

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:

Vilhar, S., 2016. Izvajanje direktive o Energetski učinkovitosti stavb v EU in možnosti izvedbe skoraj nič-energijskih stavb v Sloveniji. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Košor, M.): 80 str.

Datum arhiviranja: 06-06-2016

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:

Vilhar, S., 2016. Izvajanje direktive o Energetski učinkovitosti stavb v EU in možnosti izvedbe skoraj nič-energijskih stavb v Sloveniji. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Košir, M.): 80 pp.

Archiving Date: 06-06-2016

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

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI  
PROGRAM GRADBENIŠTVO  
ORGANIZACIJSKO  
TEHNOLOŠKA SMER

Kandidatka:

**SARA VILHAR**

**IZVAJANJE DIREKTIVE O ENERGETSKI  
UČINKOVITOSTI STAVB V EU IN MOŽNOSTI  
IZVEDBE SKORAJ NIČ-ENERGIJSKIH STAVB V  
SLOVENIJI**

Diplomska naloga št.: 3462/OTS

**THE IMPLEMENTATION OF THE ENERGY  
PERFORMANCE OF BUILDINGS DIRECTIVE IN THE  
EU AND THE POSSIBILITY OF EXECUTING NEARLY  
ZERO-ENERGY BUILDINGS IN SLOVENIA**

Graduation thesis No.: 3462/OTS

**Mentor:**

doc. dr. Mitja Košir

Ljubljana, 26. 06. 2016

## **ERRATA**

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

Prazna stran

## **IZJAVE**

Podpisana Sara Vilhar izjavljam, da sem avtorica diplomskega dela z naslovom: »Izvajanje direktive o Energetski učinkovitosti stavb v EU in možnosti izvedbe skoraj nič-energijskih stavb v Sloveniji«.

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

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, 22. 4. 2016

Sara Vilhar

---

Prazna stran

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

- UDK:** 620.9:699.8(4)(497.4)(043.2)
- Avtor:** Sara Vilhar
- Mentor:** doc.dr. Mitja Košir
- Naslov:** Izvajanje direktive o Energetski učinkovitosti stavb v EU in možnost izvedbe skoraj nič-energijskih stavb v Slovenij
- Tip dokumenta:** diplomska naloga – univerzitetni študij
- Obseg in oprema:** 80 str., 13 sl., 66 pregl., 25 pril.
- Ključne besede:** Direktiva o energetski učinkovitosti stavb, akcijski načrt, skoraj nič-energijska stavba, energetska učinkovitost, obnovljivi viri energije, biomasa, geotermalna energija, hidroenergija, sončna energija, energija okolja, vetrna energija, energent, primarna energija, faktor pretvorbe primarne energije

### **IZVLEČEK**

V diplomski nalogi sem analizirala implementacijo direktive o energetski učinkovitosti stavb v akcijske načrte izbranih držav članic EU in možnost izvedbe skoraj nič-energijske stavbe v Sloveniji.

Študija obsega povzetek slovenske zakonodaje na področju energetske učinkovitosti stavb in predstavitev akcijskih načrtov Avstrije, Belgije, Danske, Francije, Hrvaške, Italije, Nemčije, Nizozemske in Velike Britanije, v katerih so navedene zahteve za doseganje skoraj nič-energijskih stavb. Države so izbrane na podlagi klimatskih pogojev, ki so podobni kot v Sloveniji oziroma specifičnosti zahtev njihovih akcijskih načrtov.

Opisani so različni sistemi rabe biomase, geotermalne energije, hidroenergije, sončne energije, energije okolja in vetrne energije. Proučila sem tudi razpoložljivost obnovljivih virov energije v Sloveniji in njihov potencial.

Na primeru enostanovanjske hiše na različnih lokacijah v Sloveniji, sem z uporabo različnih energentov za ogrevanje, hlajenje in pripravo tople vode in različnimi gradbeno-fizikalnimi lastnostmi, preverila potencial izpolnjevanja zahtev za skoraj nič-energijske stavbe. V izvedenih primerih sem dokazala, da bi bilo mogoče delež obnovljivih virov energije, predpisan v akcijskem načrtu, zagotoviti z uporabo biomase, geotermalne energije, sončne energije in energije okolja.

Na koncu študije je predstavljen pomen lokacije stavbe in vpliv vrste energentov za doseganje predpisanih zahtev v akcijskem načrtu. Na rezultate primarne energije ima največji vpliv faktor pretvorbe primarne energije, ki je odvisen od vrste energenta in se med izbranimi državami članicami močno razlikuje.

Prazna stran



## **BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT**

**UDC:** 620.9:699.8(4)(497.4)(043.2)  
**Author:** Sara Vilhar  
**Supervisor:** Assist. Prof. Mitja Košir, Ph.D.  
**Title:** The implementation of the Energy Performance of Buildings Directive in the EU and the possibility of executing nearly zero-energy buildings in Slovenia  
**Document type:** Graduation Thesis – University studies  
**Scope and tools:** 80 p., 13 fig., 66 tab., 25 ann.  
**Keywords:** Energy Performance of Buildings Directive, national plan, nearly zero-energy building, energy efficiency, renewable energy sources, biomass, geothermal energy, hydro energy, solar energy, environmental energy, wind energy, energy product, primary energy, primary conversion factor

### **Abstract**

In my graduation thesis I analysed the implementation of the Energy Performance of Buildings Directive in the national plans of different EU members and the possibility of executing nearly zero-energy buildings in Slovenia.

The study covers a Slovenian legislation summary relating to the energy efficiency of the buildings and a presentation of the Austrian, Belgian, British, Croatian, Danish, Dutch, French, German and Italian national plans that are listing requirements regarding the nearly zero-energy buildings. I chose countries which either have similar climate circumstances to Slovenia or have specific requirements in their national plans.

I described different systems of renewable energy usage of biomass, geothermal energy, hydro energy, solar energy, environmental energy and wind energy. In addition, I examined the availability of renewable sources in Slovenia and their potential.

Having analysed the examples of single-family houses on different locations in Slovenia by comparing different energy products for heating, cooling and production of hot water as well as usage of construction and physical characteristics, I verified the potential of complying with the requirements for nearly zero-energy buildings. In these examples I have proven that the share of renewable energy sources, required by the national plan, could be secured by using the biomass, geothermal energy, solar energy and environmental energy.

At the end of my study, I presented the importance of building's location and the impact of different energy product types on the compliance with the requirements, defined in the national plan. The primary energy results are mainly influenced by the primary conversion factor, which depends on the energy product type and differs considerably across the chosen countries.

Prazna stran

## KAZALO

<b>1. UVOD.....</b>	<b>19</b>
<b>2. ZAKONODAJA.....</b>	<b>20</b>
2.1 Direktiva o energetski učinkovitosti stavb [1] .....	20
2.2 Slovenska zakonodaja .....	20
2.3 Nacionalni akcijski načrti držav članic.....	23
2.3.1 Avstrija [10] .....	23
2.3.2 Belgija – regija Bruselj [12].....	24
2.3.3 Nemčija [12] .....	24
2.3.4 Danska [12].....	25
2.3.5 Francija [12] .....	26
2.3.6 Hrvaška.....	26
2.3.7 Italija .....	27
2.3.8 Nizozemska [12].....	28
2.3.9 Velika Britanija [12] .....	29
2.4 Sklep.....	29
2.4.1 Primarna energija.....	29
2.4.2 Obnovljivi viri energije .....	30
2.4.3 Faktorji pretvorbe primarne energije.....	30
<b>3. OVE V SLOVENIJI.....</b>	<b>32</b>
3.1 Biomasa .....	32
3.2 Geotermalna energija.....	33
3.3 Hidroenergija [21].....	36
3.4 Sončna energija .....	36
3.5 Energija okolja.....	39
3.5.1 TČ voda-voda .....	41
3.5.2 TČ zemlja-voda [28] .....	41
3.5.3 TČ zrak-voda [28].....	43
3.6 Vetrna energija.....	43
<b>4 ANALIZA POTENCIALOV OVE V SLOVENIJI.....</b>	<b>45</b>
4.1 Biomasa .....	45
4.2 Geotermalna energija.....	45
4.3 Hidroenergija [36].....	46
4.4 Sončna energija .....	47

---

4.5	Energija okolja.....	48
4.6	Vetrna energija.....	48
<b>5</b>	<b>PRIMER IZPOLNJEVANJA ZAHTEV SLOVENSKEGA AN sNES .....</b>	<b>49</b>
5.1	Lokacije.....	49
5.2	Geometrijske in gradbeno-fizikalne lastnosti obravnavane stavbe.....	49
5.3	Rezultati .....	53
5.3.1	Ljubljana.....	54
5.3.2	Koper .....	56
5.3.3	Cerknica.....	59
5.3.4	Kranjska Gora .....	62
5.3.5	Krško.....	65
5.3.6	Murska Sobota.....	68
5.4	Diskusija.....	71
<b>6</b>	<b>ZAKLJUČEK .....</b>	<b>74</b>
	<b>VIRI.....</b>	<b>77</b>

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Največja primarna energija in delež OVE za različne vrste stavb .....	21
Preglednica 2: Faktorji pretvorbe za izračun letne primarne energije za posamezne vrste energentov .....	22
Preglednica 3: Primerjava osnutkov in dejanskega AN sNES primarne energije (kWh/m <sup>2</sup> a).....	23
Preglednica 4: Največja dovoljena primarna energija (kWh/m <sup>2</sup> a).....	24
Preglednica 5: Faktorji pretvorbe za izračun primarne energije za posamezne vrste energentov [11] .....	24
Preglednica 6: Faktorji pretvorbe za izračun primarne energije za posamezne vrste energentov [13] .....	25
Preglednica 7: Zahteve po solarnih dobitkih v prehodnem obdobju v kWh/m <sup>2</sup> .....	26
Preglednica 8: Faktorji pretvorbe za izračun primarne energije za posamezne vrste energentov .....	26
Preglednica 9: Največja dovoljena poraba primarne energije (kWh/m <sup>2</sup> a) [14].....	27
Preglednica 10: Faktorji pretvorbe za izračun primarne energije za posamezne vrste energentov [14] .....	27
Preglednica 11: Največja dovoljena vrednost energije za ogrevanje (kWh/m <sup>2</sup> a) [13] .....	27
Preglednica 12: Največja dovoljena vrednost energije za hlajenje (kWh/m <sup>2</sup> a) [13] .....	28
Preglednica 13: Faktorji pretvorbe za izračun primarne energije za posamezne vrste energentov [16] .....	28
Preglednica 14: Primerjalna preglednica največjih dovoljenih vrednosti primarne energije po državah glede na posamezno vrsto stavbo (kWh/m <sup>2</sup> a) [9] .....	29
Preglednica 15: Primerjalna tabela faktorjev pretvorbe primarne energije po državah glede na vrsto energenta .....	30
Preglednica 16: Gostota moči sončnega sevanja pri različnih vremenskih razmerah [27].....	38
Preglednica 17: Podnebni podatki izbranih lokacij [40] .....	49
Preglednica 18: Učinkovitost naprav za ogrevanje, hlajenje in pripravo tople vode.....	50
Preglednica 19: Projektne notranje temperature con .....	51
Preglednica 20: Podatki za mehansko prezračevanje .....	51
Preglednica 21: Toplotna prehodnost zunanjih sten, strehe in tal na terenu .....	52
Preglednica 22: Površine in orientacije transparentnih elementov v conah.....	52
Preglednica 23: Izhodiščni rezultati TČ zrak-voda .....	54
Preglednica 24: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE TČ zrak-voda .....	54
Preglednica 25: Rezultati izboljšav TČ zrak-voda .....	55
Preglednica 26: Rezultati končne energije in OVE izboljšav TČ zrak-voda .....	55
Preglednica 27: Izhodiščni rezultati daljinska toplota s kogeneracijo in kolektorji.....	56
Preglednica 28: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE daljinska toplota s kogeneracijo in kolektorji .....	56
Preglednica 29: Izhodiščni rezultati TČ zrak-voda .....	57
Preglednica 30: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE TČ zrak-voda .....	57
Preglednica 31: Rezultati izboljšav TČ zrak-voda .....	57
Preglednica 32: Rezultati končne energije in OVE izboljšav TČ zrak-voda .....	58
Preglednica 33: Izhodiščni rezultati daljinska toplota s kogeneracijo in kolektorji.....	58
Preglednica 34: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE daljinska toplota s kogeneracijo in kolektorji .....	58

---

Preglednica 35: Izhodiščni rezultati TČ zrak-voda .....	59
Preglednica 36: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE TČ zrak-voda .....	59
Preglednica 37: Rezultati izboljšav TČ zrak-voda .....	60
Preglednica 38: Rezultati končne energije in OVE izboljšav TČ zrak-voda .....	60
Preglednica 39: Izhodiščni rezultati sekanci in kolektorji.....	60
Preglednica 40: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE sekanci in kolektorji.....	61
Preglednica 41: Rezultati izboljšav sekanci in kolektorji.....	61
Preglednica 42: Rezultati končne energije in OVE izboljšav sekanci in kolektorji.....	62
Preglednica 43: Izhodiščni rezultati TČ zrak-voda .....	62
Preglednica 44: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE TČ zrak-voda .....	63
Preglednica 45: Rezultati izboljšav TČ zrak-voda .....	63
Preglednica 46: Rezultati končne energije in OVE izboljšav TČ zrak-voda .....	63
Preglednica 47: Izhodiščni rezultati sekanci in kolektorji.....	64
Preglednica 48: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE sekanci in kolektorji.....	64
Preglednica 49: Rezultati izboljšav sekanci in kolektorji.....	65
Preglednica 50: Rezultati končne energije in OVE izboljšav sekanci in kolektorji.....	65
Preglednica 51: Izhodiščni rezultati TČ zrak-voda .....	66
Preglednica 52: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE TČ zrak-voda .....	66
Preglednica 53: Rezultati izboljšav TČ zrak-voda .....	66
Preglednica 54: Rezultati končne energije in OVE izboljšav TČ zrak-voda .....	67
Preglednica 55: Izhodiščni rezultati TČ zemlja-voda.....	67
Preglednica 56: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE TČ zemlja-voda.....	67
Preglednica 57: Rezultati izboljšav TČ zemlja-voda .....	68
Preglednica 58: Rezultati končne energije in OVE izboljšav TČ zemlja-voda .....	68
Preglednica 59: Izhodiščni rezultati TČ zrak-voda .....	68
Preglednica 60: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE TČ zrak-voda .....	69
Preglednica 61: Rezultati izboljšav TČ zrak-voda .....	69
Preglednica 62: Rezultati končne energije in OVE izboljšav TČ zrak-voda .....	69
Preglednica 63: Izhodiščni rezultati geotermalna TČ .....	70
Preglednica 64: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE geotermalna TČ .....	70
Preglednica 65: Rezultati izboljšav geotermalna TČ.....	70
Preglednica 66: Rezultati končne energije in OVE izboljšav geotermalna TČ.....	71

## KAZALO SLIK

Slika 1: Shema izkoriščanja geotermalne energije (vir slike: [23]).....	34
Slika 2: Shema sončnega koncentratorskega sistem (vir slike: [24]).....	37
Slika 3: Shema fotovoltaične elektrarne (vir slike: [25]).....	37
Slika 4: Vpliva naklona in orientacije sončnih celic na izkoristek sončne energije (vir slike: [26]).....	38
Slika 5: Prikaz delovanja toplotne črpalke (vir slike: [29]).....	40
Slika 6: Horizontalna zemeljska sonda (vir slike: [28]) .....	41
Slika 7: Vertikalna zemeljska sonda (vir slike: [28]) .....	42
Slika 8: Izraba geotermalne energije (vir slike: [35]) .....	46
Slika 9: Energetski potencial slovenskih rek (vir slike: [37]) .....	47
Slika 10: Kumulativna moč sončnih elektrarn (levo) in število nameščenih sončnih elektrarn na dan 15.12.2015 (vir slike: [27]) .....	47
Slika 11: Povprečna letna hitrost vetra 50 m nad tlemi [39] .....	48
Slika 12: Enodružinska montažna hiša [41] .....	50
Slika 13: Tloris pritličja in nadstropja hiše .....	51

Prazna stran



## RAZLAGA POJMOV

»Energetska učinkovitost stavbe« pomeni izračunano ali izmerjeno količino energije, potrebno za zadovoljevanje potreb po energiji, povezanih z običajno uporabo stavbe, ki med drugim vključuje energijo za ogrevanje, hlajenje, prezračevanje, toplo vodo in razsvetljavo. [1]

»Kondicionirana površina ( $A_k$ )« je neto zaprta greta ali hlajena površina znotraj toplotnega ovoja stavbe ( $m^2$ ). [2]

»Primarna energija ( $Q_p$ )« je energija primarnih nosilcev, pridobljenih s koriščenjem naravnih energetskih virov, ki niso bili izpostavljeni še nobeni tehnični spremembi (premog, les, nafta, zemeljski plin, veter, voda, sončno sevanje). Primarno energijo za delovanje stavbe se določi tako, da se letna dovedena energija za delovanje sistemov v stavbi pomnoži z ustreznim faktorjem pretvorbe glede na vrsto energenta ( $kWh/m^2a$ ). [3]

»Skoraj nič-energijska stavba (sNES)« pomeni stavbo z zelo visoko energetsko učinkovitostjo. Za skoraj nič potrebne energije oziroma zelo majhno količino potrebne energije bi v zelo veliki meri morala zadostovati energija iz obnovljivih virov, vključno z energijo iz obnovljivih virov, proizvedeno na kraju samem ali v bližini. [1]

»Stroškovno optimalna raven« pomeni raven energetske učinkovitosti, ki vodi v najnižje stroške med ocenjenim ekonomskim življenjskim ciklom. [1]

»Večja prenova« pomeni prenavo stavbe, kjer:

- a) skupni stroški prenove ovoja stavbe ali tehničnih stavbnih sistemov presegajo 25 % vrednosti stavbe brez vrednosti zemljišča, na katerem ta stoji, ali
- b) se prenavlja več kot 25 % površine ovoja stavbe.

Države članice lahko izbirajo med možnostjo (a) ali (b). [1] Slovenija je izbrala opcijo b.

Prazna stran

## 1. UVOD

EU, drugo največje gospodarstvo na svetu, porabi petino vse svetovne energije, vendar svojih zalog energije nima veliko, zato je prisiljena uvoziti več kot polovico potrebne energije. [4]

Energetska odvisnost EU ima velike posledice za naše gospodarstvo, saj mora vsako leto plačati več kot 350 milijard evrov za nafto, ki jo kupujemo od Organizacije držav izvoznic nafte (OPEC) in Rusije ter za plin iz Alžirije, Norveške in Rusije. Cene energije se tudi stalno dvigajo, zato je pomembno, da države EU ravnajo gospodarno z energijo in postanejo bolj samozadostne. [4]

Zmanjšati porabo energije ni lahko, vendar je to možno z gospodarnejšo rabo energije, kar je eden glavnih ciljev EU za leto 2020. [4] Evropski voditelji so se odločili, da je treba celotno porabo energije do leta 2020 zmanjšati za 20 % [5]. Pomembno področje je tudi gradnja, saj 40 % vse energije porabimo v stavbah, prav tako so stavbe krive za 36 % vseh emisij toplogrednih plinov v EU. EU se je zavezala, da bo do leta 2020 svoje emisije toplogrednih plinov znižala za 20 % glede na delež iz leta 1990, do leta 2050 pa pod določenimi pogoji za 80 % ali celo za 95 % [5].

Največ dela na tem področju čaka energetski sektor, saj je njegov delež vseh emisij toplogrednih plinov v EU kar 80 %. Če bo EU uresničila energetske cilje do leta 2020, bo vsako evropsko gospodinjstvo na leto prihranilo približno 1.000 evrov. [4]

Cilj EU je tudi, da do leta 2020 20 % vse porabljene energije pridobi iz obnovljivih virov energije (OVE) in vsaj 27 % do leta 2030. Posledično se je v Evropi izjemno povečala proizvodnja energije iz OVE. Leta 2011 so v svetu namestili sončne celice z več kot 100 GW fotovoltaične zmogljivosti, od tega 70 % v EU. Zaradi večje proizvodnje energije iz OVE EU vsako leto uvozi veliko manj fosilnih goriv, občutno so se znižali tudi stroški tehnologij za proizvodnjo OVE – cene sončnih celic so se v zadnjih sedmih letih znižale za 70 % (2015). [4]

Namen diplomske naloge je analiza implementacije direktive o energetski učinkovitosti stavb (EPBD) v akcijski načrt (AN) za doseganje skoraj nič-energijskih stavb (sNES) v Sloveniji in primerjava z izbranimi članicami EU, kot tudi predstavitev možnih OVE v Sloveniji in njihov potencial. Slovenija ima na razpolago različne OVE, v nekaterih virih ima za izkoriščanje še velike rezerve. Cilj naloge je prikazati kakšne so možnosti za izpolnitev zahtev AN sNES na primeru stanovanjske hiše.

Na začetku sem v diplomski nalogi na kratko predstavila slovensko zakonodajo na področju energetske učinkovitosti ter AN nekaterih držav članic EU in njihove zahteve za doseganje sNES, ter jih primerjala s slovenskim AN. Eden izmed pogojev za sNES je raba OVE, zato sem izvedla tudi analizo razpoložljivosti pridobivanja energije iz OVE v Sloveniji. Na koncu sem naredila še primer stanovanjske hiše, na katerem sem preverila potencial izpolnjevanja zahtev za sNES na različnih lokacijah v Sloveniji z uporabo različnih OVE.

## 2. ZAKONODAJA

### 2.1 Direktiva o energetski učinkovitosti stavb [1]

EPBD spodbuja izboljšanje energetske učinkovitosti stavb v EU ob upoštevanju zunanjih klimatskih in lokalnih pogojev ter notranjih klimatskih zahtev in stroškovne učinkovitosti. Energetska učinkovitost stavbe se določi na podlagi izračunane ali dejansko porabljene letne energije za zadovoljevanje različnih potreb v zvezi z njeno običajno uporabo ter odraža energetske potrebe za ogrevanje in hlajenje, da se vzdržuje predvidena temperatura stavbe in potreba po sanitarni topli vodi. Energetska učinkovitost vključuje tudi indikator energetske učinkovitosti in numerični indikator porabe primarne energije.

Države članice morajo sprejeti potrebne ukrepe, s katerimi zagotovijo, da so minimalne zahteve glede energetske učinkovitosti stavb ali stavbnih enot določene tako, da se dosežejo stroškovno optimalne ravni. Pri določanju zahtev lahko države članice razlikujejo med novimi in obstoječimi stavbami ter med različnimi kategorijami stavb. Te zahteve upoštevajo splošne notranje klimatske in lokalne pogoje ter namembnost in starost stavbe. Državi članici ni treba določiti tistih minimalnih zahtev, ki med ocenjenim ekonomskim življenjskim ciklom niso stroškovno učinkovite.

V EPBD je tudi zapisano, da morajo države članice zagotoviti, da so po 31. decembru 2020 vse nove stavbe sNES, nove stavbe, ki jih javni organi uporabljajo kot lastniki, morajo biti sNES že po 31. decembru 2018. Države članice pripravijo AN za povečanje števila sNES, ki med drugim vključujejo naslednje elemente:

- podrobno obrazložitev prenosa opredelitev sNES v prakso, v kateri so upoštevani nacionalni, regionalni ali lokalni pogoji, skupaj z numeričnim indikatorjem porabe primarne energije v kWh/m<sup>2</sup> na leto,
- vmesne cilje za izboljšanje energetske učinkovitosti novih stavb do leta 2015,
- informacije o politikah ter finančnih ali drugih ukrepih, za spodbujanje sNES, vključno s podrobnostmi o nacionalnih zahtevah in ukrepih v zvezi z uporabo OVE v novih stavbah in obstoječih stavbah, na katerih poteka večja prenova.

### 2.2 Slovenska zakonodaja

Energetski zakon (EZ-1) v 313. in 330. členu prenaša definicijo in začetek uporabe sNES iz EPBD. [6]

Strokovno podlago za tehnično definicijo sNES daje analiza stroškovno optimalnih ravni minimalnih zahtev za energijsko učinkovitost stavb. AN za povečanje števila sNES se oblikuje na podlagi pregleda stanja in potencialov za skoraj nič-energijsko gradnjo in prenovno stavbnega fonda.

V Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2010) in Tehnični smernici o učinkoviti rabi energije (TSG4) je predstavljena metodologija za izračun kazalnikov energijske učinkovitosti stavbe v skladu z veljavnimi evropskimi standardi in podaja minimalne zahteve za energijsko učinkovitost za novogradnje in večjo prenovno obstoječih stavb ter predpisuje tudi minimalne zahteve v primeru vzdrževanja in tehničnih izboljšav. Novost pravilnika PURES 2010 je zahteva po najmanj 25 % OVE v celotni končni energiji za delovanje (vseh) sistemov v stavbi, postavlja pa tudi stroge minimalne zahteve za toplotno

zaščito ovoja in največjo dovoljeno letno potrebno toploto za ogrevanje stavbe, medtem ko je primarna energija za ogrevanje in hlajenje omejena dokaj ohlapno.

Primarna energija vključuje rabo energije za ogrevanje, hlajenje, prezračevanje, toplo vodo in razsvetljavo.

Mejna vrednost za delež OVE je v AN sNES določena tako, da so dopustne vse energijske zasnove, ki več kot polovico energije zagotavljajo z OVE. V deležu OVE je vključena energija proizvedena na stavbi iz OVE (npr.: energija okolja, sončna toplotna energija, sončna električna energija iz fotonapetostnih sistemov, vetrna energija, hidroenergija) ter obnovljivi del dovedene energije (npr.: biomasa, sistemi daljinskega ogrevanja in/ali hlajenja z deležem energije, proizvedenim z OVE), zmanjšan za odvedeno obnovljivo energijo izven meje obravnavane stavbe.

Gradbena zakonodaja se je v skladu s sprejetimi določili s koncem leta 2014 zaostrila, tako da je s 1. 1. 2015 stopil v veljavo 7. člen PURES 2010, ki predpisuje 20 % manjšo potrebo po toploti (38 kWh/m<sup>2</sup>a), kot je bila predpisana v 21. členu PURES 2010 in je znašala 48 kWh/m<sup>2</sup>a. Od leta 2018 bo dovoljena potreba po toploti še manjša, in sicer 25 kWh/m<sup>2</sup>a, kar predpisuje AN sNES.

Definicija sNES v AN zajema naslednje elemente:

- opredelitev stavbe z zelo visoko energetsko učinkovitostjo,
- zelo majhno količino potrebne energije za delovanje stavbe,
- najmanjši zahtevani delež OVE oziroma potrebna energija v veliki meri proizvedena iz obnovljivih virov na kraju samem ali v bližini.

Največje dovoljene vrednosti primarne energije na enoto Ak na leto in minimalni delež OVE glede na skupno dovedeno energijo, ki so določene v AN sNES so prikazane v preglednici 1.

Preglednica 1: Največja primarna energija in delež OVE za različne vrste stavb

		Največja primarna energija [kWh/m <sup>2</sup> a]	Delež OVE [%]
<b>Enostanovanjske stavbe</b>	<b>novogradnja</b>	75	50
	<b>večja prenova</b>	95	50
<b>Večstanovanjske stavbe</b>	<b>novogradnja</b>	80	50
	<b>večja prenova</b>	90	50
<b>Nestanovanjske stavbe</b>	<b>novogradnja</b>	55	50
	<b>večja prenova</b>	65	50

Delež OVE v skupni dovedeni energiji za delovanje stavbe se določi s pomočjo enačbe 1:

$$RER = \frac{\sum_i E_{ren,site,i} - \sum_i E_{exp,i}^{ren} + \sum_i E_{del,ren,i}}{\sum_i E_{ren,site,i} - \sum_i E_{exp,i}^{ren} + \sum_i E_{del,ren,i} + \sum_i E_{del,nren,i} - \sum_i E_{exp,i}} \quad (1)$$

RER = delež obnovljivih virov energije v skupni dovedeni energiji za delovanje stavbe.

$E_{ren,site,i}$  = proizvedena obnovljiva energija na lokaciji i (kWh/a),

$E_{exp,i}^{ren}$  = oddana energija i, ki nadomesti obnovljivi del dovedene energije v omrežju (kWh/a),

$E_{del,ren,i}$  = obnovljivi del dovedene energije i zunaj lokacije stavbe (kWh/a),

$E_{del,nren,i}$  = neobnovljivi del dovedene energije i zunaj lokacije stavbe (kWh/a),

$E_{exp,i}$  = oddana energija i (kWh/a).

Proizvedena obnovljiva energija na lokaciji ( $E_{ren,site,i}$ ) je tista energija, ki jo proizvedemo z OVE, torej s sončnimi kolektorji, biomaso, fotovoltaike, toplotno črpalko (TČ)... Pri TČ je to le tisti del energije, ki ga dobimo iz energije okolja in je odvisen od koeficienta učinkovitosti (COP) TČ. Obnovljivi del dovedene energije zunaj lokacije stavbe ( $E_{del,ren,i}$ ) je obnovljiva energija, ki jo dobimo od soseda v primeru, da ima vetrno ali sončno elektrarno ali katero drugo obnovljivo energijo, ki jo lahko odda, ali pa z energetskim pogodbeništvom. Katera obnovljiva energija je upoštevana v tem členu enačbe še ni natančno določeno, vendar naj bi se nejasnosti odpravile z novo verzijo PURES-a. Neobnovljivi del dovedene energije zunaj lokacije stavbe ( $E_{del,nren,i}$ ) je vsa energija, ki ni obnovljiva, oddana energija ( $E_{exp,i}$ ) je tista obnovljiva energija, ki jo imamo preveč in jo oddamo.

Predvidena je tudi nadgradnja obstoječih faktorjev pretvorbe (Preglednica 2) za izračun primarne energije.

Preglednica 2: Faktorji pretvorbe za izračun letne primarne energije za posamezne vrste energentov

Energent	Faktor pretvorbe
Kurilno olje	1,1
Plin	1,1
Premog	1,1
Lesna biomasa	0,1
Električna energija	2,5
Daljinsko ogrevanje brez kogeneracije	1,2
Daljinsko ogrevanje s kogeneracijo	1,0

Za spodbudo večjega obsega prenov stavb z manjšimi javnofinančnimi stroški bo uvedena možnost financiranja iz zasebnih virov, energetsko pogodbenišтво in zelena posojila ter povratna sredstva financiranja iz mednarodnih institucij.

Ključne novosti so nadgradnja predpisov za energetsko učinkovitost tako, da bodo spodbujali energetske sanacije in zagotovitev virov povratnih sredstev za javni in stanovanjski sektor.

Prav tako bo potrebno zagotoviti sredstva za finančne spodbude za razvoj rešitev za preнове stavb, ki so varovane pod kulturno dediščino in nadgradnjo finančne pomoči za ranljive skupine prebivalstva. [2]

Kot je razvidno iz preglednice 3, so v prvem dokumentu, ki je bil poslan Komisiji julija 2014, največje dovoljene vrednosti primarne energije pri novogradnji enostanovanjskih in večstanovanjskih stavb zelo optimistične (nizke) in so jih v kasnejših dokumentih nekoliko zvišali, ravno nasprotno je opaziti pri novogradnji nestanovanjskih stavb. Podobno je tudi pri

večjih prenovah. Minimalni delež OVE je v vseh dokumentih 50 %. Začetne nizke vrednosti primarne energije pri enostanovanjskih in večstanovanjskih stavbah bi težko dosegli oziroma bi jih dosegli le s TČ, kar pa je zelo drago, zato so te vrednosti zvišali.

Preglednica 3: Primerjava osnutkov in dejanskega AN sNES primarne energije (kWh/m<sup>2</sup>a)

	AN za povečanje števila sNES julij 2014 [7]		Osnutek AN sNES september 2014 [8]		AN sNES april 2015 [2]	
	Novogradnja	Večja prenova	Novogradnja	Večja prenova	Novogradnja	Večja prenova
<b>Enostanovanjske stavbe</b>	50	90	85	105	75	95
<b>Večstanovanjske stavbe</b>	45	70	80	90	80	90
<b>Nestanovanjske stavbe</b>	70	100	55	80	55	65

### 2.3 Nacionalni akcijski načrti držav članic

V nadaljevanju bom za primerjavo s slovenskim AN sNES predstavila predpisane zahteve za sNES izbranih držav članic, od katerih EPBD zahteva, da so vse nove stavbe po 31. decembru 2020 sNES. Kakšna je definicija sNES in kako to doseči je odvisno od posamezne države. Izbrala sem AN Avstrije, Belgije – regija Bruselj, Nemčije, Danske, Francije, Hrvaške, Italije, Nizozemske in Velike Britanije, saj so klimatski pogoji nekaterih izbranih držav primerljivi s slovenskimi podnebnimi razmerami oziroma njihovi AN predpisujejo specifične zahteve.

Nekatere države članice so si v svojih AN zadale strožje zahteve, kot so predvidene v EPBD:

- nič energijske stavbe na Nizozemskem,
- pozitivno energijske stavbe na Danskem in Franciji,
- klimatsko nevtralne nove stavbe v Nemčiji,
- nič ogljične stavbe v Veliki Britaniji.

Indikatorji (kazalci) energetske učinkovitosti, ki jih države uporabljajo:

- največja dovoljena primarna energija – večina držav članic,
- brez dimenzijski koeficient, določen s porabo primarne energije in referenčne stavbe s podobnimi karakteristikami (Nizozemska),
- ogljične emisije kot glavni indikator (Velika Britanija) ali kot dodatni indikator (Avstrija).

[9]

#### 2.3.1 Avstrija [10]

V AN so predpisali zgornjo mejo potrebne primarne energije in ogljičnega odtisa za stanovanjske in nestanovanjske stavbe v primeru novogradnje in večje prenove (Preglednica 4).

V potrebno primarno energijo je všteta tudi poraba elektrike za delovanje gospodinjstkih aparatov.

Preglednica 4: Največja dovoljena primarna energija (kWh/m<sup>2</sup>a)

	Stanovanjske stavbe		Nestanovanjske stavbe	
	PEB <sub>max</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	CO <sub>2</sub> <sub>max</sub> [kg/m <sup>2</sup> a]	PEB <sub>max</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	CO <sub>2</sub> <sub>max</sub> [kg/m <sup>2</sup> a]
<b>Novogradnja</b>	160	24	170	27
<b>Večja prenova</b>	200	32	250	39

PEB<sub>max</sub> (Primarenergiebedarf) – največja dovoljena primarna energija.

CO<sub>2</sub><sub>max</sub> – največje dovoljene ogljične emisije.

V preglednici 5 so prikazani faktorji pretvorbe za izračun primarne energije.

Preglednica 5: Faktorji pretvorbe za izračun primarne energije za posamezne vrste energentov [11]

Energent	Faktor pretvorbe
Kurilno olje	1,1
Plin	1,1
Lesna biomasa	1,0
Električna energija	2,2

### 2.3.2 Belgija – regija Bruselj [12]

Energetska učinkovitost samostojnih stanovanjskih stavb je v AN definirana, da:

- poraba primarne energije za ogrevanje, pripravo tople vode in uporabo električnih aparatov ne presega vrednosti 45 kWh/m<sup>2</sup>a,
- je neto poraba energije za ogrevanje pod 15 kWh/m<sup>2</sup>a,
- temperatura v stavbi lahko presega temperaturo 25°C le 5 % dni v letu.

Za nestanovanjske stavbe velja:

- poraba primarne energije znaša manj kot (95-2,5°C) kWh/m<sup>2</sup>a, kjer je C kompaktnost (razmerje med prostornino in površino ovoja),
- neto poraba energije za ogrevanje ne presega vrednosti 15 kWh/m<sup>2</sup>a,
- neto poraba energije za hlajenje ne presega vrednosti 15 kWh/m<sup>2</sup>a,
- temperatura v stavbi lahko presega temperaturo 25°C le 5 % dni v letu.

V obeh primerih veljajo manj strogi pogoji, če je lokacija neugodna (zasenčenost, orientacija lokacije, slaba kompaktnost).

Pri večjih prenovah poraba končne energije ne sme presegati vrednosti 30 kWh/m<sup>2</sup>a.

### 2.3.3 Nemčija [12]

Glavne naloge AN so:

- zmanjšanje porabe energije,



- povečanje energetske učinkovitosti,
- razvoj obnovljive energije.

V Nemčiji so uvedli »KfW« učinkovite hiše (KfW – Kreditanstalt für Wiederaufbau = kreditni zavod za obnovo, pri nas Eko sklad), v primeru novogradnje so tri različne vrste, in sicer KfW učinkovite hiše 40, 55 in 70, v primeru večje prenove pa le dve KfW učinkoviti hiši 55 in 70. Številka prikazuje količino potrebne letne primarne energije v odvisnosti od primerljive nove referenčne hiše. (Primer: učinkovita hiša 40 ne potrebuje več kot 40 % potrebne letne primarne energije referenčne hiše).

Obvezna je uporaba OVE pri novogradnjah:

- sončna toplotna energija (minimalni delež energije za ogrevanje je 15 %),
- biomasa (trdna in tekoča: minimalno 50 %, plinasta: minimalno 30 %),
- geotermalna energija in energija okolja (vsaj 50 %).

Pri menjavi sistema za ogrevanje v obstoječi stanovanjski stavbi je potrebno 10 % energije za ogrevanje pridobiti iz OVE.

V preglednici 6 so prikazani faktorji pretvorbe za izračun primarne energije.

Preglednica 6: Faktorji pretvorbe za izračun primarne energije za posamezne vrste energentov [13]

Energent	Faktor pretvorbe
Kurilno olje	1,1
Plin	1,1
Premog	1,1
Lesna biomasa	1,2
Električna energija	2,8
Daljinsko ogrevanje brez kogeneracijo	1,3
Daljinsko ogrevanje s kogeneracijo	0,7

#### 2.3.4 Danska [12]

Za stanovanjske stavbe (hiše, bloki, študentski domovi, hoteli) potrebna primarna energija za ogrevanje, prezračevanje, hlajenje in pripravo tople vode ne sme preseči 20 kWh/m<sup>2</sup>a.

Pri ostalih stavbah (šole, zavodi, ...) mora biti potreba primarne energije za ogrevanje, prezračevanje, hlajenje, pripravo tople vode in osvetljavo manjša od 25 kWh/m<sup>2</sup>a.

Zahteve je težko doseči brez uporabe OVE. [12]

Določene so največje dovoljene izgube toplote skozi stavbni ovoj (stene, temelji, tla in streha), ne upošteva se izgub preko oken in vrat, da se prepreči uporaba majhnih oken. V enonadstropni stavbi izgube ne smejo biti večje od 3,7 W/m<sup>2</sup>, v dvonadstropni 4,7 W/m<sup>2</sup> in v stavbi s tremi ali več nadstropji 5,7 W/m<sup>2</sup>.

Danska je edina država, ki je omejila tudi toplotne izgube oziroma predpisala solarne dobitke skozi okna. Leta 2010 so bile za okna in strešna okna predpisane največje dovoljene

toplotne izgube, po letu 2020 pa bo potrebno zagotoviti predpisane solarne dobitke (Preglednica 7).

