

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Grahek, S. 2012. Primerjalna analiza ključnih kazalnikov stanja vzdrževanosti objektov vrtca Dr. France Prešeren. Diplomski nalogi. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Peternelj, J., somentirica Šijanec Zavrl, M.): 74 str.

University
of Ljubljana

Faculty of
*Civil and Geodetic
Engineering*



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Grahek, S. 2012. Primerjalna analiza ključnih kazalnikov stanja vzdrževanosti objektov vrtca Dr. France Prešeren. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Peternelj, J., co-supervisor Šijanec Zavrl, M.): 74 pp.

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

VISOKOŠOLSKI ŠTUDIJ
GRADBENIŠTVA
SMER OPERATIVNO
GRADBENIŠTVO

Kandidatka:

STAŠA GRAHEK

**PRIMERJALNA ANALIZA KLJUČNIH KAZALNIKOV
STANJA VZDRŽEVANOSTI OBJEKTOV VRTCA DR.
FRANCE PREŠEREN**

Diplomska naloga št.: 469/SOG

**COMPARATIVE ANALYSIS OF KEY INDICATORS OF
THE STATE OF MAINTENANCE OF KINDERGARTEN
DR. FRANCE PREŠEREN'S BUILDINGS**

Graduation thesis No.: 469/SOG

Mentor:

prof. dr. Jožef Peternelj

Predsednik komisije:

izr. prof. dr. Janko Logar

Somentorica:

dr. Marjana Šijanec Zavrl

Član komisije:

prof. dr. Matjaž Četina

doc. dr. Sebastjan Bratina

Ljubljana, 25. 10. 2012

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana Staša Grahek izjavljam, da sem avtorica diplomskega dela z naslovom »Primerjalna analiza ključnih kazalnikov stanja vzdrževanosti objektov vrtca Dr. France Prešeren«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, 5.10.2012

Staša Grahek

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	697:699.8:725.57(043.2)
Avtor:	Staša Grahek
Mentor:	prof. dr. Jožef Peternelj
Somentor:	dr. Marjana Šijanec Zavrl
Naslov:	Primerjalna analiza ključnih kazalnikov stanja vzdrževanosti objektov vrtca Dr. France Prešeren
Obseg in oprema:	74 str., 24 pregl., 33 sl.;
Ključne besede:	merjena energetska izkaznica, računsko energetska izkaznica, raba energije v stavbah, dovedena energija

Izveček

Raba energije in večanje toplogrednega učinka spadata med najbolj pereče probleme današnje družbe. V Evropski uniji stavbe predstavljajo 40 % skupne porabe energije, zato Direktiva Evropske unije o energetske učinkovitosti stavb predpisuje izdelavo energetskih izkaznic, kot inštrument za doseganje učinkovite rabe energije v stavbah. Metodologija poleg toplotnih značilnosti vključuje tudi druge dejavnike z vse pomembnejšo vlogo, kot so ogrevalne in klimatske naprave, uporaba energije iz obnovljivih virov, pasivni ogrevalni in hladilni elementi, osenčenje, kakovost zraka v prostoru, primerna naravna svetloba ter zasnova stavbe. V diplomski nalogi je na primerih objektov vrtca Dr. France Prešeren obravnavana izdelava računsko in merjene energetske izkaznice stavbe v Sloveniji po trenutno veljavnih predpisih. V prvem delu je predstavljen namen izdelave energetskih izkaznic, pravna podlaga in primernost računsko in merjene izkaznice za različne objekte. V nadaljevanju so za vsak objekt analizirani rezultati merjene in računsko energetske izkaznice ter primerjani med seboj. Diplomski naloga poudari potrebno previdnost pri primerjavi obeh izkaznic in analizira energetske učinkovitost objektov glede na vzdrževanost, hkrati pa opozori tudi na ostale dejavnike, ki vplivajo na porabo energije v stavbah.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 697:699.8:725.57(043.2)
Author: Staša Grahek
Supervisor: prof. dr. Jožef Peternej
Co-supervisor: dr. Marjana Šijanec Zavrl
Title: Comparative analysis of key indicators of the state of maintenance of kindergarten Dr. France Prešeren's buildings
Notes: 74 p., 24 tab., 33 fig.
Key words: measured energy certificates of a building, calculated energy certificates of a building, energy use in buildings, supplied energy

Abstract

The use of energy and the increase of the greenhouse effect are amongst the biggest problems of today's society. In the European Union buildings present 40 % of the overall use of energy, which is why the Directive of the European parliament on the energy performance of buildings says, we have to make Energy Performance Certificate as instruments to achieve energy efficiency in buildings. Methodology includes temperature characteristics as well as other factors with increasingly important role, for instance heating and air conditioning systems, use of renewable energy, passive heating and cooling elements, shading, indoor air quality, adequate natural light and design of the building. The thesis deals with the methodology of measured and calculated energy certificates of a building as provided by current legislation in the cases of buildings of Dr. France Prešeren's kindergarten. The first section presents the purpose of creating energy certificates, the legal basis and the adequacy of calculated and measured certificates for different objects. In the following part it analyses the results of measured and calculated energy performance certificate of each object and compares them to each other. It notifies on the necessary carefulness when comparing the two cards and analyses the energy efficiency of buildings depending on the maintenance, but at the same time it also alerts on other factors that influence energy consumption in buildings.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Jožefu Peternelju in somentorici dr. Marjani Šijanec Zavrl za pridobljeno znanje, sodelovanje in pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi ravnateljici vrtca Dr. France Prešeren, gospe Maji Kunaver, ter ostalim zaposlenim za pomoč in sodelovanje pri pridobivanju potrebnih informacij.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE	3
2.1	Pravna podlaga	4
2.1.1	Direktiva Evropske unije o energetske učinkovitosti stavb	4
2.1.2	Zakonodaja v Sloveniji.....	4
2.2	Vrsta energetske izkaznice.....	5
2.2.1	Merjena energetska izkaznica	5
2.2.2	Računska energetska izkaznica	7
2.3	Metodologija za izračun energijskih lastnosti stavbe.....	8
2.3.1	Izračun letne potrebne toplote za ogrevanje stavbe Q_{NH} in letnega potrebnega hladu za hlajenje stavbe Q_{NC}.....	9
2.3.1.1	Določitev toplotnih con.....	9
2.3.1.2	Določitev karakteristične površine in prostornine stavbe	9
2.3.1.3	Določitev notranjih toplotnih virov	10
2.3.1.4	Določitev toplotne kapacitete stavbe.....	10
2.3.1.5	Določitev toplotnih mostov	10
2.3.1.6	Določitev urne izmenjave notranjega zraka (prezračevanje)	10
2.3.2	Izračun letne dovedene energije za delovanje stavbe.....	11
2.3.2.1	Dovedena energija za ogrevanje - $Q_{f,h}$.....	11
2.3.2.2	Dovedena energija za pripravo tople vode - $Q_{f,w}$.....	11
2.3.2.3	Dovedena energija za hlajenje.....	12
2.3.3	Določitev količine izpusta CO_2	12
2.4	Računalniški program za izdelavo računske energetske izkaznice stavbe Energija 2010 (KnaufInsulation)	12
3	ANALIZA OBJEKTOV VRTCA DR. FRANCE PREŠEREN.....	15
3.1	Enota Prešernova.....	15
3.1.1	Opis objekta	15
3.1.2	Račun energijskih kazalcev	16

3.1.2.1	Osnovni podatki	16
3.1.2.2	Cone.....	18
3.1.2.3	Konstrukcije	22
3.1.2.4	Sistemi	25
3.1.2.5	Računska energetska izkaznica	28
3.1.3	Merjeni energetske kazalci	28
3.1.3.1	Dovedena energija, namenjena pretvorbi v toploto.....	29
3.1.3.2	Dovedena električna energija.....	29
3.1.3.3	Emisije CO ₂	29
3.1.3.4	Merjena energetska izkaznica.....	30
3.2	Enota Vrtača.....	30
3.2.1	Opis objekta.....	30
3.2.2	Račun energijskih kazalcev	31
3.2.2.1	Osnovni podatki	32
3.2.2.2	Cone.....	32
3.2.2.3	Konstrukcije	36
3.2.2.4	Sistemi	37
3.2.2.5	Računska energetska izkaznica	40
3.2.3	Merjeni energetske kazalci	40
3.2.3.1	Dovedena energija, namenjena pretvorbi v toploto.....	40
3.2.3.2	Dovedena električna energija.....	41
3.2.3.3	Emisije CO ₂	41
3.2.3.4	Merjena energetska izkaznica.....	42
3.3	Enota Puharjeva.....	42
3.3.1	Opis objekta.....	42
3.3.2	Račun energijskih kazalcev	43
3.3.2.1	Osnovni podatki	44
3.3.2.2	Cone.....	44
3.3.2.3	Konstrukcije	49
3.3.2.4	Sistemi	50
3.3.2.5	Računska energetska izkaznica	53
3.3.3	Merjeni energetske kazalci	53

3.3.3.1	Dovedena energija, namenjena pretvorbi v toploto	53
3.3.3.2	Dovedena električna energija	54
3.3.3.3	Emisije CO₂	54
3.3.3.4	Plin	54
3.3.3.5	Merjena energetska izkaznica	55
3.4	Primerjalna analiza	55
3.4.1	Računski parametri	55
3.4.2	Merjeni parametri	56
3.4.3	Analiza primerov	57
3.4.3.1	Enota Prešernova	57
3.4.3.2	Enota Vrtača	59
3.4.3.3	Enota Puharjeva	61
3.4.3.4	Primerjava objektov	63
4	ZAKLJUČEK	64
VIRI	67
 PRILOGA: TERMOFIZIKALNE LASTNOSTI ZUNANJIH ELEMENTOV		
	OBJEKTA PREŠERNOVA	70

KAZALO PREGLEDNIC

Tabela 1: Površine zunanjih sten enote Prešernova	22
Tabela 2: Površina strehe enote Prešernova v m ²	23
Tabela 3: Površine tal in sten vkopane kleti enote Prešernova v m ²	23
Tabela 4: Dimenzije oken enote Prešernova v m ²	23
Tabela 5: Dimenzije vrat enote Prešernova v m ²	24
Tabela 6: Dimenzije zastekljenega dela vetrolova enote Prešernova v m ²	24
Tabela 7: Dovedena energija za pretvorbo v toploto enote Prešernova	29
Tabela 8: Dovedena električna energija enote Prešernova	29
Tabela 8: Površine zunanjih sten enote Vrtača	36
Tabela 9: Površina strehe enote Vrtača v m ²	36
Tabela 10: Površine tal in sten vkopane kleti enote Vrtača v m ²	36
Tabela 11: Dimenzije oken enote Vrtača v m ²	37
Tabela 12: Dimenzije vrat enote Vrtača v m ²	37
Tabela 13: Prikaz dovedene energije za pretvorbo v toploto enote Vrtača	41
Tabela 14: Dovedena električna energija enote Vrtača	41
Tabela 15: Površine zunanjih sten enote Puharjeva	49
Tabela 16: Površina strehe enote Puharjeva v m ²	49
Tabela 17: Površine tal in sten vkopane kleti enote Puharjeva v m ²	49
Tabela 18: Dimenzije oken enote Puharjeva v m ²	50
Tabela 19: Dimenzije vrat enote Puharjeva v m ²	50
Tabela 20: Prikaz dovedene energije za pretvorbo v toploto enote Puharjeva	54
Tabela 21: Dovedena električna energija enote Puharjeva	54
Tabela 22: Normirane vrednosti dovedene energije za pretvorbo v toploto na 3300 Kdni za zadnja tri leta enote Prešernova	58
Tabela 23: Normirane vrednosti dovedene energije za pretvorbo v toploto na 3300 Kdni za zadnja tri leta enote Vrtača	60
Tabela 24: Normirane vrednosti dovedene energije za pretvorbo v toploto na 3300 Kdni za zadnja tri leta enote Puharjeva	62

KAZALO SLIK

Slika 1: Primer merjene energetske izkaznice	6
Slika 2: Primer računске energetske izkaznice.....	8
Slika 3: Potek računskih korakov po Tehnični smernici (TSG).....	14
Slika 4: Stavba Prešernova	15
Slika 5: Tlorisni prikaz stavbe na Prešernovi cesti s pripadajočimi parcelami	15
Slika 6: Programski vmesnik programa Energija 2010	17
Slika 7: Tloris kletnih prostorov, enota Prešernova	18
Slika 8: Tloris pritličja, enota Prešernova	19
Slika 9: Tloris 1. nadstropja, enota Prešernova	19
Slika 10: Računska energetska izkaznica stavbe Prešernova	28
Slika 11: Merjena energetska izkaznica stavbe Prešernova	30
Slika 12: Stavba Vrtača	31
Slika 13: Tlorisni prikaz stavbe na Erjavčevi cesti s pripadajočo parcelo	31
Slika 14: Tloris kletnih prostorov enote Vrtača.....	32
Slika 15: Tloris pritličja enote Vrtača.....	33
Slika 16: Tloris 1. nadstropja enote Vrtača	33
Slika 17: Računska energetska izkaznica stavbe Vrtača	40
Slika 18: Merjena energetska izkaznica stavbe Vrtača	42
Slika 19: Stavba Puharjeva.....	43
Slika 20: Tlorisni prikaz stavbe na Puharjevi cesti s pripadajočimi parcelami	43
Slika 21: Tloris kleti enote Puharjeva.....	44
Slika 22: Tloris pritličja enote Puharjeva	45
Slika 23: Tloris 1. nadstropja enote Puharjeva.....	45
Slika 24: Tloris podstrešja enote Puharjeva	46
Slika 25: Računska energetska izkaznica stavbe Puharjeva.....	53
Slika 26: Merjena energetska izkaznica stavbe Puharjeva	55
Slika 27: Prikazana razlika med normiranimi merjenimi in računskimi vrednostmi energije v kWh/m ² a za leto 2011 enote Prešernova	58
Slika 28: Primerjava merjenih rezultatov z računskimi za leto 2009 in 2011 enote Prešernova	59
Slika 29: Letna primerjava vsote dovedene energije za pretvorbo v toploto in dovedene električne energije enote Vrtača	60
Slika 30: Prikazana razlika med normiranimi merjenimi (vsoto vse dovedene energije) in računskimi (potrebna energija za delovanje stavbe) vrednostmi v kWh/m ² a enote Vrtača	61
Slika 31: Prikazana razlika med normirano merjeno (vsa dovedena energija v stavbo) in računsko količino energije (izračunana potrebna energija za delovanje stavbe) v kWh/m ² a za leto 2011 enote Puharjeva.....	62
Slika 32: Primerjava energetskih izkaznic vseh treh objektov *	63
Slika 33: Primerjava merjene in računске energetske izkaznice.....	65

1 UVOD

Raba energije in večanje toplogrednega učinka spadata med najbolj pereče probleme današnje družbe. Zaloga energijskih virov se drastično zmanjšuje, hkrati pa potreba po njih, zlasti potreba po električni energiji, vztrajno narašča. Učinki globalnega segrevanja zemlje bodo pustili katastrofalne posledice, česar se močno zavedajo v različnih industrijskih panogah. V gradbeništvu se spodbuja gradnja nizkoenergijskih stavb, velik poudarek pa je tudi na prenovi in zmanjšanju porabe energije v starejših stavbah.

Kjotski protokol je mednarodni sporazum, ki skuša zmanjšati emisije CO₂ in ostalih petih toplogrednih plinov, z namenom, da se ustavi globalno segrevanje ozračja. Obdobje 2008 – 2012 je bilo določeno kot prvo ciljno obdobje, v katerem bodo države, ki so sporazum ratificirale, skušale emisije zmanjšati za najmanj 5 % v primerjavi z letom 1990. Če ta cilj primerjamo s količino emisij, pričakovanih za leto 2010 brez uresničevanja ciljev protokola, pomeni to pravzaprav 30 % znižanje. Kot podpisnice Kjotskega sporazuma so se tudi članice Evropske unije zavezale k zmanjšanju izpusta CO₂. V Evropi je več kot 40 % proizvedene energije povezane s potrebami zgradb. Del te količine je potreben za proizvodnjo gradiv, njihov transport in odstranitev, ostalo pa leto za letom za ogrevanje, hlajenje, pogon naprav in razsvetljavo v stavbah.

Kot članica evropske unije ima tudi Slovenija dolžnost zmanjšati količino izpusta CO₂. Nedoseganje zahtev Kjotskega sporazuma nas še posebej obvezuje pri vzpostavitvi ukrepov za učinkovito, preudarno, racionalno in trajno rabo energije. To se nanaša predvsem na naftne derivate, zemeljski plin in trda goriva, torej na fosilna goriva, ki so največji vir emisij ogljikovega dioksida v stavbnem sektorju.

Po direktivi Evropske unije o energetske učinkovitosti stavb (EPBD 2002/91/EC) in predvsem po prenovljeni direktivi (EPBD 2010/31/EU), nam sprejetje Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES - 2, 2010) predpisuje minimalne zahteve in načela graditve visoko energetske učinkovitih stavb v prihodnjih letih ter obenem zahteva energijsko ozaveščeno ravnanje lastnikov stavb tudi ob večjih prenovah ter ob vzdrževanju stavb. Skupaj s Tehnično smernico Učinkovita raba energije (TSG - 1 - 004; 2010) in s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb imamo evropsko usklajeno zakonodajo za izboljšanje energijske učinkovitosti stavb. Pri izpolnjevanju osnovnega cilja tj. zmanjšanje rabe energije in izpusta CO₂, dokumenti narekujejo enotno metodologijo računanja celovitih energijskih lastnosti stavbe, minimalne zahteve o toplotnih

lastnostih novih stavb oziroma starih stavb pri obsežnejši prenovi, izkazovanje energijskih lastnosti stavbe z energetska izkaznico stavbe in redne preglede ogrevalnih in klimatskih sistemov. Energetska izkaznica je torej dokument, ki omogoča prikaz in potrjevanje energijske učinkovitosti stavb in opozarja na pomembnost varčevanja z energijo.

Namen uvedbe obveznih energetskih izkaznic je zmanjšanje rabe končne energije v stavbah, enako velja tudi za emisije ogljikovega dioksida in drugih škodljivih primesi iz stavb. Pri tem je potrebno ohraniti ustrezno kakovost bivanja in kvaliteto delovnega okolja v notranjosti stavb. Velik preskok predstavlja prehod iz pravne podlage v prakso oz. prehod iz državne politike na posameznika. Za celostno reševanje problematike se je potrebno zavedati, da smo država ljudje in da kljub opozarjanju strokovnjakov in zaostrovanju zakonodaje, brez zavezanosti nas vseh ne bo prišlo do pozitivnih sprememb. Za zgled bi morale biti prav javne zgradbe, od posamičnih projektov pa bi bilo potrebno preiti na raven naselij in mest, za kar bi bilo potrebno načrtovati stimulatívno okolje za nizkoenergijske novogradnje in energijsko prenavo stavb ter zagotavljati trajnostno oskrbo stavb z energijo.

Pravilnik določa, da se za novogradnje in stanovanjske stavbe izdelava računsko energetska izkaznica, za javne stavbe pa merjene energetske izkaznice. Pri računskem postopku se upošteva standardne robne pogoje, v merjeni izkaznici pa je podano povprečje dovedene energije za pretvorbo v toploto in dovedene električne energije zadnjih treh let. V primeru, da podatki o dejanski rabi energije niso zanesljivi, se tudi za javne stavbe izdelava računsko energetska izkaznica. Eden od pomembnih vplivov rabe energije objekta je poleg arhitekturne zasnove in kvalitete ter vzdrževanosti strojne opreme tudi način uporabe objekta. Ozaveščenost uporabnikov in preudarna poraba energije v objektu ima velik vpliv na končno porabo.

V diplomski nalogi nameravam uporabiti energetska izkaznica kot metodo za ugotavljanje energijske učinkovitosti objektov. Računska energetska izkaznica bo prikazala predvideno potrebno rabo energije glede na arhitekturno zasnovo in prezračevalne in grelné naprave v objektu, merjena energetska izkaznica pa dejansko porabo glede na zadnja tri leta. Primerjavo obeh izkaznic bom naredila za tri starejše javne stavbe – enote vrtca Dr. France Prešeren. Skušala bom tudi ugotoviti, kje prihaja do razhajanj v vrednostih med merjeno in računsko izkaznico ter zakaj.

2 ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Energetska izkaznica je javna listina, ki navaja energetske potrebe ali porabo energije neke stavbe in jo razvršča v enega izmed razredov rabe energije.

Osnova za razvrščanje v energijske razrede je v številnih primerih primarna energija (Nemčija, Portugalska, Španija, Danska, Belgija, Madžarska, Irska, Francija), na Slovaškem je kriterij končna energija za ogrevanje in pripravo tople vode, v Avstriji samo potrebna toplota za ogrevanje objekta, v Veliki Britaniji pa razvrščajo stavbe na podlagi emisij CO₂.

V Sloveniji se v računski energetske izkaznici stavbo uvrsti v razred energetske učinkovitosti glede na letne potrebne toplote za ogrevanje stavbe na enoto uporabne površine stavbe - Q_{NH}/A_u (kWh/m²a) in sicer:

- razred A1: od 0 do vključno 10 kWh/m²a,
- razred A2: nad 10 do vključno 15 kWh/m²a,
- razred B1: nad 15 do vključno 25 kWh/m²a,
- razred B2: nad 25 do vključno 35 kWh/m²a,
- razred C: nad 35 do vključno 60 kWh/m²a,
- razred D: od 60 do vključno 105 kWh/m²a,
- razred E: od 105 do vključno 150 kWh/m²a,
- razred F: od 150 do vključno 210 kWh/m²a,
- razred G: od 210 do 300 in več kWh/m²a.

