



ICES  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija

Program: Strojništvo

Modul: Proizvodnja

**POTREBNA ENERGIJA ZA OGREVANJE  
STAVBE, LOCIRANE V RAZLIČNIH  
KLIMATSKIH PODROČJIH**

Mentor: mag. Matija Tacer

Lektorica: Maja Antosiewicz Škraba, univ. dipl. slov.

Kandidat: Matic Novak

Ljubljana, maj 2019

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju mag. Matiji Tacerju za pomoč pri izvajanju diplomskega dela. Zahvaljujem se tudi mami in sestri za podporo in pomoč med študijem ter pri pisanju diplomskega dela.

## IZJAVA

»Študent/ka \_\_\_\_\_ izjavljam, da sem avtor/ica tega diplomskega dela, ki sem ga napisal/a pod mentorstvom \_\_\_\_\_.«

»Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.«

Dne \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_

## **POVZETEK**

V diplomskem delu je predstavljen vpliv spreminjanja zunanjih klimatografskih lastnosti na izbrano, že obstoječo industrijsko stavbo, ki naj bi bila locirana na petih različnih lokacijah v Sloveniji. Določena je dejanska minimalna potrebna količina toplote za ogrevanje stavbe v času kurilne sezone glede na projektne zunanje parametre. Predpostavljena sta notranja temperatura zraka (24 °C) in temperaturni primanjkljaj. Prikazani so tudi možni uporabljivi toplotni pridobitki sončnega obsevanja za posamezno lokacijo. Preračun in analiza sta izvedena za časovno obdobje kurilne sezone. Solarni pridobitki so določeni za vsak mesec v ogrevalni sezoni (za vsako lokacijo posebej), rezultati pa so primerjani v primerjalnih tabelah, analizirani in komentirani.

## **KLJUČNE BESEDE:**

- lokalna mikroklima,
- projektna temperatura zraka,
- obsevanost s sončno energijo,
- lokacija objekta.

## **ABSTRACT**

In this work we present calculation of the impact of changing climatic factors on existing facility, located on 5 different locations across Slovenia. The actual minimum required amount of heat is determined considering exterior and interior temperature, possible solar gain. Calculation and analysis is done only for the period of the heating season. The impact of wind factor and heat losses are limited in calculations only to the doors and windows. Solar gains in calculation are not averaged, they are calculated basing on the trajectory of sun for every day throughout the year, over each choosed and determinated location. The results are mutually compared and analyzed.

## **KEYWORDS:**

- local microclimate,
- air project temperature,
- solar irradiation,
- location.

## KAZALO

1	UVOD.....	1
1.1	Opis problema .....	1
1.2	Cilji .....	1
2	TEORETIČNE OSNOVE .....	2
2.1	Teoretične osnove okolja (klimatografija).....	2
2.1.1	Projektna temperatura zraka .....	2
2.1.2	Povprečna dnevna, mesečna in letna temperatura zraka .....	3
2.1.3	Energija sončnega obsevanja.....	5
2.1.4	Trajanje kurilne sezone .....	8
3	TEHNIČNE LASTNOSTI STAVBE .....	9
4	OPIS OBSTOJEČEGA STANJA STAVBE IN POTENCIALNE NEPRAVILNOSTI V GRADNJI.....	9
4.1	Obstoječe stanje stavbe .....	9
4.2	Predstavitev tlorisov in toplotnih lastnosti vgrajenih materialov .....	10
4.2.1	Določitev toplotne prehodnosti posameznega dela gradbene konstrukcije .....	10
5	IZRAČUN TOPLOTNIH IZGUB OBRAVNAVANEGA INDUSTRIJSKEGA OBJEKTA.....	18
5.1	Temperaturni podatki in drugi podatki.....	19
5.1.1	Podatki za izračun izgub toplote pri ogrevanju obravnavanega industrijskega objekta.....	19
5.1.2	Transmisijske toplotne izgube .....	19
5.1.3	Energija za ogrevanje.....	23
5.1.4	Primerjava dejanske porabe toplote za lokacijo v Ljubljani za leto 2018 .....	24
6	IZRAČUN UPORABLJIVIH SOLARNIH DOBITKOV.....	25
6.1	Opis načina preračuna.....	25
6.2	Preračun solarnih dobitkov toplotne moči za lokacijo v Ljubljani .....	25
6.3	Preračun solarnih dobitkov za vse lokacije .....	27
7	SEŠTEVEK VSEH IZGUB IN DOBITKOV PO POSAMEZNIH LOKACIJAH ....	28
8	ZAKLJUČEK.....	29
9	LITERATURA IN VIRI.....	32
	PRILOGE .....	34

## KAZALO SLIK

Slika 1: Projektna temperatura zraka.....	3
Slika 2: Vrednosti povprečne temperature zraka v Sloveniji za obdobje 1971–2000, merjeno na višini 2 m nad tlemi.....	4
Slika 3: Povprečna letna temperatura [°C] na izbranih lokacijah.....	5
Slika 4: Primer slike povprečnega trajanja sončnega obsevanja v obdobju 1971–2000 za pomladni letni čas.....	6
Slika 5: Primer slike povprečnega trajanja sončnega obsevanja v obdobju 1971–2000 za poletni letni čas.....	7
Slika 6: Slika povprečnega trajanja sončnega obsevanja v obdobju 1971–2000 za jesenski letni čas.....	7
Slika 7: Slika povprečnega trajanja sončnega obsevanja v obdobju 1971–2000 za zimski letni čas.....	8
Slika 8: Obravnavana realna stavba, postavljena v Ljubljani.....	10
Slika 9: Primer sestave vgrajenih plasti stene.....	11
Slika 10: Razmerja posameznih izgub po nadstropjih za lokacijo v Ljubljani.....	23
Slika 11: Seštevek toplotnih izgub in solarnih pridobitkov.....	28
Slika 12: Možni prihranki, izraženi v EUR, porazdeljeni po mesecih, za lokacijo v Ljubljani za leto 2018.....	31

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Povprečna temperatura zraka na izbranih lokacijah, merjena v obdobju 1981–2010.....	5
Tabela 2: Trajanje kurilne sezone v dneh in temperaturni primanjkljaj po lokacijah za obdobje 1971–2000 na leto [**].....	9
Tabela 3: Toplotne lastnosti gradbenih materialov kletnih tal.....	11
Tabela 4: Toplotne lastnosti gradbenih materialov kletnih sten.....	12
Tabela 5: Toplotne lastnosti gradbenih materialov stene pritličja.....	12
Tabela 6: Toplotne lastnosti gradbenih materialov stropa kleti in pritličja.....	13
Tabela 7: Toplotne lastnosti gradbenih materialov stene.....	13
Tabela 8: Toplotne lastnosti stropnih konstrukcij nad zgornjim nadstropjem.....	14
Tabela 9: Zbrane toplotne prehodnosti.....	15
Tabela 10: Največja dovoljena toplotna prehodnost elementov konstrukcije.....	17
Tabela 11: Primerjava PURES in realne stavbe.....	17
Tabela 12: Zbirna preglednica toplotnih izgub obravnavane stavbe za lokacijo v Ljubljani.....	22
Tabela 13: Izgube toplotne moči po lokacijah glede na projektno temperaturo zraka.....	23
Tabela 14: Temperaturni primanjkljaj po izbranih lokacijah.....	24
Tabela 15: Dejanska poraba toplotne energije, porazdeljena po mesecih.....	24

Tabela 16: Izračunana letna energija sončnega obsevanja..... 27

Tabela 17: Seštevek izgub in solarnih dobitkov po posameznih lokacijah ..... 28

## KRATICE IN AKRONIMI

A	m <sup>2</sup>	površina
ARSO:		Agencija Republike Slovenije za okolje
A <sub>u</sub>	m <sup>2</sup>	kondicionirana površina stavbe (neto površina stavbe)
c <sub>p</sub>	kJ/(kgK)	specifična toplota zraka
d <sub>i</sub>	m	debelina posameznega sloja (materiala)
EL(KO):		ekstra lahko kurilno olje
ENE_DNEVA:		vsota energij v enem dnevu, izražena v Wh/m <sup>2</sup>
f <sub>R,H</sub>	/	koeficient prekinitve ogrevanja
H <sub>T</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	specifične transmisijske toplotne izgube
H <sub>T,l</sub>	W/K	specifične transmisijske toplotne izgube
n	h <sup>-1</sup>	stopnja izmenjave zraka
Nh:		trajanje ogrevalne sezone
PURES:		Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah
Q	W	toplotne izgube
Q <sub>hpe</sub>	W	celotne transmisijske toplotne izgube
Q <sub>NH</sub>	Wh	dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe
Q <sub>RH</sub>	W	toplotne izgube zaradi prekinitve ogrevanja
Q <sub>sol</sub>	W	količina prejete energije obsevanja s soncem
Q <sub>sol.,spec</sub>	Wh/m <sup>2</sup>	specifična energija sončnega obsevanja
Q <sub>ven</sub>	W	toplotne izgube zaradi prezračevanja
Td:		točka (temperatura) rosišča
T <sub>e</sub>	°C	zunanja projektna temperatura zraka
T <sub>i</sub>	°C	notranja projektna temperatura zraka
TL:		letna temperatura zunanjega zraka
TP:		temperaturni lokacijski primanjkljaj
U	W/(m <sup>2</sup> K)	toplotna prehodnost
V <sub>p</sub>	m <sup>3</sup>	volumen prostora
α <sub>e</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	prestop toplote (zunanja stran stene)
α <sub>i</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	prestop toplote (notranja stran stene)
θ <sub>l</sub>	°C	povprečna letna temperatura zraka
λ	W/(mK)	toplotna prevodnost
ρ	kg/m <sup>3</sup>	gostota zraka

# 1 UVOD

## 1.1 OPIS PROBLEMA

Z razvojem kakovosti gradbenih materialov in s posledično izboljšanimi termoenergetskimi lastnostmi materialov, tako imenovano vedno bolj neposredno usmerjenostjo oziroma uporabnostjo materialov, lahko različne materiale smotrneje uporabljamo tako na točno določenih lokacijah na stavbi kakor tudi v danem okolju. Prav tako sta se zelo dvignili kakovost in zanesljivost regulacije ogrevalnih sistemov, kar omogoča bolj gospodarno ustvarjanje primerne delovne in bivalne klime.

Ob predpostavki, da lahko navedeno uporabimo kot izboljšavo na realni stavbi, smo se osredotočili na to, kako bi se že obstoječa stavba obnašala na različnih klimatskih lokacijah.

Dejstvo, da vnaprej vemo, kako se ista stavba »obnaša« na različnih lokacijah, nam lahko predstavlja izhodiščno točko za nadaljnje odločanje o morebitnih gradbenih izboljšavah izbrane stavbe glede na lokacijo.

Realna izbrana stavba s svojimi notranjimi in zunanji toplotnimi izvori ter ponori predstavlja samosvoj energetski model. Na ta isti model pa na različnih lokacijah različno vplivajo zunanji parametri (Stropnik, 1997).

## 1.2 CILJI

V diplomskem delu smo proučili, kako geografska lega in z njo povezani klimatski pogoji vplivajo na energijsko učinkovitost stavbe. Z lego so pogojeni različni podnebni dejavniki, kot so npr. temperatura, vlaga, veter, padavine, osenčenost, sončno obsevanje ..., vendar smo se za primer tega diplomskega dela omejili samo na dva ključna dejavnika – to sta povprečna temperatura zraka in količina sončnega obsevanja v času ogrevalne sezone.

Slovenija je geografsko precej razgibana in posledično so vidne razlike v posameznih lokalnih lastnostih podnebja.

Hipoteza:

- Kraji z nižjo povprečno temperaturo zraka v ogrevalni sezoni niso nujno tudi kraji, kjer potrebujemo več energije za ogrevanje kot v krajih z višjo povprečno temperaturo zraka.

Na osnovi izračunanih toplotnih izgub oz. potrebne toplotne moči naprave za ogrevanje stavbe bomo, upoštevajoč dodatne podnebne podatke (temperaturni primanjkljaj, trajanje kurilne sezone ...), ocenili potrebno energijo za ogrevanje



stavbe. Po drugi strani pa bomo spremljali razpoložljive sončne dobitke (obnovljive vire energije) in ugotavljali možnosti njihove uporabe za ogrevanje stavbe.

Rezultati nam bodo lahko v pomoč pri iskanju in izbiri optimalnega načina ogrevanja stavbe oziroma možnih in izvedljivih gradbenih posegov v objekt z namenom optimizacije energetske slike objekta. Seveda pri tem predpostavljamo takšno energetsko optimizacijo, ki ne bo posegala v nižanje standardov bivalnega ugodja v stavbi.

## **2 TEORETIČNE OSNOVE**

### **2.1 TEORETIČNE OSNOVE OKOLJA (KLIMATOLOGRAFIJA)**

Pozicija in orientiranost stavbe v Sloveniji sta za načrtovanje gradnje pomembni zaradi podnebne raznolikosti, pri čemer smo v našem primeru precej omejeni zaradi splošne industrijske namembnosti objekta.

Za proučevanje smo izbrali pet klimatsko raznolikih krajev (v naprej premišljeno izbranih) v ključnih slovenskih regijah, kamor nameravamo širiti svojo dejavnost opravljanja tehničnih pregledov.

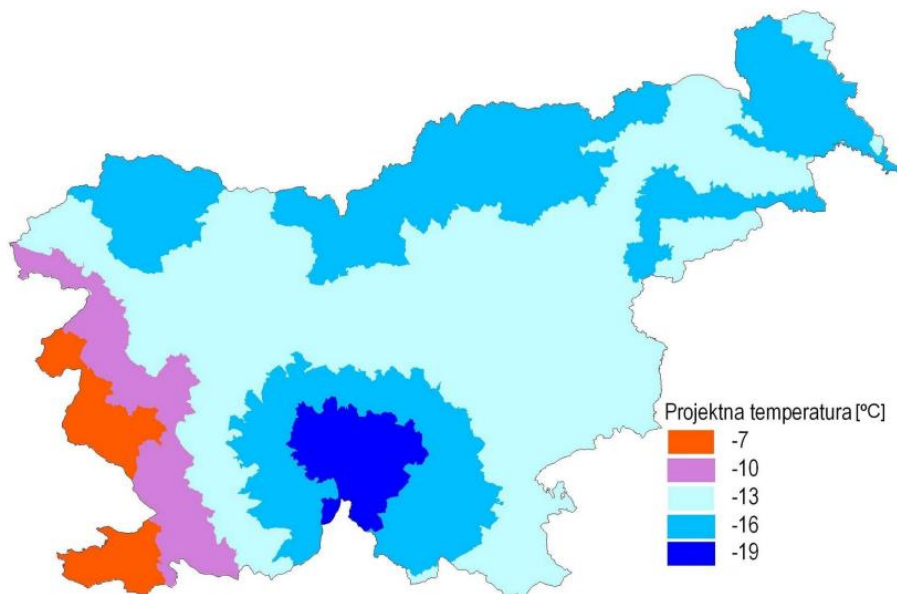
Pri določitvi vpliva lokacije na klimatografijo smo se omejili na prejete količine sončnega obsevanja [ $\text{kWh/m}^2$ ] in povprečne letne temperature zunanjega zraka [ $T_e$ ].

