



NAZIV GRAĐEVINE:

**SANACIJA OVOJNICE I NOSIVE
KONSTRUKCIJE DIJELA STROJARSKE
TEHNIČKE ŠKOLE FAUSTA VRANČIĆA I
DIJELA INDUSTRIJSKE STROJARSKE ŠKOLE
U SVRHU USPOSTAVE REGIONALNOG
CENTRA KOMPETENTNOSTI U STRUKOVNOM
OBRAZOVANJU I OSPOSOBLJAVANJU,
SEKTOR STROJARSTVA**

LOKACIJA GRAĐEVINE:

**Avenija Marina Držića 14, 10000 Zagreb
na k.č. 2192/1 k.o. Trnje**

INVESTITOR:

**Strojarska tehnička škola Fausta Vrančića
Avenija Marina Držića 14, 10000 Zagreb
OIB: 23414282056**

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA:

05-7/19

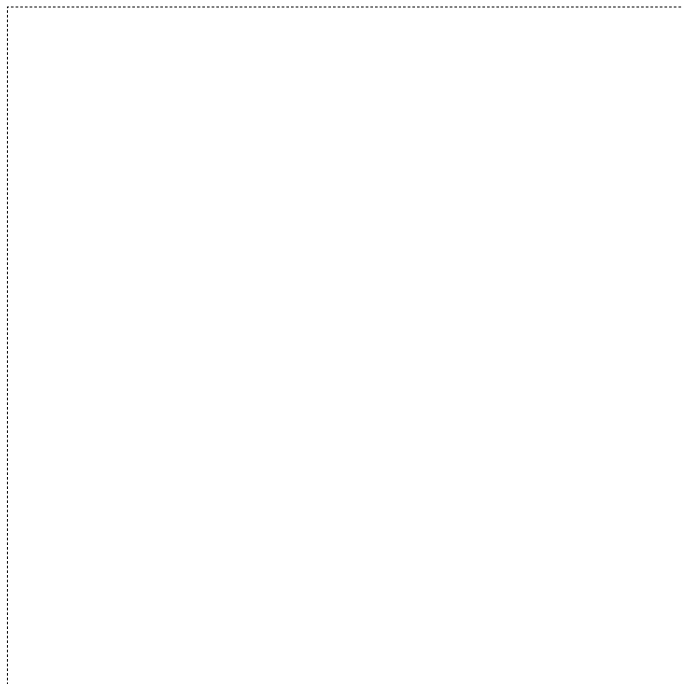
BROJ TEHNIČKOG DNEVNIKA:

05-7/19-EASOE

RAZINA RAZRADE:

Glavni projekt

MAPA:



ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM

GLAVNI PROJEKTANT:

Irena Gajšak Tonković, dipl.ing.arh.

PROJEKTANT:

Darko Žerjav, dipl.ing.el.



**DARKO ŽERJAV
mag.ing.el.**

E 2323

**OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE**

DIREKTOR:

Renata Gajšak Žerjav, dipl.ing.el.

"ELAG" d.o.o.

za graditeljstvo i poslovne usluge
ZAGREB - Jure Kaštelana 17B/IV

Zagreb, veljača 2019.



SADRŽAJ

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA	3
RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA	5
RJEŠENJE O UPISU U IMENIK OVLAŠTENIH INŽENJERA.....	6
1. TEHNIČKI OPIS	7
1.1. PODACI O GRAĐEVINI	7
1.2. PROJEKTNI PARAMETRI	10
1.3. KARAKTERISTIKE LOKACIJE.....	12
2. ANALIZA ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM	13
2.1. ZADATAK.....	13
2.2. TOPLINSKA ZAŠTITA ZGRADE	13
2.3. ALTERNATIVNO RJEŠENJE – VARIJANTA I	19
2.4. ALTERNATIVNO RJEŠENJE – VARIJANTA II	22
2.5. ALTERNATIVNO RJEŠENJE – VARIJANTA III	24
3. ZAKLJUČAK	26

GRAĐEVINA: SANACIJA OVOJNICE I NOSIVE KONSTRUKCIJE DIJELA STROJARSKE TEHNIČKE ŠKOLE
 FAUSTA VRANČIĆA I DIJELA INDUSTRIJSKE STROJARSKE ŠKOLE, AVENIJA MARINA DRŽIČA 14, 10000
 ZAGREB

T.D.: 05-7/19-EASOE

 REPUBLIKA HRVATSKA
 TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU
 IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

 PREDMET POSLOVANJA:
 7 * - poslovanje nekretninama
 7 * - posredovanje u prometu nekretnina
 7 * - poslovi upravljanja nekretninom i održavanje nekretnina
 7 * - djelatnost nakladnika
 7 * - izrada suvenirira i ukrasnih predmeta

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

 5 Zvonimir Petar Gajšak, OIB: 48593187330
 Zagreb, Salopekova 26
 5 - član društva
 5 Jasenka Gajšak, OIB: 11288905386
 Zagreb, Salopekova 26
 5 - član društva

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

 7 Renata Gajšak Žerjav, OIB: 88496697367
 Zagreb, Livadarski put 3
 6 - direktor
 6 - zastupa društvo pojedinačno i samostalno, postala član uprave-direktor odlukom od 01.02.2012.g.
 7 Irena Gajšak Tonković, OIB: 29854695895
 Zagreb, Hondlova 22/A
 6 - direktor
 6 - zastupa društvo pojedinačno i samostalno, postala član uprave-direktor odlukom od 01.02.2012.g.

 6 Zvonimir Petar Gajšak, OIB: 48593187330
 Zagreb, Salopekova 26
 6 - prokurist
 6 Jasenka Gajšak, OIB: 11288905386
 Zagreb, Salopekova 26
 6 - prokurist

TEMELJNI KAPITAL:

3 36.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

 1 Akt o osnivanju društva donesen je 05. ožujka 1992. godine, usklađen sa ZTD-om 02. prosinca 1995. godine i ~~ostvarjen u novom obliku kao Izjava.~~
 2 Temeljni akt društva, Izjava o usklađenju od 03.12.1995. o odlukom jedinog člana Društva od 29.12.1997. na čijejosti je zamijenjena novim odredbama Izjave o usklađenju od 29.12.1997. Temeljni akt društva, nova Izjava o usklađenju

D004, 2015-12-03 11:05:39 Stranica: 2 od 4


 REPUBLIKA HRVATSKA
 TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU
 IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS: 080023474

OIB: 78247215436

TVRTKA:

1 ELAG društvo s ograničenom odgovornošću za graditeljstvo i poslovne usluge

1 ELAG d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

 4 Zagreb (Grad Zagreb)
 Jure Kaštelana 17B/IV

PRAVNI OBLIK:

1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

 1 63.40 - Djelatnost ostalih agencija u prometu
 1 67.13 - Pomocne djel. u financ. posredovanju, d. n.
 1 * - izvođenje i održavanje elektro i drugih instalacija
 1 * - projektiranje, građenje i nadzor
 1 * - završni i obrtnički radovi u građevinarstvu
 1 * - zastupanje u prometu roba i usluga
 1 * - zastupanje stranih tvrtki
 3 * - kupnja i prodaja robe
 3 * - obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
 3 * - računalne i srodne djelatnosti
 3 * - pružanje usluga u nautičkom, seljačkom, zdravstvenom, kongresnom, sportskom, lovnom i drugim oblicima turizma, pružanje ostalih turističkih usluga
 3 * - prevođiteljske djelatnosti
 7 * - stručni poslovi prostornog uređenja
 7 * - energetsko certificiranje, energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi
 7 * - obavljanje djelatnosti upravljanja projektom gradnje
 7 * - tehničko ispitivanje i analiza
 7 * - dizajn, uređenje i opremanje interijera
 7 * - stručni poslovi zaštite od buke
 7 * - stručni poslovi zaštite okoliša
 7 * - pružanje usluga u trgovini
 7 * - usluge informacijskog društva
 7 * - pružanje usluga smještaja
 7 * - organiziranje seminara i tečajeva


D004, 2015-12-03 11:05:39 Stranica: 1 od 1

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

od 29.12.1997. je u potpunom tekstu dostavljena sudu i uložena u zbirku isprava.

