

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Maruša VERTAČNIK

**EKSTREMNE TEMPERATURE IN NJIHOVA  
SPREMENLJIVOST V SLOVENIJI V OBDOBJU  
1961–2013**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Maruša VERTAČNIK

**EKSTREMNE TEMPERATURE IN NJIHOVA SPREMENLJIVOST V  
SLOVENIJI V OBDOBJU 1961–2013**

DIPLOMSKO DELO  
Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

**EXTREME TEMPERATURES AND THEIR VARIABILITY IN  
SLOVENIA IN THE PERIOD 1961–2013**

B. SC. THESIS  
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2014

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija Kmetijstvo – agronomija in hortikultura – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za agrometeorologijo, urejanje kmetijskega prostora ter ekonomiko in razvoj podeželja.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorico diplomskega dela imenovala doc. dr. Zaliko ČREPINŠEK.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Franc BATIČ  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Zalika ČREPINŠEK  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Valentina USENIK  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora: 5. 9. 2014

Diplomsko delo je rezultat lastnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega diplomskega dela na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Maruša VERTAČNIK

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dv1
- UK UDK 551.524:632.111"1961–2013"(497.4)(043.2)
- KG klimatologija/ekstremne temperature zraka/Slovenija/1961–2013/trendi
- AV VERTAČNIK, Maruša
- SA ČREPINŠEK, Zalika (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- LI 2014
- IN EKSTREMNE TEMPERATURE IN NJIHOVA SPREMENLJIVOST V SLOVENIJI V OBDOBJU 1961–2013
- TD Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja)
- OP IX, 36 str., 14 pregl., 10 sl., 37 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Za obdobje 1961–2013 smo analizirali izbrane ekstremne temperature zraka za naslednje meteorološke postaje: Bilje pri Novi Gorici (55 m), Bizeljsko (179 m), Celje (244 m), Ljubljana (299 m), Maribor (275 m), Murska Sobota (188 m), Novo mesto (220 m), Portorož (92 m), Slovenske Konjice (330 m), Starše (240 m) in Veliki Dolenci (308 m). Vsi meteorološki podatki so bili pridobljeni iz arhiva Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO). Obravnavali smo naslednje: absolutne najnižje in najvišje temperature zraka, število hladnih dni ( $T_{\min} \leq 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), mrzlih dni ( $T_{\min} \leq -10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), ledenih dni ( $T_{\max} \leq 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), toplih dni ( $T_{\max} \geq 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), vročih dni ( $T_{\max} \geq 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), ekstremno vročih dni ( $T_{\max} \geq 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ter toplih noči ( $T_{\min} \geq 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Poleg osnovnih opisnih statistik smo naredili še analizo časovnih vrst in jo prikazali z linearnih trendom. Med obravnavanimi lokacijami in leti obstaja velika spremenljivost v številu dni z ekstremnimi temperaturami zraka. V zadnjih letih proučevanega obdobja se pojavljajo ekstremno visoke temperature zraka, večja se število dni s temperaturami nad  $35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , višje so povprečne letne temperature, več je izmerjenih toplih noči, ki so se prej pojavljale le redko in krajša ter milejša so obdobja hladnih, ledenih in mrzlih dni. Omenjene agrometeorološke informacije so pomembne zlasti pri gojenju kmetijskih rastlin, saj imajo ekstremne temperature velik vpliv na količino in kvaliteto pridelka.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Dv1
- DC UDC 551.524:632.111"1961–2013"(497.4)(043.2)
- CX climatology/extreme temperatures/Slovenia/1961–2013/trends
- AU VERTAČNIK, Maruša
- AA ČREPINŠEK, Zalika (supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
- PY 2014
- TY EXTREME TEMPERATURES AND THEIR VARIABILITY IN SLOVENIA IN  
THE PERIOD 1961–2013
- DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programmes)
- NO IX, 36 p., 14 tab., 10 fig., 37 ref.
- LA sl
- L1 sl/en
- AB For the period 1961–2013, we analyzed selected extreme air temperatures for the following meteorological stations: Bilje near Nova Gorica (55 m), Bizeljsko (179 m), Celje (244 m), Ljubljana (299 m), Maribor (275 m), Murska Sobota (188 m), Novo mesto (220 m), Portorož (92 m), Slovenske Konjice (330 m), Starše (240 m) and Veliki Dolenci (308 m). All meteorological data were obtained from the archives of the Agency of the Republic of Slovenia for environment (ARSO). We discussed the following: the absolute minimum and maximum air temperature, the number of cool days ( $T_{\min} \leq 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), cold days ( $T_{\min} \leq -10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), frost days ( $T_{\max} \leq 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), warm days ( $T_{\max} \geq 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) hot days ( $T_{\max} \geq 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), extremely hot days ( $T_{\max} \geq 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) and warm nights ( $T_{\min} \geq 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ). In addition to basic descriptive statistics, time series analysis were done and presented with linear trend. Among the locations and years, there is high variability in the number of days with extremely high temperatures. The number of days with temperatures above  $35 \text{ }^{\circ}\text{C}$  is increasing, the average annual temperature is higher, more warm nights have been measured recently and the period of cold and cool days is shorter. Agro-meteorological forecasts and information are particularly important in the cultivation of agricultural crops, since extreme temperatures have a huge impact on the quantity and quality of the crops.

## KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VI
KAZALO SLIK	VIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XI
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
1.1 VZROK ZA RAZISKAVO	1
1.2 NAMEN RAZISKAV	1
1.3 DELOVNE HIPOTEZE	2
<b>2 PREGLED OBJAV</b>	<b>3</b>
2.1 POMEN TEMPERATURE ZRAKA ZA RAST IN RAZVOJ RASTLIN	3
2.2 VPLIV EKSTREMNIH TEMPERATUR NA KMETIJSKE RASTLINE	3
2.3 TEMPERATURNI REŽIM V SLOVENIJI	5
2.4 MERITVE TEMPERATURE ZRAKA	6
<b>2.4.1 Meteorološka postaja</b>	<b>7</b>
<b>2.4.2 Termometri</b>	<b>7</b>
<b>2.4.3 Meritve v Sloveniji</b>	<b>7</b>
2.5 PODNEBNA SPREMENLJIVOST	8
2.6 POSLEDICE SPREMENJENEGA PODNEBJA ZA KMETIJSTVO	9
<b>3 MATERIAL IN METODE DELA</b>	<b>10</b>
3.1 METEOROLOŠKI PODATKI	10
3.2 STATISTIČNE OBDELAVE PODATKOV	10
<b>3.2.1 Opisne statistike</b>	<b>11</b>
<b>3.2.2 Analiza časovnih vrst</b>	<b>11</b>
<b>4 REZULTATI Z RAZPRAVO</b>	<b>13</b>
4.1 POVPREČNE LETNE TEMPERATURE ZRAKA IN PRIPADAJOČI TRENDI	13
4.2 ŠTEVILO TOPLIH IN VROČIH DNI	17
4.3 ŠTEVILO EKSTREMNO VROČIH DNI	19
4.4 ANALIZA TROPSKIH NOČI PO OBRAVNAVANIH POSTAJAH	21
4.5 ŠTEVILO HLADNIH DNI	22
4.6 ŠTEVILO MRZLIH IN LEDENIH DNI	24
4.7 ABSOLUTNE NAJNIŽJE IN NAJVIŠJE TEMPERATURE ZRAKA	29
<b>5 SKLEPI</b>	<b>31</b>
<b>6 POVZETEK</b>	<b>33</b>
<b>7 VIRI</b>	<b>34</b>
<b>ZAHVALA</b>	

## KAZALO PREGLEDNIC

	Str.
Preglednica 1: Pridelava posameznih poljščin (t/ha) od leta 2000-2012 v Sloveniji (Statistični urad Republike Slovenije, 2014).....	4
Preglednica 2: Okvirne temperature zraka (°C), pri katerih pozebejo brsti sadnih rastlin in vinske trte v spomladanskih razvojnih fazah (Vodnik, 2012).....	5
Preglednica 3: Kraj, nadmorska višina in obdobje analize podatkov za posamezne meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014).....	10
Preglednica 4: Število toplih dni na leto v posameznem obdobju za izbrane meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014).....	17
Preglednica 5: Število vročih dni na leto v posameznem obdobju za izbrane meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014).....	18
Preglednica 6: Število ekstremno vročih dni/10 let v posameznih obdobjih za izbrane meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014).....	20
Preglednica 7: Leto z največ ekstremno vročimi dnevi za posamezne meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014).....	21
Preglednica 8: Število toplih noči v posameznih obdobjih in letni maksimum za izbrane meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014).....	22
Preglednica 9: Število hladnih dni na leto v posameznih obdobjih za izbrane meteorološke postaje v Sloveniji in primerjava razlik med obdobji (ARSO – Arhiv ..., 2014).....	23
Preglednica 10: Povprečna letna temperatura v posameznih obdobjih za izbrane meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014).....	24
Preglednica 11: Število mrzlih dni na leto v posameznih obdobjih za izbrane meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014).....	25
Preglednica 12: Število ledenih dni na leto v posameznih obdobjih za izbrane meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014).....	25
Preglednica 13: Absolutna najnižja in najvišja temperatura v obdobju 1961–1990 za posamezne meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014).....	29

Preglednica 14: Absolutna najnižja in najvišja temperatura v obdobju 1991–2013 za posamezne meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014) .....	30
---	----



## KAZALO SLIK

	Str.
Slika 1: Trend povprečne poletne temperature zraka v Sloveniji za obdobje 1961–2011 (ARSO: novice, 2014) .....	6
Slika 2: Minimalni (a) in maksimalni (b) termometer (Petkovšek in Hočevar, 1988:5).....	7
Slika 3: Odmik povprečne letne temperature zraka za Slovenijo od povprečja v obdobju 1961–2013 (ARSO: novice, 2014) .....	13
Slika 4: Povprečne letne temperature in pripadajoči linearni trendi za Bilje, Bizeljsko, Celje, Črnomelj, Ljubljano in Maribor za obdobje 1961–2013 (ARSO – Arhiv ..., 2014).....	15
Slika 5: Povprečne letne temperature in pripadajoči linearni trendi za Mursko Soboto, Novo mesto, Portorož, Slovenske Konjice, Starše in Velike Dolence za obdobje 1961–2013 (ARSO – Arhiv ..., 2014).....	16
Slika 6: Število toplih dni na leto v obdobjih 1961–1990, 1971–2000 in 1981–2013 za posamezne meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014).....	18
Slika 7: Število vročih dni na leto v obdobjih 1961–1990, 1971–2000 in 1981–2013 za posamezne meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014) .....	19
Slika 8: Število hladnih dni na leto v obdobjih 1961–1990, 1971 –2000 in 1981–2013 za posamezne meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014) .....	23
Slika 9: Število mrzlih in ledenih dni ter pripadajoči linearni trendi za Ljubljano, Bilje, Bizeljsko, Celje, Črnomelj in Maribor za obdobje 1961–2013 (ARSO – Arhiv ..., 2014).....	27
Slika 10: Število mrzlih in ledenih dni ter pripadajoči linearni trendi za Mursko Soboto, Novo mesto, Portorož, Slovenske Konjice, Starše in Velike Dolence za obdobje 1961–2013 (ARSO – Arhiv ..., 2014).....	28

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
T	temperatura zraka (°C)
T <sub>pov</sub>	povprečna temperatura zraka
T <sub>max</sub>	absolutna maksimalna temperatura zraka
T <sub>min</sub>	absolutna minimalna temperatura zraka
SV Slovenije	severovzhod Slovenije
J Slovenije	jug Slovenije

## 1 UVOD

Človek že stoletja izkorišča zemljo za gojenje kulturnih rastlin in posledično za pridelovanje hrane. Pozoren mora biti na njeno obdelavo, za katero je v celoti odvisen sam, hkrati pa na vedno bolj spreminjajoče se podnebje, ki ima velik vpliv na kvaliteto in količino pridelka. Segrevanje zraka poteka zaradi sončnega sevanja, ki najprej segreje površino kopnega in nato še morja. Sončna energija je osnova za fotosintezo in eden pomembnejših dejavnikov za razvoj rastlinstva. Temperatura okoli 25 °C je optimalna za cvetenje in oploditev kulturnih rastlin zmerno geografskih širin, nad 25 °C pa za dozorevanje semen (Dolenc, 2001).

Klimatske spremembe v Sloveniji že pomembno vplivajo na kmetijstvo. Neposredna povezava, človek–podnebje–prehrana, se nagiba v prid podnebjju, in povzroča za človeka vrsto neprijetnih sprememb. Katastrofalne suše, ki se v Sloveniji vrstijo od leta 2000 naprej, skoraj vsako leto, povzročajo nenadomestljiv izpad pridelka. Vse višje ekstremne temperature poleti, ki presegajo 35 °C, in pomanjkanje pitne vode, ter na drugi strani manj hladnih dni, podaljšujejo rastno dobo in povzročajo pojav novih boleznin in škodljivcev v naš življenjski prostor (Kajfež Bogataj, 2008).

### 1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Pri gojenju kmetijskih rastlin zmernege podnebnega pasu imajo ekstremno visoke in nizke temperature zraka velik vpliv na količino in kvaliteto pridelka. Ekstremno visoke temperature povzročajo pri rastlinah povečano hitrost reproduktivnega razvoja, povečano transpiracijo in s tem pomanjkanje vode v rastlini ter zmanjšujejo rast nadzemnih organov in omejujejo rast koreninskega sistema (Sušnik in Pogačar, 2011). Hladna polovica leta je za kmetijske rastline izredno pomembna saj v stanju dormance rastlina ne raste ali pa je rast zelo upočasnjena. Pri semenih je to obdobje zelo pomembno, saj semena ne smejo kaliti takoj, ko odpadejo iz matične rastline, ampak šele spomladi naslednje leto. Ekstremno nizke temperature pa prej kot ugodno vplivajo negativno in povzročajo veliko škode na starejših drevesih, sadikah in mladih rastlinah ter grmovnicah. Vpliv suhega in mrzlega vremena povzroči izhlapevanje vode iz celičnih sten, pokanje skorje, poškodbe rastlinskih tkiv kar vodi v propad rastline (Mraz ..., 2014).

Kmetijstvo je usodno odvisno od podnebnih razmer, zato imajo vse večje število vročih in toplih dni, zmanjšanje hladnih dni ter višji absolutni maksimumi odločilen vpliv na kmetijsko pridelavo (Završek–Urbančič, 2013). Če želimo negativne vplive zmanjšati in se prilagoditi je potrebno poznati trenutno stanje in trende, zato je analiza ekstremnih temperatur pomembna.

### 1.2 NAMEN RAZISKAVE

S pomočjo pridobljenih podatkov iz spletnega arhiva ARSO smo analizirali pogostost hladnih dni (minimalna temperatura zraka  $T_{min} \leq 0$  °C), mrzlih dni ( $T_{min} \leq -10$  °C), ledenih dni (najvišja dnevna temperatura  $T_{max} \leq 0$  °C), toplih dni ( $T_{max} \geq 25$  °C), vročih dni ( $T_{max} \geq 30$  °C), ekstremno vročih dni ( $T_{max} \geq 35$  °C) ter toplih noči ( $T_{min} \geq 20$  °C), absolutne najvišje in najnižje temperature za klimatsko različne meteorološke postaje po Sloveniji (Bilje pri Novi Gorici, Bizeljsko, Celje, Črnomelj, Ljubljana, Maribor, Murska Sobota, Novo mesto, Portorož, Slovenske Konjice, Starše in Veliki Dolenci).

