

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Natalija ČRNAGOJ

**NASTOPI IZBRANIH TEMPERATURNIH PRAGOV
V SLOVENIJI**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Natalija ČRNAGOJ

NASTOPI IZBRANIH TEMPERATURNIH PRAGOV V SLOVENIJI

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**APPEARANCE SELECTED TEMPERATURE THRESHOLDS IN
SLOVENIA**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2008

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega študija agronomije. Opravljeno je bilo na Biotehniški fakulteti v Ljubljani na Katedri za agrometeorologijo. Uporabljeni so bili podatki o povprečnih dnevnihih temperaturah zraka Agencije republike Slovenije za okolje (ARSO).

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Lučko Kajfež-Bogataj.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Katja Vadnal
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Lučka Kajfež-Bogataj
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Anton Tajnšek
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora: 29. februar 2008

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana Natalija Črnagoj se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Natalija Črnagoj

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Vs
DK UDK 551.524 (497.4) (043.2)
KG meteorologija/ temperatura zraka/temperaturni pragovi/Slovenija
KK AGRIS P40
AV ČRNAGOJ, Natalija
SA KAJFEŽ-BOGATAJ, Lučka (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2008
IN NASTOPI IZBRANIH TEMPERATURNIH PRAGOV V SLOVENIJI
TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP XII, 36 str.[4], 11 pregl., 18 sl., 3 pril., 17 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Rastline začnejo rasti in se razvijati pri neki dovolj visoki temperaturi, ki ji pravimo temperaturni prag (TP). Najbolj pomembne metode pri določanju TP za rast rastlin so: najmanjši standardni odklon (SO) z metodo efektivnih temperatur, SO z metodo dnevov, koeficient variacije z metodo dnevov in metoda regresijskega koeficienta. Za določanje datuma nastopa TP smo uporabili metodo, ki uporablja povprečne dnevne temperature zraka. Določili in analizirali smo časovne razlike pri nastopu spomladanskih TP 0°C, 5°C, 10°C in 15°C za pet klimatsko različnih krajev v Sloveniji (Ljubljana, Maribor, Novo mesto, Portorož in Rateče) za obdobje 30 let od leta 1965 do leta 1995. Vseh pet TP najprej nastopi v Portorožu in najpozneje v Ratečah, kar je posledica velikih razlik v nadmorski višini, medtem ko so razlike v nastopu TP manjše med Mariborom in Novim mestom kot v Ljubljani.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DT Vs
DC UDC 551.524 (497.4) (043.2)
CX meteorology/air temperature/temperature thresholds/Slovenia
CC AGRIS P40
AU ČRNAGOJ, Natalija
AA KAJFEŽ-BOGATAJ, Lučka (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2008
TI APPEARANCE OF SELECTED TEMPERATURE THRESHOLDS IN SLOVENIA
DT Graduation Thesis (Higher professional studies)
NO XII, 36 p.[4], 11 tab., 18 fig., 3 ann., 17 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Plants start to grow and develop at some high enough temperature, which is called temperature threshold (TP). The most important methods to determinate the temperature threshold for plant growth are: the least standard deviation (SD) in growing degree days method, the SD in the days method, the coefficient of variation in the days method and the regression coefficient method. In order to define the date of TP appearance, we used a method that applies mean daily air temperatures (TPP). We defined and analyzed time differences for appearance of spring TP 0°C, 5°C, 10°C and 15°C, for five climatic different places in Slovenia (Ljubljana, Maribor, Novo mesto, Portorož and Rateče), for the period of 30 years, from 1965 to 1995. All five TP appear in Portorož first and Rateče at the latest, which is the result of big differences in height above sea level, while the differences in TP appearance are smaller between Maribor and Novo mesto in comparison with Ljubljana.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Kazalo prilog	X
Okrajšave in simboli	XI
1 UVOD	1
1.1 NAMEN IN CILJ NALOGE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 POMEN DOLOČANJA TEMPERATURNIH PRAGOV	3
2.2 LETNI HOD TEMPERATURE ZRAKA	4
2.2.1 Klimatski indeksi, ki temeljijo na temperaturnem razponu	5
2.3 VPLIV TEMPERATURE NA ZAČETEK RASTI	6
2.3.1 Spomladanske slane	7
2.3.2 Preprečevanje spomladanskih slane	9
2.4 METODE DOLOČANJA TEMPERATURNIH PRAGOV	10
3 MATERIAL IN METODE	12
3.1 MATERIAL	12
3.1.1 Merjenje temperature zraka	12
3.1.2 Izbira lokacije	13
3.2 METODE DELA	13
3.2.1 Meteorološke metode	13
3.2.1.1 Določanje temperaturnega praga	13
3.2.2 Statistične metode	14
3.2.2.1 Opisne statistike	14
4 REZULTATI	16
4.1 NASTOPI SPOMLADANSKIH TEMPERATURNIH PRAGOV	16
4.1.1 Časovna analiza nastopov temperaturnih pragov	16
4.1.2 Statistična analiza nastopov temperaturnih pragov	25

5	RAZPRAVA IN SKLEPI	31
5.1	RAZPRAVA	31
5.2	SKLEPI	32
6	POVZETEK	34
7	VIRI	35
	ZAHVALA	
	PRILOGA A	
	PRILOGA B	
	PRILOGA C	

KAZALO PREGLEDNIC

- Preglednica 1: Dolžina obdobja rasti, ter potrebna velikost aktivnih temperaturnih vsot za posamezne kulture (Dečman, 1995)
- Preglednica 2: Globina setve in saditve nekaterih poljščin (Todoric in Gračan, 1982)
- Preglednica 3: Minimalne in optimalne temperature kalitve nekaterih vrtnin (Pavlek, 1985)
- Preglednica 4: Kritične temperature v času cvetenja pri različnih sadnih vrstah (Jazbec in Vrabl, 1995)
- Preglednica 5: Zadnji pojav spomladanske slane za različne temperaturne razrede na višini 5 cm za obdobje od 1951 do 1991 (Kajfež-Bogataj in Gerjevič, 1992)
- Preglednica 6: Geografski položaj izbranih meteoroloških postaj ter tip podnebja značilnega za te postaje
- Preglednica 7: Opisne statistike za temperaturni prag 0°C za pet krajev v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995
- Preglednica 8: Opisne statistike za temperaturni prag 5°C za pet krajev v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995
- Preglednica 9: Opisne statistike za temperaturni prag 10°C za pet krajev v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995
- Preglednica 10: Opisne statistike za temperaturni prag 15°C za pet krajev v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995
- Preglednica 11: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga 0°C za pet krajev v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995

KAZALO SLIK

- Slika 1: Letni hod temperature zraka v nekaterih krajih Slovenije leta 1995 (ARSO, 2001).
- Slika 2: Prvi prestop temperaturnega praga 0°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.
- Slika 3: Zadnji prestop temperaturnega praga 0°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.
- Slika 4: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga 0°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.
- Slika 5: Prvi prestop temperaturnega praga 5°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.
- Slika 6: Zadnji prestop temperaturnega praga 5°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.
- Slika 7: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga 5°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.
- Slika 8: Prvi prestop temperaturnega praga 10°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.
- Slika 9: Zadnji prestop temperaturnega praga 10°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.
- Slika 10: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga 10°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.
- Slika 11: Prvi prestop temperaturnega praga 15°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.
- Slika 12: Zadnji prestop temperaturnega praga 15°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.
- Slika 13: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga 15°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.
- Slika 14: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnih pragov 0°C, 5°C, 10°C in 15°C za Ljubljano za obdobje od 1965 do 1995.
- Slika 15: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnih pragov 0°C, 5°C, 10°C in 15°C za Maribor za obdobje od 1965 do 1995.
- Slika 16: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnih pragov 0°C, 5°C, 10°C in 15°C za Novo Mesto za obdobje od 1965 do 1995.

Slika 17: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnih pragov 0°C, 5°C, 10°C in 15°C za Portorož za obdobje od 1965 do 1995.

Slika 18: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnih pragov 0°C, 5°C, 10°C in 15°C za Rateče za obdobje od 1965 do 1995.

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga 5°C za pet krajev v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995
- Priloga B: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga 10°C za pet krajev v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995
- Priloga C: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga 15°C za pet krajev v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

TP	temperaturni prag (zaporedni dan v letu)
T_i	povprečna dnevna temperatura zraka za obdobje, v katerem posamezna rastlina zaključí določeno razvojno fazo ($^{\circ}\text{C}$)
V_{AKT}	vsota aktivnih temperatur zraka, ki jih posamezna rastlina potrebuje za določeno razvojno fazo ($^{\circ}\text{C}$)
V_{EF}	vsota efektivnih temperatur zraka, ki jih posamezna rastlina potrebuje za določeno razvojno fazo ($^{\circ}\text{C}$)
T_{prag}	temperatura praga ($^{\circ}\text{C}$)
I_K	indeks kontinentalnosti klime
A_{2m}	letni temperaturni razpon ($^{\circ}\text{C}$)
φ	geografska širina ($^{\circ}$)
A_K	asimetričnost po Kernerju
T_{okt}	povprečna oktobrska temperatura zraka ($^{\circ}\text{C}$)
T_{apr}	povprečna aprilska temperatura zraka ($^{\circ}\text{C}$)
T_p	povprečna dnevna temperatura zraka ($^{\circ}\text{C}$)
T_{7h}	temperatura zraka izmerjena ob sedmih zjutraj ($^{\circ}\text{C}$)
T_{14h}	temperatura zraka izmerjena ob štirinajsti uri popoldne ($^{\circ}\text{C}$)
T_{21h}	temperatura zraka izmerjena ob enaindvajseti uri zvečer ($^{\circ}\text{C}$)
d_s	časovni interval med 15. dnevom v mesecu in prestopom temperaturnega praga (dan)
T_{pod}	povprečna mesečna temperatura zraka pod temperaturo praga ($^{\circ}\text{C}$)
T_{nad}	povprečna mesečna temperatura zraka nad temperaturo praga ($^{\circ}\text{C}$)
D_m	število dni v mesecu
\bar{x}	aritmetična sredina
x_i	i-ti podatek

n	število vseh rastlin v vzorcu
k_{var}	koeficient variabilnosti (%)
σ	standardni odklon

1 UVOD

Rast in razvoj rastlin sta odvisna od številnih dejavnikov, kako se bo rastlina razvijala na nekem prostoru, pa je odvisno od talnih in klimatskih razmer, v katerih se ta rastlina nahaja. Zelo pomemben dejavnik je temperatura okolja, ki zelo močno vpliva na začetek rasti in intenzivnost rasti v posameznem obdobju. Od temperature pa je tudi odvisno, kdaj bo rastlina zaključila z vegetacijo in prešla v fazo mirovanja.

Po fazi mirovanja je potrebno neko dovolj dolgo obdobje, v katerem se temperatura dvigne na določeno raven, saj se takrat začnejo v rastlini odvijati fiziološki procesi.

V pomladnih mesecih pa se srečamo s pojavom, ko se ozračje tekom dneva močno segreje, ponoči pa se temperature spustijo blizu 0°C ali pa celo pod 0°C. Rastline so v tem času že fiziološko aktivne in so izpostavljene velikim temperaturnim nihanjem preko dneva in noči, kar seveda negativno vpliva na rast in razvoj rastlin, prav tako pa obstaja velika nevarnost spomladanske slane. To dejstvo pa je zelo pomembno z agronomskega vidika, saj je potrebno temeljito pretehtati, katere sorte bomo uporabljali, da bi se v čim večji meri izognili spomladanskim pozebam.

Spomladanski temperaturni prag nastopi tedaj, ko se povprečna dnevna temperatura zraka za neko dovolj dolgo časovno obdobje povzpne nad temperaturo, ki jo predhodno določimo. Tako se v praksi za določanje nastopov temperaturnih pragov uporabljajo povprečne dnevne temperature zraka.

Slovenija je klimatsko zelo raznolika, zato predvidevamo, da je nastop temperaturnih pragov različen tako v prostorskem kot časovnem smislu. Želeli smo ugotoviti, kakšne so razlike v času nastopa spomladanskih temperaturnih pragov 0°C, 5°C, 10°C in 15°C v klimatsko različnih regijah Slovenije.

1.1 NAMEN IN CILJ NALOGE

Osnovni namen naloge je ugotoviti, kakšne so časovne razlike v nastopu spomladanskih temperaturnih pragov v različnih klimatskih regijah Slovenije. Uporabili smo povprečne dnevne temperature zraka za dovolj dolgo časovno obdobje.

Določili smo datume nastopov spomladanskih temperaturnih pragov 0°C, 5°C, 10°C in 15°C za pet krajev v Sloveniji za obdobje 30 let, in sicer od leta 1965 do leta 1995. Na podlagi nastopov temperaturnih pragov v Ljubljani, Mariboru, Novem Mestu, Portorožu in Ratečah bomo analizirali časovne razlike nastopa temperaturnih pragov.

V zadnjem času smo priča vedno višjim temperaturam zraka v prostoru, kjer živimo. To nas je spodbudilo k temu, da ugotovimo, ali nastopajo spomladanski temperaturni pragovi tekom let vedno bolj zgodaj in kako lahko morebitne spremembe vplivajo na začetek rasti rastlin.

2 PREGLED OBJAV

2.1 POMEN DOLOČANJA TEMPERATURNIH PRAGOV

Temperatura vpliva na stopnjo razvoja pri večini živih bitij. Rastline začnejo rasti in se razvijati pri neki dovolj visoki temperaturi. Tej temperaturi pravimo temperaturni prag. Vsaka rastlina ima svoj temperaturni prag, ki pa se razlikuje ne le med posameznimi rastlinskimi vrstami, ampak tudi med sortami. Če za določeno rastlino natančno vemo, kakšen je ta prag, lahko na podlagi tega izberemo optimalni čas setve. Tu pa se srečamo s pojavom spomladanskih slan, ki pa je zelo pereč problem zlasti za večletne rastline, kot sta vinska trta in sadno drevje, saj si ne moremo pomagati s pravilno izbiro roka sajenja. Na podlagi temperaturnega praga določene rastline in na podlagi podatkov o pojavljanju spomladanskih slan se tako lahko odločimo, kaj oziroma kdaj bomo sejali oziroma sadili. Tam, kjer se slana pojavlja bolj pozno, bomo sadili tiste sorte, ki imajo višji temperaturni prag. Na ta način se zavarujemo pred tem, da bi nam slana delno ali pa v celoti uničila pridelek.