Osnovni namen izkaznice je informiranje kupca oziroma najemnika stavbe o njeni energijski učinkovitosti, posredno o pričakovani višini stroška za energijo in o morebitnih naložbah, potrebnih za energetske posodobitve stavbe in naprav v njej. Kot promocijski instrument pri vseh oblikah prometa z nepremičninami spodbuja k nakupu ali najemu energetske učinkovitejših objektov oziroma lastniku objekta svetuje, kako z gospodarnimi naložbami preiti v boljši razred (po energetske učinkovitosti). Uporabnika javnih objektov spodbuja k spremljanju porabe energije in preudarnemu načrtovanju vzdrževanja in prenove objekta.

2.1 Pravna podlaga

2.1.1 Direktiva Evropske unije o energetske učinkovitosti stavb

Evropska unija se je zaradi prizadevanja varovanja okolja in pomembnosti zagotavljanja zanesljivosti oskrbe z energijo, s podpisom Kjotskega sporazuma zavezala do leta 2012 zmanjšati izpust emisij za 8 % glede na izhodiščno leto 1990. Ker se 40 % energije porabi na račun stanovanjskega in storitvenega sektorja (pretežno v stavbah), je z ekonomsko upravičenimi ukrepi možno prihraniti tudi do 22 % energije, kar pomeni izpolnitev 20 % zaveze Evropske unije glede znižanja emisij toplogrednih plinov. Tako je v januarju 2003 stopila v veljavo direktiva Evropske unije o energetske učinkovitosti stavb (2002/91/ES) (v nadaljevanju Direktiva EPBD), ki uvaja energetske certificiranje stavb in vpeljuje celovito računsko metodologijo za določitev energijskih lastnosti stavb in pripadajočih emisij. Določa tudi minimalne zahteve za energetske učinkovitost novih stavb in obstoječih stavb ob celoviti prenovi, zahtevo po rednem pregledovanju kotlov in klimatskih sistemov ter obvezno študijo izvedljivosti za alternativne energetske sisteme.

Zaradi počasnega prenosa Direktive EPBD je bila junija 2010 s strani Evropske komisije objavljena prenovljena Direktiva o energetske učinkovitosti stavb EPBD (2010/31/EU), katere bistvo je, da želi poleg visoko energijsko učinkovitih gradenj povečati tudi obseg energetske prenove starejših stavb. Določa zahteve v zvezi s splošnim okvirom metodologije za izračun celovite energetske učinkovitosti stavb, uporabo minimalnih zahtev glede energetske učinkovitosti novih stavb, oblikovanjem nacionalnih načrtov za povečanje števila skoraj nič energijskih stavb, energetske certificiranjem stavb, neodvisnimi sistemi nadzora nad energetske izkaznicami in poročili o rednih pregledih ogrevalnih in klimatskih sistemov.

2.1.2 Zakonodaja v Sloveniji

Slovenija je kot članica Evropske unije z ratifikacijo Kjotskega sporazuma sprejela aktivno energetske politiko, katere sestavni del sta učinkovita raba energije in spodbujanje rabe obnovljivih virov energije. Prav tako se zaveda tudi velike pomembnosti doseganja strateških ciljev Evropske politike »3 x 20« do 2020, ki pri stavbah zahteva znaten prispevek k 20 % zmanjšanju emisij CO₂, k 20 % povečanju energetske učinkovitosti in k 20 % deležu obnovljivih energijskih virov v primarni energetske bilanci.

S sprejemom Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2008) septembra 2008, je Slovenija formalno izpolnila obveznosti direktive EPBD. PURES 2008 je poleg zahtev o energetski učinkovitosti stavb predpisal tudi obvezno izdelavo izkaza o toplotnih karakteristikah stavbe, vendar pa je bila metodologija za izračun rabe energije v stavbah poenostavljena in ni temeljila na CEN EPBD - standardih, kar je pomenilo neskladje s takratno večinsko evropsko usmeritvijo pri metodologiji računa rabe energije v stavbah.

Junija 2010 je vlada sprejela prenovljen Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah PURES - 2 2010. Pravilnik je nastajal vzporedno s prenovljeno Direktivo EPBD, z namenom usklajevanja in upoštevanja usmeritev EU in Slovenije na podnebno energetskem področju.

Skladno z novim Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah je izšla tudi tehnična smernica za graditev Učinkovita raba energije TSG – 1 – 004 (v nadaljevanju TSG), ki določa gradbene ukrepe oziroma rešitve za doseg minimalnih zahtev iz tega pravilnika in metodologijo izračuna energijskih lastnosti stavbe, ki ustreza evropskim smernicam. Uporaba te smernice je zato obvezna.

Natančneje predpisujeta energetske izkaznice tudi Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic (Ur. l. RS, št. 77/2009) in Pravilnik o usposabljanju, licencah in registru licenc neodvisnih strokonjakov za izdelavo energetskih izkaznic (Ur. l. RS, št. 6/2010).

2.2 Vrsta energetske izkaznice

Energetski zakon navaja, da mora lastnik pri prodaji ali oddaji stavbe ali njenega dela v najem kupcu ali najemniku predložiti energetska izkaznico stavbe ali njenega dela. Pri tem se glede na tip in stanje nepremičnine, izkaznice delijo na računске in merjene energetske izkaznice.

2.2.1 Merjena energetska izkaznica

Merjena energetska izkaznica se določi na podlagi meritev rabe energije in se izda za obstoječe nestanovanjske stavbe, kot so šole, zdravstveni domovi, javna uprava, stavbe za kulturne prireditve itd. Energetska izkaznica je v javnih stavbah izobešena na za vse uporabnike vidnem mestu. Ugotavljanje dejanske rabe energije je predvideno iz triletnega povprečja na podlagi standarda SIST EN 15206.

Energijski kazalniki za merjeno energetska izkaznico so:

- letna dovedena energija, namenjena pretvorbi v toploto na enoto uporabne površine stavbe [kWh/m²a],
- letna poraba električne energije zaradi delovanja stavbe na enoto uporabne površine stavbe [kWh/m²a],
- letne emisije CO₂ zaradi delovanja stavbe na enoto uporabne površine stavbe A_u [kg/m²a].

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE 1/3

Št. izkaznice: Velja do: **Vrsta stavbe: nestanovanjska**
Podatki o stavbi **Vrsta izkaznice: merjena**

Identifikacijska številka stavbe, posameznega dela ali delov stavbe:
Klasifikacija stavbe:
Leto izgradnje:
Naslov stavbe:
(ulica in h.š., kraj):
Katastrska občina:
Parcelna št.:
Koordinati stavbe (X,Y):

FOTOKOPAJA
STAVBE
(neobvezno)

Dovedena energija, namenjena pretvorbi v toploto

XX kWh/m²a

0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500+

Dovedena električna energija

XX kWh/m²a

0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500+

Emisije CO₂

XX kg CO₂ /m²a

0 25 50 75 100 125 150 175+

Izdajatelj	Izdelovalec
Naziv:	Ime in priimek:
Številka pooblastila:	Številka in datum licence:
Ime in priimek ter podpis odgovorne osebe:	Podpis ali elektronski podpis:
Opcije: elektronski podpis:	Opcije: elektronski podpis:
Datum izdaje energetske izkaznice:	

Izdelovalec te energetske izkaznice s svojim podpisom potrjuje, da ne obstaja
katera od okoliščin iz šestega odstavka 68. člena Energetskega zakona
(Urad. RS, št. 27/07), ki bi mi preprečevala izdelavo energetske izkaznice.

Energetska izkaznica stavbe je izdana v skladu s Pravilniki o metodologiji izdelave in izdaj energetske izkaznice stavbe in z Energetskim zakonom (Urad. RS, št. 77/09)

Slika 1: Primer merjene energetske izkaznice

2.2.2 Računska energetska izkaznica

Računska energetska izkaznica se določi na podlagi izračunanih energijskih kazalnikov rabe energije stavbe in se izda za novozgrajene stavbe in obstoječe stanovanjske stavbe.

Pri novogradnjah se izda računsko energetska izkaznica na podlagi dejansko izvedenih del in ne na podlagi projektnega stanja. Pred izračunom je torej potrebno preveriti skladnost izvedenih del s predloženimi načrti.

Pri obstoječih stanovanjskih stavbah je v primeru prodaje predvidena energetska izkaznica na podlagi računsko določenih energijskih indikatorjev pri standardnih pogojih koriščenja stavbe. Na ta način lahko bolj zanesljivo določimo pričakovane energetske prihranke glede na predlagane izboljšave, ki so priloga energetske izkaznici. Poleg tega pa je vpliv bivalnih navad uporabnika in sistema uporabe stavbe v stanovanjskih objektih na rabo energije zelo velik, zato izmerjeni indikatorji novemu lastniku ne povedo veliko. Tako je računsko metoda pri pogojih, ki se nanašajo le na okolje v katerem je objekt in na standardne pogoje uporabe, najbolj objektivna in verodostojna.

Računski postopek za določitev kazalnikov rabe energije temelji na standardu SIST EN ISO 13790 in na potrebnih nacionalnih robnih pogojih.

V primeru, da neodvisni strokovnjak presodi, da podatki o dejanski rabi energije niso zanesljivi, se tudi za obstoječe nestanovanjske stavbe izda računsko energetska izkaznica.

Energijski kazalniki na računski energetske izkaznici so:

- letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe na enoto uporabne površine stavbe Q_{NH}/A_u [kWh/m²a],
- letna dovedena energija za delovanje stavbe na enoto uporabne površine stavbe Q/A_u [kWh/m²a],
- letne emisije CO₂ zaradi delovanja stavbe na enoto uporabne površine stavbe [kg/m²a].

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE 1/2

Št. izkaznice: Velja do: Vrsta stavbe: **stanovanjska**
Vrsta izkaznice: **računska**

Podatki o stavbi

Identifikacijska oznaka stavbe, posameznega dela ali delov stavbe:

Klasifikacija stavbe:

Leto izgradnje:

Naslov stavbe:

(ulica in h.š., kraj):

Katastrska občina:

Parcelna št.:

Koordinati stavbe (X,Y):

FOTOGRAFIJA
STAVBE
(neobvezno)

Potrebna toplota za ogrevanje

Razred B2 XX kWh/m²a

xx kWh/m²a
REFERENČNA VREDNOST

Dovedena energija za delovanje stavbe

XX kWh/m²a

Emisije CO₂

XX kg/m²a

Izdajatelj	Izdelovalec
Naziv:	Ime in priimek:
Številka pooblastila:	Št. in datum izdaje: lično:
Ime in podpis odgovorne osebe:	Podpis ali elektronski podpis: <i>primer</i>
Opcija: elektronski podpis	
Datum izdaje energetske izkaznice:	

Izdelovalec je energetske izkaznice s svojim podpisom potrjuje, da ne obstaja katera od okoliščin iz šestega odstavka 68. člena Energetskega zakona (Urtl. RS, št. 27/07), ki bi mu preprečevala izdelavo energetske izkaznice.

Energetska izkaznica stavbe je izdelana v skladu s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetske izkaznice stavbe in z Energetskim zakonom (Urtl. RS, št. 77/09)

Slika 2: Primer računske energetske izkaznice

2.3 Metodologija za izračun energijskih lastnosti stavbe

Metodologija za izračun energijskih lastnosti stavbe je opisana v prilogi Pravilnika o metodologiji izdelave in izdaje energetske izkaznice, U1 RS, 77/2009. Pravilnik temelji na Energetskem zakonu in pripadajoči tehnični smernici Učinkovita raba energije (TSG). V metodologiji za izračun energijskih lastnosti stavbe je predstavljen način izračuna letne potrebne toplote za ogrevanje stavbe in letnega potrebnega hlada za hlajenje stavbe ter način izračuna potrebne količine dovedene energije za delovanje stavbe glede na različne možne sisteme.

2.3.1 *Izračun letne potrebne toplote za ogrevanje stavbe Q_{NH} in letnega potrebnega hlada za hlajenje stavbe Q_{NC}*

Letno potrebno toploto za ogrevanje stavbe Q_{NH} in letni potrební hlad za hlajenje stavbe Q_{NC} določimo skladno s standardom SIST EN ISO 13790 in z nacionalno določenimi posebnostmi. Q_{NH} in Q_{NC} sta podlaga za ugotavljanje skladnosti stavbe z zahtevami pravilnika in ju je obvezno računati pri standardnih pogojih koriščenja stavbe.

2.3.1.1 Določitev toplotnih con

Posamezna cona obsega prostore oziroma delež tlorisa stavbe in se jo določi po standardu SIST EN ISO 13790. Kadar cona obsega 80 % ali več celotne stavbe, se upošteva celotna stavba kot enotna cona. V primeru, da se stavbo razdeli na več con, se potrebna energija za delovanje stavbe določi kot vsota potrebnih energij vseh con v stavbi.

Ne glede na določitve standarda SIST EN ISO 13790, lahko v primeru, ko prostornina neogrevanih in manj ogrevanih prostorov ne presega 20 % ogrevane prostornine stavbe, privzamemo eno toplotno cono, ki zajema tudi omenjene manj ogrevane in neogrevane prostore.

2.3.1.2 Določitev karakteristične površine in prostornine stavbe

Toplotni ovoj stavbe sestavljajo vsi stavbni elementi, ki toplotno ščitijo prostor od zunanosti.

Uporabna oziroma neto površina stavbe A_u [m²] predstavlja notranjo tlorisno površino ogrevanih prostorov po projektu. Določi se po standardu SIST ISO 9836.

Bruto ogrevana prostornina stavbe V_e je omejena z zunanjo površino stavbe A [m²]. Skozi njo prehaja toplota v okolico.

Neto ogrevana prostornina stavbe V [m³] je potrebna za izračun toplotnih izgub zaradi prezračevanja oziroma potrebne stopnje pretoka zraka. Določi se z upoštevanjem zahteve standardov SIST EN ISO 13790 in SIST EN ISO 9836 oziroma po poenostavljenem izrazu:

$$V = 0,8 V_e$$

2.3.1.3 Določitev notranjih toplotnih virov

Prispevek notranjih toplotnih virov se določi po standardu SIST EN ISO 13790 in zajema notranje toplotne vire zaradi ljudi, naprav, procesov materialnih tokov in razsvetljave v stavbah.

Po poenostavljeni metodi prispevek notranjih toplotnih virov na enoto neto uporabne površine za stanovanjske stavbe znaša 4 W/m^2 .

2.3.1.4 Določitev toplotne kapacitete stavbe

Za izračun izkoristka toplotnih dobitkov v stavbi se sodelujoča toplotna kapaciteta stavbe določi na podlagi standarda SIST EN ISO 13790.

Med lahke stavbe sodijo lesene stavbe, montažne stavbe brez bistvenih masivnih elementov v notranjosti, masivne stavbe z visečimi stropovi in pretežno lahkimi predelnimi stenami.

Med težke stavbe spadajo stavbe z masivnimi zunanji in notranji gradbenimi elementi, stavbe z velikim delom zunanjih in notranjih masivnih gradbenih elementov, s plavajočim estrihom in brez visečega stropa.

2.3.1.5 Določitev toplotnih mostov

Vpliv toplotnih mostov v računu potrebne toplote za ogrevanje se upošteva po standardih SIST EN ISO 13789, SIST EN ISO 14683 in SIST EN ISO 10211.

Če imajo vsi toplotni mostovi v stavbi linijsko toplotno prehodnost $\Psi_e < 0,2 \text{ W/mK}$ (standard SIST EN ISO 14683, tabela 2), se lahko njihov vpliv upošteva na poenostavljen način, s povečanjem toplotne prehodnosti celotnega ovoja stavbe za $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$.

2.3.1.6 Določitev urne izmenjave notranjega zraka (prezračevanje)

Upošteva se urna izmenjava notranjega zraka z zunanjim, ki se jo določi na podlagi tehničnega predpisa, ki ureja prezračevanje in klimatizacijo stavb.

2.3.2 *Izračun letne dovedene energije za delovanje stavbe*

Na izkaznici je potrebno prikazati tudi predvideno letno dovedeno energijo za delovanje stavbe. Ta je skupek vseh energij, ki so potrebne za delovanje sistemov, vgrajenih v stavbi. Izračuni so predpisani v TSG.

$$Q_f = Q_{f,h,skupni} + Q_{f,c,skupni} + Q_{f,v} + Q_{f,st} + Q_{f,w} + Q_{f,l} + Q_{f,pv} + Q_{f,aux} \text{ [kWh]}$$

$Q_{f,h,skupni}$ - dovedena energija za ogrevanje [kWh]

$Q_{f,c,skupni}$ - dovedena energija za hlajenje [kWh]

$Q_{f,v}$ - dovedena energija za prezračevanje [kWh]

$Q_{f,st}$ - dovedena energija za ovlaževanje [kWh]

$Q_{f,w}$ - dovedena energija za pripravo tople vode [kWh]

$Q_{f,l}$ - dovedena energija za razsvetljavo [kWh]

$Q_{f,pv}$ - dovedena energija fotonapetostnega sistema [kWh]

$Q_{f,aux}$ - dovedena pomožna energija za delovanje sistemov [kWh]

2.3.2.1 Dovedena energija za ogrevanje - $Q_{f,h}$

$$Q_{f,h} = (Q_{NH} - Q_{rhh} - Q_{rwh}) + Q_{th} \text{ [kWh]}$$

$Q_{f,h}$ - končna energija za ogrevanje [kWh]

Q_{NH} - potrebna toplota za ogrevanje, določena skladno s SIST EN 13790 [kWh]

Q_{rhh} - vrnjena toplotna energija ogrevalnega sistema (toplotna in električna) [kWh]

Q_{rwh} - vrnjena toplotna energija sistema za toplo vodo (toplotna in električna) glede na potrebno toploto za ogrevanje [kWh]

Q_{th} - skupne toplotne izgube ogrevalnega sistema. Skupne toplotne izgube vključujejo tudi vrnjene toplotne izgube [kWh]

2.3.2.2 Dovedena energija za pripravo tople vode - $Q_{f,w}$

Potrebna energija za zagotovitev tople vode je razdeljena v štiri podsisteme:

- Iztočni podsistem
- Razdelilni podsistem
- Hranilnik
- Priprava tople vode (grelnik)

$$Q_{f,w} = Q_w - Q_{rww} + Q_{tw} \text{ [kWh]}$$

$Q_{f,w}$ - končna energija za pripravo tople vode [kWh]

Q_w - potrebna toplota za toplo vodo [kWh]

Q_{rww} - vrnjena toplotna energija sistema za toplo vodo (toplotna in električna) glede na toplo vodo (del pomožne energije prenesene neposredno na toplo vodo) [kWh]

Q_{tw} - skupne toplotne izgube sistema za toplo vodo. Skupne toplotne izgube vključujejo tudi vrnjene toplotne izgube [kWh]

2.3.2.3 Dovedena energija za hlajenje

$$Q_{f,c} = (Q_{NC} + Q_{rwh}) + Q_{tc}$$

$Q_{f,c}$ - končna energija za hlajenje [kWh]

Q_{NC} - potreben hlad za hlajenje, določen skladno s SIST EN 13790 [kWh]

Q_{rwh} - vrnjene toplotne izgube sistema za toplo vodo [kWh]

Q_{tc} - toplotne izgube hladilnega sistema [kWh]

2.3.3 *Določitev količine izpusta CO₂*

Tretji poltrak na računski energetske izkaznici prikazuje pričakovano količino izpusta CO₂. Te vrednosti se izračuna na podlagi podatkov za specifične emisije CO₂ za posamezne vire energije tako, da letno dovedeno energijo za delovanje stavbe, podano po posameznem viru energije, pomnožimo s pripadajočim podatkom za specifične emisije CO₂, ki so zbrane v preglednici tehnične smernice (TSG).

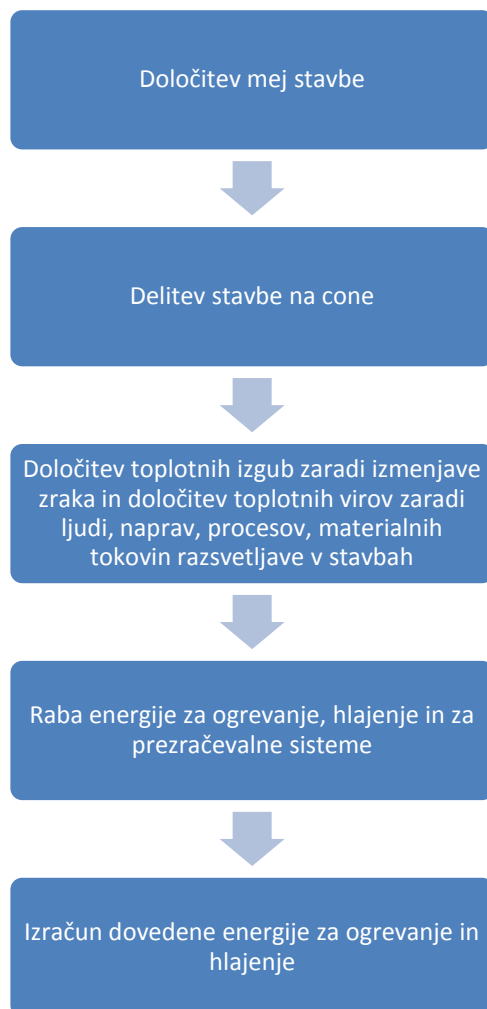
2.4 **Računalniški program za izdelavo računske energetske izkaznice stavbe Energija 2010 (KnaufInsulation)**

Računalniški program Energija 2010 je brezplačno dostopen program na internetni strani proizvajalca KnaufInsulation. Omogoča celovito obravnavanje objekta, tj. arhitekturne zasnove, sestave konstrukcij in različnih možnosti strojne opreme. Razdeljen je na dva dela, arhitekturno gradbeni in strojni del. Končni izdelek je računski energetska izkaznica obravnavanega objekta. Program je zasnovan na podlagi Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah in pripadajoči tehnični smernici (TSG).