Zajeli smo obdobje od 1961–2013 (za meteorološko postajo Bilje od 1970–2013) in z računalniško obdelavo osnovnih podatkov pridobili statistične izračune za povprečja, maksimume, minimume in linearne trende.

Pravočasne informacije pridelovalcem omogočajo, da zmanjšajo tveganje za manj kakovosten pridelek ali celo popoln izpad pridelka, zato je pomembno, da poznamo pogostost pojavljanja toplih, vročih, mrzlih in ledenih dni ter njihovo prostorsko in časovno spremenljivost.

### 1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Naše delovne hipoteze so bile naslednje:

- med obravnavanimi lokacijami in leti obstaja velika spremenljivost v številu dni z ekstremnimi temperaturami zraka
- v zadnjih letih proučevanega obdobja se pojavljajo ekstremno visoke temperature zraka
- več se tudi število dni s temperaturami nad 35 °C in manjša število dni s temperaturami pod 0 °C
- trendi proučevanih temperaturnih spremenljivk so za vroče dni pozitivni in za mrzle dni negativni

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 POMEN TEMPERATURE ZRAKA ZA RAST IN RAZVOJ RASTLIN

Temperatura ima na rast in razvoj rastline neposredne in posredne učinke. Optimalna rast in razvoj sta tako dosežena le, če temperature razmere omogočajo usklajeno delovanje različnih procesov. Različni procesi v rastlini potekajo v točno določenem temperaturnem območju, ki pa je lahko za posamezne presnovne aktivnosti različno. Na rast rastlin zelo pomembno vplivajo temperaturni ekstremi, kot so dnevno–nočne spremembe (termoperiodizem). Kadar so te spremembe običajnega nihanja sta rast in razvoj rastline najboljša (Vodnik, 2012).

Posredni učinki vpliva temperature na rastline izhajajo iz temperature odvisnosti presnove, medtem ko neposredno delovanje temperature na razvoj pojmuje kot učinek na cvetenje (vernalizacija) in kalitev (stratifikacija). Vernalizacijsko učinkovite temperature so tik nad lediščem do 10 °C, običajno je to interval od 1–7 °C. Ozimna žita so občutljiva že v zgodnjih fazah, večina rastlin pa mora za to doseči primerno stopnjo razvoja. Vzpostavitvi kaljivosti, ko počitek semen preneha, potem ko so izpostavljena nizkim temperaturam (0–10 °C), rečemo stratifikacija (Vodnik, 2012).

### 2.2 VPLIV EKSTREMNIH TEMPERATUR NA KMETIJSKE RASTLINE

Ekstremni vremenski dogodek je lahko vsak dogodek, ki preseže maksimalno ali minimalno meteorološko vrednost spremenljivke. To so lahko npr. dnevi, ki presežejo  $T \geq 35$  °C, tople noči  $T \geq 20$  °C ali dnevi, ki so presegli mesečni ali letni ekstrem padavin.

Običajno pa so deležni večje pozornosti dogodki, za katere ni nujno, da presežejo katero od ekstremnih vrednosti meteoroloških spremenljivk, vendar pa povzročijo gmotno in okoljsko škodo. Na območju Slovenije ARSO (Dolinar, 2005) meri naslednje:

- poplave ob obilnem deževju,
- meteorološko sušo v toplem obdobju leta,
- pozebe spomladi (in jeseni),
- močne vetrove,
- pojav žleda,
- visoke snežne odeje,
- neurja.

Vrsta ekstremnih dogodkov povzroča ranljivost kmetijskim rastlinam in kot ugotavljata Sušnik in Pogačar (2011) so visoke temperature in pomanjkanje padavin v letu 2011 prinesle tri katastrofalne suše, ki so prizadele kmetijsko pridelavo.

Zaradi zelo tople in suhe spomladi se je vegetacijska doba začela kar 14 dni prej kot običajno, kar je oviralo normalen razvoj kmetijskih rastlin. Ob intenzivnem sončnem sevanju so se pojavili tudi sončni ožigi.

Kot navajata Sušnik in Pogačar (2011) sta suša in vročina povzročili zgodnejše dozorevanje poljščin, sadnega drevja in vinske trte hkrati pa septembra oteževali setev. Suša je najbolj prizadela spomladansko zelje, cvetačo, brokoli in plodovke ter drugo zgodaj sejano zelenjavo. Več pozornosti so zahtevali mlajši nasadi sadnih rastlin, zlasti zgodnje sorte češenj, ki jih je bilo treba redno namakati (Suša ..., 2012).

Če temperatura zraka preseže 33 °C se zaustavi rast zelenjadnic, prizadeti pa sta tudi kakovost in velikost pridelka. Priporočeni ukrepi so redno namakanje in redčenje listov, da ne pride do ožigov plodov (Sušnik in Pogačar, 2011).

Najbolj zahtevna poljščina, glede izbire tal in potrebe po vodi od kolenčenja do klasenja, je pšenica. V času cvetenja ji temperature nad 30 °C povzročajo sterilnost cvetov. Zaradi neugodnega vlažnega jesenskega vremena je bilo leta 2011 v Sloveniji posejane kar za 15% manj pšenice. Posevki so bili ponekod redkejši, dosti je bilo tudi praznih mest (Sušnik in Pogačar, 2011). Napovedi so, da bo v Evropi v bodoče zaradi vročinskega stresa pridelava pšenice bolj ogrožena kot zaradi suše (Semenov in Shewry, 2011).

Poletno obdobje s sušnim stresom pa najbolj prizadene koruzo, saj je v začetku julija v fazi cvetenja (Po toči ..., 2011). Ne samo v Sloveniji, tudi raziskave v Franciji kažejo na upad pridelka, zaradi povišanja temperatur zraka. Hawkins in sod. (2013) so ugotovili, da če temperatura preseže 32 °C, so pridelki koruze znatno zmanjšani, če pa bi do leta 2035 želeli obdržati trenutne pridelke koruze, bi ob napovedanih višjih temperaturah zraka morali bistveno izboljšati učinkovitost tehnoloških ukrepov.

Preglednica 1: Pridelava posameznih poljščin (t/ha) od leta 2000–2012 v Sloveniji (Statistični urad Republike Slovenije, 2014)

Poljščina	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Pšenica in pira</b>	4,3	4,6	4,9	3,5	4,5	4,7	4,2	4,2	4,5	4	4,8	5,2	5,4
<b>Oves</b>	2,4	2,6	2,9	1,9	2,9	2,8	2,5	2,4	2,6	2,4	2,9	3,2	3,2
<b>Koruzza za zrnje</b>	5,9	5,4	8,2	5,1	7,8	8,3	6,9	7,5	7,3	7,8	8,5	8,7	7,1
<b>Krompir</b>	20,8	19,1	23,3	15,8	25,1	22,9	18,1	22,8	22,7	24,8	24,5	26,4	23,4

Iz preglednice 1 je razvidno, da najmanjša količina pridelka posamezne poljščine (t/ha) sovпада z najbolj sušnimi leti. Leta 2003 je suša povzročila katastrofalne posledice po celi Sloveniji. Pridelava pšenice in pira je bila kar za 1,4 t/ha manjša kot v letu 2002, ovsja je bilo manj za 1 t/ha, koruze za zrnje 3,1 t/ha, pridelek krompirja pa je bil manjši za kar 7,5 t/ha.

Najhujša suša leta 2010, zabeležena v zadnjih 130 letih je v Rusiji uničila kar petino pridelka pšenice v eni največjih svetovnih izvoznih (Sušnik in Pogačar, 2011). V Sloveniji pa je bil pridelek pšenice v letu 2010 zadovoljiv, celo večji za 0,8 t/ha od predhodnega leta.

Za normalno rast in razvoj so pomembne nizke temperature v hladni polovici leta. Ko se temperatura spusti pod 6 °C se potek metabolitskih procesov upočasni in rastlina preide v mirovanje, ki mu pravimo dormanca. Določeno število mrzlih dni omogoča optimalen razvoj semena, ki v času dormance ne kali, četudi so zadoščeni vsi ostali pogoji.

Zaradi milih zim, vedno manjšega števila mrzlih dni, pa pride do skrajšanja obdobja dormance in hitrejšega brstenja. Posledice so poškodbe brstov, sušenje in poškodbe listov, ne-zmožnost kaljenja, poškodbe semenske zasnove in poškodbe vitalnih delov rastline (Vodnik, 2012).

Po drugi strani pa je mraz eden izmed najpogostejših povzročiteljev poškodb na kmetijskih rastlinah. Neredko naredi mraz veliko škode zaradi pokanja skorje in izsušitve rastlin. Spomladanske pozebe, ki jih prinašajo kratkotrajni vdori hladnega zraka v pomladanskih mesecih, so pogost razlog za zmanjšan pridelek po različnih območjih Slovenije. Zlasti sadno drevje (marelice, breskve, hruške in jabolane) je glede na zgodnost sorte in izpostavljenost lege najbolj dovzetno za poškodbe (Mraz ..., 2014).

Preglednica 2: Okvirne temperature zraka (°C), pri katerih pozebejo brsti sadnih rastlin in vinske trte v spomladanskih razvojnih fazah (Vodnik, 2012)

	Zaprta brsti	Polno cvetenje	Mladi oplojeni plodiči
Jablana	-3,8	-2,2	-1,7
Hruška	-3,8	-2,2	-1,1
Češnja	-2,2	-2,2	-1,1
Breskev	-3,8	-2,7	-1,1
Sliva	-3,8	-2,2	-1,1
Marelica	-3,8	-2,2	-0,6
Oreh	-1,1	-1,1	-1,1
Vinska trta	-1,1	-0,6	-0,6

### 2.3 TEMPERATURNI REŽIM V SLOVENIJI

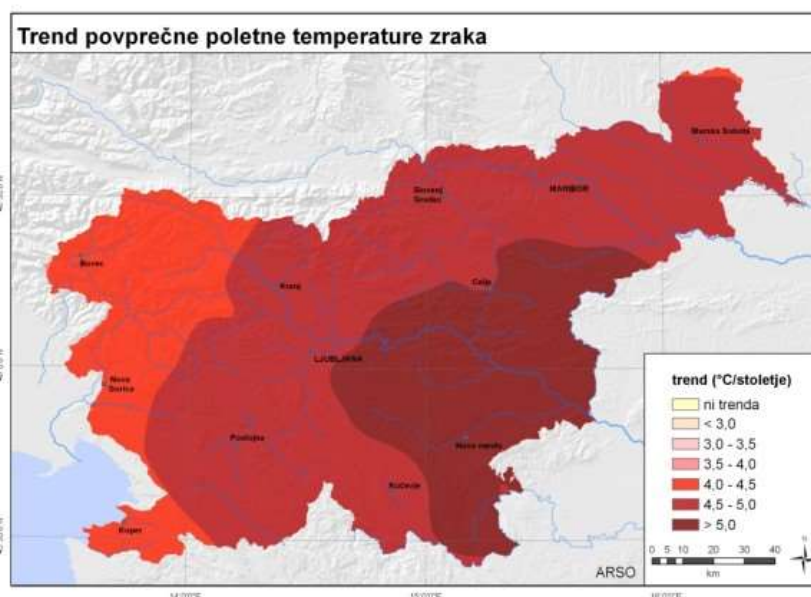
Slovenija je klimatsko zelo raznolika država–nahajamo se na stičišču alpskega, celinskega in sredozemskega podnebja in le dobro poznavanje podnebnih značilnosti in razlik nam omogoča, da preudarno gospodarimo z naravnim potencialom, hkrati pa ga izkoristimo na način, ki je okolju najbolj prijazen. Pri vremenskih napovedih se lahko zanašamo na nekaj dnevno obdobje, ko pa želimo načrtovati za daljše časovno obdobje, lahko s pomočjo meteoroloških meritev dobimo širši vpogled in analizo za kraje, ki nas zanimajo (Kajfež Bogataj, 2012a).

Glede na referenčno obdobje 1961–1990 je vsako leto zabeleženih več odstopanj od običajnih podnebnih razmer. V zadnjem desetletju je bilo opaženih čedalje več vremenskih pojavov s katastrofalnimi posledicami. Suše in na drugi strani poplave, vročinski valovi, vse močnejši nalivi padavin, neurja in sunkovit veter po določenih regijah v Sloveniji so čedalje pogostejši in izrazitejši (Cegnar, 2013).

Najbolj izrazite temperaturne spremembe se v Sloveniji kažejo z izrazito toplimi poletnimi meseci in manj spremenljivimi jesenskimi (Kajfež Bogataj, 2008). Temperaturno opazno izstopa leto 2003 z rekordno intenziteto in številom vročih dni, hkrati pa se nobeno poletje v dolgem nizu podatkov ARSO ne more primerjati s tem letom.

Meteorološko sušno poletje leta 2003 med celotno vegetacijsko dobo rastlin je v obdobju intenzivne rasti in zorenja rastlin povzročilo veliko škodo na kmetijskih pridelkih (ARSO – Arhiv ..., 2014).

Potrditev Svetovne meteorološke organizacije je, da je bilo leto 2010, skupaj z letoma 2005 in 1998 najtoplejše odkar merimo temperaturo (Kajfež Bogataj, 2012b).



Slika 1: Trend povprečne poletne temperature zraka v Sloveniji za obdobje 1961–2011 (ARSO: novice, 2014)

Slika 1 prikazuje časovni trend povprečne temperature zraka poleti za obdobje 1961–2011. Meritve kažejo, da se v Sloveniji najhitreje dviga temperatura poleti, in sicer v jugovzhodnem delu Slovenije, za več kot 0,5 °C na desetletje (ARSO: novice, 2014).

## 2.4 MERITVE TEMPERATURE ZRAKA

Temperaturo zraka merijo meteorologi s termometrom na desetinko stopinje Celzija natančno. Meri se trikrat dnevno, ob 7., 14. in 21. uri. Povprečno dnevno temperaturo pa izračunamo kot četrtno skupne vsote jutranje in popoldanske vrednosti ter dvakratne večerne vrednosti temperature (Meritve ..., 2003: 16). Najvišja temperatura dneva navadno nastopa okoli 14. ure po lokalnem času, vendar poleti izjemoma lahko nastopi tudi kasneje, medtem ko je najnižja temperatura izmerjena tik pred sončnih vzhodom. Najtoplejši mesec v letu je julij, najhladnejši pa januar, z izjemo visokogorja, kjer je temperaturni minimum izmerjen februarja. Temperature zraka v Sloveniji imajo značilen dnevni in letni hod, povprečna temperatura (izračunana kot vsota četrtnine vrednosti ob 7. uri, četrtnine ob 14. uri in polovice ob 21. uri) pa v splošnem z nadmorsko višino pada (Slovenski ..., 2010).

Dejavniki, ki vplivajo na temperaturo zraka, so nadmorska višina, relief oziroma mikrolokacija postaje, vpliv večjih vodnih površin in vpliv poseljenosti. Najbolj izrazit dejavnik, ki vpliva na izmerjeno povprečno temperaturo zraka, je vpliv mikrolokacije. Ob jasnih in mirnih nočeh se v kotlinah in dolinah mest pojavi pogost pojav hladnega zraka, ki pozimi vztraja več dni. Vpliv gostote poseljenosti je izredno izrazit v večjih mestih, saj je zaradi večje gostote izvorov toplote (promet, industrija, ...) in drugih fizikalnih lastnosti površin (asfalt, beton – manjši albedo, večja toplotna kapaciteta) povprečna temperatura višja (Okolje se spreminja..., 2010).