Vsaka rastlina za svoj popoln življenjski cikel potrebuje določeno količino toplote, ki se akumulira tekom rasti. Opišemo jo s temperaturnimi vsotami, ki so eden od pomembnih kazalcev rasti in razvoja rastlin. Akumulirana toplota pri kulturnih rastlinah bistveno vpliva na njihov fenološki razvoj. Temperature vsote lahko dobimo z enostavnim seštevanjem povprečnih dnevni temperatur zraka nad 0°C. To so tako imenovane vsote aktivnih temperatur (En.1).

$$V_{AKT}(i) = \sum_i T(i) \quad T(i) \geq 0^{\circ}C \quad \dots(1)$$

kjer je:

$V_{AKT}(i)$ vsota aktivnih temperatur zraka (°C),
 $T(i)$ povprečna dnevna temperatura zraka (°C).

Če vsote računamo od prestopa kakega višjega temperaturnega praga, od povprečne dnevne temperature zraka odštevamo temperaturo praga, ki v tem primeru predstavlja biološki temperaturni minimum, govorimo o vsoti efektivnih temperatur (En.2).

$$V_{EF}(i) = \sum_i (T(i) - T_{prag}) \quad \dots(2)$$

kjer je :

$V_{EF}(i)$ vsota efektivnih temperatur zraka (°C),
 $T(i)$ povprečna dnevna temperatura zraka (°C),
 T_{prag} temperatura praga (°C).

Če hočemo vedeti, koliko skupne toplote potrebuje neka sorta za svoj popoln razvoj, moramo najprej vedeti, kakšna je njena osnovna temperatura ali temperatura praga za začetek rasti. Ko enkrat poznamo to temperaturo, lahko spremljamo rastlino od začetka rasti pa do zorenja in seštevamo efektivne temperature. Na ta način lahko določimo

količino toplote in s tem dolžino vegetacije, ki jo potrebuje določena rastlina za svojo rast (Preglednica 1).

Preglednica 1: Dolžina obdobja rasti, ter potrebna vsota aktivnih temperatur za posamezne kulture (Dečman, 1995; Tajnšek, 2007)

Kultura	Latinsko ime	Doba ефективne rasti (dni)	Temperaturna vsota (°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
Koruza	<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>	130-150	2300 do 2500

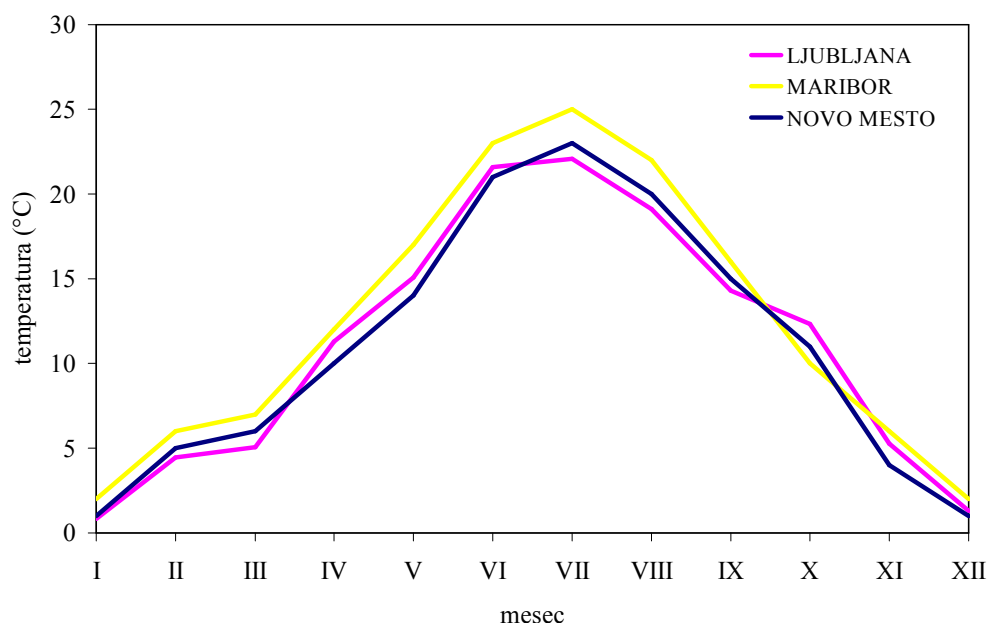
V Sloveniji je trajanje vegetacijskega obdobja zelo raznoliko. Začne se spomladi s prestopom temperaturnega praga, konča pa jeseni, ko povprečna dnevna temperatura pade pod temperaturo praga.

V ravninskem delu Slovenije traja obdobje nad 5°C od 220 do 240 dni, na Goriškem in Koprskem pa nekoliko dlje, to je 280 dni. Nekoliko daljše obdobje je tudi v Prekmurju, Kraškem polju, Novomeški kotlini, Ljubljanski kotlini in Beli krajini. Vegetacijsko obdobje, ki ga omejujeta spomladanski in jesenski temperaturni prag 10°C, traja v večini Slovenije 160 do 180 dni. Z naraščanjem nadmorske višine se to obdobje zmanjšuje (Kajfež-Bogataj, 2000).

2.2 LETNI HOD TEMPERATURE ZRAKA

Letni hod temperature zraka oziroma letni temperaturni razpon je razlika med srednjo temperaturo najtoplejšega in srednjo temperaturo najhladnejšega meseca v letu. Od ekvatorja proti poloma se ta razpon povečuje (Penzar, 1989). Poleg zemljepisne širine je odvisen tudi od oddaljenosti od morja in nadmorske višine. Z oddaljevanjem od morja se razpon povečuje, z večanjem nadmorske višine pa se zmanjšuje.

Večina naših krajev ima enostavno obliko hoda (Slika 1). Temperatura je najnižja v januarju, nato sledi več ali manj enakomerna rast temperature do najtoplejšega meseca, običajno je to julij. Jesenski padec temperature je približno enak poletni rasti temperature.



Slika 1: Letni hod temperature zraka v nekaterih krajih Slovenije leta 1995 (ARSO, 2001).

2.2.1 Klimatski indeksi, ki temeljijo na temperaturnem razponu

Klimatski indeksi so klimatološki kazalci, s pomočjo katerih lahko z manjšo ali večjo natančnostjo sistemsko opredelimo klimatske razmere posameznih krajev. Poznamo različne klimatske indekse, ki temeljijo na enem ali več meteoroloških elementih (Kajfež-Bogataj, 1996).

Na letnem temperaturnem razponu je osnovan Konradov indeks kontinentalnosti klime (En.3). Ta je velik v notranjosti kontinentov in majhen ob obalah oceanov. Računamo ga le za geografske širine do 80°. Stopnje kontinentalnosti so približno take: vrednost indeksa pod 33 označuje maritimno klimo, vrednost indeksa med 33 in 66 kontinentalno klimo, vrednost indeksa nad 66 pa ekstremno kontinentalno klimo.

$$I_K = \frac{a \times A_{2m}}{\sin(\varphi + b)} - c \quad 0 \leq I_K \leq 100 \quad \dots(3)$$

kjer je:

- I_K indeks kontinentalnosti klime,
- A_{2m} letni temperaturni razpon (°C),
- φ geografska širina (°),
- $a = 1,7 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$,
- $b = 10^\circ$,
- $c = 14$.

V zmernih geografskih širinah asimetričnost letnega hoda temperature zraka kaže na maritimnost klime. Asimetričnost ponazorimo s Kernerjevim obrazcem (En.4). Ta je količnik med razliko povprečne oktobrske in aprilske temperature zraka ter letnim temperaturnim razponom.

$$A_K = \frac{100 \times (\bar{T}_{okt} - \bar{T}_{apr})}{A_{2m}} \quad \dots (4)$$

kjer je:

A_K asimetričnost po Kernerju,

\bar{T}_{okt} povprečna oktobrska temperatura zraka ($^{\circ}\text{C}$),

\bar{T}_{apr} povprečna aprilska temperatura zraka ($^{\circ}\text{C}$),

A_{2m} letni temperaturni razpon ($^{\circ}\text{C}$).

Maritimni kraji imajo vrednost asimetričnosti po Kernerju nad 16, obalni med 11 in 16, zmerno kontinentalni kraji pa vrednost od 1 do 5.

2.3 VPLIV TEMPERATURE NA ZAČETEK RASTI

Temperaturni prag pri kmetijsko pomembnih rastlinah se giblje med 0°C in 10°C . Pri večini teh rastlin je temperaturni prag 5°C do 6°C . Dokler ni dosežen temperaturni prag, rastlina ne bo začela z rastjo, pa čeprav so izpolnjeni vsi ostali pogoji za rast rastline.

Pri rastlinah je stopnja razvoja osnovana na akumuliranju toplotnih enot, zato se meri razvojni stadij kot rezultat fiziološkega časa in ne sovпада s koledarskim časom.

Dobro je znano, da je počasna rast lahko posledica nizkih temperatur tik nad temperaturnim pragom ali pa posledica previsokih temperatur (Wielgolaski, 1999).

Znano je, da razvoj rastlin poteka hitreje s povišanjem temperature, kjer obstaja linearno razmerje med stopnjo razvoja in srednjo temperaturo zraka. To je bilo tudi večkrat prikazano ali uporabljeno kot model. Vsi razvojni procesi v rastlini so odvisni od temperature. Piper (1996) navaja, da je čas cvetenja soje značilen za vsako sorto in je v glavnem odvisen od temperature in fotoperiode.

Temperatura tal ima zelo velik vpliv na kemijske, biokemijske in fizikalne procese (Kajfež-Bogataj in Šušteršič, 1991). Spomladi temperatura tal odločilno vpliva na kalitev in vznik, zato moramo to upoštevati pri določanju časa setve. Različne rastlinske vrste sejemo oziroma sadimo na različnih globinah, žita bolj plitvo, krompir na primer pa bolj globoko (Preglednica 2). Zaradi tega je potrebno tudi vedeti, kakšne temperature so na določeni globini tal, to je na tisti globini, kjer odložimo seme ali pa sadiko.

Preglednica 2: Globina setve in saditve nekaterih poljščin (Todoric in Gračan, 1982)

Vrsta poljščine	Latinsko ime	Globina setve (cm)
Pšenica	<i>Triticum</i> sp.	4-6
Rž	<i>Secale cereale</i>	2-4
Ječmen	<i>Hordeum vulgare</i>	3-4
Oves	<i>Avena sativa</i>	2-5
Koruza	<i>Zea mays</i>	do 7
Sirek	<i>Sorghum vulgare</i>	2-3
Proso	<i>Panicum</i> sp.	2-3
Ajda	<i>Fagopyrum esculentum</i>	3-4
Fižol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	4-6
Grah	<i>Pisum sativum</i>	5-7
Soja	<i>Glycine max</i>	4-6
Bob	<i>Vicia faba</i>	4-10
Sončnica	<i>Helianthus annuus</i>	4-5
Lan	<i>Linum usitatissimum</i>	2-3
Sladkorna pesa	<i>Beta vulgaris</i>	2-3
Krompir	<i>Solanum tuberosum</i>	6-10

Toplota je zelo pomemben dejavnik za začetek rasti. Ta se začne s kalitvijo, nadaljnje temperature pa vplivajo na to, v kakšnem času bo rastlina vzknila. Seveda pa sta kalitev in vznik rastline odvisna tudi še od drugih dejavnikov okolja, kot so oskrba z vodo in oskrba s kisikom.

Rastlina začne kaliti pri neki najnižji temperaturi, ki je še sprejemljiva (Preglednica 3). Tej temperaturi pravimo minimalna temperatura kalitve. V primeru, da sejemo oziroma sadimo v še ne dovolj ogreto zemljo, se zgodi, da seme ne bo kalilo oziroma bo kalilo kasneje, ko se bo zemlja dovolj ogrela. V tem času pa obstaja velika nevarnost, da nam seme uničijo bolezni in škodljivci (Todoric in Gračan, 1982).

Preglednica 3: Minimalne in optimalne temperature kalitve nekaterih vrtnin (Pavlek, 1985)

Vrtnina	Latinsko ime	Minimalna temperatura kalitve (°C)	Optimalna temperatura kalitve (°C)
Korenje	<i>Daucus carota</i>	3 do 4	20
Čebula	<i>Allium cepa</i>	1 do 2	15
Zelje	<i>Brassica oleracea</i> var. capitata	1 do 5	20
Solata	<i>Lactuca sativa</i>	2 do 3	18 do 20
Česen	<i>Allium sativum</i>	3 do 5	18 do 22

Ko rastlina vzkali, nadaljuje z rastjo, vendar pa je ta rast počasna, če so temperature blizu temperaturnega praga. Zato je boljše, da sejemo oziroma sadimo nekoliko kasneje, to je takrat, ko se tla bolj ogrejejo, saj v tem primeru rastlina bistveno hitreje raste. Tako na primer začne koruza kaliti pri 8°C, vendar je boljše, da so tla v globini setve ogreta na 10°C. V tem primeru je rastlina manj izpostavljena mikroorganizmom. Drugi dejavnik, ki ga moramo upoštevati, pa je tudi nevarnost spomladanske pozebe, katera lahko delno ali pa v celoti uniči pridelek.

Pri gojenju vrtnin se da v določenih primerih izogniti zunanji vplivom okolja, kot so temperatura zraka in padavine. To lahko izvedemo z gojenjem rastlin v zavarovanih prostorih, kot so plastenjaki in rastlinjaki, kjer lahko umetno reguliramo temperaturo in

vodni režim. Seveda je taka proizvodnja bistveno dražja, vendar pa je v tem primeru možno gojenje rastlin skozi celo leto, pri optimalni temperaturi in optimalni oskrbi z vodo, kar se odraža na povečanem pridelku.

V kmetijskih panogah, kot so poljedelstvo, sadjarstvo in vinogradništvo, kjer se prideluje na velikih površinah, je pridelovanje v zaščitenem prostoru praktično neizvedljivo.

2.3.1 Spomladanske slane

Spomladanske slane so negativen meteorološki pojav, saj lahko na kmetijskih rastlinah povzročijo veliko škode, ker lahko delno ali pa v celoti prizadenejo posevek ali nasad.

Ko rastlina spomladi začne z rastjo, je zelo občutljiva na ekološke dejavnike in bolezni. V tem času rastlina vsebuje veliko vode in če se temperatura spusti pod točko zmrzišča, se zgodi, da voda v rastlini kristalizira, kar ima za posledico, da rastlina delno ali pa v celoti propade.

Kako je rastlina občutljiva na spomladanske slane, je predvsem odvisno od rastlinske vrste in od razvojne stopnje rastline. Manj kot vsebuje rastlina suhe snovi in sladkorja, bolj je občutljiva na nizke temperature.