Preglednica 7: Zahteve po solarnih dobitkih v prehodnem obdobju v kWh/m<sup>2</sup>

	<b>2010</b>	<b>2020</b>
<b>Okna</b>	-33	0
<b>Strešna okna</b>	-10	+10

V preglednici 8 so prikazani faktorji pretvorbe za izračun primarne energije.

Preglednica 8: Faktorji pretvorbe za izračun primarne energije za posamezne vrste energentov

<b>Energent</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>
Kurilno olje	1,0	1,0
Plin	1,0	1,0
Lesna biomasa	1,0	1,0
Elektrika	2,5	1,8
Daljinsko ogrevanje	1,0	0,6
Obnovljivi viri	0,0	0,0

### 2.3.5 Francija [12]

Predpisana poraba energije je odvisna od geografske lege in nadmorske višine.

V AN je za novogradnjo stanovanjskih stavb predpisana največja dovoljena poraba primarne energije (energija za ogrevanje, hlajenje, pripravo tople vode, osvetljava in delovanje pomožnih sistemov) 50 kWh/m<sup>2</sup>a, za poslovne prostore poraba primarne energije ne sme presegati vrednosti 70 kWh/m<sup>2</sup>a, če ni hlajenja, oziroma 110 kWh/m<sup>2</sup>a, če hlajenje je.

V primeru, da gre za večjo prenovo stanovanjske stavbe je največja dovoljena poraba primarne energije (energija za ogrevanje, hlajenje, pripravo tople vode, osvetljava in delovanje pomožnih sistemov) 80 kWh/m<sup>2</sup>a, v primeru poslovnih prostorov je cilj porabiti 40 % manj energije kot porabijo iste stavbe z referenčno izolacijo in energetskimi sistemi.

Uporaba OVE je obvezna pri novogradnji stanovanjskih stavb.

### 2.3.6 Hrvaška

Največja dovoljena poraba primarne energije je določena glede na geografsko lego stavbe, bodisi gre za obmorsko ali celinsko območje države.

Za celinsko Hrvaško primarna energija enostanovanjske stavbe ne sme presegati vrednosti 40,91 kWh/m<sup>2</sup>a. Za obmorsko Hrvaško je vrednost nekoliko nižja, in sicer primarne energije ne sme presegati vrednosti 33,4 kWh/m<sup>2</sup>a (Preglednica 9). [12]

Preglednica 9: Največja dovoljena poraba primarne energije (kWh/m<sup>2</sup>a) [14]

	<b>Celinska Hrvaška</b>	<b>Obmorska Hrvaška</b>
<b>Enostanovanjske stavbe</b>	30	40
<b>Večstanovanjske stavbe</b>	51-75	82-119
<b>Poslovne stavbe</b>	30	23
<b>Izobraževalne stavbe</b>	53-86	50-51
<b>Hoteli, restavracije</b>	80-85	67-72
<b>Trgovine</b>	168	142
<b>Bolnice</b>	200-232	188-255
<b>Športne dvorane</b>	106-198	83-150

V preglednici 10 so prikazani faktorji pretvorbe za izračun primarne energije.

Preglednica 10: Faktorji pretvorbe za izračun primarne energije za posamezne vrste energentov [14]

<b>Energent</b>	<b>Faktor pretvorbe</b>
Kurilno olje	1,1
Plin	1,1
Premog	1,0
Lesna biomasa	1,1
Električna energija	1,6
Daljinsko ogrevanje brez kogeneracijo	1,5
Daljinsko ogrevanje s kogeneracijo	1,5

### 2.3.7 Italija

V AN so določene največje dovoljene vrednosti energije za ogrevanje in hlajenje (kWh/m<sup>2</sup>). Le te so odvisne od vrste stavbe (stanovanjski, nestanovanjski), razmerja med površino in prostornino stavbe ter lokacije stavbe (podnebna cona) (Preglednica 11 in Preglednica 12).

Obvezna je uporaba OVE pri novih stanovanjskih stavbah in pri prenovi stanovanjskih stavb, in sicer vsaj 50 % pričakovane porabe tople vode in vsaj 50 % potrebne energije za ogrevanje, hlajenje in pripravo tople vode. Pri javnih stavbah je delež OVE 10 % višji. [12]

Preglednica 11: Največja dovoljena vrednost energije za ogrevanje (kWh/m<sup>2</sup>a) [13]

<b>S/V</b>	<b>Podnebna cona</b>										
	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>		<b>D</b>		<b>E</b>		<b>F</b>
	≤ 600 dd	> 601 dd	≤ 900 dd	> 901 dd	≤ 1400 dd	> 1401 dd	≤ 2100 dd	> 2100 dd	≤ 3000 dd	> 3000 dd	
<b>Stanovanjske stavbe</b>											
<b>&lt;0,2</b>	8,5	8,5	12,8	12,8	21,3	21,3	34	34	46,8	46,8	
<b>&gt;0,9</b>	36	36	48	48	68	68	88	88	116	116	
<b>Nestanovanjske stavbe</b>											
<b>&lt;0,2</b>	2	2	3,6	3,6	6	6	9,6	9,6	12,7	12,7	
<b>&gt;0,9</b>	8,2	8,2	12,8	12,8	17,3	17,3	22,5	22,5	31	31	

dd (degree days = stopinjski dnevi)... temperaturni primanjkljaj ali vsota stopinjskih dni je vsota dnevni razlik zunanje temperature zraka in izbrane temperature v ogrevanem prostoru in jo izračunamo za tiste dni, v katerih je povprečna dnevna temperatura zraka nižja od 12°C. [15]

S/V... razmerje med površino in prostornino objekta.

Preglednica 12: Največja dovoljena vrednost energije za hlajenje (kWh/m<sup>2</sup>a) [13]

Podnebna cona					
A	B	C	D	E	F
< 600 dd	od 601 do 900 dd	od 901 do 1400 dd	od 1401 do 2100 dd	od 2101 do 3000 dd	nad 3000 dd
Stanovanjske stavbe					
40	40	30	30	30	30
Nestanovanjske stavbe					
14	14	10	10	10	10

dd (degree days = stopinjski dnevi)... temperaturni presežek ali vsota stopinjskih dni je vsota dnevnih razlik med povprečno dnevno temperaturo zraka in temperaturo praga (18°C ali 21°C ali 23°C) in jo izračunamo za tiste dni, ko je povprečna dnevna temperatura zraka višja od temperature praga. [15]

V preglednici 13 so prikazani faktorji pretvorbe za izračun primarne energije.

Preglednica 13: Faktorji pretvorbe za izračun primarne energije za posamezne vrste energentov [16]

Energent	Faktor pretvorbe
Kurilno olje	1,1
Plin	1,1
Premog	1,2
Lesna biomasa	1,1
Električna energija	2,2

### 2.3.8 Nizozemska [12]

Koeficient energetske učinkovitosti (EPC) je brez dimenzijska številka, ki prikazuje energetske učinkovitost stavbe glede na način uporabe stavbe in je predstavljena z enačbo 2 [17].

$$EPC = \frac{Q_{total:EPC}}{C_1 \times A_{gs:EPC} + C_2 \times A_{ts:EPC}} \times \frac{1}{C_{EPC}} \quad (2)$$

EPC	koeficient energetske učinkovitosti,
$Q_{total:EPC}$	karakteristična letna poraba energije nove hiše (MJ),
$A_{gs:EPC}$	tlorisna površina (m <sup>2</sup> ),
$A_{ts:EPC}$	površina toplotnega ovoja (m <sup>2</sup> ),
$C_1, C_2$	numerični korekcijski faktor (330 MJ/m <sup>2</sup> , 65 MJ/m <sup>2</sup> ),
$C_{EPC}$	korekcijski faktor.

Cilj je doseči EPC skoraj 0 in sicer do leta 2018 pri državnih stavbah in do leta 2020 pri vseh ostalih stavbah.

Investitor si sam izbere kako bo zmanjšal potrebo po energiji in s tem dosegel čim manjši EPC. Uporaba OVE je obvezna, če investitor želi doseči pogoj EPC=0, čim nižji EPC želi doseči, tem večji delež OVE mora uporabiti.

### 2.3.9 Velika Britanija [12]

Cilj za nove stanovanjske stavbe v Angliji po letu 2016 (2017 Severna Irska, 2020 Wales) je, da bodo nič ogljične, za nestanovanjske stavbe pa bo to veljalo po letu 2019 (2020 Severna Irska, 2020 Wales).

Skoraj nič emisijski odtis se doseže s kombinacijo dveh glavnih ukrepov:

- zmanjšanje potrebe po energiji v stavbah: povečanje toplotne učinkovitosti stavbe z izolacijo, uporaba pametnih toplotnih regulacij, izboljšanje energetske učinkovitosti osvetljevanja in naprav in bolj varčna poraba tople vode in
- nižanje ogljičnih emisij ogrevalne in ohlajevalne oskrbe: prehod iz konvencionalnega plinskega in oljnega kotla na nizko ogljične toplotne alternative (TČ, toplovod), potrebno prenehanje uporabe fosilnih goriv za ogrevanje in pripravo tople vode.

## 2.4 Sklep

### 2.4.1 Primarna energija

Iz preglednice 14 je razvidno, da se največje dovoljene vrednosti primarne energije pri zahtevah v analiziranih državah pri novogradnjah gibljejo med 20 in 160 kWh/m<sup>2</sup>a za stanovanjske stavbe in med 25 in 170 kWh/m<sup>2</sup>a za nestanovanjske stavbe. Največje vrednosti so predpisane v avstrijskem AN, vendar moramo vedeti, da je v primarno energijo všteta tudi elektrika za delovanje gospodinjskih aparatov, kar druge države članice ne upoštevajo. Večina držav ima za nestanovanjske stavbe nekoliko višje dovoljene vrednosti primarne energije, saj je potreba po ogrevanju in hlajenju večja, izjema je Slovenija. Podoben trend je zaznati pri večjih prenovah stavb, le da so dovoljene vrednosti primarne energije nekoliko višje.

Preglednica 14: Primerjalna preglednica največjih dovoljenih vrednosti primarne energije po državah glede na posamezno vrsto stavbo (kWh/m<sup>2</sup>a) [9]

	Novogradnja		Večja prenova	
	Največja primarna energija [kWh/m <sup>2</sup> a]		Največja primarna energija [kWh/m <sup>2</sup> a]	
	Stanovanjske stavbe	Nestanovanjske stavbe	Stanovanjske stavbe	Nestanovanjske stavbe
<b>Avstrija</b>	160	170	200	250
<b>Belgija (Bruselj)</b>	45	90 <sup>1</sup>	54	108 <sup>1</sup>
<b>Danska</b>	20	25	20	25
<b>Francija</b>	40-65 <sup>1,2</sup>	70-110 <sup>1,2</sup>	80 <sup>2</sup>	60 % PE <sup>3</sup>
<b>Hrvaška [12]</b>	30-80	25-80		
<b>Nemčija</b>	40 % PE <sup>3</sup>		55 % PE <sup>3</sup>	
<b>Slovenija [4]</b>	75-80	55	90-95	65

<sup>1</sup>...odvisno od referenčnega objekta

<sup>2</sup>...odvisno od lokacije

<sup>3</sup>...največja dovoljena porabljena primarna energija, izražena v procentih glede na referenčni objekt

## 2.4.2 Obnovljivi viri energije

V EPBD je uporaba OVE omenjena le v opredelitvi pojma sNES, kjer je zapisano, da bi za skoraj nič potrebne energije oziroma zelo majhno količino potrebne energije v zelo veliki meri morala zadostovati energija iz obnovljivih virov. V slovenskem AN je uporaba OVE natančno definirana, saj moramo 50 % primarne energije zagotoviti iz OVE pri vseh vrstah stavb, tako pri novogradnjah kot tudi pri večjih prenovah. Tako na Danskem kot na Nizozemskem predpisanih zahtev ni mogoče doseči brez uporabe OVE. V Franciji je vrednost dovoljene primarne energije višja, če so uporabljeni OVE. V AN Velike Britanije uporaba OVE ni vključena, saj v EPBD ni zapisano, da je uporaba le teh obvezna, ampak le zaželena.

## 2.4.3 Faktorji pretvorbe primarne energije

Kot je razvidno iz preglednice 15 se faktorji pretvorbe primarne energije med državami članicami za isti energent v večini primerov ne razlikujejo, izjema so le električna energija, daljinsko ogrevanje s kogeneracijo in lesna biomasa.

Faktor pretvorbe za lesno biomaso je pri ostalih državah članicah zelo podoben, in sicer se giblje med 1 in 1,2, le v Sloveniji je ta faktor zelo nizek in znaša 0,1. V Sloveniji velja lesna biomasa za OVE in s tako nizkim faktorjem spodbujajo uporabo le tega, vprašanje je ali lahko primerjamo lesno biomaso z ostalimi OVE, kot so sončna energija, vetrna energija in toplota okolja. Definicija OVE je, da je to tisti vir energije, ki ga je v naravi dovolj in ga bodisi nikoli ne zmanjka bodisi se obnavlja dokaj hitro. Pomembna lastnost je tudi, da njegova raba bistveno manj onesnažuje okolje kot raba fosilnih goriv. Pri lesu je problem, saj lahko traja več deset let, da se obnovi, prav tako je problem prevelike vsebnosti trdnih delcev v zraku pri kurjenju in posledično slaba kvaliteta zraka. Predvsem so problematične individualne hiše v mestnih središčih in stare ter slabo vzdrževane peči. Rešitev je sežiganje biomase v večjih napravah za daljinsko ogrevanje, kjer lahko izpuste nadzorujemo.

Faktorja pretvorbe za daljinsko ogrevanje s kogeneracijo nimajo določenega v vseh državah članicah, sicer se vrednost giblje med 0,6 na Danskem in 1,5 na Hrvaškem, v Slovenija ta faktor znaša 1.

Pri električni energiji se faktorji prav tako močno razlikujejo med državami. Najnižja vrednost je določena na Hrvaškem, in sicer 1,6, najvišja pa v Nemčiji in znaša 2,8. V Sloveniji je faktor pretvorbe za električno energijo 2,5.

Preglednica 15: Primerjalna tabela faktorjev pretvorbe primarne energije po državah glede na vrsto energenta

Energent	Slovenija	Avstrija	Nemčija	Danska	Italija	Hrvaška
Kurilno olje	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1
Plin	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1
Premog	1,1	/	1,1	1,0	1,2	/
Lesna biomasa	0,1	1,0	1,2	1,0	1,1	1,1
Električna energija	2,5	2,2	2,8	1,8	2,2	1,6
Daljinsko ogrevanje brez kogeneracije	1,2	/	1,3	/	/	1,5
Daljinsko ogrevanje s kogeneracijo	1,0	/	0,7	0,6	/	1,5

Faktorji pretvorbe so določeni tudi glede na razpoložljivost energentov. V Sloveniji imamo veliko lesne biomase, zato je ta faktor zelo nizek, podobno je na Danskem faktor za električno energijo v primerjavi z drugimi državami nižji, saj imajo zelo razvito proizvodnjo elektrike iz vetrnic. Nizek faktor daljinskega ogrevanja s kogeneracijo v Nemčiji in na Danskem je posledica razvite mreže le-tega.

### 3. OVE V SLOVENIJI

Obnovljivi viri energije so tisti viri energije, ki se nahajajo v naravi in jih nikoli ne zmanjka, saj se obnovljajo dokaj hitro.

OVE nastajajo iz treh glavnih primarnih izvorov:

- sončnega sevanja, ki ga oddaja sonce in ga lahko spremenimo v toploto ali elektriko, v naravi povzročata nastanek vetra, valov, vodne energije in biomase,
- težnostne sile Lune in Sonca skupaj s kinetično energijo Zemlje povzročata periodično nastajanje plime in oseke in
- toplote, ki iz notranjosti Zemlje, kjer nastaja z radioaktivnim razpadom snovi v jedru, prehaja proti površju in jo imenujemo geotermalna energija.

Pogosto med tehnologije, ki uporabljajo OVE, uvrščajo tudi energetsko izrabo industrijskih in komunalnih odpadkov, saj z njimi nadomeščamo fosilna goriva. [18]

Leta 2013 je v Sloveniji delež OVE znašal približno 17 %, kar je za 6 % več kot leta 2003. Največji delež, 52 %, predstavljata les in druga trdna biomasa, drugi največji delež OVE je hidroenergija (35 %), ostali OVE (tekoča biogoriva 5 %, geotermalna energija 3,5 %, bioplin 3 %, sončna energija 2,5 %) predstavljajo 14 % energije, vendar njihova poraba precej narašča. [19]

V Sloveniji imamo na razpolago različne OVE. Najbolj zastopani OVE pri stavbah so biomasa, geotermalna energija, hidroenergija, energija sonca in vetra ter uporaba toplotnih črpalk (TČ). Na različnih koncih Slovenije so prisotni različni viri in različne tehnologije, ki so predstavljene v nadaljevanju.

#### 3.1 Biomasa

Med biomaso štejemo organske snovi biološkega izvora, kot so les, trsje, slama, hitro rastoče in visoko energijske kulturne rastline (sladkorni trs, koruza, oljna ogrščica) ter organski odpadki (živinorejska in komunalni odpadki, kanalizacijska voda). [20]

Za pridobivanje toplote najpogosteje uporabljamo lesno biomaso (les iz gozda, lesni odpadki iz industrije). Najbolj uporabljene tehnologije za izrabo lesne biomase so peč na polena, peč za kurjenje s sekanci in peč na pelete. Novejše peči na polena imajo zelo visok izkoristek in relativno malo onesnažujejo okolje. Če k peči priključimo zalogovnik tople vode, dosežemo še dodatno izboljšavo, dodatna avtomatika v zalogovnik preusmerja višek toplote, to pa iz njega črpamo v času, ko v peči ne gori več. S sekanci dosežemo boljše oziroma hitrejše uplinjenje lesa, saj so manjši od polen. Za uravnavanje transporta skrbi elektronika, skoraj vse poteka avtomatsko, le polnjenje zalogovnika in odstranjevanje pepela ni avtomatizirano. Peleti so močno stisnjeni, predhodno zmleti lesni ostanki, zelo suhi, zato je njihova kurilna vrednost znatno večja od sekancev. Lesni peleti so veliko bolj kompaktni od sekancev in zato ne potrebujejo veliko prostora za shranjevanje. Kotel na pelete deluje podobno kot kotel na lesne sekance, le da je tehnologija veliko dražja, vendar tudi bolj čista. [21]



## Elektrarna na biomaso [20]

Proces je enak kot v jedrski ali termo elektrarni, le da je vir biomasa. Z izgorevanjem biomase nastaja toplota, ki preko toplotnih izmenjevalcev greje paro, ki poganja turbine.

V bioplinarnah je proces nekoliko drugačen. Vir energije je plin, ki nastane ob gnitju organskega materiala in ga nato uporabimo kot gorivo za pridobivanje toplote. Bioplin je plinasto gorivo, ki ga pridobivamo z biološko razgradnjo organskega materiala v odsotnosti kisika, s toplotnim uplinjanjem ali s pirolizo. S sežigom odpadkov, ki bi sicer končali na smetišču, pridobivamo električno energijo in energijo za ogrevanje stavb.

Biogoriva, ki jih lahko proizvedemo iz koruze, soje, sladkornega trsa ali katerekoli druge rastline so nadomestek fosilnih goriv, ki jih uporabljamo za pogon motornih vozil. [22]  
Poznamo tri generacije biogoriv. [20]

- Prva generacija biogoriv je proizvedena iz sladkorjev, škroba in rastlinskih olj. Problem teh biogoriv je, da veliko količino pridelanih rastlin uporabimo za proizvodnjo biogoriv namesto za pridelavo hrane, kar povzroča dvig cen hrane.
- Druga generacija so biogoriva, pridobljena iz ostankov rastlin, lesne biomase, slame, trave in kmetijskih odpadkov, torej isto snov uporabimo dvakrat in z različnimi predelovalnimi postopki proizvedemo različne energente.
- Tretja generacija predstavlja biogoriva, pridelana iz alg, iz katerih dobimo različna olja, ki jih lahko predelamo v različne energente (bencin, dizelsko gorivo). Proizvodnja teh goriv je še v fazi razvoja in je zelo draga.

Prednosti so: [20]

- čiščenje gozdov,
- zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub> in SO<sub>2</sub>,
- zmanjšanje uvozne odvisnosti,
- zagotavljanje razvoja podeželja,
- enostavno shranjevanje,
- biogoriva so biorazgradljiva in netoksična,
- dolgoročni potencial vira energije.

Slabosti so: [20]

- visoka cena tehnologije za izrabo biomase oziroma biogoriv,
- pomanjkanje organizacij za logistiko biogoriv,
- zmanjšanje površin za pridelavo hrane,
- podražitev cen hrane.

## 3.2 Geotermalna energija

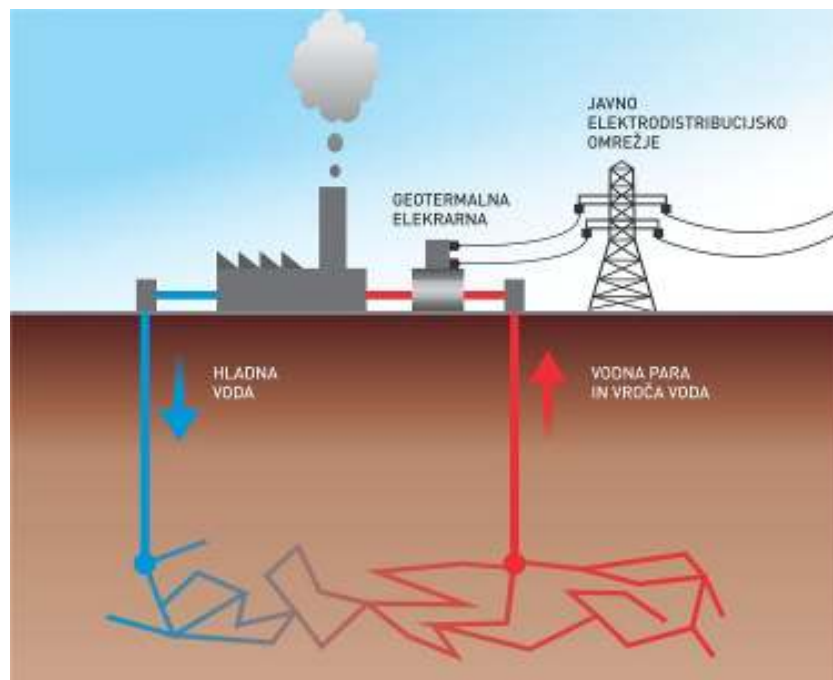
Geotermalna energija je toplota, ki nastaja v notranjosti Zemlje in je tam tudi shranjena. Izkoriščamo jo lahko z zajemom toplih vodnih ali parnih vrelov oziroma s hlajenjem vročih kamnin. Ločimo visokotemperaturne geotermalne vire, kjer je temperatura vode nad 150 °C in jih uporabljamo za proizvodnjo elektrike ter nizkotemperaturne geotermalne vire, kjer je temperatura vode pod 150 °C in jih uporabljamo neposredno za ogrevanje. Povprečna

vrednost toplote Zemljine notranjosti se giblje med 60 in 70 W/m<sup>2</sup>, povprečna toplota, ki se s prevajanjem pojavlja dnevno na površini Zemlje znaša 1,4 W/m<sup>2</sup>.

Uporaba geotermalne energije kot nizekotemperaturnega vira je možna v treh temperaturnih intervalih. V zgornjem temperaturnem intervalu je možno koriščenje geotermalne energije za pridobivanje električne energije, v srednjem za ogrevanje industrijskih in stanovanjskih stavb, v nizkem pa za ogrevanje rastlinjakov in ribogojnic.

Geotermalno energijo lahko izkoriščamo na tri načine:

- geotermalno izkoriščanje (vrelci vroče vode, vrelci pare, dvofazni vrelci voda - para),
- hlajenje vročih kamnin in
- geotlačno izkoriščanje (proizvodnja električne energije, ogrevanje) (Slika 1).



Slika 1: Shema izkoriščanja geotermalne energije (vir slike: [23])

### Geotermalno izkoriščanje

Količine termalnih voda v vodonosnikih so omejene. Izkoriščanje vodonosnikov ločimo glede na temperaturo geotermalne vode:

- temperaturno območje pod 25 °C: izraba plitkih virov je možna z uporabo TČ,
- temperaturno območje od 25 °C do 90 °C: nizekotemperaturni prenosniki so primerni za direktno izkoriščanje, vendar niso primerni za daljše transportiranje; energijsko izrabljeno vodo vračamo v vodonosnik (reinjektiranje), s čimer vzdržujemo hidrodinamično ravnotežje, tlak v vodonosniku ne pada, okolice pa ne onesnažujemo z oddano geotermalno vodo,
- temperaturno območje nad 90 °C: pri dovolj velikem pretoku lahko pridobivamo električno energijo.

## Hlajenje vročih kamnin – geosonda

Kjer ni vodonosnikov, lahko za odzemanje manjše količine toplote kamninam uporabimo geosonde. Temperatura se na prvih 10 – 20 m pod površino med letom spreminja zaradi atmosferskih vplivov, v večjih globinah je temperatura stalna in se z globino povišuje (približno 3 °C na vsakih 100 m globine). V vrtino globoko 60 do 140 m vgradimo dve U cevi iz plastike, prazen prostor med njima zapolnimo s snovjo, ki ima dobro toplotno prevodnost.

Toplotni odzem je odvisen od vrste tal in znaša za:

- suha peščena tla 20 W/m,
- vlažna peščena tla 40 W/m,
- tla s podtalnico 80 – 100 W/m.

Geosonda predstavlja sistem štirih cevi, od katerih sta po dve povezani v zanko. V sistemu je še peta cev, ki služi za to, da vrtino zapolnimo s posebno cementno maso, ki ima dobro toplotno prevodnost. V ceveh kroži medij, ki zemlji odvzame toploto in jo prenese do TČ, ki vodo v ogrevalnem sistemu dogreva do zelene temperature oziroma jo poleti ohladi. Za delovanje TČ je potrebna elektrika. [21]

## Geotlačno izkoriščanje

Delovanje geotermalne elektrarne je podobno klasični termoelektrarni, vodo kot paro vodimo na turbino, turbina poganja generator, ki proizvaja električno energijo. Tehnološki del geotermalne elektrarne ločimo na dva tokokroga. V primarnem tokokrogu voda prinaša toploto iz zemeljskih globin na površje. Voda se v globini ogreje, zato se dvigne na površje in v toplotnem izmenjevalcu preda toploto vodi sekundarnega tokokroga. V toplotnem izmenjevalcu ohlajena primarna voda se s črpalko potisne nazaj v globino. V sekundarnem tokokrogu se voda v toplem izmenjevalcu upari in z velikim tlakom vrtil turbino, turbina vrtil električni generator, ki proizvaja električno energijo. [20]

Prednosti so: [20]

- proizvedena energija je čista in varna za okolje, brez škodljivih izpustov toplogrednih plinov, če jo pravilno izkoriščamo (glej slabosti),
- zaloge so praktično neizčrpne,
- neodvisnost od vremena,
- geotermalne elektrarne zavzamejo malo prostora.

Slabosti so: [20] [21]

- izkoriščanje možno le na določenih lokacijah,
- visoki investicijski in obratovalni stroški geotermalnih sistemov,
- povzročanje seizmične aktivnosti,
- usedanje tal, zaradi praznjenja vodonosnikov, kar lahko preprečimo z reinjektiranjem,
- sproščanje določenih snovi in plinov globoko iz Zemlje, ki so lahko škodljivi, ko pridejo na površje,
- toplotno onesnaževanje površinskih voda, v katero spuščamo zavrženo geotermalno vodo,
- povečanje vsebnosti škodljivih snovi (karbonati, silikati, sulfati, kloridi), trdnih snovi (pesek, mulj) in slanosti z izlivom izkoriščene termalne vode v reke ali jezera,

- onesnaževanje zraka pri proizvodnji elektrike, kjer izkoriščamo paro iz geotermalnih nahajališč, saj para vsebuje pline (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>); največji problem predstavlja H<sub>2</sub>S, ki oksidira v žveplov dioksid, ta pa v žveplovo kislino, ki povzroča kisel dež,
- hrup, ki ga povzroča para iz geotermalnih nahajališč, zato je potrebno vgraditi dušilnike.

### 3.3 Hidroenergija [21]

Hidroelektrarna pretvori hidroenergijo v električno. Količina pridobljene energije je odvisna od količine vode in od višinske razlike vodnega padca. Glede na to razlikujemo tri vrste hidroelektrarn:

- pretočne izkoriščajo veliko količino vode, ki ima majhen padec; reko se zajezi, zaloge se ne ustvarja,
- akumulacijske izkoriščajo manjšo količino vode, ki ima velik višinski padec; vodo se akumulira z nasipi ali s poplavitvijo dolin in sotesk,
- pretočno-akumulacijske so kombinacija pretočnih in akumulacijskih, gradijo se v verigi, v kateri ima le prva elektrarna akumulacijsko jezero.

Prednosti so:

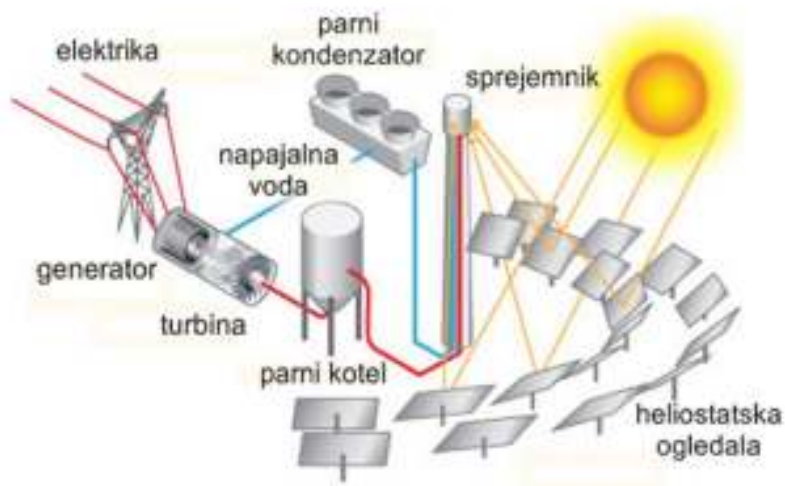
- ne onesnažuje okolja,
- dolga življenjska doba in nizki obratovalni stroški.

Slabosti so:

- izgradnja hidroelektrarn predstavlja velik poseg v okolje,
- nihanje proizvodnje glede na razpoložljivost vode,
- visoka investicijska vrednost.

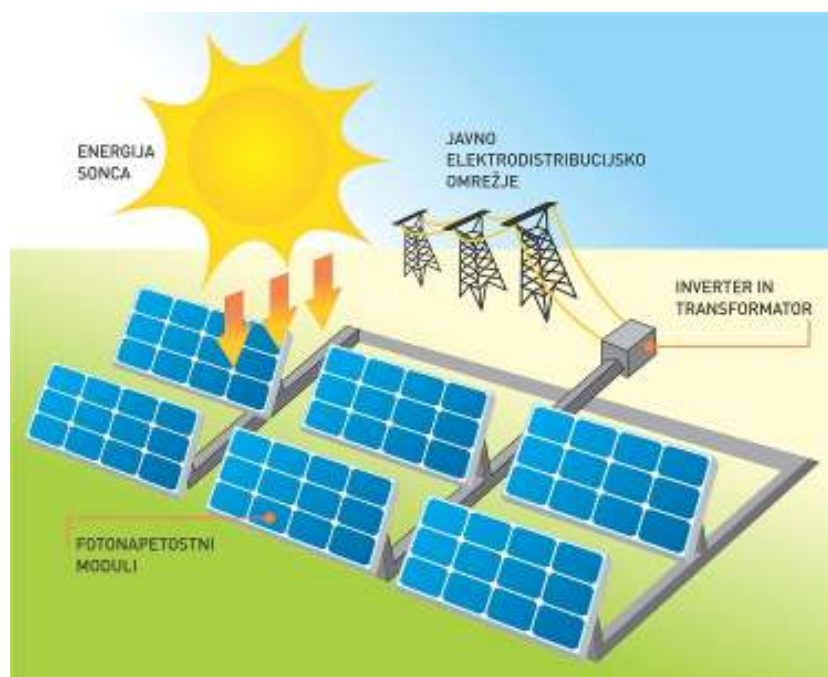
### 3.4 Sončna energija

Sončno energijo lahko izkoriščamo z različnimi napravami. Sončne celice uporabljamo za proizvodnjo elektrike (fotovoltaika), s pomočjo sončnih kolektorjev grejemo sanitarno vodo, vodo za ogrevanje, lahko jih uporabimo tudi za delovanje TČ. Sončni koncentratorski sistemi (Slika 2) se uporabljajo za proizvodnjo elektrike preko toplotne energije, ki delujejo tako, da sonce segreva in uparja vodo, ta poganja turbino, ki v povezavi z generatorjem proizvaja električno energijo (termalne elektrarne). Poznamo dve vrsti sončnih elektrarn, fotonapetostne oziroma fotovoltaične in termalne. [20]



Slika 2: Shema sončnega koncentratskega sistem (vir slike: [24])

Pri fotovoltaični elektrarni (Slika 3) gre za neposredno pretvarjanje sončne svetlobe (sevanja) v električno energijo. Ko v sončni celici na spoj dveh tipov polprevodnikov pade svetloba, se ustvarjajo pari elektron-vrzel, ti se pod vplivom vgrajenega električnega polja ločijo in zaradi ločitve naboja na priključnih sponkah sončne celice nastane električna napetost, ki poganja električni tok. Poznamo monokristalne, multikristalne in amorfne sončne celice. Monokristalne celice imajo največji izkoristek in so tudi najpogostejše. Za boljše funkcioniranje so sončne celice povezane skupaj v sončne module, ki so skupaj z ostalimi komponentami povezani v sisteme. Ti sistemi so lahko samostojni ali priključeni na električno omrežje. Takšne elektrarne imajo približno 10 % izkoristek, dražje tudi do 20 %.



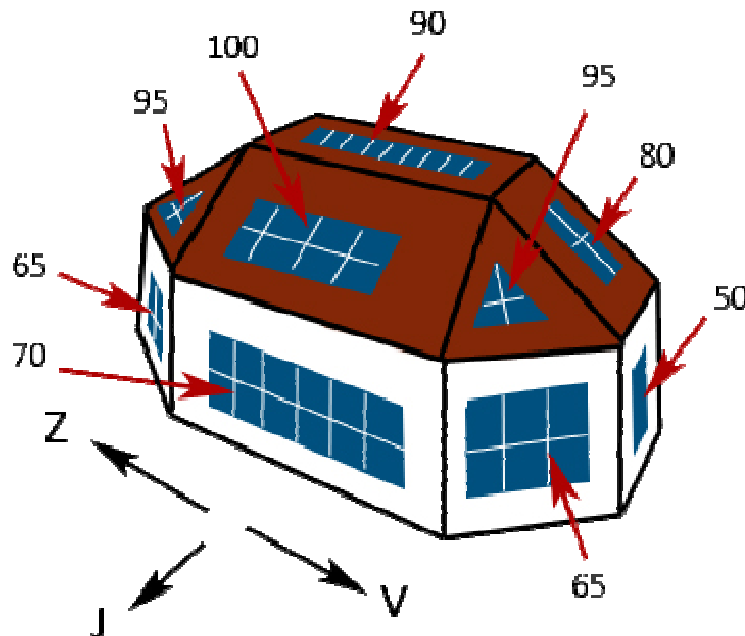
Slika 3: Shema fotovoltaične elektrarne (vir slike: [25])

Fotonapetostne sisteme delimo na samostojne in omrežne.

Samostojni sistemi so namenjeni proizvodnji električne energije na območjih, kjer ni električnega omrežja (gorske kočje, podeželje, počitniške hiše).

Omrežni sistemi so namenjeni proizvodnji električne energije, ki se oddaja neposredno v električno omrežje. Te imenujemo sončne elektrarne. Poznamo razpršene sisteme (hišne sončne elektrarne) in centralne sisteme (velike sončne elektrarne). Pri nas so najbolj razširjeni omrežni sistemi moči med nekaj kW in do 1 MW. [20]

Sončni kolektorji segrejejo zrak za ogrevanje prostorov ali vodo za pripravo tople vode oziroma vodo za delovanje TČ. Glavni del sončnega kolektorja je absorber, na katerem je plast, ki absorbira sončno energijo in nato prenese toploto iz te plasti na vodo ali zrak, ki teče skozenj. Sončne kolektorje povežemo skupaj v sistem sončnih kolektorjev, ki ga običajno postavimo na streho stavbe. Največ sončne energije kolektorji sprejmejo, če so postavljeni pod kotom  $25^\circ$  do  $45^\circ$  in so obrnjeni v smeri juga ali jugozahoda (Slika 4). [21]



Slika 4: Vpliva naklona in orientacije sončnih celic na izkoristek sončne energije (vir slike: [26])

Moč na površino, ki jo dobimo iz sončne energije, je odvisna od lokacije, letnega časa, dela dneva in vremenskih pogojev (Preglednica 16). V optimalnih pogojih dobimo na površini Zemlje približno  $1 \text{ kW na m}^2$ . To je gostota energijskega toka opoldanskega sonca na dan brez oblaka in velja za površine, obrnjene pravokotno proti soncu. Za realno moč sončnega obsevanja moramo upoštevati kot med sončnimi žarki in zemeljsko površino. S tem se jakost opoldanskega sonca v Sloveniji zmanjša na približno 70 % vrednosti, ki je na ekvatorju. [20]

Preglednica 16: Gostota moči sončnega sevanja pri različnih vremenskih razmerah [27]

Vreme	Jasno	Megleno/oblačno (sonce slabo vidno)	Oblačno (sonce ni vidno)
Celotno sevanje [ $\text{W/m}^2$ ]	600 - 1000	200 - 400	50 - 150

Prednosti so: [20]

- med obratovanjem fotonapetostnih elektrarn ni izpustov toplogrednih plinov,
- nizki obratovalni stroški,
- proizvodnja in poraba energije sta na istem mestu,
- tiho delovanje naprav,
- uporaba sončnih celic za manjše elektronske naprave je možna povsod (pomorstvo, odmaknjene lokacije).

Slabosti so: [20]

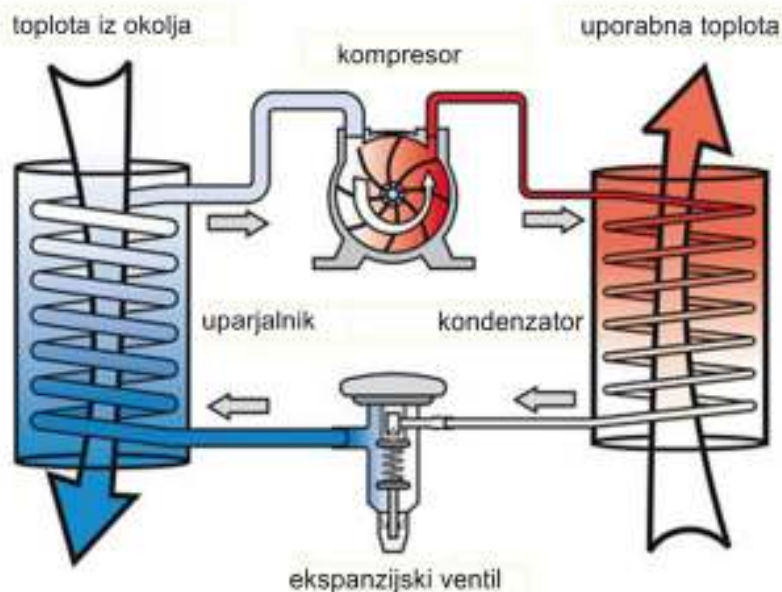
- nestanovitnost vira (proizvodnja je odvisna od sončnega obsevanja, zato so potrebni še dodatni zanesljivi viri),
- nizka razpoložljivost (lokacije z malo sončnih dni),
- visoki začetni stroški,
- vpliv na vizualno podobo okolja (zavzamejo veliko površine),
- možnost povzročitev požarov na mestih, kjer se nahajajo celice.