3 Odlukom člana društva od 13. travnja 2007. godine ukunuta Izjava od 29. prosinca 1997. godine u cijelosti i zamijenjena novim Društvenim ugovorom. Pročišćeni tekst Društvenog ugovora potvrđen od javnog bilježnika i dostavljen u zbirku isprava.

7 Odlukom članova društva od dana 06.11.2015. godine promijenjene su odredbe Društvenog ugovora o osnivanju od dana 13.04.2007. godine i to odredbe čl. 2. Potpuni tekst Društvenog ugovora o osnivanju od 06.11.2015. godine dostavljen sudu i uloženi u zbirku isprava.

Promjene temeljnog kapitala:

2 Odlukom člana od 29.12.1997. godine povećan je temeljni kapital društva sa 8,00 kn za 17.992,00 kn na 18.000,00 kn. Temeljni kapital povećan je u novcu. Temeljni kapital je u cijelosti unesen u društvo. Preuzeti su svi temeljni uložni.

3 Odlukom člana društva od 13. travnja 2007. godine povećan je temeljni kapital društva sa 18.000,00 kn za 18.000,00 kn na 36.000,00 kn i uplaćen u cijelosti.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

Predano God. Za razdoblje Vrsta izvještaja
eu 11.03.15 2014 01.01.14 - 31.12.14 GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

REU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-95/6840-2	03.01.1996	Trgovački sud u Zagrebu
0002 Tt-97/9065-4	12.07.2000	Trgovački sud u Zagrebu
0003 Tt-07/4501-2	24.05.2007	Trgovački sud u Zagrebu
0004 Tt-09/10446-2	23.09.2009	Trgovački sud u Zagrebu
0005 Tt-10/15600-2	14.12.2010	Trgovački sud u Zagrebu
0006 Tt-12/2240-2	14.02.2012	Trgovački sud u Zagrebu
0007 Tt-15/32846-2	17.11.2015	Trgovački sud u Zagrebu
eu /	10.06.2009	elektronički upis
eu /	24.03.2010	elektronički upis
eu /	14.03.2011	elektronički upis
eu /	19.03.2012	elektronički upis
eu /	11.03.2013	elektronički upis
eu /	17.02.2014	elektronički upis
eu /	11.03.2015	elektronički upis





RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA

Temeljem Zakona o gradnji (NN 153/13, N.N. 20/17) imenuje se projektant:

Darko Žerjav, dipl.ing.el.

Za elaborat:

ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM

Rješenje o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike:

redni broj 2323, Zagreb, 08.07.10.

Klasa: UP/I-310-34/10-01/2323

Ur.broj: 504-05-10-1

Faza tehničke dokumentacije:

GLAVNI PROJEKT

Građevina:

**SANACIJA OVOJNICE I NOSIVE KONSTRUKCIJE DIJELA STROJARSKE TEHNIČKE ŠKOLE FAUSTA VRANČIĆA I
DIJELA INDUSTRIJSKE STROJARSKE ŠKOLE
AVENIJA MARINA DRŽIĆA 14, 10000 ZAGREB**

Investitor:

**STROJARSKA TEHNIČKA ŠKOLA FAUSTA VRANČIĆA
AVENIJA MARINA DRŽIĆA 14, 10000 ZAGREB**

Broj tehničkog dnevnika:

05-7/19-EASOE

Direktor:

Renata Gajšak Žerjav, dipl.ing.arh.

"ELAG" d.o.o.

za graditeljstvo i poslovne usluge
ZAGREB - Jure Kaštelana 17B/IV

GRAĐEVINA: SANACIJA OVOJNICE I NOSIVE KONSTRUKCIJE DIJELA STROJARSKE TEHNIČKE ŠKOLE
FAUSTA VRANČIĆA I DIJELA INDUSTRIJSKE STROJARSKE ŠKOLE, AVENIJA MARINA DRŽIČA 14, 10000
ZAGREB

T.D.: 05-7/19-EASOE

3

obavještanje Komore, odnosno pjezičnih 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 Členika i ostalih akata Komore, prije svega u stegovini i ostalim postupcima koji se vode u Komori; plaćanje upisnine, redovito plaćanje članarine i ostalih naknada utvrdjenih propisima, ovim Statutom i ostalim aktima Komore, u roku dospjela navedenim na račun; redovito uređno podmirivati troškove osiguranja od profesionalne odgovornosti, ako nije određeno drugačije; u slučaju prestanka članstva u Komori podmiriti sve dospjele obveze prema Komori.

Ovlašteni inženjer elektrotehnike je dužan u skladu s člankom 29. Statuta HKIE, redovito plaćati članarinu.

Ovlašteni inženjer elektrotehnike dužan je u obavljanju poslova projektiranja /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 Odlukom o visini upisnine i članarine Hrvatske Komore inženjera elektrotehnike za 2010. godinu, uplaćena je upisnina u iznosu od 2.000,00 kn (slovima: dvije tisuće kuna) i korist račun Hrvatske Komore inženjera elektrotehnike broj: 2360000-1102094146.

Na temelju svega prethodno navedenog rješeno je kao u dispozitivu, te predsjednik HKIE u skladu s člankom 29. stavkom 1. Pravnika o upisima HKIE donio 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.



Dostaviti:

1. Darko Žerjav, 10000 ZAGREB, Sv. Mateja 27
2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore

2

7. Ovlašteni inženjer elektrotehnike ima prava i dužnosti u skladu s člancima 25. do 36. Statuta Hrvatske Komore inženjera elektrotehnike.

8. Podnosioci Zahtjeva za upis u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike HKIE uplatilo je upisninu u iznosu od 2.000,00 kn (slovima: dvije tisuće kuna) i korist račun HKIE.

Obrazloženje

Darko Žerjav, mag.ing.el., podnio je Zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike HKIE.

Odbor za upis HKIE proveo je na sednici održanoj **08.07.2010.** godine postupak razmatranja dostavljenog potpunoeg Zahtjeva imenovanog za upis u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike HKIE u skladu s člancima 25. i 26. Pravilnika o upisima HKIE, te je ocijenio da imenovan u skladu s člankom 105. Zakona o arhitektonskim i inženjerskim poslovima i djelatnostima u prostornom uređenju i gradnji ("Narodne novine", br. 152/08, u daljnjem tekstu: Zakon) i člankom 13. stavkom 3. Statuta HKIE ("Narodne novine", br. 82/09), ispunjava uvjete za upis u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike HKIE.

Ovlašteni inženjer elektrotehnike upisom u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike HKIE stječe pravo na obavljanje poslova projektiranja i svojstvu odgovorne osobe (projekanta /ili glavnog projektanta) i okviru zadatke elektrotehničke struke te poslova stručnog nadzora građenja u svojstvu odgovorne osobe (nadzornog inženjera) u okviru zadatke elektrotehničke struke sve u skladu s člancima 15. i 16. te s tim u vezi s člancima 23. i 24. Statuta HKIE, te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.

Ovlašteni inženjer elektrotehnike može poslove projektiranja /ili stručnog nadzora građenja prema članku 19. stavku 1. Zakona obavljati samostalno u vlastitom uredu, zajedničkom uredu, projekantskom društvu ili u drugoj pravnoj osobi registriranoj za tu djelatnost.

Ovlašteni inženjer elektrotehnike mora poslove projektiranja /ili stručnog nadzora građenja prema članku 19. stavku 2. Zakona obavljati stvarno i stalno, te sukladno temeljnim načelima i pravilima struke koje treba poštivati ovlašteni inženjer elektrotehnike.

Ovlašteni inženjer elektrotehnike, osim u slučaju mirovanja članstva, obavlja posredstvom HKIE poslove osiguranja od profesionalne odgovornosti od odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje za trajanje u godinu dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja uračunata je u članarinu ovlaštenog inženjera elektrotehnike.

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

Ovlašteni inženjer elektrotehnike ima prava i dužnosti u skladu s člancima 25. do 36. Statuta Hrvatske Komore inženjera elektrotehnike.