Zlasti nekatere sadne vrste so zelo občutljive na spomladanske slane, predvsem v času cvetenja (Preglednica 4). Zaprti brsti sadnega drevja prenesejo do -4°C , v času polnega cvetenja do -2°C , za mlade plodiče pa je že usodna temperatura -1°C (Jazbec in Vrabl., 1995).

Preglednica 4: Kritične temperature v času cvetenja pri različnih sadnih vrstah (Jazbec in Vrabl., 1995)

Sadna vrsta	Latinsko ime	Zaprti cvetovi ($^{\circ}\text{C}$)	Polno cvetenje ($^{\circ}\text{C}$)	Mladi plodovi ($^{\circ}\text{C}$)
Jablana	<i>Malus sylvestris</i>	-4	-2	-2
Hruška	<i>Pyrus communis</i>	-4	-2	-1
Češnja	<i>Prunus avium</i>	-4,5	-2	-1
Breskev	<i>Prunus persica</i>	-4	-3	-1
Marelica	<i>Prunus armeniaca</i>	-4	-1,5	-0,5
Sliva	<i>Prunus domestica</i>	-4	-3	-1
Mandelj	<i>Amygdalus communis</i>	-3	-3	-1

Koruza je zelo občutljiva na spomladanske slane, saj temperatura -1°C uniči ves nadzemni del rastline. Vendar pa se je koruza sposobna dobro regenerirati. Tako se koruza, ki ima poškodovanega 25 % zelenja, zelo hitro obraste (Todoric in Gračan, 1982).

Dnevne temperature zraka merijo na višini dveh metrov in so spomladi nižje kot pri tleh. Minimalne temperature zraka merijo tudi na višini 5 cm (Preglednica 5), vendar se tudi na ta način izmerjena temperatura razlikuje od temperature v samih tleh. Zaradi tega bi bilo bolj realno, če bi temperaturo merili v območju tal, kjer se nahaja rastlina.

Preglednica 5: Zadnji pojav spomladanske slane za različne temperaturne razrede na višini 5 cm za obdobje od 1951 do 1991 (Kajfež-Bogataj in Gerjevič, 1992)

Tem.raz. (°C)	Čas nastopa	Koper	Ljubljana	Maribor	Novo mesto	Rateče
0	povprečje	17. apr	17. apr	6. maj	6. maj	9. jun
	najprej	15. mar	15. mar	17. apr	29. mar	8. maj
	najpozneje	8. maj	13. jun	30. maj	2. jun	26. jul
-1	povprečje	10. apr	8. maj	1. maj	30. apr	26. mar
	najprej	27. feb	14. apr	9. apr	29. mar	27. apr
	najpozneje	8. maj	7. jun	30. maj	2. jun	19. jul
-2	povprečje	2. apr	3. maj	26. apr	25. apr	17. maj
	najprej	20. feb	29. mar	6. apr	25. mar	14. apr
	najpozneje	8. maj	7. jun	18. maj	20. maj	13. jun
-3	povprečje	24. mar	22. apr	24. apr	20. apr	10. maj
	najprej	16. feb	16. mar	6. apr	10. mar	13. apr
	najpozneje	6. maj	12. maj	10. maj	12. maj	7. jun
-4	povprečje	16. mar	15. apr	15. apr	15. apr	30. apr
	najprej	9. feb	15. mar	13. mar	7. mar	15. mar
	najpozneje	6. maj	11. maj	9. maj	9. maj	6. jun
-5	povprečje	6. mar	12. apr	6. apr	4. apr	24. apr
	najprej	30. jan	8. mar	1. mar	11. feb	25. mar
	najpozneje	19. apr	11. maj	9. maj	9. maj	5. jun
-6	povprečje	24. feb	1. apr	25. mar	23. mar	17. apr
	najprej	12. dec	10. feb	18. feb	11. feb	19. mar
	najpozneje	19. apr	3. maj	9. maj	8. maj	21. maj
-7	povprečje	8. feb	22. mar	18. mar	10. mar	11. apr
	najprej	6. dec	10. feb	26. jan	16. dec	4. mar
	najpozneje	17. mar	20. apr	26. apr	17. apr	6. maj
-8	povprečje		17. mar	11. mar	5. mar	4. apr
	najprej		10. feb	22. jan	16. dec	25. feb
	najpozneje		20. apr	26. apr	17. apr	6. maj
-9	povprečje		8. mar	4. mar	26. feb	26. mar
	najprej		13. dec	16. dec	16. dec	10. feb
	najpozneje		15. apr	14. apr	14. apr	4. maj

2.3.2 Preprečevanje spomladanskih slan

Metode boja proti spomladanski pozebi so osnovane na umetni spremembi toplotne bilance zemeljske površine in zraka nad njo (Hočevnar in Petkovšek, 1995).

Poznamo več ukrepov za preprečevanje spomladanske pozebe, kot so:

- pokrivanje s pokrivali
- dimna zavesa
- dovajanje toplote s kurjenjem
- škropljenje rastlin z drobnimi vodnimi kapljicami

Pokrivanje z raznimi pokrivali pride v poštev na majhnih parcelah. Pokrivala morajo biti iz materiala, ki je slab prevodnik toplote in dovolj velika, da se pod njimi lahko izoblikuje samostojna mikroklima.

Z dimno zaveso ustvarimo umetni oblak, ki vpija dolgovalovno sevanje zemeljske površine in seva nazaj. Dimni oblak dobimo s sežiganjem mokrih in vlažnih snovi, kot so mokra slama, dračje, trava in podobno.

Najbolj učinkovit postopek obrambe pred pozebo je dovajanje toplote s kurjenjem. Ta postopek je zelo drag in se zato uporablja samo v večjih nasadih.

Škropljenje rastlin z drobnimi vodnimi kapljicami je ena najbolj uspešnih sodobnih metod. Ko nanašamo vodne kapljice na rastlino, ustvarimo ledeni oklep. Vodne kapljice oddajo rastlini latentno toploto in to ima za posledico, da se rastlina ne ohladi tako hitro, kot bi se sicer. Vendar pa je treba paziti, da je ta ledeni oklep ves čas moker, kajti sam led je dober prevodnik toplote in rastlina bi tako še bolj pozebla (Hočevar in Petkovšek, 1995).

Vendar pa se moramo nevarnosti pozeb zavedati že pri izbiri lokacije za nasad. Bolj izpostavljene so nižje ležeče lege, kot višje ležeče. Prav tako pa moramo biti pozorni tudi na morfološke in fiziološke lastnosti določene rastlinske vrste ter sorte in se na podlagi tega odločiti, kaj in kje bomo sejali oziroma sadili.

2.4 METODE DOLOČANJA TEMPERATURNIH PRAGOV

Do sedaj je bilo narejenih veliko raziskav o načinu določanja temperaturnih pragov. Temperaturni prag je tista temperatura, ki je potrebna, da se v rastlini začnejo odvijati fiziološki procesi. Ta temperatura pa ni enaka za vse rastlinske vrste, ampak jo je potrebno določiti za vsako rastlinsko vrsto posebej. Mi se bomo osredotočili na osnovno temperaturo praga, ki predstavlja začetek rasti in razvoja.

Temperaturni pragovi niso enaki za vse vrste organizmov in močno varirajo med vrstami. Prav tako je časovna različnost v začetku rasti med posameznimi sortami in ekotopi (Wielgolaski, 1999).

O vprašanju, kako oceniti najprimernejšo temperaturo za začetek rasti, se razpravlja že precej let, zlasti na področju agronomije in botanike. V poljedelstvu se je pokazalo, da so najbolj primerne temperature za začetek rasti 5° do 6°C (Wielgolaski, 1999).

V literaturi se pojavljajo razne metode, ki se razlikujejo po načinu določanja temperaturnega praga. Najbolj pogoste metode, ki se uporabljajo v velikem obsegu, so osnovane na matematičnih formulah.

Te metode so si med seboj v veliki meri podobne, razlikujejo pa se v samem postopku in tudi v končnem rezultatu, ki je pri nekaterih metodah bolj objektivni kot pri drugih.

Temperaturni prag je zelo pomemben podatek, če hočemo oceniti vsoto učinkovitih temperatur. Ta vsota se razlikuje glede na vrsto rastline. Na podlagi te vsote se da predvideti, kako bo potekala rast rastline in kdaj bo rastlina primerna za spravilo. Zato pa je potrebno točno oceniti osnovno temperaturo, ki je potrebna za začetek rasti določene rastline.

Temperaturni prag lahko določimo na dva načina. To sta:

- fiziološki način,
- statistični način.

Fiziološki način temelji na predpostavki, da se pod določeno temperaturo rast in razvoj rastline ustavi. Pri tem načinu je zelo težko določiti osnovno temperaturo za začetek rasti in razvoja, prav tako pa ima vsaka razvojna faza rastline določeno minimalno temperaturo, ki je potrebna za razvoj določene fenološke faze.

Fiziološko gledano je temperaturni prag v določeni razvojni stopnji vedno enak, v praksi pa se je pokazalo, da to ni res. Tako na primer avtor Arnold (1959) navaja, da je bil leta 1954 temperaturni prag za kalitev koruze 6°C, leta 1955 pa le 4,3°C.

Iz statističnega vidika je temperaturni prag tista temperaturna vrednost, ki se odraža z najmanjšim standardnim odklonom seštevka efektivnih temperatur (Yang in Logan., 1995).

V večini primerov je v uporabi statistični način določanja temperaturnega praga. Obstajajo pa različne statistične metode, s katerimi si pomagamo določiti temperaturni prag za posamezno rastlinsko vrsto.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

Uporabili smo podatke o povprečnih dnevni temperaturah zraka Agencije republike Slovenije za okolje (ARSO). Da so rezultati čim bolj objektivni, je potrebno obdelati podatke nekega dovolj dolgega časovnega obdobja. S tem namenom smo analizirali obdobje od leta 1965 do leta 1995.

3.1.1 Merjenje temperature zraka

Temperature merijo s termometri. Ti delujejo na osnovi pojava, da se s temperaturo spreminjajo nekatere fizikalne lastnosti snovi (Hočevnar in Petkovšek, 1995).

Temperaturo merijo v vremenski hišici na višini 2 m, z namenom, da se zmanjša vpliv tal na temperaturo zraka. Za merjenje temperature zraka se največkrat uporablja živosrebrni termometer s skalo od -35°C do $+40^{\circ}\text{C}$.

Povprečno dnevno temperaturo izračunamo po zvezi (En.5):

$$T_p = \frac{T_{7h} + T_{14h} + 2 \times T_{21h}}{4} \quad \dots(5)$$

kjer je:

- T_p povprečna dnevna temperatura zraka ($^{\circ}\text{C}$),
- T_{7h} temperatura zraka izmerjena ob sedmih zjutraj ($^{\circ}\text{C}$),
- T_{14h} temperatura zraka izmerjena ob štirinajsti uri popoldne ($^{\circ}\text{C}$),
- T_{21h} temperatura zraka izmerjena ob enaindvajseti uri zvečer ($^{\circ}\text{C}$).

Uporabljamo tudi maksimalni in minimalni termometer za merjenje maksimalne in minimalne temperature.

Maksimalni termometer ima nad bučko zoženo kapilaro. Pri dviganju temperature se živo srebro širi v kapilaro in opravi neko pot, ki jo odčitamo na skali. Ko se temperatura okolja niža, se živo srebro začne krčiti, vendar še vedno kaže enako temperaturo kot prej, saj se na zožanem delu kapilare pretrga in zaradi površinske napetosti ne more steči nazaj. Nazaj lahko steče šele tedaj, ko ga temeljito pretresemo, pred tem pa seveda odčitamo temperaturo, ki predstavlja maksimalno dnevno temperaturo.

Minimalni termometer pa ima namesto živega srebra v bučki in kapilari alkohol, kateri je zaradi lažjega odčitavanja ponavadi tudi obarvan. Za merjenje minimalnih temperatur je bolj uporaben alkohol, ker ima nižjo točko zmrzišča. V alkoholu plava plavač, s katerim odčitamo minimalno temperaturo. Pri nižanju temperature se alkohol krči in gre v bučko, zaradi površinskih sil pa s seboj vleče tudi plavač. Pri dviganju temperature se alkohol odmika nazaj, plavač pa ostane na mestu, kjer je bil.

Minimalni in maksimalni termometer sta postavljena horizontalno zato, da ni vpliva težnosti (Hočevar in Petkovšek, 1995).

3.1.2 Izbira lokacije

Izbrali smo pet različnih meteoroloških postaj iz različnih krajev v Sloveniji, tako da smo zajeli različne klimatske predele Slovenije (Preglednica 6).

Preglednica 6: Geografski položaj izbranih meteoroloških postaj ter tip podnebja značilnega za te postaje

Postaja	Nadmorska višina	Geografska širina	Geografska dolžina	Tip podnebja
Ljubljana	299 m	46°04'	14°31'	zmerno celinsko podnebje osrednje Slovenije
Maribor	275 m	46°32'	15°39'	zmerno celinsko podnebje vzhodne Slovenije
Novo mesto	220 m	45°48'	15°11'	zmerno celinsko podnebje osrednje Slovenije
Portorož	2 m	45°29'	13°37'	obalno submediteransko podnebje
Rateče	864 m	46°30'	13°43'	podnebje višjega gorskega sveta

Te postaje delujejo neprekinjeno od leta 1961 naprej, tako da ni manjkajočih podatkov.

V tem obdobju je prišlo tudi do selitve določenih postaj. Tako se je leta 1972 postaja iz Gotne vasi, ki ima nadmorsko višino 208 m, preselila v Novo mesto z nadmorsko višino 220 m.

Meteorološka postaja Portorož se je leta 1975 preselila iz Kopra v Portorož, na lokacijo Beli križ z nadmorsko višino 95 m. Na tej lokaciji je delovala do leta 1992, nato pa se je preselila na letališče v Sečovelje z nadmorsko višino 2 m, kjer deluje še danes.

Pri ostalih meteoroloških postajah v tem obdobju ni prihajalo do selitev.

3.2 METODE DELA

3.2.1 Meteorološke metode

3.2.1.1 Določanje temperaturnega praga

Glede na metodo dela razlikujemo dejanske in povprečne temperaturne pragove različnih višin. Dejanske temperaturne pragove določimo iz dnevnih povprečij temperature zraka v posameznem letu.