### 3.5 Energija okolja

Energijo okolja (toplota zraka, podtalna in površinska voda, toplota akumulirana v zemlji in kamnitih masivih) izkoriščamo s pomočjo TČ, ki toploto iz okolja pretvarjajo v uporabno toploto za ogrevanje prostorov in segrevanje sanitarne vode. TČ lahko izkoriščajo tudi odpadno vodo, ki se sprošča pri različnih tehnoloških procesih. [21]

Delovanje TČ

TČ opravlja prenos toplote s pomočjo delovnega medija, ki prenaša toploto iz okolja v poljuben ogrevalni sistem s spremembo svojega agregatnega stanja. Hladiva, ki so snovi z nizkimi temperaturami uparjanja, se uporabljajo v TČ kot delovno sredstvo, ki v uparjalniku pod vplivom toplote, ki je bila odvzeta iz okolice prehajajo iz tekočega v plinasto stanje. V obliki plina hladivo potuje skozi kompresor, kjer se mu zviša tlak in dvigne temperatura zaradi vložene mehanike dela. Kompresorju je potrebno dovesti električno energijo, tekočina po izstopu iz kompresorja preide v kondenzator kjer odda toploto ogrevalnemu mediju. Hladivo se nato na račun zmanjšanja gostote začne ohlajati, saj je nastala ekspanzija. Krožni proces je sklenjen, ko hladivo preide iz ekspanzijskega elementa ponovno v uparjalnik (Slika 5). [28]



Slika 5: Prikaz delovanja toplotne črpalke (vir slike: [29])

Za delovanje TČ je potrebna elektrika. Razmerje med pridobljeno energijo in vloženim delom imenujemo grelno število ali koeficient učinkovitosti (COP). Največji izkoristek imajo TČ voda-voda, sledijo TČ zemlja-voda, najmanjši izkoristek imajo TČ zrak-voda. [30]

S TČ lahko zagotovimo energijo za ogrevanje, hlajenje in pripravo tople vode. Učinkovitost TČ je odvisna od COP. V primeru TČ zrak-voda s COP 4 pomeni, da z vložkom 1kWh električne energije, TČ proizvede 3 kWh obnovljive energije. Torej 75 % končne energije za ogrevanje, hlajenje in pripravo tople vode je iz energije okolja (OVE) in 25 % električne energije, ki je potrebna za delovanje TČ. Podobno pri TČ zemlja-voda, ki ima COP 4,5, TČ proizvede 3,5 kWh obnovljive energije z vloženo 1kWh električne energije, torej 78 % končne energije za ogrevanje, hlajenje in pripravo tople vode je iz energije okolja (OVE) in 22 % električne energije, ki je potrebna za delovanje TČ. Pri geotermalni TČ s COP 5,8 z vložkom 1 kWh električne energije dobimo 4,8 kWh obnovljive energije, kar pomeni, da je 83 % končne energije za ogrevanje, hlajenje in pripravo tople vode iz energije okolja (OVE) in 17 % električne energije, ki je potrebna za delovanje TČ.

Glede na delovanje poznamo dve vrsti TČ, kompresorske in absorpcijske TČ. Kompresorske imajo mehanski, absorpcijske pa toplotni kompresor. [21]

Ločimo dva osnovna načina obratovanja TČ, bivalentno obratovanje zrak-voda in monovalentno obratovanje voda-voda. Pri bivalentnem obratovanju TČ pokriva toplotne potrebe do določene zunanje temperature (običajno do 5°C), pri nižji temperaturi se TČ izklopi in začne delovati drug vir ogrevanja. Pri monovalentnem obratovanju pa je TČ edini vir ogrevanja ter hlajenja in v tem načinu sama pokriva celotne zahteve po ogrevanju stavbe. [28]



### 3.5.1 TČ voda-voda

Za delovanje črpalke izkoriščamo energijo podtalnice, ki ima konstantno temperaturo med 8 in 12 °C, kar pomeni, da ima TČ visok izkoristek. Toplota podtalnice je zanesljiv in konstanten energetski vir. [31]

Pogoji za postavitev TČ voda-voda so: [28]

- vodno dovoljenje za rabo podtalne vode, ki je lahko v določenih primerih pogojeno z maksimalnim odvzemom podtalnice oziroma z vodno analizo,
- izvedba določenih gradbenih in zemeljskih del – vrtine,
- sesalna vrtina: pred namestitvijo vrtine moramo preučiti količino podtalnice, starost in kvaliteto vode, ki je odvisna od različnih geoloških značilnosti področja; v sesalni vrtini zajamemo vodo, ki omogoča delovanje TČ, globina vrtine je odvisna od razpoložljivosti vodnega vira,
- ponorna vrtina: postavimo jo približno 15 m za sesalno vrtino v smeri toka podtalne vode in se s tem izognemo mešanju toplejše in hladnejše vode,
- cevna povezava: pomembna je pravilna dimenzija cevi,
- potopna črpalka črpa podtalno vodo iz sesalne vrtine preko TČ v ponorno vrtino, vgradi se v sesalno vrtino na določeni globini.

### 3.5.2 TČ zemlja-voda [28]

Vir toplotne energije je zemlja, ki je brezplačen in zelo učinkovit. Zemlja predstavlja skladišče velike količine sončne energije, ki jo TČ izkorišča s prečrpavanjem vode skozi zemljo. Na podlagi tega prečrpavanja se povečuje temperatura, ki se lahko uporablja za ogrevanje stavbe ali ogrevanje sanitarne vode. Za delovanje potrebuje elektriko, vendar porabi majhno količino v primerjavi s količino toplote, ki jo proizvede.

TČ zemlja-voda potrebuje odprt prostor, ki omogoča dostop strojem za kopanje in namestitve celotnega sistema geotermalne TČ, potrebuje le osnovno vzdrževanje, saj nima veliko mehanskih komponent. Stroški vrtanja so odvisni ali gre za vertikalni ali horizontalni sistem, delovanje TČ je tiho, saj nima zunanje kondenzacijske enote.

#### Horizontalna zemeljska sonda



Slika 6: Horizontalna zemeljska sonda (vir slike: [28])

Horizontalne zanke, ki povezujejo zemeljske kolektorje se namestijo tam, kjer je veliko prostora. Z zemeljskimi kolektorji se izrablja toplota zgornjega dela zemlje oziroma kamnine (Slika 6). V zemlji se kopiči toplotna energija, ki jo je mogoče izkoristiti s kolektorji, ki so povezani s TČ. V praksi gre za plastične cevi, v katerih se pretaka nek delovni medij in ki jih položimo na globino med 1,2 m in 1,5 m. Razdalja med kolektorji mora biti vsaj 70 cm.

Prednosti so:

- primerna za novogradnje in prenove,
- tehnologija oziroma sistem z dolgo življenjsko dobo,
- namestitev in sam sistem sta okolju prijazna,
- energetsko zelo učinkovita,
- stroškovno zelo ugodna.

Slabosti so:

- velika površina za namestitev,
- sistem potrebuje veliko cevi.

### Vertikalna zemeljska sonda



Slika 7: Vertikalna zemeljska sonda (vir slike: [28])

Zanje je potrebno malo prostora. Najpogostejša izvedba namestitve in ogrevanja s TČ je preko vertikalne sonde, s pomočjo katere izkoriščamo toploto kamnin v globini zemeljske površine (Slika 7). Energija v obliki toplote se iz kamnin in zemlje odvzema v slojih globine dobrih 100 m in vse do 450 m globoko. Moč sonde je odvisna od lastnosti kamnin.

Prednosti so:

- minimalni premiki v zemeljski površini pri vertikalnih sondah, kar je idealno za namestitev TČ v primeru prenove,
- majhna površina za namestitev,

- manj cevi kot pri horizontalnih zemeljskih kolektorjih.

Slabosti so:

- vgradnja vertikalnih cevni zank je dražja kot horizontalnih,
- zaradi velike globine so potrebni usposobljeni izvajalci.

### 3.5.3 TČ zrak-voda [28]

TČ zrak-voda je najcenejša in najbolj pogosta vrsta črpalk. Vir toplote je zrak, ki ga ne moremo izčrpati in je na voljo povsod. Poleg toplote zunanjega zraka lahko TČ izkorišča tudi toploto notranjega zraka. Najprimernejši mesti za izkoriščanje toplote notranjega zraka sta klet, kjer vzdržujemo stalno temperaturo 3 °C in podstrešje, kjer temperatura zraka ne pade pod 0 °C. TČ zrak-voda lahko samostojno pokriva potrebe po toploti objekta do zunanje temperature -5 °C, pri nižji temperaturi moramo koristiti drug ogrevalni vir, ki lahko deluje samostojno, ali pa je povezan s TČ.

## 3.6 Vetрна energija

Izkoriščanje vetra je smiselno tam, kjer vetrovi dosežajo konstantno visoke hitrosti. Na grebenih, kjer pihajo ugodni vetrovi, se postavi večje število vetrnic, ki skupaj tvorijo polje vetrnih elektrarn. Večina vetrnic proizvede največ električne energije pri hitrosti vetra med 15 in 25 m/s, maksimalne moči se dobijo pri hitrosti okoli 15 m/s. Vetrnice ne delujejo, če je hitrost vetra manjša od 5 m/s ali večja od 25 m/s.

Vetrnica pretvarja energijo vetra v električno energijo. Teoretično jo lahko pretvori največ do 60 %, v praksi pa le od 20 do 30 %. Moči elektrarn se gibljejo od nekaj kW do nekaj MW. [21]

Vetrnice so sestavljene iz več elementov: [21]

- steber,
- ohišje, v katerem se nahaja generator električne energije, menjalnik hitrosti, rotor in sistem za spreminjanje smeri,
- lopatice (navadno sta 2 ali 3).

Prednosti so: [20] [21]

- enostavna tehnologija,
- proizvodnja električne energije je brez emisij,
- v okolici vetrnic je zemlja še vedno uporabna za obdelovanje,
- omogoča oskrbo z energijo na odročnih lokacijah (gorske kočje).

Slabosti so: [20] [21]

- nestanovitnost vira,
- cena električne energije iz vetra je višja od cene električne energije, proizvedene v hidroelektrarnah ali klasičnih termoelektrarnah,

- vizualni vpliv na okolico,
- hrup v neposredni bližini.

## **4 ANALIZA POTENCIALOV OVE V SLOVENIJI**

### **4.1 Biomasa**

V Sloveniji velja biomasa za najbolj razširjen OVE, predvsem les (Priloga A1), vedno več se uporabljajo tudi sekanci in peleti, (Priloga A2 in A3) in sicer za ogrevanje prostorov in sanitarne vode.

Po oceni Zavoda za gozdove Slovenije in Gozdarskega inštituta Slovenije znaša potencial lesne biomase okoli 2 milijona m<sup>3</sup>, v kar niso všteti ostanki lesne industrije, ki jih je po ocenah med 500 in 600 tisoč ton na leto. Število občin, ki mesta ali večja naselja znotraj mest ogrevajo z daljinskim ogrevanjem na lesno biomaso, se redno povečuje, saj gozdovi pokrivajo približno 60 % površine. V letu 2013 je bilo več kot 40 sistemov daljinskega ogrevanja na biomaso s skupno močjo 235 MW (Priloga A4). Velik potencial predstavljajo individualne hiše, saj se približno 30 % gospodinjstev ogreva na les in lesno biomaso. Problem je zastarelost tehnologije priprave in rabe, slabi izkoristki kurilnih naprav in neustrezne emisijske vrednosti. [32]

V zadnjih letih je mogoče opaziti porast bioplinaren, saj so bile leta 2007 le 4, leta 2015 jih je bilo že 25, v kar niso vštete elektrarne na odlagališčni plin in na plin iz čistilnih naprav. Neizkoriščen obstaja potencial proizvodnje bioplina na manjših kmetijah (Priloga A5). [33]

### **4.2 Geotermalna energija**

V Sloveniji uporabljamo geotermalno energijo predvsem v termalnih kopališčih in za daljinsko ogrevanje na severovzhodu države (Murska Sobota, Lendava, Dobrovnik), saj so tam najugodnejše razmere zaradi geološke sestave (med Lendavo in Mariborom) (Slika 8). Geotermalno bogata in raziskana območja so tudi Krško-Brežiško polje, Rogaško-Celjsko območje, Ljubljanska kotlina, slovenska Istra in območje zahodne Slovenije, v drugih regijah lahko geotermalno energijo s pomočjo TČ uporabljamo vsaj za pripravo sanitarne vode. [32]

Iz priloge B1 je razvidno, da je na 500 m globine v zahodni in južni Sloveniji temperatura pod 20 °C, v Ljubljani in Kranju doseže zemlja temperaturo približno 22 °C, kar lahko izkoriščamo le s TČ. V severovzhodnem delu države je temperatura nekoliko višja in sicer se giblje med 30 °C in 34 °C. Najvišjo temperaturo, 40 °C in več lahko izmerimo na območju med Mariborom in Mursko Soboto ter v Čatežu ob Savi. To geotermalno energijo izkoriščamo direktno. Na globini 1000 m je temperatura zahodnega in južnega dela države približno 22 °C, v Ljubljani, Kranju in Celju znaša temperatura 40 °C. Tu geotermalno energijo že lahko izkoriščamo direktno in ne več s TČ. Na severovzhodnem delu države se temperatura giblje med 46 °C in 62 °C, najvišje temperature so zopet na območju med Mariborom in Mursko Soboto (Priloga B2).

Izkoriščanje geotermalne energije v Sloveniji poteka na 79 vrtinah, vsako leto naredijo povprečno 2 globoki vrtini za iskanje termalnega vodonosnika. [34]



Slika 8: Izraba geotermalne energije (vir slike: [35])

### 4.3 Hidroenergija [36]

Glavne Slovenske elektrarne, ki pridobivajo električno energijo iz OVE, so dravske hidroelektrarne, hidroelektrarne na Savi (spodnji, srednji in zgornji tok) in soške hidroelektrarne, njihova skupna proizvodnja znaša okoli 4300 GWh, kar je približno 34 % vse proizvedene električne energije.

Najbolj izkoriščena je reka Drava, sledi Sava in nato Soča.

Po podatkih Holdinga Slovenskih elektrarn (HSE) je ocenjen hidropotencial v Sloveniji 19.400 GWh/leto, tehnični hidropotencial znaša 9.100 GWh/leto, izkoriščen potencial predstavlja 45 % tehničnega, kar je 4.130 GWh/leto (Slika 9).

V Sloveniji imamo tudi več kot 399 malih hidroelektrarn, ki so v javni in zasebni lasti, njihova skupna moč je približno 90 MW in letno proizvedejo 290 GWh elektrike (Priloga C). Možnost potenciala malih HE je 180 MW in letna proizvodnja 500 GWh. Glavni problem pri malih HE je koncesija za rabo vode ter pridobitev vseh potrebnih soglasij in dovoljenj.



Slika 9: Energetski potencial slovenskih rek (vir slike: [37])

#### 4.4 Sončna energija

Leta 2015 je bilo v Sloveniji 3366 sončnih elektrarn s skupno kumulativno močjo 257,6 MW (Slika 10, Priloga D1) [27]. Še bolj je razširjena uporaba sončnih kolektorjev za ogrevanje prostorov in sanitarne vode (Priloga D2).



Slika 10: Kumulativna moč sončnih elektrarn (levo) in število nameščenih sončnih elektrarn na dan 15.12.2015 (vir slike: [27])

Skozi vse leto obstaja v Sloveniji 1000 – 1400 kWh/m<sup>2</sup> osončene površine, od tega jo je 75 % v mesecih od aprila do oktobra (Priloga E, F1, F2, F3, F4) [32].

Povprečno slovensko gospodinjstvo letno porabi okoli 3200 kWh električne energije. Predpostavimo, da sončna elektrarna z nazivno močjo 1 kW v Sloveniji letno proizvede

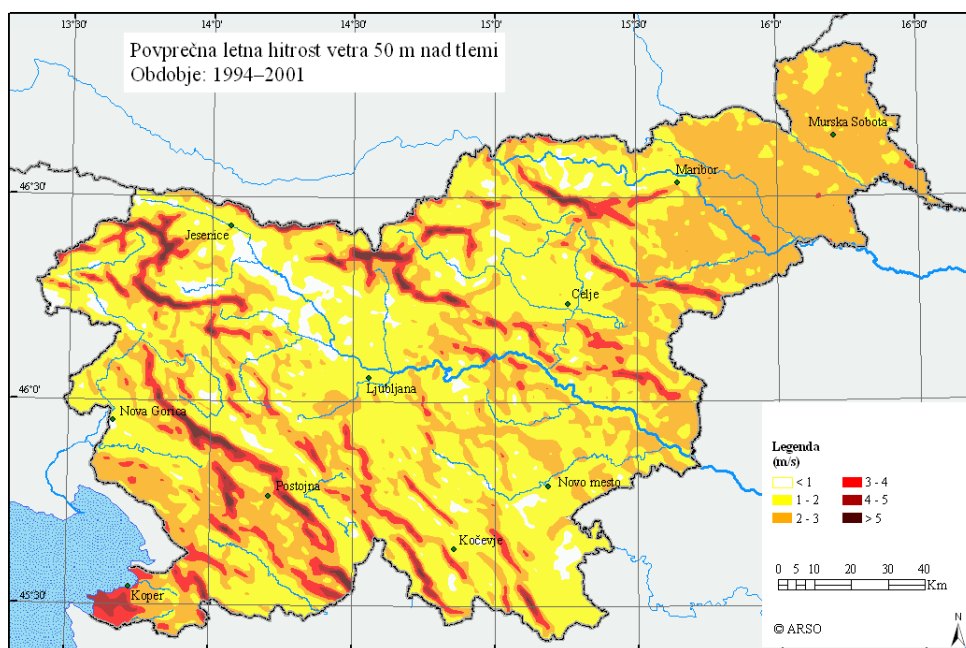
dobrih 1000 kWh električne energije, kar pomeni, da povprečno gospodinjstvo za pokrivanje lastne porabe potrebuje sončno elektrarno moči okoli 3 kW. V primeru PV-sistema s 15 % izkoristkom potrebujemo 20 m<sup>2</sup> površine fotonapetostnih modulov, pri sistemu z 10 % izkoristkom pa približno 30 m<sup>2</sup>. [20]

#### 4.5 Energija okolja

V Sloveniji se najpogosteje uporablja TČ zrak-voda oziroma zrak-sanitarna voda, ker je tehnologija najcenejša in ker je vir toplote (zrak) prisoten povsod (Priloga G1 in G2). Precej manj razširjene so TČ zemlja-voda, saj so stroški izgradnje zaradi vrtn večji (Priloga G3). Najmanj je razširjena TČ voda-voda, razlog je prav tako višja cena zaradi vrtn, predvsem je problem pridobitev vodnega dovoljenja (Priloga G4).

#### 4.6 Vetrna energija

V Sloveniji imamo le eno večjo vetrno elektrarno, in sicer pri Dolenji vasi z nazivno močjo 2,3 MW, ki naj bi proizvedla 4,5 milijona kWh električne energije letno, kar zadostuje za približno 1000 gospodinjstev [20] ter eno manjšo pri Razdrtem z nazivno močjo 0,91 MW. [38] Težave se pojavljajo pri umeščanju vetrnih turbin v prostor, poleg tega povprečne hitrosti vetra le na redkih območjih presegajo hitrost od 3 do 5 m/s (Slika 11), kar je minimalna začetna hitrost vetra, potrebna za obratovanje vetrnih elektrarn. [20] V Sloveniji je za izgradnjo vetrnih elektrarn primernih sedem lokacij na Primorskem, med njimi Avče, Porezen, Novokranjski vrhi, Hrpelje – Slope, Senožeška brda – Vremščica – Čebulovica – Selivec, Grgar – Trnovo in Banjščice – Lokavec (Priloga H). [32]



Slika 11: Povprečna letna hitrost vetra 50 m nad tlemi [39]



## 5 PRIMER IZPOLNJEVANJA ZAHTEV SLOVENSKEGA AN sNES

V nadaljevanju sem obravnavala enodružinsko hišo na različnih lokacijah v Sloveniji. Z različnimi OVE in primernim stavbnim ovojem sem poskušala zagotoviti, da bo hiša izpolnjevala pogoje za sNES.

### 5.1 Lokacije

Na podlagi kart povprečne letne temperature (Priloga I1), povprečne letne najvišje (Priloga I2) in najnižje dnevne temperature (Priloga I3), sončnega obsevanja pozimi, spomladi, poleti in jeseni (Priloge F1, F2, F3, F4) in na podlagi povprečnega temperaturnega primanjkljaja (Priloga J) v ogrevalni sezoni sem izbrala šest različnih lokacij po Sloveniji. Izbrala sem karakteristične kraje oziroma kraje, ki imajo potencial izkoriščanja OVE (Preglednica 17):

- Kranjska Gora z nizkimi temperaturami in visokim temperaturnim primanjkljajem,
- Ljubljana s slabim sončnim obsevanjem jeseni in pozimi, predvsem zaradi pojava toplotnega obrata in posledično megle,
- Cerknica ima nekoliko nižje temperature kot Ljubljana, temperaturni primanjkljaj je večji, sončnega obsevanja v jesenskem in zimskem času je več,
- Koper z visokimi temperaturami, majhnim temperaturnim primanjkljajem in veliko količino prejetega sončnega obsevanja,
- Krško z zmernimi temperaturami, vendar majhnim sončnim obsevanjem pozimi,
- Murska Sobota s potencialom rabe geotermalne energije.

Preglednica 17: Podnebni podatki izbranih lokacij [40]

	Kranjska Gora	Ljubljana	Cerknica	Koper	Krško	Murska Sobota
Povprečna letna temperatura [°C]	6-8	8-10	8-10	12-14	10-12	10-12
Povprečna letna najnižja dnevna temperatura [°C]	0-2	4-6	2-4	8-10	6-8	4-6
Povprečna letna najvišja dnevna temperatura [°C]	12-14	14-16	12-14	18-19	16-18	14-16
Povprečni temperaturni primanjkljaj v ogrevalni sezoni [K/dan]	4400-4600	3200-3400	3600-3800	2000-2200	3000-3200	3200-3400
Sončno obsevanje – zima [h]	280-320	200-240	280-320	320-360	200-240	200-240
Sončno obsevanje – pomlad [h]	480-520	480-520	480-520	520-560	480-520	520-560
Sončno obsevanje – poletje [h]	700-740	740-780	740-780	820-860	780-820	740-780
Sončno obsevanje – jesen [h]	420-440	320-380	400-420	500-530	360-380	380-400

### 5.2 Geometrijske in gradbeno-fizikalne lastnosti obravnavane stavbe

Obravnavala sem enodružinsko montažno hišo Marles Calipso s skupno neto površino 180,51 m<sup>2</sup>. Hiša ima pritličje s površino 111,46 m<sup>2</sup> in mansardo s površino 69,05 m<sup>2</sup>. Svetla etažna višina pritličja znaša 2,5 m, kolenski zid v mansardi znaša 2,27 m (Slika 12). [41]



Slika 12: Enodružinska montažna hiša [41]

S programom TOST [42] sem izvedla izračun energetske bilance obravnavane hiše na izbranih lokacijah skladno s PURES 2010 in upoštevaje mejne vrednosti učinkovite rabe energije po 1. januarju 2015. Vpliv toplotnih mostov sem upoštevala na poenostavljen način, kot je opredeljen v TSG4.

Za ogrevanje, hlajenje in pripravo tople vode stavbe sem predvidela uporabo različnih energentov, in sicer v odvisnosti od potenciala posamezne obravnavane lokacije. Za ogrevanje in pripravo tople vode sem za distribucijo uporabila izolirane cevi znotraj ogrevanih prostorov, za hlajenje pa izolirane cevi znotraj ohlajenih prostorov učinkovitost distribucije 95 % [43]. Učinkovitost ogrevalnih oziroma hladilnih elementov je bila predvidena 96 % [43]. Učinkovitost naprav za ogrevanje, hlajenje in pripravo tople vode je razvidna iz preglednice 18.

Preglednica 18: Učinkovitost naprav za ogrevanje, hlajenje in pripravo tople vode

	<b>Učinkovitost naprave</b>
<b>Zemeljski plin</b>	1,07 [44]
<b>Daljinska toplota s kogeneracijo</b>	0,98 *
<b>Kurilno olje</b>	0,95 [45]
<b>Lesna biomasa – sekanci</b>	0,96 [46]
<b>Lesna biomasa – peleti</b>	0,93 [47]
<b>Električna energija – TČ zrak-voda</b>	4,0 [48]
<b>Električna energija – TČ zemlja-voda</b>	4,5 [49]
<b>Električna energija – TČ voda-voda</b>	5,5 [50]

\* ocenjena vrednost

Stavbo sem razdelila na tri temperaturne cone, dve ogrevani in eno neogrevano (Slika 13). Prva ogrevana cona, površine 87,89 m<sup>2</sup> in prostornine 219,73 m<sup>3</sup>, obsega vhod, hodnik v pritličju, kabinet, kopalnici, sobo 1 in 2, utility ter spalnico z garderobo. Druga ogrevana cona, površine 65,14 m<sup>2</sup> in prostornine 173,60 m<sup>3</sup>, obsega kuhinjo, jedilnico, dnevno sobo, stopnišče in hodnik v nadstropju. Neogrevana cona obsega garažo in kurilnico, s skupno površino 27,48 m<sup>2</sup> in prostornino 68,70 m<sup>3</sup>.



Slika 13: Tloris pritličja in nadstropja hiše

Ogrevani cona se razlikujeta po različnih projektnih notranjih temperaturah v letnem in zimskem času (Preglednica 19).

Preglednica 19: Projektne notranje temperature con

	Ogrevana cona 1	Ogrevana cona 2
<b>Projektna notranja temperatura pozimi [°C]</b>	19	22
<b>Projektna notranja temperatura poleti [°C]</b>	25	25

V izboljšavah sem uvedla nočni režim ogrevanja, ki traja 8 ur na dan, projektno notranjo temperaturo sem v nočnem obdobju v obeh ogrevanih conah pozimi znižala na 18 °C, poletna temperatura je ostala nespremenjena.

Povprečna moč dobikov notranjih virov je 4 W/m<sup>2</sup> [51], kar v prvi ogrevani cona znaša 351,56 W, v drugi pa 260,56 W.

Izračun energetske bilance stavbe je bil izveden pri uporabi naravnega kot tudi mehanskega prezračevanja. Pri naravnem prezračevanju je v obeh ogrevanih conah urna izmenjava zraka z zunanjim okoljem podnevi 0,5 h<sup>-1</sup> in 0,3 h<sup>-1</sup> ponoči, v neogrevani cona pa 0,3 h<sup>-1</sup>. Nočni cikel traja 8 ur na dan, enako kot nočni režim ogrevanja pri izboljšavah. V primeru mehanskega prezračevanja sem s pomočjo navodil za uporabo programa TOST [43] in inženirsko oceno pridobila potrebne podatke, ki so predstavljeni v preglednici 20.

Preglednica 20: Podatki za mehansko prezračevanje

	Izhodišče	Izboljšava
Količina odtoka zraka $V_{ex}$ (m <sup>3</sup> /s)	0,03	0,02
Količina dotoka zraka $V_{su}$ (m <sup>3</sup> /s)	0,04	0,03

se nadaljuje...

...nadaljevanje

Količina pretoka zraka pri naravnem prezračevanju $V_0$ ( $m^3/s$ )	0,01	0,01
Projektna vrednost količine pretoka zraka prezračevalnega sistema $V_{t,d}$ ( $m^3/s$ )	0,04	0,03
Del časovnega obdobja, ko so ventilatorji vključeni $\beta$	0,60	0,75
Učinkovitost rekuperacijskega sistema $\eta_v$	0,90	0,94
Urna izmenjava zraka pri tlačni razliki 50 Pa $n_{50}$ ( $h^{-1}$ )	3,00	3,00
Koeficient zaščite proti vetru e	0,07	0,07
Koeficient izpostavljenosti vetru f	15,00	15,00

Prva ogrevana cona ima skupno površino zunanjih sten 80,46 m<sup>2</sup>, streha meri 63,05 m<sup>2</sup>. Površina tal na terenu znaša 27,74 m<sup>2</sup>. Druga cona ima 33,72 m<sup>2</sup> zunanjih sten, 49,77 m<sup>2</sup> strehe in 56,24 m<sup>2</sup> tal na terenu. Površina zunanjih sten neogrevane cone znaša 28,90 m<sup>2</sup>, površina tal pa 27,48 m<sup>2</sup>.

Izračune sem naredila z različnimi vrednostmi toplotnih prehodnosti zunanjih sten, strehe in tal, ki so predstavljene v spodnji preglednici 21.

Preglednica 21: Toplotna prehodnost zunanjih sten, strehe in tal na terenu

	Toplotna prehodnost U [ $W/m^2K$ ]		
	Zunanja stena	Streha	Tla na terenu
<b>Mejne vrednosti iz TSG4 [51]</b>	0,28	0,28	0,35
<b>Rihter standard [52]</b>	0,15	0,15	0,18
<b>Rihter optimal + [52]</b>	0,11	0,11	0,15

Površina predelnih sten med obema ogrevanima conama znaša 47,63 m<sup>2</sup>, toplotno prehodnost sem privzela iz TSG4 in znaša 0,7 W/m<sup>2</sup>K. Med ogrevano cono 1 in neogrevano cono je površina sten 5,25 m<sup>2</sup>, med ogrevano cono 2 in neogrevano cono pa 10,75 m<sup>2</sup>. Toplotna prehodnost sten med neogrevano in ogrevano cono znaša 0,6 W/m<sup>2</sup>K.

V preglednici 22 so prikazane površine in orientacije transparentnih elementov vseh treh con.

Preglednica 22: Površine in orientacije transparentnih elementov v conah

	Ogrevana cona 1	Ogrevana cona 2	Neogrevana cona
<b>Okna</b>			
<b>Sever</b>	6,86 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
<b>Jug</b>	8,36 m <sup>2</sup>	8,36 m <sup>2</sup>	1,20 m <sup>2</sup>
<b>Vzhod</b>	4,20 m <sup>2</sup>	6,64 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
<b>Zahod</b>	3,52 m <sup>2</sup>	12,32 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
<b>Vrata</b>			
<b>Sever</b>	2,20 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	6,90 m <sup>2</sup>

Pri izračunu energetske bilance sem preverila tudi vpliv različnih gradbeno fizikalnih lastnosti oken. V enem primeru sem uporabila klasična lesena okna s toplotno prehodnostjo  $U_w = 1,25$  W/m<sup>2</sup>K in faktorjem prepustnosti sončnega sevanja  $g_w = 0,62$ , v drugem pa nizkoenergetska okna s troslojno zasteklitvijo, kjer znaša toplotna prehodnost okna  $U_w = 0,74$  W/m<sup>2</sup>K, faktor

prepustnosti za sončno sevanje je  $g_w = 0,5$ . [53] V obeh primerih sem predpostavila faktor okvirja 0,3. Vhodna in garažna vrata ter vrata med conami sem v programu upoštevala kot transparentne elementa z zelo visokim faktorjem okvirja (0,99). Površina vhodnih vrat znaša  $2,2 \text{ m}^2$  in garažnih  $6,9 \text{ m}^2$ . Med ogrevano cono 1 in ogrevano cono 2 je površina vrat  $12 \text{ m}^2$ , med neogrevano in ogrevano cono 1 znaša površina  $2 \text{ m}^2$ .

Pri izboljšavah v vseh primerih sem predpostavila uporabo senčil na transparentnih KS, vendar se glede na lokacijo hiše razlikuje trajanje uporabe, ki je odvisno predvsem od sončnega obsevanja med pomladnimi in jesenskimi meseci in povprečnimi temperaturami obravnavanih krajev. Tako je najdaljša uporaba senčil v Kopru in najkrajša v Kranjski Gori ter Cerknici.

Toplo vodo zagotavljamo 365 dni na leto. Predpostavila sem, da v hiši živi štiri članska družina, ki dnevno porabi 240 litrov tople vode. [54] Za razsvetljavo sem tako v ogrevanih conah kot tudi v neogrevani coni uporabila gostoto moči svetilk  $6 \text{ W/m}^2$ .

### 5.3 Rezultati

Za vsako od šestih lokacij sem izračunala dve varianti glede na vrsto energenta za ogrevanje, hlajenje in pripravo tople vode. Na vsaki lokaciji sem izračunala primer s TČ zrak-voda, druga varianta je odvisna od lokacije hiše in razpoložljivosti OVE na omenjeni lokaciji. V večjih urbanih središčih, kot sta Ljubljana in Koper, sem uporabila daljinsko ogrevanje s kogeneracijo, v Krškem in Murski Soboti je geomehanska sestava tal primerna za uporabo energije okolja oziroma geotermalne energije, v Cerknici in Kranjski Gori sem uporabila biomaso. Znotraj vsakega primera sem izvedla 12 izračunov, od tega šest z naravnim in šest z mehanskim prezračevanjem. Primeri se razlikujejo glede na lastnosti oken in konstrukcijskih sklopov (KS).

Pri poimenovanju primerov prvi del oznake (*TSG, standard, optimal*) predstavlja lastnost netransparentnih KS, drugi del (*normal, super*) pa lastnost oken. V primeru *TSG\_normal* so vrednosti toplotne prehodnosti KS vzete iz TSG4 (preglednica 20), okna so klasična lesena z dvoslojno toplotnoizolacijsko zasteklitvijo. Pri *TSG\_super* so vrednosti toplotne prehodnosti KS prav tako vzete iz TSG4, okna so nizkoenergetska s troslojno zasteklitvijo. V primeru *standard\_normal* so vrednosti KS precej nižje od tistih iz TSG4, okna so klasična lesena, v primeru *standard\_super* so okna nizkoenergetska s troslojno zasteklitvijo. Pri *optimal\_normal* in *optimal\_super* so vrednosti toplotne prehodnosti KS še nekoliko nižje kot tiste pri *standard* primerih, okna so v primeru *normal* klasična lesena, pri *super* pa nizkoenergetska s troslojno zasteklitvijo.

V nadaljevanju sem v preglednicah za vsak primer predstavila rezultate pridobljene s programom TOST. Poleg koeficientov specifičnih transmissijskih toplotnih izgub skozi površino toplotnega ovoja ( $H'_T$ ), letne rabe primarne energije ( $Q_p$ ), letne potrebne toplote za ogrevanje ( $Q_{NH}$ ) in letnega potrebnega hladu za hlajenje ( $Q_{NC}$ ), letne potrebne toplote na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) in kondicionirane prostornine ( $Q_{NH}/V_e$ ), letne rabe primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ), letnega izpusta  $\text{CO}_2$  ( $\text{CO}_2$ ) in letnega izpusta  $\text{CO}_2$  na enoto površine ( $\text{CO}_2/A_u$ ) sem prikazala še rezultate končne energije za ogrevanje, hlajenje, pripravo tople vode, razsvetljavo in skupne končne energije celotne stavbe. Iz končne energije sem za vsak primer izračunala delež OVE, ki se spreminja glede na vrsto uporabljenega OVE.

V preglednicah predstavljajo polja obarvana s peščeno barvo količine, ki so definirane v PURES 2010, svetlo modri polji prikazujeta tisti količini, ki predstavljata pogoja za sNES v AN sNES. Mejne vrednosti so obarvane zeleno in so določene glede na omejitve PURES 2010, vrednosti v oklepajih sta določeni iz AN sNES. Vrednosti obarvane z rdečo barvo ne zadostijo predpisanim pogojem v PURES 2010, presežene vrednosti, ki ne zadostijo pogojem v AN sNES so obarvane z vijolično barvo.

Izboljšave sem izvedla le za tiste primere, za katere sem predpostavila, da so smiselni in da z izboljšavami lahko zadostim pogojem v AN sNES.

### 5.3.1 Ljubljana

Potrebno toploto za ogrevanje in potreben hlad za hlajenje stavbe ter pripravo tople vode sem v prvem primeru zagotovila s TČ zrak-voda s COP 4, v drugem sem z uporabo daljinske toplote s kogeneracijo zagotovila toploto za ogrevanje in pripravo tistega dela tople vode, ki ga ni možno zagotoviti s sončnimi kolektorji, za pridobitev potrebnega hlada za hlajenje stavbe pa sem uporabila električno energijo.

#### TČ zrak-voda – izhodišče

Letna raba primarne energije ( $Q_p$ ) zadosti pogojem iz PURES 2010 le v dveh primerih, medtem ko je letna raba primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ) presežena v vseh dvanajstih primerih. Le v primeru *standard\_super*, kjer sem uporabila mehansko prezračevanje, zadostim predpisani vrednosti za letno potrebno toploto na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) iz AN sNES, v vseh ostalih primerih so vrednosti previsoke. (Preglednica 23)

Preglednica 23: Izhodiščni rezultati TČ zrak-voda

		TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super		dovoljena
		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		
		naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,46	0,46	0,4	0,4	0,36	0,36	0,3	0,3	0,33	0,33	0,27	0,27	0,39
$Q_p$	kWh	37.527	35.733	36.020	33.544	35.857	33.884	34.309	32.387	35.429	33.614	33.879	32.535	32.930
$Q_{NH}$	kWh	12.426	9.143	11.108	6.574	9.254	5.068	7.904	3.750	8.384	4.278	7.035	3.985	9.380
$Q_{NC}$	kWh	3.848	4.512	2.958	3.865	4.572	5.869	3.654	4.992	4.817	6.262	3.894	4.974	7.651
$Q_{NH}/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	81,2	59,69	72,59	42,96	60,47	33,12	51,65	24,5	54,79	27,95	45,97	26,04	61.39 (25)
$Q_{NH}/V_e$	kWh/m <sup>3</sup> a	31,59	23,22	28,24	16,71	23,53	12,88	20,1	9,53	21,32	10,88	17,89	10,13	x
$Q_p/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	245,22	233,5	235,38	219,2	234,31	221,42	224,2	211,63	231,52	219,65	221,39	212,6	(75)
$CO_2$	kg	7.956	7.575	7.636	7.111	7.602	7.183	7.273	6.866	7.511	7.126	7.182	6.897	x
$CO_2/A_u$	kg/m <sup>2</sup> a	51,99	49,5	49,9	46,47	49,67	46,94	47,53	44,87	49,08	46,57	46,93	45,07	x

Iz preglednice 24 je razvidno, da se delež OVE končne energije »stavba skupaj« giblje med 66 % in 67%, kar zadosti predpisanemu deležu 50 % v AN sNES.

