



Univerza v Mariboru

---

Filozofska fakulteta

## **MAGISTRSKO DELO**

Tanja Vajs

Maribor, junij 2020





Univerza v Mariboru

---

Filozofska fakulteta

Tanja Vajs

**SPREMINJANJE KONTINENTALNOSTI V EVROPI MED LETI 1938 IN 2018**

Magistrsko delo

Mentor:izr. prof. dr. Igor Žibera

Maribor, junij 2020

## **SPREMINJANJE KONTINENTALNOSTI V EVROPI MED LETI 1938 IN 2018**

Magistrsko delo

Študentka: Tanja Vajs  
Študijski program: Magistrski študijski program  
Geografija  
Smer: Geografija, dvopredmetni program, nepedagoška smer  
Mentor: izr. prof. dr. Igor Žiberna  
Lektorica: dr. Aleksandra Gačić, univ. dipl. prof. zgo. in slov.

Creative Commons BY-NC-ND



## **ZAHVALA**

Iskreno se zahvaljujem mentorju izr. prof. dr. Igorju Žiberni za vse znanje, usmerjanje, trud, spodbudo in čas, ki mi ga je posvetil pri izdelavi magistrskega dela.

Najlepša hvala dr. Aleksandri Gačić za lektoriranje.

Zahvaljujem se staršema Nadi in Milanu, ki sta mi omogočila študij ter me pri tem ves čas podpirala in spodbujala. Hvala sestri Bernardi in babici Angeli za vso podporo in spodbudo. Loris, hvala, da mi ves čas stojiš ob strani.

Hvala tudi prijateljem in sošolcem, zaradi katerih je bil čas študija še bolj zanimiv in bo ostal poln lepih spominov. Še posebej hvala Gabi, da si vedno našla čas zame.

## **Spreminjanje kontinentalnosti v Evropi med leti 1938 in 2018**

**Ključne besede:** indeksi kontinentalnosti, trendi indeksov kontinentalnosti, temperature, trendi temperatur, kontinentalnost, globalno segrevanje, indeks kontinentalnosti po Supanu, indeks kontinentalnosti po Gorczyńskem, indeks kontinentalnosti po Condradu, indeks kontinentalnosti po Hromovu, indeks kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu, indeks kontinentalnosti po Kernerju, Evropa.

**UDK:** 911.2:551.583.2"1938-2018"(4)(043.2)

### **Povzetek**

*V delu predstavimo spreminjanje kontinentalnosti v Evropi med leti 1938 in 2018. Pri tem uporabimo podatke za 443 klimatskih postaj, od česar je 387 evropskih in 56 neevropskih klimatskih postaj. Za izračun klimatskih indeksov uporabimo indekse kontinentalnosti po Supanu, Gorczyńskem, Condradu, Ivanu, Hromovu ter Johanssonu in Ringlebu. Podatke obdelamo s programskim paketom MATLAB. Izrise konturnih kart naredimo s programskim okoljem ArcGIS, izrise grafikonov pa s programom Excel. Izkaže se, da so klimatski indeksi, glede na zvezne konturne karte, med seboj dobro primerljivi, nekoliko odstopanj je le pri indeksu kontinentalnosti po Hromovu. V primerjavi s tem pri diskretnih konturnih kartah med posameznimi indeksi prihaja do razlik. Ugotovili smo, da so se trendi indeksov kontinentalnosti v obravnavanem obdobju spremenili. Pokazali smo, da postaja podnebje v Evropi bolj maritimno, predvsem na območju Severne in Vzhodne Evrope, v nekaterih predelih postaja tudi bolj kontinentalno, predvsem območja ob Sredozemskem morju. Trend temperatur ni pozitiven v celotni Evropi, ampak je predvsem na območjih ob Sredozemskem morju tudi negativen, vendar ne čez celotno leto. Prav tako smo pokazali, da je trend temperatur močno odvisen od časa v letu oziroma meseca.*

# Changing of the continentality indices between the years 1938 and 2018

**Key words:** continentality indices, continentality indices trends, temperatures, temperature trends, continentality, global warming, Supan Continentality Index, Gorczynski Continentality Index, Conrad Continentality Index, Khromov Continentality Index, Johansson and Ringleb Continentality Index, Kerner Continentality Index, Europe.

**UDC:** 911.2:551.583.2"1938-2018"(4)(043.2)

## Abstract

*The thesis presents continentality changes in Europe in the period between 1938 and 2018. Data from 443 weather stations, i.e. 387 European and 56 Non-European stations, was gathered. The Supan, Gorczynski, Conrad, Ivan, Khromov, Johansson and Ringleb continentality indices were used to calculate the climate indices. The data was processed with the MATLAB software. Contour plots were created in the ArcGIS environment, while the graphs were created with Excel. Results show that, based on continuous contour plots, climate indices are quite comparable, with some discrepancies shown by the Khromov Continentality Index. However, we have observed differences between individual indices in discrete contour plots. We have established that the continentality indices trends in the observed period have changed. We have shown that the climate in Europe is becoming more maritime, predominantly in North and Eastern Europe, while in some areas it is becoming more continental, especially along the Mediterranean Sea. The temperature trend has not been positive throughout Europe, and especially in areas along the Mediterranean Sea it has also been negative, but this was not the case throughout the whole year. We have also shown that the temperature trend strongly depends on time of year or month.*

## **IZJAVA O AVTORSTVU IN ISTOVETNOSTI TISKANE IN ELEKTRONSKE OBLIKE ZAKLJUČNEGA DELA**

Ime in priimek študentke: Tanja Vajs

Študijski program: dvopredmetni program druge stopnje Geografija (nepedagoška)

Naslov zaključnega dela: Spreminjanje kontinentalnosti v Evropi med leti 1938 in 2018

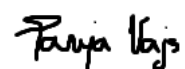
Mentor:izr. prof. dr. Igor Žibera

Podpisana študentka Tanja Vajs

- izjavljam, da je zaključno delo rezultat mojega samostojnega dela, ki sem ga izdelala ob pomoči mentorja;
- izjavljam, da sem pridobila vsa potrebna soglasja za uporabo podatkov in avtorskih del v zaključnem delu in jih v zaključnem delu jasno in ustrezno označila;
- na Univerzo v Mariboru neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico ponuditi zaključno delo javnosti na svetovnem spletu prek DKUM; sem seznanjena, da bodo dela deponirana/objavljena v DKUM dostopna široki javnosti pod pogoji licence Creative Commons BY-NC-ND, kar vključuje tudi avtomatizirano indeksiranje prek spleta in obdelavo besedil za potrebe tekstovnega in podatkovnega rudarjenja in ekstrakcije znanja iz vsebin; uporabnikom se dovoli reproduciranje brez predelave avtorskega dela, distribuiranje, dajanje v najem in priobčitev javnosti samega izvirnega avtorskega dela, in sicer pod pogojem, da navedejo avtorja, in da ne gre za komercialno uporabo;
- dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v zaključnem delu in tej izjavi, skupaj z objavo zaključnega dela;
- izjavljam, da je tiskana oblika zaključnega dela istovetna elektronski obliki zaključnega dela, ki sem jo oddala za objavo v DKUM.

Maribor, 1. 6. 2020

Tanja Vajs



## KAZALO VSEBINE

1 UVOD.....	1
2 TEORETIČNO OZADJE OBRAVNAVANE TEME .....	4
2.1 Globalno segrevanje.....	4
2.1.1 Sestava in plasti atmosfere.....	4
2.1.2 Sevalne razmere na Zemlji.....	7
2.1.3 Toplotne razmere na Zemlji.....	11
2.1.4 Učinek tople grede .....	14
2.1.5 Viri in tipi najpogostejših toplogrednih plinov .....	15
2.1.6 Povečanje emisij ogljika v ozračju.....	16
2.1.7 Posledice učinka tople grede.....	18
2.2 Kontinentalnost Evrope.....	19
2.3 Vrste indeksov kontinentalnosti.....	22
2.3.1 Indeks kontinentalnosti po Supanu .....	22
2.3.2 Indeks kontinentalnosti po Gorczyńskem (Johanssonu).....	23
2.3.3 Indeks kontinentalnosti po Conradu (Condrad-Pollaku) .....	24
2.3.4 Indeks termične kontinentalnosti po Ivanu .....	25
2.3.5 Indeks kontinentalnosti po Hromovu.....	26
2.3.6 Indeks kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu .....	26
3 NAMEN IN CILJI .....	27
4 GEOGRAFSKA OPREDELITEV IZBRANEGA OBMOČJA .....	29
5 PREGLED DOSEDANJIH UGOTOVITEV O KONTINENTALNOSTI EVROPE. 32	
5.1 Spreminjanje kontinentalnosti Srednji Evropi od konca 18. stoletja.....	32
5.2 Spreminjanje kontinentalnosti in maritimnosti v srednjih in višjih geografskih širinah severne poloble med leti 1950 in 2015 .....	36
5.3 Spreminjanje kontinentalnosti na Iberskem polotoku med leti 1901 in 2012.....	39
5.4 Spreminjanje kontinentalnosti v severni Grčiji za obdobje 1965-1995.....	41
5.5 Spreminjanje kontinentalnosti v Turčiji za obdobje 1960–2006 .....	43
5.6 Spreminjanje kontinentalnosti na Slovaškem .....	46
5.7 Spreminjanje kontinentalnosti v Evropi v obdobju 1961–2010.....	53
6 METODE DE LA .....	56
6.1 Uporaba programskega paketa MATLAB .....	56
6.1.1 Izbor klimatskih postaj.....	57
6.1.2 Izris izbranih klimatskih postaj .....	57

6.1.3	Obdelava podatkov izbranih klimatskih postaj .....	59
6.1.4	Končni izrisi vseh klimatskih postaj .....	60
6.1.5	Izračun indeksov kontinentalnosti in njihovih trendov ter trendov temperatur .....	62
6.2	Uporaba programskega okolja ArcGIS .....	66
6.3	Uporaba programa Excel .....	66
7	REZULTATI IN RAZPRAVA .....	67
7.1	Gibanje temperatur in njihovi trendi .....	67
7.1.1	Gibanje temperatur .....	67
7.1.2	Trendi gibanja temperatur .....	85
7.2	Indeksi kontinentalnosti in njihovi trendi .....	103
7.2.1	Indeksi kontinentalnosti .....	103
7.2.2	Trendi indeksov kontinentalnosti .....	122
8	SINTEZNI PREGLED STANJA KONTINENTALNOSTI IN TRENDOV INDEKSOV KONTINENTALNOSTI .....	130
8.1	Kontinentalnost .....	130
8.2	Trend indeksov kontinentalnosti .....	137
9	ZAKLJUČEK .....	141

## KAZALO SLIK

Slika 1. Spekter elektromagnetnega valovanja. ....	7
Slika 2. Spreminjanje atmosferskega CO <sub>2</sub> od 400 tisoč let pred letom 1950 do leta 1950. ....	17
Slika 3. Izpusti CO <sub>2</sub> v Sloveniji pri različnih antropogenih dejavnostih. ....	18
Slika 4. Kontinent Evropa je ločen od preostalih celin z Atlantskim oceanom na zahodu, Sredozemskih morjem na jugu, Arktičnim oceanom na severu in 60. poldnevnikom na vzhodu. ....	30
Slika 5. Köppenova podnebna klasifikacija. ....	31
Slika 6. Povprečne vrednosti izračunanih vrednosti indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem ter indeksa kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu v odstotkih v odvisnosti od časa za izbrane evropske postaje. Ravna polna črta prikazuje trende indeksov. ....	33
Slika 7. Dolgoročno povprečno odstopanje indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem v odstotkih [%], v različnih desetletjih za izbrano evropsko postajo. ....	35
Slika 8. Kontinentalnost med leti 1981 in 2010 glede na Condradov indeks kontinentalnosti. ....	37
Slika 9. Kontinentalnost med leti 1981 in 2010 glede na Kernerjev indeks maritimnosti. ....	38
Slika 10. Povprečne letne temperature zraka v °C na Iberskem polotoku med leti 1901 in 2012. ....	39
Slika 11. Povprečne letne vrednosti indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem: a) in b) Conradu med leti 1901 in 2012. Na sliki 11 a) vsi temno-zeleni odtenki barve prikazujejo kontinentalno podnebje ( $K_g = 34-66$ ), medtem ko imajo vsi drugi predeli prehodno maritimno podnebje. Na sliki 11 b) vsi rjavi odtenki barve označujejo hiper-oceansko podnebje ( $K_c < 20$ ), vse druge barve (rumena in vsi odtenki zelene barve) prikazujejo oceansko podnebje ( $20 < K_c < 50$ ). ...	40
Slika 12. Prostorska porazdelitev povprečnih letnih temperatur traka v °C v severni Grčiji, za obdobje 1965–1995. ....	42
Slika 13. Prostorska porazdelitev indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem v severni Grčiji, za obdobje 1965–1995. ....	43
Slika 14. Povprečna letna temperatura zraka v °C v Turčiji v obdobju 1960–2006. ....	44

Slika 15. Prostorski prikaz indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem v Turčiji v obdobju 1960–2006. ....	45
Slika 16. Linearni trendi povprečne letne temperature ( $\bar{T}_{\text{letna}}$ ), povprečne mesečne temperature najhladnejšega ( $\bar{T}_{\text{min}}$ ) in najtoplejšega meseca ( $\bar{T}_{\text{max}}$ ). ....	48
Slika 17. Časovno spreminjanje letne temperaturne amplitude v Evropi v obdobjih 1961–1970 in 2001–2010. ....	53
Slika 18. Časovno spreminjanje indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem v Evropi v obdobju 1961–1970 in 2001–2010 [6]. ....	54
Slika 19. Prostorski izris klimatskih postaj za različno dolga časovna obdobja in število mesecev, pri katerih manjkajo klimatski podatki. Kartografski izris: Tanja Vajs. ....	58
Slika 20. Prostorski izris končnega števila, vseh 443 klimatskih postaj. Kartografski izris: Tanja Vajs. ....	61
Slika 21. Koeficienti trenda k za leta. Izris: Tanja Vajs. ....	61
Slika 22. Zvezna karta povprečne letne januarske temperature v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs. ....	68
Slika 23. Zvezna karta povprečne letne februarske temperature v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs. ....	69
Slika 24. Zvezna karta povprečne letne marčevske temperature v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs. ....	70
Slika 25. Zvezna karta povprečne letne aprilske temperature v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs. ....	71
Slika 26. Zvezna karta povprečne letne majske temperature v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs. ....	72
Slika 27. Zvezna karta povprečne letne junijske temperature v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs. ....	73
Slika 28. Zvezna karta povprečne letne julijske temperature v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs. ....	74
Slika 29. Zvezna karta povprečne letne avgustovske temperature v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs. ....	75
Slika 30. Zvezna karta povprečne letne septembrske temperature v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs. ....	76



Slika 31. Zvezna karta povprečne letne oktobrske temperature v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	77
Slika 32. Zvezna karta povprečne letne novembrske temperature v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	78
Slika 33. Zvezna karta povprečne letne decembrske temperature v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	79
Slika 34. Zvezna karta povprečne letne temperature v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	80
Slika 35. Povprečne letne temperature za klimatsko postajo Sonnblick (Avstrija), kjer so zabeležili med leti 1938 in 2018 najnižje vrednosti povprečnih letnih temperatur. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo $T_{pov}$ . Izris: Tanja Vajs.....	81
Slika 36. Povprečne letne temperature za klimatsko postajo Ierapetra (Grčija), kjer so zabeležili med leti 1958 in 1998 najvišje vrednosti povprečnih letnih temperatur. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo $T_{pov}$ . Izris: Tanja Vajs.....	81
Slika 37. Zvezna karta povprečne temperaturne amplitude v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	82
Slika 38. Zvezna karta povprečnih letnih temperaturnih razlik med jesenjo (september–november) in pomladjo (marec–maj) v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	83
Slika 39. Zvezna karta povprečnih letnih temperaturnih razlik med oktobrom in aprilom v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	84
Slika 40. Zvezna karta trendov povprečnih januarских temperatur v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	85
Slika 41. Zvezna karta trendov povprečnih februarских temperatur v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	86
Slika 42. Zvezna karta trendov povprečnih marčevskih temperatur v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	87
Slika 43. Zvezna karta trendov povprečnih aprilских temperatur v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	89
Slika 44. Zvezna karta trendov povprečnih majskih temperatur v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	90

Slika 45. Zvezna karta trendov povprečnih junijskih temperatur v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	91
Slika 46. Zvezna karta trendov povprečnih julijskih temperatur v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	93
Slika 47. Zvezna karta trendov povprečnih avgustovskih temperatur v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	94
Slika 48. Zvezna karta trendov povprečnih septembrskih temperatur v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	95
Slika 49. Zvezna karta trendov povprečnih oktobrskih temperatur v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	96
Slika 50. Zvezna karta trendov povprečnih novembrskih temperatur v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	98
Slika 51. Zvezna karta trendov povprečnih decembrskih temperatur v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	99
Slika 52. Zvezna karta trendov povprečnih temperatur povprečja vseh mesecev v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	100
Slika 53. Zvezna karta trendov povprečnih letnih temperaturnih razlik med jesenjo (september–november) in pomladjo (marec–maj) v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	101
Slika 54. Zvezna karta trendov povprečnih letnih temperaturnih razlik med oktobrom in aprilom v obdobju 1938–2018. Kartografski izris: Tanja Vajs. ....	102
Slika 55. Zvezna karta indeksa kontinentalnosti po Supanu. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	104
Slika 56. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Supanu je bila v obdobju 1938–2018 najmanjša za klimatsko postajo Santa Cruz de Tenerife (Španija), in sicer 7,7985 °C. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo $I_c$ . Izris: Tanja Vajs.....	105
Slika 57. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Supanu je bila v obdobju 1938–2018 največja za klimatsko postajo Saranpaul (Rusija), in sicer 41,6514 °C. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo $I_c$ . Izris: Tanja Vajs. ....	105
Slika 58. Karta razredov indeksa kontinentalnosti po Supanu. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	106

Slika 59. Zvezna karta indeksa kontinentalnosti po Gorczynskem. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	107
Slika 60. Karta razredov indeksa kontinentalnosti po Gorczynskem. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	108
Slika 61. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Gorczynskem je bila v obdobju 1938–2018 najmanjša za klimatsko postajo Vestmanski otoki (Islandija), in sicer -1,4478 %. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo $K_g$ . Kartografski izris: Tanja Vajs.....	109
Slika 62. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Gorczynskem je bila v obdobju 1938–2018 največja za klimatsko postajo El'ton (Rusija), in sicer 62,3694 %. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo $K_g$ . Kartografski izris: Tanja Vajs.....	109
Slika 63. Zvezna karta indeksa kontinentalnosti po Conradu. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	110
Slika 64. Karta razredov indeksa kontinentalnosti po Conradu. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	111
Slika 65. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Conradu ( $K_c$ ) je bila v obdobju 1938–2018 najmanjša za klimatsko postajo El'ton (Rusija), in sicer 3,5188 %. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo $K_c$ .....	112
Slika 66. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Conradu ( $K_c$ ) je bila v obdobju 1938–2018 najmanjša za klimatsko postajo El'ton (Rusija), in sicer 58,9100 %. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo $K_c$ .....	112
Slika 67. Zvezna karta indeksa termične kontinentalnosti po Ivanu. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	113
Slika 68. Karta razredov indeksa termične kontinentalnosti po Ivanu. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	114
Slika 69. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Ivanu ( $K_i$ ) je bila v obdobju 1938–2018 najmanjša za klimatsko postajo Vestmanski otoki (Islandija), in sicer 47,6452 %. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo $K_i$ ..	115
Slika 70. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Ivanu ( $K_i$ ) je bila v obdobju 1938–2018 največja za klimatsko postajo El'ton (Rusija), in sicer 227,1239 %. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo $K_i$ .....	116
Slika 71. Zvezna karta indeksa kontinentalnosti po Hromovu. Kartografski izris: Tanja Vajs.....	117

Slika 72. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Hromovu je bila v obdobju 1938–2018 najmanjša za klimatsko postajo Lerwick (Velika Britanija), in sicer 50,7372 %. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo indeksa kontinentalnosti po Hromovu. ....	117
Slika 73. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Hromovu je bila v obdobju 1938–2018 največja za klimatsko postajo El'ton (Rusija), in sicer 88,7448 %. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo indeksa kontinentalnosti po Hromovu. ....	118
Slika 74. Zvezna karta indeksa kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu. Kartografski izris: Tanja Vajs. ....	119
Slika 75. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu je bila v obdobju 1938–2018 najmanjša za klimatsko postajo Lerwick (Velika Britanija), in sicer 35,8944 %. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo Johansson-Ringlebovega indeksa. ....	120
Slika 76. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu je bila v obdobju 1938–2018 največja za klimatsko postajo El'ton (Rusija), in sicer 72,5321 %. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo indeksa kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu. ....	120
Slika 77. Zvezna karta trendov indeksa kontinentalnosti po Supanu. Kartografski izris: Tanja Vajs. ....	123
Slika 78. Zvezna karta trendov indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem. Kartografski izris: Tanja Vajs. ....	124
Slika 79. Zvezna karta trendov indeksa kontinentalnosti po Conradu. Kartografski izris: Tanja Vajs. ....	125
Slika 80. Zvezna karta trendov indeksa termične kontinentalnosti po Ivanu. Kartografski izris: Tanja Vajs. ....	126
Slika 81. Zvezna karta trendov indeksa kontinentalnosti po Hromovu. Kartografski izris: Tanja Vajs. ....	127
Slika 82. Zvezna karta trendov indeksa kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu. Kartografski izris: Tanja Vajs. ....	128
Slika 83. Primerjava zveznih kart klimatskih indeksov. Polna črna črta prikazuje izokontinentale. ....	134
Slika 84. Primerjava diskretnih kart klimatskih indeksov. Polna črna črta prikazuje izokontinentale. ....	135

Slika 85. Primerjava zveznih kart trendov indeksov kontinentalnosti. Polna črna črta prikazuje izokontinentale.....	140
---	-----

## KAZALO TABEL

Tabela 1. Toplotne kapacitete celotnega ozračja, celotne svetovne vode v vrhnji plasti oceanov do globine 240 m (do katere sežejo letne spremembe temperature) in vode v vrhnji plasti kopnih tal do globine 10 m. ....	13
Tabela 2. Kategorije podnebne karakterizacije, ki so jo uporabili Knoch in Schulze (1952) ter Hesse (1966), pri čemer je $I_c$ indeks kontinentalnosti po Supanu, podan v stopinjah Celzija.....	23
Tabela 3. Kategorije podnebne karakterizacije po Gorczyńskem, pri čemer je $K_g$ indeks kontinentalnosti po Gorczyńskem, podan v odstotkih. ....	23
Tabela 4. Kategorije podnebne karakterizacije po Conradu, pri čemer je $K_c$ Conradov indeks kontinentalnosti, podan v odstotkih. ....	24
Tabela 5. Kategorije podnebne karakterizacije po Ivanu, pri čemer je $K_i$ indeks termične kontinentalnosti po Ivanu, podan v odstotkih.....	25
Tabela 6. Podatki izbranih meteoroloških postaj.....	32
Tabela 7. Dolgoletne povprečne minimalne in maksimalne vrednosti amplitud ( $A$ ), razlika med povprečno temperaturo jeseni in spomladi ( $D$ ) ter vrednosti indeksov kontinentalnosti po Gorczyńskem ( $K_g$ ) ter po Johanssonu in Ringlebu ( $K_{jr}$ ) za izbrane evropske postaje. V tabeli oznaka $T_{max}$ označuje vrednosti temperatur najtoplejšega meseca, $T_{min}$ pa najhladnejšega, $\sigma$ je standardna deviacija.....	34
Tabela 8. Geografska širina in dolžina ter nadmorska višina izbranih meteoroloških postaj.....	41
Tabela 9. Geografska širina in dolžina, nadmorska višina ter indeks kontinentalnosti po Gorczyńskem za nekatere izbrane meteorološke postaje. ....	45
Tabela 10. Podatki izbranih meteoroloških postaj na Slovaškem. ....	47
Tabela 11. Vrednosti linearnega trenda povprečnih letnih temperatur (trend $\bar{T}_{max (letni)}$ ), povprečnih mesečnih temperatur najhladnejšega (trend $\bar{T}_{min (mesečna)}$ ) in najtoplejšega meseca (trend $\bar{T}_{max (mesečna)}$ ), za opazovanih šest meteoroloških postaj.....	49
Tabela 12. Povprečne vrednosti indeksov kontinentalnosti po Supanu ( $I_c$ ), Gorczyńskem ( $K_g$ ), Conradu ( $K_c$ ), Ivanu ( $K_i$ ) in Hromovu ( $K_{Hr}$ ). ....	49

Tabela 13. Vrednosti linearnih trendov indeksov kontinentalnosti po Supanu ( $I_c$ ), Gorczyńskem ( $K_g$ ), Conradu ( $K_c$ ), Ivanu ( $K_i$ ) in Hromovu ( $K_{Hr}$ ). .....	52
Tabela 14. Letna povprečna temperaturna amplituda in indeks kontinentalnosti po Gorczyńskem. ....	54
Tabela 15. Izsek iz Excelove tabele, ki jo oblikuje MATLAB.....	60
Tabela 16. Izsek iz Excelove datoteke (ki nam jo naredi MATLAB) in vsebuje klimatske postaje v Italiji. ....	60
Tabela 17. Tabela prikazuje en list od 243 listov Excelove tabele, ki jih naredi program MATLAB za vsako klimatsko postajo. Vrstica, obarvana z oranžno barvo, prikazuje povprečne vrednosti vseh vrstic v stolpcu, vrstica, obarvana z modro barvo, prikazuje koeficient $k$ in vrstica, obarvana z zeleno barvo, začetno vrednost $n$ linearne aproksimacije vseh podatkov izbranega stolpca. ....	62
Tabela 18. Izsek iz Excelove tabele, ki jo oblikuje MATLAB in prikazuje za vsako od 443 klimatskih postaj povprečno temperaturo vsakega meseca med leti 1938 in 2018 (Jan ..., Dec), povprečno temperaturo vseh mesecev ( $T_{pov}$ ), temperaturno amplitudo ( $A$ ), razliko maksimalne in minimalne temperature ( $T_{max}-T_{min}$ ) ter koeficienta $k$ in $n$ linearne aproksimacije za vsako postajo. ...	66

## POGOSTO UPORABLJENE OKRAJŠAVE

OKRAJŠAVA	POLNO IME	OPIS
$I_c$	Indeks kontinentalnosti po Supanu.	Indeks kontinentalnosti, ki ga je v izvorniku opredelil Supan. Podan je v stopinjah Celzija.
$K_g$	Indeks kontinentalnosti po Gorczynskem.	Indeks kontinentalnosti, ki ga je leta 1988 predlagal Gorczynski. Podan je v odstotkih.
$K_c$	Indeks kontinentalnosti po Conradu.	Indeks kontinentalnosti, ki izvira iz leta 1950. Podan je v odstotkih.
$K_i$	Indeks kontinentalnosti po Ivanu.	Indeks termične kontinentalnosti je prvotno predlagal Ivanov leta 1959. Podan je v odstotkih.
$K_{Hr}$	Indeks kontinentalnosti po Hromovu.	Indeks kontinentalnosti, ki ga je leta 1957 predlagal Hromov. Podan je v odstotkih.
$K_{jr}$	Indeks kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu.	Indeks kontinentalnosti. Podan je v odstotkih.
$A$	Letna temperaturna amplituda zraka.	Razlika med največjo in najmanjšo povprečno temperaturo meseca.
$T_{max}$	Povprečna mesečna temperatura najtoplejšega meseca.	Vrsta temperature.
$T_{min}$	Povprečna mesečna temperatura najhladnejšega meseca.	Vrsta temperature.
$\varphi$	Geografska širina.	Z njo povemo, ali je lega kraja na Zemlji severno ali južno od ekvatorja.
$D$	Razlika med povprečno temperaturo jeseni in spomladi.	Spremenljivka, ki nastopa v enačbi, po kateri izračunamo Johansson-Ringlebov indeks kontinentalnosti.



## 1 UVOD

Klimatologi so začeli opozarjati na človekove posege v sestavo zemeljskega ozračja in na globalno segrevanje že konec 19. stoletja, danes pa so posledice globalnega segrevanja vidne že povsod po svetu. Zaradi vse višjih temperatur se tudi v prihodnje pričakuje večja intenzivnost vremenskih pojavov, kot so ekstremno visoke temperature, suše, močni vetrovi, zaradi tega pa bo prisotno večje izhlapevanje vode ter s tem več padavin in poplav [1]. Poleg tega se globalno segrevanje odraža tudi v taljenju gorskih ledenikov in taljenju ledenikov okrog zemeljskih polov, izumiranju nekaterih živalskih in rastlinskih vrst ... Znanstveniki so iz do sedaj narejenih modelov razbrali, da bodo spremembe v višjih zemljepisnih širinah bistveno večje kot v nižjih. Zaradi spreminjanja temperatur se posledično spreminjata tudi maritimnost in kontinentalnost podnebja. Na slednjega se bomo osredotočili v tem magistrskem delu [1].

Kontinentalnost in maritimnost sta pomembna podnebna parametra, ki opisujeta lokalne podnebne razmere. Oba parametra nam povesta, v kolikšni meri na podnebje vplivajo interakcije morja in kopnega. Tako kot večina drugih podnebnih kazalcev, sta tudi ta dva parametra dinamična in sta povezana s podnebnimi spremembami ter s spremembami v atmosferskem kroženju [2]. Kontinentalnost podnebja določa vpliv celine in fizikalnih lastnosti kopnega, medtem ko vplivi večjih vodnih teles, kot so morja in oceani, oblikujejo t. i. oceanske ali maritimne klimatske poteze [3]. Na kontinentalnost vplivajo predvsem podnebne spremenljivke, kot so geografska širina, oddaljenost regije od okoliških morij in oceanov, nadmorska višina, relief in cirkulacija v ozračju [2, 4]. Zato izračuni indeksov kontinentalnosti, v večini primerov, temeljijo na letnem temperaturnem razponu zraka (t. i. letni temperaturni amplitudi zraka) in geografski širini. Večja letna temperaturna amplituda zraka je povezana z večjimi toplotnimi razlikami. Danes se zaradi globalnih sprememb trend temperature zraka povečuje skoraj povsod po svetu. V zadnjih desetletjih je bilo najhitrejše globalno segrevanje v srednjih geografskih širinah severne poloble, kjer je bilo ugotovljeno povečanje amplitude letnega cikla. Pri tem so se zimske temperature zraka rahlo povišale, medtem, ko so bile spremembe v poletnih temperaturah večje. Vendar se spremembe v letni temperaturni amplitudi zraka v različnih regijah zelo razlikujejo, zato se posledično razlikujejo trendi podnebne kontinentalnosti [2].

Z vidika bioklimatologije, geografije in ekologije je kontinentalnost pomembna značilnost okoljskih parametrov. Pomaga nam na primer pri razumevanju porazdelitve rastlin glede na geografsko lego. S pomočjo indeksov kontinentalnosti ali indeksov maritimnosti fitogeografija pojasnjuje spremembe vegetacijskih razmer iz oceanov v notranjost kontinentov, postopen prehod iz gozdov v stepe in polpuščave ter postglacialni razvoj vegetacije [3].

Ena od glavnih značilnosti srednjeevropskega podnebja je tranzicijski soobstoj tako pomorskih kot celinskih značilnosti. Na podnebje Evrope vpliva predvsem advekcija zračnih mas iz Atlantskega oceana in Evrazije [4]. V zadnjih letih so bile analizirane regionalne značilnosti kontinentalnosti in maritimnosti v Evropi. Ugotovljeno je bilo, da postaja podnebje vse bolj kontinentalno v Severni Evropi, medtem ko se je kontinentalnost zmanjšala v nekaterih delih Sredozemlja [2, 5]. Prav tako so zabeležili rahel upad kontinentalnosti v Srednji Evropi (Nemčija, Češka, Avstrija, Poljska in Madžarska) [4]. Druga študija je pokazala znatno zmanjšanje vrednosti kontinentalnosti v vzhodnem delu Evrope in povečanje (čeprav manj pomembno) v Zahodni Evropi [6]. V primerjavi s tem so na Bližnjem vzhodu in v Severni Afriki ugotovili statistično pomembno povečanje kontinentalnosti [2]. Spremembe v kontinentalnosti vplivajo tako na naravne (vegetacijske cone) kot tudi na antropogene sisteme (vodne vire in kmetijstvo), zato so preiskave kontinentalnosti zelo pomembne.

Evropski klimatologi že dolgo raziskujejo podnebno kontinentalnost. Prve študije so bile objavljene v prvi polovici 20. stoletja, vendar je do sedaj relativno malo raziskav analiziralo časovno dinamiko kontinentalnosti ter njene spremembe na svetovni ravni in v Evropi [4]. V ta namen želimo v predlaganem magistrskem delu raziskati trende spreminjanja indeksov kontinentalnosti v Evropi med leti 1938 in 2018, in sicer kot posledico spreminjanja trenda povprečnih temperatur v izbranem obdobju.

Indeksi kontinentalnosti se izračunajo z uporabo enačb in se izrazijo v odstotkih ali stopinjah. Večina enačb za izračun indeksov kontinentalnosti vključuje letno temperaturno amplitudo zraka ( $A$ ) in geografsko širino ( $\varphi$ ) [4]. V magistrskem delu smo uporabili naslednje indekse kontinentalnosti, s pomočjo katerih smo določili kontinentalnost Evrope: indeks kontinentalnosti po Supanu ( $I_c$ ), indeks kontinentalnosti po Gorczyńskem ( $K_g$ ), indeks kontinentalnosti po Condradu ( $K_c$ ), indeks terminčne

kontinentalnosi po Ivanu ( $K_i$ ), indeks kontinentalnosti po Hromovu ( $K_{Hr}$ ) ter indeks kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu ( $K_{jr}$ ).

## 2 TEORETIČNO OZADJE OBRAVNAVANE TEME

### 2.1 Globalno segrevanje

Za razumevanje nastanka in vzrokov, ki so pripeljali do globalnega segrevanja, se je treba seznaniti z atmosfero, sevalnimi razmerami na Zemlji, bilanco Sončevega sevanja, toplotnimi razmerami na Zemlji in »učinkom tople grede«.

Leta 1992 je bila v Rio de Janeiro sprejeta Okvirna konvencija Združenih narodov o podnebnih spremembah (»United nations framework convention on climate change«), v kateri so definirali, da podnebne spremembe povzročajo antropogene dejavnosti (to so dejavnosti, ki jih povzroča človek), zaradi katerih se spreminja sestava ozračja na globalni skali, in tako prispevajo k naravnemu spreminjanju podnebja tekom nekega obdobja [7]. Pospešen prehod v svet s toplejšim podnebjem je sprožil povečanje ekstremnih vremenskih pojavov, hitro izmenjavo med naglimi padavinami in poplavami ter hudo vročino in poudarjeno sušo, kar močno vpliva na družbeno-gospodarsko življenje [6].

#### 2.1.1 Sestava in plasti atmosfere

Atmosfera je prostor okoli Zemlje, ki dobiva energijo od Sonca in v katerem gravitacija planeta Zemlje zadržuje drobne delce (dim, prah ...), vodo (v obliki pare in ledu) in molekule plinov (dušik, kisik, argon, ogljikov dioksid ...) [1]. V razmerju je med plini v atmosferi največ dušika  $N_2$  (78 %) in kisika  $O_2$  (21 %). Poleg tega najdemo v atmosferi tudi žlahtne pline. Poleg argona, katerega delež je približno 1-odstoten, so prisotni še drugi žlahtni plini (neon, helij, kripton in ksenon), ki predstavljajo manj kot 0,01 %. V ozračju je tudi nekaj metana, ogljikovega dioksida in vodika. Poleg molekularnega kisika  $O_2$ , sta predvsem v višjih plasteh ozračja prisotna tudi triatomni ozon  $O_3$  in enoatomni kisik  $O$  [8]. Poleg plinov v zraku najdemo še trdne delce in kapljice, ki jim pravimo aerosoli. To so naravni delci prahu, peloda, dima (npr. gozdnega požara), kapljic in soli iz morja ter delci, ki so posledica človekovih dejavnikov, npr. dim iz dimnikov in izpuhov [9]. V atmosferi je tudi vodna para, katere količina je spremenljiva, od nekaj promilov do nekaj odstotkov, odvisno od količine vlage v zraku [8]. Čeprav se pojavljajo

ogljikov dioksid, vodna para in ozon le v manjših količinah, imajo pomembno vlogo pri absorpciji sončnega in terestričnega sevanja [10].

Atmosfera je sestavljena iz več plasti, ki segajo približno do 1.000 km nadmorske višine [11]. Plast atmosfere do višine okrog 10–15 km od zemeljske površine se imenuje troposfera. V tej plasti je več kot tri četrtine celotne mase atmosfere [1]. Debelina plasti se spreminja glede na geografsko širino. Najdebelejša je nad ekvatorjem (sega do višine približno 17 km) in najtanjša nad poloma (sega do višine približno 9 km) [8, 10, 11]. Debelina plasti se spreminja tudi med sezono. Tik pri tleh je laminarna plast zraka, ki je nad homogenimi tlemi debela nekaj milimetrov. V tej plasti je zrak nekako »pritrjen« k tlom in se od njih ne more dvigniti [8]. Nad to plastjo je prizemna turbulentna plast (imenovana tudi logaritemska plast), nad homogenim terenom debela do okoli 100 m, v kateri živijo številni organizmi [8, 9]. V tej plasti je prisoten vpliv trenja podlage in hitrost zraka (vetra) po navadi logaritemsko narašča z višino, pri čemer se njegova smer ne spreminja [8]. Ta plast se močno razlikuje od drugega dela troposfere po tem, da se na majhne razdalje močno spreminjajo vrednosti meteoroloških elementov in zračnih primesi. Spremembe so v tej plasti tudi nekaj stokrat večje kot višje v troposferi. To velja predvsem za temperaturo, vlago in količino raznih primesi [9]. Nad to plastjo je plast planetarne mejne plasti, ki sega nad homogenim terenom do višine 1.500 m. V njej je prav tako prisoten vpliv trenja podlage, zaradi česar se pojavlja močno vetrovno striženje. V tej plasti se, glede na logaritemsko plast, veter še okrepi, njegova smer pa se spreminja. Turbulentnost zraka povzročita vetrovno striženje in majhna viskoznost zraka. Nad to plastjo je plast t. i. prosto ozračje, kjer trenje podlage ne vpliva več bistveno na veter [8].

V troposferi prevladuje vertikalno gibanje zraka in se dogaja večina vremenskih pojavov, ker je v njej najbolj intenzivno izmenjavanje zračnih mas in najmočnejša izmenjava toplote ter vlage med tlemi in ozračjem [8, 10]. Tukaj se zadržuje skoraj vsa atmosferska voda (vodna para), v kateri se ob adiabatnem ohlajanju zraka in kondenzaciji tvorijo oblaki in padavine [8, 11]. Zaradi vertikalnega gibanja zraka temperatura pada z višino, na 100 m višinske razlike povprečno za 0,6 °C. Na meji troposfere doseže temperatura nad poloma okoli -55° C, nad ekvatorjem okoli -80 °C [10].

Tropopavza je tanka prehodna plast med troposfero in stratosfero, debela nekaj kilometrov in sega do višine okrog 50 km. Zanj sta značilni izotermija in temperatura okrog  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  [8, 9].

Nad troposfero se do višine 80 km razteza stratosfera, ki se v sestavi loči od troposfere predvsem po tem, da v njej ni drobnih delcev in vode ter da vsebuje pomembne količine ozona [1, 10]. Le-ta zadržuje za organizme nevarni ultravijolični del spektra Sončevega sevanja. Absorbirano ultravijolično sevanje se spremeni v toploto, zato je temperatura v stratosferi višja od temperature na zunanjem robu troposfere. Troposfera in stratosfera obsegata skupaj okoli 99 % celotne mase atmosfere [1]. Stratosfero delimo v stratosfero v ožjem smislu (višina od 10 do 40 km) in mezosfero (višina 40 do 80 km), med katerima je prehodna plast stratopavza, v kateri je temperatura  $0^{\circ}\text{C}$  in več [10, 11]. Stratosfero v ožjem smislu nadalje delimo na spodnjo in zgornjo stratosfero. V spodnji stratosferi je temperatura z višino dokaj stalna (konstantna) in nizka. Pojavljajo se močni vetrovi, t. i. vetrovni stržen ali jet stream, s hitrostjo več sto km/h, ki jih izkoriščajo reaktivna letala in letala na dolgih progah. V zgornji stratosferi, nad okoli 25 km, temperatura z višino postopno narašča do neizrazitega maksimuma ob stratopavzi [10]. Ta rast temperature z višino je pogojena z absorpcijo ultravijoličnega sevanja v ozonu. V zgornji plasti stratosfere se zaradi vsrkavanja sončne ultravijolične svetlobe ustvarja plast, ki jo poznamo pod imenom ozon ( $\text{O}_3$ ). Največ ozona je na višini med 20 in 25 km. Zato je glavna značilnost stratosfere močna hidrostatična stabilnost, ki zavira vsa morebitna vertikalna gibanja. Ker se zrak ne dviga in ne spušča, tudi ni adiabatnega ohlajanja oziroma segrevanja. Zaradi tega ni faznih sprememb vode, torej je stratosfera vedno brezoblačna. Zaradi tega, ker v tej plasti ni vertikalnih gibanj zraka, tok zraka ni zelo turbulenten. Zaradi tega, ker ni turbulentnosti zraka in je jasnina, so v tem delu stratosfere glavni letalski poleti na daljše proge [8]. V mezosferi v povprečju temperatura z višino spet naglo pada, od približno  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  do skoraj  $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ , in doseže minimum na višinah okrog 85 km (v t. i. mezopavzi) [8, 10].

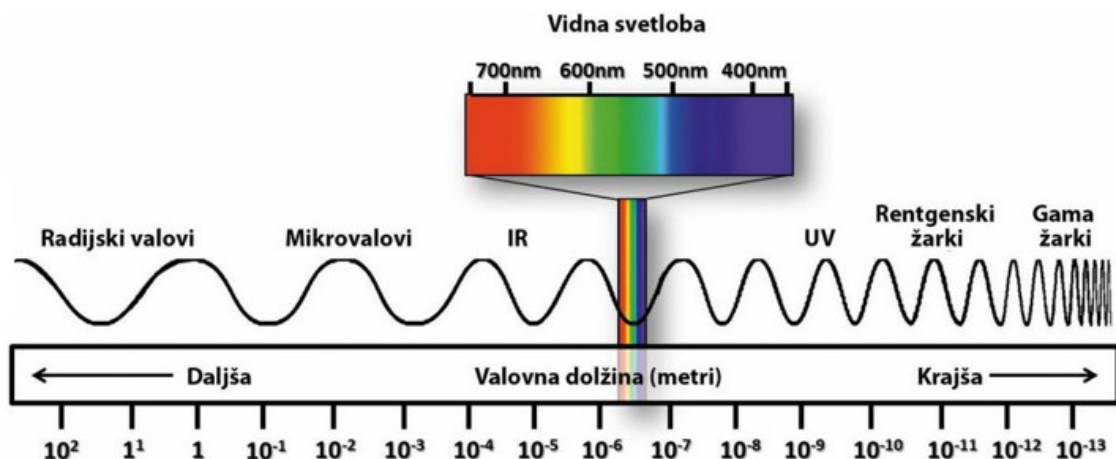
Ionosfera (termosfera) je v višini 70 do 500 km. Zanj sta značilni visoka temperatura in močno ionizirana plast zraka, ki ima veliko električno prevodnost ter je pomembna pri razširjanju radijskih valov, poleg tega zadrži sevanje škodljivih žarkov X in gama iz vesolja [1, 9, 10]. V tej plasti je najprej okrog 10 km izotermije, potem pa temperatura z višino ponovno narašča in doseže vrednost več kot  $1.000\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Na teh višinah je gostota

zraka zelo majhna (reda velikosti  $10^{-7} \text{ kg/m}^3$ ), zato ima temperatura pomen le v kinetičnem smislu; kako hitro se v povprečju gibljejo molekule. Po kinetični definiciji temperature je temperatura plina odvisna od hitrosti gibanja molekul, in sicer je premosorazmerna kvadratu povprečne hitrosti. Za satelit v teh višinah je dosti bolj pomembno, da ga obseva Sonce, kot to, da se giblje v okolju s tako visoko temperaturo. Ne greje se torej zaradi stika z okoljem, ker je gostota zraka premajhna, ampak se greje zaradi absorpcije Sončevega sevanja. To plast delimo na več plasti: plast D (pod višino 90 km), plast E (med 90 in 160 km) in plast F (nad 160 km) [8, 9].

Nad 400 km višine je eksosfera. To je zelo razredčena plast, kjer se pojavljajo najvišji polarni siji. Nad višino 700 km, prehaja ta sloj brez prave meje v brezračno vesolje [10].

### 2.1.2 Sevalne razmere na Zemlji

Sevanje je oddajanje energije nekega telesa v obliki elektromagnetnega valovanja. Seva vsako telo, ki je segreto nad absolutno ničlo (0 K oz.  $-273,15 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Višjo, ko ima telo temperaturo, krajšo valovno dolžino ima njegovo sevanje in večja je energija sevanja [1]. Sevanje se lahko prenaša skozi brezračni prostor s svetlobno hitrostjo okoli  $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ . Za meteorologijo so pomembni predvsem elektromagnetni valovi z valovno dolžino med 0,2 in 100  $\mu\text{m}$  (slika 1).



Slika 1. Spekter elektromagnetnega valovanja [12].

V tem območju so namreč valovne dolžine sevanj, ki jih oddajajo Sonce, tla in atmosfera. Energija sevanja se na Soncu tvori z reakcijami spajanja vodikovih atomov v helij. V smeri proti Zemlji potuje približno polovica nanoodstotka,  $0,5 \cdot 10^{-9} \%$ , vsega elektromagnetnega sevanja, ki zapusti površje Sonca, preostalo seva mimo Zemlje. Tudi od tega malega dela vse elektromagnetno valovanje ne doseže zemeljske površine. Od celotnega elektromagnetnega spektra pridejo do zemeljske površine radijski valovi, ki po dosedanjih ugotovitvah na biosfero nimajo vpliva, in posamezne valovne dolžine med okoli 100 in 5000 nm. Rentgenske žarke (žarki X) in gama ter veliki del mikrovalov, infrardečega in ultravijoličnega sevanja (pod 280 nm), ki je škodljiv za celice, v celoti zadrži plast ozona v stratosferi [1].

Ločimo med kratkovalovnim in dolgovalovnim sevanjem, pri čemer je meja med obema pri  $3 \mu\text{m}$  (slika 1). Pod to mejo je 98 % energije sončnega sevanja, nad njo pa 99 % energije sevanja tal in atmosfere [8]. Elektromagnetno sevanje, ki pride s Sonca in je kratke valovne dolžine, imenujemo kratkovalovno sevanje. Le-to je sestavljeno iz ultravijoličnega sevanja (okoli 10 % vsega Sončevega sevanja), vidne svetlobe (okoli 50 %) in infrardečega sevanja do 5.000 nm (okoli 40 %), pri čemer je sevanje najmočnejše pri valovni dolžini okoli 500 nm, kar ustreza valovni dolžini vidne svetlobe. Elektromagnetno sevanje, ki ga oddaja Zemlja, je dolge valovne dolžine in ga zato imenujemo dolgovalovno sevanje. Zemlja seva pretežno samo v infrardečem spektru od 700 do 30.000 nm, pri čemer je sevanje najmočnejše pri valovni dolžini okoli 10.000 nm. Celotna energija sevanja Zemlje je okoli  $230 \text{ W/m}^2$ . To je šestkrat manj od energije, ki pride s Sonca. Žarki gama in X so krajše valovne dolžine kot t. i. kratkovalovno sevanje in prihajajo iz najbolj segrelih delov vesolja, kot so npr. mesta eksplozij supernov. Mikrovalovno sevanje in radijski valovi so daljše valovne dolžine, kot je sevanje Zemlje in prav tako prihajajo iz vesolja, pri čemer so najmočnejši vir radijskih valov mrtve zvezde, območja okoli črnih lukenj ... [1].

Gostota svetlobnega toka Sončevega elektromagnetnega sevanja (t. i. solarni tok), ki jo prejme enota površine najbolj zunanje plasti atmosfere, pravokotna na sončne žarke, na povprečni razdalji ene astronomske enote, se imenuje solarna konstanta [1]. Solarna konstanta dejansko ni konstanta, saj je bila oddana (emitirana) moč Sonca veliko večja v začetni fazi, ko je Sonce razpršilo njegovo lastno akumulirano toploto. Odkar se je Sonce pred več kot štirimi milijardami let stabiliziralo, se je solarna konstanta povečala za



približno 25 %, zaradi krčenja jedra in večjega tvorjenja helija. Povečanje je bilo od začetka kambrija, pred 600 milijoni leti, približno za 3 %. Poleg povečanja vrednosti solarne konstante na daljši časovni skali pa so vrednosti solarne konstante zelo spremenljive tudi v krajšem časovnem obdobju (dni do tedni), zaradi ultravijoličnega, radijskega in korpuskularnega sevanja oziroma emisije (t. i. sevanje ionizirajočih delcev, ki ga sestavljajo atomski in subatomske delci alfa, beta in nevtroni). Ker slednja emisija predstavlja le en odstotek skupne sončne energije, je skupna moč praktično konstantna. Solarni tok v točki tik nad zemeljsko atmosfero znaša  $1.360 \text{ W/m}^2$ . Čeprav se ta vrednost včasih zaradi sončne dejavnosti spremeni, za odstotek ali dva, je njena relativna konsistenca omogočila, da njeno vrednost poimenujemo solarna konstanta. Solarna konstanta je veliko večja kot geotermalni tok, ki je v povprečju  $6,14 \cdot 10^{-2} \text{ W/m}^2$ . Povprečna insolacija celotne zemeljske površine, če ne bi bilo atmosfere, bi bila  $1.360\pi r^2/4\pi r^2 = 340 \text{ W/m}^2$  (ker je presek krogle enak  $\pi r^2$ , medtem ko je površina krogle enaka  $4\pi r^2$ ;  $r$  predstavlja polmer Zemlje) [13, 14].

Dejanska moč energije (količina sevanja), prejeta na zemeljsko površino nekega območja na Zemlji, se imenuje insolacija (t. i. osončenost) [14]. Količina sevanja, ki jo prejmejo različni kraji na Zemlji, je močno odvisna tudi od lege kraja, položaja Zemlje glede na Sonce in lokalnih razmer [1]. Insolacija je na Zemlji odvisna od kraja in časa. Od kraja je odvisen vpadni kot sevanja, saj različni kraji na Zemlji prejmejo različne količine Sončevega sevanja. Tam, kjer sončni žarki padajo pravokotno na Zemljo, prejme zemeljska površina največ energije. Večji kot je kot obsevanja glede na površino, manj energije prejme, saj se energija razporedi po večji površini. Delež zmanjšanja energije zaradi kota obsevanja je enak sinus vpadnega kota:

$$\text{intenziteta sevanja} = \sin\alpha. \quad (1)$$

Ob vpadnem kotu, ki znaša npr.  $70^\circ$ , dobi območje v primerjavi s tistim, kjer je sevanje pod pravim kotom, okoli 94 % energije, ob vpadnem kotu  $30^\circ$  pa le še polovico toliko. Sončevo sevanje, ki pada pod kotom, ima tudi daljšo pot skozi atmosfero. To še poveča delež odbitega in absorbiranega sevanja proti deležu, ki preseva. Insolacija je prav tako odvisna tudi od časa. Dnevne razlike v sevalni količini so posledica kroženja Zemlje okoli osi, t. i. rotacije (menjava dneva in noči), medtem ko so sezonske razlike posledica kroženja Zemlje okoli Sonca, t. i. revolucije, in nagnjenosti osi (menjavanje letnih časov).

Posledica nagnjenosti osi je, da imajo kraji, ki ležijo na ekvatorju, sevanje enakomerno razporejeno čez vse leto, medtem ko imajo kraji na polih najbolj izrazita sezonska nihanja. Ob spomladanskem in jesenskem enakonočju je Sonce pravokotno nad ekvatorjem, zaradi tega imajo vsi kraji 12 ur dan in 12 ur noč. V času zimskega solsticija je Sonce pravokotno nad južnim povratnikom ( $23^{\circ}30'$  južne geografske širine), zato bolj severno ali južno od povratnika padajo žarki na površino pod kotom in ti kraji prejmejo manj sevanja na površino. Kraje, ki ležijo točno na severnem polarnem krogu ( $66^{\circ}30'$  severne geografske širine), obsevajo sončni žarki pod kotom  $0^{\circ}$ . Tisti kraji, ki so še bolj severno in ki kljub obračanju Zemlje okoli svoje osi neposrednega Sončevega sevanja ne prejmejo, imajo polarno noč. Nasprotno so kraji južno od južnega polarnega kroga deležni 24-urnega Sončevega obsevanja, kar imenujemo polarni dan. V času poletnega solsticija je Sonce pravokotno nad severnim povratnikom ( $23^{\circ}30'$  severne geografske širine), torej so razmere med severnim in južnim polom ravno obratne kakor v času zimskega solsticija [1].

Na osnovi razlik v sevalni količini delimo Zemljo v tri osnovne klimatske pasove: tropski, zmerni in polarni klimatski pas. Tropski klimatski pas leži med obema povratnikoma, sončni žarki vsaj enkrat letno padajo na površino pravokotno. Tu najdemo predele z največjimi povprečnimi vrednostmi letnega obsevanja. Zmerni klimatski pas leži med povratnikom in polarnim krogom na severni in južni polobli Zemlje, Sonce nikoli ne sije pravokotno, zato so povprečne vrednosti sevanja manjše kot v tropskem pasu. Polarni klimatski pas leži severno in južno od severnega in južnega polarnega kroga vse do polov, Sonce vsaj en dan v letu ne zaide (polarni dan) oziroma ne vzide (polarna noč). Tu so območja z najmanjšimi vrednostmi povprečnega letnega sevanja [1].

### **2.1.2.1 Bilanca Sončevega sevanja**

Na zgornjo mejo zemeljske atmosfere prihaja povprečno  $340 \text{ W/m}^2$  kratkovalovnega sončnega obsevanja, ki je sestavljeno iz UV-sevanja (okoli 10 % vsega Sončevega sevanja), vidne svetlobe (okoli 50 %) in IR-sevanja do 5.000 nm (okoli 40 %). Približno polovica kratkovalovnega Sončevega sevanja, ki je usmerjeno proti Zemlji, površine planeta ne doseže. Okoli 25 % se ga odbije nazaj proti vesolju že od atmosfere, od tega večino odboja (okoli 19 %) povzročijo oblaki (voda), preostalih 6 % pa plini in delci. Preostalih 25 % sevanja se v atmosferi absorbira ter s tem spremeni kemično in toplotno

energijo (dolgovalovno IR-sevanje). Okoli 50 % Sončevega sevanja preseva neposredno skozi atmosfero in pride do zemeljske površine, pri čemer se ga nato 5 % odbije od tal, od preostalih 45 % se velik del porabi za izhlapevanje vode (latentna toplota) in segrevanje površine planeta (površina Zemlje se segreva in seva nazaj dolgovalovno IR-sevanje Zemlje), majhen del (< 2 %) se v procesu fotosinteze vključi v biosfero. Del toplote, ki jo seva Zemlja, ostane zaradi izolacijskega učinka atmosfere v spodnjih plasteh atmosfere ali se odbije nazaj na površino, preostali del pa se izgubi v vesolje. Količina prejete energije na Zemlji je približno uravnotežena s količino energije, ki jo Zemlja odda [1].

### **2.1.3 Toplotne razmere na Zemlji**

Večina toplote pride na Zemljo s Sonca. Zaradi tega se globalne toplotne razmere na Zemlji spreminjajo podobno, kot se spreminja sevanje. V letnem povprečju največ toplote prejmejo kraji v tropskem pasu, najmanj pa kraji v polarnem. V tropskem pasu so sezonska nihanja temperatur relativno majhna, dnevna nihanja pa relativno velika, medtem ko so v polarnem pasu sezonska nihanja temperatur velika, dnevna pa, predvsem v času polarne noči in dneva, majhna. Najnižjo temperaturo na Zemlji so izmerili na raziskovalni postaji Vostok na Antarktiki (-89 °C), najvišjo pa v Libiji v Afriki (58 °C). Kraj z največjim razponom temperaturnega obsega je v Sibiriji, kjer je razlika med najnižjo izmerjeno zimsko in najvišjo izmerjeno poletno temperaturo znašala 105 °C. Zaradi tega, ker so meteorološke postaje v ekstremnih predelih Zemlje razporejene redko, so dejanske vrednosti v resnici še bolj ekstremne [1].

#### **2.1.3.1 Kopno**

Na kopnem so med posameznimi kraji precejšnje lokalne temperaturne razlike, ki so posledica meteoroloških pojavov ter geografskih in biotskih danosti območja. Spremembe v atmosferi, kot sta oblačnost in megla, vplivajo na razmerje med odbitim, presevnim in absorbiranim delom Sončevega sevanja, s tem pa tudi na temperaturo pri tleh. Ob vetru ali v dežju se toplota v tleh hitreje odvaja v višje plasti atmosfere kot ob mirnem in suhem vremenu. Snežna odeja poveča delež od podlage odbitega sevanja, t. i. površinski albedo, in zmanjša delež sevanja, ki se ob dotiku s tlemi spremeni v

toploto. Zaradi tega, ker ima voda večjo toplotno kapaciteto kot kopno, imajo kraji ob velikih vodnih telesih v toplem vremenu nižjo temperaturo kot bolj oddaljeni kraji. V nasprotju s tem pa ob hladnem vremenu in ponoči, ko se kopno hitro ohladi, voda še dolgo oddaja spravljeno toploto in s tem ogreva tudi okolico. Prav tako na ogrevanje površin vpliva tudi barva podlage, pri čemer podlaga svetle barve (npr. apnenec) odbije več sevanja kot podlaga temne barve (npr. granit, temna prst) in se zaradi tega manj segreje [1].

Temperatura nekega kraja je odvisna tudi od njegove nadmorske višine. V večjih nadmorskih višinah je zaradi manjšega zračnega tlaka atmosfera redkejša in posledično adiabatno ohlajena. Kraji, ki ležijo na večjih nadmorskih višinah, imajo nad sabo tanjšo plast atmosfere, kar zmanjšuje njeno izolacijsko sposobnost. Predvsem zaradi teh dveh dejavnikov se na vsakih 100 m nadmorske višine temperatura ozračja zniža za okoli 0,5 °C [1].

Del Sončevega sevanja, ki pride do tal, rastline v procesu fotosinteze vgrajujejo v organsko snov. Več, kot je rastlin, več energije se porabi za kemijsko delo in manj energije se pretvori v toploto, prav tako pa se del toplote v rastlinah porabi tudi za evapotranspiracijo. Zaradi tega so gozdovi poleti bolj hladni kot travniki in travniki bolj hladni kot goličave ali mestne površine [1].

Na lokalni ravni so kot vir toplote pomembni termalni vreli, ki privrejo na površino iz segrelih zemeljskih globin in iz območij izbruhov lave. Prav tako pa imajo mesta pozimi za eno do dve stopinji višjo temperaturo od okolice zaradi kurjenja, poleti zaradi akumulacije toplote v asfaltu in betonu [1].

### **2.1.3.2 Razlike med morjem in kopnim**

Da bi razumeli razlike med segrevanjem in ohlajanjem kopnega in morja, se je treba seznaniti z dvema fizikalnima količinama: specifično toploto in toplotno kapaciteto. Specifična toplota je toplota, ki je potrebna, da se 1 kg snovi segreje za 1 K in ima enoto J/kgK. Ta fizikalna količina je torej odvisna od vrste snovi. V primerjavi s tem nam toplotna kapaciteta pove, kolikšna toplota je potrebna, da se snov segreje za 1 K oziroma

koliko toplote mora snov oddati, da se ohladi za 1 K. Merska enota toplotne kapacitete je J/K [15].

Sončna energija se absorbira v morju in kopnem različno, odvisno od njune toplotne kapacitete [15]. Zaradi tega se kopno in morje različno hitro ogrevata in ohlajata. Voda odbija več žarkov in se počasneje ogreva. Sevanje prodre v vodi do globine 20 metrov in tako ogreva v globini večjo vodno maso kot na kopnem. Poleg tega pa kopno slabše prevaja toploto v nižje plasti, zato je ogrevanje površja hitrejše, prav tako pa je hitrejše tudi ohlajanje [16]. Zaradi različne specifične toplote in toplotne kapacitete zraka, morja in kopnega so zaloge in prenosi energije med njimi različni. Skupna masa ozračja ima vrednost okrog  $5,3 \cdot 10^{18}$  kg, in ker je specifična toplota (pri stalnem tlaku) zraka okrog 1000 J/kgK, je toplotna kapaciteta celotnega ozračja  $5,3 \cdot 10^{15}$  MJ/K. Pri oceanih upoštevamo samo vrhno plast vode do globine 240 m. Do te globine v povprečju sežejo letne spremembe temperature. V tej plasti je v vseh oceanih okrog  $8,7 \cdot 10^{18}$  kg vode, toda ker je njena specifična toplota velika: 4200 J/kgK, je toplotna kapaciteta zgornje plasti oceanov veliko večja od tiste za celotno ozračje:  $365 \cdot 10^{15}$  MJ/K. V tleh sežejo temperaturne spremembe v letnem ciklu do povprečne globine okrog 10 m. Za povprečno gostoto tal običajno predpostavimo vrednost  $2.000 \text{ kg/m}^3$ , za specifično toploto pa 800 J/kgK. Od tod, za vrhno plast tal, v kateri se temperatura spreminja, dobimo oceno za toplotno kapaciteto okrog  $2,4 \cdot 10^{15}$  MJ/K. Iz tabele 1 vidimo, da je že samo v tistem vrhnjem delu oceanov, ki se jim temperatura spreminja, daleč največ akumulirane toplote [8].

	<b>Ozračje</b>	<b>Vrhna plast oceanov</b>	<b>Vrhna plast tal</b>
toplotna kapaciteta [MJ/K]	$5,3 \cdot 10^{15}$	$365 \cdot 10^{15}$	$2,4 \cdot 10^{15}$
razmerje kapacitet [/]	1	69	0,5

Tabela 1. Toplotne kapacitete celotnega ozračja, celotne svetovne vode v vrhnji plasti oceanov do globine 240 m (do katere sežejo letne spremembe temperature) in vode v vrhnji plasti kopnih tal do globine 10 m [8].