Povprečni temperaturni prag pa računamo z linearno interpolacijo med povprečnima mesečnima temperaturama zraka dveh zaporednih mesecev, med katerima leži izbrani temperaturni prag (En.6).

$$d_s = \frac{(T_{prag} - T_{pod}) \times D_m}{T_{nad} - T_{pod}} \quad \dots(6)$$

kjer je:

d_s časovni interval med 15. dnevom v mesecu in prestopom temperaturnega praga (dan),

T_{prag} temperatura praga ($^{\circ}\text{C}$),

T_{pod} povprečna mesečna temperatura zraka pod temperaturo praga ($^{\circ}\text{C}$),

T_{nad} povprečna mesečna temperatura zraka nad temperaturo praga ($^{\circ}\text{C}$),

D_m število dni v mesecu.

Spomladi izračunano število dni prištejemo 15. dnevu v mesecu, katerega temperatura zraka je bila nižja od temperature praga. Jeseni uporabimo za izračun enako zvezo, le da število dni odštevamo od 15. dneva v mesecu, katerega temperatura je bila nižja od temperature praga.

V nalogi smo določili dejanske temperaturne pragove različnih višin iz povprečnih dnevni temperatur zraka. Tako smo dobili za vsako postajo nastope spomladanskih temperaturnih pragov 0°C , 5°C , 10°C in 15°C . Zanimal nas je predvsem prvi in zadnji oziroma končni prestop posameznega temperaturnega praga ter število dni med prvim in končnim prestopom praga.

3.2.2 Statistične metode

3.2.2.1 Opisne statistike

V tej raziskovalni nalogi smo za statistično obdelavo uporabljali število dni med prvim in zadnjim prestopom praga. Uporabili smo opisne statistike, kot so aritmetična sredina, mediana, standardni odklon, variacijski razpon, minimum, maksimum in koeficient variabilnosti.

Aritmetična sredina ali povprečje je osnovna opisna statistika, katera je najbolj pogosto uporabljena srednja vrednost. Ta vrednost je definirana z enačbo (Blejec, 1978):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \dots(7)$$

kjer je:

\bar{x} aritmetična sredina,

x_i i-ti podatek,

n število podatkov.

Mediana je srednja vrednost, od katere ima polovica enot populacije manjše, polovica pa večje vrednosti.

Standardni odklon je koren iz povprečnih kvadratičnih odklonov od aritmetične sredine.

Variacijski razpon je razlika med najmanjšo in največjo vrednostjo v populaciji.

Minimum je najmanjša vrednost v populaciji, maksimum pa je največja vrednost v populaciji.

Koeficient variabilnosti je definiran z enačbo:

$$k_{var} = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100$$

...(8)

kjer je:

k_{var} koeficient variabilnosti (%),
 σ standardni odklon,
 \bar{x} aritmetična sredina.

4 REZULTATI

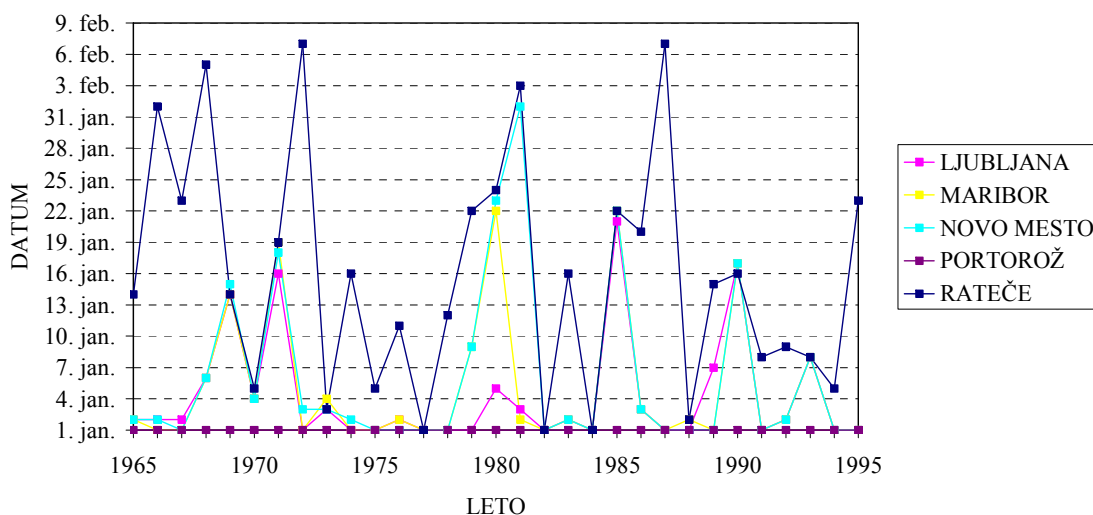
4.1 NASTOPI SPOMLADANSKIH TEMPERATURNIH PRAGOV

4.1.1 Časovna analiza nastopov temperaturnih pragov

1. Temperaturni prag 0°C

a. Prvi prestop temperaturnega praga (Slika 2):

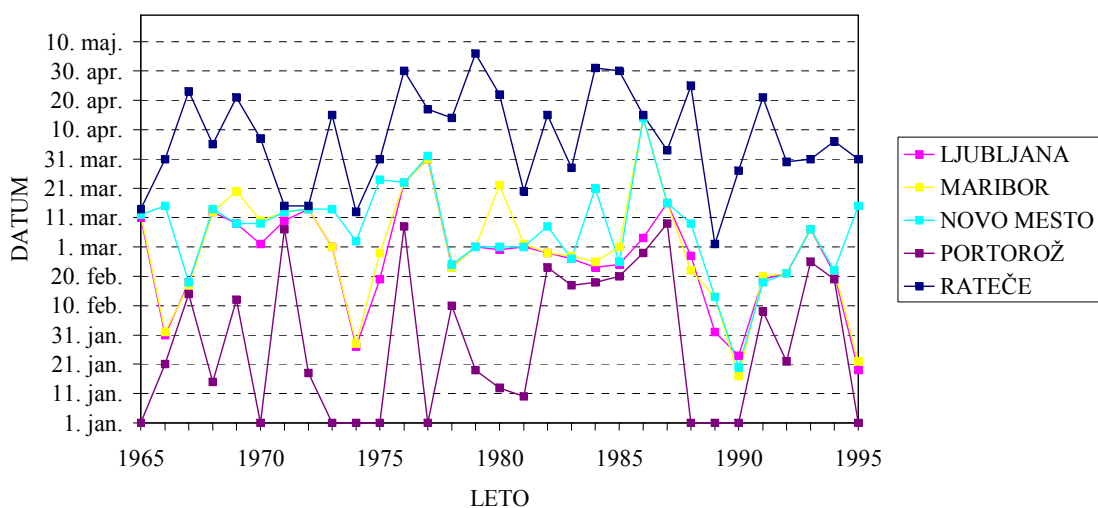
V Ljubljani, Mariboru in Novem mestu je potekal prvi prestop temperaturnega praga zelo podobno in sicer je bil prvi prestop že 1. januarja, povprečno pa je bil prvi prestop 4. januarja. V Ljubljani je bil prvi prestop temperaturnega praga najkasneje 21. januarja leta 1985, v Novem mestu 1. februarja leta 1981 in v Mariboru 22. januarja leta 1980. V Portorožu je bil prvi prestop temperaturnega praga vsako leto 1. januarja. To je lepo vidno na sliki 2, kjer imamo za Portorož ravno premico, kar pa gre pripisati bližini morja. Rateče ležijo v primerjavi z drugimi kraji na večji nadmorski višini, zato je nastopal prvi prestop temperaturnega praga nekoliko bolj pozno, povprečno 15. januarja. Najkasneje pa je nastopil 7. februarja leta 1972 in 1987.



Slika 2: Prvi prestop temperaturnega praga 0°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.

b. Zadnji oziroma končni prestop temperaturnega praga (Slika 3)

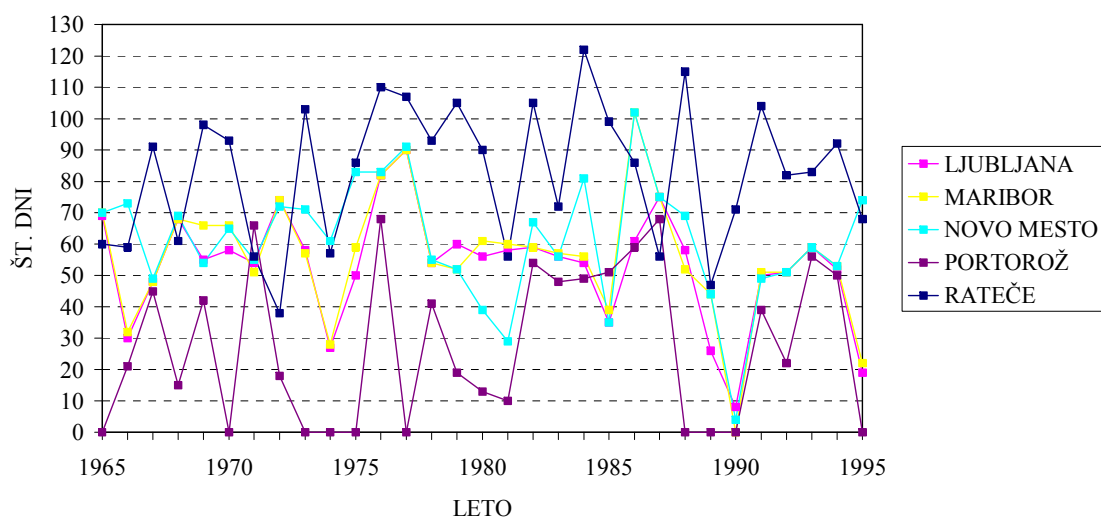
V Ljubljani in Mariboru nastopi zadnji prestop temperaturnega praga povprečno 25. februarja oziroma 29. februarja, v Novem mestu pa 6. marca. Odstopanja od povprečja so za vse tri kraje najbolj opazna leta 1990, ko nastopi zadnji prestop temperaturnega praga najbolj zgodaj, v Mariboru pa še leta 1966 in 1974 (Slika 3). Najbolj zgodaj je nastopil zadnji prestop temperaturnega praga v Portorožu, in sicer že 1. januarja, povprečno pa 27. januarja. V Ratečah nastopi zadnji prestop temperaturnega praga najkasneje, in sicer 6. maja leta 1979, povprečno nastopi 7. aprila, z izjemo leta 1989, ko je nastopil že 2. marca.



Slika 3: Zadnji prestop temperaturnega praga 0°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.

c. Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga (Slika 4)

V Portorožu je najmanjše število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga 0, saj je prvi hkrati tudi končni prestop temperaturnega praga. Izjemoma se to pojavi tudi v Mariboru leta 1990. Največ dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga je bilo v Portorožu leta 1976 in 1987 in sicer 68 dni. V Ratečah je največje število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga 122 dni leta 1984. Ljubljana ima povprečno število dni 53, Novo mesto 56 in Maribor 61 dni. Tudi tu so odstopanja od povprečja, ki so najbolj opazna leta 1990.



Slika 4: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga 0°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.

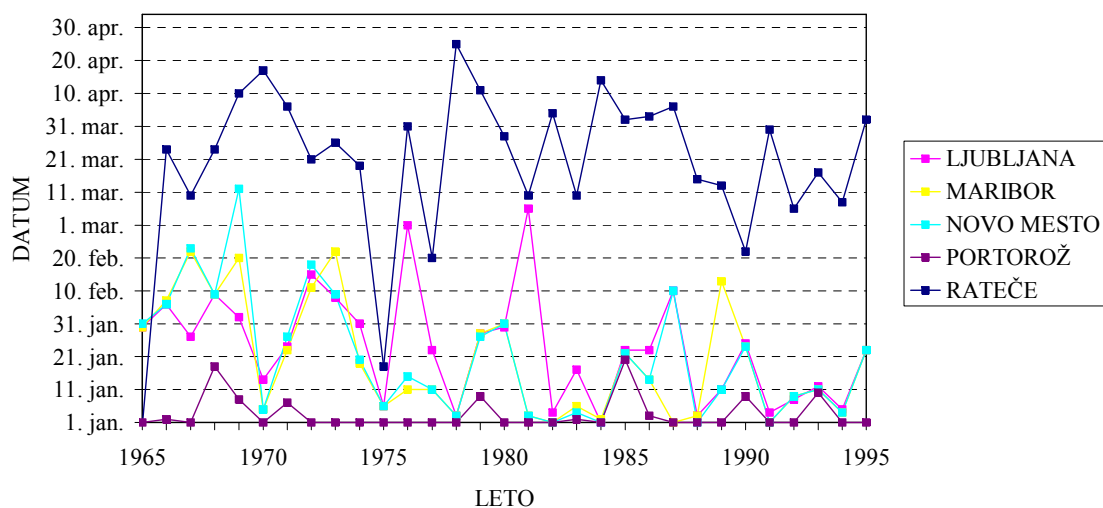
2. Temperaturni prag 5°C

a. Prvi prestop temperaturnega praga (Slika 5)

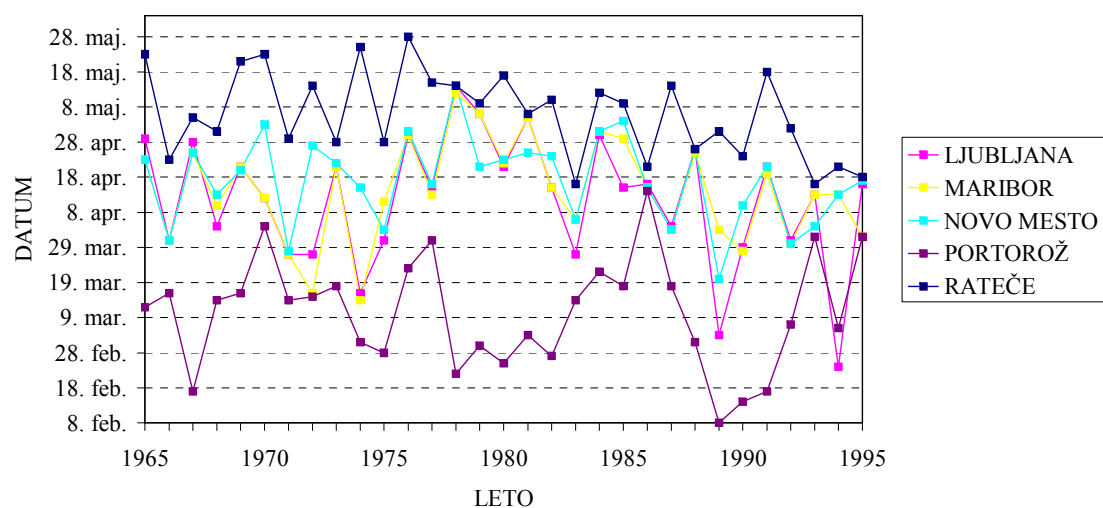
V Ljubljani in Mariboru je nastop prvega prestopa temperaturnega praga zelo izenačen in povprečno nastopi 23. oziroma 19. januarja. Do večjega odstopanja pride leta 1976 in 1981, ko v Ljubljani nastopi prestop temperaturnega praga najkasneje. V Novem mestu nastopi prvi prestop temperaturnega praga že 1. januarja, in sicer štirikrat v posameznih letih, najpozneje pa nastopi 12. marca leta 1969. V Ratečah se giblje prvi prestop temperaturnega praga med zadnjo polovico marca in prvo polovico aprila. Ekstremno zgodaj je nastopil leta 1975, ko je bil prvi prestop temperaturnega praga že 18. januarja. V Portorožu je nastopal prvi prestop temperaturnega praga dokaj izenačeno, povprečno 1. januarja. Minimalne razlike so opazne v letih 1968, 1969, 1971, 1979, 1985, 1986, 1990 in 1993.

b. Zadnji oziroma končni prestop temperaturnega praga (Slika 6)

V Ljubljani nastopi končni prestop temperaturnega praga povprečno 11. aprila. Od leta 1989 pa končni nastopi zelo nihajo (Slika 6). V Novem mestu in Mariboru je razlika med nastopi končnega prestopa temperaturnega praga zelo majhna, povprečno le 3 dni. Večje razlike pa opazimo leta 1972 in 1974, ko v Mariboru nastopi končni prestop temperaturnega praga najbolj zgodaj, in sicer 14. marca. Najhitreje nastopi zadnji prestop temperaturnega praga 8. februarja leta 1989 v Portorožu. V Ratečah nastopa zadnji prestop temperaturnega praga povprečno 6. maja, kar je gledano na ostale kraje najpozneje, najhitreje pa nastopi 16. aprila leta 1983 in 1993. Za vse kraje pa lahko rečemo, da od leta 1991 naprej nastopa zadnji prestop temperaturnega praga bolj zgodaj kot po navadi, razen v Portorožu, kjer ti nastopi zelo nihajo.



