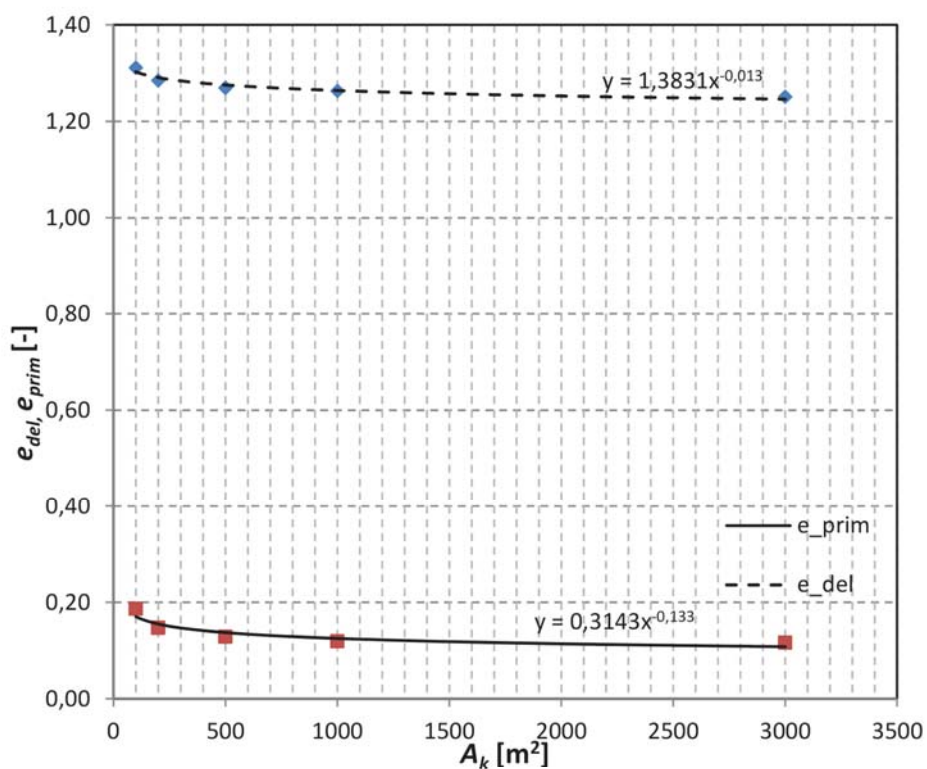
ne postoji

Napomena: investicija u alternativni sustav /a/t/ 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

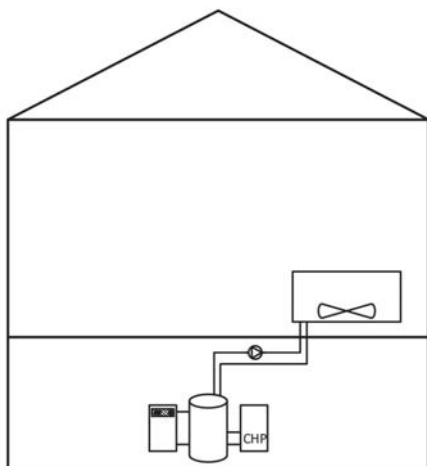




UREDSKE ZGRADE – KONTINENTALNA HRVATSKA

Sustav kogeneracije

Podaci o termotehničkom sustavu:



Podsustav proizvodnje

A_k m ²	kogeneracijski modul			kotao		
	tip	Q_N , kW	P_{el} , kW	tip	Q_N , 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