Preglednica 24: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE TČ zrak-voda

KONČNA ENERGIJA [kWh]	TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super	
	prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje	
	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko
Ogrevanje	3.392	2.494	3.033	1.795	2.526	1.383	2.158	1.024	2.289	1.168	1.921	1.088
Hlajenje	1.050	1.232	808	1.055	1.248	1.602	998	1.363	1.315	1.710	1.063	1.358
Topla voda	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943
Razsvetljava	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625
Stavba skupaj	15.011	14.293	14.408	13.418	14.343	13.554	13.723	12.955	14.172	13.445	13.552	13.014
%	67	66	67	66	67	66	66	66	66	66	66	66
OVE	10.057	9.433	9.653	8.856	9.610	8.946	9.057	8.550	9.354	8.874	8.944	8.589

## TČ zrak-voda – izboljšave

Izračune z izboljšavami sem naredila za dva primera, kjer sem z uvedbo nočnega režima ogrevanja, z uporabo senčil v mesecih od maja do septembra in z izboljšavo mehanskega prezračevanja s povečanjem učinkovitosti rekuperacijskega sistema za 4 odstotne točke in čas delovanja ventilatorjev za 15 odstotnih točk, zmanjšala potrebno letno primarno energijo ( $Q_p$ ) in potrebno letno toploto na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) in tako zadostila pogojem v PURES 2010 in AN sNES. Izboljšave so najbolj vidne pri zmanjšanju vrednosti potrebnega letnega hlada za hlajenje ( $Q_{NC}$ ). (Preglednica 25)

Preglednica 25: Rezultati izboljšav TČ zrak-voda

		optimal_normal		optimal_super		
		mehansko		mehansko		
		izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	dovoljena
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,33	0,33	0,27	0,27	0,39
$Q_p$	kWh	31.233	33.614	30.493	32.535	32.930
$Q_{NH}$	kWh	3.781	4.278	3.338	3.985	9.380
$Q_{NC}$	kWh	3.272	6.262	2.630	4.974	7.651
$Q_{NH}/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	24,71	27,95	21,81	26,04	61.39 (25)
$Q_{NH}/V_e$	kWh/m <sup>3</sup> a	9,61	10,88	8,49	10,13	x
$Q_p/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	204,1	219,65	199,26	212,6	(75)
CO <sub>2</sub>	kg	6.621	7.126	6.465	6.897	x
CO <sub>2</sub> /A <sub>u</sub>	kg/m <sup>2</sup> a	43,27	46,57	42,24	45,07	x

Iz preglednice 26 je razvidno, da se delež OVE z izboljšavami ne spremeni bistveno.

Preglednica 26: Rezultati končne energije in OVE izboljšav TČ zrak-voda

KONČNA	optimal_normal		optimal_super	
ENERGIJA	mehansko		mehansko	
[kWh]	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče
Ogrevanje	1.032	1.168	911	1.088
Hlajenje	893	1.710	718	1.358
Topla voda	8.943	8.943	8.943	8.943
Razsvetljava	1.625	1.625	1.625	1.625
Stavba skupaj	12.493	13.445	12.197	13.014
%	65	66	65	66
OVE	8.120	8.874	7.928	8.589

## Daljijska toplota s kogeneracijo in kolektorji – izhodišče

V vseh primerih so pri uporabi daljijske toplote vrednosti letne rabe primarne energije ( $Q_p$ ) močno presežene, posledično je v vseh primerih presežena letna raba primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ). Letna potrebna toplota na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) zadosti pogojem iz AN sNES le v enem primeru z mehanskim prezračevanjem. Iz rezultatov je razvidno, da mehansko prezračevanje zelo zniža potrebno toploto za ogrevanje ( $Q_{NH}$ ) in posledično so v vseh primerih, kjer sem v stavbi uporabila mehansko prezračevanje vrednosti letne potrebne toplote na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) precej nižje kot tiste, kjer je stavba naravno prezračevana. (Preglednica 27)

Preglednica 27: Izhodiščni rezultati daljinska toplota s kogeneracijo in kolektorji

		TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super		dovoljena
		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		
		naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,46	0,46	0,4	0,4	0,36	0,36	0,3	0,3	0,33	0,33	0,27	0,27	0,39
$Q_p$	kWh	57.017	53.803	54.942	50.510	53.979	50.201	51.849	48.134	53.176	49.589	51.044	44.384	32.930
$Q_{NH}$	kWh	12.426	9.143	11.108	6.574	9.254	5.068	7.904	3.750	8.384	4.278	7.035	3.985	9.380
$Q_{NC}$	kWh	3.848	4.512	2.958	3.865	4.572	5.869	3.654	4.992	4.817	6.262	3.894	4.974	7.651
$Q_{NH}/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	81,2	59,69	72,59	42,96	60,47	33,12	51,65	24,5	54,79	27,95	45,97	26,04	61.39 (25)
$Q_{NH}/V_e$	kWh/m <sup>3</sup> a	31,59	23,22	28,24	16,71	23,53	12,88	20,1	9,53	21,32	10,88	17,89	10,13	x
$Q_p/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	372,59	351,59	359,03	330,07	352,73	328,05	338,81	314,54	347,49	324,05	333,56	316,17	75
CO <sub>2</sub>	kg	18.026	16.912	17.413	15.878	16.966	15.614	16.337	15.003	16.681	15.381	16.052	15.087	x
CO <sub>2</sub> /A <sub>u</sub>	kg/m <sup>2</sup> a	117,8	110,52	113,79	103,76	110,86	102,03	106,75	98,04	109,01	100,51	104,89	98,59	x

Predpostavila sem, da lahko s sončnimi kolektorji zagotovim 70 % končne energije za pripravo tople vode, saj je sončno obsevanje v jesenskem in zimskem času zelo majhno. Upoštevati je potrebno tudi električno energijo, ki je potrebna za delovanje kolektorjev in znaša 5 % [55]. Iz preglednice 28 je razvidno, da predpisani 50 % delež OVE iz AN sNES ni zagotovljen v štirih primerih, v vseh ostalih primerih se giblje med 50 % in 56 % končne energije »stavba skupaj«.

Preglednica 28: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE daljinska toplota s kogeneracijo in kolektorji

KONČNA	TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super	
ENERGIJA	prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje	
[kWh]	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko
Ogrevanje	13.841	10.174	12.373	7.322	10.308	5.645	8.804	4.177	9.339	4.765	7.836	4.439
Hlajenje	1050	1.232	808	1.055	1.248	1.602	998	1.363	1.315	1.710	1.063	1.358
Topla voda	36.489	36.489	36.489	36.489	36.489	36.489	36.489	36.489	36.489	36.489	36.489	36.489
Razsvetljava	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625
Stavba skupaj	53.004	49.519	51.294	46.491	49.670	45.360	47.915	43.653	48.767	44.588	47.013	43.910
%	46	49	47	52	49	53	51	56	50	54	52	55
OVE	24.265	24.265	24.265	24.265	24.265	24.265	24.265	24.265	24.265	24.265	24.265	24.265

### Daljinska toplota s kogeneracijo in kolektorji – izboljšave

Vrednosti letne rabe primarne energije ( $Q_p$ ) so v vseh primerih močno presežene, zato izboljšav nisem izvedla, saj niso smiselne.

### 5.3.2 Koper

Poleg TČ zrak-voda s COP 4, s katero sem zagotovila potrebno toploto za ogrevanje in pripravo tople vode ter hlad za hlajenje stavbe, sem izvedla še izračune z uporabo daljinske toplote s kogeneracijo za ogrevanje in pripravo tistega dela tople vode, ki ga ni možno zagotoviti s sončnimi kolektorji. Potreben hlad za hlajenje stavbe sem zagotovila z električno energijo.

#### TČ zrak-voda – izhodišče

Izračun pokaže, da je v vseh dvanajstih primerih presežena dovoljena vrednost za letno rabo primarne energije ( $Q_p$ ) in tudi letna raba primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ). Medtem ko je potrebna letna toplota za ogrevanje ( $Q_{NH}$ ) zelo nizka, pa je letni potrebni hlad za hlajenje ( $Q_{NC}$ ) prekoračen v sedmih primerih, kar je posledica milejšega podnebja. (Preglednica 29)



Preglednica 29: Izhodiščni rezultati TČ zrak-voda

		TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super		dovoljena
		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		
		naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	
H <sub>T</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,48	0,48	0,41	0,41	0,37	0,37	0,31	0,31	0,34	0,34	0,28	0,28	0,4
Q <sub>p</sub>	kWh	36.232	35.443	34.735	33.665	35.458	34.764	33.943	33.334	35.252	34.739	33.739	33.380	29.893
Q <sub>NH</sub>	kWh	6.780	4.787	6.067	3.332	4.825	2.301	4.104	1.641	4.255	1.857	3.537	1.710	6.619
Q <sub>NC</sub>	kWh	7.597	8.433	6.116	7.284	8.417	9.925	6.919	8.490	8.686	10.333	7.187	8.488	7.651
Q <sub>NH/A<sub>u</sub></sub>	kWh/m <sup>2</sup> a	44,3	31,28	39,65	21,77	31,53	15,04	26,82	10,72	27,8	12,13	23,11	11,17	43,35 (25)
Q <sub>NH/V<sub>e</sub></sub>	kWh/m <sup>3</sup> a	17,24	12,17	15,43	8,47	12,27	5,85	10,43	4,17	10,82	4,72	8,99	4,35	x
Q <sub>p/A<sub>u</sub></sub>	kWh/m <sup>2</sup> a	236,76	231,61	226,98	219,99	231,7	227,17	221,81	217,83	230,36	227,01	220,47	218,13	(75)
CO <sub>2</sub>	kg	7.681	7.514	7.364	7.137	7.517	7.370	7.196	7.067	7.473	7.365	7.153	7.077	x
CO <sub>2</sub> /A <sub>u</sub>	kg/m <sup>2</sup> a	50,19	49,1	48,12	46,64	49,12	48,16	47,02	46,18	48,84	48,13	46,74	46,24	x

Iz preglednice 30 je razvidno, da se delež OVE končne energije »stavba skupaj« giblje med 66 % in 67%, kar zadosti predpisanemu deležu 50 % v AN sNES.

Preglednica 30: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE TČ zrak-voda

KONČNA ENERGIJA [kWh]	TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super	
	prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje	
	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko
Ogrevanje	1.851	1.307	1.656	910	1.317	628	1.120	448	1.162	507	966	467
Hlajenje	2.074	2.302	1.670	1.989	2.298	2.710	1.889	2.318	2.371	2.821	1.962	2.317
Topla voda	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943
Razsvetljava	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625
<b>Stavba skupaj</b>	<b>14.493</b>	<b>14.177</b>	<b>13.894</b>	<b>13.466</b>	<b>14.183</b>	<b>13.906</b>	<b>13.577</b>	<b>13.334</b>	<b>14.101</b>	<b>13.896</b>	<b>13.496</b>	<b>13.352</b>
<b>%</b>	<b>67</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>66</b>
<b>OVE</b>	<b>9.710</b>	<b>9.357</b>	<b>9.170</b>	<b>8.888</b>	<b>9.361</b>	<b>9.178</b>	<b>8.961</b>	<b>8.800</b>	<b>9.307</b>	<b>9.171</b>	<b>8.907</b>	<b>8.812</b>

### TČ zrak-voda – izboljšave

Različne izboljšave sem izvedla na osmih primerih. V vseh primerih pri uporabi tako mehanskega kot tudi naravnega prezračevanja sem uvedla nočni režim ogrevanja, povečala sem učinkovitost toplotne črpalke na 4,4 in predpostavila uporabo senčil. Da sem dosegla predpisane vrednosti, sem v primerih *standard\_normal* in *optimal\_normal* predvidela uporabo senčil od aprila do septembra, v ostalih primerih pa je časovno obdobje uporabe senčil še daljše, in sicer od marca do oktobra. Izboljšave se najbolj poznajo na rezultatih letnega potrebne hladu za hlajenje (Q<sub>NC</sub>), kjer se vrednosti močno znižajo. Z vsemi izboljšavami zadostimo skoraj vsem pogojem, le vrednosti letne rabe primarne energije na enoto uporabne površine (Q<sub>p</sub>/A<sub>u</sub>) so v vseh primerih še vedno prekoračene. V primeru *standard\_normal* z uporabo naravnega prezračevanja je presežena tudi vrednost letne potrebne toplote na enoto uporabne površine (Q<sub>NH</sub>/A<sub>u</sub>), ki je predpisana v AN sNES. (Preglednica 31)

Preglednica 31: Rezultati izboljšav TČ zrak-voda

		standard_normal		standard_normal		standard_super		standard_super		optimal_normal		optimal_normal		optimal_super		optimal_super		dovoljena
		naravno		mehansko		naravno		mehansko		naravno		mehansko		naravno		mehansko		
		izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	
H <sub>T</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,37	0,37	0,37	0,37	0,31	0,31	0,31	0,31	0,34	0,34	0,34	0,34	0,28	0,28	0,28	0,28	0,4
Q <sub>p</sub>	kWh	29.726	35.458	28.836	34.764	28.749	33.943	28.080	33.334	29.515	35.252	28.769	34.739	28.528	33.739	28.155	33.380	29.893
Q <sub>NH</sub>	kWh	4.110	4.825	2.359	2.301	3.802	4.104	1.658	1.641	3.569	4.255	1.910	1.857	3.256	3.537	1.710	1.710	6.619
Q <sub>NC</sub>	kWh	4.495	8.417	4.811	9.925	3.228	6.919	4.294	8.490	4.695	8.686	5.152	10.333	3.417	7.187	4.363	8.488	7.651
Q <sub>NH/A<sub>u</sub></sub>	kWh/m <sup>2</sup> a	26,86	31,53	15,41	15,04	24,85	26,82	10,84	10,72	23,32	27,8	12,48	12,13	21,27	23,11	11,17	11,17	43,35 (25)
Q <sub>NH/V<sub>e</sub></sub>	kWh/m <sup>3</sup> a	10,45	12,27	6	5,85	9,67	10,43	4,22	4,17	9,07	10,82	4,86	4,72	8,28	8,99	4,35	4,35	x
Q <sub>p/A<sub>u</sub></sub>	kWh/m <sup>2</sup> a	194,25	231,7	188,43	227,17	187,87	221,81	183,5	217,83	192,87	230,36	188	227,01	186,42	220,47	183,99	218,13	(75)
CO <sub>2</sub>	kg	6.302	7.517	6.113	7.370	6.095	7.196	5.953	7.067	6.257	7.473	6.099	7.365	6.048	7.153	5.969	7.077	x
CO <sub>2</sub> /A <sub>u</sub>	kg/m <sup>2</sup> a	41,18	49,12	39,95	48,16	39,83	47,02	38,9	46,18	40,89	48,84	39,86	48,13	39,52	46,74	39,01	46,24	x

Delež OVE ostane nespremenjen ne glede na izboljšave (Preglednica 32)

Preglednica 32: Rezultati končne energije in OVE izboljšav TČ zrak-voda

KONČNA	standard_normal		standard_normal		standard_super		standard_super		optimal_normal		optimal_normal		optimal_super		optimal_super	
	naravno		mehansko		naravno		mehansko		naravno		mehansko		naravno		mehansko	
ENERGIJA	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče
Ogrevanje	1.020	1.317	585	628	944	1.120	412	448	886	1.162	474	507	808	966	424	467
Hlajenje	1.116	2.298	1.194	2.710	801	1.889	1.066	2.318	1.165	2.371	1.279	2.821	848	1.962	1.083	2.317
Topla voda	8.130	8.943	8.130	8.943	8.130	8.943	8.130	8.943	8.130	8.943	8.130	8.943	8.130	8.943	8.130	8.943
Razsvetljava	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625
Stavba skupaj	11.891	14.183	11.534	13.906	11.500	13.577	11.232	13.334	11.806	14.101	11.508	13.896	11.411	13.496	11.262	13.352
%	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66
OVE	7.848	9.361	7.612	9.178	7.590	8.961	7.413	8.800	7.792	9.307	7.595	9.171	7.531	8.907	7.433	8.812

### Daljińska toplota s kogeneracijo in kolektorji – izhodišče

V vseh primerih so pri uporabi daljińske toplote vrednosti letne rabe primarne energije ( $Q_p$ ) močno presežene, posledično je v vseh primerih presežena letna raba primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ). Izračun pokaže visoke vrednosti za potreben hlad za hlajenje ( $Q_{NC}$ ), ki so presežene v kar sedmih primerih. Letna potrebna toplota na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ), ki je predpisana v AN sNES, je prekoračena v polovici primerov, predvsem gre za primere, v katerih sem uporabila naravno prezračevanje. (Preglednica 33)

Preglednica 33: Izhodiščni rezultati daljińska toplota s kogeneracijo in kolektorji

		TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super		dovoljena
		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		
		naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,48	0,48	0,41	0,41	0,37	0,37	0,31	0,31	0,34	0,34	0,28	0,28	0,4
$Q_p$	kWh	53.287	51.638	51.482	49.233	51.669	49.887	49.844	48.172	51.218	49.670	49.395	48.248	29.893
$Q_{NH}$	kWh	6.780	4.787	6.067	3.332	4.825	2.301	4.104	1.641	4.255	1.857	3.537	1.710	6.619
$Q_{NC}$	kWh	7.597	8.433	6.116	7.284	8.417	9.925	6.919	8.490	8.686	10.333	7.187	8.488	7.651
$Q_{NH}/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	44,3	31,28	39,65	21,77	31,53	15,04	26,82	10,72	27,8	12,13	23,11	11,17	43,35 (25)
$Q_{NH}/V_e$	kWh/m <sup>3</sup> a	17,24	12,17	15,43	8,47	12,27	5,85	10,43	4,17	10,82	4,72	8,99	4,35	x
$Q_p/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	348,21	337,44	336,42	321,72	337,64	326	325,71	314,79	334,69	324,58	322,78	315,28	(75)
CO <sub>2</sub>	kg	16.494	15.882	16.017	15.181	15.894	15.184	15.412	14.734	15.723	15.080	15.242	14.759	x
CO <sub>2</sub> /A <sub>u</sub>	kg/m <sup>2</sup> a	107,78	103,78	104,67	99,2	103,86	99,22	100,71	96,28	102,75	98,54	99,6	96,44	x

Predpostavila sem, da lahko s sončnimi kolektorji zagotovim 85 % končne energije za pripravo tople vode, saj je sončno obsevanje skozi celo leto zelo dobro. Upoštevati je potrebno tudi električno energijo, ki je potrebna za delovanje kolektorjev in znaša 5 % [55]. Iz preglednice 34 je razvidno, da je predpisani delež OVE zagotovljen v vseh primerih in znaša med 62 % in 70 % končne energije »stavba skupaj«.

Preglednica 34: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE daljińska toplota s kogeneracijo in kolektorji

KONČNA	TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super	
	prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje	
ENERGIJA	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko
Ogrevanje	7.551	5.332	6.758	3.711	5.375	2.563	4.571	1.827	4.739	2.068	3.940	1.904
Hlajenje	2.074	2.302	1.670	1.989	2.298	2.710	1.889	2.318	2.371	2.821	1.962	2.317
Topla voda	36.489	36.489	36.489	36.489	36.489	36.489	36.489	36.489	36.489	36.489	36.489	36.489
Razsvetljava	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625
Stavba skupaj	47.739	45.748	46.541	43.813	45.786	43.386	44.574	42.259	45.224	43.002	44.015	42.335
%	62	64	63	67	64	68	66	70	65	69	67	70
OVE	29.598	29.279	29.321	29.355	29.303	29.502	29.419	29.581	29.396	29.671	29.490	29.635

### Daljińska toplota s kogeneracijo in kolektorji – izboljšave

Vrednosti letne rabe primarne energije ( $Q_p$ ) so v vseh primerih močno presežene, zato izboljšav nisem izvedla, saj niso smiselne.

### 5.3.3 Cerknica

Za zagotovitev potrebne toplote za ogrevanje, hlajenje in pripravo tople vode sem uporabila TČ zrak-voda s COP 4, v drugem primeru sem za ogrevanje predpostavila uporabo peči na sekance, za pripravo tople vode sončne kolektorje in električno energijo za pridobitev potrebne hladu za hlajenje stavbe.

#### TČ zrak-voda – izhodišče

Zahtevam iz PURES 2010 bi ustrezalo pet primerov, medtem ko novim zahtevam za sNES iz AN sNES ne zadosti noben primer. Izračun pokaže, da so v vseh primerih prekoračene vrednosti letne potrebne toplote na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) kot tudi vrednosti letne rabe primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ), ki so predpisane v AN sNES. (Preglednica 35)

Preglednica 35: Izhodiščni rezultati TČ zrak-voda

		TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super		dovoljena
		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		
		naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,46	0,46	0,39	0,39	0,36	0,36	0,29	0,29	0,33	0,33	0,26	0,26	0,38
$Q_p$	kWh	37.739	35.649	36.266	33.378	35.762	33.341	34.251	31.889	35.243	33.002	33.724	32.061	33.967
$Q_{NH}$	kWh	13.964	10.282	12.476	7.434	10.415	5.637	8.917	4.191	9.424	4.761	7.926	4.448	10.323
$Q_{NC}$	kWh	2.621	3.240	1.951	2.761	3.273	4.504	2.558	3.822	3.504	4.883	2.776	3.818	7.651
$Q_{NH}/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	91,25	67,19	81,53	48,58	68,06	36,84	58,27	27,39	61,59	31,11	51,79	29,07	67,55 (25)
$Q_{NH}/V_e$	kWh/m <sup>3</sup> a	35,5	26,14	31,72	18,9	26,48	14,33	22,67	10,65	23,96	12,1	20,15	11,31	x
$Q_p/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	246,61	232,95	236,99	218,12	233,69	217,87	223,82	208,38	230,3	215,66	220,37	209,51	(75)
CO <sub>2</sub>	kg	8.001	7.558	7.688	7.076	7.582	7.068	7.261	6.760	7.472	6.996	7.149	6.797	x
CO <sub>2</sub> /A <sub>u</sub>	kg/m <sup>2</sup> a	52,28	49,39	50,24	46,24	49,54	46,19	47,45	44,18	48,82	45,72	46,72	44,42	x

Iz preglednice 36 je razvidno, da se delež OVE končne energije »stavba skupaj« giblje med 65 % in 67 %, kar zadosti predpisanemu deležu 50 % v AN sNES.

Preglednica 36: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE TČ zrak-voda

KONČNA ENERGIJA [kWh]	TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super	
	prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje	
	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko
Ogrevanje	3.812	2.807	3.406	2.029	2.843	1.539	2.434	1.144	2.573	1.300	2.164	1.214
Hlajenje	716	885	533	754	894	1.230	698	1.043	957	1.333	758	1.042
Topla voda	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943
Razsvetljava	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625
<b>Stavba skupaj</b>	15.096	14.259	14.507	13.351	14.305	13.336	13.701	12.755	14.097	13.201	13.490	12.824
<b>%</b>	<b>67</b>	<b>66</b>	<b>67</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>65</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>65</b>
OVE	10.114	9.411	9.720	8.812	9.441	8.802	9.043	8.291	9.304	8.713	8.903	8.336

#### TČ zrak-voda – izboljšave

Izboljšave sem izvedla na dveh primerih, pri katerih sem uvedla nočni režim ogrevanja stavbe in uporabo senčil v poletnih mesecih od junija do avgusta. V primeru *optimal\_super* sem izboljšala tudi mehansko prezračevanje s povečanjem učinkovitosti rekuperacijskega sistema za 4 odstotne točke in časa delovanja ventilatorjev za 15 odstotnih točk. Posledično sem zmanjšala potrebno toploto za ogrevanje ( $Q_{NH}$ ) in potreben hlad za hlajenje ( $Q_{NC}$ ). Prekoračene vrednosti letne potrebne toplote na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) sem z uvedbami zmanjšala pod predpisane v AN sNES. (Preglednica 37)

Preglednica 37: Rezultati izboljšav TČ zrak-voda

		standard_super		optimal_super		dovoljena
		mehansko		mehansko		
		izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,29	0,29	0,26	0,26	0,38
$Q_p$	kWh	30.593	31.889	30.659	32.061	33.967
$Q_{NH}$	kWh	3.663	4.191	3.694	4.448	10.323
$Q_{NC}$	kWh	2.452	3.822	2.517	3.818	7.651
$Q_{NH}/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	23,94	27,39	24,14	29,07	67,55 (25)
$Q_{NH}/V_e$	kWh/m <sup>3</sup> a	9,31	10,65	9,39	11,31	x
$Q_p/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	199,92	208,38	200,35	209,51	(75)
CO <sub>2</sub>	kg	6.486	6.760	6.500	6.797	x
CO <sub>2</sub> /A <sub>u</sub>	kg/m <sup>2</sup> a	42,38	44,18	42,47	44,42	x

Iz preglednice 38 je razvidno, da se delež OVE pri primerih z izboljšavami ne razlikuje od tistih v izhodiščnih primerih.

Preglednica 38: Rezultati končne energije in OVE izboljšav TČ zrak-voda

KONČNA ENERGIJA [kWh]	standard_super		optimal_super	
	mehansko		mehansko	
	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče
Ogrevanje	1.000	1.144	1.009	1.214
Hlajenje	669	1.043	687	1.042
Topla voda	8.943	8.943	8.943	8.943
Razsvetljava	1.625	1.625	1.625	1.625
Stavba skupaj	12.237	12.755	12.264	12.824
%	65	65	65	65
OVE	7.954	8.291	7.972	8.336

### Sekanci in kolektorji – izhodišče

Zahtevam iz PURES 2010 sem zadostila v sedmih primerih. Izračun pokaže, da je dovoljena letna potrebna toplota na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) iz AN sNES prekoračena v vseh primerih, neodvisno od vrste prezračevanja. Sicer sem z uporabo mehanskega prezračevanja vrednosti nekoliko znižala, vendar ne toliko, da bi zadostila pogojem iz AN sNES. Letna raba primarne energije ( $Q_p$ ) je v vseh primerih močno pod dovoljeno vrednostjo, zato posledično vrednosti letne rabe primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ) zadostijo zahtevi iz AN sNES v enajstih primerih, le v primeru *standard\_normal* z uporabo mehanskega prezračevanja je vrednost previsoka. (Preglednica 39)

Preglednica 39: Izhodiščni rezultati sekanci in kolektorji

		TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super		dovoljena
		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		
		naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,46	0,46	0,39	0,39	0,36	0,36	0,29	0,29	0,33	0,33	0,26	0,26	0,38
$Q_p$	kWh	11.157	11.161	10.530	10.511	11.199	11.496	10.540	10.866	11.244	11.655	10.577	10.893	33.967
$Q_{NH}$	kWh	13.964	10.282	12.476	7.434	10.415	5.637	8.917	4.191	9.424	4.761	7.926	4.448	10.323
$Q_{NC}$	kWh	2.621	3.240	1.951	2.761	3.273	4.504	2.558	3.822	3.504	4.883	2.776	3.818	7.651
$Q_{NH}/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	91,25	67,19	81,53	48,58	68,06	36,84	58,27	27,39	61,59	31,11	51,79	29,07	67,55 (25)
$Q_{NH}/V_e$	kWh/m <sup>3</sup> a	35,5	26,14	31,72	18,9	26,48	14,33	22,67	10,65	23,96	12,1	20,15	11,31	x
$Q_p/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	72,91	72,93	68,81	68,68	73,18	75,12	68,88	71,01	73,47	76,16	69,11	71,18	(75)
CO <sub>2</sub>	kg	17.159	15.994	16.555	14.955	16.044	14.595	15.430	14.003	15.740	14.351	15.124	14.090	x
CO <sub>2</sub> /A <sub>u</sub>	kg/m <sup>2</sup> a	112,13	104,52	108,18	97,72	104,84	95,37	100,83	91,51	102,86	93,78	98,83	92,07	x

Za pripravo tople vode sem uporabila sončne kolektorje, kateri zagotovijo 75 % delež tople vode, saj je sončno obsevanje daljše kot v Ljubljani, vendar krajše kot v Kopru. Preostali del tople vode kot tudi celotno končno energijo za ogrevanje stavbe sem zagotovila s sekanci.

Upoštevati je potrebno tudi električno energijo, ki je potrebna za delovanje kolektorjev in peči na sekance. Upoštevala sem, da je delež potrebne električne energije za delovanje sončnih kolektorjev 5 % in za delovanje sistema na lesno biomaso 13 % [55]. Z uporabo kolektorjev se delež OVE giblje med 48 % in 59 % končne energije »stavba skupaj« z OVE, z uporabo sekancev pa med 27 % in 40 %. Celotni delež OVE se tako giblje med 86 % in 88 % končne energije »stavba skupaj«. (Preglednica 40)

Preglednica 40: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE sekanci in kolektorji

KONČNA	TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super	
ENERGIJA	prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje	
[kWh]	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko
ogrevanje	15.858	11.677	14.169	8.443	11.828	6.402	10.127	4.759	10.703	5.407	9.002	5.051
hlajenje	716	885	533	754	894	1.230	698	1.043	957	1.333	758	1.042
topla voda	37.204	37.204	37.204	37.204	37.204	37.204	37.204	37.204	37.204	37.204	37.204	37.204
razsvetljava	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625
stavba skupaj	55.403	51.391	53.530	48.025	51.551	46.461	49.654	44.632	50.489	45.569	48.588	44.922
kolektorji												
%	48	52	50	55	51	57	53	59	53	58	55	59
OVE	26.508	26.508	26.508	26.508	26.508	26.508	26.508	26.508	26.508	26.508	26.508	26.508
sekanci												
%	40	36	38	32	36	29	34	27	34	28	33	28
OVE	21.888	18.251	20.419	15.437	18.382	13.662	16.902	12.232	17.403	12.796	15.924	12.486
kolektorji + sekanci												
%	87	87	88	87	87	86	87	87	87	86	87	87
skupaj OVE	48.396	44.759	46.927	41.945	44.890	40.169	43.410	38.740	43.911	39.304	42.431	38.994

### Sekanci in kolektorji – izboljšave

Z izboljšavami v dveh primerih zadostim vsem pogojem tako tistim v PURES 2010, kot tudi v AN sNES. Izboljšave sem izvedla za izračun primerov *standard\_super* in *optimal\_super*, kjer sem uporabila mehansko prezračevanje. V obeh primerih sem uvedla nočni režim ogrevanja in uporabo senčil v poletnih mesecih med julijem in avgustom, ter s tem zmanjšala letno potrebno toploto na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) in tako za primer *standard\_super* dosegla zahtevane pogoje v AN sNES. V primeru *optimal\_super* sem za zagotovitev predpisanih vrednosti v AN sNES povečala še učinkovitost rekuperacijskega sistema za 4 odstotne točke in čas delovanja ventilatorjev za 15 odstotnih točk. (Preglednica 41)

Preglednica 41: Rezultati izboljšav sekanci in kolektorji

		standard_super		optimal_super		
		mehansko		mehansko		
		izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	dovoljena
$H^*_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,29	0,29	0,26	0,26	0,38
$Q_p$	kWh	9.871	10.866	9.919	10.893	33.967
$Q_{NH}$	kWh	3.663	4.191	3.694	4.448	10.323
$Q_{NC}$	kWh	2.452	3.822	2.517	3.818	7.651
$Q_{NH}/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	23,94	27,39	24,14	29,07	67,55 (25)
$Q_{NH}/V_e$	kWh/m <sup>3</sup> a	9,31	10,65	9,39	11,31	x
$Q_p/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	64,51	71,01	64,82	71,18	(75)
CO <sub>2</sub>	kg	13.625	14.003	13.645	14.090	x
CO <sub>2</sub> /A <sub>u</sub>	kg/m <sup>2</sup> a	89,03	91,51	89,17	92,07	x

Delež obnovljive energije, ki jo pridobim s kolektorji se nekoliko poveča, del ki ga pridobim s sekanci se v enem primeru zmanjša, v drugem ostane enak. Skupni delež OVE se v obeh primerih minimalno poveča. (Preglednica 42)

Preglednica 42: Rezultati končne energije in OVE izboljšav sekanci in kolektorji

KONČNA ENERGIJA [kWh]	standard_super		optimal_super	
	prezračevanje		prezračevanje	
	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče
ogrevanje	4.160	4.759	4.196	5.051
hlajenje	669	1.043	687	1.042
topla voda	37.204	37.204	37.204	37.204
razsvetljava	1.625	1.625	1.625	1.625
stavba skupaj	43.658	44.632	43.712	44.922
kolektorji				
%	61	59	61	59
OVE	26.508	26.508	26.508	26.508
sekanci				
%	27	27	27	28
OVE	11.711	12.232	11.742	12.486
kolektorji + sekanci				
%	88	87	88	87
skupaj OVE	38.219	38.740	38.250	38.994

### 5.3.4 Kranjska Gora

TČ zrak-voda s COP 4 zadosti potrebam toplote za ogrevanje, hlajenje in pripravo tople vode stavbe, v drugem primeru sem za ogrevanje predpostavila uporabo peči na sekance, za pripravo tople vode sončne kolektorje in električno energijo za pridobitev potrebnega hlada za hlajenje stavbe.

#### TČ zrak-voda – izhodišče

Novim zahtevam za sNES ne zadostim v nobenem izračunanem primeru, saj so povsod prekoračene vrednosti letne potrebne toplote na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) kot tudi letne rabe primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ), ki so zahtevane v AN sNES. Zahtevam iz PURES 2010 bi ustrezalo šest izvedenih primerov. (Preglednica 43)

Preglednica 43: Izhodiščni rezultati TČ zrak-voda

		TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super		dovoljena
		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		
		naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,46	0,46	0,39	0,39	0,36	0,36	0,29	0,29	0,33	0,33	0,26	0,26	0,38
$Q_p$	kWh	38.494	36.166	36.962	33.710	36.263	33.614	34.675	32.081	35.680	33.267	34.079	32.303	35.004
$Q_{NH}$	kWh	15.012	10.926	13.502	7.887	11.054	5.823	9.514	4.343	9.954	4.879	8.413	4.644	11.265
$Q_{NC}$	kWh	2.679	3.354	1.944	2.795	3.369	4.718	2.582	3.951	3.613	5.153	2.809	3.976	7.651
$Q_{NH}/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	98,1	71,39	88,23	51,54	72,23	38,05	62,17	28,38	65,05	31,88	54,98	30,35	73,71 (25)
$Q_{NH}/V_e$	kWh/m <sup>3</sup> a	38,17	27,78	34,33	20,05	28,1	14,81	24,19	11,04	25,31	12,4	21,39	11,81	x
$Q_p/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	251,54	236,33	241,53	220,29	236,97	219,66	226,59	209,64	233,15	217,39	222,69	211,09	(75)
CO <sub>2</sub>	kg	8.161	7.667	7.836	7.147	7.688	7.126	7.351	6.801	7.564	7.053	7.225	6.848	x
CO <sub>2</sub> /A <sub>u</sub>	kg/m <sup>2</sup> a	53,33	50,1	51,2	46,7	50,24	46,57	48,04	44,44	49,43	46,09	47,21	44,75	x

Iz preglednice 44 je razvidno, da se delež OVE končne energije »stavba skupaj« giblje med 66 % in 67%, kar zadosti predpisanemu deležu 50 % v AN sNES.

Preglednica 44: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE TČ zrak-voda

KONČNA ENERGIJA [kWh]	TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super	
	prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje	
	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko
Ogrevanje	4.098	2.983	3.686	2.153	3.018	1.590	2.597	1.186	2.717	1.332	2.297	1.268
Hlajenje	731	916	531	763	920	1.288	705	1.079	986	1.407	767	1.085
Topla voda	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943
Razsvetljava	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625
Stavba skupaj	15.398	14.466	14.785	13.484	14.505	13.446	13.870	12.832	14.272	13.307	13.632	12.921
%	67	67	67	66	67	66	66	66	66	66	66	66
OVE	10.317	9.692	9.906	8.899	9.718	8.874	9.154	8.469	9.420	8.783	8.997	8.528

### TČ zrak-voda – izboljšave

V obeh primerih sem uvedla nočni režim ogrevanja in uporabo senčil v poletnih mesecih od junija do avgusta, v primeru *optimal\_super* sem izboljšala tudi mehansko prezračevanje (Preglednica 19) in s tem dosegla vrednosti letne potrebne toplote na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ), ki so predpisane v AN sNES. (Preglednica 45)

Preglednica 45: Rezultati izboljšav TČ zrak-voda

		standard_super		optimal_super		dovoljena
		mehansko		mehansko		
		izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,29	0,29	0,26	0,26	0,38
$Q_p$	kWh	30.696	32.081	30.773	32.303	35.004
$Q_{NH}$	kWh	3.805	4.343	3.818	4.644	11.265
$Q_{NC}$	kWh	2.460	3.951	2.560	3.976	7.651
$Q_{NH}/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	24,86	28,38	24,95	30,35	73,71 (25)
$Q_{NH}/V_e$	kWh/m <sup>3</sup> a	9,67	11,04	9,71	11,81	x
$Q_p/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	200,59	209,64	201,09	211,09	(75)
CO <sub>2</sub>	kg	6.508	6.801	6.524	6.848	x
CO <sub>2</sub> /A <sub>u</sub>	kg/m <sup>2</sup> a	42,52	44,44	42,63	44,75	x

Delež OVE se pri primerih z izboljšavami nekoliko zmanjša (Preglednica 46)

Preglednica 46: Rezultati končne energije in OVE izboljšav TČ zrak-voda

KONČNA ENERGIJA [kWh]	standard_super		optimal_super	
	mehansko		mehansko	
	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče
Ogrevanje	1.039	1.186	1.042	1.268
Hlajenje	672	1.079	699	1.085
Topla voda	8.943	8.943	8.943	8.943
Razsvetljava	1.625	1.625	1.625	1.625
Stavba skupaj	12.278	12.832	12.309	12.921
%	65	66	65	66
OVE	7.981	8.469	8.001	8.528

### Sekanci in kolektorji – izhodišče

V osmih primerih sem zadostila zahtevam iz PURES 2010, v enem primeru je prekoračena dovoljena vrednost letne potrebne toplote za ogrevanje ( $Q_{NH}$ ). Izračun pokaže, da je dovoljena letna potrebna toplota na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) iz AN sNES prekoračena v vseh primerih, neodvisno od vrste prezračevanja. Sicer sem z uporabo mehanskega prezračevanja vrednosti nekoliko znižala, vendar ne toliko, da bi zadostila pogojem iz AN sNES. Letna raba primarne energije ( $Q_p$ ) je v vseh primerih močno pod dovoljeno vrednostjo, zato posledično vrednosti letne rabe primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ) zadostijo zahtevi iz AN sNES v desetih primerih, le v

*standard\_normal* in *optimal\_normal* z uporabo mehanskega prezračevanja je vrednost previsoka. (Preglednica 47)

Preglednica 47: Izhodišni rezultati sekanci in kolektorji

		TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super		
		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		
		naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	dovoljena
H <sub>T</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,46	0,46	0,39	0,39	0,36	0,36	0,29	0,29	0,33	0,33	0,26	0,26	0,38
Q <sub>p</sub>	kWh	11.315	11.312	10.642	10.585	11.337	11.664	10.625	10.972	11.378	11.853	10.655	11.023	35.004
Q <sub>NH</sub>	kWh	15.012	10.926	13.502	7.887	11.054	5.823	9.514	4.343	9.954	4.879	8.413	4.644	11.265
Q <sub>NC</sub>	kWh	2.679	3.354	1.944	2.795	3.369	4.718	2.582	3.951	3.613	5.153	2.809	3.976	7.651
Q <sub>NH/A<sub>u</sub></sub>	kWh/m <sup>2</sup> a	98,1	71,39	88,23	51,54	72,23	38,05	62,17	28,38	65,05	31,88	54,98	30,35	73,71 (25)
Q <sub>NH/V<sub>e</sub></sub>	kWh/m <sup>3</sup> a	38,17	27,78	34,33	20,05	28,1	14,81	24,19	11,04	25,31	12,4	21,39	11,81	x
Q <sub>p/A<sub>u</sub></sub>	kWh/m <sup>2</sup> a	73,94	73,92	69,54	69,17	74,08	76,22	69,43	71,7	74,35	77,46	69,62	72,03	(75)
CO <sub>2</sub>	kg	17.525	16.230	16.904	15.114	16.276	14.689	15.637	14.074	15.937	14.430	15.295	14.180	x
CO <sub>2/A<sub>u</sub></sub>	kg/m <sup>2</sup> a	114,52	106,06	110,46	98,76	106,36	95,99	102,18	91,97	104,14	94,3	99,95	92,66	x

Za pripravo tople vode sem uporabila sončne kolektorje, kateri zagotovijo 75 % delež tople vode, saj je sončno obsevanje daljše kot v Ljubljani, vendar krajše kot v Kopru. Preostali del tople vode kot tudi celotno končno energijo za ogrevanje stavbe sem zagotovila s sekanci.