Ta vrhnja plast oceanov izmenjuje toploto z ozračjem in preko njega tudi s kopnim. O tem, pri katerem toplotnem stanju se ustvarja toplotno ravnovesje, najbolj torej odloča stanje v oceanih. Prav tako pa tudi na morebitno divergenco advektivnega toplotnega toka na nekem mestu na Zemlji najbolj vpliva prenos toplote z ocenskimi tokovi. Zaradi tega, ker je toplotna kapaciteta vrhnje plasti oceanov 138-krat večja kot toplotna kapaciteta vrhnje plasti kopnega, se morje počasneje segreva in ohlaja kot kopno, kar posledično vpliva na parametra maritimnosti in kontinentalnosti, ki nam definirata, v kolikšni meri na podnebje vplivajo interakcije morje in kopnega [8].

Temperature v površinskem delu morij in oceanov segajo od 27 °C v tropskih do 2 °C v polarnih morjih, lokalno so lahko tudi bolj skrajne. Na razporeditev temperature v morjih in oceanih vplivajo globina, povezanost morij čez ves planet s tokovi in koncentracija raztopljenih mineralov [1].

Morja in oceani imajo značilno globinsko razporeditev temperatur. V zmernem pasu se v zgornji plasti čez poletje naredi sezonska termoklina, ki čez zimo, ko se površinska voda ohladi, izgine. V globini 500 do 1.000 m imajo oceani stalno termoklino, pod katero je temperatura 2 do 4 °C. Povprečna globina morij in oceanov je več kot 3.500 m, kar pomeni zelo konstantne toplotne razmere v ogromnem vodnem prostoru [1].

#### **2.1.4 Učinek tople grede**

Brez atmosfere bi bila povprečna temperatura na Zemlji uravnotežena s Sončevim sevanjem in bi znašala okrog -18 °C. Vendar pa ozračje vsebuje pline, ki močno absorbirajo dolgovalovno infrardeče sevanje, ki po odboju iz zemeljskega površja seva nazaj v vesolje. To dodatno sevanje vzdržuje na zemeljski površini povprečno temperaturo okrog 15 °C in tako zagotavlja primerne temperaturne pogoje za različne oblike življenja. Gre torej za naravni pojav zadrževanja dela povratnega dolgovalovnega Sončevega sevanja v atmosferi, ki ga navadno imenujemo »učinek tople grede«. Nekateri plini zemeljske atmosfere namreč prepuščajo do zemeljskega površja kratkovalovne sončne žarke, zadržujejo (ne v celoti) pa dolgovalovne žarke (toploto), ki po odboju iz površine sevajo nazaj v vesolje. Učinek tople grede je prisoten že v dolgi geološki zgodovini Zemlje in ohranja Zemljo toplejšo, kot bi bila brez ozračja. Kar danes označujemo kot segrevanje zemeljskega ozračja (globalno segrevanje), je dejansko zaradi

človekove dejavnosti povečan učinek tople grede, z dodatnim ustvarjanjem plinov tople grede in s tem povzročenim segrevanjem nižjih plasti ozračja. To pelje k motnjam v sistemu geosfera/biosfera, povečanju srednje povprečne temperature površja in dvigu morske gladine. Na drugi strani pa naj bi povečan učinek tople grede ohladil zgornje plasti ozračja (npr. stratosfero) [17].

Najpomembnejša plina s sposobnostjo zadrževanja infrardečega Sončevega sevanja sta vodna para in CO<sub>2</sub>. K dvigu povprečne temperature zemeljskega površja od -18 na okrog +15 °C prispevajo vodni hlapi 62 %, CO<sub>2</sub> 22 %, troposferski ozon 7 %, dušikov oksid 4 %, metan 2,5 % in drugi plini 2,5 %. Vodni hlapi v ozračju prispevajo največji delež k segrevanju Zemlje, vendar je vloga človeka pri spremembi njihove količine v ozračju neznatna, njihov dodatni toplogredni učinek pa zato zanemarljiv [17].

V 90-ih letih prejšnjega stoletja so začeli klimatologi opozarjati na človekove posege v sestavo zemeljskega ozračja, kar sproža nekatere spremembe svetovnega podnebja, s čimer je sprožil obdobje globalne otoplitve. Večji del vzroka za segrevanje ozračja in s tem posredno celotnega podnebja je najbrž povzročil človek s svojo dejavnostjo [17].

### 2.1.5 Viri in tipi najpogostejših toplogrednih plinov

Poznamo naslednje toplogredne pline:

- **Ogljikov dioksid:** nastane ob zgorevanju fosilnih virov, proizvodnji cementa in spremembi pokrajinske rabe ter prispeva polovico k skupnim emisijam toplogrednih plinov.
- **Metan (CH<sub>4</sub>):** viri so smetišča, močvirja, živina, rudniki premoga, riževa polja, sežiganje biomase, taljenje ledenikov.
- **Freoni (CFC):** viri so industrijski izdelki, v hladilnikih, klimatskih napravah, pršilcih.
- **Dušikov oksid:** nastane ob zgorevanju premoga in lesa.
- **Ozon:** je nestabilna oblika kisika, ki nastane v procesih ozračja, v nižjih plasteh ozračja je plin tople grede, pa tudi onesnaževalec prizemeljskega ozračja [17].

### 2.1.6 Povečanje emisij ogljika v ozračju

Človek je s svojo dejavnostjo po eni strani povečal količino naravnih plinov ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ) in na drugi strani sprostil v ozračje nove pline (CFC), ki vsi skupaj povečujejo učinek tople grede. Plini z učinkom tople grede imajo dve pomembni lastnosti:

- močno absorbirajo sončno energijo valovnih dolžin, ki je atmosfera sicer ne bi zadržala in
- so v ozračju zelo obstojni [17].

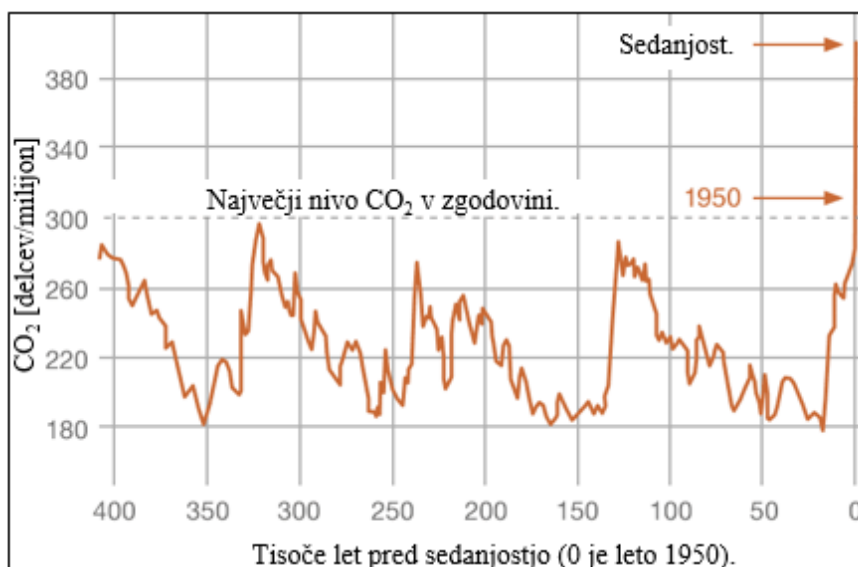
Koncentracije se povečujejo po celotnem zemeljskem ozračju, zato je segrevanje Zemlje globalen in ne lokalni problem. Glede sposobnosti absorpcije posameznih molekul ima  $\text{CO}_2$  najmanjšo sposobnost, največjo pa CFC. Zaradi velikih količin so antropogene emisije ogljika v obliki  $\text{CO}_2$  temeljni vir segrevanja zemeljskega ozračja. V majhni količini (0,035 %) sicer ogljikov dioksid ( $\text{CO}_2$ ) najdemo v Zemljinem ozračju. S povečano porabo fosilnih virov in ustvarjanjem dodatnih, antropogenih emisij  $\text{CO}_2$ , je bilo porušeno sicer dinamično naravno ravnovesje, ki ohranja stalno količino  $\text{CO}_2$  v zemeljski atmosferi. Zaradi presežene zmogljivosti ozračja za absorpcijo  $\text{CO}_2$  njegove koncentracije naraščajo. Spremembe koncentracije  $\text{CO}_2$  so bile prisotne že v preteklosti, vendar pa je bila njihova koncentracija v zadnjih 10.000 letih stabilna, kar je omogočilo razvoj človeške družbe in naravnega okolja. V zadnjem obdobju pa smo ljudje s svojimi dejavnostmi ogrozili podnebno stabilnost. Znanstveniki ne morejo natančno napovedati dolgoročnih posledic povečevanja  $\text{CO}_2$  in drugih toplogrednih plinov v ozračju, pričakujejo pa se postopno višanje temperatur in druge podnebne spremembe [17].

Na koncentracije  $\text{CO}_2$  v ozračju človek vpliva na dva načina: s sežiganjem fosilnih goriv in spremembo v rabi zemljišč (krčenje gozda, sežiganje lesa ...). Od leta 1950 do leta 1996 so se emisije  $\text{CO}_2$  skoraj štirikrat povečale. V obdobju 1990–1995 so emisije ogljika zaradi zgorevanja fosilnih goriv močno narasle in dosegle 6 milijard ton letno. Porast bi lahko bil še večji, če ne bi propadla številna industrijska podjetja Srednje in Vzhodne Evrope. V tropskih območjih je glavni vzrok za povečanje ogljika požiganje gozdov. Emisije CFC se hitro zmanjšujejo zaradi prizadevanj za zaščito stratosferske ozonske plasti, še vedno pa naraščajo emisije drugih toplogrednih plinov [17].



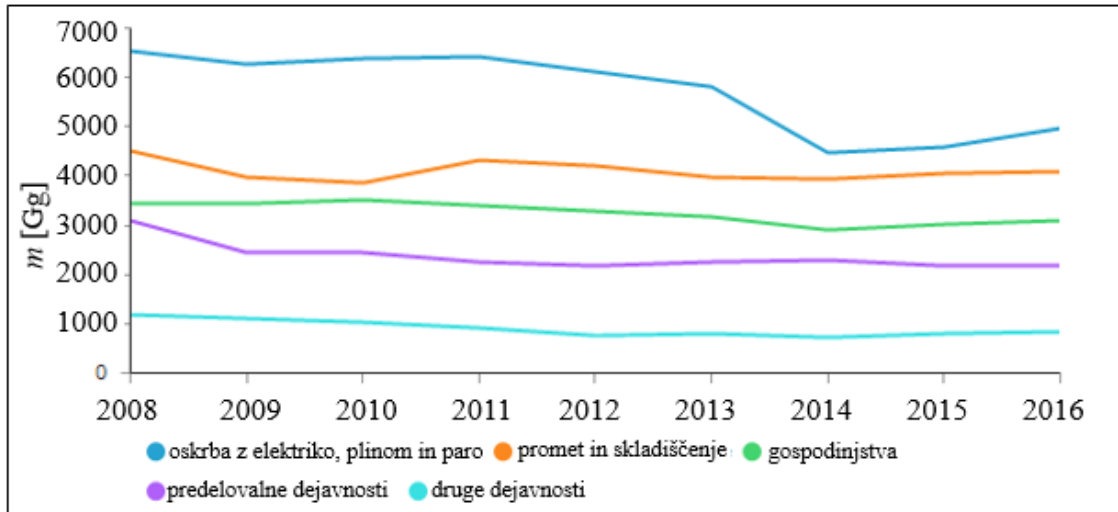
Okoli polovica antropogenega ogljika se letno veže v oceanih in gozdovih, v ozračju pa se vsako leto količina ogljika poveča za okrog 3 milijarde ton. V atmosferi naj bi ostalo okrog 40 % CO<sub>2</sub>, ki nastane ob zgorevanju fosilnih goriv. Preostali delež naj bi posrkali oceani in drugi deli biosfere [17].

V času od začetka industrijske revolucije do leta 1900 se je koncentracija atmosferskega CO<sub>2</sub> povečala za 26,4 %, raven letne rasti koncentracije pa znaša 0,5 %. Koncentracija CO<sub>2</sub> v ozračju je dosegla najvišjo stopnjo v zadnjih 150 000 letih in še narašča (slika 2). V zadnjem času je glavni krivec za povečanje svetovnih emisij promet, kjer emisije najhitreje naraščajo [17]. Pričakuje se, da se bo koncentracija toplogrednega plina CO<sub>2</sub> (ta toplogredni plin ima največji vpliv na globalno segrevanje) do leta 2050 podvojila, kar bo povzročilo zvišanje temperatur zemeljske površine v razponu 2–5 °C [13].



Slika 2. Spreminjanje atmosferskega CO<sub>2</sub> od 400 tisoč let pred letom 1950 do leta 1950 [18].

V letu 2016 je v Sloveniji nastalo 15,2 milijona ton CO<sub>2</sub> (slika 3). V primerjavi z letom prej je v proizvodnih in storitvenih dejavnostih nastalo za 4,2 %, v gospodinjstvih pa za 2,5 % več emisij; skupno to pomeni 3,8-odstotno povečanje glede na leto 2015. Glede na leto 2008 so se količine emisij CO<sub>2</sub> znižale za 19,1 %; iz proizvodnih in storitvenih dejavnosti za 21,2 %, iz gospodinjstev pa za 10,0 %. V letu 2016 je največ emisij CO<sub>2</sub> izviralo iz dejavnosti oskrbe z električno energijo, plinom in paro (32,7 %), iz dejavnosti prometa in skladiščenja (26,9 %) ter iz gospodinjstev (20,5 %) [19].



Slika 3. Izpusti CO<sub>2</sub> v Sloveniji pri različnih antropogenih dejavnostih [19].

### 2.1.7 Posledice učinka tople grede

Antropogene emisije povzročajo znaten porast atmosferskih koncentracij najpomembnejših plinov tople grede, kar vodi do vedno večje otoplitve zemeljskega površja. Ob predpostavki, da bodo emisije plinov tople grede ostale na današnji ravni, naj bi se globalna temperatura zemeljskega površja povečala za 1 °C do leta 2030 in za 3 °C do leta 2100 [17].

Znanstveniki so iz do sedaj narejenih modelov opazili, da bodo spremembe v višjih zemljepisnih širinah bistveno večje kot v nižjih. Tako naj bi v primerjavi z Mediteransko Evropo bolj narasle temperature v Severni Evropi. Zaradi višjih temperatur se pričakuje večja intenzivnost vremenskih procesov (ekstremno visoke temperature, suše, poplave, močni vetrovi), večje izhlapevanje in zato več padavin. V Evropski uniji naj bi globalni porast temperatur prispeval večji donos v kmetijstvu in nekaterih panogah turizma ter zmanjšal potrebo po ogrevanju, po drugi strani pa bi nastali veliki stroški za zaščito obalnih območij pred naraščanjem morske gladine. Porast ravni morske gladine bo eden izmed najpomembnejših vplivov globalnega segrevanja, in sicer kot rezultat:

- toplotnega širjenja morske vode;
- taljenja gorskih ledenikov;
- taljenja ledenikov okoli zemeljskih polov [17].

Glede na današnje gladino naj bi se do leta 2050 le-ta dvignila za 22 cm, do leta 2100 pa za 50 cm. V zadnjih 100 letih se je gladina dvignila za 12 cm. Od rimske dobe se je gladina Jadranskega morja dvignila za 2 m [17].

## 2.2 Kontinentalnost Evrope

Sezonske in dnevne razlike so nad oceani manj izrazite kot nad kopnim, in sicer zaradi različnih kapacitet absorpcije toplote. Te dnevne in sezonske spremembe v kombinaciji s prevladujočimi vetrovi (oceanskimi ali kontinentalnimi), gorskimi pregradami in geografsko širino omogočajo opredelitev sezonskega ali letnega podnebja v regiji [5]. Ena od glavnih značilnosti podnebja osrednje Evrope je soobstoj tako maritimnih kot kontinentalnih podnebnih značilnosti. Podnebna kontinentalnost in maritimnost sta pomembna parametra, ki opisujeta lokalne podnebne razmere [2]. Lahko bi tudi rekli, da sta podnebna kontinentalnost in maritimnost osnovni podnebni značilnosti nekega območja, ki določata vpliv celine (podnebna kontinentalnost) ali morja (podnebna maritimnost) na nastanek podnebja [20]. Tako kot večina drugih podnebnih kazalcev sta ta dva parametra dinamična in sta povezana z globalnimi podnebnimi spremembami [2]. Maritimnost je merilo stopnje, kako močno na podnebje regije vplivajo maritimni (vlažni) tokovi zraka iz oceanov, z advekcijo zračnih mas. Maritimno podnebje je običajno precej vlažno z veliko padavinami. V nasprotju s tem je kontinentalnost merilo stopnje, kako močno na podnebje regije vpliva obsežna masa kontinentov [5]. Torej kontinentalnost in maritimnost prikazujeta, v kolikšni meri na lokalno podnebje vplivajo interakcije morske in kopenske mase, z advekcijo zračnih mas [2, 4].

Na podnebno kontinentalnost vpliva atmosferska cirkulacija (na kontinentalnost Evrope vpliva advekcija zračnih mas iz Atlantskega oceana in iz Evrazije, t. i. zahodna cirkulacija) [4, 6]. Na kontinentalnost vplivajo poleg atmosferske cirkulacije predvsem podnebne spremenljivke, kot sta geografska širina in oddaljenost regije od okoliških morij in oceanov (kar se na primeru Evrope izraža predvsem prek geografske širine), vendar pa nanjo vplivata tudi nadmorska višina in relief [2, 4, 6]. Indeks kontinentalnosti je izražen v odstotkih ali v stopinjah Celzija in se izračuna z uporabo enačb, od katerih večina vključuje letno temperaturno amplitudo zraka (letni razpon temperature zraka) in geografsko širino. Druge enačbe vključujejo tudi razliko med povprečnimi jesenskimi in

pomladanskimi temperaturami, nekatere pa vsebujejo povprečne temperature v juliju in januarju in skupno sončno obsevanje v teh mesecih [4]. Temperaturna amplituda zraka je najenostavnejši način za ocenjevanje kontinentalnih v primerjavi z oceanskimi. Večje letne temperaturne amplitude zraka so povezane z večjimi termičnimi kontrasti in z večjo kontinentalnostjo [2]. Značilnosti kontinentalnega podnebja so predvsem vroča poletja in mrzle zime ter višje spomladanske temperature [4]. Kontinentalno podnebje je suho, v primerjavi z maritimnim, ki je običajno povezano z majhnimi letnimi temperaturnimi razponi [5].

Danes se posledično s spreminjanjem podnebja spreminja tudi kontinentalnost. Zaradi globalnih podnebnih sprememb se trendi temperatur zraka v večini delov sveta povečujejo. V zadnjih desetletjih je bilo najhitrejše segrevanje opaženo v srednjih geografskih širinah severne poloble. Zaradi tega je pomembno spremljati in analizirati spremembe različnih indeksov kontinentalnosti, vključno s spremembami kontinentalnosti v srednjih in visokih geografskih širinah severne poloble. V območjih, kjer imajo zimske temperature zraka bistveno bolj pozitiven trend kot poletne temperature zraka, so se vrednosti indeksa kontinentalnosti znižale in obratno. V zadnjih dveh desetletjih so ugotovili rahlo povečanje zimskih temperatur zraka v srednjih geografskih širinah severne poloble, medtem ko so bile spremembe poletnih temperatur zraka večje. Vendar se spremembe v letnih temperaturnih amplitudah različnih regij zelo razlikujejo, zato se razlikujejo tudi trendi podnebne kontinentalnosti [2].

Klimatologi že dolgo raziskujejo podnebno kontinentalnost, pri čemer so bile prve študije objavljene že v 20. stoletju [4]. Na Poljskem so Gorczyński (1918), Romer (1947), Ewert (1963, 1972) in Szrefel (1961) pisali o določitvi kontinentalnosti določenega kraja z uporabo temperaturne amplitude zraka in geografske širine [4]. Prav tako so opisali podnebno kontinentalnost različnih krajev na temelju letnih temperaturnih amplitud zraka Brunt (1924) in Raunio (1948), pri čemer je slednji določal kontinentalnost na Tórshavni (Ferski otoki) [2]. Degórski (1984) je v svoji raziskavi o spremenljivosti kontinentalnosti preučil uporabnost Ellenbergove fitoindikacijske metode, ki je vključevala razvrščanje razsežnosti pojavljanja rastlinskih vrst, značilnih za različne klimatsko-vegetacijske cone. Huculak (1983) je razvil metodo, ki je kontinentalnost vezala na čas pomladi in jeseni, ko temperature zraka prečkajo letno povprečje [4]. V zadnjih letih so bile regionalne značilnosti kontinentalnosti in maritimnosti analizirane v centralnem delu Iberskega

polotoka (Gavilan; 2005), Grčiji (Baltas; 2007), Evropi (Wypych; 2010), Turčiji (Deniz; 2011) in Pakistanu (Gadiwal, 2013) [2, 4]. Kozuchowski (2003) ter Brázdil in sodelavci (2009) so objavili številne študije, ki povezujejo cirkulacijo s stopnjo kontinentalnosti. Hirschi in sodelavci (2007) so preučevali spremenljivost kontinentalnosti z analiziranjem razlik med najtoplejšimi in najhladnejšimi meseci na Arktiki in Antarktiki, z uporabo svetovnega podatkovnega niza NCEP/NCAR, ki vključuje opazovanja in numerični model napovedi vremena od leta 1948 do leta 2005. Pri tem so opazili znatno zmanjšanje kontinentalnosti na Arktiki in Antarktiki, in sicer zaradi velikega porasta temperature najhladnejšega meseca. Med drugim so ugotovili tudi povečanje indeksa kontinentalnosti v Jugovzhodni Evropi [4, 21].

Ugotovljeno je bilo, da postaja podnebje vse bolj kontinentalno v Severni Evropi, medtem ko se je kontinentalnost zmanjšala v nekaterih delih Sredozemlja [2, 5]. V eni izmed študij so znanstveniki prav tako ugotovili povečano podnebno kontinentalnost na Iberskem polotoku. Rahel upad kontinentalnosti so zabeležili v Srednji Evropi (Nemčija, Češka, Avstrija, Poljska in Madžarska) [4]. Druga študija je pokazala znatno zmanjšanje vrednosti kontinentalnosti v vzhodnem delu Evrope in povečanje (čeprav manj pomembno) v Zahodni Evropi [6]. V primerjavi s tem so na Bližnjem vzhodu in v Severni Afriki ugotovili statistično pomembno povečanje kontinentalnosti. Poleg tega so raziskovalci ugotovili, da vzorci regionalne cirkulacije (kroženja) (npr. čez Sredozemlje) ne vplivajo bistveno na trende kontinentalnosti, ampak nanje bistveno vplivajo obsežne atmosferske cirkulacije čez Severni Atlantik. V smeri proti severnemu polu se kopenska masa povečuje, zato je kontinentalnost manj izrazita v obdobjih z okrepljeno zonalno cirkulacijo, v nasprotju s tem pa postane kontinentalnost bolj izrazita pri okrepljeni meridionalni cirkulaciji in z večjim vplivom kontinentalnih arktičnih zračnih mas [2].

Spremenjena kontinentalnost vpliva tako na naravne (npr. vegetacijske cone) kot tudi na antropogene sisteme (npr. vodne vire in kmetijstvo), zato so preiskave sprememb kontinentalnosti zelo pomembne kontinentalnosti [2]. Vremenske razmere in podnebje regije predstavljajo osnovne dejavnike za rast in razvoj rastlin. Čeprav je korelacija med razvojnimi fazami in meteorološkimi parametri empirična, se je izkazala za zelo uporabno pri napovedovanju kmetijske proizvodnje. Abiotski dejavniki, ki se upoštevajo pri fenoloških raziskavah, so običajno podnebni dejavniki; predvsem temperature in časovna dinamika padavin [22]. Deniz in sodelavci so leta 2011 uporabili štiri kazalce, ki so

izrazili kontinentalnost, pomorski vpliv in podnebno aridnost (sušnost). Ta tema je bila vključena tudi v ekološke študije o prilagajanju biološke raznovrstnosti glede na gradient podnebne kontinentalnosti na določenem območju [4].

Do sedaj je relativno malo raziskav analiziralo kontinentalnost in njene spremembe na svetovni (globalni) ravni in v Evropi. Poleg tega ni dovolj raziskav, ki bi analizirale učinke atmosferske cirkulacije na vrednosti indeksa kontinentalnosti [2].

### **2.3 Vrste indeksov kontinentalnosti**

V tem poglavju se seznanimo z različnimi vrstami indeksov kontinentalnosti: indeksom kontinentalnosti po Supanu, Gorczyńskem, Conradu, Ivanu, Hromovu ter Johanssonu in Ringlebu.

#### **2.3.1 Indeks kontinentalnosti po Supanu**

Indeks kontinentalnosti po Supanu ( $I_c$ ) je v izvorniku opredelil Supan, uporabili pa so ga Rivas-Martinez in sodelavci leta 2011. Ta indeks je definiran kot:

$$I_c = T_{\max} - T_{\min}, \quad (2)$$

pri čemer  $T_{\max}$  predstavlja povprečno mesečno temperaturo najtoplejšega meseca in  $T_{\min}$  povprečno mesečno temperaturo najhladnejšega meseca. Pri tem sta obe temperaturi izraženi v stopinjah Celzija ( $^{\circ}\text{C}$ ). Indeks  $I_c$  je podan v odstotkih [20].

Knoch in Schulze (1952) ter Hesse (1966) so uporabili naslednje vrednosti letne temperaturne amplitude indeksa kontinentalnosti po Supanu (glej tabelo 2), da bi opredelili podnebno (klimatsko) kontinentalnost.

Vrsta podnebja	Vrednost $I_c$ [°C]
ekvatorialno	< 2,5
oceansko (maritimno)	2,5–10
prehodno oceansko	10–25
kontinentalno podnebje	25–40
ekstremno (izjemno) kontinentalno	> 40

Tabela 2. Kategorije podnebne karakterizacije, ki so jo uporabili Knoch in Schulze (1952) ter Hesse (1966), pri čemer je  $I_c$  indeks kontinentalnosti po Supanu, podan v stopinjah Celzija [20].

### 2.3.2 Indeks kontinentalnosti po Gorczyńskem (Johanssonu)

Prvo enačbo za izračun indeksa kontinentalnosti je predlagal Gorczyński leta 1920 [6, 20]. Indeks kontinentalnosti po Gorczyńskem ( $K_g$ ) je najpogosteje uporabljen indeks v Evropi in ga izračunamo po enačbi:

$$K_g = 1,7 \frac{A}{\sin \varphi} - 20,4, \quad (3)$$

kjer je  $K_g$  podan v odstotkih,  $A$  letna temperaturna amplituda povprečne temperature najtoplejšega in najhladnejšega meseca (tj. razlika med najvišjo in najnižjo povprečno temperaturo meseca) v stopinjah Celzija in  $\varphi$  geografska širina v stopinjah. Glede na enačbo (3) je Gorczyński predlagal tri ravni kontinentalnosti, prikazane v tabeli 3 [20].

Vrsta podnebja	Vrednost $K_g$ [%]
maritimno	0–33
kontinentalno	34–66
ekstremno kontinentalno	67–100

Tabela 3. Kategorije podnebne karakterizacije po Gorczyńskem, pri čemer je  $K_g$  indeks kontinentalnosti po Gorczyńskem, podan v odstotkih [6, 5, 20, 22].

Ciaranek je leta 2014 [4] prišel do sklepa, da je ta formula uporabna samo za območja med geografsko širino 30° in 60° severne geografske širine (to so območja, na katerih

prevladuje kopno), medtem ko dobimo za oceanska območja negativne vrednosti indeksa [20].

### 2.3.3 Indeks kontinentalnosti po Conradu (Conrad-Pollaku)

Conrad in Pollak sta določila prvo korelacijo med letnim spreminjanjem temperature in geografsko širino [6]. Conradov indeks kontinentalnosti ( $K_c$ ), ki izvira iz leta 1950, je zanesljiva splošno sprejeta formula, ki je izražena kot:

$$K_c = 1,7 \frac{A}{\sin(\varphi + 10)} - 14, \quad (4)$$

kjer je  $K_c$  podan v odstotkih,  $A$  v stopinjah Celzija in  $\varphi$  v stopinjah. Veliki letni razpon temperatur zraka se odraža v večjih vrednostih indeksa in posledično kaže na bolj kontinentalno podnebje. Najmanjše razlike je mogoče opaziti v najbolj oceanskih podnebnih razmerah. Conradov indeks kontinentalnosti je uporaben v regijah, z izrazitimi sezonskimi spremembami temperature zraka. V študiji iz leta 2018 so Stonevicius in sodelavci [2] izbrali analizo kontinentalnosti in maritimnosti v geografski širini nad  $30^\circ$  severne poloble, kjer je sezonska temperatura visoka [2]. Na temelju enačbe (4) sta leta 2015 Andrade in Corte-Real [5] ustvarila kategorije podnebne karakterizacije v odstotkih, podane v tabeli 4.

Vrsta podnebja	Vrednost $K_c$ [%]
hiper-oceansko	od -20 do 20
oceansko/maritimno	20–50
sub-kontinentalno	50–60
kontinentalno	60–80
ekstremno/hiper-kontinentalno	80–120

Tabela 4. Kategorije podnebne karakterizacije po Conradu, pri čemer je  $K_c$  Conradov indeks kontinentalnosti, podan v odstotkih [5, 20].



### 2.3.4 Indeks termične kontinentalnosti po Ivanu

Indeks termične kontinentalnosti po Ivanu ( $K_i$ ) je prvotno predlagal Ivanov (1959), uporabil pa Kveták (1983). Indeks je izražen kot:

$$K_i = 100 \frac{A}{0,33\varphi}, \quad (5)$$

kjer je  $A$  podan v stopinjah Celzija in  $\varphi$  v stopinjah [20]. Leta 1959 je Ivanov predstavil deset kategorij kontinentalnosti v odstotkih (tabela 5).

Vrsta podnebja	Vrednost $K_i$ [%]
ekstremno oceansko	> 47
oceansko	48–56
zmerno oceansko	57–68
maritimno	69–82
rahlo maritimno	83–100
rahlo kontinentalno	101–121
zmerno kontinentalno	122–146
kontinentalno	147–177
močno kontinentalno	178–214
ekstremno kontinentalno	> 214

Tabela 5. Kategorije podnebne karakterizacije po Ivanu, pri čemer je  $K_i$  indeks termične kontinentalnosti po Ivanu, podan v odstotkih [20].

Glede na meteorološki slovar je najbolj izrazita značilnost kontinentalnosti velika temperaturna amplituda, ki je glavna značilnost termične kontinentalnosti [20].

Indeks termične kontinentalnosti po Ivanu ima pomembno vlogo ne le pri opredelitvi podnebja v določenih regijah, temveč tudi pri fito-geografski porazdelitvi rastlin in pri oblikovanju ekosistemov. Z vidika bioklimatologije, geografije in ekologije je kontinentalnost pomembna značilnost okoljskih parametrov. Pomaga nam na primer pri razumevanju kompleksnih odnosov med porazdelitvijo rastlin in geografskim položajem.

S pomočjo termalnega indeksa kontinentalnosti po Ivanu fitogeografija pojasnjuje spremembe vegetacijskih razmer od oceanov proti notranjosti kontinentov, postopen prehod iz gozdov v stepe in polpuščave ter postglacialni razvoj vegetacije (vrste, ki se širijo v borealni ali atlantski regiji) [20].

### 2.3.5 Indeks kontinentalnosti po Hromovu

Indeks kontinentalnosti po Hromovu izračunamo po enačbi:

$$K_{\text{Hr}} = 100 \frac{A - 5,4 \sin \varphi}{A}, \quad (6)$$

ki jo je leta 1957 predlagal Hromov, pri čemer je  $K_{\text{Hr}}$  indeks kontinentalnosti, izražen v odstotkih. Hromov in Petrosyan (2001) sta trdila, da ta indeks kaže, v odstotkih, koliko letne temperaturne amplitude zraka, na določeni točki na Zemlji, je povzročene zaradi prisotnosti zemlje na nekem območju (tj. prispevek zemlje h kontinentalnosti). Zato je vpliv celin območij v Južnem Pacifiku manj kot 10 %, v območjih v severnem Pacifiku manj kot 25 %, na obalah Zahodne Evrope 50–75 % ter Centralni in Severni Aziji več kot 90 %. Tako je glede na letne temperaturne amplitude celo najbolj maritimno podnebje na kontinentu še vedno bolj odvisno od kontinenta kot od oceana. Glede na to značilnost ima kontinentalnost Srednje Evrope relativno večje vrednosti od 80 % [20].

### 2.3.6 Indeks kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu

Indeks kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu ( $K_{\text{jr}}$ ) izračunamo po enačbi:

$$K_{\text{jr}} = 0,6 \left( 1,6 \frac{A}{\sin \varphi} - 14 \right) - D + 36, \quad (7)$$

kjer je  $K_{\text{jr}}$  podan v odstotkih,  $D$  je povprečna temperaturna razlika med jesenjo (september–november) in pomladjo (marec–maj), podana v stopinjah Celzija [4].

### **3 NAMEN IN CILJI**

Namen magistrskega dela je ugotoviti, kako se je spreminjala kontinentalnost v Evropi med leti 1938 in 2018 za izbrane klimatske postaje.

#### **Raziskovalna vprašanja**

- (i) Ali so indeksi kontinentalnosti med seboj primerljivi?
- (ii) Kateri indeks kontinentalnosti je najbolj uporaben?
- (iii) Kakšen je trend indeksov kontinentalnosti v obravnavanem obdobju v Evropi?
- (iv) Ali postaja podnebje bolj maritimno?
- (v) Kakšen je trend temperatur v obravnavanem obdobju v Evropi?
- (vi) Katero vrsto podnebja, glede na izračunane indekse kontinentalnosti, imamo v Evropi?

#### **Cilji naloge**

- (i) Izbrati evropske klimatske postaje s spletne strani »European Climate Assessment & Dataset [23]« tako, da bomo imeli podatke za klimatske postaje za čim večji del Evrope po različnih geografskih širinah, dolžinah in nadmorskih višinah. Obenem je treba izbrati takšne postaje, kjer manjka čim manj podatkov.
- (ii) Narediti zvezne in diskretne karte indeksov kontinentalnosti.
- (iii) Primerjati in analizirati posamezne karte indeksov kontinentalnosti.
- (iv) Narediti zvezne karte trendov indeksov kontinentalnosti.
- (v) Primerjati in analizirati trende indeksov kontinentalnosti v obravnavanem obdobju.
- (vi) Narediti zvezne karte gibanja temperatur in trendov gibanja temperatur.
- (vii) Primerjati in analizirati gibanje temperatur in trende gibanja temperatur v obravnavanem obdobju.

#### **Delovne hipoteze**

- (i) Predpostavljamo, da bo med posameznimi kartami indeksov kontinentalnosti prišlo do odstopanj.

- (ii) Predpostavljamo, da so se trendi indeksov kontinentalnosti v obravnavanem obdobju spremenili.
- (iii) Predpostavljamo, da podnebje v Evropi postaja bolj maritimno.
- (iv) Predpostavljamo, da je trend temperatur v obravnavanem obdobju pozitiven.

## 4 GEOGRAFSKA OPREDELITEV IZBRANEGA OBMOČJA

V magistrskem delu je obseg obravnavanega območja Evropa oziroma izbrane evropske klimatske postaje.

Evropa je v bistvu le zahodni del Evrazije, vendar zaradi kulturnih posebnosti in pomembnosti že vse od antike velja za samostojno celino. V primerjavi z drugimi celinami so zanjo značilni lega v zmerno toplem pasu, ugodno podnebje brez velikih skrajnosti, velika pokrajinska pestrost, številni narodi in jeziki, gosta poselitev in prometno omrežje [24].

Glede na lego držav Evropo delimo na:

- I. **Zahodno Evropo:** Francija, Belgija, Luksemburg, Združeno kraljestvo Velike Britanije in Severne Irske (v nadaljevanju Združeno kraljestvo), Nizozemska in Irska.
- II. **Južno Evropo:** Italija, Vatikan, San Marino, Monako, Andora, Španija, Portugalska, Grčija, Ciper, Malta in Turčija (evropski del).
- III. **Jugovzhodno Evropo:** Bolgarija, Romunija, Srbija, Črna gora, Bosna in Hercegovina, Hrvaška, Albanija in Severna Makedonija.
- IV. **Srednjo Evropo:** Slovenija, Češka, Slovaška, Avstrija, Poljska, Lihtenštajn, Švica, Madžarska in Nemčija.
- V. **Severno Evropo:** Finska, Švedska, Norveška, Nizozemska, Danska, Latvija, Litva, Estonija in Islandija.
- VI. **Vzhodno Evropo:** Rusija, Ukrajina, Belorusija in Moldavija [24].

V statistično analizo podatkov smo skupno vključili 443 klimatskih postaj. Od tega je bilo 387 evropskih klimatskih postaj, dodali pa smo še 56 neevropskih klimatskih postaj. Neevropske klimatske postaje smo dodali izključno zaradi tega, da smo dobili pri konturnih izrisih manj »popačene« izrise.

V statistično analizo podatkov smo vključili naslednje evropske države: Albanijo, Avstrijo, Belorusijo, Belgijo, Bosno in Hercegovino, Bolgarijo, Hrvaško, Dansko, Estonijo, Finsko, Francijo, Nemčijo, Gibraltar (del Združenega kraljestva), Grčijo,

Islandijo, Irsko, Italijo, Latvijo, Litvo, Madžarsko, Črna gora, Maroko, Nizozemsko, Norveško, Poljsko, Portugalsko, Severno Makedonijo, Romunijo, Rusijo, Srbijo, Slovaško, Slovenijo, Španijo, Švedsko, Švico, Turčijo (evropski del), Ukrajino in Združeno kraljestvo. V statistično analizo torej nismo vključili naslednjih evropskih držav: Andore, Cipra, Češke, Lihtenštajna, Luksemburga, Malte, Moldavije, Monaka, Vatikana in San Marina. Poleg tega smo za boljši kartografski izris vključili še nekatere neevropske države: Alžirijo, Armenijo, Azerbajdžan, Gruzijo, Gibraltar, Izrael, Kazahstan, Tunizijo, Turkmenistan in Uzbekistan.

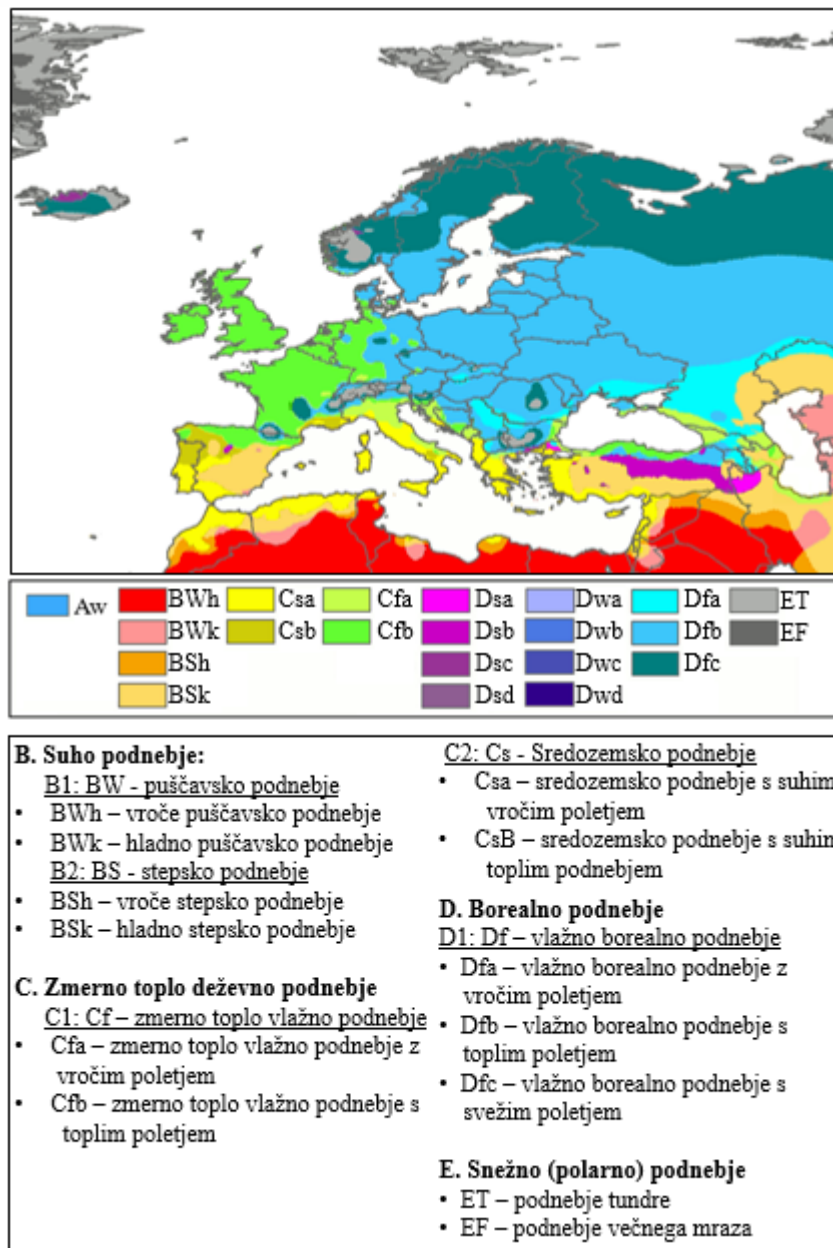
Evropa je celina, ki jo od preostalih celin ločuje Atlantski ocean na zahodu, Arktični ocean na severu in Sredozemsko morje na jugu. Vzhodna meja pa je bila določena iz zgodovinskih razlogov kot: gorovje Ural, reka Ural, preko Kaspijskega jezera in severno od Kavkaza do Črnega morja. Nekateri viri kot mejo navajajo 60. poldnevnik, ki leži še nekoliko vzhodneje od Urala. Slednjo mejo med Evropo in Azijo smo upoštevali tudi v tem magistrskem delu (slika 4) [24].



Slika 4. Kontinent Evropa je ločen od preostalih celin z Atlantskim oceanom na zahodu, Sredozemskih morjem na jugu, Arktičnim oceanom na severu in 60. poldnevnikom na vzhodu [25].

Poudariti je treba, da k Evropi spada tudi del Turčije. Meja med evropskim in neevropskim delom Turčije sta morski ožini Bospor in Dardanele ter Marmarsko morje, pri čemer je zahodno od njih evropski del Turčije, vzhodno pa azijski [24].

V Evropi se po Köppenovi podnebni klasifikaciji (slika 5) pojavljajo štirje osnovni podnebni tipi: suho, zmerno toplo deževno, borealno in snežno (polarno) podnebje, pri čemer se ti podnebni tipi delijo še na podskupine [26].



Slika 5. Köppenova podnebna klasifikacija [26].

## 5 PREGLED DOSEDANJIH UGOTOVITEV O KONTINENTALNOSTI EVROPE

### 5.1 Spreminjanje kontinentalnosti Srednji Evropi od konca 18. stoletja

Leta 2014 so naredili raziskavo [4], v kateri so analizirali letno temperaturno amplitudo zraka, razliko med povprečno jesensko in pomladansko temperaturo ter primerjali indeks kontinentalnosti po Gorczyńskem ter Johanssonu in Ringlebu, ki so ju izračunali po enačbah (3) in (7). Uporabili so podatke o povprečnih mesečnih temperaturah zraka šestih vremenskih postaj, ki so v srednjih geografskih širinah Srednje Evrope, natančneje med 47° in 52° severne geografske širine (tabela 6).

Postaja	Država	Geografska širina	Geografska dolžina	Nadmorska višina [m]	Preučevano obdobje
Potsdam	Nemčija	52°38' S	13°07' V	100	1893–2012
Dresden	Nemčija	51°13' S	13°75' V	232	1917–2012
Praga	Češka	50°10' S	14°25' V	365	1775–2007
Dunaj	Avstrija	48°25' S	16°37' V	209	1775–2008
Krakov	Poljska	50°04' S	19°58' V	220	1792–2012
Debrecen	Madžarska	47°48' S	21°63' V	112	1901–2012

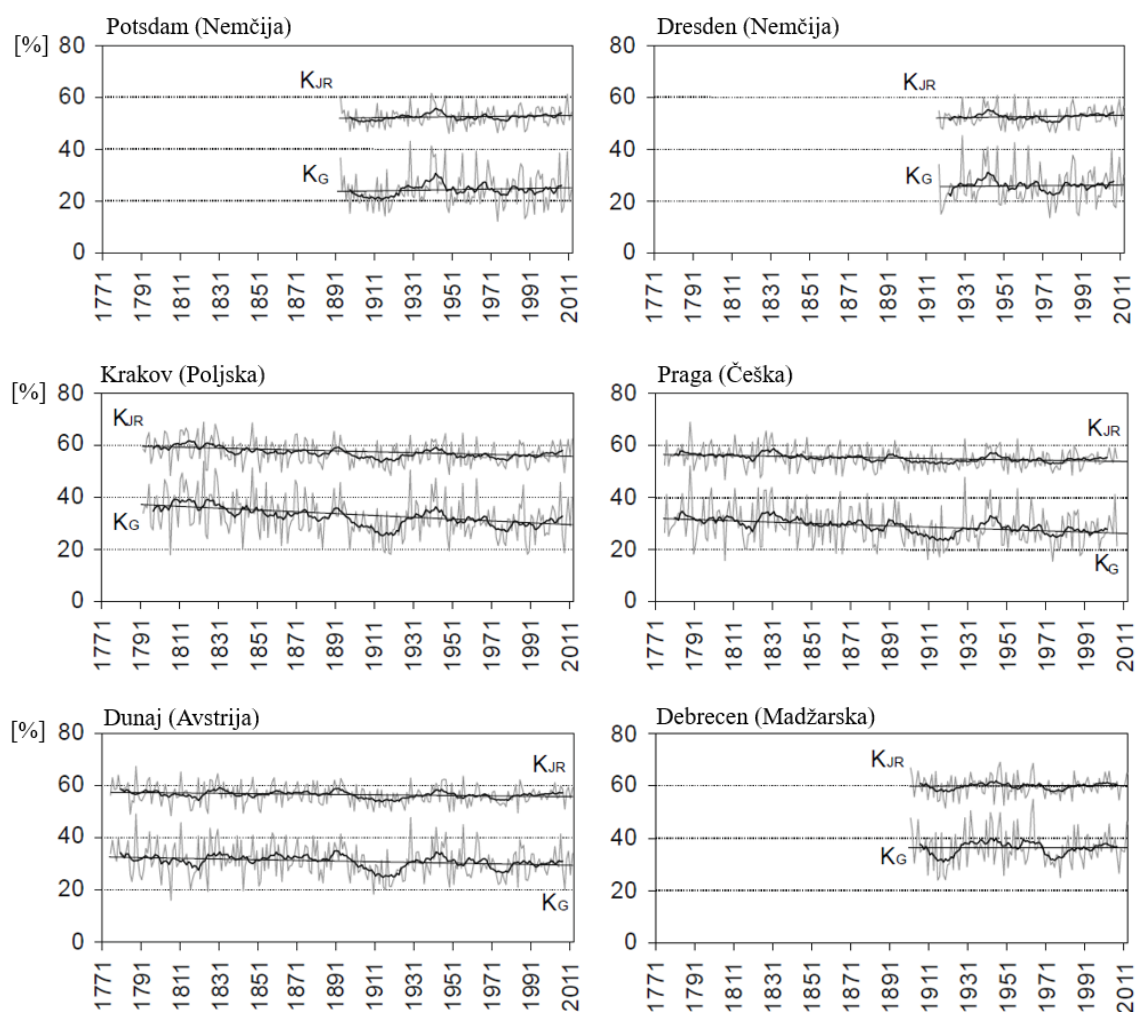
Tabela 6. Podatki izbranih meteoroloških postaj [4].

Podatki so bili pridobljeni iz Madžarske meteorološke službe, Oddelka za klimatologijo Jagiellonske univerze (Poljska), Deutscher Wetterdienst (Nemčija), spletne evropske baze podatkov »European Climate Assessment & Dataset« in OGIMET. Podatke za najdaljše časovno obdobje so vsebovale tri meteorološke postaje: z Dunaja in iz Prage (od leta 1775) ter Krakova (od leta 1792), s katerimi so zagotovili natančen prikaz sprememb v podnebnju v Srednji Evropi od konca 18. stoletja [4].

Analiza je pokazala sto let trajajočo izmenjavo med kontinentalno in maritimno prevlado srednjeevropskega podnebnja, ki je bila opažena pri večini postaj, vključenih v raziskavo. Prvi upad kontinentalnosti so zabeležili na prelomu 19. stoletja v Pragi (1890–1924), na Dunaju (1891–1924) in v Krakovu (1895–1921) (slika 6). Drugi upad kontinentalnosti so opazili leta 1970 pri vseh izbranih klimatskih postajah, pri čemer je bil največji v



Debrecenu (Nemčija) med leti 1967 in 1979. Največje vrednosti termalnega kontinentalnega indeksa po Gorczyńskem so bile opažene v prvih treh desetletjih 19. stoletja v Krakovu ter v tretjem in četrtem desetletju 20. stoletja v Krakovu, na Dunaju, v Pragi, v Potsdamu in v Dresnu. V Debrecenu so bila nihanja indeksa kontinentalnosti šibka in niso sledila nobenemu posebnemu trendu (slika 6) [4].



Slika 6. Povprečne vrednosti izračunanih vrednosti indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem ter indeksa kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu v odstotkih v odvisnosti od časa za izbrane evropske postaje. Ravna polna črta prikazuje trende indeksov [4].

V študiji so glede na indeks kontinentalnosti po Gorczyńskem primerjali maritimne in kontinentalne faze s tistimi, ki so jih določili z uporabo letne temperaturne amplitude (indeks kontinentalnosti po Supanu). Povprečne temperaturne amplitude so se med leti 1917 in 2009 (skupni časovni okvir) gibale med 20,8 °C v Potsdamu do 24,7 °C v Debrecenu. Vendar je med vsemi posameznimi zapisi, tudi tistimi, ki so daljši (Krakov,

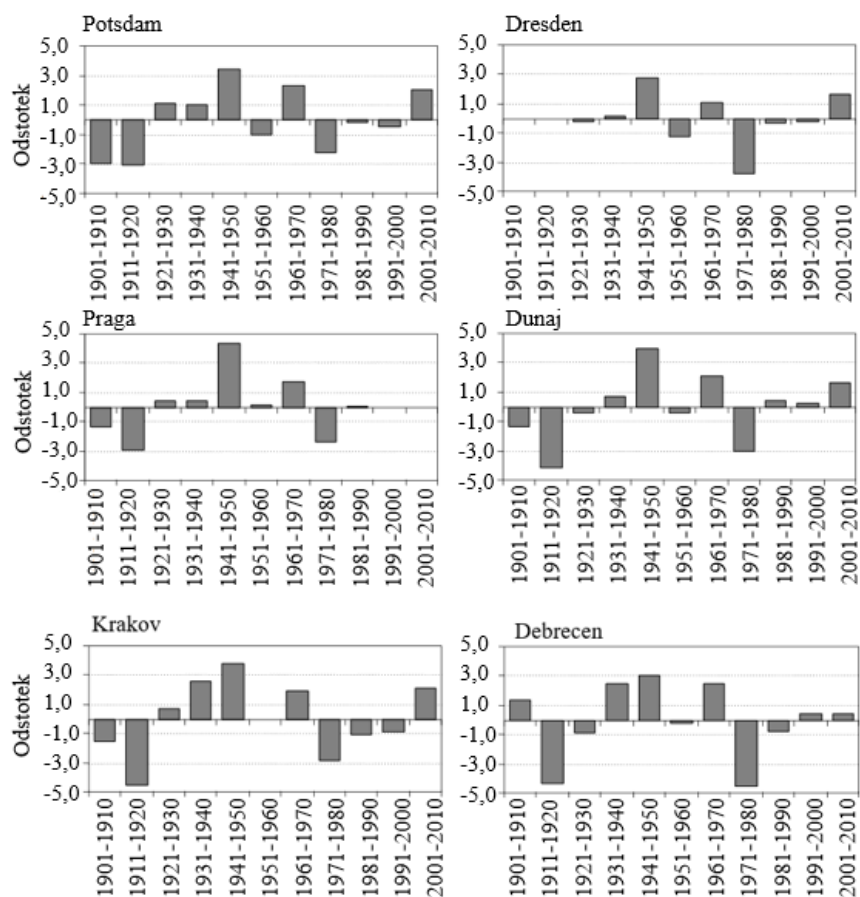
Praga, Dunaj) od tistih, ki so skupni vsem postajam, bila največja letna temperaturna amplituda zabeležena na začetku 19. stoletja v Krakovu (33,5 °C) (tabela 7).

Postaja	Država	Amplituda ( <i>A</i> ) [°C]				Jesen/pomlad ( <i>D</i> ) [°C]			
		Povprečje [°C]	Max [°C]	Min [°C]	$\sigma$ [I]	Povprečje [°C]	Max [°C]	Min [°C]	$\sigma$ [I]
Potsdam	Nemčija	20,8	29,5 (1929)	15,2 (1974)	3,1	0,4	4,5 (2006)	-4,2 (1920)	1,5
Dresden	Nemčija	21,0	29,8 (1929)	15,4 (1974)	3,1	0,8	4,4 (2006)	-3,7 (1920)	1,6
Praga	Češka	22,5	32,9 (1788)	16,3 (1974)	3,1	0,4	5,6 (1785)	-3,8 (2007)	1,5
Dunaj	Avstrija	22,7	30,7 (1788)	16,1 (1806)	2,7	0,1	4,8 (1785)	-4,7 (1920)	1,4
Krakov	Poljska	23,9	33,5 (1823)	17,3 (1806)	3,4	0,3	4,3 (1839)	-5,4 (1920)	1,5
Debrecen	Madžarska	24,7	32,8 (1964)	19,3 (1915)	2,9	-0,4	3,2 (1944)	-5,8 (1920)	1,7
Postaja	Država	$K_g$ [%]				$K_{jr}$ [%]			
		Povprečje [°C]	$T_{max}$ [°C]	$T_{min}$ [°C]	$\sigma$ [I]	Povprečje [°C]	$T_{max}$ [°C]	$T_{min}$ [°C]	$\sigma$ [I]
Potsdam	Nemčija	24,4	43,0 (1929)	12,3 (1974)	6,6	52,4	61,5 (1940)	46,0 (1949)	3,5
Dresden	Nemčija	26,0	45,3 (1929)	13,7 (1974)	6,8	52,6	61,1 (1956)	46,4 (1977)	3,5
Praga	Češka	29,3	52,3 (1788)	15,7 (1974)	6,9	55,3	69,0 (1788)	46,9 (1806)	3,9
Dunaj	Avstrija	31,1	49,2 (1788)	16,1 (1806)	6,2	56,6	67,4 (1788)	48,5 (1806)	3,6
Krakov	Poljska	32,7	53,9 (1823)	18,0 (1806)	7,6	57,2	68,9 (1823)	48,4 (1806, 1919)	4,4
Debrecen	Madžarska	36,3	54,9 (1964)	24,0 (1915)	6,6	60,0	69,1 (1947)	51,5 (1919)	3,7

Tabela 7. Dolgoletne povprečne minimalne in maksimalne vrednosti amplitud (*A*), razlika med povprečno temperaturo jeseni in spomladi (*D*) ter vrednosti indeksov kontinentalnosti po Gorczyńskem ( $K_g$ ) ter po Johanssonu in Ringlebu ( $K_{jr}$ ) za izbrane evropske postaje. V tabeli oznaka  $T_{max}$  označuje vrednosti temperatur najtoplejšega meseca,  $T_{min}$  pa najhladnejšega,  $\sigma$  je standardna deviacija [4].

Analiza standardnih odstopanj ( $\sigma$ ) vseh vključenih elementov ( $A$ ,  $D$ ,  $K_g$  in  $K_{jr}$ ) je pokazala, da je bil najnižji standardni odklon povprečne amplitude v Krakovu. Pri tem je  $D$  kazalec, ki opredeljuje razliko med povprečno jesensko in spomladansko temperaturo. Vrednosti elementa  $D$  so jasno potrdile najmočnejši kontinentalni vpliv v osrednji Madžarski. Debrecen je od vseh postaj dosegel najnižje in negativne vrednosti  $D$  ( $-0,4$  °C) (tabela 7). Razlike med vrednostmi, dobljenimi iz enačbe Gorczyńskiego in Johansson-Ringleba, izhajajo iz njihove zasnove in niso velike. Obe enačbi vključujeta temperaturno amplitudo zraka, zato so v tej študiji sklepali, da imata ti dve spremenljivki odločilen vpliv na kontinentalnost [4].

V študiji so prav tako naredili analizo razlik med dolgoletnim povprečjem indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem in njegovimi povprečnimi vrednostmi v vsakem desetletju (slika 7).



Slika 7. Dolgoročno povprečno odstopanje indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem v odstotkih [%], v različnih desetletjih za izbrano evropsko postajo [4].

Ugotovili so, da so se v desetletju 1911–1920 najnižje negativne vrednosti indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem gibale med -2,9 % v Pragi do -4,6 % v Krakovu. Največje pozitivno odstopanje od dolgoletnega povprečja je bilo v obdobju 1941–1950, ko je bilo le-to zabeleženo pri vseh postajah, vendar z vrhom pri Debrecenu (3,0 %) in v Pragi (4,3 %) [4].

Povzamemo lahko, da v študiji nihanja med kontinentalno in maritimno prevlado niso opazili le v prostoru, temveč tudi v času. Prvi val upadajočega kontinentalnega vpliva so zaznali na prelomu 19. stoletja v Pragi, na Dunaju in v Krakovu. Drugi takšen val se je pojavil pri vseh postajah v sedemdesetih in osemdesetih letih. Največja podnebna kontinentalnost je bila med leti 1930 in 1940 v Krakovu, na Dunaju, v Pragi, v Potsdamu in v Dresdnu. Najnižje in negativne vrednosti  $D$  so med postajami zabeležili v Debrecenu. Izračunane povprečne vrednosti termalne kontinentalnosti pri teh postajah kažejo na zmanjšanje maritimnega vpliva na podnebje od zahoda proti vzhodu kontinenta [4].

## 5.2 Spreminjanje kontinentalnosti in maritimnosti v srednjih in višjih geografskih širinah severne poloble med leti 1950 in 2015

V študiji iz leta 2018 so Stonevicius in sodelavci [2] analizirali indekse kontinentalnosti in maritimnosti ter njihovo spreminjanje v srednjih in visokih geografskih širinah severne poloble v obdobju 1950–2015 in oceniti, v kolikšni meri na njihovo spreminjanje vpliva atmosferska cirkulacija (atmosfersko kroženje). Pri tem so uporabili Condradov indeks kontinentalnosti in Kernerjev indeks maritimnosti [2].

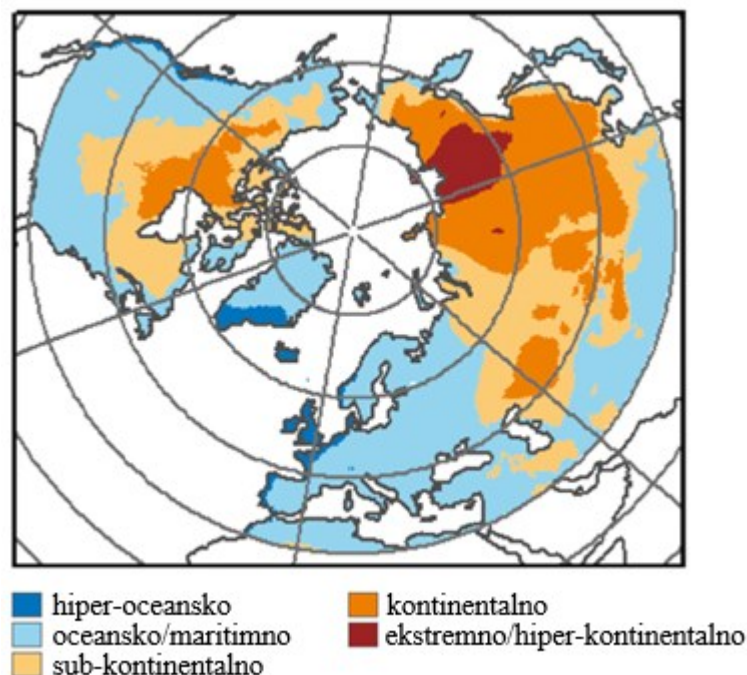
Condradov indeks kontinentalnost so v tej študiji izračunali po enačbi (4) in Kernerjev indeks maritimnosti ( $KOI$ ) po enačbi:

$$KOI = \frac{100(T_{\text{okt}} - T_{\text{apr}})}{A}, \quad (8)$$

pri čemer je  $T_{\text{okt}}$  temperatura oktobra in  $T_{\text{apr}}$  temperatura aprila [2].

Povprečne mesečne vrednosti temperature zraka so pridobili iz podatkovne baze CRU TS4.00, pri čemer je bila velikost celic mreže podatkov  $0,5 \times 0,5^\circ$ . CRU TS je globalni podatkovni niz visoke ločljivosti, ki zajema vse kopenske mase med  $60^\circ$  južno in  $80^\circ$  severno. Prednost podatkovnega niza CRU TS je popolnost, brez manjkajočih podatkov neke površine ozemlja. Prav tako je posebna pozornost namenjena nadzoru kakovosti podatkov. Vendar pa podatkovni niz ni strogo homogen, pri čemer obstajajo tudi območja z redko mrežo meteoroloških postaj, zlasti na območju puščav in gora. Kljub nekaterim omejitvam se podatkovna baza CRU TS pogosto uporablja za podnebne raziskave [2].