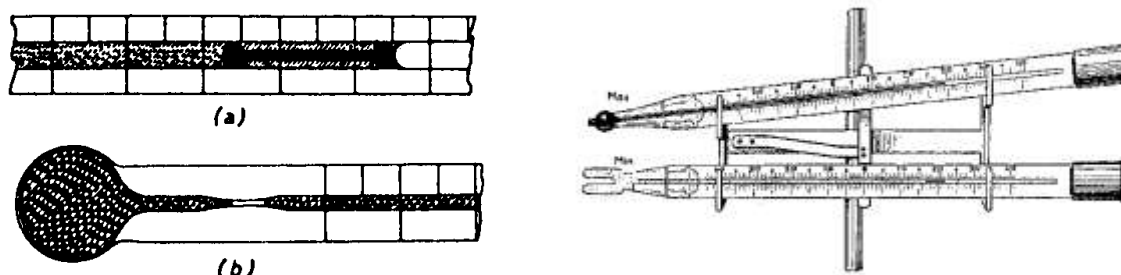
Vpliv večjih vodnih površin na izmerjeno temperaturo je v Sloveniji omejen predvsem na vpliv morja, kar pomeni, da so zlasti jeseni in pozimi tam temperature višje, spomladi pa vpliv morja nekoliko zavira segrevanje, kar je opazno zlasti pri najvišjih dnevnihih temperaturah (Podnebna spremenljivost ..., 2013).

### 2.4.1 Meteorološka postaja

Izhodišče za analizo temperature zraka so podatki, izmerjeni v angleški meteorološki hišici – bele pobarvane lesene hiške z dvojno streho in dvojnimi lamelami. Merilni prostor postaje mora biti reprezentativen za čim širšo okolico in poraščen z nizko travo, če to dopuščajo naravne razmere (asfalt, temna neporasla površina lahko zlasti poleti prikaže višje izmerjene temperature). Na teh postajah opazovalci vsakodnevno odčitajo temperaturo zraka in glede na maksimalno temperaturo dneva meteorologi različno označujejo dneve. Poletni dnevi so po meteoroloških kriterijih dnevi, ko so temperaturne vrednosti zraka gibljejo med 25–30 °C, medtem ko temperature nad 30 °C spadajo med ekstremne temperaturne dneve ali tako imenovane vroče dneve (Meritve ..., 2003).

### 2.4.2 Termometri

Na meteoroloških postajah opazovalci vsakodnevno odčitavajo temperaturo zraka, večinoma na treh različnih termometrih. Navadni živosrebrni termometer služi meritvam trenutne temperature zraka, živosrebrni maksimalni in alkoholni minimalni termometer pa beležita ekstremni vrednosti temperature zraka v 24-urnem obdobju (Podnebna spremenljivost ..., 2013).



Slika 2: Minimalni (a) in maksimalni (b) termometer (Petkovšek in Hočevar, 1988:5)

### 2.4.3 Meritve v Sloveniji

Stanje podnebja spremljamo s pomočjo meritev podnebnih spremenljivk. Meritve morajo biti skrbno načrtovane in skladne s standardi, ki jih določa Svetovna meteorološka organizacija (SMO), da lahko zagotovimo primerljivost podatkov po vsem svetu (Dolinar ..., 2009). Meritve morajo vseskozi potekati na istem mestu z istimi uporabljenimi inštrumenti. Glede na to, da so bile lokacije meteoroloških postaj v Sloveniji velikokrat spremenjene, je to v praksi skoraj nemogoče (Slovenski ..., 2010). Na mestu kjer danes stoji meteorološka postaja Ljubljana Bežigrad, so bili v času začetka meritev travniki in njive, danes pa je obdana z vse širšim mestom.

Prva opazovalnica je začela z delovanjem v Ljubljani—leta 1850, v naslednjih letih pa je število meteoroloških opazovalnic naraščalo povsod po Sloveniji (Celje–1852, Novo mesto–1858, ...). Ob koncu 19. stoletja je bilo postaj že nekaj deset, med obema svetovnima vojnama pa je število še naraslo. V drugi polovici 20. stoletja je število postaj doseglo vrhunec, kasneje pa se je tako število postaj kot tudi opazovalcev začelo naglo zmanjševati (Dolinar ..., 2009).

Za študij klimatskih sprememb je pomembno, da imamo na razpolago čim daljši in neprekinjen niz meteoroloških podatkov, vendar pa je kvaliteta starih podatkov zaradi različnih razlogov vprašljiva, zato moramo upoštevati in poznati takratne metode in merilne inštrumente (Dolinar ..., 2009).

V mreži meteoroloških postaj imamo meteorološke postaje različnih vrst. Največ, 203, je še vedno klasičnih, to so postaje z meteorološkim opazovalcem, 68 meteoroloških postaj pa je samodejnih (med temi jih je 31, ki merijo ekološke spremenljivke in 41, ki merijo hidrološke spremenljivke). Mnoge samodejne postaje so postavljene na lokacijah klasičnih postaj (Okolje, v katerem živimo..., 2012).

## 2.5 PODNEBNA SPREMENLJIVOST

Čeprav so bile podnebne spremembe opredeljene kot resen problem že na Prvi konferenci o svetovnem podnebnju leta 1979, pa je trajalo vse do leta 1997, da je bil sprejet in priznan tudi zavezujoč pravni akt, ki obvezuje in določa konkretne obveznosti posameznih držav za doseglo ustalitve in zmanjšanje koncentracije toplogrednih plinov v ozračju (Meritve ..., 2003). Pa vendar, so res samo vse večji izpusti fosilnih goriv odgovorni za ekstremno naraščanje temperatur in globalno segrevanje ozračja?

Posledica, globalno ogrevanje planeta, ki vodi v podnebne spremembe, je skupek več soodvisnih procesov in dejavnikov. Spremembe gibanja Zemlje, sončno sevanje, sevanje Lune in drugih nebesnih teles, kozmična sevanja in meteorji in meteoriti so dejavniki in procesi, ki se vršijo izven Zemlje, na njih ne moremo vplivati, zato so to zunanje sile. Med notranje dejavnike, ki nastanejo na Zemlji, pa se poleg vulkanskih izbruhov, požarov velikih razsežnosti, spremembe oblačnosti, gibanja kontinentov, nastajanja gorovij, zaloge leda, spremembe slanosti morja, spremembe kroženja ozračja in oceanov, stanja zemeljske površine in spremembe vegetacije šteje tudi človeški vpliv (Kajfež Bogataj, 2012a).

Zadnjih dvesto let ljudje sistematično opazujemo in proučujemo vreme ter spremljamo stanje ozračja. Vemo, da se je podnebje spreminjalo in pogojevalo življenje in razvoj na Zemlji. Vendar, kar loči te spremembe od sprememb zadnjih let je, da so bile počasnejše in določene zaradi naravnih vzrokov. In ker v zadnjih stoletjih nismo zabeležili nobenega procesa, ki bi globalno vplival na podnebje, tako ostane le človeško delovanje (Kajfež Bogataj, 2008).

Naraščanje povprečne globalne temperature je posledica človeških izpustov toplogrednih plinov. Naraščanju temperatur sledijo spremenjeni padavinski vzorci, pojavi neurij, suš, vročinskih valov. Višje temperature povzročajo taljenje arktičnega ledu, zmanjševanje obsega zasneženih površin, kar dviguje raven morske gladine.

Vse večje izsekavanje gozdov in večji rabi tal za kmetijske namene sledi pomanjkanje pitne vode, manjšanje biotske raznovrstnosti in ekosistemov (Kajfež Bogataj, 2012a).

Vse podnebne spremembe so med seboj povezane in tako tvorijo ne samo okoljske, temveč tudi globalne probleme. Na žalost bodo v veliki meri za človeštvo raznovrstne in negativne ugotavlja Kajfež Bogatajeva (2012a). Kazale se bodo kot oteženost z oskrbo pitne vode, večja pojavnost poplav, suš in požarov, pomik podnebnih pasov in širjenje različnih boleznih in škodljivcev.

## 2.6 POSLEDICE SPREMENJENEGA PODNEBJA ZA KMETIJSTVO

Kmetijstvo je panoga, ki je v veliki meri odvisna od vremena oziroma podnebnih sprememb. Predvidene podnebne spremembe bodo prizadele pridelek, kmetijski prihodek in lokacijo, kar bo vodilo tudi do opuščanja kmetijskih zemljišč. Proizvodnja hrane bo ogrožena zaradi vročinskih valov, suše, novih boleznih in škodljivcev (Zavšek–Urbančič, 2013).

Prilagoditve slovenskega kmetijstva so nujno potrebne in se odražajo v spremembah datuma setve, spremenjenih sortah (zamenjava zgodnejših sort s poznimi), namakanju ali izbiri sort, ki so na sušo manj občutljive, ter v verjetno intenzivnejšem gnojenju za kompenzacijo skrajšane rastne dobe (Spremembe podnebja..., 2004). Ogrevanje in porast visokih temperatur vpliva na zgodnejši začetek rastne dobe in s tem hitrejši razvoj rastlin. Kmetijske rastline so različno občutljive in do populacijskih sprememb pride, ko so nekatere rastline veliko bolj prilagojene in hitreje dovzetne za spremembe kot druge. Visoke temperature in njihova pogostost škodujejo življenjskim funkcijam in povzročajo stres kmetijskim rastlinam, obseg poškodbe pa je odvisen od intenzitete in trajanja visokih temperatur (Spremembe podnebja..., 2004).

Posledice spremenjenega podnebja se kažejo tudi kot zamik fenoloških faz in njihovega trajanja, kar vpliva na pojav novih boleznih, škodljivcev in plevelov. Vse milejše zime in pomladi pa predstavljajo nevarnost pozeb, kar zmanjšanje ali v celoti povzroči izpad pridelka (Zavšek–Urbančič, 2013). Učinki spremenjenega podnebja pa niso v celoti samo negativni, pozitivni vplivi se kažejo, kot gnojilni učinek povečane koncentracije CO<sub>2</sub>, v daljši vegetacijski dobi in kot primernejše temperature za gojenje toplotno zahtevnih rastlin (Spremembe podnebja ..., 2004).

### 3 MATERIAL IN METODE DE LA

#### 3.1 METEOROLOŠKI PODATKI

Analizirali smo pogostost hladnih dni (minimalna temperatura zraka  $-T_{\min} \leq 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), mrzlih dni ( $T_{\min} \leq -10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), ledenih dni (najvišja dnevna temperatura  $-T_{\max} \leq 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), toplih dni ( $T_{\max} \geq 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), vročih dni ( $T_{\max} \geq 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), ekstremno vročih dni ( $T_{\max} \geq 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ter toplih noči ( $T_{\min} \geq 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) za 12 meteoroloških postaj, ki so zanimive z vidika kmetijske pridelave in predstavljajo klimatsko različne predele Slovenije. Vsi meteorološki podatki so pridobljeni iz arhiva Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO) za obdobje 1961–2013.

S pomočjo arhiva Agencije RS za okolje smo podatke pridobili in analizirali za štiri klimatološke postaje (Bilje, Bizeljsko, Slovenske Konjice in Starše) in osem glavnih meteoroloških postaj (Celje, Črnomelj, Ljubljana, Maribor, Murska Sobota, Novo mesto, Portorož in Veliki Dolenci).

Preglednica 3: Kraj, nadmorska višina in obdobje analize podatkov za posamezne meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014)

Meteorološka postaja	Nadmorska višina (m)	Analizirano obdobje
Bilje	55	1970–2013
Bizeljsko	179	1961–2013
Celje	244	1961–2013
Črnomelj	157	1961–2013
Ljubljana	299	1961–2013
Maribor	275	1961–2013
Murska Sobota	188	1961–2013
Novo mesto	220	1961–2013
Portorož	2	1961–2013
Slovenske Konjice	330	1961–2013
Starše	237	1961–2013
Veliki Dolenci	308	1961–2013

#### 3.2 STATISTIČNE OBDELAVE PODATKOV

Podatke o številu toplih, vročih, ekstremno vročih dneh, toplih nočeh, mrzlih, hladnih in ledenih dneh, ki so bili pridobljeni iz arhiva meritev Agencije RS za okolje (ARSO – Arhiv ..., 2014), smo analizirali s programskim paketom Microsoft Office 2013, s programom Excel.

Poleg osnovnih statistik (povprečje, maksimum, minimum, variabilnost) smo naredili tudi analizo časovnih vrst za izbrane spremenljivke, ki smo jo prikazali z linearnim trendom.

### 3.2.1 Opisne statistike

**Povprečje** ali **povprečna vrednost** je definirana kot vsota vseh vrednosti, deljena z njihovim številom (N).

$$\bar{x} = \frac{\sum_{k=1}^n x_k f_k}{N} \quad \dots (1)$$

(Pri tem je  $N = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n$ )

Povprečne letne temperature smo izračunali za vse meteorološke postaje v obdobju 1961–2013, z izjemo postaje Bilje, kjer je obdobje analize krajše, in sicer 1970–2013, saj so tu z meritvami pričeli šele s 1.1.1970.

**Maksimum** ali **največja vrednost** je največja vrednost določene spremenljivke. Gre za ekstrem funkcije.

**Minimalna** ali **najmanjša vrednost** je najmanjša vrednost določene spremenljivke. Gre za ekstrem funkcije.

**Variabilnost** ali **statistična razpršenost** je v opisni statistiki odklanjanje spremenljivk v populaciji okoli srednje vrednosti.

Pod pojmom razpršenost razumemo odklanjanje ali variiranje dela individualnih vrednosti neke populacije (npr. variiranje toplih dni na dvanajstih meteoroloških postajah) okoli mere sredine, ki se lahko pojavi v obliki mediane ali v obliki modusa.

Velik povprečni odklon individualnih vrednosti od povprečne vrednosti populacije pomeni veliko razpršenost. Ena bolj pomembnih mer razpršenosti je varianca. Standardni odklon je drugi koren variance in je bolj razširjena oblika za ponazoritev variiranja kot varianca (Korenjak–Černe, 2003).

### 3.2.2 Analiza časovnih vrst

**Časovna vrsta** je niz istovrstnih podatkov, ki se nanašajo na zaporedne časovne razmike ali trenutke. En sam podatek da statistično sliko pojava, niz istovrstnih podatkov v enakih časovnih razmikih pa daje sliko dinamike pojava.

Osnovni namen proučevanja časovnih vrst je opazovati časovni razvoj pojavov in iskati zakonitosti tega gibanja. Ugotovljene zakonitosti omogočajo napovedovanje nadaljnjega razvoja in s tem povezano sprejemanje ustreznih ukrepov.

Po značaju podatkov, prikazanih v časovni vrsti, ločimo: trenutne ali momentne časovne vrste in razmične ali intervalne časovne vrste.

Osnovna smer razvoja, ki jo imenujemo **trend**, je opazna le v daljših časovnih obdobjih, zato smo v diplomskem delu ugotavljali trend v obdobju 1961–2013 (za postajo Bilje 1970–2013). Predznak +/- pomeni, ali je trend naraščajoč ali padajoč.