Upoštevati je potrebno tudi električno energijo, ki je potrebna za delovanje kolektorjev in peči na sekance. Upoštevala sem, da je delež potrebne električne energije za delovanje sončnih kolektorjev 5 % in za delovanje sistema na lesno biomaso 13 % [55]. Z uporabo kolektorjev se delež OVE giblje med 47 % in 59 % končne energije »stavba skupaj« z OVE, z uporabo sekancev pa med 28 % in 40 %. Celotni delež OVE se tako giblje med 86 % in 88 % končne energije »stavba skupaj«. (Preglednica 48)

Preglednica 48: Izhodišni rezultati končne energije in OVE sekanci in kolektorji

KONČNA	TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super	
ENERGIJA	prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje	
[kWh]	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko
ogrevanje	17.049	12.408	15.334	8.957	12.554	6.613	10.804	4.993	11.305	5.541	9.555	5.274
hlajenje	731	916	531	763	920	1.288	705	1.079	986	1.407	767	1.085
topla voda	37.204	37.204	37.204	37.204	37.204	37.204	37.204	37.204	37.204	37.204	37.204	37.204
razsvetljava	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625
stavba skupaj	56.609	52.153	54.693	48.549	52.302	46.730	50.338	44.840	51.120	45.776	49.150	45.188
kolektorji												
%	47	51	48	55	51	57	53	59	52	58	54	59
OVE	26.508	26.508	26.508	26.508	26.508	26.508	26.508	26.508	26.508	26.508	26.508	26.508
sekanci												
%	40	36	39	33	36	30	35	28	35	28	33	28
OVE	22.925	18.887	21.432	15.884	19.014	13.845	17.491	12.436	17.927	12.913	16.405	12.680
kolektorji + sekanci												
%	87	87	88	87	87	86	87	87	87	86	87	87
skupaj OVE	49.432	45.395	47.940	42.392	45.522	40.353	43.999	38.944	44.435	39.420	42.913	39.188

### Sekanci in kolektorji – izboljšave

Z izboljšavami v dveh primerih zadostim vsem pogojem tako tistim v PURES 2010, kot tudi v AN sNES. Izboljšave sem izvedla za izračun primerov *standard\_super* in *optimal\_super*, kjer sem uporabila mehansko prezračevanje. V obeh primerih sem uvedla nočni režim ogrevanja in uporabo senčil v poletnih mesecih med junijem in avgustom, ter s tem zmanjšala letno potrebno toploto na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) in tako za primer *standard\_super* dosegla zahtevane pogoje v AN sNES. V primeru *optimal\_super* sem za zagotovitev predpisanih vrednosti v AN sNES izboljšala še mehansko prezračevanje (Preglednica 20). (Preglednica 49)



Preglednica 49: Rezultati izboljšav sekanci in kolektorji

		standard_super		optimal_super		dovoljena
		mehansko		mehansko		
		izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,29	0,29	0,26	0,26	0,38
$Q_p$	kWh	9.893	10.972	9.963	11.023	35.004
$Q_{NH}$	kWh	3.805	4.343	3.818	4.644	11.265
$Q_{NC}$	kWh	2.460	3.951	2.560	3.976	7.651
$Q_{NH}/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	24,86	28,38	24,95	30,35	73,71 (25)
$Q_{NH}/V_e$	kWh/m <sup>3</sup> a	9,67	11,04	9,71	11,81	x
$Q_p/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	64,65	71,7	65,1	72,03	(75)
CO <sub>2</sub>	kg	13.675	14.074	13.694	14.180	x
CO <sub>2</sub> /A <sub>u</sub>	kg/m <sup>2</sup> a	89,36	91,97	89,48	92,66	x

Delež obnovljive energije, ki jo pridobimo s kolektorji se nekoliko poveča, del ki ga pridobimo s sekanci se zmanjša. Skupni delež OVE se tako v enem primeru minimalno poveča, v drugem ostane nespremenjen. (Preglednica 50)

Preglednica 50: Rezultati končne energije in OVE izboljšav sekanci in kolektorji

KONČNA	standard_super		optimal_super	
	prezračevanje		prezračevanje	
	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče
ENERGIJA [kWh]				
ogrevanje	4.321	4.993	4.336	5.274
hlajenje	672	1.079	699	1.085
topla voda	37.204	37.204	37.204	37.204
razsvetljava	1.625	1.625	1.625	1.625
stavba skupaj	43.822	44.840	43.864	45.188
kolektorji				
%	60	59	60	59
OVE	26.508	26.508	26.508	26.508
sekanci				
%	27	28	27	28
OVE	11.851	12.436	11.864	12.680
kolektorji + sekanci				
%	88	87	87	87
skupaj OVE	38.359	38.944	38.372	39.188

### 5.3.5 Krško

Poleg TČ zrak-voda s COP 4 sem naredila izračun še za TČ zemlja-voda s COP 4,5. Obe TČ zagotovita potrebno toploto za ogrevanje, hlajenje in pripravo tople vode.

#### TČ zrak-voda – izhodišče

Dovoljena letna raba primarne energije ( $Q_p$ ), ki jo stavba potrebuje je presežena v vseh primerih, posledično so presežene tudi vrednosti letne rabe primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ), ki so predpisane v AN sNES. Z uporabo mehanskega prezračevanja v treh primerih zmanjšam potrebno toploto na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) in tako zadostim pogojem iz AN sNES. (Preglednica 51)

Preglednica 51: Izhodiščni rezultati TČ zrak-voda

		TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super		dovoljena
		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		
		naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	
$H^*_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,46	0,46	0,4	0,4	0,36	0,36	0,3	0,3	0,33	0,33	0,27	0,27	0,39
$Q_p$	kWh	37.034	35.492	35.540	33.436	35.643	33.959	34.126	32.499	35.278	33.762	33.757	32.641	32.115
$Q_{NH}$	kWh	10.813	7.882	9.648	5.643	8.031	4.246	6.853	3.116	7.250	3.566	6.073	3.323	8.639
$Q_{NC}$	kWh	4.739	5.411	3.715	4.638	5.483	6.799	4.438	5.791	5.729	7.192	4.678	5.792	7.651
$Q_{NH}/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	70,66	51,5	63,05	36,87	52,48	27,75	44,78	20,36	47,38	23,3	39,68	21,72	56,55 (25)
$Q_{NH}/V_e$	kWh/m <sup>3</sup> a	27,49	20,04	24,53	14,35	20,42	10,8	17,42	7,92	18,43	9,07	15,44	8,45	x
$Q_p/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	242	231,93	232,24	218,5	232,91	221,91	223	212,37	230,53	220,63	220,59	213,3	(75)
CO <sub>2</sub>	kg	7.851	7.524	7.535	7.089	7.556	7.199	7.235	6.890	7.479	7.158	7.157	6.920	x
CO <sub>2</sub> /A <sub>u</sub>	kg/m <sup>2</sup> a	51,3	49,17	49,24	46,32	49,38	47,04	47,28	45,02	48,87	46,77	46,77	45,22	x

Iz preglednice 52 je razvidno, da se delež OVE končne energije »stavba skupaj« giblje med 66 % in 67%, kar zadosti predpisanemu deležu 50 % v AN sNES.

Preglednica 52: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE TČ zrak-voda

KONČNA ENERGIJA [kWh]	TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super	
	prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje	
	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko
Ogrevanje	2.952	2.152	2.634	1.540	2.192	1.159	1.871	851	1.979	974	1.658	907
Hlajenje	1.294	1.477	1.014	1.266	1.497	1.856	1.212	1.581	1.564	1.963	1.277	1.581
Topla voda	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943
Razsvetljava	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625
<b>Stavba skupaj</b>	<b>14.814</b>	<b>14.197</b>	<b>14.216</b>	<b>13.375</b>	<b>14.257</b>	<b>13.583</b>	<b>13.650</b>	<b>13.000</b>	<b>14.111</b>	<b>13.505</b>	<b>13.503</b>	<b>13.056</b>
%	67	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66
<b>OVE</b>	<b>9.925</b>	<b>9.370</b>	<b>9.383</b>	<b>8.828</b>	<b>9.410</b>	<b>8.965</b>	<b>9.009</b>	<b>8.580</b>	<b>9.313</b>	<b>8.913</b>	<b>8.912</b>	<b>8.617</b>

### TČ zrak-voda – izboljšave

Izboljšave sem izvedla za primere *standard\_super*, *optimal\_normal* in *optimal\_super*, kjer sem uporabila mehansko prezračevanje. Pri rezultatih se izboljšave najbolj pokažejo pri znižanju letnega potrebnega hlada za hlajenje ( $Q_{NC}$ ), kar je posledica uporabe senčil v mesecih od maja do avgusta. Poleg uporabe senčil sem uvedla še nočni režim ogrevanja, tako z obema izboljšavama zadostimo zahtevam iz AN sNES in PURES 2010 v treh primerih, prekoračene so le vrednosti letne rabe primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ). (Preglednica 53)

Preglednica 53: Rezultati izboljšav TČ zrak-voda

		standard_super		optimal_normal		optimal_super		dovoljena
		mehansko		mehansko		mehansko		
		izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	
$H^*_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,3	0,3	0,33	0,33	0,27	0,27	0,39
$Q_p$	kWh	30.775	32.499	31.650	33.762	30.898	32.641	32.115
$Q_{NH}$	kWh	2.686	3.116	3.078	3.566	2.845	3.323	8.639
$Q_{NC}$	kWh	3.695	5.791	4.585	7.192	3.716	5.792	7.651
$Q_{NH}/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	17,55	20,36	20,11	23,3	18,59	21,72	56,55 (25)
$Q_{NH}/V_e$	kWh/m <sup>3</sup> a	6,83	7,92	7,83	9,07	7,23	8,45	x
$Q_p/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	201,1	212,37	206,82	220,63	201,91	213,3	(75)
CO <sub>2</sub>	kg	6.524	6.890	6.710	7.158	6.550	6.920	x
CO <sub>2</sub> /A <sub>u</sub>	kg/m <sup>2</sup> a	42,63	45,02	43,85	46,77	42,8	45,22	x

Iz preglednice 54 je razvidno, da se delež OVE z izboljšavami v enem primeru nekoliko poveča, v ostalih dveh se delež zmanjša.

Preglednica 54: Rezultati končne energije in OVE izboljšav TČ zrak-voda

KONČNA ENERGIJA [kWh]	standard_super		optimal_normal		optimal_super	
	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče	izboljšave	izhodišče
Ogrevanje	733	851	840	974	777	907
Hlajenje	1.009	1.581	1.252	1.963	1.015	1.581
Topla voda	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943
Razsvetljava	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625
Stavba skupaj	12.310	13.000	12.660	13.505	12.359	13.056
%	67	66	65	66	65	66
OVE	8.248	8.580	8.229	8.913	8.033	8.617

### TČ zemlja-voda – izhodišče

Izračuni pokažejo, da zahtevam PURES 2010 zadosti sedem primerov. Dovoljena letna raba primarne energije ( $Q_p$ ) je presežena v dveh primerih, kjer sem uporabila naravno prezračevanje, medtem ko predpisanim pogojem v AN sNES za letno rabo primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ) ni zadoščeno v nobenem primeru. Prav tako so presežene vrednosti potrebne letne toplote na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) v devetih primerih, pogojem iz AN sNES je zadoščeno le v primerih *standard\_super*, *optimal\_normal* in *optimal\_super*, kjer sem uporabila mehansko prezračevanje. (Preglednica 55).

Preglednica 55: Izhodiščni rezultati TČ zemlja-voda

		TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super		dovoljena
		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		
		naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	
$H_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,46	0,46	0,4	0,4	0,36	0,36	0,3	0,3	0,33	0,33	0,27	0,27	0,39
$Q_p$	kWh	33.370	32.000	32.043	30.173	32.134	30.637	30.785	29.339	31.810	30.462	30.458	29.465	32.115
$Q_{NH}$	kWh	10.813	7.882	9.648	5.643	8.031	4.246	6.853	3.116	7.250	3.566	6.073	3.323	8.639
$Q_{NC}$	kWh	4.739	5.411	3.715	4.638	5.483	6.799	4.438	5.791	5.729	7.192	4.678	5.792	7.651
$Q_{NH}/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	70,66	51,5	63,05	36,87	52,48	27,75	44,78	20,36	47,38	23,3	39,68	21,72	56,55 (25)
$Q_{NH}/V_e$	kWh/m <sup>3</sup> a	27,49	20,04	24,53	14,35	20,42	10,8	17,42	7,92	18,43	9,07	15,44	8,45	x
$Q_p/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	218,06	209,11	209,39	197,17	209,98	200,2	201,17	191,72	207,87	199,06	199,03	192,55	(75)
CO <sub>2</sub>	kg	7.074	6.784	6.793	6.397	6.812	6.495	6.526	6.220	6.744	6.458	6.457	6.247	x
CO <sub>2</sub> /A <sub>u</sub>	kg/m <sup>2</sup> a	46,23	44,33	44,39	41,8	44,52	42,44	42,65	40,65	44,07	42,2	42,19	40,82	x

Iz preglednice 56 je razvidno, da se delež OVE končne energije »stavba skupaj« giblje med 67 % in 69 %, kar zadosti predpisanemu deležu 50 % v AN sNES.

Preglednica 56: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE TČ zemlja-voda

KONČNA ENERGIJA [kWh]	TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super	
	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko
Ogrevanje	2.624	1.913	2.314	1.369	1.949	1.030	1.663	756	1.759	865	1.474	806
Hlajenje	1.150	1.313	902	1.125	1.330	1.650	1.077	1.405	1.390	1.745	1.135	1.405
Topla voda	7.950	7.950	7.950	7.950	7.950	7.950	7.950	7.950	7.950	7.950	7.950	7.950
Razsvetljava	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625
Stavba skupaj	13.348	12.800	12.817	12.069	12.853	12.255	12.314	11.736	12.724	12.185	12.183	11.786
%	69	68	68	67	68	68	68	67	68	68	68	67
OVE	9.210	8.704	8.716	8.086	8.740	8.333	8.374	7.863	8.652	8.286	8.284	7.897

### TČ zemlja-voda – izboljšave

Izboljšave sem izvedla le na primeru *standard\_super*, kjer sem z uvedbo nočnega režima ogrevanja in uporabo senčil v obdobju od maja do avgusta znižala vrednost letne potrebne toplote na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) in tako zadostila pogojem v AN sNES. Kljub izboljšavam je letna raba primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ) prekoračena. (Preglednica 57).

Preglednica 57: Rezultati izboljšav TČ zemlja-voda

		standard_normal		
		mehansko		
		izboljšave	izhodišče	dovoljena
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,36	0,36	0,39
$Q_p$	kWh	28.751	30.637	32.115
$Q_{NH}$	kWh	3.698	4.246	8.639
$Q_{NC}$	kWh	4.239	6.799	7.651
$Q_{NH}/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	24,17	27,75	56,55 (25)
$Q_{NH}/V_e$	kWh/m <sup>3</sup> a	9,4	10,8	x
$Q_p/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	187,88	200,2	(75)
CO <sub>2</sub>	kg	6.095	6.495	x
CO <sub>2</sub> /A <sub>u</sub>	kg/m <sup>2</sup> a	39,83	42,44	x

Delež OVE se z izboljšavami minimalno zmanjša. (Preglednica 58)

Preglednica 58: Rezultati končne energije in OVE izboljšav TČ zemlja-voda

KONČNA	standard_normal	
ENERGIJA	mehansko	
[kWh]	izboljšave	izhodišče
Ogrevanje	897	1.030
Hlajenje	1.029	1.650
Topla voda	7.950	7.950
Razsvetljava	1.625	1.625
Stavba skupaj	11.500	12.255
%	67	68
OVE	7.705	8.333

### 5.3.6 Murska Sobota

Poleg TČ zrak-voda s COP 4 sem naredila izračun še za geotermalno TČ s COP 5,8. Obe TČ zagotovita potrebno toploto za ogrevanje in hlajenje stavbe ter pripravo tople vode.

#### TČ zrak-voda – izhodišče

Dovoljena letna raba primarne energije ( $Q_p$ ), ki jo stavba potrebuje je presežena v desetih primerih, posledično so presežene tudi vrednosti letne rabe primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ), ki so predpisane v AN sNES. Z uporabo mehanskega prezračevanja v dveh primerih potrebno toploto na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) zmanjšam in tako zadostim pogojem iz AN sNES. (Preglednica 59)

Preglednica 59: Izhodiščni rezultati TČ zrak-voda

		TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super		
		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		
		naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	dovoljena
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,46	0,46	0,4	0,4	0,36	0,36	0,3	0,3	0,33	0,33	0,27	0,27	0,39
$Q_p$	kWh	37.133	35.444	35.663	33.344	35.573	33.721	34.070	32.272	35.175	33.477	33.671	32.409	32.634
$Q_{NH}$	kWh	11.698	8.554	10.449	6.142	8.684	4.654	7.417	3.425	7.856	3.906	6.590	3.648	9.111
$Q_{NC}$	kWh	3.999	4.668	3.093	4.003	4.728	6.044	3.793	5.150	4.971	6.434	4.034	5.127	7.651
$Q_{NH}/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	76,44	55,9	68,28	40,13	56,74	30,41	48,47	22,38	51,34	25,52	43,07	23,84	59,63 (25)
$Q_{NH}/V_e$	kWh/m <sup>3</sup> a	29,74	21,75	26,57	15,61	22,08	11,83	18,86	8,71	19,97	9,93	16,76	9,27	x
$Q_p/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	242,65	231,62	233,04	217,89	232,46	220,36	222,64	210,89	229,85	218,76	220,03	211,78	(75)
CO <sub>2</sub>	kg	7.872	7.514	7.560	7.069	7.542	7.149	7.223	6.842	7.457	7.097	7.138	6.871	x
CO <sub>2</sub> /A <sub>u</sub>	kg/m <sup>2</sup> a	51,44	49,1	49,41	46,19	49,28	46,72	47,2	44,71	48,73	46,38	46,65	44,9	x

Iz preglednice 60 je razvidno, da se delež OVE končne energije »stavba skupaj« giblje med 66 % in 67%, kar zadosti predpisanemu deležu 50 % v AN sNES.

Preglednica 60: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE TČ zrak-voda

KONČNA ENERGIJA [kWh]	TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super	
	prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje	
	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko
Ogrevanje	3.194	2.335	2.853	1.677	2.371	1.270	2.025	935	2.145	1.066	1.799	996
Hlajenje	1.092	1.274	844	1.093	1.291	1.650	1.035	1.406	1.357	1.756	1.101	1.400
Topla voda	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943	8.943
Razsvetljava	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625
Stavba skupaj	14.853	14.178	14.265	13.337	14.229	13.488	13.628	12.909	14.070	13.391	13.468	12.963
%	67	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66
OVE	9.952	9.357	9.415	8.802	9.391	8.902	8.994	8.520	9.286	8.838	8.889	8.556

### TČ zrak-voda – izboljšave

Izboljšave sem izvedla le za primer *optimal\_normal* z mehanskim prezračevanjem tako, da sem uvedla nočni režim ogrevanja in uporabo senčil v mesecih od maja do septembra in s tem zmanjšala prekoračeno vrednost letne rabe primarne energije ( $Q_p$ ) ter letne potrebne toplote na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ). Pri rezultatih se izboljšave najbolj kažejo pri znižanju letnega potrebnega hlada za hlajenje ( $Q_{NC}$ ). Kljub izboljšavam ne zadostim pogoju letne rabe primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ) iz AN sNES. (Preglednica 61)

Preglednica 61: Rezultati izboljšav TČ zrak-voda

		optimal_normal		
		mehansko		
		izboljšave	izhodišče	dovoljena
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,33	0,33	0,39
$Q_p$	kWh	31.087	33.477	32.634
$Q_{NH}$	kWh	3.432	3.906	9.111
$Q_{NC}$	kWh	3.406	6.434	7.651
$Q_{NH}/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	22,43	25,52	59,63 (25)
$Q_{NH}/V_e$	kWh/m <sup>3</sup> a	8,73	9,93	x
$Q_p/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	203,14	218,76	(75)
CO <sub>2</sub>	kg	6.590	7.097	x
CO <sub>2</sub> /A <sub>u</sub>	kg/m <sup>2</sup> a	43,07	46,38	x

Iz preglednice 62 je razvidno, da se z izboljšavami delež OVE minimalno zmanjša.

Preglednica 62: Rezultati končne energije in OVE izboljšav TČ zrak-voda

KONČNA ENERGIJA [kWh]	optimal_normal	
	mehansko	
	izboljšave	izhodišče
Ogrevanje	937	1.066
Hlajenje	930	1.756
Topla voda	8.943	8.943
Razsvetljava	1.625	1.625
Stavba skupaj	12.435	13.391
%	65	66
OVE	8.083	8.838

### Geotermalna energija – izhodišče

Iz izračunov je razvidno, da zahtevam PURES 2010 zadosti osem primerov. Predpisanim pogojem v AN sNES za letno rabo primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ) ni zadoščeno v nobenem primeru. Prav tako so presežene vrednosti potrebne letne toplote na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) v desetih primerih, pogoju iz AN sNES je zadoščeno le v primerih *standard\_super* in *optimal\_super*, kjer sem uporabila mehansko prezračevanje. (Preglednica 63)

Preglednica 63: Izhodiščni rezultati geotermalna TČ

		TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super		dovoljena
		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		
		naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,46	0,46	0,4	0,4	0,36	0,36	0,3	0,3	0,33	0,33	0,27	0,27	0,39
$Q_p$	kWh	26.870	25.705	25.855	24.256	25.794	24.516	24.757	23.517	25.519	24.348	24.482	23.611	32.634
$Q_{NH}$	kWh	11.698	8.554	10.449	6.142	8.684	4.654	7.417	3.425	7.856	3.906	6.590	3.648	9.111
$Q_{NC}$	kWh	3.999	4.668	3.093	4.003	4.728	6.044	3.793	5.150	4.971	6.434	4.034	5.127	7.651
$Q_{NH}/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	76,44	55,9	68,28	40,13	56,74	30,41	48,47	22,38	51,34	25,52	43,07	23,84	59,63 (25)
$Q_{NH}/V_e$	kWh/m <sup>3</sup> a	29,74	21,75	26,57	15,61	22,08	11,83	18,86	8,71	19,97	9,93	16,76	9,27	x
$Q_p/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	175,58	167,97	168,96	158,5	168,55	160,21	161,78	153,68	166,76	159,1	159,98	154,29	(75)
CO <sub>2</sub>	kg	5.696	5.449	5.481	5.142	5.468	5.197	5.249	4.986	5.410	5.162	5.190	5.006	x
CO <sub>2</sub> /A <sub>u</sub>	kg/m <sup>2</sup> a	37,22	35,61	35,82	33,6	35,73	33,96	34,3	32,58	35,35	33,73	33,92	32,71	x

Iz preglednice 64 je razvidno, da se delež OVE končne energije »stavba skupaj« giblje med 69 % in 70 %, kar zadosti predpisanemu deležu 50 % v AN sNES.

Preglednica 64: Izhodiščni rezultati končne energije in OVE geotermalna TČ

KONČNA ENERGIJA [kWh]	TSG_normal		TSG_super		standard_normal		standard_super		optimal_normal		optimal_super	
	prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje		prezračevanje	
	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko	naravno	mehansko
Ogrevanje	2.202	1.611	1.967	1.156	1.635	876	1.396	645	1.479	735	1.241	687
Hlajenje	753	879	582	754	890	1.138	714	970	936	1.211	759	965
Topla voda	6.168	6.168	6.168	6.168	6.168	6.168	6.168	6.168	6.168	6.168	6.168	6.168
Razsvetljava	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625	1.625
Stavba skupaj	10.748	10.282	10.342	9.702	10.317	9.807	9.903	9.407	10.208	9.739	9.793	9.444
%	70	70	70	69	70	69	69	69	70	69	69	69
OVE	7.524	7.197	7.239	6.694	7.222	6.767	6.833	6.491	7.146	6.720	6.757	6.516

### Geotermalna energija – izboljšave

Izboljšave sem izvedla le na primeru *optimal\_normal*, kjer sem z uvedbo nočnega režima ogrevanja in uporabo senčil v obdobju od maja do septembra znižala vrednost letne potrebne toplote na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) in tako zadostila pogoju v AN sNES. Kljub izboljšavam je letna raba primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ) prekoračena. (Preglednica 65)

Preglednica 65: Rezultati izboljšav geotermalna TČ

		optimal_normal		dovoljena
		mehansko		
		izboljšave	izhodišče	
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,33	0,33	0,39
$Q_p$	kWh	22.700	24.348	32.634
$Q_{NH}$	kWh	3.432	3.906	9.111
$Q_{NC}$	kWh	3.406	6.434	7.651
$Q_{NH}/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	22,43	25,52	59,63 (25)
$Q_{NH}/V_e$	kWh/m <sup>3</sup> a	8,73	9,93	x
$Q_p/A_u$	kWh/m <sup>2</sup> a	148,34	159,1	(75)
CO <sub>2</sub>	kg	4.812	5.162	x
CO <sub>2</sub> /A <sub>u</sub>	kg/m <sup>2</sup> a	31,45	33,73	x

Delež OVE v primeru z izboljšavami se nekoliko zmanjša. (Preglednica 66)

Preglednica 66: Rezultati končne energije in OVE izboljšav geotermalna TČ

KONČNA ENERGIJA [kWh]	optimal_normal	
	mehansko	
	izboljšave	izhodišče
Ogrevanje	646	735
Hlajenje	641	1.211
Topla voda	6.168	6.168
Razsvetljava	1.625	1.625
<b>Stavba skupaj</b>	<b>9.080</b>	<b>9.739</b>
%	<b>68</b>	<b>69</b>
OVE	6.174	6.720

## 5.4 Diskusija

V vseh izračunih energetske bilance stavbe sem upoštevala porabo energije za ogrevanje, hlajenje, pripravo tople vode in razsvetljava.

Vrsta energenta za ogrevanje, hlajenje in pripravo tople vode ter lokacija stavbe sta glavna pogoja, ki vplivata na doseganje predpisanih zahtev v AN sNES in PURES 2010. Med vsemi primeri vse pogoje izpolnjujejo štiri z izvedenimi izboljšavami, dva v Cerknici in dva v Kranjski Gori, kjer je podnebje zelo podobno. V vseh štirih primerih sem za ogrevanje in del priprave tople vode uporabila sekance ter električno energijo za hlajenje stavbe. V primerih, kjer sem uporabila TČ, ne glede na lokacijo stavbe, COP TČ ali izboljšavo gradbeno-fizikalnih lastnosti stavbe, nisem zadostila vsem pogojem, saj so vrednosti letne rabe primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ) močno presežene prav v vseh primerih.

Predpisane vrednosti letne rabe primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ) je možno doseči le z uporabo lesne biomase, v vseh ostalih primerih so vrednosti močno presežene. To je posledica faktorja pretvorbe, ki znaša za lesno biomaso le 0,1, za daljinsko ogrevanje brez kogeneracije 1,0, za električno energijo, ki jo potrebujemo za delovanje TČ pa 2,5. Pri TČ so rezultati kljub visokemu faktorju pretvorbe boljši kot pri daljinskem ogrevanju s kogeneracijo, saj so učinkovitosti TČ že zelo velike.

Na vseh lokacijah sem uporabila TČ zrak-voda, s katero so vrednosti letne rabe primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ) presežene v vseh primerih. Vsem ostalim pogojem sem v Kopru zadostila v sedmih primerih, v Ljubljani, Krškem in Murski Soboti v treh, v Cerknici in Kranjski Gori le v dveh primerih, kar prikazuje kako pomemben dejavnik je podnebna lokacija stavbe.

V Krškem sem poleg TČ zrak-voda uporabila tudi TČ zemlja-voda, ki ima večji COP. Pri rezultatih se boljša učinkovitost TČ pozna pri vrednostih potrebne primarne energije in posledično tudi pri vrednostih letne rabe primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ), ki se zmanjšujejo v primerih z večjim COP TČ, kar je razvidno tudi iz rezultatov v Murski Soboti, ko sem v primerih uporabila geotermalno TČ, ki je najbolj učinkovita.

Primeri *standard\_normal* in *optimal\_normal* se v vseh primerih med seboj ne razlikujeta veliko, saj je toplotna prehodnost KS v obeh primerih zelo dobra. Iz rezultatov je razvidno, da so primeri *standard\_super*, ki imajo zelo kakovostna okna vendar slabšo toplotno prehodnost KS boljši kot *optimal\_normal*, ki imajo osnovna okna in boljšo toplotno prehodnost KS. Potrebna energija se lahko močno zniža s pravo izbiro oken, predvsem v stavbah, ki imajo veliko zastekljenih površin. To velja za večino sodobnih stanovanjskih stavb.

V vseh primerih *TSG*, ne glede na lokacijo, vrsto prezračevanja in kakovost oken, so vrednosti letne rabe primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ) presežene, vrednosti letne potrebne toplote na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) zadostijo pogoju le v Kopru v primeru *TSG\_super* z mehanskim prezračevanjem. Primeri *TSG* so zgolj informativnega značaja, s katerimi sem želela prikazati, da z vrednostmi, ki so predpisane v *TSG* nikakor ne zadostimo pogojem v PURES 2010 in AN sNES, temveč moramo za stavbni ovoj upoštevati boljše lastnosti KS in oken.

V PURES 2010 je največja dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) določena s formulo in je odvisna od faktorja oblike stavbe ter povprečne letne temperature zunanjega zraka, v AN sNES pa je konstantna, ne glede na lokacijo. Temu pogoju je na bolj mrzlih lokacijah težko zadostiti. V Kopru sem že v izhodiščnih primerih zadostila pogoju v šestih primerih, z izboljšavami še v dodatnih dveh. V Ljubljani sem imela že večje težave, saj sem z izboljšavami zadostila predpisanim vrednostim le v dveh primerih z mehanskim prezračevanjem, v enem primeru izboljšave niso bile potrebne. Največji problem se pojavi na lokacijah z nižjimi letnimi temperaturami, v mojem primeru v Kranjski Gori in v Cerknici. Tu v nobenem primeru brez izboljšav nisem zadostila predpisanim pogojem in tudi z izboljšavami sem dosegla predpisane vrednosti le v dveh primerih, in sicer z nizkoenergetskimi troslojnimi okni v primeru mehanskega prezračevanja. V Krškem in Murski Soboti, kjer je podnebje zmerno, je pogojem lažje zadostiti. V Krškem sem brez izboljšav dosegla predpisane vrednosti v treh primerih z mehanskim prezračevanjem, z izboljšavami še v enem dodatnem. Brez izboljšav sem v Murski Soboti zadostila pogojem v dveh primerih z mehanskim prezračevanjem in nizkoenergetskimi troslojnimi okni. Z uvedbo izboljšav sem pogojem zadostila še v enem dodatnem primeru.

Izračuni pokažejo močno zmanjšanje potrebne energije za ogrevanje ( $Q_{NH}$ ) pri mehanskem prezračevanju v primerjavi z naravnim, nekoliko pa se poveča potrebna energija za hlajenje ( $Q_{NC}$ ).

Na zmanjšanje končne porabe energije stavbe kot tudi primarne energije ( $Q_p$ ) bi močno vplivalo, če stavbe ne bi bile aktivno hlajene, saj se za hlajenje uporablja električna energija, ki ima zelo visok faktor pretvorbe primarne energije ( $Q_p$ ).

Na zmanjšanje letne rabe primarne energije ( $Q_p$ ) najbolj vpliva uporaba senčil, v Kopru pa tudi povečan COP TČ. Nekoliko manj vpliva na rezultate primarne energije ( $Q_p$ ) uvedba nočnega režima ogrevanja med tem, ko izboljšava prezračevalnega sistema vpliva na zmanjšanje vrednosti minimalno. Letna potrebna toplota za ogrevanje ( $Q_{NH}$ ) se z uporabo senčil ne spremeni, v nekaterih primerih se celo poveča (Koper), vendar se z uporabo le-teh mnogo bolj zmanjša potrebna energija za hlajenje ( $Q_{NC}$ ) tako, da se letna primarna energija ( $Q_p$ ) vseeno zmanjša. Tudi z izboljšanjem prezračevalnega sistema se potreba po toploti za ogrevanje ne spremeni oziroma se zniža zelo malo, prav tako ostanejo vrednosti enake pri povečanju COP TČ. Veliko bolj na zmanjšanje vrednosti potrebne toplote za ogrevanje ( $Q_{NH}$ ) vpliva nočni režim ogrevanja. Vrednosti letne potrebne toplote na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) se najbolj zmanjšajo pri uvedbi nočnega režima ogrevanja, pri izboljšanju prezračevalnega sistema in povečanju COP TČ vrednosti ostanejo nespremenjene med tem, ko se pri uporabi senčil vrednosti v nekaterih primerih celo povečajo. (Priloga K)

Iz raziskave je razvidno, da se delež OVE v vseh primerih TČ zrak-voda z enakim COP, ne glede na lokacijo stavbe, giblje med 65 in 67 %. Vrednosti končne energije celotne stavbe na



vseh lokacijah ne odstopajo bistveno, razlike se pokažejo pri končni energiji za ogrevanje in hlajenje. Najmanjša končna energija celotne stavbe je v Cerknici in Kranjski Gori, kjer je podnebje najbolj mrzlo, največja pa v Kopru, kjer je podnebje najbolj toplo. Podrobnejša analiza pokaže, da v Kopru res potrebujemo manj energije za ogrevanje (467 kWh) kot v Cerknici (1214 kWh), vendar je potrebna energija za hlajenje v Kopru zelo visoka (2317 kWh) v primerjavi s potrebno v Cerknici (1042 kWh). Višje deleže OVE sem dosegla s sekanci in sončnimi kolektorji, saj za delovanje teh sistemov potrebujemo veliko manj električne energije kot pri uporabi TČ. Delovanje sončnih kolektorjev je odvisno od trajanja sončnega obsevanja, ki je najdaljše v Kopru, kjer lahko zagotovimo 85 % končne energije za pripravo tople vode in najkrajše v Ljubljani, kjer je delež končne energije za pripravo tople vode 70 %.

## 6 ZAKLJUČEK

EU se v zadnjih letih spopada z izzivom kako zmanjšati odvisnost od uvoza energije in omejenih energetskih virov, saj se cene energije stalno dvigajo, zato EU stremi k čim večji samozadostnosti in skuša zagotoviti zanesljivo oskrbo z energijo po dostopnih cenah. Stavbe obsegajo kar 40 % skupne porabe energije. Število stavb se veča, zaradi česar bi morale priti tudi do večje porabe energije, zato je glavni cilj zmanjšati porabo primarne energije ter razširiti uporabo OVE in s tem zmanjšati emisije toplogrednih plinov ter ublažiti podnebne spremembe.

V študiji sem ugotavljala ali je možno izvesti sNES v Sloveniji in zadostiti vsem predpisanim pogojem v PURES 2010 in AN sNES. Predstavila sem implementacijo EPBD v AN sNES in primerjala kako so izbrane države članice v svojih AN sprejele potrebne ukrepe, predpisane v EPBD. V nalogi sem opisala možne OVE v Sloveniji in njihov potencial. Na primerih sem ugotavljala ali je možno izvesti sNES na različnih lokacijah v Sloveniji in z različnimi energenti za zagotovitev potrebne toplote za ogrevanje in hlajenje stavbe ter pripravo tople vode, ki bo zadostila predpisanim zahtevam.

Kar sedem od desetih izbranih primerjalnih držav je v AN omejila primarno energijo, Italija je omejila vrednosti energije za ogrevanje in hlajenje, Nizozemska je predpisala energetsko učinkovitost stavbe tako, da bodo stavbe nič energijske, v Veliki Britaniji pa je cilj doseči nič ogljične stavbe. Poleg Slovenije, ki je v AN predpisala minimalni delež OVE, ki znaša 50 %, so prav tako minimalni delež OVE predpisali tudi v Italiji in Nemčiji, ki je nižji. V francoskem AN je omenjeno, da je uporaba OVE obvezna, vendar delež ni določen. Študija je pokazala, da ima le Slovenija, v primerjavi z izbranimi državami in pridobljenimi podatki, dovoljene vrednosti primarne energije za nestanovanjske stavbe nižje od tistih za stanovanjske stavbe. Tem pogojem bo še težje zadostiti, saj je poraba za hlajenje in potrebna energija za razsvetljavo veliko večja od tiste v stanovanjskih stavbah. V PURES 2010 je bila predpisana primarna energija odvisna od lokacije stavbe, v AN pa je vrednost letne rabe primarne energije na enoto površine konstantna ( $Q_p/A_u$ ). Nekatere države (Francija, Hrvaška, Italija) so omejitve primarne energije pogojile z lokacijo, saj je podnebje močan dejavnik pri porabi energije v stavbi. Iz primerjave faktorjev pretvorbe primarne energije med izbranimi državami Slovenija zelo izstopa s faktorjem pretvorbe za les, ki je najnižji in znaša 0,1, v vseh ostalih državah se giblje med 1,0 in 1,2, faktor pretvorbe za električno energijo je 2,5, višjega ima le Nemčija, med tem ko je v ostalih državah med 1,6 in 2,2.

Analiza potenciala OVE je pokazala, da je večina OVE dostopna po vsej Sloveniji, izjemi sta vetrna in geotermalna energija, vendar je potrebno razmisliti, katere obnovljive vire je smiselno uporabiti na določeni lokaciji.