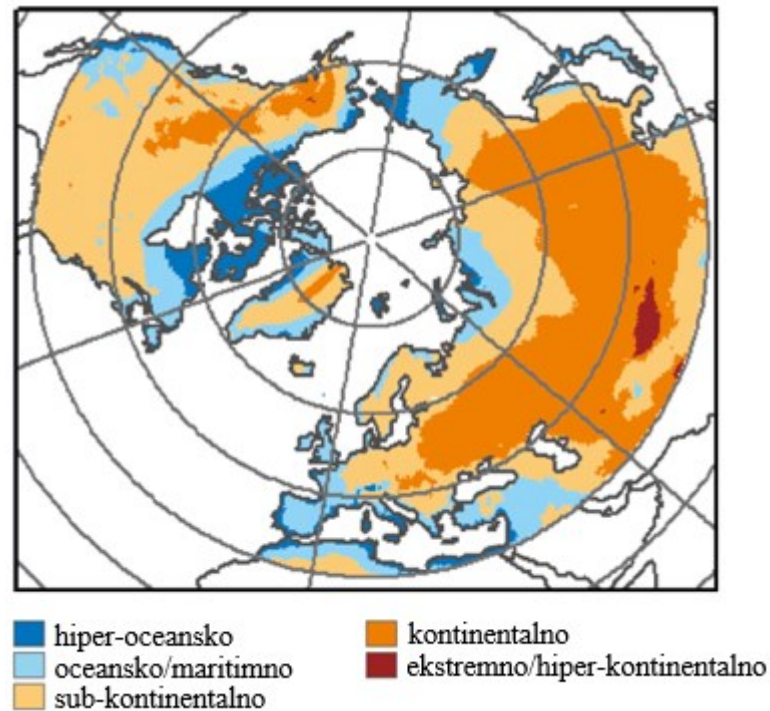
Po Condradovem indeksu kontinentalnosti so v Evropi ugotovili hiper-oceansko podnebje za obalna območja severnega dela Atlantskega oceana. Zdi sem, da so relativno visoke temperature najhladnejših mesecev v večjem delu Evrope odgovorne za nizek Condradov indeks na tem območju. Večji del Evrope je imel glede na Condradov indeks kontinentalnosti maritimno podnebje (slika 8) [2].



Slika 8. Kontinentalnost med leti 1981 in 2010 glede na Condradov indeks kontinentalnosti [2].

Glede na Kernerjev indeks maritimnosti je imelo podnebje Evrope ob obalah Atlantskega oceana in ob obalah Sredozemskega morja hiper-oceansko podnebje. V preostalem delu

Evrope pa sta povečini prisotna oceansko in sub-kontinentalno podnebje, v manjšem delu tudi kontinentalno podnebje (slika 9) [2].



Slika 9. Kontinentalnost med leti 1981 in 2010 glede na Kernerjev indeks maritimnosti [2].

V Evropi so bili opaženi trendi letne povprečne mesečne temperature najtoplejšega meseca nad 25 °C na deset let. V večini Evrope so opazili močno zmanjšanje maritimnosti. Povprečna mesečna temperatura najtoplejšega meseca ( $T_{max}$ ) je v Evropi vodilni dejavnik za Condradov indeks kontinentalnosti le v zahodnem delu Evrope [2].

Povzamemo lahko, da ima glede na Condradov indeks večji del Evrope maritimno podnebje. Glede na Kernerjev indeks maritimnosti podnebje med drugim postaja vse bolj kontinentalno v Severni Evropi, medtem ko se je maritimnost med drugim povečala v nekaterih delih Sredozemlja. Spremembe v kontinentalnosti so bile prvotno povezane s povečanjem temperatur najhladnejšega meseca, kar je bilo posledica sprememb v atmosferski cirkulaciji. Skepali so, da so trendi maritimnosti morda povezani z zmanjšanjem obsega sezonskega morskega ledu in s tem povezani s povišanjem temperature morske površine [2].

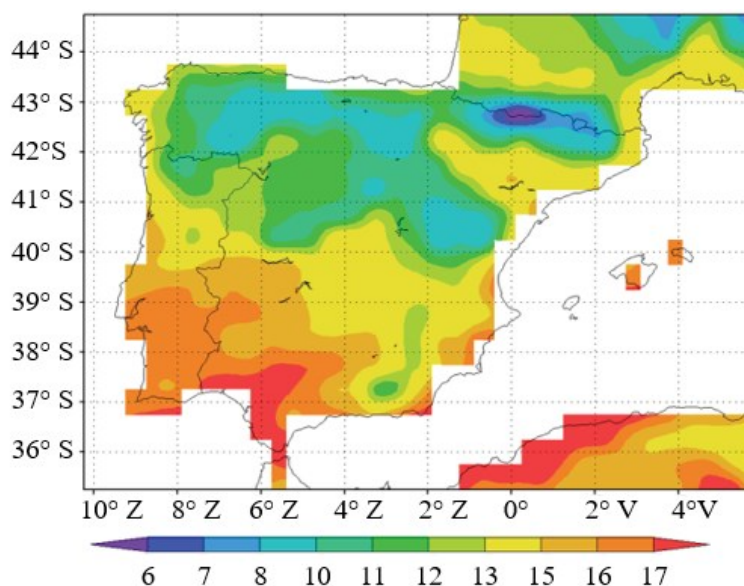


### 5.3 Spreminjanje kontinentalnosti na Iberskem polotoku med leti 1901 in 2012

V raziskavi iz leta 2015 [5] sta Andrade in Corte-Real za območje Iberskega polotoka analizirala prostorsko porazdelitev padavin, temperature zraka, indeksa kontinentalnosti po Condrad-Pollaku in Gorczynskem ter indeksa maritimnosti po Kernerju in Marszovu. Uporabili so povprečne mesečne podatke o padavinah in temperaturah na Iberskem polotoku za obdobje 1901–2012 [5].

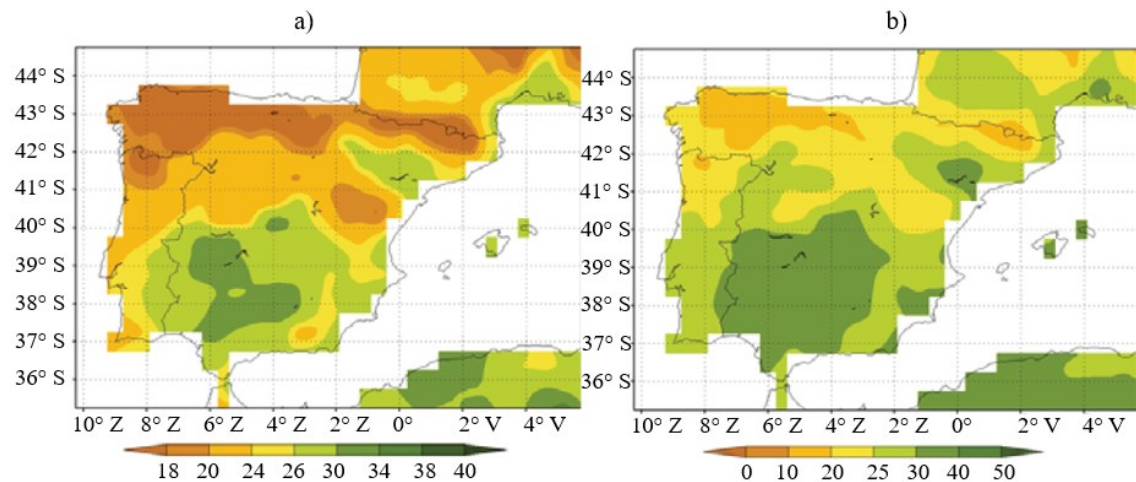
V tej študiji so uporabili dva mesečna podatkovna niza, pridobljena iz »Global Precipitation Climate Centre«, in sicer za obdobje od januarja 1901 do decembra 2012. Podatkovni niz mesečnih padavin in temperatur je bil definiran na mreži  $0,5^\circ$  geografske širine  $\times$   $0,5^\circ$  geografske dolžine. Pri tem so analizirali le podatke za evroatlantsko območje, ki je pokrivalo Iberski polotok:  $35,25^\circ$  s. g. š. -  $44,75^\circ$  s. g. š. in  $10,25^\circ$  z. g. d. -  $5,75^\circ$  v. g. d.). Indeks kontinentalnosti po Gorczynskem so izračunali po enačbi (2), indeks kontinentalnosti po Condrad-Pollaku pa po enačbi (4) [5].

Pri analizah povprečne letne temperature zraka na Iberskem polotoku med leti 1901 in 2012 so ugotovili, da so temperature najvišje v jugozahodnem delu, od koder se znižujejo proti severovzhodu (slika 10) [5].



Slika 10. Povprečne letne temperature zraka v  $^\circ\text{C}$  na Iberskem polotoku med leti 1901 in 2012 [5].

Povprečna letna prostorska porazdelitev indeksa kontinentalnosti po Górczynskem je predstavljena na sliki 11 a).



Slika 11. Povprečne letne vrednosti indeksa kontinentalnosti po Górczynskem: a) in b) Conradu med leti 1901 in 2012. Na sliki 11 a) vsi temno-zeleni odtenki barve prikazujejo kontinentalno podnebje ( $K_g = 34-66$ ), medtem ko imajo vsi drugi predeli prehodno maritimno podnebje. Na sliki 11 b) vsi rjavni odtenki barve označujejo hiper-oceansko podnebje ( $K_c < 20$ ), vse druge barve (rumena in vsi odtenki zelene barve) prikazujejo oceansko podnebje ( $20 < K_c < 50$ ) [5].

Kategorije podnebne karakterizacije tega indeksa so podane v tabeli 3. Njegove vrednosti se gibljejo pod in nad 34, pri čemer je 34 meja med maritimnim in kontinentalnim podnebjem. Ugotovili so, da imajo glede na indeks kontinentalnosti po Górczynskrm notranji del Iberskega polotoka med Extremaduro, Castilla-La Mancha in Andaluzijo kontinentalno podnebje ( $K_g = 34-66$ ; temno zeleni odtenki barve), medtem ko imajo vsi drugi predeli prehodno maritimno podnebje. Iz slike 11 b) vidimo, da ti rezultati niso popolnoma skladni s tistimi, ki so bili doseženi pri Conradovem indeksu kontinentalnosti. Kategorije podnebne karakterizacije slednjega indeksa najdemo v tabeli 4 [5].

Vrednosti Conradovega indeksa pod 20, ki odražajo hiper-oceansko podnebje, najdemo na severu med Galicijo, Avstrijo in Kantabrijo, prav tako pa tudi v majhni regiji v Pirenejih, kar je prikazano na sliki 11 b) z vsemi rjavimi odtenki barve. Dobljene vrednosti v Pirenejih so lahko posledica manjše nenatančnosti podatkov v gorskih regijah ali orografije. Pri tem indeksu niso našli vrednosti nad 50 (sub-kontinentalno podnebje), našli pa so vrednosti med 40 in 50, ki odražajo oceansko podnebje; na sliki 11 b) to vrsto



podnebja označujejo rumena in vsi odtenki zelene barve. Sub-kontinentalno podnebje so našli v istih regijah, ki se obravnavajo kot kontinentalno podnebje glede na indeks kontinentalnosti po Gorczynskem. Med indeksom kontinentalnosti po Gorczynskem in Conrad-Pollaku ni bilo pomembnih korelacij pri 95-odstotni stopnji zaupanja [5].

#### 5.4 Spreminjanje kontinentalnosti v severni Grčiji za obdobje 1965-1995

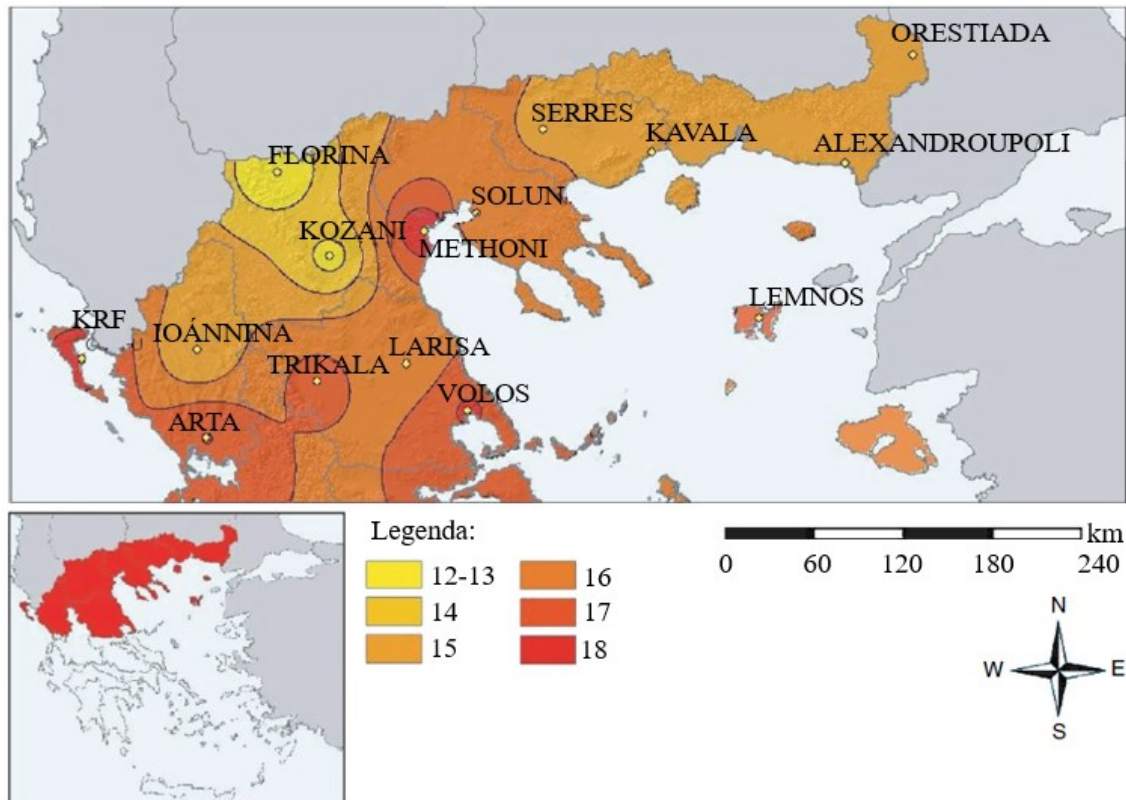
V študiji iz leta 2007 [22] je E. Baltas prikazal prostorsko porazdelitev padavin, temperatur zraka in različnih klimatskih indeksov v severni Grčiji, pri čemer je uporabil povprečne mesečne podatke 15-tih meteoroloških postaj med obdobjem 1965–1995. V študiji je za izračun kontinentalnosti uporabil indeks kontinentalnosti po Gorczynskem. Indekse je izračunal iz obdelave in analize surovih podatkov temperatur zraka in padavin, za petnajst meteoroloških postaj, ki so umeščene v severni Grčiji, in so vsebovali podatke za obdobje 1965–1995 (slika 12, tabela 8) [22].

Postaja	Geografska širina	Geografska dolžina	Nadmorska višina [m]
Alexandroupoli	40°51'13,77"	25°56'45,80"	3,10
Arta	39°09'46,75"	20°54'40,90"	9,30
Krf	39°36'31,38"	19°54'40,01"	1,50
Florina	40°46'54,92"	21°24'15,03"	692,00
Ioánnina	39°41'32,25"	20°49'03,77"	477,00
Kavala	40°56'05,82"	24°24'22,65"	5,00
Kozani	40°17'12,33"	21°50'21,53"	621,00
Larisa	39°38'36,61"	22°27'30,47"	71,30
Lemnos	39°55'20,49"	25°14'58,19"	1,70
Methoni	40°30'00,00"	22°37'00,00"	61,60
Orestiada	41°30'00,00"	26°31'00,00"	43,00
Serres	41°04'27,23"	23°31'36,41"	32,50
Solun	40°32'00,00"	22°58'00,00"	4,00
Trikala	39°31'29,82"	21°45'46,35"	109,00
Volos	39°22'00,00"	22°57'00,00"	3,00

Tabela 8. Geografska širina in dolžina ter nadmorska višina izbranih meteoroloških postaj [22].

Prostorsko predstavitev klimatskih spremenljivk in indeksov je naredil z uporabo okolja GIS [22].

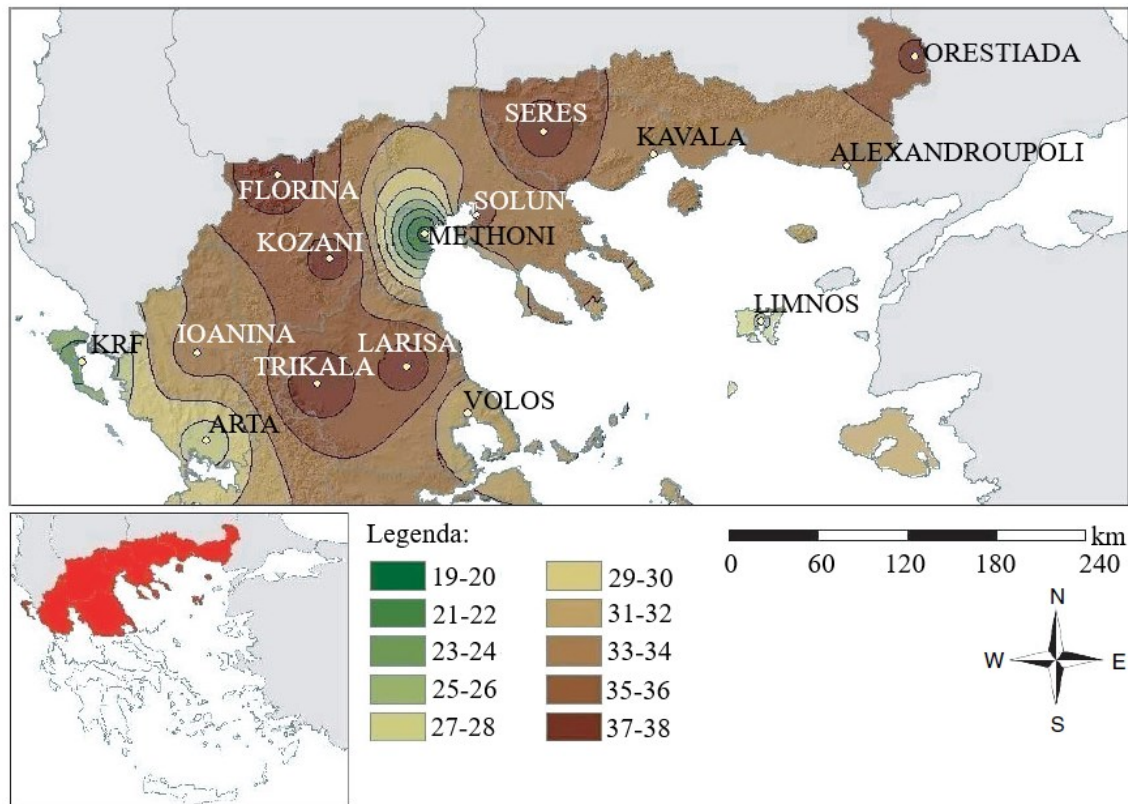
Prostorska porazdelitev povprečnih letnih temperatur zraka med obdobjem 1965–1995 ni enotna (slika 12), saj nanjo vplivajo številni dejavniki, med katerimi je najpomembnejša smer gorovja, ki je vzporedna smeri obale [22].



Slika 12. Prostorska porazdelitev povprečnih letnih temperatur zraka v °C v severni Grčiji, za obdobje 1965–1995 [22].

Gorski teren prispeva k znižanju temperature zraka od obale proti notranjosti (npr. regija Florina). Poleg tega v zimskih mesecih gorovje Pindos varuje zahodna območja Grčije pred severovzhodnimi hladnimi zračnimi masami, kar v povezavi z bližino morja prispeva k višjim povprečnim temperaturam. Drugi dejavniki, ki vplivajo na prostorsko porazdelitev temperatur zraka, so lokalne smeri vetra, pri čemer imajo urbanizirana območja v regiji (npr. Soluna) posebno mikroklimo. V ravninskih območjih, kot je na primer Tesalija, ki je na južnem delu preučevanega območja, se temperature višajo od obale proti notranjosti, zaradi učinka hlajenja obalnih zračnih mas [22].

Pri prostorski porazdelitvi indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem so ugotovili, da se njegove vrednosti za celotno preučevano območje gibljejo med 19 in 38 (slika 13).



Slika 13. Prostorska porazdelitev indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem v severni Grčiji, za obdobje 1965–1995 [22].

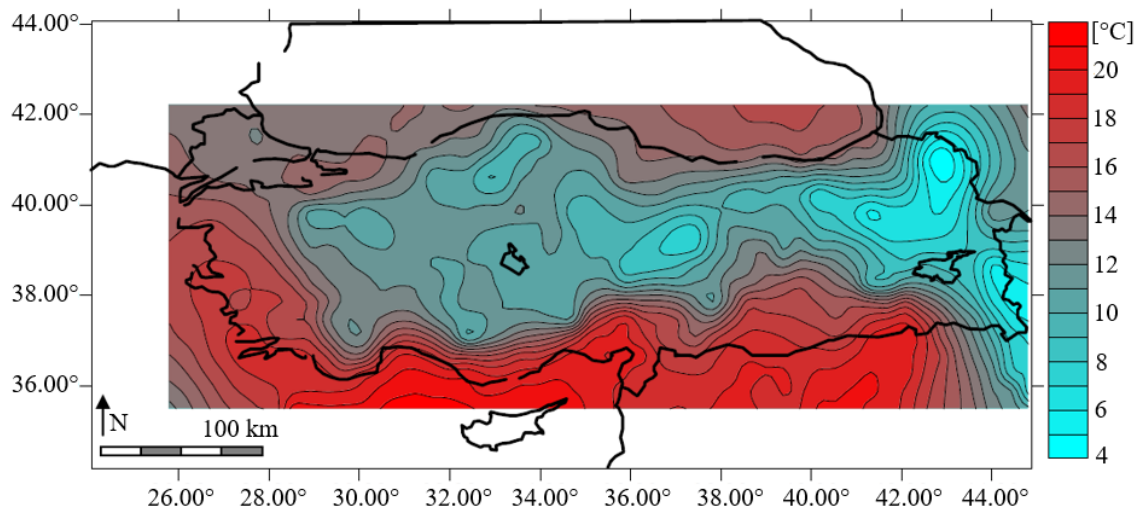
Na sedmih od 15-tih postaj je bila vrednost indeksa večja od 33 (meja), kar označuje kontinentalno podnebje: šest od teh postaj je bilo v notranjosti, stran od morja. Preostale klimatske postaje so imele oceansko podnebje [22].

### 5.5 Spreminjanje kontinentalnosti v Turčiji za obdobje 1960–2006

Toros in sodelavci so v študiji iz leta 2008 [27] preučevali prostorsko spreminjanje podnebnih indeksov v Turčiji, s pomočjo katerih so želeli določiti podnebne strukture regije. Za izračun kontinentalnosti so uporabili indeks kontinentalnosti po Gorczyńskem. Izračunali pa so še indeks maritimnosti po Kernerju. Indekse so primerjali s topografskimi vplivi na temperaturo in padavine v Turčiji [27].

V tej študiji so bili za izračun indeksov uporabljeni mesečni podatki o temperaturah in padavinah za 232 meteoroloških postaj v Turčiji. Posamezne postaje so vsebovale podatke za različno število let, vendar je bilo v splošnem zajeto obdobje 1960–2006. Podatke so pridobili iz »Turkish State Meteorological Service« [27].

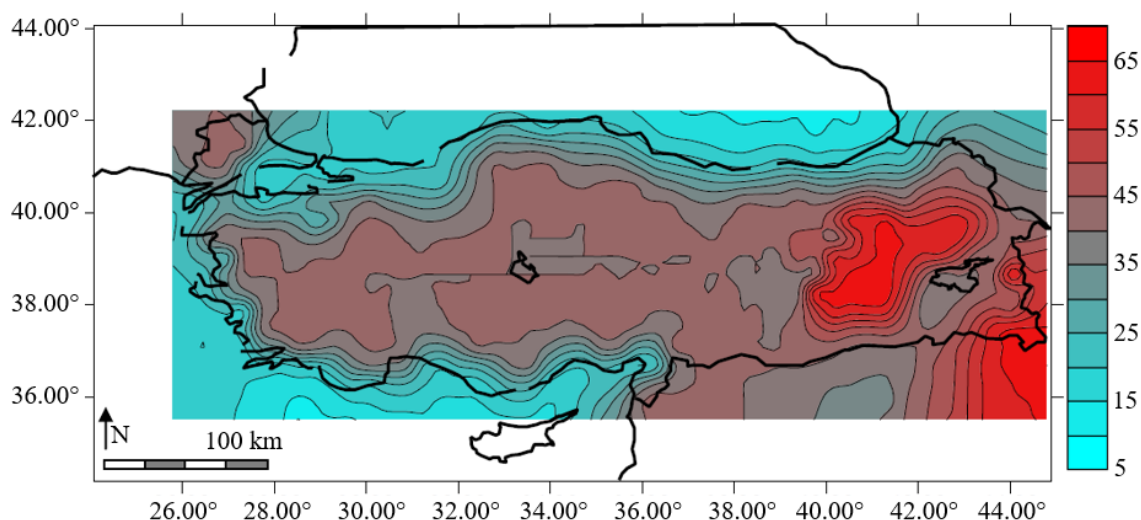
Naredili so prikaz prostorske povprečne letne porazdelitve temperatur v Turčiji za obdobje 1960–2007, pri čemer so uporabili podatke vseh 232 meteoroloških postaj (slika 14).



Slika 14. Povprečna letna temperatura zraka v °C v Turčiji v obdobju 1960–2006 [27].

Povprečna letna najnižja (minimalna) temperatura je bila ugotovljena v Ardahanu ( $41,07^{\circ}$  s. g. š. in  $42,43^{\circ}$  v. g. d.) in je bila  $3,6^{\circ}\text{C}$ , medtem ko je bila povprečna letna najvišja (maksimalna) temperatura v Iskenderunu ( $36,55^{\circ}$  s. g. š. in  $36,10^{\circ}$  v. g. d.) in je bila  $20,09^{\circ}\text{C}$ . Povprečne minimalne temperature se pojavljajo v Severovzhodni Anatoliji, medtem ko se povprečne najvišje temperature pojavljajo v južnih delih Južne Anatolije in ob obalah Sredozemlja. Temperature se na splošno postopoma znižujejo od juga do severa [27].

Naredili so tudi prostorski prikaz indeksa kontinentalnosti po Gorczynskem (slika 15).



Slika 15. Prostorski prikaz indeksa kontinentalnosti po Gorczynskem v Turčiji v obdobju 1960–2006 [27].

Kategorije podnebne karakterizacije po Gorczynskem so podane v tabeli 3. Vrednosti tega indeksa so bile izračunane za pet vremenskih postaj, kar je prikazano v tabeli 9 [27].

Postaja	Geografska širina [°]	Geografska dolžina [°]	Nadmorska višina [m]	$K_g$ [%]
Mus	42	39	1320	72
Malazgirt	43	39	1565	71
Agri	43	40	1632	70
Yuksekoa	44	38	1900	68
Genc	41	39	1250	64

Tabela 9. Geografska širina in dolžina, nadmorska višina ter indeks kontinentalnosti po Gorczynskem za nekatere izbrane meteorološke postaje [27].

Vrednosti indeksa kontinentalnosti po Gorczynskem se za obalna območja gibljejo med 0 in 33 ter med 34 in 72 za celotno notranjo kontinentalno regijo. Največjo vrednost indeksa 72 so izračunali v regiji Mus, najnižjo pa v Bozcaadi in je bila 22. Ugotovili so, da se učinek kontinentalnosti poveča z razdaljo od obalnih območij. Še posebej je učinek kontinentalnosti največji v vzhodni Turčiji. Učinki kontinentalnosti pa so zmanjšani v Salt Lake (Tuz Gölü), Van Lake in regiji GAP [27].

Vrednosti indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem niso pokazale sezonskih učinkov kontinentalnosti, zaradi ekstremno nižjih sezonskih temperatur, v primerjavi z letnimi razlikami temperatur. Učinek kontinentalnosti so ugotovili pri 102 od 232 postaj.

## **5.6 Spreminjanje kontinentalnosti na Slovaškem**

Do sedaj je že več avtorjev preučevalo vplive kontinentalnosti ali maritimnosti na Slovaškem. Hruďička (1933) se je ukvarjala s termično in ombrično kontinentalnostjo. Kveták (1983) je preučeval kontinentalnost Slovaške z uporabo več indeksov. Njegovi rezultati (izolinijske karte termalnih indeksov kontinentalnosti na Slovaškem) so omogočili prostorsko razlago termalne kontinentalnosti na Slovaškem. Melo (2002) je preučeval kontinentalnost meteorološke postaje Hurbanovo, ki je na jugozahodu Slovaške. Brázdil in sodobniki (2009) so obravnavali termalno kontinentalnost na Slovaškem (zahodna Slovaška) v obdobju 1961–2005. Wypych (2010) in Ciaranek (2014) [4] sta preučevala termično kontinentalnost Poljske, in sicer v širšem evropskem kontekstu [20].

Hirschi in sodelavci (2007) so navedli povečanje termalne kontinentalnosti v Vzhodni in Jugovzhodni Evropi v obdobju 1995–2005, in sicer v primerjavi z obdobjem 1948–2005. Ti podatki so temeljili na podatkovni bazi NCEP/NCAR. Apostol in Sîrghea (2015) [6] sta pokazala podobne rezultate, ko sta preučevala termalno kontinentalnost v Evropi. Kljub temu pa Hirschi in sodelavci (2007) pri uporabi podatkovne zbirke ERA-40 niso opazili sprememb termične kontinentalnosti v Vzhodni in Jugovzhodni Evropi. Brázdil in sodelavci (2009) so potrdili te rezultate (brez sprememb termalne kontinentalnosti), ko so se ukvarjali s termalno kontinentalnostjo na Češkem. Enake rezultate, kot so jih dobili Brázdil in sodelavci (2009), je navedel Melo (2002), ko se je ukvarjal s potencialnimi spremembami termalne kontinentalnosti, in sicer na temelju podatkov, pridobljenih iz meteorološke postaje Hurbanovo (jugozahodna Slovaška) [20].

Zaradi neenakih rezultatov so leta 2016 Vilček in sodobniki [20] analizirali podnebne spremembe na Slovaškem za krajše časovno obdobje, in sicer v obdobju 1961–2013. Uporabili so povprečne mesečne temperature šestih izbranih meteoroloških postaj na

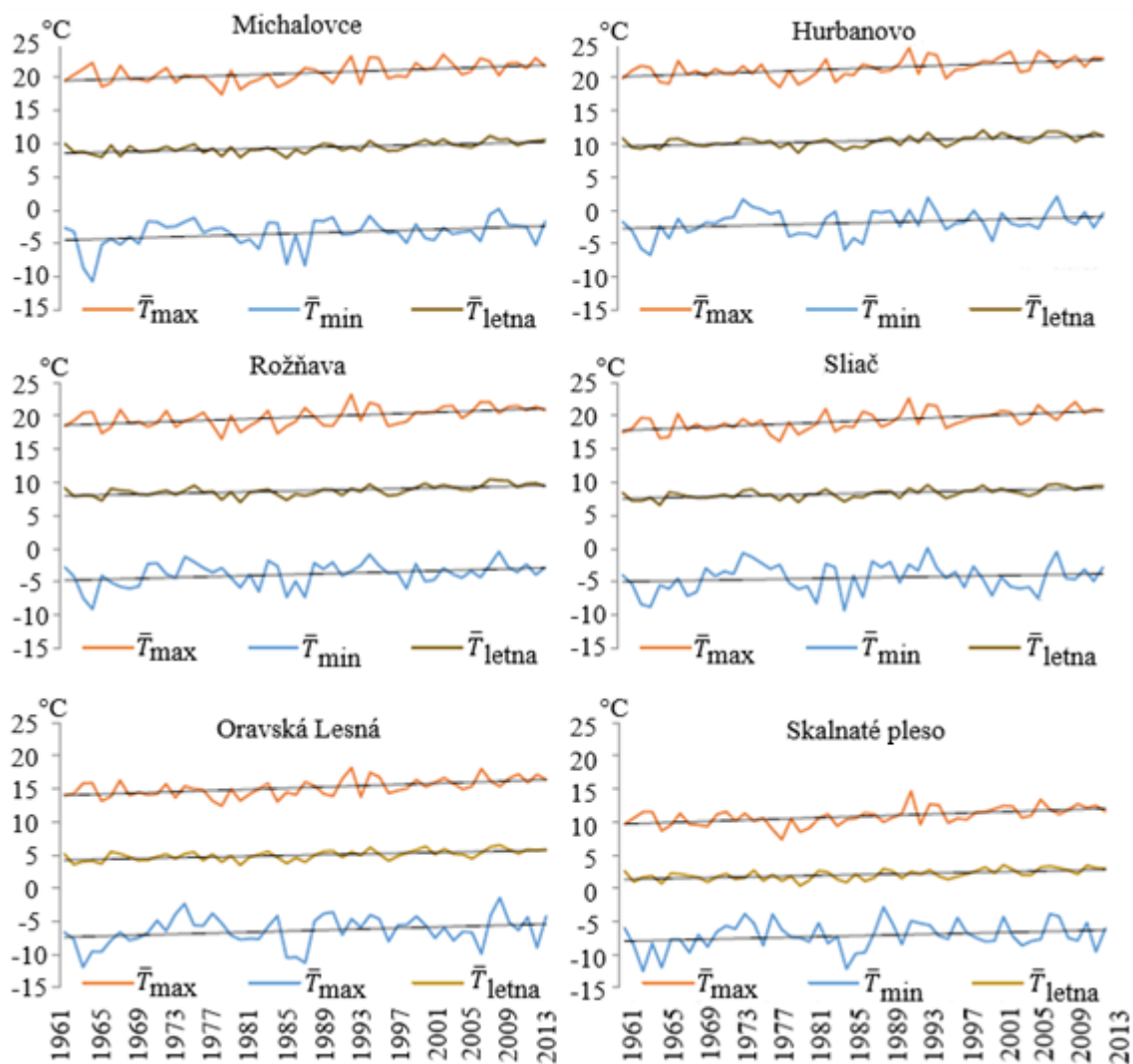
Slovaškem med leti 1961 in 2013. Meteorološke postaje so bile izbrane glede na geografske in geomorfološke značilnosti slovaške (tabela 10) [20].

Postaja	Michalovce	Hurbanovo	Rožňava	Sliáč	Oravská Lesná	Skalnaté Pleso
<b>GEOGRAFSKI PODATKI</b>						
<b>Geografska širina [°]</b>	48° 45'	47° 52'	48° 39'	48° 39'	49° 22'	49° 11'
<b>Geografska dolžina [°]</b>	21° 57'	18° 12'	20° 32'	19° 08'	19° 11'	20° 14'
<b>Nad. višina [m]</b>	112	115	289	313	780	1778
<b>Površje</b>	nižina	115	dolina	dolina	gorovje	gorovje
<b>PODNEBNE SPREMENLJIVKE</b>						
$\bar{T}_{\text{letna}}$ [°C]	9,4	10,4	8,7	8,3	5,0	2,1
$\bar{T}_{\text{min(mesečna)}}$ [°C]	-3,5	-1,9	-3,9	-4,4	-6,4	-7,2
$\bar{T}_{\text{max(mesečna)}}$ [°C]	20,7	21,4	19,8	19,3	15,2	10,8

Tabela 10. Podatki izbranih meteoroloških postaj na Slovaškem [20].

S pomočjo linearne regresije so analizirali časovno spreminjanje povprečne letne temperature in povprečne mesečne temperature najhladnejšega in najtoplejšega meseca (t. i. trende temperatur), kar je prikazano na sliki 16 [20].





Slika 16. Linearni trendi povprečne letne temperature ( $\bar{T}_{\text{letna}}$ ), povprečne mesečne temperature najhladnejšega ( $\bar{T}_{\min}$ ) in najtoplejšega meseca ( $\bar{T}_{\max}$ ) [20].

Linearni trendi povprečne letne temperature, povprečne mesečne temperature najhladnejšega in najtoplejšega meseca so bili v obdobju 1961–2013 pozitivni pri vseh meteoroloških postajah, vključno z gorskimi (tabela 11) [20].



<b>Postaja</b>	<b>Michalovce</b>	<b>Hurbanovo</b>	<b>Rožňava</b>	<b>Sliač</b>	<b>Oravská Lesná</b>	<b>Skalnaté Pleso</b>	
trend	[°C]/leto	0,031	0,030	0,030	0,031	0,028	0,028
	[°C]/opazo vano	1,617	1,590	1,590	1,659	1,479	1,505
trend	[°C]/leto	0,040	0,035	0,037	0,014	0,039	0,032
	[°C]/ opazovano	2,136	1,844	1,940	0,726	2,056	1,717
trend	[°C]/leto	0,045	0,049	0,048	0,059	0,046	0,045
	[°C]/ opazovano	2,390	2,576	2,528	3,127	2,417	2,401

Tabela 11. Vrednosti linearnega trenda povprečnih letnih temperatur (trend  $\bar{T}_{\max(\text{letni})}$ ), povprečnih mesečnih temperatur najhladnejšega (trend  $\bar{T}_{\min(\text{mesečna})}$ ) in najtoplejšega meseca (trend  $\bar{T}_{\max(\text{mesečna})}$ ), za opazovanih šest meteoroloških postaj [20].

Za obravnavano obdobje so analizirali tudi indekse kontinentalnosti. Iz rezultatov indeksa kontinentalnosti po Supanu so ugotovili, da je bila najvišja letna temperaturna amplituda zraka ugotovljena za Michalovce (24,2 °C), ki je nižinska postaja v vzhodni Slovaški (tabela 12) [20].

<b>Postaja</b>	<b>Michalovce</b>	<b>Hurbanovo</b>	<b>Rožňava</b>	<b>Sliač</b>	<b>Oravská Lesná</b>	<b>Skalnaté Pleso</b>
$I_c$ [°C]	24,2	23,3	23,7	23,7	21,6	18,0
$K_g$ [%]	34,2	33,0	33,2	33,2	27,9	20,1
$K_c$ [%]	34,0	32,8	33,2	33,1	28,6	21,7
$K_i$ [%]	151,1	148,5	148,3	148,3	132,8	111,2
$K_{Hr}$ [%]	83,0	82,7	82,7	82,7	80,7	76,9

Tabela 12. Povprečne vrednosti indeksov kontinentalnosti po Supanu ( $I_c$ ), Gorczyńskem ( $K_g$ ), Conradu ( $K_c$ ), Ivanu ( $K_i$ ) in Hromovu ( $K_{Hr}$ ) [20].

Letna temperaturna amplituda zraka v dolinah je bila presenetljivo visoka: Rožňava (23,7 °C) in Sliac (23,6 °C), kar je posledica temperaturne inverzije zraka. Najnižjo vrednost so ugotovili za gorsko postajo Skalnaté Pleso (18,0 °C), sledila pa je druga gorska postaja Oravská Lesná (21,6 °C). S tem so potrdili rezultate Kvetáka (1983), da se kontinentalnost zmanjšuje z naraščajočo nadmorsko višino in da ima območje Slovaške glede na indeks kontinentalnosti po Supanu maritimno podnebje (tabela 12) [20].

Na temelju vrednosti indeksa kontinentalnosti po Gorczynsem vse postaje, razen Michalovce (vzhodna Slovaška), spadajo v maritimno podnebje ( $K_g < 34\%$ ). Postaja Michalovce spada v kontinentalno podnebje ( $K_g = 34,2\%$ ), vendar vrednost indeksa presega mejo za maritimno podnebje le za 0,2 %. Glede na rezultate so ugotovili, da je vzhodna Slovaška meja, na katero še vplivajo podnebni vplivi iz vzhodnoevropske ravnice (Sarmatična ravnica). Domnevali so, da na to območje bolj vpliva podnebje ravnine Sarmatik kot pa podnebje panonskega bazena, ker vrednosti  $K_g$  za druge postaje ne presegajo 34 %. Ti rezultati se ujemajo z ugotovitvami Ciaraneka (2014) [4] o zmanjšanju maritimnega vpliva na podnebje od zahoda proti vzhodu evropske celine. Primerjava indeksa kontinentalnosti po Supanu z indeksom kontinentalnosti po Gorczynskem je pokazala, da je slednji indeks bolj občutljiv na obsežne (kontinentalne in sub-kontinentalne) vplive velikih geomorfoloških enot na oblikovanje podnebja določenega območja. Te ugotovitve se ujemajo z rezultati Kvetáka (1983), da je meja med maritimnim in kontinentalnim podnebjem glede na indekse kontinentalnosti v vzhodni Slovaški [20].

Glede na Condradov indeks kontinentalnosti imajo vse analizirane postaje na Slovaškem oceansko/maritimno podnebje (vrednosti  $K_c$  se gibljejo med 20 in 50 %). Velike vrednosti indeksa so ugotovili za meteorološke postaje Michalovce ( $K_c = 34\%$ ), Hurbanovo ( $K_c = 32,8\%$ ), Rožňava ( $K_c = 33,2$ ) in Sliac ( $K_c = 33,1$ ), in sicer v primerjavi z gorskima postajama Skalnaté Pleso ( $K_c = 21,7$ ) in Oravská Lesná ( $K_c = 28,6$ ) [20].

Vrednosti indeksa termične kontinentalnosti po Ivanu so ovrednotene postaje razdelile na tri termalne kontinentalne cone. Za prvo cono je značilno kontinentalno podnebje (vrednosti  $K_i$ : od 147 do 177 %) in v to cono spadajo štiri postaje: Michalovce ( $K_i = 151,1\%$ ), Hurbanovo ( $K_i = 148,5\%$ ), Rožňava ( $K_i = 148,3\%$ ) in Sliac ( $K_i = 148,3\%$ ). Druga cona ima zmerno celinsko podnebje, pri čemer se vrednosti

indeksa gibljejo med 122 in 146 % in v katero spada gorska postaja Oravská Lesná ( $K_i = 132,8$  %). Tretja cona ima rahlo kontinentalno podnebje, pri čemer se vrednosti indeksa gibljejo med 101 in 121 %. Iz teh rezultatov lahko opazimo, da se indeks termične kontinentalnosti po Ivanu zmanjšuje z naraščajočo nadmorsko višino. Čeprav vse postaje (razen gorskih) pripadajo le eni podnebni coni (zmerno kontinentalnega podnebja), je še vedno mogoče opaziti, da se kontinentalnost podnebja povečuje od zahoda proti vzhodu (zahod: Hurbanovo  $K_i$  je 148,5 % in vzhod: Michalovce  $K_i$  je 151,1 %) [20].

Vrednosti indeksa kontinentalnosti po Hromovu kažejo na to, koliko (v odstotkih) letne temperaturne amplitude zraka, na določeni točki na Zemlji, je povzročene zaradi prisotnosti zemlje na nekem območju (tj. prispevek zemlje h kontinentalnosti). S tega vidika je celotno območje Slovaške (vse analizirane meteorološke postaje) pod precejšnjo prevlado kontinentalnega podnebja (vrednosti indeksa se gibljejo med 76,9 in 83 %). Najmanjša vrednost indeksa je bila zabeležena za gorsko postajo Skalnaté Pleso. Pri analizi odvisnosti indeksa od geografske širine opazimo zelo majhen padec (0,3 %) vpliva kontinenta proti obali Atlantskega oceana oziroma od vzhoda proti zahodu (zahodna Slovaška: Hurbanovo ima vrednost indeksa 82,7 %, medtem ko ima vzhodna slovaška: Michalovce vrednost indeksa 83,0 %). To se ujema z ugotovitvami Kvetáka (1983), ki je analiziral podnebje Slovaške s Hromovim indeksom [20].

Analizirali so tudi časovno spreminjanje indeksov kontinentalnosti. Vsi preučevani indeksi so pokazali le majhne trende v smeri večje kontinentalnosti. Najvišji trend je bil pri vseh indeksih zabeležen v dolini Sliač, medtem ko je bila za vse trende, razen za Hromov, najmanjša sprememba kontinentalnosti zabeležena v Michalovce (tabela 13) [20].

	Postaja	Michalovce	Hurbanovo	Rožňava	Sliač	Oravská Lesná	Skalnaté Pleso
trend $I_c$	[°C]/ leto	0,0049	0,0138	0,0111	0,0336	0,0068	0,0128
	opazovano obdobje	0,2597	0,7314	0,5883	1,7808	0,3604	0,6784

<b>trend</b>	[°C]/ leto	0,0110	0,0317	0,0252	0,0761	0,0152	0,0288
	<b>K<sub>g</sub></b>						
<b>K<sub>g</sub></b>	[°C]/ <b>opazovano</b>	0,5830	1,6801	1,3356	4,0333	0,5056	1,5264
	<b>obdobje</b>						
<b>trend</b>	[°C]/leto	0,0097	0,02778	0,0222	0,0669	0,0134	0,0254
	<b>K<sub>c</sub></b>						
<b>K<sub>c</sub></b>	[°C]/ <b>opazovano</b>	0,5141	1,47234	1,1766	3,5457	0,7102	1,3462
	<b>obdobje</b>						
<b>trend</b>	[°C]/leto	0,0306	0,0883	0,0698	0,2105	0,0418	0,0792
	<b>K<sub>i</sub></b>						
<b>K<sub>i</sub></b>	[°C]/ <b>opazovano</b>	1,6218	4,6799	3,6994	11,1565	2,2154	4,1976
	<b>obdobje</b>						
<b>trend</b>	[°C]/leto	0,0076	0,0119	0,0121	0,0260	0,0064	0,0202
	<b>K<sub>Hr</sub></b>						
<b>K<sub>Hr</sub></b>	[°C]/ <b>opazovano</b>	0,4028	0,6307	0,6413	1,3780	0,3392	1,0706
	<b>obdobje</b>						

Tabela 13. Vrednosti linearnih trendov indeksov kontinentalnosti po Supanu ( $I_c$ ), Gorczyńskem ( $K_g$ ), Conradu ( $K_c$ ), Ivanu ( $K_i$ ) in Hromovu ( $K_{Hr}$ ) [20].

Povzamemo lahko, da so v študiji na temelju analize petih indeksov ugotovili, da je podnebje v južnih delih slovaške bolj kontinentalno v primerjavi s severno Slovaško, kjer so večinoma gorska območja, ki imajo tipično alpsko kontinentalnost. Prav tako so ugotovili, da se kontinentalnost na Slovaškem povečuje od zahoda proti vzhodu, saj ima na vzhodno Slovaško večji vpliv vzhodnoevropska ravnina (Sarmatična ravnica), in sicer v primerjavi z zahodno Slovaško. Visoke vrednosti indeksa kontinentalnosti so ugotovili v dolinah (meteorološki postaji Silač Rožňava), kar je posledica temperaturne inverzije. Prišli so do sklepa, da je indeks kontinentalnosti po Gorczyńskem najprimernejši za analizo kontinentalnosti na Slovaškem, in sicer zaradi njegove občutljivosti na geografsko dolžino in nadmorsko višino. Prav tako pa v analiziranem obdobju niso opazili le majhnega povečanja trendov indeksov kontinentalnosti [20].

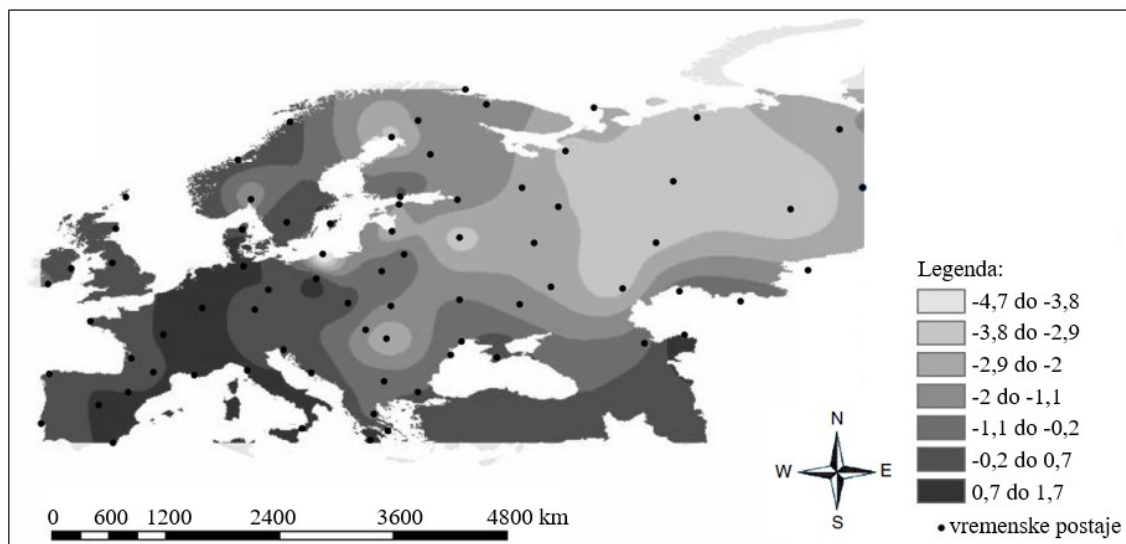
Rezultati so pokazali, da se je kontinentalnost na Slovaškem v obdobju 1961–2013 povečala, vendar ti trendi niso zelo veliki in so bili zabeleženi pri vseh meteoroloških postajah. Kljub temu da so ti trendi majhni, pa se je treba zavedati njihovega povečanja,

saj bi lahko te spremembe povzročile spremembe v oblikovanju ekosistemov v prihodnosti [20].

### 5.7 Spreminjanje kontinentalnosti v Evropi v obdobju 1961–2010

Leta 2015 sta Apostol in Sîrghea v študiji [6] preučevala kontinentalne značilnosti evropskega podnebja (vključno s časovnim razvojem) med leti 1961 in 2010, in sicer glede na večletna temperaturna povprečja. V ta namen sta izbrala 78 meteoroloških postaj. Podatke sta pridobila iz »NASA Goddard Institute for Space Studies« [6].

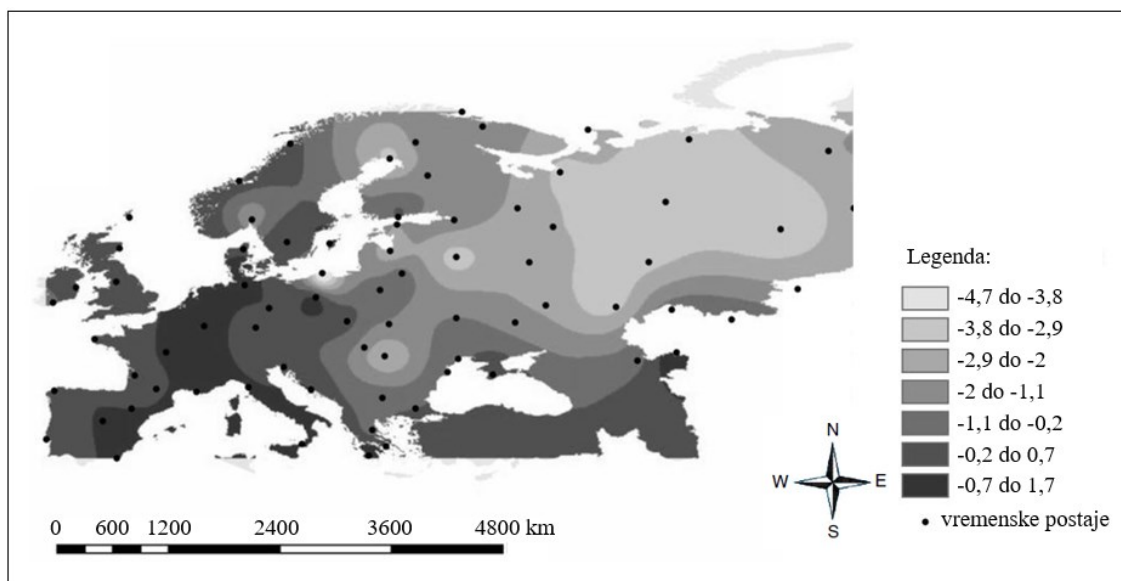
Z namenom, da bi poudarila časovno spreminjanje, sta izračunala razliko med povprečno amplitudo prvega in zadnjega desetletja analiziranega obdobja. V vzhodni polovici Evrope se je pojavilo izrazito zmanjšanje temperaturne amplitude (približno 2 °C v bližini Urala) in povečanje (čeprav manj pomembno: pod 1 °C) v Zahodni Evropi. V nasprotju s tem pa je proti zahodu celice opaziti povečanje kontinentalnosti [6] (slika 17).



Slika 17. Časovno spreminjanje letne temperaturne amplitude v Evropi v obdobjih 1961–1970 in 2001–2010 [6].

Pomembno zmanjšanje indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem so opazili v vzhodni polovici Evrope (najmanjše vrednosti so zabeležene v regiji Baltskega morja: 9,5 % na južni obali, pomembno zmanjšanje so izračunali tudi za ozemlje Romunije: med -2 in

-6,5 %), hkratno s povečanjem (vendar v manjšem obsegu) v zahodnem delu evropske celine (slika 18).



Slika 18. Časovno spreminjanje indeksa kontinentalnosti po Gorczynskem v Evropi v obdobju 1961–1970 in 2001–2010 [6].

Največje povečanje vrednosti indeksa kontinentalnosti po Gorczynskem, med 2,5 % in 3,2 %, je bilo zabeleženo v Južni Evropi. Opazili so tudi večje vrednosti v primerjavi s prvim desetletjem analiziranega obdobja (z najvišjimi vrednostmi v Južni Evropi: 3,3 – 3,8 %) [6].

Na kontinentalni ravni so se tako temperaturne amplitude kot tudi indeks kontinentalnosti po Gorczynskem v zadnjem desetletju analiziranega obdobja zmanjšali, in sicer v primerjavi s prvim desetletjem (tabela 14).

<b>Obdobje</b>	<b>Letna povprečna temperaturna amplituda [°C]</b>	<b>Indeks kontinentalnosti po Gorczynskem [%]</b>
1960–2010	21,8	21,0
1960–1970	22,6	22,7
2000–2010	21,9	21,3

Tabela 14. Letna povprečna temperaturna amplituda in indeks kontinentalnosti po Gorczynskem [6].

Temperaturna amplituda se je zmanjšala za 0,7 °C (ta vrednost je bila zelo blizu povprečju za celotno obdobje), medtem ko se je indeks kontinentalnosti po Gorczynskem zmanjšal za 1,4 % (ta vrednost je bila blizu povprečne vrednosti za celotno obdobje). Posledično lahko na kontinentalni ravni v obdobju 1961–2010 opazimo zmanjšanje kontinentalnosti [6].

Ugotovili so, da na večletno povprečno temperaturo močno vpliva geografska širina, medtem ko so njena odstopanja bolj odvisna od geografske dolžine. Prav tako so ugotovili, da na temperaturne amplitude močno vpliva geografska dolžina (z izjemo »kontinentalnih jeder«, ki jih generirajo španska gorska veriga, vzhodna Skandinavija in madžarska Puszta; glede na geografsko dolžino je korelacija motena posebej z zahodno cirkulacijo zraka). Prav tako so ugotovili, da so vrednosti indeksa kontinentalnosti po Gorczynskem močno povezane z geografsko dolžino. Časovno spreminjanje tega indeksa je pokazalo znatno zmanjšanje vrednosti indeksa v vzhodnem delu evropske celine in povečanje (čeprav manj pomembno) v Zahodni Evropi. Obenem so ugotovili »gibanje« kontinentalnosti proti Zahodni Evropi [6].

## 6 METODE DELA

Podnebne podatke smo pridobili s spletne strani: »European Climate Assessment & Dataset«, ki jo najdemo na spletni povezavi: <https://www.ecad.eu/download/millennium/millennium.php> [23]. Pridobili in uporabili smo podnebne podatke za povprečne mesečne temperature. Te podatke najdemo v formatu .txt in vsebujejo podatke za 4.783, povečini evropskih klimatskih postaj. Vsaka datoteka tega formata vsebuje naslednje podnebne podatke:

- ime klimatske postaje;
- nadmorsko višino klimatske postaje;
- geografsko širino in dolžino klimatske postaje;
- številko klimatske postaje;
- leto pridobljene temperature;
- letne povprečne podatke za temperature;
- zimske polletne podatke za temperature;
- poletne polletne podatke za temperature;
- podatke temperatur za povprečje zimskih mesecev;
- podatke temperatur za povprečje spomladanskih mesecev;
- podatke temperatur za povprečje poletnih mesecev;
- podatke temperatur za povprečje jesenskih mesecev;
- povprečne temperature vsakega meseca.

Poleg tega na tej spletni strani kot prilogo najdemo tudi datoteko.txt, v kateri so za vsako izmed klimatskih postaj podani: številka postaje, ime postaje, ime države, geografska širina, geografska dolžina, nadmorska višina in nekaj drugih opisnih podatkov.

### 6.1 Uporaba programskega paketa MATLAB

Za obdelavo meteoroloških podatkov smo uporabili programski paket MATLAB, različice R2014b, s pomočjo katerega smo skupno implementirali 14 programskih kod. Klimatske podatke smo pridobili s spletne strani: »European Climate Assessment &



Dataset« [23], kjer so v neobdelani obliki kot datoteke .txt (ena datoteka .txt je ena evropska klimatska postaja). V podpoglavjih tega poglavja so opisane le tiste programske kode, ki so pomembne za razumevanje načina obdelave podatkov. Zaradi obsežnosti programskih kod prav tako niso opisani vse podrobnosti in postopki posamezne programske kode.

### **6.1.1 Izbor klimatskih postaj**

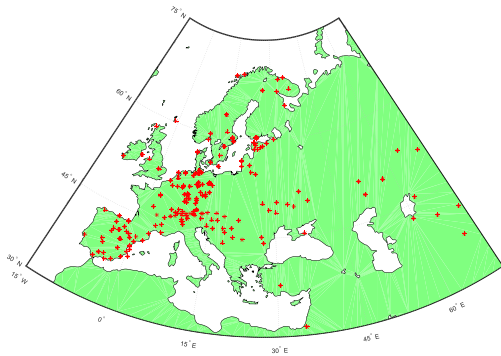
Najprej smo implementirali programsko kodo, ki nam naredi izbor zelenih postaj. Ta program nam »pogleda« v tisto mapo računalnika, kjer imamo shranjen program MATLAB in nam iz te mape pridobi vse datoteke .txt. Nato program odpre posamezno datoteko.txt, preveri dolžino datoteke, shrani podatke celotne datoteke in poišče začetno in končno leto podatkov (2018). Nato program poišče le tiste datoteke, ki vsebujejo izbrano začetno in končno leto uporabnika ter oblikuje tabelo, ki vsebuje naslednje podatke: zaporedno številko postaje, leta (izbrano začetno in končno leto ter vsa leta med njima) in klimatske podatke za 12 mesecev (povprečne mesečne podatke).

Za izbrano začetno leto smo v program vpisovali različna leta, saj smo želeli ugotoviti, pri katerem začetnem letu naredimo statistično najboljši izbor klimatskih postaj. To pomeni, da smo želeli izluščiti tiste klimatske postaje, ki jim manjka čim manj podatkov, so razporejene po celotni Evropi (po vseh geografskih širinah) in ležijo na različnih nadmorskih višinah, obenem pa smo želeli zagotoviti čim daljše časovno obdobje. V ta namen smo z implementirano programsko kodo oblikovali tri različice klimatskih podatkov: tabele, ki so vsebovale klimatske podatke za 118, 100 in 80 let. Izbrali smo klimatske podatke za 81 let (obdobje 1938–2018), saj smo ugotovili, da tako dobimo optimalno statistiko klimatskih podatkov.

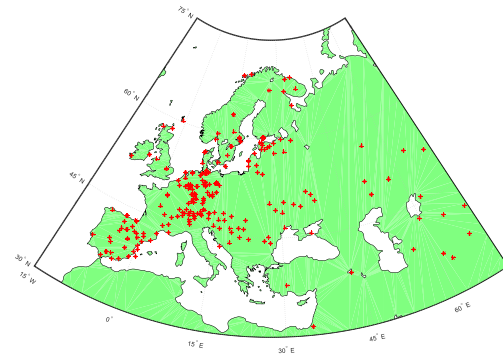
### **6.1.2 Izris izbranih klimatskih postaj**

Za prostorske izrise lokacij posameznih klimatskih postaj smo naredili novo programsko kodo. Pri tem smo naredili več kombinacij izrisov za vse tri različice klimatskih podatkov: 80, 100, 118 let, pri čemer smo dali kot spremenljivo še število manjkajočih let. Ugotovili smo, da je optimalen izris tisti (slika 19), pri katerem manjka v posamezni datoteki .txt

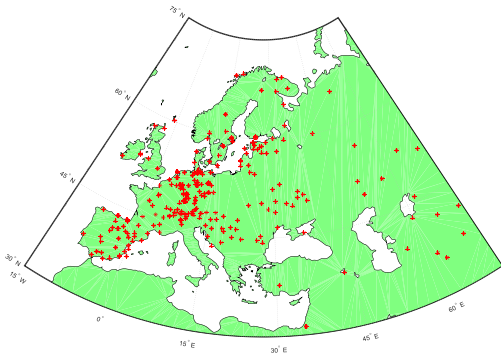
72 klimatskih podatkov, saj smo dobili s tem najbolj enakomerno pokritost celotnega preučevanega območja po geografskih širinah in nadmorskih višinah.



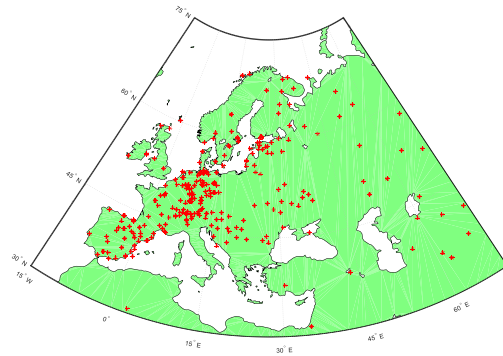
a) Obdobje 1918–2018, manjka 36 mesecev  
(3 leta).



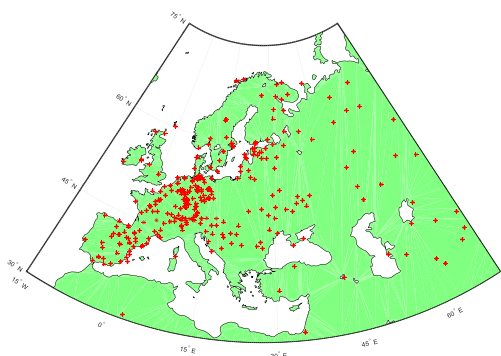
b) Obdobje 1918–2018, manjka 48 mesecev  
(4 leta).



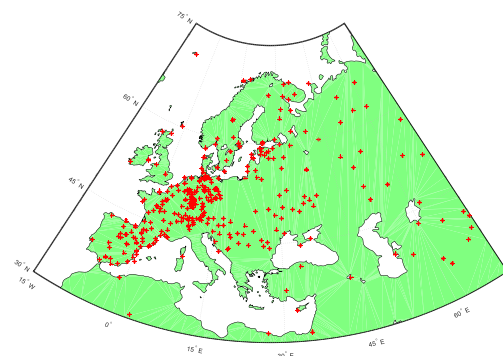
c) Obdobje 1918–2018, manjka 60 mesecev  
(5 let).



d) Obdobje 1918–2018, manjka 72 mesecev  
(6 let). Optimalen izris.



e) Obdobje 1918–2018, manjka 120 mesecev  
(10 let).



f) Obdobje 1918–2018, manjka 600 mesecev  
(50 let).