Za izbrane lokacije smo upoštevali povprečne meteorološke podatke za obdobje od leta 1971 do 2000 (ARSO, 2018c).

Podatek o prejeti specifični sončni energiji je pomemben parameter za definiranje optimalne orientacije transparentnega dela stavbnega ovoja, kar bo sicer v našem primeru težko izvedljivo, vseeno pa je podatek koristen. V našem primeru na nekaterih lokacijah zaradi namembnosti objekta ne bo mogoče prosto izbirati orientacije objekta na opazovani parceli, saj nam zaradi namembnosti objekta določeni tehnični in tudi prometni predpisi tega ne omogočajo.

#### **2.1.1 Projektna temperatura zraka**

Projektna temperatura je definirana kot dolgoletno povprečje najnižje letne vrednosti tridnevnega povprečja minimalne dnevne temperature zraka. Prostorska spremenljivost oziroma raznolikost projektne minimalne temperature je zelo odvisna od mikrolokacije in je lahko zelo velika.

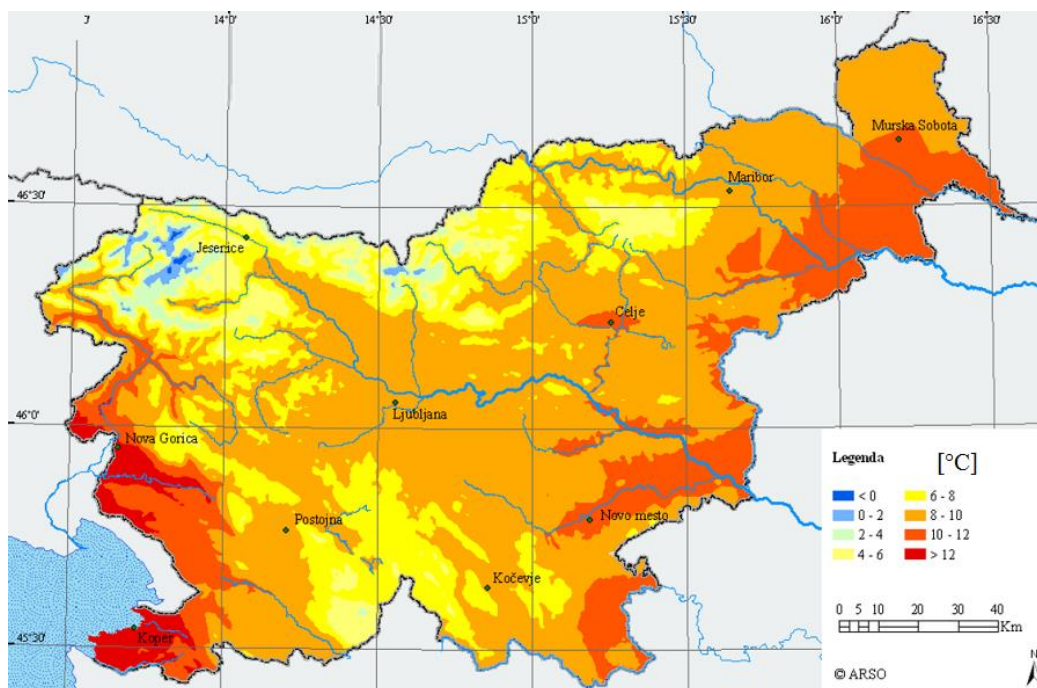


Slika 1: Projektna temperatura zraka  
(Vir: ARSO, 2018)

### 2.1.2 Povprečna dnevna, mesečna in letna temperatura zraka

Povprečna dnevna temperatura zraka je vsota četrte izmerjene temperature ob 7. in 14. uri ter dvakratne izmerjene vrednosti ob 21. uri v zimskem času. Temperatura zraka se meri v meteorološki hišici na lokalni višini 2 metra nad tlemi (ARSO, 2018a).

Vrednost povprečne temperature velja kot podatek znotraj površine velikosti 1 km<sup>2</sup> in je zaokrožena na stopinjo natančno. Vrednosti posamezne celice lahko odstopajo za  $\pm 0,5$  °C. Znotraj celice pa lahko zaradi vpliva mikrolokacije posamezne vrednosti odstopajo od povprečja celice tudi za več kot 1 °C (ARSO, 2018b).



Slika 2: Vrednosti povprečne temperature zraka v Sloveniji za obdobje 1971–2000, merjeno na višini 2 m nad tlemi  
(Vir: ARSO, 2018)

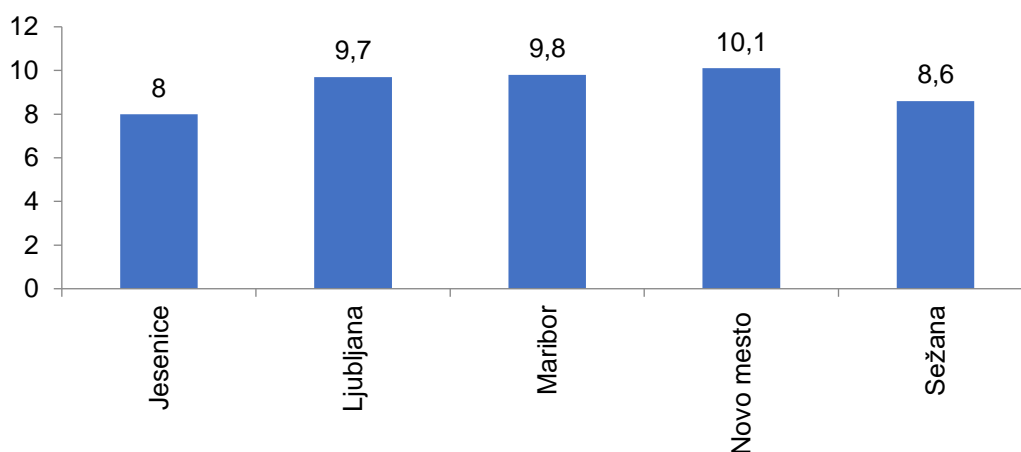
Podobno kot padavinske razmere so tudi temperaturne razmere močno pogojene s tipom podnebja na določenem območju. Na temperaturne razmere poleg tipa podnebja močno vpliva tudi relief. Najbolj očitna je odvisnost temperaturnih razmer od nadmorske višine. Z nadmorsko višino temperatura zraka običajno pada. Povprečna letna temperatura zraka se na vsakih 1000 m v Sloveniji spusti za 5,3 °C (Sun Earth Tools, 2018).

Za temperaturo zraka v Sloveniji je značilen dnevni in sezonski potek. Najvišje dnevne temperature so običajno zabeležene okoli 14. ure, najnižje pa tik pred sončnim vzhodom. Najtoplejši mesec je običajno julij, najhladnejši pa januar.

	Jan.	Febr.	Mar.	Apr.	Maj	Jun.	Jul.	Avg.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Povpr. letna temo.
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Jesenice	-1,7	-0,3	3,9	8,6	13,6	16,9	18,9	18,2	13,7	9,1	3,5	-0,5	<b>8,7</b>
Ljubljana	0,3	19	6,5	10,8	15,8	19,1	21,3	20,6	16,0	11,2	5,6	1,2	<b>10,9</b>
Maribor	-0,2	1,7	6,0	10,8	15,8	19,0	21,0	20,3	15,7	10,7	5,1	0,9	<b>10,6</b>
Novo mesto	0,0	1,6	6,0	10,6	15,5	18,7	20,7	19,9	15,4	10,7	5,2	0,9	<b>10,4</b>
Sežana	-0,1	0,8	4,4	8,3	13,4	16,8	19,0	18,3	14,1	10,1	5,0	1,1	<b>9,3</b>

*Tabela 1: Povprečna temperatura zraka na izbranih lokacijah, merjena v obdobju 1981–2010*  
(Vir: ARSO, 2018f)

Na temperaturo zraka vpliva tudi gostota poseljenosti, kar sicer ne pride v poštev v izbranih opazovanih industrijskih conah v našem primeru. Temperatura zraka je v mestih zaradi večje gostote izvorov toplote (kurišča, promet, industrija itd.) ter drugačnih fizikalnih lastnosti asfaltnih in betonskih površin (manjši albedo, večja toplotna kapaciteta) v povprečju nekoliko višja kot v okolici.



*Slika 3: Povprečna letna temperatura [°C] na izbranih lokacijah*  
(Vir: ARSO, 2018f)

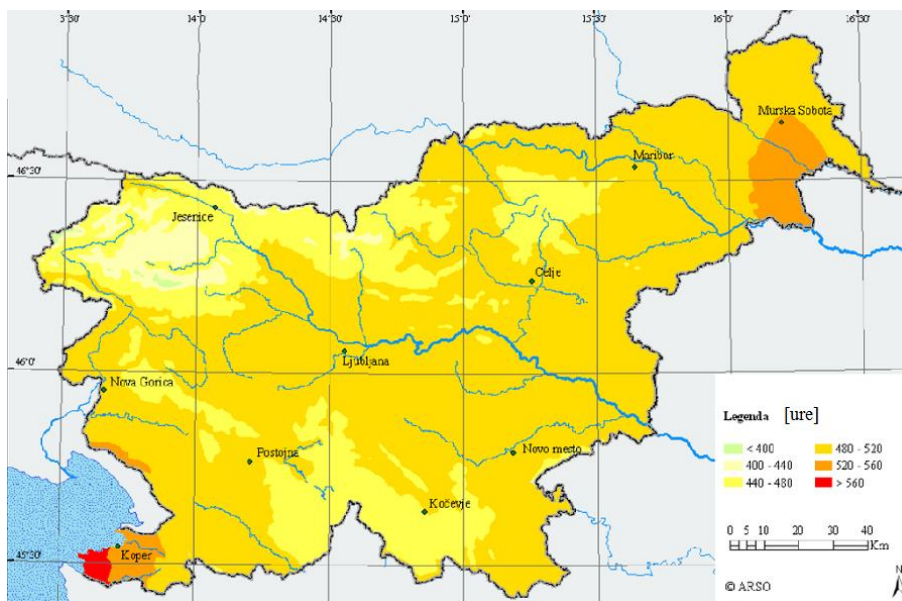
### 2.1.3 Energija sončnega obsevanja

Energija sončnega obsevanja je močno odvisna in se spreminja v odvisnosti od orientacije stavbe oziroma obsevane površine, mikrolokacije in nagiba, ki prejema sončno obsevanje. Ker je spremenljivost zaradi orientacije in naklona veliko večja kot

prostorska spremenljivost povprečnih mesečnih in letnih vrednosti energije sončnega obsevanja na ravno površino, so v tabeli 1 podane vrednosti za količino energije solarnega obsevanja.

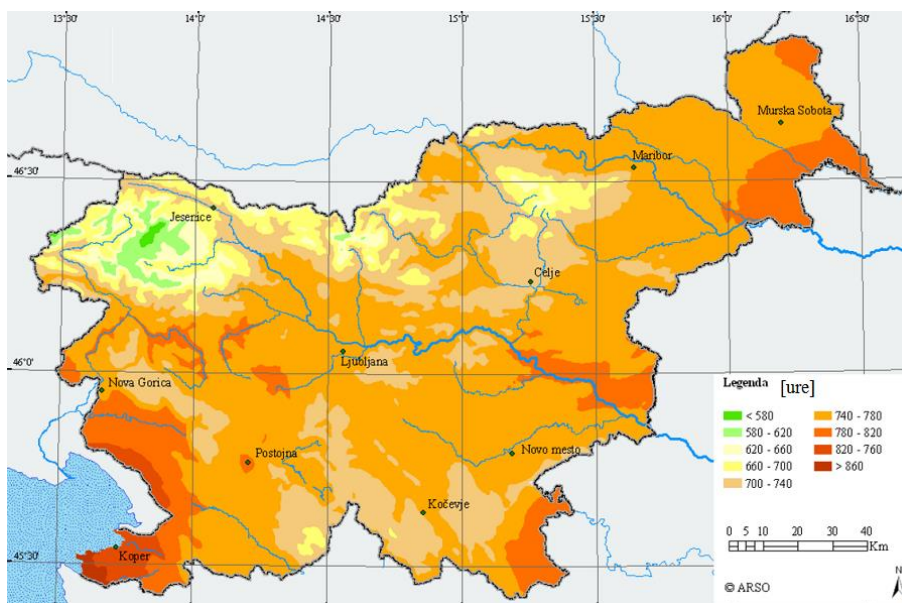
### Slike trajanja sončnega obsevanja nad Slovenijo

Na naslednjih straneh so prikazane slike, na katerih je vidno trajanje sončnega obsevanja, in sicer preračunano glede na matematični horizont. Povprečno trajanje sončnega obsevanja v posamezni točki je zaradi geografskih, urbanih in vegetacijskih ovir v okolici lahko manjše, kot je prikazano na sliki (Medved, 1997).



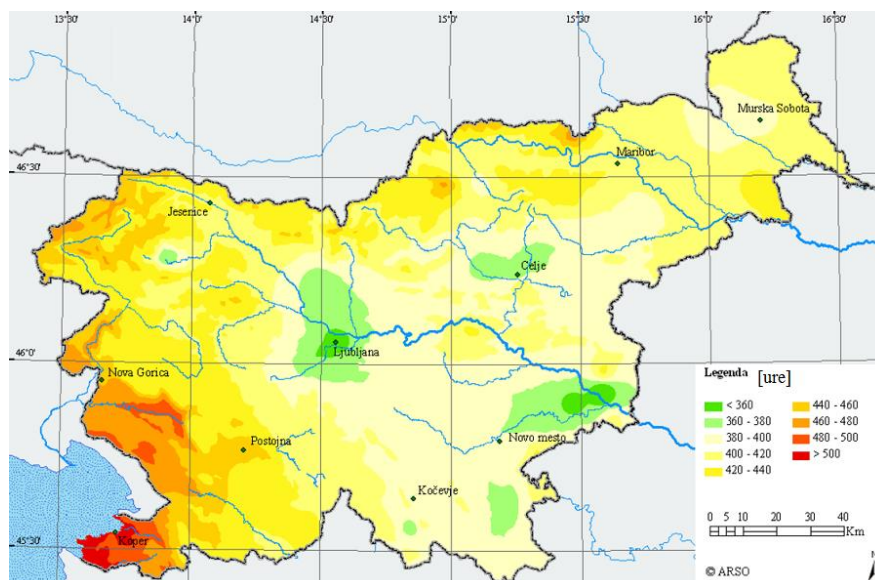
Slika 4: Primer slike povprečnega trajanja sončnega obsevanja v obdobju 1971–2000 za pomladni letni čas  
(Vir: ARSO, 2018)

Prostorska spremenljivost trajanja sončnega obsevanja se iz sezone v sezono lahko močno spreminja, območja prostorskih minimumov in maksimumov se iz zime v poletje lahko celo zamenjajo, zato je izbrana prostorska porazdelitev trajanja sončnega obsevanja za vsak letni čas posebej (Medved, 1997).