Trenutno predpisane vrednosti letne rabe primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ) so tako nizke, da sem jih lahko dosegla le z uporabo biomase, kar je posledica nizkega faktorja pretvorbe primarne energije. Uporaba TČ je vedno pogostejša, vendar z njimi ne moremo doseči pogoja letne rabe primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ) zaradi zelo visokega faktorja pretvorbe za elektriko. Za zadostitev pogojem v PURES 2010 in AN sNES je potrebna uporaba TČ in istovrstna proizvodnja elektrike z lastno fotovoltaično elektrarno ali uporaba lesne biomase. Pri uporabi lesne biomase pa se porajajo dvomi o okoljski sprejemljivosti njene množične aplikacije kot OVE za generiranje toplote v

stavbah, saj stranski produkti (trdi delci) onesnažujejo okolje in negativno vplivajo na zdravje ljudi. V zadnjem času se srečujemo s problemom povečanja vrednosti delcev PM10 v zraku, kar je predvsem posledica številnih individualnih kurišč na lesno biomaso. Tudi zahteve glede letne potrebne toplote na enoto uporabne površine so tako nizke, da jih skoraj ni mogoče doseči z naravnim prezračevanjem, ampak pogojujejo uporabo mehanskega prezračevanja. V primerih sem opazila, da na rezultate zelo vplivajo gradbeno-fizikalne lastnosti stavbe, saj so se rezultati zelo razlikovali glede na različne KS in lastnosti oken. Prav tako so bili rezultati boljši, če sem uvedla nočni režim ogrevanja, uporabo senčil in izboljšala sistem prezračevanja.

V prihodnosti bo potrebno spremeniti faktor pretvorbe predvsem za les, ki je zelo nizek, kot tudi faktor pretvorbe za elektriko, ki je visok, ali pa zvišati predpisano vrednost letne rabe primarne energije na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ).

Pravilniki so zastavljeni pretirano ambiciozno in v določenih zahtevah premalo definirani, da bi jih investitorji in projektanti lahko smiselno oziroma dosledno uporabili.

Stroge zahteve tako za primarno energijo na enoto uporabne površine ( $Q_p/A_u$ ), kot tudi za potrebno toploto na enoto uporabne površine ( $Q_{NH}/A_u$ ) ne predstavljajo ustrezne in zadostne spodbude za povečanje energetske učinkovitosti. Stroge zahteve pravilnika lahko privedejo do uporabe strokovno vprašljivih projektantskih rešitev, npr. izločitev hlajenja iz energetske bilance, čeprav bo le-to kasneje v stavbo vgrajeno ali pa minimalne stopnje prezračevanja, saj je zahtevam v določenih primerih skoraj nemogoče zadostiti. Prav tako so nekatere zahteve v AN sNES nejasne, npr. v enačbi za delež OVE ni definirano kaj je OVE iz bližnje okolice.

Kot je razvidno iz predstavljenih primerov, je izvedba sNES tehnološko izvedljiva. Zastavlja se vprašanje ali je glede na ekonomsko stanje prebivalstva v Sloveniji izgradnja sNES, upošteva zahtev v PURES 2010 in AN sNES, izvedljiva finančno. Problem se pojavi predvsem pri prenovah, kjer že sedaj investitorji ne upoštevajo zahtev PURES 2010, ki bi ga morali v primeru rekonstrukcije 25 % deleža površine toplotnega ovoja, če je to tehnično izvedljivo.

Iz študije je razvidno, da trenutno v Sloveniji zadostimo pogojem iz AN sNES le z uporabo biomase, kljub različnim OVE in velikemu potencialu le-te.

Za doseg cilja, da se do leta 2050 znižajo emisije toplogrednih plinov za 80 – 95 %, je potrebno paziti na porabo energije. Zaloge neobnovljive energije so omejene, zato je pomembno, da stremimo k zmanjšanju porabe energije na vseh področjih in povečamo uporabo OVE.

Prazna stran

## VIRI

- [1] Direktiva 2010/31/EU Evropskega parlamenta in sveta z dne 19. maja 2010 o energetski učinkovitosti stavb (prenovitev). Uradni list Evropske unije. 2015.
- [2] Akcijski načrt za skoraj nič-energijske stavbe za obdobje do leta 2020 (april 2015). <http://www.energetika-portal.si/dokumenti/strateski-razvojni-dokumenti/akcijski-nacrt-za-skoraj-nic-energijske-stavbe/> (Pridobljeno 8. 9. 2015.)
- [3] Prek, M., Stritih, U., Butala V. 2010. Metodologija izračuna kazalnikov rabe energije. EGES 14, 4: 14-17.
- [4] Trajnostna, zanesljiva in cenovno dostopna energija za evropske prebivalce. 2016. [http://bookshop.europa.eu/sl/energija-pbNA0614043/?pgid=lq1Ekni0.1ISR0OOK4MycO9B0000WVo3Txzx;sid=1c\\_q2Pj3tDLq0K\\_vQTV0f5rS0hzc1o0qZ8=?CatalogCategoryID=luYKABst3lwAAAEjxJEY4e5L](http://bookshop.europa.eu/sl/energija-pbNA0614043/?pgid=lq1Ekni0.1ISR0OOK4MycO9B0000WVo3Txzx;sid=1c_q2Pj3tDLq0K_vQTV0f5rS0hzc1o0qZ8=?CatalogCategoryID=luYKABst3lwAAAEjxJEY4e5L) (Pridobljeno 19. 4. 2016.)
- [5] Direktiva 2012/27/EU Evropskega parlamenta in sveta z dne 25. oktobra 2012 o energetski učinkovitosti. Uradni list Evropske unije. 2015.
- [6] Energetski zakon (EZ). Uradni list RS št. 17/2014.
- [7] Evropska komisija. 2015. <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/Updated%20progress%20report%20NZEB.pdf> (Pridobljeno 10. 9. 2015.)
- [8] Akcijski načrt za skoraj nič-energijske stavbe za obdobje do leta 2020 (osnutek, oktober 2014). 2015. <http://www.energetika-portal.si/dokumenti/strateski-razvojni-dokumenti/akcijski-nacrt-za-skoraj-nic-energijske-stavbe/> (Pridobljeno 8. 9. 2015.)
- [9] Nearly zero energy buildings definitions across Europe. 2015. Factsheet. [http://bpie.eu/uploads/lib/document/attachment/128/BPIE\\_factsheet\\_nZEB\\_definitions\\_across\\_Europe.pdf](http://bpie.eu/uploads/lib/document/attachment/128/BPIE_factsheet_nZEB_definitions_across_Europe.pdf) (Pridobljeno 10. 9. 2015.)
- [10] OIB – Dokument. Nationalen Plan gemäß Artikel 9 (3) zu 2010/31/EU. [http://www.oib.or.at/sites/default/files/nationaler\\_plan.pdf](http://www.oib.or.at/sites/default/files/nationaler_plan.pdf) (Pridobljeno 30. 9. 2015.)
- [11] The Primary Energy Factors play a central role in European 2020 targets achievement. 2015. [https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB\\_DC26383.pdf](https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC26383.pdf) (Pridobljeno 30. 11. 2015.)
- [12] EU Countries. 2015. [EU countries' nearly zero-energy buildings national plans. https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings/nearly-zero-energy-buildings](https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings/nearly-zero-energy-buildings) (Pridobljeno 6. 9. 2015.)
- [13] Implementing the Energy Performance of Building Directive (EPBD). 2015. <http://www.epbd-ca.org/Medias/Pdf/CA3-BOOK-2012-ebook-201310.pdf> (Pridobljeno 25. 10. 2015.)

- [14] Plan za povečanje broja zgrada gotovo nulte energije do 2020 Godine. 2015. [http://www.mgipu.hr/doc/Propisi/PLAN\\_PBZ\\_0\\_energije\\_do\\_2020.pdf](http://www.mgipu.hr/doc/Propisi/PLAN_PBZ_0_energije_do_2020.pdf) (Pridobljeno 8. 11. 2015.)
- [15] Klimatografija Slovenije. 2015. [http://www.arso.gov.si/vreme/poro%C4%8Dila%20in%20projekti/dr%C5%BEavna%20slu%C5%BEba/Stopinjski\\_dnevi\\_in\\_trajanje\\_kurilne\\_sezone.pdf](http://www.arso.gov.si/vreme/poro%C4%8Dila%20in%20projekti/dr%C5%BEavna%20slu%C5%BEba/Stopinjski_dnevi_in_trajanje_kurilne_sezone.pdf) (Pridobljeno 30. 11. 2015.)
- [16] Primary Energy. 2015. <http://www.aresfvg.it/index.php?q=en/node/95> (Pridobljeno 30. 11. 2015.)
- [17] Entrop, A.G., Brouwers, H.J.H., Reinders, A.H.M.E. 2010. Evaluation of energy performance indicators and financial aspects of energy saving techniques in residential real estate. *Energy and Buildings* 42, 5: 618-629.
- [18] Lokalna energetska agencija. 2016. Obnovljivi viri energije. <http://www.lea-d.si/Okoljeinenergija/Obnovljivivirienergije.aspx> (Pridobljeno 16. 1. 2016.)
- [19] Statistični urad RS. 2016. <http://www.stat.si/statweb/prikazi-novico?id=5243&idp=5&headerbar=4> (Pridobljeno 13. 1. 2016.)
- [20] Energija. 2015. <http://www.esvet.si/> (Pridobljeno 18. 12. 2015.)
- [21] Focus. 2015. Društvo za sonaraven razvoj. Obnovljivi viri energije. <http://focus.si/ove/> (Pridobljeno 18. 12. 2015.)
- [22] ARSO. 2016. <http://www.arso.gov.si/podnebne%20spremembe/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/BIOGORIVA.pdf> (Pridobljeno 16. 1. 2016.)
- [23] Borzen. 2016. Trajnostna energija – geotermalna energija. <https://www.borzen.si/sl/Domov/menu1/Trajnostna-energija/Obnovljivi-viri-energije/Vrste-obnovljivih-virov/Geotermalna-energija> (Pridobljeno 14. 1. 2016.)
- [24] U.S. Energy Information Administration. 2016. <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=530> (Pridobljeno 13. 1. 2016.)
- [25] Borzen. 2016. Trajnostna energija – sončna energija. <https://www.borzen.si/sl/Domov/menu1/Trajnostna-energija/Obnovljivi-viri-energije/Vrste-obnovljivih-virov/Son%C4%8Dna-energija> (Pridobljeno 14. 1. 2016.)
- [26] Sončne elektrarne. 2016. <http://www.soncneelektrarne.com/optimalni-izkoristek-soncne-energije/> (Pridobljeno 18. 1. 2016.)
- [27] Slovenski portal za fotovoltaike. 2016. <http://pv.fe.uni-lj.si/> (Pridobljeno 20. 1. 2016.)
- [28] Toplotna črpalka. 2015. <http://toplotnacrpalka.org/> (Pridobljeno 18. 12. 2015.)
- [29] Veoliawater. 2016. <http://www.veoliawater2energy.com/data/images/schema%20Heat.jpg> (Pridobljeno 22. 1. 2016.)

- [30] Geosonda. 2015. Toplotna črpalka <http://www.geosonda.com/toplotna-crpalka> (Pridobljeno 18. 12. 2015.)
- [31] Elektroprom. 2016. <http://www.elektroprom.si/toplotna-crpalka-voda-voda> (Pridobljeno 13. 1. 2016.)
- [32] Služba vlade RS za razvoj in evropsko kohezijsko politiko. 2016. <http://www.bioregio.link/ove/geotermalna-energija-toplotne-crpalke/informacije-geotermalna-energija/potencial-v-sloveniji/> (Pridobljeno 10. 1. 2016.)
- [33] Svet24. 2016. <http://svet24.si/clanek/novice/gospodarstvo/555774815587b/slovenske-bioplinarne-v-tezavah-gradnja-novih-se-je-ustavila> (Pridobljeno 12. 1. 2016.)
- [34] Geotermalna energija – potencial v slovenskem prostoru in odprta vprašanja o njeni rabi. 2016. [http://www.umanotera.org/upload/files/Geotermalna\\_energija\\_referat.pdf](http://www.umanotera.org/upload/files/Geotermalna_energija_referat.pdf) (Pridobljeno 16. 1. 2016.)
- [35] Finance. 2016. <http://www.finance.si/249195/Kako-pomemben-vir-je-geotermalna-energija-v-Sloveniji> (Pridobljeno 18. 1. 2016.)
- [36] HSE. 2016. <http://www.hse.si/si/files/default/ostale-datoteke/hse-in-ove-v-sloveniji-marec-2011.pdf> (Pridobljeno 8. 1. 2016.)
- [37] Potencial obnovljivih virov energije v Sloveniji. 2016. <https://sites.google.com/site/obnovljivsi/potencial-vodne-energije> (Pridobljeno 8. 1. 2016.)
- [38] Delo. 2016. <http://www.delo.si/novice/slovenija/druga-vetrnica-pri-nanosu-ze-stoji-vrti-se-se-ne.html> (Pridobljeno 10. 1. 2016.)
- [39] ARSO. 2016. <http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4043.html> (Pridobljeno 5. 1. 2016.)
- [40] Atlas okolja. 2016. [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) (Pridobljeno 26. 1. 2016.)
- [41] Marles. 2016. [http://www.marles.com/hise/h/exclusive/calipso\\_2](http://www.marles.com/hise/h/exclusive/calipso_2) (Pridobljeno 3. 2. 2016.)
- [42] Krainer, A., Perdan, R. 2012. Računalniški program (TOST) za izračun energetske bilance stavb po Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah upoštevajoč SIST EN ISO 13790 in TSG-1-004. Ljubljana, UL FGG - KSKE.
- [43] Krainer, A., Perdan, R. 2012. Računalniški program TOST. Uporabniški priročnik. Ljubljana, UL FGG - KSKE
- [44] Centralno ogrevanje. 2016. <http://centralno-ogrevanje.net/pages/nizkotemperaturni-in-kondenzacijski-kotli.php> (Pridobljeno 11. 2. 2016.)

- [45] Termotehnika. 2016. Učinkovitost kotla na kurilno olje. <http://www.termotehnika.si/ogrevanje/kotli/olje/buderus> (Pridobljeno 11. 2. 2016.)
- [46] AGNI. 2016. Učinkovitost kotlev na sekance. [http://www.agni.si/page/prodajni\\_program/kotli\\_na\\_sekance/herz\\_firematic\\_20\\_35\\_45\\_60](http://www.agni.si/page/prodajni_program/kotli_na_sekance/herz_firematic_20_35_45_60) (Pridobljeno 11. 2. 2016.)
- [47] AGNI. 2016. Učinkovitost kotlev na pelete. [http://www.agni.si/page/prodajni\\_program/kotli\\_peci\\_na\\_pelete](http://www.agni.si/page/prodajni_program/kotli_peci_na_pelete) (Pridobljeno 11. 2. 2016.)
- [48] Geosonda. 2016. Učinkovitost TČ zrak-voda. <http://www.geosonda.com/prodajni-program/toplotne-crpalke-ogrevanje/tc-zrak/kronoterm> (Pridobljeno 11. 2. 2016.)
- [49] Geosonda. 2016. Učinkovitost TČ zemlja-voda. <http://www.geosonda.com/prodajni-program/toplotne-crpalke-ogrevanje/gorenje-terragor> (Pridobljeno 11. 2. 2016.)
- [50] Geosonda. 2016. Učinkovitost TČ voda-voda. <http://www.geosonda.com/prodajni-program/toplotne-crpalke-ogrevanje/tc-voda/kronoterm-tc-vv> (Pridobljeno 11. 2. 2016.)
- [51] Tehnična smernica TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije. Ministrstvo za okolje in prostor. 2010.
- [52] Rihter. 2016. <http://www.rihter.si/sistemi-gradnje.aspx> (Pridobljeno 11. 2. 2016.)
- [53] Lesko. 2016. <http://lesko.si/> (Pridobljeno 11. 2. 2016.)
- [54] ZRMK. 2016. <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/PDFknjiznjicaAURE/IL1-16.PDF> (Pridobljeno 11. 2. 2016.)
- [55] Mehle, B. 2016. Razmerja med vloženo električno energijo glede na proizvedeno toplotno energijo. Osebna komunikacija. (22. 3. 2016.)
- [56] Geografski informacijski sistem za področje obnovljivi virov energije. 2016. <http://engis.si/portal.html> (Pridobljeno 17. 1. 2016.)
- [57] Geološki zavod Slovenije. 2016. <http://www.geo-zs.si/podrocje.aspx?id=0> (Pridobljeno 19. 1. 2016.)
- [58] Solargis. 2016. <http://solargis.info/doc/pics/freemaps/1000px/ghi/SolarGIS-Solar-map-Slovenia-en.png> (Pridobljeno 14. 1. 2016.)
- [59] ARSO. 2016. [http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/klimatoloske\\_karte.html](http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/klimatoloske_karte.html) (Pridobljeno 22. 1. 2016.)



## **SEZNAM PRILOG**

### **PRILOGA A: BIOMASA**

PRILOGA A1: PRIDOBIVANJE TOPLOTE S POMOČJO BIOMASE – KOTLI NA POLENA

PRILOGA A2: PRIDOBIVANJE TOPLOTE S POMOČJO BIOMASE – KOTLI NA LESNE SEKANCI

PRILOGA A3: PRIDOBIVANJE TOPLOTE S POMOČJO BIOMASE – KOTLI NA LESNE PELETE

PRILOGA A4: PRIDOBIVANJE TOPLOTE S POMOČJO BIOMASE – DALJINSKO OGREVANJE

PRILOGA A5: PRIDOBIVANJE ELEKTRIKE S POMOČJO BIOMASE

### **PRILOGA B: TEMPERATURA V GLOBINI**

PRILOGA B1: TEMPERATURA V GLOBINI 500 m

PRILOGA B2: TEMPERATURA V GLOBINI 1000 m

### **PRILOGA C: HIDROELEKTRARNE**

### **PRILOGA D: SONČNA ENERGIJA**

PRILOGA D1: SONČNE ELEKTRARNE

PRILOGA D2: SONČNI KOLEKTORJI

### **PRILOGA E: LETNO POVPREČNO GLOBALNO SONČNO SEVANJE**

### **PRILOGA F: POVPREČNO TRAJANJE SONČNEGA OBSEVANJA**

PRILOGA F1: POVPREČNO TRAJANJE SONČNEGA OBSEVANJA – POMLAD

PRILOGA F2: POVPREČNO TRAJANJE SONČNEGA OBSEVANJA – POLETJE

PRILOGA F3: POVPREČNO TRAJANJE SONČNEGA OBSEVANJA – JESEN

PRILOGA F4: POVPREČNO TRAJANJE SONČNEGA OBSEVANJA – ZIMA

### **PRILOGA G: TOPLOTA OKOLJA**

PRILOGA G1: TOPLOTNA ČRPALKA ZRAK-VODA

PRILOGA G2: TOPLOTNA ČRPALKA ZRAK-SANITARNA VODA

PRILOGA G3: TOPLOTNA ČRPALKA ZEMLJA-VODA

PRILOGA G4: TOPLOTNA ČRPALKA VODA-VODA

## **PRILOGA H: LOKACIJE VETRNIH ELEKTRARN IN PRIMERNE LOKACIJE ZA VETRNE ELEKTRARNE**

### **PRILOGA I: POVPREČNE TEMPERATURE**

PRILOGA I1: POVPREČNA LETNA TEMPERATURA ZRAKA 1971 – 2000

PRILOGA I2: POVPREČNA LETNA NAJVIŠJA DNEVNA TEMPERATURA ZRAKA 1971 – 2000

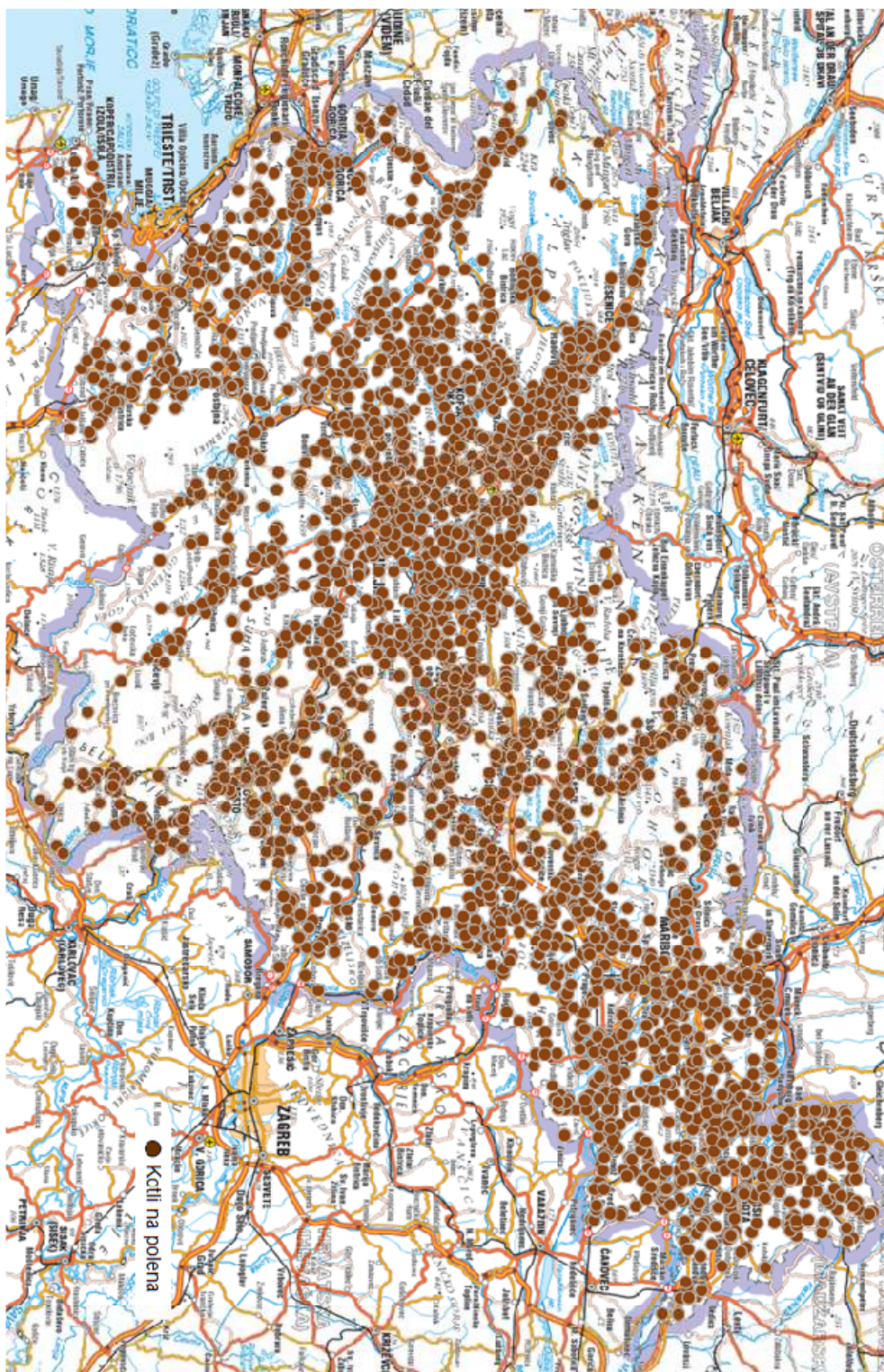
PRILOGA I3: POVPREČNA LETNA NAJNIŽJA DNEVNA TEMPERATURA ZRAKA 1971 – 2000

### **PRILOGA J: POVPREČNI TEMPERATURNI PRIMANKLJAJ V OGREVALNI SEZONI**

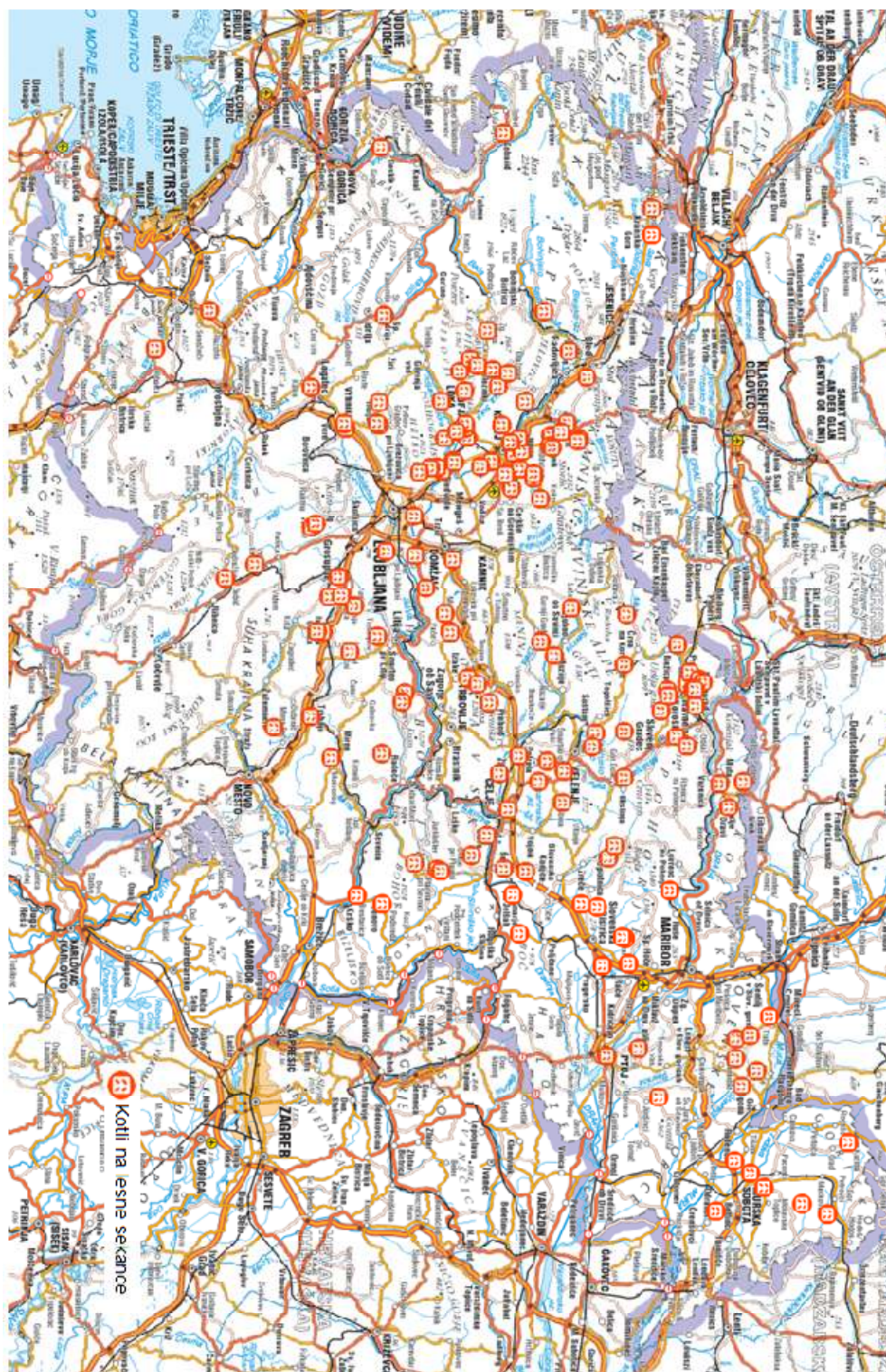
### **PRILOGA K: POSAMEZNE IZBOLJŠAVE**

## PRILOGA A: BIOMASA

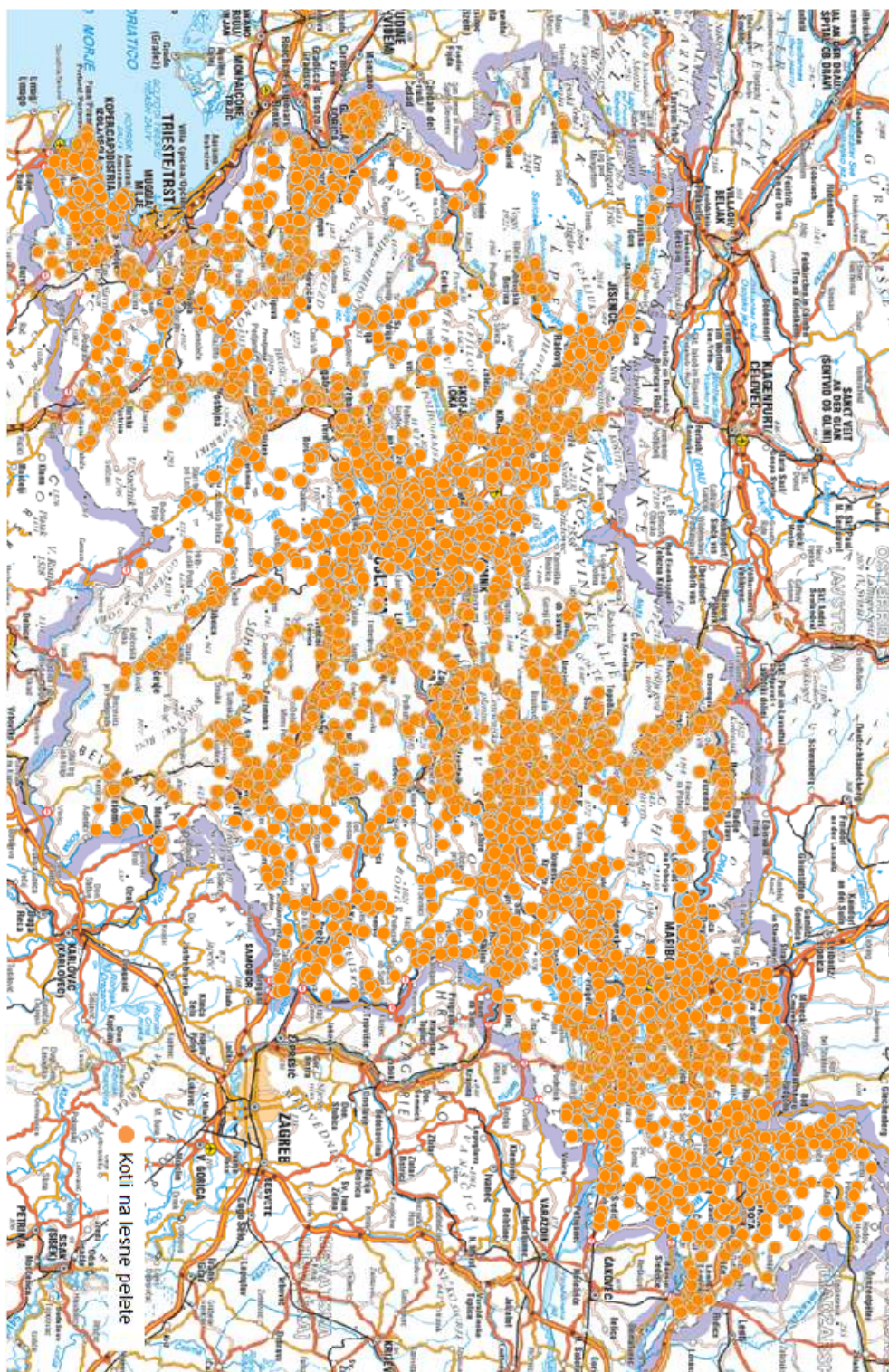
### PRILOGA A1: PRIDOBIVANJE TOPLOTE S POMOČJO BIOMASE – KOTLI NA POLENA [56]



## PRILOGA A2: PRIDOBIVANJE TOPLOTE S POMOČJO BIOMASE – KOTLI NA LESNE SEKANCI [56]



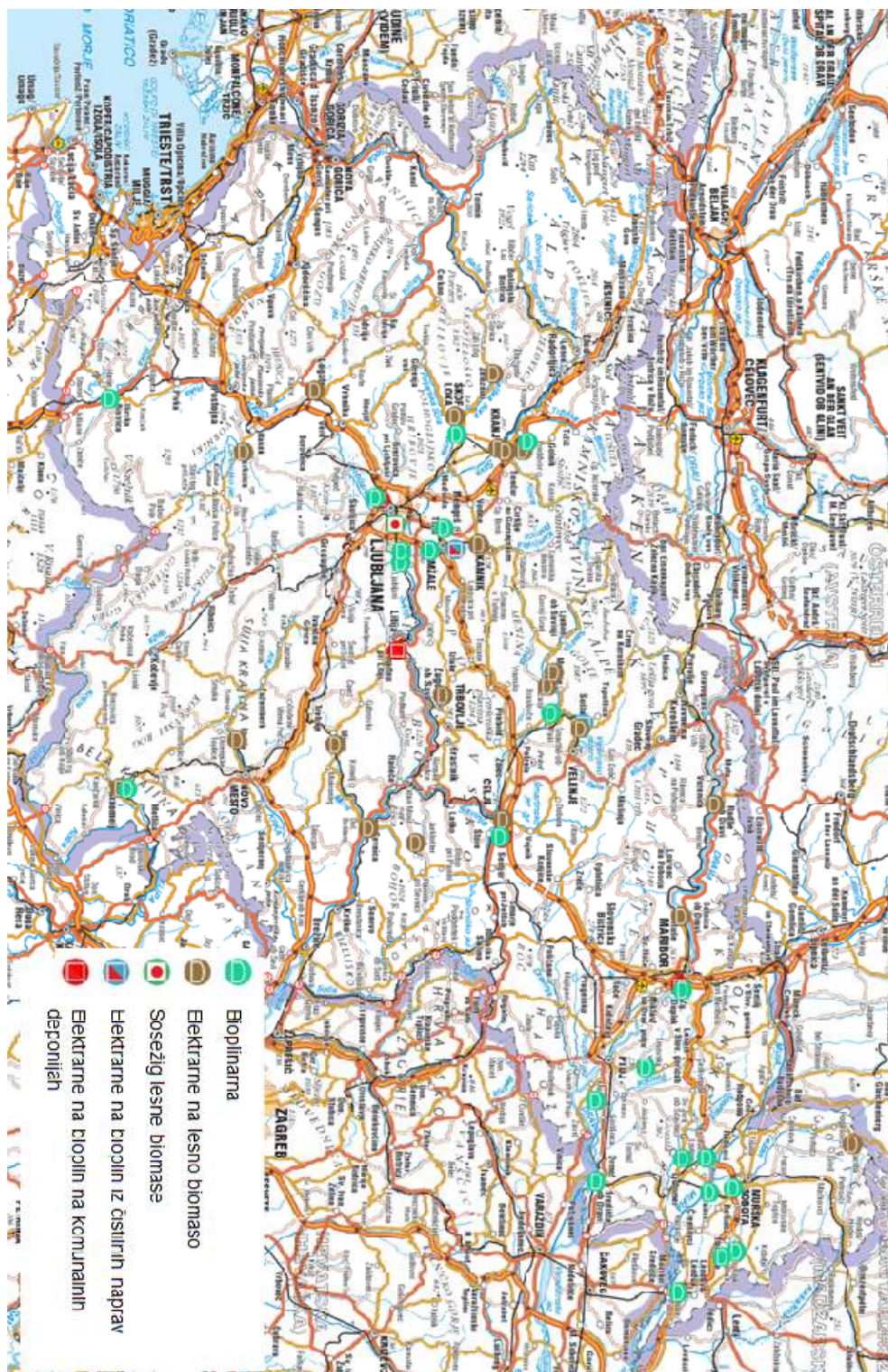
## PRILOGA A3: PRIDOBIVANJE TOPLOTE S POMOČJO BIOMASE – KOTLI NA LESNE PELETE [56]