Slika 19. Prostorski izris klimatskih postaj za različno dolga časovna obdobja in število mesecev, pri katerih manjkajo klimatski podatki. Kartografski izris: Tanja Vajs.

### 6.1.3 Obdelava podatkov izbranih klimatskih postaj

Nato smo implementirali novo programsko kodo, s katero smo naredili obdelavo podatkov, dobljenih s prejšnjim programom. Želeli smo izluščiti le tiste klimatske postaje, ki jim manjka največ 72 podatkov (torej podatkov za 12 mesecev). Klimatski podatki, ki so v posamezni datoteki .txt manjkali, so označeni kot: -999999. Klimatske postaje, ki so vsebovale več kot 72 podatkov z oznako -999999, je program izločil. Na ta način smo dobili 363 klimatskih postaj, ki so imele podatke za obdobje 1938–2018 in jim je manjkalo do vključno 72 podatkov. Podatke smo shranili v Excelovo datoteko, ki je za klimatske postaje vsebovala: številko in ime postaje, državo, geografsko širino in dolžino ter nadmorsko višino. Ta programska koda nam je naredila tudi izris izbranih postaj.

Nato smo želeli ustvariti novo tabelo, ki bi vsebovala podatke le v obdobju 1938–2018, zato smo morali izločiti tiste postaje, ki vsebujejo podatke za to obdobje. V ta namen smo implementirali novo programsko kodo, ki nam je ustvarila Excelovo tabelo, ki je vsebovala številko postaj, začetno leto obdobja (1938), končno leto obdobja (2018), razliko let med končnim in začetnim letom obdobja, »signal« (iz katerega razberemo, ali posamezna klimatska postaja vsebuje podatke za 81 let), geografsko širino in dolžino ter nadmorsko višino (tabela 15). Na ta način smo dobili 243 klimatskih postaj, ki vsebujejo podatke za obdobje 1938–2018.

Št. postaje	Leto začetek	Leto konec	Razlika let	Signal	Geo. širina [°]	Deo. dolžina [°]	Nad. v. [m]
2	1938	2018	81	0	60,617	15,617	160
4	1938	2018	81	0	58,400	15,533	93
8	1938	2018	81	0	63,183	14,483	376
10	1938	2018	81	0	59,350	18,050	44
11	1938	2018	81	0	48,050	14,133	383
12	1938	2018	81	0	47,083	15,450	366
13	1938	2018	81	0	47,267	11,400	577
14	1938	2018	81	0	47,800	13,000	437
15	1938	2018	81	0	47,050	12,950	3106
16	1938	2018	81	0	48,233	16,350	199
17	1938	2018	81	0	50,800	4,366	100
21	1938	2018	81	0	45,817	15,978	157

<b>30</b>	1938	2018	81	0	67,366	26,633	179
<b>34</b>	1938	2018	81	0	44,831	0,691	47
...	...	...	...	...	...	...	...

Tabela 15. Izsek iz Excelove tabele, ki jo oblikuje MATLAB.

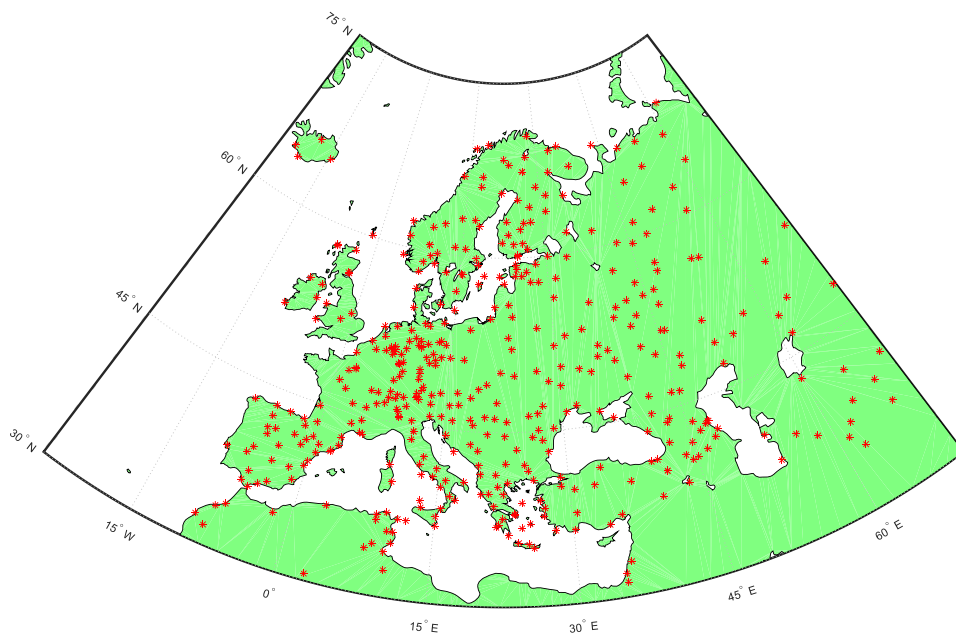
Ker smo na sliki 19 opazili, da manjkajo klimatske postaje za Italijo, smo naredili program, ki nam te klimatske postaje poišče. Ta programska koda nam oblikuje Excelovo tabelo, katere izsek (zaradi velikega števila podatkov) je prikazan v tabeli 16.

<b>Št. post.</b>	<b>Ime postaje</b>	<b>Država post.</b>	<b>Geo. širina [°:'"]</b>	<b>Geo. dolžina [°:'"]</b>	<b>Nad. v. [m]</b>	<b>Začetno leto</b>	<b>Končno leto</b>
<b>169</b>	BOLOGNA	ITALY	+44:30:00	+011:20:45	53	1814	2007
<b>170</b>	FERRARA	ITALY	+44:49:57	+011:37:15	15	1951	2007
<b>173</b>	MILAN	ITALY	+45:28:18	+009:11:21	150	1763	2017
<b>174</b>	BRINDISI	ITALY	+40:37:59	+017:55:59	10	1951	2018
<b>175</b>	CAGLIARI	ITALY	+39:13:59	+009:03:00	21	1951	2018
<b>176</b>	ROMACIAMPINO	ITALY	+41:46:59	+012:34:59	105	1951	2018
<b>177</b>	VERONA VILLAFRANCA	ITALY	+45:22:59	+010:52:00	68	1951	2015
<b>380</b>	PADOVA	ITALY	+45:23:54	+011:52:49	12	1774	2007
<b>381</b>	PALERMO	ITALY	+38:06:37	+013:21:05	37	1865	2008
<b>853</b>	ALFONSINE	ITALY	+44:29:35	+012:02:39	5	1951	2007
<b>854</b>	BEDONIA	ITALY	+44:30:27	+009:37:36	521	1951	2007
...	...	...	...	...	...	...	...

Tabela 16. Izsek iz Excelove datoteke (ki nam jo naredi MATLAB) in vsebuje klimatske postaje v Italiji.

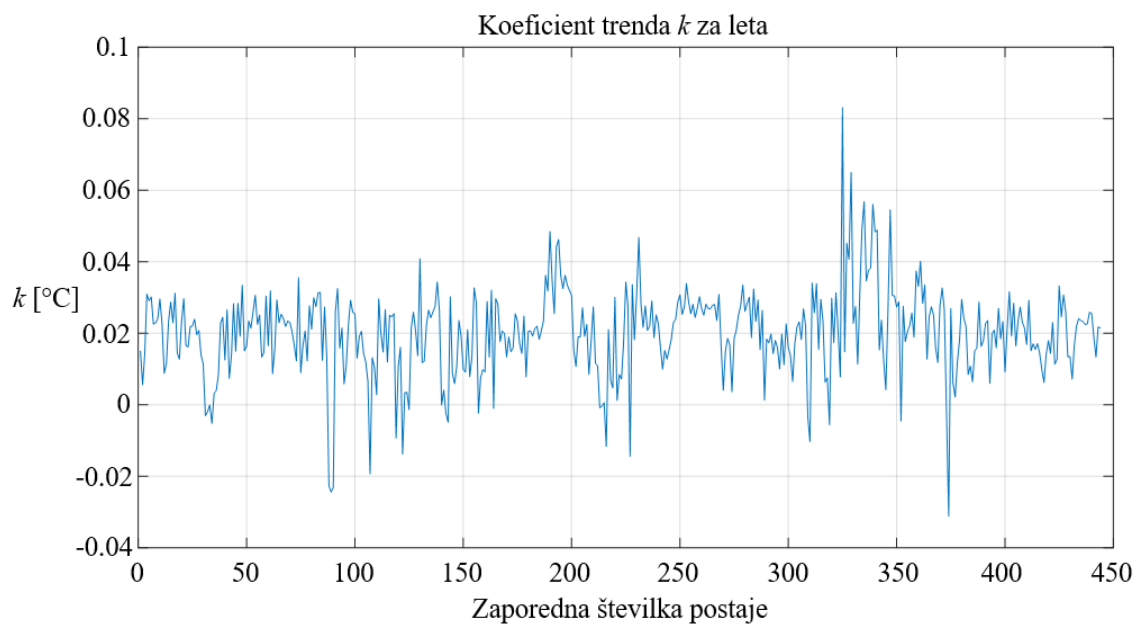
#### **6.1.4 Končni izrisi vseh klimatskih postaj**

Na koncu smo implementirali novo programsko kodo, ki nam izriše končno število 443 klimatskih postaj (slika 20).



Slika 20. Prostorski izris končnega števila, vseh 443 klimatskih postaj [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Nato smo implementirali programsko kodo, ki nam naredi izrise koeficientov trenda  $k$  za leta in za mesece (slika 21).



Slika 21. Koeficienti trenda  $k$  za leta [23]. Izris: Tanja Vajs.

### 6.1.5 Izračun indeksov kontinentalnosti in njihovih trendov ter trendov temperatur

Zatem smo implementirali novo programsko kodo, ki ustvari novo Excelovo tabelo, ki vsebuje 443 listov, torej za vsako klimatsko postajo en Excelov list. V tabeli 17 je prikazan izsek podatkov za eno klimatsko postajo (en Excelov list).

Št. postaje	Leto	Geo. šir. [°]	Geo. dolž. [°]	Nad. viš. [m]	Jan [°C]	...	Dec [°C]	$T_{pov}$ [°C]	$A$ [°C]	$T_{max}-T_{min}$ [°C]
11748	1938	54,1	13,45	0	1,96	...	-0,94	9,41	20,22	20,22
11748	1939	54,1	13,45	0	2,79	...	-0,86	8,88	20,09	20,09
11748	1940	54,1	13,45	0	-8,01	...	-0,92	6,42	25,33	25,33
11748	1941	54,1	13,45	0	-6,05	...	2,84	7,05	25,88	25,88
11748	1942	54,1	13,45	0	-6,80	...	2,82	7,17	25,51	25,51
11748	1943	54,1	13,45	0	-0,74	...	-9999,99	-9999,99	-9999,99	-9999,99
11748	1944	54,1	13,45	0	-9999,99	...	-9999,99	-9999,99	-9999,99	-9999,99
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
11748	2018	54,1	13,45	0	2,87	...	-9999,99	-9999,99	-9999,99	-9999,99

$D$ [°C]	$T_{10-74}$ [°C]	$I_c$ [°C]	$K_g$ [%]	$K_c$ [%]	$K_i$ [%]	$K_{Hr}$ [%]	$K_{jr}$ [%]
2.6833	3,69	20,2200	22,0349	24,2121	113,2583	78,3668	48,8799
1.7400	-1,03	20,0900	21,7620	23,9664	112,5301	78,2269	49,6692
2.6800	2,47	25,3300	32,7590	33,8691	141,8809	82,7311	54,9392
2.2700	3,83	25,8800	33,9133	34,9085	144,9616	83,0981	56,0010
4.7267	4,92	25,5100	33,1368	34,2092	142,8892	82,8529	53,1059
-9999,99	-9999,99	-9999,99	-9999,99	-9999,99	-9999,99	-9999,99	-9999,99
-9999,99	-9999,99	-9999,99	-9999,99	-9999,99	-9999,99	-9999,99	-9999,99
...	...	...	...	...	...	...	...
1,526667	4,19	18,09	17,5647	20,1868	101,3275	75,8197	47,5122
-9999,99	-9999,99	-9999,99	-9999,99	-9999,99	-9999,99	-9999,99	-9999,99
2,094254	2,272368	19,46882	20,4584	22,7925	109,0507	77,0327	48,5787
-0,01423	-0,01449	-0,02272	-0,0477	-0,0429	-0,12728	-0,0235	-0,0127
30,24914	30,94954	64,4430	114,8438	107,7855	360,9646	123,6032	73,7239

Tabela 17. Tabela prikazuje en list od 243 listov Excelove tabele, ki jih naredi program MATLAB za vsako klimatsko postajo. Vrstica, obarvana z oranžno barvo, prikazuje povprečne vrednosti vseh vrstic v stolpcu, vrstica, obarvana z modro barvo, prikazuje koeficient  $k$  in vrstica, obarvana z zeleno barvo, začetno vrednost  $n$  linearne aproksimacije vseh podatkov izbranega stolpca [23].

Implementirali smo programsko kodo, s katero smo za vsako od 443 klimatskih postaj izračunali povprečno temperaturo vsakega meseca za obdobje 1938–2018, povprečno

temperaturo vseh mesecev, temperaturno amplitudo, razliko maksimalne in minimalne temperature ter koeficienta  $k$  in  $n$  linearne aproksimacije za vsako postajo (tabela 18).

Zap. št.	Št. postaje	Ime postaje	Država	Geo. širina [°]	Geo. dolžina [°]	Nad. viš. [m]	Jan [°C]	...	Dec [°C]
1	2	FALUN	SWEDEN	60,617	15,617	160	-6,5034	...	-4,1620
2	4	LINKOEPING	SWEDEN	58,400	15,533	93	-2,7124	...	-0,7525
3	8	OESTER-SUND	SWEDEN	63,183	14,483	376	-7,7956	...	-5,2535
4	10	STOCK-HOLM	SWEDEN	59,350	18,050	44	-2,5995	...	-0,3816
5	11	KREMSMUE- NSTER	AUSTRIA	48,050	14,133	383	-1,5549	...	-0,0863
6	12	GRAZ	AUSTRIA	47,083	15,450	366	-1,1141	...	0,2296
7	13	INNSBRUCK	AUSTRIA	47,267	11,400	577	-1,2440	...	-0,3255
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
440	11371	VILJANDI	ESTONIA	58,378	25,600	86	-5,7614	...	-3,1168
441	11375	PLJEVLJA	MONTENE- -GRO	43,354	19,345	784	-2,1284	...	-0,3733
442	11468	CINISELLO- BALSAM	ITALY	45,544	9,206	142	2,2249	...	3,1396
443	11583	MILANO (V.FELTRE)	ITALY	45,493	9,248	127	2,3987	...	3,2818

$T_{pov}$ [°C]	$A$ [°C]	$T_{max}-T_{min}$ [°C]	$D$ [°C]	$T_{10}-T_4$ [°C]	$I_c$ [°C]	$K_g$ [%]	$K_c$ [%]	$K_i$ [%]
4,8301	25,2814	25,2814	1,4644	0,9803	25,2814	28,9234	31,5607	126,3841
6,6678	21,8771	21,8771	1,8318	1,7051	21,8771	23,2655	25,9999	113,5175
3,1441	24,6713	24,6713	1,8506	1,7051	24,6713	26,5954	29,8150	118,3252
6,8601	22,1366	22,1366	2,3945	2,3654	22,1366	23,3432	26,2160	113,0253
9,0297	22,0638	22,0638	1,0587	0,1785	22,0638	30,0329	30,2050	139,1464
9,9687	22,2938	22,2938	0,9703	-0,0235	22,2938	31,3511	31,1475	143,4848
9,5997	21,9065	21,9065	1,0252	0,4819	21,9065	30,3009	30,2714	140,4433
...	...	...	...	...	...	...	...	...
5,4700	24,2013	24,2013	2,6931	2,5249	24,2013	27,3996	29,9532	123,4677
5,4090	25,3972	25,3972	1,7193	1,0534	25,3972	30,3033	32,4431	131,8324
8,5867	22,0569	22,0568	1,4029	1,0492	22,0569	34,2198	32,7342	154,1703
13,2904	22,6425	22,6425	0,9627	0,2577	22,6425	33,5266	32,6820	150,6532
$K_{Hr}$ [%]	$K_{jr}$ [%]	$k$ (leto) [°C/leto]	$n$ (leto) [°C]	$k$ (leto_jan) [°C]	$n$ (leto_jan) [°C]	$k$ (leto_feb) [°C/leto]		
80,9026	53,989	0,0150	-24,8295	0,0580	-121,1737	0,0388		
78,4184	50,4263	0,0056	-4,4181	0,0352	-72,4154	0,0287		
79,9538	52,2880	0,0139	-24,3326	0,0549	-116,3800	0,0318		
78,5241	49,9076	0,0310	-54,4515	0,0505	-102,4452	0,0507		
81,5894	55,0210	0,0291	-48,4590	0,0492	-98,8075	0,0336		
82,8187	55,8539	0,0302	-49,6870	0,0537	-107,3320	0,0398		

81,6523	55,2060	0,0225	-34,9910	0,0521	-104,2304	0,0306
...	...	...	...	...	...	...
80,3243	51,8996	0,0255	-45,0660	0,0470	-98,7398	0,0348
81,4689	54,5131	0,0188	-28,6368	0,0359	-73,2588	0,0309
82,9412	57,0412	0,0133	-12,9995	0,0361	-69,0828	0,0242
82,8438	57,0900	0,0218	-29,4573	0,0429	-82,4777	0,0291
<b><i>n</i></b>	<b><i>k</i></b>	<b><i>n</i></b>	<b><i>k</i></b>	<b><i>n</i></b>	<b><i>k</i></b>	<b><i>n</i></b>
<b>(leto_feb)</b>	<b>(leto_mar)</b>	<b>(leto_mar)</b>	<b>(leto_april)</b>	<b>(leto_april)</b>	<b>(leto_maj)</b>	<b>(leto_maj)</b>
<b>[°C]</b>	<b>[°C]</b>	<b>[°C]</b>	<b>[°C]</b>	<b>[°C]</b>	<b>[°C]</b>	<b>[°C]</b>
-82,5310	0,0325	-65,7668	0,0144	-24,4670	0,0123	-14,0472
-59,6316	0,0213	-41,8339	0,0064	-7,2349	0,0027	5,7800
-69,7439	0,0206	-43,7988	0,0101	-17,9677	0,0041	-0,2620
-103,0401	0,0480	-94,6814	0,0396	-73,3592	0,0422	-72,8651
-66,3039	0,0328	-60,4259	0,0290	-48,0430	0,0376	-60,4421
-77,4977	0,0351	-64,0009	0,0258	-40,4830	0,0338	-52,0251
-59,3389	0,0211	-35,8266	0,0135	-16,7208	0,0235	-32,1361
...	...	...	...	...	...	...
-74,6789	0,0518	-104,5189	0,0363	-67,3330	0,0279	-44,2636
-61,2582	0,0232	-42,0901	0,0133	-18,0791	0,0203	-27,1119
-43,0750	0,0233	-36,7145	0,0048	3,8028	0,0294	-40,4679
-52,6803	0,0283	-46,3888	0,0193	-24,5702	0,0342	-49,7629
<b><i>k</i></b>	<b><i>n</i></b>	<b><i>k</i></b>	<b><i>n</i></b>	<b><i>k</i></b>	<b><i>n</i></b>	<b><i>k</i></b>
<b>(leto_junij)</b>	<b>(leto_junij)</b>	<b>(leto_julij)</b>	<b>(leto_julij)</b>	<b>(leto_avg)</b>	<b>(leto_avg)</b>	<b>(leto_sep)</b>
<b>[°C]</b>	<b>[°C]</b>	<b>[°C]</b>	<b>[°C]</b>	<b>[°C]</b>	<b>[°C]</b>	<b>[°C]</b>
-0,0009	16,4251	0,0081	0,8103	0,0033	8,5640	0,0060
-0,0187	52,1606	-0,0073	31,6519	-0,0089	33,8161	-0,0054
-0,0098	31,5793	-0,0045	23,6825	-0,0043	21,7589	0,0083
0,0218	-27,9835	0,0293	-40,3307	0,0248	-32,2975	0,0174
0,0321	-46,4624	0,0351	-50,6365	0,0363	-53,2033	0,0106
0,0282	-37,4589	0,0327	-44,7191	0,0312	-42,2384	0,0100
0,0175	-17,0440	0,0194	-19,2494	0,0219	-24,5644	-0,0011
...	...	...	...	...	...	...
0,0091	-2,9658	0,0257	-33,6727	0,0199	-23,5111	0,0166
0,0292	-41,5016	0,0324	-46,0452	0,0287	-38,7848	0,0084
0,0287	-34,9429	0,0282	-31,4337	0,0339	-43,3747	0,0054
0,0322	-41,8582	0,0298	-34,4299	0,0350	-45,5413	0,0139
<b><i>n</i></b>	<b><i>k</i></b>	<b><i>n</i></b>	<b><i>k</i></b>	<b><i>n</i></b>	<b><i>k</i></b>	<b><i>n</i></b>
<b>(leto_sep)</b>	<b>(leto_okt)</b>	<b>(leto_okt)</b>	<b>(leto_nov)</b>	<b>(leto_nov)</b>	<b>(leto_dec)</b>	<b>(leto_dec)</b>
<b>[°C]</b>	<b>[°C]</b>	<b>[°C]</b>	<b>[°C]</b>	<b>[°C]</b>	<b>[°C]</b>	<b>[°C]</b>
-1,4587	-0,0004	5,8576	0,0114	-22,5402	0,0181	-39,9104
22,5253	-0,0008	8,7032	0,0081	-13,5222	0,0054	-11,4160
-7,5258	0,0056	-7,3819	0,0116	-24,5626	0,0188	-42,4742
-22,0895	0,0124	-17,2126	0,0214	-39,5683	0,0201	-40,1469
-6,1788	0,0212	-32,5042	0,0183	-32,2408	0,0280	-55,4433



-4,2172	0,0243	-37,6169	0,0281	-50,7488	0,0280	-55,2176	
17,4497	0,0192	-27,5282	0,0223	-39,8031	0,0357	-70,9477	
...	...	...	...	...	...	...	
-21,6809	0,0093	-12,5956	0,0206	-40,1609	0,0281	-58,6134	
-2,6572	0,0232	-36,6240	0,0031	-1,7063	-0,0048	9,2302	
8,7587	0,0099	-5,8992	0,0162	-24,3303	0,0206	-37,6088	
-7,7862	0,0224	-30,3799	0,0237	-39,0838	0,0259	-47,8687	
<b><math>k (T_{pov})</math></b>	<b><math>n (T_{pov})</math></b>	<b><math>k (A)</math></b>	<b><math>n (A)</math></b>	<b><math>k (T_{max}-T_{min})</math></b>	<b><math>n (T_{max}-T_{min})</math></b>	<b><math>k (D)</math></b>	
[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	
0,0150	-24,8295	-0,0539	131,8121	-0,0539	131,8121	-0,0095	
0,0056	-4,4181	-0,0421	105,1284	-0,0421	105,1284	-0,0070	
0,0139	-24,3326	-0,0585	140,4261	-0,0585	140,4261	-0,0059	
0,0310	-54,4515	-0,0295	80,5103	-0,0295	80,5103	-0,0219	
0,0291	-48,4590	-0,0108	43,5149	-0,0108	43,5149	-0,0040	
0,0302	-49,6870	-0,0193	60,4232	-0,0193	60,4232	-0,0025	
0,0225	-34,9910	-0,0276	76,4407	-0,0276	76,4407	-0,0004	
...	...	...	...	...	...	...	
0,0255	-45,0660	-0,0059	37,0839	-0,0059	37,0839	-0,0058	
0,0188	-28,6368	-0,0016	25,2037	-0,0016	25,2037	-0,0065	
0,0133	-12,9995	-0,0255	72,8531	-0,0255	72,8531	-0,0023	
0,0218	-29,4573	-0,0191	60,5021	-0,0191	60,5021	-0,0013	
<b><math>n (D)</math></b>	<b><math>k (T10-T4)</math></b>	<b><math>n (T10-T4)</math></b>	<b><math>k (I_e)</math></b>	<b><math>n (I_e)</math></b>	<b><math>k (K_g)</math></b>	<b><math>n (K_g)</math></b>	<b><math>k (K_c)</math></b>
[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
20,1514	-0,0155	31,5400	-0,0539	131,8121	-0,1051	236,7621	-0,0971
15,7361	-0,0088	19,0688	-0,0421	105,1284	-0,0840	189,4305	-0,0770
13,4402	-0,0050	11,6110	-0,0585	140,4261	-0,1115	247,0927	-0,1039
45,7475	-0,0268	55,4074	-0,0295	80,5103	-0,0583	138,6933	-0,0536
8,8793	-0,0052	10,5231	-0,0108	43,5149	-0,0248	79,0656	-0,0217
5,9437	0,0007	-1,4605	-0,0193	60,4232	-0,0447	119,8618	-0,0390
1,8427	0,0078	-14,9930	-0,0276	76,4407	-0,0638	156,5163	-0,0557
...	...	...	...	...	...	...	...
13,2532	-0,0241	48,7844	-0,0059	37,0839	-0,0118	53,6350	-0,0108
14,3337	0,0063	-11,4825	-0,0016	25,2037	-0,0039	42,0123	-0,0034
5,4759	0,0024	-4,3863	-0,0255	72,8531	-0,0606	153,1112	-0,0525
3,5461	0,0084	-16,2666	-0,0191	60,5021	-0,0456	123,8213	-0,0395
<b><math>n (K_c)</math></b>	<b><math>k (K_i)</math></b>	<b><math>n (K_i)</math></b>	<b><math>k (K_{Hr})</math></b>	<b><math>n (K_{Hr})</math></b>	<b><math>k (K_{jr})</math></b>	<b><math>n (K_{jr})</math></b>	
[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	
223,5444	-0,2694	658,9417	-0,0410	161,9006	-0,0499	152,6696	
178,2164	-0,2184	545,4981	-0,0415	160,4756	-0,0404	130,3564	
235,3899	-0,2807	673,4939	-0,0479	174,7817	-0,0571	165,2145	
132,2648	-0,1506	411,0711	-0,0280	133,9409	-0,0110	71,6935	
73,1827	-0,0684	274,4297	-0,0077	96,7258	-0,0100	74,8895	
108,3639	-0,1241	388,8891	-0,0142	110,2549	-0,0228	100,8630	

140,4809	-0,1768	490,0640	-0,0211	123,4333	-0,0356	125,6629
...	...	...	...	...	...	...
53,8145	-0,0306	192,4964	-0,0108	102,9032	-0,0008	56,1548
39,4018	-0,0111	176,1657	0,0019	79,2197	0,0043	48,5109
136,2015	-0,1694	484,7334	-0,0193	120,9702	-0,0320	120,1068
110,8136	-0,1275	403,0062	-0,0146	111,7876	-0,0245	105,4965

Tabela 18. Izsek iz Excelove tabele, ki jo oblikuje MATLAB in prikazuje za vsako od 443 klimatskih postaj povprečno temperaturo vsakega meseca med leti 1938 in 2018 (Jan ..., Dec), povprečno temperaturo vseh mesecev ( $T_{pov}$ ), temperaturno amplitudo ( $A$ ), razliko maksimalne in minimalne temperature ( $T_{max}-T_{min}$ ) ter koeficienta  $k$  in  $n$  linearne aproksimacije za vsako postajo [23].

## 6.2 Uporaba programskega okolja ArcGIS

Za izrise temperatur in njihovih trendov ter za konturne izrise indeksov kontinentalnosti in njihovih trendov, katerih slike so ponazorjene v poglavju 7, smo uporabili programski paket ArcGIS, različice 10.5. Pri konturnih izrisih smo uporabili programsko orodje »Arc Toolbox«, podzavihek »Spatial Analyst Tools«. Nato smo izbrali interpolacijsko metodo. Sprva smo izbrali metodo »Spline«, vendar se je izkazalo, da dobimo natančnejše podatke pri metodi »Kriging«, zato smo za konturne izrise uporabili slednjo. Naredili smo zvezne in diskretne izrise.

H konturnim izrisom smo vstavili izolinije, to so črte, ki povezujejo območja z enako temperaturo, kontinentalnostjo oziroma trendi. To smo naredili s programskim orodjem »Arc Toolbox«, podzavihek »Surface« in nato »Contour«.

## 6.3 Uporaba programa Excel

Pri izrisih s programskim paketom ArcGIS smo opazili »popačenje podatkov« na mejah evropskega kontinenta, predvsem na območju Sredozemlja. Zaradi tega smo s programom Excel, različice Office 15, k 321 evropskim klimatskim postajam dodali še 122 neevropskih klimatskih postaj, ki so bile izven robov evropskega kontinenta. S pomočjo Excela smo prav tako filtrirali podatke in izrisali grafikone.

## **7 REZULTATI IN RAZPRAVA**

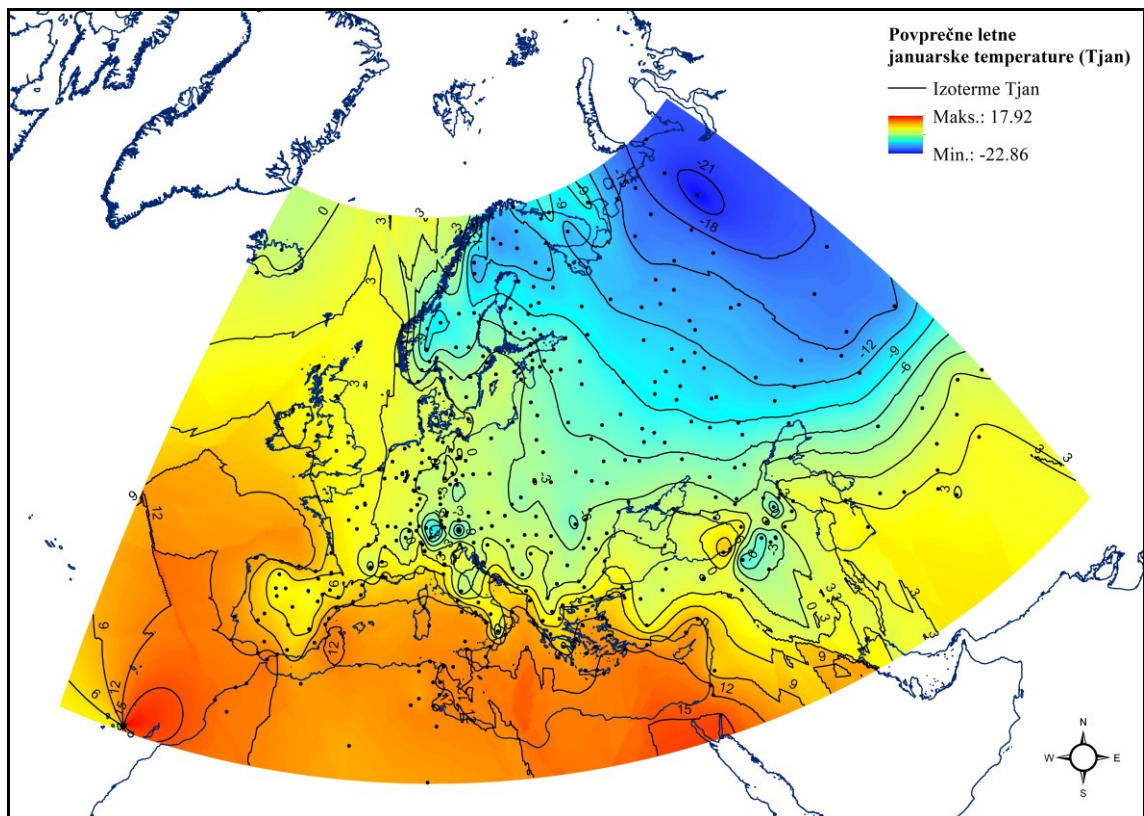
V tem poglavju bomo obravnavali gibanje temperatur in njihovih trendov ter gibanje indeksov kontinentalnosti in njihovih trendov v Evropi, in sicer za izbranih 443 klimatskih postaj, za obdobje 1938–2018. Zaradi prevelikega obsega dobljenih rezultatov so le-ti, za izračunana povprečja, v celoti v PRILOGI, priloženi k magistrskemu delu.

### **7.1 Gibanje temperatur in njihovi trendi**

V tem poglavju je prikazano gibanje temperatur in njihovih trendov na območju Evrope za obdobje 1938–2018.

#### **7.1.1 Gibanje temperatur**

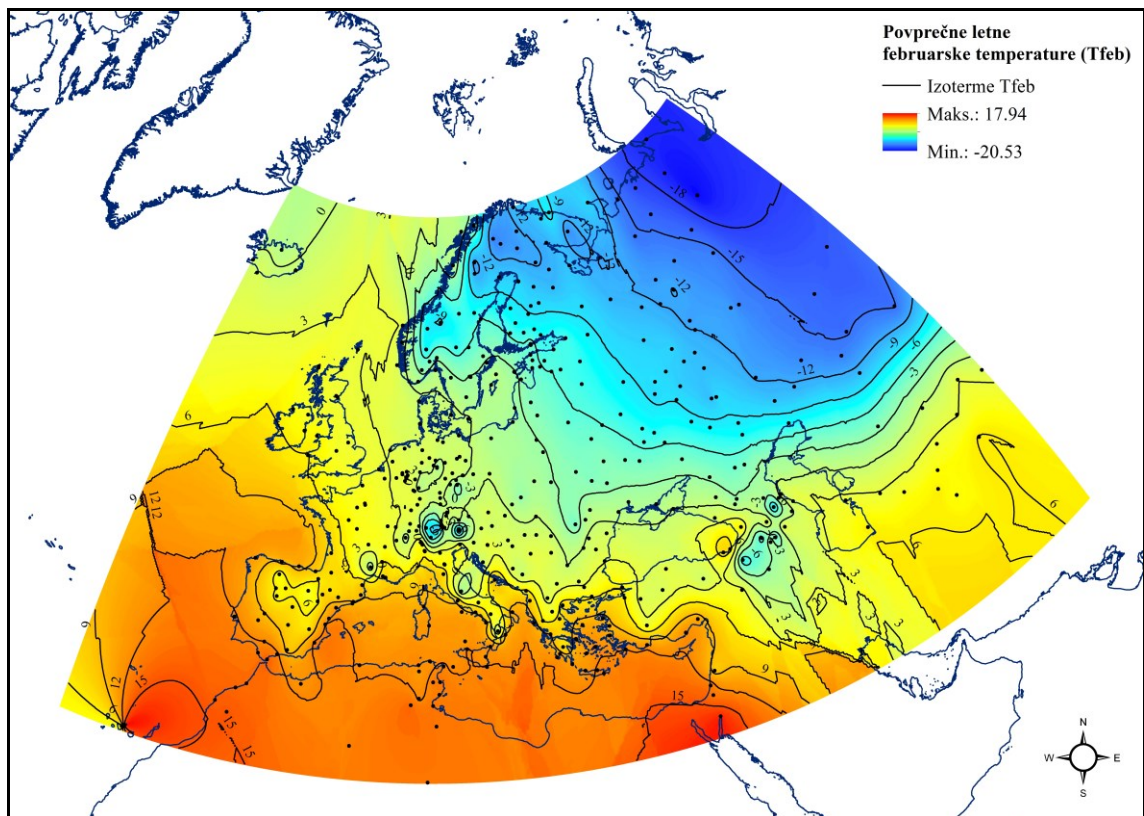
Povprečne letne januarske temperature se v Evropi gibajo med  $-22,8641$  in  $17,9178$  °C (slika 22) [23].



Slika 22. Zvezna karta povprečne letne januarske temperature v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Opazimo, da so izoterme povprečnih januarskih temperatur razporejene v smeri od jugozahoda proti severovzhodu, pri čemer so najtoplejše temperature na jugozahodu Evrope in najhladnejše na severovzhodu. Temperaturna odstopanja najdemo na območju Švice, Avstrije in Italije. Sklepamo lahko, da so vzrok temu nadmorske višine, ki so v tem delu Evrope največje (slika 22) [23].

Povprečne letne februarske temperature se v Evropi gibajo med  $-20,5264$  in  $17,9399$  °C (slika 23) [23].

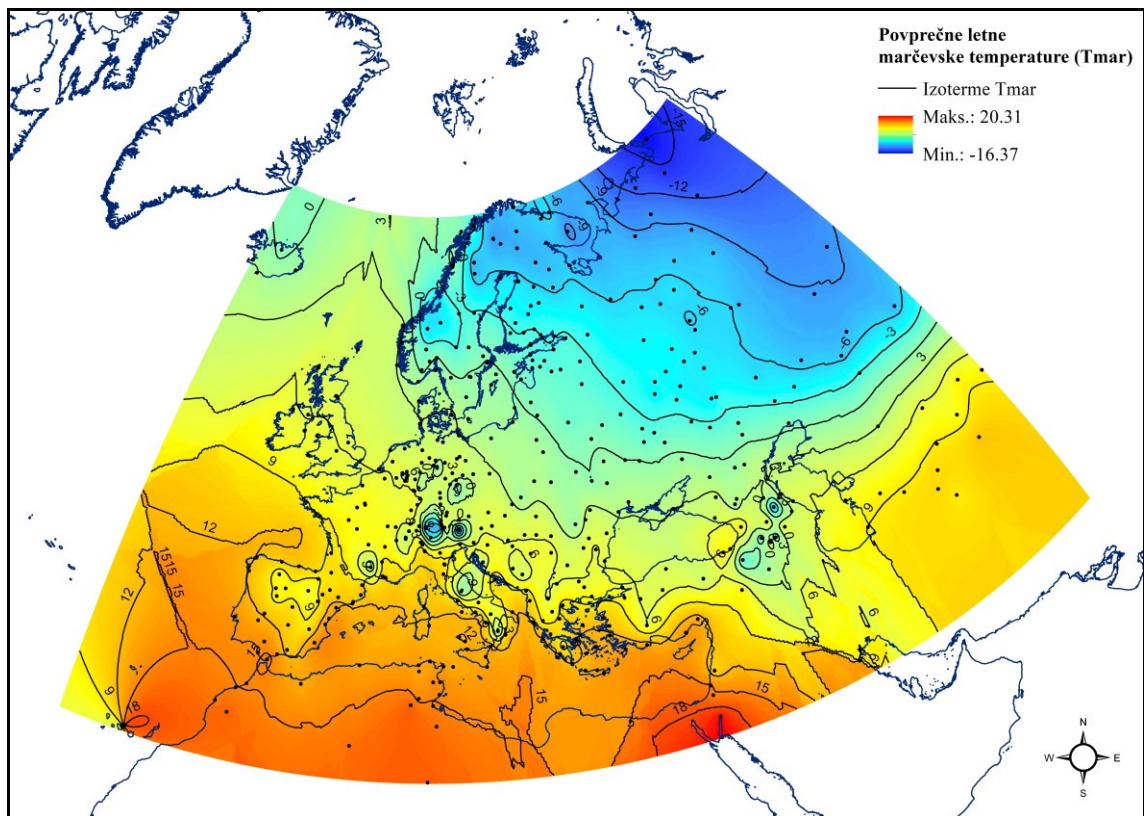


Slika 23. Zvezna karta povprečne letne februarске temperature v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Tudi za februarске temperature lahko podobno kot pri januarских temperaturah opazimo, da so izoterme povprečnih februarских temperatur še vedno razporejene v smeri od jugozahoda proti severovzhodu, pri čemer so najtoplejše temperature na jugozahodu Evrope in najhladnejše na severovzhodu. Opazimo, da so najvišje povprečne letne februarске temperature skoraj enake kot januarске, okrog 18 °C. Tudi povprečne najnižje temperature se med tema dvema mesecema bistveno ne razlikujejo (slika 23) [23].

Povprečne letne marčevske temperature se v Evropi gibajo med -16,3721 in 20,3145 °C (slika 24) [23].

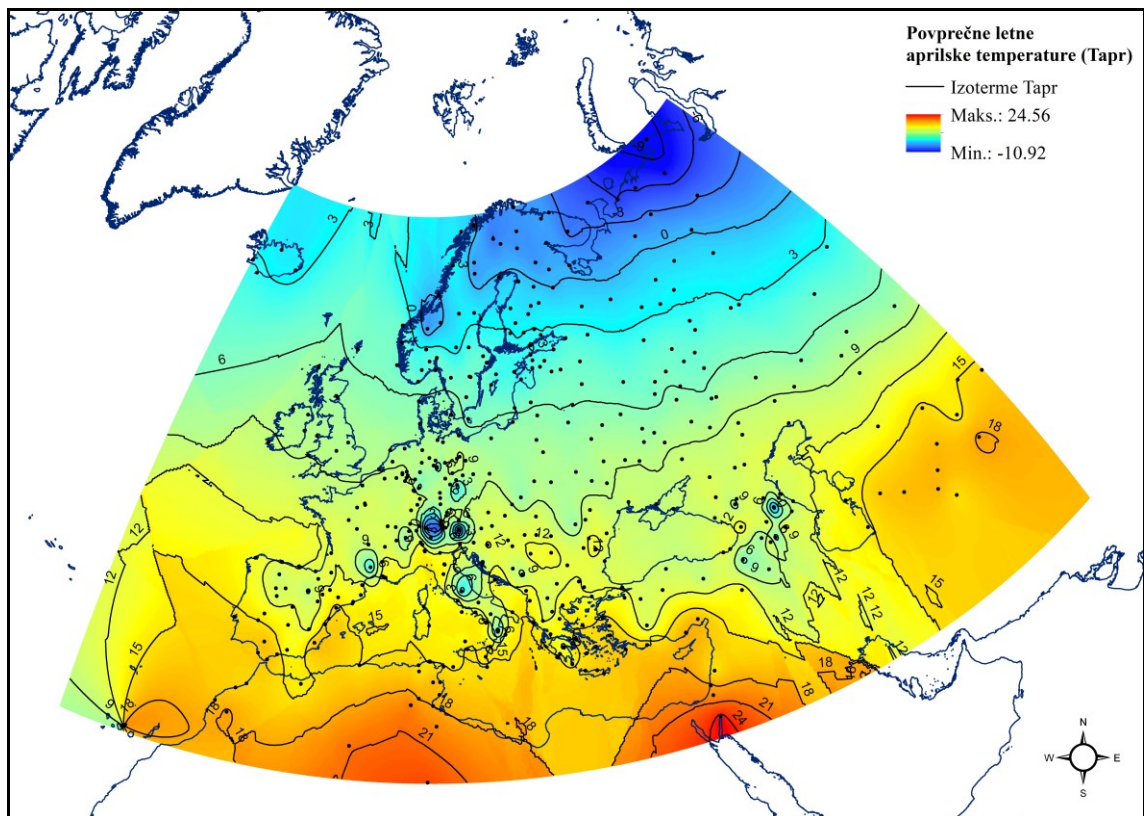




Slika 24. Zvezna karta povprečne letne marčevske temperature v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Tudi pri marčevskih temperaturah lahko podobno kot pri januarskih in februarških temperaturah opazimo, da so izoterme povprečnih letnih marčevskih temperatur še vedno razporejene v smeri od jugozahoda proti severovzhodu, pri čemer so najtoplejše temperature na jugozahodu Evrope in najhladnejše na severovzhodu (slika 24) [23].

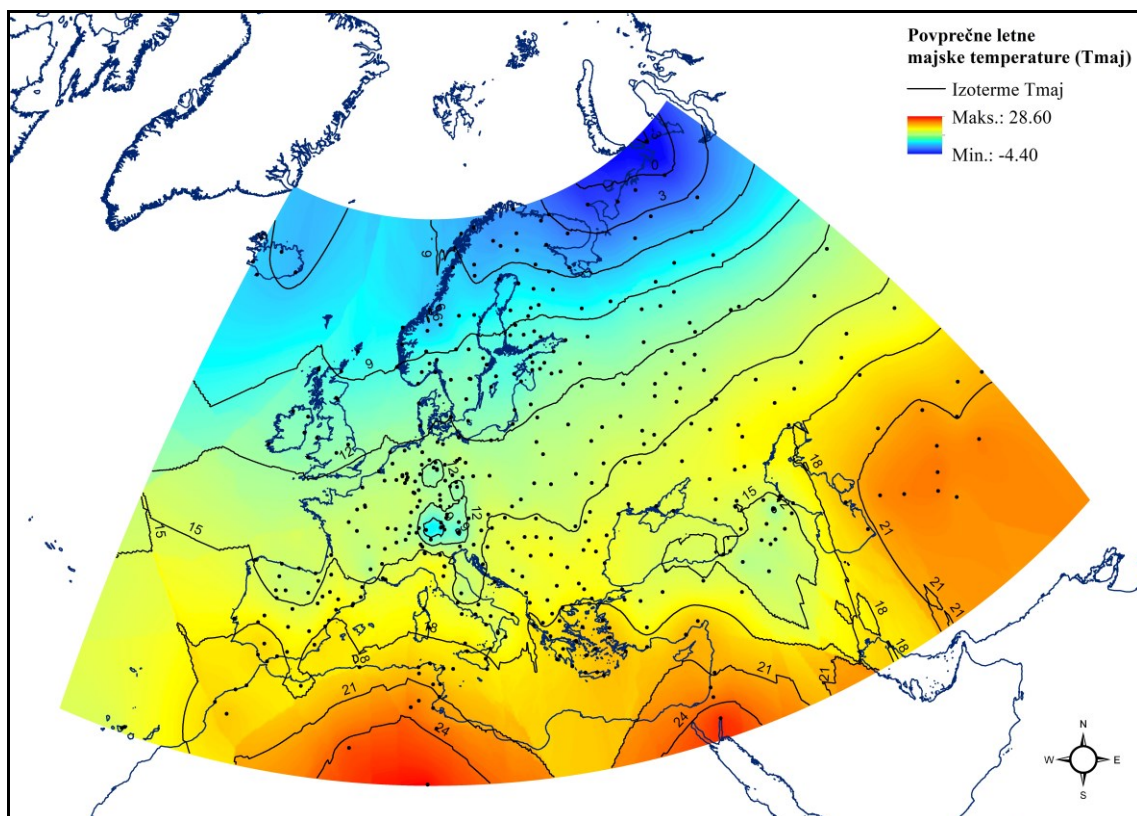
Povprečne letne aprilske temperature se v Evropi gibajo med  $-10,9192$  in  $24,5613$  °C (slika 25) [23].



Slika 25. Zvezna karta povprečne letne aprilske temperature v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Pri povprečnih letnih aprilskih temperaturah opazimo izrazito spremembo smeri izoterm glede na prejšnje mesece. Aprilske izoterme imajo izrazito vzporedniško smer zahod-vzhod, pri čemer so najvišje temperature na jugu Evrope in najnižje na severu kontinenta. Glede na mesec januar so najnižje povprečne letne temperature v aprilu približno za polovico toplejše. Na območju severne Italije in zahodne Avstrije opazimo izrazito nižje temperature glede na okolico, kar je v večjem delu posledica vpliva Alp. Hladnejše temperature glede na okolico so tudi v osrednji Italiji, vendar so ta odstopanja manjša kot v severni Italiji (slika 25) [23].

Povprečne letne majske temperature se v Evropi gibajo med  $-4,3999$  in  $28,5933$  °C (slika 26) [23].

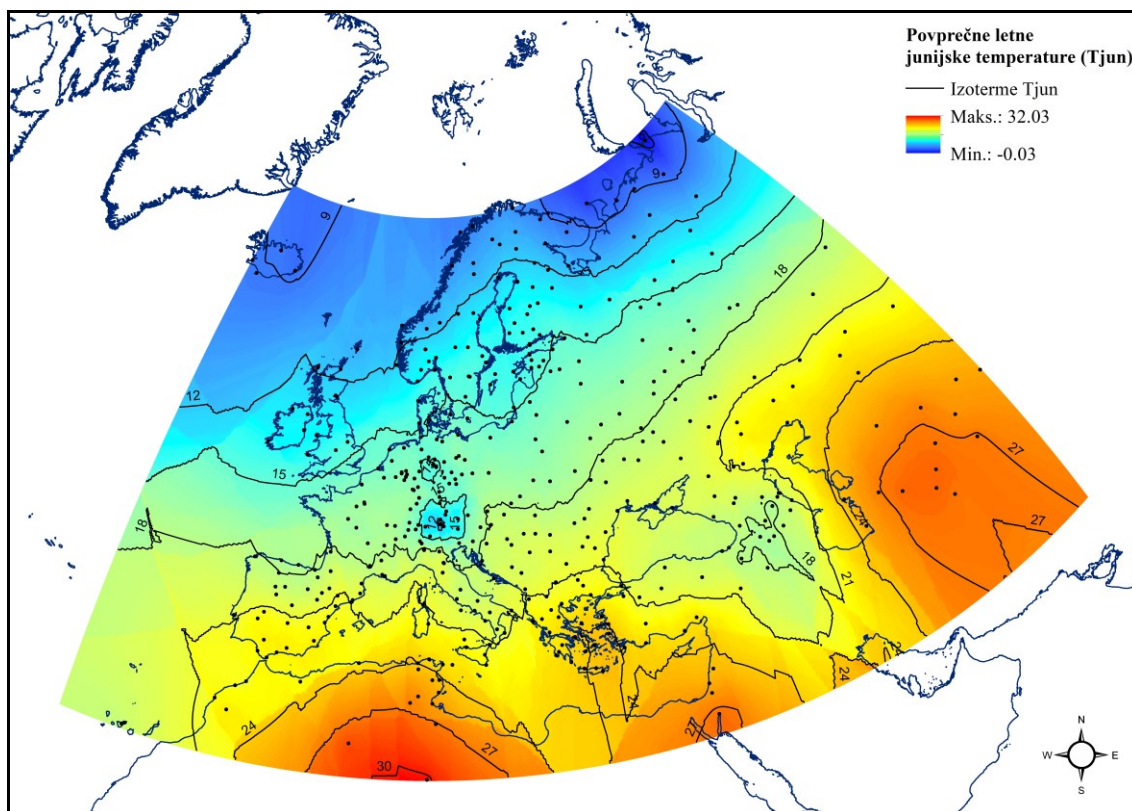


Slika 26. Zvezna karta povprečne letne majske temperature v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Pri povprečnih letnih mayskih temperaturah se smer izoterm začne obračati proti smeri od severozahoda proti jugovzhodu, pri čemer so najvišje temperature na jugovzhodu Evrope in najnižje na severozahodu kontinenta. V tem mesecu se najnižje temperature približujejo ničli. Najvišje povprečne majske temperature pa so za približno 4 °C višje od aprilskih temperatur. Opazimo, da so izrazito nižje temperature glede na okolico na območju Slovenije in Avstrije in ne več na območju Italije, kot je to veljalo za mesec april (slika 26).

Povprečne letne junijske temperature se v Evropi gibajo med -0,0350 °C in 32,0318 °C (slika 27) [23].

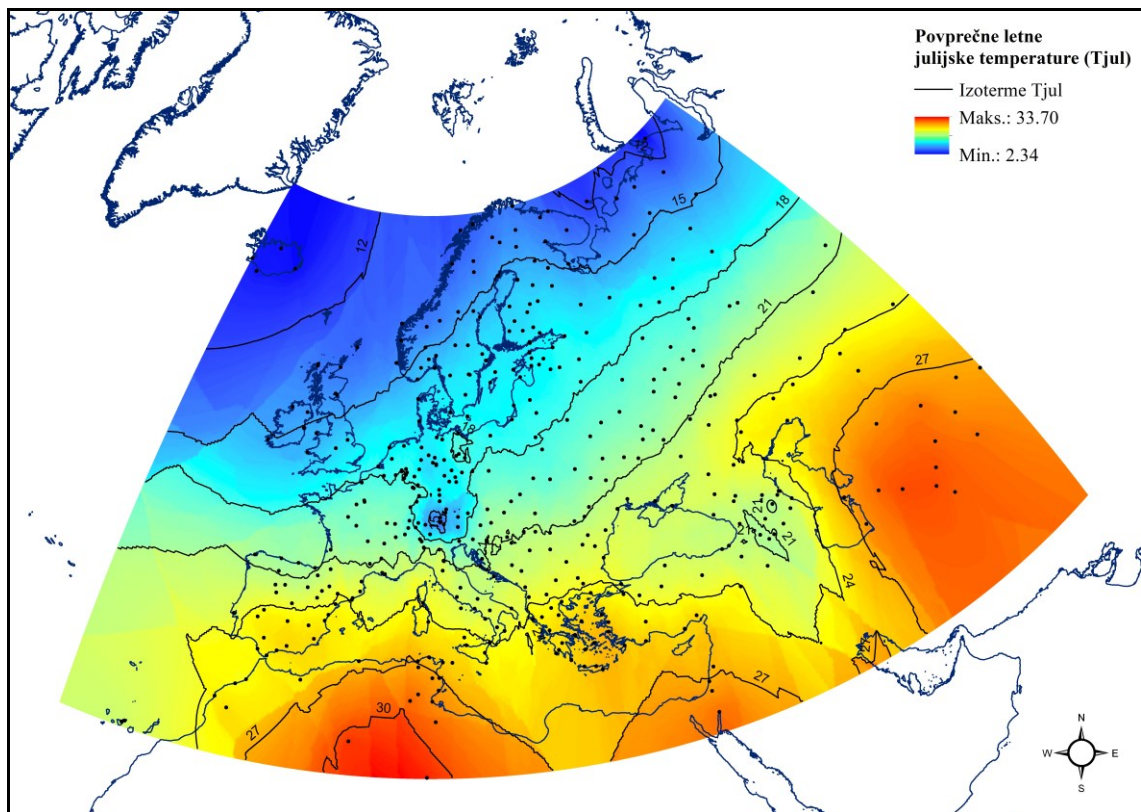




Slika 27. Zvezna karta povprečne letne junijske temperature v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Pri povprečnih letnih junijskih temperaturah je smer izolinij še bolj izrazita v smeri od severozahoda proti jugovzhodu kot v maju, pri čemer so najvišje temperature na jugovzhodu Evrope in najnižje na severozahodu kontinenta. V tem mesecu najnižje temperature že skoraj dosežejo ničlo. Na območju Slovenije, Avstrije in Švice opazimo povečano temperaturno odstopanje od okolice, ki se je po obsegu glede na mesec maj še povečalo (slika 27) [23].

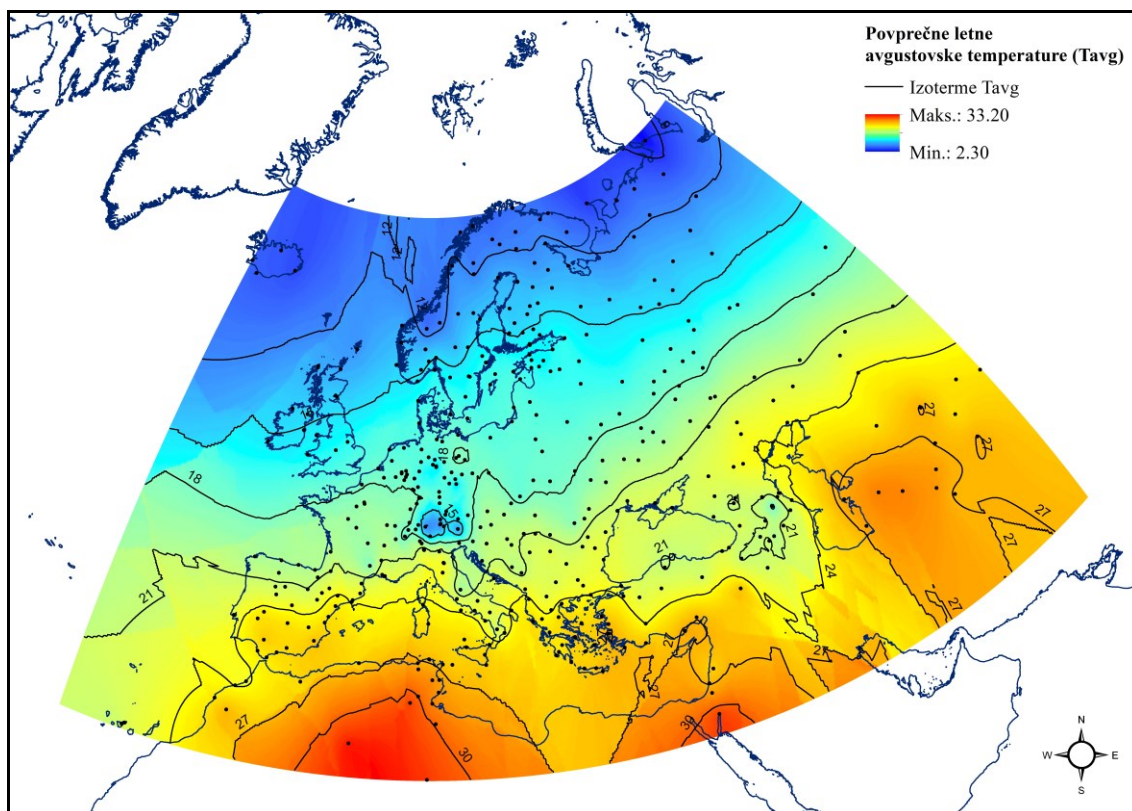
Povprečne letne julijske temperature se v Evropi gibajo med 2,2374 °C in 33,6976 °C (slika 28).



Slika 28. Zvezna karta povprečne letne julijske temperature v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Pri povprečnih letnih julijskih temperaturah imajo izoterme približno enako smer kot v mesecu juniju, torej od severozahoda proti jugovzhodu, pri čemer so najvišje temperature na jugovzhodu Evrope in najnižje na severozahodu kontinenta. V tem mesecu so najnižje povprečne letne temperature prvič nad 0 °C. Najvišje povprečne letne temperature so skoraj enake kot v mesecu juniju in znašajo okrog 33° C. Izrazito odstopanje nižjih temperatur, ki je bilo v mesecu juniju na območju Slovenije, Avstrije in Švice, se v tem mesecu poveže s hladnejšimi temperaturami na severu Evrope (slika 28).

Povprečne letne avgustovske temperature se v Evropi gibajo med 2,3002 °C in 33,1988 °C (slika 29) [23].

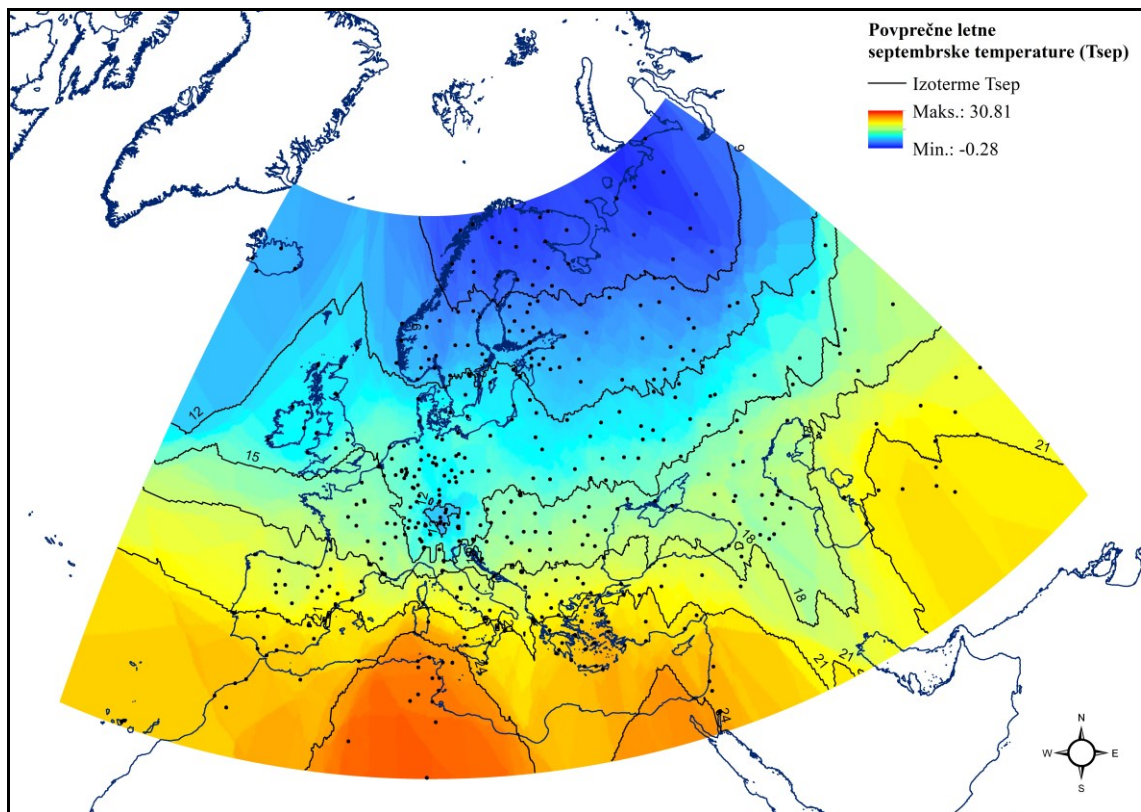


Slika 29. Zvezna karta povprečne letne avgustovske temperature v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Pri povprečnih letnih avgustovskih temperaturah imajo izoterme približno enako smer kot v mesecu juniju in juliju, torej od severozahoda proti jugovzhodu, pri čemer so najvišje temperature na jugovzhodu Evrope in najnižje na severozahodu kontinenta. V tem mesecu so najnižje povprečne letne temperature približno enake kot v juliju in znašajo okrog 2 °C. Prav tako so povprečne letne najvišje temperature približno enake kot v mesecu juliju in znašajo okrog 33 °C. Opazimo, da se temperaturno odstopanje od okolice na območju Slovenije, Avstrije in Švice še bolj izrazito kot v mesecu juliju začne zlivati z bolj hladno okolico s severa (slika 29) [23].

Povprečne letne septembrske temperature se v Evropi gibajo med -0,2801 °C in 30,8148 °C (slika 30) [23].

