

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Marjana ANŽIN

**ČASOVNA IN PROSTORSKA SPREMENLJIVOST
TERMALNEGA ČASA ZA IZBRANE
KLIMATOLOŠKE POSTAJE V SLOVENIJI**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Marjana ANŽIN

**ČASOVNA IN PROSTORSKA SPREMENLJIVOST
TERMALNEGA ČASA ZA IZBRANE KLIMATOLOŠKE
POSTAJE V SLOVENIJI**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**TEMPORAL AND SPATIAL VARIABILITY OF THERMAL TIME
FOR SELECTED CLIMATOLOGICAL STATIONS IN SLOVENIA**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija kmetijstvo – agronomija. Opravljeno je bilo na Katedri za agrometeorologijo, urejanje kmetijskega prostora ter ekonomiko in razvoj podeželja Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Podatki za statistično analizo so bili pridobljeni iz Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO).

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Zaliko Črepinšek.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: prof. dr. Zlata LUTHAR

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: doc. dr. Zalika ČREPINŠEK

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Rok MIHELIČ

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Podpisana izjavljam, da je diplomsko delo rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Marjana ANŽIN

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 551.524:551.586 (497.4) (043.2)
KG	termalni čas/vsota temperatur/temperaturni prag/trend/Slovenija
AV	ANŽIN, Marjana
SA	ČREPINŠEK, Zalika (mentorica)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2016
IN	ČASOVNA IN PROSTORSKA SPREMENLJIVOST TERMALNEGA ČASA ZA IZBRANE KLIMATOLOŠKE POSTAJE V SLOVENIJI
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	X, 35, [13] str., 13 pregl., 21 sl., 6 pril., 32 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V diplomskem delu smo analizirali časovno in prostorsko spremenljivost termalnega časa za devet krajev v Sloveniji (Bilje, Celje, Črnomelj, Maribor, Murska Sobota, Novo mesto, Portorož, Rateče, Ljubljana). Za analizo smo uporabili povprečne dnevne temperature, katere smo pridobili iz arhiva agencije Republike Slovenije za okolje. V Ljubljani smo termalni čas računali od leta 1865 do 2015, na ostalih postajah pa od 1948 (1951) do 2015. Pri vseh postajah smo uporabili podatke za celo leto, to je od 1.1. do 31.12. Termalni čas smo izračunali za temperaturni prag 0 °C, 5 °C in 10 °C. Povprečna vrednost termalnega časa nad temperaturnim pragom (TP) 0 °C je bila najvišja v Portorožu, kjer je obalno submediteransko podnebje in je znašala 4929 °C. Najnižja je bila v Ratečah, kjer je nižje gorsko podnebje, znašala je 2676 °C. Podobno je bilo tudi s povprečno vrednostjo termalnega časa nad TP 5 °C in 10 °C. Med ostalimi kraji, ki ležijo na podobni nadmorski višini in v podobnem podnebj, so bile razlike bistveno manjše. Za natančnejšo časovno analizo smo izbrano obravnavano obdobje razdelili na dve obdobji, P1 (1948 (1951)-1990) in P2 (1991- 2015). Ljubljano, ki ima zelo dolg niz podatkov, smo razdelili na pet časovnih obdobj. Primerjava termalnega časa med obdobji P1 in P2 je pokazala, da se termalni čas v zadnjem obdobju povečuje, kar je lahko posledica višjih temperatur zraka v zadnjih letih. Med obdobji P1 in P2 je bilo največje povečanje termalnega časa nad TP 0 °C v Ljubljani in je znašalo 488 °C. Zelo podobno je bilo nad TP 5 °C in 10 °C. Časovna analiza termalnega časa je pokazala, da se v vseh krajih vsota temperatur povečuje in da je časovni trend termalnega časa pozitiven. Vsi trendi so statistično značilni in se gibljejo od 43 °C/10 let do 189 °C/10 let. Izrazitejši trend je bil v zadnjem obravnavanem obdobju od leta 1991 do 2015, kar je najbolj vidno za Ljubljano zaradi dolgega niza podatkov.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
 DC UDK 551.524:551.586 (497.4) (043.2)
 CX thermal time/thermal sum/temperature threshold/trend/Slovenia
 AU ANŽIN, Marjana
 AA ČREPINŠEK, Zalika (supervisor)
 PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
 PY 2016
 TI TEMPORAL AND SPATIAL VARIABILITY OF THERMAL TIME FOR
 SELECTED CLIMATOLOGICAL STATIONS IN SLOVENIA
 DT Graduation Thesis (University Studies)
 NO X, 35, [13] p., 13 tab., 21 fig., 6 ann., 32 ref.
 LA sl
 AL sl/en
 AB In this thesis we analysed temporal and spatial variability of thermal time in nine places around Slovenia (Bilje, Celje, Črnomelj, Maribor, Murska Sobota, Novo Mesto, Portorož, Rateče, Ljubljana) using average daily temperatures obtained from the Slovenian Environment Agency's archive. Thermal time for Ljubljana was calculated for the period 1865–2015, while the period 1948 (1951)–2015 was considered for the remaining stations. Data for each station spanned the period of an entire year from 1 January to 31 December. Thermal time was calculated for threshold temperatures of 0 °C, 5 °C and 10 °C. The average thermal time value exceeding the threshold temperature of 0 °C was recorded in Portorož, which has a coastal sub-Mediterranean climate, and it reached 4929 °C. The lowest temperature sum was recorded in Rateče, which has an alpine climate, and it reached 2676 °C. A similar pattern was observed in the average thermal time value exceeding threshold temperatures of 5 °C and 10 °C. The period was divided into two parts for a more precise temporal analysis, namely P1 (1948 (1951)–1990) and P2 (1991–2015). Ljubljana has a lengthy period, which is why it was divided into five periods. The comparison between thermal times in periods P1 and P2 showed that thermal time has been increasing in recent years, which could be attributed to higher temperatures. The most marked increase in thermal time above the threshold temperature of 0 °C between periods P1 and P2 was observed in Ljubljana and reached 488 °C. A similar trend was observed above threshold temperatures of 5 °C and 10 °C. The highest thermal time in Ljubljana was observed in period P5. Temporal analysis of thermal time suggests that the sum of temperatures is increasing in all the stations. The temporal trend of thermal time is also positive. All the trends are statistically significant and range from 43 °C/10 years to 189 °C/10 years. However, the trend was more pronounced in the last period considered, i.e. from 1991 to 2015. It is particularly visible in Ljubljana, which has a longer period to be considered.

KAZALO VSEBINE

	KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
	KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
	KAZALO VSEBINE	V
	KAZALO SLIK	VII
	KAZALO PREGLEDNIC	VIII
	KAZALO PRILOG	IX
	SEZNAM OKRAJŠAV IN SIMBOLOV	X
1	UVOD	1
1.1	POVOD ZA RAZISKAVO	1
1.2	NAMEN DELA	1
1.3	DELOVNE HIPOTEZE	1
2	PREGLED OBJAV	2
2.1	DEFINICIJA TERMALNEGA ČASA	2
2.2	METODE ZA IZRAČUN TERMALNEGA ČASA	2
2.2.1	Določitev temperature praga	2
2.2.2	Izračun termalnega časa	3
2.3	POMEN TERMALNEGA ČASA	4
2.3.1	Dolžina rastne dobe	4
2.3.2	Določanje zrelosti	5
2.3.3	Razvoj bolezni	7
2.3.4	Pojav škodljivcev	7
2.3.5	Druga uporaba	9
3	MATERIAL IN METODE	11
3.1	MATERIAL	11
3.1.1	Temperaturni podatki	11
3.1.2	Izbira lokacije	11
3.2	METODE	14
3.2.1	Izračun termalnega časa	14
3.2.2	Opisne statistike	15

3.2.3	Časovna analiza	15
4	REZULTATI Z RAZPRAVO	17
4.1	TERMALNI ČAS NAD TP 0 °C	17
4.2	TERMALNI ČAS NAD TP 5 °C	18
4.3	TERMALNI ČAS NAD TP 10 °C	19
4.4	ČASOVNA ANALIZA TERMALNEGA ČASA	20
4.4.1	Primerjava termalnega časa v dveh različnih časovnih obdobjih	20
4.4.2	Trend termalnega časa	24
4.4.2.1	Trend termalnega časa za TP 0 °C	24
4.4.2.2	Trend termalnega časa za TP 5 °C	25
4.4.2.3	Trend termalnega časa za TP 10 °C	25
4.4.2.4.	Trend termalnega časa za Ljubljano po obdobjih	26
4.5	TERMALNI ČAS ZA LJUBLJANO ZA OBDOBJE 1865 – 2015	27
4.5.1	Termalni čas za Ljubljano nad TP 0 °C	28
4.5.2	Termalni čas za Ljubljano nad TP 5 °C	28
4.5.3	Termalni čas za Ljubljano nad TP 10 °C	29
5	SKLEPI	31
6	POVZETEK	32
7	VIRI	33
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO SLIK

Slika 1: Sprememba dolžine letne rastne dobe 1975-2010 (ARSO, 2016)	4
Slika 2: Položaj postaje Bilje (ARSO, 2016)	11
Slika 3: Položaj postaje Celje (ARSO, 2016).....	12
Slika 4: Položaj postaje Črnomelj (ARSO, 2016)	12
Slika 5: Položaj postaje Maribor (ARSO, 2016)	12
Slika 6: Položaj postaje Murska Sobota (ARSO, 2016).....	12
Slika 7: Položaj postaje Novo mesto (ARSO, 2016).....	13
Slika 8: Položaj postaje Portorož (ARSO, 2016)	13
Slika 9: Položaj postaje Rateče (ARSO, 2016)	13
Slika 10: Položaj postaje Ljubljana (ARSO, 2016).....	13
Slika 11: Povprečen, maksimalen in minimalen termalni čas nad TP 0 °C	17
Slika 12: Povprečen, maksimalen, minimalen termalni čas nad TP 5 °C	18
Slika 13 : Povprečen, maksimalen in minimalen termalni čas nad TP 10 °C	19
Slika 14: Povprečen termalni čas za obdobji P1 in P2 nad TP 0 °C	21
Slika 15: Povprečen termalni čas za obdobji P1 in P2 nad TP 5 °C	22
Slika 16: Povprečen termalni čas za obdobji P1 in P2 nad TP 10 °C	24
Slika 17: Termalni čas in linearni trend termalnega časa za Ljubljano nad TP 0 °C, 5 °C in 10 °C	26
Slika 18: Trend termalnega časa za Ljubljano po obdobjih nad TP 0 °C.....	27
Slika 19: Povprečen, minimalen, maksimalen termalni čas za različna časovna obdobja za Ljubljano nad TP 0 °C	28
Slika 20: Povprečen, maksimalen in minimalen termalni čas za različna časovna obdobja za Ljubljano nad TP 5 °C	29
Slika 21: Povprečen, maksimalen in minimalen termalni čas za različna časovna obdobja za Ljubljano nad TP 10 °C	30

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Dolžina vegetacijske dobe in razvoja, ter potrebna vsota aktivnih temperatur za posamezne kulture (Črnagoj, 2008)	5
Preglednica 2: Stopinjski dnevi v letu, začetek, konec ter trajanje kurilne sezone na devetih različnih meteoroloških postajah za obdobje 1961- 1990 (Ovsenik – Jeglič, 2003)	10
Preglednica 3: Povprečen, maksimalen, minimalen termalni čas s standardnim odklonom, TP = 0 °C	17
Preglednica 4: Povprečen, maksimalen, minimalen termalni čas s standardnim odklonom, TP = 5 °C	18
Preglednica 5: Povprečen, maksimalen, minimalen termalni čas s standardnim odklonom, TP = 10 °C	19
Preglednica 6: Časovno obdobje P1 in P2 po postajah	20
Preglednica 7: Povprečen termalni čas za obdobji P1 in P2 nad TP 0 °C	20
Preglednica 8: Povprečen termalni čas za obdobji P1 in P2 nad TP 5 °C	22
Preglednica 9: Povprečen termalni čas za obdobji P1 in P2 nad TP 10 °C	23
Preglednica 10: Trend termalnega časa, izražen v °C/10 let, determinacijski koeficient (R^2) in statistična značilnost za TP 0 °C	24
Preglednica 11: Trend termalnega časa, izražen v °C/10 let, determinacijski koeficient (R^2) in statistična značilnost za TP 5 °C	25
Preglednica 12: Trend termalnega časa, izražen v °C/10 let, determinacijski koeficient (R^2) in statistična značilnost za TP 10 °C	25
Preglednica 13: Povprečne (POV), minimalne (MIN) in maksimalne (MAX) vrednosti termalnega časa ter standardni (SD) odklon za Ljubljano za obdobje 1865 – 2015, po obdobjih (P1, P2, P3, P4, P5) za TP 0 °C, 5 °C in 10 °C	27

KAZALO PRILOG

Priloga A: Termalni čas nad TP 0 °C in linearni trend termalnega časa na posameznih postajah

Priloga B: Termalni čas nad TP 5 °C in linearni trend termalnega časa na posameznih postajah

Priloga C: Termalni čas nad TP 10 °C in linearni trend termalnega časa na izbranih postajah

Priloga D: Povprečne, maksimalne in minimalne vrednosti ter standardni odklon termalnega časa nad TP 0 °C

Priloga E: Povprečne, minimalne in maksimalne vrednosti ter standardni odklon termalnega časa nad TP 5 °C

Priloga F: Povprečne, minimalne in maksimalne vrednosti ter standardni odklon termalnega časa nad TP 10 °C

SEZNAM OKRAJŠAV IN SIMBOLOV

ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
BI	kraj Bilje
CE	kraj Celje
ČR	kraj Črnomelj
MB	kraj Maribor
MS	kraj Murska Sobota
NM	kraj Novo mesto
PO	kraj Portorož
RA	kraj Rateče
LJ	kraj Ljubljana
TP	temperaturni prag
V_{akt}	vsota aktivnih temperatur
V_{ef}	termalni čas
max	maksimum
min	minimum
pov	povprečje
R^2	determinacijski koeficient
p	stopnja tveganja

1 UVOD

Rastline potrebujejo za prehod iz ene razvojne faze v drugo določeno količino toplote. Razvoj temelji na akumuliranih toplotnih enotah, ki jih izražamo kot termalni čas. To je vsota temperatur nad izbranim temperaturnim pragom. Toplotne zahteve rastlin so zelo različne, toplotne razmere določene lokacije pa tiste, ki v naših razmerah odločilno vplivajo na ekonomičnost rastlinske pridelave.

Poleg same dolžine obdobja s primernimi temperaturami za rast izbrane kmetijske kulture, na razvoj močno vpliva tudi količina akumulirane toplote v rastni dobi.

1.1 POVOD ZA RAZISKAVO

V agrometeorologiji lahko podamo temperaturne razmere na neki lokaciji s temperaturnimi vsotami. Te so eden od pomembnih kazalcev rasti in razvoja rastlin. Akumulirana toplota pri gojenih rastlinah bistveno vpliva na njihov fenološki razvoj. Od časa, v katerem je dosežena potrebna vsota toplote, pa močno zavisi tudi kvaliteta pridelka.

1.2 NAMEN DELA

Izračunali bomo termalni čas za 9 klimatsko različnih lokacij po Sloveniji. Primerjali bomo njihovo časovno spremenljivost ter spremenljivost po lokacijah.

Ob predvidenih spremembah temperatur zraka se bo spremenila tudi dolžina rastne dobe. S tem pa je povezano tudi prezgodnje dozorevanje pridelkov. Lahko pa pomeni tudi nove priložnosti, saj bi lahko potencialno v Sloveniji gojili tudi rastline, ki imajo večjo potrebo po toploti ali pa spremenili sedanji sortiment. Za kmetijsko pridelavo bi lahko pridobili nove pridelovalne površine na višjih nadmorskih višinah, kjer bi to omogočal teren. Za to je potrebno dobro poznavanje toplotnih zahtev posameznih rastlin.

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Za izračune bomo uporabili povprečne dnevne temperature, katere bomo pridobili iz arhiva ARSO (Agencija Republike Slovenije za okolje). Izračunali bomo termalni čas nad temperaturnim pragom 0 °C, 5 °C in 10 °C.

Predvidevamo, da se bo termalni čas med postajami razlikoval, ter da je termalni čas v zadnjih dekadah večji glede na začetno obdobje, na vseh postajah. Predvidevamo tudi, da je variabilnost termalnega časa med leti velika.

2 PREGLED OBJAV

2.1 DEFINICIJA TERMALNEGA ČASA

Rastline za prehod iz ene do druge točke razvoja potrebujejo določeno količino toplote. Količina toplote, potrebna za celoten razvoj organizma, se ne spreminja, produkt temperature in časa je vedno enak (Zalom in sod., 1983). Razvoj rastlin temelji na akumulaciji toplotnih enot, ki jih v fenologiji izražamo s termalnim časom, to je vsotami aktivnih in efektivnih temperatur (Jelen, 2011). Vsoto aktivnih temperatur (V_{akt}) dobimo s seštevanjem pozitivnih povprečnih temperatur zraka od datuma, ko je presežena temperatura praga (TP) 0 °C. Vsoto efektivnih temperatur (V_{ef}) pa računamo od prestopa višje TP, tako da od povprečne dnevne temperature odštejemo izbrano TP. V nalogi bomo za oznako termalnega časa uporabljali simbol V_{ef} .

Spodnji TP je definiran s temperaturo zraka, pod katero se rast in razvoj ustavita; zgornji TP pa je temperatura, nad katero se stopnja rasti začne zmanjševati ali se tudi ustavi. Vsaka razvojna faza rastline potrebuje minimalno količino toplote, ki je potrebna, da se določena faza zaključi, in da rastlina napreduje v naslednjo fazo razvoja (Degree-Days ..., 2014). Skupna količina toplote, potrebne za prehod iz ene točke razvoja do druge, se pogosto računa kot vsota efektivnih temperatur, ki so akumuliran produkt časa in temperature med razvojnim pragoma za vsak dan. Ena efektivna stopinja je dosežena, če imamo en dan (24 ur) s temperaturo višjo za eno stopinjo od temperature praga (Črepinšek, 2002). Višje kot so temperature, večji akumulaciji toplote so izpostavljeni organizmi. S tem je stopnja razvoja veliko hitrejša kot pri organizmih, ki so izpostavljeni hladnejšim razmeram (Snyder in sod., 2003).

2.2 METODE ZA IZRAČUN TERMALNEGA ČASA

2.2.1 Določitev temperature praga

Temperaturni prag je neposredno povezan s pojavom določene fiziološke faze oz. začetkom fizioloških procesov v rastlini. Temperatura praga se za različne vrste in sorte rastlin razlikuje. Najbolj pogoste so 0 °C, 5 °C in 10 °C.

Med seboj ločimo dejanski in povprečni temperaturni prag. Dejanski temperaturni prag določimo z analizo povprečnih dnevniških temperatur v določenem letu, povprečni temperaturni prag pa z linearno interpolacijo povprečnih mesečnih temperatur (Dečman, 1995).

Dejanski temperaturni prag nastopi tedaj, ko se povprečna dnevna temperatura spomladi ne spusti več pod temperaturo praga. Pred nastopom temperature praga se povprečna dnevna temperatura giblje okoli temperature praga, kasneje se dvigne in le redko pade pod temperaturo praga. Pojav nizkih temperatur kasneje lahko vpliva na zastoj rasti pri rastlinah, ne spremeni pa začetka fizioloških procesov oz. datuma nastopa temperaturnega praga (Dečman, 1995).

Vsaka rastlina ima svoj temperaturni prag, ki pa se razlikuje ne le med vrstami rastlin, temveč tudi med sortami rastlin. Za popoln življenjski cikel rastlina potrebuje določeno količino toplote. Če želimo vedeti, koliko skupne toplote potrebuje neka sorta za popoln razvoj, moramo najprej vedeti kakšna je njena osnovna temperatura ali temperatura praga

za začetek rasti. Ko vse to poznamo, lahko spremljamo rastlino od začetka rasti pa do zorenja (Črnagoj, 2008).

Pri kmetijsko pomembnih rastlinah se temperaturni prag giblje med 0 °C in 10 °C. Pri večini rastlin v zmernih geografskih širinah je temperaturni prag med 5 °C in 6 °C. Sama rastlina z razvojem ne bo začela, dokler ni dosežen temperaturni prag, čeprav so izpolnjeni vsi pogoji za rast (Črnagoj, 2008).

Razvoj rastlin je osnovan na akumuliranju toplotnih enot, zato se razvojni stadij meri kot rezultat fiziološkega časa in ne sovпада s koledarskim časom. Vsaka ura časa, ko je organizem izpostavljen temperaturam med temperaturnima pragovoma, se imenuje »toplotna ura«. Z deljenjem akumuliranih toplotnih ur s 24 pretvorimo toplotne enote v toplotne dni, ki so pogosto uporabljeni v fenoloških modelih (Snyder in sod., 2003).

2.2.2 Izračun termalnega časa

Vsaka razvojna faza določenega organizma ima svoje potrebe po toploti in vsaka vrsta potrebuje določeno število toplotnih enot, da zaključi svoj razvoj. Akumulirane toplotne enote od začetnega datuma pomagajo predvideti, kdaj bo dosežena določena razvojna faza. Začetni datum akumuliranja toplotnih enot, imenovan tudi biofix ali starting date, se spreminja med vrstami. Začetni datum je ponavadi čas sajenja ali setve, čas prvega pojava škodljivca (Degre-Days ..., 2014). Pri enoletnicah uporabljamo za začetni datum čas setve oz. sajenja, pri trajnicah pa se pogosto za začetni datum uporablja začetek koledarskega leta, to je 1. januar (Črepinšek, 2002).