**Linearni trend**  $y = ax + b$  ... (2)

Pri tem parameter  $a$  (smerni koeficient linearnega trenda) predstavlja spremembo trenda proučevanega pojava na časovno enoto, parameter  $b$  (konstanta linearnega trenda) pa povprečno vrednost pojava na časovno enoto proučevanega pojava. Parameter  $b$  pove tudi vrednost trenda v časovni enoti, v kateri je vrednost spremenljivke  $x$  enaka 0, torej vrednost trenda v sredini časovne vrste (Korenjak–Černe, 2003).

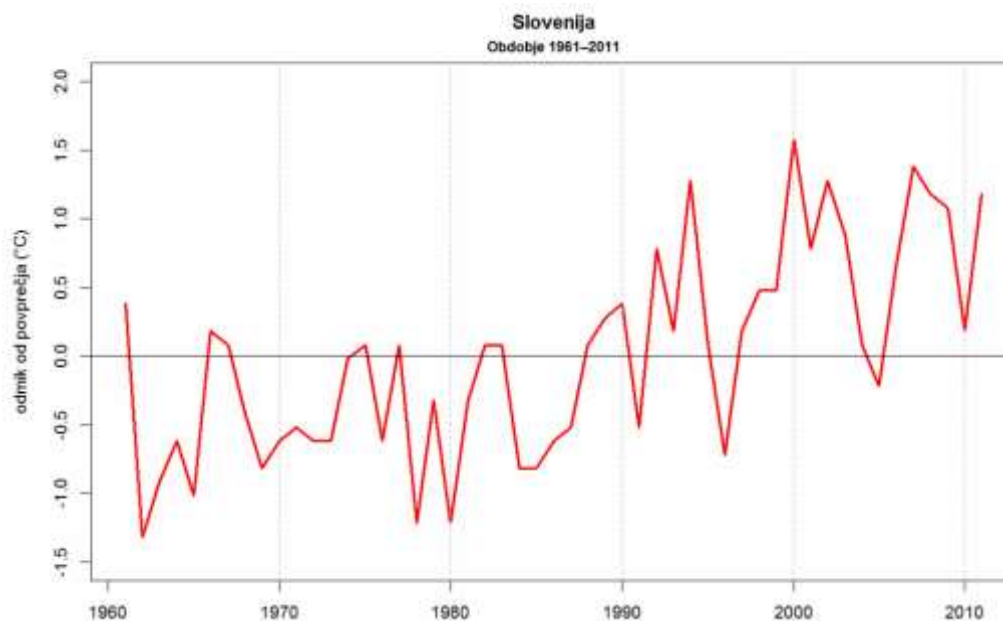
**Determinacijski faktor** ali  $r^2$  je pod velikim vplivom trenda in predstavlja kolikšen delež odvisne spremenljivke  $y$  lahko pojasnimo z neodvisno spremenljivko  $x$ . Linearna povezanost razpona števil je slabša, čim je koeficient bližje ničli, močnejša pa, če se determinacijski faktor bliža vrednosti 1. Številka razkriva, kako blizu so ocenjene vrednosti trendne črte dejanskim podatkom. Trendna črta je najzanesljivejša, ko je njena vrednost R-kvadrat enaka ena ali je blizu ena. Vrednost je znana tudi kot koeficient odločitve (Korenjak–Černe, 2003).

## 4 REZULTATI Z RAZPRAVO

### 4.1 POVPREČNE LETNE TEMPERATURE ZRAKA IN PRIPADAJOČI TRENDI

Temperatura je naraščala na vseh podnebnih območjih, večinoma statistično značilno, so ugotovili na Agenciji RS za okolje (ARSO: novice, 2014). V obdobju 1950–2009, je bila hitrost ogrevanja od zime do poletja podobna, medtem ko je bil jeseni porast temperature majhen, ali pa ga sploh ni bilo. V trendih izstopa submediteranska regija (Bilje), zaradi vpliva morja, opazna pa je tudi razlika med mestnimi (Ljubljana, Celje, Novo mesto) in podeželskimi (Starše, Veliki Dolenci) postajami. Sprememba temperature zraka na desetletje v obdobju 1950–2009, je bila med 0,2–0,4 °C (Spremenljivost podnebja..., 2010). Da je nekoliko večji dvig temperature izmerjen v mestih (+0,4 °C) kot na podeželju (+0,3 °C) ugotavlja tudi Kajfež Bogatajeva (2012b), kar je skladno s trendi v Italiji, na Hrvaškem in v Avstriji.

Gibanje povprečnih temperatur v dolgoletnem obdobju (slika 4) je dober prikaz velikega odmika od povprečja. Po letu 1987 sledi porast temperature in leta 2000 doseže tudi več kot 1 °C razlike glede na obdobje 1961–2011.



Slika 3: Odmik povprečne letne temperature zraka za Slovenijo od povprečja v obdobju 1961–2011 (ARSO: novice, 2014)

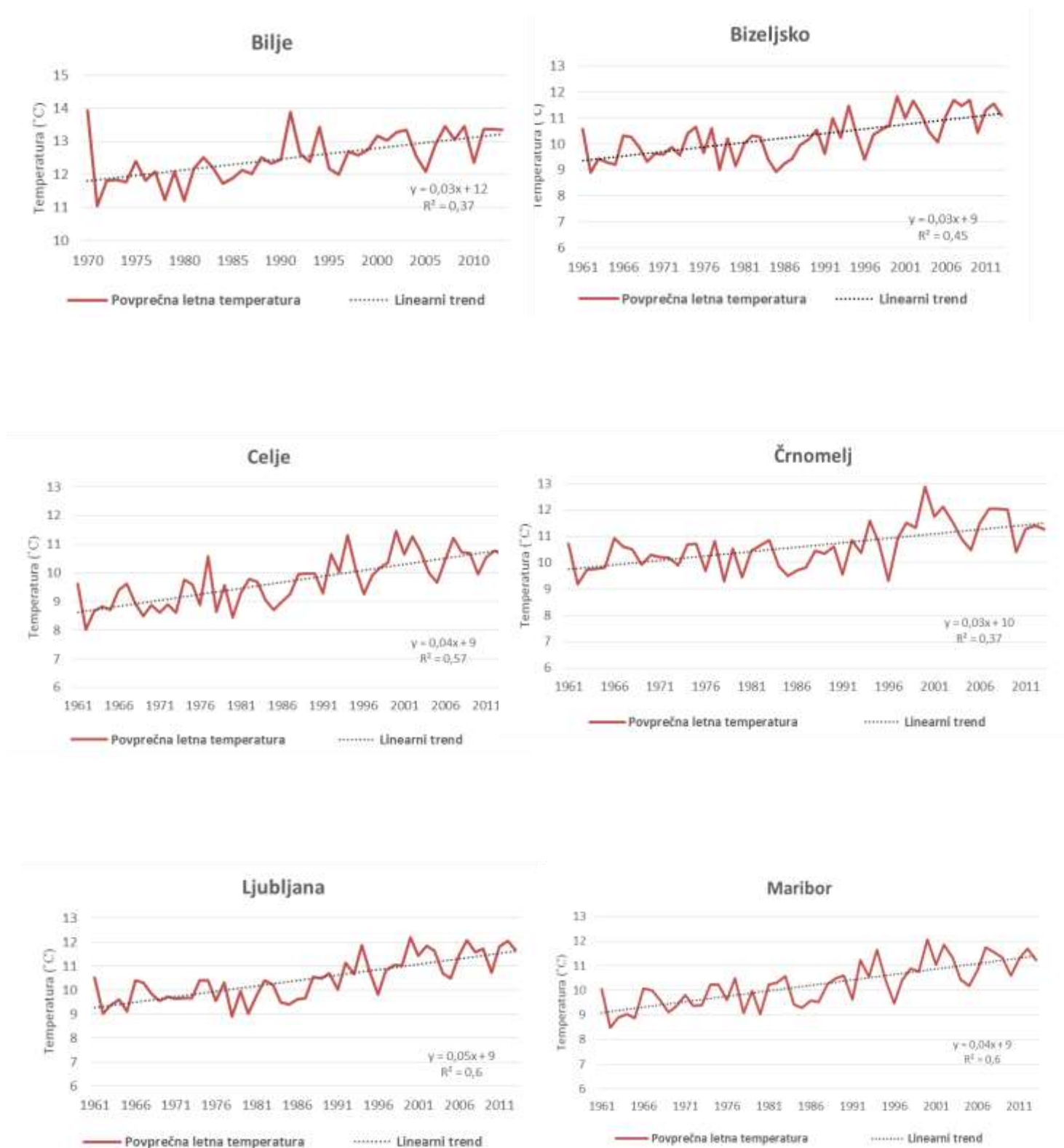
Posledice segrevanja ozračja se že občutijo. Meritve jasno kažejo, da trend naraščanja temperatur v Sloveniji znaša 0,34 °C/desetletje (slika 3).

Za vse obravnavane meteorološke postaje smo na osnovi meritev naredili letne porazdelitve povprečnih temperatur za 53-letno obdobje (z izjemo postaje Bilje, pri kateri je povprečje upoštevanih podatkov 44-letno). Trend naraščanja temperatur je povsod pozitiven. V mestih Ljubljana, Maribor, Celje in Novo mesto je zaznati tudi višje povprečne temperature, kar lahko pripišemo večjemu obsegu mest, gostoti poselitve, fizikalnim lastnostnim asfaltnih in betonskih površin ter različnim izvorom toplote. Največji trend je bil zabeležen v Novem mestu ( $0,47\text{ °C}/10\text{ let}$ ) in v Ljubljani ( $0,45\text{ °C}/10\text{ let}$ ), najnižji pa v Biljah ( $0,33\text{ °C}/10\text{ let}$ ) in v Črnomlju ( $0,33\text{ °C}/10\text{ let}$ ).

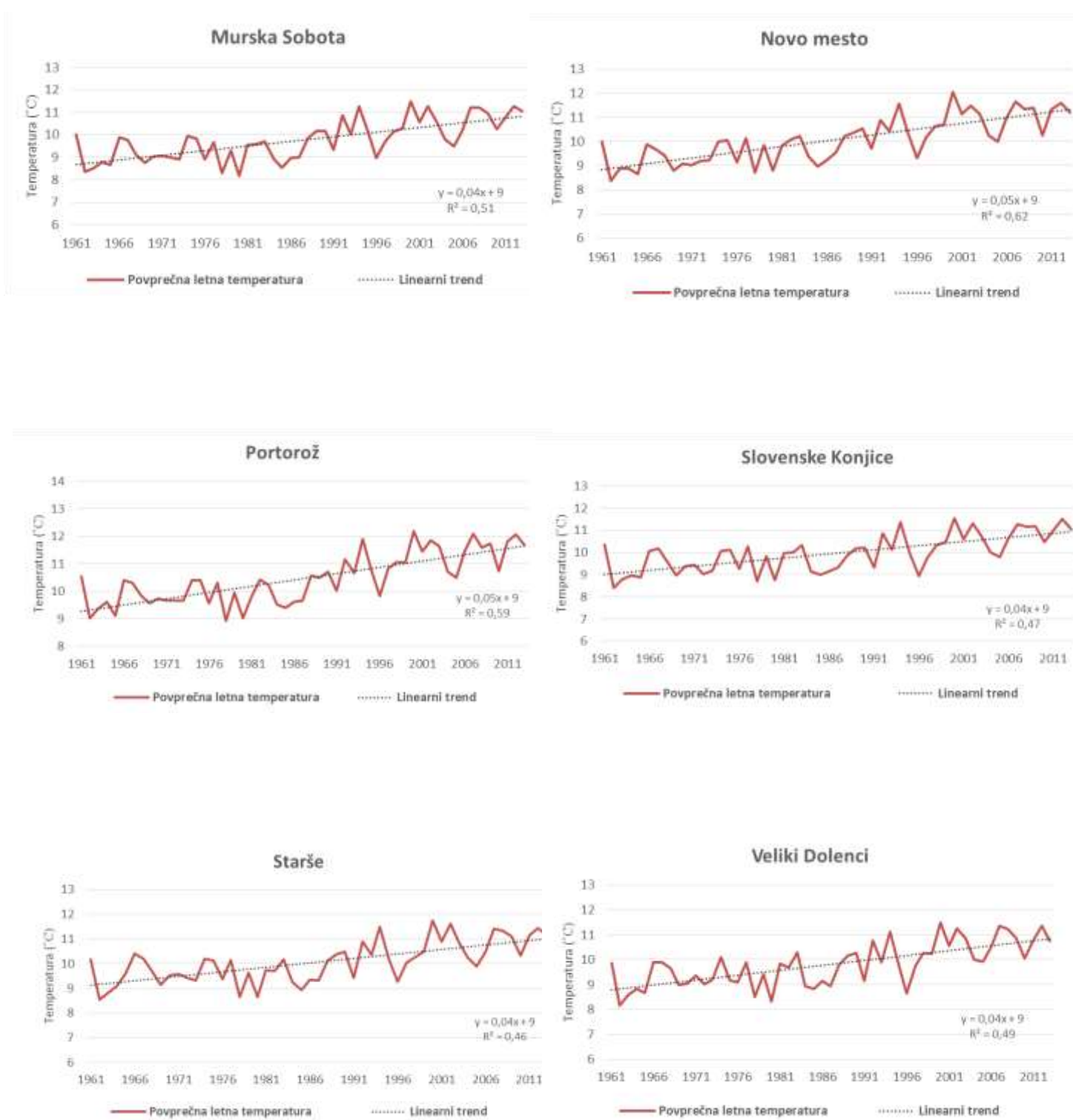
Prehodna lega med Jadranskim morjem in celinsko Panonsko nižino povzroča mešanje različnih podnebnih vplivov in posledično tudi manjše naraščanje temperature za posamezne meteorološke postaje (Črnomelj, Bilje).

V letih 1985, 1996 in med leti 2003–2005 je bilo zabeleženih več ekstremov in izredno hladnih let, kar se kaže kot odstopanje od krivulje. Hkrati pa so nekatera leta dosegla več absolutnih maksimumov, kot sta leti 1983 in 2003 (sliki 4 in 5).