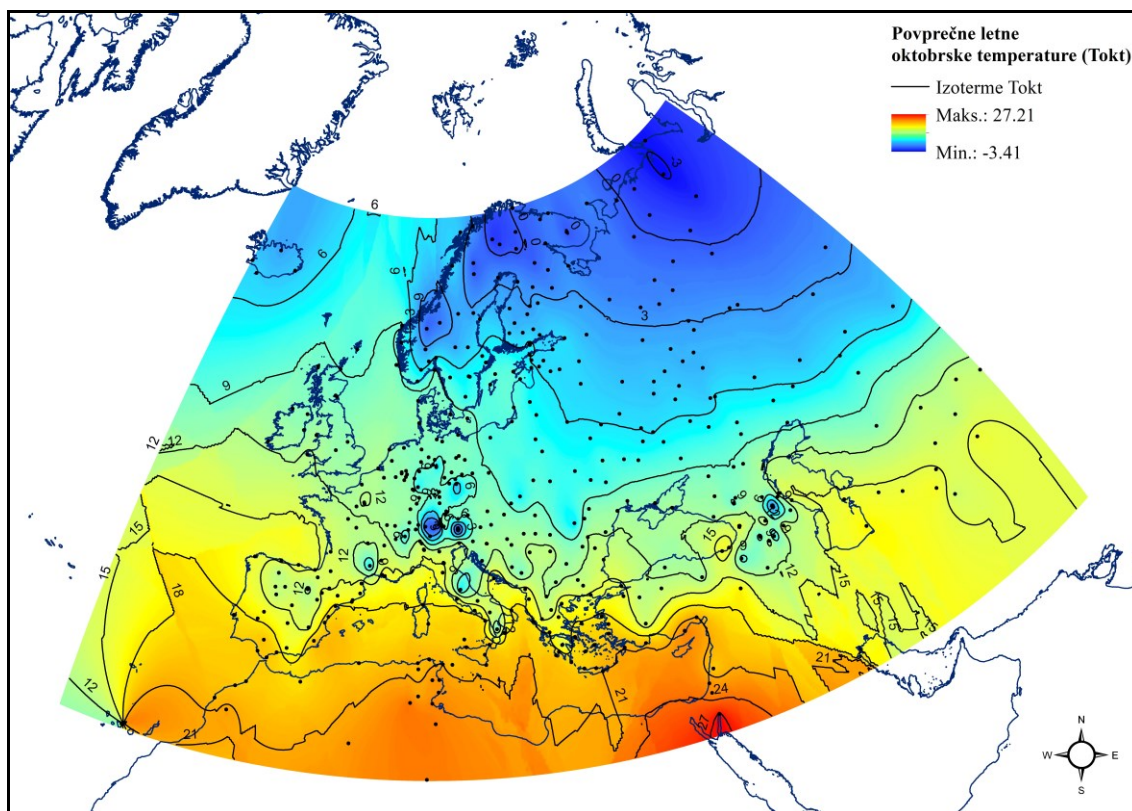




Slika 30. Zvezna karta povprečne letne septembrske temperature v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Pri povprečnih letnih septembrskih temperaturah začnejo izoterme dobivati bolj izrazito vzporedniško smer, pri čemer so najtoplejše temperature na jugovzhodu Evrope in najhladnejše na severozahodu kontinenta. V tem mesecu je vrednost najnižje povprečne letne temperature ponovno pod 0 °C. Najvišje povprečne letne temperature pa se bistveno ne razlikujejo od avgusta. Opazimo, da se je pred tem prisotno odstopanje od okolice na območju Švice in Avstrije še v večjem obsegu zlilo z okolico s severa (slika 30) [23].

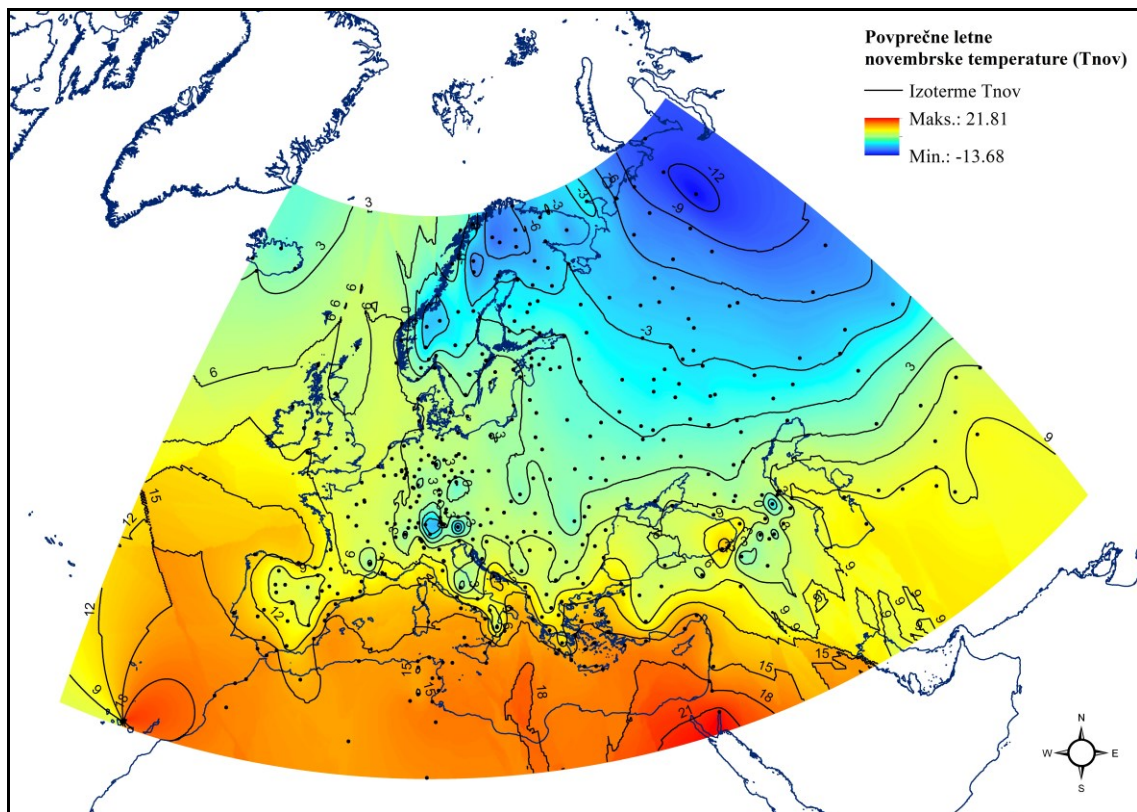
Povprečne letne oktobrske temperature se v Evropi gibajo med -3,4074 °C in 27,2081 °C (slika 31) [23].



Slika 31. Zvezna karta povprečne letne oktobrske temperature v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Pri povprečnih letnih oktobrskih temperaturah začnejo izoterme dobivati ponovno smer v smeri od severovzhoda proti jugozahodu, pri čemer so najvišje temperature na jugozahodu Evrope in najnižje na severovzhodu. Opazimo, da so najvišje temperature na jugu Evrope še vedno precej visoke, vendar s severa opazimo postopno zniževanje temperatur. Opazimo, da pred tem prisotno odstopanje od okolice na območju Slovenije, Avstrije in Švice, ki je bilo še v mesecu septembru zlito s hladnejšimi temperaturami s severa, v tem mesecu razpade na manjša območja, ki s severom več niso povezana (slika 31) [23].

Povprečne letne novembrske temperature se v Evropi gibajo med  $-13,6761\text{ }^{\circ}\text{C}$  in  $21,8058\text{ }^{\circ}\text{C}$  (slika 32) [23].

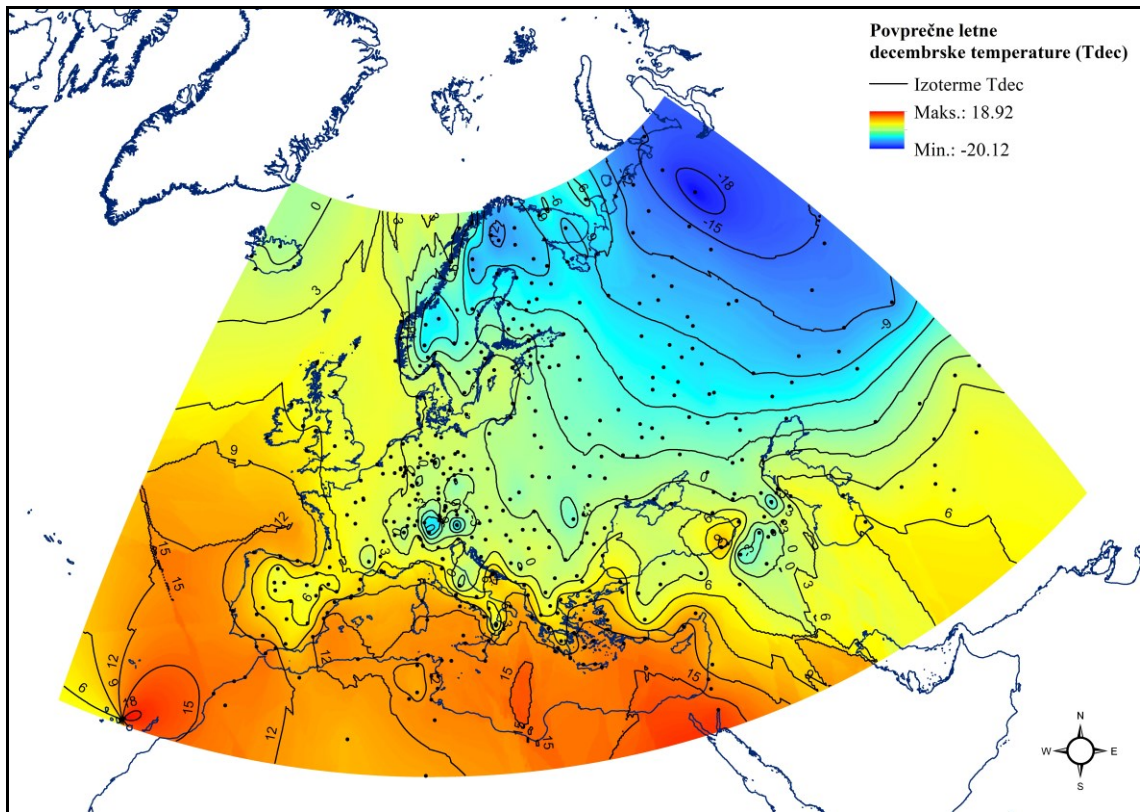


Slika 32. Zvezna karta povprečne letne novembrske temperature v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Pri povprečnih letnih novembrskih temperaturah imajo izoterme prav tako smer od severovzhoda proti jugozahodu, pri čemer so najvišje temperature na jugozahodu Evrope in najnižje na severovzhodu. V tem mesecu opazimo izrazito znižanje tako najnižje kot tudi najvišje povprečne letne temperature. Odstopanje temperatur od okolice na območju Švice in Avstrije je prisotno še v manjšem obsegu kot v mesecu oktobru (slika 32) [23].

Povprečne letne decembrske temperature se v Evropi gibajo med  $-20,1192\text{ }^{\circ}\text{C}$  in  $18,9191\text{ }^{\circ}\text{C}$  (slika 33) [23].

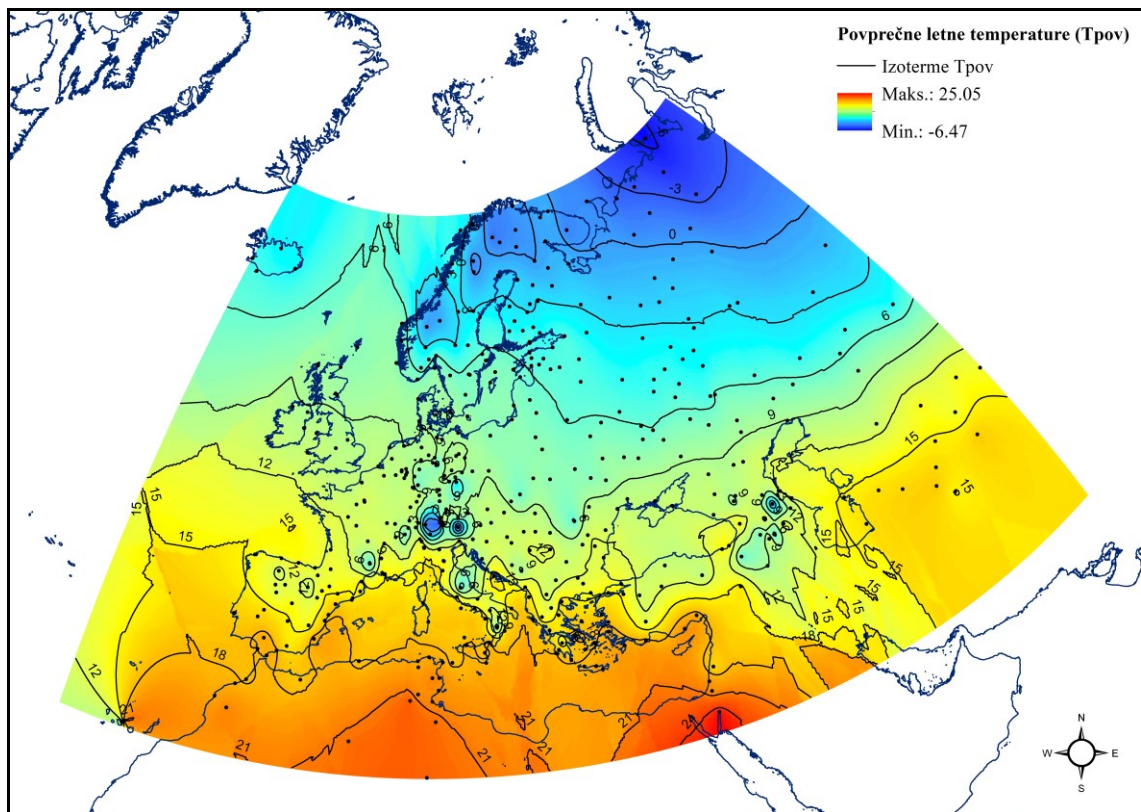




Slika 33. Zvezna karta povprečne letne decembrske temperature v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Pri povprečnih letnih decembrskih temperaturah imajo izoterme prav tako smer od severovzhoda proti jugozahodu, pri čemer so najvišje temperature na jugozahodu Evrope in najnižje na severovzhodu. V tem mesecu so najnižje in najvišje povprečne letne temperature približno enake kot v januarju. Temperaturno odstopanje od okolice na območju Slovenije, Avstrije in Švice je skoraj že popolnoma izginilo (slika 33).

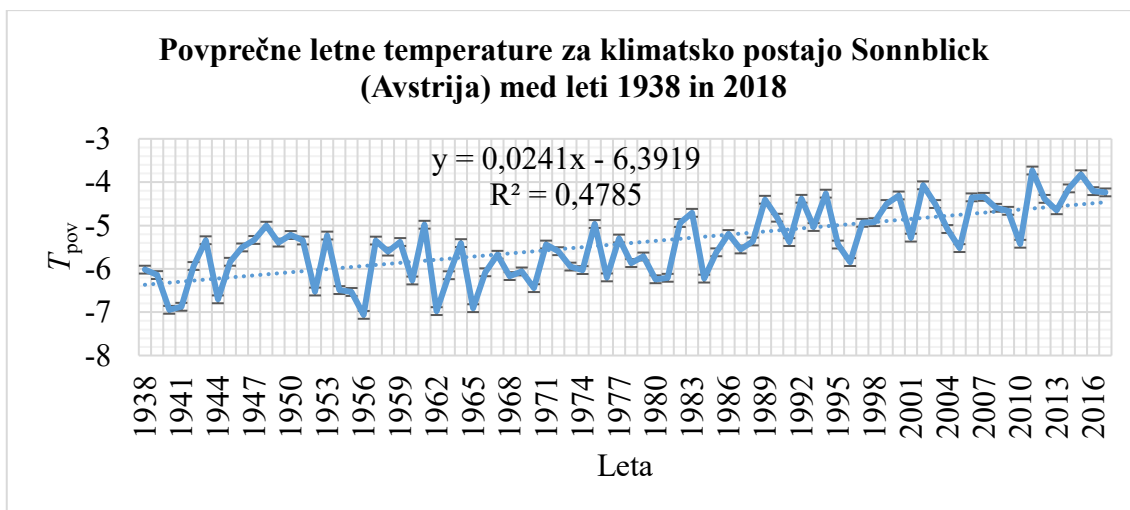
Pri povprečnih letnih temperaturah povprečja vseh mesecev imajo izoterme prav tako smer od severovzhoda proti jugozahodu, vendar le-ta ni izrazita in prehaja v smer od severa proti jugu (slika 34) [23].



Slika 34. Zvezna karta povprečne letne temperature v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

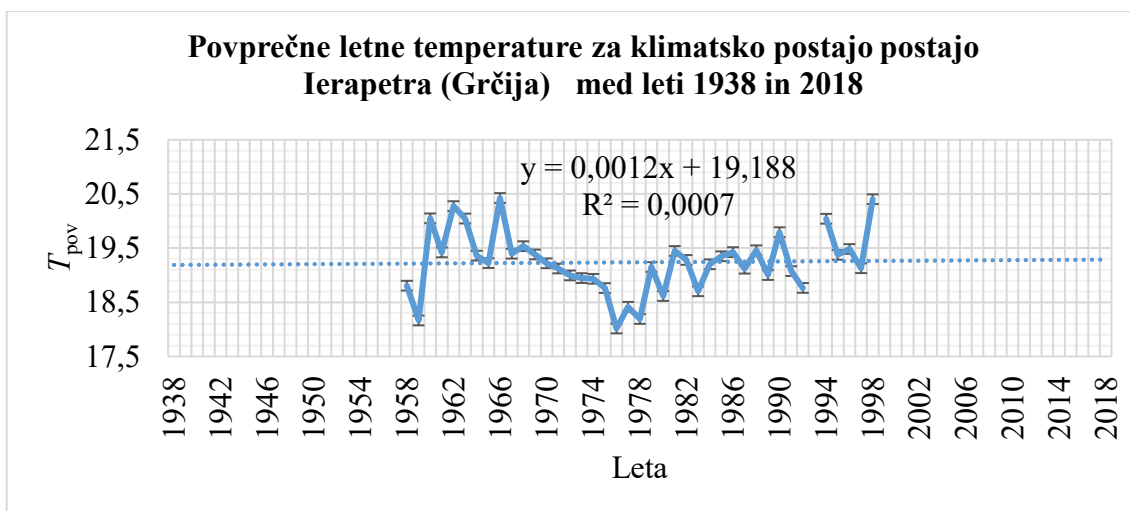
S slike 34 vidimo, da so najvišje temperature na območju ob Sredozemskem morju in njegovi okolici ter najnižje na območju Rusije, Norveške in Švedske, prav tako pa od okolice močno odstopa tudi skrajni severni del Italije. Najnižje vrednosti povprečnih letnih temperatur ima klimatska postaja Sonnblick (Avstrija), in sicer  $-5,4153\text{ }^{\circ}\text{C}$  (slika 35), sledijo pa Khosed-Khardsky (Rusija) z  $-4,7506\text{ }^{\circ}\text{C}$  in Zugspitze (Nemčija) z  $-4,4600\text{ }^{\circ}\text{C}$  in Naryan-Mar (Rusija) z  $-3,3814\text{ }^{\circ}\text{C}$  [23].





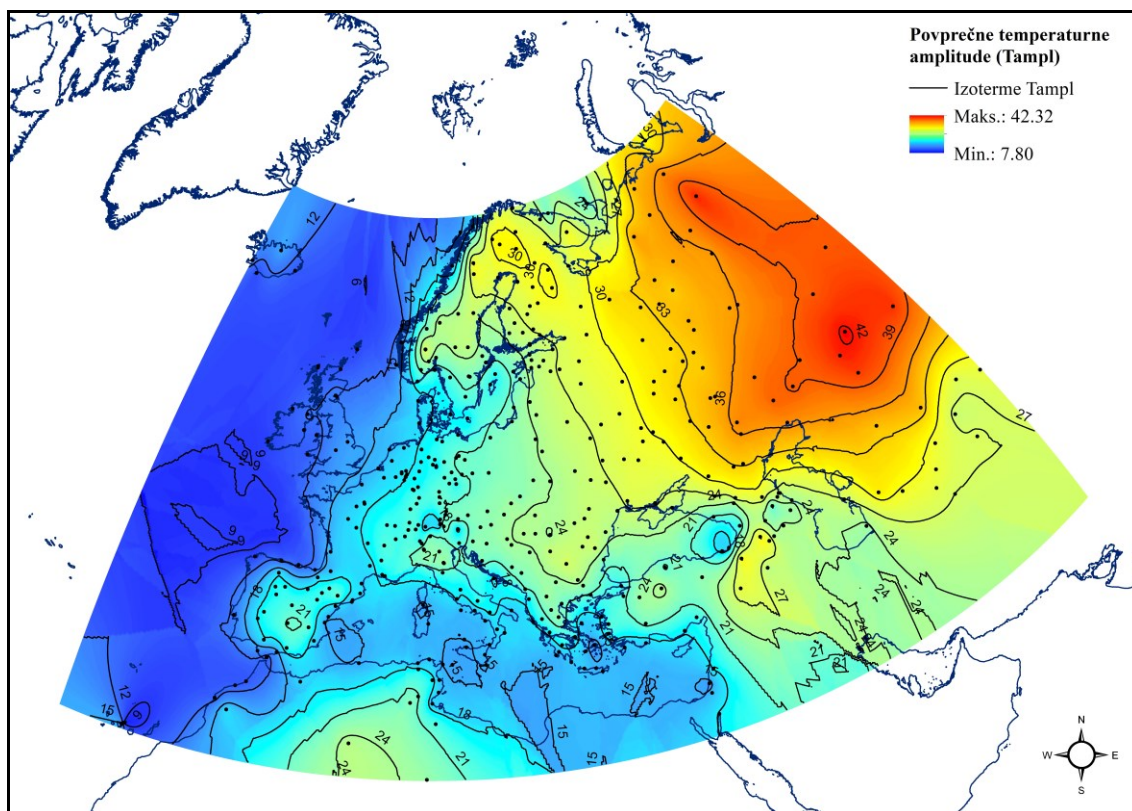
Slika 35. Povprečne letne temperature za klimatsko postajo Sonnblick (Avstrija), kjer so zabeležili med leti 1938 in 2018 najnižje vrednosti povprečnih letnih temperatur. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo  $T_{\text{pov}}$  [23]. Izris: Tanja Vajs.

V primerjavi s tem so najvišje povprečne letne temperature zabeležili v klimatski postaji Ierapetra (Grčija) (slika 36), in sicer  $19,2383^{\circ}\text{C}$ , sledijo Rodos (Grčija) z  $19,0129^{\circ}\text{C}$ , Murcia (Španija) z  $18,8971^{\circ}\text{C}$  in Adana (Turčija) z  $18,8728^{\circ}\text{C}$  [23].



Slika 36. Povprečne letne temperature za klimatsko postajo Ierapetra (Grčija), kjer so zabeležili med leti 1958 in 1998 najvišje vrednosti povprečnih letnih temperatur. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo  $T_{\text{pov}}$  [23]. Izris: Tanja Vajs.

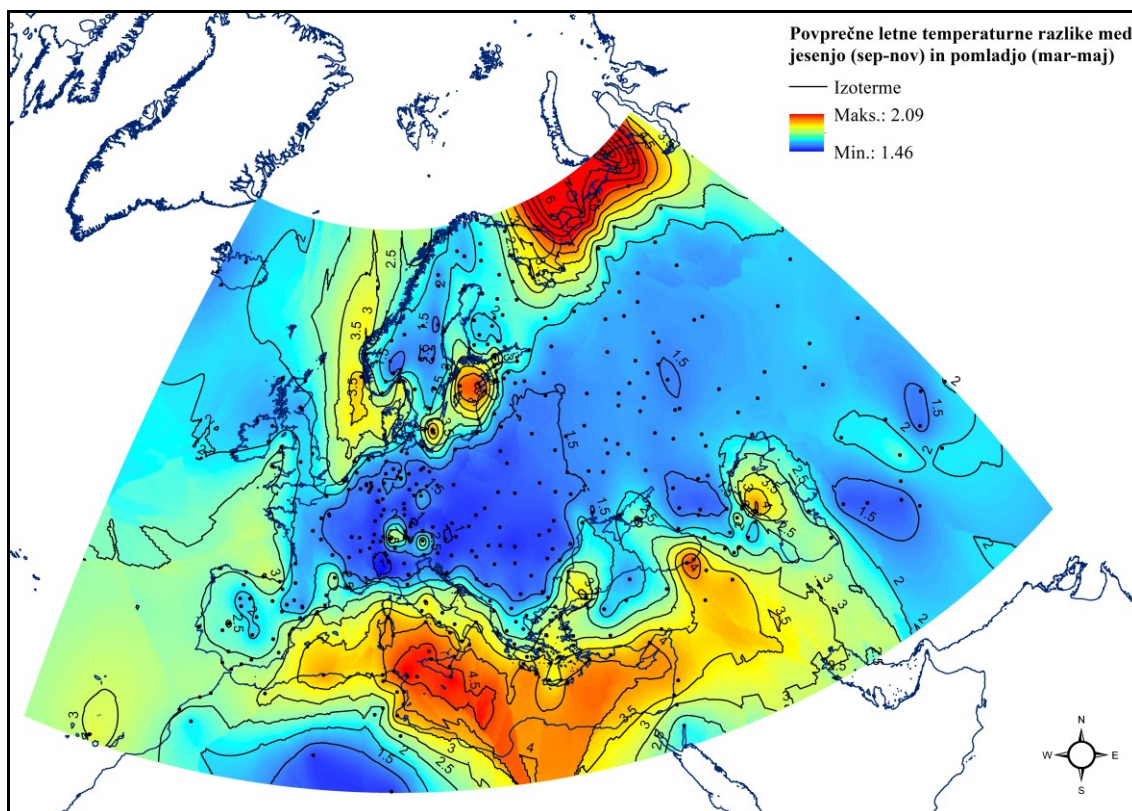
S slike 37 vidimo, da povprečne letne temperaturene amplitude padajo iz smeri severovzhoda proti jugozahodu [23].



Slika 37. Zvezna karta povprečne temperaturne amplitude v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

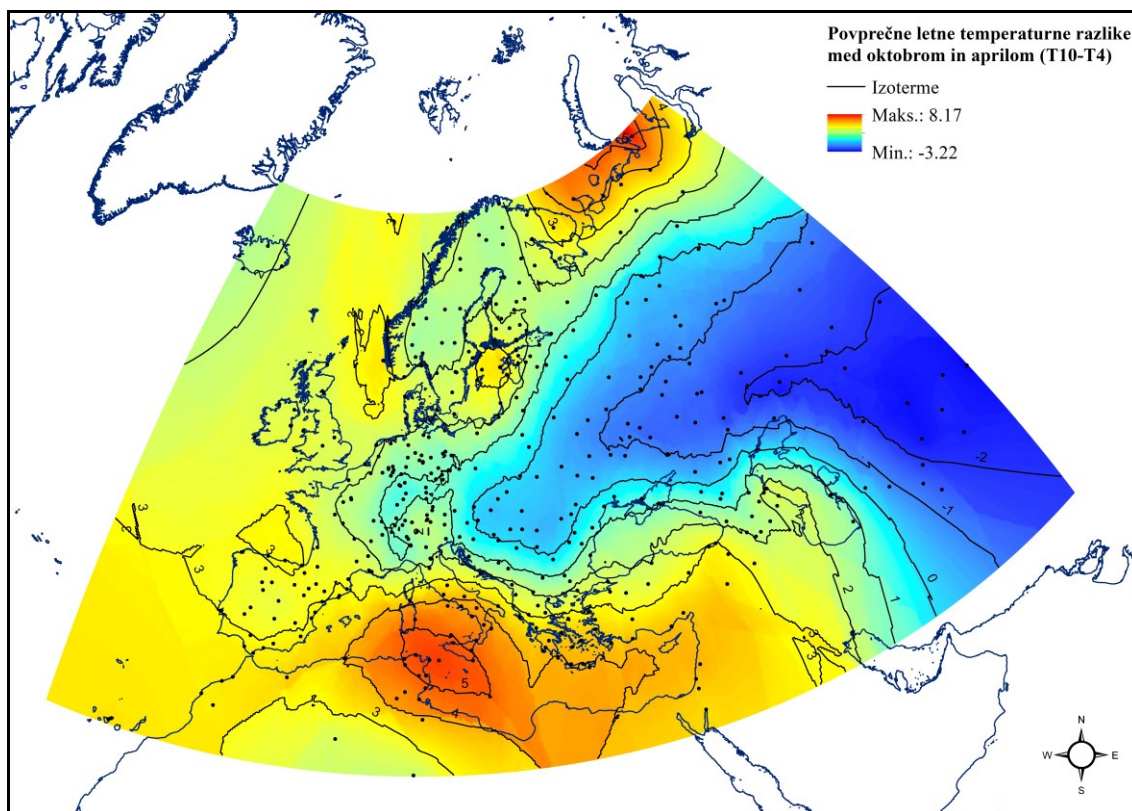
Največje temperaturne amplitude so na območju Rusije, najmanjše pa na Sredozemskem morju in v njegovi okolici (slika 37). Najmanjše vrednosti povprečnih letnih temperaturnih amplitud v Evropi ima klimatska postaja Valentia (Irska), in sicer  $9,6919\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sledijo pa A Coruña (Španija) z  $9,6453\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Lerwick (Velika Britanija) z  $9,6919\text{ }^{\circ}\text{C}$  in Stornoway (Velika Britanija) z  $9,8600\text{ }^{\circ}\text{C}$ . V primerjavi s tem so največje povprečne letne temperaturne amplitude v Evropi zabeležili v klimatski postaji Khoseda-Khardsky (Rusija), in sicer  $36,9823\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sledijo Troitsko-Pechorsky (Rusija) s  $36,8374\text{ }^{\circ}\text{C}$ , El'ton (Rusija) s  $36,8009\text{ }^{\circ}\text{C}$  in Yanaul (Rusija) s  $36,0809\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Največje povprečne letne temperaturne amplitude ima klimatska postaja Turgaj (Kazahstan), in sicer  $42,3235\text{ }^{\circ}\text{C}$ , vendar le-ta leži zunaj Evrope (slika 37) [23].

S slike 38 vidimo, da povprečne letne temperaturne razlike med jesenjo (september–november) in pomladjo (marec–maj) padajo iz smeri severovzhoda proti jugozahodu, večja odstopanja so le na območju Finske in Baltskega morja [23].



Slika 38. Zvezna karta povprečnih letnih temperaturnih razlik med jesenjo (september–november) in pomladjo (marec–maj) v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Največje povprečne temperaturne razlike med jesenjo in pomladjo so na območju Finske, Baltskega in Sredozemskega morja (slika 38). Iz slike 38 vidimo, da ima najmanjše vrednosti povprečnih letnih temperaturnih razlik med jesenjo in pomladjo v Evropi klimatska postaja Cinisello Balsamo (Italija), in sicer  $0,9627\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sledijo pa Milano (Italija) z  $0,9686\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Gradec (Avstrija) z  $0,9703\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Via ai Monti (Švica) z  $0,9765\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Deva (Romunija) z  $0,9950\text{ }^{\circ}\text{C}$  in Weihenstephan (Nemčija) z  $1,0064\text{ }^{\circ}\text{C}$ . V primerjavi s tem so največje povprečne letne temperaturne razlike med jesenjo in pomladjo v Evropi zabeležili v klimatski postaji Kanin Nos (Rusija), in sicer  $6,3448\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sledijo Indiga (Rusija) s  $6,0105\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Naryan-Mar (Rusija) s  $4,8154\text{ }^{\circ}\text{C}$  in Cozzo Spadaro (Italija) s  $4,7706\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Na sliki 39 ima največje povprečne letne temperaturne razlike med jesenjo in pomladjo klimatska postaja Amderma (Rusija), in sicer  $7,5091\text{ }^{\circ}\text{C}$ , vendar le-ta leži zunaj Evrope [23].



Slika 39. Zvezna karta povprečnih letnih temperaturnih razlik med oktobrom in aprilom v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

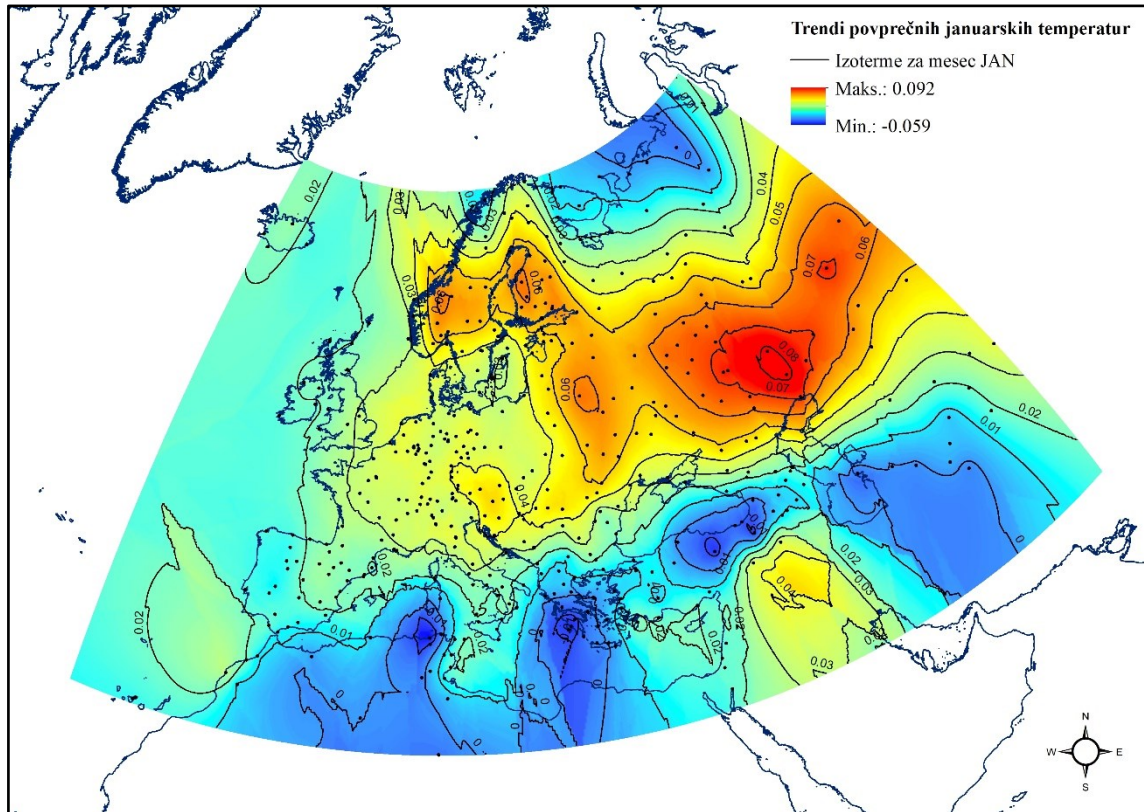
Iz slike 39 vidimo, da ima najmanjše vrednosti povprečnih letnih temperaturnih razlik med oktobrom in aprilom v Evropi klimatska postaja Verkhniy Baskunchak (Rusija), in sicer  $-2,1025\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sledijo pa El'ton (Rusija) z  $-1,9015\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Valuyki (Rusija) z  $-1,7585\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Frolovo (Rusija) z  $-1,7245\text{ }^{\circ}\text{C}$  in Lugansk (Ukrajina) z  $-1,6524\text{ }^{\circ}\text{C}$ . V primerjavi s tem so največje povprečne letne temperaturne razlike med oktobrom in aprilom v Evropi zabeležili v klimatski postaji Ustica (Italija), in sicer  $5,4251\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sledijo Cozzo Spadaro (Italija) s  $5,4227\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Palermo (Italija) s  $5,1363\text{ }^{\circ}\text{C}$  in Pantelleria (Italija) s  $5,1206\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Na sliki 39 ima največje povprečne letne temperaturne razlike med oktobrom in aprilom klimatska postaja Amderma (Rusija), in sicer  $8,1675\text{ }^{\circ}\text{C}$ , in najmanjše klimatska postaja Turkmenabat (Turkmenistan), in sicer  $-3,2221\text{ }^{\circ}\text{C}$ , vendar le-ti ležita zunaj Evrope [23].

Opazimo lahko, da so pozimi izoterme bolj v poldnevniški smeri (vpliv kontinentalnosti), poleti pa bolj v vzporedniški smeri (vpliv geografske širine).



## 7.1.2 Trendi gibanja temperatur

S slike 40 vidimo, da so trendi povprečnih januarskih temperatur največji v Vzhodni Evropi ter najmanjši na območju Sredozemskega morja in v njegovi okolici [23].

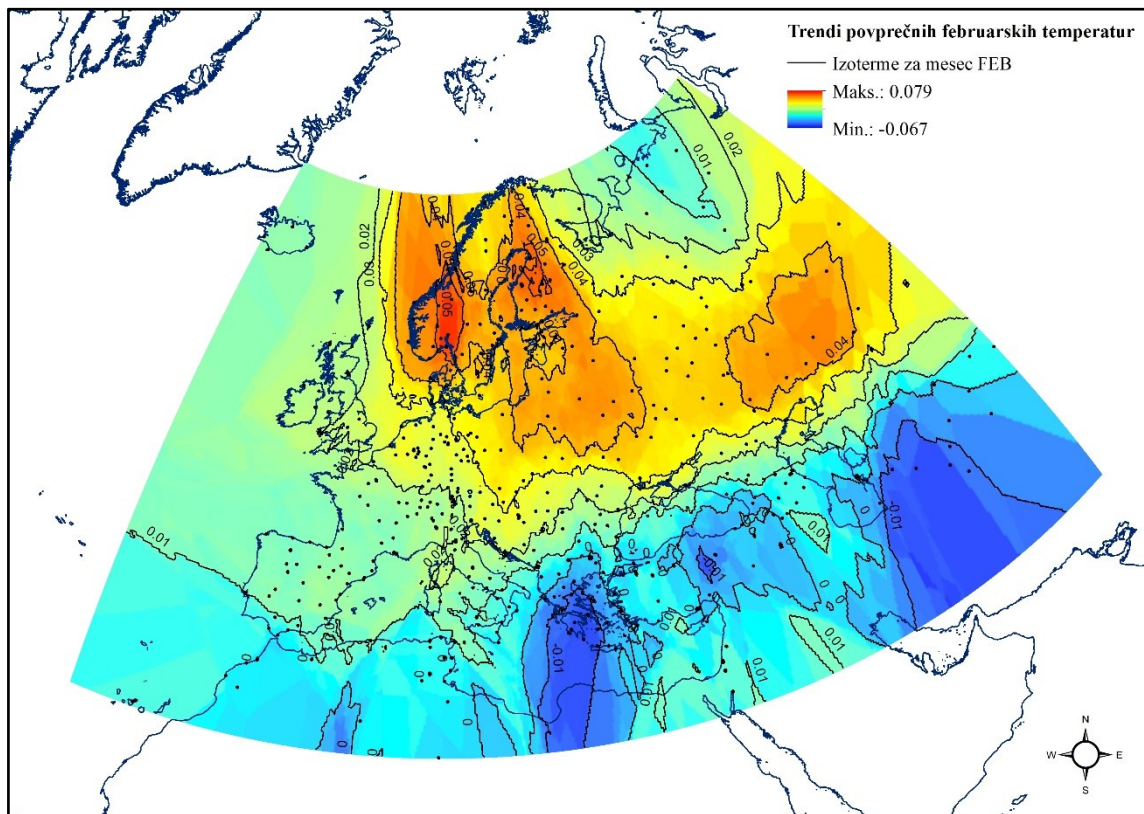


Slika 40. Zvezna karta trendov povprečnih januarskih temperatur v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Najmanjše vrednosti trendov povprečnih januarskih temperatur v Evropi ima klimatska postaja Kalamata (Grčija), in sicer  $-0,0389\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$ , sledijo Agrinio (Grčija) z  $-0,0149\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$ , Tripoli (Grčija) z  $-0,0137\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$  in Elliniko (Grčija) z  $-0,0124\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$ . To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Kalamati zmanjšal za  $3,1509\text{ }^{\circ}\text{C}$ , v Agriniu za  $1,1745\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Tripolisu za  $1,1097\text{ }^{\circ}\text{C}$  in Elliniku za  $1,0020\text{ }^{\circ}\text{C}$ . V primerjavi s tem ima največje vrednosti trendov povprečnih januarskih temperatur v Evropi klimatska postaja Oktyabrsky (Rusija), in sicer  $0,0766\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$ , sledijo Saratov (Rusija) z  $0,0753\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$ , Aura (Finska) z  $0,0744\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$  in Minsk (Belorusija) z  $0,0743\text{ }^{\circ}\text{C}$ . To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Oktyabrsky povečal za  $6,2046\text{ }^{\circ}\text{C}$ , v Saratou za  $6,0993\text{ }^{\circ}\text{C}$ , v Auri za

6,0264 °C in Minsku za 6,0183 °C. Na sliki 40 ima najmanjšo vrednost trenda indeksa kontinentalnosti meteorološka postaja v Tabarku (Tunizija), ki znaša -0,0587 °C/leto, in največjo vrednost Oral (Kazahstan), ki znaša 0,0915/leto °C. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 trend gibanja temperatur najbolj zmanjšal v Tabarku, in sicer za 4,7547 °C, ter najbolj povečal v Oralu, in sicer za 7,4115 °C, vendar ti dve klimatski postaji ležita zunaj Evrope (slika 40) [23].

S slike 41 vidimo, da so trendi povprečnih februarских temperatur največji v Severni Evropi (Norveška, Švedska, Finska) in Vzhodni Evropi (Rusija in Belorusija) ter najmanjši na območju Sredozemskega morja in v njegovi okolici [23].

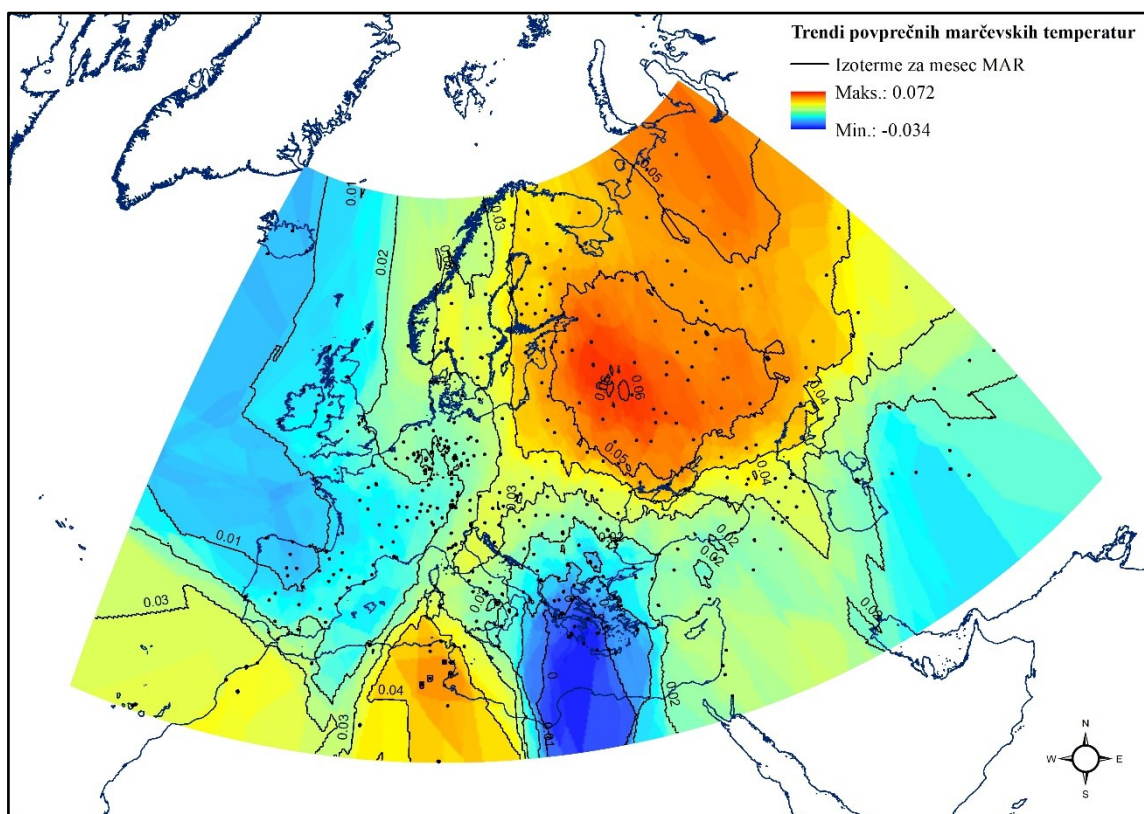


Slika 41. Zvezna karta trendov povprečnih februarских temperatur v obdobju 1938–2018 Kartografski izris: Tanja Vajs.

Najmanjše vrednosti trendov povprečnih februarских temperatur v Evropi ima klimatska postaja Kalamata (Grčija), in sicer -0,0406 °C/leto, sledijo Skyros (Grčija) z -0,0265 °C/leto, Hellinikon (Grčija) z -0,0262 °C/leto in Agrinio (Grčija) z -0,0217 °C. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Kalamati

zmanjšal za 3,2886 °C, v Skyrosu za 2,1468 °C, v Hellinikonu za 2,1222 °C in Agriniou za 1,7577 °C. V primerjavi s tem ima največje vrednosti trendov povprečnih februarskih temperatur v Evropi klimatska postaja Nesbyen (Norveška), in sicer 0,0791 °C/leto, sledijo Todok (Norveška) z 0,0790 °C/leto, Tveitsund (Norveška) z 0,0745 °C/leto in Malung (Švedska) z 0,0718 °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Nesbyen povečal za 6,4071 °C, v Todoku za 6,3990 °C, v Tveitsundu za 6,0345 °C in v Malungu za 5,8158 °C. Na sliki 41 ima najmanjšo vrednost trenda indeksa kontinentalnosti meteorološka postaja v Gafsi (Tuniziji), ki znaša 0,0670 °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 trend gibanja temperatur najbolj zmanjšal v Gafsi, in sicer za 5,4270 °C, vendar ta klimatska postaja leži izven Evrope (slika 41) [23].

S slike 42 vidimo, da so trendi povprečnih marčevskih temperatur največji v Vzhodni Evropi (Rusija in Belorusija) in najmanjši v Južni Evropi [23].

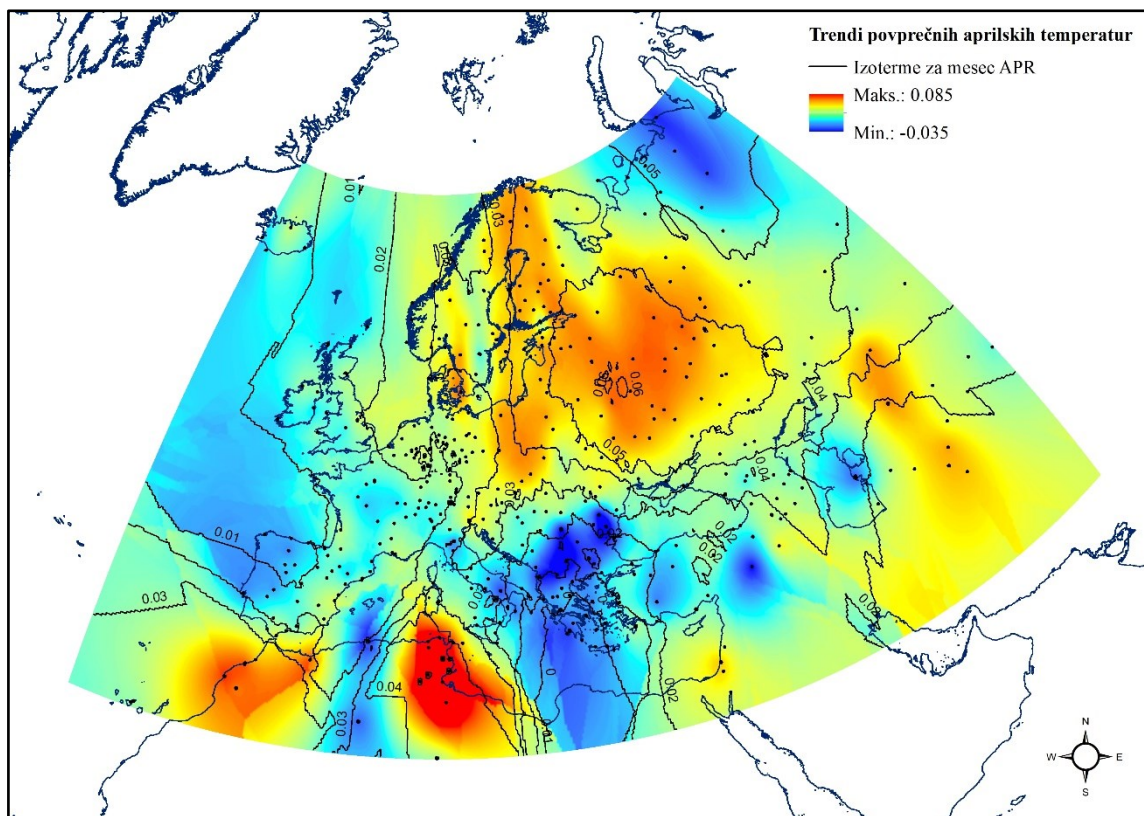


Slika 42. Zvezna karta trendov povprečnih marčevskih temperatur v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Najmanjše vrednosti trendov povprečnih marčevskih temperatur v Evropi ima klimatska postaja Kalamata (Grčija), in sicer  $-0,0342$  °C/leto, sledijo Agrinio (Grčija) z  $-0,0228$  °C/leto, Skyros (Grčija) z  $-0,0163$  °C/leto in Methoni (Grčija) z  $-0,0141$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Kalamati zmanjšal za  $2,7702$  °C, v Agriniou za  $1,8468$  °C, Skyrosu za  $1,3203$  °C in Methoniu za  $1,1421$  °C. V primerjavi s tem ima največje vrednosti trendov povprečnih marčevskih temperatur v Evropi klimatska postaja Krasnaya Gora (Rusija), in sicer  $0,0681$  °C/leto, sledijo Bogoroditskoye (Rusija) z  $0,0675$  °C/leto, Staraya Russa (Rusija) z  $0,0670$  °C/leto in Khoseda-Khardsky (Rusija) z  $0,0657$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Krasnaya Gori povečal za  $5,5161$  °C, v Bogoroditskoyi za  $5,4675$  °C, v Staraya Russi za  $5,4270$  °C in v Khoseda-Khardskyu za  $5,3217$  °C. Na sliki 42 ima največjo vrednost trenda indeksa kontinentalnosti meteorološka postaja v Casablanci (Maroko), ki znaša  $0,0720$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 trend gibanja temperatur najbolj povečal v Casablanci, in sicer za  $5,8320$  °C, vendar ta klimatska postaja leži izven Evrope (slika 42) [23].

S slike 43 vidimo, da so trendi povprečnih aprilskih temperatur največji v Vzhodni Evropi (Rusija in Belorusija) in Severni Evropi ter Poljski in najmanjši v Južni in Jugovzhodni Evropi, še posebej na Balkanskem polotoku [23].

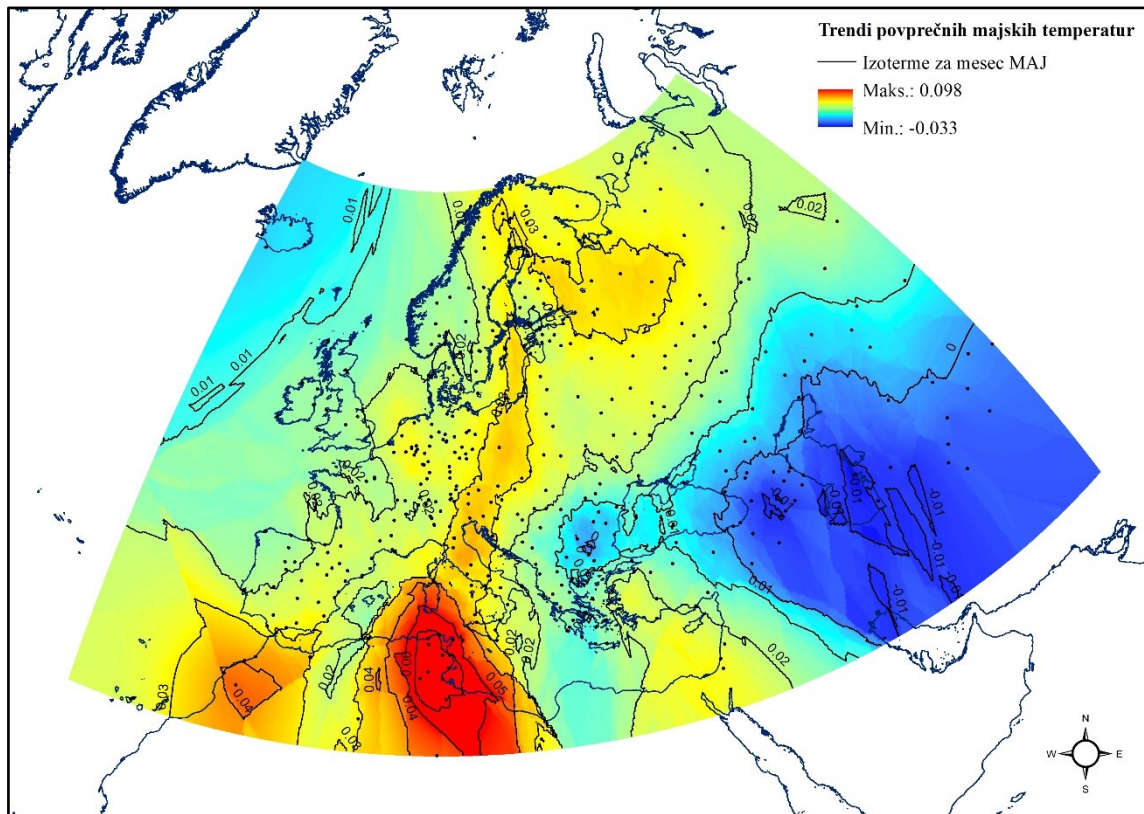




Slika 43. Zvezna karta trendov povprečnih aprilskih temperatur v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Najmanjše vrednosti trendov povprečnih aprilskih temperatur v Evropi ima klimatska postaja Calarasi (Romunija), in sicer  $-0,0354\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$ , sledijo Buzau (Romunija) z  $-0,0344\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$ , Drobeta-Turnu Severin (Romunija) z  $-0,0321\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$  in Kardjali (Bolgarija) z  $-0,0242\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$ . To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Calarasi zmanjšal za  $2,8674\text{ }^{\circ}\text{C}$ , v Buzai za  $2,7864\text{ }^{\circ}\text{C}$ , v Drobeta-Turnu Severinu za  $2,6001\text{ }^{\circ}\text{C}$  in v Kardjali za  $1,9602\text{ }^{\circ}\text{C}$ . V primerjavi s tem ima največje vrednosti trendov povprečnih aprilskih temperatur v Evropi klimatska postaja Kopenhagen (Danska), in sicer  $0,0577\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$ , sledijo Anjala (Finska) z  $0,0486\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$ , Krasnaya Gora (Rusija) z  $0,0486\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$  in Gorki (Rusija) z  $0,0465\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$ . To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Kopenhagnu povečal za  $4,6737\text{ }^{\circ}\text{C}$ , v Anjalu za  $3,9366\text{ }^{\circ}\text{C}$ , v Krasnaya Gori za  $3,9366\text{ }^{\circ}\text{C}$  in Gorki za  $3,7665\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Na sliki 43 ima največjo vrednost trenda indeksa kontinentalnosti meteorološka postaja v Remadi (Tunizija), ki znaša  $0,0851/\text{leto }^{\circ}\text{C}$ . To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 trend gibanja temperatur najbolj povečal v Remadi, in sicer za  $6,8931\text{ }^{\circ}\text{C}$ , vendar ta klimatska postaja leži izven Evrope (slika 43) [23].

S slike 44 vidimo, da so trendi povprečnih majskih temperatur največji v večjem delu Italije, Slovenije, Avstrije, Češke in zahodne Poljske, pri čemer opazimo, da so razlike v tem mesecu že precej majhne. V primerjavi s tem so trendi povprečnih majskih temperatur najmanjši na Balkanskem polotoku [23].

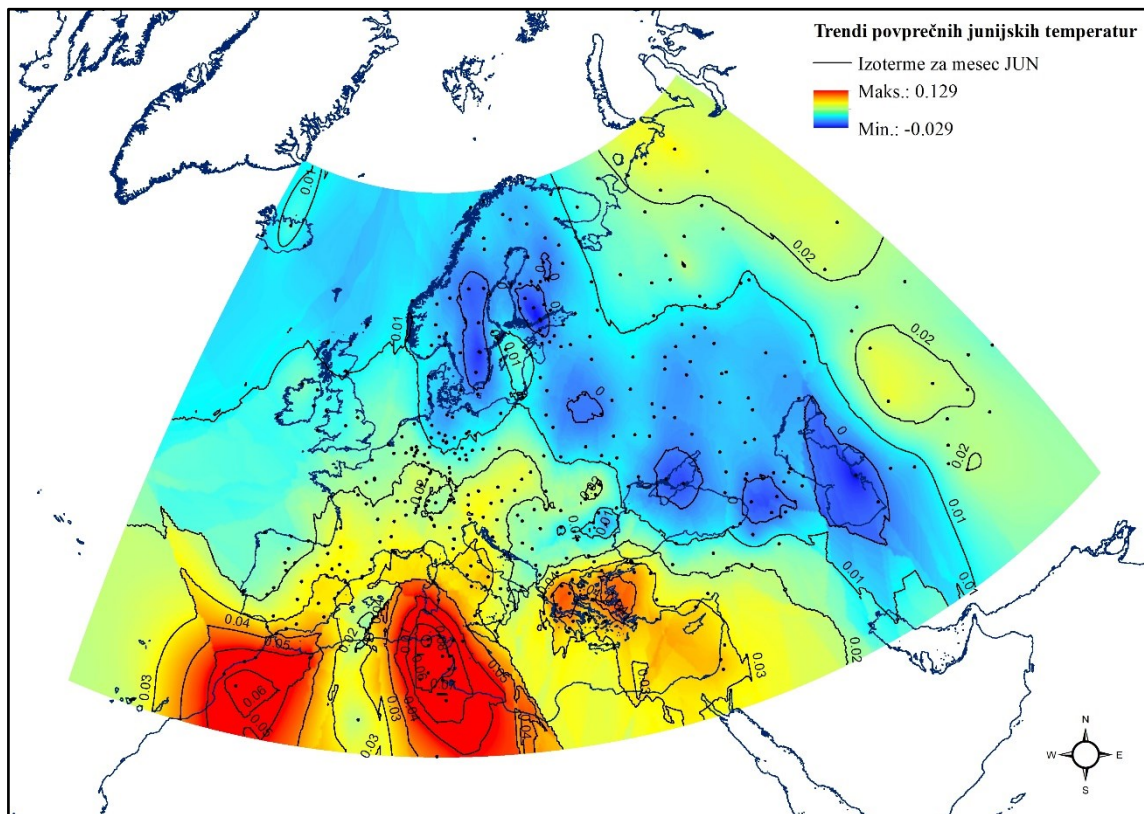


Slika 44. Zvezna karta trendov povprečnih majskih temperatur v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Najmanjše vrednosti trendov povprečnih majskih temperatur v Evropi ima klimatska postaja Calarasi (Romunija), in sicer  $-0,0309$  °C/leto, sledijo Buzau (Romunija) z  $-0,0275$  °C/leto, Drobeta-Turnu Severin (Romunija) z  $-0,0246$  °C/leto in Kardajali (Bolgarija) z  $-0,0166$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Calarasi zmanjšal za  $2,5029$  °C, v Buzai za  $2,2275$  °C, v Drobeta-Turnu Severinu za  $1,9926$  °C in v Kardajali za  $1,3446$  °C. V primerjavi s tem ima največje vrednosti trendov povprečnih majskih temperatur v Evropi klimatska postaja Rivolto (Italija), in sicer  $0,0680$  °C/leto, sledijo Samosa (Grčija) z  $0,0620$  °C/leto, Monte Terminillo (Italija) z  $0,0518$  °C/leto in Anjala (Finska) z  $0,0485$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Rivoltu povečal za

5,5080 °C, v Samosi za 5,0220 °C, v Monte Terminillu za 4,1958 °C in Anjali za 3,8880 °C. Na sliki 44 ima najmanjšo vrednost trenda temperatur meteorološka postaja v Turkmenbashiju (Turkmenistan), ki znaša -0,0325 °C/leto in najmanjšo vrednost Tabarka (Tunizija), ki znaša 0,0998 °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 trend gibanja temperatur najbolj povečal v Tabarki, in sicer za 8,0838 °C, ter najbolj zmanjšal v Turkmenbashiju, in sicer za 2,6325 °C, vendar ti dve klimatski postaji ležita izven Evrope (slika 44) [23].

S slike 45 vidimo, da so trendi povprečnih junijskih temperatur največji na območju Balkanskega polotoka ter na območju Sredozemskega morja in ob njegovih obalah.



Slika 45. Zvezna karta trendov povprečnih junijskih temperatur v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

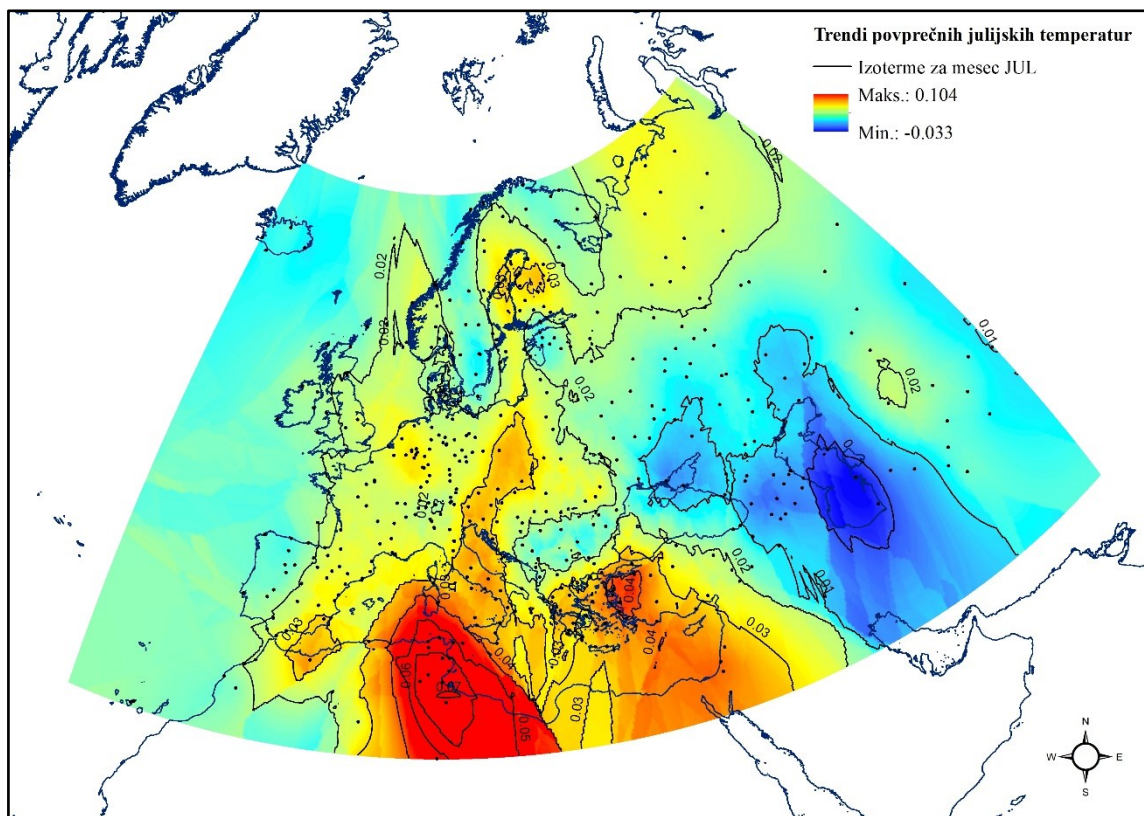
V primerjavi s tem so najmanjše vrednosti trenda na območju Norveške, Švedske, Estonije, Latvije, Litve, Belorusije in zahodne Rusije [23].