Prava ovlaštenog inženjera elektrotehnike 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 suradnja koje organizira Komora; pravo na stalno stručno usavršavanje i primanje stalnog Komore; pravo na pomoć i organiziranje obaveznog osiguranja od odgovornosti; prava plaćanja članarine i ostalih naknada utvrdjenih propisima, ovim Statutom i ostalim aktima Komore; plaćanje upisnine, redovito plaćanje članarine i ostalih naknada utvrdjenih propisima, ovim Statutom i ostalim aktima Komore; podnošenje prijava 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 elektrotehnike 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



REPUBLIKA HRVATSKA
HRVATSKA KOMORA
INŽENJERA ELEKTROTEHNIKE

Klasa: UP/I-310-34/10-01/2323
Urbroj: 504-05-10-1
08. srpnja 2010. godine
Zagreb,

Na temelju članka 103. stavka 1. i 2. Zakona o arhitektonskim i inženjerskim poslovima i djelatnostima u prostornom uređenju i gradnji ("Narodne novine", br. 152/08) i članka 13. stavka 1. i 3. Statuta Hrvatske Komore inženjera elektrotehnike ("Narodne novine", br. 82/09), podnosioci Zahtjeva za upis u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike HKIE uplatilo je upisninu u iznosu od 2.000,00 kn (slovima: dvije tisuće kuna) i korist račun Hrvatske Komore inženjera elektrotehnike broj: 2360000-1102094146.

RJEŠENJE**o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike
Hrvatske Komore inženjera elektrotehnike**

1. U Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike HKIE upisuje se **Darko Žerjav**, mag.ing.el., ZAGREB, pod rednim brojem **2323**, s danom upisa **08.07.2010.** godine.
2. Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike, **Darko Žerjav**, mag.ing.el., stječe pravo na uporabu strukovnog naziva "**ovlašteni inženjer elektrotehnike**" i može obavljati poslove projektiranja u svojstvu odgovorne osobe (projekanta /ili glavnog projektanta) i okviru zadatke elektrotehničke struke, te poslove stručnog nadzora građenja u svojstvu odgovorne osobe (nadzornog inženjera) u okviru zadatke elektrotehničke struke u skladu s člancima 15. i 16. te s tim u vezi s člancima 61. i 62. Zakona o arhitektonskim i inženjerskim poslovima i djelatnostima u prostornom uređenju i gradnji, sve u okviru strukovnih zadataka u skladu s člancima 23. i 24. Statuta Hrvatske Komore inženjera elektrotehnike, te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.
3. Ovlašteni inženjer elektrotehnike poslove iz točke 2. ovog Rješenja dužan je obavljati stvarno i stalno, te sukladno temeljnim načelima i pravilima struke koje treba poštivati ovlašteni inženjer elektrotehnike.
4. Ovlaštenom inženjeru elektrotehnike HKIE izdaje "**inženjersku iskaznicu**" i "**pečat**", koji su trajno vlasništvo HKIE.
5. Ovlašteni inženjer elektrotehnike obavlja posredstvom HKIE poslove 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 elektrotehnike.
6. Ovlašteni inženjer elektrotehnike dužan je plaćati HKIE članarinu i ostale davanja koja utvrde tijela HKIE i ostala mirovanja članstva, te pri prestanku članstva u HKIE podmiriti sve dospjele financijske obveze prema istima.

1. TEHNIČKI OPIS

1.1. PODACI O GRAĐEVINI

Ustanova strukovnog obrazovanja Strojarska tehnička škola Fausta Vrančića u partnerstvu s Industrijskom strojarskom školom imenovana je Regionalnim centrom kompetentnosti u strukovnom obrazovanju za sektor strojarstva na razdoblje od pet godina Odlukom Ministarstva znanosti i obrazovanja KLASA: 602-03/18-03/00117, URBROJ: 533-05-18-0047 od 20. srpnja 2018. godine. Predmetne srednje škole nalaze se unutar zajedničkog kompleksa na adresi Avenija Marina Držića 14, Zagreb, na k.č. 2192/1 k.o. Trnje, u vlasništvu Grada Zagreba.

Regionalni centar kompetentnosti (skraćeno RCK) je mjesto izvrsnosti strukovnog obrazovanja i osposobljavanja u kojemu se uz osnovnu djelatnost strukovnog obrazovanja, koja obuhvaća i provedbu učenja temeljenog na radu, obavlja i osposobljavanje i usavršavanje te druge djelatnosti koje pridonose poboljšanju kvalitete strukovnog obrazovanja, osposobljavanja i njegove prilagodbe potrebama gospodarstva i tržišta rada.

Prema Razvojnom planu za uspostavu Regionalnog centra kompetentnosti specifičan cilj projekta je adaptacija prostora u školama STŠ Fausta Vrančića i ISS, usklađenje sa zakonskim propisima, povećanje kvalitete odgojno obrazovnih usluga u Regiji, praćenje današnjih standarda za odgojno obrazovne institucije, prilagodba objekta osobama s invaliditetom, ugradnja elemenata koji bi omogućili energetska učinkovitost zgrade, ulaganje u suvremenu opremu radi kvalitetne suradnje s realnim sektorom i učinkovitosti nastave.

Predmet projekta je sanacija ovojnice i nosive konstrukcije dijela Strojarske tehničke škole Fausta Vrančića i Industrijske strojarske škole, Avenija Marina Držića 14, 10000 Zagreb, na k.č. 2192/1 k.o. Trnje.

BRP obuhvata sanacije = cca 5.500,00 m²

Projektom se ne predviđa promjena gabarita i namjene, čestica ostaje ista.

Sanacija će se odvijati unutar postojećih gabarita građevine. Obuhvaća sanaciju nosive konstrukcije, toplinsku i hidroizolacijsku sanaciju, zamjenu krovništa i krovnog pokrova, zamjenu vanjske stolarije i ostakljenja, uređenje vanjskih i unutarnjih zidova, sanaciju podova. Izvršit će se sva potrebna sanacija konstruktivnih elemenata prema ELABORATU SANACIJE OŠTEĆENIH KONSTRUKTIVNIH ELEMENATA., TD: 09-3/19.

Nosiva konstrukcija krovništa zbog dotrajalosti na nekim dijelovima potpuno će se zamijeniti novom, a na nekima djelomično. Zamjenska konstrukcija će se izvesti kao drvena (kod djelomične sanacije krovništa hodnika) i čelična, rešetkasta (kod potpune izmjene nosive konstrukcije krovništa radiona). Predvidjet će se svi potrebni slojevi uključujući toplinsku i hidroizolaciju kako bi se zadovoljili današnji standardi i propisi. Pokrov će se izvesti plastificiranim trapeznim limom (duljina lima od sljemena do strehe u jednom komadu). Strop će se izvesti od vatrootpornih gipskartonskih ploča.

Vanjsko ostakljenje kopelitom i postojeća stolarija zamijenit će se PVC stolarijom ostakljenom trostrukim izo staklom.

Kod staklenih stijena južne orijentacije izvest će se kao zaštita od blještanja vanjski brisoleji.

Umjesto postojećih harmonika vrata na radioničkim odjelima izvest će se garažna sekijska vrata sa prolaznim vratima.

Vanjski zidovi i svi građevinski dijelovi koji čine ovojnicu obložiti će se toplinskom izolacijom debljine prema PROJEKTU RACIONALNE UPORABE ENERGIJE I TOPLINSKE ZAŠTITE ZGRADE I ELABORATU ZAŠTITE OD BUKE, TD: 05-7/19-F.

Prema važećoj prostorno-planskoj dokumentaciji Generalnom urbanističkom planu grada Zagreba (N.N. 16/07, 8/09, 7/13, 9/16, 12/16), predmetna lokacija nalazi se u zoni visoko konsolidiranog gradskog područja pod nazivom „Srednjoškolski centar u Držičevoj“ za koje se primjenjuje Urbano pravilo 1.8. – Zaštita i uređenje cjelovitih kompleksa jedne namjene. Pri izradi projektne dokumentacije treba obratiti pažnju na opća i detaljna pravila propisana GUP-om, kao što su: zaštita, čuvanje i uređenje vrijednosti kompleksa kao cjeline, očuvanje izvornog oblikovanja građevina, karakterističnih vizura, elemenata identiteta i slike kompleksa. Rekonstrukcija građevina moguća je u funkciji osnovne namjene i uz zadržavanje uređenih zelenih površina.