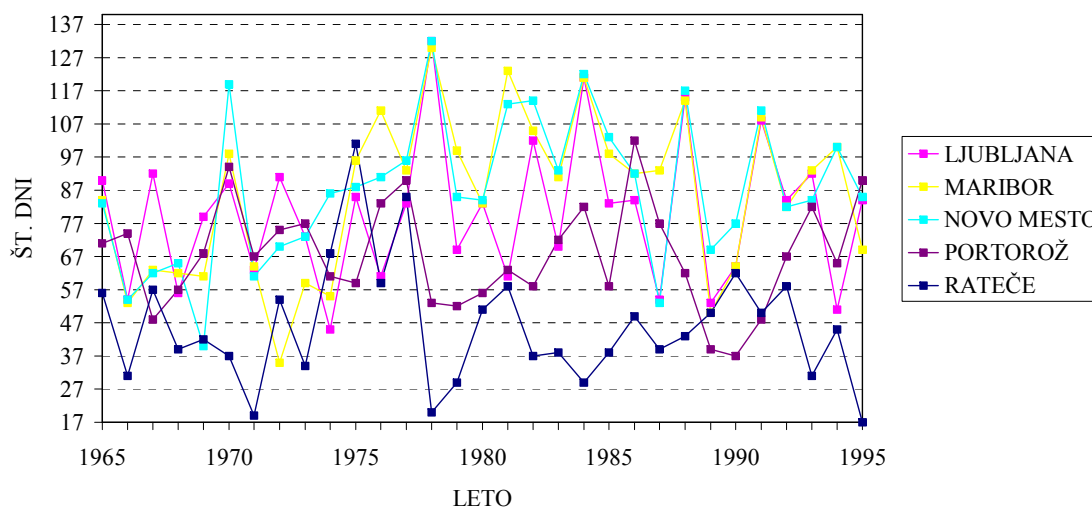
Slika 5: Prvi prestop temperaturnega praga 5°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.



Slika 6: Zadnji prestop temperaturnega praga 5°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.

c. Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga (Slika 7)

Najmanj dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga je 17 dni v Ratečah, sledijo Maribor 35 dni, Portorož 37 dni, Novo mesto 40 dni in Ljubljana 45 dni. V Ljubljani in Novem mestu je število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga največje, in sicer 132 dni. V Novem mestu je povprečno število 87 dni in je največje med ostalimi kraji. V Ratečah pa je povprečno število dni najmanjše, in sicer 46 dni. V Portorožu in Ratečah je le 1 dan razlike med največjim številom dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga, medtem ko je med najmanjšim številom dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga kar 20 dni razlike. Med ostalimi tremi kraji pa je to število manjše in sicer 5 dni.



Slika 7: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga 5°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.

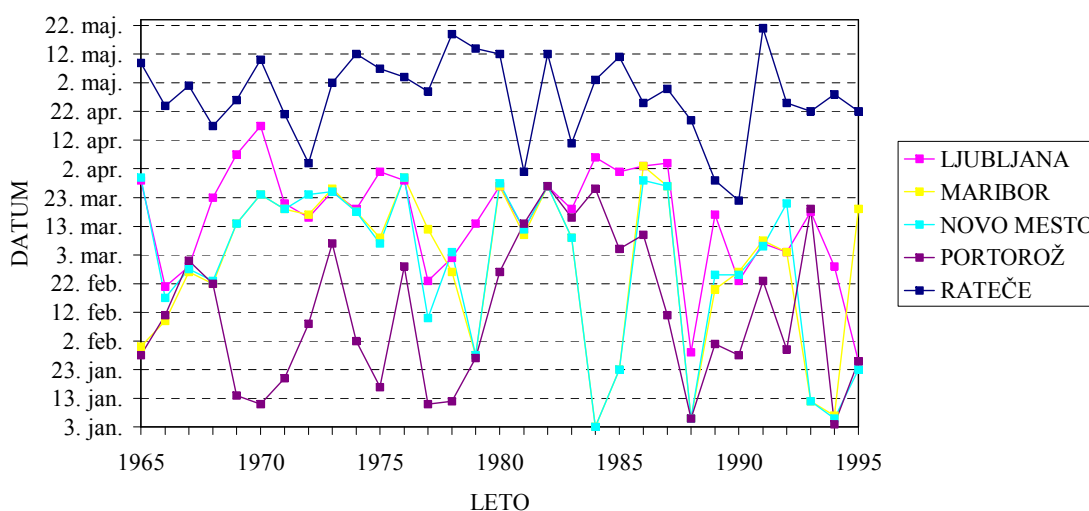
3. Temperaturni prag 10°C

a. Prvi prestop temperaturnega praga (Slika 8)

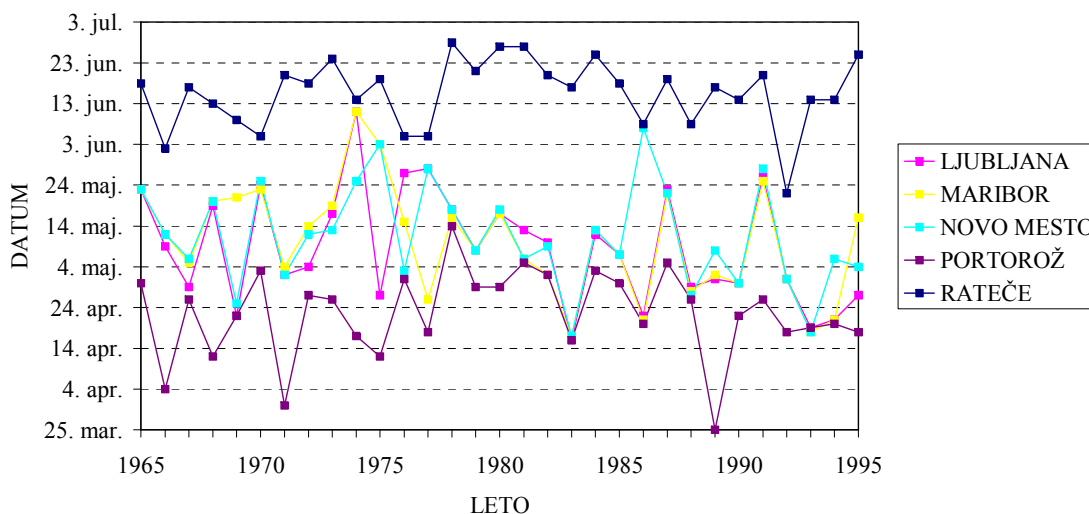
V Ljubljani nastopi prvi prestop temperaturnega praga povprečno 15. marca, v Novem mestu in Mariboru nastopi prvi prestop temperaturnega praga povprečno konec februarja (28. februar). Odstopanja od povprečja so najbolj izrazita leta 1984, 1988, 1993 in 1994 (Slika 8). Najbolj zgodaj nastopi prvi prestop temperaturnega praga 3. januarja leta 1984 v Novem mestu, najkasneje pa 21. maja leta 1991 v Ratečah. Največja letna nihanja med prvim prestopom temperaturnega praga so vidna v Portorožu, zelo izrazita pa so tudi v Novem mestu od leta 1984 dalje. V Ratečah pa so prvi prestopi temperaturnega praga v povprečju bolj skupaj glede na ostale kraje.

b. Zadnji oziroma končni prestop temperaturnega praga (Slika 9)

V Mariboru in Novem mestu je nastopal zadnji prestop temperaturnega praga dokaj izenačeno, do večjih odstopanj je prišlo le leta 1969 in 1986. V Ljubljani je nastopil zadnji prestop temperaturnega praga povprečno 8. maja, najkasneje pa je nastopil 11. junija leta 1974. V Portorožu je nastopal zadnji prestop temperaturnega praga do leta 1978 dokaj razpršeno, kasneje pa bistveno manj, razen leta 1989, ko je nastopil najbolj zgodaj, in sicer 25. marca. Najmanjša letna nihanja med zadnjim prestopom praga so opazna v Ratečah, kjer je zadnji prestop temperaturnega praga povprečno nastopil 15. junija.



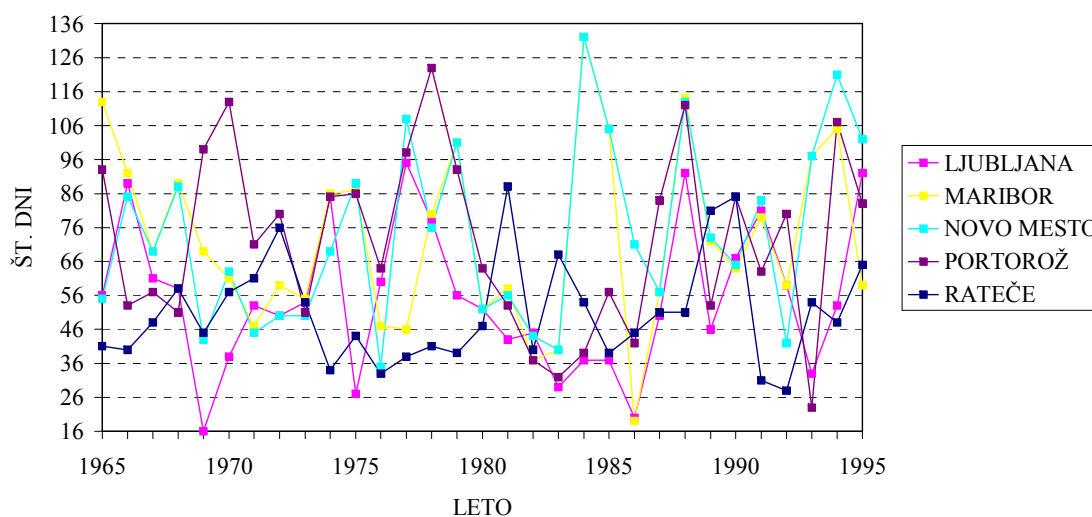
Slika 8: Prvi prestop temperaturnega praga 10°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.



Slika 9: Zadnji prestop temperaturnega praga 10°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.

c. Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga (Slika 10)

V vseh krajih so vidna večja nihanja v številu dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga. Maribor in Novo mesto sta imela med vsemi kraji največkrat enako število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga, in sicer leta 1967, 1979, 1980, 1983, 1984, 1985 in 1993 (Slika 10). Najmanj dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga je bilo v Ljubljani leta 1969 in sicer 16 dni. V Portorožu, Mariboru in Novem mestu je povprečno število dni najbolj izenačeno in znaša 73 dni, medtem ko pa v Ljubljani znaša povprečno število 55 dni in v Ratečah 51 dni. Največ dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga imata nedvomno Maribor in Novo mesto, in sicer je bilo leta 1984 132 dni.

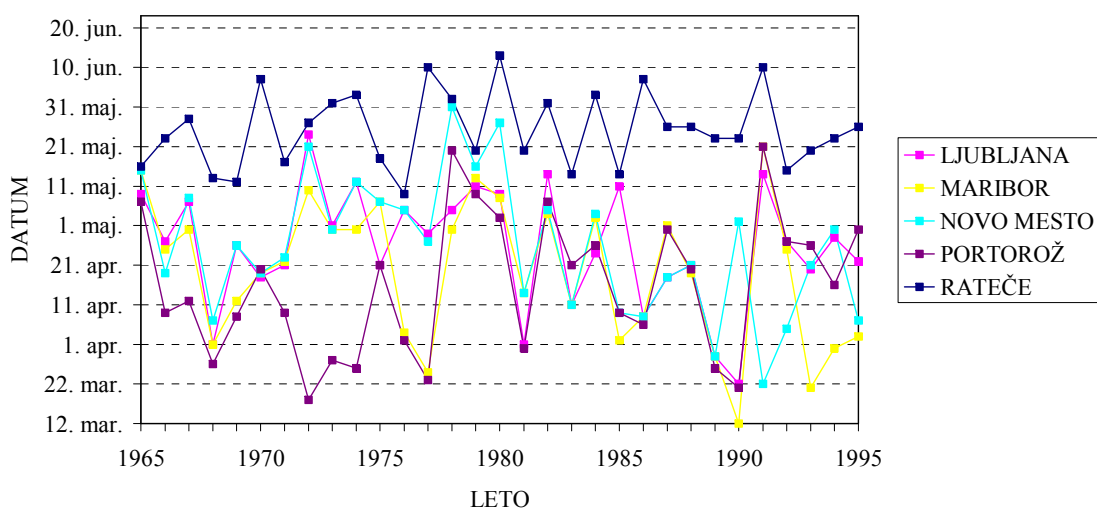


Slika 10: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga 10°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.