Slika 4: Povprečne letne temperature in pripadajoči linearni trendi za Bilje, Bizeljsko, Celje, Črnomelj, Ljubljano in Maribor za obdobje 1961–2013 (ARSO – Arhiv ..., 2014)



Slika 5: Povprečne letne temperature in pripadajoči linearni trendi za Mursko Soboto, Novo mesto, Portorož, Slovenske Konjice, Starše in Velike Dolence za obdobje 1961–2013 (ARSO – Arhiv ..., 2014)

## 4.2 ŠTEVILO TOPLIH IN VROČIH DNI

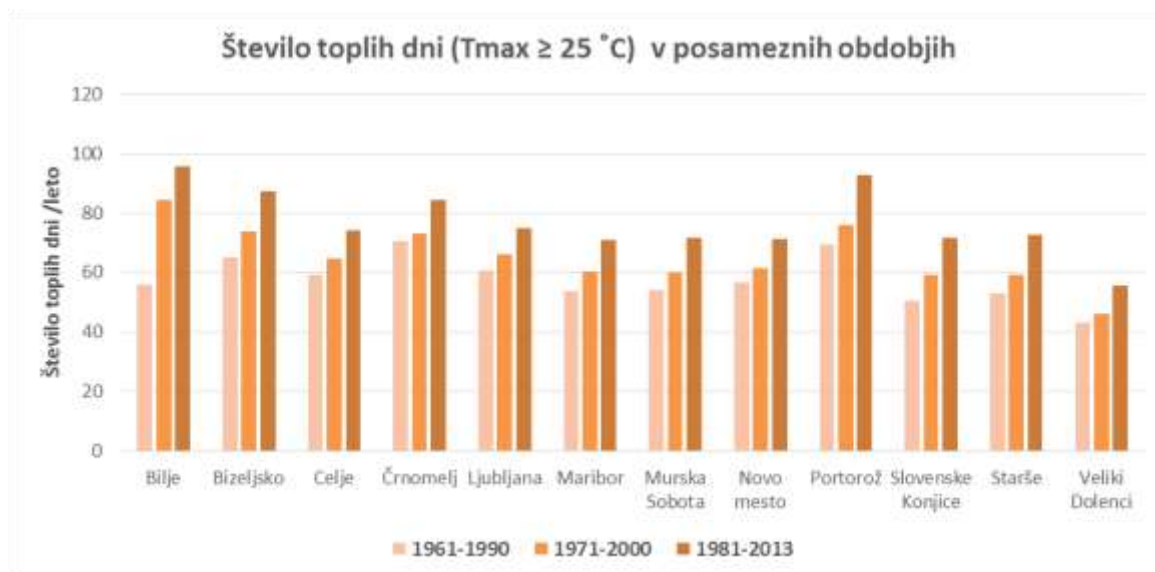
Analiza števila toplih dni ( $T_{\max} \geq 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) je pomembna z vidika razvoja rastlin in kmetijske pridelave. Prehiter prehod rastlin iz vegetativne v generativno fazo, kot navaja Kajfež Bogatajeva (2005) zaradi naraščanja števila toplih dni, pomeni manj dni na voljo za asimilacijo, potencialno manjšo listno površino in posledično manjši pridelek slabše kakovosti.

Če pogledamo povprečje obravnavanih meteoroloških postaj, se je število toplih dni v obdobju 1961–1990 gibalo okoli 58 dni/leto (preglednica 4). V obdobju 1971–2000 se je na vseh postajah število povečalo, vendar ne za več kot 20 dni/leto. Po letu 1990 pa je porast toplih dni vse večji, število toplih dni/leto se giblje od 71 do 96. V povprečju imamo večje število toplih dni v zadnjih triintridesetih letih (1981–2013), kot pa smo jih imeli v preteklih 60. letih skupaj (Kajfež Bogataj, 2012a). Kljub blažilnemu vplivu morja za obravnavane meteorološke postaje je opazno, da je največji porast toplih dni ravno v krajih, ki so bližje ali ki imajo vpliv Jadranskega morja (Bilje–96 dni in Portorož–93 dni).

Preglednica 4: Število toplih dni na leto v posameznem obdobju za izbrane meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014)

	1961–1990	1971–2000	1981–2013
	Število toplih dni/leto	Število toplih dni/leto	Število toplih dni/leto
<b>Bilje</b>	56	84	96
<b>Bizeljsko</b>	65	74	87
<b>Celje</b>	59	65	74
<b>Črnomelj</b>	71	73	85
<b>Ljubljana</b>	61	66	75
<b>Maribor</b>	54	60	71
<b>Murska Sobota</b>	54	60	72
<b>Novo mesto</b>	57	61	71
<b>Portorož</b>	69	76	93
<b>Slovenske Konjice</b>	50	59	72
<b>Starše</b>	53	59	73
<b>Veliki Dolenci</b>	43	46	56

V osrednjem delu Slovenije (meteorološka postaja Ljubljana) je opazen predvsem preskok med proučevanimi obdobji. V letih od 1961 do 1990 je bilo toplih dni v povprečju 61/leto, v primerjalnem obdobju 1971–2000 le pet več, torej 66 dni/leto (preglednica 4), medtem ko jih je bilo v letih od 1981 do 2013 75 letno. Glede na to, da sta bili prejšnji obravnavani obdobji dolgi 30 let in zadnje 33 let, je preskok precej velik. Eden izmed razlogov večjega števila toplih dni v prestolnici Slovenije je zagotovo širitev mesta in posledično mestnega toplotnega otoka.



Slika 6: Število toplih dni na leto v obdobjih 1961–1990, 1971–2000 in 1981–2013 za posamezne meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014)

Manj toplih dni je bilo na skrajnem SV Slovenije (Veliki Dolenci), vendar jih je v zadnjih desetletjih vseeno več (slika 6).

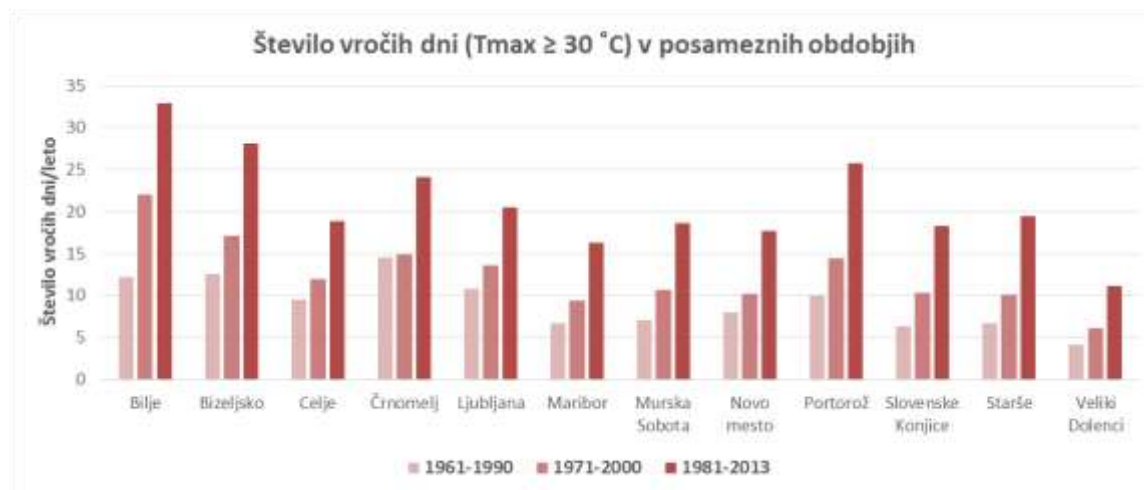
Z junijem se začne meteorološko poletje. Temperatura se običajno dvigne in nastopijo vroči dnevi, ki so opredeljeni kot dnevi s temperaturo zraka višjo ali enako kot 30 °C.

Preglednica 5: Število vročih dni na leto v posameznem obdobju za izbrane meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014)

	1961–1990	1971–2000	1981–2013
	Število vročih dni/leto	Število vročih dni/leto	Število vročih dni/leto
<b>Bilje</b>	12	22	33
<b>Bizeljsko</b>	13	17	28
<b>Celje</b>	10	12	19
<b>Črnomelj</b>	15	15	24
<b>Ljubljana</b>	11	14	20
<b>Maribor</b>	7	9	16
<b>Murska Sobota</b>	7	11	19
<b>Novo mesto</b>	8	10	18
<b>Portorož</b>	10	14	26
<b>Slovenske Konjice</b>	6	10	18
<b>Starše</b>	7	10	19
<b>Veliki Dolenci</b>	4	6	11

Največ vročih dni v obdobju 1961–1990 je bilo v Črnomlju, na Bizeljskem in v Biljah, najmanj pa v Velikih Dolencih (preglednica 5). V letih 1971–2000 je bil porast vročih dni v povprečju med 2–10 na leto, v zadnjih 33. letih (1981–2013) pa je bilo zabeleženih kar 33 vročih dni v Biljah, 28 na Bizeljskem in 26 dni v Portorožu.

V obdobju 1981–2013 je bilo za 10–25 več vročih dni na leto kot v obdobju 1971–2000.



Slika 7: Število vročih dni na leto v obdobjih 1961–1990, 1971–2000 in 1981–2013 za posamezne meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014)

Veliko več vročih dni je v zadnjih 33. letih (1981–2013), ne samo na vrhuncu poletne sezone, v juliju in avgustu, temveč že meseca maja (Slovenski ..., 2010). Največ vročih dni je na J in JV Slovenije (Bilje, Portorož in Črnomelj), nekaj manj v večjih mestih (Ljubljana, Maribor, Celje) ter najmanj na skrajnem SV Slovenije (Veliki Dolenci ter Starše).

Število vročih dni je v obdobju 1981–2013 večje od 7 (Veliki Dolenci) do 22 dni (Bilje) glede na obdobje 1961–1990.

#### 4.3 ŠTEVILO EKSTREMNO VROČIH DNI

Temperatura nad 35 °C je bila v obdobju 1961–1990 prava redkost. Pojavil se je le kakšen ekstremno vroč dan, z izjemo Ljubljane, ko jih je bilo izmerjenih 5 (preglednica 6). Nekaj več ekstremno vročih dni je bilo zabeleženih v obdobju 1971–2000, ko jih je bilo od 2 do 9. Spremembe se kažejo po letu 1981, ko je bilo število izmerjenih ekstremno vročih dni za vse obravnavane meteorološke postaje več kot šest dni na leto.

Vročinski valovi, ki se čedalje pogosteje pojavljajo po Sloveniji že ob koncu koledarske pomladi, so po definiciji obdobje najmanj petih dni, ko je izmerjena temperatura zraka višja od 30 °C. Visoke temperature zraka vplivajo na povečano izhlapevanje, Sušnik in Valher (2012) pa ugotavljata, da lahko vročinski stres povzroči rastlinam hude težave in poškodbe. Previsoke temperature zraka v kombinaciji s pomanjkanjem vode negativno vplivajo na rast in razvoj rastline, povzročajo poškodbe na listih in plodovih rastline in vplivajo na količino ter kvaliteto pridelka. Problem vročine je silovitejši v večjih mestih, ko se tudi noči ogrejejo in pride do pojava tropskih noči ( $T_{min} \geq 20$  °C).

Preglednica 6: Število ekstremno vročih dni/10 let v posameznih obdobjih za izbrane meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014)

	1961-1990	1971-2000	1981-2010	1991-2013
Število vročih dni/ 10 let				
<b>Bilje</b>	<i>ni podatkov</i>	2,1	6,3	8,2
<b>Bizeljsko</b>	0,3	1,6	6,4	9,5
<b>Celje</b>	0,3	0,8	2,6	4,4
<b>Črnomelj</b>	1,2	1,9	4,2	6,2
<b>Ljubljana</b>	1,7	3	8	19,6
<b>Maribor</b>	0,3	0,9	2,3	3,8
<b>Murska Sobota</b>	0,2	1,7	3,1	4,2
<b>Novo mesto</b>	0,3	0,9	2,1	3,9
<b>Portorož</b>	0,1	1	2,3	3,3
<b>Slovenske Konjice</b>	0,2	0,7	2,1	3,5
<b>Starše</b>	0,1	0,9	2,2	4
<b>Veliki Dolenci</b>	0,2	0,7	1,3	2,1

Da je bilo v Ljubljani daleč največ izmerjenih ekstremno vročih dni (preglednica 6) kaže na vpliv širitve mesta in tako asfaltiranih in betonskih površin. Lokacija meteorološke postaje je ista kot leta 1948, vendar pa so kurišča, povečan promet, izpusti toplogrednih plinov, industrija, krčenje zelenih površin razlogi, zakaj se v mestu pojavljajo ekstremne temperature, mnogo višje od ostalih obravnavanih postaj (Podnebna spremenljivost..., 2013).

V Ljubljani sta se v obdobju 1961–1990 pojavila povprečno 2 dneva v 10 letih, ko je temperatura preseгла 35 °C, v obdobju 1971–2000 se je število ekstremno vročih dni povečalo na 3 dni/ 10 let. V naslednjem obdobju (1981–2010) je bilo ekstremno vročih dni že 8/ 10 let, kar 20 dni/ 10 let oz. vsaj 2 dneva nad 35 °C letno pa je značilnost zadnjega obdobja po letu 1991.

Kljub temu da je bilo leta 2003 zabeleženo najtoplejše leto, pa je bilo leta 2013 največ dni nad 35 °C v Črnomlju, Ljubljani, Mariboru, Novem mestu, Portorožu, Slovenskih Konjicah, Staršah in Velikih Dolencih (preglednica 7).

Izredno topla leta z več kot šestimi zabeleženimi ekstremno vročimi dnevi na določenih postajah so bila leta 1992, 2003, 2006, 2011, 2012 in 2013. V obdobju 1961–1999 na nobeni postaji ni bil izmerjen več kot en dan s  $T_{max} \geq 35$  °C, z izjemo leta 1994 in 1998, ko so bili v Portorožu izmerjeni štirje taki dnevi.

Z izjemo postaje Bilje, kjer je bilo leta 2003 izmerjenih kar 18 ekstremno vročih dni, pa jih je bilo v Portorožu istega leta izmerjenih za polovico manj. Oba omenjena kraja se nahajata v slovenskem Primorju, vendar je neposredna bližina Jadranskega morja pri Portorožu igrala ključno vlogo, da je število dni s  $T_{max} \geq 35$  °C bistveno manjše kot v Biljah.

Rekordno je bilo tudi poletje 2003 za meteorološko postajo Bizeljsko, ko je bilo skupno zabeleženih kar 23 ekstremno vročih dni (preglednica 7).



Preglednica 7: Leto z največ ekstremno vročimi dnevi za posamezne meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014)

Kraj	Leta		
Bilje	2003 (18 dni)	2006 (11 dni)	2013 (8 dni)
Bizeljsko	2003 (23 dni)	2012 (14 dni)	2011 (11 dni)
Celje	2003 (12 dni)	2013 (10 dni)	2012 (6 dni)
Črnomelj	2013 (10 dni)	2012, 2003 (9 dni)	2011 (6 dni)
Ljubljana	2013 (11 dni)	2003 (8 dni)	2011, 2012 (6 dni)
Maribor	2013 (10 dni)	2003 (9 dni)	2007, 2012 (4 dni)
Murska Sobota	1992 (11 dni)	2013 (9 dni)	2003 (8 dni)
Novo mesto	2013 (9 dni)	2003, 2012 (6 dni)	2007, 2011 (3 dni)
Portorož	2003, 2013 (7 dni)	1994 (5 dni)	1998 (4 dni)
Slovenske Konjice	2013 (9 dni)	2003 (7 dni)	2007 (4 dni)
Starše	2013 (7 dni)	2007 (5 dni)	2000, 2003 (5 dni)
Veliki Dolenci	2013 (7 dni)	2003, 2007 (3 dni)	1992, 2000 (3 dni)

V zadnjih letih so se maksimalne temperature povzpele tudi nad 40 °C (avgusta leta 2013 je bil v Ljubljani, Mariboru, Murski Soboti in Staršah zabeležen en tak dan).

#### 4.4 ANALIZA TROPSKIH NOČI PO OBRAVNAVANIH POSTAJAH

Topla ali tropska noč je meteorološka oznaka za noč, ko se tudi ponoči temperatura zraka ne spusti pod 20 °C. V Sloveniji se tropske noči pojavljajo od nižin pa vse do višje ležečih predelov, odvisno od lokacije pa do pojava tropskih noči v nočnem času pride zaradi različnih vzrokov; visoke dnevne temperature, odsotnosti temperaturnega obrata, vetra in oblačnosti (Spremenljivost podnebja, ...2010).