Glavni vhodni podatki, potrebni za izračun so:

- transmisijske in ventilacijske lastnosti,
- toplotni dobitki notranjih virov in lastnosti glede sončnega sevanja,
- meteorološki podatki,
- opis stavbe in sistemov ter režim koriščenja,
- temperatura in izmenjava zraka na podlagi zahtev za zagotavljanje ugodja,
- podatki o sistemih za ogrevanje, hlajenje, prezračevanje, razsvetljavo in pripravo tople vode,
- vrnjene in nevrnjene izgube energije,
- regulacija.

V spodnji shemi je prikazan potek računskega postopka:



Slika 3: Potek računskih korakov po Tehnični smernici (TSG)

3 ANALIZA OBJEKTOV VRTCA DR. FRANCE PREŠEREN

3.1 Enota Prešernova

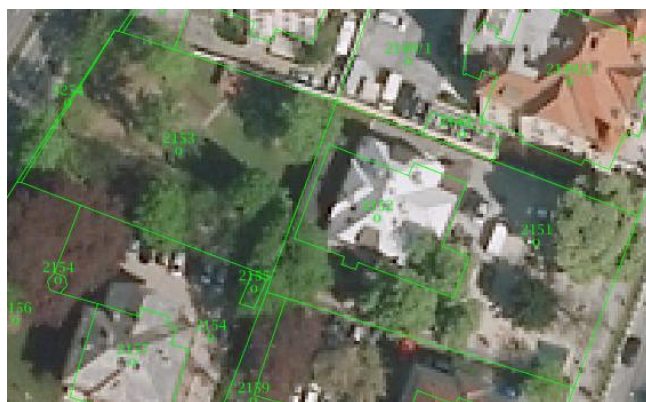
3.1.1 Opis objekta

Stavba stoji v centru mesta Ljubljana, na Prešernovi cesti 29. Zgrajena je bila leta 1917, prvotno kot stanovanjska vila, od leta 1947 pa jo Mestna občina Ljubljana uporablja za namene vrtca.



Slika 4: Stavba Prešernova

Iz katastrskih podatkov na spodnji sliki je razvidno, da objekt stoji na parceli številka 2152, velikosti 387 m². Stavbo obdaja igrišče, ki je urejeno na parcelah številka 2151 velikosti 1098 m² in številka 2153 velikosti 1079 m².



Slika 5: Tlorisni prikaz stavbe na Prešernovi cesti s pripadajočimi parcelami

Stavba ima 3 etaže in je samostoječa. Njena neto tlorisna površina znaša 760,4 m², material nosilne konstrukcije je opeka.

Priklopljena je na daljinsko ogrevanje, vodovodno omrežje ter na kanalizacijsko in električno omrežje.

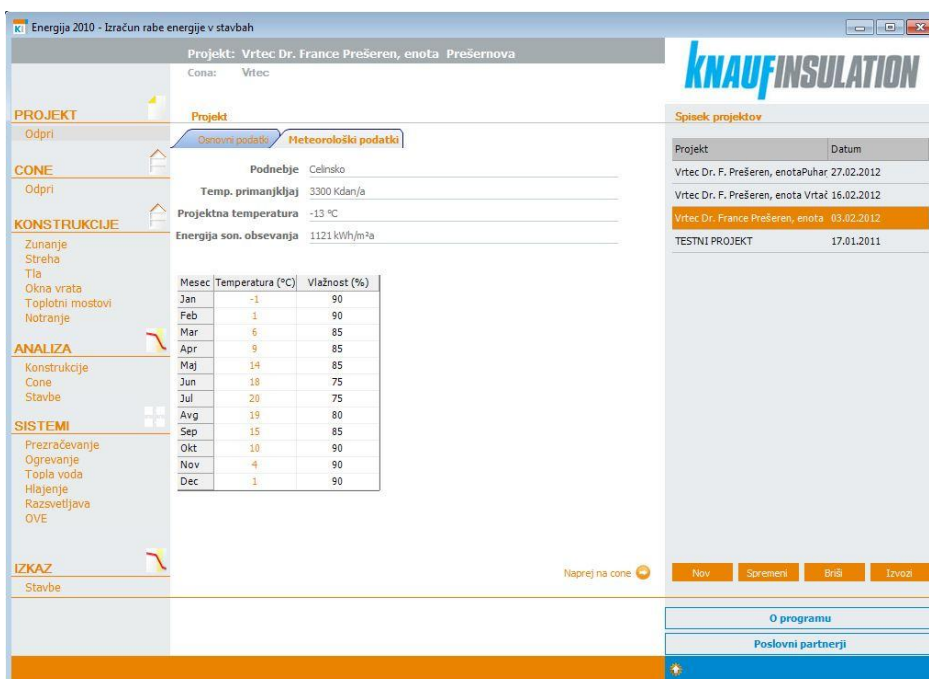
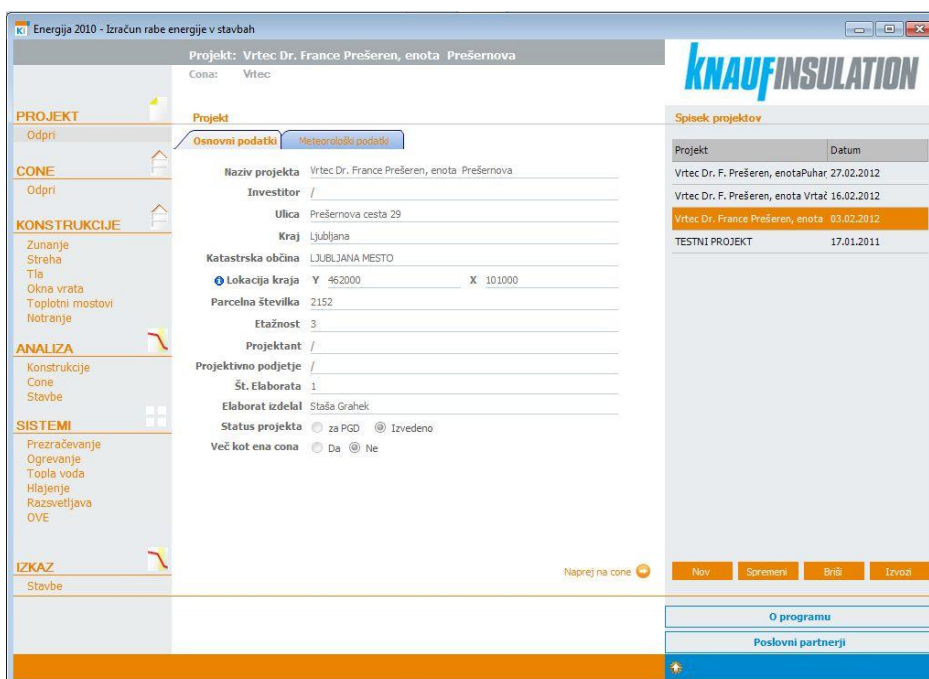
3.1.2 Račun energijskih kazalcev

Za izračun energijskih kazalcev je uporabljen računalniški program Energija 2010. Vse potrebne podatke smo pridobili iz načrtov objekta, s pogovorom z ravnateljico in hišnikom vrtca ter s pregledom stavbe. Program je razdeljen na štiri poglavja:

- Osnovni podatki
- Cone
- Konstrukcije
- Sistemi

3.1.2.1 Osnovni podatki

Slika na naslednji strani prikazuje vmesnik programa, ki s svojo preglednostjo omogoča hitro in enostavno vnašanje podatkov.



Slika 6: Programski vmesnik programa Energija 2010

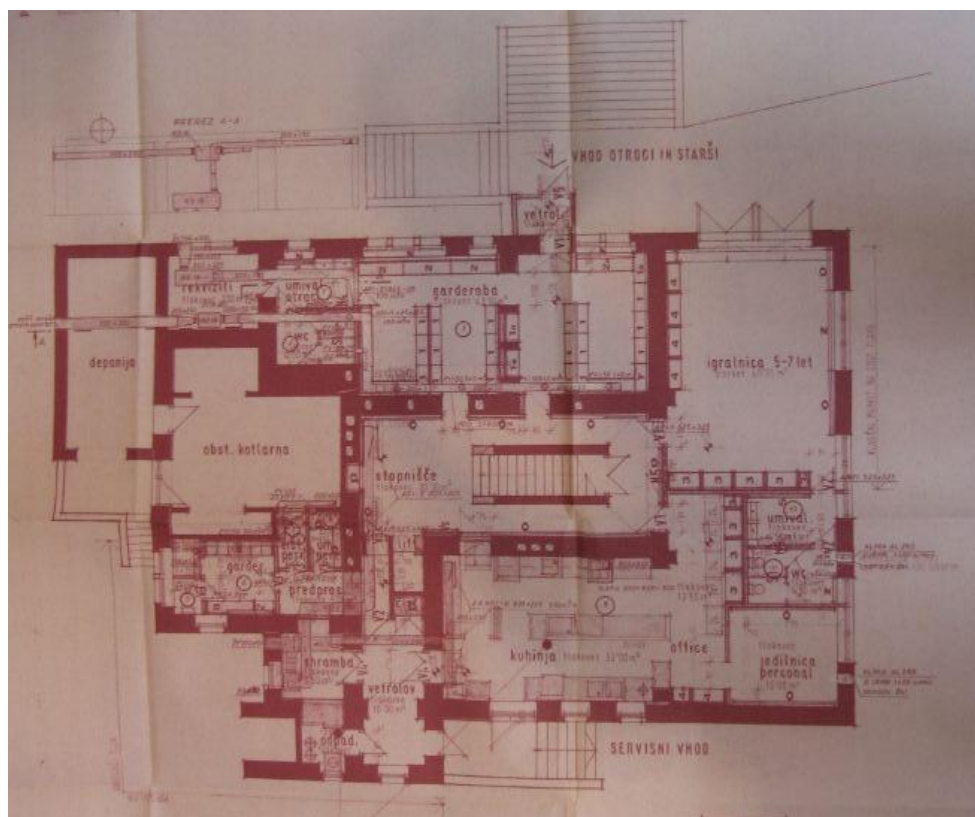
Med splošne podatke spadajo meteorološki podatki, ki so vezani na lokacijo, zato je potrebno vnesti Gauss-Krugerjeve koordinate lokacije: $X = 101024$, $Y = 461566$.

Stavba stoji v centru mesta Ljubljana, za katerega je značilno celinsko podnebje.

3.1.2.2 Cone

3.1.2.2.1 *Toplotne cone*

V stavbi so ogrevani vsi prostori, razen deponije, vetrolova in kotlovnice. V slednji so locirani bojler, toplotni izmenjevalec in črpalka. Iz načrtov je razvidno, da prostornina teh prostorov zavzema manj kot 20 % prostornine ogrevanih prostorov, zato stavbo obravnavamo kot eno toplotno cono.



Slika 7: Tloris kletnih prostorov, enota Prešernova

3.1.2.2.2 Površine in prostornine stavbe

Dimenzije stavbe so dobljene iz načrtov:

Bruto ogrevana prostornina: 2692 m³

Neto ogrevana prostornina: 2153 m³

Neto uporabna površina: 760,4 m²

Višina etaže: 3,4 m

Število etaž: 3

Dolžina stavbe: 20,2 m

Širina stavbe: 15,2 m

3.1.2.2.3 Notranja temperatura

Primerna temperatura zraka v vrtcu je povzeta po Pravilniku o prezračevanju, uradni list RS, št. 42/2002.

V zimskem času je vrtec ogrevan od 5h do 18h. Notranja temperatura zraka je 20 °C. Izven obratovalnega časa se temperatura ne spusti pod 17 °C. Povprečno to znese 18,6 °C

V poletnem času naj bi bila dnevna temperatura zraka v času obratovanja vrtca v prostorih 23,5 °C.

3.1.2.2.4 Notranji toplotni viri

Notranje toplotne vire predstavljajo ljudje, naprave in razsvetljava.

V vrtcu je 7 oddelkov otrok v starosti od 3 - 6 let. V oddelku je povprečno 17 otrok, kar skupaj z zaposlenimi predstavlja 140 ljudi. Zaradi odsotnosti upoštevamo, da je v stavbi 126 ljudi.

Naprave, ki predstavljajo doprinos toplote v stavbi so :

- industrijski pomivalni stroj (moč 9,5 kW, upoštevamo, da je v obratovanju 3h dnevno)
- plinski kuhalnik (moč 16 kW, upoštevamo, da so vsi štirje grelci v obratovanju 15 minut dnevno)
- samostoječ avtomat za kavo (v času pripravljenosti ima moč 0,03 kW, upoštevamo, da je v uporabi 0,5 h na dan, takrat ima moč 1,8 kW)

- dve tovorni dvigali do 100 kg (moč vsakega je 0,75 kW, upoštevamo da sta oba skupaj v uporabi 20 minut dnevno)
- kombiniran hladilnik z zamrzovalnikom (moč 0,11 kW, polno moč obratovanja upoštevamo 4 h dnevno)
- hladilna omara (moč 0,53 kW, polno moč obratovanja upoštevamo 4 h dnevno)
- pet računalnikov (moč računalnika je 0,1 kW, v obratovanju so 6 h dnevno)

V kletnih prostorih, kjer je kuhinja, je urejeno prezračevanje s kuhinjsko napo in lokalnim prezračevalnim sistemom kuhinje in kletnega hodnika. Zaradi odvoda zraka zmanjšamo notranje vire v teh prostorih za 80 %.

V času obratovanja vrtca to skupaj znaša 978 W. V času, ko vrtec ne obratuje, upoštevamo le moč hladilnikov.

Glede na število luči v prostorih in jakost žarnic, je moč razsvetljave 4 W/m^2 .

Notranji viri skupaj v času obratovanja in v času, ko vrtec ne obratuje, v zimskem in letnem času povprečno znašajo $12,2 \text{ W/m}^2$.

3.1.2.2.5 Način gradnje

Stavbo uvrščamo med srednje težke gradnje, njena nosilna konstrukcija je polna opeka.

3.1.2.2.6 Vlažnost zraka

Po Pravilniku o prezračevanju, uradni list RS, št. 42/2002, je pri temperaturi zraka med 20 °C in 26 °C območje dopustne relativne vlažnosti med 30 % in 70 %.

Privzamemo vlažnost 60 %.

3.1.2.2.7 *Prezračevanje*

Vrtec obratuje od 6:30 do 17:00. V tem času je stavba ustrezno naravno prezračevana z rednim odpiranjem oken. Na podlagi pravilnika o prezračevanju in klimatizaciji stavb po tabeli številka 5 velja, da je primerna količina izmenjanega zraka za vrtce $10,1 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ pri upoštevanju, da je zasedenost prostorov $0,5 \text{ osebe}/\text{m}^2$. V primeru enote Prešernova je zasedenost prostorov $0,17 \text{ oseb}/\text{m}^2$, torej je potrebna izmenjava zraka v prostorih $3,43 \text{ m}^3/\text{hm}^2$. Uporabne površine je $760,4 \text{ m}^2$, kar zneso $2611,2 \text{ m}^3/\text{h}$. Neto uporabne prostornine v stavbi je 2153 m^3 , zato upoštevamo faktor izmenjave $1,21 \text{ h}^{-1}$.

V času, ko je vrtec zaprt, privzamemo, da je faktor izmenjave zraka zaradi izgub na ovoju stavbe $0,2 \text{ h}^{-1}$.

V povprečju to znaša $0,66 \text{ h}^{-1}$, kar pomeni $1644,6 \text{ m}^3/\text{h}$ izmenjanega zraka.

3.1.2.3 Konstrukcije

Potrebno je določiti geometrijske in termofizikalne lastnosti posameznih konstrukcij.

3.1.2.3.1 *Geometrijske lastnosti sten, strehe in tal*

Pri določanju površine posameznih konstrukcij ovoja je potrebno upoštevati standard SIST EN ISO 13789, dodatek B, ki določa zunanji sistem določanja mer.

V sledečih razpredelnicah so prikazane površine posameznih konstrukcij, mere so dobljene iz načrtov.

Tabela 1: Površine zunanjih sten enote Prešernova

Okrajšava za element	Ime	Površina (m ²)
Z1	Stena - zahod	81,5
Z2	Stena kleti nad tlemi - zahod	41,8
V1	Stena - vzhod	79,6
V2	Stena kleti nad tlemi - vzhod	3,5
S1	Stena - sever	94,5
S2	Stena kleti nad tlemi - sever	32,7
J1	Stena - jug	112,6
J2	Stena kleti nad tlemi - jug	50,3
dV	Stena deponije nad tlemi - vzhod	11,2
dJ	Stena deponije nad tlemi - jug	8,6

Tabela 2: Površina strehe enote Prešernova v m²

St	Streha	300
Stt	Streha - terasa	117,4
Sv	Streha - vetrolov (ravni del)	16,3

Tabela 3: Površine tal in sten vkopane kleti enote Prešernova v m²

T	Tla na terenu	377,6
Tsd	Stena v tleh - deponija	20,1
Ts	Stena v tleh	44,3

3.1.2.3.2 Termofizikalne lastnosti zunanjih sten, strehe in tal

Prezezi sten in termofizikalne lastnosti so v Prilogi, izpisek iz programa Energija 2010.

Za toplotno prevodnost tal za lokacijo enote Prešernova privzamemo: $\lambda = 1 \text{ W/mK}$.

3.1.2.3.3 Okna

Okna so bila leta 2009 obnovljena, okvir je lesen, zasteklitev je dvojna. Zasenčitev je na zunanji strani, z žaluzijami, ki so poleti spuščene po potrebi. Dimenzije oken so vzete iz načrtov in podane v spodnji tabeli v m², za toplotno prehodnost je privzeto $U_{\text{oken}} = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Tusi strešna okna so lesena, brez žaluzij, za toplotno prehodnost privzamemo $U_{\text{s,oken}} = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Tabela 4: Dimenzije oken enote Prešernova v m²

Okna sever	21,9
Okna jug	35,5
Okna vzhod	15,2
Okna zahod	32,2
Strešna okna vzhod	2,4
Strešna okna zahod	2,4

3.1.2.3.4 Zunanja vrata

Na severni strani stavbe so:

- vhodna lesena vrata za osebje, ki imajo delno zidani in delno zastekljeni vetrolov in vodijo v pritličje (VS1),

- vrata za osebje, ki vodijo v kletne prostore, obrnjena so v smeri zahod in so polovično zastekljena (VS2).

Na južni strani stavbe so:

- vrata, namenjena staršem in otrokom, vodijo v kletni prostor, kjer so garderobe, so v celoti zastekljena in imajo zastekljen vetrolov (VJ1),
- vrata, ki so cela zastekljena in iz pritličja vodijo na teraso (VJ2),
- vrata, ki so cela zastekljena, iz pritličja vodijo na teraso in so obrnjena v smeri vzhod (VJ3).

Na vzhodni strani stavbe so vrata, ki vodijo v kotlovnico in so cela lesena (VV).

Na zahodni strani so vrata, ki vodijo na teraso in so cela lesena (ZV).

Za lesena vrata je privzeta toplotna prehodnost $U = 2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, za steklena $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, za polovično zastekljena $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dimenzije vrat so vzete iz načrtov in podane v spodnji tabeli v m^2 .

Tabela 5: Dimenzije vrat enote Prešernova v m^2

VS1	Vrata sever	3,1
VS2	Vrata sever	1,7
VJ1	Vrata jug	2,1
VJ2	Vrata jug	3,4
VJ3	Vrata jug	3,4
VV	Vrata vzhod	3,1
VZ	Vrata zahod	1,7

3.1.2.3.5 Zastekljeni del vetrolova

Vetrolov pri vhodu VS1 upoštevamo kot del objekta. Na severni in vzhodni strani je zastekljen, za toplotno prehodnost privzamemo $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Tabela 6: Dimenzije zastekljenega dela vetrolova enote Prešernova v m^2

Zastekljeni del vetrolova - sever	7,8
Zastekljeni del vetrolova - vzhod	14,7

3.1.2.3.6 *Toplotni mostovi*

Vpliv toplotnih mostov se upošteva na poenostavljen način, s povečanjem toplotne prehodnosti celotnega ovoja stavbe za $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$.

3.1.2.4 Sistemi

3.1.2.4.1 *Prezračevanje*

Stavba ima vgrajen sistem odvajanja zraka iz kuhinjskega dela ter kletnega hodnika pred kuhinjo z napravo za lokalno prezračevanje Aermec 070°A, ki ima $7200 \text{ m}^3/\text{h}$ nazivne količine zraka za prezračevanje. Privzeta moč odvodnega ventilatorja je 2520 W .