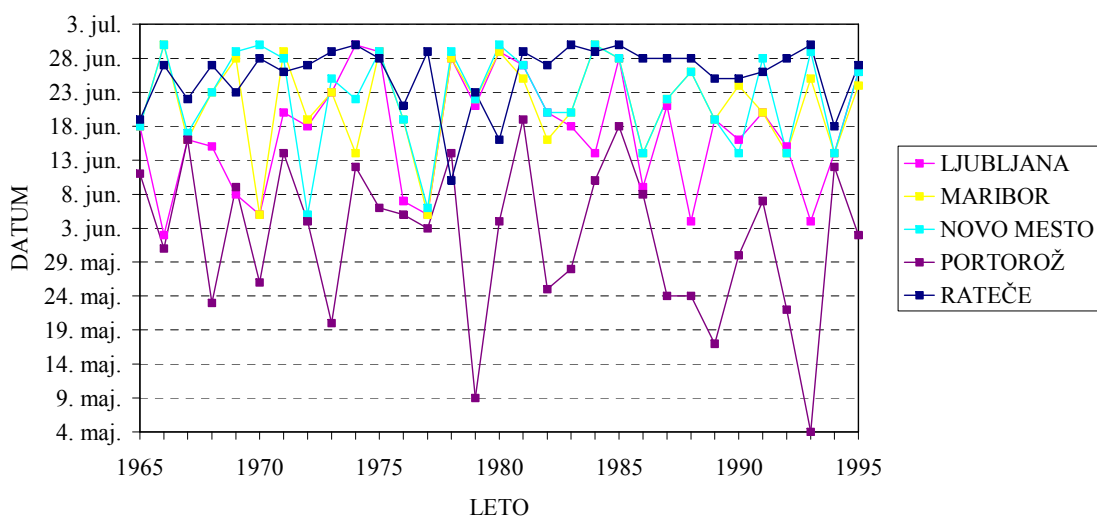
4. Temperaturni prag 15°C

a. Prvi prestop temperaturnega praga (Slika 11)

Najmanjša odstopanja med leti so v Ratečah, kjer je prvi prestop temperaturnega praga nastopil povprečno 25. maja. V ostalih krajih pa so nihanja med leti zelo razpršena. Najbolj zgodaj je nastopil prvi prestop temperaturnega praga v Mariboru, in sicer 12. marca leta 1990. V povprečju pa nastopi prvi prestop temperaturnega praga v drugi polovici aprila. Od leta 1980 do 1988 so nastopi prvega prestopa temperaturnega praga med kraji potekali dokaj blizu, razen v Ratečah. Odstopanja so najbolj vidna v Novem mestu leta 1978 in 1980, ter v Portorožu leta 1972, 1978 in 1991 (Slika 11).



Slika 11: Prvi prestop temperaturnega praga 15°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.

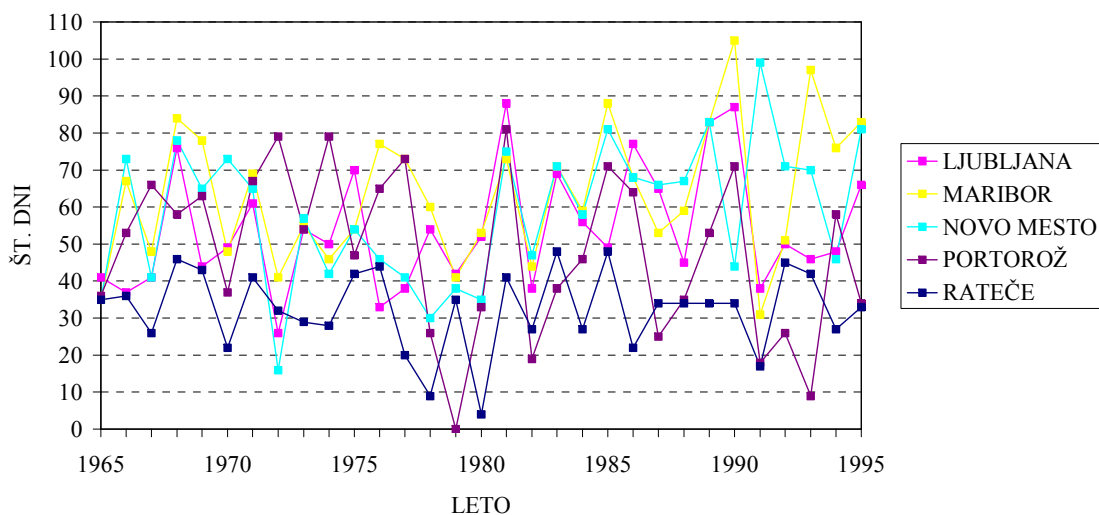


Slika 12: Zadnji prestop temperaturnega praga 15°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.

b. Zadnji oziroma končni prestop temperaturnega praga (Slika 12)

Zadnji prestop temperaturnega praga med leti najbolj niha v Portorožu, kjer so izrazitejša leta 1979 in 1993. V Portorožu je tudi zadnji prestop temperaturnega praga nastopil najbolj zgodaj in sicer 4. maja leta 1990. V Novem mestu nastopi zadnji prestop temperaturnega praga povprečno 22. junija, v Mariboru 21. junija in v Ljubljani 17. junija. Najmanjša nihanja pri zadnjem prestopu temperaturnega praga opazimo v Ratečah, kjer je v povprečju

le 5 dni razlike pri zadnjem prestopu temperaturnega praga med posameznimi leti. Izrazitejše so razlike pri zadnjem prestopu temperaturnega praga v letih 1965, 1976, 1977, 1978, 1979.



Slika 13: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga 15°C v petih krajih v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995.

c. Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga (Slika 13)

Razlika v številu dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga niha med posameznimi kraji tekom let najbolj razpršeno. Najmanjše število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga je bilo v Portorožu, in sicer 0 dni leta 1980. V Ratečah je bilo to število tudi zelo majhno in sicer 4 dni. V Ljubljani je bilo povprečno število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga 54 dni, v Novem mestu pa 59 dni. V Mariboru je bilo leta 1990 105 dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga, kar je tudi največje število dni med ostalimi kraji.

4.1.2 Statistična analiza nastopov temperaturnih pragov

Na osnovi števila dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga smo za Ljubljano, Maribor, Novo mesto, Portorož in Rateče izračunali opisne statistike, kot so aritmetična sredina, mediana, standardni odklon, variacijski razpon, minimum, maksimum in koeficient variabilnosti za obdobje od 1965 do 1995 za temperaturne pragove 0°C (Preglednica 7), 5°C (Preglednica 8), 10°C (Preglednica 9) in 15°C (Preglednica 10). Izvorni podatki za izračun so navedeni v prilogah A, B in C, kot primer pa navajamo preglednico 11 (Temperaturni prag 0°C).

Preglednica 7: Opisne statistike za temperaturni prag 0°C za pet krajev v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995

Prag 0°C					
	Ljubljana	Maribor	Novo mesto	Portorož	Rateče
ARITMETIČNA SREDINA (ŠT. DNI)	53,4	56,1	61,0	27,5	82,7
MEDIANA (ŠT. DNI)	56	57	61	21	86
STANDARNI ODKLON (ŠT. DNI)	17,71	19,59	19,45	24,84	22,22
VARIACIJSKI RAZPON (ŠT. DNI)	82	102	98	68	84
MINIMUM (ŠT. DNI)	8	0	4	0	38
MAXIMUM (ŠT. DNI)	90	102	102	68	122
KOEF. VARIABILNOSTI (%)	33,2	34,9	31,9	90,2	26,9

Preglednica 8: Opisne statistike za temperaturni prag 5°C za pet krajev v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995

Prag 5°C					
	Ljubljana	Maribor	Novo mesto	Portorož	Rateče
ARITMETIČNA SREDINA (ŠT. DNI)	79,7	85,5	87,2	67,3	46,0
MEDIANA (ŠT. DNI)	83	92	85	67	43
STANDARNI ODKLON (ŠT. DNI)	21,47	24,13	22,33	15,73	18,19
VARIACIJSKI RAZPON (ŠT. DNI)	87	95	92	65	84
MINIMUM (ŠT. DNI)	45	35	40	37	17
MAXIMUM (ŠT. DNI)	132	130	132	102	101
KOEF. VARIABILNOSTI (%)	26,9	28,2	25,6	23,4	39,5

Preglednica 9: Opisne statistike za temperaturni prag 10°C za pet krajev v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995

Prag 10°C					
	Ljubljana	Maribor	Novo mesto	Portorož	Rateče
ARITMETIČNA SREDINA (ŠT. DNI)	55,2	72,6	73,5	72,0	51,1
MEDIANA (ŠT. DNI)	53	69	69	71	48
STANDARNI ODKLON (ŠT. DNI)	21,49	26,27	26,56	25,92	15,64
VARIACIJSKI RAZPON (ŠT. DNI)	79	113	97	100	60
MINIMUM (ŠT. DNI)	16	19	35	23	28
MAXIMUM (ŠT. DNI)	95	132	132	123	88
KOEF. VARIABILNOSTI (%)	38,9	36,2	36,1	36,0	30,6

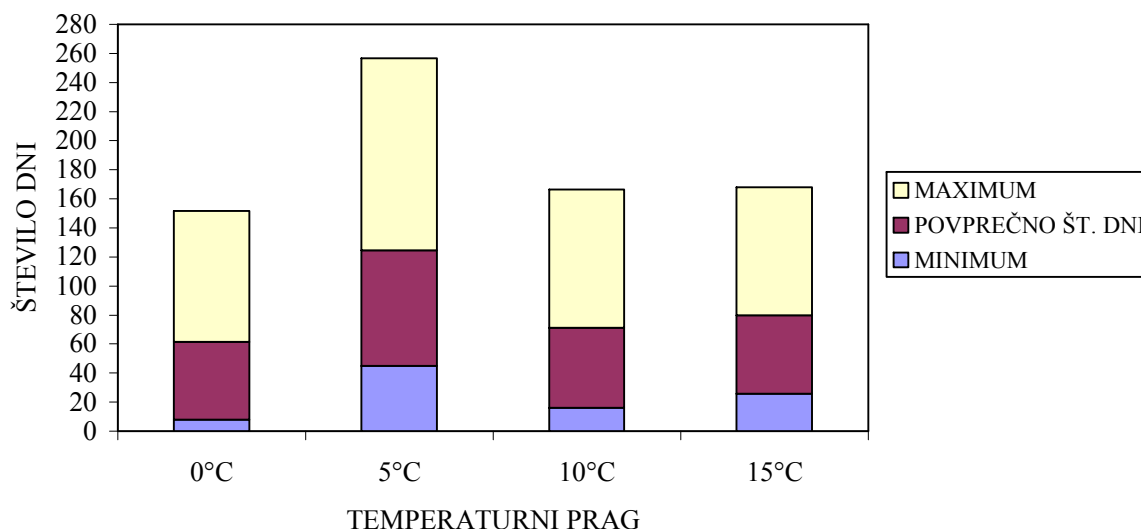
Preglednica 10: Opisne statistike za temperaturni prag 15°C za pet krajev v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995

Prag 15°C					
	Ljubljana	Maribor	Novo mesto	Portorož	Rateče
ARITMETIČNA SREDINA (ŠT. DNI)	54,0	63,5	58,6	47,9	32,4
MEDIANA (ŠT. DNI)	50	60	65	53	34
STANDARNI ODKLON (ŠT. DNI)	16,36	18,36	18,96	21,95	10,90
VARIACIJSKI RAZPON (ŠT. DNI)	62	74	83	81	44
MINIMUM (ŠT. DNI)	26	31	16	0	4
MAXIMUM (ŠT. DNI)	88	105	99	81	48
KOEF. VARIABILNOSTI (%)	30,3	28,9	32,4	45,9	33,6

Preglednica 11: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga 0°C za pet krajev v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995

Prag 0°C					
	Ljubljana	Maribor	Novo mesto	Portorož	Rateče
leto	št. dni	št. dni	št. dni	št. dni	št. dni
1965	69	70	70	0	60
1966	30	32	73	21	59
1967	48	48	49	45	91
1968	68	68	69	15	61
1969	55	66	54	42	98
1970	58	66	65	0	93
1971	54	51	55	66	56
1972	74	74	72	18	38
1973	58	57	71	0	103
1974	27	28	61	0	57
1975	50	59	83	0	86
1976	82	82	83	68	110
1977	90	90	91	0	107
1978	54	54	55	41	93
1979	60	52	52	19	105
1980	56	61	39	13	90
1981	58	60	29	10	56
1982	59	59	67	54	105
1983	56	57	56	48	72
1984	54	56	81	49	122
1985	35	39	35	51	99
1986	61	102	102	59	86
1987	75	75	75	68	56
1988	58	52	69	0	115
1989	26	44	44	0	47
1990	8	0	4	0	71
1991	50	51	49	39	104
1992	51	51	51	22	82
1993	59	59	59	56	83
1994	52	53	53	50	92
1995	19	22	74	0	68

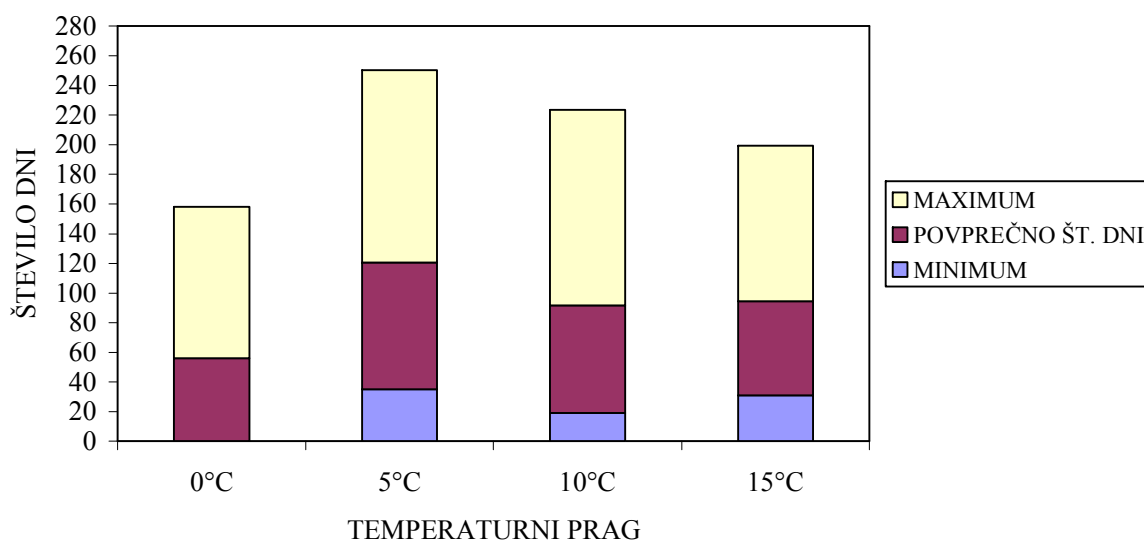
V Ljubljani je minimum najmanjši pri temperaturnem pragu 0°C, in sicer 8 dni, največji pa pri temperaturnem pragu 5°C, 45 dni (Slika 14). Tudi maksimum je največji pri temperaturnem pragu 5°C, in sicer 132 dni, medtem ko je pri temperaturnih pragovih 0°C, 10°C in 15°C dokaj izenačen, povprečno 91 dni. Podobno kot za maksimum lahko rečem tudi za povprečno število dni, ki je zopet največje pri temperaturnem pragu 5°C, in sicer 80 dni.