Akumuliran termalni čas računamo kot vsoto efektivnih temperatur (V_{ef}), ki jim je bila rastlina tekom vegetacije izpostavljena (Črepinšek, 2002).

Metod za izračun vsote efektivnih temperatur je veliko. Nekatere temeljijo na uporabi urnih vrednosti temperatur in so uporabne takrat, ko potrebujemo zelo natančne podatke. Ker pa je sistem računanja zelo zapleten in podatki niso vedno na voljo, večina metod uporablja za izračun dnevne minimalne in maksimalne temperature. Izračun V_{ef} temelji na predpostavki, da lahko dnevni temperaturni profil izrazimo z določeno krivuljo, oziroma izračunamo akumulirane toplotne enote kot površino pod temi dnevnimi krivuljami v območju med spodnjo in zgornjo TP (Črepinšek, 2002).

Vsoto aktivnih temperatur dobimo s seštevanjem razlik med povprečnimi dnevnimi temperaturami zraka in temperaturo 0 °C (ARSO, 2016).

Vsota efektivnih temperatur pa dobimo s seštevanjem razlik med povprečnimi dnevnimi temperaturami zraka in temperaturo praga (ARSO, 2016).

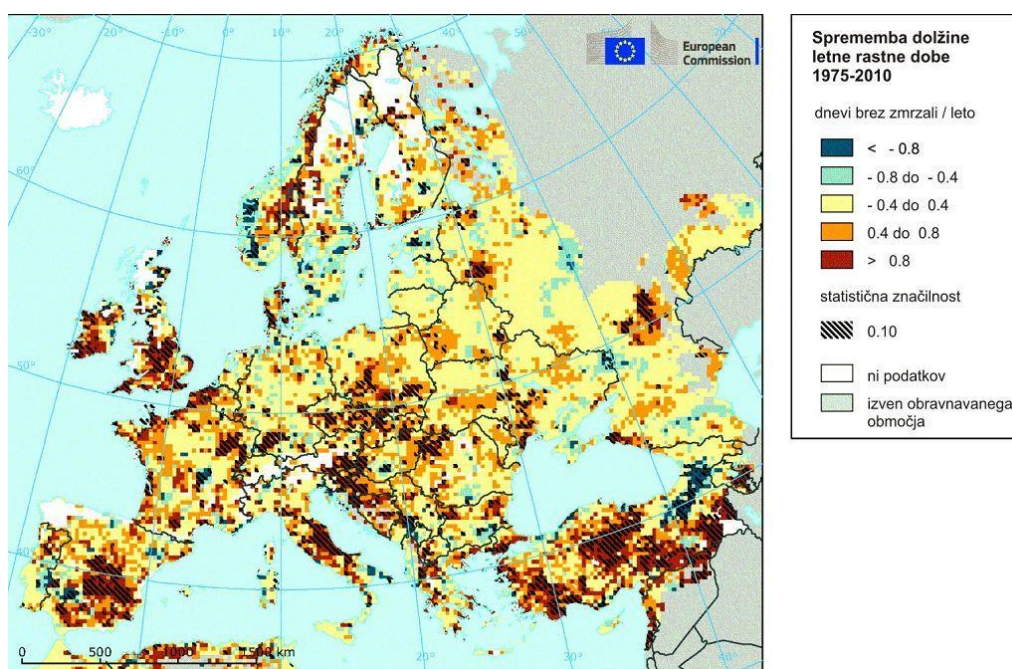
Metode za izračun efektivnih temperatur se med seboj razlikujejo po stopnji matematične zapletenosti. Najbolj pogosto uporabljene metode so metoda pravokotnika, metoda trikotnika (enojni in dvojni trikotnik) in metoda sinusoide, prav tako enojna in dvojnja. Vse te metode veljajo za linearne metode, ker se predvideva, da je stopnja razvoja linearno povezana s temperaturo (Zalom in sod., 1983).

2.3 POMEN TERMALNEGA ČASA

Za veliko dejavnosti (npr. zatiranje škodljivcev, namakanje rastlin, načrt sajenja oz. setve rastlin) je uporabno predvideti, kdaj se bo določena rastlina ali škodljivec razvil do določene fenološke faze. Če so temperature višje, se organizmi hitreje razvijejo, ker so izpostavljeni višji akumulaciji toplote, kot če organizmi rastejo v hladnejših razmerah. Akumulacija toplote se imenuje fenološki čas, enote fenološkega časa pa so toplotne enote. Te so veliko bolj uporabne od koledarskega časa za napovedovanje dni med fenološkimi fazami (Snyder in sod., 2003).

2.3.1 Dolžina rastne dobe

Vegetacijska doba je obdobje v letu, ko poljščine in druge rastline uspešno zrastejo. Dolžina vegetacijske dobe se razlikuje med območji, kjer rastline rastejo. Večina poljščin potrebuje vegetacijsko dobo dolgo vsaj 90 dni. Na območjih, kjer je tropska klima in kjer je toplo čez celo leto, vegetacijska doba traja celo leto. V zmernih območjih, kjer imamo vroča poletja in mrzle zime, pa je vegetacijska doba odvisna predvsem od temperatur. V Evropi in Ameriki je vegetacijska doba dolga tudi do osem mesecev. Bolj kot je območje oddaljeno od ekvatorja, krajša je vegetacijska doba. Na dolžino vegetacijske dobe vpliva tudi nadmorska višina, na kateri rastline rastejo (slika 1) (Vitasse in sod., 2010).



Slika 1: Sprememba dolžine letne rastne dobe 1975-2010 (ARSO, 2016)

V Sloveniji je dolžina vegetacijske dobe zelo raznolika. Traja od spomladi, ko povprečna dnevna temperatura prestopi prag 5 °C, in se konča jeseni, ko povprečna dnevna temperatura pade pod prag 5 °C. V ravninskem delu Slovenije traja obdobje nad 5 °C od 220 do 240 dni, na Koprskem nekoliko dlje, okoli 280 dni. Daljša obdobja so tudi v Ljubljanski kotlini, Novomeški kotlini in Prekmurju. Vegetacijsko obdobje, ki ga

omejujeta spomladanski in jesenski prag 10 °C, traja v večini Slovenije od 160 do 180 dni. Dolžina vegetacijske dobe se zmanjšuje z naraščanjem nadmorske višine (Črnagoj, 2008).

Na dolžino vegetacijske dobe pa ima vpliv tudi dvig temperature. Kajfež-Bogataj in Črepinškova (2003) ugotavljata, da bi v primeru ogrevanja za 1 °C nastopil začetek obdobja nad temperaturnim pragom 5 °C oz. 10 °C spomladi v povprečju en teden prej, ter se jeseni končal 6 dni kasneje. Dolžina obdobja nad temperaturnim pragom 5 °C bi se podaljšala za dobrih 5 %, nad temperaturnim pragom 10 °C pa za 7 %. V primeru ogrevanja za 3 °C pa naj bi se začetek obdobja med pragoma 5 °C oz. 10 °C začel spomladi v povprečju 20 dni prej in končal jeseni 18 dni kasneje. Absolutno podaljšanje vegetacijskega obdobja nad omenjenima pragoma je večje pri nižjih geografskih legah, relativno pa pri višjih legah (Kajfež-Bogataj in Črepinšek, 2003).

Preglednica 1: Dolžina vegetacijske dobe in razvoja, ter potrebna vsota aktivnih temperatur za posamezne kulture (Črnagoj, 2008)

Kultura	Latinsko ime	Doba efektivne rasti (dni)	Temperaturna vsota (°C) TP 0 °C
Vinska trta	<i>Vitis vinifera</i>	110 do 150	3200 do 3500
Ječmen	<i>Hordeum vulgare</i>	150	2100
Ajda	<i>Fagopyrum esculentum</i>	90 do 100	1500 do 1700
Proso	<i>Panicum sp.</i>	90	1600
Pšenica	<i>Triticum sp.</i>	90 do 120	1600 do 1800
Rž	<i>Secale cereale</i>	90 do 120	1800 do 2300
Koruzza	<i>Zea mays</i>	120 do 160	2000 do 2700
Sončnica	<i>Helianthus annuus</i>	70 do 150	2000 do 3000
Soja	<i>Glycine max</i>	80 do 170	2400 do 3000
Krompir	<i>Solanum tuberosum</i>	80 do 120	1500 do 3000
Hmelj	<i>Humulus lupulus</i>	130 do 150	2300 do 2500

Potencialno bi lahko v Sloveniji gojili rastline, ki potrebujejo za razvoj večjo količino toplote, to so npr. tobak, lubenice, bombaž, ali pa bi izbor današnjih sort rastlin gojili na višjih geografskih legah (Kajfež-Bogataj, 2005).

Na Finskem so Rousteenoja in sodelavci (2010) preučevali, kako bi lahko na severnem delu Finske gojili koruzo. Ugotovili so, da bi kljub temu, da bi bili termalni pogoji na severnem delu Finske podobni pogojem v centralni Evropi, za razvoj razmere ne bi bile enake. Tam je namreč pozno pomladi in poleti sončna svetloba na voljo v izobilju, kar pomeni za rastline, da lahko dobro izkoristijo dolgo in toplo vegetacijsko dobo, tako da bi bilo možno gojiti rastline, ki potrebujejo več toplote in svetlobe. Predstavlja pa to tudi izziv pridelovalcem, da najdejo način, kako izkoristiti kombinacijo dolgega dneva in visokih temperatur.

2.3.2 Določanje zrelosti

Zaradi ogrevanja se bo podaljšala potencialna vegetacijska doba za kmetijske rastline. Ta se bo spomladi začela prej in se jeseni končala kasneje, ne glede na nadmorsko višino in toplotne zahteve rastlin. S tem se bo povečala količina toplote, ki jo bodo rastline lahko

akumulirale. To se bo lahko izkoristilo za zgodnejšo setev, v prilagojenem kolobarju, za večkratno setev (saditev) iste poljščine v istem letu ali pa za strniščne posevke, ki bodo lahko izkoristili podaljšano vegetacijsko dobo v jeseni (Kajfež-Bogataj, 2005).

V zvezi s podnebnimi spremembami, kot je povišanje temperature, moramo biti pozorni tudi na potencialne negativne vplive. Višje temperature povzročajo prezgodnje dozorevanje rastlin in skrajšanje določenih fenoloških faz. Skrajša se rastna doba, to je število dni od setve do žetve. Prehiter prehod rastlin iz vegetativne faze v generativno fazo pomeni manj dni na voljo za asimilacijo in potencialno manjšo listno površino, in zato manjši pridelek slabše kakovosti. Pospešen fenološki razvoj je v določenih primerih lahko dobrodošel, npr. gojenje zelenjave ali rezanega cvetja, vendar negativni učinki večinoma prevladajo (Kajfež-Bogataj, 2005).

Odzivi rastlin na podnebne spremembe se med seboj razlikujejo. Zrnate poljščine, med katere sodijo žita, stročnice in oljnice, so rastline, ki imajo večinoma omejeno rast. Čas do zrelosti je pri njih predvsem odvisen od temperature in dolžine rasti. Kljub temu, da se bo vegetacijska doba podaljšala zaradi dviga temperatur, se bo dejanska rastna doba skrajšala. Celotni razvojni krog zrnatih poljščin se bo hitreje zaključil. V primeru višjih temperatur je tudi hitrejša rast zrn, vendar se skrajša tudi čas polnenja in zorenja zrn, kar pa lahko vodi v slabši pridelek (Kajfež-Bogataj, 2005).

Prilagoditev na višje temperature je spremenjen čas setve ter z vidika pridelka, uporaba donosnejših kultivarjev z daljšo rastno dobo. Spremeniti pa se bo moral tudi način pridelave.

Pri korenovkah in gomoljnicah, med katerimi sta najpomembnejša krompir in sladkorna pesa, se bodo rastline odzvale na višje temperature pozitivno, saj so to rastline z neomejno rastjo. V splošnem se bo zaradi višjih temperatur večini korenovk in gomoljnic podaljšala rastna doba, ter s tem skladiščenje suhe mase. V primeru krompirja gre pričakovati večje število gomoljev na rastlino in ne večjih gomoljev (Kajfež-Bogataj, 2005).

Pri rastlinah z omejeno rastjo, npr. čebula, bo v toplejših razmerah rastna doba krajša, pridelek pa manjši. Pri rastlinah z neomejeno rastjo, npr. korenje, pa se bosta povečala rast in pridelek. Za večino rastlin bo dvig temperature vplival na pridelke pozitivno. Podnebne spremembe imajo daljnosežnejše posledice za trajnice. Med kmetijsko pomembne trajnice glede na zahteve po toploti pri nas uvrščamo oljke, vinsko trto, breskve, orehe, češnje, hruške, slive in jablane. Pri trajnicah je zelo pomembna temperatura v času konca rastne dobe. Nižje temperature takrat skupaj s krajšim dnevom povzročijo dormanco in odpadanje listov. Čas začetka dormance pa je pomemben zaradi vpliva na cvetne brste in začetek cvetenja. Dvig temperature bo vodil v skrajšanje časa potrebnega za rast in razvoj trajnic, ter vplival na začetek razvoja reproduktivnih organov (Kajfež-Bogataj, 2005).

Žustova (1994) je ugotovila, da se z višjimi temperaturami skrajša trajanje medfaznih obdobj pri vinski trti. Kljub vsemu pa se bo toplotno zahtevnim rastlinam pridelek predvidoma povečal.

Med trajnice sodi tudi jagodičje (jagode, maline, ribez, kosmulje, robidnice). Kljub temu da je jagodičje prilagodljivo na podnebne razmere, bo dvig temperature vplival na podaljšanje rastne dobe in s tem omogočil večjo razpoložljivost jagodičja na trgu iz domačih virov. Dvig temperature bo pospešil dozorevanje rastlin, zato bo potrebno

uporabiti širši spekter vrst rastlin, da bi izkoristili pogoje za rast skozi celotno rastno dobo (Kajfež-Bogataj in Črepinšek, 2003).

2.3.3 Razvoj bolezni

Globalno segrevanje bo močno vplivalo na razvoj in širjenje rastlinskih bolezni. Za sam pojav bolezni pa ni pomemben samo vpliv temperature na razvoj parazita, ampak tudi na rastlino gostiteljico. Za okužbo so najbolj nevarne tiste temperature, ki so neustrezne za rastlino gostiteljico (Kajfež-Bogataj, 2003).

Podnebne razmere vplivajo na časovni potek razvoja škodljivcev, bolezni in gostiteljskih rastlin. Toplejše zime bodo omogočile možnost preživetja škodljivcem in povzročiteljem bolezni tudi na območjih, ki sedaj zaradi mraza niso bila ustrezna. S tem se bo povečala razširjenost bolezni ter škodljivcev. Škodljivci, pri katerih je razvoj pogojen predvsem s temperaturnimi razmerami, bodo zaključili več življenjskih ciklov v enem letu (Kajfež-Bogataj in Črepinšek, 2003).

- Peronospora vinske trte (*Plasmopara viticola*)

Pri peronospori vinske trte se spomladi na listih pojavijo rumeno zeleni "oljnati madeži", ki se sčasoma posušijo. Pege so omejene z listnimi žilami. Na spodnji strani peg najdemo značilno belo plesnivo prevleko (trosonosci z trosovniki). Če je okužb na listu veliko, se ta popolnoma posuši in odpade. Poleg listov lahko gliva okuži tudi mlade vitice, kabrnike in jagode. Občutnejša škoda nastane, če gliva okuži kabrnike in jagode.

Gliva prezimi v odpadnem listju, kjer oblikuje zimske ali spolne trose. Ti so sposobni kaliti, ko vsota efektivnih temperatur preseže 1700 °C, kot efektivne temperature pa vzamemo vse viške temperatur nad 80 °C od 1. januarja dalje. Ko vsota doseže omenjeno vrednost, moramo paziti na vremenske razmere, da ugotovimo kdaj je resnično prišlo do prve okužbe. Pri nas je to sredi maja ali pa v prvi polovici maja, odvisno pa je tudi od vremenskih razmer v marcu in aprilu (Peronospora ..., 2012).

- Jablanov škrlup (*Venturia inaequalis*)

Jablanov škrlup je dolgo poznana bolezen, ki je danes razširjena povsod, kjer se pridelujejo jabolka. Gliva, ki povzroča škrlup, prezimi v odpadnem listju, kjer se do pomladi oblikujejo spolna plodišča z zimskimi sporami. Spomladi meseca aprila, ko je običajno dovolj vlage, veter zanese spore na pravkar razvijajoče liste, kjer spore kalijo v kapljici vode. Tako pride do prvih okužb. Najnevarnejše obdobje za razvoj škrlupa je od začetka maja do konca junija, saj je v tem času v zraku veliko spor, tako spolnih kot nespolnih. Ali bo prišlo do okužbe in kako velika okužba bo, je odvisno od temperature. Pri temperaturah od 17 do 24 °C mora biti listje mokro vsaj 18 ur, da pride do okužb. Če je temperatura višja ali nižja, se čas za okužbo podaljša. Pri 10 °C mora biti listje mokro že deset ur več, to je 28 ur, da pride do okužbe (Jablanov ..., 2012).

2.3.4 Pojav škodljivcev

S povečanjem temperature se bo v Sloveniji razširilo več vrst škodljivcev, ki danes živijo na našem obrobju, drugje pa so že zelo škodljive. Povečal se bo tudi pritisk domačih

termofilnih škodljivcev, ki so v Sloveniji že razširjeni, vendar so omejeni s temperaturo. Velika skrb povečanja temperatur pri razvoju škodljivcev pa je tudi povečanje števila generacij. S povečanjem števila generacij se potencialno poveča število osebkov, kar pa pomeni veliko večjo škodo na pridelkih. Pozitivno se na te razmere odzovejo pršice, kaparji, kobilice. Višje temperature vplivajo tudi na povišano rast skladiščnih škodljivcev. Višje temperature prinašajo pojav novih škodljivcev in še več težav z že prisotnimi škodljivci (Kajfež-Bogataj, 2003).

Znanje o fenologiji se predvsem uporablja v ekonomiji entomologije, za nadzorovanje škodljivcev v fazah, ko so le ti najbolj dovzetni (Delahaut, 2003).

Temperatura je pomembna za aktivacijo žuželk iz dormance in za določanje njihovega tempa razvoja. Velikokrat se predvideva, da je njihov razvoj linearna funkcija temperature nad spodnjim temperaturnim pragom. Ko žuželka doseže optimalno temperaturo, se njen razvoj upočasni. Če so žuželke izpostavljene nihanju v temperaturi, imajo pogosto pospešen razvoj v primerjavi z žuželkami, ki so izpostavljene konstantnim temperaturam pri enakih povprečnih temperaturah. Večina žuželk postane aktivna, ko se temperature gibljejo med 4 °C in 11 °C. Za večino je temperaturni prag 10 °C. Spodnji temperaturni prag je zelo težko določiti, ker so nekatere žuželke sposobne preživeti pri nižjih temperaturah, brez vidnih znakov razvoja. Zgornji temperaturni prag za razvoj žuželk je pogosto 30 °C. To je temperatura, nad katero ni opaznega napredka v razvoju (Delahaut, 2003).

- Jabolčni zavijač (*Cydia pomonella*)

Jabolčnega zavijača uvrščamo med stalne ali permanentne škodljivce (Matis in sod., 2007). Predvsem je omejen na zmerno klimo, v kateri uspeva tudi jablana. Glavni gostitelji, v katerih se hrani gosenica, so jablana (*Malus domestica*), hruška (*Pyrus communis*), oreh (*Juglans regia*). Občasni gostitelji pa so marelica (*Prunus armeniaca*), breskev (*Prunus persica*), češnja (*Prunus avium*) (Gomboc ..., 2000).

Jabolčni zavijač sodi v družino zavijačev in sukačev in je stalni škodljivec jablan, ki ga je potrebno zatirati. Škoda, ki jo povzroča med leti, niha, doseže pa tudi do 20 % ali več črvtvih plodov (Ferlež Rus in Leskovšek, 2009). Škoda na plodovih je odvisna od števila generacij in gostote metuljev. V večjih neškropljenih nasadih je poškodovanih lahko tudi do 90 % plodov (Gomboc ..., 2000).

Pri nas ima jabolčni zavijač dva rodova letno. Zaradi povišanja temperatur znanstveniki menijo, da naj bi se pojavil še tretji rod, vendar za to še ni dokazov (Matis in sod., 2007). Metulji prve generacije izletijo od sredine maja naprej, druge generacije od julija do avgusta. Matis in sodelavci (2007) so ugotovili, da je za pojav prvega rodu metuljev potrebna vsota efektivnih temperatur v povprečju 90 °C pri temperaturnem pragu 10 °C. Za pojav metuljkov drugega rodu so pa ugotovili, da se pojavijo, ko je vsota efektivnih temperatur od 600-650 °C oz. v povprečju 615 °C, v prvi dekadi meseca julija. Metuljčki so aktivni ponoči, letajo, se pariyo, samice pa odlagajo jajčeca. Jajčeca začnejo odlagati, ko znaša vsota efektivnih temperatur od 200 do 210 °C pri temperaturnem pragu 10 °C. Embrionalni razvoj je odvisen od temperature in traja od 8 do 18 dni (Ferlež Rus in Leskovšek, 2009).