V kuhinji je tudi kuhinjska napa, za katero privzamemo, da je nazivna količina zraka za prezračevanje $870 \text{ m}^3/\text{h}$ in moč odvodnega ventilatorja 300 W .

Obe napravi sta locirani zunaj stavbe, obratujeta po potrebi, predvidoma 2 h dnevno, v času priprave hrane.

3.1.2.4.2 *Ogrevanje*

Stavba je priklopljena na daljinski sistem vročevodnega ogrevanja. Toplotna postaja in črpalka sta v kletnih prostorih v kotlovnici. Razvodni sistem v stavbi je srednjetermperaturni (50°C), dvocevni in poteka pretežno v notranjem zidu. Vrtec je ogrevan od 5:00 – 18:00. Cevi v neogrevanih prostorih so izolirane.

Ker ni natančnih podatkov o dolžinah horizontalnega, dviznega in priključnega voda, upoštevamo enačbe za poenostavljen postopek, predpisane v TSG.

Horizontalni razvod:

$$L_V = 2 \cdot L + 0,0325 \cdot L \cdot B + 6 \text{ [m]}$$

$$L_V = 56 \text{ m}$$

L – dolžina cone (stavbe) [m]

B – širina cone (stavbe) [m]

Dvizni vodi:

$$L_S = 0,025 \cdot L \cdot B \cdot h_G \cdot n_G \text{ [m]}$$

$$L_S = 78 \text{ m}$$

n_G – število ogrevanih etaž v coni (delu stavbe)

h_G – povprečna višina etaže v coni (delu stavbe) [m]

Priključni vodi:

$$L_A = 0,055 \cdot L \cdot B \cdot n_G \cdot [\text{m}] \text{ (s popravkom)}$$

$$L_A = 51 \text{ m}$$

Linijska toplotna prehodnost za posamezne odseke ogrevalnega sistema je povzeta po tabeli 9 (TSG):

$$U(L_V) = U(L_S) = U(L_A) = 2,0 \text{ W/mK}$$

3.1.2.4.3 Topla voda

Stavba ima v kotlovnici hranilnik tople vode, kapacitete 1200 litrov.

Izračun potrebne toplote za toplo vodo se izračuna po enačbi 116 (TSG), ki velja za nestanovanjske stavbe :

$$Q_w = \frac{q_w}{365} \cdot \frac{d_{w,M} \cdot A_{\text{referenčni}}}{1000} \quad [\text{kWh}]$$

Q_w - potrebna toplota za pripravo tople vode [kWh]

q_w - specifična dnevna raba energije za toplo vodo [Wh/m²d]

$d_{w,M}$ - število dni zagotavljanja tople vode v določenem mesecu [d]

$A_{\text{referenčni}}$ - referenčna površina [m²]

V primeru vrtca $A_{\text{referenčni}}$ predstavlja površino učilnic:

$$A_{\text{referenčni}} = 264,2 \text{ m}^2$$

Specifično dnevno rabo energije za toplo vodo privzamemo po Tabeli 19, TSG, kjer velja $q_w = 170$ Wh/m²d.

Vrtec je med vikendi in prazniki zaprt, takrat sistem za toplo vodo ni v uporabi. Upoštevamo 254 obratovalnih dni na leto.

Dolžine horizontalnih, dvižnih in priključnih vodov toplovoda niso razvidne iz načrtov, zato upoštevamo enačbe za poenostavljen postopek, predpisane v TSG, Tabela 21:

Horizontalni razvod:

$$L_V = 2 \cdot L + 0,0125 \cdot L \cdot B \text{ [m]}$$

$$L_V = 44 \text{ m}$$

L – dolžina cone (stavbe) [m]

B – širina cone (stavbe) [m]

Dvižni vodi:

$$L_S = 0,075 \cdot L \cdot B \cdot n_G \cdot n_G \text{ [m]}$$

$$L_S = 235 \text{ m}$$

n_G – število ogrevanih etaž v coni (delu stavbe)

h_G – povprečna višina etaže v coni (delu stavbe) [m]

Priključni vodi:

$$L_A = 0,075 \cdot L \cdot B \cdot n_G \text{ [m]}$$

$$L_A = 69 \text{ m}$$

Linijska toplotna prehodnost za posamezne odseke sistema tople vode je povzeta po tabeli 22 (TSG):

$$U(L_V) = 0,2 \text{ W/mK}$$

$$U(L_S) = U(L_A) = 0,255 \text{ W/mK}$$

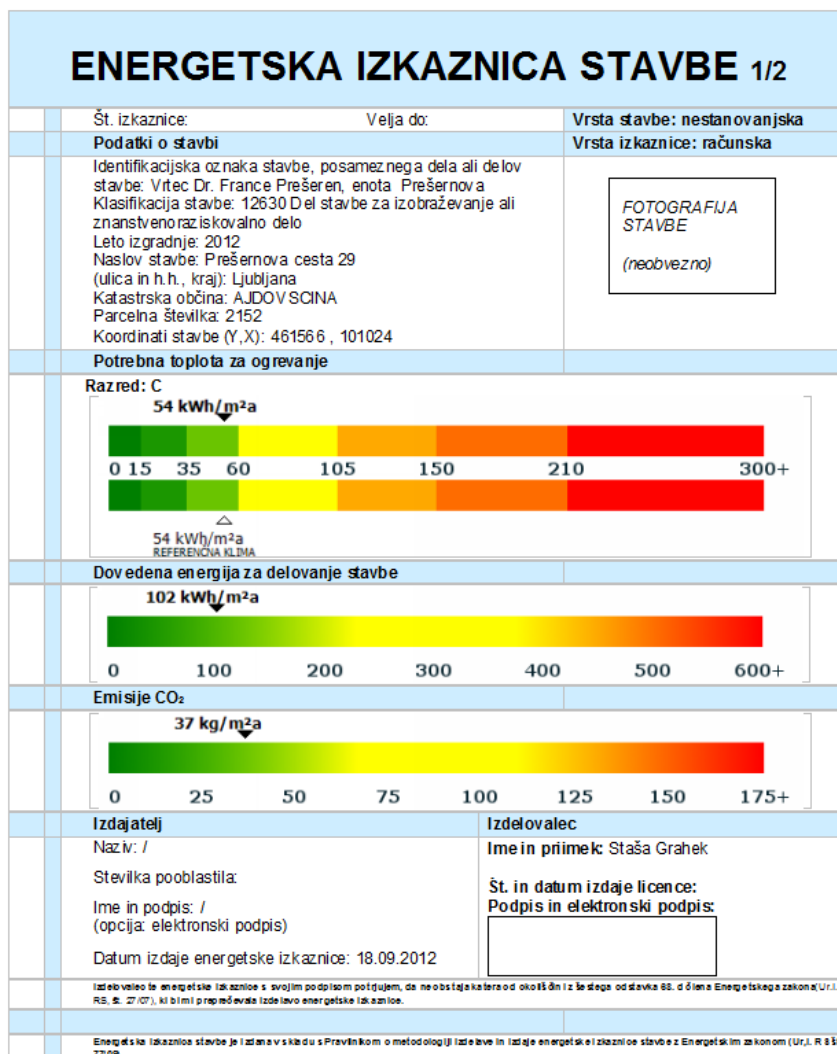
3.1.2.4.4 Hlajenje

V stavbi ni sistema za hlajenje.

3.1.2.4.5 Razsvetljava

V stavbi je 84 neonskih žarnic zmogljivosti 36 W ter 3 neonske žarnice zmogljivosti 16 W. Skupaj to znaša 4 W/m² pri 760 m² uporabne površine.

3.1.2.5 Računska energetska izkaznica



Slika 10: Računska energetska izkaznica stavbe Prešernova

3.1.3 Merjeni energetske kazalci

Na merjeni energetske izkaznici so prikazani parametri:

- Dovedena energija, namenjena pretvorbi v toploto
- Dovedena električna energija
- Emisije CO₂

Podatke se povzame na podlagi zadnjih treh let.

3.1.3.1 Dovedena energija, namenjena pretvorbi v toploto

Tu se meri vsa energija, namenjena pretvorbi v toploto, ki pride v stavbo. V primeru objekta Prešernova je dovod energije namenjen za ogrevanje in pripravo tople vode preko toplovoda. Kalorimeter pred izmenjevalcem meri energijo, dovedeno v stavbo.

Tabela 7: Dovedena energija za pretvorbo v toploto enote Prešernova

leto	2009	2010	2011	povprečje (kWh/m ²)
količina dovedene energije za pretvorbo v toploto (kWh/m ²)	149,74	110,24	85,86	115,28

Na objektu so bila med letom 2009 in 2011 opravljena različna vzdrževalna dela: obnova in dodatna toplotna izolacija strehe ter obnova in toplotna izolacija zunanjih sten. To je vplivalo na zmanjšanje potrebe po dovedeni energiji za pretvorbo v toploto, kar je razvidno v zgornji tabeli.

3.1.3.2 Dovedena električna energija

Merjena energetska izkaznica pri dovedeni električni energiji zajema celotne potrebe po električni energiji, torej poleg dovedene električne energije za razsvetljava, prezračevanje in razvod tople vode tudi električno energijo za kuhanje, računalnike, kavni avtomat, tovorno dvigalo ...

Tabela 8: Dovedena električna energija enote Prešernova

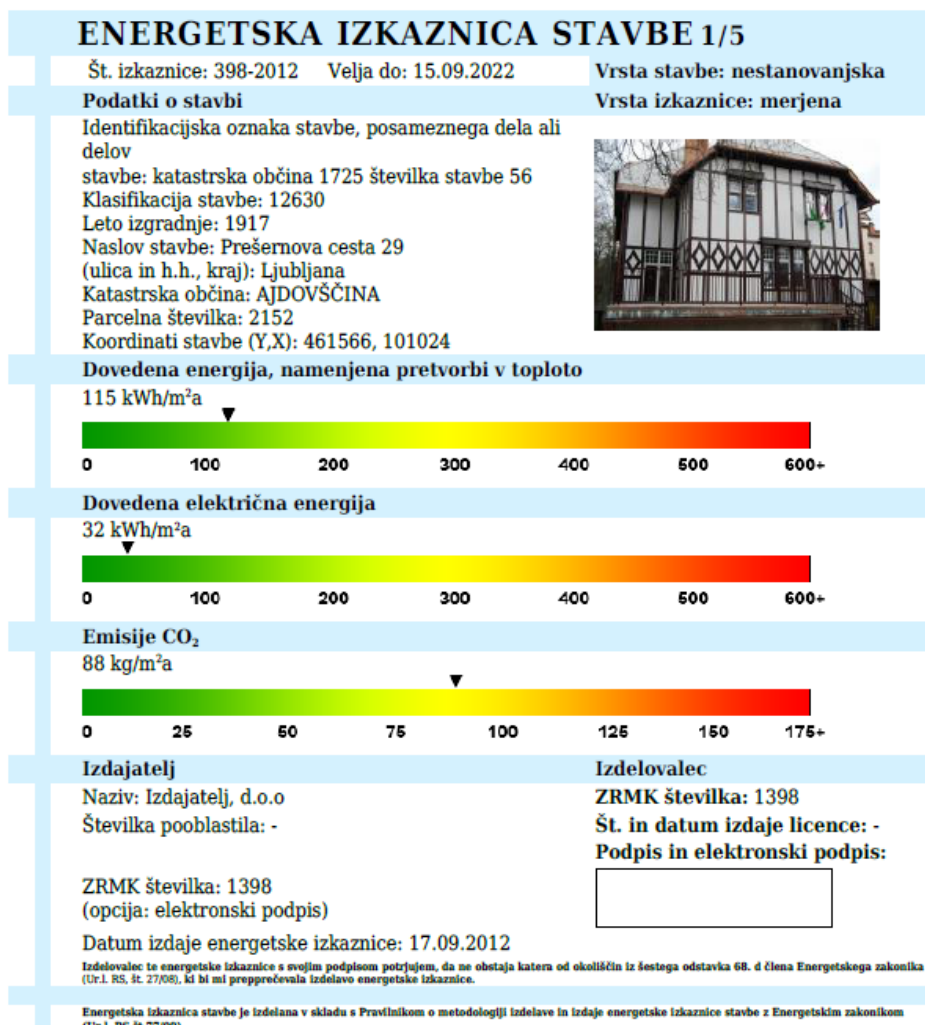
leto	2009	2010	2011	povprečje (kWh/m ²)
dovedena električna energija (kWh/m ²)	28,65	32,49	35,51	32,22

3.1.3.3 Emisije CO₂

Kadar ni podatka o količini emisij za vir energenta oziroma energije, za izračun upoštevamo predpis v TSG, Dodatek 1, Tabela 2.

V primeru daljinske toplote to znaša 0,33 kg/kWh.

3.1.3.4 Merjena energetska izkaznica



Slika 11: Merjena energetska izkaznica stavbe Prešernova

3.2 Enota Vrtača

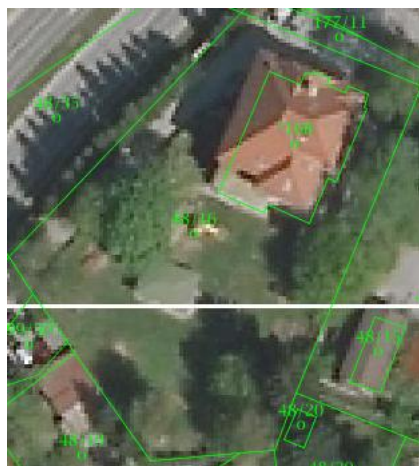
3.2.1 Opis objekta

Stavba stoji v centru mesta Ljubljana, na Erjavčevi cesti 29. Začasno z njo upravlja Mestna občina Ljubljana. Leta 1978 je bila stavba adaptirana in spremenjena iz stanovanjske hiše v enoto vrtca.



Slika 12: Stavba Vrtača

Iz katastrskih podatkov na spodnji sliki je razvidno, da objekt stoji na parceli številka *168, velikosti 211 m². Stavbo obdaja igrišče, ki je urejeno na parceli številka 48/16 velikosti 1632 m².



Slika 13: Tlorisni prikaz stavbe na Erjavčevi cesti s pripadajočo parcelo

Stavba je samostoječa, ima 4 etaže. Njena neto tlorisna površina znaša 597,40 m².

Priklopljena je na Ljubljanski plinovod, vodovodno omrežje ter na kanalizacijsko in električno omrežje. Leta 2001 so obnovili streho, leta 2004 tudi del instalacij.

3.2.2 Račun energijskih kazalcev

Potrebne podatke za izračun smo pridobili iz načrta, s pogovorom z ravnateljico in s hišnikom vrtca ter s pregledom stavbe. Dimenzije so privzete iz načrtov. Izračun in energetska izkaznica smo tudi za ta

objekt naredili s pomočjo računalniškega programa Energija 2010. Postopki so enaki kot pri prvem objektu – enota Prešernova.

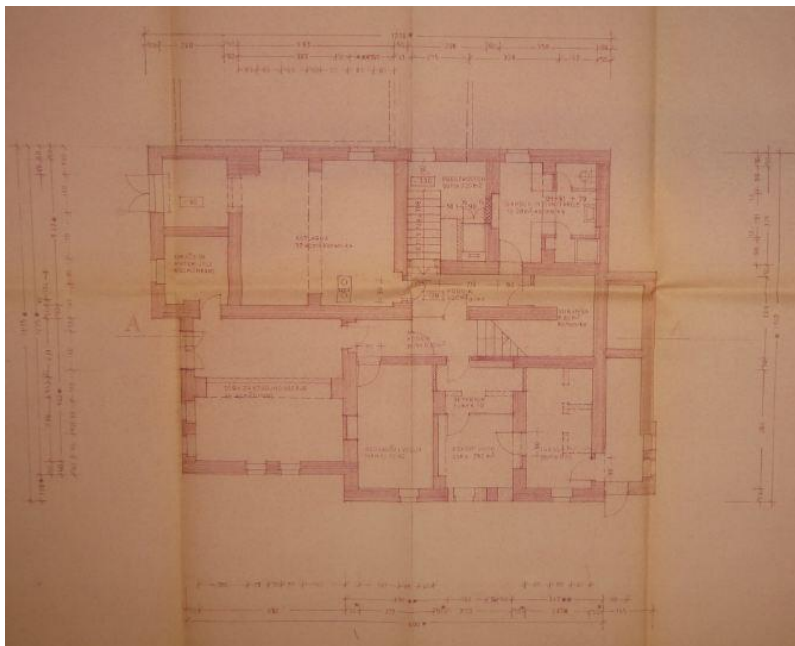
3.2.2.1 Osnovni podatki

Stavba stoji v centru mesta Ljubljana, za katerega je značilno celinsko podnebje.

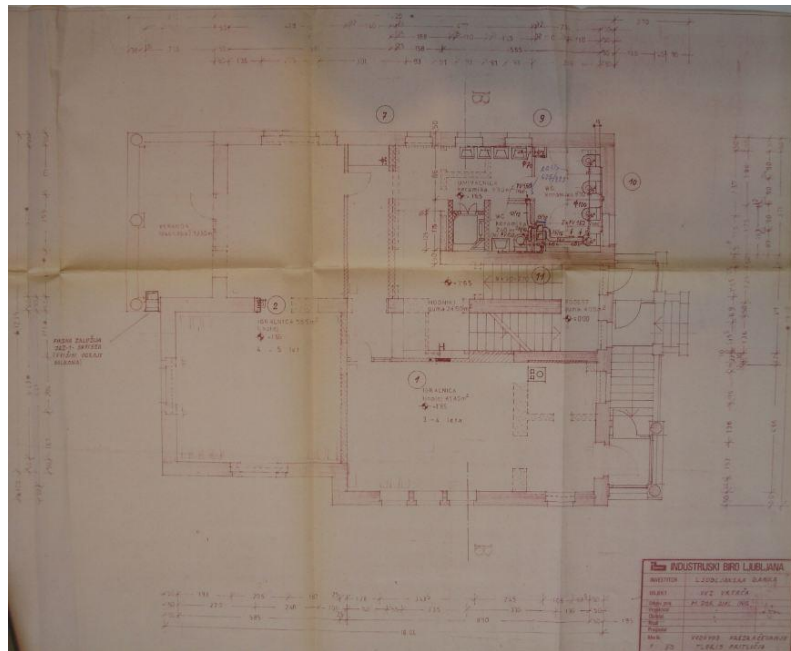
3.2.2.2 Cone

3.2.2.2.1 *Toplotne cone*

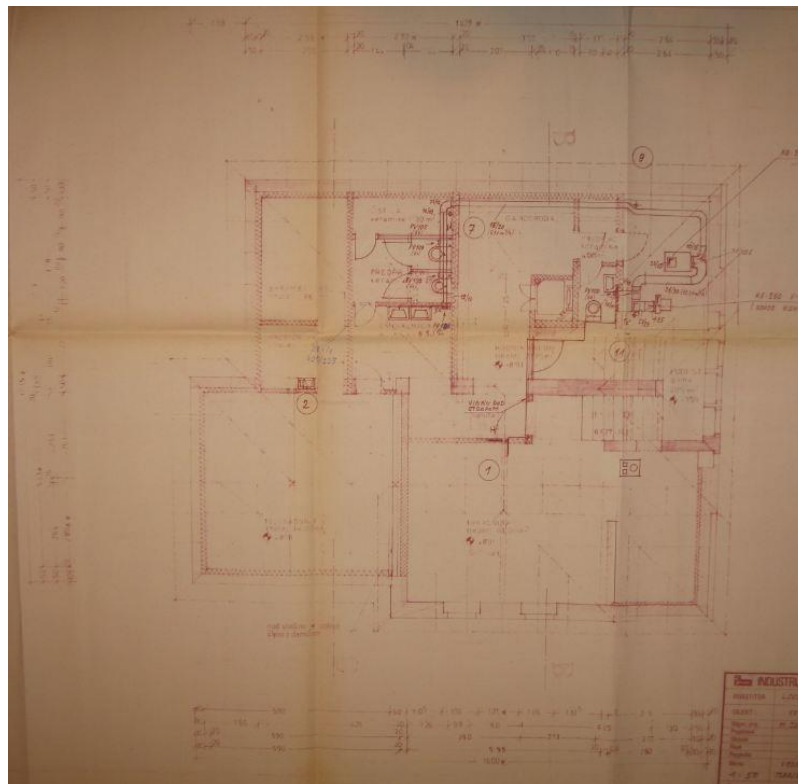
V stavbi so ogrevani vsi prostori, razen kotlovnice, v kateri je bojler, plinska peč in črpalka. Iz načrtov je razvidno, da prostornina tega prostora zavzema manj kot 20 % prostornine ogrevanih prostorov, zato stavbo obravnavamo kot eno toplotno cono.



Slika 14: Tloris kletnih prostorov enote Vrtača



Slika 15: Tloris pritličja enote Vrtača



Slika 16: Tloris 1. nadstropja enote Vrtača

3.2.2.2 Površine in prostornine stavbe

Dimenzije stavbe so dobljene iz načrtov:

Bruto ogrevana prostornina: 2964 m³

Neto ogrevana prostornina: 2371 m³

Neto uporabna površina: 597,4 m²

Višina etaže: 3,4 m

Število etaž: 4

Dolžina stavbe: 16 m

Širina stavbe: 13,4 m

3.2.2.3 Notranja temperatura

Primerna temperatura zraka v vrtcu je povzeta po Pravilniku o prezračevanju, uradni list RS, št. 42/2002.