Na području predmetnog kompleksa nalazi se Arheološki pojedinačni lokalitet „Držićeva“, stoga je potrebno poduzeti mjere zaštite kulturnih dobara propisane GUP-om Grada Zagreba. Radnje koje bi mogle prouzročiti promjene na kulturnom dobru, kao i u njegovoj neposrednoj blizini, mogu se poduzimati uz prethodno odobrenje nadležnog tijela. Ako se pri izvođenju građevinskih radova naiđe na arheološke nalaze ili nalazište, potrebno je prekinuti radove i o nalazu bez odgađanja obavijestiti nadležno tijelo.

TERMOTEHNIČKE INSTALACIJE

Grijanje unutar kompleksa je na toplanu putem toplinske stanice i toplinskih podstanica, sa ogrjevnim tijelima - registrima. Priprema potrošne tople vode u sanitarijama riješena je električnim akumulacijskim bojlerima.

ISKAZ NETO KORISNIH POVRŠINA

Dio Strojarske tehničke škola Fausta Vrančića i dio Industrijske strojarske škole adaptirao bi se u svrhu uspostave Regionalnog centra kompetentnosti. U obuhvat adaptacije Strojarske tehničke škola Fausta Vrančića ulaze dvije učionice (Mehanički laboratorij, CNC praktikum) zajedno s pripadajućim hodnikom te učionica i kabinet fizike.

U obuhvat adaptacije Industrijske strojarske škole ulazi četiri radioničkih odjela zajedno s pripadajućim sanitarijama, kabinetima i komunikacijama.

PAVILJON	ODJEL	NETTO	ZBROJ	
PAVILJON VI.	6.1	ODJEL CNC	192,85	192,85
	6.2	ZAVARIVANJE	105,15	
	6.2.1	učionica	46,25	151,40
	6.a	sanitarije - učenici	24,70	
	6.b	garderoba - učenici	7,75	
	6.c	tuševi - učenici	4,65	
	6.d	hodnik I	6,80	43,90
	6.3.a	kabinet	12,70	
	6.3.b	sanitarije - nastavnici	5,80	
	6.3.c	garderoba - nastavnici	2,90	
	6.3.d	hodnik II	6,80	28,20
				416,35

PAVILJON VII.	7.1	AUTOMEHANIKA	199,35	
	7.1.1	učionica	51,15	250,50
	7.2	AUTODIJAGNOSTIKA	83,00	83,00
	7.a	sanitarije - učenici	31,90	
	7.b	garderoba - učenici	19,75	
	7.c	hodnik I	13,90	65,55
	7.3.a	kabinet	14,60	
	7.3.b	sanitarije - nastavnici	4,20	
	7.3.c	hodnik II	9,35	28,15
			427,20	

PAVILJON VIII.	8.1	ROBOTIKA I AUTOMATIZACIJA	140,00	
	8.1.1	regulacija i upravljanje	35,40	
	8.1.2	učionica	41,10	216,50
	8.2	ISPITIVANJE MATERIJALA	83,25	
	8.2.1	učionica	63,65	146,90
8.a	garderobe - učenici	29,20		

	8.b	sanitarije - učenici	21,50	
	8.c	hodnik	46,10	96,80
	8.3.a	kabinet	25,35	
	8.3.b	sanitarije i garderoba - nastavnici	10,25	35,60
				495,80
PAVILJON IX.	9.1	CNC SIMULATORI - učionica	62,95	
	9.1.1	edukacijski CNC	26,20	
	9.1.2	industrijski CNC	124,50	
	9.1.3	3D scan	14,75	
	9.1.4	alatnica	17,70	246,10
	9.2	OBNOVLJIVI IZVORI - učionica	98,05	98,05
	9.a	garderobe - učenici	29,20	
	9.b	sanitarije - učenici	21,30	
	9.c	hodnik	47,40	97,90
	9.6	kabinet	29,90	
	9.6.a	sanitarije - nastavnici	9,80	39,70
				481,75
ODJEL XI.	11.1	INOVACIJE	85,80	
		pomoćni sanitarni čvor	3,25	
		stubište	10,30	
	11.2	PREZENTACIJE - galerija	51,55	
				150,90
ODJEL XII.	12.1	ADITIVNE TEHNOLOGIJE	91,70	
		spremište	4,00	
				95,70
ODJEL XIII.	13.1	ELEKTROTEHNIKA	61,55	
	13.2	MEHATRONIKA	74,00	
	13.3	Elektroničke pločice	16,20	
		Hodnik	28,20	
				179,95
HODNICI		HODNIK RADIONE	650,00	
		HODNIK UČIONICE	100,00	
				750,00
SVEUKUPNA NETTO POVRŠINA ZAHVATA:				2.997,65

1.2. PROJEKTI PARAMETRI

Lokacija: Zagreb

Referentna postaja: Zagreb Maksimir

Tablica 1-1 Temperature zraka

	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	God.
m	-1.2	2.3	7.4	12.7	16.8	20.8	22.1	23.4	18.4	12.6	8.9	2.0	12.2
min	-12.8	-11.9	-8.0	0.6	6.5	10.5	13.4	10.8	7.3	0.2	-5.7	-12.4	-12.8
max	13.4	14.9	17.2	21.3	26.5	29.6	29.3	29.6	25.0	21.0	19.3	14.5	29.6

Tablica 1-2 Tlak vodene pare [Pa]

	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	God.
m	520	580	690	880	1220	1540	1670	1680	1430	1070	780	580	1050

Tablica 1-3 Relativna vlažnost zraka [%]

	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	God.
m	81	74	68	67	66	67	67	69	76	80	83	85	74

Tablica 1-4 Brzina vjetra [m/s]

	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	God.
m	1.3	1.7	2.0	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.3	1.3	1.4	1.3	1.5

Tablica 1-5 Globalno sunčevo zračenje [MJ/m²]

Orientacija	Nagib [°]	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	God.
S	0	117	183	336	470	607	639	670	570	415	269	131	87	4494
	15	145	220	376	495	612	632	668	591	460	322	160	106	4787
	30	166	246	399	498	593	602	642	587	484	360	183	120	4880
	45	179	260	403	479	550	550	590	557	483	379	197	129	4756
	60	184	262	388	439	486	478	516	503	459	379	201	132	4427
	75	179	251	356	381	405	392	424	428	413	360	195	128	3912
	90	166	227	307	309	315	299	324	339	349	323	180	119	3257
SE_SW	0	117	183	336	470	607	639	670	570	415	269	131	87	4494
	15	136	209	364	488	611	635	669	586	448	306	151	100	4703
	30	150	226	379	491	597	613	651	584	464	331	166	109	4761
	45	157	233	379	476	565	572	611	561	462	341	173	113	4643
	60	156	229	363	443	514	515	553	519	441	335	172	113	4353
	75	149	216	333	395	448	443	479	459	402	315	164	107	3910
	90	135	193	290	336	373	365	395	386	347	280	148	97	3345
E_W	0	117	183	336	470	607	639	670	570	415	269	131	87	4494
	15	117	183	334	466	600	632	662	565	413	269	131	87	4459
	30	117	182	329	454	582	610	640	550	406	267	130	86	4353
	45	113	177	317	434	551	576	606	524	391	260	126	83	4158
	60	107	167	297	404	509	530	560	487	368	247	120	78	3874
	75	99	153	271	365	457	474	502	440	336	227	110	72	3506
	90	87	136	238	319	396	410	435	383	296	202	97	63	3062