ogrjevnna tijela: ventilakonvektori

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: 0,2–0,3W/mK

pumpa: neregulirana

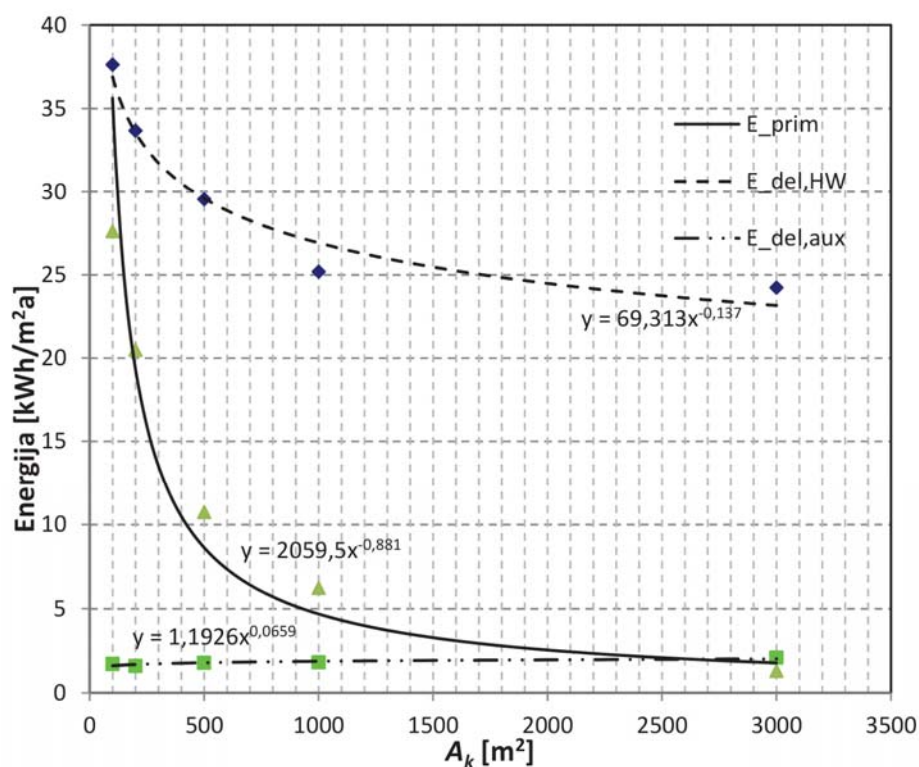
Podsustav razvoda PTV-a

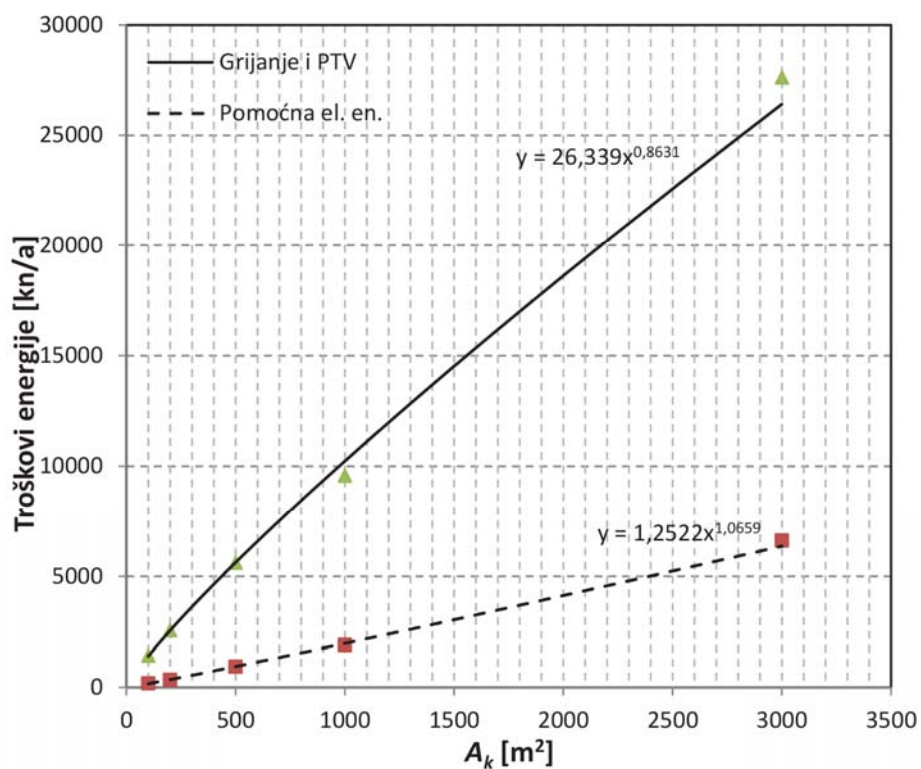
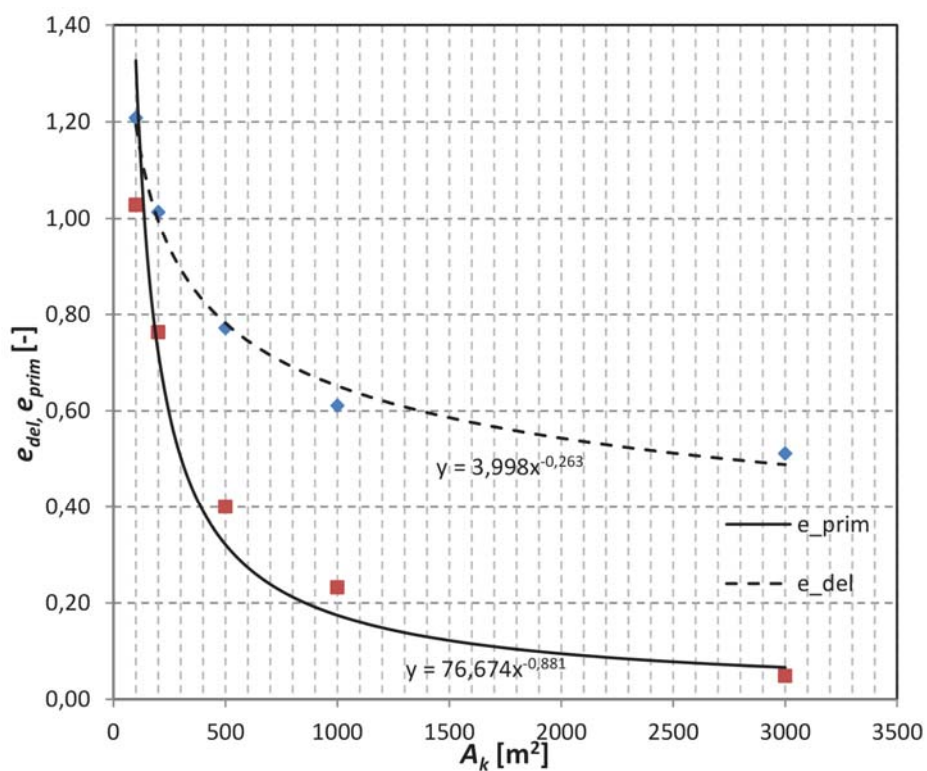
ne postoji