V zimskem času je vrtec ogrevan od 5h do 18h. Notranja temperatura zraka je 20 °C. Izven obratovalnega časa se temperatura ne spusti pod 17 °C. Povprečno to znese 18,6 °C

V poletnem času naj bi bila dnevna temperatura zraka v času obratovanja vrtca v prostorih 23,5 °C.

3.2.2.4 Notranji toplotni viri

Notranje toplotne vire predstavljajo ljudje, naprave in razsvetljava.

V vrtcu je 6 oddelkov otrok v starosti od 1 - 6 let. V oddelku je povprečno 14 otrok, kar skupaj z zaposlenimi predstavlja 90 ljudi. Zaradi odsotnosti upoštevamo, da je v stavbi 81 ljudi.

Naprave, ki predstavljajo doprinos toplote v stavbi so :

- električni kuhalnik s pečico (moč vseh štirih grelnih površin skupaj je 5,9 kW, upoštevamo, da so vse štiri plošče v obratovanju 0,5 h na dan, pečica ni v uporabi)
- tovorno dvigalo do 100 kg (moč 0,75 kW, upoštevamo, da je v uporabi 20 minut dnevno)

- kombiniran hladilnik z zamrzovalnikom (moč 0,11 kW, polno moč obratovanja upoštevamo 4h dnevno)
- majhen hladilnik (moč 0,02 kW, polno moč obratovanja upoštevamo 4h dnevno)
- štiri računalniki (moč računalnika je 0,1 kW, upoštevamo uporabo 8 h dnevno)
- dva kopirna stroja (moč enega v delovanju je 1kW, privzamemo, da je vsak v delovanju v povprečju 10 minut dnevno)

V času obratovanja vrtca to skupaj znaša 577 W. V času, ko vrtec ne obratuje, upoštevamo le moč hladilnikov.

Glede na število luči v prostorih in jakost žarnic je moč razsvetljave 5,6 W/m².

Notranji viri skupaj v času obratovanja in v času, ko vrtec ne obratuje, povprečno znašajo 11,4 W/m².

3.2.2.2.5 Način gradnje

Stavbo uvrščamo med srednje težke gradnje, njena nosilna konstrukcija je armirani beton.

3.2.2.2.6 Vlažnost zraka

Po Pravilniku o prezračevanju, uradni list RS, št. 42/2002, je pri temperaturi zraka med 20 °C in 26 °C območje dopustne relativne vlažnosti med 30 % in 70 %.

Privzamemo vlažnost 60 %.

3.2.2.2.7 Prezračevanje

Vrtec obratuje od 6:45 do 17:00. V tem času je stavba ustrezno naravno prezračevana z rednim odpiranjem oken. Na podlagi pravilnika o prezračevanju in klimatizaciji stavb po tabeli številka 5 velja, da je primerna količina izmenjanega zraka za vrtce 10,1 m³/hm² pri upoštevanju, da je zasedenost prostorov 0,5 osebe/m². V primeru enote Vrtača je zasedenost prostorov 0,14 oseb/m², torej je potrebna zamenjava zraka v prostorih 2,83 m³/hm². Uporabne površine je 597,4 m², kar znese

1689,5 m³/h. Neto uporabne prostornina v stavbi je 2371 m³, zato upoštevamo faktor izmenjave 0,71 h⁻¹.

V času ko je vrtec zaprt, privzamemo, da je faktor izmenjave zraka zaradi izgub na ovoju stavbe 0,2 h⁻¹.

V povprečju to znaša 0,43 h⁻¹, kar pomeni 1028,4 m²/h izmenjanega zraka.

3.2.2.3 Konstrukcije

Potrebno je določiti geometrijske in termofizikalne lastnosti posameznih konstrukcij.

3.2.2.3.1 *Geometrijske lastnosti sten, strehe in tal*

V sledečih razpredelnicah so prikazane površine posameznih konstrukcij, mere so dobljene iz načrtov.

Tabela 8: Površine zunanjih sten enote Vrtača

Okrajšava za element	Ime	Površina (m ²)
Z1	Stena - zahod	107,8
Z2	Stena kleti nad tlemi - zahod	41,4
V1	Stena - vzhod	126,6
V2	Stena kleti nad tlemi - vzhod	39,1
S1	Stena - sever	82,4
S2	Stena kleti nad tlemi - sever	28,9
J1	Stena - jug	92,2
J2	Stena kleti nad tlemi - jug	29,7

Tabela 9: Površina strehe enote Vrtača v m²

St	Streha	164,2
----	--------	-------

Tabela 10: Površine tal in sten vkopane kleti enote Vrtača v m²

T	Tla na terenu	222,6
Ts	Stena v tleh	50,4

3.2.2.3.2 *Okna*

Okna so obnovljena, okvir je lesen, zasteklitev je dvojna. Zasenčitev je na zunanji strani, z žaluzijami, ki so poleti spuščene po potrebi. Dimenzije oken so vzete iz načrtov in podane v naslednji tabeli v m², za toplotno prehodnost je privzeto $U_{\text{oken}} = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Tudi strešna okna so lesena, brez žaluzij, za toplotno prehodnost privzamemo $U_{s,oken} = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Tabela 11: Dimenzije oken enote Vrtača v m²

Okna sever	27,3
Okna jug	14,6
Okna vzhod	28,8
Okna zahod	24,5
Strešno okno vzhod	2,2

3.2.2.3.3 Zunanja vrata

Na severni strani stavbe so vhodna lesena vrata, ki imajo zastekljeni vetrolov (VS1).

Na južni strani stavbe so vrata, ki so cela zastekljena in vodijo na teraso (VJ1).

Na vzhodni strani stavbe so steklena vrata, ki vodijo na balkon (VV1).

Na zahodni strani so vrata za osebje, ki so polovično zastekljena in vodijo v kletne prostore (VZ1).

Za lesena vrata je privzeta toplotna prehodnost $U = 2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, za steklena $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, za polovično zastekljena $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dimenzije vrat so vzete iz načrtov in podane v spodnji tabeli v m².

Tabela 12: Dimenzije vrat enote Vrtača v m²

VS1	Vrata sever	2,1
VJ1	Vrata jug	4,2
VV1	Vrata vzhod	4,2
VZ1	Vrata zahod	2,1

3.2.2.3.4 Toplotni mostovi

Vpliv toplotnih mostov se upošteva na poenostavljen način, s povečanjem toplotne prehodnosti celotnega ovoja stavbe za $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$.

3.2.2.4 Sistemi

3.2.2.4.1 Prezračevanje

V stavbi ni prezračevalnega sistema.

3.2.2.4.2 *Ogrevanje*

Stavba je priklopljena na Ljubljanski plinovod. Plinska peč, črpalka in bojler za toplo vodo so v kletnih prostorih v kotlovnici, ki ni ogrevana. Razvodni sistem v stavbi je srednjetemperaturni (50°C), dvocevni in poteka pretežno v notranjem zidu. Cevi v neogrevanih prostorih so izolirane. Vrtec je ogrevan od 6:00 – 18:00.

Ker ni natančnih podatkov o dolžinah horizontalnega, dvižnega in priključnega voda, upoštevamo enačbe za poenostavljen postopek, predpisane v TSG (enako kot pri prvem primeru):

Horizontalni razvod:

$$L_V = 2 \cdot L + 0,0325 \cdot L \cdot B + 6 \text{ [m]}$$

$$L_V = 45 \text{ m}$$

L – dolžina cone (stavbe) [m]

B – širina cone (stavbe) [m]

Dvižni vodi:

$$L_S = 0,025 \cdot L \cdot B \cdot h_G \cdot n_G \text{ [m]}$$

$$L_S = 73 \text{ m}$$

n_G – število ogrevanih etaž v coni (delu stavbe)

h_G – povprečna višina etaže v coni (delu stavbe) [m]

Priključni vodi:

$$L_A = 0,055 \cdot L \cdot B \cdot n_G \cdot \text{ [m]} \text{ (s popravkom)}$$

$$L_A = 47 \text{ m}$$

Linijska toplotna prehodnost za posamezne odseke ogrevalnega sistema je povzeta po tabeli 9 (TSG):

$$U(L_V) = U(L_S) = U(L_A) = 2,0 \text{ W/mK}$$

3.2.2.4.3 *Topla voda*

Stavba ima v kotlovnici hranilnik tople vode, kapacitete 1000 litrov.

Izračun potrebne toplote je enak kot v primeru stavbe Prešernova.

$$A_{\text{referenčni}} = 237,4 \text{ m}^2$$

Specifično dnevno rabo energije za toplo vodo privzamemo po Tabeli 19, TSG, kjer velja $q_w = 170$ Wh/m²d.

Vrtec je med vikendi in prazniki zaprt, takrat sistem za toplo vodo ni v uporabi. Upoštevamo 254 obratovalnih dni na leto.

Dolžine horizontalnih, dvižnih in priključnih vodov niso razvidne iz načrtov, zato upoštevamo enačbe za poenostavljen postopek, predpisane v TSG, Tabela 21:

Horizontalni razvod:

$$L_V = 2 \cdot L + 0,0125 \cdot L \cdot B \text{ [m]}$$

$$L_V = 35 \text{ m}$$

L – dolžina cone (stavbe) [m]

B – širina cone (stavbe) [m]

Dvižni vodi:

$$L_S = 0,075 \cdot L \cdot B \cdot h_G \cdot n_G \text{ [m]}$$

$$L_S = 219 \text{ m}$$

n_G – število ogrevanih etaž v coni (delu stavbe)

h_G – povprečna višina etaže v coni (delu stavbe) [m]

Priključni vodi:

$$L_A = 0,075 \cdot L \cdot B \cdot n_G \text{ [m]}$$

$$L_A = 64 \text{ m}$$

Linijska toplotna prehodnost za posamezne odseke sistema tople vode je povzeta po tabeli 22 (TSG):

$$U(L_V) = 0,2 \text{ W/mK}$$

$$U(L_S) = U(L_A) = 0,255 \text{ W/mK}$$

3.2.2.4.4 Hlajenje

V stavbi ni sistema za hlajenje.

3.2.2.4.5 Razsvetljava

V stavbi je 25 neonskih žarnic zmogljivosti 36 W, 60 neonskih žarnic zmogljivost 28 W in 35 neonskih žarnic zmogljivosti 21 W. Skupaj to znaša 5,55 W/m² pri 597 m² uporabne površine.

3.2.2.5 Računska energetska izkaznica

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE 1/2	
Št. izkaznice:	Velja do:
Podatki o stavbi	
Vrsta stavbe: nestanovanjska Vrsta izkaznice: računska	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> FOTOGRAFIJA STAVBE (neobvezno) </div>
Identifikacijska oznaka stavbe, posameznega dela ali delov stavbe: Vrtec Dr. F. Prešeren, enota Vrtača-E rjavčeva cesta Klasifikacija stavbe: 12630 Del stavbe za izobraževanje ali znanstvenoraziskovalno delo Leto izgradnje: 2012 Naslov stavbe: Erjavčeva cesta 29 (ulica in h.h., kraj): Ljubljana Katastrska občina: AJDŌ VSCINA Parcelna številka: 168 Koordinati stavbe (Y,X): 461317, 100803	
Potrebna toplota za ogrevanje	
Ra zredc D <div style="text-align: center;"> 93 kWh/m²a </div>	
Dovedena energija za delovanje stavbe	
<div style="text-align: center;"> 165 kWh/m²a </div>	
Emisije CO₂	
<div style="text-align: center;"> 38 kg/m²a </div>	
Izdajatelj	Izdelovalec
Naziv: /	Ime in priimek: Staša Grahek
Številka pooblastila:	Št. in datum izdaje licence:
Ime in podpis: / (opcija: elektronski podpis)	Podpis in elektronski podpis:
Datum izdaje energetske izkaznice: 27.09.2012	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>
<small>Izdelovalec te energetske izkaznice s svojim podpisom potrjuje, da ne obsega ka terod. okolíc in iz štetega dela člena 68. d. člena Energetskega zakona (Ur. l. RS, št. 21/07), ki bi mu preprečevala izdelavo energetske izkaznice.</small>	
<small>Energetska izkaznica stavbe je izdelana v skladu s tinvilnikom o metodologiji izdelave in izdaje energetske izkaznice stavbez Energetskim zakonom (Ur. l. RS št. 77/08).</small>	

Slika 17: Računska energetska izkaznica stavbe Vrtača

3.2.3 Merjeni energetski kazalci

3.2.3.1 Dovedena energija, namenjena pretvorbi v toploto

Objekt je priklopljen na Ljubljanski plinovod. Dovedeno energijo, namenjeno za pretvorbo v toploto se izračuna na podlagi količine dovedenega plina v objekt. Ta energija je za ogrevanje in za pripravo tople vode.

Tabela 13: Prikaz dovedene energije za pretvorbo v toploto enote Vrtača

leto	2009	2010	2011	povprečje (kWh/m ²)
količina dovedene energije za pretvorbo v toploto (kWh/m ²)	212,35	195,23	194,97	200,85

3.2.3.2 Dovedena električna energija

Merjena energetska izkaznica pri dovedeni električni energiji zajema celotne potrebe po energiji, torej poleg dovedene električne energije za razsvetljavo, prezračevanje in razvod tople vode tudi električno energijo za kuhanje, računalnike, tovorno dvigalo ...

Tabela 14: Dovedena električna energija enote Vrtača

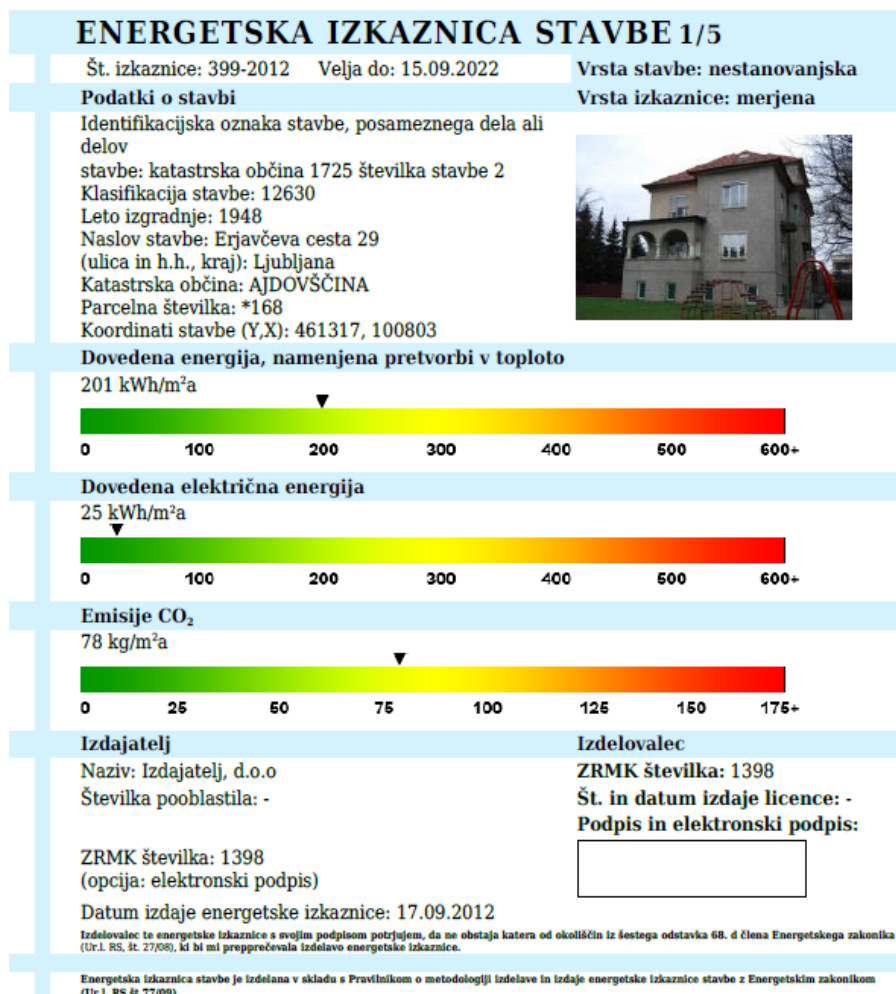
leto	2009	2010	2011	povprečje (kWh/m ²)
dovedena električna energija (kWh/m ²)	24,81	26,3	25,14	25,42

3.2.3.3 Emisije CO₂

Kadar ni podatka o količini emisij za vir energenta oziroma energije, za izračun upoštevamo predpis v TSG, Dodatek 1, Tabela 2.

Za plin velja 0,20 kg/kWh.

3.2.3.4 Merjena energetska izkaznica



Slika 18: Merjena energetska izkaznica stavbe Vrtača

3.3 Enota Puharjeva

3.3.1 Opis objekta

Stavba stoji v centru mesta Ljubljana, na Puharjevi ulici 4. Prvotno je bila stavba meščanska vila, zgrajena leta 1916. Začasno z njo upravlja Mestna občina Ljubljana in služi za namene vrtca.



Slika 19: Stavba Puharjeva

Iz katastrskih podatkov na spodnji sliki je razvidno, da objekt stoji na parceli številka 2688, velikosti 285 m². Stavbo obdaja igrišče, ki je urejeno na parcelah številka 2685, 2686 in 2687 v skupni velikosti 667 m².



Slika 20: Tlorisni prikaz stavbe na Puharjevi cesti s pripadajočimi parcelami

Stavba ima 4 etaže in je samostoječa. Njena neto tlorisna površina znaša 755 m². Priklopljena je na daljinsko ogrevanje, plinovod, vodovodno omrežje ter na kanalizacijsko in električno omrežje.

3.3.2 Račun energijskih kazalcev

Za izračun energijskih kazalcev smo uporabili računalniški program Energija 2010. Vsi potrebni podatki so pridobljeni iz načrtov objekta, s pogovorom z ravnateljico in hišnikom vrtca ter s pregledom stavbe.

3.3.2.1 Osnovni podatki

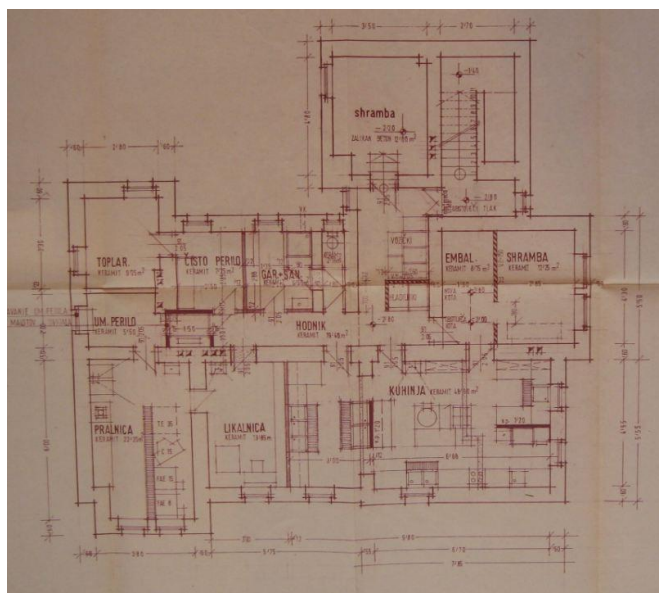
Za lokacijo, na kateri stoji stavba, je značilno celinsko podnebje.

3.3.2.2 Cone

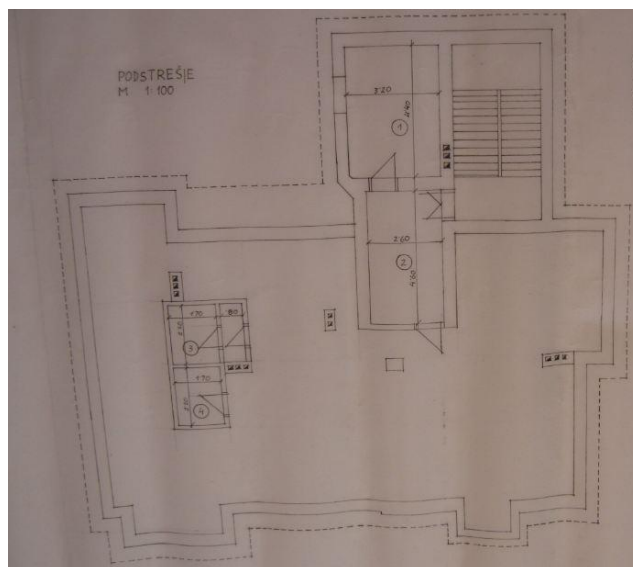
3.3.2.2.1 *Toplotne cone*

V stavbi so ogrevani vsi prostori, razen kotlovnice, v kateri je bojler, toplotni izmenjevalec in črpalka. Iz načrtov je razvidno, da prostornina tega prostora zavzema manj kot 20 % prostornine ogrevanih prostorov, zato kotlovnico ni potrebno obravnavati kot ločeno cono.

Kot ločeno cono obravnavamo kuhinjske prostore, saj se režim uporabe prostorov razlikuje od preostalega dela stavbe.



Slika 21: Tloris kleti enote Puharjeva



Slika 24: Tloris podstrešja enote Puharjeva

3.3.2.2.2 *Površine in prostornine stavbe*

Dimenzije stavbe so dobljene iz načrtov:

Bruto ogrevana prostornina: 3767,4 m³

Neto ogrevana prostornina: 3013,9 m³

Neto uporabna površina: 755 m²

Višina etaže: 3,45 m

Število etaž: 4

Dolžina stavbe: 18,2 m

Širina stavbe: 15 m

Bruto ogrevana prostornina cone vrtca: 3286 m³

Bruto ogrevana prostornina cone kuhinja: 481,4 m³

3.3.2.2.3 *Notranja temperatura*

Primerna temperatura zraka v vrtcu je povzeta po Pravilniku o prezračevanju, uradni list RS, št. 42/2002.