NE_NW	0	117	183	336	470	607	639	670	570	415	269	131	87	4494
	15	98	156	299	437	583	623	648	536	371	227	110	74	4162
	30	84	133	263	394	538	581	600	486	324	192	94	65	3754
	45	71	115	232	350	483	524	538	432	284	167	79	57	3332
	60	65	92	200	312	429	465	477	384	249	130	71	52	2926
	75	59	81	152	261	376	410	419	329	189	106	63	47	2492
	90	51	72	125	185	291	327	328	239	136	95	56	41	1946
N	0	117	183	336	470	607	639	670	570	415	269	131	87	4494
	15	85	139	281	423	571	611	633	520	350	204	96	65	3978
	30	75	103	216	357	503	545	559	445	270	140	81	61	3355
	45	71	97	168	277	413	454	458	350	190	125	77	57	2737
	60	65	90	153	204	309	347	341	246	161	116	71	52	2155
	75	59	81	140	182	229	236	235	205	148	106	63	47	1731
	90	51	72	125	164	207	214	214	187	135	95	56	41	1561

Izvor: Tehnički propis (NN 70/18)

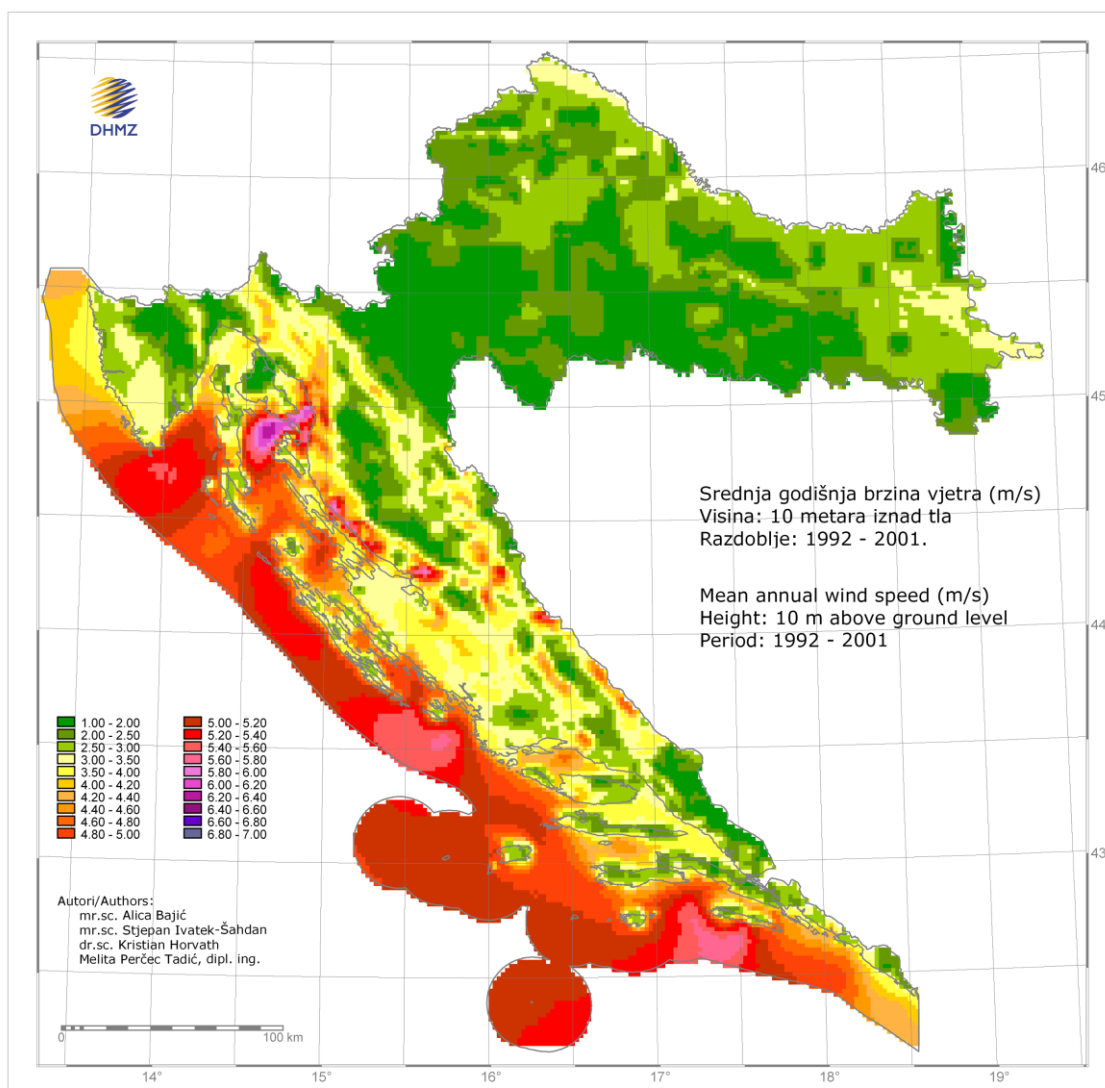
1.3. KARAKTERISTIKE LOKACIJE

Klimatske karakteristike opisane su u projektnim parametrima. Zgrada je postavljena tako da jedna strana krova je orijentirana na istok, a druga na zapad.

U okolini se nalazi elektroenergetska i plinska mreža, na koju se priključuje predmetni objekt.

Dostupni prirodni resursi za sustave koji koriste obnovljive izvore energije su: zrak, zemlja i Sunčevo zračenje.

Na slici ispod prikazana je srednja godišnja brzina vjetra. Iz navedenih podataka predmetna lokacija nije prihvatljiva za korištenje vjetra kao obnovljivog izvora energije.





2. ANALIZA ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM

2.1. ZADATAK

Potrebno je provesti energetska analizu primjene alternativnih sustava za potrebe zgrada Strojarske tehničke škole Fausta Vrančića i Industrijske strojarske škole. Postojeće stanje uključuje grijanje i pripremu potrošne tople vode (PTV). Za grijanje prostora škole koristi se sustav grijanja sa cijevnim razvodom i ogrjevnim tijelima - registrima. Topla voda za grijanje priprema se u toplinskoj podstanici koja se toplinskom energijom opskrbljuje iz toplane Zagreb.



2.2. TOPLINSKA ZAŠTITA ZGRADE

Toplinska zaštita zgrade opisana je iskaznicom energijskih svojstava zgrade.


Obrazac 1, list 1/5 prema poglavlju VI. Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, za zgradu grijanu na temperaturu 18 °C ili više

1. INVESTITOR	Strojarska tehnička škola Fausta Vrančića
2. OZNAKA PROJEKTA	05-7/19-F
3. OPIS ZGRADE	
Naziv zgrade ili dijela zgrade	Sanacija ovojnice i nosive konstrukcije radioničkog dijela Strojarske tehničke škole Fausta Vrančića i Industrijske strojarske škole
Vrsta zgrade	Školske, fakultetske zgrade i druge odgojne i obrazovne ustanove
Namjena zgrade	Nestambeni dio
k.č.br./k.o.	K.č.br.: 2192/1, K.o.: Trnje
Adresa/lokacija zgrade (ulica i kućni broj, poštanski broj, mjesto, nadmorska visina)	Mjesto: Zagreb, Adresa: Avenija Marina Držića 14, N.v.: 123.00
Mjesec i godina izrade projekta	09.2019. godine
Oplošje grijanog dijela zgrade A (m ²)	15377.80
Obujam grijanog dijela zgrade V _e (m ³)	23600.00
Faktor oblika zgrade f _o (m ⁻¹)	0.65
Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade A _k (m ²)	4765.00
Način grijanja (lokalno, etažno, centralno, mješovito)	Centralno
Prosječna unutarnja projektna temperatura grijanja °C	20.00
Prosječna unutarnja projektna temperatura hlađenja °C	22.00
Meteorološka postaja s nadmorskom visinom	Zagreb Maksimir (123.0 m n.v.)
Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade $\Theta_{e,mj,min}$ (°C)	-1.20
Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najtoplijeg mjeseca na lokaciji zgrade $\Theta_{e,mj,max}$ (°C)	23.40