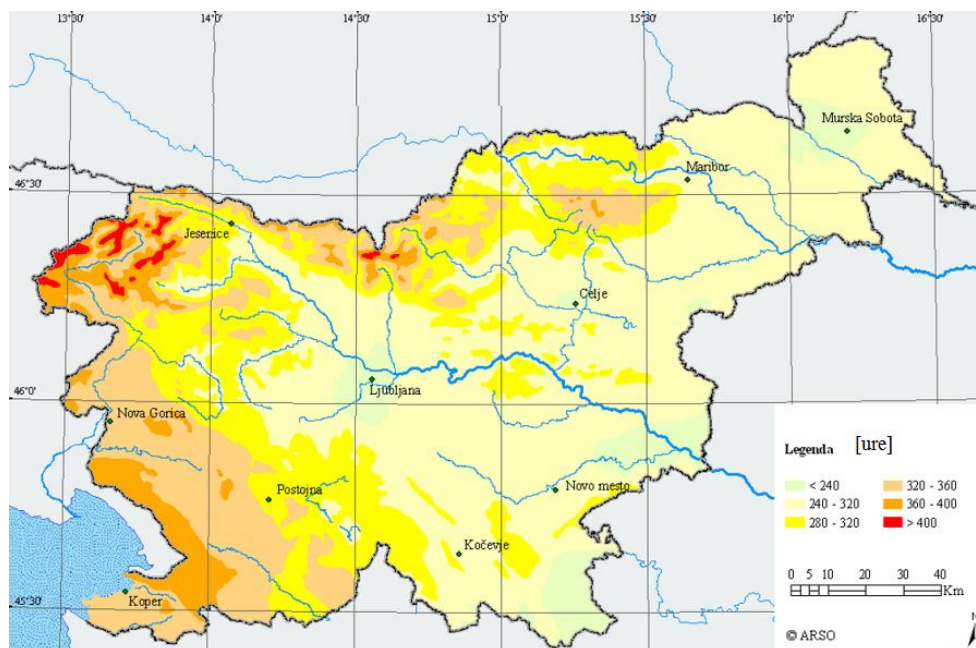


Slika 5: Primer slike povprečnega trajanja sončnega obsevanja v obdobju 1971–2000 za poletni letni čas (Vir: ARSO, 2018)

Po vsej Sloveniji namreč na letni ravni dobimo dovolj sončne energije, in sicer za namene ogrevanja prostorov. V poletnih mesecih je sonca več na Primorskem ter v nižinah in kotlinah, ker se v razgibanem hribovitem terenu proži konvekcija in je posledično tam več oblačnosti.



Slika 6: Slika povprečnega trajanja sončnega obsevanja v obdobju 1971–2000 za jesenski letni čas (Vir: ARSO, 2018)



Slika 7: Slika povprečnega trajanja sončnega obsevanja v obdobju 1971–2000 za zimski letni čas  
(Vir: ARSO, 2018)

Za vse regije je značilen letni hod v trajanju sončnega obsevanja z vrhom v poletnih mesecih, predvsem junija in julija, zaradi astronomskih vzrokov, saj je takrat dan najdaljši. Pomembne so tudi relativne razlike med regijami in kraji, na katere pa pomembno vpliva vreme oziroma značilnosti podnebja (ARSO, 2018).

Energija sončnega obsevanja je močno povezana s trajanjem sončnega obsevanja in je praktično linearno soodvisna. Instrumenti za merjenje energije sončnega obsevanja so se po Sloveniji začeli sistematično postavljati šele v devetdesetih letih prejšnjega stoletja, zato analiza za celotno 30-letno obdobje ni narejena (ARSO, 2018).

#### 2.1.4 Trajanje kurilne sezone

Zaradi bolj natančnega izračuna je podatek o trajanju kurilne sezone razdeljen na podatke o začetku in koncu kurilne sezone. Na ta način se lažje določita začetek in konec kurilne sezone v določeni celici, s čimer umestimo kurilno sezono v letni cikel temperature.

#### Definicija pojma kurilna sezona

Začetek kurilne sezone se začne v času, ko je zunanja temperatura zraka ob 21. uri prvič v sezoni tri dni zapored nižja ali enaka 12 °C. To pomeni, da je četrti dan začetek

kurilne sezone. Kurilna sezona se konča, ko je zunanja temperatura zraka ob 21. uri zadnjič v sezoni tri dni zapored večja od 12 °C. Tretji dan je konec kurilne sezone, četrti pa je izven kurilne sezone. Trajanje kurilne sezone je število vseh dni med začetkom in koncem omenjene sezone (ARSO, 2018).

	Začetek kurilne sezone	Konec kurilne sezone	Število kurilnih dni na sezono	Temperaturni primanjkljaj
	(datum)	(datum)		Kdan
Jesenice	12. sep.	12. jun	310	4300
Ljubljana	27. sep.	2. maj	230	3300
Maribor	27. sep.	12. maj	235	3300
Novo mesto	27. sep.	13. maj	230	3100
Sežana	2. sep.	9. jun.	250	3100

*Tabela 2: Trajanje kurilne sezone v dneh in temperaturni primanjkljaj po lokacijah za obdobje 1971–2000 na leto [\*\*]  
(Lastni vir)*

### 3 TEHNIČNE LASTNOSTI STAVBE

Vse tehnične lastnosti opazovanega industrijskega objekta so podane v prilogah, in sicer postavitve prostorov po posameznih etažah ter podatki o vgrajenih materialih in kvadraturi posameznih prostorov. Celoten objekt smo v diplomskem delu za namene analize po posameznih izbranih lokacijah opazovali kot gradbeno konstanten, identičen.

## 4 OPIS OBSTOJEČEGA STANJA STAVBE IN POTENCIALNE NEPRAVILNOSTI V GRADNJI

### 4.1 OBSTOJEČE STANJE STAVBE

V prilogi 2 je podana tudi ortofotografija stavbe na lokaciji v Ljubljani.





Slika 8: Obravnavana realna stavba, postavljena v Ljubljani  
(Lastni vir)

## 4.2 PREDSTAVITEV TLORISOV IN TOPLOTNIH LASTNOSTI VGRAJENIH MATERIALOV

### 4.2.1 Določitev toplotne prehodnosti posameznega dela gradbene konstrukcije

Za izračun rabe energije potrebujemo podatke o toplotni prehodnosti materiala (Vedevarz et al., 2005). Po navadi se poleg vgrajenih materialov na stavbi upošteva še določena debelina zraka ob stenah, ki se zelo počasi premika in zato deluje kot dobra izolacijska plast. Temu strokovno pravimo **prestopna upornost**, za stene pa lahko tovrsten pojav aproksimiramo z 0,68 cm izolacije s toplotno prestopnostjo  $\lambda = 0,04$  (skupna prestopna upornost pri prestopu na notranji in zunanji strani stene).

Toplotna prehodnost je podatek o količini toplotnega toka  $P$  [W], ki preteče pri stacionarnih pogojih skozi plast debeline  $d_i$  in površine  $1 \text{ m}^2$  pri temperaturni razliki  $1 \text{ K}$  na obeh straneh zidu.

Računa se na podlagi toplotne prestopnosti površin in njihove plasti, kar je prikazano v naslednji enačbi:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e}} \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad (1)$$

Kjer pomeni [14]:

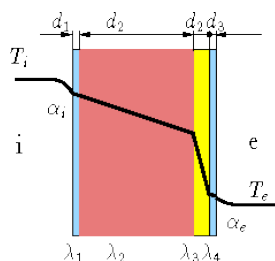
$U$  ... toplotna prehodnost zidu – gradbene konstrukcije,

$\alpha_i$  ... prestop toplote na notranji strani stene ( $1/8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ),

$d_i$  ... debelina posameznega sloja v celotni plasti,

$\lambda$  ... toplotna prevodnost materiala (za vsak material je različna vrednost lambde, saj se materiali razlikujejo po svoji izolativnosti),

$\alpha_e$  ... toplotna prestopnost na zunanji strani stene ( $1/25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ) pri hitrosti vetra  $v = 4 \text{ m/s}$ .



Slika 9: Primer sestave vgrajenih plasti stene  
(Lastni vir)

Plast	Material	Debelina [m]	Toplotna prevodnost $\lambda$ [W/(mK)]
1	Droben gramoz	0,1	0,9
2	Droben pesek	0,1	0,9
3	Beton	0,3	1,1
4	Hidroizolacija	0,0002	0,19
5	Stiropor	0,05	0,039
6	Estrih tlak	0,07	1,4
7	Keramika	0,02	1,005

Tabela 3: Toplotne lastnosti gradbenih materialov kletnih tal  
(Lastni vir)

### Izračun toplotne prehodnosti kletnih tal

Z naslednjo enačbo smo določili toplotno prehodnost tal kleti, kjer je na notranji strani mejna plast keramika, na zunanji strani pa droben gramoz. Vmesne plasti snovi sledijo zapovrstjo, kot je navedeno v tabeli 3.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{8} + \frac{0.1}{0.9} + \frac{0.1}{0.9} + \frac{0.3}{1.1} + \frac{0.0002}{0.19} + \frac{0.05}{0.039} + \frac{0.07}{1.4} + \frac{0.02}{1.005}$$

$$U = 0,50 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

Plast	Material	Debelina [m]	Toplotna prevodnost $\lambda$ [W/(mK)]
1	Fini omet	0,02	0,09
2	Grobi omet	0,02	0,09
3	Betonski votlak	0,3	0,74
4	Lepilo	0,004	0,8
5	Penjen beton – siporeks	0,05	0,13
6	Perlit	0,03	0,48

Tabela 4: Toplotne lastnosti gradbenih materialov kletnih sten  
(Lastni vir)

### Izračun toplotne prehodnosti kletnih zidov

Z naslednjo enačbo (Vedevarz et al., 2005) smo določili toplotno prehodnost sten kleti, kjer je na notranji strani mejna plast fini omet, na zunanji strani pa perlit. Vmesne plasti snovi pa gredo po vrsti, kot je navedeno v tabeli 4 od zgoraj navzdol.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{8} + \frac{0,02}{0,09} + \frac{0,02}{0,09} + \frac{0,3}{0,74} + \frac{0,004}{0,8} + \frac{0,05}{0,13} + \frac{0,03}{0,48} + \frac{1}{25}$$

$$U = 0,68 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Plast	Material	Debelina [m]	Toplotna prevodnost $\lambda$ [W/(mK)]
1	Fini omet	0,02	0,09
2	Grobi omet	0,02	0,09
3	Beton	0,3	0,48
4	Lepilo	0,004	0,8
5	Penjen beton – siporeks	0,05	0,13
6	Zadnji sloj	0,03	0,48

Tabela 5: Toplotne lastnosti gradbenih materialov stene pritličja  
(Lastni vir)

### Izračun toplotne prehodnosti stene pritličja

Z naslednjo enačbo smo določili toplotno prehodnost sten pritličja, kjer je na notranji strani mejna plast fini omet, na zunanji strani pa perlit. Vmesne plasti snovi sledijo zapovrstjo, kot je navedeno v tabeli 5.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{8} + \frac{0,02}{0,09} + \frac{0,02}{0,09} + \frac{0,3}{0,58} + \frac{0,004}{0,8} + \frac{0,05}{0,13} + \frac{0,03}{0,48} + \frac{1}{25}$$

$$U = 0,59 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Plast	Material	Debelina [m]	Toplotna prevodnost $\lambda$ [W/(mK)]
1	Omet	0,02	0,09
2	Betonska plošča	0,15	1,7
3	Stiropor	0,07	0,039
4	Tlak, estrih	0,05	1,4
5	Pohodna plast	0,01	0,23

Tabela 6: Toplotne lastnosti gradbenih materialov stropa kleti in pritličja  
(Lastni vir)

#### Izračun toplotne prehodnosti stropa kleti in pritličja

Z naslednjo enačbo (Vedevarz et al., 2005) smo določili toplotno prehodnost AB-plošče med kletjo in pritličjem, kjer je na spodnji strani mejna plast omet, na zgornji strani pa pohodna plast – pohodna površina. Vmesne snovi sledijo zapovrstjo, kot je navedeno v tabeli 6.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{8} + \frac{0,02}{0,09} + \frac{0,15}{1,7} + \frac{0,07}{0,039} + \frac{0,05}{1,4} + \frac{0,01}{0,23} + \frac{1}{25}$$

$$U = 0,42 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Plast	Material	Debelina [m]	Toplotna prevodnost $\lambda$ [W/(mK)]
1	Fini omet	0,02	0,09
2	Grobi omet	0,02	0,09
3	Beton	0,3	0,48
4	Lepilo	0,004	0,8
5	Penjen beton – siporeks	0,05	0,13
6	Zunanji zaščitni sloj	0,03	0,48

Tabela 7: Toplotne lastnosti gradbenih materialov stene  
(Lastni vir)

### Izračun toplotne prehodnosti stene v nadstropju

Z naslednjo enačbo (Vedevarz et al., 2005) smo določili toplotno prehodnost sten zgornjega nadstropja, kjer je na notranji strani mejna plast fini omet, na zunanji strani pa zaščitni sloj. Vmesne plasti sledijo zapovrstjo, kot je navedeno v tabeli 8.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{8} + \frac{0,02}{0,09} + \frac{0,02}{0,09} + \frac{0,3}{0,48} + \frac{0,004}{0,8} + \frac{0,05}{0,13} + \frac{0,03}{0,48} + \frac{1}{25}$$

$$U = 0,59 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Plast	Material	Debelina [m]	Toplotna prevodnost $\lambda$ [W/(mK)]
1	Opaž – ladijski pod	0,02	0,25
2	Slepi opaž – deske	0,02	0,25
3	Steklena volna	0,15	0,037

Tabela 8: Toplotne lastnosti stropnih konstrukcij nad zgornjim nadstropjem  
(Lastni vir)

### Izračun toplotne prehodnosti stropnih konstrukcij nadstropja

Z naslednjo enačbo smo določili toplotno prehodnost stropnih konstrukcij (Vedevarz et al., 2005), kjer je na notranji strani mejna plast opaž, na zunanji strani pa steklena volna v panelu. Vmesne snovi sledijo zapovrstjo, kot je navedeno v tabeli 8.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{8} + \frac{0,02}{0,25} + \frac{0,02}{0,25} + \frac{0,15}{0,037} + \frac{1}{25}$$

$$U = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$$

V tabeli 8 so podane toplotne prehodnosti tal, sten in stropov opazovanega objekta. Vse toplotne prehodnosti se izračunajo po enačbi 3.1. V tabeli 8 je podana primerjava med izračunanimi toplotnimi prehodnostmi, ki močno presegajo največje dovoljene toplotne prehodnosti, kot so zapisane v Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah – PURES (2017).

	Stena – klet	Stena – klet	Zid – pritličja	Strop – kleti in pritličja	Stena – mansarde	Strop – mansarde	Okna, Jelovica	Lesena vrata s stekli	Vrata, garaža
U [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,50	0,68	0,59	0,42	0,59	0,22	3,1	3,0	1,6

Tabela 9: Zbrane toplotne prehodnosti  
(Lastni vir)

V nadaljevanju je za namene primerjave z našo izbrano realno stavbo predstavljeno zakonsko okolje, ki ga predpisuje PURES (2017).