V zimskem času je vrtec ogrevan od 5h do 18h. Notranja temperatura zraka je 20 °C. Izven obratovalnega časa se temperatura ne spusti pod 17 °C. Povprečno to znese 18,6 °C.

V poletnem času naj bi bila dnevna temperatura zraka v času obratovanja vrtca v prostorih 23,5 °C.

3.3.2.2.4 *Notranji toplotni viri*

Notranje toplotne vire predstavljajo ljudje, naprave in razsvetljava. V enoti Puharjeva je kuhinja, ki z obroki oskrbuje tudi ostali dve enoti.

V vrtcu je 6 oddelkov otrok v starosti od 3 - 6 let. V oddelku je povprečno 12 otrok, to skupaj z zaposlenimi znaša 92 ljudi. Zaradi odsotnosti upoštevamo, da je v stavbi stalno 83 ljudi, od tega 6 ljudi v kuhinji.

Naprave, ki predstavljajo doprinos toplote v coni kuhinja:

- industrijski pomivalni stroj (moč 9,5 kW, upoštevamo, da je v obratovanju 6 h dnevno)
- plinski kuhalnik (moč 16 kW, upoštevamo, da so vsi štirje gorilci v obratovanju 4 h dnevno)
- hladilna omara (moč 0,53 kW, upoštevamo, da dela s polno zmogljivostjo 4 h dnevno)
- 4 visoki hladilniki (moč 0,11 kW upoštevamo, da delajo s polno zmogljivostjo 4 h dnevno)
- majhen hladilnik (moč 0,02 kW, upoštevamo, da dela s polno zmogljivostjo 4 h dnevno)
- stroj za pranje solate (v uporabi 4 h dnevno, moč 1,2 kW)
- kotel za kuhanje krompirja (v uporabi 4 h dnevno, moč 0,75 kW)
- električni kuhalnik z dvema grelnima površinama (v uporabi 4 h dnevno, moč 5,3 kW)
- parno konvekcijska peč (moč 16,4 kW, obratuje 4 h dnevno)
- plinski kotel za kuhanje (moč 21 kW, uporaba 4 h dnevno)

- električni kotel za kuhanje (moč 18,6 kW, uporaba 4 h dnevno)
- dva električna kotla za cvrtje (moč 11,1 kW, uporaba 4 h dnevno)

V času, ko vrtec ne obratuje, upoštevamo le moč hladilnikov.

Naprave, ki predstavljajo doprinos toplote v coni vrtec:

- dve tovorni dvigali do 100 kg (moč vsakega je 0,75 kW, upoštevamo, da sta obe skupaj v uporabi 20 minut dnevno)
- štiri računalniki (moč računalnika je 0,1 kW, upoštevamo, da so v obratovanju 6 h dnevno)

Glede na število luči v prostorih in jakost žarnic, je moč razsvetljave $7,4 \text{ W/m}^2$.

3.3.2.2.5 Način gradnje

Stavbo uvrščamo med srednje težke gradnje, njena nosilna konstrukcija je polna opeka.

3.3.2.2.6 Vlažnost zraka

V prostorih je predvidena vlažnost zraka 60 %.

3.3.2.2.7 Prezračevanje

Vrtec obratuje od 6:45 do 17:00. V tem času je stavba ustrezno naravno prezračevana z rednim odpiranjem oken. Na podlagi pravilnika o prezračevanju in klimatizaciji stavb po tabeli številka 5 velja, da je primerna količina izmenjanega zraka za vrtece $10,1 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ pri upoštevanju, da je zasedenost prostorov $0,5 \text{ osebe/m}^2$. V primeru enote Vrtača je zasedenost prostorov ob upoštevanju odsotnosti $0,12 \text{ oseb/m}^2$, torej je potrebna zamenjava zraka v prostorih $2,42 \text{ m}^3/\text{hm}^2$. Uporabne površine je $652,5 \text{ m}^2$, kar znese $1581,7 \text{ m}^3/\text{h}$. Neto uporabna prostornina v stavbi je $2628,8 \text{ m}^3$, zato upoštevamo faktor izmenjave $0,6 \text{ h}^{-1}$.

V času ko je vrtec zaprt privzamemo, da je faktor izmenjave zraka zaradi izgub na ovoju stavbe $0,2 \text{ h}^{-1}$.

V povprečju to znaša $0,4 \text{ h}^{-1}$, kar pomeni $1190,5 \text{ m}^3/\text{h}$ izmenjanega zraka v coni vrtec.

V kuhinji je napa, namenjena lokalnemu odvajanju zraka. Pri zmogljivosti $870 \text{ m}^3/\text{h}$ in delovanju 6 h dnevno je faktor izmenjave zraka $0,7 \text{ h}^{-1}$.

3.3.2.3 Konstrukcije

Potrebno je določiti geometrijske in termo fizikalne lastnosti posameznih konstrukcij.

3.3.2.3.1 *Geometrijske lastnosti sten, strehe in tal*

V sledečih razpredelnih so prikazane površine posameznih konstrukcij, mere so dobljene iz načrtov.

Konstrukcije smo v programu upoštevali ločeno glede na to, kateri coni pripadajo.

Tabela 15: Površine zunanjih sten enote Puharjeva

Okrajšava za element	Ime	Površina (m ²)
Z1	Stena - zahod	125,3
Z2	Stena kleti nad tlemi - zahod	7,8
V1	Stena - vzhod	135,9
V1	Stena kleti nad tlemi - vzhod	7,6
S1	Stena - sever	132
S2	Stena kleti nad tlemi - sever	7,6
J1	Stena - jug	125,3
J2	Stena kleti nad tlemi - jug	6,8

Tabela 16: Površina strehe enote Puharjeva v m²

St	Streha	255
----	--------	-----

Tabela 17: Površine tal in sten vkopane kleti enote Puharjeva v m²

T	Tla na terenu	273
TZ	Stena v tleh - zahod	214,8

3.3.2.3.2 *Okna*

Okna so obnovljena, okvir je lesen, zasteklitev je dvojna. Zasenčitev je na zunanji strani, z ruletami, ki so spuščene po potrebi. Dimenzije oken so vzete iz načrtov in podane v sledeči tabeli v m², za toplotno prehodnost je privzeto $U_{\text{oken}} = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Tabela 18: Dimenzije oken enote Puharjeva v m²

Okna sever	14,4
Okna jug	23,8
Okna vzhod	20,6
Okna zahod	21,6

3.3.2.3.3 Zunanja vrata

Na severni strani so vrata za osebje, ki vodijo v klet. So polovično zastekljena (VS1).

Na vzhodni strani stavbe so vhodna vrata, ki so polovično zastekljena (VV1).

Na zahodni strani je dvojje vrat, ki so steklena in vodijo na balkon (VZ1), (VZ2).

Za steklena vrata je privzeta toplotna prehodnost $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, za polovično zastekljena vrata $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dimenzije vrat so vzete iz načrtov in podane v spodnji tabeli v m².

Tabela 19: Dimenzije vrat enote Puharjeva v m²

VS1	Vrata sever	2,1
VV1	Vrata vzhod	2,7
VZ1	Vrata zahod	2,1
VZ2	Vrata zahod	2,1

3.3.2.3.4 Toplotni mostovi

Vpliv toplotnih mostov se upošteva na poenostavljen način, s povečanjem toplotne prehodnosti celotnega ovoja stavbe za $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$.

3.3.2.4 Sistemi

3.3.2.4.1 *Prezračevanje*

V kuhinji je kuhinjska napa, za katero privzamemo, da je nazivna količina zraka za prezračevanje $870 \text{ m}^3/\text{h}$ in moč odvodnega ventilatorja 300 W . Naprava za odvod zraka je locirana zunaj objekta in obratuje 6 h dnevno.

3.3.2.4.2 *Ogrevanje*

Stavba je priklopljena na daljinski sistem vročevodnega ogrevanja. Toplotna postaja in črpalka sta v kletnih prostorih v kotlovnici. Razvodni sistem v stavbi je srednjetermperaturni (50°C), dvocevni in poteka pretežno v notranjem zidu. Vrtec je ogrevan od 5:00 – 18:00. Cevi v neogrevanih prostorih so izolirane.

Ker ni natančnih podatkov o dolžinah horizontalnega, dvižnega in priključnega voda, tudi v tem primeru upoštevam enačbe za poenostavljen postopek, predpisane v TSG.

Horizontalni razvod:

$$L_V = 2 \cdot L + 0,0325 \cdot L \cdot B + 6 \text{ [m]}$$

$$L_V = 51 \text{ m}$$

L – dolžina cone (stavbe) [m]

B – širina cone (stavbe) [m]

Dvižni vodi:

$$L_S = 0,025 \cdot L \cdot B \cdot h_G \cdot n_G \text{ [m]}$$

$$L_S = 94 \text{ m}$$

n_G – število ogrevanih etaž v coni (delu stavbe)

h_G – povprečna višina etaže v coni (delu stavbe) [m]

Priključni vodi:

$$L_A = 0,055 \cdot L \cdot B \cdot n_G \text{ [m]} \text{ (s popravkom)}$$

$$L_A = 60 \text{ m}$$

Linijaska toplotna prehodnost za posamezne odseke ogrevalnega sistema je povzeta po tabeli 9 (TSG):

$$U(L_V) = U(L_S) = U(L_A) = 2,0 \text{ W/mK}$$

3.3.2.4.3 *Topla voda*

Stavba ima v kotlovnici hranilnik tople vode, kapacitete 1200 litrov.

Izračun potrebne toplote za toplo vodo se izračuna po enačbi 116 (TSG), ki velja za nestanovanjske stavbe (kot pri prejšnjih primerih) :

$$A_{\text{referenčni}} = 222,6 \text{ m}^2$$

Specifično dnevno rabo energije za toplo vodo privzamemo po Tabeli 19, TSG, kjer velja $q_w = 170$ Wh/m²d.

Vrtec je med vikendi in prazniki zaprt, takrat sistem za toplo vodo ni v uporabi. Upoštevamo 254 obratovalnih dni na leto.

Dolžine horizontalnih, dvižnih in priključnih vodov toplovoda niso razvidne iz načrtov, zato upoštevamo enačbe za poenostavljen postopek, predpisane v TSG, Tabela 21:

Horizontalni razvod:

$$L_V = 2 \cdot L + 0,0125 \cdot L \cdot B \text{ [m]}$$

$$L_V = 40 \text{ m}$$

L – dolžina cone (stavbe) [m]

B – širina cone (stavbe) [m]

Dvižni vodi:

$$L_S = 0,075 \cdot L \cdot B \cdot h_G \cdot n_G \text{ [m]}$$

$$L_S = 283 \text{ m}$$

n_G – število ogrevanih etaž v coni (delu stavbe)

h_G – povprečna višina etaže v coni (delu stavbe) [m]

Priključni vodi:

$$L_A = 0,075 \cdot L \cdot B \cdot n_G \text{ [m]}$$

$$L_A = 82 \text{ m}$$

Linijaska toplotna prehodnost za posamezne odseke sistema tople vode je povzeta po tabeli 22 (TSG):

$$U(L_V) = 0,2 \text{ W/mK}$$

$$U(L_S) = U(L_A) = 0,255 \text{ W/mK}$$

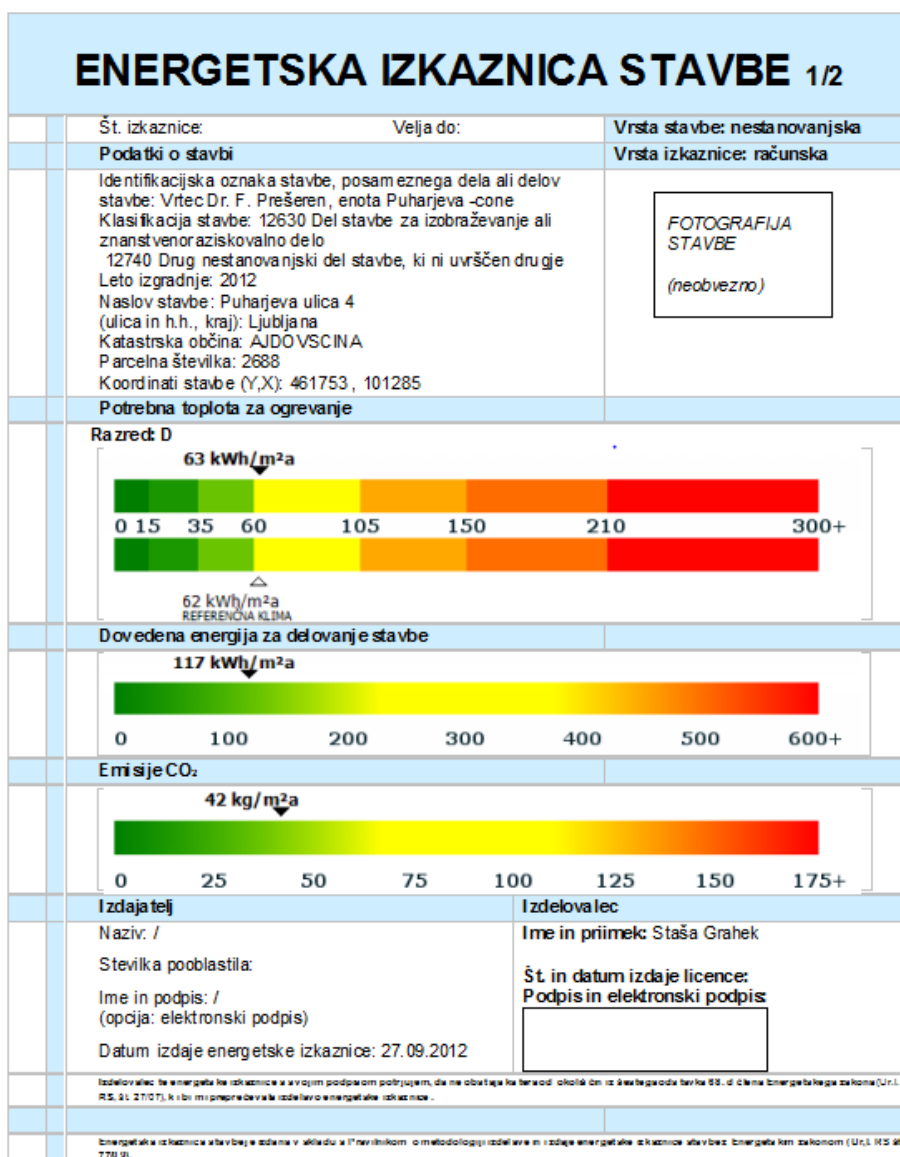
3.3.2.4.4 Hlajenje

V stavbi ni sistema za hlajenje.

3.3.2.4.5 Razsvetljava

V stavbi so pretežno neonske žarnice. Njihova moč skupaj znaša 7,4 W/m².

3.3.2.5 Računska energetska izkaznica



Slika 25: Računska energetska izkaznica stavbe Puharjeva

3.3.3 Merjeni energetski kazalci

3.3.3.1 Dovedena energija, namenjena pretvorbi v toploto

V primeru objekta Puharjeva je dovod energije namenjen za ogrevanje in pripravo tople vode preko toplovoda. Kalorimeter pred izmenjevalcem meri energijo, dovedeno v stavbo.

Tabela 20: Prikaz dovedene energije za pretvorbo v toploto enote Puharjeva

leto	2009	2010	2011	povprečje (kWh/m ²)
količina dovedene energije za pretvorbo v toploto (kWh/m ²)	125,52	121,01	89,28	111,94

Na objektu je bila med letom 2009 in 2011 obnovljena in dodatno toplotno izolirana streha. To je vplivalo na zmanjšanje potrebe po dovedeni energiji za pretvorbo v toploto, kar je razvidno v zgornji tabeli.

3.3.3.2 Dovedena električna energija

Merjena energetska izkaznica pri dovedeni električni energiji zajema celotne potrebe po energiji, torej poleg dovedene električne energije za razsvetljavo, prezračevanje in razvod tople vode tudi električno energijo za kuhanje, računalnike, tovorno dvigalo ...

Tabela 21: Dovedena električna energija enote Puharjeva

leto	2009	2010	2011	povprečje (kWh/m ²)
dovedena električna energija (kWh/m ²)	59,21	61,94	60,13	60,43

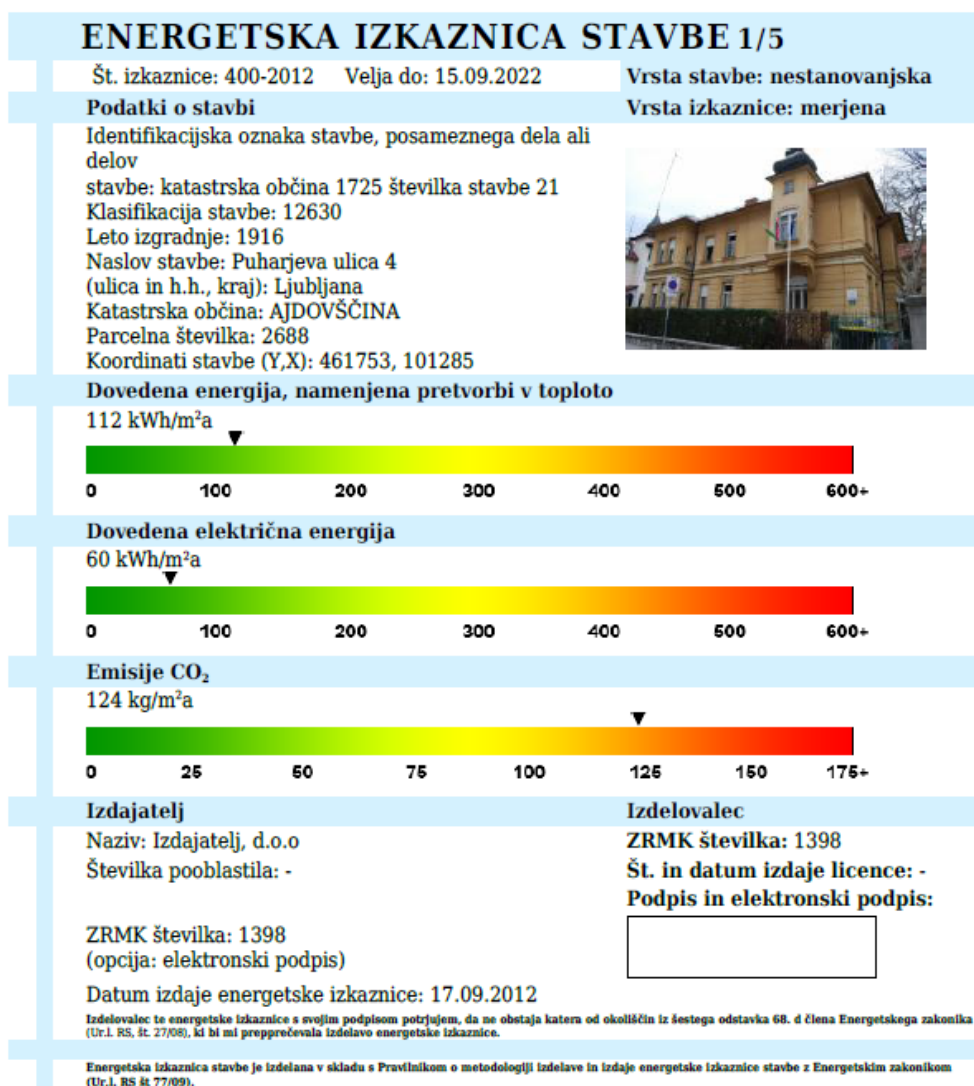
3.3.3.3 Emisije CO₂

Kadar ni podatka o količini emisij za vir energenta oziroma energije, za izračun upoštevamo predpis v TSG – 1 – 004, Dodatek 1, Tabela 2.

V primeru daljinske toplote to znaša 0,33 kg/kWh.

3.3.3.4 Plin

Stavba je priklopljena tudi na ljubljanski plinovod, vendar plin uporablja le za namene kuhanja, zato količino te energije ne upoštevamo pri prikazu parametrov na merjeni energetske izkaznici.

3.3.3.5 Merjena energetska izkaznica

Slika 26: Merjena energetska izkaznica stavbe Puharjeva

3.4 Primerjalna analiza

3.4.1 *Računski parametri*

Pri računski energetske izkaznici upoštevamo standardne robne pogoje za uporabo, klimo in konstrukcijo. Namen robnih pogojev je, da na rezultate ne vpliva narava uporabnika objekta. Primerna je predvsem za novogradnje in za stanovanjske objekte, kjer režim uporabe varira med posameznimi uporabniki in zato podatki merjene energetske izkaznice niso relevantni.

- Klima

Lokalne klimatske razmere zajamemo v "stopinjskih dnevih". Stopinjski dnevi 20/12 °C izražajo vsoto temperaturnih razlik med željeno temperaturo notranjega zraka 20 °C in temperaturo zunanjega zraka v dneh, ko je ta nižja od 12 °C. Enota za stopinjske dneve je Kdan (Kelvin dan). Vrednosti so vsako leto drugačne, odvisno od klimatskih pogojev na merjenem območju.