Obrazac 1, list 2/5

4. POTREBNA TOPLINSKA ENERGIJA ZA GRIJANJE I HLAĐENJE ZGRADE		
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ [kWh/a]	178279.46	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m ² ·a)]	najveća dopuštena	izračunata
	37.81	36.97
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ [kWh/a]	154451.64	
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $Q''_{C,nd}$ [kWh/(m ² ·a)]	najveća dopuštena	izračunata
	50.00	32.03
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade $H_{tr,adj}$ [W/(m ² K)]	najveći dopušteni	izračunati
	0.53	0.32
Projektant dijela glavnog projekta zgrade koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu (potpis i žig) u pogledu svojstava građevnih dijelova zgrade – za podatke iz poglavlja 4.	Irena Gajšak Tonković, dipl.ing.arh.  IRENA GAJŠAK TONKOVIĆ dipl.ing.arh. OVLAŠTENA ARHITEKTICA A 3034 	



Obrazac 1, list 3/5

5. ELEKTRIČNA ENERGIJA	
Godišnja potrebna električna energija za rasvjetu E_L [kWh/a]	43760.64
Godišnja proizvedena električna energija iz OIE na lokaciji zgrade [kWh/a] $E_{EL, RES}$	0.00
Projektant dijela glavnog projekta zgrade koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu (potpis i žig) u pogledu svojstava elektroenergetskog sustava – za podatke iz poglavlja 5.	Renata Gajšak Žerjav, dipl. ing. el. 

Obrazac 1, list 4/5

6. ENERGIJA ZA TERMOTEHNIČKE SUSTAVE			
Godišnja isporučena energija za grijanje i PTV $E_{HW,del}$ [kWh/a]	236947.72; 0.00		
Godišnja isporučena energija za hlađenje $E_{C,del}$ [kWh/a]	0.00		
Godišnja pomoćna energija za rad termotehničkih sustava W [kWh/a]	0.00		
Godišnja primarna energija za rad termotehničkih sustava [kWh/a]	353999.89		
7. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE			
POTREBNO ZA OSTVARENJE UVJETA	OSTVARENO %	ISPUNJENO (DA/NE)	
Najmanje 20% ukupne isporučene energije za rad sustava u zgradi podmireno energijom iz obnovljivih izvora energije	0.00	NE	
Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava	Najmanje 25% iz sunčeva zračenja	0.00	NE
	Najmanje 30% iz plinovite biomase	0.00	NE
	Najmanje 50% iz čvrste biomase	0.00	NE
	Najmanje 70% iz geotermalne energije	0.00	NE
	Najmanje 50% iz topline okoline	0.00	NE
	Najmanje 50% iz kogeneracijskog postrojenja s visokom učinkovitošću	0.00	NE
Najmanje 50% energetske potrebe zgrade podmireno iz daljinskog grijanja prema članku 42. stavak 2.	0.00	NE	
Potrebna godišnja toplinska energija najmanje 20% niža od dozvoljene godišnje potrebne energije za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $Q''_{H,nd}$	2.22	NE	
Najmanje 4 m ² ugrađenih sunčanih kolektora (vrijedi iznimno za obiteljske kuće)	---	---	
Projektant dijela glavnog projekta zgrade koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu (potpis i žig) u pogledu svojstava termotehničkih sustava – za podatke iz poglavlja 6. i 7.	Darko Bailo, dipl.ing.stroj.  Hrvatska komora inženjera strojarstva Darko Bailo dipl. ing. stroj. Ovlašteni inženjer strojarstva S 1526		

Obrazac 1, list 5/5

8. ENERGETSKO SVOJSTVO ZGRADE		
Godišnja isporučena energija E_{del} [kWh/a]	280708.36	
Godišnja primarna energija E_{prim} [kWh/a]	424629.57	
Godišnja primarna energija po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade E_{prim} [kWh/(m ² ·a)]	najveća dopuštena	izračunata
	90.00	88.07
Upisati »nZEB« ako energetsko svojstvo zgrade (E_{prim}) i udio obnovljivih izvora energije zadovoljavaju zahtjeve za zgrade gotovo nulte energije		
Projektant dijela glavnog projekta zgrade koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu (potpis i žig) – za podatke iz poglavlja 1., 2., 3., i 8.	Irena Gajšak Tonković	
Glavni projektant zgrade (potpis i žig)	Irena Gajšak Tonković, dipl. ing. arh.  	
Datum i mjesto	02.09.2019., Zagreb	

2.3. ALTERNATIVNO RJEŠENJE – VARIJANTA I

Fotonaponski sustav

Fotonaponski sustav je sustav za generiranje električne energije iz Sunčevog zračenja pomoću fotoelektričnog efekta, transformiranje oblika napona iz istosmjernog u izmjenični, plasiranja energije u električnu mrežu, te eventualne pohrane energije u akumulatorima. Fotonaponski moduli sastoje se od međusobno spojenih sunčanih (solarnih) ćelija u kojima se, prilikom obasjavanja Sunčevim zračenjem generira istosmjerni napon pomoću fotoelektričnog efekta. Sunčane ćelije proizvode se u tehnologijama monokristaličnog, multikristaličnog ili trakastog kristaličnog silicija, te u tehnologiji tankog filma. Ovisno o tehnologiji, učinkovitost pretvorbe Sunčeve energije u električnu kreće se od 4% za tehnologiju amorfne silicija do 16% za tehnologije monokristaličnog silicija. Tipičan odnos snage i površine fotonaponskih modula kreće se oko 140 i 160 W/m² dok je za transparentne fotonaponske module taj odnos manji i iznosi oko 50 W/m². Serijskim i paralelnim spajanjem fotonaponskih modula ostvaruje se fotonaponsko polje željene snage, izlaznog napona i struje.

Autonomni fotonaponski sustavi (otočni sustav) su sustavi koji nisu spojeni na električnu distributivnu mrežu, te zbog toga moraju imati i element za pohranu energije - akumulator. Prilikom projektiranja ovakvih sustava, u obzir treba uzeti očekivanu dnevnu proizvodnju po godišnjim periodima, očekivani režim rada (cjelogodišnje, sezonski) i učestalost korištenja sustava (svakodnevno, vikend), broj trošila, prosječno vrijeme korištenja i potrošnju i željenu autonomiju sustava.

Kod umreženih fotonaponskih sustava, energija proizvedena u fotonaponskim modulima isporučuje se u javnu električnu mrežu, najčešće po poticajnoj cijena koja je znatno viša od tarifne cijene. Umreženi fotonaponski sustav sastoji se od fotonaponskih modula, DC/AC pretvarača i brojila predane energije.

Toplinski sunčani sustavi u primjeni često imaju prednost pred fotonaponskim sustavima zbog većeg korisnog stupnja djelovanja i manje cijene. Ugradnju fotonaponskih sustava treba razmotriti u prvom redu, ali ne i isključivo, u zemljopisnim područjima sa srednjom godišnjom ukupnom ozračenosti vodoravne plohe većom od 1 MWh/m², u zgradama bez centraliziranog toplinskog sustava (tj. u zgradama u kojima nije moguće koristiti solarne kolektore) i u zgrada koje ispunjavaju tehničke uvjete za razmatranje uporabe solarnih kolektora (orijentacija krova prema jugu, nagib krova, itd.).

Potencijalna mjesta za ugradnju su krovovi i fasade zgrada gdje ne postoji mogućnost od zasjenjivanja fotonaponskih modula od nekog drugog objekta (stabala, susjednog objekta itd.). Ovisno o režimu uporabe sustava (cjelogodišnja uporaba, sezonska uporaba) potrebno je odrediti optimalni kut nagiba na horizontalnu plohu. Optimalni mjesečni, sezonski i godišnji kutovi nagiba sunčanih sustava za pojedino područje Republike Hrvatske, kao i podaci o srednjim godišnjim i mjesečnim ozračenostima vodoravne plohe dani su u Priručniku za energetske korištenje Sunčevog zračenja – „Sunčevo zračenje na području Republike Hrvatske“. Optimalni godišnji kutovi na području Republike Hrvatske kreću se između 25° i 30°, dok se sezonski optimalni kutovi kreću od 50° do 55° za zimsku sezonu (listopad – ožujak), odnosno 10° do 15° za ljetnu sezonu (travanj – rujan). U slučaju ugradnje fotonaponskog modula orijentiranog prema jugu i pod optimalnim kutom, može se očekivati godišnje generiranje između 1 MWh i 1,4 MWh električne energije za ugrađeni 1 kW sustava, dok u slučaju ugradnje modula u okomitom položaju (kod ugradnje u fasadu) između 0,65 MWh i 0,85 MWh električne energije za ugrađeni 1 kW sustava. U slučaju ugrađivanja fotonaponskih modula u kosi krov, postavljaju se sljedeći uvjeti na potencijalno mjesto ugradnje:

- orijentacija dijela krova na koji se ugrađuju moduli prema jugu, uz dozvoljeno odstupanje od ±15°,
- nagib krova približno jednak optimalnom kutu nagiba fotonaponskih sustava za određeno geografsko područje i režim uporabe (cjelogodišnja, ljetna sezona, zimsku sezonu),

- osigurano nezasjenjivanje od okolnih objekata.