## PRILOGA A4: PRIDOBIVANJE TOPLOTE S POMOČJO BIOMASE – DALJINSKO OGREVANJE [56]

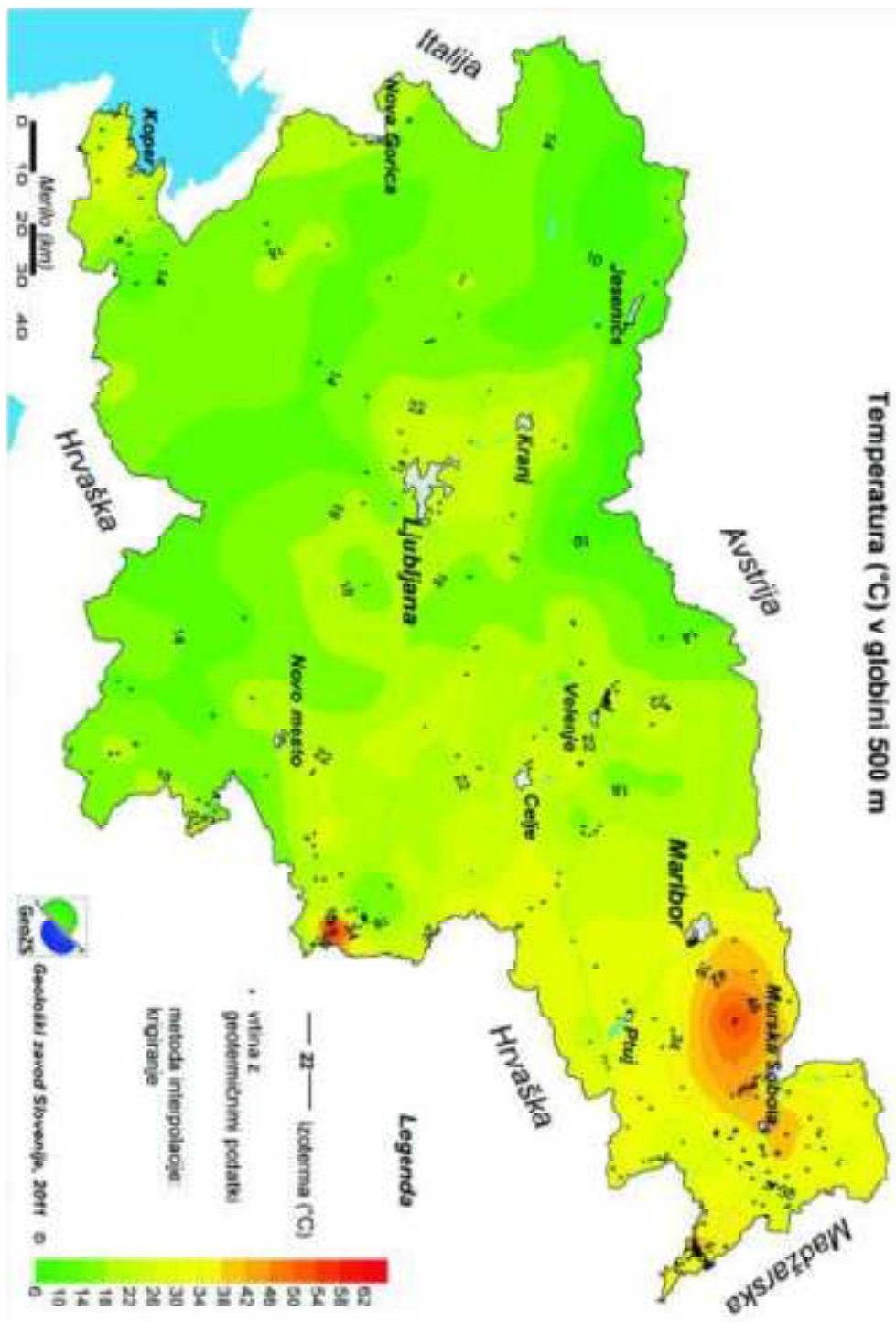


## PRILOGA A5: PRIDOBIVANJE ELEKTRIKE S POMOČJO BIOMASE [56]



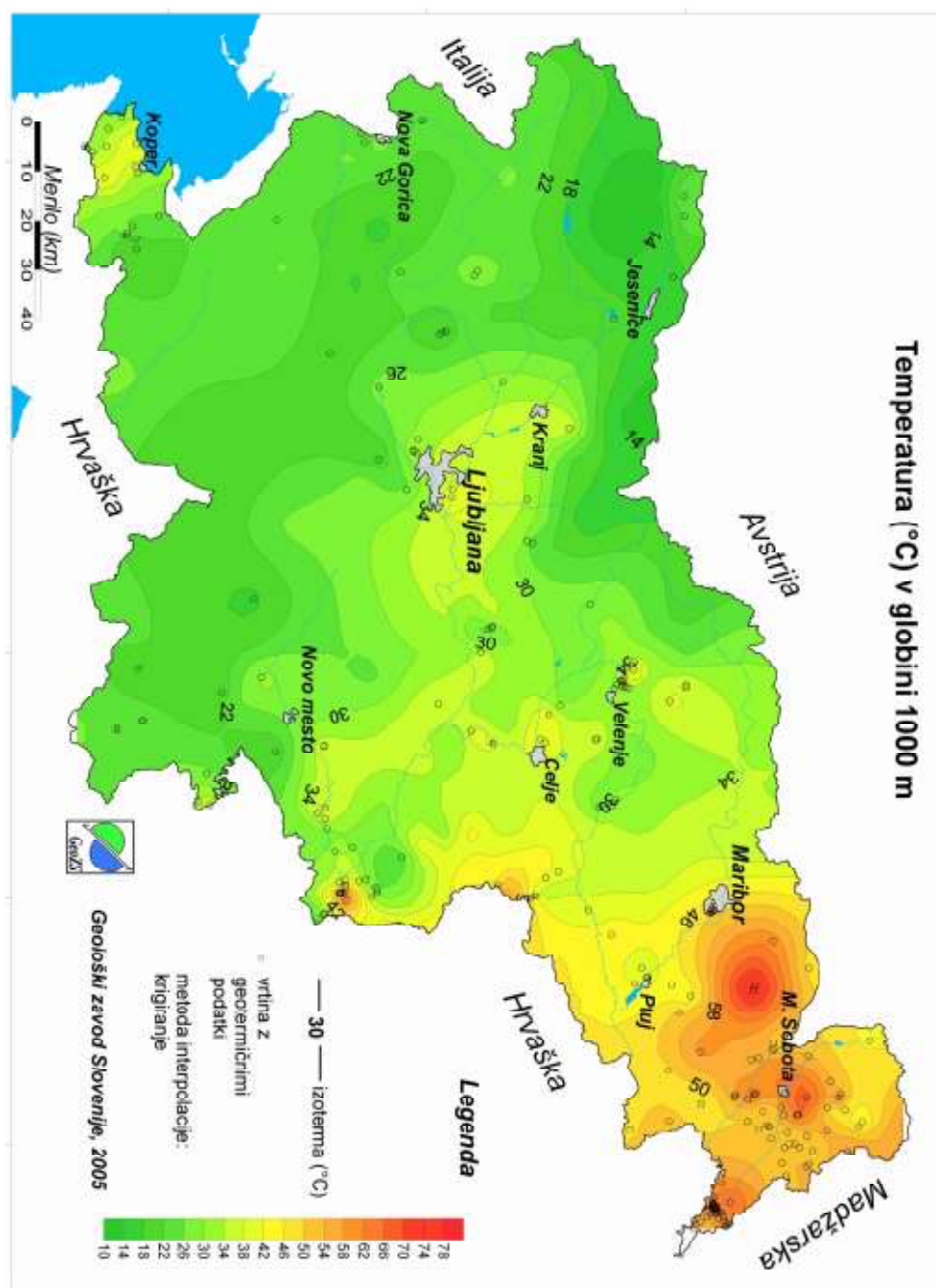
## PRILOGA B: TEMPERATURA V GLOBINI

### PRILOGA B1: TEMPERATURA V GLOBINI 500 m [57]

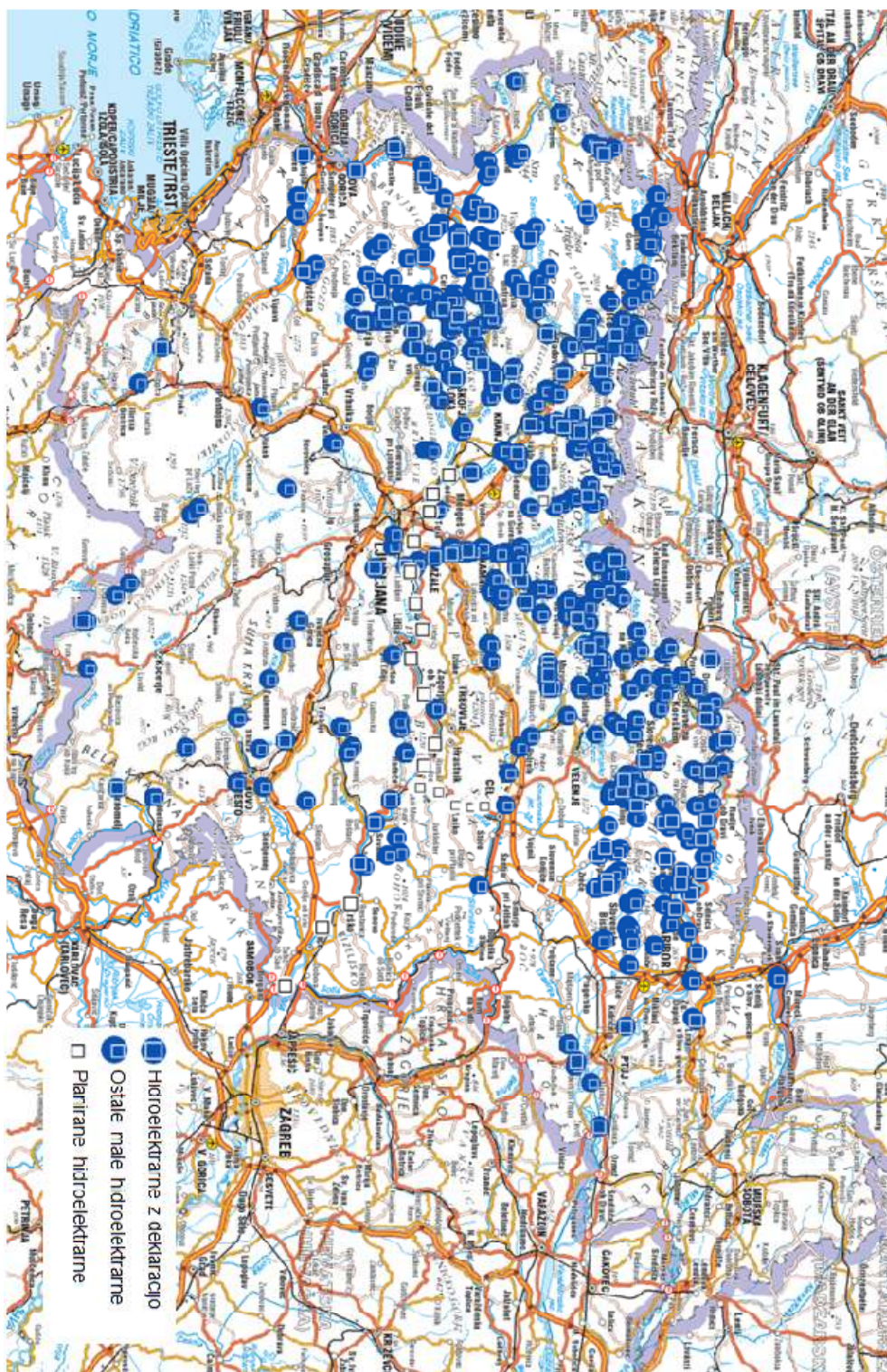




## PRILOGA B2: TEMPERATURA V GLOBINI 1000 m [57]

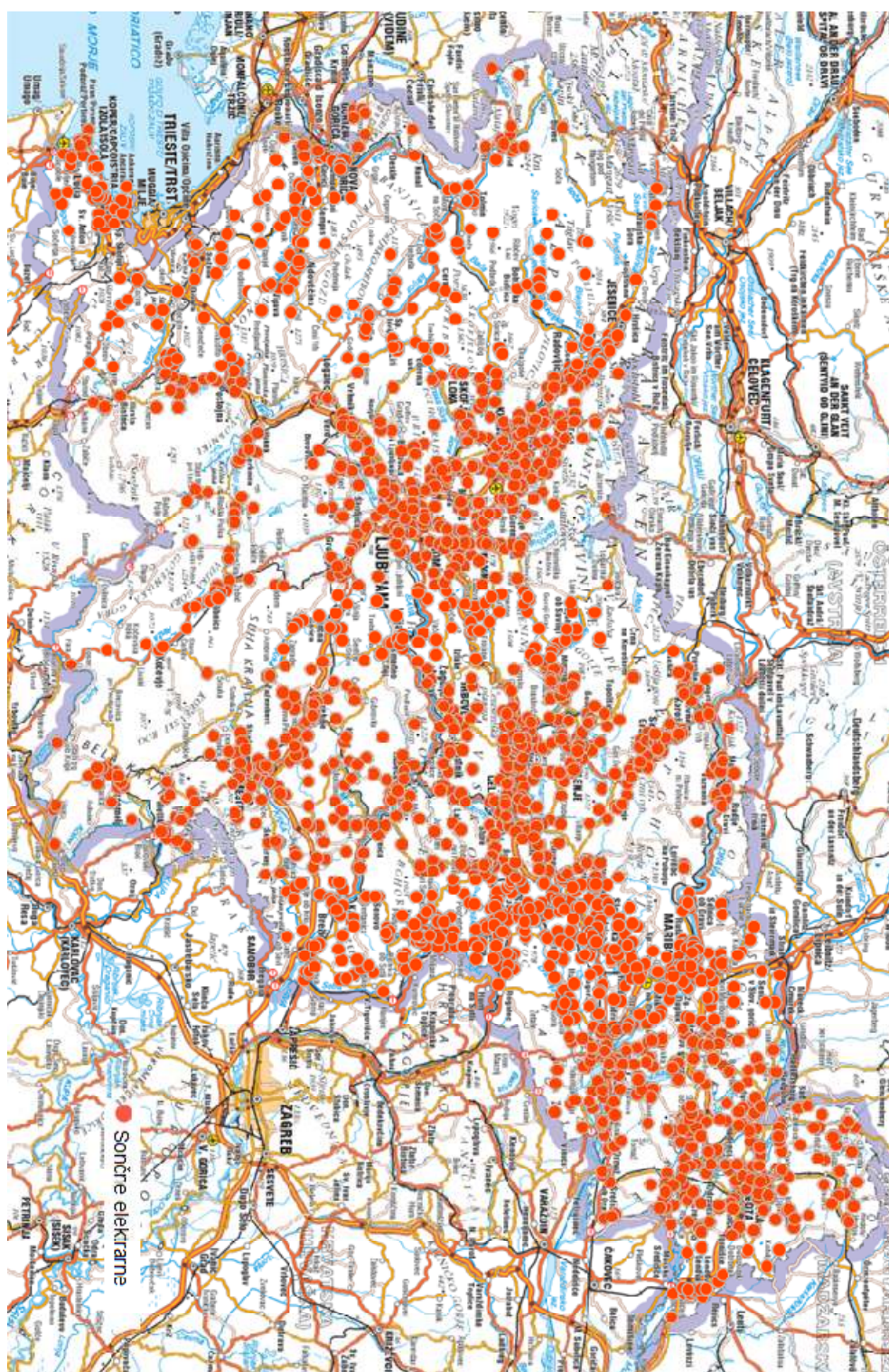


## PRILOGA C: HIDROELEKTRARNE [56]

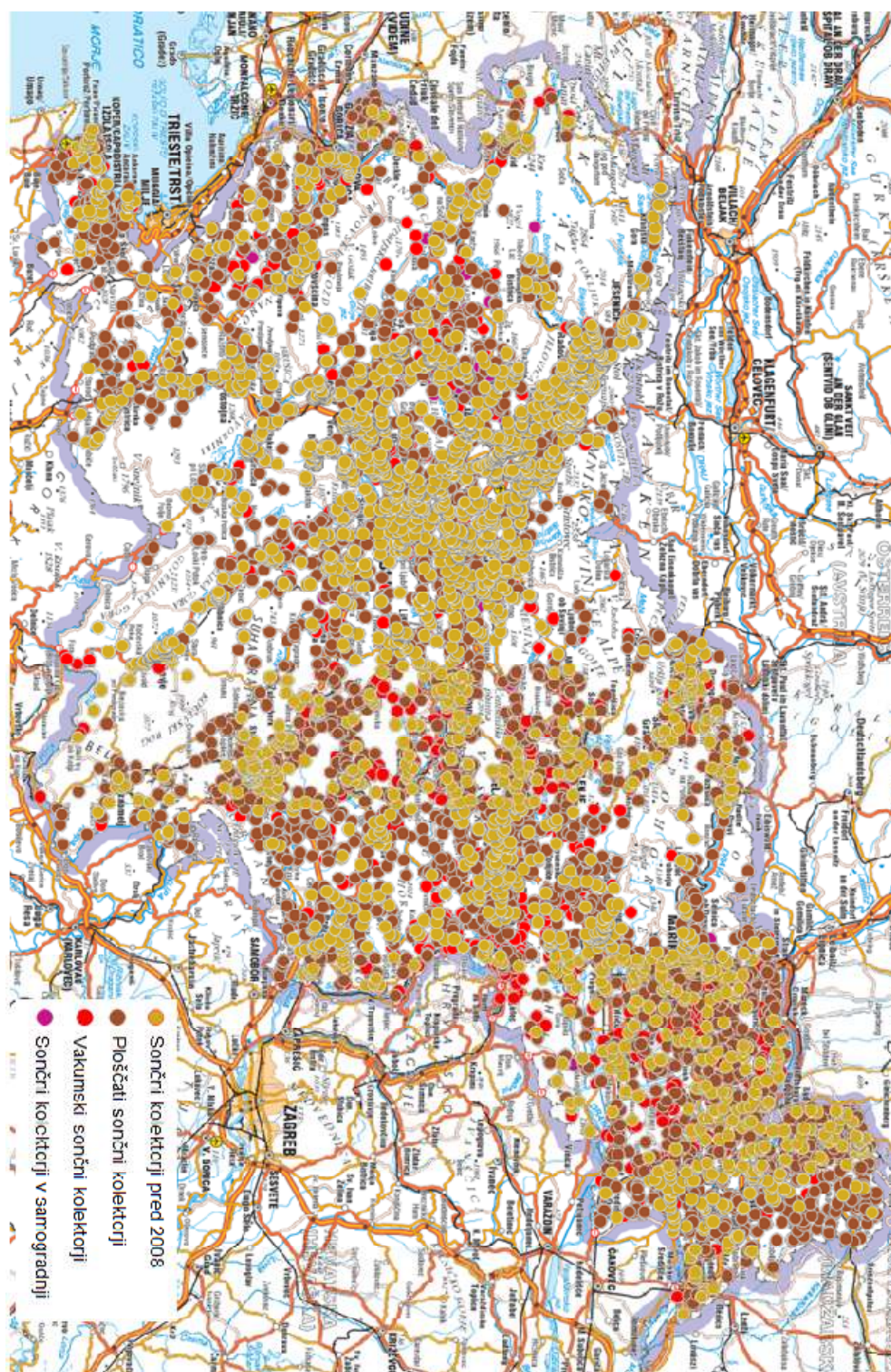


## PRILOGA D: SONČNA ENERGIJA

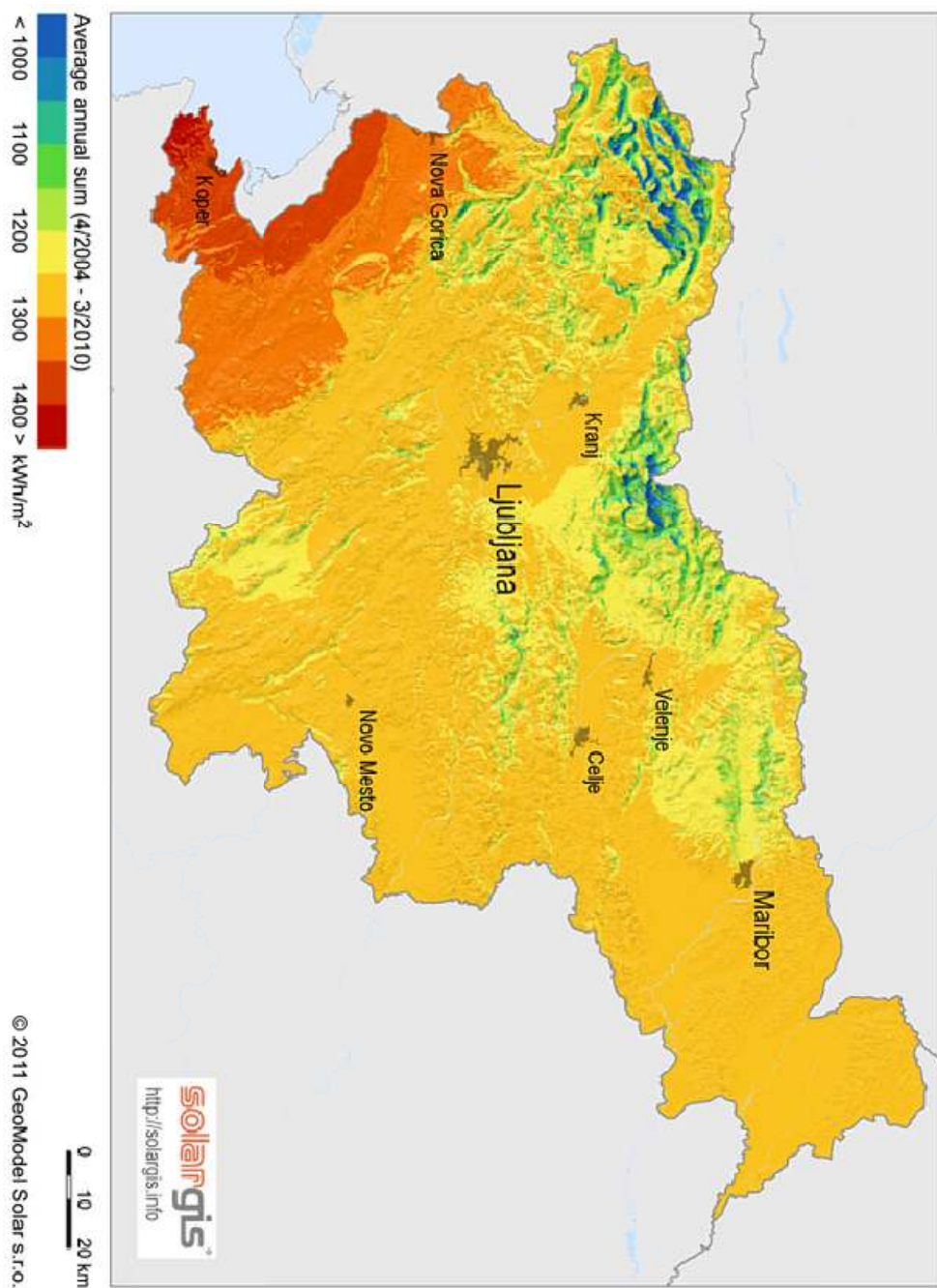
### PRILOGA D1: SONČNE ELEKTRARNE [56]



## PRILOGA D2: SONČNI KOLEKTORJI [56]

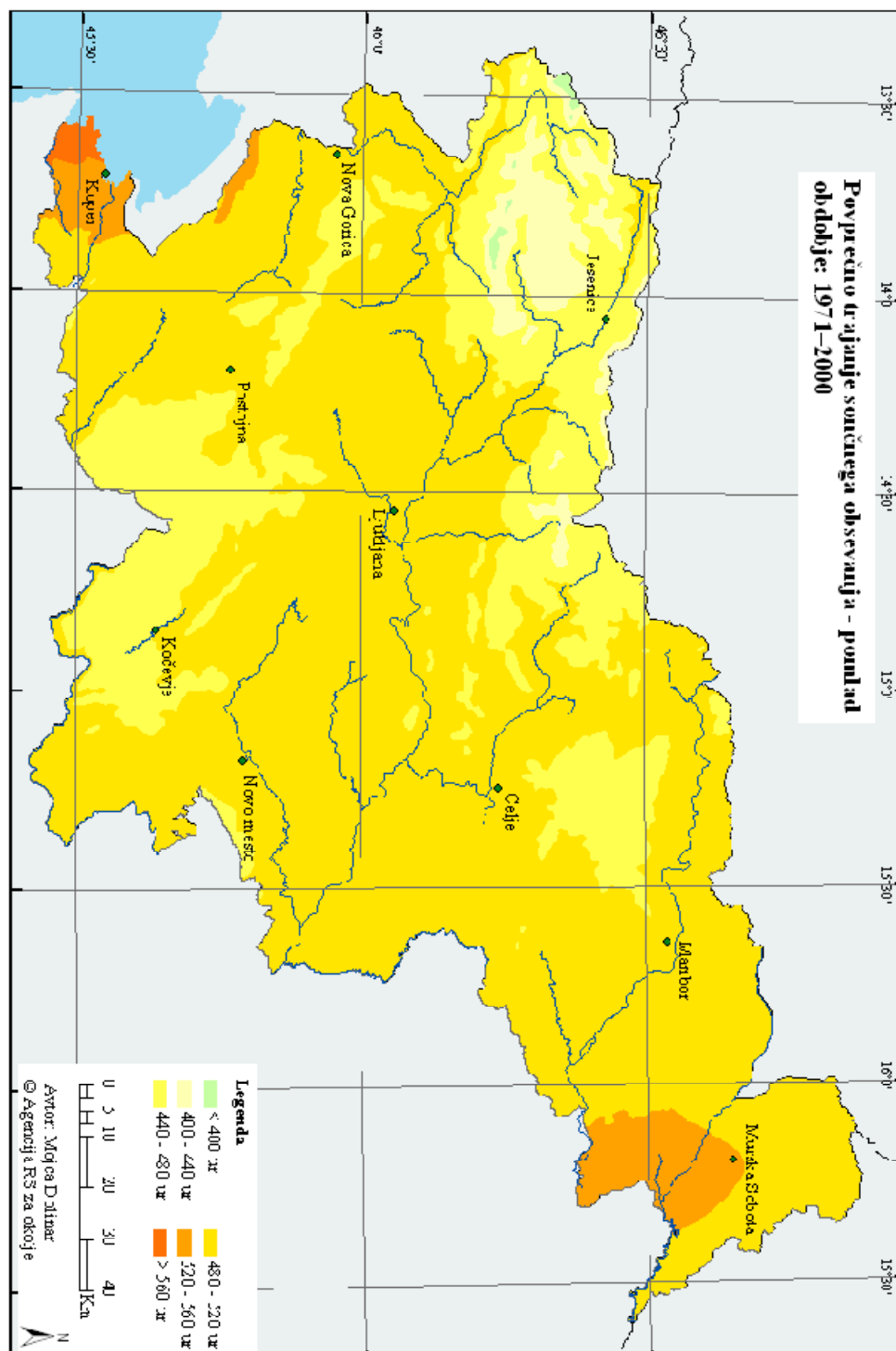


## PRILOGA E: LETNO POVPREČNO GLOBALNO SONČNO SEVANJE [58]

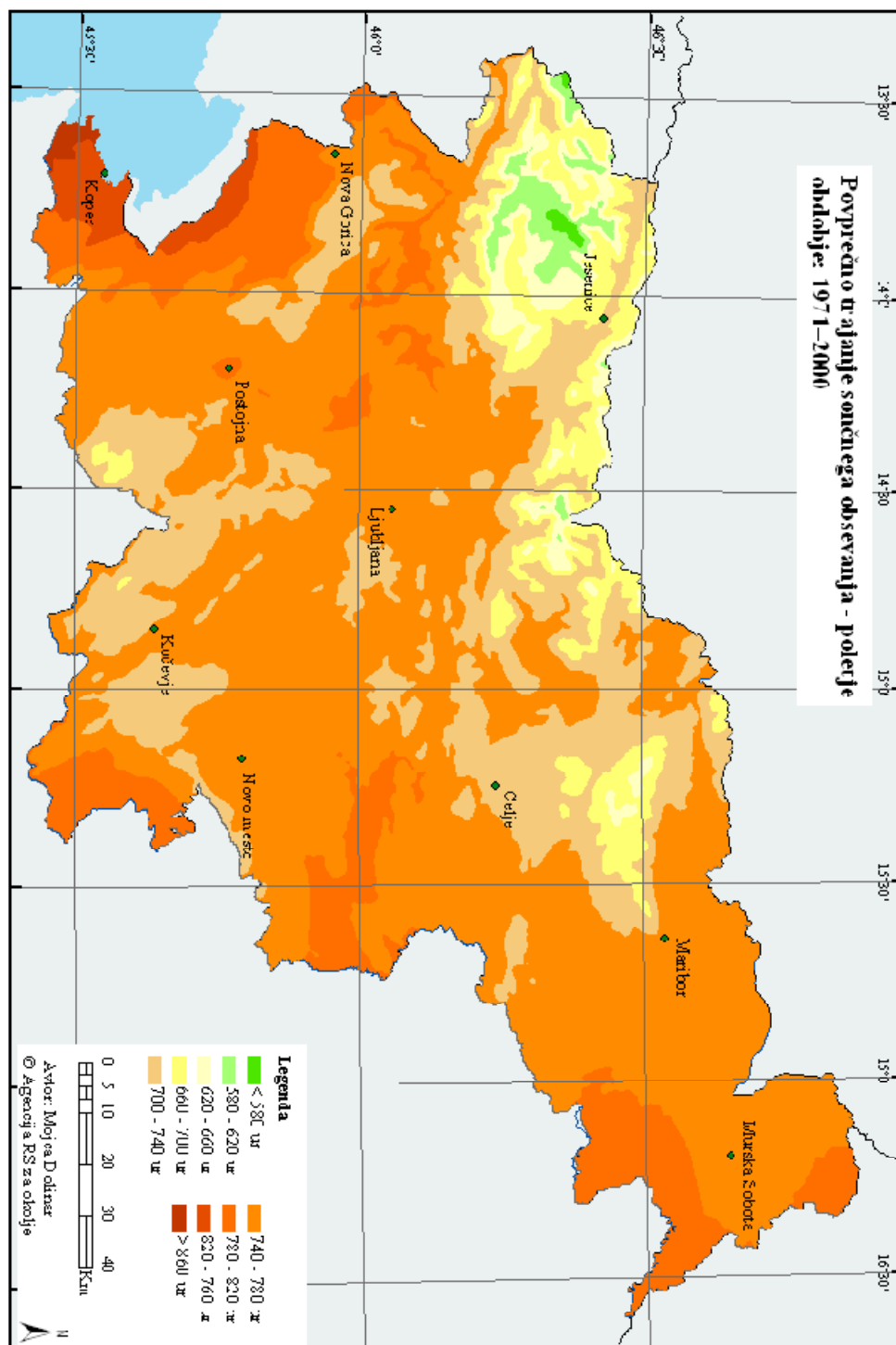


## PRILOGA F: POVPREČNO TRAJANJE SONČNEGA OBSEVANJA

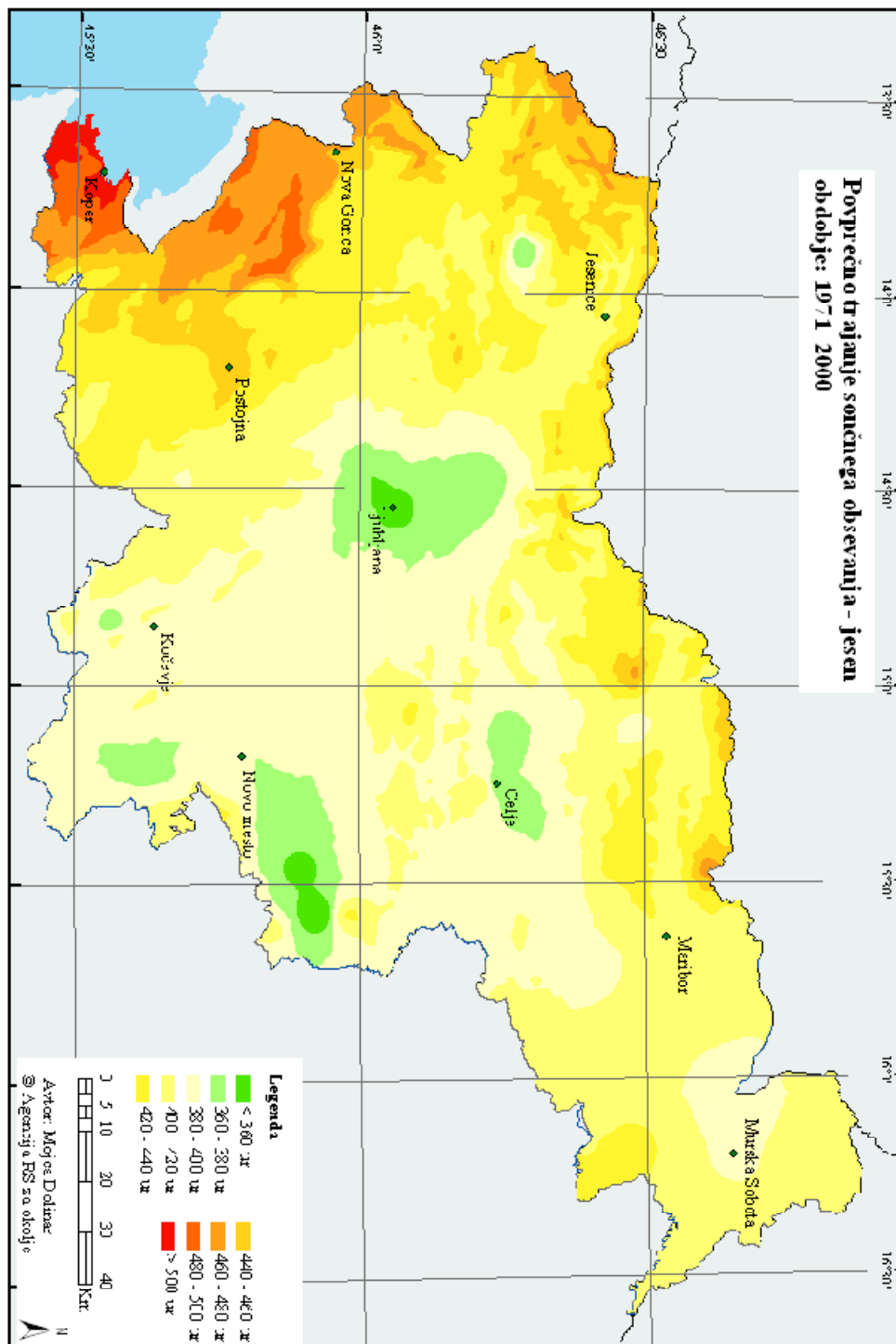
### PRILOGA F1: POVPREČNO TRAJANJE SONČNEGA OBSEVANJA – POMLAD [59]