PURES (2017) določa tehnične zahteve za učinkovito rabo energije v stavbah na področju toplotne zaščite, ogrevanja, hlajenja, prezračevanja ali kombinacijo le-teh, pripravo tople vode in razsvetljave v stavbah. Pravilnik se uporablja pri gradnji novih stavb in prenovitvi stavbe ali njenega dela, kjer se poseže v najmanj 25 % površine toplotnega ovoja. Če se pri prenovitvi posameznega dela stavbe posega v manj kot 25 % površine toplotnega ovoja ali če se prenavlja stavba z bruto tlorisno površino, manjšo od 50 m<sup>2</sup>, je treba dela izvesti v skladu s toplotnimi prehodnostmi, ki so omenjene v spodnji tabeli, ter tehničnimi smernicami za graditev o učinkoviti rabi energije, predstavljenimi v tabeli 10.

Pri zagotavljanju učinkovite rabe energije v stavbah je treba upoštevati celotno življenjsko dobo trajanja stavbe, podnebne podatke, lego in orientiranost, parametre notranjega okolja, materiale konstrukcije in ovoja, njeno namembnost, vgrajene sisteme in naprave ter uporabo obnovljivih virov energije (PURES, 2017).

7. člen pravilnika (PURES, 2017) narekuje mejne vrednosti za energijsko učinkovito stavbo. Nadalje v 21. členu pravilnik (PURES, 2017) določa prehodno obdobje (do 31. decembra 2014), v katerem nekoliko omili te zahteve, predvsem za stanovanjske stavbe. Pogoji za energetska učinkovitost stavbe so:

- specifične transmisijske toplotne izgube  $H_T$  (W/(m<sup>2</sup>/K)) =  $H_T/A$  ne presegajo:

$$H_T \leq 0,28 + \frac{\theta_l}{300} + \frac{0,04}{f_0} + \frac{z}{4} \quad (2)$$

Za merila velja:

- če je  $f_0 < 0,2$ , se upošteva, da je  $f_0 = 0,2$ ,

- če je  $f_0 > 1,0$ , se upošteva, da je  $f_d = 1,0$ ;
- dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje  $Q_{NH}$ , preračunana na enoto kondicionirane površine  $A_u$  oziroma prostornine  $V_e$  stavbe, ne presega naslednje vrednosti za stanovanjske stavbe:

$$\frac{Q_{NH}}{A_u} \leq 45 + 60 \cdot f_0 - 4,4 \cdot \theta_l \text{ [kWh/(m}^2\text{a)]} \quad (3)$$

$$\text{(prehodno obdobje): } \frac{Q_{NH}}{A_u} \leq 56 + 60 \cdot f_0 - 4,5 \cdot \theta_l \text{ [kWh/(m}^2\text{a)]}; \quad (4)$$

- letna primarna energija za delovanje sistemov v stavbi  $Q_p$ , preračunana na enoto ogrevane površine stavbe  $A_u$ , ne presega:
  - za stanovanjske stavbe:  $\frac{Q_p}{A_u} = 200 + 1,1 (60 \cdot f_0 - 4,4 \cdot \theta_l)$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] (5)
  - (prehodno obdobje):  $\frac{Q_p}{A_u} = 200 + 1,1 (60 \cdot f_0 - 4,4 \cdot \theta_l)$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)]; (6)
- ne sme biti presežena nobena od mejnih vrednosti, določenih v tabeli 10.

PURES (2017) predpisuje in priporoča omejitve maksimalne porabe energije za ogrevanje oziroma klimatizacijo stavbe. Lokacija in oblika stavbe vplivata na omejitev maksimalne dovoljene energije za ogrevanje. Oba parametra predstavljata pomembna vidika o bioklimatskem načrtovanju stavb, ki temelji na čim boljšem izkoristku danega okolja. Živimo v času, ko je treba paziti na porabo energije. Zavedati se moramo, da veliko privarčujemo z zmanjšanjem potrebne energije za ogrevanje.

S tem tudi manj obremenimo okolje, v katerem živimo, zato moramo že vnaprej celoten trud usmeriti v načrtovanje stavb z majhnimi potrebami po ogrevanju oziroma hlajenju. V našem primeru sicer ne načrtujemo stavbe vnaprej, vendar je kljub temu smiselno primerjati našo izbrano stavbo s trenutno obstoječo zakonodajo in priporočili. V ta namen je predstavljena naslednja tabela (Sun Earth Tools, 2018).

	Gradbeni elementi stavb	$U_{\max}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]
1	Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.	0,28
2	Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom – manjše površine, ki skupaj ne presegajo 10 % površine neprozornega dela zunanje stene.	0,60
3	Stene med pisarnami in stene proti stopniščem, hodnikom in drugim manj ogrevanim prostorom. Notranje stene in medetažne konstrukcije med ogrevanimi prostori različnih enot različnih uporabnikov ali lastnikov v nestanovanjskih stavbah.	0,70 0,90

4	Zunanja stena ogrevanih prostorov proti terenu.	0,35
5	Tla nad neogrevano kletjo, neogrevanim prostorom ali garažo.	0,35
6	Tla na terenu in tla nad neogrevano kletjo, neogrevanim prostorom ali garažo pri panelnem – talnem ogrevanju (ploskovnem gretju).	0,30
7	Terase manjših velikosti, ki skupaj ne presegajo 5 % površine strehe.	0,60
8	Strop proti neogrevanemu prostoru, stropi v sestavi ravnih ali poševnih streh (ravne ali poševne strehe).	0,20
9	Vertikalna okna ali balkonska vrata in greti zimski vrtovi z okvirji iz lesa ali umetnih mas.	1,30
	Vertikalna okna ali balkonska vrata in greti zimski vrtovi z okvirji iz kovin.	1,60
10	Vhodna vrata.	1,60

*Tabela 10: Največja dovoljena toplotna prehodnost elementov konstrukcije  
(Vir: PURES, 2017)*

Tabela 11 vsebuje trenutno zakonsko določene maksimalne dovoljene vrednosti toplotne prehodnosti po posameznih elementih na stavbo v primerjavi z dejanskimi. Vse novogradnje morajo zadostiti predpisanim pogojem.

Največja dovoljena toplotna prehodnost elementa konstrukcije po PURES		Obstoječa realna stavba	
Gradbeni element	$U_{max}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	$U_{dej}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Gradbeni element
Tla nad neogrevano kletjo, prostorom	0,35	0,50	Tla v kleti
Zunanja stena in stena proti neogrevanim prostorom	0,28	0,68	Stena kleti
Zunanja stena in stena proti neogrevanim prostorom	0,28	0,59	Stena pritličja
Armiranobetonska plošča s pohodnim tlakom	0,35	0,42	Strop kleti in pritličja
Zunanja stena in stena proti neogrevanim prostorom	0,28	0,59	Stena nadstropja
Strop proti neogrevanemu prostoru, stropi v sestavi poševnih streh	0,20	0,22	Strop nadstropja
Vertikalna okna	1,3	3,1	Okna
Vhodna vrata	1,6	3,0	Vrata s stekli
Industrijska vhodna vrata	2,0	1,6	Vrata

*Tabela 11: Primerjava PURES in realne stavbe  
(Lastni vir)*



V tabeli 11 so primerjane dopustne toplotne prehodnosti iz PURES in dejanske toplotne prehodnosti obstoječe realne stavbe.

## 5 IZRAČUN TOPLOTNIH IZGUB OBRAVNAVANEGA INDUSTRIJSKEGA OBJEKTA

Skupne izgube toplotne moči pri ogrevanju so izračunane po naslednji enačbi (Vedevarz et al., 2005):

$$Q = Q_{\text{hpe}} + Q_{\text{ven}} + Q_{\text{RH}} \quad [W] \quad (7)$$

Kjer nastopajo naslednje veličine:

$Q_{\text{hpe}}$  ... celotne transmisijske izgube toplotne moči [W],

$Q_{\text{ven}}$  ... izgube toplote moči zaradi prezračevanja [W],

$Q_{\text{RH}}$  ... izgube toplote moči zaradi prekinjanja ogrevanja [W],

Preračun toplotnih izgub je izveden in v nadaljevanju predstavljen tako, da so najprej izračunane posamezne izgube, torej ločeno transmisijske, prezračevanje in prekinjanje ogrevanja (Vedevarz et al., 2005). Nato smo posamezne izgube sešteli po prostorih v stavbi, nato po nadstropjih in na koncu še vse skupaj sešteli. V nadaljevanju poglavja so tako predstavljeni posamezni izračuni omenjenih izgub za izbrano bazno lokacijo v Ljubljani. Za vse druge lokacije je preračun izveden povsem enako, spremeni se le vhodni podatek – zunanja projektna temperatura zraka.

Transmisijske toplotne izgube predstavljajo v večini primerov največji delež toplotnih izgub, odvisne pa so predvsem od toplotne prehodnosti stavbnega ovoja in njegove površine. Tovrstne toplotne izgube so glavni krivec za tako veliko potrebo po toploti za ogrevanje stavbe. Za omejitev le-teh bi bili najbolj smiselni aplikacija toplotne izolacije po celotnem zunanem ovoju stavbe in vgradnja velikih vetrolovov, kar pa je vprašljivo z ekonomskega vidika.

Dodatno se toplota izgublja s prezračevalnimi izgubami, vendar so le-te odvisne od prezračevanja. Tako lahko v primeru prekomernega prezračevanja porabimo bistveno več energije za ogrevanje. Izbrani način računa upošteva potrebno toploto za ogrevanje stavbe in sodobnost novejših materialov ter gradbenih tehnik in možnosti, tudi kar se tiče velikosti parcele oziroma tehničnih lastnosti parcele, na kateri opazujemo izbrani industrijski objekt.

V času prekinitve ogrevanja je moč ogrevanja zmanjšana na nič. Odvajanje toplote iz stavbe se nadaljuje in je vedno manjše, kar je odvisno od temperaturne razlike zraka v prostoru in zunanjega zraka.

Za ponovno vzpostavitev izhodiščnega toplotnega stanja je treba najprej kompenzirati (nadoknaditi) trenutne toplotne izgube stavbe, da se ustavi nadaljnje ohlajanje, nato pa nadomestiti še toplotne izgube, ki so nastale zaradi prekinitev ogrevanja. Energijsko bilanco in potrebno toplotno moč pri prekinjenem in neprekinjenem ogrevanju lahko računsko ovrednotimo (izračunamo ali izmerimo) na osnovi vsakokratnih temperaturnih razlik (PURES, 2017).

Toplotni mostovi so mesta v zunanjem ovoju stavbe, kjer toplota hitreje odteka kot na drugih delih stavbe. Taka mesta so ovoji robov, vogalov, prebojev in balkonskih delov. Na teh mestih so toplotne izgube večje kot na ravnih stenah in strehah.

## 5.1 TEMPERATURNI PODATKI IN DRUGI PODATKI

### 5.1.1 Podatki za izračun izgub toplote pri ogrevanju obravnavanega industrijskega objekta

Za izračun v prvi vrsti potrebujemo zunanjo projektno temperaturo in povprečno letno zunanjo temperaturo zraka. Podatke lahko pridobimo na strani Agencije Republike Slovenije za okolje.

- Zunanja projektna temperatura zraka:  $-13\text{ °C}$
- Temperaturni primanjkljaj, TP (za Ljubljano): 3300 Kdan
- Trajanje ogrevalne sezone, nh (za Ljubljano): 230 dni (l. okt.–15. maj)
- Temperatura tal:  $9,7\text{ °C}$

Za izračun izgub moči toplote skozi stene izbranega objekta potrebujemo še notranje in zunanje projektne temperature posameznih prostorov.

- 20/24 – notranja letna projektna temperatura/notranja zimska projektna temperatura zraka

Zaradi namena prikaza vpliva lokacije na stavbo s klimatografskega stališča smo privzeli enake notranje projektne temperature v vseh prostorih stavbe, čeprav dejansko ni tako, vendar ta poenostavitev, preračuna za namene diplomskega dela, ni bistvenega pomena. Namreč, v prostorih, kjer se dejansko izvajajo tehnični pregledi, je temperatura nekoliko nižja zaradi odpiranja in zapiranja velikih vstopno-izstopnih vrat.

### 5.1.2 Transmisijske toplotne izgube

Izračun transmisijskih toplotnih izgub ogrevanega prostora je podan z enačbo:

$$Q_{hpe} = U \cdot A \cdot (T_i - T_e) \quad [W] \quad (8)$$

Kjer je:

$Q_{hpe}$  ... toplotne izgube moči posameznega elementa stavbe [W],

$U$  ... toplotna prehodnost [ $W/(m^2K)$ ],

$A$  ... površina elementa (sten, tal, stropa) [ $m^2$ ],

$T_i$  ... notranja projektna temperatura zraka [K],

$T_e$  ... zunanja projektna temperatura zraka [K].

Primer izračuna za toplotne transmisijske izgube kletnega prostora:

$$\begin{aligned} Q_{hpe} &= (U_{tal} \cdot A_{tal} + U_{okna} \cdot A_{okna} + U_{vrata} \cdot A_{vrata} + U_{z.st.} \cdot A_{z.st.}) \cdot (T_i - T_e) \\ &= (1,45 \cdot 0,507 \cdot 16 \cdot 0,17 + 3,1 \cdot 0,84 + 1,6 \cdot 2,4 + 0,684 \cdot 13,2) \cdot (24 - (-13)) \\ &= 770,67 \text{ W} \end{aligned}$$

Za vse druge prostore v kleti preračun izvedemo enako in nato seštejemo. Skupni seštevek je prikazan v tabeli 12.

Izgube zaradi prezračevanja se izračunajo po naslednji enačbi:

$$Q_{vep} = V_p \cdot \frac{n}{3600} \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_i - T_e) \quad [W] \quad (9)$$

Kjer nastopajo naslednje veličine:

$Q_{vep}$  ... izgube zaradi prezračevanja prostora [W],

$n$  ... stopnja izmenjave zraka [ $h^{-1}$ ],

$V_p$  ... volumen prostora [ $m^3$ ],

$\rho$  ... gostota zraka  $1,325 \text{ kg/m}^3$  (pri  $24 \text{ }^\circ\text{C}$ ),

$c_p$  ... specifična toplota zraka  $1005,75 \text{ J/(kgK)}$  (pri  $24 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Primer toplotnih prezračevalnih izgub v kletnem prostoru:

$$Q_{vep} = 38,4 \cdot \frac{0,5}{3600} \cdot 1,325 \cdot 1005,75 \cdot (24 - (-13)) = 241,54 \text{ W}$$

Za vse druge prostore v kleti preračun izvedemo enako in nato seštejemo (Prek, 2013). Skupni rezultati in seštevek so prikazani v tabeli 12.

Vpliv prekinjanja ogrevanja se izračuna po naslednji enačbi:

$$Q_{RH} = A \cdot f_{RH} \quad [W] \quad (10)$$

Kjer je:

A ... površina tal ogrevanega prostora [m<sup>2</sup>],

$f_{RH}$  ... korekcijski faktor za upoštevanje časa segrevanja v odvisnosti od predpostavljenega znižanja temperatur.

Primer toplotnih izgub zaradi prekinjanja ogrevanja v kletnem prostoru:

$$Q_{RH} = 16 \cdot 11 = 176 \text{ W}$$

Za vse druge prostore v kleti preračun izvedemo enako in nato seštejemo. Skupni rezultati in seštevek so prikazani v tabeli 11.

Na isti način izvedemo preračun še za prostore v pritličju in prostore v nadstropju, nato vse skupaj seštejemo, s čimer dobimo skupne izgube za izbrano stavbo. Vsi rezultati in seštevki so prikazani v tabeli 11.