Najmanjše vrednosti trendov povprečnih junijskih temperatur v Evropi ima klimatska postaja Vallisaari (Finska), in sicer  $-0,0290$  °C/leto, sledijo Calarasi (Romunija) z  $-0,0274$  °C/leto, Harmaja (Helsinki, Finska) z  $-0,0260$  °C/leto in Buzau (Romunija) z  $-0,0253$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Vallisaari zmanjšal za  $2,349$  °C, v Calarasi za  $2,2194$  °C, v Harmajaji za  $2,1060$  °C in v Buzaui za  $2,0493$  °C. V primerjavi s tem ima največje vrednosti trendov povprečnih junijskih temperatur v Evropi klimatska postaja Samosa (Grčija), in sicer  $0,0853$  °C/leto, sledijo Kozani (Grčija) z  $0,0832$  °C/leto, Alexandroupoli (Grčija) z  $0,0653$  °C/leto in Ioannina (Grčija) z  $0,0613$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Samosi povečal za  $6,9093$  °C, Kozani za  $6,7392$  °C, v Alexandroupolisu za  $5,2893$  °C in Ioannini za  $4,9653$  °C. Na sliki 45 ima največjo vrednost trenda temperatur meteorološka postaja v Tabarki (Tunizija), ki znaša  $0,1292$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 trend gibanja temperatur najbolj povečal v Tabarki, in sicer za  $10,4652$  °C, vendar ta klimatska postaja leži izven Evrope (slika 45) [23].

S slike 46 vidimo, da so trendi povprečnih julijskih temperatur največji na območju Italije, Slovenije, Avstrije, Češke, zahodne Madžarske in Poljske. V primerjavi s tem so najmanjše vrednosti trenda na območju Rusije, Španije, v manjšem delu Portugalske in večjem delu Norveške [23].

Najmanjše in negativne vrednosti trendov povprečnih julijskih temperatur v Evropi ima klimatska postaja Calarasi (Romunija), in sicer  $-0,0332$  °C/leto, sledijo Tirana (Albanija) z  $-0,0287$  °C/leto, Drobeta-Turnu Severin (Romunija) z  $-0,0282$  °C/leto in Buzau (Romunija) za  $-0,0264$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Calarasi zmanjševal za  $2,6892$  °C, v Tirani za  $2,3247$  °C, v Drobeta-Turnu Severinu za  $2,2842$  °C in v Buzau za  $2,1384$  °C [23].

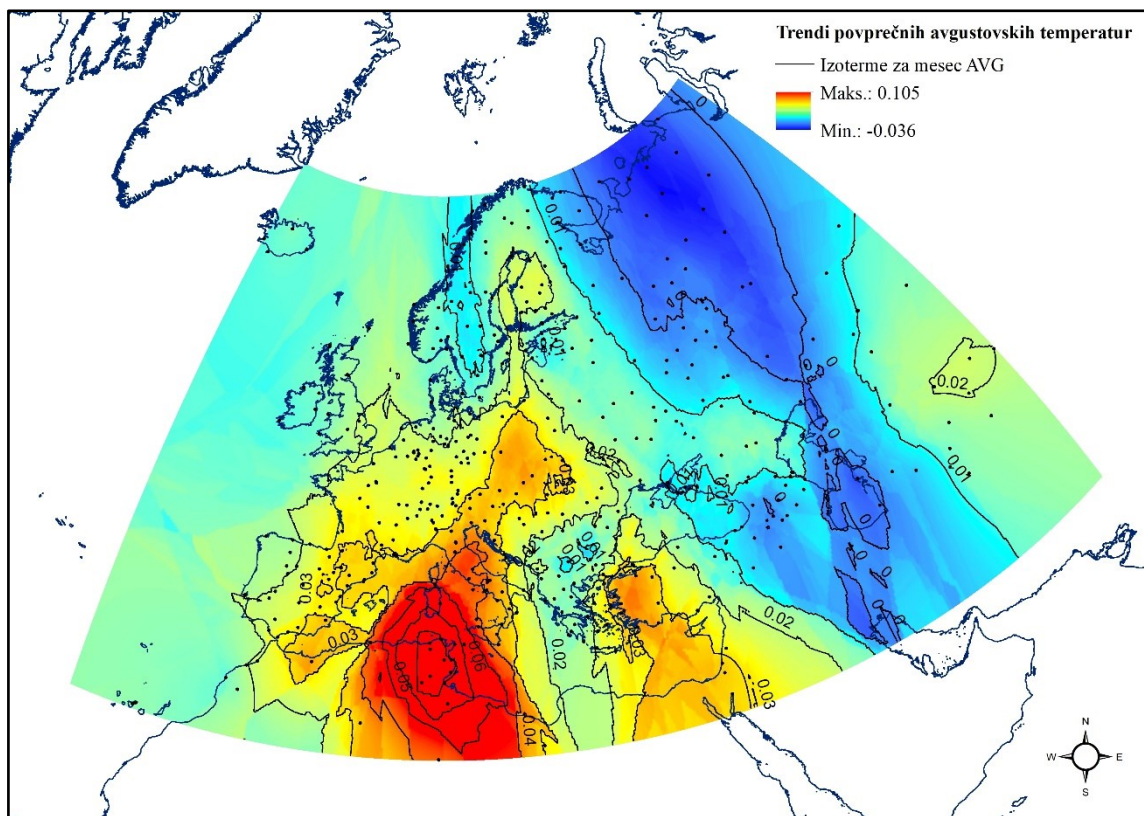




Slika 46. Zvezna karta trendov povprečnih julijskih temperatur v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

V primerjavi s tem ima največje in pozitivne vrednosti trendov povprečnih julijskih temperatur v Evropi klimatska postaja Kozani (Grčija), in sicer  $0,0769\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$ , sledijo Samosa (Grčija) z  $0,0730\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$ , Alexandroupoli (Grčija) z  $0,0614\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$  in Ioannina (Grčija) z  $0,0598\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$ . To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Kozani povečal za  $6,2289\text{ }^{\circ}\text{C}$ , v Samosi za  $5,9130\text{ }^{\circ}\text{C}$ , v Alexandroupolisu za  $4,9734\text{ }^{\circ}\text{C}$  in v Ioannini za  $4,8438\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Na sliki 46 ima največjo vrednost trenda indeksa kontinentalnosti meteorološka postaja v Remadi (Tunizija), ki znaša  $0,1042\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$ . To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 trend gibanja temperatur najbolj povečal v Remadi, in sicer za  $8,4402\text{ }^{\circ}\text{C}$ , vendar ta klimatska postaja leži izven Evrope (slika 46) [23].

S slike 47 vidimo, da so trendi povprečnih avgustovskih temperatur največji na območju Grčije, Romunije, Italije, Slovaške, Poljske, Slovenije in Španije. V primerjavi s tem so najmanjše vrednosti trenda na območju Romunije, Rusije, Švedske in Ukrajine [23].

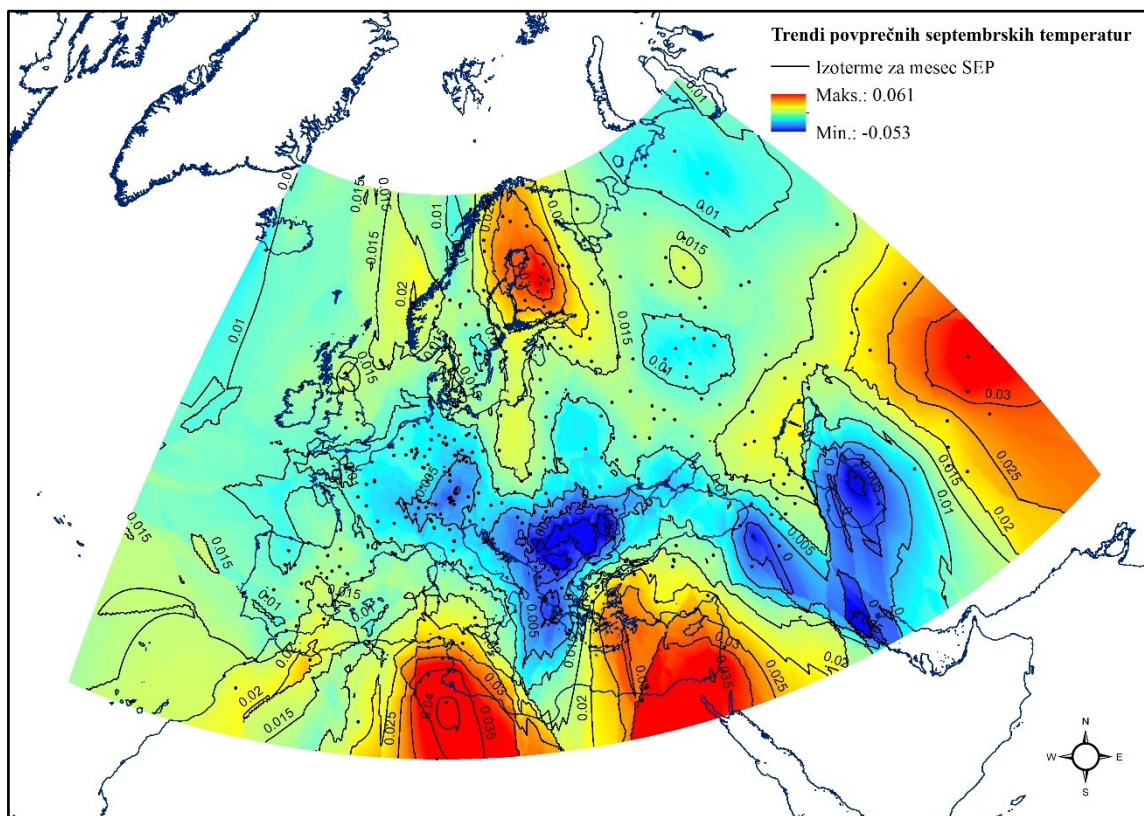


Slika 47. Zvezna karta trendov povprečnih avgustovskih temperatur v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Najmanjše in negativne vrednosti trendov povprečnih avgustovskih temperatur v Evropi ima klimatska postaja Calarasi (Romunija), in sicer  $-0,0357$  °C/leto, sledijo Drobeta-Turnu Severin (Romunija) z  $-0,0324$  °C/leto, Buzau (Romunija) z  $-0,0270$  °C/leto in Komi (Rusija) z  $-0,0150$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Calarasi zmanjšal za  $2,8917$  °C, v Drobeta-Turnu Severinu za  $2,6244$  °C, v Buzau za  $2,1870$  °C in v Komi za  $1,2150$  °C. V primerjavi s tem ima največje in pozitivne vrednosti trendov povprečnih avgustovskih temperatur klimatska postaja Samos (Grčija), in sicer  $0,0895$  °C/leto, sledijo Arad (Romunija) z  $0,0578$  °C/leto, Deva (Romunija) z  $0,0563$  °C/leto in Firenze (Italija) z  $0,0562$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Samosu povečal za  $7,2495$  °C, v Aradu za  $4,6818$  °C, v Devu za  $4,5603$  °C in v Firencah za  $4,5522$  °C. Na sliki 47 ima najmanjšo in negativno vrednost trenda indeksa kontinentalnosti meteorološka postaja Turkmenbashi (Turkmenistan), ki znaša  $-0,0361$  °C/leto ter največjo in pozitivno vrednost Tabaraka (Tunizija), ki znaša  $0,1047$  °C/leto. To pomeni, da se je v obravnavanem obdobju trend gibanja temperatur najbolj zmanjšal v Turkmenbashi, in

sicer za 2,9241 °C, ter povečal v Tabarakarju za 8,4807 °C, vendar ti dve klimatski postaji ležita izven Evrope (slika 47) [23].

S slike 48 vidimo, da so trendi povprečnih septembrskih temperatur največji na območju Finske in v severozahodnem delu Švedske ter v nekaterih predelih in na skrajnem južnem delu Grčije. V primerjavi s tem so najmanjše vrednosti trenda na območju Srbije, Romunije in Moldavije. Opazimo, da poteka na Balkanskem polotoku ostra meja med negativnimi in pozitivnimi trendi temperatur [23].



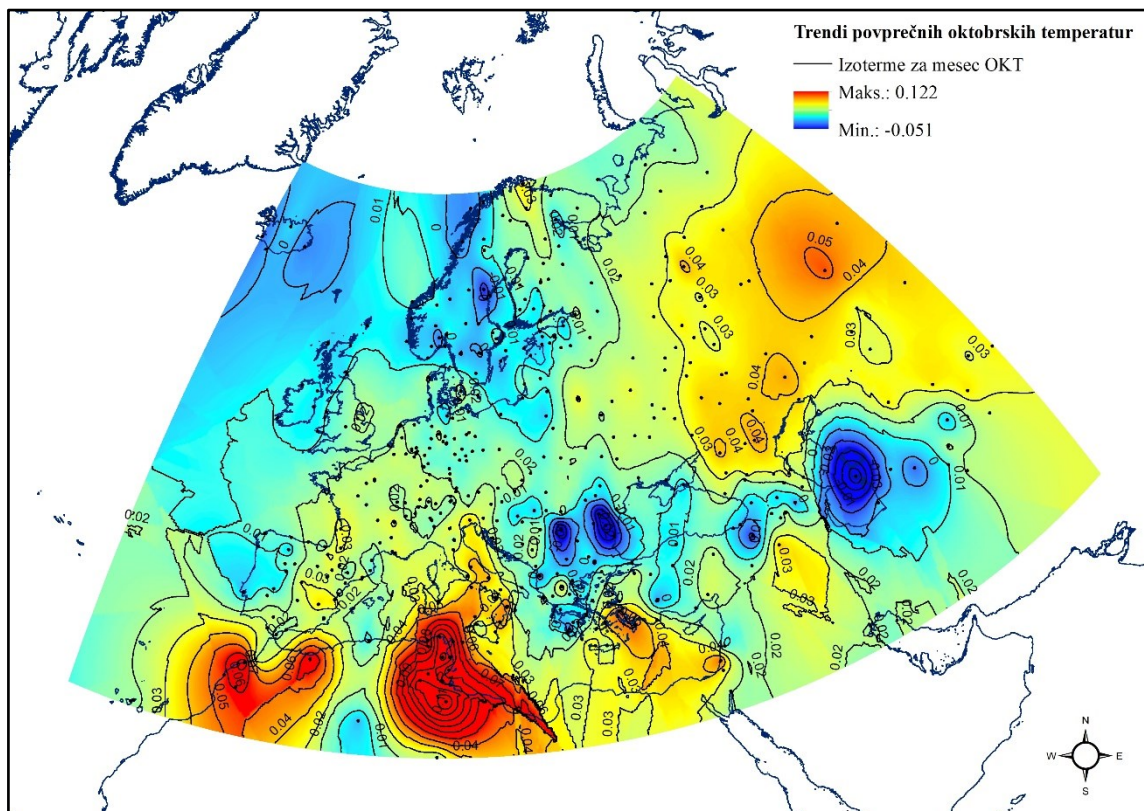
Slika 48. Zvezna karta trendov povprečnih septembrskih temperatur v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Najmanjše in negativne vrednosti trendov povprečnih septembrskih temperatur v Evropi ima klimatska postaja Drobeta-Turnu Severin (Romunija), in sicer  $-0,0533$  °C/leto, sledijo Calarasi (Romunija) z  $-0,0468$  °C/leto, Buzau (Romunija) z  $-0,0437$  °C/leto in Prilep (Makedonija) z  $-0,0245$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Drobeta-Turnu Severinu zmanjšal za  $4,3173$  °C, v Calarasi za  $3,7908$  °C, v Buzau za  $3,5397$  °C in v Prilepu za  $1,9845$  °C. V primerjavi s tem ima



največje in pozitivne vrednosti trendov povprečnih septembrskih temperatur klimatska postaja Naxos (Grčija), in sicer  $0,0495\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$ , sledijo Arrenjarka (Švedska) z  $0,04494\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$ , Kopenhagen (Danska) z  $0,0445\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$  in Anjala (Finska) z  $0,0431\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$ . To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Naxosu povečal za  $4,0095\text{ }^{\circ}\text{C}$ , v Arrenjarki za  $3,6401\text{ }^{\circ}\text{C}$ , v Kopenhagenu za  $3,6045\text{ }^{\circ}\text{C}$  in v Anjali za  $3,4911\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Na sliki 48 ima največjo in pozitivno vrednost trenda temperatur meteorološka postaja Beit Dagan (Izrael), ki znaša  $0,0611\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{leto}$ . To pomeni, da se je v obravnavanem obdobju trend gibanja temperatur najbolj povečal v Beit Daganu, in sicer za  $4,9491\text{ }^{\circ}\text{C}$ , vendar ta klimatska postaja leži izven Evrope (slika 48) [23].

S slike 49 vidimo, da so trendi povprečnih oktobrskih temperatur največji na območju zahodnega dela Rusije, obenem pa opazimo, da se trend ponovno začne povečevati na območju Sredozemskega morja in v njegovi okolici.



Slika 49. Zvezna karta trendov povprečnih oktobrskih temperatur v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

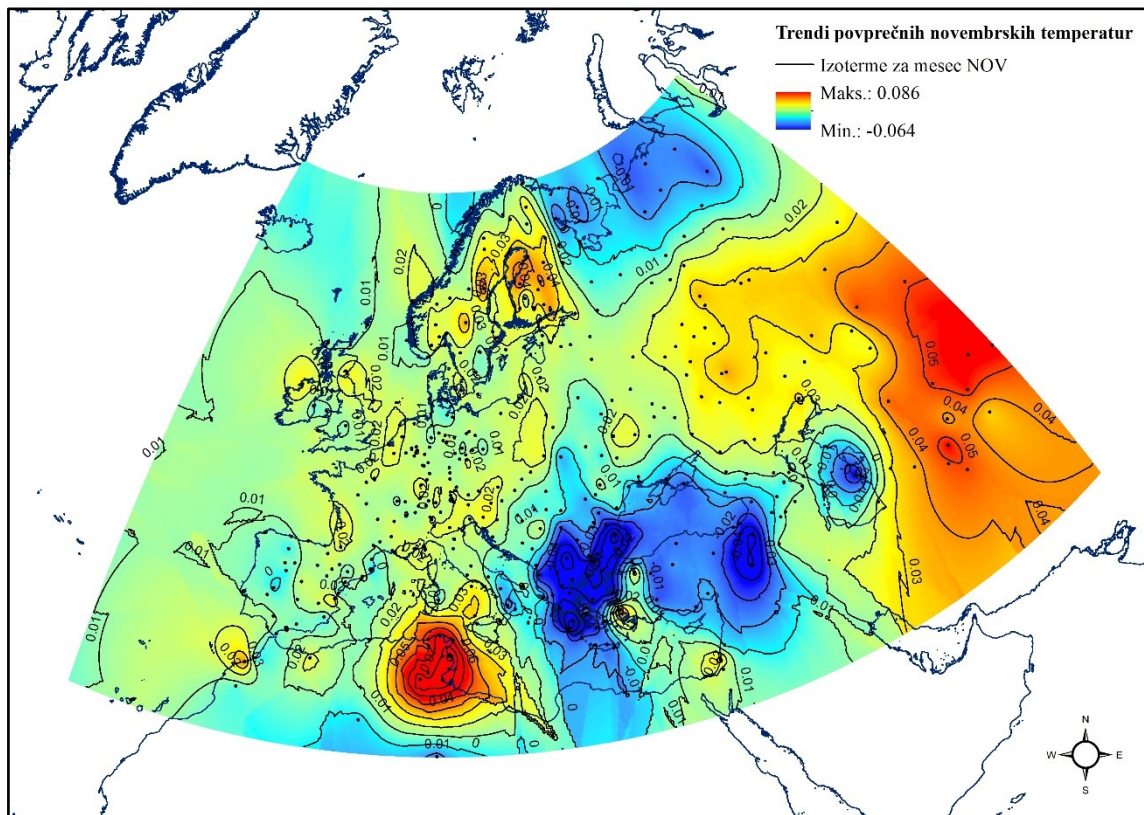


V primerjavi s tem so najmanjše vrednosti trenda na območju Romunije, Bolgarije, Švedske in Norveške. Ob Sredozemskem morju izstopa Grčija, ki ima prav teko zelo majhne trende temperatur. Najmanjše in negativne vrednosti trendov povprečnih oktobrskih temperatur v Evropi ima klimatska postaja Calarasi (Romunija), in sicer  $-0,0410$  °C/leto, sledijo Drobeta-Turnu Severin (Romunija) z  $-0,0345$  °C/leto, Buzau (Romunija) z  $-0,0318$  °C/leto in Varna (Bolgarija) z  $-0,0200$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Calarasi zmanjšal za  $3,321$  °C, v Drobeta-Turnu Severinu za  $2,7945$  °C, v Buzau za  $2,5758$  in v Varni za  $1,6200$  °C. V primerjavi s tem ima največje in pozitivne vrednosti trendov povprečnih oktobrskih temperatur klimatska postaja Pantelleria (Italija), in sicer  $0,0559$  °C/leto, sledijo Monte Scuro (Italija) z  $0,0532$  °C/leto, Samos (Grčija) z  $0,0524$  °C/leto in Rodos (Grčija) z  $0,0504$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Pantellerii povečal za  $4,5279$  °C, v Monte Scuru za  $4,3092$  °C, v Samosu za  $4,2444$  °C in na Rodosu za  $4,0824$  °C. Na sliki 49 ima najmanjšo pozitivno vrednost trenda temperatur meteorološka postaja Turkmenbashi (Turkmenistan), ki znaša  $-0,0510$  °C/leto, in največjo Remada (Tunizija)  $0,1225$  °C/leto. To pomeni, da se je v obravnavanem obdobju trend gibanja temperatur najbolj zmanjšal v Turkmenbashi, in sicer za  $4,1310$  °C, ter najbolj povečal v Remadi za  $9,9225$  °C, vendar ti dve klimatski postaji ležita izven Evrope (slika 49) [23].

S slike 50 vidimo, da so trendi povprečnih novembrskih temperatur najmanjši na območju Balkanskega polotoka in Turčije. V primerjavi s tem so največje vrednosti trenda na območju Norveške, Švedska in Rusije [23].

Najmanjše in negativne vrednosti trendov povprečnih novembrskih temperatur v Evropi ima klimatska postaja Kardjali (Bolgarija), in sicer  $-0,0638$  °C/leto, sledijo Varna (Bolgarija) z  $-0,0578$  °C/leto, Kalamata (Grčija) z  $-0,0546$  °C/leto in Tripoli (Grčija) z  $-0,0529$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Kardjali zmanjšal za  $5,1678$  °C, v Varni za  $4,6818$  °C, v Kalamati za  $4,4226$  °C in v Tripolisu za  $4,2849$  °C. V primerjavi s tem ima največje in pozitivne vrednosti trendov povprečnih novembrskih temperatur klimatska postaja Forse (Švedska), in sicer  $0,0504$  °C/leto, sledijo Kauhava (Finska) z  $0,0486$  °C/leto, Samos (Grčija) z  $0,0483$  °C/leto in Vesanto (Finska) z  $0,0420$  °C/leto. To pomeni, da se je med

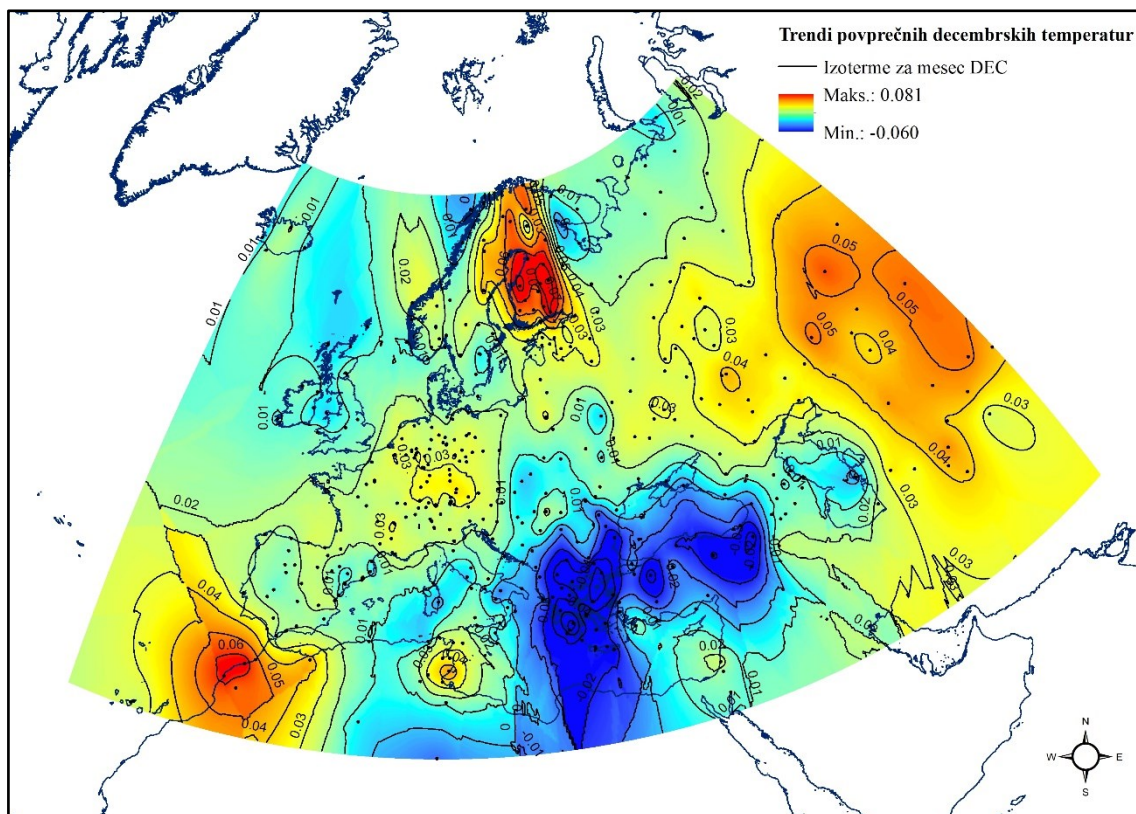
leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Forsi povečal za 4,0824 °C, v Kauhavi za 3,9366 °C, v Samosu za 3,9123 °C in v Vesantu za 3,4020 °C [23].



Slika 50. Zvezna karta trendov povprečnih novembrskih temperatur v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Na sliki 50 ima največjo pozitivno vrednost trenda temperatur meteorološka postaja Monastir (Tunizija), ki znaša 0,0858 °C/leto. To pomeni, da se je v obravnavanem obdobju trend gibanja temperatur najbolj zmanjšal v Monastirju, in sicer za 6,9498 °C, vendar ta klimatska postaja leži zunaj Evrope [23].

S slike 51 vidimo, da so trendi povprečnih decembrskih temperatur največji v Severni Evropi (Norveška, Švedska), sledi Vzhodna Evropa in najmanjši na območju Sredozemskega morja in v njegovi okolici, pri čemer še posebej izstopa Balkanski polotok [23].

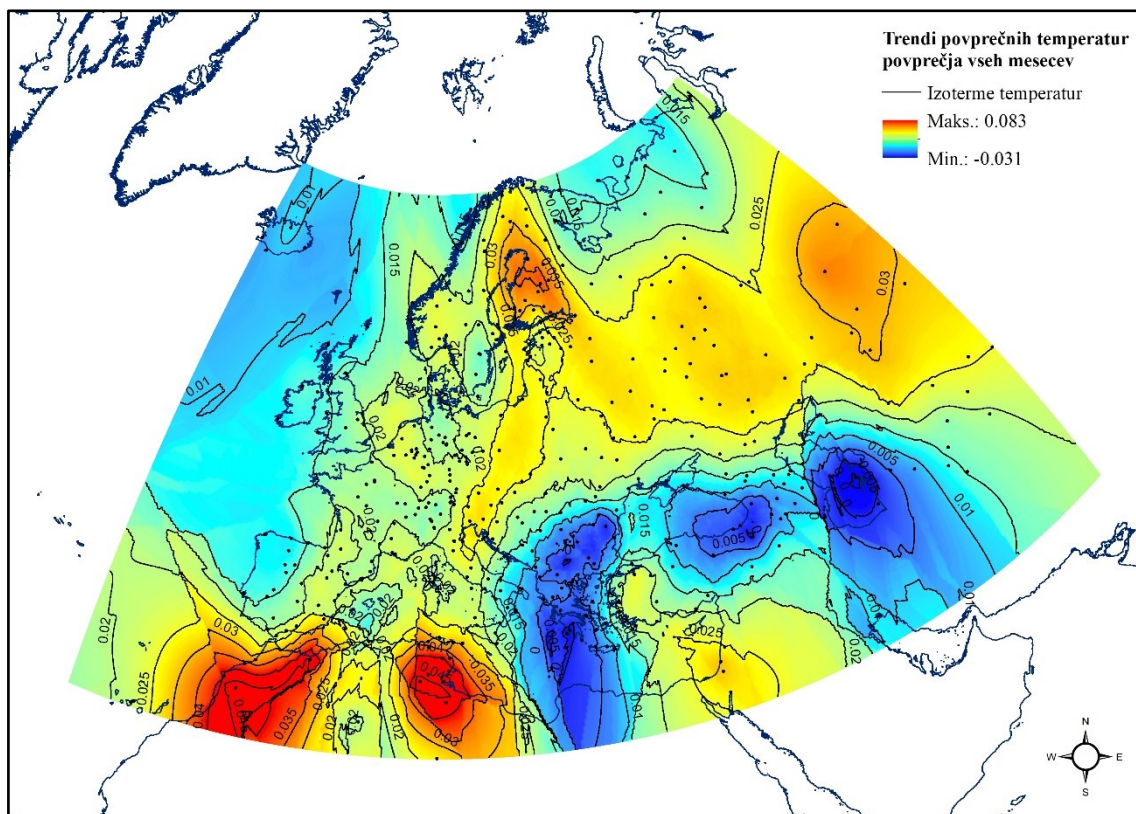


Slika 51. Zvezna karta trendov povprečnih decembrskih temperatur v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Najmanjše vrednosti trendov povprečnih decembrskih temperatur v Evropi ima klimatska postaja Kalamata (Grčija), in sicer  $-0,0604$  °C/leto, sledijo Tripoli (Grčija) z  $-0,0599$  °C/leto, Skyros (Grčija) z  $-0,0463$  °C/leto in Kardjali (Bolgarija) z  $-0,0463$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Kalamati zmanjšal za  $4,8924$  °C, v Tripolisu za  $4,8519$  °C, Skyrosu za  $3,7503$  °C in Kardjali za  $3,7503$  °C. V primerjavi s tem ima največje vrednosti trendov povprečnih januarjskih temperatur v Evropi klimatska postaja Vesanto (Finska), in sicer  $0,0812$  °C/leto, sledijo Kauhava (Finska) z  $0,0799$  °C/leto, Kuopio (Finska) z  $0,0787$  °C/leto in Anjala (Finska)  $0,0761$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Vesanti povečal za  $6,5772$  °C, v Kauhavi za  $6,4719$  °C, v Kuopioi za  $6,3747$  °C in Anjali za  $6,1641$  °C (slika 51) [23].

S slike 52 vidimo, da so trendi povprečnih temperatur povprečja vseh mesecev največji na Finskem, v Italiji, Sloveniji in Rusiji, medtem ko so najmanjši na območju Romunije, Albanije, Grčije in Bolgarije [23].



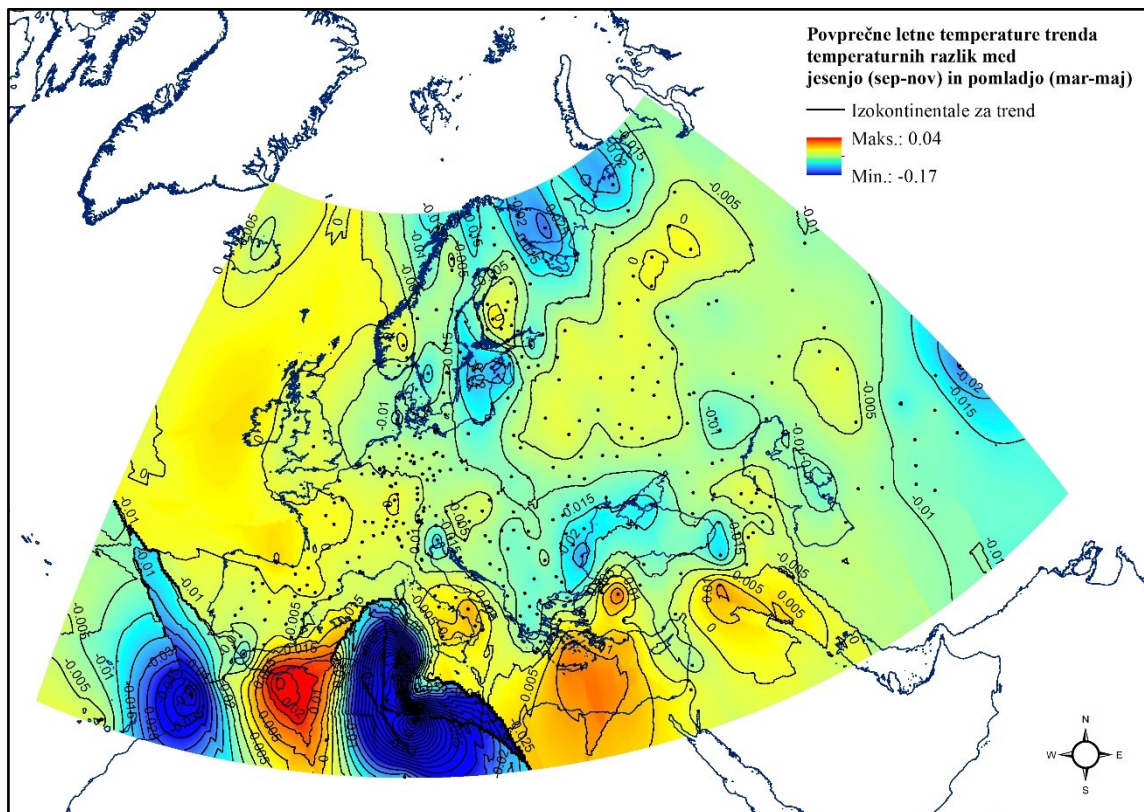


Slika 52. Zvezna karta trendov povprečnih temperatur povprečja vseh mesecev v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Najmanjše in negativne vrednosti trendov povprečnih temperatur povprečja vseh mesecev v Evropi ima klimatska postaja Calarasi (Romunija), in sicer  $-0,0244$  °C/leto, sledijo Drobeta-Turnu Severin (Romunija) z  $-0,0232$  °C/leto, Bazau (Romunija) z  $-0,0226$  °C/leto in Tirana (Albanija) z  $-0,0138$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Calarasi zmanjšal za  $1,9764$  °C, v Drobeta-Turnu Severinu za  $1,8792$  °C, v Bazau za  $1,8306$  °C in v Tirani za  $1,1178$  °C. V primerjavi s tem ima največje vrednosti povprečnih temperatur povprečja vseh mesecev v Evropi klimatska postaja Bursa (Turčija), in sicer  $0,0545$  °C/leto, sledijo Anjala (Finska) z  $0,0484$  °C/leto, Vesanto (Finska) z  $0,0462$  °C/leto in Kauhava (Finska) z  $0,0443$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Bursi povečal za  $4,4145$  °C, v Anjali za  $3,9204$  °C, v Vesanti za  $3,7422$  °C in v Kauhavi za  $2,5883$  °C. Na sliki 52 ima najmanjšo in negativno vrednost temperatur meteorološka postaja Turkmenbashi (Turkmenistan), ki znaša  $-0,0312$  °C/leto, in največjo Oujda (Maroko), ki znaša  $0,0831$  °C/leto. To pomeni, da se je v obravnavanem obdobju trend gibanja temperatur najbolj zmanjšal v Turkmenbashiju za  $2,5272$  °C in

najbolj povečal v Oujdi za 6,7311 °C (slika 52). Vendar ti dve klimatski postaji ležita izven Evrope [23].

S slike 53 vidimo, da so trendi povprečnih letnih temperaturnih razlik med jesenjo (september–november) in pomladjo (marec–maj) najmanjši v Rusiji, Italiji, Bolgariji, Latviji, medtem ko so najvišji na Finskem, v Grčiji in Italiji [23].

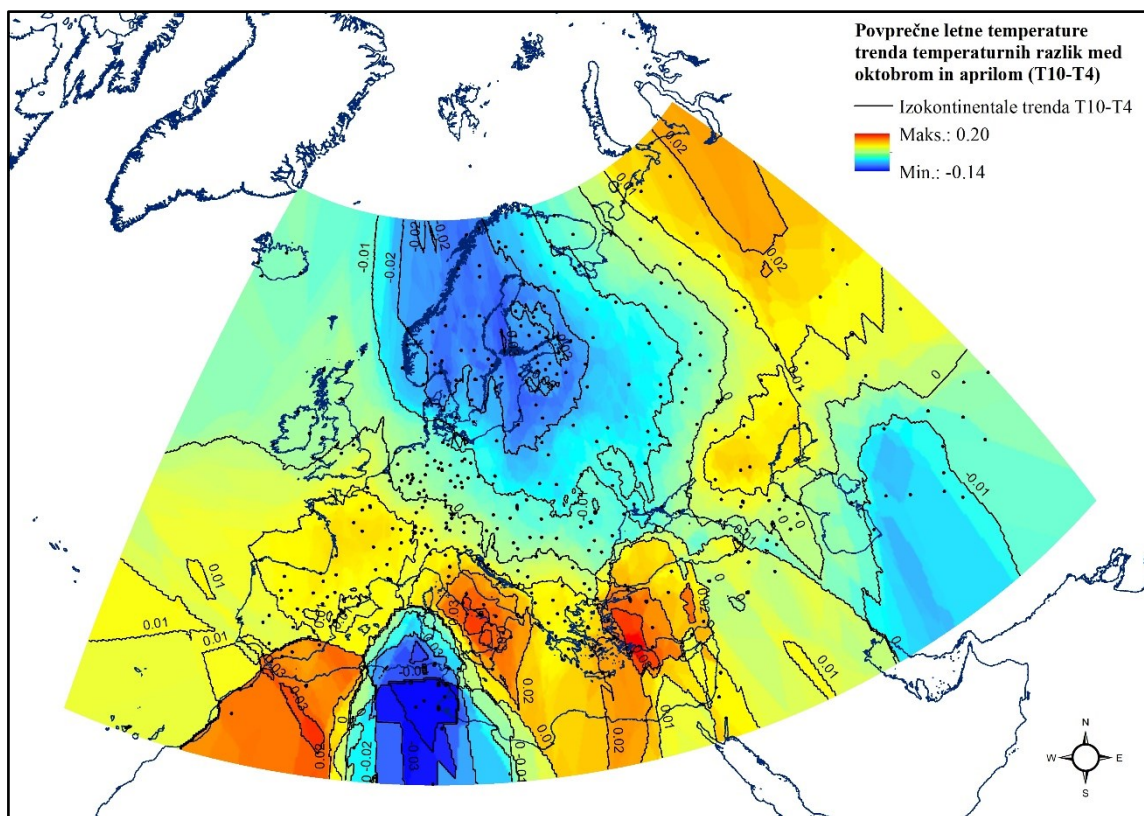


Slika 53. Zvezna karta trendov povprečnih letnih temperaturnih razlik med jesenjo (september–november) in pomladjo (marec–maj) v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Najmanjše in negativne vrednosti trendov povprečnih letnih temperaturnih razlik med jesenjo in pomladjo v Evropi ima klimatska postaja Krasno (Rusija), in sicer  $-0,0325$  °C/leto, sledijo Rivotto (Italija) z  $-0,0323$  °C/leto, Varna (Bolgarija) z  $-0,0320$  °C/leto in Kandalaksha (Rusija) z  $-0,0294$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Krasni zmanjšal za 2,6325 °C, v Rivotti za 2,6163 °C, v Varni za 2,592 °C in v Kandalakshai za 2,3814 °C. V primerjavi s tem ima največje vrednosti povprečnih letnih temperaturnih razlik med jesenjo in pomladjo v Evropi klimatska postaja Potenza (Italija), in sicer  $0,0199$  °C/leto, sledijo Aura (Finska)

z 0,0152 °C/leto, Milos (Grčija) z 0,0148 °C/leto in Vallisaari (Finska) z 0,0147 °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur med oktobrom in aprilom v Potenzi povečal za 1,6119 °C, v Auri za 1,2312 °C, v Milosu za 1,1745 °C in v Vallisaari za 1,1907 °C. Na sliki 53 ima najmanjšo in negativno vrednost temperatur meteorološka postaja Remada (Tunizija), ki znaša -0,1716 °C/leto, in največjo Oujda (Maroko), ki znaša 0,0430 °C/leto. To pomeni, da se je v obravnavanem obdobju trend gibanja temperatur najbolj zmanjšal v Remadi za 13,8996 °C in najbolj povečal v Oujdi za 3,483 °C, vendar ti dve klimatski postaji ležita zunaj Evrope (slika 53) [23].

S slike 54 vidimo, da so trendi povprečnih letnih temperaturnih razlik med oktobrom in aprilom najmanjši na Švedskem, v Estoniji in Norveški, medtem ko so največji na območju Italije in Grčije [23].



Slika 54. Zvezna karta trendov povprečnih letnih temperaturnih razlik med oktobrom in aprilom v obdobju 1938–2018 [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Najmanjše in negativne vrednosti trendov povprečnih letnih temperaturnih razlik med oktobrom in aprilom v Evropi ima klimatska postaja Forsa (Švedska), in sicer



-0,0495 °C/leto, sledijo Satenas (Švedska) z -0,0478 °C/leto, Harnosand (Švedska) z -0,0411 °C/leto in Parnu (Estonija) z -0,0404 °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Forsi zmanjšal za 4,0095 °C, v Satenasu za 3,8070 °C, v Harnosandu za 3,3291 °C in v Parnu za 3,2724 °C. V primerjavi s tem ima največje vrednosti povprečnih letnih temperaturnih razlik med oktobrom in aprilom v Evropi klimatska postaja Potenza (Italija), in sicer 0,0505 °C/leto, sledijo Samos (Grčija) z 0,0441 °C/leto, Campobasso (Italija) z 0,0430 °C/leto in Ustica (Italija) z 0,0382 °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 trend gibanja temperatur med oktobrom in aprilom v Potenzi povečal za 4,0905 °C, v Samosu za 3,5721, v Campobassu za 3,4830 in v Ustici za 3,0942 °C. Na sliki 54 ima najmanjšo in negativno vrednost temperatur meteorološka postaja Tabarka (Tunizija), ki znaša -0,1430 °C/leto, in največjo Oujda (Marko), ki znaša 0,1970 °C/leto. To pomeni, da se je v obravnavanem obdobju trend gibanja temperatur najbolj zmanjšal v Tabarki za 11,5830 °C in najbolj povečal v Oujdi za 15,9590 °C (slika 54), vendar ti dve klimatski postaji ne ležita v Evropi [23].

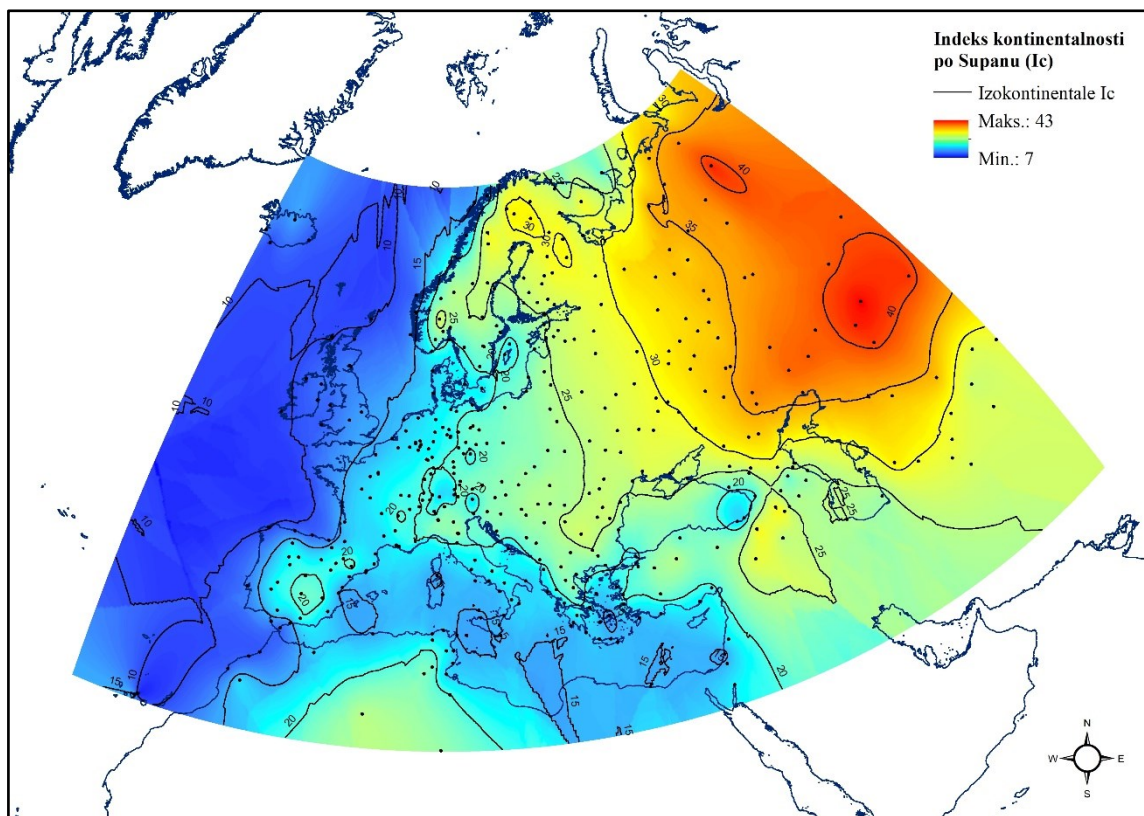
## **7.2 Indeksi kontinentalnosti in njihovi trendi**

V tem poglavju je za izbrane klimatske indekse in njihove trende prikazano stanje na območju Evrope za obdobje 1938–2018.

### **7.2.1 Indeksi kontinentalnosti**

#### **7.2.1.1 Indeks kontinentalnosti po Supanu**

Indeks kontinentalnosti po Supanu se povečuje v smeri od jugozahoda proti severovzhodu (slika 55) [23].

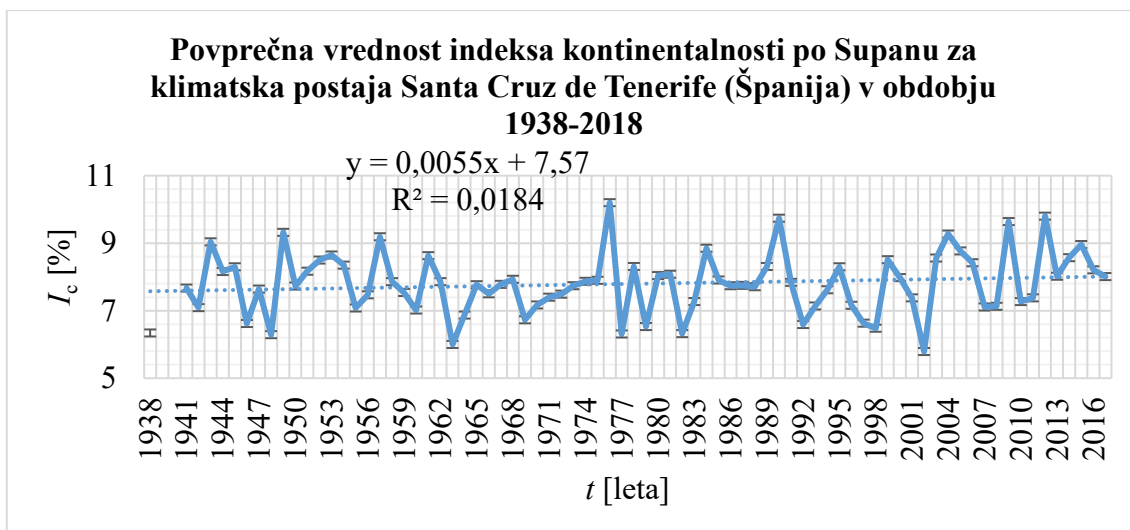


Slika 55. Zvezna karta indeksa kontinentalnosti po Supanu [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Vrednosti tega indeksa se v Evropi gibajo med 7,7985 °C (oceansko podnebje) za klimatsko postajo Santa Cruz de Tenerife (Španija) in 36,9823 °C za klimatsko postajo Khoseda-Khardsky (Rusija) (kontinentalno podnebje). Na sliki 55 ima največjo vrednost indeksa kontinentalnosti meteorološka postaja v Turgayu (Kazahstan), ki znaša 42,3235 °C, vendar se ta provinca nahaja v neevropskem delu Rusije [23].

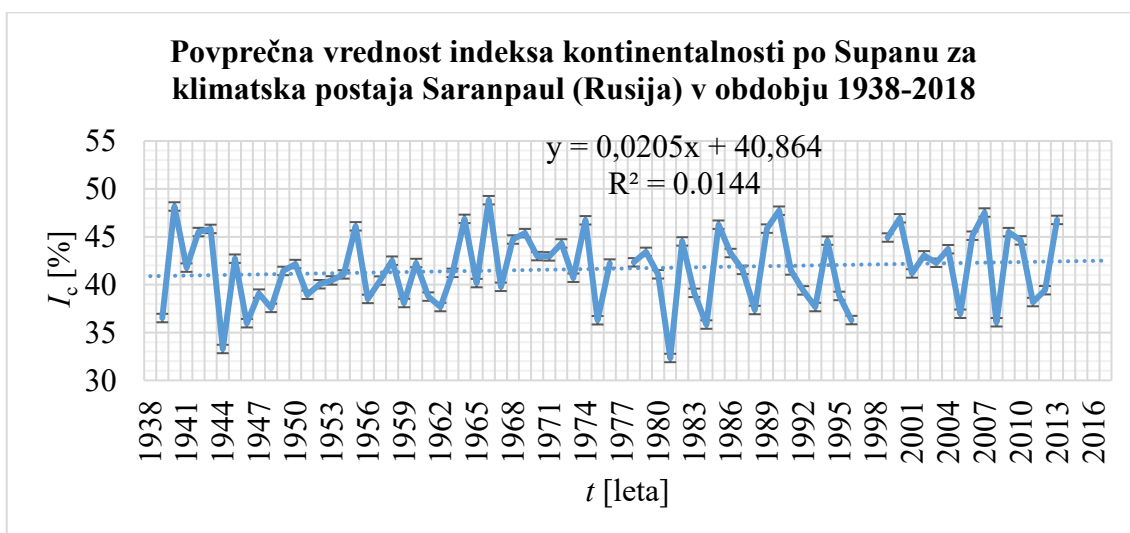
Najmanjšo povprečno vrednost indeksa kontinentalnosti po Supanu je imela klimatska postaja Santa Cruz de Tenerife (Španija), in sicer 7,7985 °C (slika 56), sledile so A Coruna (Španija) z 9,6453 °C, Lerwick (Velika Britanija) z 9,6919 °C in Stornoway (Velika Britanija) z 9,8599 °C [23].





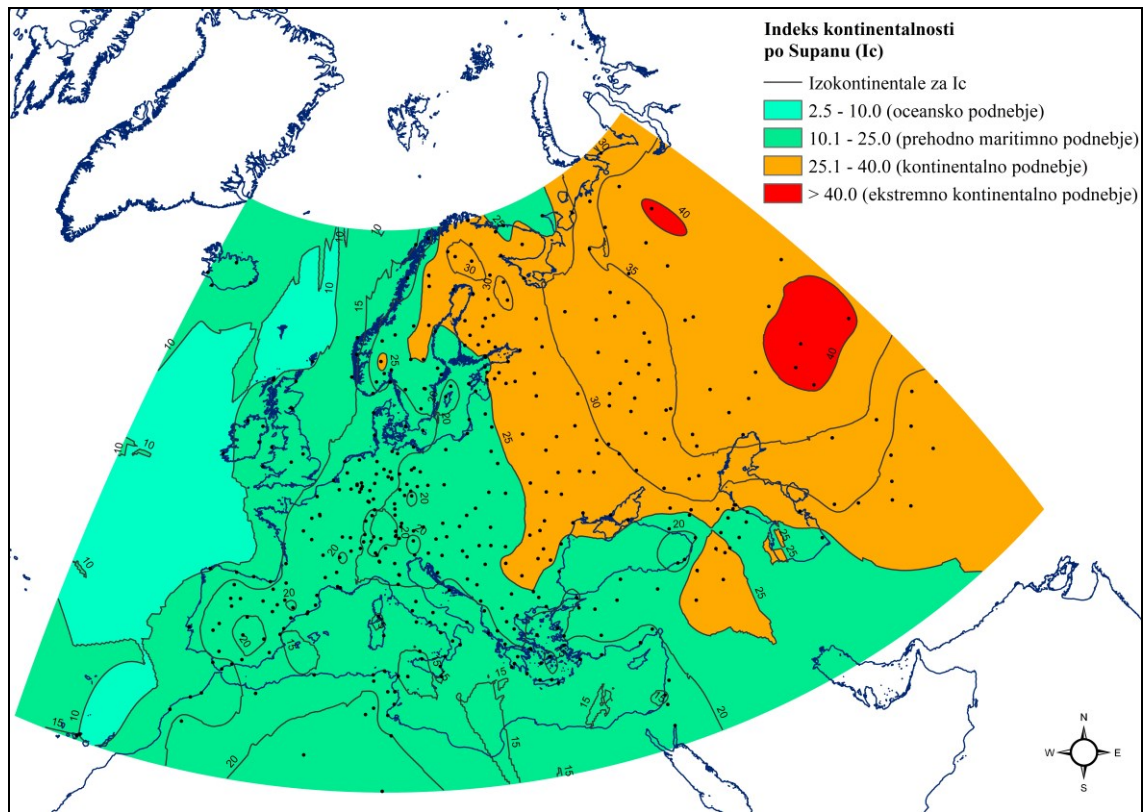
Slika 56. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Supanu je bila v obdobju 1938–2018 najmanjša za klimatsko postajo Santa Cruz de Tenerife (Španija), in sicer 7,7985 °C. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo  $I_c$  [23]. Izris: Tanja Vajs.

Največjo povprečno vrednost indeksa kontinentalnosti po Supanu je imela klimatska postaja Saranpaul (Rusija), in sicer 41,6514 °C (slika 57), sledile so klimatske postaje Khoseda-Khardsky (Rusija) s 36,9823 °C, Troitsko-Pechorsky (Komi, Rusija) s 36,8374 °C in El'ton (Rusija) s 36,8009 °C [23].



Slika 57. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Supanu je bila v obdobju 1938–2018 največja za klimatsko postajo Saranpaul (Rusija), in sicer 41,6514 °C. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo  $I_c$  [23]. Izris: Tanja Vajs.

Glede na podnebno tipizacijo indeksa kontinentalnosti po Supanu (tabela 2) smo naredili konturno karto razredov (slika 58) [23].

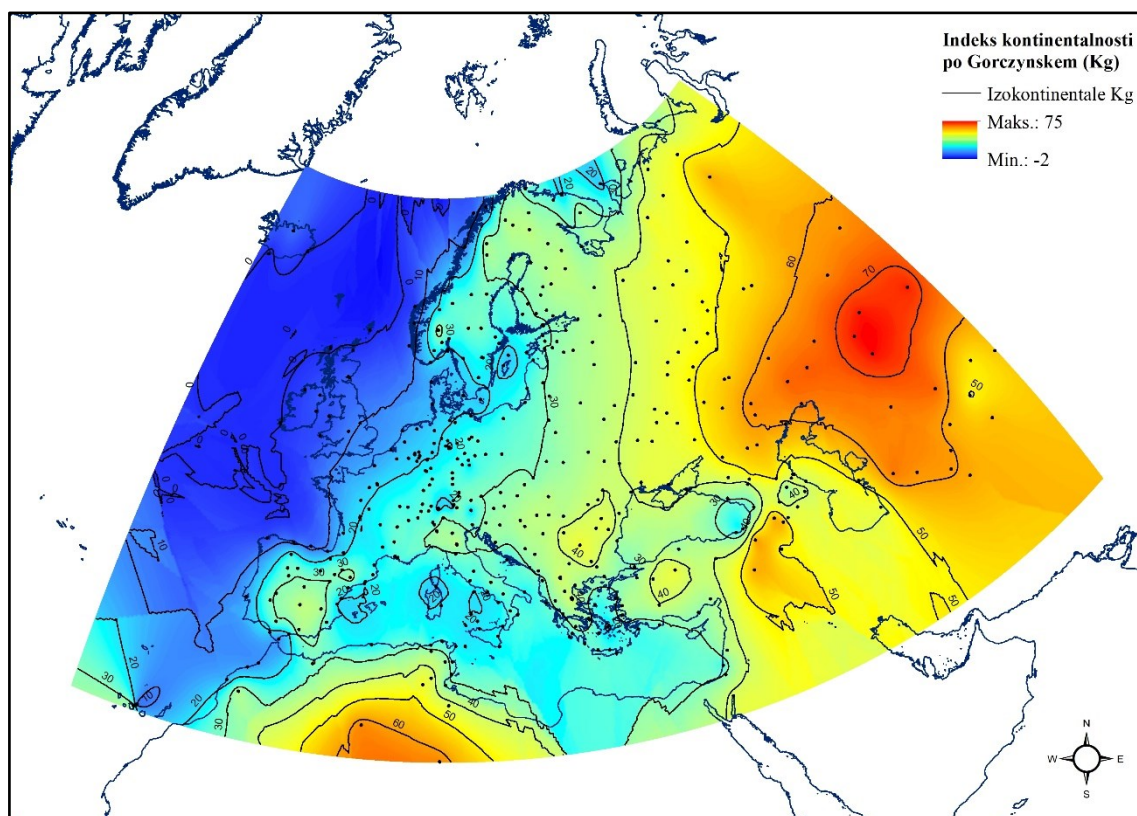


Slika 58. Karta razredov indeksa kontinentalnosti po Supanu [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Iz karte vidimo, da ekvatorialnega podnebja v Evropi ni ( $I_c < 2,5$  °C). Oceansko podnebje  $2,5$  °C  $\leq I_c \leq 10,0$  °C je zastopano le na skrajnem severozahodu Španije in skrajnem severnem delu Združenega kraljestva. V Evropi prevladujeta prehodno maritimno podnebje  $10,1$  °C  $\leq I_c \leq 25,0$  °C, ki se pojavlja v večjem delu Zahodne Evrope, in kontinentalno podnebje  $25,1$  °C  $\leq I_c \leq 40,0$  °C, ki zajema večji del Vzhodne Evrope. Meja med prehodnim maritimnim in kontinentalnim podnebjem poteka od juga proti severu po osrednjem delu Bolgarije, vzhodnem delu Romunije, vzhodni Ukrajini, vzhodni Belorusiji, osrednji Latviji, vzhodni Estoniji, južni Finski, osrednji Švedski, do skrajnega severa Švedske. Prav tako se v Evropi ne pojavlja ekstremno kontinentalno podnebje ( $I_c > 40,0$  °C), to je prisotno le v nekaterih območjih Azije (slika 58) [23].

### 7.2.1.2 Indeks kontinentalnosti po Gorczyńskem

Indeks kontinentalnosti po Gorczyńskem se povečuje v smeri od jugozahoda proti severovzhodu (slika 59) [23].