- Osmerozobi smrekov lubadar (*Ips typographus*)

Osmerozobi smrekov lubadar je temno rjav hrošč velik od 4,2 do 5,5 mm, ki povzroča škodo na stoječem in sveže podrtim drevju. Prehranjuje se z živim in odmrlim tkivom v predelu ličja in kambija. Zalega pretežno na debelolubne drevesne dele debel. Na stoječem drevju napada tik pod drevesno krošnjo. S prehranjevanjem začnejo, ko so temperature od 12 do 14 °C. Rojijo v prvi dekadi aprila pri TP 16,5 °C. Za uspešen napad na živo drevje mora biti neprekinjeno 3 do 4 dnevno obdobje s temperaturami od 15 do 17 °C. Za razvoj so potrebne minimalne temperature od 6 do 8,3 °C. Optimalne temperature za razvoj in ovipozicijo pa so od 29 do 30 °C. Razvoj ene generacije ponavadi traja od 8 do 10 tednov. Samice pri zaleganju jajčec pogosto na drevo занесеjo glive modrivke (rod *Leptographium*, *Ceratocystis* idr.), ki lahko dodatno poškodujejo drevo. Odrasli osebki prenesejo temperaturo do -30 °C, ličinke in bube pa od -13 do -17 °C. Smrtnost zaradi prezimovanja je 50 %. Za samo preprečevanje škode je potrebno nadzorovanje zdravja gozdov in upoštevanje strokovnih priporočil (Osmerozobi ..., 2016).

Kot že omenjeno je minimalni temperaturni prag za razvoj osmerozobega smrekovega lubadarja 8,3 °C. Za razvoj ene generacije potrebuje vsoto efektivnih temperatur 365 °C. Sistem spremljanja ulova podlubnikov bi lahko nadgradili s samodejnim izračunom temperaturnih vsot na dnevni ravni za vsako past posebej, ter sistemom opozarjanja, ko bi kumulativna vsota ulovljenih osebkov presegla prag 9000 osebkov na dan rojenja prvih generacij. To bi bil indikator, da je potrebno v okolici pasti povečati preglede napadenosti smreke in ustrezno ukrepati ob najdbi znakov (Ogris, 2014).

2.3.5 Druga uporaba

Poleg uporabe v kmetijstvu, pri razvoju rastlin, fenologiji, pri varstvu pred škodljivci in boleznimi, se stopinjski dnevi uporabljajo tudi pri izračunu trajanja kurilne sezone (preglednica 2).

Energija, ki jo porabimo za ogrevanje, je odvisna od izolacijskih lastnosti stavbe ter predvsem od vremenskih razmer, predvsem od razlike med zunanjo temperaturo zraka in temperaturo v stavbi. Temperaturni primanjkljaj ali vsota stopinjskih dni je vsota razlik zunanje temperature zraka in izbrane temperature zraka v ogrevanem prostoru, in jo izračunamo za tiste dni, v katerih je povprečna dnevna temperatura zraka nižja od 12 °C (preglednica 2) (Ovsenik-Jeglič, 2003).

Za začetek kurilne sezone mora biti v drugi polovici obravnavanega leta tri dni zapored zunanja temperatura zraka ob 21. uri nižja ali pa enaka 12 °C. Kurilna sezona se začne naslednji dan. Konča se pa, ko je zunanja temperatura zraka ob 21. uri v treh dneh zaporedoma višja od 12 °C in za tem po tem datumu ni več treh zaporednih dni v prvi polovici leta, ko bi se temperatura spustila pod 12 °C ali manj. Kurilna sezona se konča tretji dan. V gorah kurilna sezona traja od 1. julija do 30. junija. Trajanje kurilne sezone je število dni med začetkom in koncem kurilne sezone (preglednica 2) (Ovsenik-Jeglič, 2003).

Preglednica 2: Stopinjski dnevi v letu, začetek, konec ter trajanje kurilne sezone na devetih različnih meteoroloških postajah za obdobje 1961- 1990 (Ovsenik-Jeglič, 2003)

Kraj	Stopinjski dnevi v letu	Trajanje kurilne sezone (dnevi)	Začetek kurilne sezone	Konec kurilne sezone
Ljubljana	3301	234	1.oktober	22.maj
Kredarica	7877	365	1.julij	30.junij
Rateče	4737	327	30.julij	21.junij
Maribor	3341	242	25.september	24.maj
Murska Sobota	3501	250	21.september	28.maj
Novo mesto	3381	244	24.september	24.maj
Postojna	3705	285	2.september	13.junij
Portorož	2109	191	28.oktober	6.maj

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

3.1.1 Temperaturni podatki

Za analizo podatkov smo uporabili podatke iz arhiva Agencije republike Slovenije za okolje (ARSO). Uporabili smo povprečne dnevne temperature za devet različnih meteoroloških postaj (slike 2 do 10). Da so podatki oz. izračuni čimbolj objektivni, je potrebna obravnavava dovolj dolgega obdobja.

Izbrali smo naslednje meteorološke postaje in časovna obdobja:

- Bilje (1963-2015)
- Celje (1947-2015)
- Črnomelj (1950-2015)
- Maribor (1948-2015)
- Murska Sobota (1950-2015)
- Novo mesto (1951-2015)
- Portorož (1987-2015)
- Rateče (1948-2015)
- Ljubljana (1865-2015)

Pri postaji Celje manjka 6 dni v mesecu februarju v letu 1948, pri Črnomlju 7 dni v letu 1988. Pri podatkih za Maribor manjkajo podatki za 3 dni v letu 2010 ter 8 dni za leto 2012. Pri Ratečah manjka 1 dan v letu 1948. Pri postaji Portorož manjkajo podatki za leti 1987, 1988 ter leto 1991.

Za postajo Portorož smo izpustili iz analize leto 1987, 1988 in leto 1991, pri ostalih smo naredili analizo za vsa leta, kljub temu, da manjka nekaj podatkov za manjše število dni. Ti namreč ne vplivajo bistveno na končne rezultate izračunov.

3.1.2 Izbira lokacije

Izbrali smo devet različnih meteoroloških postaj na različnih klimatskih predelih Slovenije. Sledi opis izbranih meteoroloških postaj z osnovnimi podatki (slike 2 do 10). Podatki so vzeti iz Arhiv..., 2016; Nadbath, 2015; Ogrin, 2004.

Bilje ležijo na nadmorski višini 55 m.
Geografska širina: 45°53'
Geografska dolžina: 13°37'
Tip podnebja: zaledno submediteransko
podnebje



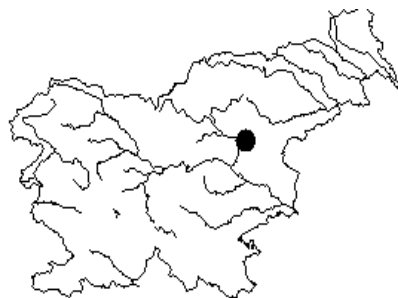
Slika 2: Položaj postaje Bilje (ARSO, 2016)

Postaja Celje leži na nadmorski višini 241 m.

Geografska širina: 46°14'

Geografska dolžina: 15°13'

Tip podnebja: zmerno kontinentalno podnebje osrednje Slovenije



Slika 3: Položaj postaje Celje (ARSO, 2016)

Postaja Črnomelj leži na nadmorski višini 157 m.

Geografska širina: 45°33'

Geografska dolžina: 15°09'

Tip podnebja: zmerno kontinentalno podnebje jugovzhodne Slovenije



Slika 4: Položaj postaje Črnomelj (ARSO, 2016)

Postaja Maribor leži na nadmorski višini 275 m.

Geografska širina: 46°32'

Geografska dolžina: 15°39'

Tip podnebja: zmerno kontinentalno podnebje vzhodne Slovenije



Slika 5: Položaj postaje Maribor (ARSO, 2016)

Postaja Murska Sobota leži na nadmorski višini 275 m

Geografska širina: 46°32'

Geografka dolžina: 15°39'

Tip pobnebja: zmerno kontinentalno podnebje jugovzhodne Slovenije



Slika 6: Položaj postaje Murska Sobota (ARSO, 2016)

Postaja Novo mesto leži na nadmorski višini 220 m.

Geografska širina: $45^{\circ}48'$

Geografska dolžina: $15^{\circ}10'$

Tip podnebja: zmerno kontinentalno
podnebje osrednje Slovenije



Slika 7: Položaj postaje Novo mesto (ARSO, 2016)

Postaja Portorož leži na nadmorski višini 93 m.

Geografska širina: $45^{\circ}31'$

Geografska dolžina: $13^{\circ}34'$

Tip podnebja: obalno submediteransko
podnebje



Slika 8: Položaj postaje Portorož (ARSO, 2016)

Postaja Rateče leži na nadmorski višini 863 m.

Geografska širina: $46^{\circ}29'$

Geografska dolžina: $13^{\circ}42'$

Tip podnebja: podnebje nižjega gorskega
sveta v zahodni Sloveniji



Slika 9: Položaj postaje Rateče (ARSO, 2016)

Postaja Ljubljana leži na nadmorski višini 299 m.

Geografska širina: $46^{\circ}04'$

Geografska dolžina: $14^{\circ}31'$

Tip podnebja: zmerno kontinentalno
podnebje osrednje Slovenije



Slika 10: Položaj postaje Ljubljana (ARSO, 2016)

Na ozemlju Slovenije prihaja do stika in prepletanja treh tipov podnebja: gorskega (alpskega), sredozemskega (mediteranskega) in celinskega (kontinentalnega). Vsa tri imajo značilne netipičnosti v primerjavi s pravim gorskim, celinskim ali sredozemskim podnebjem, zato jim dostikrat dodamo predpono »sub«.

Za gorsko podnebje je značilno, da je povprečna temperatura najhladnejšega meseca manj kot $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, najtoplejšega pa vsaj $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ločimo podnebja višjega in nižjega gorskega sveta. Podnebje nižjega gorskega sveta ima poletne temperature na ravni drugih v osrednji Sloveniji, zimske pa zaradi inverzij okoli $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Ogrin, 2004).

Submediteransko podnebje je na JZ delu Slovenije, ki je reliefno odprt proti Jadranskemu morju. Najhladnejši meseci v teh pokrajinah imajo povprečno temperaturo nad $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, najtoplejši pa več kot $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Obalno submediteransko podnebje imajo kraji, ki ležijo neposredno ob Tržaškem zalivu, tu so najvišje temperature v Sloveniji. Januarske so višje od $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, julijske pa so nad $22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zaledno submediteransko podnebje ima nekoliko nižje temperature (Ogrin, 2004).

Zmerno kontinentalno podnebje ima večji del Slovenije. Povprečne januarske temperature so med 0 do $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, julijske med 15 in $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ločimo ga na zmerno kontinentalno podnebje zahodne in južne Slovenije, zmerno kontinentalno podnebje osrednje Slovenije ter zmerno kontinentalno podnebje vzhodne Slovenije (Ogrin, 2004).

3.2 METODE

3.2.1 Izračun termalnega časa

Razvoj rastlin temelji na akumulaciji toplotnih enot, ki jih izražamo s termalnim časom, to je vsotami aktivnih in efektivnih temperatur. Za izračun vsot smo uporabili povprečne dnevne temperature ($T(i)$), ki smo jih izračunali s pomočjo minimalne in maksimalne dnevne temperature.

Vsote aktivnih (V_{akt}) in efektivnih (V_{ef}) temperatur smo računali po najbolj pogosto uporabljeni metodi izračuna, to je:

$$V_{akt} = \sum_{i=1}^n T(i); T(i) \geq 0\text{ }^{\circ}\text{C} \quad \dots (1)$$

$$V_{ef} = \sum_{i=1}^n (T(i) - TP) \quad \dots (2)$$

Termalni čas smo izračunali za vsako leto od 1.1. do 31.12.

Povprečno dnevno temperaturo smo izračunali kot:

$$T(i) = \frac{T_{min} + T_{max}}{2} \quad \dots (3)$$

kjer je T_{min} minimalna, T_{max} maksimalna in $T(i)$ povprečna temperatura.

3.2.2 Opisne statistike

Opisna statistika je skupina statističnih metod, ki se ukvarjajo z analizo pridobljenih podatkov. Podatke se lahko opisuje s pomočjo tabel, grafov ali pa z določenimi izračuni. Mi smo v nalogi za izračune uporabili minimalne, maksimalne in povprečne vrednosti ter izračunali standardni odklon.

Povprečje se računa samo za številske spremenljivke. Povprečje je vrednost, za katero velja, če bi bili vsi podatki enaki, bi bili enaki povprečju. Povprečje ima predvsem analitičen pomen. Uporablja se pri primerjavah. Na kakšen način se izračunava povprečje, je odvisno od podatkov (Košmelj, 2007). Mi smo za izračun uporabili maksimalno in minimalno dnevno temperaturo. Izračunali smo sredino razreda, s pomočjo zgornje in spodnje mere razreda. Maksimalna (zgornja) vrednost je najvišja vrednost v populaciji, minimalna (spodnja) vrednost je najmanjša vrednost v populaciji (Gregorc, 2008).

Izračunali smo tudi mere variabilnosti, natančneje standardni odklon. Z merami variabilnosti ugotavljamo, kako se vrednosti spremenljivk med seboj razlikujejo. So parametri, s katerimi lahko analiziramo variabilnost, uporabni so samo pri številskih spremenljivkah. Za ugotavljanje razlik lahko upoštevamo vrednosti vseh opazovanih enot ali pa samo najmanjšo in največjo vrednost. Mera variabilnosti, izračunana samo iz dveh vrednosti, je variacijski razmik, iz vseh vrednosti pa je varianca in standardni odklon (Gregorc, 2008). Standardni odklon je kvadratni koren iz variance. Varianca je osnovna mera variabilnosti, ki jo neposredno zaradi neprimerne enote mere, ne uporabljamo veliko. Mera je kvadrat osnovne enote, pri standardnem odklonu pa so enote enake kot pri opazovanih številskih spremenljivkah (Šadl, 2008). Standardni odklon nam pove gostitev pojava okrog srednje vrednosti (Gregorc, 2008). Za spremenljivko, ki ima približno simetrično frekvenčno porazdelitev z enim modusnim razredom, pričakujemo v intervalih od 2/3 vrednosti spremenljivk do skoraj vseh vrednosti spremenljivk. Standardni odklon je manjši ali enak polovici variacijskega razmika (Košmelj, 2007).

Ugotavljali smo statistično značilne razlike pri vsotah termalnega časa, na različnih meteoroloških postajah v določenem časovnem obdobju, ter nad določenim TP. Izračunali smo povprečno, minimalno in maksimalno vrednost ter standardni odklon termalnega časa, na posameznih postajah pri različnih TP.

3.2.3 Časovna analiza

Časovne vrste se oblikujejo s ponavljanjem opazovanja enote ali pojava enakih časovnih enot. Časovne vrste prikazujejo spremembe oziroma dinamiko pojava v opazovanem obdobju. Za analizo dinamike se uporabljajo številne statistične metode. Hitro predstavimo o časovni vrsti pridobimo z grafičnim prikazom podatkov (Gregorc, 2008). Grafični prikaz časovne vrste je linijski grafikon, na abscisni osi je časovna skala. Pri grafičnem prikazu moramo ustrezno prikazati časovno zaporedje vrednosti. Če časovna vrsta ni ekvidistantna (med opazovanji ni enakega časovnega razmika), moramo na sliki to upoštevati. Številsko spremenljivko Y opazujemo v času, torej je $Y = Y(t)$. Podatki se nanašajo na zaporedna časovna obdobja: $t_1, t_2, \dots, t_T$. Statistično vrsto $y_1, y_2, \dots, y_T$ imenujemo časovna vrsta, T je dolžina časovne vrste (Košmelj, 2007).

Analiza časovnih vrst temelji na ugotavljanju dejavnikov, ki povzročajo različna kratkoročna ali dolgoročna nihanja, in poskuša ovrednotiti njihov pomen. Trend prikazuje osnovno smer razvoja in ga opazujemo v daljšem časovnem obdobju (vsaj deset let). Osnova za določanje trenda je grafični prikaz časovne vrste z linijskim grafikonom. Nato vrišemo linijo, ki se časovni vrsti dobro prilega in poteka med točkami, ki se nanašajo na podatke o pojavu za posamezne časovne razmike ali trenutke. Trend v vsakem primeru poteka med dejanskimi vrednostmi tako, da se osnovna časovna vrsta od trenda odklanja navzgor ali navzdol (Šadl, 2008). Trend je lahko premica ali krivulja. Za enostavne analize običajno uporabljamo premico, ki prikazuje linearni trend (Gregorc, 2008). Linearni trend je izražen z linearno funkcijo: $T = a + bt$; kjer je T trend, a in b koeficienta linearne funkcije in t čas, pri čemer izraža smerni koeficient b v merskih enotah opazovanega pojava povprečni prirast ($b > 0$) ali povprečno upadanje ($b < 0$) na časovno enoto (Košmelj, 2007). V primerih, ko se časovni vrsti bolje prilega krivulja, katere funkcija je parabola 2. stopnje, računamo parabolični trend (Šadl, 2008).

Statistične značilnosti smo ugotavljali na devetih različnih meteoroloških postajah, v različno dolgih obdobjih. Opazovana obdobja smo razdelili na dve periodi; P1, ki traja od 1948 (1950) do 1990 in P2, ki traja od 1991 do 2015. Meteorološka postaja Ljubljana ima zelo dolg niz podatkov, zato smo za to postajo naredili še posebej analizo za več period (P1-P5). P1 traja od 1865 do 1900, P2 od 1901 do 1930, P3 od 1931 do 1960, P4 od 1961 do 1990 in P5 od 1991 do 2015.

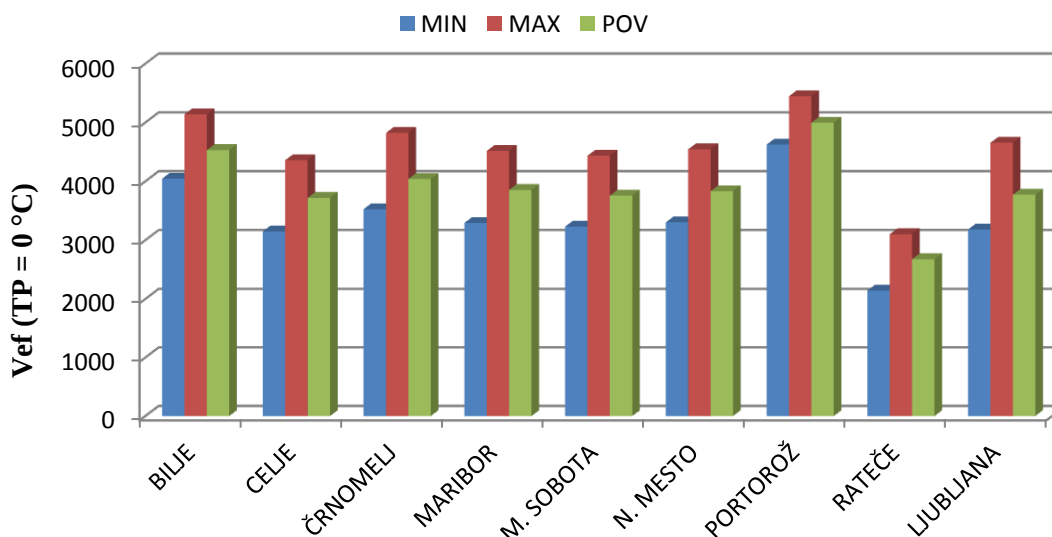
4 REZULTATI Z RAZPRAVO

4.1 TERMALNI ČAS NAD TP 0 °C

Temperature so močno pogojene s tipom podnebja. Na temperaturne razmere vpliva tudi relief. Največji vpliv ima nadmorska višina. Izračunali smo termalni čas na devetih meteoroloških postajah, z različnimi nadmorskimi višinami. Izračunali smo maksimalne in minimalne vrednosti ter standardni odklon. V preglednici 3 so prikazani izračuni maksimalnih vrednosti, minimalnih vrednosti, povprečnih vrednosti ter standardni odklon termalnega časa za posamezne postaje za TP 0 °C.

Preglednica 3: Povprečen, maksimalen, minimalen termalni čas s standardnim odklonom, TP = 0 °C

V _{ef} (TP 0 °C)					
POSTAJA	OBD OBJE	POV	MAX	MIN	SD
BILJE	1963-2015	4533	5140	4045	262
CELJE	1947-2015	3719	4359	3149	270
ČRNOMELJ	1950-2015	4040	4824	3526	259
MARIBOR	1948-2015	3854	4517	3293	292
MURSKA SOBOTA	1950-2015	3759	4436	3230	281
NOVO MESTO	1951-2015	3833	4545	3303	305
PORTOROŽ	1989-2015	4998	5447	4624	217
RATEČE	1948-2015	2676	3102	2144	216
LJUBLJANA	1865-2015	3773	4657	3183	285



Slika 11: Povprečen, maksimalen in minimalen termalni čas nad TP 0 °C

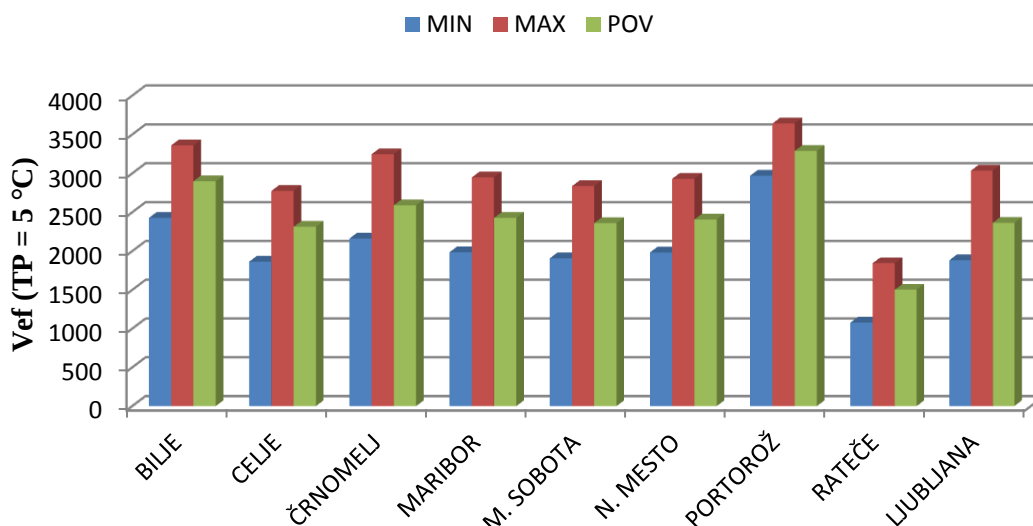
Iz preglednice 3 in slike 11 je razvidno, da so bile povprečne vrednosti termalnega časa nad TP 0 °C med 2676 °C v Ratečah in 4998 °C v Portorožu. Vef nad 4000 °C sta imela še Bilje in Črnomelj. Pri ostalih postajah so bile vrednosti Vef med 3719 °C v Celju in

3854 °C v Mariboru. Podobne vrednosti so bile v Novem mestu (3833 °C) in Ljubljani (3773 °C). Najvišje maksimalne vrednosti V_{ef} so bile v Portorožu. Znašale so 5447 °C in so posledica obalnega submediteranskega podnebja. Najnižje maksimalne vrednosti termalnega časa so bile izmerjene v Ratečah. Znašale so 3102 °C in so posledica nižjega gorskega podnebja. Najnižja minimalna vrednost je bila prav tako v Ratečah in je znašala 2144 °C. Najvišje vrednosti minimalnega termalnega časa so bile v Portorožu, znašale so 4624 °C.