		Transmisijske toplotne izgube [W]	Prezračevalne toplotne izgube [W]	Vpliv prekinjanja ogrevanja [W]
KLETNI PROSTORI		770,7	241,5	176,0
		160,7	171,2	41,6
		443,3	221,9	161,7
		356,4	170,6	124,3
		709,4	388,6	283,1
		1035,6	339,6	247,5
		30,7	100,4	73,1
		<b>Seštevek</b>	<b>3506,8</b>	<b>1633,8</b>
PRITLIČJE		1236,8	388,6	283,1
		1046,3	1018,9	247,5
		774,3	246,1	179,3
		279,3	71,7	41,8
		873,6	221,9	161,7
		304,1	0,00	0,00
		9,9	0,00	0,00
		<b>Seštevek</b>	<b>4524,9</b>	<b>1947,2</b>
NADSTROPJE		62,2	279,3	203,5
		347,1	1037,1	176,0
		185,3	81,8	343,2
		665,8	326,1	237,6
		587,4	294,4	214,5
		100,5	267,2	64,9
		76,9	137,4	100,1
		<b>Seštevek</b>	<b>2025,2</b>	<b>2423,2</b>

Seštevek skupaj	10056,8	6004,2	3360,6

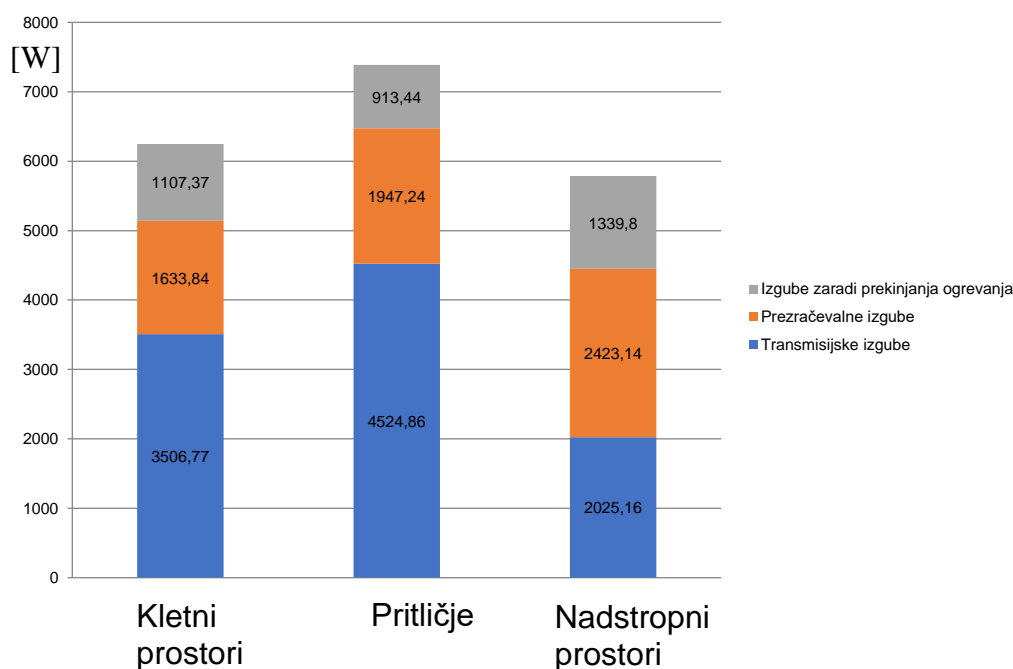
*Tabela 12: Zbirna preglednica toplotnih izgub obravnavane stavbe za lokacijo v Ljubljani*  
(Lastni vir)

Vse izgube so preračunane samo za obdobje kurilne sezone, kadar je notranja projektna temperatura v prostorih enaka 24 °C. V obdobju nekurilne sezone bi morali upoštevati še toplotne izgube hlajenja. Namen dela je predstavitev spreminjanja potrebne grelne toplote po lokacijah, v primeru hladilne sezone bi prišeli še izgube hlajenja. Skupni seštevek vseh izgub na lokaciji v Ljubljani tako znaša 19421,6 W.

Na sliki 10 so grafično prikazane razlike oziroma razmerja med posameznimi oblikami izgub po nadstropjih izbrane stavbe na lokaciji v Ljubljani. Kot vidimo, so največje transmisijske izgube v pritličju, kar je logičen rezultat, saj je v pritličju največ delovnih prostorov, s tem pa tudi največ steklenih površin in vrat.

Največ prezračevalnih izgub je v nadstropnih pisarnah zaradi stropne konstrukcije. Največje izgube zaradi prekinjanja ogrevanja so prav tako v nadstropnih prostorih, prav tako zaradi ovetrenosti, saj se s tem prostori najhitreje ohladijo.

Največ skupnih izgub je v pritličju, najbolj proporcionalno porazdeljene pa so izgube v nadstropnih prostorih.



Slika 10: Razmerja posameznih izgub po nadstropjih za lokacijo v Ljubljani  
(Lastni vir)

Projektna temperatura [°C]	Lokacija	Izgube toplotne moči [W]
-13	Jesenice	19961,7
-13	Ljubljana	19961,6
-13	Maribor	19961,7
-13	Novo mesto	19961,7
-13	Sežana	19961,6

Tabela 13: Izgube toplotne moči po lokacijah glede na projektno temperaturo zraka  
(Lastni vir)

### 5.1.3 Energija za ogrevanje

Izračunana izguba toplotne moči za ogrevanje stavbe pri projektnih pogojih je enaka potrebni toplotni moči ogrevalne naprave (npr. kotla). Na osnovi poznane potrebne toplotne moči ogrevalne naprave za ogrevanje stavbe, zmanjšane za delež, povezan s prekinitvami ogrevanja, in podatkov o temperaturnem primanjkljaju lahko za posamezne lokacije izračunamo potrebno letno energijo (toploto) za ogrevanje stavbe (Prek, 2013).

$$Q_{ogr} = Q \cdot \frac{24 \cdot TP}{\Delta T_p} \cdot k \quad [kWh] \quad (11)$$

Kjer nastopajo naslednje veličine:

$Q_{ogr}$  ... toplota za ogrevanje stavbe v kurilni sezoni [kWh],

$TP$  ... temperaturni primanjkljaj za kraj, kjer stoji zgradba [dan K/leto],

$Q$  ... izračunana potrebna toplotna moč za ogrevanje stavbe [kW],

$\Delta T_p$  ... projektna temperaturna razlika [°C],

$K = (T_n - T_z) / (20 - T_z)$  ... korekcija, če je  $T_n$  različna od 20 °C,

$T_n$  ... notranja temperatura v času ogrevalne sezone [°C],

$T_z$  ... povprečna zunanja temperatura v času ogrevalne sezone [°C] (20-TP/št. ogr. dni).

Primer izračuna za Ljubljano (povprečna letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe):

$$Q_{ogr} = 16 \text{ kW} \cdot \frac{24 \text{ h} \cdot 3300 \text{ dan K}}{(24 - (-13)) \text{ K leto}} \cdot \frac{(24 - 5,7) \text{ K}}{(20 - 5,7) \text{ K}} = 43964 \text{ [kWh/leto]}$$

Za lažjo predstavo to pomeni približno 5495 litrov ekstra lahkega kurilnega olja/leto ob predpostavki, da je kurilnost EL(KO)  $\approx$  10 kWh/lit in povprečni letni izkoristek kotla 80 %.

$V_{ELKO} = Q_{ogr} / (10 \text{ kWh/lit} * 0,8) \dots$  letna poraba EL kurilnega olja

Lokacija	TP [dan K/leto]	Št. ogr. dni [dan]	Tz [°C]	Qogr [kWh/leto]	EL(KO) [lit/leto]
Jesenice	4300	310	6.1	57715	7214
Ljubljana	3300	230	5.7	43964	5495
Maribor	3300	235	6.0	44172	5522
Novo mesto	3100	230	6.5	41880	5235
Sežana	3100	250	7.6	42714	5339

Tabela 14: Temperaturni primanjkljaj po izbranih lokacijah  
(Lastni vir)

#### 5.1.4 Primerjava dejanske porabe toplote za lokacijo v Ljubljani za leto 2018

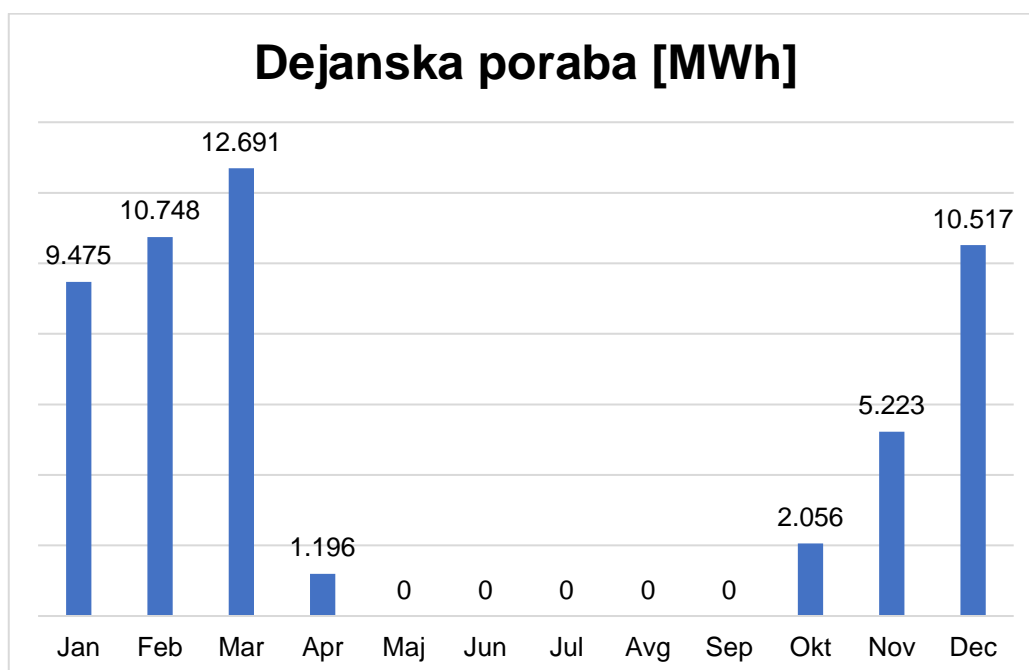


Tabela 15: Dejanska poraba toplotne energije, porazdeljena po mesecih  
(Lastni vir)

Zgornja slika prikazuje podatke dejanske porabe toplotne energije, odčitane iz vgrajenega števecja oziroma merilnega mesta na vhodu v sistem. Kot je razvidno s slike, je največja poraba toplotne energije v objektu smiselno razporejena po zimskih mesecih. Skupna količina toplote, potrebne za ogrevanje objekta, je 51,9 MWh. Podatki veljajo za leto 2018 in lokacijo v Ljubljani. Razlika med dejansko in teoretično porabo toplotne energije znaša 7,942 MWh. Razliko lahko smiselno razložimo s

povprečenjem večletnih podatkov. Namreč, teoretična osnova za določanje potrebne toplotne energije je povprečje večletnega opazovanja okolja. V realnosti pa lahko pride do tekočega leta, ki mogoče bistveno odstopa od povprečnih letnih vrednosti. Tako se je glede na podatke zgodilo tudi leta 2018. Če upoštevamo dejstvo, da leto 2018 ne sodi med zime z večjim temperaturnim primanjkljajem (TP), lahko sklepamo, da smo pri izračunu toplotnih izgub upoštevali premajhen faktor izmenjave zraka (vrata z veliko površino v tehnični prostor se pogosto odpirajo) in s tem dobili nekoliko manjšo teoretično potrebo po toploti, kot je dejanska.

## 6 IZRAČUN UPORABLJIVIH SOLARNIH DOBITKOV

### 6.1 OPIS NAČINA PRERAČUNA

Podatke oziroma izračune smo opravili s pomočjo programskega paketa na spletni strani [www.sunearthtools.com](http://www.sunearthtools.com) (ARSO, 2018d). Omenjeni programski paket omogoča preračun količine toplotne obsevanosti, in sicer za posamezno geolokacijo, podano z GPS-koordinatami.

Program omogoča izpis števila ur in solarne toplotne obsevanosti za posamezni dan. Izračun smo opravili na uro natančno. Iz preračuna dobljeno enoto [Wh/m<sup>2</sup>] smo delili s količino ur obsevanosti v dnevu in množili s površino ostrešja.

Površino ostrešja smo korigirali s priporočenim faktorjem, namreč celotno ostrešje ni vedno na spremenljiv naklonski kot obsevanja enako kvantitetno obsevano. Priporočen faktor 0,66 smo našli v literaturi (Prek, 2013b).

Globalno sončno sevanje je vsota vseh trenutnih delnih prispevkov omenjenih vrst sevanj (neposredno, difuzno in odbito). Prispevki neposrednega sevanja so pomembni predvsem za pretvorbo sončne energije v električno ali toplotno energijo, v manjši meri pa tudi za pretvorno difuznega in odbitega sevanja.

### 6.2 PRERAČUN SOLARNIH DOBITKOV TOPLOTNE MOČI ZA LOKACIJO V LJUBLJANI

Preračun je izveden po naslednji enačbi (Prek, 2013b):

$$Q_{sol} = Q_{sol,spec.} \cdot A_{ostr.} \cdot \mu \quad [W] \quad (12)$$

V enačbi nastopajo naslednje veličine (Vedevarz et al., 2005):

$Q_{sol,spec.}$  ... specifična količina toplotne obsevanosti [Wh/m<sup>2</sup>],

$A_{ostr.}$  ... površina ostrešja [m<sup>2</sup>],



$\mu$  ... korekcijski faktor količine površine obsevanosti [1].

Specifično količino toplotne obsevanosti za izbrano lokacijo, ki smo jo dobili kot izhodni podatek iz uporabljenega programskega paketa, smo pomnožili z velikostjo površine ostrešja in rezultat korigirali s korekcijskim faktorjem  $\mu$ , ki predstavlja površinski izkoristek obsevanosti površine. V izračunu pa ni upoštevan izkoristek fotovoltaičnih celic.

Primer izračuna za lokacijo v Ljubljani za leto 2018:

$$Q_{sol} = \frac{394,26kWh}{m^2} 203,6m^2 \cdot 0,66 = 52,823 MWh$$

Za izračun uporabnih površin ravne strehe smo predpostavili 66 % celotne površine ostrešja. S tem je upoštevano, da ni celotno ostrešje primerno za obravnavo obsevanost z enako intenziteto. Uporabni delež ostrešja je lahko v realnosti zelo raznolik glede na mikrolokacijo stavbe. Tako je izbrani faktor neka vesplošno priporočena vrednost, podana v strokovnih virih.

### 6.3 PRERAČUN SOLARNIH DOBITKOV ZA VSE LOKACIJE

	Energija obsevanja/letno [kWh/m <sup>2</sup> ]	Energija obsevanja [kWh]
Jesenice	453.758	60794.5
Ljubljana	394.263	52823.36
Maribor	410.574	55008.7
Novo mesto	419.666	56226.85
Sežana	465.831	62412.04

*Tabela 16: Izračunana letna energija sončnega obsevanja  
(Lastni vir)*

V tabeli 16 so prikazani podatki iz programskega paketa, in sicer specifična toplotna obsevanost in naš izračun količine dobljene toplote glede na posamezno izbrano lokacijo.