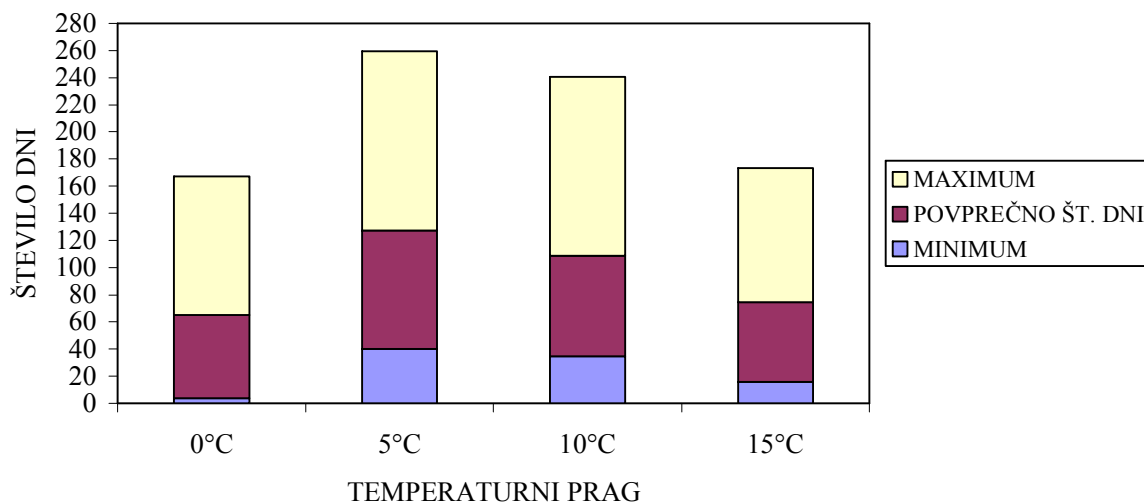
Slika 14: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnih pragov 0°C, 5°C, 10°C in 15°C za Ljubljano za obdobje od 1965 do 1995.

V Mariboru so minimum, maksimum in aritmetična sredina za povprečno 9 dni večji kot v Ljubljani, kar velja za vse štiri temperaturne pragove. Večje odstopanje med krajema se pojavi pri temperaturnem pragu 10°C, kjer je razlika med maksimumoma 37 dni. Pri temperaturnem pragu 0°C se pojavi minimum 0. To pomeni, da je bil vsaj enkrat v opazovanem obdobju prvi prestop temperaturnega praga tudi končni prestop, oziroma v tem času temperatura ni več padla pod 0°C. Za Maribor lahko trdimo, da je to bolj izjemen pojav, saj se je to zgodilo samo enkrat v opazovanem obdobju, in sicer leta 1990.

V Novem mestu imamo podobno sliko kot v Mariboru. Razlike so najbolj vidne pri minimumu temperaturneg praga 10°C, ki je v Novem mestu 35 dni, v Mariboru pa 19 dni in pri temperaturnem pragu 15°C, kjer pa so minimum, maksimum in aritmetična sredina v Novem mestu manjši za povprečno 8 dni.

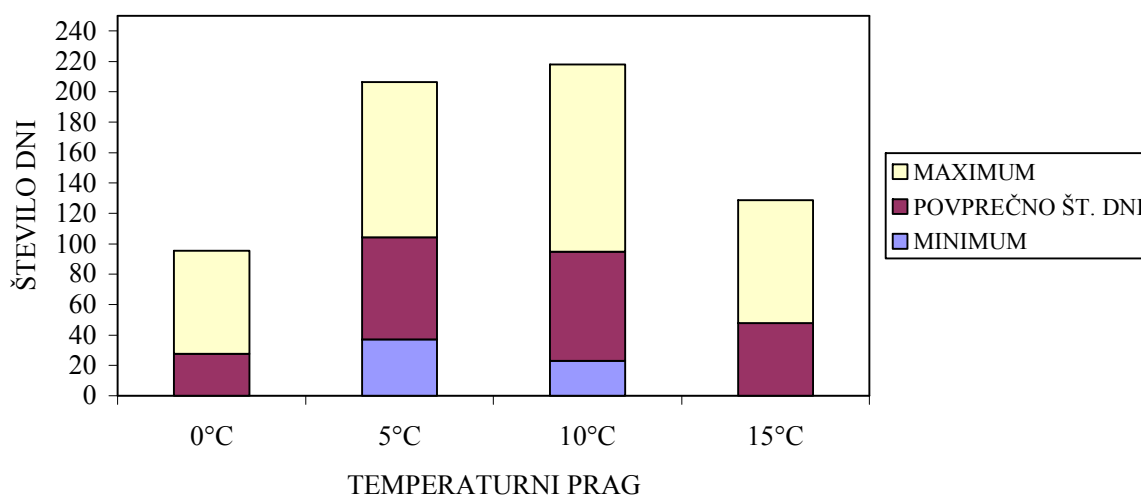


Slika 15: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnih pragov 0°C, 5°C, 10°C in 15°C za Maribor za obdobje od 1965 do 1995.



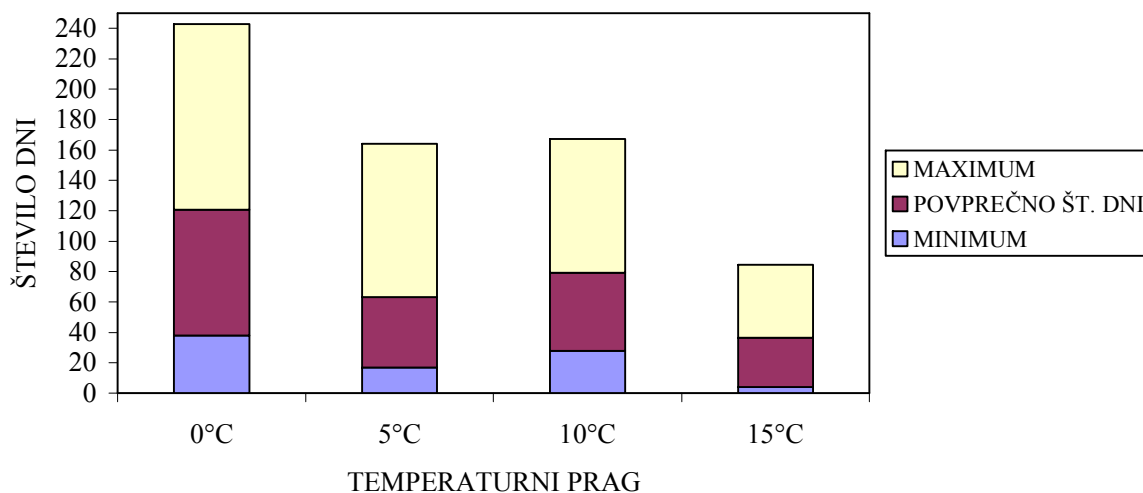
Slika 16: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnih pragov 0°C, 5°C, 10°C in 15°C za Novo Mesto za obdobje od 1965 do 1995.

V Portorožu je slika malo drugačna. Tu se pojavi minimum 0 pri temperaturnem pragu 0°C in pa pri temperaturnem pragu 15°C. Za temperaturni prag 0°C ni to nič nenavadnega, saj se v Portorožu temperatura zraka le redkokdaj spusti pod 0°C, za temperaturni prag 15°C pa je to izjema, saj se je to zgodilo izjemoma leta 1979. Minimum je tako največji pri temperaturnem pragu 5°C, in sicer 37 dni, maksimum in aritmetična sredina pa sta največja pri temperaturnem pragu 10°C.



Slika 17: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnih pragov 0°C, 5°C, 10°C in 15°C za Portorož za obdobje od 1965 do 1995.

V Ratečah imamo bistveno drugačno sliko kot v Portorožu in ostalih treh krajih. Tu je minimum največji pri temperaturnem pragu 0°C, in sicer 38 dni, najmanjši pa pri temperaturnem pragu 15°C, kjer je 4 dni. Tudi sicer sta maksimum in aritmetična sredina največja pri temperaturnem pragu 0°C 122 in 83 dni, ter najmanjša pri temperaturnem pragu 15°C 48 in 32 dni. Pri temperaturnem pragu 5°C in 10°C pa je slika zelo podobna.



Slika 18: Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnih pragov 0°C, 5°C, 10°C in 15°C za Rateče za obdobje od 1965 do 1995.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

V nalogi smo analizirali nastope spomladanskih temperaturnih pragov 0°C, 5°C, 10°C in 15°C za pet klimatsko različnih krajev v Sloveniji, in sicer smo določili prvi prestop temperaturnega praga, zadnji prestop temperaturnega praga in število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga. Uporabili smo povprečne dnevne temperature zraka za obdobje od leta 1965 do 1995. Na osnovi števila dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga pa smo izračunali in analizirali še opisne statistike.

Pri temperaturnem pragu 0°C nastopi prvi prestop že 1. januarja, in sicer v Portorožu skozi vsa leta, v Mariboru, Ljubljani in Novem mestu pa v posameznih letih. Zadnji prestop temperaturnega praga nastopi najbolj zgodaj 1. januarja v posameznih letih v Portorožu, najkasneje v Ratečah 6. maja, medtem ko v Ljubljani, Mariboru in Novem mestu nastopa dokaj izenačeno, vidnejša odstopanja opazimo v Novem mestu v posameznih letih.

Prvi prestop temperaturnega praga 5°C največkrat nastopi 1. januarja v Portorožu, medtem ko v Novem mestu izjemoma v letih 1978, 1981, 1983 in 1994. Zadnji prestop temperaturnega praga nastopi najbolj zgodaj v Ljubljani, v primerjavi z Mariborom in Novim mestom, kjer je razlika v nastopu manj izrazita. Za vse kraje pa velja, da od leta 1991 prvi in zadnji prestop temperaturnega praga nastopata bolj zgodaj.

Pri prvem prestopu temperaturnega praga 10°C so v Portorožu vidna večja letna nihanja, najmanj izrazita so v Ratečah. Prav tako je pri zadnjem prestopu temperaturnega praga, kjer v Portorožu nastopa dokaj razpršeno do leta 1978, nato pa bistveno manj. V Mariboru in Novem mestu nastopata prvi in končni prestop temperaturnega praga zelo izenačeno, v primerjavi z Ljubljano, kjer prvi prestop temperaturnega praga nastopa kasneje, zadnji prestop temperaturnega praga pa bolj zgodaj.

Prvi prestop temperaturnega praga 15°C nastopi najbolj zgodaj v Mariboru leta 1990, vendar tudi tekom let nastopa prej v primerjavi z Ljubljano in Novim mestom. V Portorožu so letna nihanja med prvim prestopom temperaturnega praga najbolj izrazita. Pri zadnjem prestopu temperaturnega praga so nihanja med leti najmanjša v Ratečah, največja v Portorožu, medtem ko so med kraji Ljubljana, Maribor in Novo mesto nastopi bolj razpršeni v primerjavi z zadnjim prestopom ostalih temperaturnih pragov.

Najmanjše število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga 0°C je v Portorožu, in sicer 0, saj je prvi hkrati tudi končni prestop temperaturnega praga. Izjemoma se to pojavi v Mariboru leta 1990. Tudi med kraji Ljubljana, Maribor in Novo mesto so odstopanja od povprečja najbolj opazna leta 1990, saj je število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga v primerjavi z ostalimi leti najmanjše. V Ratečah pa je število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga največje, 122 dni in tudi minimum je največji in sicer 38 dni. Maksimum in aritmetična sredina sta najmanjša v Portorožu in največja v Ratečah, medtem ko sta v Mariboru in Novem mestu zelo izenačena, Ljubljana pa za nekaj dni odstopa.

Pri temperaturnem pragu 5°C se pojavi, da so minimum, maksimum in aritmetična sredina najmanjši v Ratečah. Tudi najmanj dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga je v Ratečah in sicer 17 dni. V Ljubljani in Novem mestu pa je število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga največje in sicer 132 dni, največji pa so tudi minimum, maksimum in aritmetična sredina.

Pri temperaturnem pragu 10°C je število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga najmanjše v Ljubljani, in sicer 16 dni, največje pa v Mariboru in Novem mestu, 132 dni. V Ratečah pa je najmanjša aritmetična sredina, mediana, standardni odklon, variacijski razpon, maksimum in koeficient variabilnosti.

Tudi pri temperaturnem pragu 15°C se v Ratečah pojavi, da so tu opazovane vrednosti najmanjše v primerjavi z ostalimi kraji, razen koeficienta variabilnosti, ki je najmanjši v Mariboru. Tudi največ dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga je v Mariboru, in sicer 105 dni. V Portorožu pa je najmanjše število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga, 0 dni.

5.2 SKLEPI

Za agronome je zelo pomembno, da določijo najprimernejšo temperaturo za začetek rasti pri določeni sorti. Tej temperaturi pravimo temperaturni prag in je specifična za vsako rastlino posebej. Na podlagi temperaturnega praga določene rastline lahko izberemo optimalen čas setve, hkrati pa se izognemo problemu spomladanskih pozzeb. S tem, ko določimo osnovno temperaturo za začetek rasti oziroma temperaturni prag, lahko na podlagi tega podatka izračunamo skupno vsoto učinkovitih temperatur, ki je potrebna za popoln razvoj neke rastline. V ta namen se uporabljajo povprečne dnevne temperature zraka.

V nalogi smo določili in analizirali časovne razlike nastopov spomladanskih temperaturnih pragov 0°C, 5°C, 10°C in 15°C za pet krajev v Sloveniji z uporabo povprečnih dnevniških temperatur zraka. Pri tem smo prišli do naslednjih sklepov.