4.2 TERMALNI ČAS NAD TP 5 °C

Preglednica 4: Povprečen, maksimalen, minimalen termalni čas s standardnim odklonom, TP = 5 °C

V_{ef} (TP 5 °C)					
POSTAJA	OBD OBJE	POV	MIN	MAX	SD
BILJE	1963-2015	2900	2428	3360	236
CELJE	1947-2015	2313	1864	2774	212
ČRNOMELJ	1950-2015	2590	2161	3246	236
MARIBOR	1948-2015	2427	1986	2948	234
MURSKA SOBOTA	1950-2015	2361	1907	2835	225
NOVO MESTO	1951-2015	2408	1982	2931	243
PORTOROŽ	1989-2015	3287	2969	3640	191
RATEČE	1948-2015	1502	1077	1844	169
LJUBLJANA	1865-2015	2362	1882	3035	227



Slika 12: Povprečen, maksimalen, minimalen termalni čas nad TP 5°C

V preglednici 4 in sliki 12 so podane vrednosti za minimalne, maksimalne in povprečne vrednosti ter standardni odklon termalnega časa nad TP 5 °C. V_{ef} so se gibale med

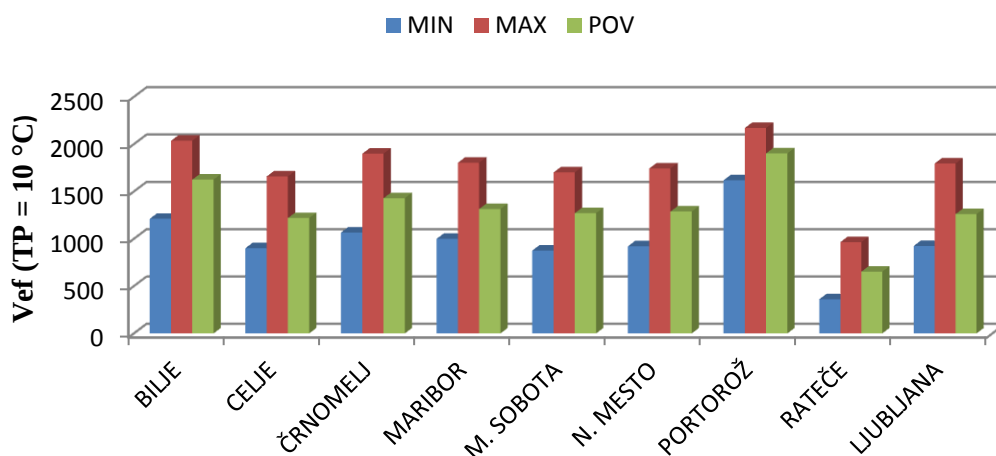
3287 °C v Portorožu in 1502 °C v Ratečah. V Novem mestu je znašal termalni čas 2408 °C. Podobno vsoto temperatur so imeli v Mariboru, kjer so bile vsote 2427 °C. Malenkost višji termalni čas so imeli v Črnomlju, ta je bil 2590 °C. V Murski Soboti, Ljubljani in Celju so bile Vef okoli 2300 °C. Najvišje vrednosti maksimalnega termalnega časa so bile v Portorožu, najnižje vrednosti vsote temperatur pa v Ratečah, te so znašale 1844 °C.

4.3 TERMALNI ČAS NAD TP 10 °C

Preglednica 5: Povprečen, maksimalen, minimalen termalni čas s standardnim odklonom, TP = 10 °C

V _{ef} (TP 10°C)					
POSTAJA	OBD OBJE	POV	MIN	MAX	SD
BILJE	1963-2015	1625	1212	2036	196
CELJE	1947-2015	1219	901	1659	162
ČRNOMELJ	1950-2015	1429	1067	1899	189
MARIBOR	1948-2015	1315	1000	1805	187
MURSKA SOBOTA	1950-2015	1271	876	1701	179
NOVO MESTO	1951-2015	1288	921	1743	190
PORTOROŽ	1989-2015	1903	1619	2171	145
RATEČE	1948-2015	652	361	965	123
LJUBLJANA	1865-2015	1261	924	1796	176

V preglednici 5 in sliki 13 so prikazane vrednosti termalnega časa nad TP 10 °C. Povprečen termalni čas je bil od 652 °C v Ratečah do 1903 °C v Portorožu. Naslednja najvišja vrednost je bila v Biljah in je znašala 1625 °C. Ljubljana, Novo mesto, Murska Sobota in Celje so imeli vrednosti od 1219 °C do 1288 °C. Maribor in Črnomelj sta imela vrednosti od 1315 °C do 1429 °C. Najvišja maksimalna vrednost je bila v Portorožu in je znašala 2171 °C, najnižja maksimalna vrednost je bila v Ratečah in je znašala 965 °C. Najmanjša minimalna vrednost je bila v Ratečah in je znašala 361 °C, najvišja minimalna vrednost pa je bila v Portorožu in je znašala 1619 °C



Slika 13 : Povprečen, maksimalen in minimalen termalni čas nad TP 10 °C

4.4 ČASOVNA ANALIZA TERMALNEGA ČASA

4.4.1 Primerjava termalnega časa v dveh različnih časovnih obdobjih

Za časovno analizo termalnega časa smo obravnavano obdobje razdelili na dve obdobji. P1 in P2. P2 je pri vseh postajah enako dolgo obdobje, to je od 1991 do 2015. P1 se med postajami razlikuje. P1 traja od 41-45 let, v Biljah 29 let. Za postajo Portorož ni podatkov za P1, tako da so izračuni samo za P2 (1992-2015). V preglednici 6 so podatki o času trajanja posamezne periode na posamezni postaji.

Preglednica 6: Časovno obdobje P1 in P2 po postajah

POSTAJA	P1	P2
BILJE	1963-1990	1991-2015
CELJE	1947-1990	1991-2015
ČRNOMELJ	1950-1990	1991-2015
MARIBOR	1948-1990	1991-2015
MURSKA SOBOTA	1950-1990	1991-2015
NOVO MESTO	1951-1990	1991-2015
PORTOROŽ		1992-2015
RATEČE	1948-1990	1991-2015
LJUBLJANA	1950-1990	1991-2015

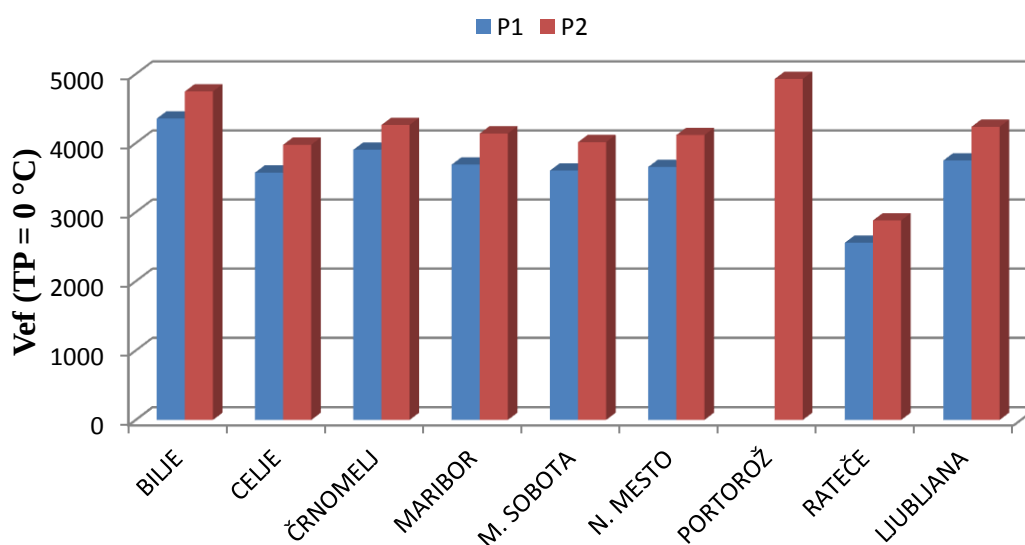
Termalni čas nad TP 0 °C

Preglednica 7: Povprečen termalni čas za obdobji P1 in P2 nad TP 0 °C

Vef (TP = 0 °C)			
POSTAJA	P1	P2	P2 – P1
BILJE	4356	4748	392
CELJE	3573	3976	403
ČRNOMELJ	3904	4263	359
MARIBOR	3689	4140	451
MURSKA SOBOTA	3603	4014	411
NOVO MESTO	3656	4117	461
PORTOROŽ	/	4929	/
RATEČE	2557	2881	324
LJUBLJANA	3749	4237	488

V preglednici 7 vidimo, da je bil v obdobju P1 povprečen termalni čas od 2557 °C v Ratečah do 4356 °C v Biljah. Naslednja najvišja Vef je bila v Črnomlju, bila je 3904 °C. Maribor, Murska Sobota in Novo mesto so imeli zelo podobne vrednosti Vef, znašale so od 3603 °C do 3689 °C. Celje je imelo malenkost manjšo vrednost, ta je bila 3573 °C. Ljubljana je imela tretji najvišji termalni čas v obdobju P1 nad TP 0 °C, znašal je 3749 °C. V obdobju P2 so bile vrednosti višje kot v obdobju P1. Te so se gibale od 2281 °C v

Ratečah do 4929 °C v Portorožu. Malenkost manjša vrednost kot v Portorožu je bila v Biljah, 4748 °C. Črnomelj in Ljubljana sta imela vrednosti nad 4200 °C. V Murski Soboti, Novem mestu in Mariboru so bile Vef od 4014 °C do 4117 °C. Celje je imelo vrednosti pod 4000 °C, 3976 °C. Največje povečanje termalnega časa med obdobjem P1 in P2 je bilo v Ljubljani, to je znašalo v letni skali 488 °C. Kot je razvidno iz preglednice 7 je bilo pri večini krajev povečanje termalnega časa okoli 400 °C. Najmanjše povečanje je bilo v Ratečah, to je znašalo 324 °C. Povečanje termalnega časa je zelo pomembno za kmetijstvo. Segrevanje ozračja in povečanje vsote termalnega časa omogoča rastlinam dodatno toploto, pomembno za rast in razvoj rastlin. Lahko bi posadili ali posejali rastline, ki potrebujejo večjo vsoto temperatur za rast in razvoj. To bi bilo predvsem mogoče na višjih nadmorskih višinah, če bi sam teren to omogočal. Povečanje temperatur pa ne vpliva samo na kmetijske rastline, temveč tudi na plevela in razne škodljivce in bolezni. Dodatna količina toplote bi omogočila določenim škodljivcem, da hitreje zaključijo razvojni krog. S tem bi se lahko pojavilo več generacij škodljivcev v določenem časovnem obdobju. Bolezni rastlin bi se pa lahko zaradi povečanja količine toplote pojavile bolj zgodaj in ogrožale zdravje rastlin tudi v drugih razvojnih fazah. To bi pomenilo za pridelovalce rastlin, da bi morali spremeniti način setve oz. sajenja ali pa uvesti nove sorte rastlin. Spremenilo bi se tudi samo varstvo rastlin, predvsem zaradi tega, ker bi določene rastline hitreje dozorevale, s tem pa bi škodljivci ali pa bolezni lahko naredili veliko škodo na samem pridelku. Višje temperature omogočajo hitrejše dozorevanje rastlin in s tem možnost večkratnega sajenja rastlin in s tem povečanje količine pridelka.



Slika 14: Povprečen termalni čas za obdobji P1 in P2 nad TP 0 °C

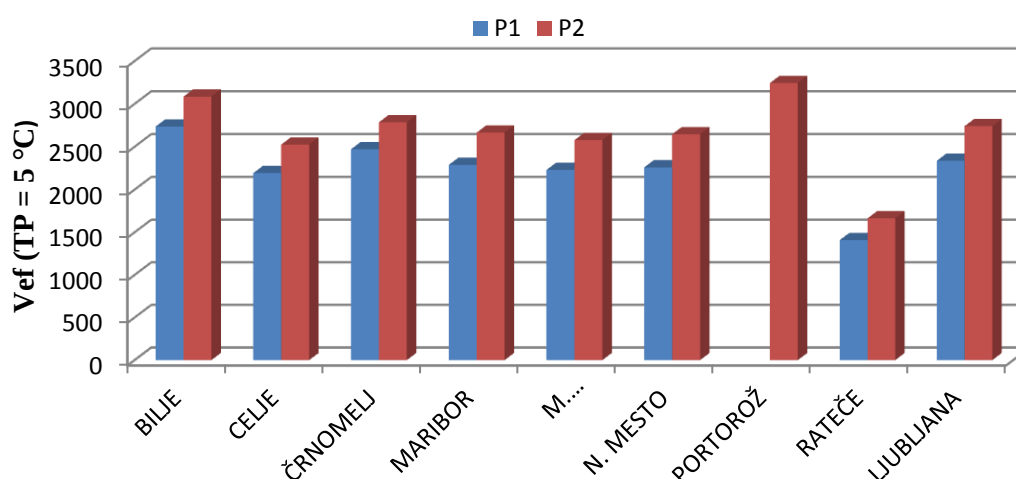
Na sliki 14 je prikazana vsota termalnega časa za obdobji P1 in P2 na posameznih postajah nad TP 0 °C. Zelo dobro je vidno povečanje vsote termalnega časa v obdobju P2 na vseh postajah. V prilogi D so prikazane še maksimalne, minimalne vrednosti in standardni odklon za obe obdobji za izbrane klimatološke postaje nad TP 0 °C.

Termalni čas nad TP 5 °C

Preglednica 8: Povprečen termalni čas za obdobji P1 in P2 nad TP 5 °C

V _{ef} (TP = 5 °C)			
POSTAJA	P1	P2	P2 – P1
BILJE	2735	3084	349
CELJE	2193	2525	332
ČRNOMELJ	2471	2786	315
MARIBOR	2288	2665	377
MURSKA SOBOTA	2230	2577	347
NOVO MESTO	2259	2645	386
PORTOROŽ	/	3243	/
RATEČE	1408	1664	256
LJUBLJANA	2337	2740	403

V preglednici 8 in sliki 15 so predstavljeni podatki za povprečen termalni čas nad TP 5 °C za obdobji P1 in P2. V obdobju P1 so se vsote gibale od najvišje 2735 °C v Biljah do najnižje 1408 °C v Ratečah. Celje, Maribor, Murska Sobota in Novo mesto so imeli vsote okoli 2200 °C. Višje V_{ef}, 2337 °C so bile v Ljubljani, ter 2471 °C v Črnomlju. V obdobju P2 so bile vsote termalnega časa od 1664 °C v Ratečah do 3243 °C v Portorožu. V_{ef} nad 3000 °C je bila v Biljah. V Celju in Murski Soboti so bile vsote temperatur malo nad 2500 °C. Vsoto nad 2600 °C sta imela Maribor in Novo mesto. Še višjo vsoto termalnega časa in sicer nad 2700 °C sta pa imela Črnomelj in Ljubljana. Največje letno povečanje vsote termalnega časa je bilo v Ljubljani in je znašalo 403 °C. Zelo se je povečala vsota tudi v Mariboru in Novem mestu, od 377 °C do 386 °C. Najmanjše povečanje je bilo v Ratečah, to je znašalo 256 °C.



Slika 15: Povprečen termalni čas za obdobji P1 in P2 nad TP 5 °C

Na sliki 15 vidimo povprečne vsote termalnega časa za obdobje P1 in P2 nad TP 5 °C. Iz slike je tudi razvidno povečanje vsote termalnega časa v obdobju P2 na vseh postajah. V prilogi E so prikazane še maksimalne, minimalne vrednosti in standardni odklon za obe obdobji za izbrane klimatološke postaje nad TP 5 °C.

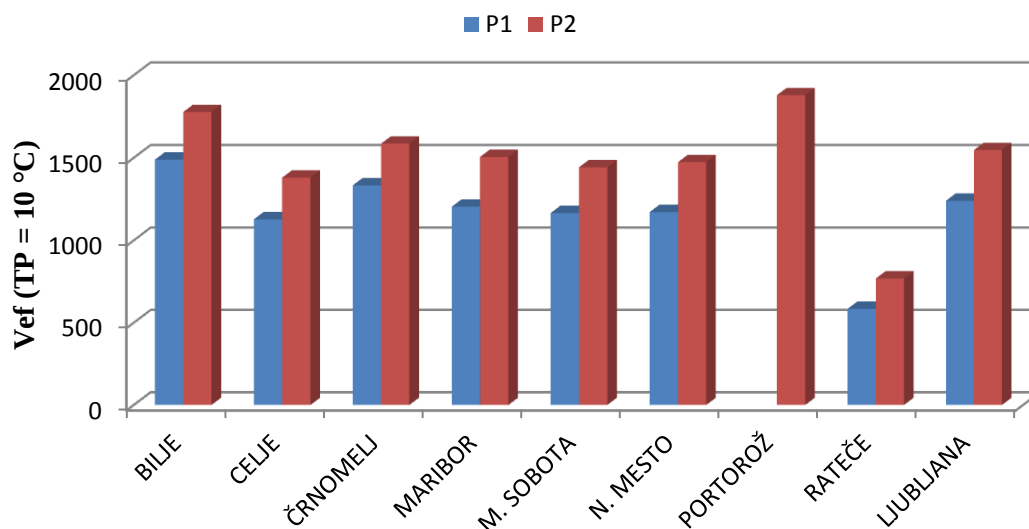
Termalni čas nad TP 10 °C

V preglednici 9 so predstavljene vrednosti Vef za obdobji P1 in P2 nad TP 10 °C za vse izbrane postaje. V obdobju P1 so se vsote temperatur gibale od 584 °C v Ratečah do 1489 °C v Biljah. Zelo visoka vsota je bila tudi v Črnomlju, ta je bila 1333 °C. Nad 1100 °C so bile vsote temperatur v Novem mestu, Murski Soboti in Celju. Vsoto nad 1200 °C sta imela pa Maribor in Ljubljana. V obdobju P2 so se Vef gibale od 769 °C v Ratečah do 1879 °C v Portorožu. Nad 1500 °C je bila vsota temperatur v Ljubljani, Mariboru in Črnomlju. V Celju je vsota temperatur znašala 1380 °C. Vef nad 1400 °C je bila v Murski Soboti in Novem mestu. Bilje je imelo zelo visoko vrednost Vef in je znašala 1777 °C. Tudi nad TP 10 °C je bilo povečanje vsote termalnega časa pri vseh obravnavanih postajah v drugem obdobju. Največje povečanje letne vsote je bilo v Ljubljani, to je znašalo 307 °C. Skoraj enako povečanje vsote je bilo v Mariboru (301 °C) in v Novem mestu (302 °C). Najnižje povečanje vsote med obdobjema P1 in P2 je bilo v Ratečah in je znašalo 185 °C. Na ostalih postajah se je povečanje vsote termalnega časa gibalo od 252 °C do 288 °C. Vsa ta povečanja vsote so lahko posledica globalnega povečanja temperatur zraka, v Ljubljani pa je to lahko tudi posledica povečanja mesta.

Preglednica 9: Povprečen termalni čas za obdobji P1 in P2 nad TP 10 °C

Vef (TP = 10°C)			
POSTAJA	P1	P2	P2 – P1
BILJE	1489	1777	288
CELJE	1128	1380	252
ČRNOMELJ	1333	1586	253
MARIBOR	1204	1505	301
MURSKA SOBOTA	1166	1443	277
NOVO MESTO	1172	1474	302
PORTOROŽ	/	1879	/
RATEČE	584	769	185
LJUBLJANA	1240	1547	307

Na sliki 16 je predstavljena vrednost termalnega časa za obdobji P1 in P2 na posameznih postajah nad TP 10 °C. Na slikah 14, 15 in 16 je zelo dobro vidno povečanje termalnega časa v zadnjem obravnavanem obdobju. V prilogi F so prikazane še maksimalne, minimalne vrednosti in standardni odklon za obe obdobji za izbrane klimatološke postaje nad TP 10 °C.



Slika 16: Povprečen termalni čas za obdobji P1 in P2 nad TP 10 °C

4.4.2 Trend termalnega časa

Izračunali smo linearni trend povečanja vsote termalnega časa za posamezne postaje nad TP 0, 5 in 10 °C. Prav tako smo izračunali še determinacijski koeficient (R^2) in določili statistično značilnost (p). Trendi so za celotno obdobje, opisano v poglavju 3.1.1.