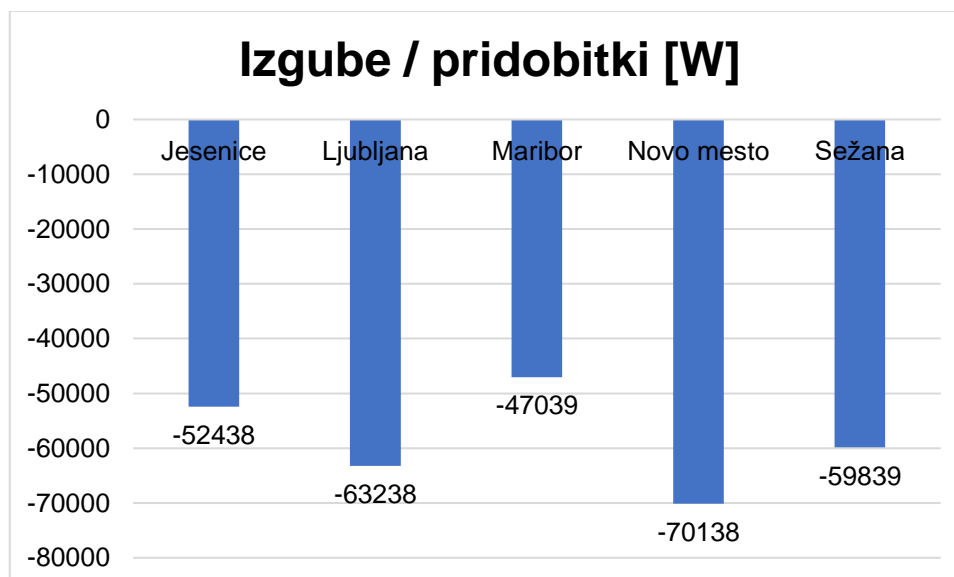
Vidimo, da bi teoretično lahko veliko energije, potrebne za ogrevanje, pridobili iz sonca, vendar bi v praksi za to potrebovali učinkovite sprejemnike in hranilnike toplote, iz katerih bi potem po potrebi odvzemali toploto za ogrevanje objekta.

## 7 SEŠTEVEK VSEH IZGUB IN DOBITKOV PO POSAMEZNIH LOKACIJAH

Projektna temperatura zraka in lokacija		Toplotne izgube po lokacijah	Toplota, pridobljena iz sonca	Razlika	
[°C]		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[W]
-13	Jesenice	57715	60794.5	-3079.5	-52438
-13	Ljubljana	43964	52823.36	-8859.36	-63238
-13	Maribor	44172	55008.7	-10836.7	-47039
-13	Novo mesto	41880	56226.85	-14346.9	-70138
-13	Sežana	42714	62412.04	-19698	-59839

Tabela 17: Seštevek izgub in solarnih dobitkov po posameznih lokacijah  
(Lastni vir)

V tabeli 17 je prikazano, da bi bilo teoretično možno pridobiti dovolj solarnega obsevanja za pokrivanje vseh toplotnih izgub izbrane stavbe ali celo več od potrebnega. Negativen predznak izračuna predstavlja rezultat, ki potrjuje, da bi bilo možno pokriti vse toplotne izgube z obsevanjem, če bi bilo možno shraniti vso toploto, pridobljeno od sonca, in jo nato koristno uporabljati za ogrevanje (Vedevarz et al., 2005).



Slika 11: Seštevek toplotnih izgub in solarnih pridobitkov  
(Lastni vir)

## 8 ZAKLJUČEK

V diplomskem delu smo prišli do naslednjih zaključkov, ki so opisani v nadaljevanju. Če se projektne temperature glede na lokacijo spreminjajo precej minimalno (v našem primeru nič), se toplotne moči, potrebne za ogrevanje, ne razlikujejo prav veliko.

V začetku diplomskega dela je predpostavljeno, da je objekt na vseh petih lokacijah orientiran glede na možno postavitvev na izbrani lokaciji, kar je v realnosti možno pričakovati, saj velike izbire pri postavitvi ni. Prav tako je pomanjkljivost izvedenega preračuna to, da ni upoštevano, ali so okoliške površine zelene ali asfaltirane, kar tudi prispeva k vplivu okolja na sam objekt, namreč asfalt precej dlje časa, tudi dolgo v noč, zadržuje toploto sončnega obsevanja v sebi kot pa okoljska zelenica.

Okolje oz. projektna temperatura pomembno vpliva na način gradnje in lastnosti izbranih ter vgrajenih materialov, predvsem v toplotni ovoj stavbe. V delu smo skušali isto (gradbeno, fizikalno, mehansko konstantno) že obstoječo stavbo locirati v različna okolja.

Na področju Slovenije in predvsem na izbranih lokacijah se projektna temperatura ne spreminja, medtem ko se spreminja temperaturni primanjkljaj. Zaradi te lastnosti izbranih lokacij se potrebna toplotna moč za ogrevanje ne spreminja, se pa nekoliko spreminja količina potrebne toplote za ogrevanje za dano stavbo.

Za izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe predvidevamo, da bi se bilo smotno posvetiti predvsem problematiki nekontroliranega prezračevanja pri odpiranju vrat za vozila.

Izvedeni preračun in rezultati lahko služijo kot orodje za nadaljnjo analizo stavbe in možno priporočilo za energetsko sanacijo oziroma izboljšavo stavbe. Celoten preračun bi lahko zasnovali za celoletno obdobje, torej bi morali upoštevati še potrebe po hladu v sezoni hlajenja.

Pri prezračevanju bi bilo primerno dodatno razmisliti o izgradnji vetrolovov, zračnih zaves in rekuperaciji.

Glede izkoriščanja sončne energije za ogrevanje nam obstoječe (ekonomsko in tehnično sprejemljive) rešitve še ne omogočajo popolne nadomestitve klasičnega ogrevanja. Zato bi bilo verjetno trenutno ustrežnejše kot o sprejemnikih sončne energije za ogrevanje razmišljati v smeri vgradnje fotovoltaičnih celic na streho stavbe.

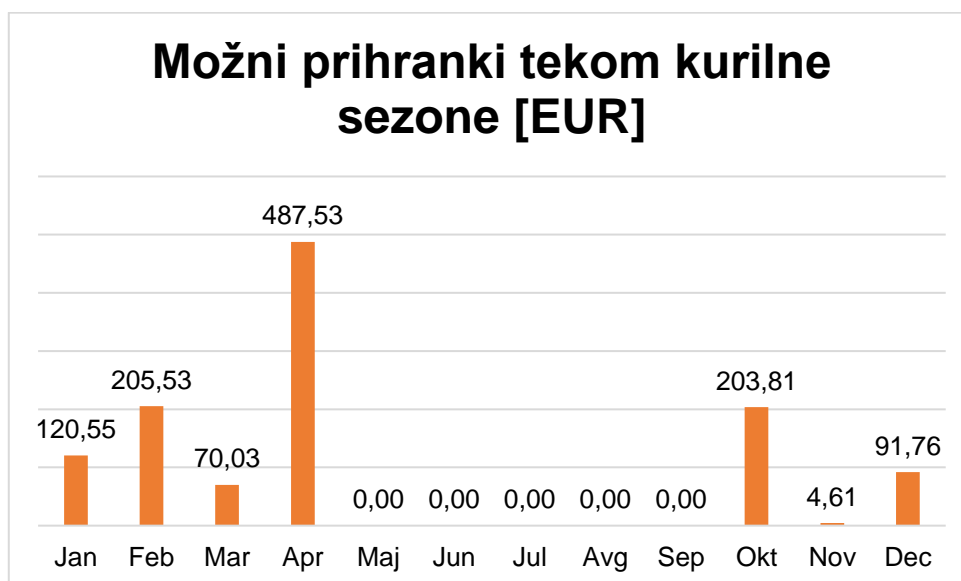
Vsaka geografska lokacija ima svoje meteorološke lastnosti, to so lastnosti zemljine, in v našem primeru še pomembnejše lastnosti zraka, kot sta temperatura in vlažnost.

Bistvena lastnost opazovanega okolja je tudi projektna temperatura, ki bistveno vpliva na način gradnje in lastnosti izbranih ter vgrajenih materialov, predvsem na toplotni ovoj stavbe.

V primeru, ko pa že obstoječo stavbo, gradbeno gledano ekvivalentno, predstavljamo po vseh izbranih lokacijah, pa ni bistvenih razlik, kar s tem diplomskim delom tudi skušamo ovreči. V tem primeru je smotrnejše razmišljati o investiciji v spremembo oziroma modernizacijo notranjega grelno-hladilnega sistema, mišljeno predvsem na natančnejšo regulacijo po conah v stavbi ter mogoče na vstopni in izstopni točki v stavbo prilagoditi, seveda glede na lokacijo, primeren vetrolov. V mislih imamo seveda največja vrata, torej vstopna in izstopna vrata za avtomobile.

Izvedeni preračun lahko služi kot orodje za nadaljnjo analizo stavbe in možno priporočilo za energetske sanacije oziroma izboljšavo stavbe. Celoten preračun bi lahko zasnovali za celoletno obdobje, torej bi morali upoštevati še potrebe po toploti v sezoni hlajenja.

Smiselno bi bilo razmisliti o vpeljavi količine možnih rekuperacijskih toplotnih tokov v analizo objekta, tako v preračun kot v realen obstoječi sistem klimatizacije stavbe. S tem bi zmanjšali toplotne izgube oziroma potrebe stavbe. Prav tako v preračunu niso upoštevani možni toplotni pridobitki, ki jih je moč pridobiti s sodobnimi energetskimi napravami, kot so toplotne črpalke, rekuperatorji in druge energetske aplikacije, ki bi lahko dolgoročno bistveno vplivali na energetsko sliko izbranega objekta, predvsem gledano na izbrano lokacijo.



*Slika 12: Možni prihranki, izraženi v EUR, porazdeljeni po mesecih, za lokacijo v Ljubljani za leto 2018*

(Lastni vir)

Zgornji diagram je smiseln zaključek celotnega preračuna oziroma analiza potrebne ogrevalne toplote za izbrani objekt na lokaciji v Ljubljani leta 2018. Prikazuje možne prihranke, izražene v denarni valuti, v primeru uporabe ekstra lahkega kurilnega olja kot energenta za ogrevanje objekta. Največ seveda lahko prihranimo v mesecu aprilu, takrat se namreč dnevi začnejo občutno daljšati in tudi dnevne temperature se začnejo bistveno višati glede na predhodne mesece. Tako je možno zaključiti, da bi bilo smiselno imeti fotovoltaično elektrarno gledano na daljši časovni rok. Namreč, skupni letni prihranki se gibljejo za lokacijo v Ljubljani v višini približno 1200 EUR.

Sicer v znesek prihrankov še ni všteta kalkulacija montaže, materiala in vzdrževalnih stroškov, ki so sicer relativno nizki. Upoštevan je izkoristek celic približno 0,21, kar sicer lahko odstopa od realnega stanja, kakor je bilo moč opaziti tudi med dejansko in teoretično potrebno ogrevalno toploto.

Tako bi lahko v nadaljevanju izvedli in predstavili preračun iz vseh izbranih/predvidenih lokacij ter naredili natančno analizo glede na pridobljene izračune možnih prihrankov v denarni valuti z namenom ugotoviti, kam in v kaj na objektu še dodatno vgraditi popravke z namenom optimizacije objekta za dano realno lokacijo, v katero bi bil ta postavljen.

## 9 LITERATURA IN VIRI

ARSO. (b. I.a). *Atlas okolja*. Pridobljeno 9. 9. 2018 z naslova [http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas\\_Okolja\\_AXL@Arso](http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso).

ARSO. (b. I.b). *Klimatološka povprečja 1981–2010*. Pridobljeno 8. 9. 2018 z naslova [http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/normals\\_81\\_10/](http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/normals_81_10/).

ARSO. (b. I.c). *Podatki za pravilnik o učinkoviti rabi energije*. Pridobljeno 14. 9. 2018 z naslova <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/pravilnik-ucinkoviti-rabi-energije/>.

ARSO. (b. I.č). *Povprečno trajanje sončnega obsevanja – pomlad obdobje: 1971–2000*. Pridobljeno 14. 9. 2018 z naslova [http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/image/sl/by\\_variable/solar-radiation/mean-bright-sunshine-duration\\_spring\\_71-00.png](http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/image/sl/by_variable/solar-radiation/mean-bright-sunshine-duration_spring_71-00.png).

ARSO. (b. I.d). *Sončno obsevanje*. Pridobljeno 14. 9. 2018 z naslova [http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/maps/description/solar\\_radiation/](http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/maps/description/solar_radiation/).

ARSO. (b. I.e). *Temperatura zraka*. Pridobljeno 9. 9. 2018 z naslova <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/maps/description/temperature/>.

ARSO. (b. I.f). *Trendi podnebnih spremenljivk in kazalcev*. Pridobljeno 4. 9. 2018 z naslova <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/trends/>.

Energetska izkaznica stavbe. (b. I.). *Temperaturni primanjkljaj*. Pridobljeno 8. 9. 2018 z naslova <http://www.energetska-izkaznica.si/energetska-ucinkovitost/temperaturni-primanjkljaj/>.

Medved, S. (1997). *Toplotna tehnika v zgradbah*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo.

*Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah*. (2017). Uradni list RS, št. 61.

Prek, M. (2013a). *Izračun projektne toplotne moči za ogrevanje*. Pridobljeno 6. 9. 2018 z naslova <http://lab.fs.uni-lj.si/los1/images/vaje/toplotne%20izgube%20-%20izracun%20projektne%20toplotne%20moi.pdf>.

Prek, M. (2013b). *Toplotne izgube: toplotna upornost homogenih konstrukcij*. Pridobljeno 20. 9. 2018 z naslova <http://lab.fs.uni-lj.si/los1/images/vaje/toplotne%20izgube%20-%20priloga.pdf>.

Stropnik, J. (1997). *Priporočila avtorjem študijskih in strokovnih publikacij na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo.

Sun Earth Tools. (b. l.). *Sunrise Sunset Calendar*. Pridobljeno 6. 10. 2018 z naslova <https://www.sunearthtools.com/solar/sunrise-sunset-calendar.php>.