Številne raziskave so pokazale, da nočne temperature zraka naraščajo hitreje kot dnevne, prav tako pa modeli za prihodnost napovedujejo, da se bo ta trend nadaljeval (Climate change, 2013; Peng in sod., 2013). Tudi za Slovenijo velja, da se zadnja leta pojavljajo rekordno visoke nočne temperature (Sušnik in Pogačar, 2011). Učinek tega neenakomernega segrevanja dan/noč pa ni enak za vse ekosisteme. Peng in sodelavci (2013) so v svoji raziskavi ugotovili, da višanje dnevni temperatur zraka v mokrih in hladnih severnih predelih vpliva na povečanje rastlinske produktivnosti, višanje nočnih temperatur zraka pa produktivnost zmanjšuje. Nasprotno pa v sušnih predelih zmernih geografskih širin višanje dnevni temperatur zmanjšuje rast vegetacije. Učinek povišanih nočnih temperatur v sušnih predelih pa je zelo kompleksen in povezan tudi z razpoložljivo vodo. Visoke nočne temperature vplivajo na številne procese pri rastlinah; zmanjšujejo vsebnost klorofila in posledično fotosintetsko aktivnost, vsebnost sladkorjev in škroba v rastlinskih organih, zaradi višjih nočnih temperatur se povečata poraba vode in hitrost celičnega dihanja, spremeni se delovanje encimov, zmanjša se sterilnost peloda (Mohammed in Tarpley, 2011a). Številni negativni učinki visokih nočnih temperatur, kot so npr. zmanjšanje števila in teže zrn, zmanjšana fertilitet, skrajšan čas polnjenja zrnja, so bili dokazani tudi za kmetijske rastline, npr. za pšenico (Prasad in sod., 2008) in riž (Mohammed in Tarpley, 2011b).

Pomembna je tudi kombinacija dnevne in nočne temperature zraka. Za paradižnik, gojen na prostem, je npr. optimalna kombinacija temperatura zraka 23 °C podnevi in 17 °C ponoči. Če so te razlike premajhne oziroma nočne temperature previsoke, to negativno vpliva na razvoj plodov (Bajec, 1988).

Preglednica 8: Število toplih noči v posameznih obdobjih in letni maksimum za izbrane meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014)

	1961-1990	1971-2000	1981-2013	Letni maksimum
<b>Bilje</b>	36	63	120	12
<b>Bizeljsko</b>	3	7	40	8
<b>Celje</b>	0	4	14	3
<b>Črnomelj</b>	7	7	21	3
<b>Ljubljana</b>	8	16	55	8
<b>Maribor</b>	11	33	59	10
<b>Murska Sobota</b>	3	8	25	3
<b>Novo mesto</b>	2	6	24	4
<b>Portorož</b>	5	64	194	26
<b>Slovenske Konjice</b>	8	11	45	7
<b>Starše</b>	8	16	41	5
<b>Veliki Dolenci</b>	6	18	49	8

Največ tropskih noči je bilo v obdobju 1981–2013 izmerjenih v Portorožu, kar 194, sledijo Bilje z 120 tropskimi nočmi. Najmanj jih je bilo v Črnomlju (21) in Celju (14).

V obdobju 1961–1990 so zabeležili komaj kakšno noč, ko temperature niso padle pod 20 °C, v povprečju je bilo takih dni med 0 in 1,8 na leto. Po letu 1991 je bila vsako leto zabeležena vsaj ena tropska noč (preglednica 8).

Največ tropskih noči sovpada z najbolj vročimi leti 2003, 2010 in 2012. V Ljubljani, Celju, Mariboru, Portorožu in Velikih Dolencih jih je bilo največ zabeleženih v letu 2003, v Murski Soboti, Črnomlju, Novem mestu, Staršah in Slovenskih Konjicah v letu 2010 in v Biljah ter na Bizeljskem v letu 2012.

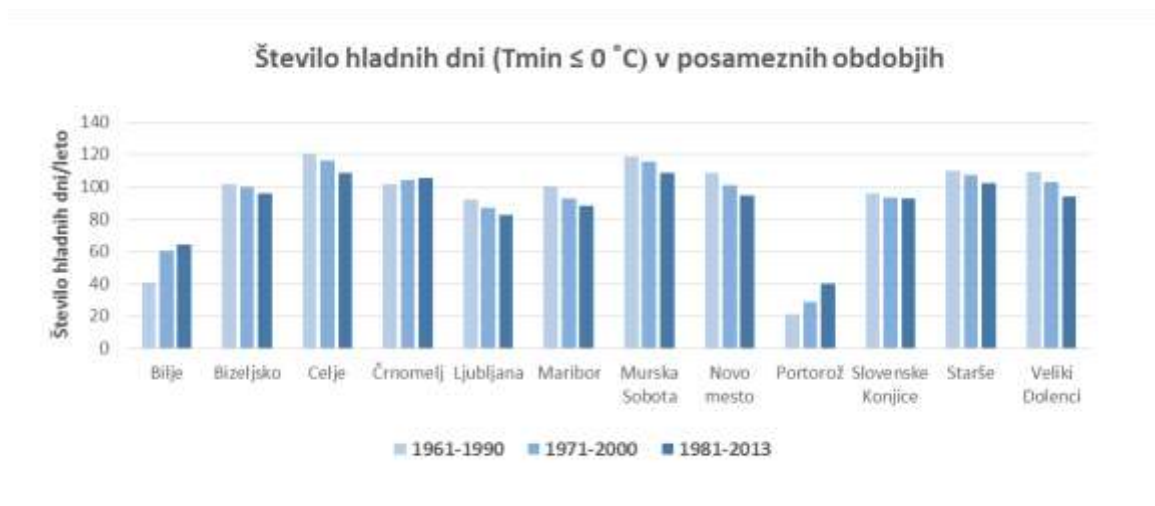
Največje letno število tropskih noči za obravnavane postaje se giblje od 3–26.

#### 4.5 ŠTEVILO HLADNIH DNI

V hladni polovici leta nastopijo hladni dnevi, ki so definirani kot dnevi z minimalno temperaturo zraka  $\leq 0$  °C, ledeni dnevi, pri katerih je najvišja dnevna temperatura  $\leq 0$  °C, kar pomeni, da je ves dan temperatura pod lediščem, in mrzli dnevi z minimalno temperaturo  $\leq -10$  °C.

Mejnik za številne naravne procese in človeško aktivnost je temperatura ledišča, zato imamo dva podnebna indeksa, s katerima opisujemo in analiziramo temperaturne razmere pozimi (Okolje se spreminja..., 2010). To je število ledenih in hladnih dni (slika 8).





Slika 8: Število hladnih dni na leto v obdobjih 1961–1990, 1971–2000 in 1981–2013 za posamezne meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014)

V začetku prejšnjega stoletja so bile zime bistveno hladnejše od današnjih (preglednica 9). Število hladnih dni je bilo v povprečju več kot 100 letno (z izjemo primorskih krajev, kjer jih je bilo vsaj za polovico manj), medtem ko jih je bilo v obdobju 1981–2013 le redko nad 100 (le še v Staršah 102, Črnomlju 105, Murski Soboti 108 in Celju 109).

Da pa število hladnih dni ne upada povsod, pa je razvidno iz preglednice 9 za kraje Bilje, Portorož in Črnomelj. V obdobju 1981–2013 imajo v Biljah triindvajset hladnih dni več kot v obdobju 1961–1990, v Portorožu 19 in v Črnomlju 4.

Preglednica 9: Število hladnih dni na leto v posameznih obdobjih za izbrane meteorološke postaje v Sloveniji in primerjava razlik med obdobji (ARSO – Arhiv ..., 2014)

	<b>1961-1990</b>	<b>1971-2000</b>	<b>1981-2013</b>	
	Št. hladnih dni/leto	Št. hladnih dni/leto	Št. hladnih dni/leto	Razlika v hladnih dnevih
<b>Bilje</b>	41	61	64	+23
<b>Bizeljsko</b>	102	100	96	-6
<b>Celje</b>	121	116	109	-12
<b>Črnomelj</b>	101	104	105	+4
<b>Ljubljana</b>	92	87	83	-9
<b>Maribor</b>	100	93	89	-11
<b>Murska Sobota</b>	119	115	108	-10
<b>Novo mesto</b>	109	101	94	-14
<b>Portorož</b>	21	29	40	+19
<b>Slovenske Konjice</b>	96	93	93	-3
<b>Starše</b>	110	107	102	-7
<b>Veliki Dolenci</b>	109	103	94	-15

Pokazatelj globalnega segrevanja in posledično višjih temperatur neodvisno od letnih časov je povprečna letna temperatura (preglednica 10), ki se je v 30-letnem obdobju med 1961–1990 gibala od 9,2 °C na severu Slovenije do 13,6 °C na slovenski obali.

V obdobju 1991–2013 je bila kar za 0,8–1,4 °C višja (z izjemo Portoroža, kjer je bila povprečna letna temperatura za obe obravnavani obdobji enaka). Največji porast temperature je bil v mestih Ljubljana, Maribor in Murska Sobota in najmanjši v Biljah in Črnomlju.

Preglednica 10: Povprečna letna temperatura v posameznih obdobjih za izbrane meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014)

	1961-1990	1991-2013	
	T pov (°C)	T pov (°C)	Razlika T (°C)
<b>Bilje</b>	12,1	12,9	+0,8
<b>Bizeljsko</b>	9,8	10,9	+1,1
<b>Celje</b>	9,2	10,4	+1,2
<b>Črnomelj</b>	10,2	11,2	+1
<b>Ljubljana</b>	9,8	11,2	+1,4
<b>Maribor</b>	9,7	11	+1,3
<b>Murska Sobota</b>	9,2	10,5	+1,3
<b>Novo mesto</b>	9,5	10,8	+1,3
<b>Portorož</b>	13,6	13,6	0
<b>Slovenske Konjice</b>	9,5	10,6	+1,1
<b>Starše</b>	9,6	10,7	+1,1
<b>Veliki Dolenci</b>	9,3	10,5	+1,2

Negativni vplivi se bodo zaradi zmanjševanja števila hladnih dni poznali na kmetijstvu z večjimi škodami zaradi spomladanske slane, ker se bo vegetacija zaradi milih zim razvila predčasno, hkrati pa je s skrajševanjem števila dni od setve do žetve povezano prezgodnje dozorevanje (Spremembe podnebja ..., 2004). Zaradi milih zim bo prezimilo večje število škodljivcev, toplejše in bolj vlažno podnebje bo ugodnejše za nove bolezni, kar bo vodilo k večji porabi sredstev za varstvo rastlin (Kajfež Bogataj, 2005). Največjo nevarnost pa za rastline predstavlja mraz, ki jih zajame, ko so brez snežnega pokrova (Mraz ..., 2014).

#### 4.6 ŠTEVILO MRZLIH IN LEDENIH DNI

Linearni trend števila mrzlih in ledenih dni je za izbrane meteorološke postaje negativen z izjemama Bilje in Portorož, ki imata v obravnavanem 44- in 53-letnem obdobju (1970–2013 za Bilje in 1961–2013 za Portorož) naraščajoče število ledenih in mrzlih dni zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov v posameznih letih. Leta 1985 so bili v februarju zabeleženi ekstremni temperaturni minimumi, leto pa je prineslo tudi visoko snežno odejo. V Portorožu in Biljah je bilo tega leta zabeleženih kar sedem dni z najvišjo dnevno temperaturo  $\leq 0$  °C, v Biljah pet dni s temperaturo  $\leq -10$  °C, v Portorožu pa je bilo mrzlih dni sedem.

Preglednica 11: Število mrzlih dni na leto v posameznih obdobjih za izbrane meteorološke postaje  
(ARSO – Arhiv ..., 2014)

	1961-1990	1971-2000	1981-2013
	Število mrzlih dni/leto	Število mrzlih dni/leto	Število mrzlih dni/leto
<b>Bilje</b>	0	0	0
<b>Bizeljsko</b>	10	7	7
<b>Celje</b>	17	13	12
<b>Črnomelj</b>	20	18	19
<b>Ljubljana</b>	7	5	5
<b>Maribor</b>	9	6	6
<b>Murska Sobota</b>	16	12	12
<b>Novo mesto</b>	11	7	7
<b>Portorož</b>	0	0	0
<b>Slovenske Konjice</b>	8	7	7
<b>Starše</b>	14	11	10
<b>Veliki Dolenci</b>	10	6	6

Število mrzlih dni na leto je v obdobjih 1971–2000 in 1981–2013 manjše v primerjavi z obdobjem 1961–1990 za vse postaje (preglednica 11) razen za Bilje, ko je bilo v obdobju 1961–1990 izmerjenih šest mrzlih dni, v obdobju 1981–2013 pa petnajst. Tudi v Portorožu in Črnomlju so v obdobju 1981–2013 izmerili nekaj več mrzlih dni kot v primerjalnem obdobju, 1961–1990.

Preglednica 12: Število ledenih dni na leto v posameznih obdobjih za izbrane meteorološke postaje  
(ARSO – Arhiv ..., 2014)

	1961-1990	1971-2000	1981-2013
	Število ledenih dni/leto	Število ledenih dni/leto	Število ledenih dni/leto
<b>Bilje</b>	1	1	1
<b>Bizeljsko</b>	22	19	19
<b>Celje</b>	21	17	17
<b>Črnomelj</b>	10	9	10
<b>Ljubljana</b>	22	18	18
<b>Maribor</b>	24	20	20
<b>Murska Sobota</b>	28	25	24
<b>Novo mesto</b>	23	20	20
<b>Portorož</b>	1	1	1
<b>Slovenske Konjice</b>	22	18	16
<b>Starše</b>	23	21	20
<b>Veliki Dolenci</b>	30	28	27

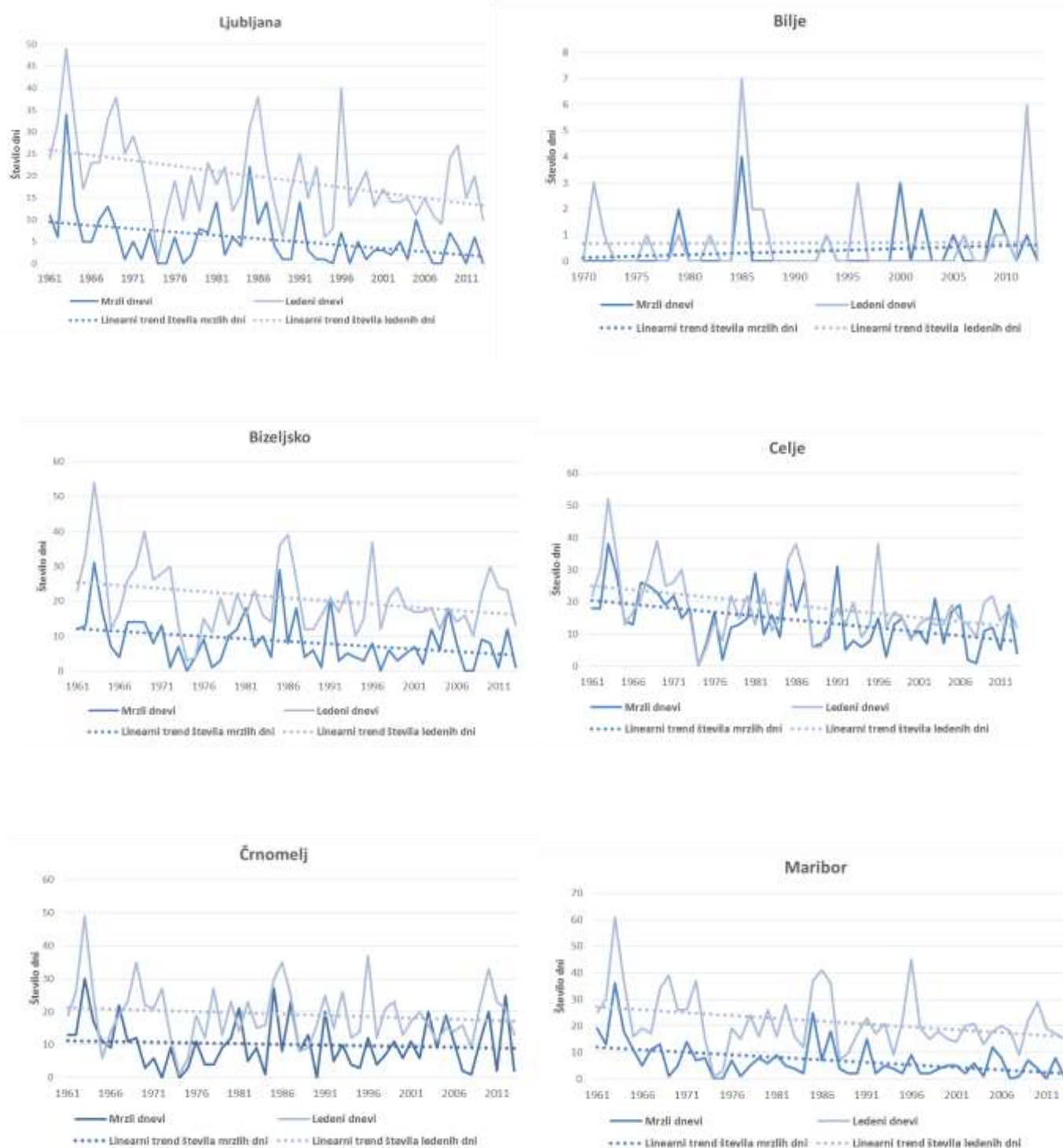
Število ledenih dni, se prav tako kot število mrzlih dni, zmanjšuje v vseh krajih po Sloveniji, z izjemo postaj Portorož in Bilje.