U slučaju ugradnje fotonaponskih sustava na ravni krov zgrade, moguće je namještanje orijentacije i nagiba modula bez obzira na orijentaciju zgrade. U tom slučaju, module je potrebno orijentirati prema jugu, te namjestiti nagib modula u ovisnosti o optimalnom kutu za željeni režim rada. Također je potrebno odabrati položaj bez zasjenjivanja od okolnih objekata.

Kod ugradnje fotonaponskih modula u fasadu, potrebno je razmotriti sljedeće mogućnosti:

- ugradnja fotonaponskih modula na fasadu,
- ugradnja transparentnih fotonaponskih modula s kojima se ostvaruje tražena svjetlopropusnost,
- ugradnja fotonaponskih modula u brisoleje.

Zbog okomitog postavljanja modula, očekivana proizvodnja električne energije je manja nego kod sustava postavljenih pod optimalnim kutom. Također, radi dnevnog hoda visine Sunca, očekivana godišnja energija je ravnomjerno raspoređena tijekom mjeseci. Kod ugradnje postavljaju se sljedeći uvjeti:

- orijentacija dijela fasade na koji se ugrađuju moduli prema jugu, uz dozvoljeno odstupanje od $\pm 45^\circ$,
- osigurano nezasjenjenje od okolnih objekata,
- osigurana svjetlopropusnost (kod transparentnih fotonaponskih modula).

Za svaki slučaj ugradnje, treba razmotriti:

- priključak na elektroenergetsku mrežu,
- očekivanu godišnju i mjesečnu generiranu energiju,
- vrijeme povrata investicije uz poticajnu cijenu za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora.

Preduvjeti za primjenu fotonaponskih sustava su velika srednja godišnja ukupna dnevna ozračenost ($> 1 \text{ MWh/m}^2$, iako nije nužan uvjet), orijentacija objekta prema jugu i nezasjenjenje od okolnih objekata.

Fotonaponski sustav

vrsta FN modula:	Polikristal 250Wp
smještaj:	kosi krov
način korištenja:	paralelni rad sa mrežom
mogući broj panela:	42 modula
ukupna snaga sustava:	10 kW (AC)

Iz analize položaja Sunca, zaključeno je da je proizvodnja u zimskom periodu od 10:00-16:00h, a u ljetnom od 6:00-20:00. Prema PVGIS servisu očekivana godišnja proizvodnja sa uključenim gubicima iznosi 7.900kWh. Procjena je relativna jer ovisi isključivo o broju sunčanih sati može biti i povoljnija.

Fiksni sustav: nagib=10°, orijentacija=0°				
Mjesec	E_d	E_m	H_d	H_m
Siječanj	11,97	371,11	1,48	46,00
Veljača	16,72	468,13	2,03	56,79
Ožujak	27,85	863,23	3,49	108,16
Travanj	38,49	1154,65	5,00	149,93
Svibanj	42,96	1331,81	5,68	176,10
Lipanj	47,14	1414,10	6,37	191,05
Srpanj	47,17	1462,12	6,47	200,68
Kolovoz	42,62	1321,26	5,77	178,78
Rujan	32,30	969,00	4,24	127,27
Listopad	21,91	679,11	2,80	86,89
Studeni	12,80	383,99	1,62	48,49
Prosinac	9,66	299,51	1,23	38,06
Godišnji prosjek	29,36	893,17	3,86	117,35
Ukupno godišnje		10718		1408

E_d : Prosječna dnevna proizvodnja (kWh)

E_m : Prosječna mjesečna proizvodnja (kWh)

H_d : Prosječna dnevna insolacija (kWh/m²)

H_m : Prosječna mjesečna insolacija (kWh/m²)

Investicija: 115.000,00 kn

Godišnja ušteda električne energije: 10.718 kWh

Godišnja financijska ušteda: 9.110 kn

Jednostavni period povrata (JPP) bio bi sljedeći: 12,6 godina

Fotonaponski sustav bi pouzdano mogao raditi do 30 godina te se kao takav može razmotriti kao buduća investicija.

2.4. ALTERNATIVNO RJEŠENJE – VARIJANTA II

Dizalica topline

Dizalice topline (engl. heat pumps) su načelno uređaji koji služe za podizanje temperaturne razine toplinske energije, za što je prema II. glavnom stavku termodinamike potrebno trošiti rad. U širokoj tehničkoj primjeni su uglavnom dvije vrste: dizalica topline s kompresijom radne tvari i apsorpcijska dizalica topline (vidi apsorpcijsko hlađenje).

Radna tvar u kompresijskoj dizalici topline isparava i isparivaču uređaja pri niskom tlaku p_o i niskoj temperaturi ϑ_o hladeći neki izvor topline (voda, zemlja, zrak ili sl.) te tako preuzima toplinski tok φ_o . Zasićena ili malo pregrijana para radne tvari odvodi se u kompresor, gdje se utroškom snage P komprimira na visoki tlak p_k , kojemu odgovara i visoka temperatura zasićenja radne tvari ϑ_k . S tim stanjem para radne tvari odlazi u kondenzator gdje se ukapljuje predajući toplinski tok φ_k nekom mediju (npr. vodi ili zraku za grijanje prostorija). Ukapljena vrela ili pothlađena kapljevina se tada pomoću nekog prigušnog organa (ventila, kapilare, prigušnice) prigušuje na tlak p_o i vraća u isparivač.

Temeljna bilanca energije kompresijske dizalice topline kazuje da je toplinski tok u kondenzatoru φ_k jednak sumi toplinskog toka u isparivaču φ_o i toplinskog ekvivalenta kompresoru privedene snage P :

$$\varphi_k = \varphi_o + P$$

što znači da je toplina izvora topline φ_o zahvaljujući snazi kompresije P predana na višoj temperaturnoj razini nekom korisniku topline. Energetski pokazatelj dobrote rada dizalice topline je ogrjevni činilac ξ koji se računa kao omjer predane topline i uložene snage. Dizalica topline je to učinkovitija što je ξ veći. Kako je snaga za pogon dizalice topline razmjerna omjeru tlakova kondenzacije i isparivanja, a ti su tlakovi vezani uz temperature kondenzacije i isparivanja, proizlazi da će ξ biti to bolji što je razlika tih temperatura manja. Stoga pri uporabi dizalice topline treba birati režime ogrjevnih sustava sa što nižom temperaturom ϑ_g (npr. podno grijanje umjesto radijatorskog) a izvor topline pri tome treba imati što višu temperaturu ϑ_n i izdašnost, kako bi mu promjena temperature $\Delta\vartheta_n$ na isparivaču bila što manja. Pri umjerenim razlikama temperatura dizalice topline mogu postizavati ogrjevne činioce i veće od 5, što znači da za svaki uloženi kilovat-sat pogonske snage daju više od 5 kilovat-sati toplinske energije.

Najpovoljniji način primjene dizalice topline je onaj kada se istodobno u potpunosti koristi rashladni i ogrjevni učinak uređaja. Dizalice topline s kompresijom radne tvari najčešće su opremljene stapnim kompresorima koji za pogon koriste elektromotore (mali i srednji kapaciteti). Za najveće kapacitete koristi se turbinama (plinskim ili parnim) gonjene radijalne turbokompresore.