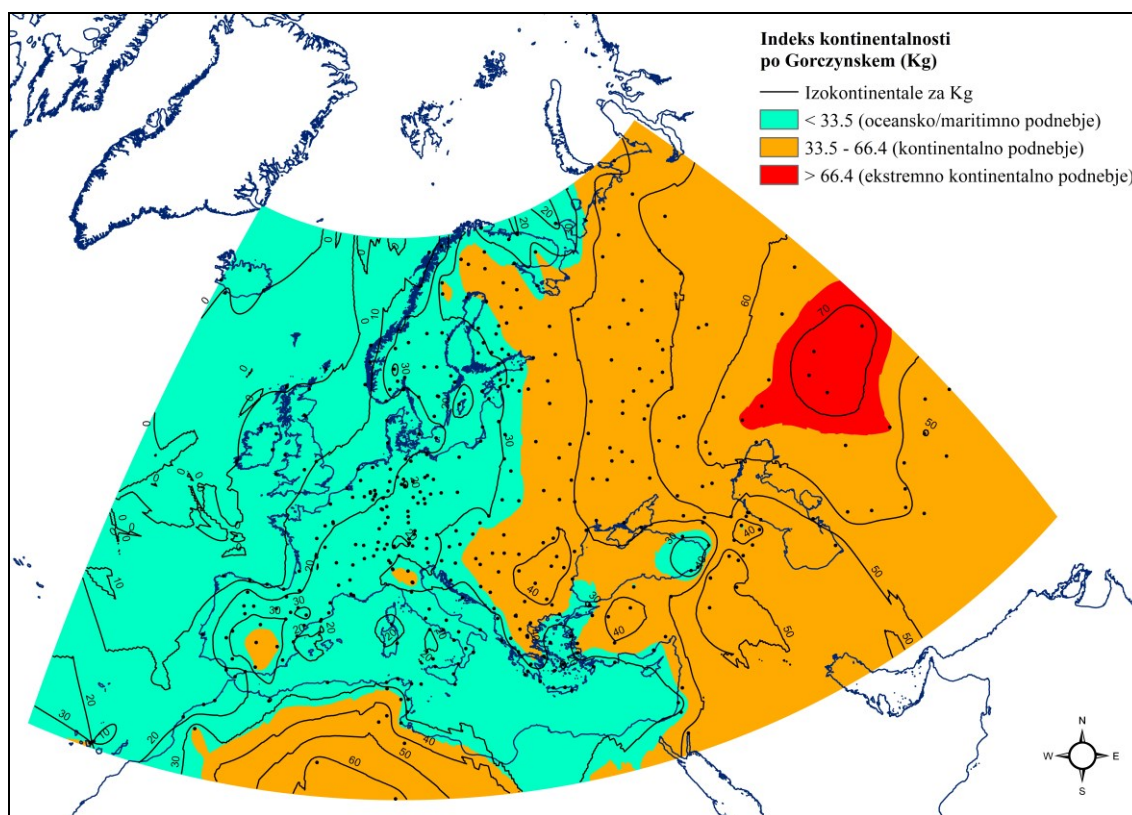


Slika 59. Zvezna karta indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Vrednosti tega indeksa se v Evropi gibajo med -1,4478 % (oceansko podnebje) za klimatsko postajo na Vestmanskih otokih (Islandija) in 62,3694 % (kontinentalno podnebje) za klimatsko postajo v El'tonu (Rusija). Na sliki 59 ima največjo vrednost indeksa kontinentalnosti meteorološka postaja na Aralskem jezeru (Kazahstan), in sicer 74,5476 %, vendar je postaja v Srednji Aziji [23].

Enačba za izračun indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem je uporabna le za geografsko širino med 30° in 60° severne geografske širine (območja, kjer prevladuje kopno), medtem ko za oceanska območja dobimo negativne vrednosti indeksa [20].

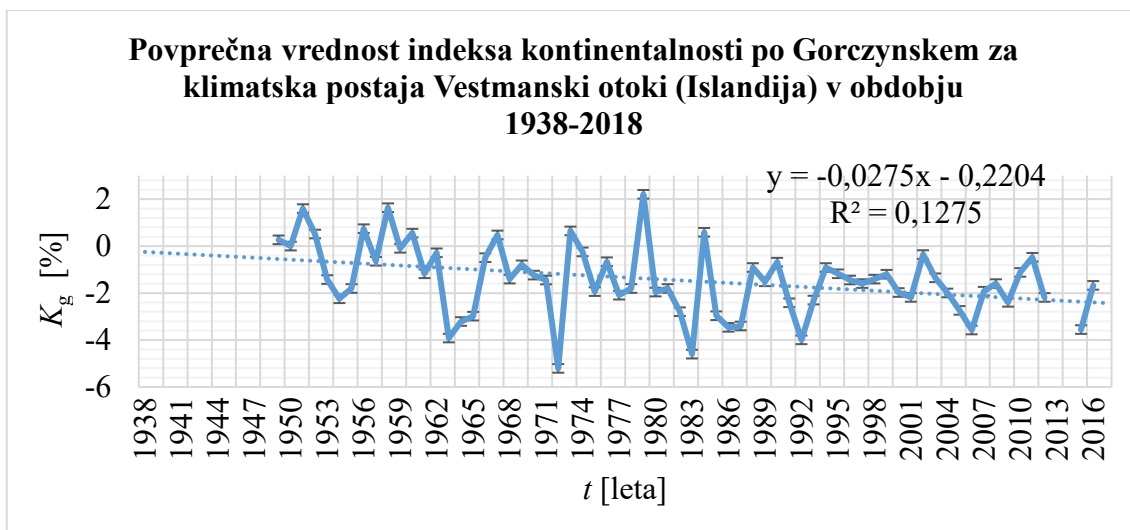
Glede na podnebno tipizacijo indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem (tabela 3) smo naredili konturno karto razredov (slika 60).



Slika 60. Karta razredov indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

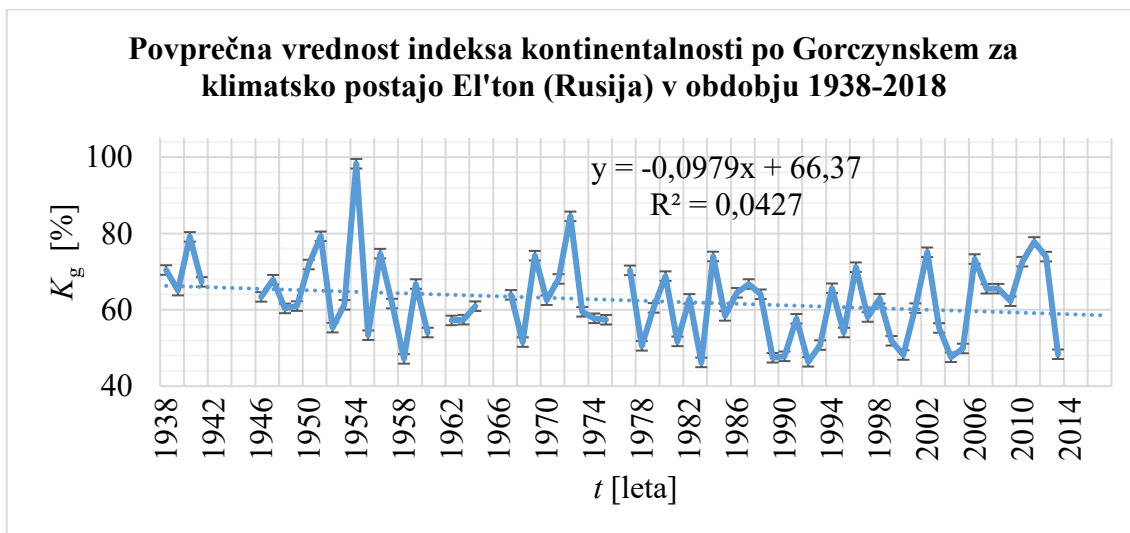
Iz karte vidimo, da v Evropi prevladujeta oceansko ( $K_g < 33,5 \%$ ) in kontinentalno podnebje ( $33,5 \leq K_g \leq 66,4 \%$ ). Lahko bi rekli, da glede na podnebne značilnosti Evropo delimo na zahodni del, v katerem se pojavlja oceansko podnebje, in vzhodni del, v katerem se pojavlja kontinentalno podnebje. Izjema v zahodnem delu, kjer se pojavlja kontinentalno podnebje, so le majhna območja v jugovzhodni Španiji, severni Italiji in na skrajnem severu Švedske. Ekstremno kontinentalno podnebje v Evropi ni zastopano ( $66,4 \% < K_g \leq 100 \%$ ) [23]. Najmanjšo povprečno vrednost indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem v Evropi je imela klimatska postaja Vestmanski otoki (Islandija), in sicer  $-1,4478 \%$  (slika 61), sledile so klimatske postaje Lerwick (Velika Britanija) z  $-1,4004 \%$ , Stornoway (Velika Britanija) z  $-0,6820 \%$  in Teigarhorn (Djupivogur, Islandija) z  $-0,2059 \%$  [23].





Slika 61. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem je bila v obdobju 1938–2018 najmanjša za klimatsko postajo Vestmanski otoki (Islandija), in sicer  $-1,4478\%$ . Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo  $K_g$  [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

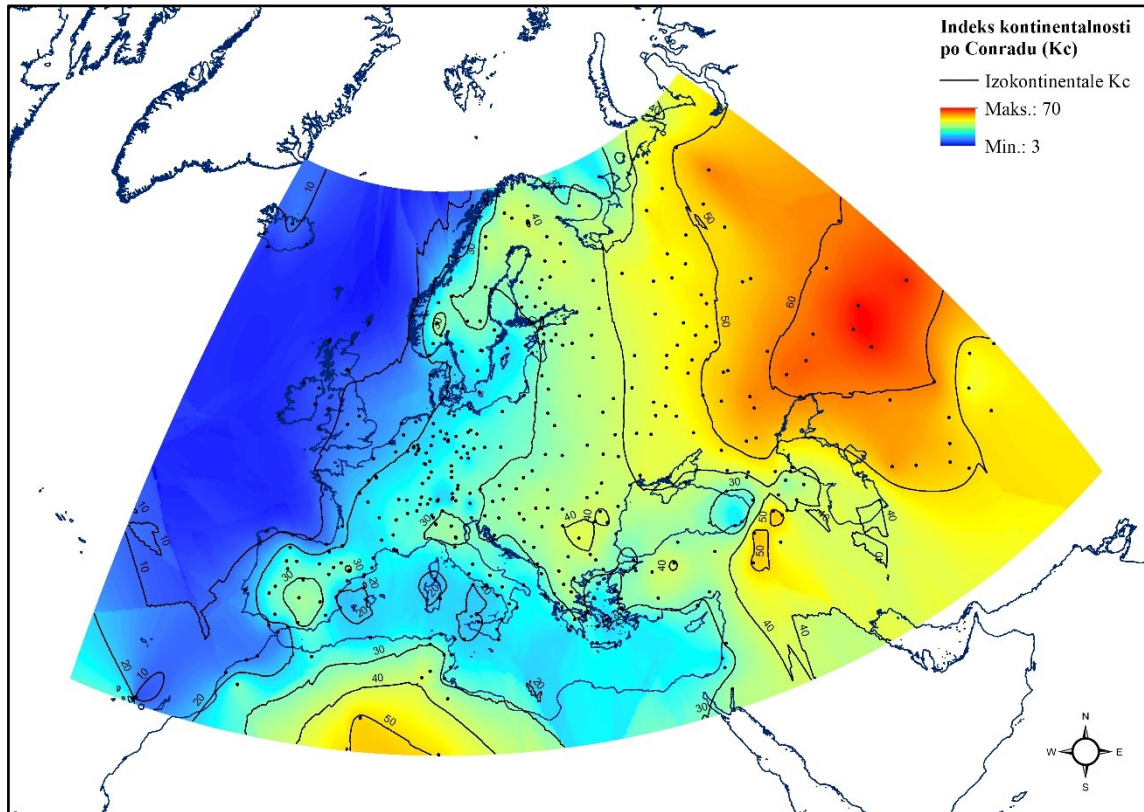
Največjo povprečno vrednost indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem je imela klimatska postaja El'ton (Rusija), in sicer  $62,3694\%$  (slika 62), sledile so klimatske postaje Verkhniy Baskunchak (Rusija) z  $61,7827\%$ , Jaskul (Rusija) s  $57,8099\%$  in Elista (Rusija) s  $56,6301\%$  [23].



Slika 62. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem je bila v obdobju 1938–2018 največja za klimatsko postajo El'ton (Rusija), in sicer  $62,3694\%$ . Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo  $K_g$  [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

### 7.2.1.3 Indeks kontinentalnosti po Conradu

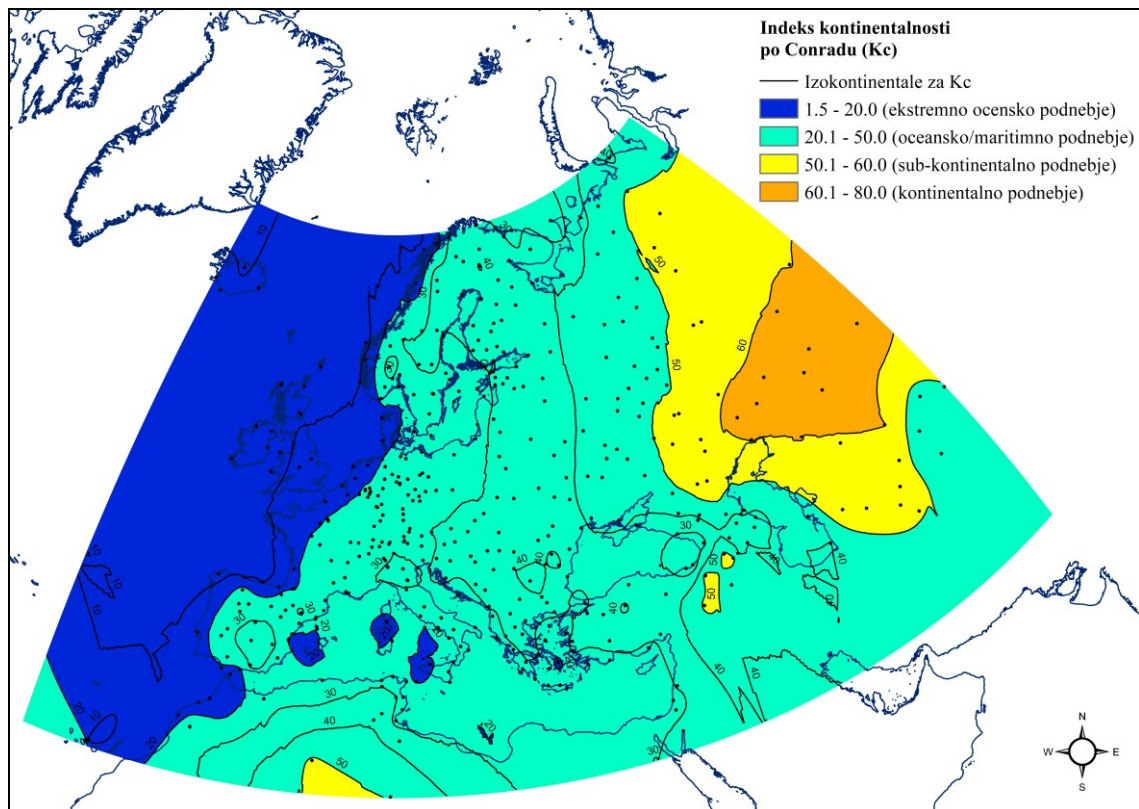
Indeks kontinentalnosti po Conradu se v Evropi povečuje v smeri od jugozahoda proti severovzhodu (slika 63) [23].



Slika 63. Zvezna karta indeksa kontinentalnosti po Conradu [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Vrednosti tega indeksa se v Evropi gibljejo med 3,5188 % (hiper-oceansko podnebje) za klimatsko postajo v Lerwicku (Združeno kraljestvo) in 58,9100 % za klimatsko postajo v El-Tonu (Rusija) (sub-kontinentalno podnebje). Kontinentalno in ekstremno-kontinentalno podnebje je na sliki 63 prikazano le izven Evrope (v Aziji). Na sliki 63 ima največjo vrednost indeksa kontinentalnosti meteorološka postaja v Turgaju (Kazahstan), in sicer 69,3934 %, vendar ta postaja ni v Aziji [23].

Glede na podnebno tipizacijo indeksa kontinentalnosti po Conradu (tabela 4) smo naredili konturno karto razredov (slika 64) [23].

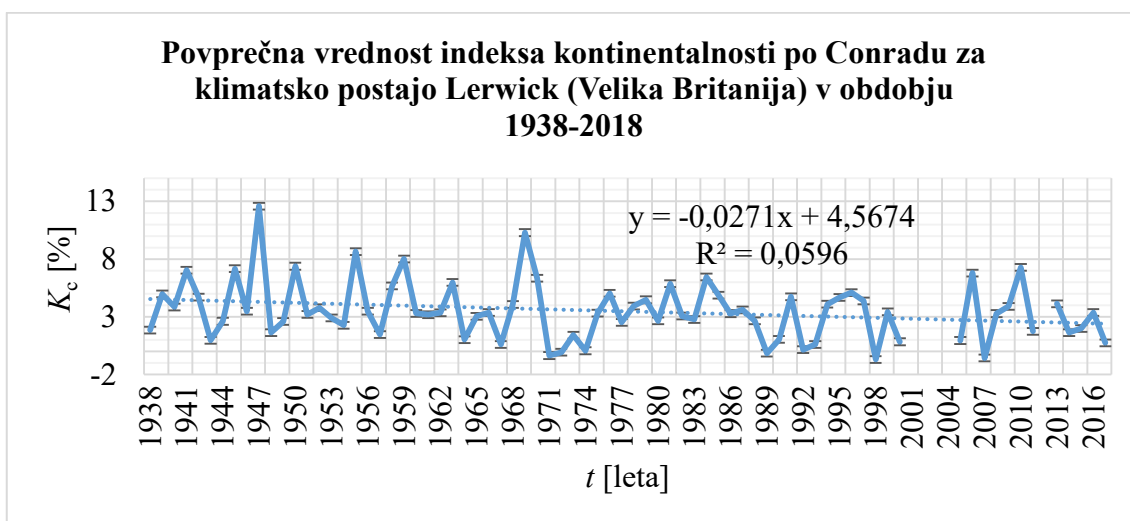


Slika 64. Karta razredov indeksa kontinentalnosti po Conradu [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

S slike 64 vidimo, da v Evropi prevladuje oceansko/maritimno podnebje ( $20,1 \% \leq K_c \leq 50,0 \%$ ), v manjši meri pa je prisotno tudi ekstremno oceansko podnebje ( $1,5 \% \leq K_c \leq 20,0 \%$ ) in sub-kontinentalno podnebje ( $50,1 \% \leq K_c \leq 60,0 \%$ ). Ekstremno oceansko podnebje se pojavlja v Evropi ob obalah Severnega Atlantika (zahodni del Portugalske, skrajni severozahodni in severni del Španije, skrajni zahodni del Francije, Belgije, Nizozemske, Nemčije in Danske ter skrajni zahodni del Norveške). Ekstremno oceansko podnebje imajo v Evropi še celotno Združeno kraljestvo, Irska in Ferski otoki, pojavlja pa se tudi ponekod na obalah Sredozemskega morja (Balearski otoki, Menorka, Korzika, Sardinija in skrajni zahodni del Sicilije). Sub-kontinentalno podnebje se v Evropi pojavlja na njenih mejah z Azijo, na območju jugozahodnega dela Rusije. Kontinentalno podnebje se v Evropi ne pojavlja, vendar s slike vidimo, da je prisotno v Aziji, na območju Kazahstana, Uzbekistana in Rusije. Prav tako pa se v Evropi ne pojavlja ekstremno-kontinentalno podnebje [23].

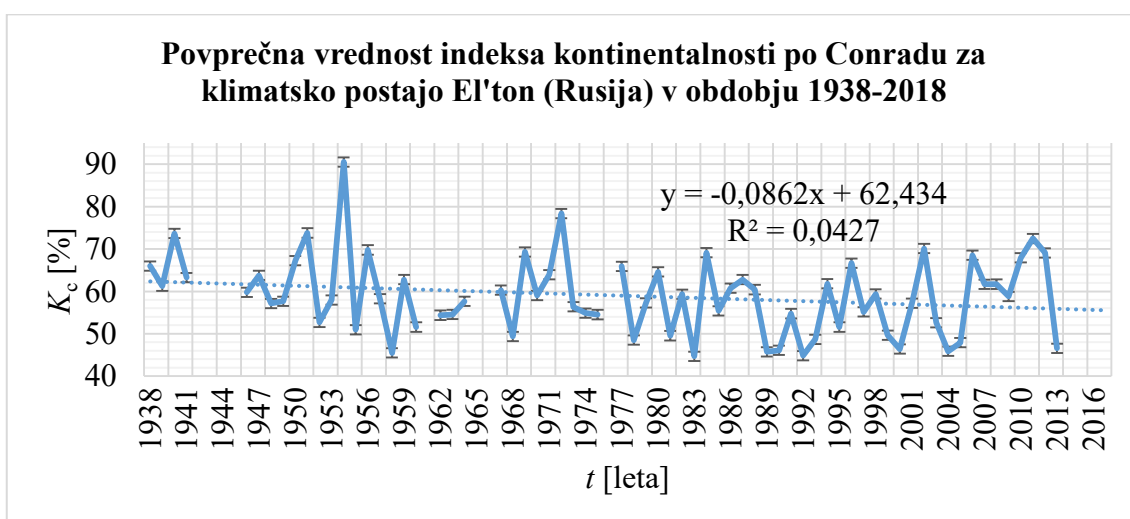
Najmanjšo povprečno vrednost indeksa kontinentalnosti po Conradu je v Evropi imela klimatska postaja Lerwick (Velika Britanija), in sicer 3,5188 % (slika 65), sledile so

klimatske postaje Vestmanski otoki (Islandija) z 36,6636 %, Stornoway (Velika Britanija) s 36,8229 % in Valentia Observatory (Garranebane, Irsko) s 37,0291 % [23].



Slika 65. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Conradu ( $K_c$ ) je bila v obdobju 1938–2018 najmanjša za klimatsko postajo Lerwick (Velika Britanija), in sicer 3,5188 %. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo  $K_c$ .

Največjo povprečno vrednost indeksa kontinentalnosti po Conradu je v Evropi imela klimatska postaja El'ton (Rusija), in sicer 58,9100 % (slika 66) [23].



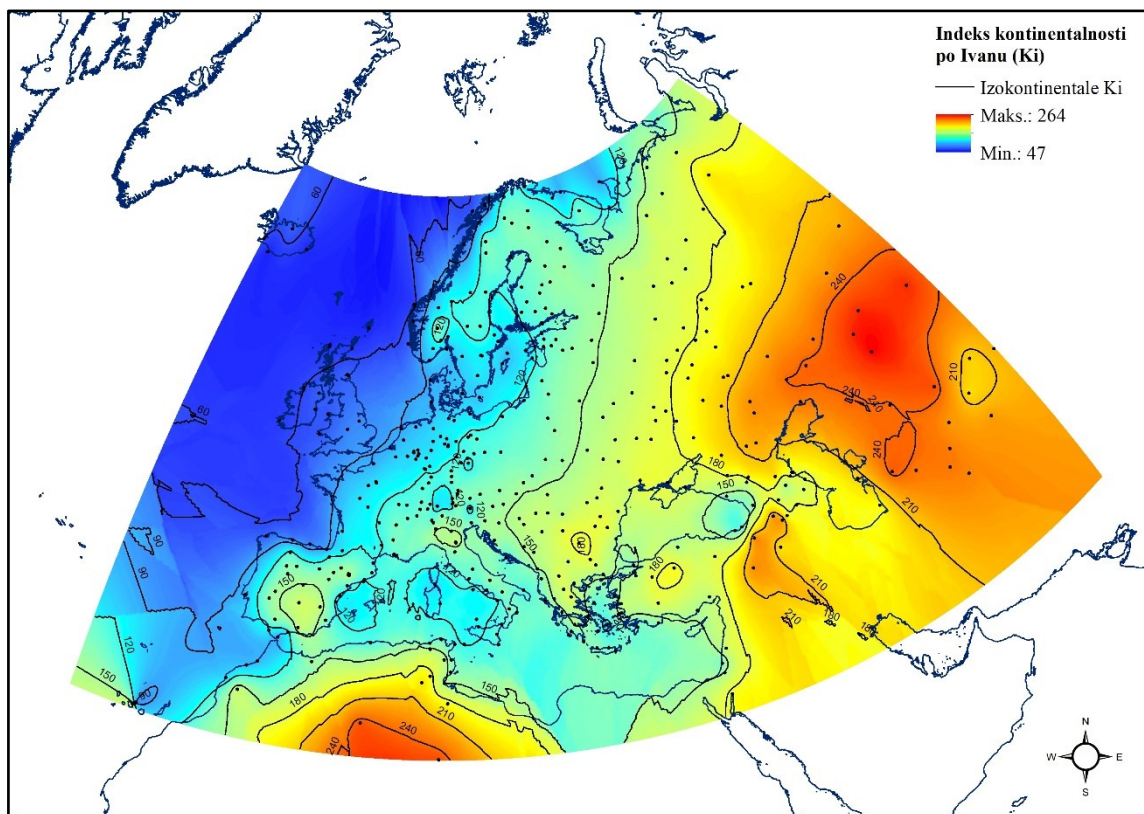
Slika 66. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Conradu ( $K_c$ ) je bila v obdobju 1938–2018 najmanjša za klimatsko postajo El'ton (Rusija), in sicer 58,9100 %. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo  $K_c$ .



Sledile so klimatske postaje Verkhniy Baskunchak (Rusija) z 72,1980 %, Yashkul (Rusija) s 70,2286 % in Oktyabrsky (Rusija) z 68,5290 % (slika 66) [23].

#### 7.2.1.4 Indeks kontinentalnosti po Ivanu

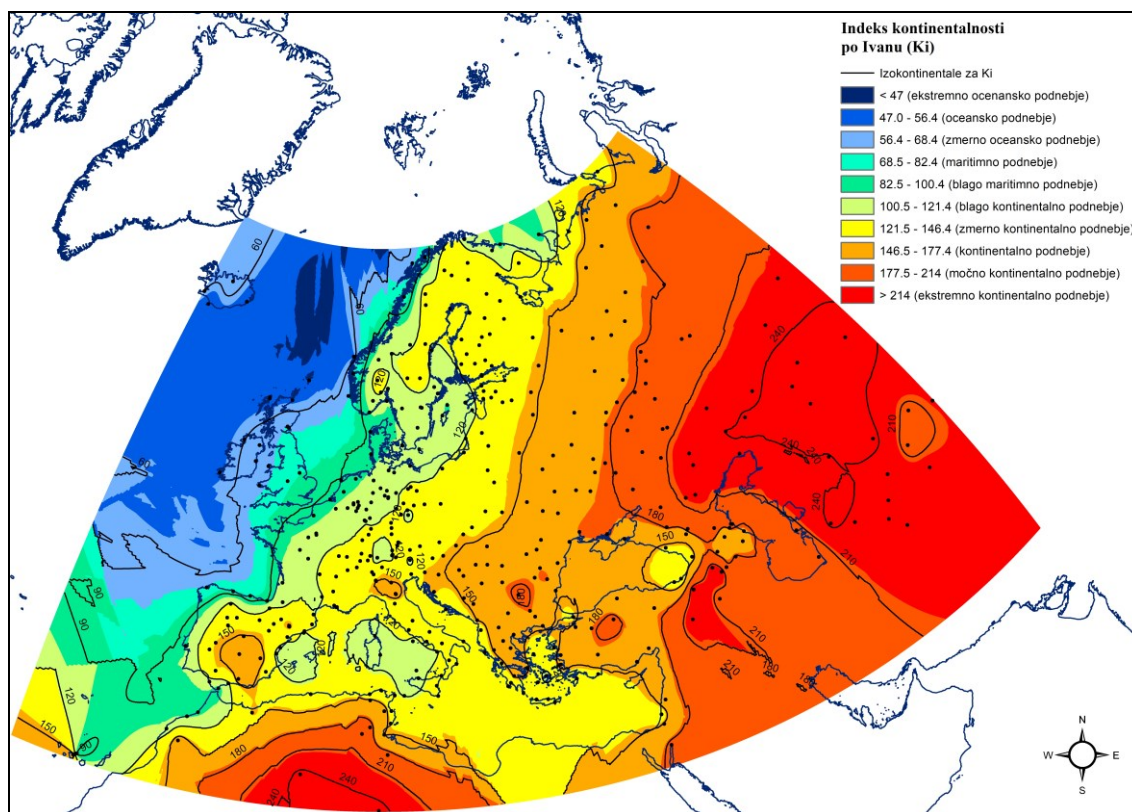
Indeks kontinentalnosti po Ivanu se v Evropi povečuje v smeri od jugozahoda proti severovzhodu (slika 67) [23].



Slika 67. Zvezna karta indeksa termične kontinentalnosti po Ivanu [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Vrednosti tega indeksa se v Evropi gibajo med 47,6452 % (oceansko podnebje) za klimatsko postajo na Vestmanskih otokih (Islandija) in 227,1239 % za klimatsko postajo v El'tonu (Rusija) (ekstremno kontinentalno podnebje). Ekstremno oceansko podnebje se v Evropi ne pojavlja. Na sliki 67 ima največjo vrednost indeksa meteorološka postaja, ki je umeščena na Aralskem jezeru (Kazahstan), in sicer 263,6511 %, vendar je ta postaja v Aziji [23].

Glede na podnebno tipizacijo indeksa kontinentalnosti po Ivanu (tabela 5) smo naredili konturno karto razredov (slika 68), iz katere vidimo, da v Evropi prevladujejo trije podnebni tipi: blago kontinentalno podnebje ( $100,5 \% \leq K_i \leq 121,4 \%$ ), zmerno kontinentalno podnebje ( $121,5 \% \leq K_i \leq 146,4 \%$ ) in kontinentalno podnebje ( $146,5 \% \leq K_i \leq 177,4 \%$ ) [23].

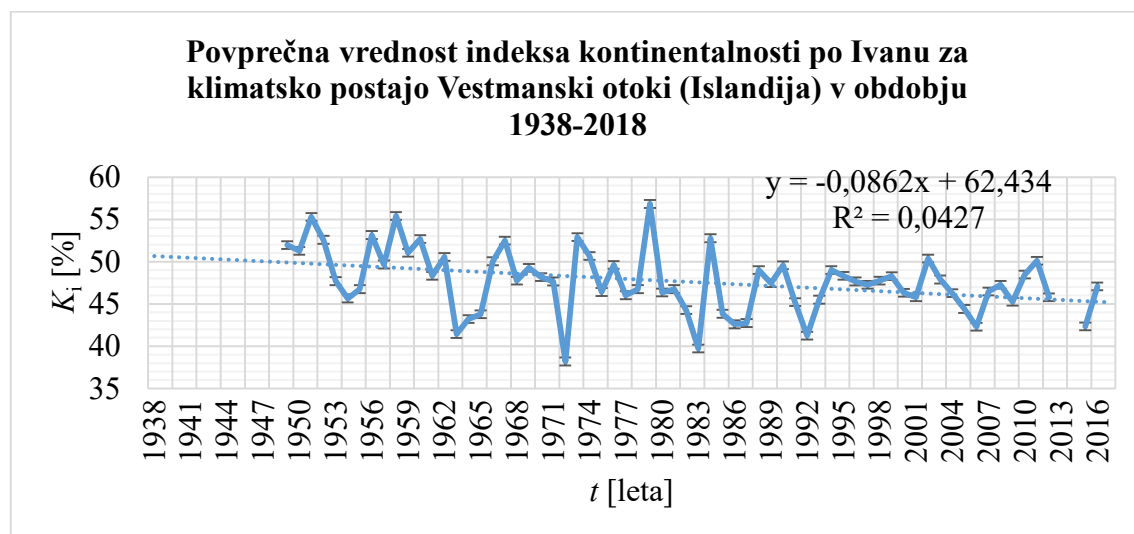


Slika 68. Karta razredov indeksa termične kontinentalnosti po Ivanu [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Ekstremno oceanško podnebje se v Evropi ne pojavlja. Oceanško podnebje se v Evropi pojavlja na skrajnem severnem delu Združenega kraljestva, na skrajnem zahodnem delu Irske, v južni in severovzhodni Islandiji ter na Ferskih otokih. Zmerno oceanško podnebje obsega večinski del Irske, zahodni in severni del Združenega kraljestva ter večji del Islandije. Maritimno podnebje se pojavlja na skrajnem severu Španije, na skrajnem severozahodu Francije (Bretanija) in v večjem delu Združenega kraljestva (predvsem osrednji del). Blago maritimno podnebje se pojavlja ob obalah severozahodne Francije, Belgije in Nizozemske. Blago kontinentalno podnebje se pojavlja v Evropi ob obalah Severnega Atlantika (Portugalska, severni in severozahodni del Španije, zahodni in severni del Španije, Belgija, Nizozemska, severni del Nemčije, Danska, severozahodni

del Poljske, zahodni del Latvije, južni del Švedske in večji del Norveške) in ponekod ob obalah Sredozemskega morja (Balearski otoki, Ibiza, Korzika, Sardinija in skrajni zahodni del južne Italije). Zmerno kontinentalno podnebje se v Evropi pojavlja v večjem delu Španije (z izjemo osrednjega dela), na Apeninskem polotoku (z izjemo severne Italije) in v večjem delu ob Sredozemskem morju, v južnem delu Norveške in večinskem delu Švedske (z izjemo južnega dela). Kontinentalno podnebje se v Evropi pojavlja predvsem na območju Balkanskega polotoka, v skrajnem vzhodnem in južnem delu Rusije, v vzhodnem delu Turčije, jugovzhodnem delu Ukrajine, v severnem delu Italije ter v osrednjem in južnem delu Španije. Močno kontinentalno podnebje se pojavlja predvsem na skrajnem zahodu Evrope (del Rusije ob meji s Kazahstanom, skrajni južni del Ukrajine in severozahodni del Bolgarije). Ekstremno kontinentalno podnebje se v Evropi ne pojavlja [23].

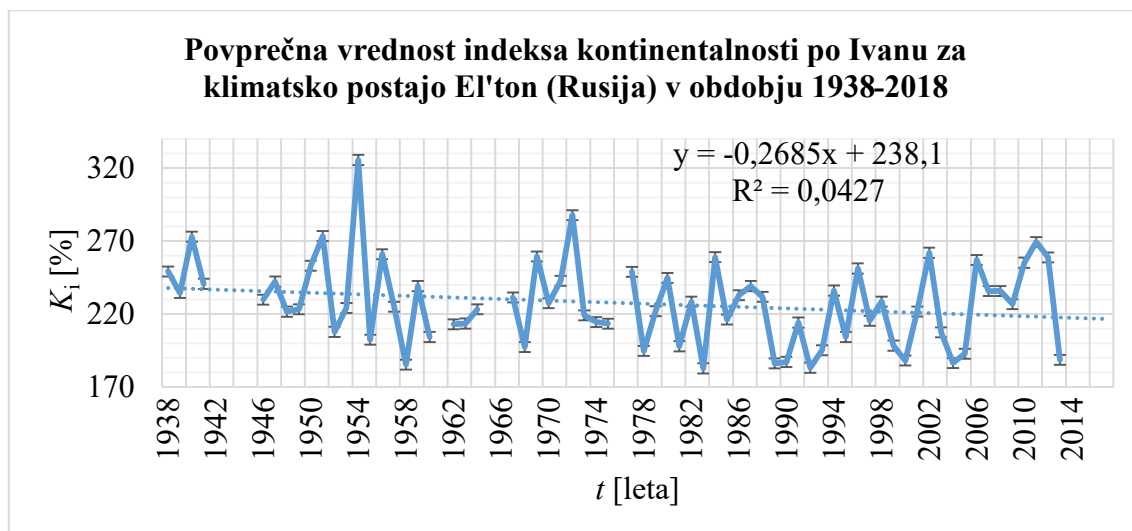
Najmanjšo povprečno vrednost indeksa kontinentalnosti po Ivanu je imela klimatska postaja Vestmanski otoki (Islandija), in sicer 47,6452 % (slika 69).



Slika 69. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Ivanu ( $K_i$ ) je bila v obdobju 1938–2018 najmanjša za klimatsko postajo Vestmanski otoki (Islandija), in sicer 47,6452 %. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo  $K_i$ .

Sledile so klimatske postaje Lerwick (Velika Britanija) z 48,8406 %, Teigarhorn (Djupivogur, Islandija) s 50,3085 % in Stornoway (Velika Britanija) z 51,3198 %.

Največjo povprečno vrednost indeksa kontinentalnosti po Ivanu je imela klimatska postaja El'ton (Rusija), in sicer 227,1239 % (slika 70), sledile so klimatske postaje Verkhniy Baskunchak (Rusija) z 226,5708 %, Jaskul (Rusija) z 217,7958 % in Elista (Rusija) z 214,3839 % [23].

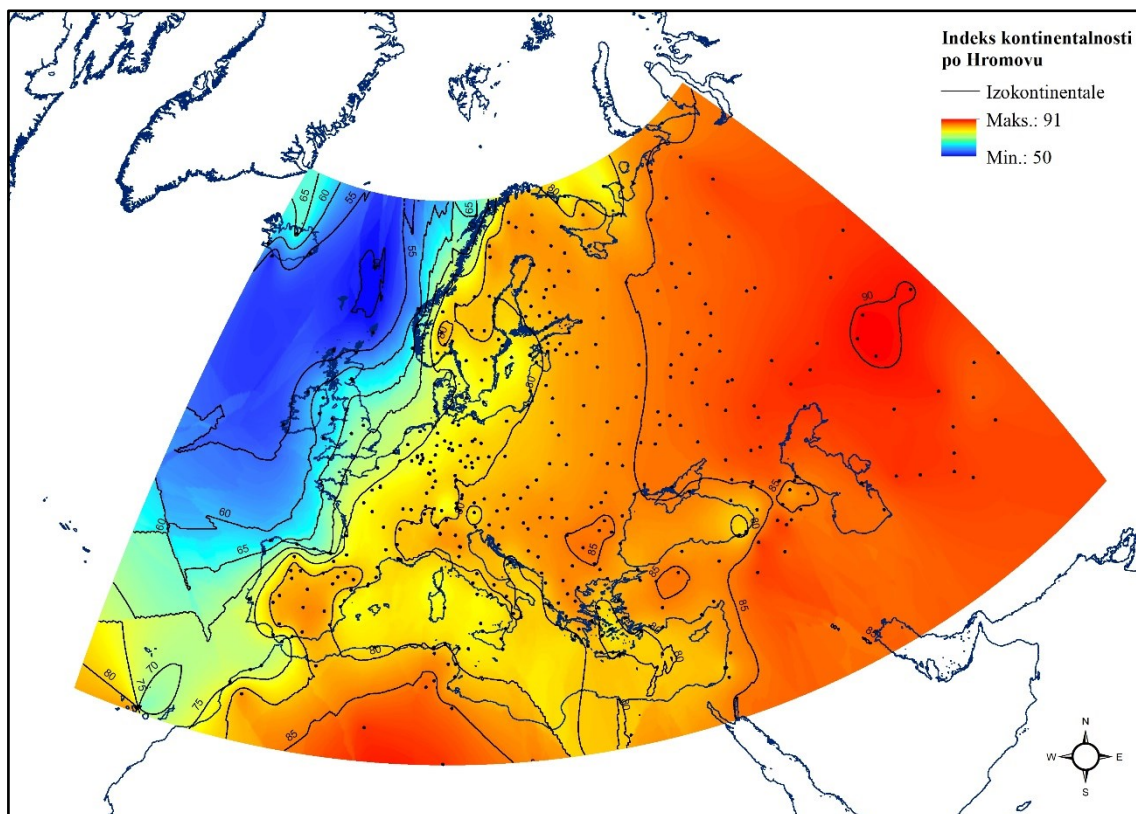


Slika 70. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Ivanu ( $K_i$ ) je bila v obdobju 1938–2018 največja za klimatsko postajo El'ton (Rusija), in sicer 227,1239 %. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo  $K_i$ .

### 7.2.1.5 Indeks kontinentalnosti po Hromovu

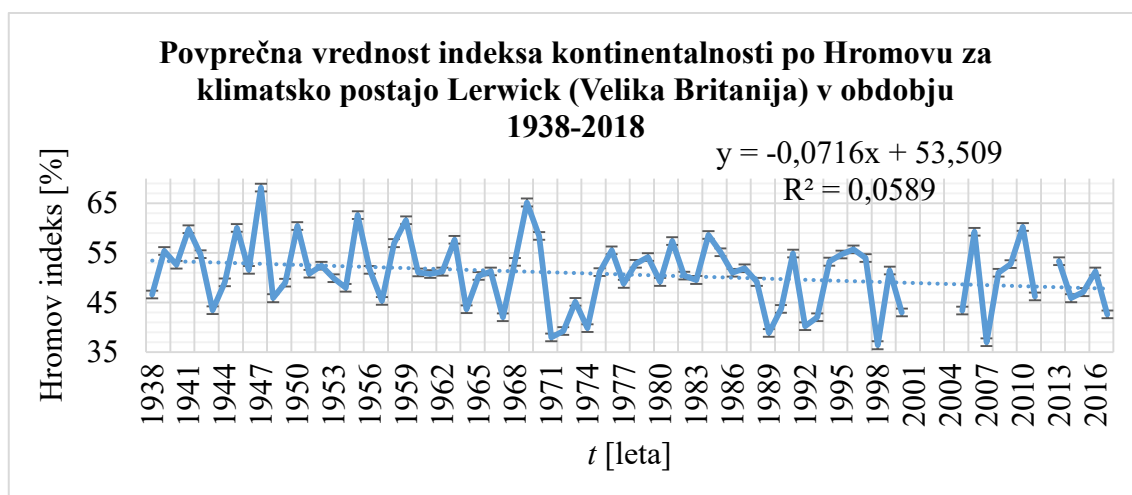
Indeks kontinentalnosti po Hromovu se v Evropi povečuje v smeri od jugozahoda proti severovzhodu (slika 71). Vrednosti tega indeksa se v Evropi gibajo med 50,7372 % za klimatsko postajo Lerwick (Velika Britanija) in 90,2458 % za klimatsko postajo v El'tonu (Rusija). Na sliki 71 ima največjo vrednost indeksa meteorološka postaja, ki je umeščena na Aralskem morju (Kazahstan), in sicer 90,2458 %, vendar ta postaja ni v Aziji [23].





Slika 71. Zvezna karta indeksa kontinentalnosti po Hromovu [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

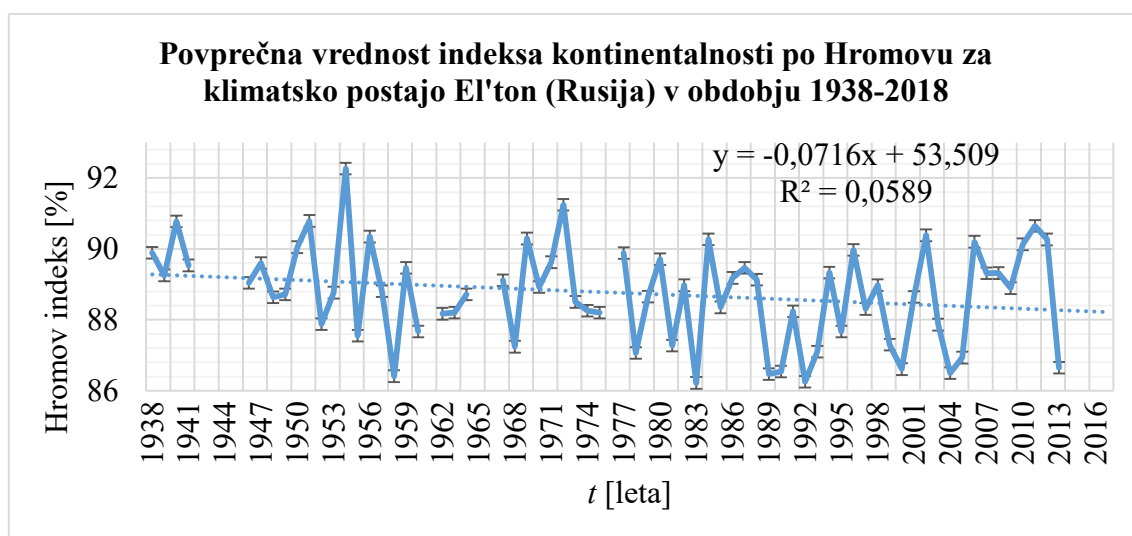
Najmanjšo povprečno vrednost indeksa kontinentalnosti po Hromovu je imela v Evropi klimatska postaja Lerwick (Velika Britanija), in sicer 50,7372 % (slika 72) [23].



Slika 72. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Hromovu je bila v obdobju 1938–2018 najmanjša za klimatsko postajo Lerwick (Velika Britanija), in sicer 50,7372 %. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo indeksa kontinentalnosti po Hromovu.

Sledile so klimatske postaje Vestmanski otoki (Islandija) z 51,2625 %, Stornoway (Velika Britanija) z 52,5753 % in Valentia Observatory (Kerry, Irska) s 53,5728 %.

Največjo povprečno vrednost indeksa kontinentalnosti po Hromovu je imela klimatska postaja El'ton (Rusija), in sicer 88,7448 % (slika 73), sledile so klimatske postaje Verkhniy Baskunchak (Rusija) z 88,6712 %, Jaskul (Rusija) z 88,0980 in Elista (Rusija) s 87,9346 %.

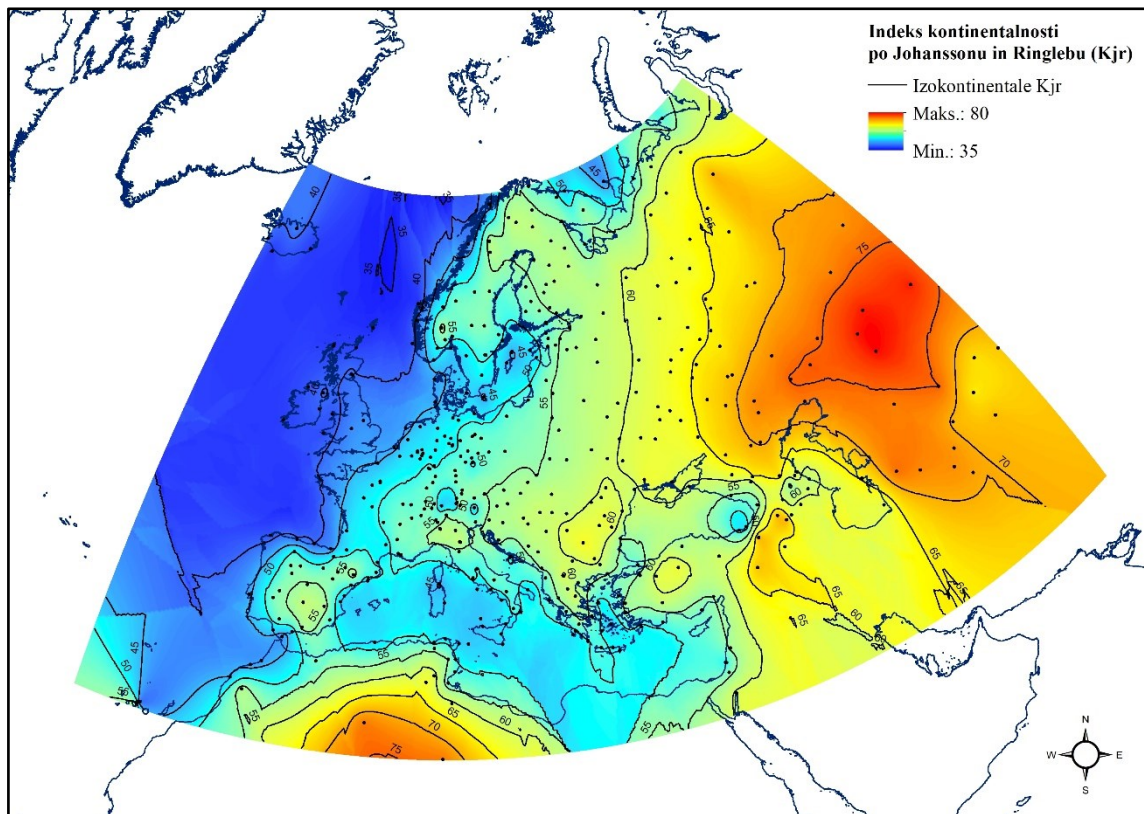


Slika 73. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Hromovu je bila v obdobju 1938–2018 največja za klimatsko postajo El'ton (Rusija), in sicer 88,7448 %. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo indeksa kontinentalnosti po Hromovu.

### 7.2.1.6 Indeks kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu

Indeks kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu se v Evropi povečuje v smeri od jugozahoda proti severovzhodu (slika 74).

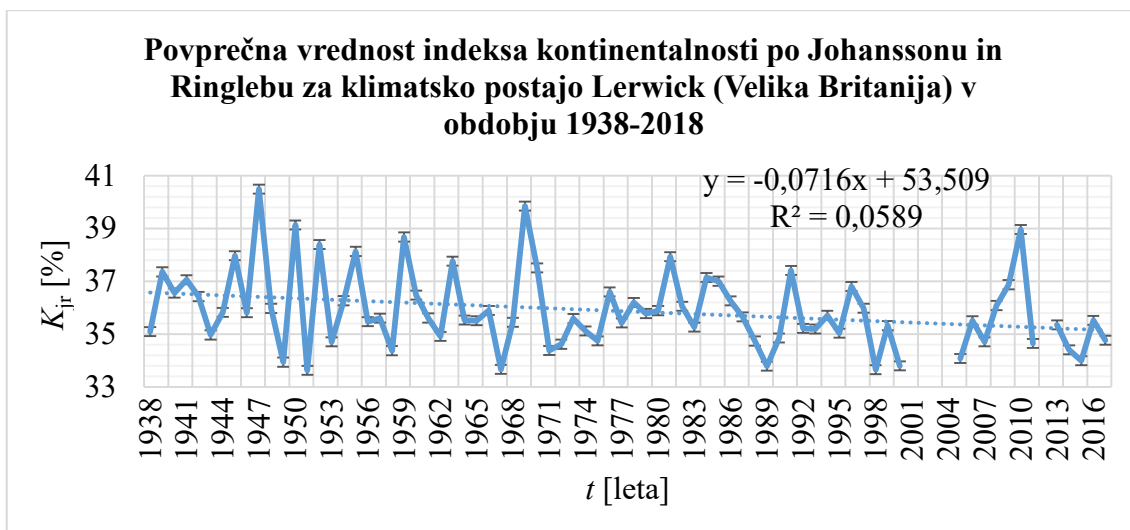




Slika 74. Zvezna karta indeksa kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

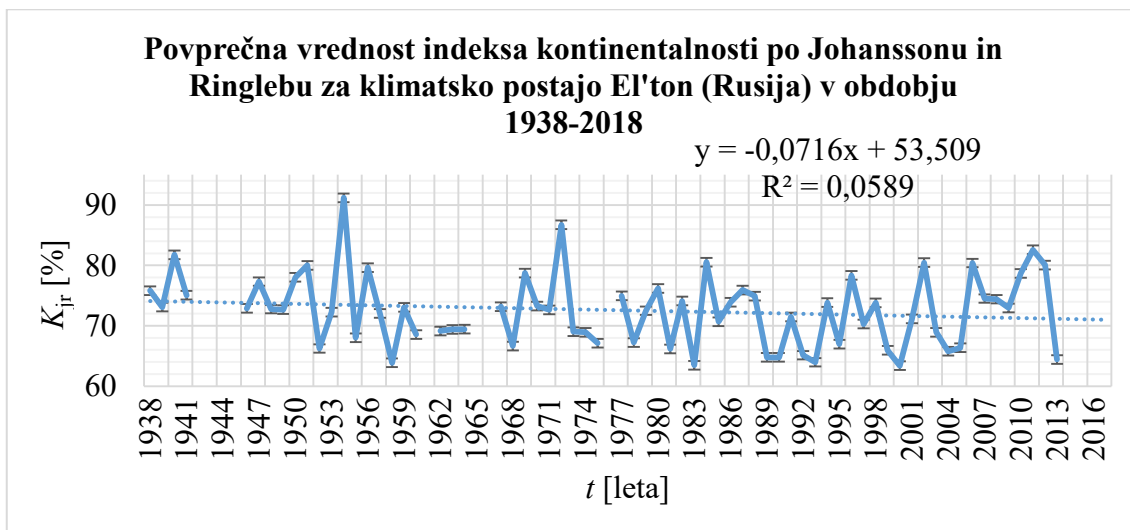
Vrednosti tega indeksa se v Evropi gibljejo med 35,8944 % za klimatsko postajo v Lerwicku (Velika Britanija) in 72,5321 % za klimatsko postajo v El'tonu (Rusija). Na sliki 74 ima največjo vrednost indeksa meteorološka postaja, ki je umeščena na Aralskem jezeru (Kazahstan), in sicer 79,5083 %, vendar ta postaja ni v Aziji [23].

Najmanjšo povprečno vrednost indeksa kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu je v Evropi imela klimatska postaja Lerwick (Velika Britanija), in sicer 35,8944 % (slika 75), sledile so klimatske postaje Svinoy (Ferski otoki) s 36,3750 %, Vestmanski otoki (Islandija) s 36,6636 % in Stornoway (Velika Britanija) s 36,8229 % [23].



Slika 75. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu je bila v obdobju 1938–2018 najmanjša za klimatsko postajo Lerwick (Velika Britanija), in sicer 35,8944 %. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo Johansson-Ringlebovega indeksa.

Največjo povprečno vrednost indeksa kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu je v Evropi imela klimatska postaja El'ton (Rusija), in sicer 72,5321 % (slika 76), sledile so klimatske postaje Verkhniy Baskunchak (Rusija) z 72,1980 %, Jaskul (Rusija) s 70,2286 % in Elista (Rusija) z 69,5408 %.



Slika 76. Povprečna vrednost indeksa kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu je bila v obdobju 1938–2018 največja za klimatsko postajo El'ton (Rusija), in sicer 72,5321 %. Modra pikčasta črta prikazuje linearno aproksimacijo indeksa kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu.

### 7.2.1.7 Primerjava indeksov kontinentalnosti

Ob primerjavi zveznih kart klimatskih indeksov v poglavju 7.2.1 (slike 55, 59, 63, 67, 71, 74) vidimo, da se pri vseh klimatskih indeksih kontinentalnost v Evropi povečuje v smeri od jugozahoda proti severovzhodu. Vsi klimatski indeksi se glede na zvezne karte med seboj dobro ujemajo, nekoliko odstopanj od preostalih indeksov dobimo le pri indeksu kontinentalnosti po Hromovu. Enačba indeksa kontinentalnosti po Hromovu (6) bistveno ne odstopa od preostalih uporabljenih enačb, po katerih smo računali kontinentalnost, saj prav tako kot preostale enačbe vsebuje amplitudo in geografsko širino. V enačbi pa se razlikuje parameter, s katerim pomnožimo sinus geografske širine; vrednost tega parametra je 5,4 [20]. Indeks kontinentalnosti po Hromovu, ki ga izračunamo po enačbi (6), kaže, koliko letne temperature zraka (v odstotkih), na določeni točki na Zemlji, je povzročene zaradi prisotnosti zemlje na nekem območju (tj. prispevek zemlje h kontinentalnosti). Tako je glede na letne temperaturne amplitude celo najbolj maritimno podnebje na kontinentu še vedno bolj odvisno od kontinenta kot od oceana [20].

Ob primerjavi diskretnih kart klimatskih indeksov v poglavju 7.2.1 (slike 58, 60, 64, 68) vidimo, da med posameznimi klimatskimi indeksi prihaja do razlik. Maritimno/oceansko podnebje po Gorczyńskem obsega Južno Evropo, Zahodno Evropo, zahodni del Srednje in Severne Evrope ter manjši del Jugovzhodne Evrope. V primerjavi s tem maritimno podnebje po Supanu obsega le vzhodni del Atlantskega oceana in le skrajni jugozahodni del Irske. Conrad pa loči ekstremno oceansko podnebje in oceansko podnebje. Skrajno oceansko podnebje se v Evropi pojavlja na skrajnem priobalnem delu, in sicer v zahodnem delu Portugalske, severni Španiji, zahodni Franciji in zahodnem delu Belgije, Nizozemske in Norveške. Skrajno oceansko podnebje se pojavlja tudi ob nekaterih delih Sredozemskega morja (Korzika, Sardinija, Majorka ...), prav tako pa obsega celotno Veliko Britanijo, Irsko in Islandijo, medtem ko oceansko podnebje zajema skoraj celotno Evropo razen manjšega dela Vzhodne Evrope. Ivan razlikuje med ekstremno oceanskim, oceanskim, zmerno oceanskim/maritimnim, maritimnim in blagim maritimnim podnebjem. Ekstremno oceansko podnebje ima le del Norveškega morja, oceansko podnebje in zmerno oceansko podnebje imajo preostala območja Atlantskega oceana. Zmerno oceansko podnebje imata pri kopnem delu Evrope le celotna Irska in skrajni priobalni pas zahodnega dela Velike Britanije. Maritimno podnebje obsega zahodni del

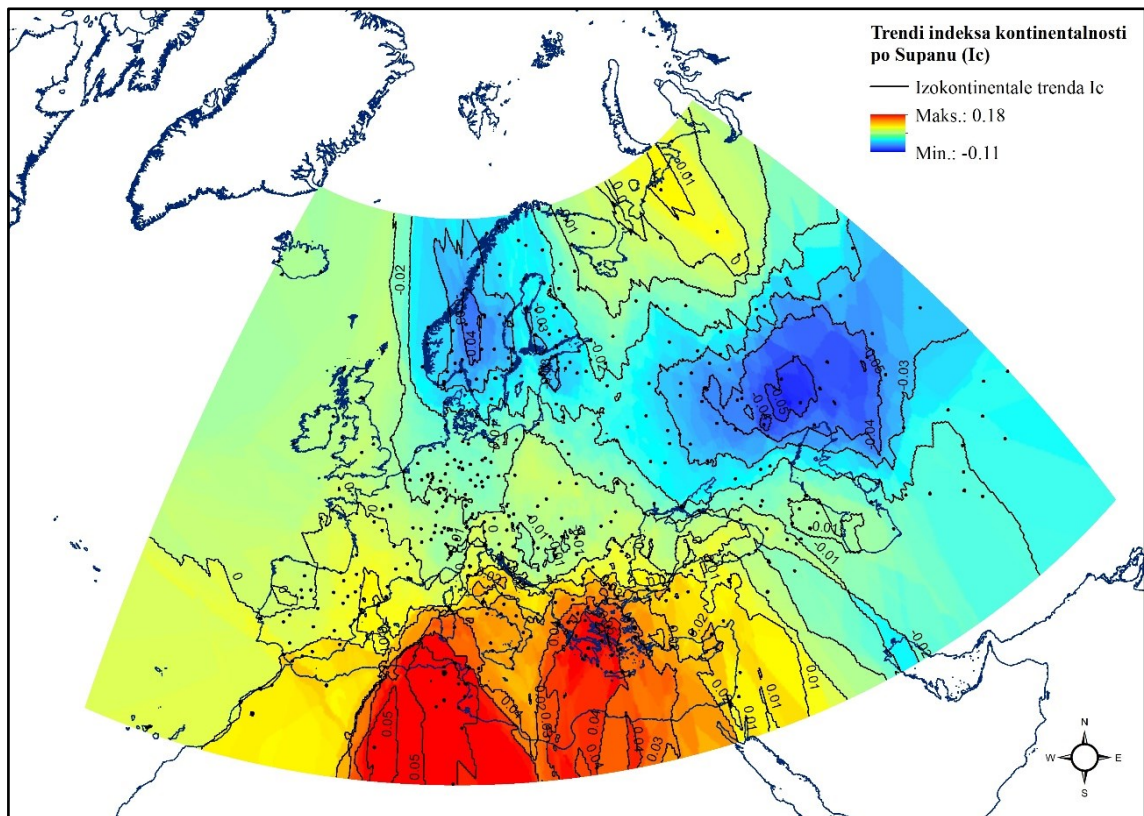
Velike Britanije in skrajni severozahodni del Španije. Blago maritimno podnebje pa imajo skrajna priobalna območja Francije, Belgije in Nizozemske [23].

Po Supanu se kontinentalno podnebje pojavlja v vzhodnem delu Vzhodne Evrope in nekaterih predelih Severne Evrope (vzhodna Švedska in pretežni del Finske), medtem ko Conrad razlikuje med sub-kontinentalnim in kontinentalnim podnebjem. Sub-kontinentalno podnebje se pojavlja v zahodnem delu Vzhodne Evrope, medtem ko se kontinentalno podnebje v Evropi ne pojavlja. Po Gorczyńskem se kontinentalno podnebje pojavlja v Jugovzhodni Evropi, delu Severne Evrope (del Finske, Estonije, Latvije in Litve) in celotni Vzhodni Evropi. Po Ivanu se zmerno kontinentalno podnebje pojavlja tam, kjer je po Gorczyńskem še oceansko podnebje. Kontinentalno podnebje se najbolj ujema pri kartah po Supanu in Ivanu. Ekstremno kontinentalno podnebje se po vseh indeksih kontinentalnosti v Evropi ne pojavlja. Močno kontinentalno podnebje se po Ivanu pojavlja le v nekaterih predelih Vzhodne Evrope (Ukrajina in nekateri predeli južnega dela Rusije) [23].

## **7.2.2 Trendi indeksov kontinentalnosti**

### **7.2.2.1 Trendi indeksa kontinentalnosti po Supanu**

Trendi indeksa kontinentalnosti se po Supanu povečujejo od severa proti jugu, odstopanja so le na območju Rusije, kjer je trend indeksa najmanjši (slika 77).



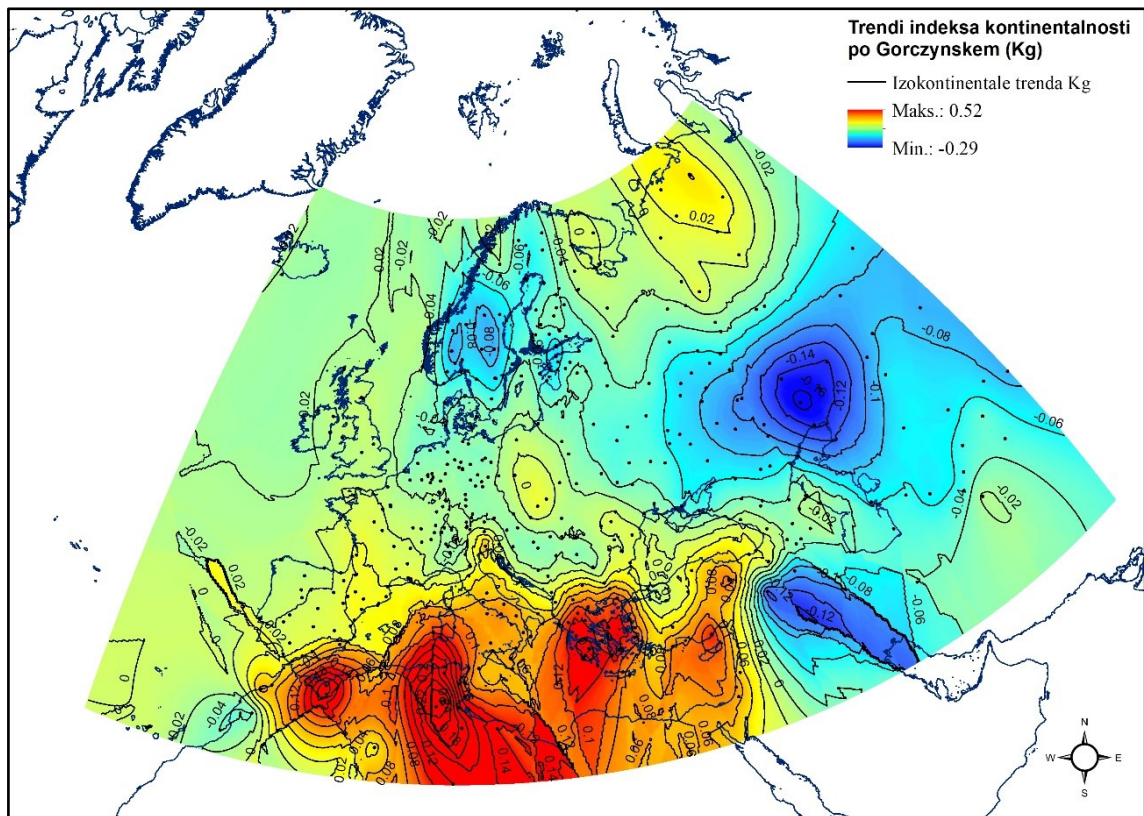
Slika 77. Zvezna karta trendov indeksa kontinentalnosti po Supanu [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Vrednosti trenda indeksa se v Evropi gibajo med  $-0,0640$  °C/leto za klimatsko postajo Helsinki (Finska) in  $0,0940$  °C/leto za klimatsko postajo Rivolto (Italija). To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (v 81 letih) trend kontinentalnost v Helsinkih zmanjšal za  $5,1832$  °C, medtem ko se je v Rivoltu v enakem časovnem obdobju povečal za  $7,6140$  °C. Na sliki 77 ima najmanjšo vrednost trenda indeksa kontinentalnosti meteorološka postaja v Diyarbakiru (Turčija), ki znaša  $0,1919$  °C/leto, in največjo vrednost Gafsa (Tunizija), ki znaša  $0,1705$  °C/leto, vendar sta ti dve državi izven Evrope. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (v 81 letih) kontinentalnost v Diyarbakiru povečala za  $8,2499$  °C, v Gafsi pa za  $13,8081$  °C.