4.4.2.1 Trend termalnega časa za TP 0 °C

Preglednica 10: Trend termalnega časa, izražen v °C/10 let, determinacijski koeficient (R^2) in statistična značilnost za TP 0 °C

KRAJ	TREND (°C / 10 let)	R^2	Statistična značilnost
Bilje	113,6	0,45	***
Celje	103,7	0,50	***
Črnomelj	83,7	0,30	***
Ljubljana	123,5	0,57	***
Maribor	121,9	0,60	***
Novo mesto	114,1	0,50	***
Rateče	76,5	0,43	***
Portorož	167,3	0,32	**
Murska Sobota	99,6	0,44	***

Statistična značilnost: $p < 0,001$ *** / $p < 0,01$ **

V preglednici 10 vidimo trend povečanja vsote termalnega časa, izražen v °C/10 let nad TP 0 °C. Največje povečanje vsote termalnega časa je bilo v Portorožu. Na deset let se je vsota termalnega časa povečala za 167,3 °C pri $p < 0,01$. Najnižji trend povečanja vsote termalnega časa je bil v Ratečah, znašal je 76,5 °C/10 let. Ljubljana in Maribor sta imela trend termalnega časa okoli 102 °C/10 let.

Malenkost manj sta imela Bilje in Novo mesto. Tam je bil trend približno 114 °C/10 let. Trend je pri vseh postajah močno statistično značilen *** ($p < 0,001$). Portorož ima zelo kratek niz (1988-2015), trend je vseeno statistično značilen ** ($p < 0,01$).

4.4.2.2 Trend termalnega časa za TP 5 °C

Preglednica 11: Trend termalnega časa, izražen v °C/10 let, determinacijski koeficient (R^2) in statistična značilnost za TP 5 °C

KRAJ	TREND (°C /10 let)	R^2	Statistična značilnost
Bilje	108,0	0,50	***
Celje	85,8	0,56	***
Črnomelj	73,1	0,35	***
Ljubljana	102,1	0,60	***
Maribor	100,1	0,64	***
Novo mesto	95,5	0,55	***
Rateče	61,6	0,46	***
Portorož	152,6	0,35	**
Murska Sobota	83,2	0,48	***

Statistična značilnost: $p < 0,001$ *** / $p < 0,01$ **

V preglednici 11 so prikazani trendi termalnega časa (v °C/10 let) po posameznih postajah nad TP 5 °C. Največji trend povečanja vsote termalnega časa je bil podobno kot pri TP 0 °C v Portorožu. Tu je obravnavano samo zadnje obdobje (1988-2015), ko so te spremembe velike. Vsakih deset let se je vsota povečala za približno 152 °C. Statistična značilnost je bila 0,01. Ljubljana, Maribor in Bilje so imeli trend nad 100 °C/10 let, pri statistični značilnosti 0,001. Najnižji trend je bil v Ratečah, kjer je znašal je 61,6 °C/10 let. Murska Sobota, Novo mesto, Črnomelj in Celje so imeli trend od 73,1 °C/10 let do 95,5 °C/10 let.

4.4.2.3 Trend termalnega časa za TP 10 °C

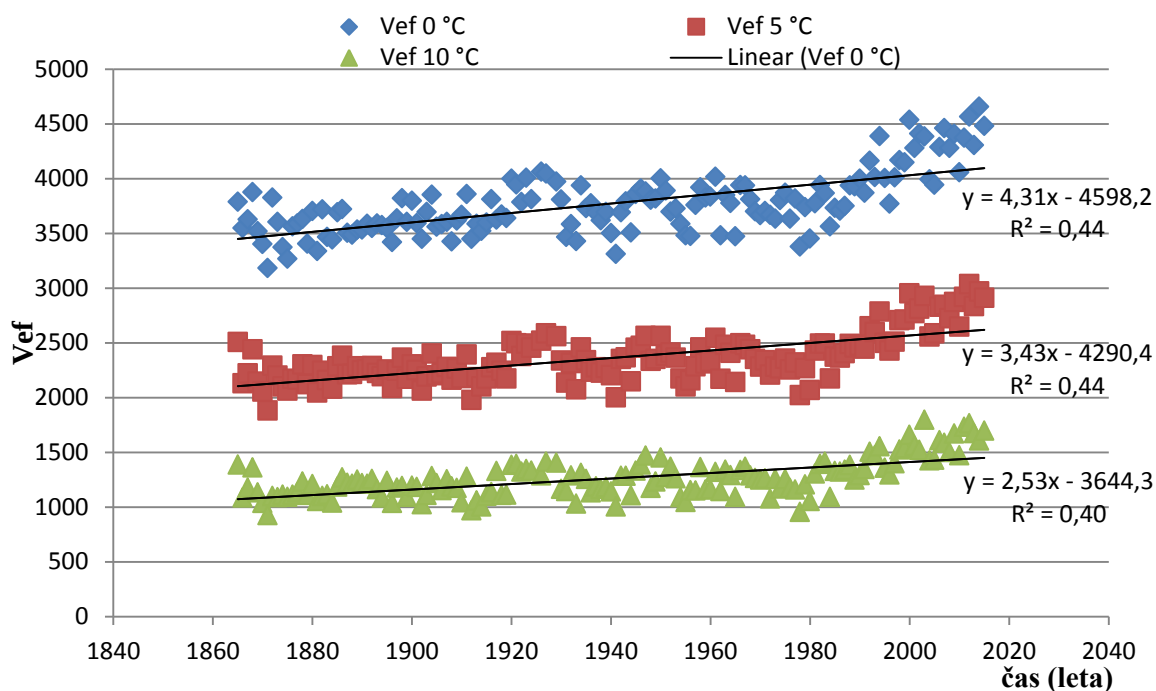
Preglednica 12: Trend termalnega časa, izražen v °C/10 let, determinacijski koeficient (R^2) in statistična značilnost za TP 10 °C

KRAJ	TREND (°C/10 let)	R^2	Statistična značilnost
Bilje	88,2	0,49	***
Celje	64,8	0,56	***
Črnomelj	58,5	0,35	***
Ljubljana	78,6	0,58	***
Maribor	78,5	0,62	***
Novo mesto	74,4	0,55	***
Rateče	43,3	0,43	***
Portorož	103,3	0,30	**
Murska Sobota	65,2	0,46	***

Statistična značilnost: $p < 0,001$ *** / $p < 0,01$ **

V preglednici 12 vidimo trend za posamezne postaje nad TP 10 °C. Najvišji trend je bil v Portorožu, kar je zopet posledica kratkega obdobja. Na deset let se je vsota termalnega časa

tam povečala za 103,3 °C. Trend je bil statistično značilen pri $p < 0,01$. Na ostalih postajah je bil trend statistično značilen pri $p < 0,001$. Najmanjši trend je bil v Ratečah in je znašal 43,3 °C/10 let. Celje in Murska Sobota sta imela zelo podoben trend, bil je okoli 65 °C/10 let. Ljubljana, Maribor sta imela trend okoli 78 °C/10 let. V Novem mestu je bil malenkost manjši, znašal je 74,4 °C/10 let. V Biljah je bil trend približno 88 °C, v Črnomlju pa 58 °C/10 let. Pri vseh postajah z izjemo Portoroža je bil trend močno statistično značilen pri $p < 0,001$.



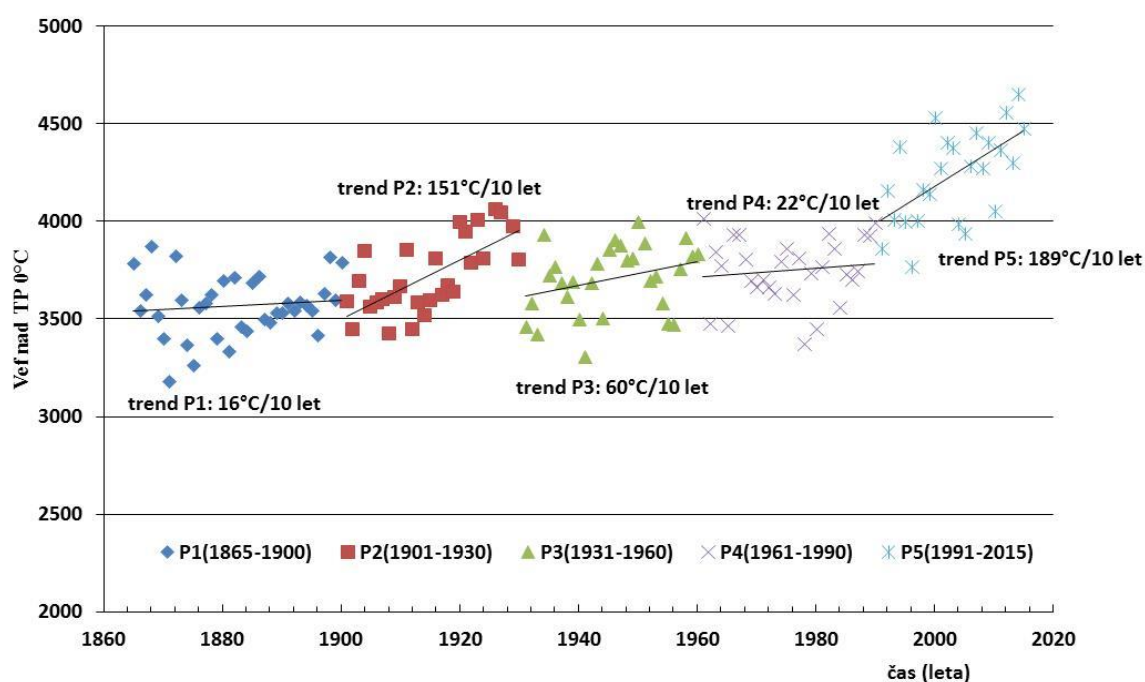
Slika 17: Termalni čas in linearni trend termalnega časa za Ljubljano nad TP 0 °C, 5 °C in 10 °C

Slika 17 prikazuje termalni čas za Ljubljano nad izbranimi TP in linearni trend termalnega časa. Trendi ostalih krajev so prikazani v prilogah A, B in C. Na vseh je dobro vidno povečanje termalnega časa v zadnjem obdobju.

4.4.2.4. Trend termalnega časa za Ljubljano po obdobjih

Na sliki 18 vidimo trend termalnega časa za Ljubljano po obdobjih nad TP 0 °C. Najvišje spremembe so vidne v zadnjem obdobju, kar je posledica vse večjih temperatur zraka v zadnjem obdobju. Po podatkih ameriške uprave za ozračje in oceane (NOAA, 2016) je bilo od leta 1880 do danes globalno gledano leto 2015 najtoplejše, temperaturni rekordi pa veljajo tudi za Slovenijo (ARSO, 2016). Povečanje temperatur je lahko tudi posledica povečanja mesta. Merilna postaja je v samem centru mesta, kar prav tako lahko vpliva na vsoto temperatur. Prav zato je tudi trend termalnega časa v zadnjem obdobju zelo izrazit in termalni čas vedno večji. Za kmetijstvo to pomeni večje možnosti gojenja rastlin z večjimi potrebami po toploti. Posledično tudi gojenje rastlin, ki dozorevajo hitreje, kar bi

omogočilo večjo konkurenco na trgu pri prodaji samih pridelkov. Pridelki, ki se sedaj uvažajo iz drugih držav, bi se potem lahko gojili doma. Povečanje Vef ima velik vpliv tudi na fenološki razvoj rastlin. Črepinškova in sod. (2005) so ugotovili, da povečevanje temperatur zraka spomladi vpliva na zgodnejše cvetenje in olistanje, rastline pa so na temperaturne spremembe različno občutljive.



Slika 18: Trend termalnega časa za Ljubljano po obdobjih nad TP 0 °C

4.5 TERMALNI ČAS ZA LJUBLJANO ZA OBDOBJE 1865 – 2015

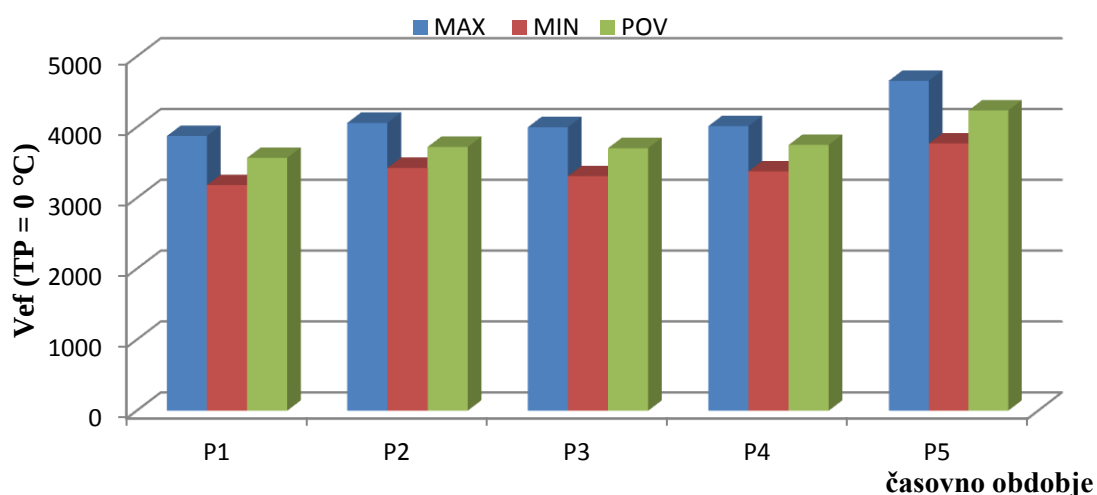
Preglednica 13: Povprečne (POV), minimalne (MIN) in maksimalne (MAX) vrednosti termalnega časa ter standardni (SD) odklon za Ljubljano za obdobje 1865 – 2015, po obdobjih (P1, P2, P3, P4, P5) za TP 0 °C, 5 °C in 10 °C

POSTAJA / TEM. PRAG	VREDNOST	P1 (1865-1900)	P2 (1901-1930)	P3 (1931-1960)	P4 (1961-1990)	P5 (1991-2015)
LJUBLJANA/ TP 0°C	POV	3567	3722	3705	3750	4237
	MIN	3183	3426	3310	3377	3770
	MAX	3876	4062	4001	4016	4657
	SD	158	190	176	168	235
LJUBLJANA/ TP 5°C	POV	2211	2299	2303	2344	2740
	MIN	1882	1978	2001	2020	2428
	MAX	2505	2586	2563	2545	3035
	SD	120	159	139	137	174
LJUBLJANA/ TP 10°C	POV	1155	1206	1219	1245	1547
	MIN	924	969	1005	954	1297
	MAX	1387	1414	1468	1412	1796
	SD	93	131	119	112	133

V preglednici 13 so prikazane minimalne, maksimalne in povprečne vrednosti termalnega časa za Ljubljano, za obdobje od 1865 do 2015, ki je razdeljeno na 5 časovnih obdobj, prikazan je tudi standardni odklon.

4.5.1 Termalni čas za Ljubljano nad TP 0 °C

V preglednici 13 vidimo, da so bile najvišje povprečne vsote termalnega časa v Ljubljani za TP 0 °C v obdobju P5 in so znašale 4237 °C. Najnižje so bile v obdobju P1 in so znašale 3567 °C. Najvišja maksimalna vrednost termalnega časa je bila v obdobju P5 in je znašala 4657 °C. Najnižja maksimalna vrednost je bila v obdobju P1, znašala je 3876 °C. Obdobja P2, P3 in P4 so imela zelo podobne maksimalne vrednosti termalnega časa, te so znašale malo nad 4000 °C. Najnižja minimalna vrednost termalnega časa je bila v obdobju P1 in je znašala 3183 °C. Najvišja minimalna vrednost pa je bila v obdobju P5, znašala je 3770 °C.



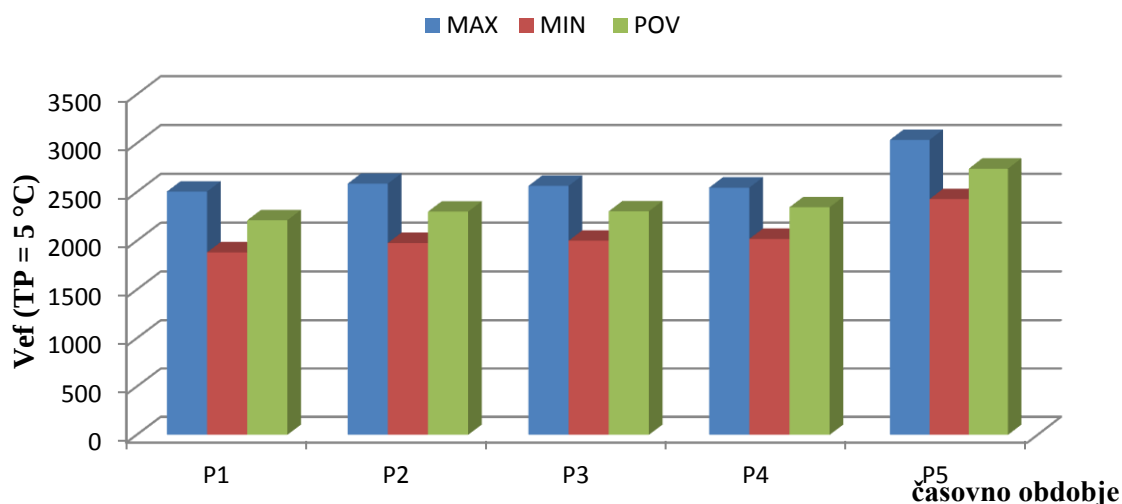
Slika 19: Povprečen, minimalen, maksimalen termalni čas za različna časovna obdobja za Ljubljano nad TP 0 °C

Na sliki 19 so prikazane minimalne, maksimalne in povprečne vrednosti termalnega časa za Ljubljano po posameznih časovnih obdobjih nad TP 0 °C. Vidno je enakomerno povečanje Vef med obdobji. Najvišje vrednosti so v zadnjem obdobju (P5), kar je posledica vse večjih temperatur ozračja. Po raziskavah NOAA (2016) je bilo leto 2015 najtoplejše leto od leta 1880. Razlika termalnega časa med obdobjem P1 in P5 je 670 °C. Obdobja P2, P3 in P4 so med seboj zelo podobna. Povprečne vrednosti Vef so se gibale od 3705 °C do 3750 °C.

4.5.2 Termalni čas za Ljubljano nad TP 5 °C

V preglednici 13 vidimo, da je bila najvišja povprečna vrednost termalnega časa za Ljubljano nad TP 5 °C v obdobju P5 in je znašala 2740 °C. Najnižja povprečna vrednost je bila v obdobju P1, znašala je 2211 °C. V obdobjih P2, P3 in P4 so bile povprečne vrednosti

od 2299 °C do 2344 °C. Maksimalne vrednosti so se gibale od 2505 °C v obdobju P1 do 3035 °C v obdobju P5. V obdobjih P2, P3 in P4 so bile maksimalne vrednosti od 2545 °C do 2586 °C. Minimalna vrednost je bila najvišja v obdobju P5 in je znašala 2428 °C. Najnižja minimalna vrednost pa je bila v obdobju P1 in je znašala 1882 °C.

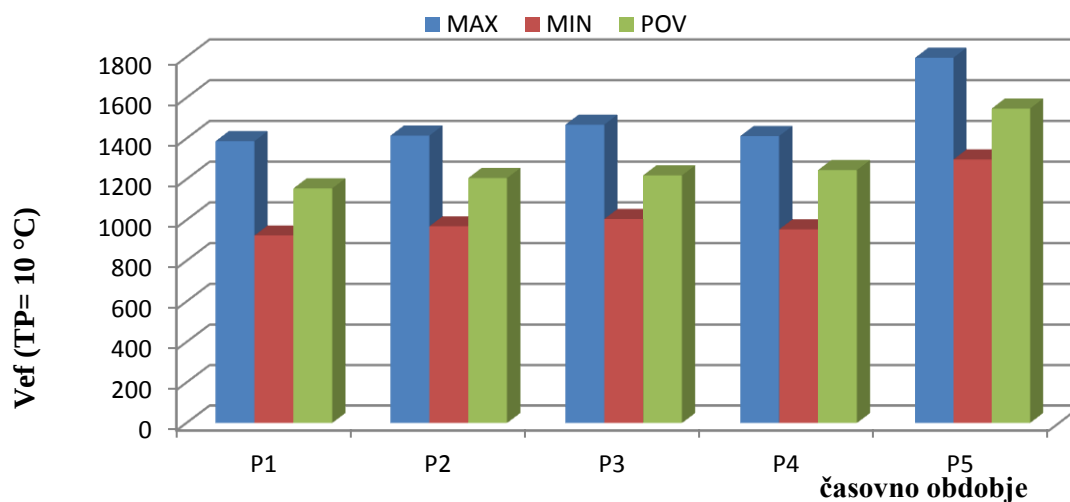


Slika 20: Povprečen, maksimalen in minimalen termalni čas za različna časovna obdobja za Ljubljano nad TP 5 °C

Slika 20 prikazuje minimalne, maksimalne in povprečne vrednosti termalnega časa v Ljubljani po obdobjih nad TP 5 °C. Podobno kot pri termalnem času nad TP 0 °C je tudi opazno povečanje Vef v zadnjem obravnavanem obdobju. Razlika vsote povprečnih vrednosti termalnega časa med obdobjem P1 in P5 znaša 529 °C. To pomeni za kmetijstvo, da imajo rastline 529 °C več na voljo za rast in razvoj kot v začetnem obravnavanem obdobju nad TP 5 °C. Dodatna količina toplote omogoča, da rastlina hitreje zaključi določeno fazo razvoja, s tem tudi prej dozori. Žust (1994) je že ugotavljala, da povečanje količine toplote pospešuje razvoj medfaznih obdobj pri vinski trti.