V obdobju 1961–1990 se je število ledenih dni na leto gibalo od 1 do 30 (preglednica 12), največ jih je bilo izmerjenih v Murski Soboti, 28 in 30 v Velikih Dolencih. V obdobjih 1971–2000 in 1981–2013 jih je bilo največ prav tako izmerjenih v Velikih Dolencih, vendar manj kot v obdobju 1961–1990, osemindvajset med leti 1971–2000 in sedemindvajset med leti 1981–2013.

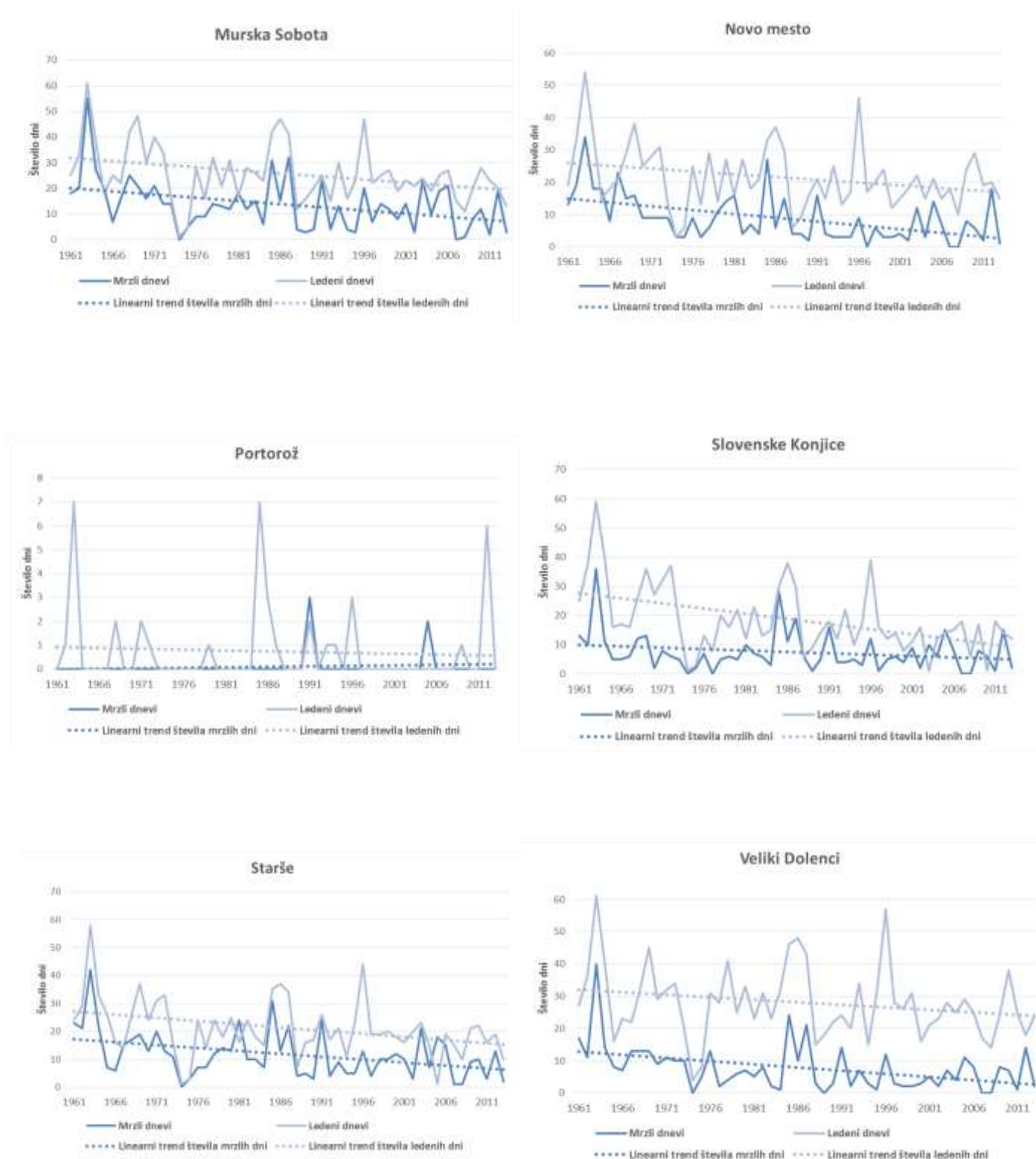
V Ljubljani, Celju, Mariboru, Novem mestu in na Bizeljskem je bilo število ledenih dni na leto enako v obeh obdobjih (1971–2000 in 1981–2013).

Več kot en leden dan je bil zabeležen v Portorožu leta 1963 in šest v letu 2012. Mrzlih dni je bilo nekoliko manj, zabeleženi so trije v letu 1991 in dva v letu 2005. V Biljah so bili trije ledeni dnevi leta 1971 in šest v letu 2012, mrzlih dni pa je bilo v letu 1985 pet, 3 v letu 2000 in po en mrzel dan, ko se je temperatura spustila pod  $-10\text{ °C}$  v letih 1993, 2005, 2010 in 2012.

Tudi na ostalih meteoroloških postajah je bilo največ ledenih in mrzlih dni izmerjenih v letih 1962, 1985 in 2012. Posamezna ekstremna leta, kar se tiče minimalnih temperatur, pa vseeno niso pokazatelj vedno ostrejših in daljših zim. Ravno nasprotno, število mrzlih in ledenih dni se zmanjšuje, a trendi niso značilni (sliki 9 in 10).



Slika 9: Število mrzlih in ledenih dni ter pripadajoči linearni trendi za Ljubljano, Bilje, Bizeljsko, Celje, Črnomelj in Maribor za obdobje 1961–2013 (ARSO – Arhiv ..., 2014)



Slika 10: Število mrzlih in ledenih dni ter pripadajoči linearni trendi za Mursko Soboto, Novo mesto, Portorož, Slovenske Konjice, Starše in Velike Dolence za obdobje 1961–2013 (ARSO – Arhiv ..., 2014)



Na osnovi poskusov (Ranljivost slovenskega kmetijstva..., 2003) je bilo ugotovljeno, da spremembe dolžine obdobja med izbranimi temperaturnimi pragoma 5 °C in 10 °C vodijo v skrajševanje rastne dobe pri jarih žitih, ki bo za 3 dni, pri hmelju za 10 dni in vinski trti za 14 dni krajša. Fenološki razvoj rastlin se začneja vse bolj zgodaj, kar pomeni da se cvetenje pomika v obdobje, ko je nevarnost prodorov hladnega zraka in s tem pozebe večja (Kajfež Bogataj in sod., 2010).

#### 4.7 ABSOLUTNE NAJNIŽJE IN NAJVIŠJE TEMPERATURE ZRAKA

Obravnane meteorološke postaje, na katerih so bile izmerjene najvišje temperature v Sloveniji v obdobju 1961–1990 (preglednica 13), kažejo, da visoke temperature niso bile enakomerno prostorske razporejene. Najvišje temperature so bile zabeležene na vzhodu Slovenije (Murska Sobota 37,2 °C in Celje 36,8 °C) in v Ljubljani (37,1 °C). V Velikih Dolencih, Portorožu in Mariboru pa maksimalna temperatura ni presegla 36 °C.

Na izmerjeno absolutno temperaturo vpliva nadmorska višina postaje, kar je razvidno iz preglednice 13. Najnižje absolutne temperature so bile izmerjene na postajah večjih nadmorskih višin, kajti zniževanje temperature je poleti večje od 0,5 °C/100m.

Izmerjene najvišje absolutne temperature si sledijo: Murska Sobota (188 m) – 37,2 °C, Ljubljana (299 m) – 37,1 °C, Bizeljsko (179 m) – 37 °C, Celje (244 m) – 36,8 °C in Starše (237 m) – 36,7 °C.

Najnižji temperaturni maksimumi so bili zabeleženi v slovenskem Primorju, v Portorožu (92 m) – 35 °C in Biljah (55 m) – 36 °C, kar kaže na vpliv morja, ki poleti hladi, pozimi pa greje ozračje oz. zmanjšuje temperaturna nihanja.

Pogoste in mrzle zime v obdobju 1961–1990 so prinesle kar precej absolutnih minimumov, v Celju, -27,2 °C (1985), v Staršah -26,7 °C (1985) in na Bizeljskem -26,5 °C (1985). Vsi navedeni kraji ležijo v vzhodni Sloveniji. V veliki večini pa je februar leta 1985 kar povsod po Sloveniji prinesel temperaturne minimume. V Biljah je bilo izmerjenih rekordnih -13,1 °C, v Portorožu -9,3 °C in Črnomlju -24,2 °C (preglednica 13).

Preglednica 13: Absolutna najnižja in najvišja temperatura v obdobju 1961–1990 za posamezne meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014)

<b>Obdobje 1961–1990</b>					
Postaja	Nadmorska višina v m	Absolutna maksimalna T (°C)	Datum	Absolutna minimalna T (°C)	Datum
<b>Bilje (1970-1990)</b>	55	36,0	14.8. 1988	-13,1	8.1.1985
<b>Bizeljsko</b>	179	37,0	28.7.1983	-26,5	8.1.1985
<b>Celje</b>	244	36,8	28.7.1983	-27,2	8.1.1985
<b>Črnomelj</b>	157	36,2	28.7.1983	-24,2	12.1.1985
<b>Ljubljana</b>	299	37,1	27.7.1983	-20,3	8.1.1985
<b>Maribor</b>	275	35,8	28.7.1983	-22,3	11.1.1968
<b>Murska Sobota</b>	188	37,2	11.7.1968	-31,0	16.1.1963
<b>Novo mesto</b>	220	36,4	7.8.1971	-23,6	16.1.1963
<b>Portorož</b>	92	35,0	11.7.1968	-9,3	8.1.1985
<b>Slovenske Konjice</b>	330	35,9	28.7.1983	-22,1	8.1.1985
<b>Starše</b>	237	36,7	11.7.1968	-26,7	18.1.1963
<b>Veliki Dolenci</b>	308	35,1	11.7.1968	-21	11.1.1967

V vročinskem valu leta 2013, natančneje dne 8. 8. 2013, so bile izmerjene absolutne maksimalne temperature po celotni Sloveniji (preglednica 14). Najvišja temperatura je v vseh štirih krajih presegla 40 °C; Maribor (40,6 °C), Črnomelj (40,3 °C), Ljubljana (40,2 °C) in Murska Sobota (40,1 °C).

Izmerjena temperatura istega dne je bila na slovenski obali pod 40 °C; Portorož 37,3 °C in Bilje 38,6 °C.

Preglednica 14: Absolutna najnižja in najvišja temperatura v obdobju 1991–2013 za posamezne meteorološke postaje (ARSO – Arhiv ..., 2014)

<b>Obdobje 1991–2013</b>					
Postaja	Nadmorska višina v m	Absolutna maksimalna T (°C)	Datum	Absolutna minimalna T (°C)	Datum
<b>Bilje</b>	55	38,6	21.7.2006	-13,9	20.12.2009
<b>Bizeljsko</b>	179	39,4	13.8.2003	-20,4	6.1.1993
<b>Celje</b>	244	39,7	8.8.2013	-24,7	12.1.2003
<b>Črnomelj</b>	157	40,3	8.8.2013	-22,5	13.1.2003
<b>Ljubljana</b>	299	40,2	8.8.2013	-16,2	13.1.2003
<b>Maribor</b>	275	40,6	8.8.2013	-17,4	25.1.2006
<b>Murska Sobota</b>	188	40,1	8.8.2013	-24,1	10.2.2005
<b>Novo mesto</b>	220	39,9	8.8.2013	-18,6	6.1.1993
<b>Portorož</b>	2	37,3	8.8.2013	-10,5	2.3.2005
<b>Slovenske Konjice</b>	330	39,1	8.8.2013	-18,1	31.12.1996
<b>Starše</b>	237	40,0	8.8.2013	-22,0	12.1.2003
<b>Veliki Dolenci</b>	308	38,8	8.8.2013	-17,4	14.1.2006

Izmerjeni temperaturni minimumi so bili v obdobju 1991–2013 razporejeni čez celo obdobje. Najnižje izmerjene temperature so bile 12. 1. 2003 v Celju (-24,7 °C), 10. 2. 2005 v Murski Soboti (-24,1 °C) in v Črnomlju 13. 1. 2003 (-22,5 °C).

V primerjavi z obdobjem 1961–1990 je bil v obdobju 1991–2013 izmerjeni povprečni maksimum (39,7 °C) za kar 4,3 °C večji kot v obdobju 1961–1990, (35,4 °C).

V obdobju 1961–1990 se je najnižja temperatura spustila do -27,2 °C (Celje), v obdobju 1991–2013 je bila najnižja temperatura prav tako v Celju (-24,7 °C), kar je 3 °C razlike. Povprečje najnižjih temperatur v obdobju 1961–1990 je -22,3 °C, med leti 1991–2013 pa -18,8 °C.



## 5 SKLEPI

Razmišljanje o podnebnih spremembah kot o zelo oddaljenem pojavu in grožnji, ki nas ne bo doletela v kratkem, je zmotno. Agencija RS za okolje, ki je bila tudi naš vir pridobljenih podatkov za diplomsko delo, hrani bogat arhiv meteoroloških meritev, saj meritve po Sloveniji potekajo že več kot 100 let. Te jasno kažejo na zviševanje temperature zraka, tal, vodotokov, jezer in morja.