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

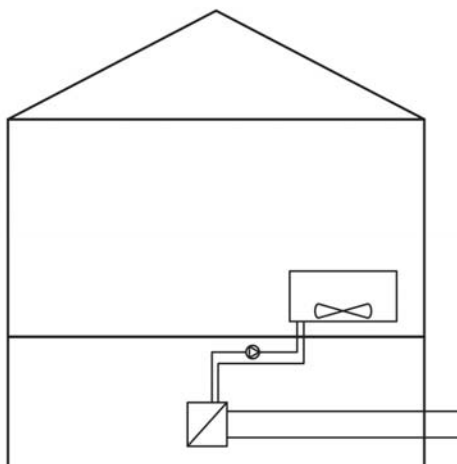




UREDSKE ZGRADE – KONTINENTALNA HRVATSKA

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

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: 0,2–0,3W/mK

pumpa: neregulirana

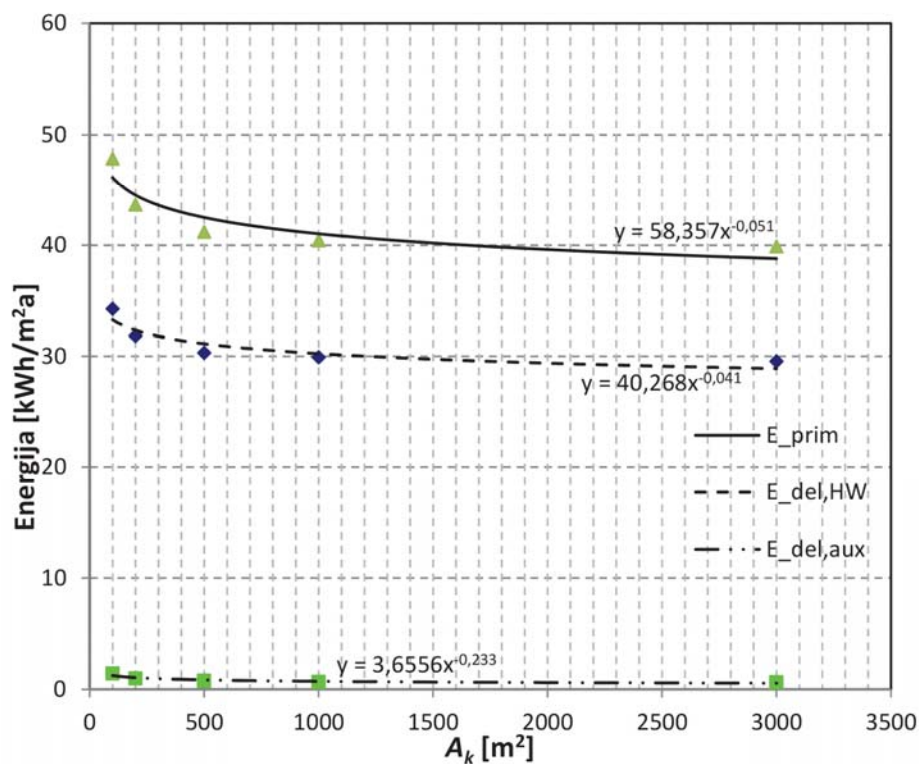
Podsustav razvoda PTV-a

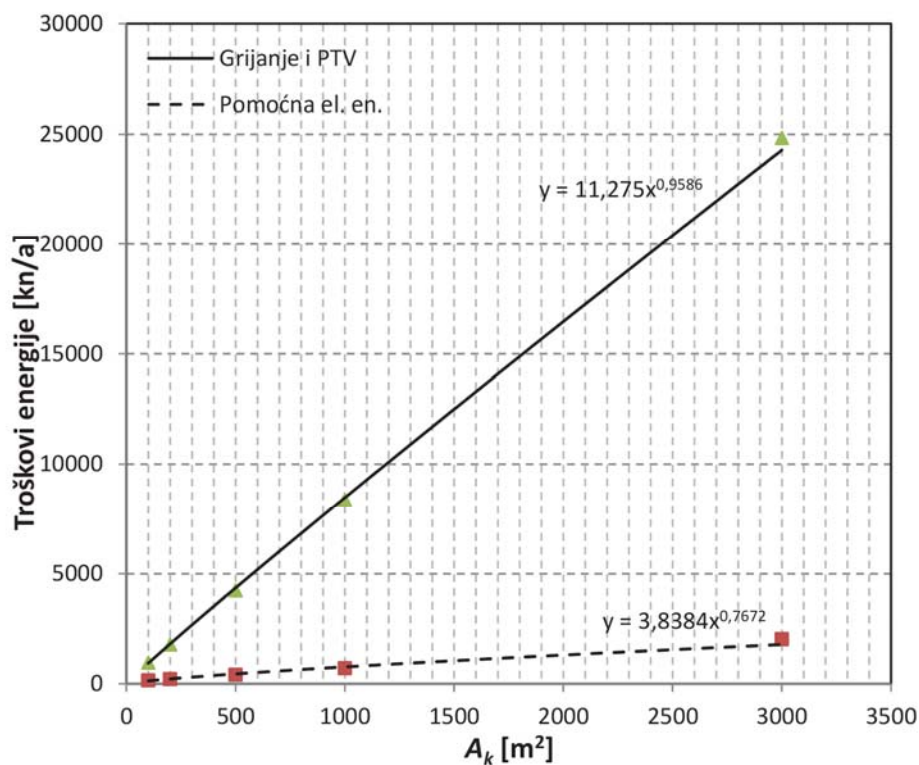
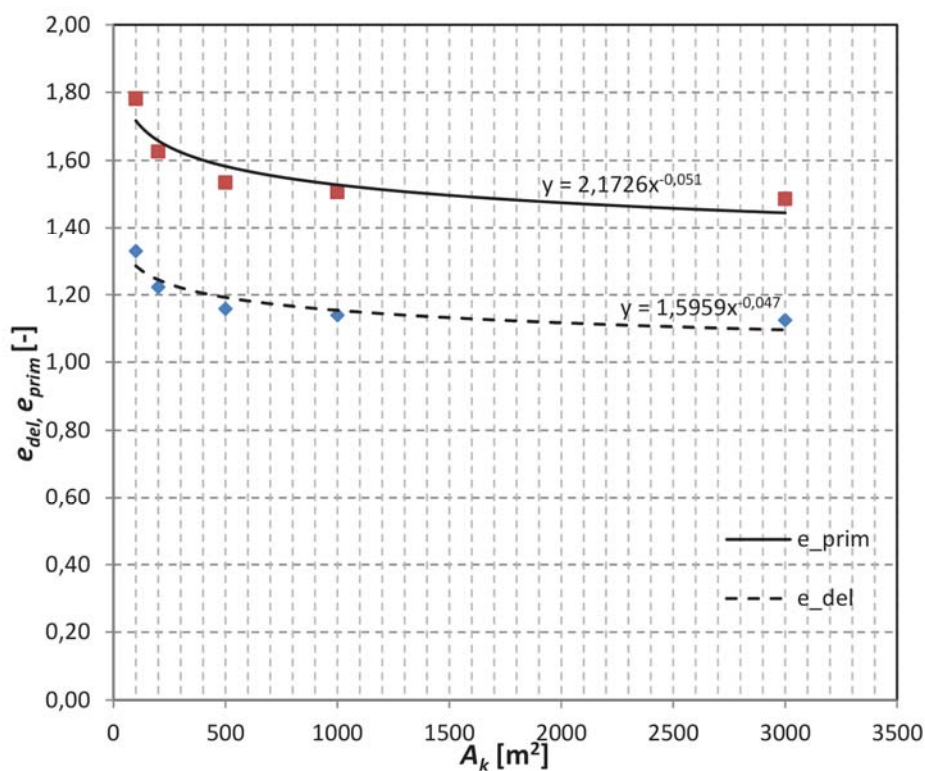
ne postoji