4.5.3 Termalni čas za Ljubljano nad TP 10 °C

V preglednici 13 vidimo, da so se povprečne vrednosti termalnega časa nad TP 10 °C gibale od 1155 °C v obdobju P1 do 1547 °C v obdobju P5. Obdobja P2, P3 in P4 so imela vrednosti med seboj zelo podobne. Znašale so nekaj nad 1200 °C. Maksimalna vrednost termalnega časa nad TP 10 °C je znašala 1796 °C v obdobju P5. Najnižja pa je bila v obdobju P1, znašala je 1387 °C. Podobno kot pri povprečnih vrednostih so bile tudi maksimalne vrednosti v obdobjih P2, P3 in P4 zelo podobne. Znašale so malenkost nad 1400 °C. Najnižja minimalna vrednost je bila v obdobju P1 in je znašala 924 °C. Najvišja minimalna pa je bila v obdobju P5 in je znašala 1297 °C. Druga najvišja minimalna vrednost pa je bila v obdobju P3, znašala je 1005 °C.



Slika 21: Povprečen, maksimalen in minimalen termalni čas za različna časovna obdobja za Ljubljano nad TP 10 °C

Na sliki 21 so prikazane maksimalne, minimalne in povprečne vrednosti termalnega časa v Ljubljani nad TP 10 °C. Kot pri sliki 19 in 20 je tudi tu vidno povečanje termalnega časa v zadnjem obravnavanem obdobju. Vse to je lahko posledica globalnega segrevanja ozračja, ali pa posledica povečanja mesta. Merilna postaja Ljubljana je v centru mesta, kjer pa so temperature lahko malenkost višje zaradi vpliva stavb, asfaltnih in betonskih površin ter manj vegetacije in vodnih površin. V obdobju P5 je povprečen termalni čas nad TP 10 °C glede na obdobje P1 za okrog 400 °C višji. Po podatkih v literaturi (Jabolčni zavijač ..., 2012) pričenejo z uporabo zaviralcev razvoja proti prvi generaciji jabolčnega zavijača, ko termalni čas doseže vsoto 250 °C nad TP 10 °C, ostalih dotikalnih insekticidov pri 300 °C, prva generacija zaključi razvoj pri 650 °C. Povečanje termalnega časa za 400 °C pomeni torej, da moramo z uporabo zaščitnih sredstev pričenjati prej in da je potrebnih več ponovitev. Jabolčni zavijač ima pri nas dva rodova letno, strokovnjaki pa napovedujejo, da se bo zaradi visokih temperatur lahko pojavil tudi tretji rod (Matis in sod., 2007).

5 SKLEPI

Z analizo termalnega časa za 9 klimatološko različnih lokacij po Sloveniji smo želeli ugotoviti, kako se le ta spreminja časovno in lokacijsko. Prišli smo do naslednjih sklepov:

- Povprečne vrednosti termalnega časa nad temperaturnim pragom (TP) 0 °C so se gibale od 2676 °C v Ratečah do 4998 °C v Portorožu. Maksimalne vrednosti so se gibale od 3102 °C v Ratečah do 5447 °C v Portorožu. Minimalne vrednosti pa so bile od 2144 °C v Ratečah do 4624 °C v Portorožu. Pri vseh izračunih termalnega časa se kaže vpliv podnebja in nadmorske višine.
- Nad TP 5 °C so bile povprečne vrednosti termalnega časa od 1502 °C Ratečah do 3287 °C v Portorožu. Minimalne vrednosti termalnega časa so se gibale od 1077 °C v Ratečah do 2969 °C v Portorožu. Maksimalne pa prav tako v Ratečah od 1844 °C pa do 3640 °C v Portorožu.
- Povprečne vrednosti termalnega časa nad TP 10 °C so bile od 652 °C Ratečah do 1903 °C v Portorožu. Maksimalne vrednosti termalnega časa so se gibale od 965 °C v Ratečah do 2171 °C v Portorožu. Minimalne vrednosti termalnega časa pa so bile od 361 °C v Ratečah do 1619 °C v Portorožu.
- Časovna analiza termalnega časa v Ljubljani za dolgoletni niz (1865-2015) je pokazala, da se termalni čas postopoma povečuje. V primerjavi z začetnim obdobjem se je nad TP 0 °C termalni čas povečal za 670 °C, nad TP 5 °C se je povečal za 529 °C in nad TP 10 °C za 392 °C.
- Časovna analiza termalnega časa je pokazala povečanje termalnega časa v zadnjem obravnavanem obdobju pri vseh obravnavanih krajih. Pri izračunih nad vsemi izbranimi TP je bilo največje povečanje termalnega časa v Ljubljani, kar je lahko delno posledica povečanja mesta, delno pa globalno višanje temperatur zraka.
- Trend termalnega časa je pri vseh TP in vseh obravnavanih krajih pozitiven in močno statistično značilen pri $p < 0,001$; razen za Portorož pri $p < 0,01$, kjer je niz podatkov krajši (1988-2015).
- Ugotovili smo, da se povečuje količina toplote, ki jo imajo rastline na voljo. Za kmetijstvo to pomeni, da bo potrebno prilagoditi način sajenja in saditve rastlin. Večja količina toplote bo vplivala tudi na hitrejše dozorevanje rastlin in s tem možnost večkratnega sajenja oz. saditve rastlin. Spremeniti bo treba tudi varstvo rastlin in način obdelave tal, kajti povečanje količine toplote vpliva tudi na razvoj plevelov, bolezni in škodljivcev.

6 POVZETEK

Rastline za svojo rast in razvoj potrebujejo določeno količino toplote. V agrometeorologiji lahko temperaturne razmere na določeni lokaciji podamo s temperaturnimi vsotami. Od količine temperaturnih vsot oz. časa, ko je dosežena določena temperaturna vsota, pa je odvisna tudi kvaliteta pridelka. S povečanjem temperaturnih vsot se bo spremenila dolžina rastne dobe, s tem pa tudi čas dozorevanja pridelkov.

Z našo raziskavo smo želeli ugotoviti, kako se vsota temperatur razlikuje med posameznimi kraji v Sloveniji, ter kako se časovno spreminja. Za analizo smo vzeli 9 klimatološko različnih krajev v Sloveniji (Bilje, Celje, Črnomelj, Rateče, Portorož, Ljubljana, Maribor, Murska Sobota in Novo mesto) ter različno dolga časovna obdobja. Iz arhiva ARSO (Agencije republike Slovenije za okolje) smo pridobili podatke za povprečne dnevne temperature, s pomočjo katerih smo izračunali termalni čas za izbrane kraje in obdobja. Termalni čas smo izračunali nad temperaturnim pragom 0 °C, 5 °C in 10 °C. V raziskavi smo poskušali dokazati hipotezo, da se termalni čas med kraji razlikuje, da obstaja velika medletna variabilnost, ter hipotezo, da se v zadnjih letih termalni čas povečuje.

S pomočjo podatkov smo dokazali, da so se vrednosti termalnega časa nad izbranimi temperaturnimi pragi med kraji razlikovale. Nad temperaturnim pragom 0 °C je bila najvišja povprečna vrednost termalnega časa v Portorožu, kjer je obalno submediteransko podnebje, najnižja pa v Ratečah, kjer je nižje gorsko podnebje. Razlika povprečnih vrednosti termalnega časa med Portorožem in Ratečami je bila 2322 °C. Razlike v vsoti temperatur med določenimi kraji so kar velike, kar je predvsem vpliv nadmorske višine kraja in različnega podnebja. Med ostalimi kraji, kjer ni tako velike razlike v nadmorski višini in podnebju, so razlike manjše. Tako je npr. razlika povprečnih vrednosti termalnega časa med Celjem in Ljubljano nad temperaturnim pragom 0 °C le 54 °C. Podobno je z vrednostmi termalnega časa nad temperaturnim pragom 5 °C in 10 °C. Za časovno analizo smo obravnavano obdobje razdelili na dve obdobji, P1 in P2. P1 traja približno od 1948-51 do 1990, ter P2 od 1991-2015. Ljubljano smo zaradi zelo dolgega obravnavanega obdobja razdelili na 5 obdobji, P1 (1865-1900), P2 (1901-1930), P3 (1931-1960), P4 (1961-1990) in P5 (1991-2015). Z izračuni smo dokazali, da je bila v zadnjih dekadah večja vrednost termalnega časa. Ugotovili smo, da je v vseh krajih trend termalnega časa pozitiven. Znaša od 43 °C/10 let v Ratečah do 123 °C/10 let v Ljubljani, za celotno obdobje nad TP 0 °C. Trend je izrazitejši v zadnjem obdobju, v Ljubljani je bil v obdobju P5 trend 189 °C/10 let nad TP 0 °C.

Sprememba termalnega časa oz. povečanje količine toplote ima velik vpliv na kmetijstvo. Večje količine toplote podaljšajo vegetacijsko dobo rastlin, hkrati pa omogočajo hitrejšo dozorevanje rastlin. Rastlina potrebuje manj časa za prehod iz ene razvojne faze v drugo. S tem se skrajša sama rastna doba rastlin. Hitrejšo dozorevanje pa ima tudi vpliv na kvaliteto pridelka. Če se bo vsota temperatur še naprej postopoma zviševala, bo možno sajenje rastlin na višjih nadmorskih višinah, če bo teren to omogočal. V kmetijstvu bodo potrebne spremembe na področju kolobarjenja in uvajanja novih sort rastlin. Ker pa dvig temperatur ne vpliva samo na rastline, temveč tudi na razvoj bolezni, plevelov in škodljivcev, bo tudi na tem področju potrebno nekaj sprememb glede uporabe dosedanjih kmetijskih praks.

7 VIRI

- Arhiv meteoroloških podatkov Agencije republike Slovenije za okolje. 2016. Podatki za obdobje 1865-2015. Ljubljana. Agencija republike Slovenije za okolje (izpis iz baze podatkov)
- ARSO: Agencija Republike Slovenije za okolje. 2016.
<http://www.arso.gov.si/> (12.6.2016)
- Črepišek Z. 2002. Napovedovanje fenološkega razvoja rastlin na osnovi agrometeoroloških spremenljivk v Sloveniji. Doktorsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 136 str.
- Črepišek Z., Kajfež – Bogataj L., Bergant K. 2005. Modelling of weather variability effect on fitophenology. *Ecological Modeling*, 194: 256-265
- Črnagoj N. 2008. Nastopi izbranih temperaturnih pragov v Sloveniji. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 40 str.
- Dečman M. 1995. Analiza temperaturnih vsot v Sloveniji z vidika klimatskih nihanj. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 67 str.
- Degree – days. 2014.
<http://ipm.ucanr.edu/WEATHER/ddconcepts.html> (12.6. 2016)
- Delahaut K. 2003. Insects. V: Phenology: An integrative environmental science. Schwartz M. (ur.). Kluwer Academic Publishers: 405-419
- Ferlež Rus A., Leskovšek L. 2009. Spremljanje jabolčnega zavijača (*Cydia pomonella* L.) na območju Celjske regije. *Hmeljarski bilten*, 16: 91-97
- Gomboc S. 2000. Jabolčni zavijač – *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758)
http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=OrgCirs\OpisiSkod\vsi/cyd_pomo.htm
(12.6. 2016)
- Gregorc F. 2008. Poslovna informatika s statistiko. Ljubljana, Zavod IRC: 61 str.
http://www.impletum.zavodirc.si/docs/Skriti_dokumenti/Poslovna_informatika_s_statistiko-Gregorc_2.pdf
(12.6.2016)
- Jablanov škrlup (*Venturia inaequalis*). 2012.
<http://www.agroruse.si/sadno-drevje/jablane/bolezni/> (12.6. 2016)
- Jabolčni zavijač (*Laspeyresia pomonella*). 2012.
<http://www.agroruse.si/sadno-drevje/jablane/skodljivci/> (22.8.2016)

- Jelen L.G. 2011. Fenološki razvoj izbranih rastlinskih vrst in škodljivih metuljev (Lepidoptera) kot kazalec temperaturnih razmer in njihove spremenljivosti v Sloveniji. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 103 str.
- Kajfež - Bogataj L. 2003. Predvidene klimatske spremembe v Sloveniji in njihov vpliv na rastlinske bolezni in škodljivce. V: Zbornik predavanj in referatov 6. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Zreče: 339-345
- Kajfež – Bogataj L., Črepinšek Z. 2003. Možni vplivi spremenjene klime na kmetijstvo. V: Ranljivost Slovenskega kmetijstva in gozdarstva na podnebno spremenljivost in ocena predvidenega vpliva. Zupančič B. (ur.). Ljubljana, ARSO: 47-72
<http://www.arso.gov.si/vreme/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/ranljivost.pdf>
(12.6.2016)
- Kajfež – Bogataj L. 2005. Podnebne spremembe in ranljivost kmetijstva. Acta agriculturae Slovenica, 85: 25-40
- Košmelj K. 2007. Uporabna statistika. 2. dopolnjena izdaja. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 239 str.
- Matis G., Mešl M., Miklavc J., Matko B. 2007. Ekologija jabolčnega zavijača (*Cydia pomonella* Linnaeus, 1758) v severovzhodni Sloveniji. V: Zbornik predavanj in referatov 8. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Radenci. Maribor, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor: 179-184
- Nadbath M. 2015. Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961-2011. 1, Meteorološka opazovanja I. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje: 194 str.
- NOAA National Centers for Environmental Information, State of the Climate: Global Analysis for Annual 2015. 2016.
<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201513> (16.8.2016)
- Ogrin D. 2004. Vreme in podnebje. V: Narava Slovenije. Bat M. (ur.). Ljubljana, Mladinska knjiga: 73-101
- Ogris N. 2014. Spremljanje ulova osmerozobega smrekovega lubadarja v kontrolnih pasteh v Sloveniji v 2014: ocena prenamnožitve populacije na ravni posamezne pasti.
http://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=16 (12.6. 2016)
- Osmerozobi smrekov lubadar (taksonomija). 2016.
<http://www.zdravgozd.si/prirocnik/zapis.aspx?idso=521> (12.6. 2016)
- Ovsenik–Jeglič T. 2003. Stopinjski dnevi in trajanje kurilne sezone. V: Meritve, spremljanje in prikazi podnebnih razmer v Sloveniji. Cegnar T. (ur.). Ljubljana, Agencija RS za okolje: 20

Peronospora vinske trte (*Plasmopara viticola*). 2012.

<http://www.agroruse.si/vinska-trta/bolezni/> (12.6. 2016)

Rousteenoja K., Räisänen J., Pirinen P. 2010. Projected changes in thermal seasons and the growing season in Finland. *International Journal of Climatology*, 31:1473-1487

Snyder L. R., Spano D., Duce P. 2003. Weather station siting, Effects on Phenological Models V: Phenology: An integrative enviromental science. Schwartz M. (ur.). Kluwer Academic Publishers: 345-361

Šadl M. 2008. Statistika. Ljubljana, Zavod IRC: 118 str.

http://www.scpet.net/vss/xinha/plugins/ExtendedFileManager/demo_images/egradiva/Statistika-Sadl.pdf (12.6.2016)

Vitasse Y., Bresson C.C., Kremer A., Michalet R., Delzon S. 2010. Quantifying phenological plasticity to temperature in two temperate tree species. *Functional Ecology*, 24: 1211-1218

Zalom F.G., Goodell P.B., Wilson L.T., Barnett W.W., Bentley W.J. 1983. Degree – days: The calculation and use of heat units in pest management.
https://www.researchgate.net/publication/262337197_Degree-Days_the_Calculation_and_Use_of_Heat_Units_in_Pest_Management_University_of_California_Division_of_Agriculture_and_Natural_Resources_Leaflet_21373
(12.6.2016)

Žust A. 1994. Zveza med dolžinami medfaznih obdobj vinski trte (*Vitis vinifera*) in vsotami temperatur nad izbranimi temperaturnimi pragovi v Sloveniji. Hidrometeorološki zavod RS, Ljubljana, 41-50

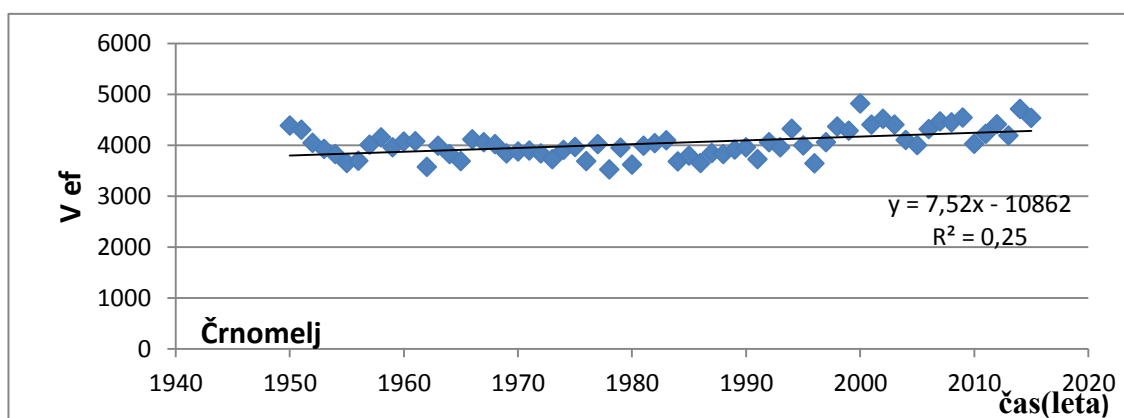
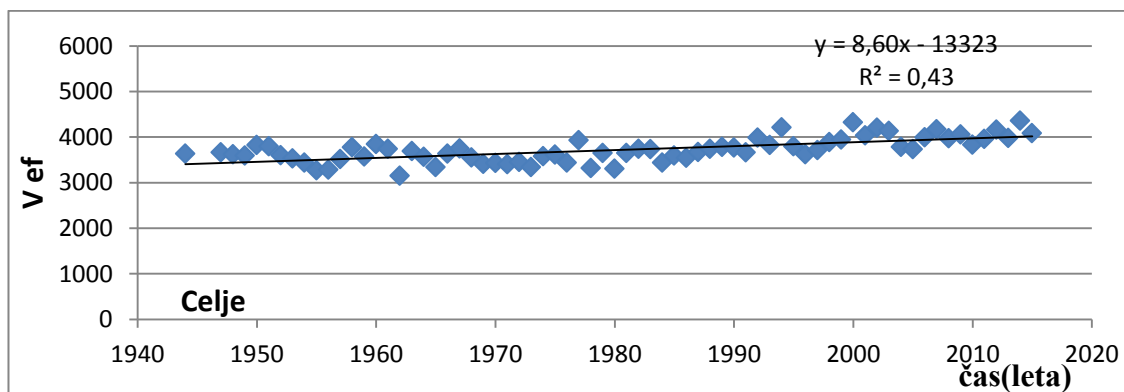
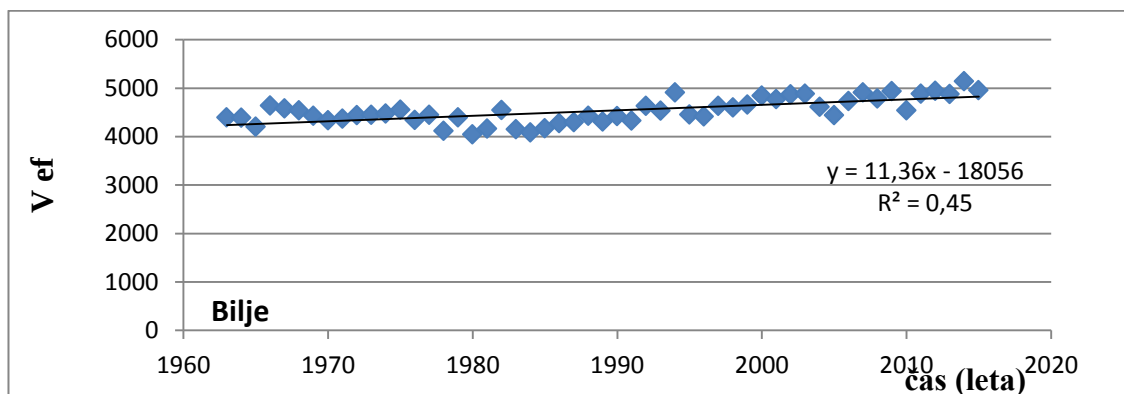
ZAHVALA