Pri izračunu potrebne toplote za ogrevanje se upošteva povprečni temperaturni primankljaj 3300 Kdni, ki ga podaja ARSO za obdobje zadnjih trideset let v Ljubljani (celinsko podnebje).

- Uporaba

Pri uporabi se upošteva standardne robne pogoje in stanje po projektu.

- Konstrukcija

Lastnosti konstrukcije se povzame po dejanskem stanju.

Prikazani parametri na računski energetska izkaznici so:

- Potrebna toplota za ogrevanje stavbe
- Dovedena energija za delovanje stavbe
- Emisije CO₂

3.4.2 Merjeni parametri

Merjena energetska izkaznica zajema podatke o dejanski dovedeni energiji za pretvorbo v toploto in dovedeni električni energiji. Podatki zajemajo vso energijo, torej tudi za potrebe delovanja gospodinjskih aparatov, pisarniške opreme, dvigal ... Te kazalci so odvisni tudi od načina rabe objekta, uporabnikov, obremenjenosti, dejanskih klimatskih pogojev ... Zato so merjene izkaznice primerne predvsem za javne stavbe, kjer ne prihaja pogosto do spremembe obremenjenosti stavbe in menjavanja uporabnikov. Takšne stavbe so običajno tudi bolj kompleksne in je težko upoštevati standardne pogoje.

Prikazani parametri na merjeni energetske izkaznici so:

- Dovedena energija, namenjena pretvorbi v toploto
- Dovedena električna energija
- Emisije CO₂

Pri primerjavi merjene in računske energetske izkaznice je potrebna previdnost, saj prikazujeta različne parametre. Računska izkaznica zaradi upoštevanja standardnih pogojev ne zajame podatka o potrebni količini energije za gospodinjske aparate, računalnike, dvigala idr. in ne upošteva narave uporabnika, v merjeni izkaznici pa so zajete tudi te količine.

3.4.3 Analiza primerov

3.4.3.1 Enota Prešernova

Računska energetska izkaznica stavbo Prešernova uvršča v razred C, z izračunano potrebno toploto za ogrevanje 54 kWh/m²a in dovedeno energijo za delovanje stavbe 102 kWh/m²a. Slednja predstavlja vsoto vse energije tj. za ogrevanje, toplo vodo, razsvetljavo, prezračevanje.

Merjena energetska izkaznica prikaže povprečno stanje porabe energije za toplo vodo in ogrevanje v zadnjih treh letih. Tu je zajeta tudi priprava tople vode, ki se jo uporablja v kuhinji. Tega računska izkaznica ne zajame. Dovedena energija namenjena pretvorbi v toploto znaša 115 kWh/m²a. Dovedena električna energija pa pri merjeni izkaznici zajame tudi porabo energije s kuhinjskimi aparati, računalniki in dvigalom ter znaša 32 kWh/m²a. Skupaj je torej dovedene energije 147 kWh/m²a.

V računski energetske izkaznici za izračun potrebne energije za ogrevanje stavbe upoštevamo povprečni temperaturni primankljaj v zadnjih 30 letih, ki ga podaja ARSO tj. 3300 Kdni na leto. Za primerjavo merjenih in izračunanih vrednosti normiramo merjeno količino dovedene energije, namenjene za ogrevanje na 3300 Kdni temperaturnega primankljaja.

V merjeni izkaznici je podana količina dovedene energije za pretvorbo v toploto, stopinjski dnevi pa vplivajo le na količino dovedene energije za ogrevanje. Količino le-te ocenimo tako, da od dovedene energije za pretvorbo v toploto odštejemo potrebno toploto za pripravo tople vode. To je ocenjena

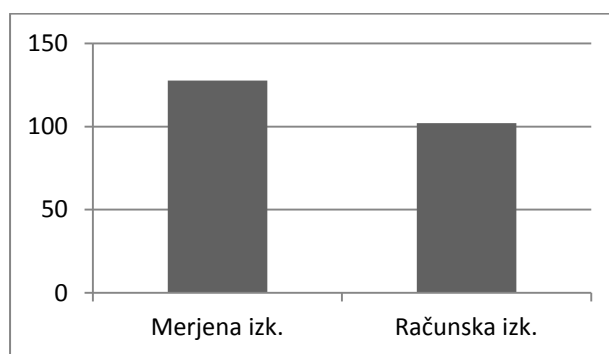
vrednost, ki jo povzamemo iz izkaza stavbe po računskem postopku. Za enoto Prešernova znaša 17214 kWh/a, oz 22,7 kWh/m²a.

Tabela 22: Normirane vrednosti dovedene energije za pretvorbo v toploto na 3300 Kdni za zadnja tri leta enote Prešernova

leto	temperaturni primankljaj (Kdni)	dovedena toplota za ogrevanje (kWh/m ² a)	normirana vrednost dovedene toplote za ogrevanje (na 3300 Kdni) (kWh/m ² a)	normirana dovedena energija za pretvorbo v toploto (kWh/m ² a)
2009	2870	127	146,0	168,7
2010	2992	87,5	96,5	119,2
2011	2862	63,2	72,9	95,6

Ker je bil ovoj stavbe dodatno toplotno izoliran med letom 2009 in 2011, povprečje treh let ne prikaže dejanskega stanja za pogoje konstrukcije, kakršni so upoštevani pri računski energetske izkaznici. Bolj primerljivi so podatki o porabi v zadnjem letu, ko je stavba že obnovljena in ima konstrukcija lastnosti, ki so upoštevane tudi v računski izkaznici. Za leto 2011 je normirana vsota vse dovedene energije 127,6 kWh/m²a.

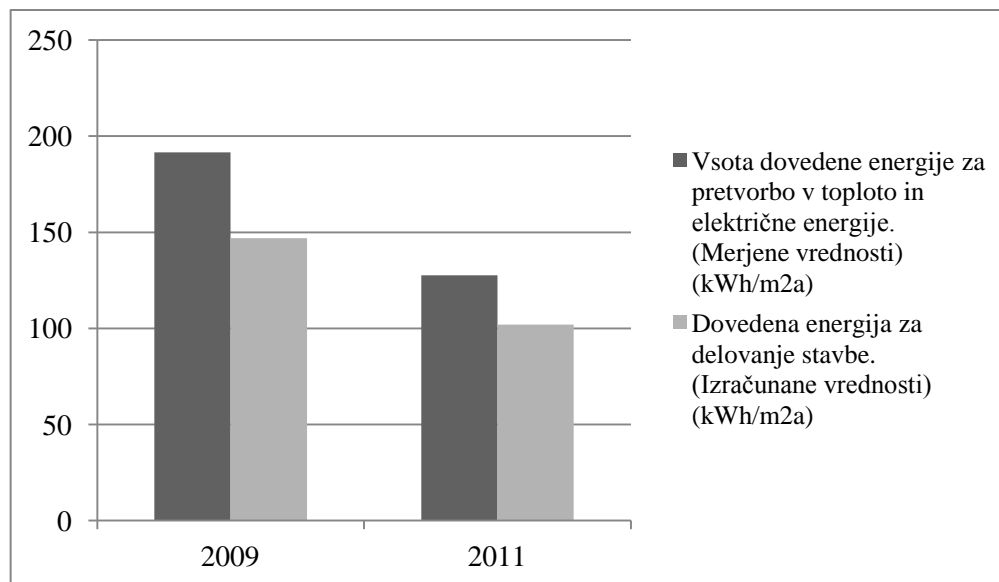
Na spodnjem grafu je primerjava vsote vse dovedene energije v letu 2011, ki znaša 127,6 kWh/m²a, s potrebno (izračunano) energijo za delovanje stavbe, ki je 102 kWh/m²a. Slednja ne upošteva ostalih porabnikov energije (kuhinjski aparati, pisarniški aparati,...).



Slika 27: Prikazana razlika med normiranimi merjenimi in računskimi vrednostmi energije v kWh/m²a za leto 2011 enote Prešernova

Prav tako pa bi lahko primerjali vrednosti v letu 2009 z računsko energetsko izkaznico, pri kateri bi za izračun upoštevali stanje ovoja leta 2009, torej brez toplotne izolacije ovoja.

Dobljene vrednosti računске izkaznice za stanje objekta leta 2009: potrebna toplota za ogrevanje je 92 kWh/m²a, dovedena energija za delovanje stavbe je 147 kWh/m²a, emisij CO₂ je 52 kg/m²a.



Slika 28: Primerjava merjenih rezultatov z računskimi za leto 2009 in 2011 enote Prešernova

Zgornja slika prikaže primerjavo za leto 2009 med merjeno in računsko vrednostjo in nato enako za 2011. Primerjava, tako merjenih podatkov kot računskih, pokaže upad rabe energije v letih 2009 — 2011 za 30 %, kar odraža vpliv toplotne izolacije. Celotna merjena energija (tj. energija za pretvorbo v toploto in električna energija) je po pričakovanju večja od računске, saj vsebuje tudi rabo energije za delovanje naprav, ki niso zajete z računsko izkaznico (energija za delovanje kuhinjskih naprav, pisarniških naprav, dvigala ...).

3.4.3.2 Enota Vrtača

Enota vrtača v zadnjih letih ni bila prenovljena, zunanje stene niso toplotno izolirane, toplotno je izolirana le streha. To se pozna na dobljenih rezultatih, saj računska energetska izkaznica stavbo uvršča v razred D. Potrebna toplota za ogrevanje je 93 kWh/m²a, dovedena energija za delovanje stavbe je 165 kWh/m²a, emisij CO₂ pa je 38 kg/m²a.

Merjeni rezultati so povprečje zadnjih treh let in za dovedeno električno energijo znašajo 25,4 kWh/m²a, za dovedeno energijo za pretvorbo v toploto pa 201 kWh/m²a.

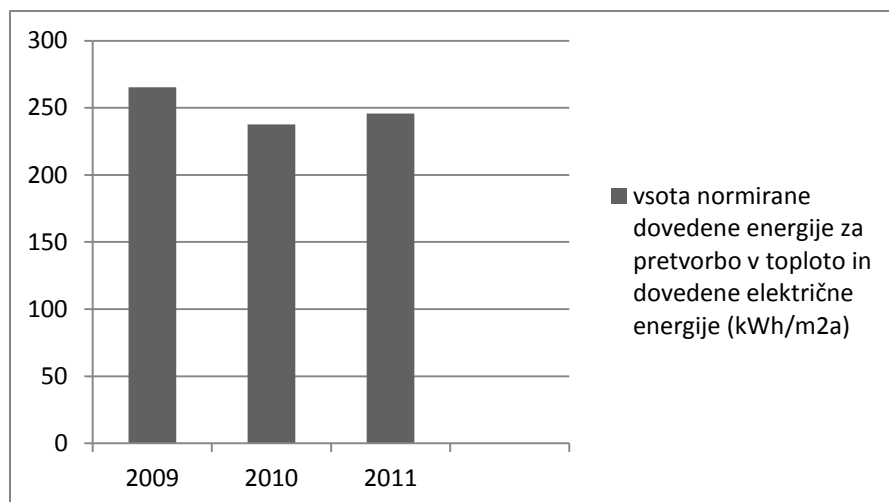
Za primerjavo merjenih in izračunanih vrednosti normiramo količino dovedene energije, potrebne za ogrevanje na 3300 Kdni temperaturnega primankljaja.

V merjeni izkaznici je podana količina dovedene energije za pretvorbo v toploto, stopinjski dnevi pa vplivajo na porabo dovedene energije za ogrevanje. Količino le-te ocenimo tako, da od dovedene energije za pretvorbo v toploto odštejemo potrebno toploto za pripravo tople vode. To je ocenjena vrednost, ki jo povzamemo iz izkaza stavbe po računskem postopku. Za enoto Vrtača znaša 17163kWh/a, oz 28,8 kWh/m²a.

Tabela 23: Normirane vrednosti dovedene energije za pretvorbo v toploto na 3300 Kdni za zadnja tri leta enote Vrtača

leto	temperaturni primankljaj (Kdni)	dovedena toplota za ogrevanje (kWh/m2a)	normirana vrednost dovedene toplote za ogrevanje (na 3300 Kdni) (kWh/m2a)	normirana dovedena energija za pretvorbo v toploto (kWh/m2a)	vsota normirane dovedene energije za pretvorbo v toploto in dovedene električne energije (kWh/m2a)
2009	2870	183,6	211,1	239,9	265,3
2010	2992	166,4	183,5	212,3	237,7
2011	2862	166,2	191,6	220,4	245,8

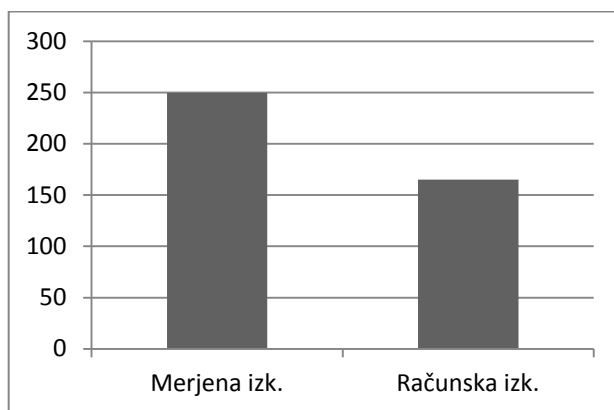
Povprečje zadnjih treh let vsote normirane dovedene energije namenjene pretvorbi v toploto in dovedene električne energije znaša 249,6 kWh/m²a.



Slika 29: Letna primerjava vsote dovedene energije za pretvorbo v toploto in dovedene električne energije enote Vrtača

Zgornji graf prikazuje, v kolikšni meri je dejanska poraba vsote energije za pretvorbo v toploto in električne energije odvisna tudi od uporabnikov, saj so robni pogoji (ovoj in upoštevanje temperaturnega primankljaja z normiranjem) za vsa tri leta enaki. Količina dovedene energije med leti varira za 10 %.

Primerjamo lahko celotno dovedeno energijo (električno in normirano energijo za pretvorbo v toploto) z računsko dovedeno energijo za delovanje stavbe. Do velike razlike prihaja, ker so standardni pogoji rabe drugačni od dejanskih in ker merjena izkaznica zajema tudi dovedeno energijo za delovanje kuhinjskih in pisarniških aparatov. V objektu je poleg majhne kuhinje, namenjene za pogrevanje hrane tudi uprava vrtca. Celodnevna uporaba računalnikov v pisarnah in kuhanje predstavljata porabo energije, ki pri računski izkaznici ni upoštevana.



Slika 30: Prikazana razlika med normiranimi merjenimi (vsoto vse dovedene energije) in računskimi (potrebna energija za delovanje stavbe) vrednostmi v kWh/m²a enote Vrtača

3.4.3.3 Enota Puharjeva

Računska energetska izkaznica enoto Puharjeva uvršča v razred D, potrebna toplota za ogrevanje znaša 64 kWh/m²a, dovedena energija za delovanje stavbe je 117 kWh/m²a, emisij CO₂ je 42 kg/m²a. Stavba ima toplotno izolirano samo ostrešje, zunanje stene niso toplotno izolirane.

Stavba je priklopljena na toplovod, ki jo oskrbuje s potrebno energijo za ogrevanje in pripravo tople vode. Za kuhanje uporabljajo plin Ljubljanskega plinovoda. Količino porabljenega plina v merjeni energetske izkaznici ne upoštevamo, ker se uporablja zgolj za namene kuhanja. Količino dovedene energije zadnjih treh let je potrebno normirati na stopinjski primankljaj 3300 Kdni.

V merjeni izkaznici je podana količina dovedene energije za pretvorbo v toploto, stopinjski dnevi pa vplivajo le na količino dovedene energije za ogrevanje. Količino le te ocenimo tako, da od dovedene energije za pretvorbo v toploto odštejemo potrebno toploto za pripravo tople vode. To je ocenjena vrednost, ki jo povzamemo iz izkaza stavbe po računskem postopku. Za enoto Puharjeva znaša 22523 kWh/a, oz 29,8 kWh/m²a.

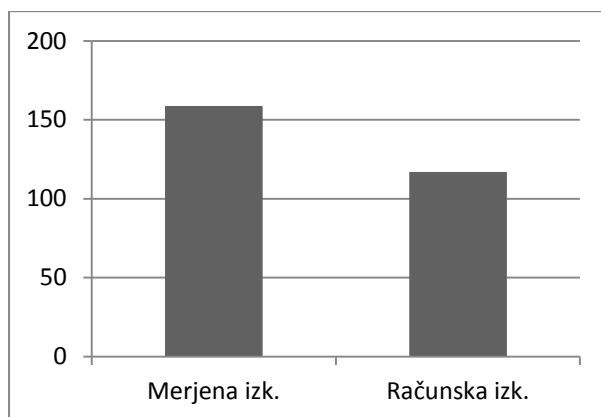
Tabela 24: Normirane vrednosti dovedene energije za pretvorbo v toploto na 3300 Kdni za zadnja tri leta enote Puharjeva

leto	temperaturni primankljaj (Kdni)	dovedena toplota za ogrevanje (kWh/m ² a)	normirana vrednost dovedene toplote za ogrevanje (na 3300 Kdni) (kWh/m ² a)	normirana dovedena energija za pretvorbo v toploto (kWh/m ² a)
2009	2870	95,7	110,4	139,9
2010	2992	91,2	100,6	130,4
2011	2862	59,5	68,6	98,4

Povprečje normirane dovedene energije za pretvorbo v toploto v zadnjih treh letih torej znaša 122,9 kWh/m²a.

Stavbi so leta 2010 dodatno toplotno izolirali streho, kar je vplivalo tudi na zmanjšanje porabe dovedene energiji za pretvorbo v toploto v letu 2011, zato povprečje treh let za primerjavo z računsko izkaznico, narejeno za trenutno stanje objekta ne bi bilo primerno. Na spodnjem grafu je primerjava računskih in merjenih vrednosti za leto 2011, kjer se že pozna vpliv dodatne toplotne izoliranosti strehe tudi na merjenih vrednostih. Upoštevamo normirane vrednosti.

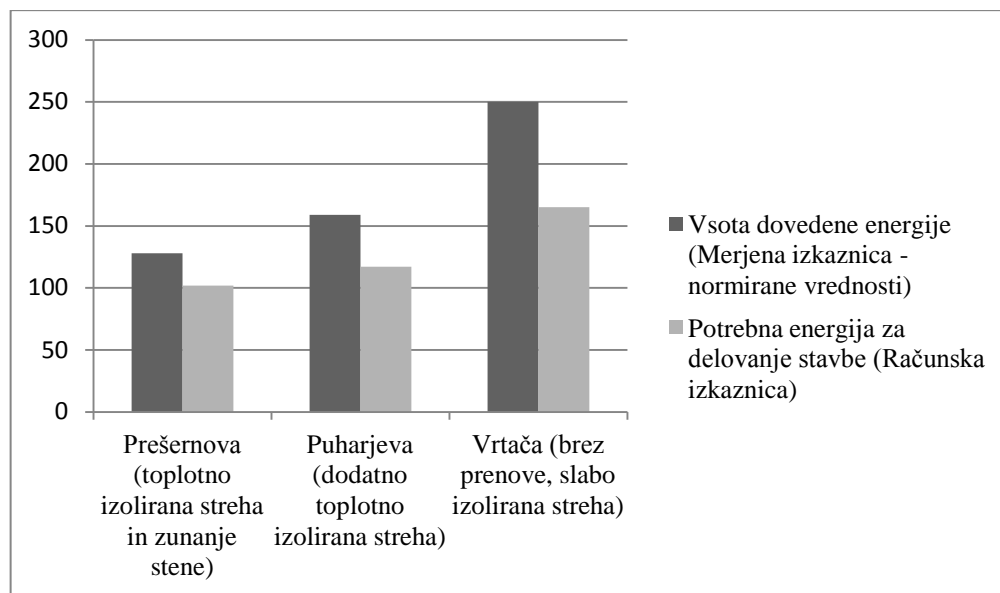
Povprečje dovedene električne energije za zadnja tri leta znaša 60,4 kWh/m²a. Ta je veliko višja od dovedene električne energije za druga dva objekta. Kot že omenjeno, je to zaradi večjega števila električnih naprav v kuhinji (hladilniki, kotli, pomivalni stroj ...). Posledično je vsota vse dovedene energije višja od računske dovedene energije za delovanje stavbe.



Slika 31: Prikazana razlika med normirano merjeno (vsa dovedena energija v stavbo) in računsko količino energije (izračunana potrebna energija za delovanje stavbe) v kWh/m²a za leto 2011 enote Puharjeva

3.4.3.4 Primerjava objektov

Energijska prenova objektov močno vpliva na zmanjšanje porabe energije, stroškov in emisij CO₂.



Slika 32: Primerjava energetskih izkaznic vseh treh objektov *

*Za objekta Puharjeva in Prešernova upoštevamo vrednosti v letu 2011, ker sta bili v letu 2010 stavbi prenovljeni.