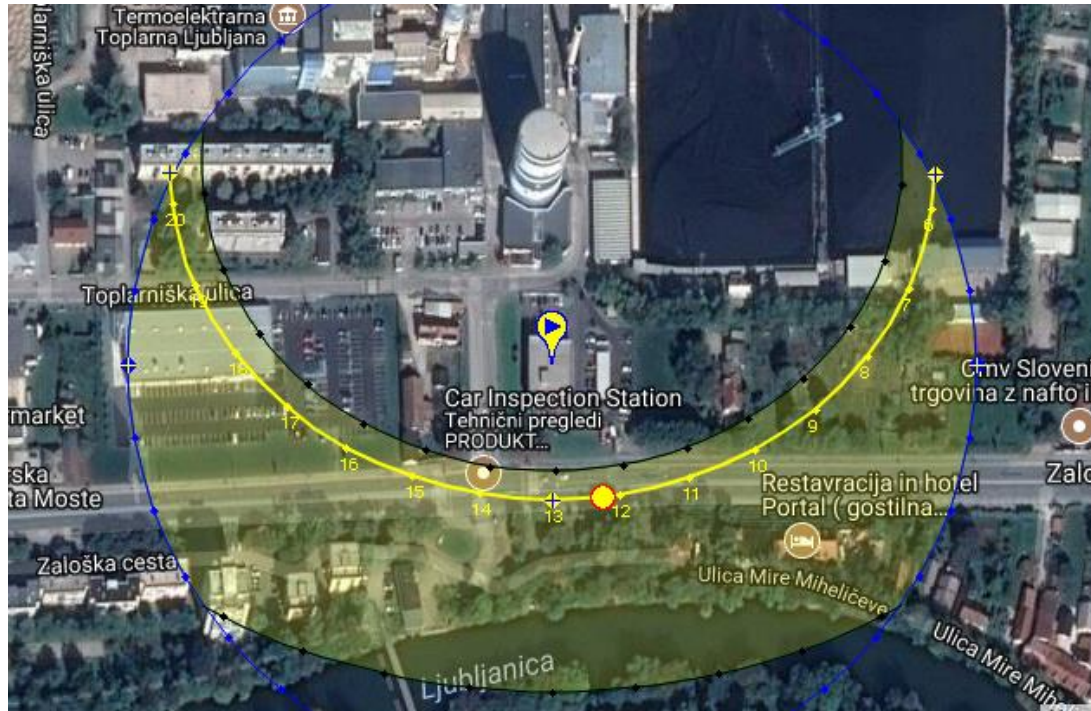
Vedevarz, A., Kumar, S. in Hussain, M. (2005). *The handbook of heating, ventilation and air conditioning for design and implementation*. B. k.: Industrial Press.

Žohar, Š. (2012). *Nasveti pri novogradnjah za doseganje energijske učinkovitosti*. Pridobljeno 14. 9. 2018 z naslova [http://www.lums.si/uploaded/datoteke/nasveti\\_pri\\_novogradnjah\\_za\\_doseganje\\_energetske\\_u%C4%8Dinkovitosti\\_26.6.2012.pdf](http://www.lums.si/uploaded/datoteke/nasveti_pri_novogradnjah_za_doseganje_energetske_u%C4%8Dinkovitosti_26.6.2012.pdf).

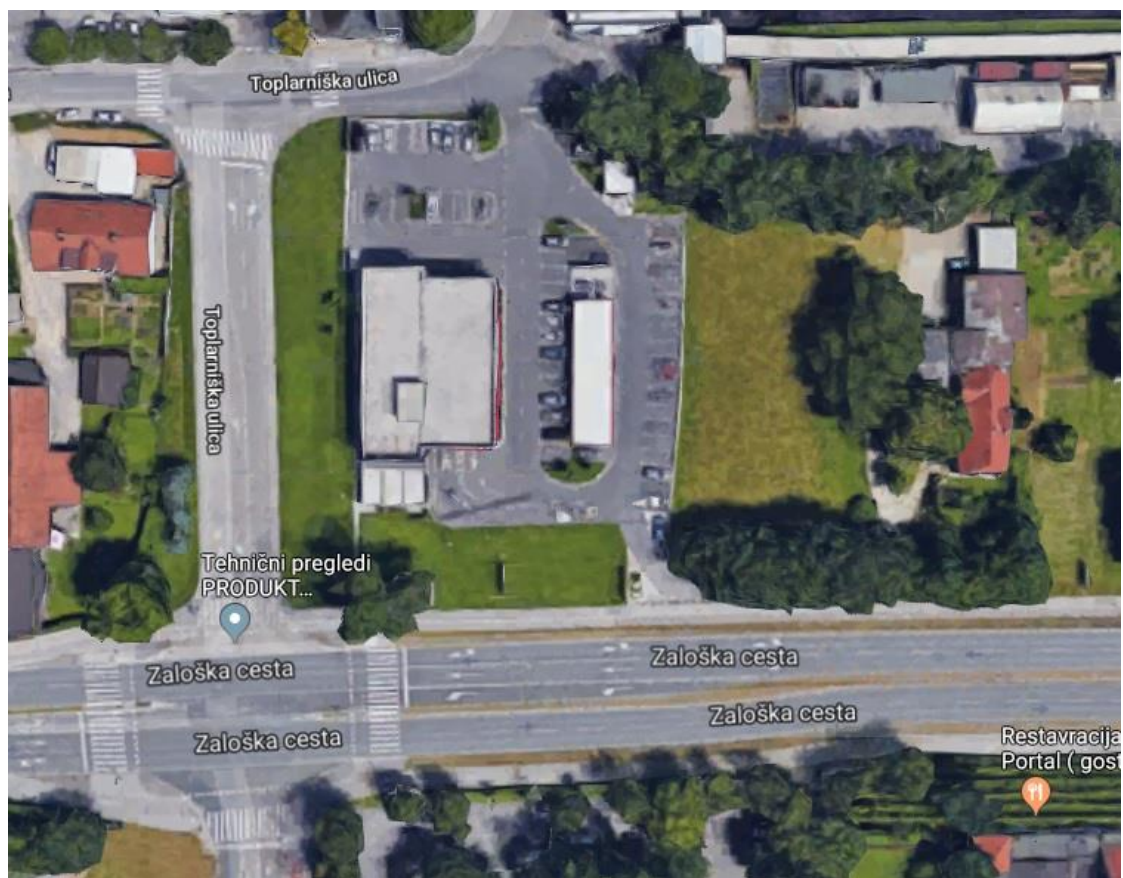


## PRILOGE

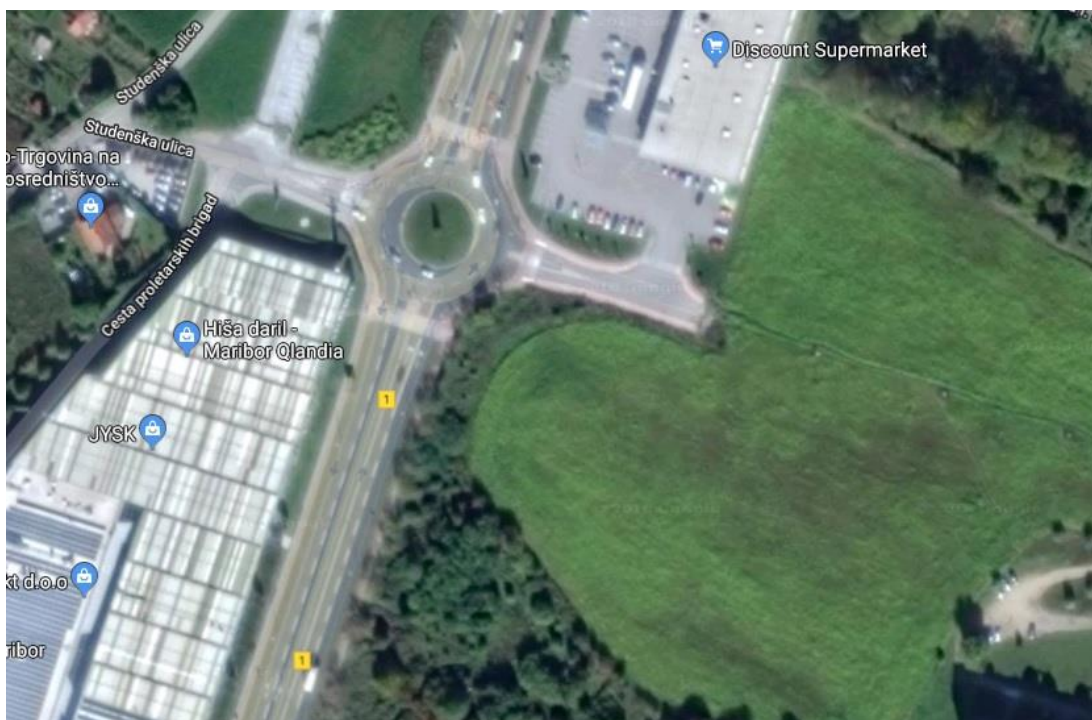
Priloga 1: Pozicija – trajektorija lege sonca glede na lokacijo LJ dne 12.3.2019



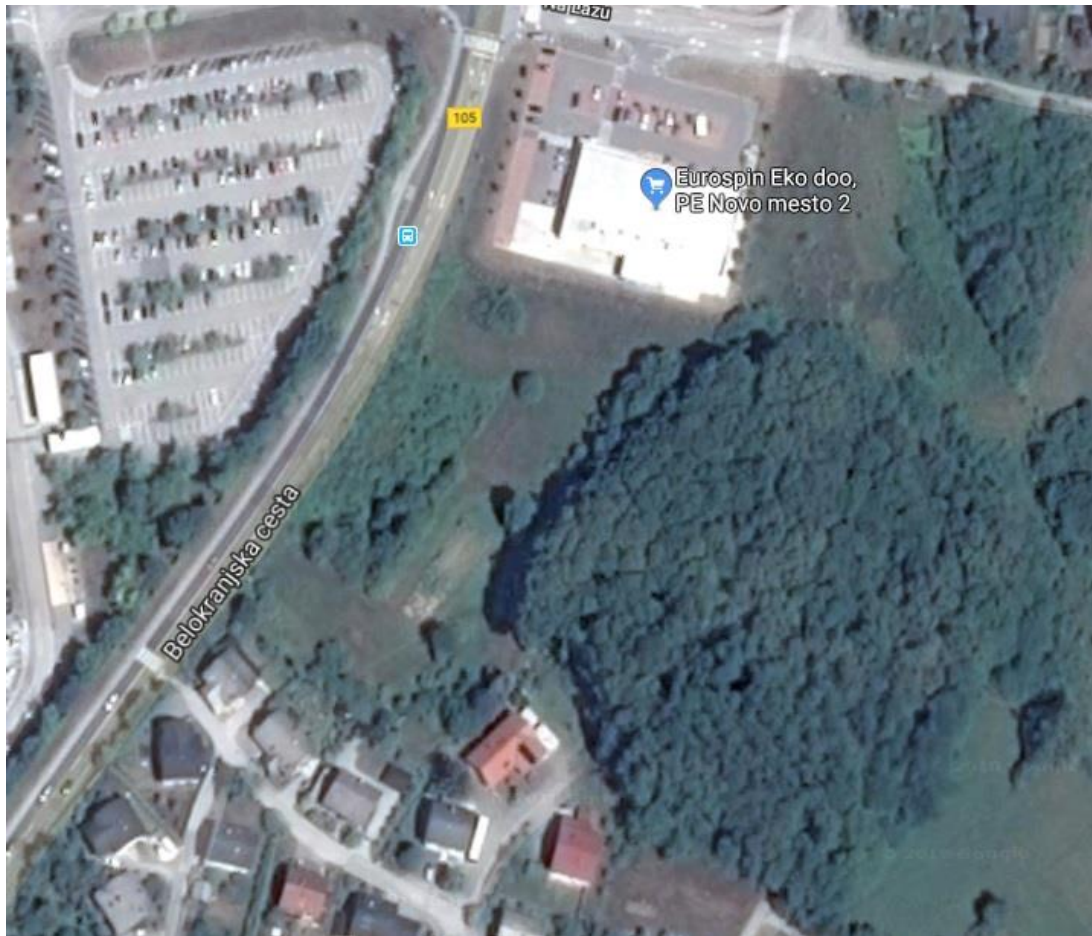
Priloga 2: Digitalna orto fotografija parcele s stavbo na lokaciji v Ljubljani



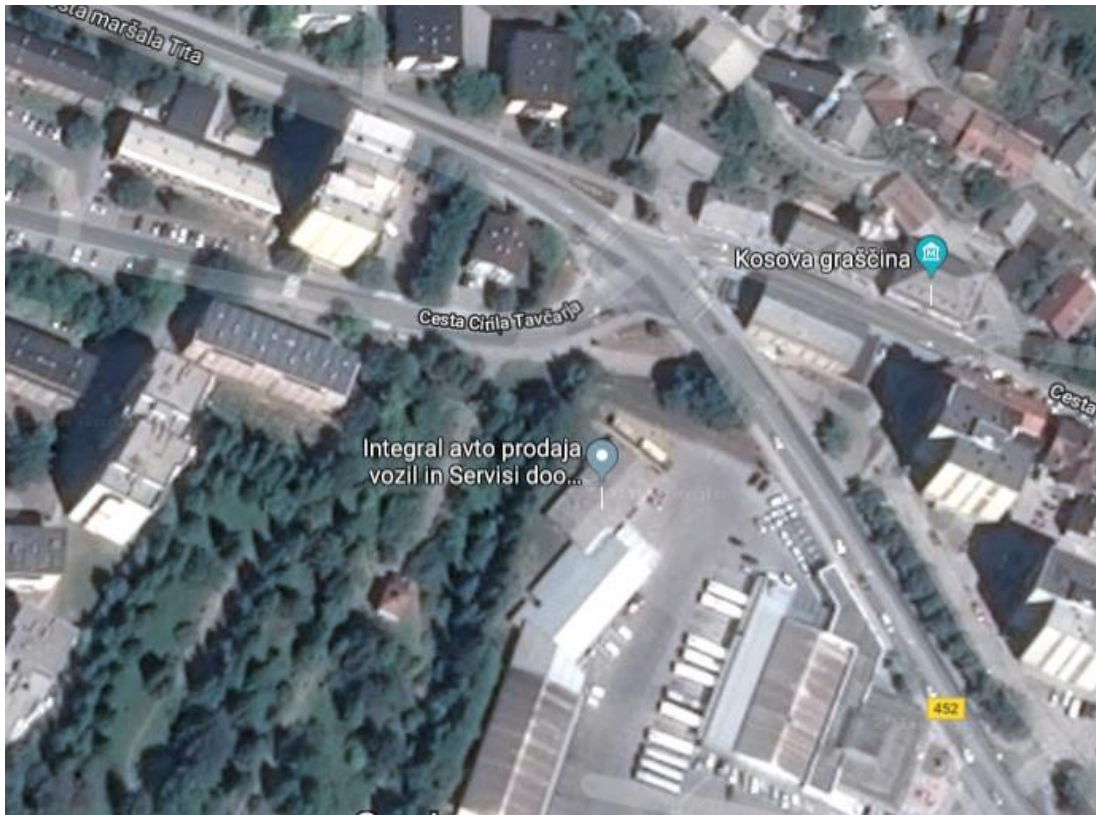
Priloga 3: Digitalna orto fotografija parcele na lokaciji v Mariboru