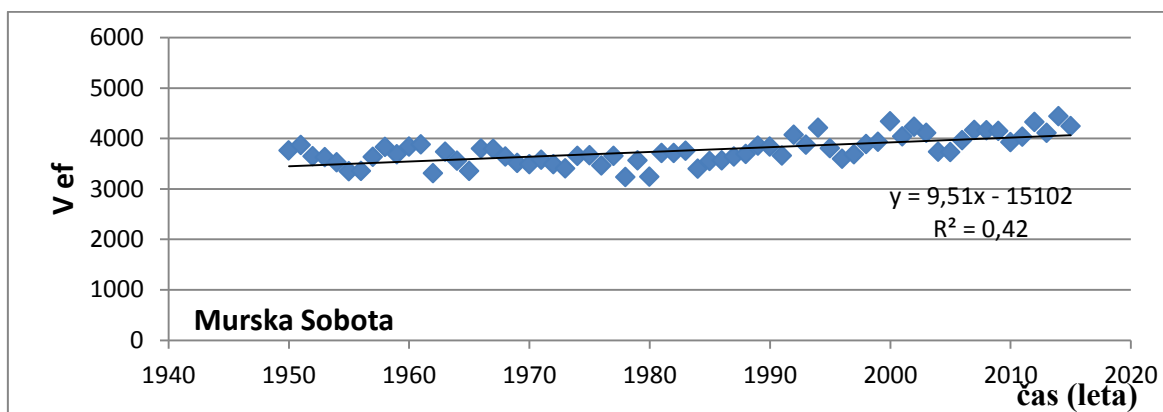
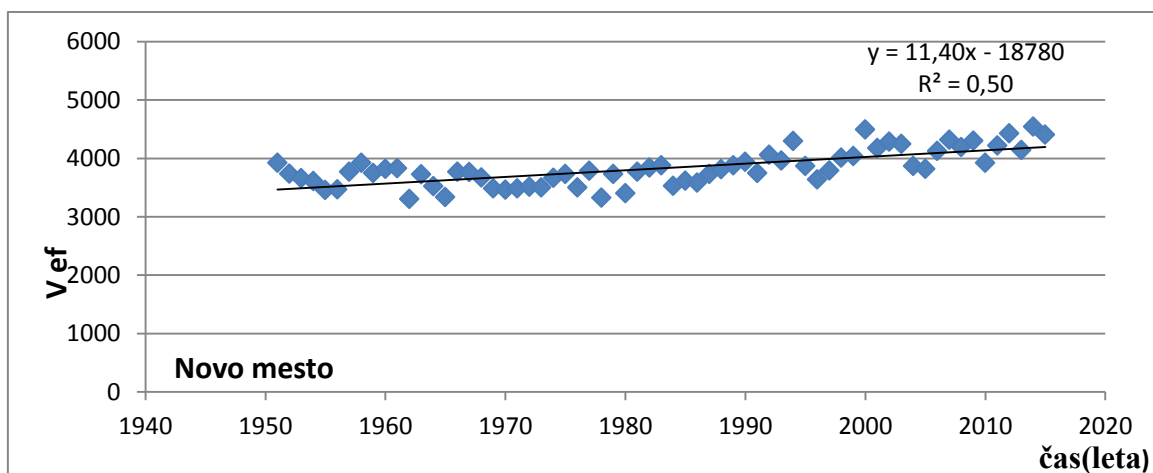
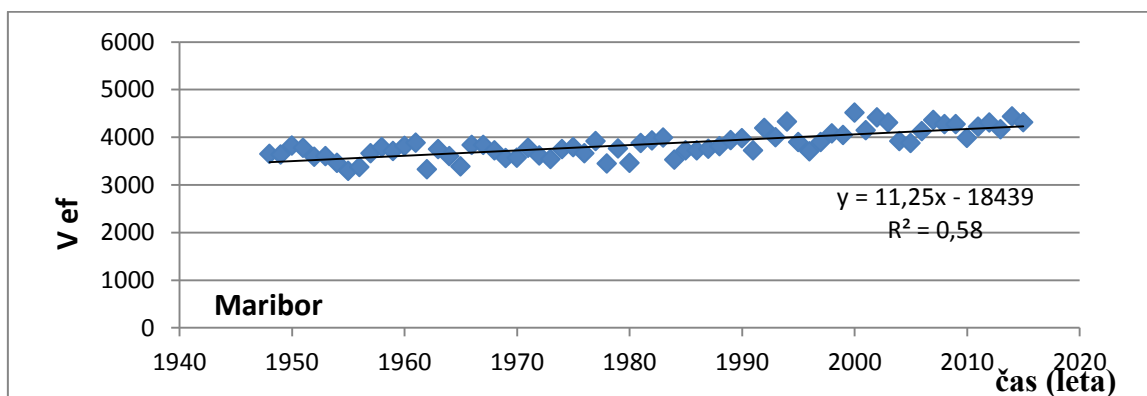
Zahvaljujem se mentorici doc. dr. Zaliki Črepinšek za strokovno pomoč, nasvete in spodbudo pri izdelavi diplomske naloge.

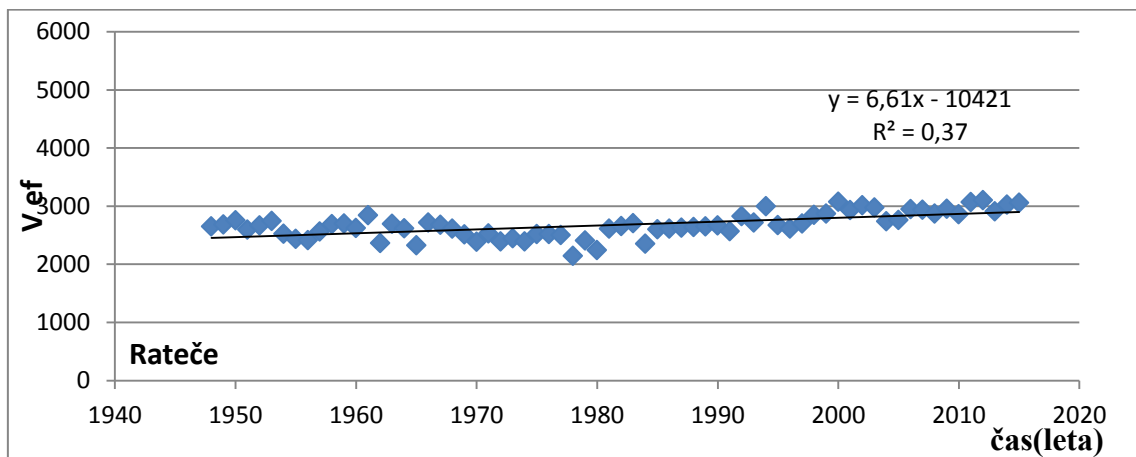
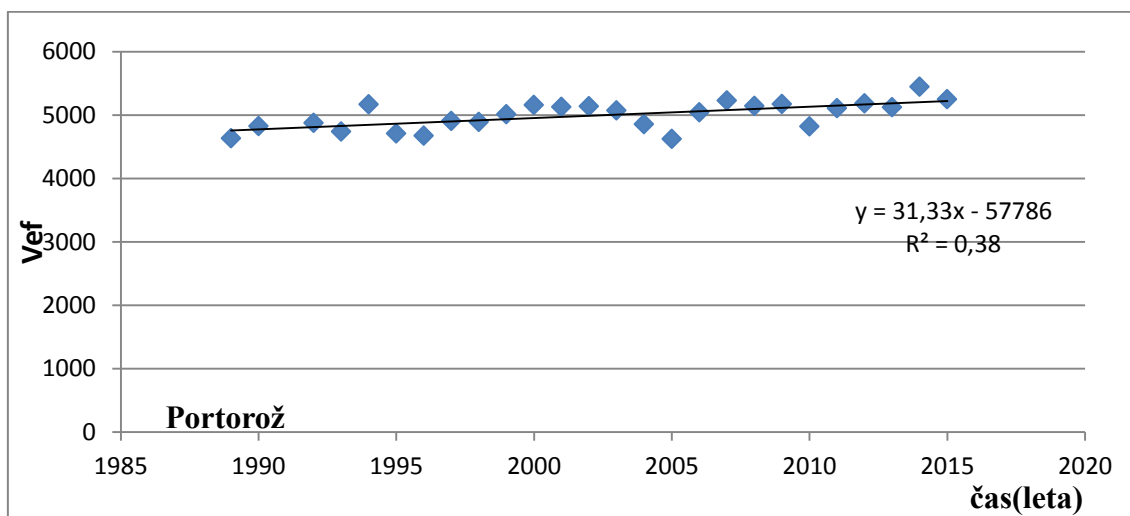
Hvala tudi vsem, ki ste mi pomagali in me spodbujali, ko sem to najbolj potrebovala.

PRILOGA A

Termalni čas nad TP 0 °C in linearni trend termalnega časa na posameznih postajah

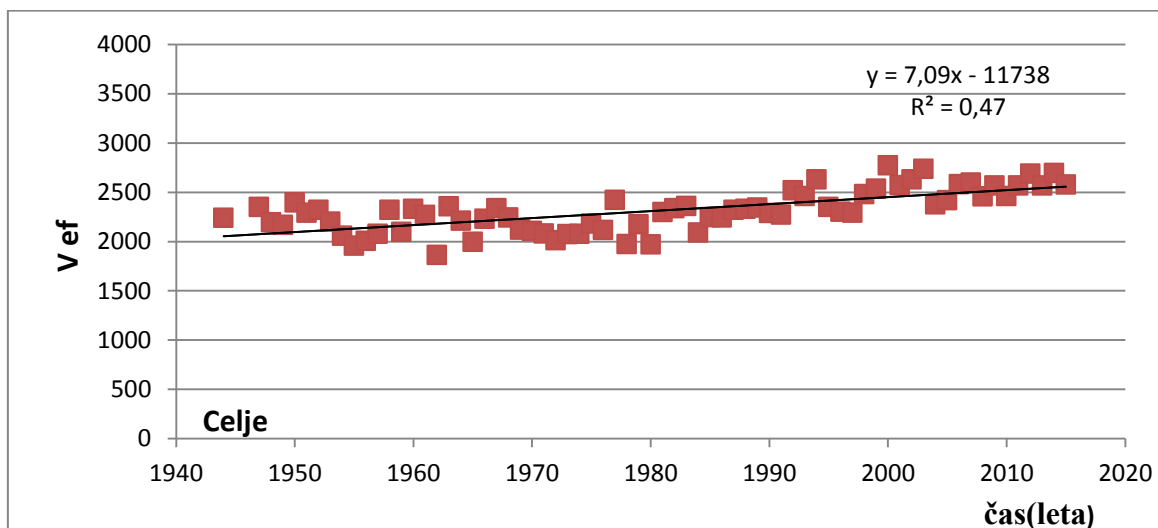
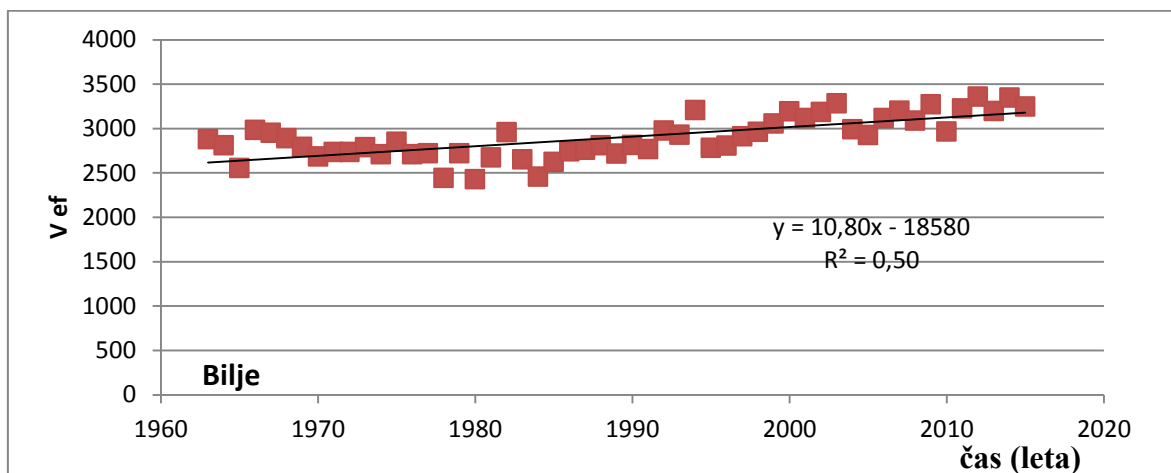


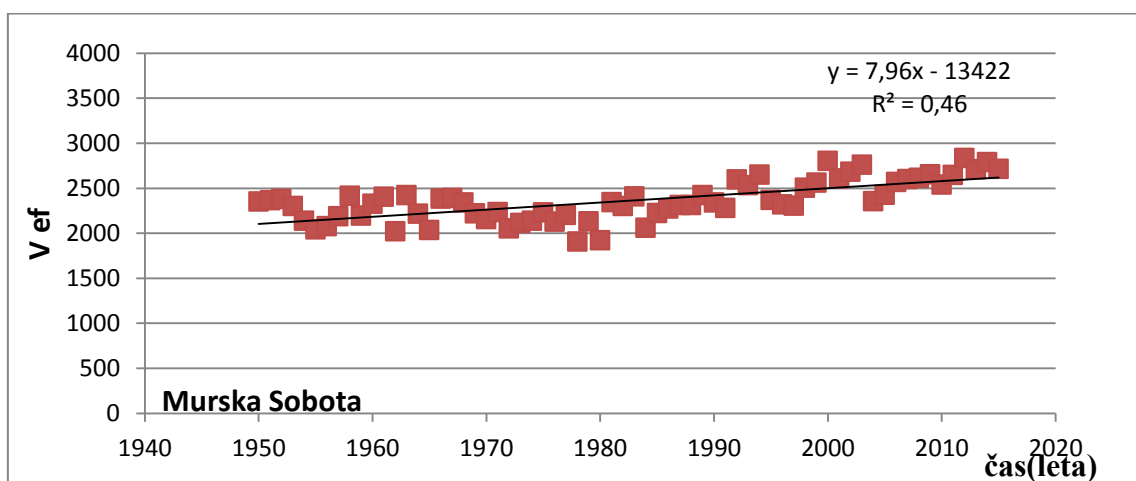
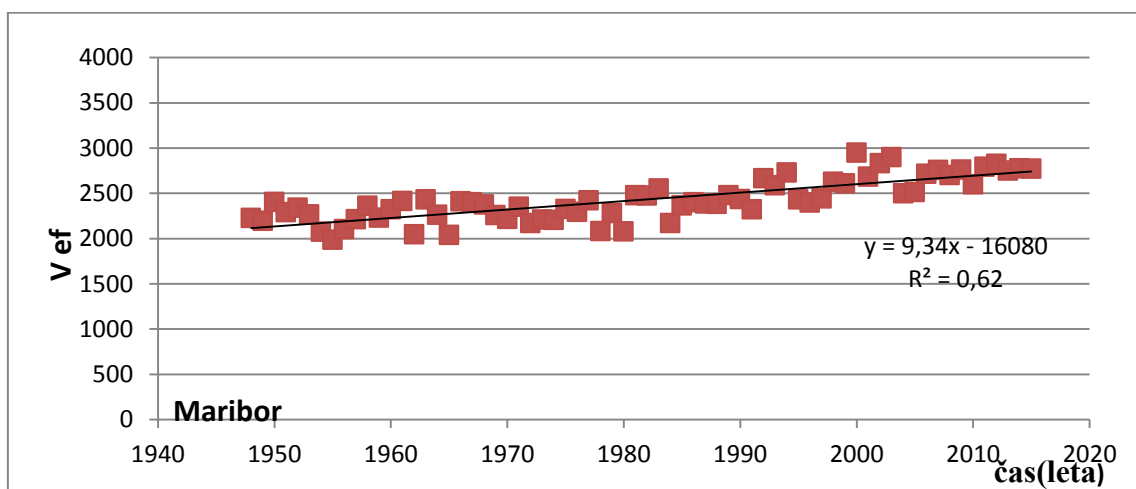
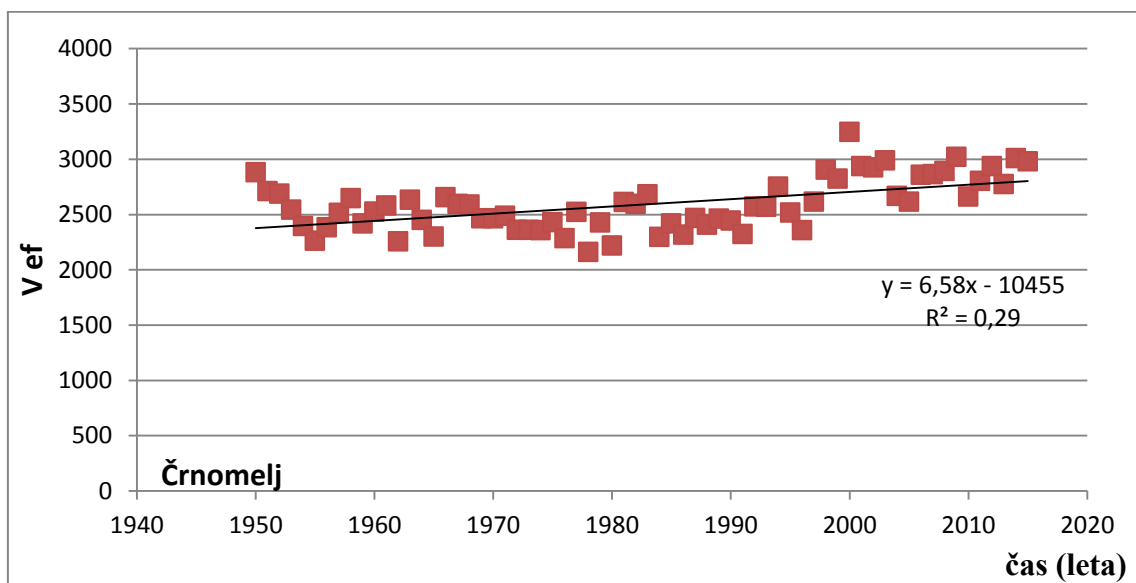


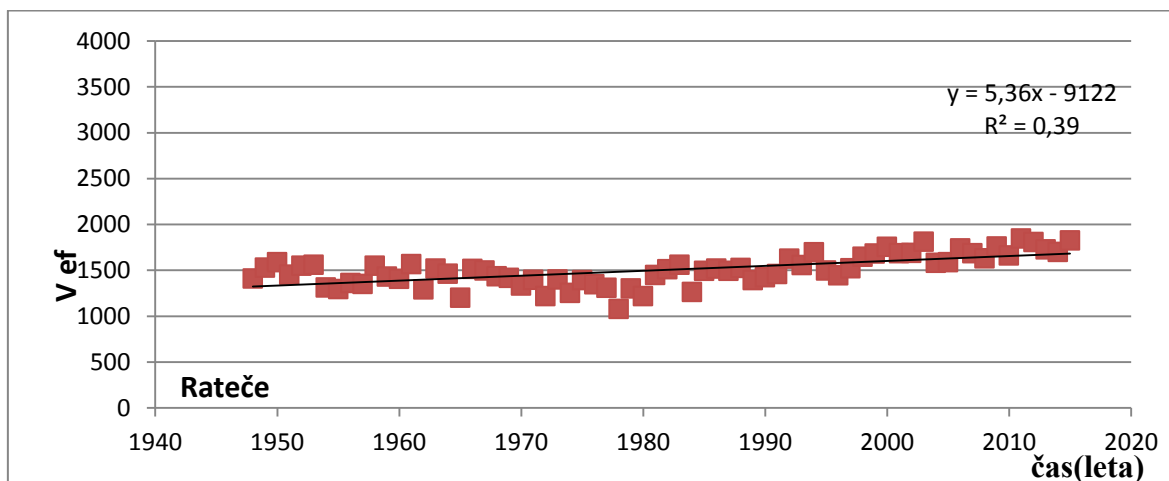
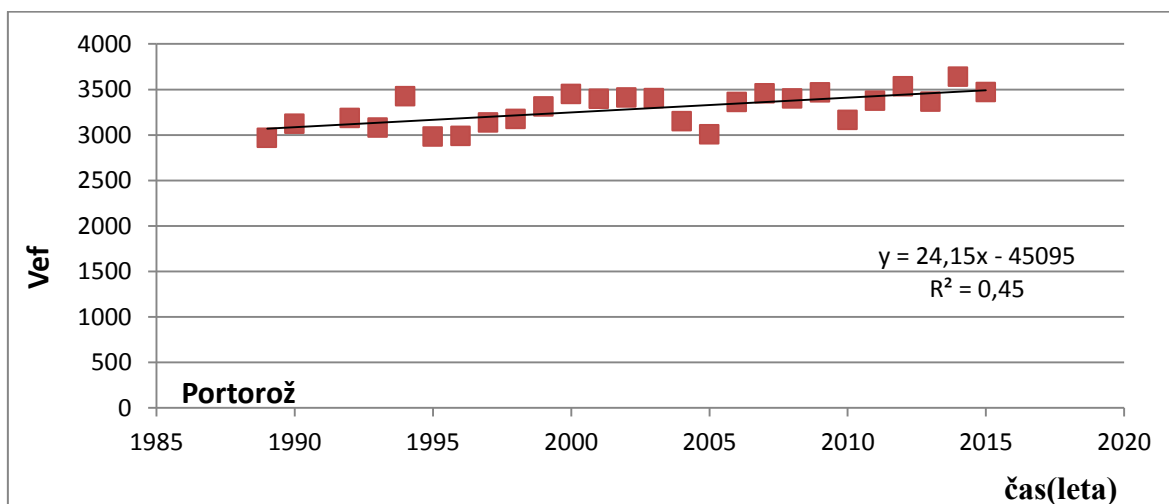
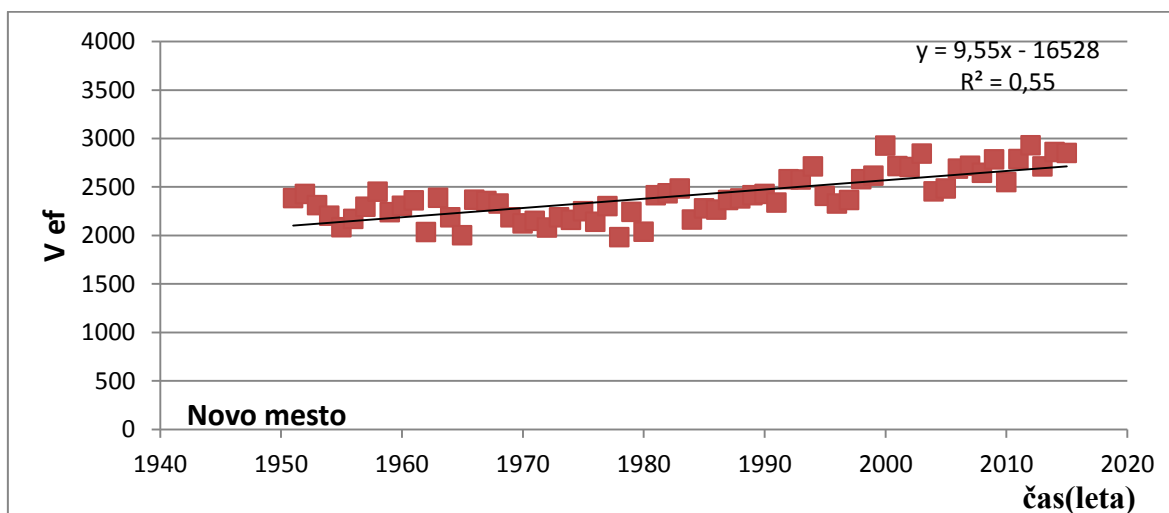