Podsustav predaje

ogrjevna tijela: ventilokonvektori
smještaj: vanjski zidovi
regulacija: preko referentne prostorije

Podsustav razvoda grijanja

temperatura: 45/40°C
smještaj: grijani prostor, unutarnji zidovi
regulacija: prema vanjskoj temperaturi, promjenjiva temperatura ogrjevnog medija
izolacija: $\psi = 0,2-0,3$ W/mK
pumpa: neregulirana

Energetske potrebe zgrade					
	Izračunato za stvarne klimatske podatke				
	GRIJANJE $Q_{H,nd}$	PTV $Q_{W,nd}$	VENTILACIJA Q_{Ve} (bez gub.)	HLAĐENJE $Q_{C,nd}$	RASVJETA E_L
Apsolutna potreba [kWh/a]	178.279,46	0	-	154.451,64	-
Svedena potreba na A_k [kWh/(m ² a)]	32,4	0	-	28,1	-
Najveća dopuštena [kWh/(m ² a)]	37,8	-	-	-	-
Neisk. gubici sustava [kWh/(m ² a)]	$Q_{H,ls}$	$Q_{W,ls}$	$Q_{Ve,ls}$	$Q_{C,ls}$	-
	-				-
Pomoćna energija [kWh/(m ² a)]	$W_{H,aux}$	$W_{W,aux}$	$W_{Ve,aux}$	$W_{C,aux}$	-
	2.198,6				-
Godišnja isporučena energija građevini, E_{del}			40.313,80 [kWh/a]	7,3 [kWh/m ² a]	
Godišnja primarna energija, E_{prim}			90.878,89 [kWh/a]	16,5 [kWh/m ² a]	
Koeficijent utroška sustava, $e_p = E_{prim,H} / (Q_{H,nd} + Q_{W,nd})$			0,51		
Godišnja emisija CO ₂ , [kg/a]			2212		
Udio obnovljivih izvora energije u $(Q_{H,nd} + Q_{W,nd})$, [%]			69%		

2.5. ALTERNATIVNO RJEŠENJE – VARIJANTA III

Kotlovnica na biomasu (pelete)

Biomasa je nefosilizirana organska tvar (biljnog i životinjskog porijekla) iz koje se, na različite načine, može dobiti obnovljiva energija u svim svojim korisnim oblicima (toplinska, kemijska i mehanička). Najjednostavniji način dobivanja energije iz biomase je izravnim izgaranjem drva u neobrađenom ili obrađenom obliku.

Utjecaj na okoliš primjene biomase s obzirom na emisije CO₂ je neutralan (gledano na dulji rok, sav CO₂ emitiran uporabom biomase ne može biti veći od količine CO₂ koju je pri nastanku biomasa uzela iz okoliša) i manjom upotrebom energije za uzgoj od dobivene energije biomase (pozitivna neto energetska bilanca). Biomasa za energetske potrebe se najčešće smatra šumska biomasa (ogrjevno drvo, drvni ostatak pri komercijalnom iskorištavanju šuma ili redovitom održavanju šuma, brzorastuće nasade); poljoprivredna biomasa (energetski usjevi, žetveni ostatak, stajski gnoj, poljoprivredne proizvode ili dijelove istih koji nisu prikladni za prehranu ljudi) i organski dio otpada iz komunalnog otpada, otpada prerađivačke industrije (drvena, prehrambena, tekstila, kožarska, papira...), otpada iz ugostiteljstva i pročišćavanja otpadnih voda i kanalizacije.

Najveći dio krute biomase predstavlja drvo u različitim oblicima: ogrjevno drvo, drvni ostatak nastao prilikom održavanja i komercijalnog iskorištavanja šuma, drvni ostatak kod održavanja voćnjaka, vinograda i maslinika, parkova i zelenih površina, drvni ostatak iz drvoprerađivačke industrije (blanjevina, piljevina, kora, otpilci, okrajci), drvena masa nakon čišćenja vodotokova i prometnica (bez zemlje i korijenja).

Kruta biomasa ima različite parametre koji ovise o vrsti sirovine, količini vlage, ogrjevnoj površini te udjelu pepela. Zato se drvnom biomasom trguje u volumnim (puni kubik, prostorni metar, rasuti metar), a ne masenim jedinicama, odnosno za projektiranje korištenja je potrebno znati njihovu gustoću.

Jedinica mjere	Primjer krute biomase	Puni kubik	Prostorni metar	Rasuti metar
Puni kubik	Prostorno drvo	1	1,43	2,43
Prostorni metar	Cjepanice, metrice, briketi	0,7	1	1,7
Rasuti metar	Blanjevina, piljevina, peleti	0,41	0,59	1

Iako se nosioci energije mogu prodavati na tržištu u različitim oblicima, dostupnost i opravdanost korištenja pojedinog oblika biomase će ovisiti o stadiju razvitka tog segmenta tržišta (globalno tržište) ili blizini njezina izvora (lokalno tržište) pri čemu valja imati na umu da korištenje lokalne biomase uključuje aktivaciju lokalnog gospodarstva (poljoprivreda, šumarstvo, drvoprerađivačka industrija).

Prilikom planiranja sustava za korištenje krute biomase, raspoloživa biomasa određuje odabir ložišta, a potražnja za grijanjem prostora i potražnja za grijanjem tople vode određuju daljnje smjernice za dimenzioniranje spremnika za toplu vodu, izmjenjivača topline, dimnjaka, skladišta i načina punjenja ložišta (ručno ili automatski). Kod korištenja energije biomase za grijanje prostora i pripremu tople vode često se kombiniraju solarni termalni sustavi za zagrijavanje vode van sezone grijanja.

Alternativno rješenje uključuje korištenje kotla na pelete.

Podsustav predaje

ogrjevna tijela: toplovodni izmjenjivači, radijatori
 smještaj: stropovi i zidovi
 regulacija: lokalno

Podsustav razvoda grijanja

temperatura: 50/40°C
 smještaj: grijani prostor, unutarnji zidovi
 regulacija: prema vanjskoj temperaturi, promjenjiva temperatura ogrjevnog medija
 izolacija: $\psi = 0,2-0,3 \text{ W/mK}$
 pumpa: neregulirana

Energetske potrebe zgrade					
	Izračunato za stvarne klimatske podatke				
	GRIJANJE $Q_{H,nd}$	PTV $Q_{W,nd}$	VENTILACIJA Q_{Ve} (bez gub.)	HLAĐENJE $Q_{C,nd}$	RASVJETA E_L
Apsolutna potreba [kWh/a]	178.279,46	0	-	154.451,64	-
Svedena potreba na A_k [kWh/(m ² a)]	32,4	0	-	28,1	-
Najveća dopuštena [kWh/(m ² a)]	37,8	-	-	-	-
Neisk. gubici sustava [kWh/(m ² a)]	$Q_{H,ls}$	$Q_{W,ls}$	$Q_{Ve,ls}$	$Q_{C,ls}$	-
	-				-
Pomoćna energija [kWh/(m ² a)]	$W_{H,aux}$	$W_{W,aux}$	$W_{Ve,aux}$	$W_{C,aux}$	-
	1.798,6				-
Godišnja isporučena energija građevini, E_{del}			186.948,9 [kWh/a]	34 [kWh/m ² a]	
Godišnja primarna energija, E_{prim}			13.204,7 [kWh/a]	2,4 [kWh/m ² a]	
Koeficijent utroška sustava, $e_p = E_{prim,H} / (Q_{H,nd} + Q_{W,nd})$			0,07		
Godišnja emisija CO ₂ , [kg/a]			804		
Udio obnovljivih izvora energije u $(Q_{H,nd} + Q_{W,nd})$, [%]			7%		



3. ZAKLJUČAK

Usporedbom procjene investicije za izvođenje i ugradnju strojarske instalacije za grijanje i PTV predmetne građevine, te troškova pogona financijski najpovoljnija varijanta je osnovna varijanta.

Projektant:
Darko Žerjav, dipl.ing.el.