Dvig temperature zraka je za 1,2 °C/30 let večji v večjih mestih (Ljubljana, Maribor in Murska Sobota) ter za 0,9 °C/30 let na podeželju (Bizeljsko, Starše in Veliki Dolenci). Največji trend je bil zabeležen v Novem mestu (0,47 °C/10 let) in v Ljubljani (0,45 °C/10 let), najmanjši pa v Biljah (0,33 °C/10 let) in v Črnomlju (0,33 °C/10 let). Prehodna lega med Jadranskim morjem in celinsko Panonsko nižino povzroča mešanje različnih podnebnih vplivov in posledično tudi manjše naraščanje temperature za posamezne meteorološke postaje (Črnomelj, Bilje).

Zabeleženim toplim letom od 2000 naprej sta sledili rekordno sušni leti 2003 in 2012, slednje je bilo v vsej zgodovini meteoroloških meritev zabeleženo kot najtoplejše leto. V povprečju imamo večje število toplih dni v zadnjih triintridesetih letih (1981–2013), kot pa smo jih imeli v preteklih 60. letih skupaj. Topla in vroča pa niso samo poletja, višje temperature se pojavljajo že spomladi. Do leta 1990 je bilo zabeleženih največ petnajst vročih dni/leto, po letu 1991 pa se je število povečalo na več kot dvajset letno. Nekaj blažilnega učinka ima na obalni pas Slovenije Jadransko morje (meteorološki postaji Bilje in Portorož), zato se temperature ne povzpnejo tako visoko kot v osrednji Sloveniji ter na J in JV. Še do srede 20. stoletja so bile tropske noči izredno redek pojav, zdaj pa se v nekaterih mestih pojavljajo skoraj vsakoletno. Največ tropskih noči v obdobju 1981–2013 je bilo izmerjenih v Portorožu, kar 194, sledijo Bilje z 120 tropskimi nočmi. Najmanj jih je bilo v Črnomlju (21) in Celju (14).

Kot smo predvidevali se v zadnjih letih pojavlja več ekstremnih temperatur zraka (2003, 2006 in 2012) v letu 2013 pa je bilo izmerjenih največ ekstremno vročih dni ( $T \geq 35$  °C), pojavili so se tudi dnevi s temperaturami nad 40 °C v Ljubljani, Črnomlju, Mariboru in Murski Soboti.

Za razliko od vročih pomladanskih in poletnih dni pa je bilo zadnje zares hladno leto 1978, od 1986 naprej pa so zime nadpovprečno tople. Trend padanja števila hladnih, mrzlih in ledenih dni po Sloveniji (z izjemo obmorskih krajev, kjer število hladnih dni narašča) je od 1–4 dni/10 let. Linearni trend števila mrzlih in ledenih dni je za posamezne postaje negativen z izjemo meteoroloških postaj Bilje in Portorož, ki imata v obravnavanem 44- in 53-letnem obdobju (1970–2013 za Bilje in 1961–2013 za Portorož) naraščajoče število ledenih in mrzlih dni zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov v posameznih letih. Leta 1985 so bili v februarju zabeleženi ekstremni temperaturni minimumi, leto pa je prineslo tudi visoko snežno odejo. V Portorožu in Biljah je bilo le-tega leta zabeleženih kar sedem dni z najvišjo dnevno temperaturo  $\leq 0$  °C, v Biljah pet dni s temperaturo  $\leq -10$  °C, v Portorožu pa je bilo mrzlih dni sedem. Tudi drugod po meteoroloških postajah je bilo največ ledenih in mrzlih dni izmerjenih v letih 1962, 1985 in 2012.

Vse zastavljene delovne hipoteze (1;–med obravnavanimi lokacijami in leti obstaja velika spremenljivost v številu dni z ekstremnimi temperaturami zraka, 2;–v zadnjih letih proučevanega obdobja se pojavljajo ekstremno visoke temperature zraka, 3;–veča se tudi število dni s temperaturami nad 35 °C in manjša število dni s temperaturami pod 0 °C, 4;–trendi proučevanih temperaturnih spremenljivk so za vroče dni pozitivni in za mrzle dni negativni) smo v naši raziskavi potrdili.

## 6 POVZETEK

S pomočjo pridobljenih podatkov iz spletnega arhiva Agencije RS za okolje smo analizirali pogostost hladnih dni (minimalna temperatura zraka –  $T_{\min} \leq 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), mrzlih dni ( $T_{\min} \leq -10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), ledenih dni (najvišja dnevna temperatura  $T_{\max} \leq 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), toplih dni ( $T_{\max} \geq 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), vročih dni ( $T_{\max} \geq 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), ekstremno vročih dni ( $T_{\max} \geq 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ter toplih noči ( $T_{\min} \geq 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), absolutne najvišje in najnižje temperature za klimatsko različne meteorološke postaje po Sloveniji (Bilje, Bizeljsko, Celje, Črnomelj, Ljubljana, Maribor, Murska Sobota, Novo mesto, Portorož, Slovenske Konjice, Starše in Veliki Dolenci).

Zajeli smo obdobje od leta 1961 do 2013 (za meteorološko postajo Bilje 1970–2013) in z računalniško obdelavo osnovnih podatkov pridobili statistične izračune za povprečja, maksimume, minimume in linearne trende.

Dvig temperature je v proučevanem obdobju večji v večjih mestih (Ljubljana in Maribor) in manjši na podeželju (Bizeljsko in Starše). Največji trend je bil zabeležen v Novem mestu ( $0,47 \text{ }^{\circ}\text{C}/10 \text{ let}$ ) in v Ljubljani ( $0,45 \text{ }^{\circ}\text{C}/10 \text{ let}$ ), najmanjši pa v Biljah ( $0,33 \text{ }^{\circ}\text{C}/10 \text{ let}$ ) in v Črnomlju ( $0,33 \text{ }^{\circ}\text{C}/10 \text{ let}$ ). Povečanju števila toplih in vročih dni sledijo ekstremno vroči dnevi, ki jih je bilo največ v letu 2013, pojavili pa so tudi dnevi nad  $40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , ki jih v obdobju 1961–1990 ni bilo. Trend proučevanih temperaturnih spremenljivk je za tople in vroče dni pozitiven, za mrzle, hladne in ledene dni pa negativen. Trend padanja števila hladnih, mrzlih in ledenih dni po Sloveniji (z izjemo obmorskih krajev, kjer število hladnih dni narašča) je od 1–4 dni/10 let.

Obravnavane meteorološke postaje, na katerih so bile izmerjene najvišje temperature v Sloveniji v obdobju 1961–1990, kažejo, da visoke temperature niso bile enakomerno prostorske razporejene. Najvišje temperature so bile zabeležene na vzhodu Slovenije (Murska Sobota  $37,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$  in Celje  $36,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) in v Ljubljani ( $37,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ). V obdobju 1991–2013 je vročinski val leta 2013 prinesel izmerjene absolutne maksimalne temperature po celotni Sloveniji. V obdobju 1961–1990 se je najnižja temperatura spustila do  $-27,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (Celje), v obdobju 1991–2013 je bila najnižja temperatura prav tako v Celju ( $-24,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), kar je  $3 \text{ }^{\circ}\text{C}$  razlike.

## 7 VIRI

- ARSO: novice. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za meteorologijo.  
<http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/novice/arhiv.html> (18.6.2014)
- ARSO. Arhiv – opazovani in merjeni meteorološki podatki po Sloveniji. 2014  
<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archiv/> (12. 5. 2014–18. 6. 2014)
- Bajec V. 1988. Vrtnarjenje pod folijo in steklom. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 419 str.
- Cegnar T. 2013. Ekstremni vremenski dogodki. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za meteorologijo (30.6.2013)  
[http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind\\_id=556](http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=556) (13.6.2014)
- Climate Change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. 2013. Cambridge University Press. 1535 str.  
[http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5\\_ALL\\_FINAL.pdf](http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf) (10.8.2014)
- Dolenc M. 2001. Analiza števila toplih in vročih dni v Sloveniji v obdobju 1951–1999. Diplomaska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo: 41 str.
- Dolar M. 2005. Spremljanje podnebja. Ekstremni vremenski dogodki. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za meteorologijo.  
[http://www.arso.gov.si/vreme/poro%C4%8Dila%20in%20projekti/dr%C5%BEavna%20slu%C5%BEba/Ekstremni\\_vremenski\\_dogodki\\_.pdf](http://www.arso.gov.si/vreme/poro%C4%8Dila%20in%20projekti/dr%C5%BEavna%20slu%C5%BEba/Ekstremni_vremenski_dogodki_.pdf) (11.8.2014)
- Dolar M., Vertačnik G., Dvoršek D., Nadbath M. 2009. Kako spremljamo podnebno spremenljivost? V: Ljubljana, Delo Znanost, 17.12.2009. Agencija RS za okolje, Urad za meteorologijo: 6 str.  
[http://www.meteo-drustvo.si/data/upload/Spremenljivost\\_za\\_Delo\\_Znanost.pdf](http://www.meteo-drustvo.si/data/upload/Spremenljivost_za_Delo_Znanost.pdf) (17.8.2014)
- Hawkins E., Fricker T.E., Challinor A.J., Ferro A.T., Kit Ho C., Osborne T.M. 2013. Increasing influence of heat stress on French maize yields from the 1960s to the 2030s. *Global Change Biology*, 19: 937-947
- Kajfež Bogataj L. 2005. Podnebne spremembe in ranljivost kmetijstva. *Acta agriculturae Slovenica*, 85,1: 25–40
- Kajfež Bogataj L. 2008. Kaj nam prinašajo podnebne spremembe? 1. izd. Ljubljana, Pedagoški inštitut: 134 str.
- Kajfež Bogataj L. 2012a. Vroči novi svet. Ljubljana, Cankarjeva založba: 211 str.
- Kajfež Bogataj L. 2012b. Sušna tveganja ob podnebnih spremembah. V: 1. kongres o vodah Slovenije, Ljubljana 22.3.2012, 222–237

- Kajfež Bogataj L., Pogačar T., Ceglar A., Črepinšek Z. 2010. Spremembe agro–klimatskih spremenljivk v Sloveniji v zadnjih desetletjih. *Acta agriculturae Slovenica*, 95,1: 97–109
- Korenjak–Černe S. 2003. Statistične metode – vaje 2003. Ljubljana, Fakulteta za elektrotehniko.  
<http://physics.fe.uni-lj.si/members/blaz/StatMet11.pdf> (14. 6. 2014)
- Meritve, spremljanje in prikazi podnebnih razmer v Sloveniji. 2003. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje: 64 str.
- Mohammed A.R., Tarpley L. 2011a. Effects of high night temperature on crop physiology and productivity: Plant growth regulators provide a management option. V: *Global warming impacts–case studies on the economy, human health, and on urban and natural environments*, S. (ed.). Beaumont, Texas agrilife research and extension center: 153-172
- Mohammed A.R., Tarpley L. 2011b. High night temperature and plant growth regulator effects on spikelet sterility, grain characteristics and yield of rice (*Oryza sativa* L.) plants. *Canadian Journal of Plant Science*, 91: 283-291
- Mraz in rastline. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za meteorologijo.  
<http://www.arso.gov.si/novice/datoteke/027906-Veter%20in%20mraz%20-%20kmetijstvo.pdf> (6.8.2014)
- Okolje se spreminja: podnebna spremenljivost Slovenije in njen vpliv na vodno okolje. 2010. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor RS: 162 str.
- Okolje, v katerem živimo. 2012. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in kmetijstvo, Agencija RS za kmetijstvo: 120 str.
- Peng S., Piao S., Ciais P., Myneni R.B., Chen A., Chevallier F., Dolman A.J., Janssens I.A., Penuelas J., Zhang G., Vicca S., Wan S., Wang S., Zeng H. 2013. Asymmetric effects of daytime and night-time warming on Northern Hemisphere vegetation. *Nature*, 501: 88-92
- Petkovšek Z., Hočevar A. 1988. *Meteorologija–osnove in nekatere aplikacije*. Ljubljana, Partizanska knjiga: 219 str.
- Podnebna spremenljivost Slovenije : glavne značilnosti gibanja temperature zraka v obdobju 1961–2011. 2013. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor RS: 23 str.
- Po toči kmetom grozi še suša. 2011. STA (13.7.2011)  
<http://www.24ur.com/novice/slovenija/po-toci-kmetom-grozi-se-susa.html> (7.8.2014)
- Prasad P.V.V., Pisipati S.R., Ristic Z., Bukovnik U., Fritz A. K. 2008. Impact of night-time temperature on physiology and growth of spring wheat. *Crop Science*, 48: 2372–2380
- Ranljivost slovenskega kmetijstva in gozdarstva na podnebno spremenljivost in ocena predvidenega vpliva. 2003. Ljubljana, Ministrstvo za okolje, prostor in energijo RS: 147 str.

- Semenov A., Shewry P.R. 2011. Modeling predicts that heat stress, not drought, will increase vulnerability of wheat in Europe. *Scientific Reports*, 1:66, doi: 10.1038/srep00066
- Slovenski vremenski rekordi. 2010. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za meteorologijo.  
[http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/weather\\_events/slo\\_vremenski\\_rekordi.pdf](http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/weather_events/slo_vremenski_rekordi.pdf) (14.6.2014)
- Spremenljivost podnebja v Sloveniji. 2010. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor RS: 12 str.
- Spremembe podnebja in kmetijstvo v Sloveniji. 2004. Ljubljana, Ministrstvo za okolje, prostor in energijo RS: 40 str.
- Suša je prizadela koruzo v Vipavski dolini. 2012. *Primorske novice* (17.8.2012)  
<http://www.primorske.si/Primorska/Goriska/Susa-je-na-Primorskem-ze-pobrala-vsaj-pol-pridelka.aspx> (7.8.2014)
- Sušnik A., Pogačar T. 2011. Vremensko povzročeni stresi kmetijskih rastlin v letu 2011. *Ujma*, 25: 81-92
- Sušnik A., Valher A. 2012. Spomladanska suša in drugi vremenski vplivi na kmetijske rastline leta 2011. *Ujma*, 26: 55-69
- Statistični urad Republike Slovenije. 2014  
[http://www.stat.si/novica\\_prikazi.aspx?id=5769](http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=5769) (7.8.2014)
- Vodnik D. 2012. *Fiziologija rastlin*. Ljubljana, oddelek za agronomijo, Biotehniška fakulteta: 139 str.
- Zavšek–Urbančič M. 2013. Prilagajanje kmetijstva na posledice podnebnih sprememb in zmanjševanje škod zaradi naravnih in drugih nesreč v kmetijstvu  
<http://mvd20.com/LETO2013/R18.pdf> (11. 6. 2014)

## **ZAHVALA**

Ne glede na to, koliko truda, energije in časa sem vložila v izdelavo diplomske naloge, mi ne bi uspelo brez strokovnih nasvetov in pomoči mentorice doc. dr. Zalike Črepinšek, ki je s hitrimi popravki in predlogi pripomogla k večji ustreznosti mojega besedila.

Iskreno se zahvaljujem tudi moji lektorici Nini Zajec, ki je postavila vsako ločilo na svoje mesto in svojemu fantu Žigu Preglju za vso potrpežljivost in nasvete.

Da pa je bilo pisanje diplomske naloge sploh mogoče, pa so zaslužni moji starši, z nakupom prenosnega računalnika.