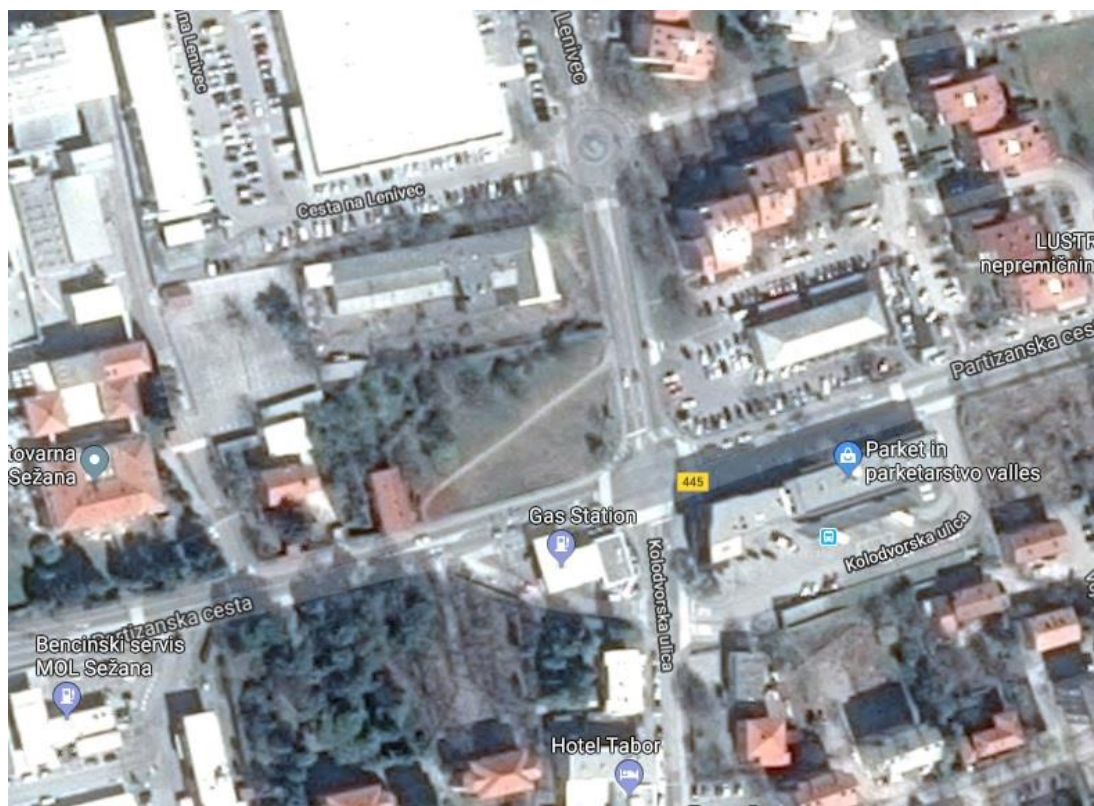
Priloga 4: Digitalna orto fotografija parcele na lokaciji v Novem mestu



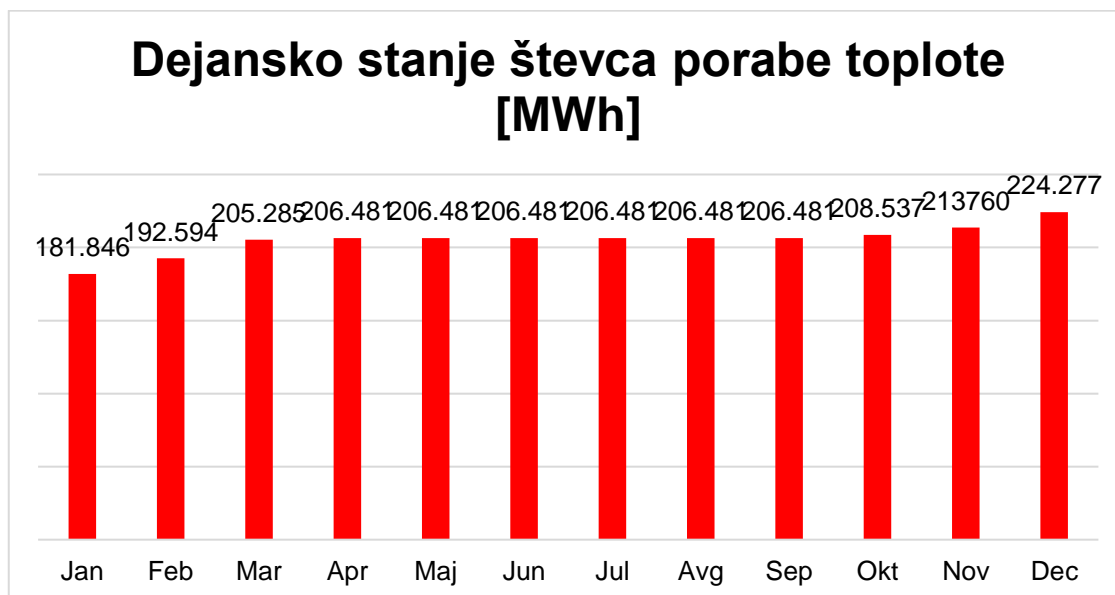
Priloga 5: Digitalna orto fotografija parcele na lokaciji na Jesenicah



## Priloga 6: Digitalna orto fotografija parcele na lokaciji v Sežani



Priloga 7: Odčitani podatki na vhodnem števcu porabe toplote za leto 2018

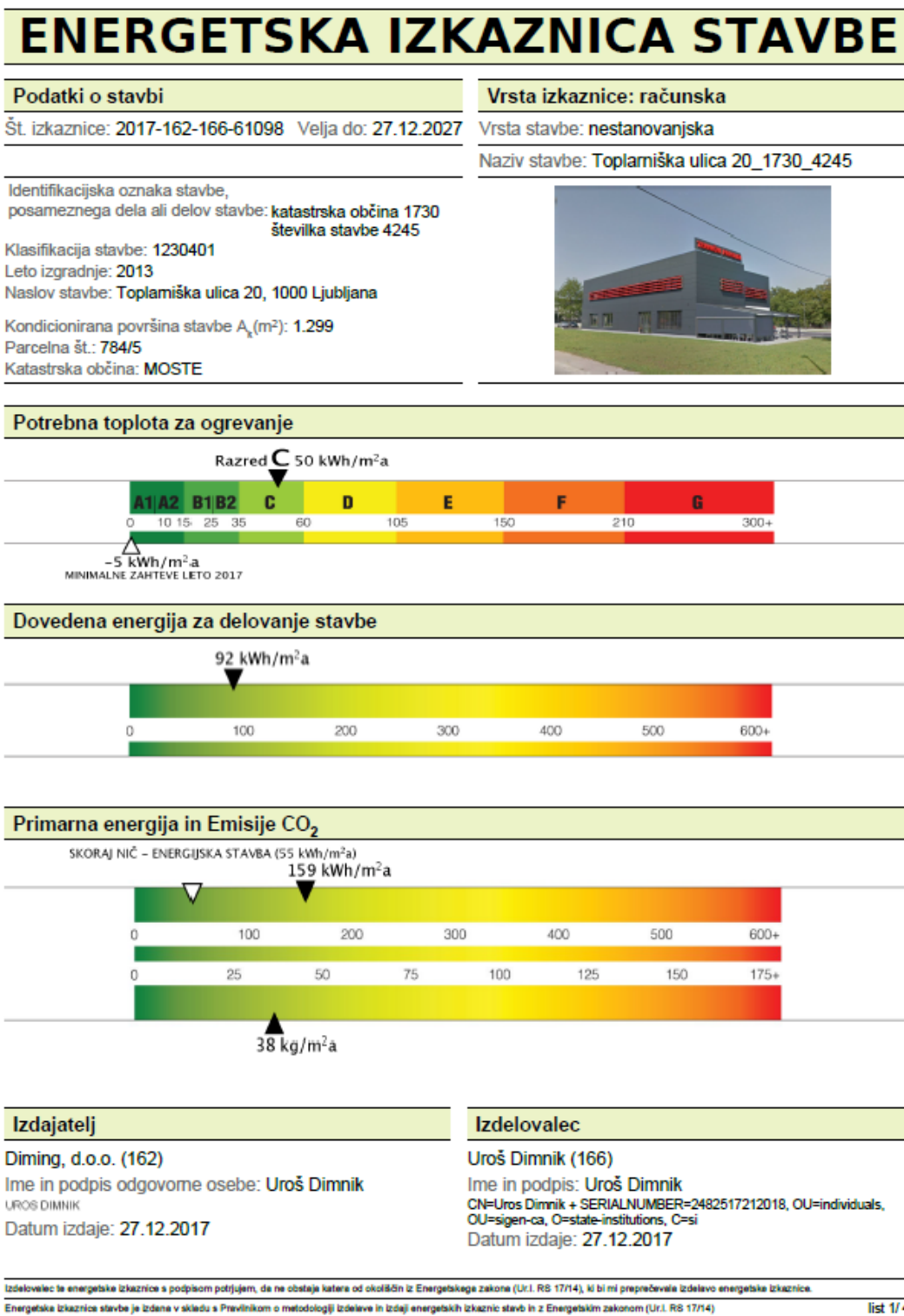


Priloga 8: Merilno mesto, števec pretoka in toplotne energije na vstopu v objekt





## Priloga 7: Energetska izkaznica objekta v Ljubljani (Energetska izkaznica stavbe, 2018)



# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

<b>Podatki o stavbi</b>	<b>Vrsta izkaznice: računska</b>
Št. izkaznice: 2017-162-166-61098 Velja do: 27.12.2027	Vrsta stavbe: nestanovanjska

## Podatki o velikosti stavbe

Kondicionirana prostornina stavbe $V_e$ (m <sup>3</sup> )	5.564
Celotna zunanja površina stavbe A (m <sup>2</sup> )	2.228
Faktor oblike $f_o = A/V_e$ (m <sup>-1</sup> )	0,40
Koordinati stavbe (X,Y)	101476, 465192

## Klimatski podatki

Povprečna letna temperatura $T_{pop}$ (°C)	9,9
--	-----

## Dovedena energija za delovanje stavbe

Dovedena energija za delovanje stavbe	Dovedena energija		Struktura rabe celotne energije za delovanje stavbe po virih energije in energentih (kWh/a)
	kWh/a	kWh/m <sup>2</sup> a	
Ogrevanje $Q_{t,n}$	71.338	55	<p>Daljinska toplota – 71338 kWh/a (60%) Električna – 48353 kWh/a (40%)</p>
Hlajenje $Q_{t,c}$	30	0	
Prezračevanje $Q_{t,v}$	0	0	
Ovlaževanje $Q_{t,st}$	0	0	
Priprava tople vode $Q_{t,w}$	21.745	17	
Razsvetljava $Q_{t,l}$	25.375	20	
Električna energija $Q_{t,aux}$	1.204	1	
<b>Skupaj dovedena energija za delovanje stavbe</b>	<b>119.692</b>	<b>92</b>	
Obnovljiva energija porabljena na stavbi (kWh/a)	0		
Primarna energija za delovanje stavbe (kWh/a)	206.489		
Emisije CO <sub>2</sub> (kg/a)	49.168		

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice: 2017-162-166-61098 Velja do: 27.12.2027

## Priporočila za stroškovno učinkovite izboljšave energetske učinkovitosti

### Ukrepi za izboljšanje kakovosti ovoja stavbe

Toplotna zaščita stropa nad kletjo  
Menjava zasteklitve  
Menjava oken  
Toplotna zaščita strehe-stropa v mansardi  
Toplotna zaščita stropa proti podstrešju  
Toplotna zaščita zunanjih sten  
Odprava konvekcijskih toplotnih mostov in izboljšanje zrakotesnosti  
Odprava transmisijskih toplotnih mostov

### Ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti sistemov KGH

Vgradnja nadzornega sistema za upravljanje s toplotnimi pritoki  
Prilagoditev moči sistema za pripravo toplote dejanskim potrebam po toploti  
Vgradnja črpalk z zvezno regulacijo  
Hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema  
Rekuperacija toplote  
Toplotna zaščita razvoda v nekondicioniranih prostorih  
Prilagoditev kapacitete prezračevalnega sistema dejanskim potrebam  
Optimiranje časa obratovanja  
Prilagoditev hladilne moči z izgradnjo hladilnika ledu  
Priklop na daljinsko ogrevanje ali hlajenje  
Optimiranje zagotavljanja dnevne svetlobe

### Ukrepi za povečanje izrabe obnovljivih virov energije

Vgradnja fotovoltaičnih panelov  
Ogrevanje na biomaso  
Prehod na geotermalne energije  
Vgradnja sistema SSE za pripravo tople vode

### Organizacijski ukrepi

Energetski pregled stavbe  
x Analiza tarifnega sistema  
x Ugašanje luči, ko so prostori nezasedeni

### Opozorilo

Nasveti so generični, oblikovani na podlagi ogleda stanja, rabe energije in izkušenj iz podobnih stavb.

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

<b>Podatki o stavbi</b>	<b>Vrsta izkaznice: računska</b>
Št. izkaznice: 2017-162-166-61098 Velja do: 27.12.2027	Vrsta stavbe: nestanovanjska

## Komentar in posebni robni pogoji

### KOMENTAR:

Energetska izkaznica je izdelana za stavbo s številko 1730\_4245 na naslovu Toplamiška ulica 20 v Ljubljani. Stavba je namenjena za potrebe tehničnih pregledov motornih vozil. V stavbi se nahaja tudi gostinski lokal in pisarniški prostori. Tla so grajena iz armirano betonske plošče, toplotne izolacije, cementnega estriha in finalne talne obloge. Zunanje stene so sestavljene iz armirano betonskih sten, toplotno izolirane s slojem toplotne izolacije in zaključene s pločevinasto oblogo fasade. Streha je grajena iz visokoprotfilirane nosilne pločevine, armirano betonske plošče, toplotne izolacije in hidroizolacijske strešne membrane.

Stavbno pohištvo je iz ALU okvirjev in troslojne zasteklitve.

Ogrevanje stavbe je urejeno preko toplotne postaje, priključene na vročevod. Grelna telesa v gostinskem lokalu in pisarniških prostorih so stropni konvektorji, kateri omogočajo tudi hlajenje v poletnih mesecih. V delavnici je nameščeno talno ogrevanje. Nastavitev temperature je urejeno preko skupnega stenskega termostata. Mehansko prezračevanje z vračanjem toplote je urejeno v gostinskem lokalu, za ostale prostore pa je nameščen samo odvod zraka iz prostorov. Priprava tople sanitarne vode se vrši lokalno z električnim bojlerjem.

### UKREPI:

Uporabnikom prostorov se priporoča upoštevati organizacijske ukrepe, ki so brezplačni, njihov učinek pa hitro pripomore k zmanjšanju porabe energije za delovanje stavbe. Analiza tarifnega sistema je brezplačna in uporabniku prikaže pot do možnih prihrankov pri porabi energije. Relativno enostaven ukrep bi bil zamenjava svetil z LED svetili.

Skladno z Direktivo 2010/31/EU - priloga 1 se stavba razvrsti v kategorijo: Druge vrste stavb, ki so porabniki energije

Več informacij lahko pridobite na spletnem naslovu: <http://www.energetika-portal.si/podrocja/energetika/energetske-izkaznice-stavb/>

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES).

	dovoljeno	dejansko
Koeficient specifičnih toplotnih izgub - $H_T$	0,44 W/m <sup>2</sup> K	0,34 W/m <sup>2</sup> K
Letna potrebna toplota za ogrevanje - $Q_{NH}$	8 kWh/m <sup>2</sup> a	50 kWh/m <sup>2</sup> a
Letni potrebni hlad za hlajenje - $Q_{NC}$	50 kWh/m <sup>2</sup> a	0 kWh/m <sup>2</sup> a
Letna primarna energija - $Q_p$	178 kWh/m <sup>2</sup> a	159 kWh/m <sup>2</sup> a

Energetska izkaznica stavbe je izdelana v skladu s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb in z Energetskim zakonom (Ur.l. RS 17/14)

list 4/ 4