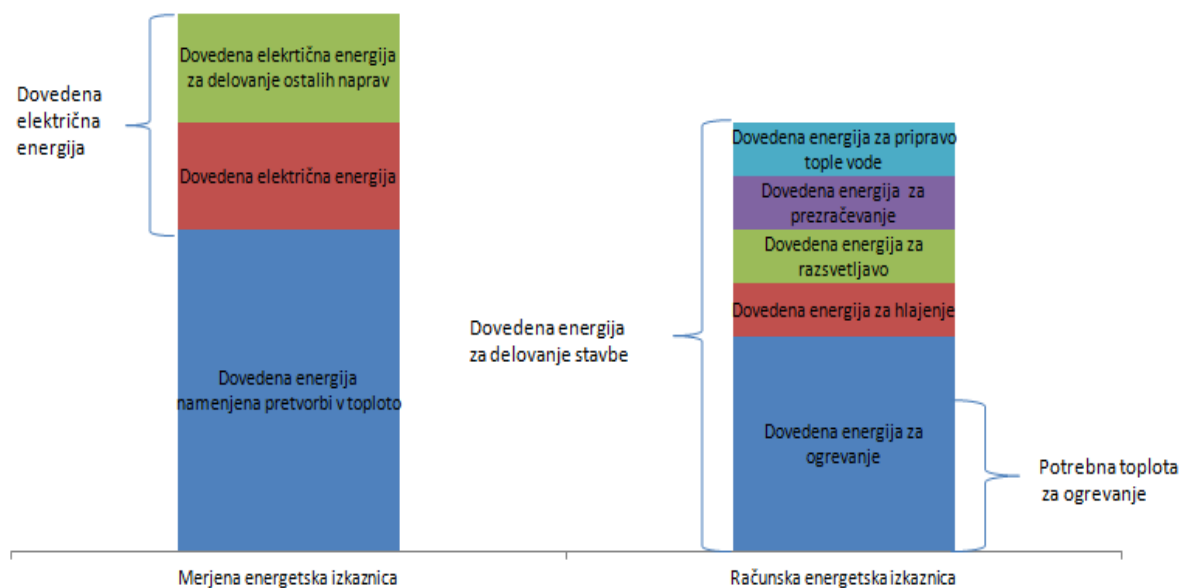
Zgornji graf prikazuje primerjavo porabe energije za tri objekte, ki so vsi meščanske vile, zgrajene pred letom 1950, spremenjene v enote vrtca. V stavbah opravljajo enake dejavnosti, vendar pa so bile v zadnjih letih deležne različne energetske prenove. Enota Vrtača ni bila dodatno toplotno izolirana, enoti Puharjeva so dodatno toplotno izolirali streho, enoti Prešernova pa so poleg strehe toplotno izolirali tudi zunanje stene. Iz vrednosti na grafu je razvidno, da energetska prenova močno vpliva na manjšo porabo energije.

4 ZAKLJUČEK

Poraba naravnih virov energije je iz leta v leto večja, medtem ko se zaloge le-teh drastično zmanjšujejo. Kot posledica pa nenehno proizvodnje toplogrednih plinov škoduje naravi in človeku, zvišuje se temperatura okolja, topijo se ledeniki, zmanjšuje se življenjski prostor različnim naravnim vrstam. Z energijsko politiko 20 – 20 – 20 je Evropska unija načrtala cilje aktivnega reševanja energetskega problema. Sveženj ukrepov zajema 20 % zmanjšanje emisij toplogrednih plinov, 20 % zmanjšanje rabe primarne energije s povečanjem energetske učinkovitosti in 20 % delež obnovljivih virov v primarni energetske bilanci. S tem načrtom so se različne industrijske panoge zavezale k zmanjšanju porabe energije. V gradbeništvu lahko k izpolnitvi te zahteve zelo veliko pripomore prenova starih stavb in gradnja nizkoenergijskih novogradenj, saj stavbe trenutno porabijo okoli 40 % končne energije v Evropski uniji in predstavljajo 35 % izpusta CO₂ v okolje.

V Sloveniji je kot del aktivne politike, ozaveščanja javnosti in spodbujanja k prenovi starejših stavb poudarek tudi na prenovi javnih objektov. Potrebno bo izdelati merjene energetske izkaznice s pripadajočimi predlaganimi ukrepi za izboljšavo energetske učinkovitosti stavbe za vse javne zgradbe, izobešene pa morajo biti na vsem uporabnikom vidnem mestu. Tako postane izkaznica posredno tudi sredstvo, ki oskrbnike opominja na potrebne stroškovno učinkovite ukrepe za zmanjšanje porabe energije v stavbah in uporabnike spodbuja k preudarni in energijsko varčni uporabi objekta. V primeru, da za javno stavbo podatki o porabi energije niso verodostojni ali na voljo, se tudi za javne stavbe izdelata računski energetska izkaznica.

Tu se poraja vprašanje, ali sta izkaznici med seboj primerljivi, kakšna je dejanska razlika med izkaznicama in katera je za kompleksne objekte javnega značaja bolj zanesljiva. Tako sem v diplomski nalogi skušala primerjati merjene in računski energetske izkaznice kot orodje za določitev stanja vzdrževanosti javnih objektov.



Slika 33: Primerjava merjene in računске energetske izkaznice

Pri primerjavi merjene in računске izkaznice je potrebna previdnost, saj prikazujeta različne parametre. Na merjeni izkaznici je prikazana dovedena energija za pretvorbo v toploto in dovedena električna energija. Ta podatka zajameta povprečje dovedene energije zadnjih treh let. Računska izkaznica stavbo razvršča v energetske razrede in na podlagi izračunanih vrednosti določa potrebno toploto za ogrevanje stavbe in potrebno energijo za delovanje stavbe. Slednja ne upošteva potrebne električne energije za delovanje ostalih naprav v stavbi (npr. kuhinjske naprave, računalnika, dvigala...). To je prvi dejavnik, ki vpliva na to, da je dovedena energija na merjenih izkaznicah višja kot na računskih.

Drugi dejavnik, ki vpliva na različne rezultate so robni pogoji. Pri računski energetske izkaznici upoštevamo standardizirane robne pogoje. To omogoča objektivno primerjavo objektov med seboj, saj dobljene vrednosti niso odvisne od režima uporabe, ekološke ozaveščenosti uporabnikov in klimatskih pogojev, kar ne velja za merjeno energetske izkaznico. Vendar pa se dejanski robni pogoji, ki jih upoštevamo pri merjeni energetske izkaznici razlikujejo od standardiziranih, zato dobljene vrednosti obeh izkaznicah med seboj niso neposredno primerljive.

V nalogi so obravnavani trije objekti - starejše stanovanjske vile, ki so bile po letu 1945 spremenjene v enote vrtca Dr. France Prešeren. Za vse lahko na prvi pogled trdimo, da imajo enake klimatske pogoje in podoben režim uporabe, vendar pa se razlikujejo po vzdrževanosti.

Iz analize je razvidno, da pri primerjavi računске in merjene energetske izkaznice prihaja do velikih odstopanj. Glavni razlog so različni robni pogoji in dejstvo, da merjena izkaznica poleg energije za ogrevanje, toplo vodo, prezračevanje, hlajenje in razsvetljavo zajame tudi energijo, potrebno za delovanje ostalih aparatov v stavbi (kuhinjski aparati, računalniki, dvigala ...). Pri računski energetske izkaznici se za izračun upošteva standardizirane robne pogoje in lastnosti objekta po projektu. Pri merjeni energetske izkaznici na količino dovedene energije vplivajo dejanski pogoji, ki se v primerih objektov vrtca močno razlikujejo od standardiziranih. Odvisni so od načina uporabe, namembnosti posameznih prostorov, dejavnosti v vrtcu, klimatskih pogojev, itd.

Na dejansko porabo energije močno vpliva tudi narava uporabnika objekta oziroma njegov odnos do učinkovite rabe energije. To je razvidno na objektu Vrtača, kjer v zadnjih treh letih ni bilo prenov objekt, namembnost objekta se ne spreminja, število uporabnikov je konstantno, vseeno pa se kljub normiranju vrednosti na enak temperaturni primankljaj za vsa tri leta poraba energije v posameznih letih razlikuje. Tudi teh vplivov računska izkaznica ne zajema.

Merjena izkaznica prikazuje povprečno količino dovedene energije v zadnjih treh letih. Objekta Prešernova in Puharjeva sta bila v letih 2009 in 2010 delno prenovljena, zato tu prihaja do odstopanj, saj povprečje na merjeni izkaznici zajema tudi stanje pred prenov. V takšnih primerih merjena izkaznica ni relevantna. Vseeno pa nam primerjava dobljenih vrednosti dovedene energije po letih prikaže jasno sliko, kako toplotna izolacija ovoja vpliva na zmanjšanje porabe energije v stavbi. Na primeru Prešernova so bile v letu 2009 in 2010 toplotno izolirane zunanje stene in dodatno toplotno izolirana streha. Pri primerjavi dovedene energije (normiranih vrednosti na 3300 Kdni temperaturnega primakljaja) v letu 2009 in 2011 smo ugotovili, da se je vsota količine dovedene energije v letu 2011 glede na leto 2009 zmanjšala kar za 30 %. Primerjali smo tudi računski izkaznici z različnimi robnimi pogoji, torej z dodano toplotno izolacijo in brez izolacije ovoja. Tudi iz računске izkaznice se predvidi 30 % zmanjšanje potrebne energije za delovanje stavbe v primeru upoštevanja toplotne izolacije ovoja.

Na podlagi analize lahko sklepamo, da je računska izkaznica dobro orodje za planiranje energetske učinkovite in stroškovno opravičljive prenove objektov, medtem ko gre pri merjeni izkaznici predvsem za prikaz trenutnega stanja vzdrževanosti.

VIRI

MOVE – delavnica. 2011. Energetsko učinkovita gradnja in obnova. Velenje, KSENA, Zavod energetska agencija za Savinjsko, Šaleško in Koroško: 406 str.

Rakušček, A. 2009. Energetska izkaznica – orodje za sanacijo stavbe. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba A. Rakušček): 100 str.

Zbašnik Senegačnik, M. 2007. Pasivna hiša. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo: 130 str.

Šijanec Zavrl, M., Butala, V., Galonja, S., idr. 2011. Energetska učinkovitost in energetska izkaznica stavbe. Maribor, Založba Forum Media d.o.o: 372 str.

Gradbeni inštitut ZRMK. 2012. Energetska izkaznica.

http://www.gi-zrmk.eu/?page_id=100 (Pridobljeno 15. 2. 2012.)

Enforce. 2012. Portal za varčevanje z energijo. Inštitut ZRMK. Energetska izkaznica stavbe

<http://www.enforce-eeen.eu/slo/energetska-izkaznica-stavbe/energetska-izkaznica-stavbe>

(Pridobljeno 15. 2. 2012.)

RS, Ministrstvo za infrastrukturo in prostor. 2012. Inštitut ZRMK. Usposabljanje za izdelovalce energetskih izkaznic stavb. Energetska izkaznica stavbe.

<http://energetskaizkaznica.si/> (Pridobljeno 15. 2. 2012.)

Metodologija izvedbe energetskega pregleda. 2007. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor: 25 str.

<http://www.aure.gov.si/eknjiznica/MetodologijaEP.pdf> (Pridobljeno 10. 3. 2012.)

Vrtec Dr. France Prešeren. 2012.

<http://www.vrtec-francepreseren.com/si/> (Pridobljeno 10. 3. 2012.)

Prostor. 2012. Prostorski portal.

<http://e-prostor.gov.si/> (Pridobljeno 10. 3. 2012.)

Priročnik za izvajalce energetskih pregledov. 1997. Ministrstvo za gospodarske dejavnosti, Agencija RS za učinkovito rabo energije, Evropska komisija, DGI: 40 str.

<http://www.aure.si/dokumenti/prirocN.pdf> (Pridobljeno 23. 3. 2012.)

Prek, M., Stritih, U., Butala, V. 2010. Metodologija izračuna kazalnikov rabe energije. Učinkovita raba energije. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, 4 str.

<http://www.e-m.si/media/eges/casopis/2010/4/14.pdf> (Pridobljeno 29. 3. 2012.)

Product Guide Aermec. 2012. Aermec: str. 98 -102

<http://www.aermec.com/en-en/comunicazione/brochures/pdf/GPUY.pdf> (Pridobljeno 25. 4. 2012.)

Podatki o porabi aparatov. 2012. Elektro Ljubljana.

<http://www.elektro-ljubljana.si/1/Ucinkovita-raba-in-obnovljivi-viri/Podatki-o-porabi-aparatov.aspx>

(Pridobljeno 25. 4. 2012.)

Oprema velikih kuhinj. 2012. Macuka d.o.o. Grosuplje.

<http://www.macuka.si/> (Pridobljeno 25. 4. 2012.)

Star rating calculations. 2012. E3 Equipment Energy Efficiency.

<http://www.energyrating.gov.au/products-themes/cooling/air-conditioners/star-rating/>

(Pridobljeno 30. 8. 2012.)

Energy Performance Certification of Buildings. 2010. A policy tool to improve energy efficiency. International Energy Agency.

http://www.iea.org/papers/pathways/buildings_certification.pdf (Pridobljeno 30. 8. 2012.)

Pravilniki, zakoni in standardi:

Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb. Ur. l. RS št 77/2009.

Pravilnik o normativih in kadrovskih pogojih za opravljanje dejavnosti predšolske vzgoje. Ur. l. RS št. 75/2005.

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. Ur. l. RS št. 52/2010.

Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb. Ur. l. RS št. 42/2002.

Tehnična smernica Učinkovita raba energije. TSG – 004: 2010.

Energetski zakon. Ur l. RS, št. 27/2007.

Direktiva 2010/31/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. maja o energetske učinkovitosti stavb. Ur l. EU, št. 153.

SIST EN ISO 13790:2008. Toplotne značilnosti stavb - Računanje potrebne energije za gretje in hlajenje prostora (ISO 13790:2008) - Thermal performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling (ISO13790:2008).

PRILOGA: TERMOFIZIKALNE LASTNOSTI ZUNANJIH ELEMENTOV OBJEKTA PREŠERNOVA

IZPIS KONSTRUKCIJ V PROJEKTU

Projekt: Vrtec Dr. France Prešeren, enota Prešemova	Cona: Vrtec
---	-------------

Naziv konstrukcije	sever - klet	Tip konstrukcije	Zunanja stena
Toplotna prehodnost	0,87 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ne ustreza		Ustreza

Sloji v konstrukciji	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
Osnovni omet	2	0,87	1500
Polna opeka (1600)	60	0,64	1600
Zaključni sloj	1	0,45	1450

Naziv konstrukcije	jug - klet	Tip konstrukcije	Zunanja stena
Toplotna prehodnost	0,87 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ne ustreza		Ustreza

Sloji v konstrukciji	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
Osnovni omet	2	0,87	1500
Polna opeka (1600)	60	0,64	1600
Zaključni sloj	1	0,45	1450

Naziv konstrukcije	zahod - klet	Tip konstrukcije	Zunanja stena
Toplotna prehodnost	0,87 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ne ustreza		Ustreza

Sloji v konstrukciji	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
Osnovni omet	2	0,87	1500
Polna opeka (1600)	60	0,64	1600
Zaključni sloj	1	0,45	1450

Naziv konstrukcije	vzhod - klet	Tip konstrukcije	Zunanja stena
Toplotna prehodnost	0,87 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ne ustreza		Ustreza

Sloji v konstrukciji	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
Osnovni omet	2	0,87	1500
Polna opeka (1600)	60	0,64	1600
Zaključni sloj	1	0,45	1450

Naziv konstrukcije	vzhod - deponija	Tip konstrukcije	Zunanja stena
Toplotna prehodnost	1,19 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ne ustreza		Ustreza

Sloji v konstrukciji	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
Osnovni omet	2	0,87	1500
Polna opeka (1600)	40	0,64	1600
Zaključni sloj	1	0,45	1450

Naziv konstrukcije	jug - deponija	Tip konstrukcije	Zunanja stena
Toplotna prehodnost	1,19 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ne ustreza		Ustreza

Sloji v konstrukciji	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
Osnovni omet	2	0,87	1500
Polna opeka (1600)	40	0,64	1600
Zaključni sloj	1	0,45	1450

Naziv konstrukcije	sever	Tip konstrukcije	Zunanja stena
Toplotna prehodnost	0,36 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ne ustreza		Ustreza

Sloji v konstrukciji	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
Osnovni omet	2	0,87	1500
Polna opeka (1600)	40	0,64	1600
kamena volna KNAUF INSULATION DDP-S	8	0,041	170
Zaključni sloj	1	0,45	1450

Naziv konstrukcije	jug	Tip konstrukcije	Zunanja stena
Toplotna prehodnost	0,36 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ne ustreza		Ustreza

Sloji v konstrukciji	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
Osnovni omet	2	0,87	1500
Polna opeka (1600)	40	0,64	1600
kamena volna KNAUF INSULATION DDP-S	8	0,041	170
Zaključni sloj	1	0,45	1450

Naziv konstrukcije	zahod	Tip konstrukcije	Zunanja stena
Toplotna prehodnost	0,36 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ne ustreza		Ustreza

Sloji v konstrukciji	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
Osnovni omet	2	0,87	1500
Polna opeka (1600)	40	0,64	1600
kamena volna KNAUF INSULATION DDP-S	8	0,041	170
Zaključni sloj	1	0,45	1450

Naziv konstrukcije	vzhod	Tip konstrukcije	Zunanja stena
Toplotna prehodnost	0,36 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ne ustreza		Ustreza

Sloji v konstrukciji	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
Osnovni omet	2	0,87	1500
Polna opeka (1600)	40	0,64	1600
kamena volna KNAUF INSULATION DDP-S	8	0,041	170
Zaključni sloj	1	0,45	1450

Naziv konstrukcije	streha	Tip konstrukcije	Poševna streha nad ogrevanim podstrešjem
Toplotna prehodnost	0,24 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ne ustreza		Ustreza

Sloji v konstrukciji	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
Mavčno kart. plošče-do 15mm	1,5	0,21	900
PVC folija, mehka	0,1	0,19	1200
kamena volna KNAUF INSULATION DDP d > 50 mm	15	0,04	155
Les-smreka, bor	2	0,14	550
Paroprepustna folija	0,01	0,19	459
HOR. GOR, d=5cm	5	0,313	1
Skrilne plošče	0,5	2,9	2800

Naziv konstrukcije	pohodna streha - terasi	Tip konstrukcije	Ravna streha
Toplotna prehodnost	0,4 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ne ustreza		Ustreza

Sloji v konstrukciji	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
Osnovni omet	2	0,87	1500
Betoni s kam. agregati (2400)	18	2,04	2400
Cementni estrih	3	1,4	2200
Bitumen	0,5	0,17	1100
XPS KIPolyfoam C-350 d = 80 - 120 mm	8	0,037	35
Sekundarna folija GRAMAFLEX	0,3	0,19	460

Betonski elementi (2400)	4	2,04	2400
--------------------------	---	------	------

Naziv konstrukcije	streha-vetrolov-raven del	Tip konstrukcije	Poševna streha nad ogreva n im podstrešje m
Toplotna prehodnost	0,4 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ne ustreza		Ustreza

Sloji v konstrukciji	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
Mavčno kart. plošče-do 15 mm	1,5	0,21	900
PVC folija, mehka	0,1	0,19	1200
kamena volna KNAUF INSULATION DDP d > 50 mm	8	0,04	155
Les-smreka, bor	2	0,14	550
Paroprepustna folija	0,01	0,19	459
HOR. GOR, d=5cm	5	0,313	1
Skrilne plošče	0,5	2,9	2800

Naziv konstrukcije	tla v kleti	Tip konstrukcije	Tla v vkopani kleti
Toplotna prehodnost	0,17 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ustreza		Se ne preverja

Sloji v konstrukciji	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
Linolej	0,1	0,19	1200
Cementni estrih	6	1,4	2200
Bitumen	0,5	0,17	1100
Betoni s kam. agregati (2200)	10	1,51	2200
Gramozno nasutje	20	1,4	1750

Naziv konstrukcije	stene v kleti - deponija	Tip konstrukcije	Stene vkopane kleti
Toplotna prehodnost	0,51 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ne ustreza		Se ne preverja

Sloji v konstrukciji	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
Osnovni omet	2	0,87	1500
Polna opeka (1600)	40	0,64	1600
Bitumen	0,5	0,17	1100

Naziv konstrukcije	stene v kleti	Tip konstrukcije	Stene vkopane kleti
Toplotna prehodnost	0,43 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ne ustreza		Se ne preverja

Sloji v konstrukciji	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
Osnovni omet	2	0,87	1500
Polna opeka (1600)	60	0,64	1600
Bitumen	0,5	0,17	1100

	[cm]	[W/mK]	[kg/m ³]
Mavčno kart. plošče-do 15 mm	1,5	0,21	900
PVC folija, mehka	0,1	0,19	1200
steklena volna KNAUF INSULATION CLASSIC 040	20	0,04	12
Les-smreka, bor	2	0,14	550
Paroprepustna folija	0,01	0,19	459
HOR. GOR, d=5cm	5	0,313	1
Strešniki	2	0,99	1900

Naziv konstrukcije	stene v kleti	Tip konstrukcije	Stene vkopane kleti
Toplotna prehodnost	0,32 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ustreza		Se ne preverja

Sloji v konstrukciji	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
Osnovni omet	2	0,87	1500
Polna opeka (1600)	60	0,64	1600
Bitumen	0,5	0,17	1100

Naziv konstrukcije	tla v kleti	Tip konstrukcije	Tla v vkopani kleti
Toplotna prehodnost	0,17 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ustreza		Se ne preverja

Sloji v konstrukciji	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
Linolej	0,1	0,19	1200
Cementni estrih	6	1,4	2200
Bitumen	0,5	0,17	1100
Bežni s kam. agregati (2200)	10	1,51	2200
Gramozno nasutje	20	1,4	1750