Napomena: investicija u alternativni sustav *za* obuhvaća toplinsku podstanicu, 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	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





PRILOG

Tablica P.1 Faktori primarne energije (prema EN 15603)

Izvor energije	Faktor primarne energije (neobnovljiva komponenta) f_p [-]
Zemni plin	1,05
Drveni peleti	0,05
Sunčeva energija	0
Električna energija	2,3
Daljinsko grijanje	1,3

 Tablica P.2 Faktori emisije CO₂ po jedinici isporučene energije (prema EN 15603)

Izvor energije	Faktor emisije CO ₂ CO ₂ [kg/kWh]
Zemni plin	0,2
Drveni peleti	0,004
Sunčeva energija	0
Električna energija	0,53
Daljinsko grijanje	0,33

Tablica P.3 Uprosječene tržišne cijene energenata po jedinici isporučene energije

Izvor energije	Cijena energenta [kn/kWh]
Zemni plin	0,38
Drveni peleti	0,28
Električna energija	1,05
Daljinsko grijanje:	
<i>Kontinentalna Hrvatska</i>	0,28
<i>Primorska Hrvatska</i>	0,75

d. POPIS LITERATURE

1. Direktiva 2010/31/EU o energetskej učinkovitosti zgrada / Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (Official Journal L 153/13,18/6/2010)
2. Algoritmi za izračun energetskih svojstava zgrada, FSB, Zagreb, 2014
3. Metodologija provođenja energetskog pregleda građevina, MGIPU, Zagreb, 2014
4. HRN EN 15603:2008 Energetska svojstva zgrada – Ukupna potrošnja energije i definiranje energetske procjene
5. prEN 15603:2013 Energy performance of buildings – Overarching standard EPBD
6. HRN EN ISO 13790:2008 Energetska svojstva zgrada – Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora
7. HRN EN 15316-1:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – 1. dio: Općenito
8. HRN EN 15316-2-1:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 2-1: Sustavi za grijanje prostora zračenjem topline
9. HRN EN 15316-2-3:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 2-3: Razvodi sustava grijanja prostora
10. HRN EN 15316-4-1:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-1: Sustavi za proizvodnju topline izgaranjem (kotlovi)
11. HRN EN 15316-4-7:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-7: Sustavi za proizvodnju topline izgaranjem biomase
12. HRN EN 15316-3-1:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 3-1: Sustavi za pripremu potrošne tople vode, pokazatelji potreba prema izljevnome mjestu
13. HRN EN 15316-3-2:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 3-2: Sustavi za pripremu potrošne tople vode, razvod
14. HRN EN 15316-3-3:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 3-3: Sustavi za pripremu potrošne tople vode, zagrijavanje
15. HRN EN 15316-4-2:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-2: Sustavi za proizvodnju topline, sustavi dizalica topline

16. HRN EN 15316-4-3:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-3: Sustavi za proizvodnju topline, toplinski sustavi sunčevog zračenja
17. HRN EN 15316-4-4:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-4: Sustavi za proizvodnju topline, sustavi kogeneracije uklopljeni u zgradu
18. HRN EN 15316-4-5:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-5: Sustavi za proizvodnju topline za grijanje prostora, pokazatelji i kvaliteta daljinskog grijanja i sustava velikih volumena
19. HRN EN 15316-4-6:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-6: Sustavi za proizvodnju topline, fotonaponski sustavi
20. Studije: Izvješće prema članku 5(2) Direktive 2010/31/EU i članku 6 Uredbe (EU) 244/2012 od 16.1.2012.: Minimalni zahtjevi na energetska svojstva Obiteljske kuće, Višestambene zgrade, Uredske zgrade, Zgrade obrazovnih institucija, Hoteli i restorani, Zgrade veleprodaje i maloprodaje, Zgrade bolnica, Zgrade sportskih dvorana, za kontinentalnu i primorsku Hrvatsku, za razdoblje do 1970., 1971. – 2005., iza 2006., i gotovo nula energetske Zgrade, EIHP, Zagreb, 2014
21. Recknagel / Sprenger: Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik 2005/6, Oldenbourg Verlag München
22. DIN V 4701-10 Energy efficiency of heating and ventilation systems in buildings – Part 10: Heating, domestic hot water supply, ventilation