## PRILOGA F2: POVPREČNO TRAJANJE SONČNEGA OBSEVANJA – POLETJE [59]

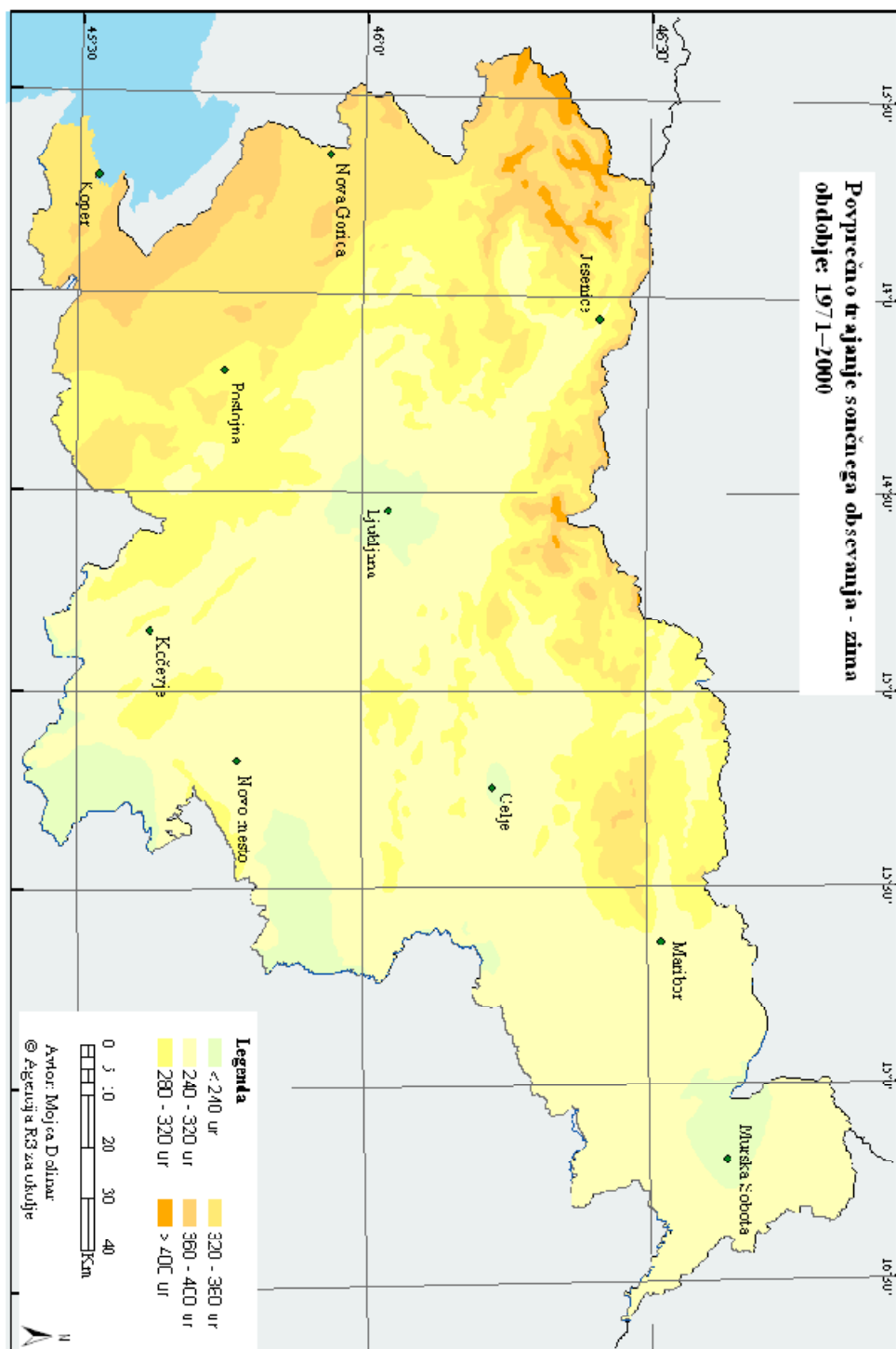


### PRILOGA F3: POVPREČNO TRAJANJE SONČNEGA OBSEVANJA – JESEN [59]



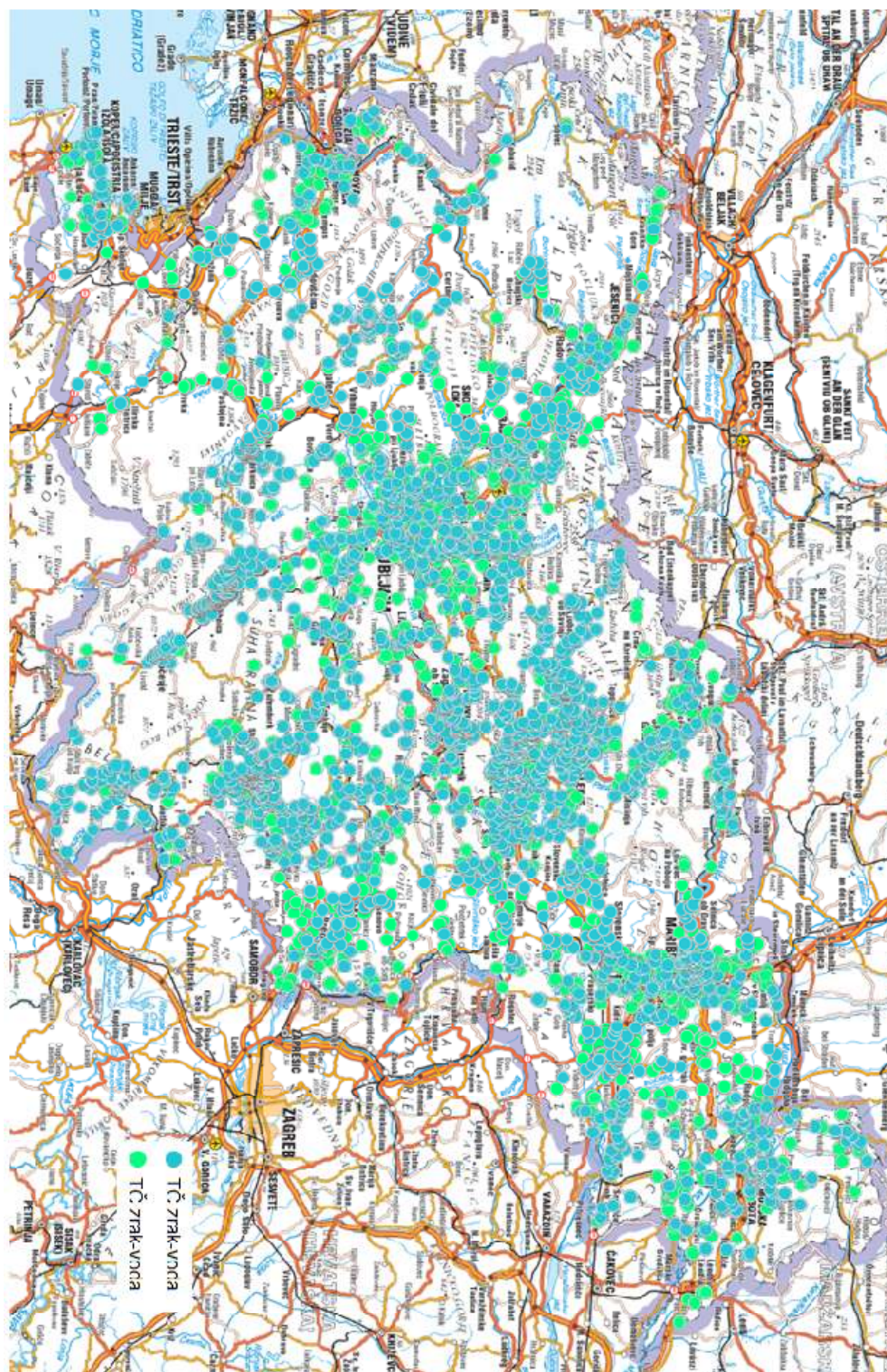


## PRILOGA F4: POVPREČNO TRAJANJE SONČNEGA OBSEVANJA – ZIMA [59]

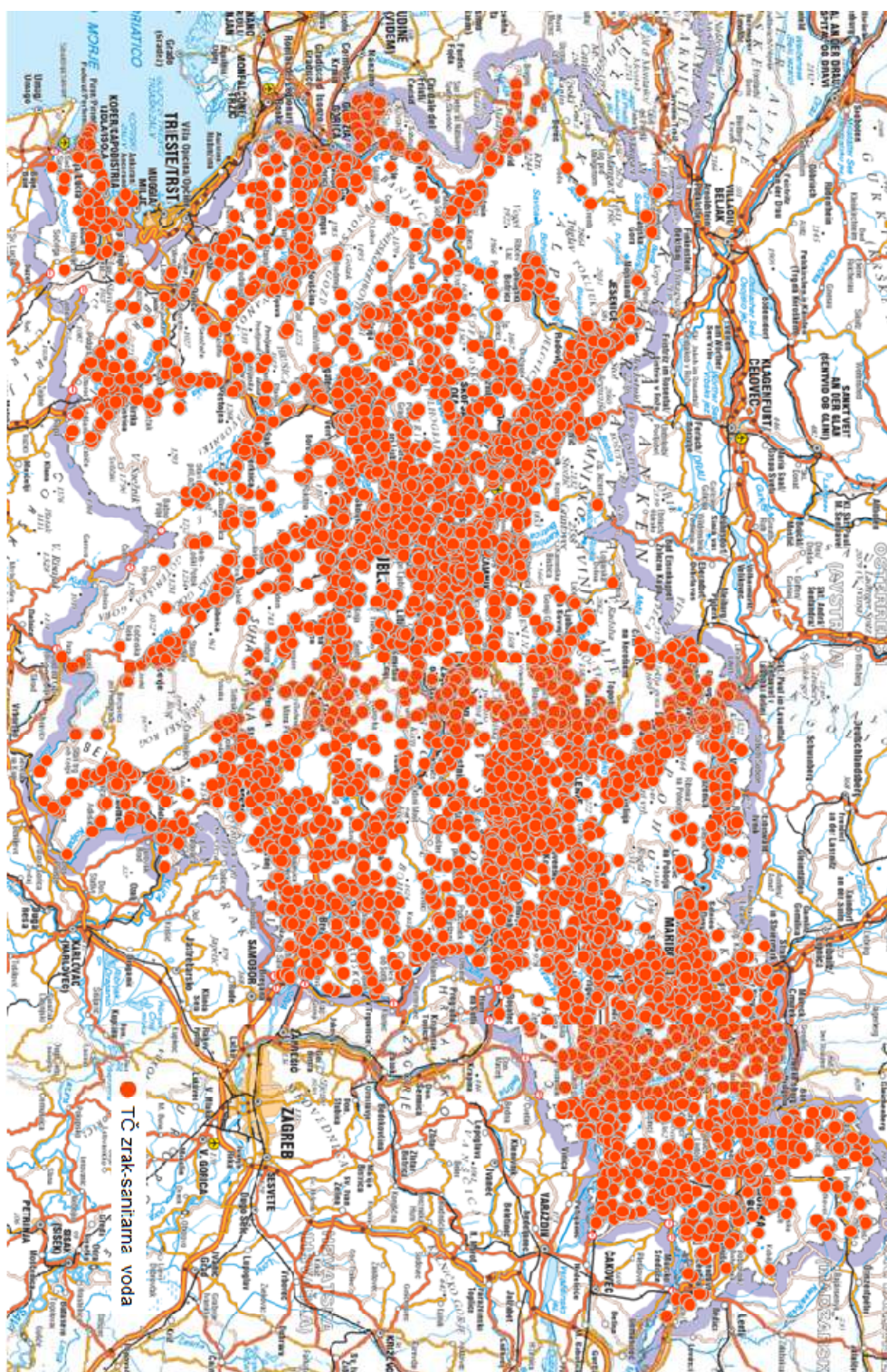


## PRILOGA G: TOPLOTA OKOLJA

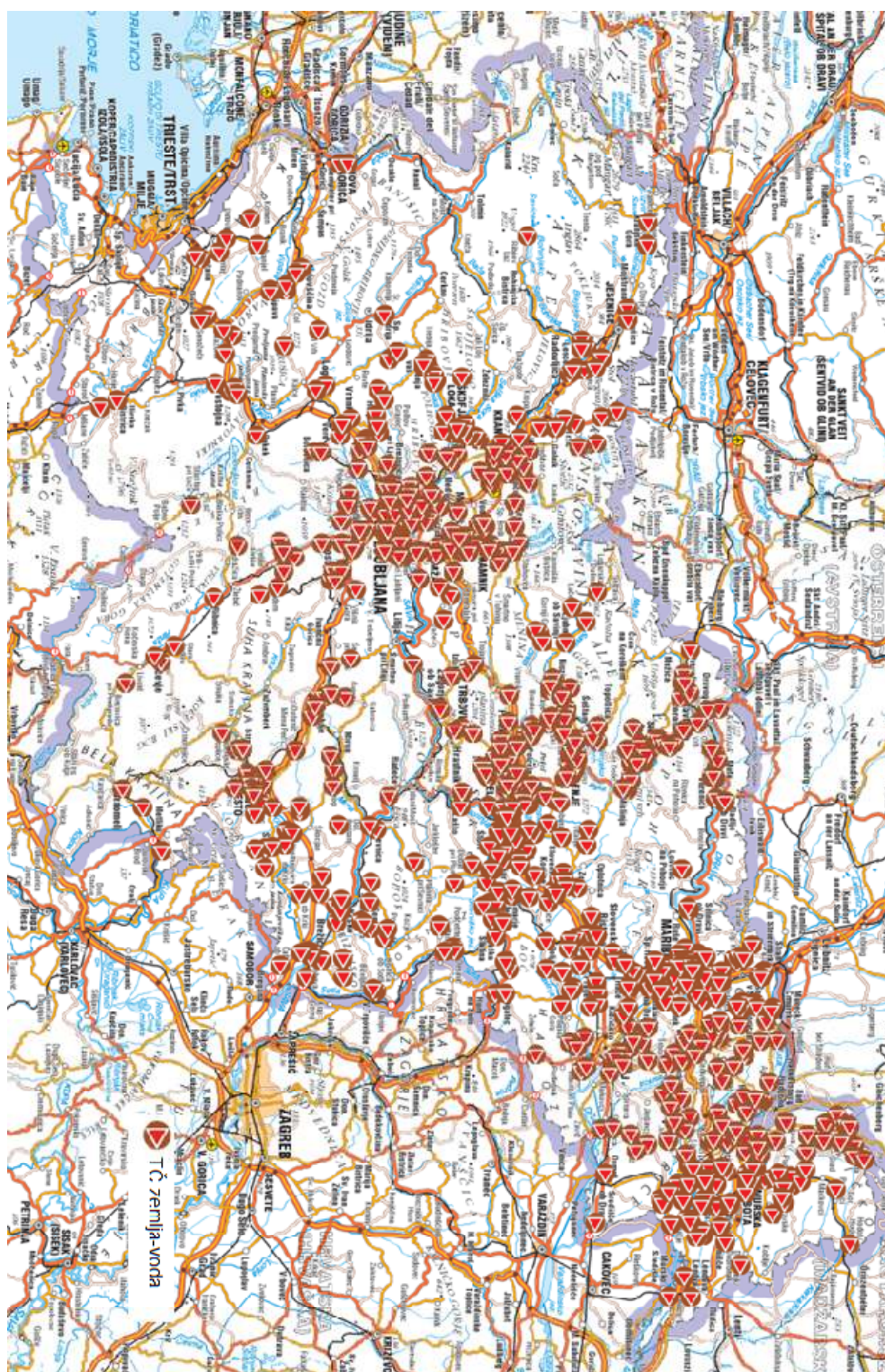
### PRILOGA G1: TOPLOTNA ČRPALKA ZRAK-VODA [56]



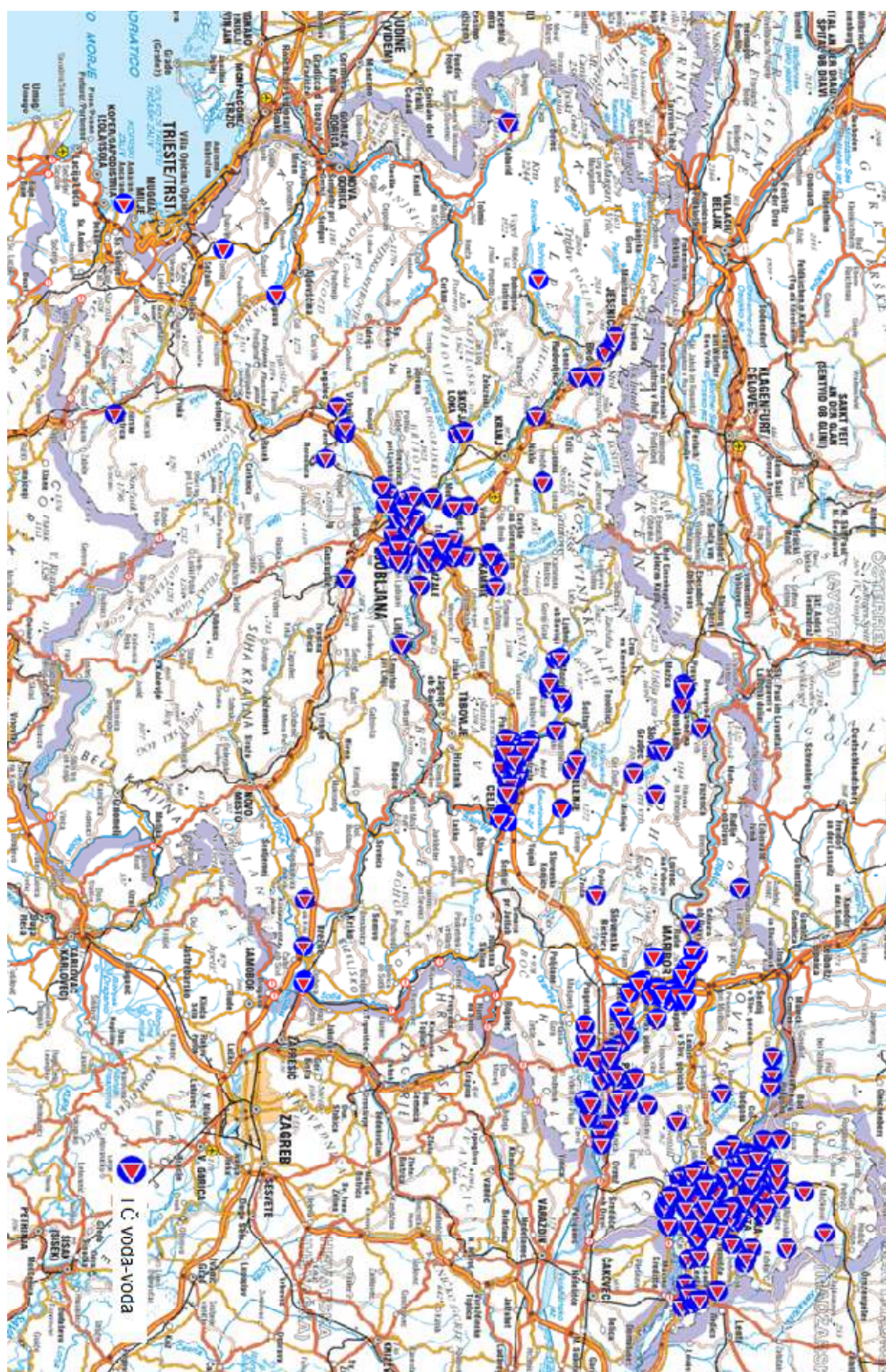
## PRILOGA G2: TOPLOTNA ČRPALKA ZRAK-SANITARNA VODA [56]



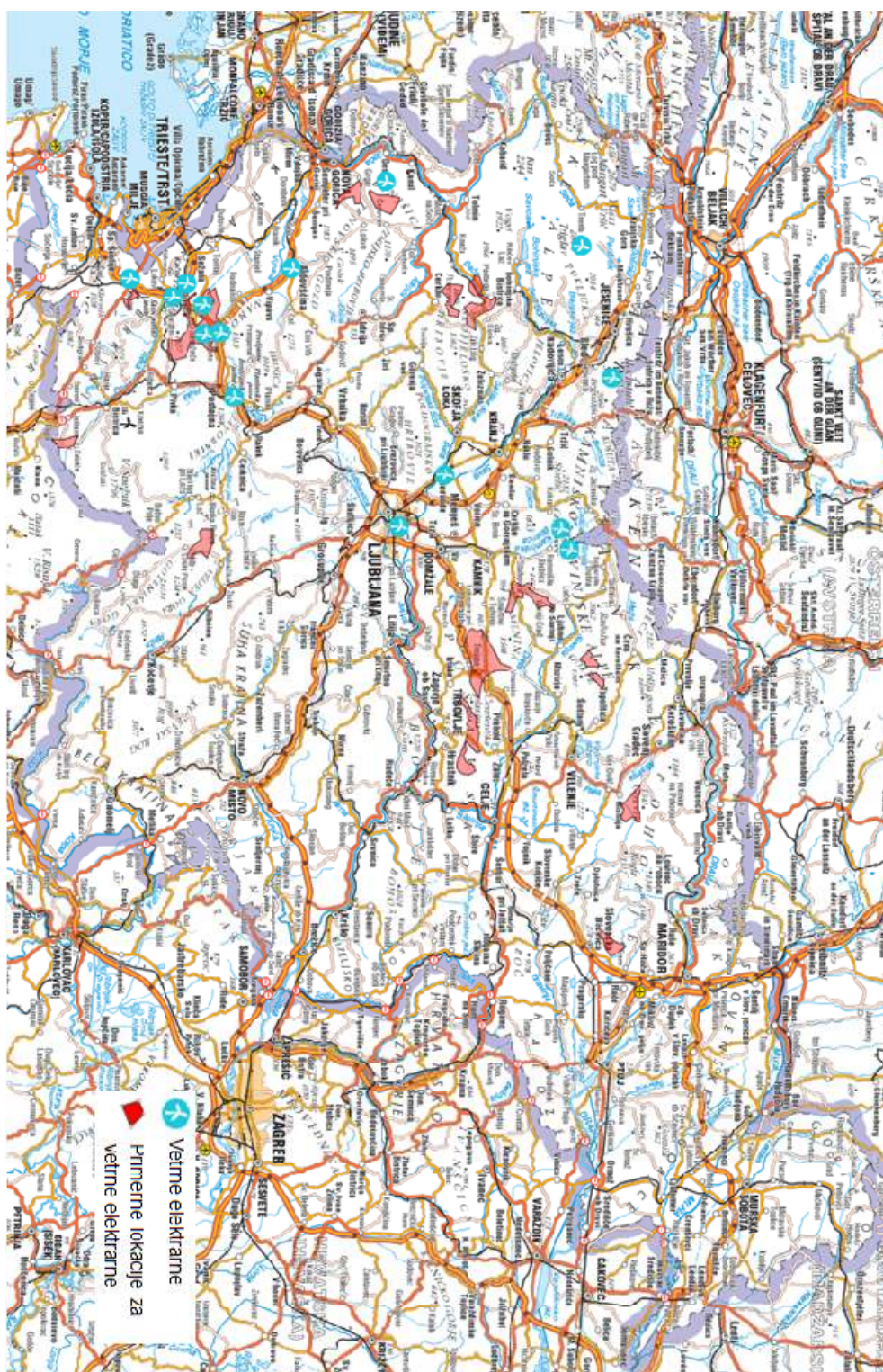
### PRILOGA G3: TOPLOTNA ČRPALKA ZEMLJA-VODA [56]



## PRILOGA G4: TOPLOTNA ČRPALKA VODA-VODA [56]

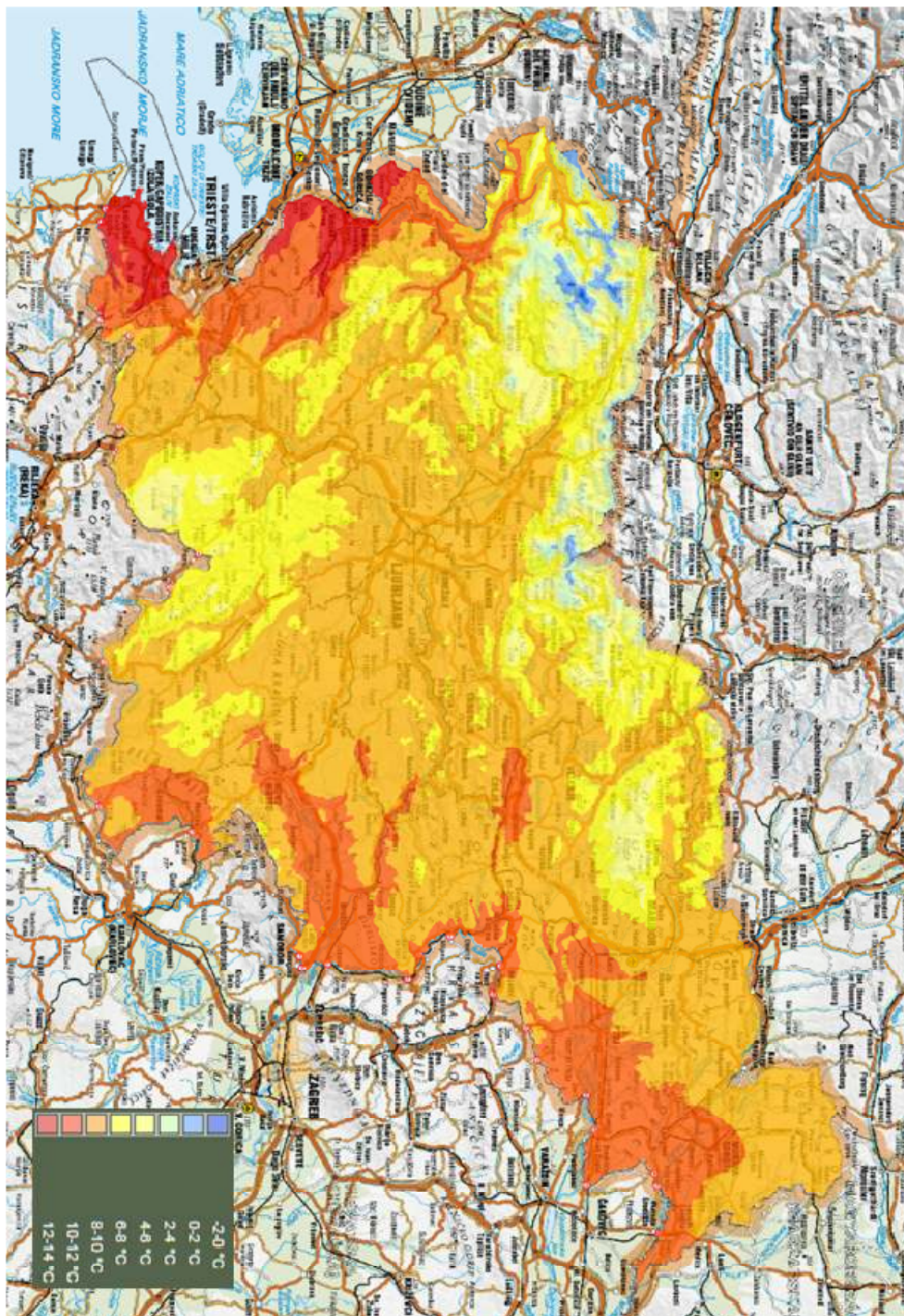


## PRILOGA H: LOKACIJE VETRNH ELEKTRARN IN PRIMERNE LOKACIJE ZA VETRNE ELEKTRARNE [56]

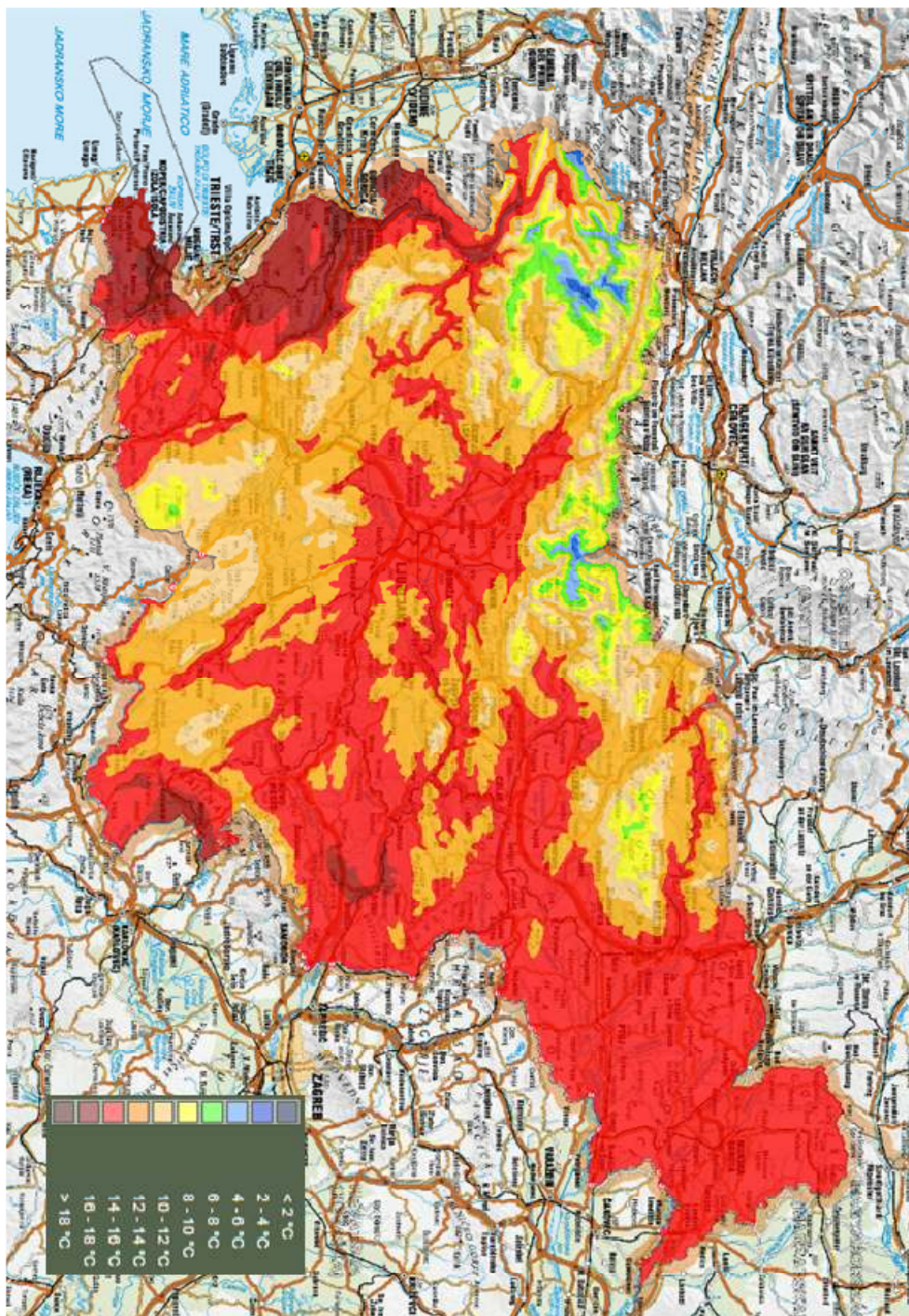


## PRILOGA I: POVPREČNE TEMPERATURE

### PRILOGA I1: POVPREČNA LETNA TEMPERATURA ZRAKA 1971 – 2000 [40]

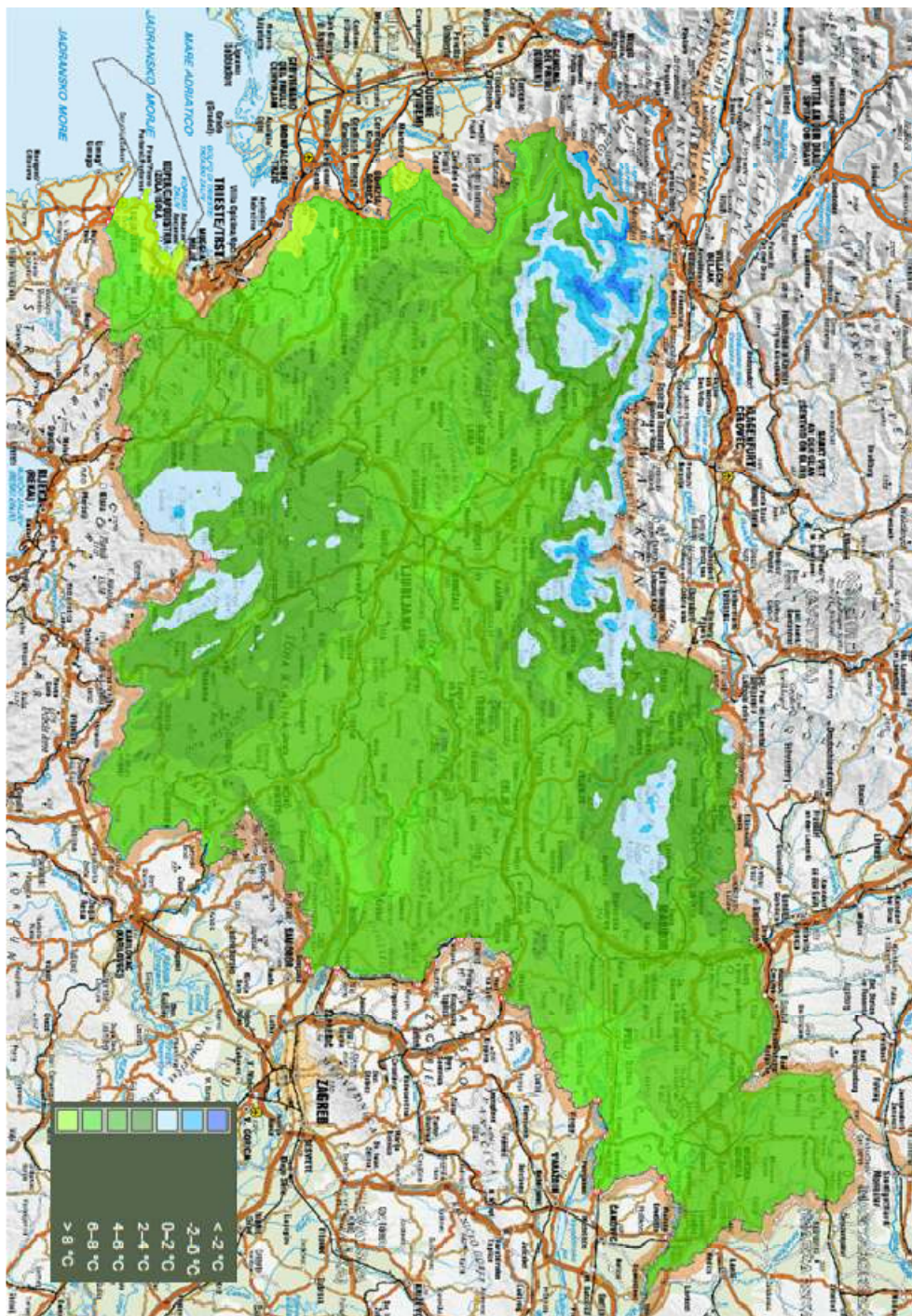


## PRILOGA I2: POVPREČNA LETNA NAJVIŠJA DNEVNA TEMPERATURA ZRAKA 1971 – 2000 [40]

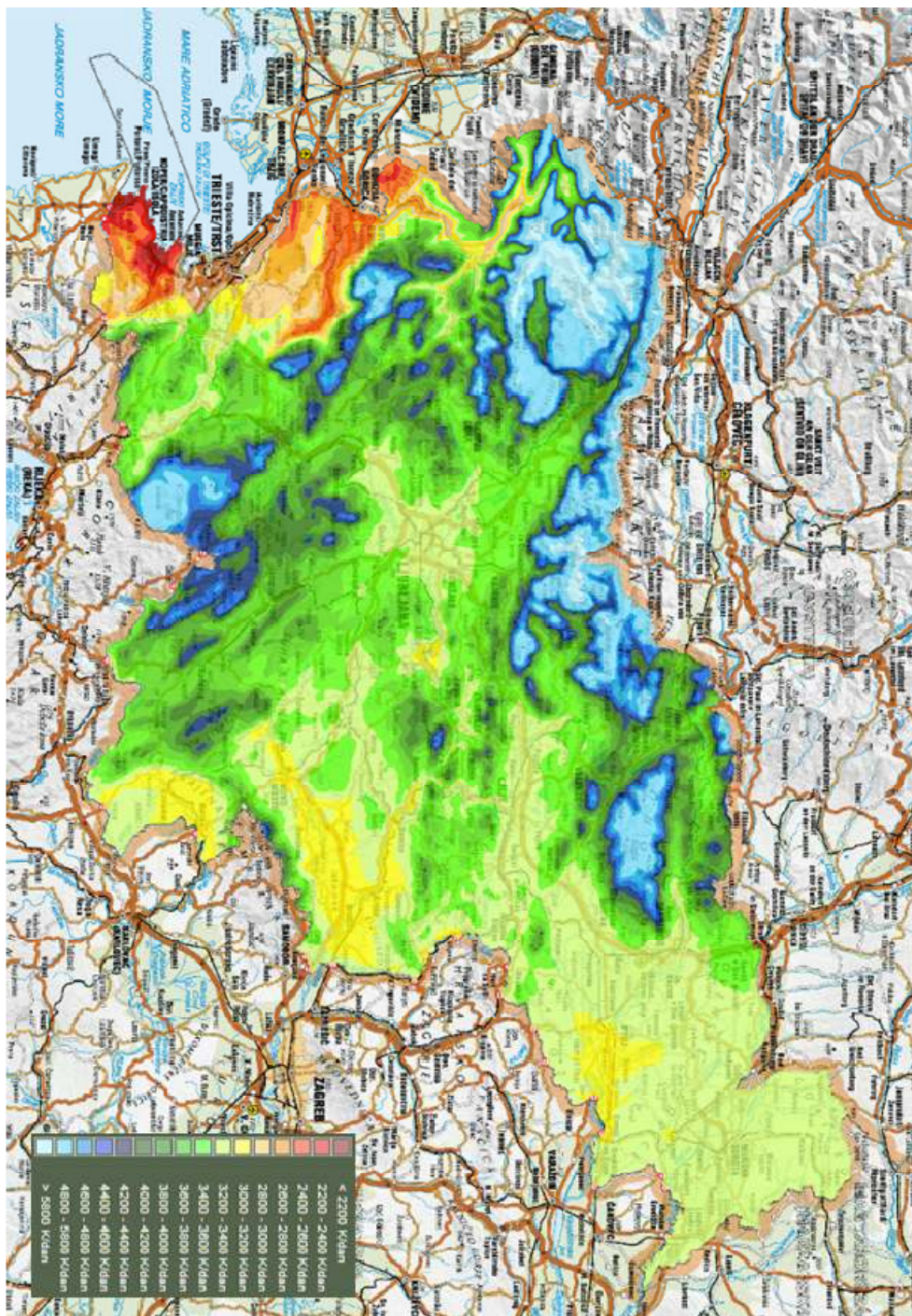




### PRILOGA I3: POVPREČNA LETNA NAJNIŽJA DNEVNA TEMPERATURA ZRAKA 1971 – 2000 [40]



## PRILOGA J: POVPREČNI TEMPERATURNI PRIMANKLJAJ V OGREVALNI SEZONI [40]



## PRILOGA K: POSAMEZNE IZBOLJŠAVE

		Ljubljana - TČ zrak-voda					
		optimal_normal					
		izhodišče	senčila	prezrač.	NR	izboljšave	dovoljena
H <sub>T</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,39
Q <sub>p</sub>	kWh	33.614	32.078	33.614	33.248	31.233	32.930
Q <sub>NH</sub>	kWh	4.278	4.340	4.278	3.740	3.781	9.380
Q <sub>NC</sub>	kWh	6.262	3.951	6.262	6.265	3.272	7.651
Q <sub>NH/A<sub>u</sub></sub>	kWh/m <sup>2</sup> a	27,95	28,36	27,95	24,44	24,71	61,39 (25)
Q <sub>NH/V<sub>e</sub></sub>	kWh/m <sup>3</sup> a	10,88	11,03	10,88	9,51	9,61	x
Q <sub>p/A<sub>u</sub></sub>	kWh/m <sup>2</sup> a	219,65	209,62	219,65	217,26	204,1	75
CO <sub>2</sub>	kg	7.126	6.801	7.126	7.049	6.621	x
CO <sub>2/A<sub>u</sub></sub>	kg/m <sup>2</sup> a	46,57	44,44	46,57	46,06	43,27	x

		Koper - TČ zrak-voda					
		optimal_super					
		izhodišče	senčila	COP	NR	izboljšave	dovoljena
H <sub>T</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,4
Q <sub>p</sub>	kWh	33.380	31.428	30.715	33.182	28.155	29.893
Q <sub>NH</sub>	kWh	1.710	2.060	1.710	1.374	1.710	6.619
Q <sub>NC</sub>	kWh	8.488	5.277	8.488	8.534	4.363	7.651
Q <sub>NH/A<sub>u</sub></sub>	kWh/m <sup>2</sup> a	11,17	13,46	11,17	8,98	11,17	43,35 (25)
Q <sub>NH/V<sub>e</sub></sub>	kWh/m <sup>3</sup> a	4,35	5,24	4,35	3,49	4,35	x
Q <sub>p/A<sub>u</sub></sub>	kWh/m <sup>2</sup> a	218,13	205,37	200,71	216,83	183,99	75
CO <sub>2</sub>	kg	7.077	6.663	6.512	7.035	5.969	x
CO <sub>2/A<sub>u</sub></sub>	kg/m <sup>2</sup> a	46,24	43,54	42,55	45,97	39,01	x

		Cerknica - TČ zrak-voda					Cerknica - TČ zrak-voda					
		standard_super					optimal_super					
		izhodišče	senčila	NR	izboljšave	dovoljena	izhodišče	senčila	prezrač.	NR	izboljšave	dovoljena
H <sub>T</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,29	0,29	0,29	0,29	0,38	0,26	0,26	0,26	0,26	0,38	
Q <sub>p</sub>	kWh	31.889	31.156	31.527	30.593	33.967	32.061	31.329	31.940	31.686	30.659	33.967
Q <sub>NH</sub>	kWh	4.191	4.191	3.663	3.663	10.323	4.448	4.448	4.189	3.867	3.694	10.323
Q <sub>NC</sub>	kWh	3.822	2.749	3.820	2.452	7.651	3.818	2.749	3.899	3.849	2.517	7.651
Q <sub>NH/A<sub>u</sub></sub>	kWh/m <sup>2</sup> a	27,39	27,39	23,94	23,94	67,55 (25)	29,07	29,07	27,37	25,27	24,14	67,55 (25)
Q <sub>NH/V<sub>e</sub></sub>	kWh/m <sup>3</sup> a	10,65	10,65	9,31	9,31	x	11,31	11,31	10,65	9,83	9,39	x
Q <sub>p/A<sub>u</sub></sub>	kWh/m <sup>2</sup> a	208,38	203,6	206,02	199,92	75	209,51	204,72	208,71	207,06	200,35	75
CO <sub>2</sub>	kg	6.760	6.605	6.684	6.486	x	6.797	6.642	6.771	6.717	6.500	x
CO <sub>2/A<sub>u</sub></sub>	kg/m <sup>2</sup> a	44,18	43,16	43,68	42,38	x	44,42	43,4	44,25	43,9	42,47	x

		Kranjska Gora - TČ zrak-voda					Kranjska Gora - TČ zrak-voda					
		standard_super					optimal_super					
		izhodišče	senčila	NR	izboljšave	dovoljena	izhodišče	senčila	prezrač.	NR	izboljšave	dovoljena
H <sub>T</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,29	0,29	0,29	0,29	0,38	0,26	0,26	0,26	0,26	0,38	
Q <sub>p</sub>	kWh	32.081	31.277	31.703	30.696	35.004	32.303	31.500	32.138	31.906	30.773	35.004
Q <sub>NH</sub>	kWh	4.343	4.343	3.805	3.805	11.265	4.644	4.644	4.307	4.043	3.818	11.265
Q <sub>NC</sub>	kWh	3.951	2.773	3.936	2.460	7.651	3.976	2.799	4.072	3.996	2.560	7.651
Q <sub>NH/A<sub>u</sub></sub>	kWh/m <sup>2</sup> a	28,38	28,38	24,86	24,86	73,71 (25)	30,35	30,35	28,14	26,42	24,95	73,71 (25)
Q <sub>NH/V<sub>e</sub></sub>	kWh/m <sup>3</sup> a	11,04	11,04	9,67	9,67	x	11,81	11,81	10,95	10,28	9,71	x
Q <sub>p/A<sub>u</sub></sub>	kWh/m <sup>2</sup> a	209,64	204,39	207,17	200,59	75	211,09	205,84	210,01	208,5	201,09	75
CO <sub>2</sub>	kg	6.801	6.631	6.721	6.508	x	6.848	6.678	6.813	6.764	6.524	x
CO <sub>2/A<sub>u</sub></sub>	kg/m <sup>2</sup> a	44,44	43,33	43,92	42,52	x	44,75	43,64	44,52	44,2	42,63	x

		Krško - TČ zrak-voda				
		standard_super				
		izhodišče	senčila	NR	izboljšave	dovoljena
H <sub>T</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,3	0,3	0,3	0,3	0,39
Q <sub>p</sub>	kWh	32.499	31.400	32.208	30.775	32.115
Q <sub>NH</sub>	kWh	3.116	3.116	2.686	2.686	8.639
Q <sub>NC</sub>	kWh	5.791	4.181	5.794	3.695	7.651
Q <sub>NH/A<sub>u</sub></sub>	kWh/m <sup>2</sup> a	20,36	20,36	17,55	17,55	56,55 (25)
Q <sub>NH/V<sub>e</sub></sub>	kWh/m <sup>3</sup> a	7,92	7,92	6,83	6,83	x
Q <sub>p/A<sub>u</sub></sub>	kWh/m <sup>2</sup> a	212,37	205,19	210,47	201,1	75
CO <sub>2</sub>	kg	6.890	6.657	6.828	6.524	x
CO <sub>2/A<sub>u</sub></sub>	kg/m <sup>2</sup> a	45,02	43,5	44,62	42,63	x

		Murska Sobota - TČ zrak-voda				
		optimal_normal				
		izhodišče	senčila	NR	izboljšave	dovoljena
H <sub>T</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,33	0,33	0,33	0,33	0,39
Q <sub>p</sub>	kWh	33.477	31.929	33.126	31.087	32.634
Q <sub>NH</sub>	kWh	3.906	3.969	3.390	3.432	9.111
Q <sub>NC</sub>	kWh	6.434	4.104	6.437	3.406	7.651
Q <sub>NH/A<sub>u</sub></sub>	kWh/m <sup>2</sup> a	25,52	25,93	22,15	22,43	59,63 (25)
Q <sub>NH/V<sub>e</sub></sub>	kWh/m <sup>3</sup> a	9,93	10,09	8,62	8,73	x
Q <sub>p/A<sub>u</sub></sub>	kWh/m <sup>2</sup> a	218,76	208,65	216,47	203,14	75
CO <sub>2</sub>	kg	7.097	6.769	7.023	6.590	x
CO <sub>2/A<sub>u</sub></sub>	kg/m <sup>2</sup> a	46,38	44,23	45,89	43,07	x