- Prvi prestop temperaturnega praga 0°C je bil v večini krajev že 1. januarja, povprečno pa je bil 4. januarja, razen v Ratečah, ko je nastopal povprečno 15. januarja. V Portorožu pa je bil prvi prestop temperaturnega praga vsako leto 1. januarja. Zadnji prestop temperaturnega praga je bil najbolj zgodaj 1. januarja v Portorožu, najpozneje pa v Ratečah, in sicer 6. maja. V Ljubljani in Mariboru je bil zadnji prestop temperaturnega praga povprečno konec februarja, v Novem mestu pa 6. marca. Število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga je najmanjše v Portorožu, in sicer 0 dni, saj je prvi hkrati tudi zadnji prestop temperaturnega praga. Največ dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga je 122 dni v Ratečah, najmanj dni pa v Portorožu in Mariboru, in sicer 0 dni. V Ljubljani je povprečno število dni med prvim in končnim prestopom temperaturnega praga 53 dni, v Novem mestu 56 dni in v Mariboru 61 dni.

- Prvi prestop temperaturnega praga 5°C nastopi že 1. januarja v Portorožu in Novem mestu. Najpozneje nastopa v Ratečah, povprečno 22. marca. V Ljubljani, Novem mestu in Mariboru nastopa prvi prestop temperaturnega praga dokaj izenačeno, povprečno 22., 20. in 19. januarja. Zadnji prestop temperaturnega praga nastopi najbolj zgodaj v Portorožu, in sicer 8. februarja, najkasneje pa v Ratečah, povprečno 6. maja. V Ljubljani nastopi končni prestopa temperaturnega praga povprečno 11. aprila, v Mariboru 14. aprila in Novem mestu 17. aprila. Najmanj dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga je v Ratečah, in sicer 17 dni, največ dni pa je v Ljubljani in Mariboru, in sicer 132 dni.
- Prvi prestop temperaturnega praga 10°C nastopi najbolj zgodaj v Novem mestu, in sicer 3. januarja, najkasneje pa nastopi 21. maja v Ratečah. V Ljubljani nastopa prvi prestop temperaturnega praga povprečno 15. marca, v Mariboru 28. februarja in v Portorožu 11. februarja. Zadnji prestop temperaturnega praga 10°C nastopi najbolj zgodaj v Portorožu, 25. marca, in najpozneje v Ratečah, 22. maja. V Ljubljani nastopa končni prestop temperaturnega praga povprečno 8. maja, v Mariboru 10. maja in Novem mestu 11. maja. Najmanj dni med prvim in končnim prestopom temperaturnega praga 10°C je 16 dni v Ljubljani, največ dni pa v Novem mestu in Mariboru, in sicer 132 dni. V Portorožu je povprečno število dni med prvim in končnim prestopom temperaturnega praga 88 dni, v Ratečah pa 53 dni.
- Prvi prestop temperaturnega praga 15°C nastopi najbolj zgodaj v Mariboru, in sicer 12. marca, povprečno pa nastopa najbolj zgodaj v Portorožu, 15. aprila. V Ratečah nastopa najkasnej, povprečno 25. junija. V Ljubljani in Novem mestu nastopa prvi prestop temperaturnega praga povprečno 25. aprila, v Mariboru pa malo prej, in sicer 19. aprila. Zadnji prestop temperaturnega praga 15°C nastopa v Portorožu najhitreje, in sicer povprečno 1. junija, in najpozneje v Ratečah, 25. junija. V Ljubljani nastopa povprečno 17. junija, medtem ko v Mariboru in Novem mestu 21. oziroma 22. junija. Najmanjše število dni med prvim in končnim prestopom temperaturnega praga 15°C je izjemoma 0 dni v Portorožu, drugače pa je najmanj dni v Ratečah, in sicer povprečno 32 dni. Največ dni je v Mariboru, in sicer povprečno 64 dni.
- Vsi temperaturni pragovi nastopijo najprej v Portorožu in najpozneje v Ratečah, medtem ko v ostalih treh krajih (Ljubljana, Maribor in Novo mesto) nastopijo časovno precej izenačeno.

6 POVZETEK

Temperatura zraka je eden izmed glavnih dejavnikov, ki vpliva na rast in razvoj rastline. Z dovolj visoko temperaturo je pogojen tudi sam začetek rasti. Tej temperaturi pravimo temperaturni prag, ki pa se razlikuje med posameznimi vrstami in v njihovem okviru sortami. Ko se temperatura zraka vzdigne nad ta prag, začne rastlina z rastjo. Če za določeno rastlino natančno vemo, kakšen je ta prag, lahko na podlagi tega izberemo optimalni čas setve.

V svetu uporabljajo številne metode za izračun temperaturnih pragov. Večina teh metod je osnovana na matematičnih formulah. Spomladanski temperaturni prag nastopi tedaj, ko se povprečna dnevna temperatura zraka za neko dovolj dolgo časovno obdobje povzpne nad temperaturo, ki jo predhodno določimo. Tako se v praksi za določanje nastopov temperaturnega praga uporabljajo povprečne dnevne temperature zraka.

Ugotavljanje temperaturnega praga pa je pomembno predvsem zato, ker je to osnovni podatek, na podlagi katerega lahko izračunamo količino toplote, ki jo neka rastlina potrebuje za svoj popoln razvoj. Tako lahko spremljamo rastlino tekom rasti in seštevamo temperature nad temperaturnim pragom. Na ta način dobimo vsoto učinkovitih temperatur, ki jo vsaka rastlina potrebuje za svoj popoln življenjski cikel.

Temperatura zraka se razlikuje od temperature tal, saj je le-ta merjena na višini 2 metrov. Tem bolj v globlje plasti gremo, bolj temperatura v tleh odstopa od temperature ozračja. Zaradi tega je potrebno upoštevati tudi temperaturo tal na določeni globini, še zlasti pri tistih rastlinah, ki jih globlje sadimo.

V nalogi smo želeli ugotoviti, kakšne so razlike v času nastopa spomladanskih temperaturnih pragov 0°C, 5°C, 10°C in 15°C v klimatsko različnih regijah Slovenije. Da pa so rezultati čim bolj objektivni, smo uporabili podatke dovolj dolgega časovnega obdobja in sicer od leta 1965 do leta 1995. Za vsak temperaturni prag posebej pa smo določili prvi prestop temperaturnega praga, zadnji oziroma končni prestop temperaturnega praga in pa število dni med prvim in zadnjim prestopom temperaturnega praga ter jih medsebojno primerjali.

Rezultati, ki smo jih dobili, kažejo, da obstajajo velike razlike v datumih nastopov posameznih temperaturnih pragov v posameznih krajih. Razlike v datumih nastopa temperaturnih pragov so večje pri temperaturnem pragu 5°C. Zanimljivo majhne so te razlike v Portorožu za temperaturni prag 0°C. Velike razlike v datumih nastopa temperaturnih pragov se pojavijo v Ratečah za temperaturni prag 0°C in 15°C. Med kraji Ljubljana, Novo mesto in Maribor so te razlike bistveno manjše.

V zadnjem času smo priča vedno višjim temperaturam zraka v okolju, kjer živimo. Trend splošnega ogrevanja ozračja kaže zgodnejši nastop temperaturnih pragov, zaradi česar se tudi spomladanski fenološki razvoj rastlin pomika v zgodnejše obdobje. Če se bo ta trend nadaljeval tudi v prihodnosti, se bo tveganje za spomladansko pozebo v tem obdobju močno povečalo. Zato bo v prihodnje potrebna izbira novih odpornih sort in vrst ter ustrezne tehnologije.

7 VIRI

- Arhiv meteoroloških podatkov Agencije republike Slovenije za okolje. Podatki za obdobje 1965-1995. 2001. Ljubljana, ARSO (izpis iz baze podatkov).
- Arnold C.Y. 1959. The determination and significance of the base temperature in a liner heat unit system. *Proceedings of the American society for horticultural science*, 74: 430-445.
- Blejec M. 1978. Uvod v statistiko. Ljubljana, Ekonomska fakulteta v Ljubljani: 220-254
- Dečman M. 1995. Analiza temperaturnih vsot v Sloveniji z vidika klimatskih nihanj. Ljubljana: 67 str.
- Hočevar A., Petkovšek Z. 1995. Meteorologija, Osnove in nekatere aplikacije. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani: 219 str.
- Jazbec M., Vrabl S. 1995. Sadni vrt. *Kmečki glas*: 375 str.
- Kajfež-Bogataj L. 1996. Vaje iz meteorologije. Ljubljana, Oddelek za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani: 2-3, 68-69
- Kajfež-Bogataj L. 2000. Vpliv globalnega ogrevanja na trajanje vegetacijskega obdobja in temperature vsote. V: *Novi izzivi v poljedelstvu 2000*, Moravske toplice 14 in 15 dec. 2000. Tajnšek A., Šantavec I. (ur.). Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 54-60
- Kajfež-Bogataj L., Šušteršič M. 1991. Analiza nastopa spomladanskih temperaturnih pragov v tleh na različnih globinah v Ljubljani. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani*, 57: 9-16
- Kajfež-Bogataj L., Gerjevič M. 1992. Zadnje spomladanske in prve jesenske negativne temperature zraka na višini 5 cm v Sloveniji. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani*, 59: 9-19
- Pavlek P. 1985. *Specijalno povrčarstvo*. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu: 384 str.
- Penzar I., Penzar B. 1989. *Agroklimatologija*. 2. izdaja. Zagreb, Šolska knjiga: 62-63
- Piper E. 1996. The role of daily minimum temperature in modulating the development rate to flowering in soybean. *Field Crops Research*, 47: 211-220
- Tajnšek A. 2007. Kolobarjenje, enodnevni seminar za svetovalce KGZ. Ljubljana, Katedra za poljedelstvo in sonaravno kmetijstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani: 22
- Todorić I., Gračan R. 1982. *Specialno poljedelstvo*. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 159 str.

Wielgolaski F. 1999. Starting dates and basic temperatures in phenological observations of plants. *Biometeorology*, 42: 158-168

Yang S., Logan J. 1995. Mathematical formulae for calculating the base temperature for growing degree days. *Agricultural and Forest Meteorology*, 74: 61-74

ZAHVALA

Posebna zahvala moji mentorici prof. dr. Lučki Kajfež-Bogataj za vso strokovno pomoč, ki mi jo je nudila v času nastajanja te naloge ter za ves trud in čas, ki ga je s tem namenom porabila ter asistentki dr. Zaliki Črepinšek.

Zahvaljujem se prijatelju Davidu Bojcu, ki mi je s svojim računalniškim znanjem pomagal pri izdelavi te naloge, prav tako se zahvaljujem partnerju, staršem, sestri in vsem, ki so me tako ali drugače podpirali na tej poti.

PRILOGA A

Število dni med prvim in zadnjim prestopom TP 5°C za pet krajev v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995:

Prag 5°C					
leto	Ljubljana št. dni	Maribor št. dni	Novo mesto št. dni	Portorož št. dni	Rateče št. dni
1965	90	84	83	71	56
1966	54	53	54	74	31
1967	92	63	62	48	57
1968	56	62	65	57	39
1969	79	61	40	68	42
1970	89	98	119	94	37
1971	63	64	61	67	19
1972	91	35	70	75	54
1973	73	59	73	77	34
1974	45	55	86	61	68
1975	85	96	88	59	101
1976	61	111	91	83	59
1977	83	93	96	90	85
1978	132	130	132	53	20
1979	69	99	85	52	29
1980	83	83	84	56	51
1981	61	123	113	63	58
1982	102	105	114	58	37
1983	70	91	93	72	38
1984	121	121	122	82	29
1985	83	98	103	58	38
1986	84	92	92	102	49
1987	54	93	53	77	39
1988	115	114	117	62	43
1989	53	50	69	39	50
1990	64	64	77	37	62
1991	108	109	111	48	50
1992	84	82	82	67	58
1993	92	93	84	82	31
1994	51	100	100	65	45
1995	84	69	85	90	17

PRILOGA B

Število dni med prvim in zadnjim prestopom TP 10°C za pet krajev v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995:

Prag 10°C					
	Ljubljana	Maribor	Novo mesto	Portorož	Rateče
leto	št. dni	št. dni	št. dni	št. dni	št. dni
1965	56	113	55	93	41
1966	89	92	85	53	40
1967	61	69	69	57	48
1968	58	89	88	51	58
1969	16	69	43	99	45
1970	38	61	63	113	57
1971	53	47	45	71	61
1972	50	59	50	80	76
1973	54	55	50	51	54
1974	85	86	69	85	34
1975	27	87	89	86	44
1976	60	47	35	64	33
1977	95	46	108	98	38
1978	78	80	76	123	41
1979	56	101	101	93	39
1980	52	52	52	64	47
1981	43	58	56	53	88
1982	45	37	44	37	40
1983	29	40	40	32	68
1984	37	132	132	39	54
1985	37	105	105	57	39
1986	20	19	71	42	45
1987	50	57	57	84	51
1988	92	114	113	112	51
1989	46	72	73	53	81
1990	67	64	65	85	85
1991	81	79	84	63	31
1992	59	59	42	80	28
1993	33	97	97	23	54
1994	53	105	121	107	48
1995	92	59	102	83	65

PRILOGA C

Število dni med prvim in zadnjim prestopom TP 15°C za pet krajev v Sloveniji za obdobje od 1965 do 1995:

Prag 15°C					
	Ljubljana	Maribor	Novo mesto	Portorož	Rateče
leto	št. dni	št. dni	št. dni	št. dni	št. dni
1965	41	35	35	36	35
1966	37	67	73	53	36
1967	41	48	41	66	26
1968	76	84	78	58	46
1969	44	78	65	63	43
1970	49	48	73	37	22
1971	61	69	65	67	41
1972	26	41	16	79	32
1973	54	55	57	54	29
1974	50	46	42	79	28
1975	70	54	54	47	42
1976	33	77	46	65	44
1977	38	73	41	73	20
1978	54	60	30	26	9
1979	42	41	38	0	35
1980	52	53	35	33	4
1981	88	73	75	81	41
1982	38	44	47	19	27
1983	69	71	71	38	48
1984	56	59	58	46	27
1985	49	88	81	71	48
1986	77	68	68	64	22
1987	65	53	66	25	34
1988	45	59	67	35	34
1989	83	83	83	53	34
1990	87	105	44	71	34
1991	38	31	99	18	17
1992	50	51	71	26	45
1993	46	97	70	9	42
1994	48	76	46	58	27
1995	66	83	81	34	33