PRILOGA B

Termalni čas nad TP 5 °C in linearni trend termalnega časa na posameznih postajah

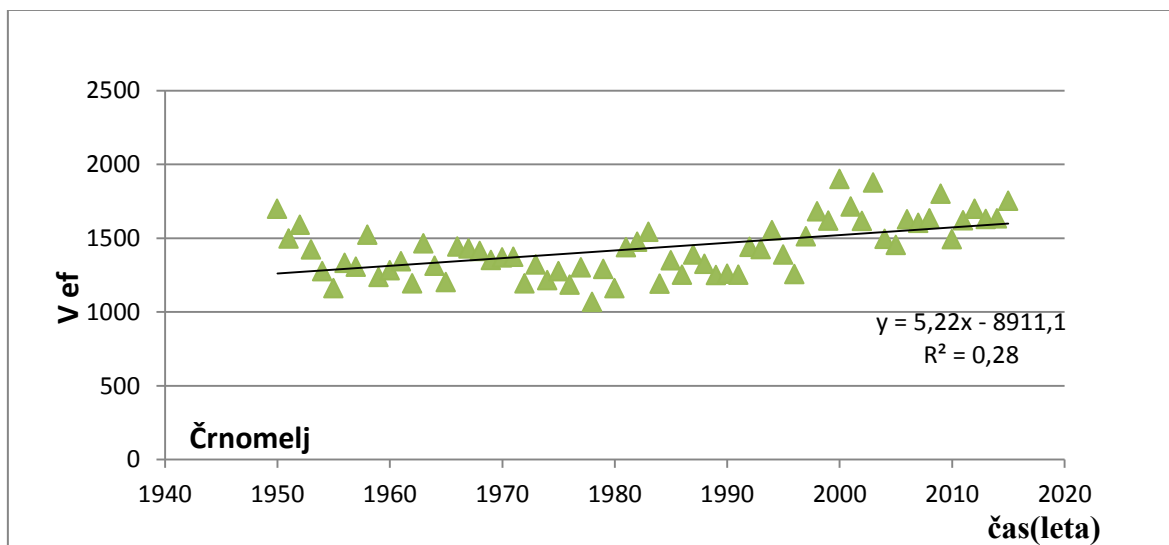
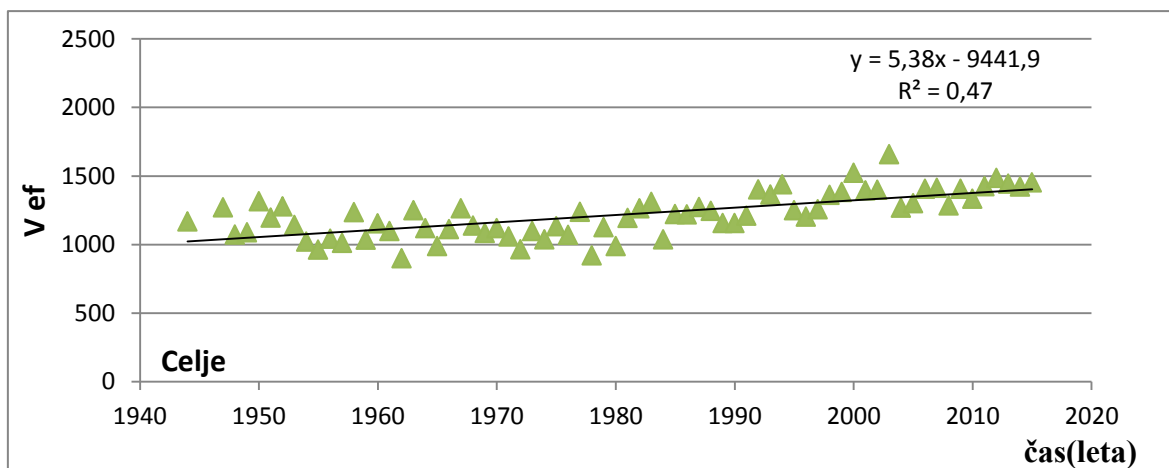
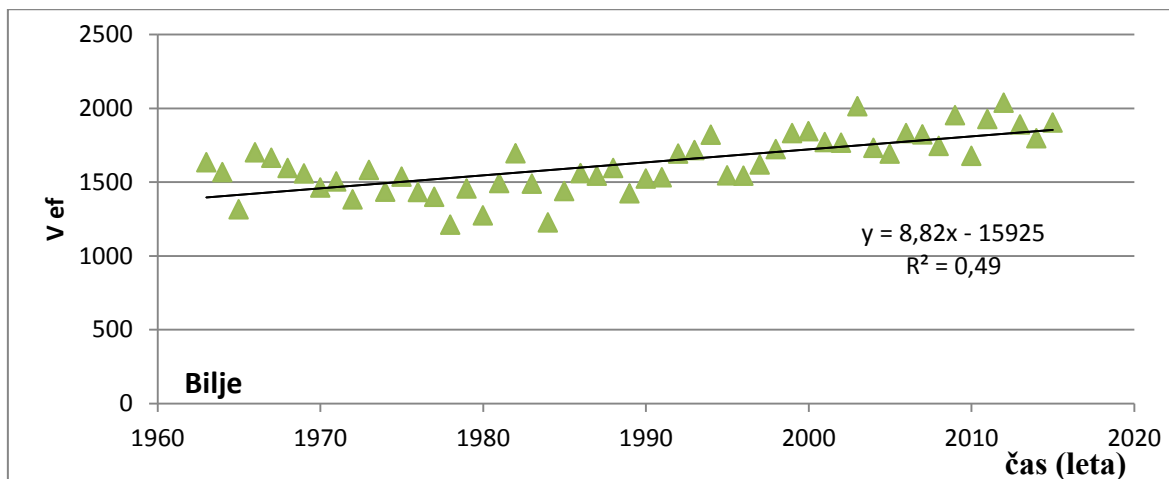


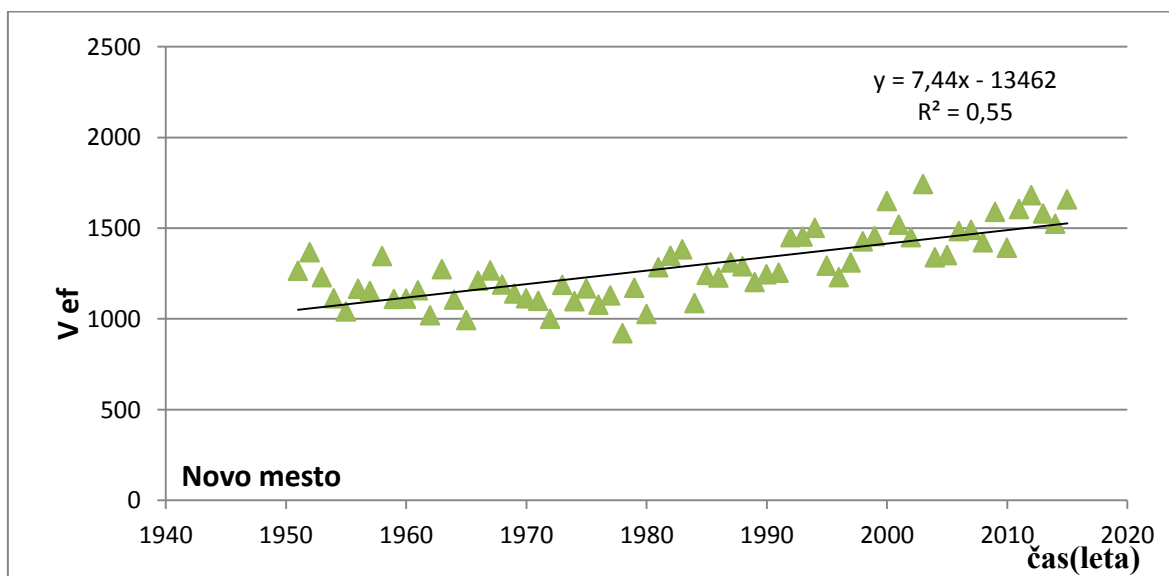
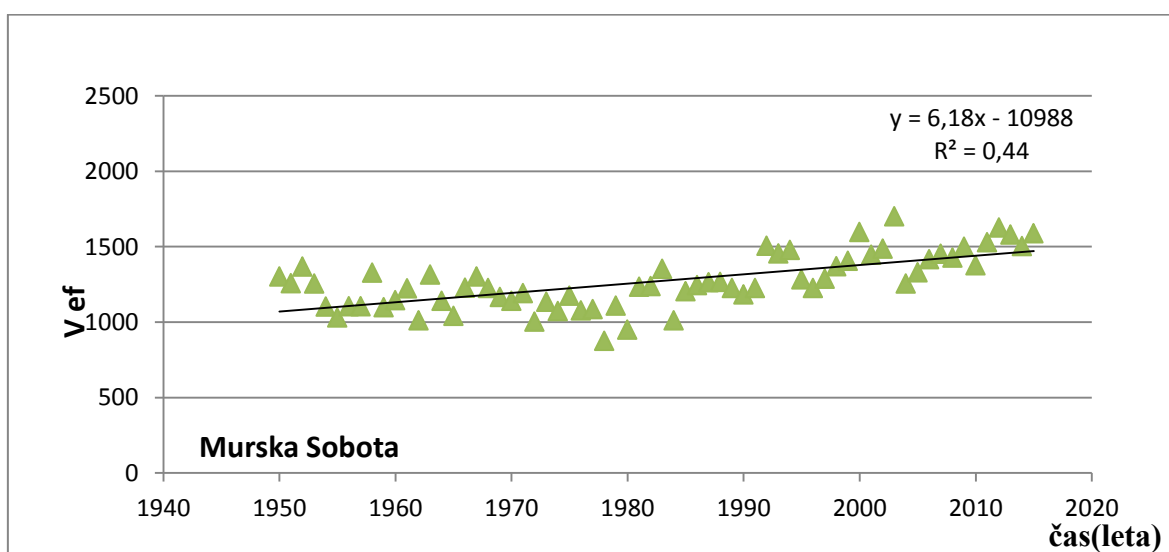
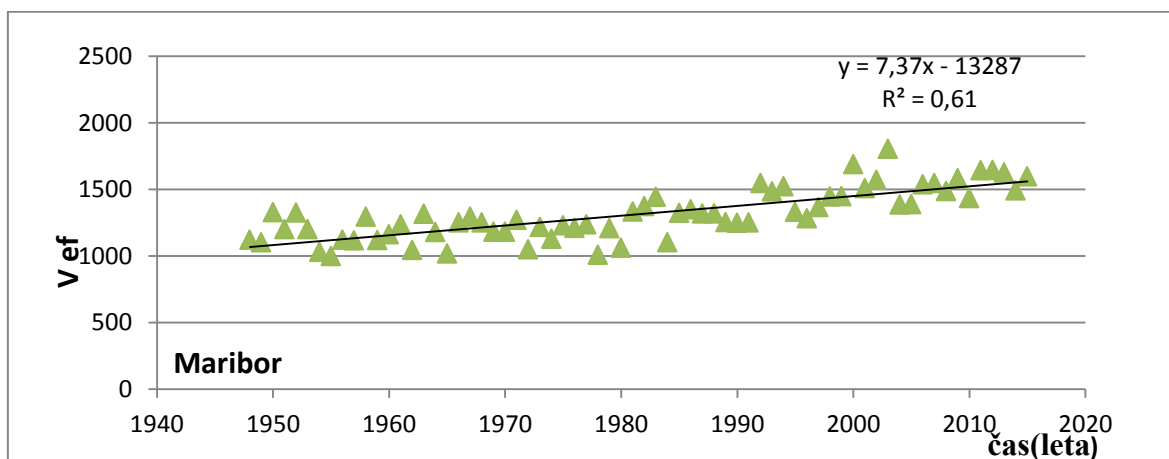


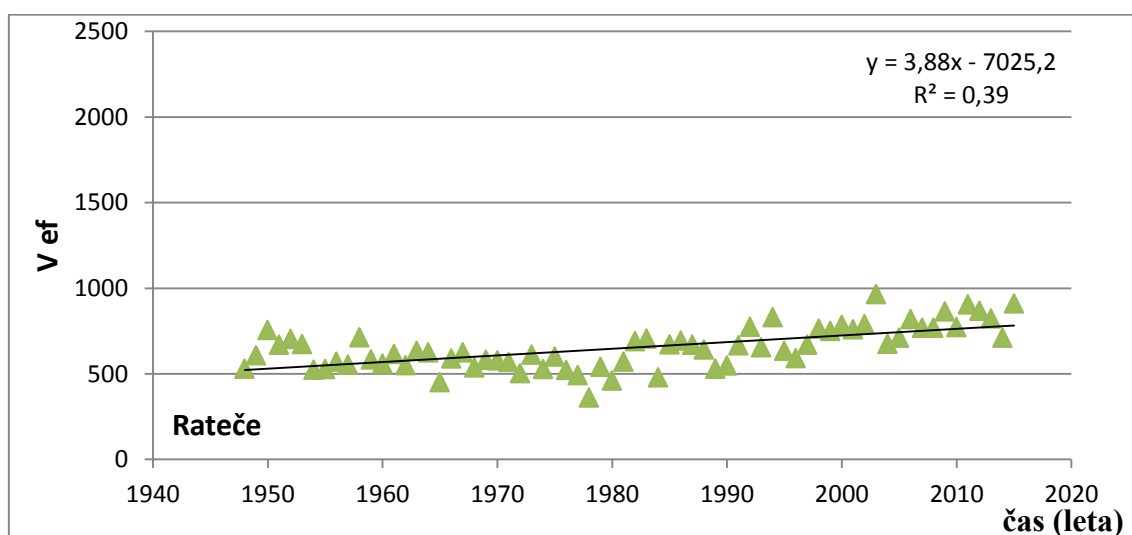
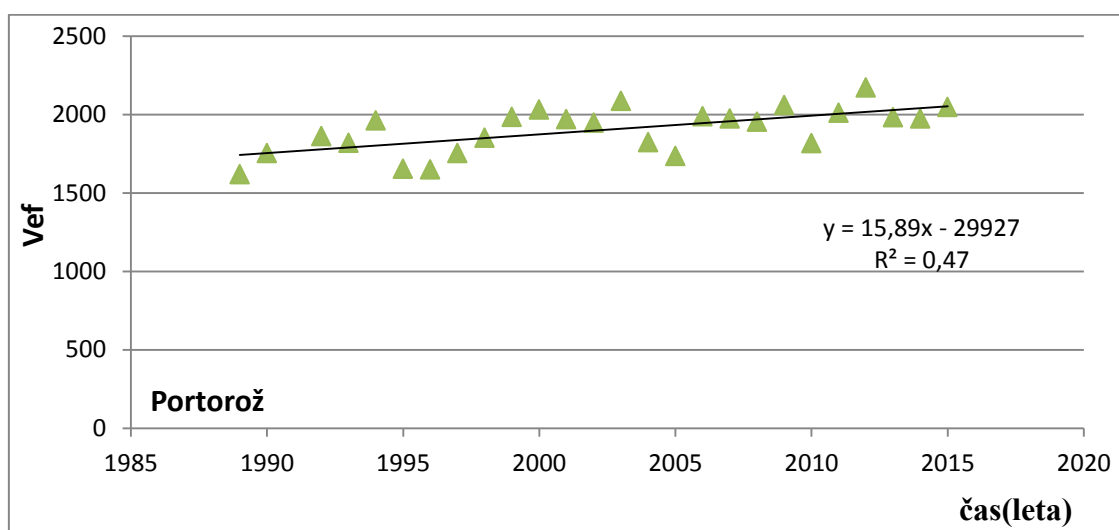


PRILOGA C

Termalni čas nad TP 10 °C in linearni trend termalnega časa na izbranih postajah







PRILOGA D

Povprečne, maksimalne in minimalne vrednosti ter standardni odklon termalnega časa nad TP 0 °C

KLIMATOLOŠKA POSTAJA	TP 0 °C		
	VREDNOST	P1 (1963-1990)	P2 (1991-2015)
BILJE	POV	4356	4748
	MIN	4045	4329
	MAX	4639	5140
	SD	158	207
CELJE	VREDNOST	P1 (1947-1990)	P2 (1991-2015)
	POV	3573	3976
	MIN	3149	3616
	MAX	3931	4359
ČRNOMELJ	SD	179	201
	VREDNOST	P1(1950-1990)	P2 (1991-2015)
	POV	3904	4263
	MIN	3526	3647
MARIBOR	MAX	4388	4824
	SD	191	286
	VREDNOST	P1 (1948-1990)	P2 (1991-2015)
	POV	3689	4140
MURSKA SOBOTA	MIN	3293	3700
	MAX	3989	4517
	SD	178	223
	VREDNOST	P1(1950-1990)	P2 (1991-2015)
NOVO MESTO	POV	3603	4014
	MIN	3230	3594
	MAX	3879	4436
	SD	177	229
PORTOROŽ	VREDNOST	P1 (1951-1990)	P2 (1991-2015)
	POV	3656	4117
	MIN	3303	3639
	MAX	3941	4545
RATEČE	SD	178	245
	VREDNOST		P2 (1991-2015)
	POV		4929
	MIN		4624
LJUBLJANA	MAX		5447
	SD		564
	VREDNOST	P1 (1948-1990)	P2 (1991-2015)
	POV	2557	2881
LJUBLJANA	MIN	2144	2565
	MAX	2844	3102
	SD	150	151
	VREDNOST	P1 (1950-1990)	P2 (1991-2015)
LJUBLJANA	POV	3749	4237
	MIN	3377	3770
	MAX	4016	4657
	SD	167	235

PRILOGA E

Povprečne, minimalne in maksimalne vrednosti ter standardni odklon termalnega časa nad TP 5 °C

KLIMATOLOŠKA POSTAJA	TP 5 °C		
	VREDNOST	P1 (1963-1990)	P2 (1991-2015)
BILJE	POV	2735	3084
	MIN	2428	2766
	MAX	2984	3360
	SD	144	175
	VREDNOST	P1 (1947-1990)	P2 (1991-2015)
CELJE	POV	2193	2525
	MIN	1864	2273
	MAX	2421	2774
	SD	141	137
	VREDNOST	P1 (1950-1990)	P2 (1991-2015)
ČRNOMELJ	POV	2471	2785
	MIN	2161	2322
	MAX	289	3246
	SD	152	219
	VREDNOST	P1 (1948-1990)	P2 (1991-2015)
MARIBOR	POV	2288	2665
	MIN	1986	2321
	MAX	2552	2948
	SD	138	161
	VREDNOST	P1 (1950-1990)	P2 (1991-2015)
MURSKA SOBOTA	POV	2230	2577
	MIN	1907	2280
	MAX	2422	2835
	SD	142	160
	VREDNOST	P1 (1951-1990)	P2 (1991-2015)
NOVO MESTO	POV	2259	2645
	MIN	1982	2329
	MAX	2485	2931
	SD	136	179
	VREDNOST		P2 (1991-2015)
PORTOROŽ	POV		3243
	MIN		2969
	MAX		3640
	SD		410
	VREDNOST	P1 (1948-1990)	P2 (1991-2015)
RATEČE	POV	1408	1664
	MIN	1077	1445
	MAX	1587	1844
	SD	119	111
	VREDNOST	P1 (1950-1990)	P2 (1991-2015)
LJUBLJANA	POV	2337	2740
	MIN	2020	2428
	MAX	2563	3035
	SD	136	174
	VREDNOST		

PRILOGA F

Povprečne, minimalne in maksimalne vrednosti ter standardni odklon termalnega časa nad TP 10 °C

KLIMATOLOŠKA POSTAJA	TP 10 °C		
	VREDNOST	P1 (1963-1990)	P2 (1991-2015)
BILJE	POV	1489	1777
	MIN	1212	1533
	MAX	1701	2036
	SD	129	136
	VREDNOST	P1 (1947-1990)	P2 (1991-2015)
CELJE	POV	1128	1380
	MIN	901	1202
	MAX	1317	1659
	SD	109	103
	VREDNOST	P1 (1950-1990)	P2 (1991-2015)
ČRNOMELJ	POV	1333	1586
	MIN	1067	1250
	MAX	1698	1899
	SD	130	165
	VREDNOST	P1 (1948-1990)	P2 (1991-2015)
MARIBOR	POV	1204	1505
	MIN	1000	1252
	MAX	1444	1805
	SD	111	130
	VREDNOST	P1 (1950-1990)	P2 (1991-2015)
MURSKA SOBOTA	POV	1166	1443
	MIN	876	1225
	MAX	1368	1701
	SD	113	128
	VREDNOST	P1 (1951-1990)	P2(1991-2015)
NOVO MESTO	POV	1172	1474
	MIN	921	1229
	MAX	1383	1743
	SD	110	136
	VREDNOST		P2(1991-2015)
PORTOROŽ	POV		1879
	MIN		1619
	MAX		2171
	SD		257
	VREDNOST	P1 (1948-1990)	P2 (1991-2015)
RATEČE	POV	584	769
	MIN	361	591
	MAX	755	965
	SD	81	93
	VREDNOST	P1 (1950-1990)	P2 (1991-2015)
LJUBLJANA	POV	1240	1547
	MIN	954	1297
	MAX	1450	1796
	SD	116	133
	VREDNOST		