### 7.2.2.2 Trendi indeksa kontinentalnosti po Gorczynskem

Trendi indeksa kontinentalnosti se po Gorczynskem povečujejo od severa proti jugu, odstopanja so le na območju Rusije, kjer je trend indeksa najmanjši (slika 78).





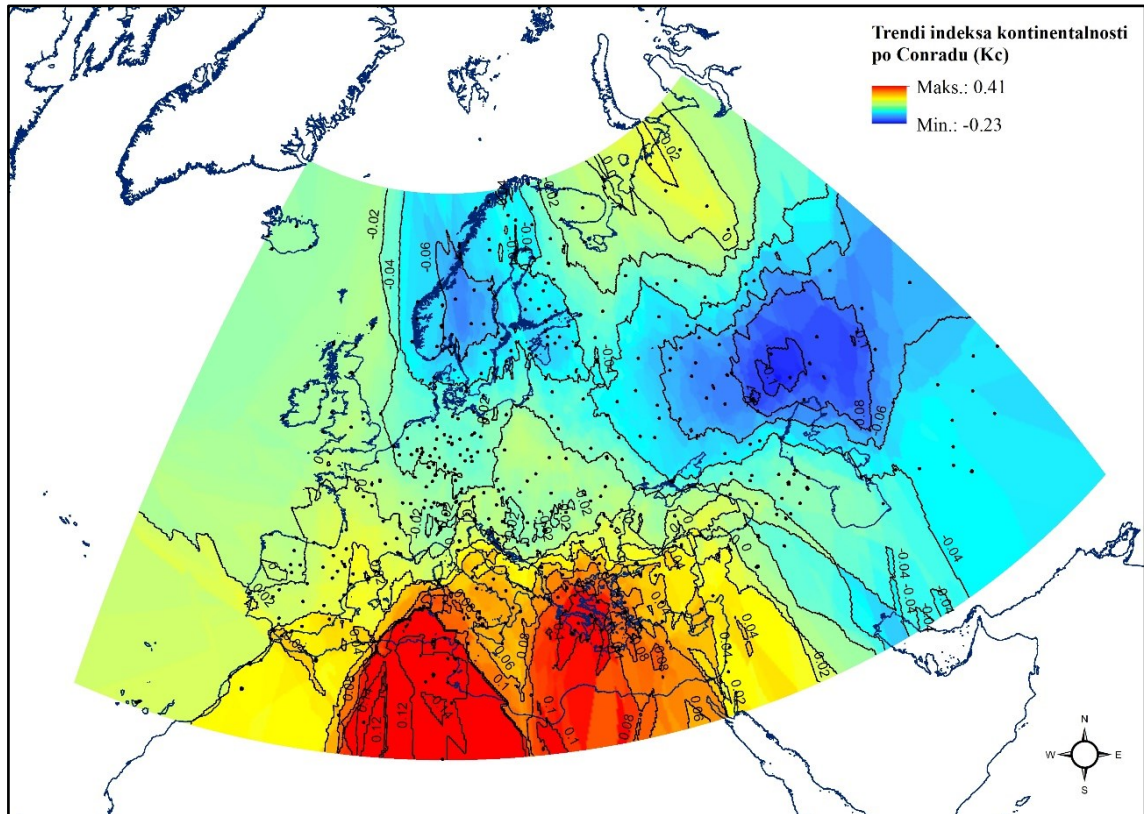
Slika 78. Zvezna karta trendov indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Vrednosti trenda indeksa se v Evropi gibajo med  $-0,1255 \text{ \%/leto}$  za klimatsko postajo Helsinki (Finska) in  $0,2410 \text{ \%/leto}$  za klimatsko postajo Samos (Grčija). To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (v 81 letih) trend kontinentalnosti najbolj zmanjšal v Helsinkih, in sicer za  $10,1639 \text{ \%}$ , medtem ko se je v Samosu v enakem časovnem obdobju najbolj povečal, in sicer za  $19,5235 \text{ \%}$ . Na sliki 78 ima najmanjšo vrednost trenda indeksa kontinentalnosti meteorološka postaja v Diyarbakiru (Turčija), ki znaša  $-0,2820 \text{ \%/leto}$ , in največjo vrednost Gafsa (Tunizija), ki znaša  $0,5127 \text{ \%/leto}$ , vendar sta ti dve državi izven Evrope. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 kontinentalnost v Diyarbakiru zmanjšala za  $22,8420 \text{ \%}$ , v Gafsi pa povečala za  $41,5277 \text{ \%}$ . S slike 63 vidimo, da je najmanjši trend kontinentalnosti v Evropi na območju Rusije, medtem ko je največji na območju Sredozemskega morja [23].



### 7.2.2.3 Trendi indeksa kontinentalnosti po Conradu

Trendi indeksa kontinentalnosti se po Conradu povečujejo od severa proti jugu, odstopanja so le na območju Rusije, kjer je trend indeksa najmanjši (slika 79) [23].



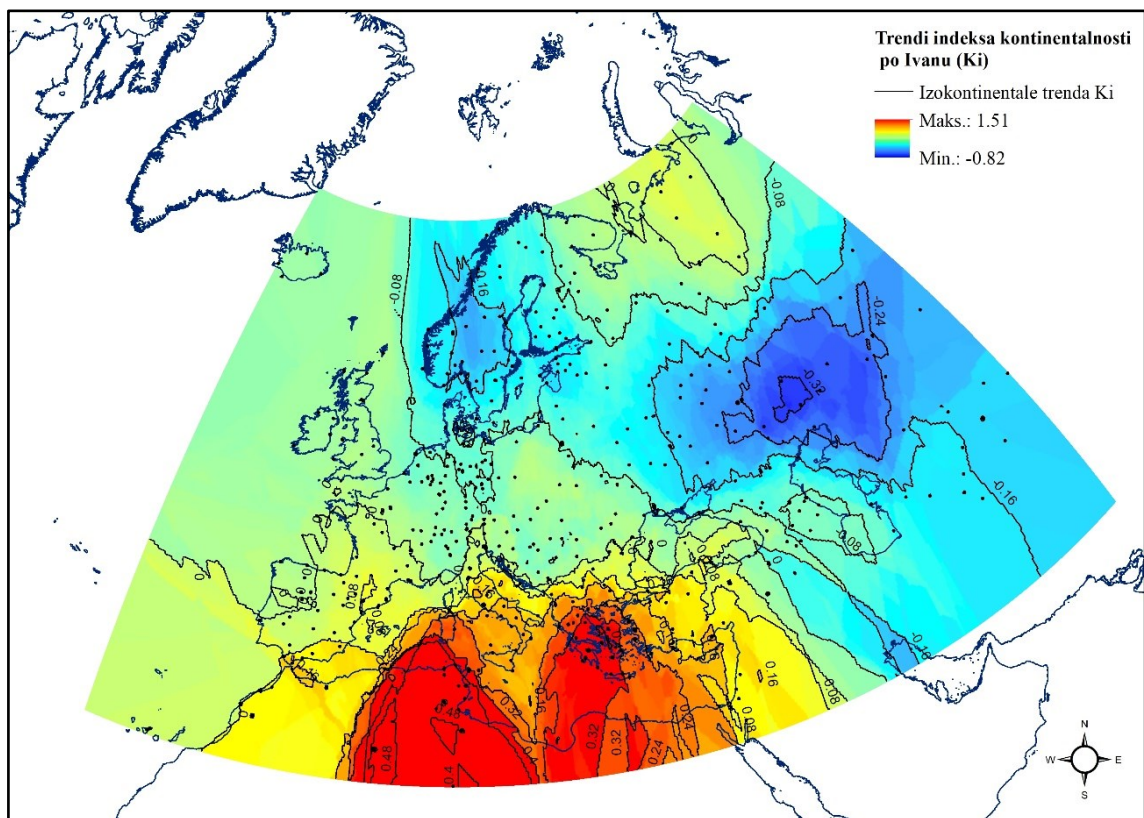
Slika 79. Zvezna karta trendov indeksa kontinentalnosti po Conradu [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Vrednosti trenda indeksa kontinentalnosti po Conradu se v Evropi gibajo med  $-0,11569$  %/leto za klimatsko postajo Helsinki (Finska) in  $0,199285$  %/leto za klimatsko postajo Samosa (Grčija). To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (v 81 letih) trend kontinentalnosti najbolj zmanjšal v Helsinkih, in sicer za  $9,3701$  %, medtem ko se je v Samosu v enakem časovnem obdobju najbolj povečal, in sicer za  $16,1421$  %. Na sliki 79 ima najmanjšo vrednost trenda indeksa kontinentalnosti meteorološka postaja v Diyarbakiru (Turčija), ki znaša  $-0,2334$  %/leto, in največjo vrednost Gafsa (Tunizija), ki znaša  $0,5127$  %/leto, vendar sta ti dve državi izven Evrope. S slike 79 vidimo, da je najmanjši trend kontinentalnosti med leti 1938 in 2018 v Evropi na območju Rusije, Norveške in Švedske, medtem ko je največji na območju Sredozemskega morja in v njegovi okolici, pri čemer med državami najbolj izstopajo Italija, Slovenija in Hrvaška.

Pri tem je treba opozoriti, da pri enotah delež 100 % ne predstavlja celote, ampak je to delež indeksa kontinentalnosti po Conradu, podanega v tabeli 4 [23].

#### 7.2.2.4 Trendi indeksa kontinentalnosti po Ivanu

Trendi indeksa kontinentalnosti se po Ivanu povečujejo od severa proti jugu, odstopanja so le na območju Rusije, kjer je trend indeksa najmanjši (slika 80) [23].



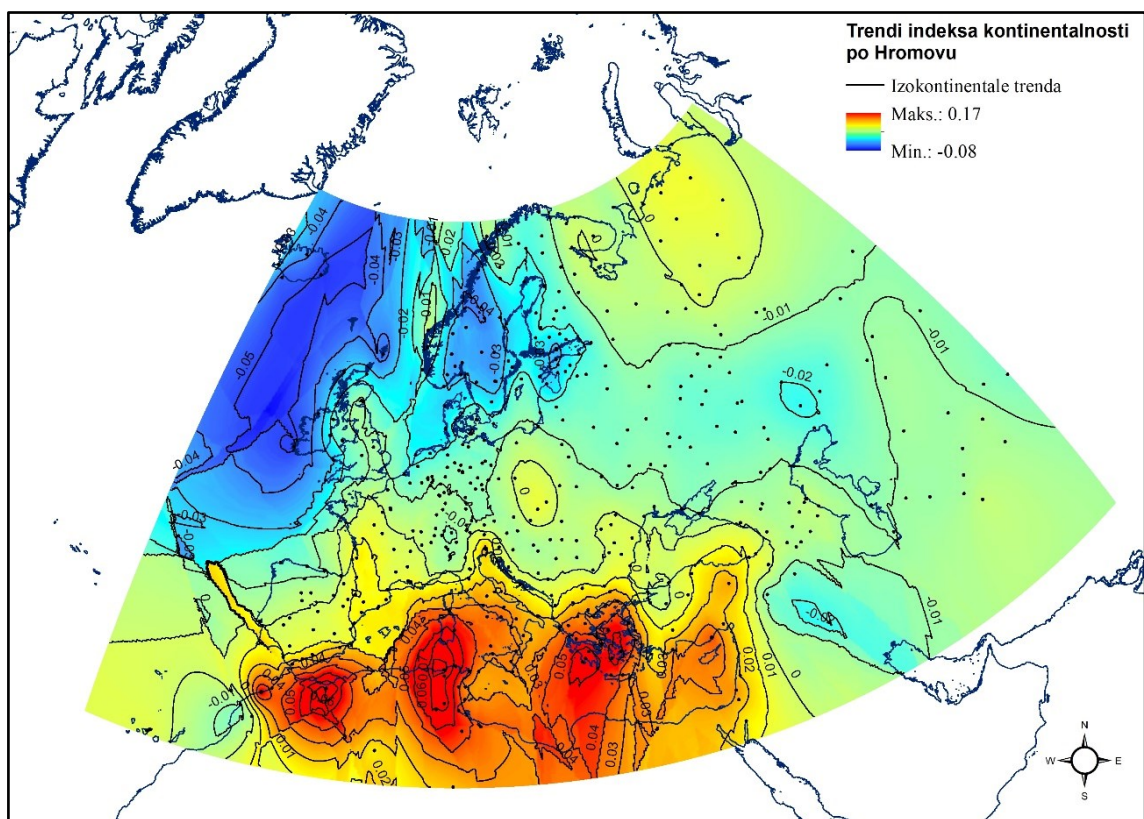
Slika 80. Zvezna karta trendov indeksa termične kontinentalnosti po Ivanu [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Vrednosti trenda Ivanovega indeksa se v Evropi gibajo med  $-0,3226$  %/leto za klimatsko postajo Helsinki (Finska) in  $0,6969$  %/leto za klimatsko postajo Samosa (Grčija). To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (v 81 letih) trend kontinentalnosti najbolj zmanjšal v Helsinkih, in sicer za  $26,1306$  %, medtem ko se je v Samosu v enakem časovnem obdobju najbolj povečal, in sicer za  $56,4489$  %. Na sliki 80 ima najmanjšo vrednost trenda indeksa kontinentalnosti meteorološka postaja v Diyarbakiru (Turčija), ki znaša  $-0,8148$  %/leto, in največjo vrednost Gafsa (Tunizija)  $1,5008$  %/leto, vendar sta ti dve

državi izven Evrope. Na sliki 80 vidimo, da je najmanjši trend kontinentalnosti v obravnavanem obdobju v Evropi na območju Rusije, sledita pa Norveška in Švedska, medtem ko je največji na območju Sredozemskega morja in v njegovi okolici, pri čemer med državami najbolj izstopajo Italija, Slovenija, Hrvaška in Grčija [23].

### 7.2.2.5 Trendi indeksa kontinentalnosti po Hromovu

Trendi indeksa kontinentalnosti se po Hromovu povečujejo od severa proti jugu, večja odstopanja so na območju Norveške in Švedske ter manjša na območju Rusije (slika 81) [23].



Slika 81. Zvezna karta trendov indeksa kontinentalnosti po Hromovu [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

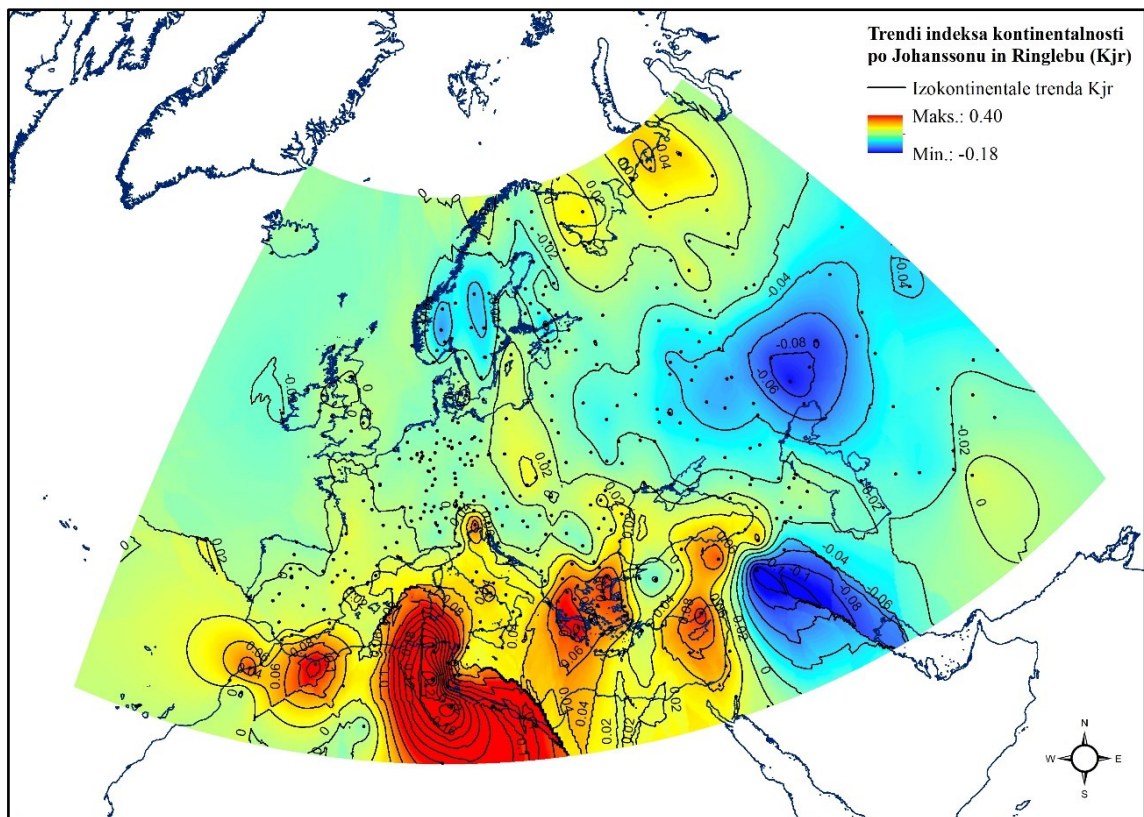
Vrednosti trenda indeksa kontinentalnosti po Hromovu se v Evropi gibajo med -0,0716 %/leto za klimatsko postajo Lerwick (Velika Britanija) in 0,0999 %/leto za klimatsko postajo Kalamata (Grčija). To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (v 81 letih) trend kontinentalnosti najbolj zmanjšal v Lerwicku, in sicer za 5,7996 %, medtem ko se je v Kalamati v enakem časovnem obdobju najbolj povečal, in sicer za 8,0919 %.



Na sliki 81 ima največjo vrednost trenda indeksa kontinentalnosti meteorološka postaja v Casablanci (Maroko), vendar je ta država izven Evrope. Na sliki 81 vidimo, da je najmanjši trend kontinentalnosti v obravnavanem obdobju v Evropi na območju Norveške in Švedske, medtem ko je največji na območju Sredozemskega morja in v njegovi okolici, pri čemer med državami najbolj izstopajo Italija, Slovenija, Hrvaška in Grčija [23].

### 7.2.2.6 Trendi indeksa kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu

Trendi indeksa kontinentalnosti se po Johanssonu in Ringlebu povečujejo od severa proti jugu, večja odstopanja so na območju Rusije in manjša na območjih Norveške in Švedske (slika 82) [23].



Slika 82. Zvezna karta trendov indeksa kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu [23]. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Vrednosti trenda glede na indeks kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu se v Evropi gibajo med  $-0,0820$  %/leto za klimatsko postajo Helsinki (Finska) in  $0,1578$  %/leto za klimatsko postajo Rivotto (Italija). To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (v 81 letih)

trend kontinentalnosti najbolj zmanjšal v Helsinkih, in sicer za 6,6420 %, medtem ko se je v Rivoltu (Italija) v enakem časovnem obdobju najbolj povečal, in sicer za 538,0020 %. Na sliki 82 ima najmanjšo vrednost trenda indeksa kontinentalnosti meteorološka postaja Diyarbakiru (Turčija), ki znaša -0,1820 %/leto, in največjo vrednost Gafsa (Tunizija) 0,4050 %/leto, vendar sta ti dve državi izven Evrope. Na sliki 82 vidimo, da je najmanjši trend kontinentalnosti v obravnavanem obdobju v Evropi na območju Rusije, sledita pa Norveška in Švedska, medtem ko je največji na območju Sredozemskega morja in v njegovi okolici, pri čemer med državami najbolj izstopajo Italija, Slovenija, Hrvaška in Grčija [23].

#### **7.2.2.7 Primerjava trendov indeksov kontinentalnosti**

Trendi indeksa kontinentalnosti se pri vseh klimatskih postajah v večji meri povečujejo od severa proti jugu, do večjih odstopanj prihaja le na območju Rusije, Švedske in Norveške. Iz rezultatov trendov kontinentalnosti po Gorczyńskem, Conradovem in Ivanovem indeksu vidimo, da imajo enake meteorološke postaje v Evropi največji in najmanjši trend indeksa, in sicer ima največjo vrednost trenda indeksa klimatska postaja Helsinki (Finska) in najmanjšo klimatska postaja Samos (Grčija), kar je v skladu z ugotovitvami drugih študij [2,5]. Trend kontinentalnosti je glede na indeks kontinentalnosti po Supanu prav tako največji za klimatsko postajo Helsinki, medtem ko je najmanjši za klimatsko postajo Rivolto (Italija). Prav tako je trend glede na indeks kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu v Evropi največji v Helsinkih, medtem ko je najmanjši za klimatsko postajo v Rivoltu. Po vseh indeksih kontinentalnosti je najmanjši trend kontinentalnosti v Evropi na območju Severne Evrope, največji pa na območjih Sredozemskega morja in v njegovi okolici. Med vsemi trendi indeksov najbolj izstopajo trendi po Hromovem indeksu, kjer je največji trend kontinentalnosti v Evropi za klimatsko postajo Lerwick (Velika Britanija) in najmanjši za klimatsko postajo Kalamata (Grčija) [23].

## 8 SINTEZNI PREGLED STANJA KONTINENTALNOSTI IN TRENDOV INDEKSOV KONTINENTALNOSTI

### 8.1 Kontinentalnost

Po enačbi (2) ločimo pet vrst podnebja glede na indeks kontinentalnosti po Supanu: ekvatorialno ( $I_c: < 2,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ), oceansko/maritimno ( $I_c: 2,5\text{--}10 \text{ }^\circ\text{C}$ ), prehodno oceansko ( $I_c: 10\text{--}25 \text{ }^\circ\text{C}$ ), kontinentalno ( $I_c: 25\text{--}40 \text{ }^\circ\text{C}$ ) in ekstremno kontinentalno podnebje ( $I_c: > 40 \text{ }^\circ\text{C}$ ) [20]. V enačbi (2) sta spremenljivki, po katerih izračunamo indeks kontinentalnosti po Supanu, povprečna mesečna temperatura najtoplejšega meseca ( $T_{\max}$ ) in povprečna mesečna temperatura najhladnejšega meseca ( $T_{\min}$ ) [20], pri čemer sta obe temperaturi izraženi v stopinjah Celzija ( $^\circ\text{C}$ ) [20]. Indeks kontinentalnosti po Supanu se v Evropi povečuje v smeri od jugozahoda proti severovzhodu, pri čemer se njegove vrednosti gibajo med  $7,7985 \text{ }^\circ\text{C}$  (oceansko/maritimno podnebje) in  $36,9823 \text{ }^\circ\text{C}$  (kontinentalno podnebje) [20, 23]. Glede na indeks kontinentalnosti po Supanu smo ugotovili, da ekvatorialnega podnebja v Evropi ni, oceansko podnebje pa je zastopano le na skrajnem severozahodu Španije in skrajnem severnem delu Združenega kraljestva. V Evropi prevladujeta prehodno maritimno podnebje, ki se pojavlja v večjem delu Zahodne Evrope in kontinentalno podnebje, ki zajema večji del Vzhodne Evrope. Meja med prehodnim maritimnim in kontinentalnim podnebjem poteka od juga proti severu po osrednjem delu Bolgarije, vzhodnem delu Romunije, vzhodni Ukrajini, vzhodni Belorusiji, osrednji Latviji, vzhodni Estoniji, južni Finski, osrednji Švedski, do skrajnega severa Švedske. V Evropi se prav tako ne pojavlja ekstremno kontinentalno podnebje [20, 23].

Glede na enačbo (3) je Gorczyński predlagal tri ravni kontinentalnosti: maritimno ( $K_g: 0\text{--}33 \%$ ), kontinentalno ( $K_g: 34\text{--}66 \%$ ) in ekstremno kontinentalno podnebje ( $K_g: 67\text{--}100 \%$ ) [6, 5, 20, 22]. V enačbi (3) sta spremenljivki, po katerih izračunamo indeks kontinentalnosti po Gorczyńskem, letna temperaturna amplituda povprečne temperature najtoplejšega in najhladnejšega meseca ( $A$ ) v stopinjah Celzija in geografska širina ( $\varphi$ ) v stopinjah. Poleg tega pa v enačbi (3) nastopata tudi dva parametra [6, 5, 20, 22]. Indeks kontinentalnosti po Gorczyńskem se v Evropi povečuje v smeri od jugozahoda proti severovzhodu, pri čemer se njegove vrednosti gibajo med



-1,4478 % (oceansko podnebje) in 62,3694 % (kontinentalno podnebje) [23]. Za rezultat dobimo za nekatera območja izračunane negativne vrednosti, iz česar lahko sklepamo, da je enačba za izračun indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem uporabna le za geografsko širino med 30° in 60° severne geografske širine (območja, kjer prevladuje kopno); saj za oceanska območja dobimo negativne vrednosti indeksa [20].

Glede na enačbo (4) izračunamo indeks kontinentalnosti po Conradu, pri čemer ločimo pet vrst podnebja: hiper-oceansko ( $K_c$ : od -20 do 20 %), ocenasko/maritimno ( $K_c$ : 20–50 %), sub-kontinentalno ( $K_c$ : 50–60 %), kontinentalno ( $K_c$ : 60–80 %) in ekstremno kontinentalno podnebje ( $K_c$ : 80–120 %) [5, 20]. V enačbi (4) sta spremenljivki, po katerih izračunamo indeks kontinentalnosti po Conradu, letna temperaturna amplituda povprečne temperature najtoplejšega in najhladnejšega meseca ( $A$ ) ter geografska širina ( $\varphi$ ), pri čemer imata obe spremenljivki enoto stopinj Celzija. Poleg tega pa v enačbi (3) nastopajo še trije parametri [2]. Indeks kontinentalnosti po Conradu se v Evropi povečuje v smeri od jugozahoda proti severovzhodu, pri čemer se njegove vrednosti v Evropi gibajo med 3,5188 % (hiper-oceansko podnebje) in 58,9100 % (sub-kontinentalno podnebje) [23]. Ugotovili smo, da glede na indeks kontinentalnosti po Conradu v Evropi prevladuje oceansko/maritimno podnebje (večinski del Evrope, razen skrajnega zahoda in nekaterih območij ob Sredozemskem morju), v manjši meri pa sta prisotni tudi ekstremno oceansko podnebje in sub-kontinentalno podnebje. Ekstremno oceansko podnebje se pojavlja v Evropi ob obalah Severnega Atlantika (zahodni del Portugalske, skrajni severozahodni in severni del Španije, skrajni zahodni del Francije, Belgije, Nizozemske, Nemčije in Danske ter skrajni zahodni del Norveške). Ekstremno oceansko podnebje imajo v Evropi še celotno Združeno kraljestvo, Irska in Ferski otoki, pojavlja pa se tudi ponekod na obalah Sredozemskega morja (Balearski otoki, Menorka, Korzika, Sardinija in skrajni zahodni del Sicilije). Sub-kontinentalno podnebje se v Evropi pojavlja na njenih mejah z Azijo, na območju jugozahodnega dela Rusije. Kontinentalno podnebje se v Evropi ne pojavlja, prav tako pa se v Evropi ne pojavlja ekstremno-kontinentalno podnebje [2, 5, 20, 23].

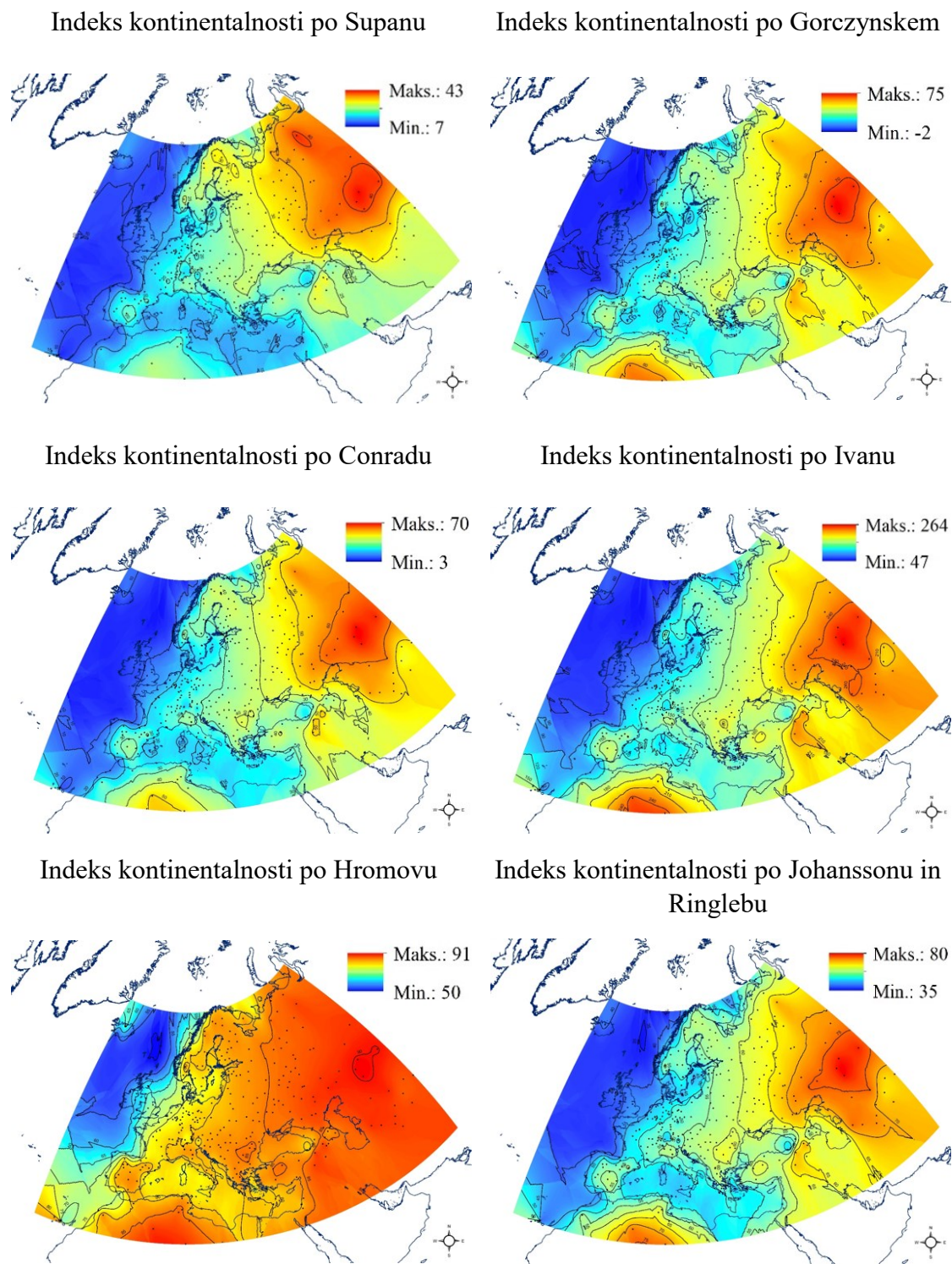
Glede na enačbo (5) izračunamo indeks kontinentalnosti po Ivanu, pri čemer ločimo deset vrst podnebja: ekstremno oceansko ( $K_i$ : > 47 %), ocenasko ( $K_i$ : 48–65 %), zmerno oceansko ( $K_i$ : 57–68 %), maritimno ( $K_i$ : 69–82 %), rahlo maritimno podnebje ( $K_i$ : 83–100 %) in rahlo kontinentalno ( $K_i$ : 101–121 %), zmerno kontinentalno

( $K_i$ : 111–146 %), kontinentalno ( $K_i$ : 147–177 %), močno kontinentalno ( $K_i$ : 178–214 %) in ekstremno kontinentalno podnebje [20]. V enačbi (5) sta spremenljivki, po katerih izračunamo indeks kontinentalnosti po Ivanu, letna temperaturna amplituda povprečne temperature najtoplejšega in najhladnejšega meseca ( $A$ ) ter geografska širina ( $\varphi$ ), pri čemer sta obe spremenljivki podani v stopinjah Celzija. Poleg tega pa v enačbi (5) nastopata še dva parametra [20]. Indeks kontinentalnosti po Ivanu se v Evropi povečuje v smeri od jugozahoda proti severovzhodu, pri čemer se njegove vrednosti v Evropi gibajo med 47,6452 % (oceansko podnebje) in 227,1239 % (ekstremno kontinentalno podnebje) [23]. Ugotovili smo, da v Evropi glede na indeks kontinentalnosti po Ivanu prevladujejo trije podnebni tipi: blago kontinentalno, zmerno kontinentalno in kontinentalno podnebje. Ekstremno oceansko podnebje se v Evropi ne pojavlja. Oceansko podnebje se v Evropi pojavlja na skrajnem severnem delu Združenega kraljestva, na skrajnem zahodnem delu Irske, v južni in severovzhodni Islandiji ter na Ferskih otokih. Zmerno oceansko podnebje obsega večinski del Irske, zahodni in severni del Združenega kraljestva in večji del Islandije. Maritimno podnebje se pojavlja na skrajnem severu Španije, na skrajnem severozahodu Francije (Bretanija) in v večjem delu Združenega kraljestva (predvsem osrednji del). Blago maritimno podnebje se pojavlja ob obalah severozahodne Francije, Belgije in Nizozemske. Blago kontinentalno podnebje se pojavlja v Evropi ob obalah Severnega Atlantika (Portugalska, severni in severozahodni del Španije, zahodni in severni del Španije, Belgija, Nizozemska, severni del Nemčije, Danska, severozahodni del Poljske, zahodni del Latvije, južni del Švedske in večji del Norveške) in ponekod ob obalah Sredozemskega morja (Balearski otoki, Ibiza, Korzika, Sardinija in skrajni zahodni del južne Italije). Zmerno kontinentalno podnebje se v Evropi pojavlja v večjem delu Španije (z izjemo osrednjega dela), na Apeninskem polotoku (z izjemo severne Italije) in v večjem delu ob Sredozemskem morju, v južnem delu Norveške in večinskem delu Švedske (z izjemo južnega dela). Kontinentalno podnebje se v Evropi pojavlja predvsem na območju Balkanskega polotoka, v skrajnem vzhodnem in južnem delu Rusije, v vzhodnem delu Turčije, jugovzhodnem delu Ukrajine, v severnem delu Italije ter v osrednjem in južnem delu Španije. Močno kontinentalno podnebje se pojavlja predvsem na skrajnem zahodu Evrope (del Rusije ob meji s Kazahstanom, skrajni južni del Ukrajine in severozahodni del Bolgarije). Ekstremno kontinentalno podnebje se v Evropi ne pojavlja [20, 23].

Indeks kontinentalnosti po Hromovu izračunamo po enačbi (6) in je izražen v odstotkih. Ta indeks kaže, v odstotkih, koliko letne temperaturne amplitude zraka, na določeni točki na Zemlji, je povzročene zaradi prisotnosti zemlje na nekem območju (tj. prispevek zemlje  $h$  kontinentalnosti). Spremenljivki, ki se pojavita v enačbi, sta letna temperaturna amplituda povprečne temperature najtoplejšega in najhladnejšega meseca ( $A$ ) in geografska širina ( $\varphi$ ), podani v stopinjah Celzija. Prisotna pa sta tudi dva parametra. Indeks kontinentalnosti po Hromovu se v Evropi povečuje v smeri od jugozahoda proti severovzhodu, pri čemer se vrednosti tega indeksa v Evropi gibajo med 50,7372 % in 90,2458 % [20, 23].

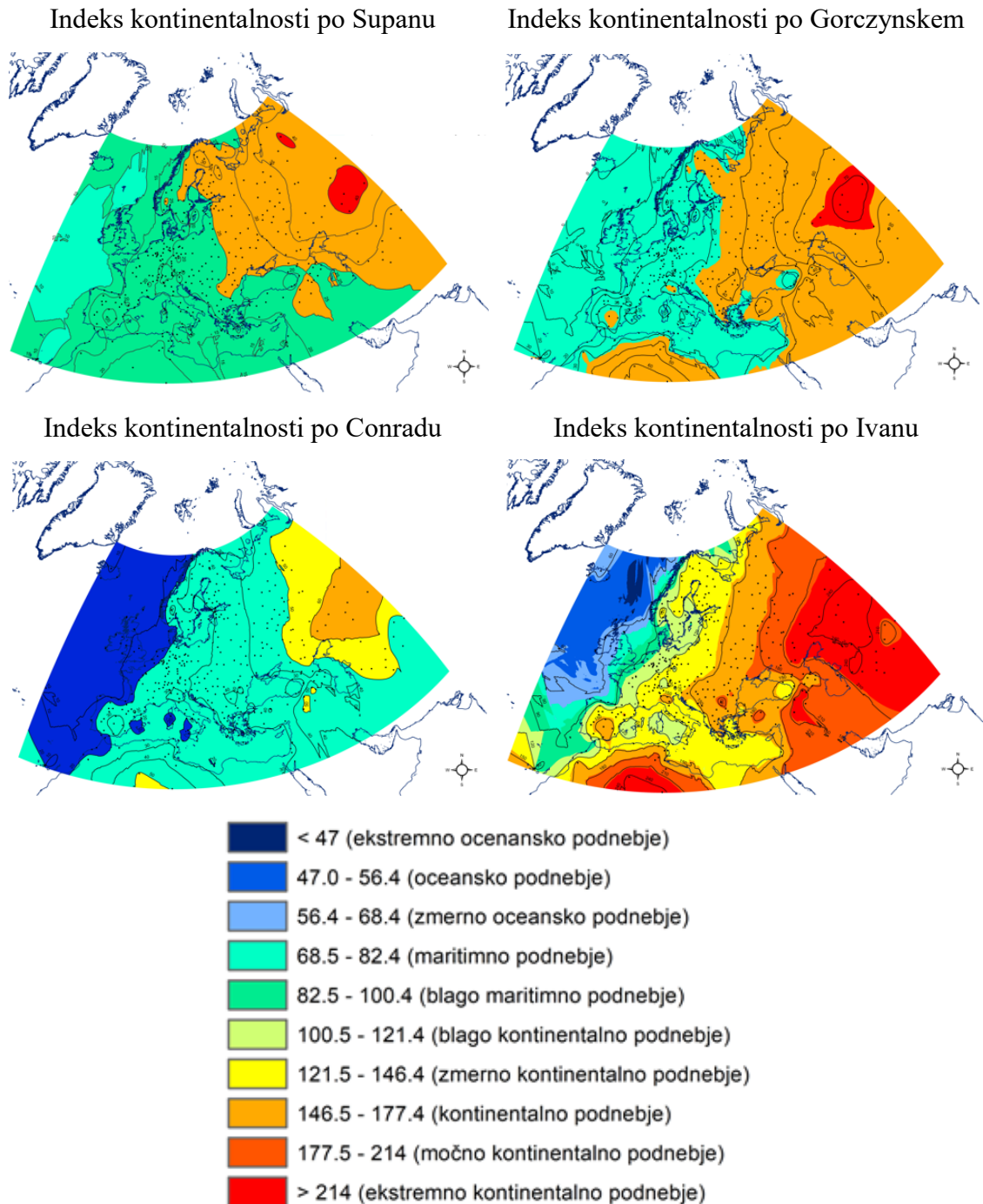
Indeks kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu izračunamo po enačbi (7), pri čemer v enačbi nastopajo tri spremenljivke:  $D$  oziroma povprečna temperaturna razlika med jesenjo (september–november) in pomladjo (marec–maj), letna temperaturna amplituda povprečne temperature najtoplejšega in najhladnejšega meseca ( $A$ ) in geografska širina ( $\varphi$ ) (vse spremenljivke imajo enoto stopinj Celzija). Prisotni so tudi štirje parametri. Indeks kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu se v Evropi povečuje v smeri od jugozahoda proti severovzhodu, pri čemer se vrednosti tega indeksa gibljejo med 35,8944 % in 72,5321 % [4, 23].

Iz rezultatov razberemo, da se glede na vse klimatske indekse kontinentalnost v Evropi povečuje v smeri od jugozahoda proti severovzhodu. Vsi klimatski indeksi se glede na zvezne karte med seboj dobro ujemajo, nekoliko odstopanj od preostalih indeksov dobimo le pri indeksu kontinentalnosti po Hromovu, saj nam ta indeks kaže (v odstotkih), koliko letne temperaturne amplitude zraka na določeni točki na Zemlji je povzročene zaradi prisotnosti zemlje na nekem območju (tj. prispevek zemlje  $h$  kontinentalnosti) (slika 83).



Slika 83. Primerjava zveznih kart klimatskih indeksov [23]. Polna črna črta prikazuje izokontinentale. Kartografski izris: Tanja Vajs.

V primerjavi s tem pa ob primerjavi diskretnih kart klimatskih indeksov ugotovimo, da med posameznimi klimatskimi indeksi prihaja do razlik, zaradi česar so indeksi kontinentalnosti pri diskretnih kartah med seboj slabše primerljivi kot pri zveznih (slika 84).



Slika 84. Primerjava diskretnih kart klimatskih indeksov [23]. Polna črna črta prikazuje izokontinentale. Kartografski izris: Tanja Vajs.

Pri interpretaciji diskretnih kart smo ugotovili, da oceansko/maritimno podnebje glede na indeks kontinentalnosti po Gorczyńskem obsega Južno Evropo, Zahodno Evropo, zahodni del Srednje in Severne Evrope ter manjši del Jugovzhodne Evrope. V primerjavi s tem oceansko podnebje po Supanu obsega le vzhodni del Atlantskega oceana in le skrajni jugozahodni del Irske. Conrad pa razlikuje med ekstremnim oceanskim podnebjem in oceanskim podnebjem. Skrajno oceansko podnebje se v Evropi pojavlja na skrajnem priobalnem delu, in sicer v zahodnem delu Portugalske, severni Španiji, zahodni Franciji in zahodnem delu Belgije, Nizozemske in Norveške. Skrajno oceansko podnebje se pojavlja tudi ob nekaterih delih Sredozemskega morja, prav tako pa obsega celotno Veliko Britanijo, Irsko in Islandijo, medtem ko oceansko podnebje zajema skoraj celotno Evropo, razen manjšega dela Vzhodne Evrope. Ivan razlikuje med ekstremno oceanskim, oceanskim, zmerno oceanskim/maritimnim, maritimnim in blagim maritimnim podnebjem. Ekstremno oceansko podnebje ima le del Norveškega morja, oceansko podnebje in zmerno oceansko podnebje imajo preostala območja Atlantskega oceana. Zmerno oceansko podnebje imata pri kopnem delu Evrope le celotna Irska in skrajni priobalni pas zahodnega dela Velike Britanije. Maritimno podnebje obsega zahodni del Velike Britanije in skrajni severozahodni del Španije. Blago maritimno podnebje pa imajo skrajna priobalna območja Francije, Belgije in Nizozemske. Po Supanu se kontinentalno podnebje pojavlja v vzhodnem delu Vzhodne Evrope in nekaterih predelih Severne Evrope (vzhodna Švedska in pretežni del Finske), medtem ko Conrad razlikuje med sub-kontinentalnim in kontinentalnim podnebjem. Sub-kontinentalno podnebje se pojavlja v zahodnem delu Vzhodne Evrope, medtem ko se kontinentalno podnebje v Evropi ne pojavlja. Po Gorczyńskem se kontinentalno podnebje pojavlja v Jugovzhodni Evropi, delu Severne Evrope (del Finske, Estonije, Latvije in Litve) in celotni Vzhodni Evropi. Po Ivanu se zmerno kontinentalno podnebje pojavlja, kjer je po Gorczyńskem še oceansko podnebje. Kontinentalno podnebje se najbolj ujema pri kartah po Supanu in Ivanu. Ekstremno kontinentalno podnebje se po vseh indeksih kontinentalnosti v Evropi ne pojavlja. Močno kontinentalno podnebje se po Ivanu pojavlja le v nekaterih predelih Vzhodne Evrope (Ukrajina in nekateri predeli južnega dela Rusije) [20, 23].



## 8.2 Trend indeksov kontinentalnosti

Trend indeksa kontinentalnosti po Supanu se povečuje od severa proti jugu, odstopanja so le na območju Rusije, kjer je trend indeksa najmanjši. Vrednosti trenda indeksa se v Evropi gibajo med  $-0,0640$  °C/leto za klimatsko postajo Helsinki (Finska) in  $0,0940$  °C/leto za klimatsko postajo Rivolto (Italija). To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (v 81 letih) trend kontinentalnost v Helsinkih zmanjšal za  $5,1832$  °C, medtem ko se je v Rivoltu v enakem časovnem obdobju povečal za  $7,6140$  °C. Trend indeksa kontinentalnosti se najbolj zmanjšuje na območju Severne (Norveška, Švedska) in Vzhodne Evrope (Rusija) ter se povečuje proti Osrednji in Južni Evropi [23]. Glede na izračunane rezultate vidimo, da globalno segrevanje posredno vpliva na kontinentalnost in je usmerjeno v dve skrajnosti: hitro večanje kontinentalnosti na območju Severne in Vzhodne Evrope, po drugi strani pa tudi v hitro manjšanje kontinentalnosti ob Sredozemskem morju.

Trend indeksa kontinentalnosti po Gorczynskem se povečuje od severa proti jugu, odstopanja so le na območju Rusije, kjer je trend indeksa najmanjši. Vrednosti trenda indeksa se v Evropi gibajo med  $-0,1255$  %/leto za klimatsko postajo Helsinki (Finska) in  $0,2410$  %/leto za klimatsko postajo Samos (Grčija). To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (v 81 letih) trend kontinentalnosti najbolj zmanjšal v Helsinkih, in sicer za  $10,1639$  %, medtem ko se je v Samosu v enakem časovnem obdobju najbolj povečal, in sicer za  $19,5235$  % [23]. Trend indeksa kontinentalnosti po Gorczynskem je najmanjši na območju Rusije, sledita Norveška in Švedska. V primerjavi s tem pa je trend indeksa največji ob Sredozemskem morju, torej postajajo območja ob morju vedno bolj kontinentalna. Najmanjši trend kontinentalnosti je v Evropi na območju Rusije, medtem ko je največji na območju Sredozemskega morja [23]. Pri primerjavi trenda indeksa kontinentalnosti po Gorczynskem s trendom indeksa kontinentalnosti po Supanu ugotovimo, da je primerljiv trend kontinentalnosti, saj je pri obeh najmanjši trend kontinentalnosti na območju vzhodne Rusije, Norveške in Švedske ter najmanjši na območju Sredozemskega morja.

Trendi indeksa kontinentalnosti se po Conradu povečujejo od severa proti jugu, odstopanja so le na območju Rusije, kjer je trend indeksa najmanjši [23]. Vrednosti trenda indeksa kontinentalnosti po Conradu se v Evropi gibajo med  $-0,1160$  %/leto za klimatsko

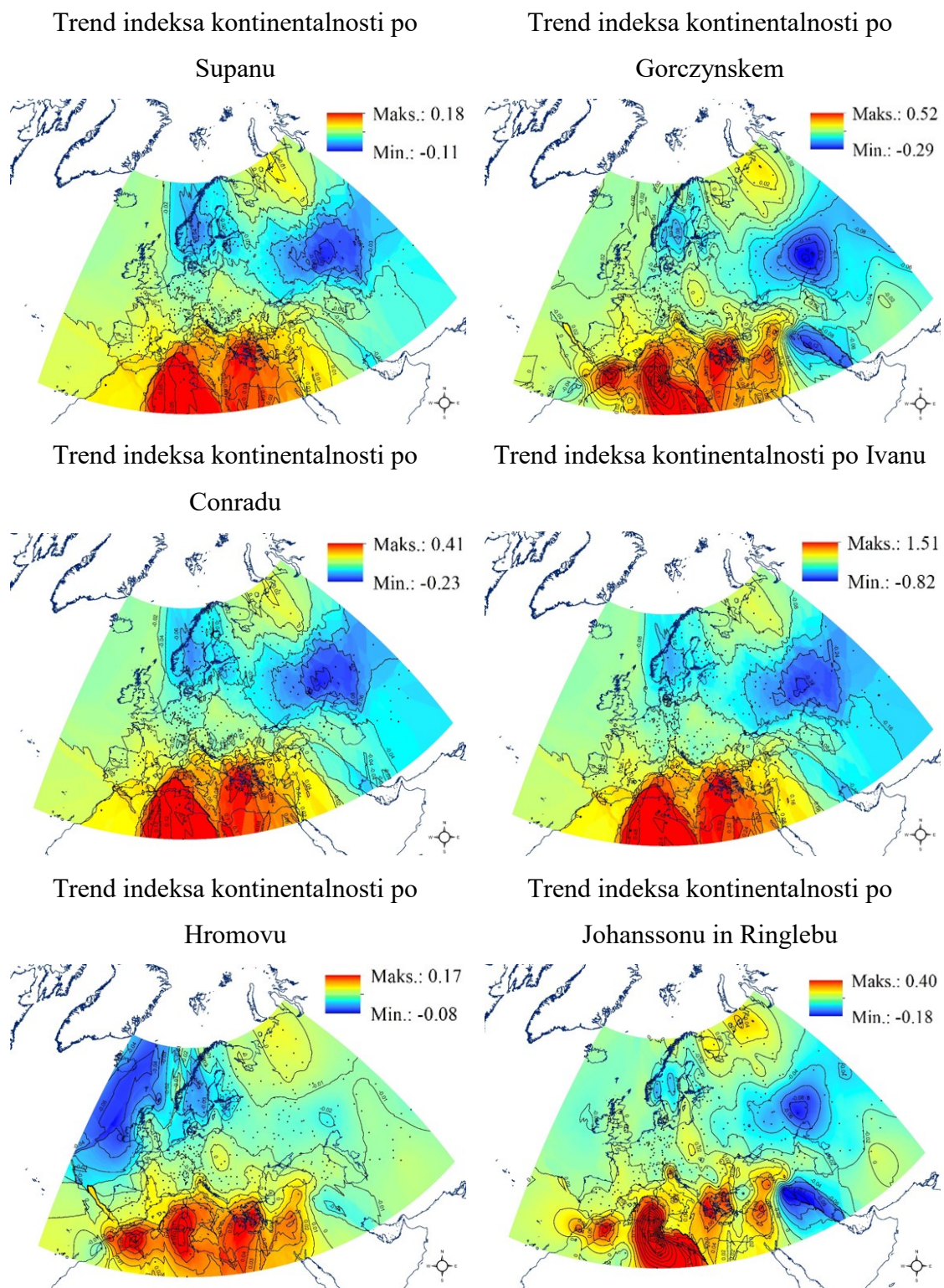
postajo Helsinki (Finska) in 0,1993 %/leto za klimatsko postajo Samosa (Grčija). To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (v 81 letih) trend kontinentalnosti najbolj zmanjšal v Helsinkih, in sicer za 9,3701 %, medtem ko se je v Samosu v enakem časovnem obdobju najbolj povečal, in sicer za 16,1421 %. Najmanjši trend kontinentalnosti med leti 1938 in 2018 v Evropi je na območju Rusije, Norveške in Švedske, medtem ko je največji na območju Sredozemskega morja in v njegovi okolici, pri čemer med državami najbolj izstopajo Italija, Slovenija in Hrvaška [23]. Iz rezultatov vidimo, da je trend indeksa kontinentalnosti po Conradu primerljiv s trendom indeksa kontinentalnosti po Supanu in Gorczynskem.

Trend indeksa kontinentalnosti po Ivanu se povečuje od severa proti jugu, odstopanja so le na območju Rusije, kjer je trend indeksa najmanjši. Vrednosti trenda Ivanovega indeksa se v Evropi gibajo med -0,3226 %/leto za klimatsko postajo Helsinki (Finska) in 0,6969 %/leto za klimatsko postajo Samosa (Grčija). To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (v 81 letih) trend kontinentalnosti najbolj zmanjšal v Helsinkih, in sicer za 26,1306 %, medtem ko se je v Samosu v enakem časovnem obdobju najbolj povečal, in sicer za 56,4489 %. Najmanjši trend kontinentalnosti je v Evropi na območju Rusije, sledita pa Norveška in Švedska, medtem ko je največji na območju Sredozemskega morja in v njegovi okolici, pri čemer med državami najbolj izstopajo Italija, Slovenija, Hrvaška in Grčija [23]. Enak trend smo opazili pri trendu indeksa kontinentalnosti po Supanu, Gorczynskem in Conradu.

Trend indeksa kontinentalnosti po Hromovu se povečuje od severa proti jugu, večja odstopanja so na območju Norveške in Švedske ter manjša na območju Rusije. Vrednosti trenda indeksa kontinentalnosti po Hromovu se v Evropi gibajo med -0,0716 %/leto za klimatsko postajo Lerwick (Velika Britanija) in 0,0999 %/leto za klimatsko postajo Kalamata (Grčija). To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (v 81 letih) trend kontinentalnosti najbolj zmanjšal v Lerwicku, in sicer za 5,7996 %, medtem ko se je v Kalamati v enakem časovnem obdobju najbolj povečal, in sicer za 8,0919 %. Najmanjši trend kontinentalnosti je na območju Norveške in Švedske, medtem ko je največji na območju Sredozemskega morja in v njegovi okolici, pri čemer med državami najbolj izstopajo Italija, Slovenija, Hrvaška in Grčija [23]. Glede na preostale trende indeksov kontinentalnosti ima trend po Hromovu manjši trend kontinentalnosti na območju vzhodne Rusije.

Trend indeksa kontinentalnosti se po Johanssonu in Ringlebu povečuje od severa proti jugu, večja odstopanja so na območju Rusije in manjša na območjih Norveške in Švedske. Vrednosti trenda glede na indeks kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu se v Evropi gibajo med -0,0820 %/leto za klimatsko postajo Helsinki (Finska) in 0,1578 %/leto za klimatsko postajo Rivolto (Italija). To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (v 81 letih) trend kontinentalnosti najbolj zmanjšal v Helsinkih, in sicer za 6,6420 %, medtem ko se je v Rivoltu (Italija) v enakem časovnem obdobju najbolj povečal, in sicer za 538,0020 %. Najmanjši trend kontinentalnosti v obravnavanem obdobju je v Evropi na območju Rusije, sledita pa Norveška in Švedska, medtem ko je največji na območju Sredozemskega morja in v njegovi okolici, pri čemer med državami najbolj izstopajo Italija, Slovenija, Hrvaška in Grčija [23]. Trend indeksa kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu je primerljiv z drugimi izbranimi trendi indeksov kontinentalnosti.

Trendi indeksa kontinentalnosti se pri vseh klimatskih postajah v večji meri povečujejo od severa proti jugu, do večjih odstopanj prihaja le na območju Rusije, Švedske in Norveške. Ugotovili smo, da imajo enake meteorološke postaje v Evropi največji in najmanjši trend indeksa, in sicer ima največjo vrednost trenda indeksa klimatska postaja Helsinki (Finska) in najmanjšo klimatska postaja Samos (Grčija). Trend kontinentalnosti je glede na indeks kontinentalnosti po Supanu prav tako največji za klimatsko postajo Helsinki, medtem ko je najmanjši za klimatsko postajo Rivolto (Italija). Prav tako je trend glede na indeks kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu v Evropi največji v Helsinkih, medtem ko je najmanjši za klimatsko postajo v Rivoltu. Po vseh indeksih kontinentalnosti je najmanjši trend kontinentalnosti v Evropi na območju Severne Evrope, največji pa na območjih Sredozemskega morja in v njegovi okolici. Med vsemi trendi indeksov najbolj izstopajo trendi po Hromovem indeksu, kjer opazimo manjšo kontinentalnost na območju vzhodne Rusije glede na trende preostalih izbranih indeksov kontinentalnosti. Trend kontinentalnosti po Hromovu je v Evropi največji za klimatsko postajo Lerwick (Velika Britanija) in najmanjši za klimatsko postajo Kalamata (Grčija) (slika 85) [23].



Slika 85. Primerjava zveznih kart trendov indeksov kontinentalnosti [23]. Polna črna črta prikazuje izokontinentale. Kartografski izris: Tanja Vajs.

## 9 ZAKLJUČEK

Namen magistrskega dela je bil ugotoviti, kako se je spreminjala kontinentalnost v Evropi med leti 1938 in 2018 za izbrane klimatske postaje. V statistično analizo smo vključili podatke za skupno 443 klimatskih postaj (387 evropskih in 56 neevropskih klimatskih postaj), ki smo jih pridobili s spletne strani: »European Climate Assessment & Dataset«, ki jo najdemo na spletni povezavi [23]: <https://www.ecad.eu/download/millennium/millennium.php>. Pridobljene podatke smo obdelali s pomočjo implementacije programskih kod s programskim paketom MATLAB, kartografskimi izrisi konturnih kart s programom ArcGIS in izrisom grafikonov, narejenih s programom Excel.

Potrdili smo hipotezo (i), da so med posameznimi kartami indeksov kontinentov odstopanja. Prav tako smo potrdili hipotezo (ii), da so se trendi indeksov kontinentalnosti v obravnavanem obdobju spremenili. Delno smo potrdili hipotezo (iii), da postaja podnebje v Evropi bolj maritimno, saj le-to postaja bolj maritimno predvsem na območju Severne in Vzhodne Evrope, v nekaterih predelih Evrope pa postaja tudi bolj kontinentalno. Prav tako nismo v celoti potrdili hipoteze (iv), da je trend temperatur v obravnavanem obdobju pozitiven, saj je le-ta predvsem na območjih ob Sredozemskem morju tudi negativen, vendar ne čez celotno leto, saj se trend temperatur spreminja tudi čez leto.

Ugotovili smo, da se izoterme povprečnih letnih temperatur povprečja vseh mesecev povečujejo v smeri od severovzhoda proti jugozahodu, vendar le-ta ni izrazita in prehaja v smer od severa proti jugu. Pri tem so najvišje temperature na območju ob Sredozemskem morju in v njegovi okolici ter najnižje na območju Rusije, Norveške in Švedske, pri čemer od okolice močno odstopajo Švica, Avstrija, Slovenija in skrajni severni del Italije. Najnižje vrednosti povprečnih letnih temperatur ima klimatska postaja Sonnblick (Avstrija), in sicer  $-5,4153\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sledijo pa Khoseda-Khardsky (Rusija) z  $-4,7506\text{ }^{\circ}\text{C}$  in Zugspitze (Nemčija) z  $-4,4600\text{ }^{\circ}\text{C}$  in Naryan-Mar (Rusija) z  $-3,3814\text{ }^{\circ}\text{C}$  [23].

Trendi povprečnih temperatur so v zimskih mesecih največji v Severni Evropi (Norveška, Švedska, Finska) in Vzhodni Evropi (Rusija in Belorusija) ter najmanjši na območju Sredozemskega morja in v njegovi okolici. V primerjavi s tem so trendi povprečnih temperatur v poletnih mesecih največji na območju Balkanskega polotoka ter na območju Sredozemskega morja in ob njegovih obalah, medtem ko so najmanjše vrednosti trenda na območju Norveške, Švedske, Estonije, Latvije, Litve, Belorusije in zahodne Rusije. Trendi povprečnih temperatur povprečja vseh mesecev so največji na Finskem, v Italiji, Sloveniji, Romuniji in Rusiji, medtem ko so najmanjši na območju Romunije, Albanije, Grčije in Bolgarije. Najmanjše in negativne vrednosti trendov povprečnih temperatur povprečja vseh mesecev v Evropi ima klimatska postaja Calarasi (Romunija), in sicer  $-0,0244$  °C/leto, sledijo Drobeta-Turnu Severin (Romunija) z  $-0,0232$  °C/leto, Bazau (Romunija) z  $-0,0226$  °C/leto in Tirana (Albanija) z  $-0,0138$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Calarasi zmanjšal za  $1,9764$  °C, v Drobeta-Turnu Severinu za  $1,8792$  °C, v Bazau za  $1,8306$  °C in v Tirani za  $1,1178$  °C. V primerjavi s tem ima največje vrednosti povprečnih temperatur povprečja vseh mesecev v Evropi klimatska postaja Bursa (Turčija), in sicer  $0,0545$  °C/leto, sledijo Anjala (Finska) z  $0,0484$  °C/leto, Vesanto (Finska) z  $0,0462$  °C/leto in Kauhava (Finska) z  $0,0443$  °C/leto. To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (81 let) trend gibanja temperatur v Bursi povečal za  $4,4145$  °C, v Anjali za  $3,9204$  °C, v Vesanti za  $3,7422$  °C in v Kauhavi za  $2,5883$  °C [23].

Vsi obravnavani indeksi kontinentalnosti se povečujejo v smeri od jugozahoda proti severovzhodu. Glede na indeks kontinentalnosti po Gorczyńskem, ki je tudi največkrat uporabljen indeks kontinentalnosti v literaturi, smo pokazali, da v Evropi prevladujeta oceansko ( $K_g < 33,5$  %) in kontinentalno podnebje ( $33,5 \leq K_g \leq 66,4$  %). Lahko bi rekli, da glede na podnebne značilnosti Evropo delimo na zahodni del, v katerem se pojavlja oceansko podnebje, in vzhodni del, v katerem se pojavlja kontinentalno podnebje. Izjema v zahodnem delu, kjer se pojavlja kontinentalno podnebje, so le majhna območja v jugovzhodni Španiji, severni Italiji in na skrajnem severu Švedske. Ekstremno kontinentalno podnebje v Evropi ni zastopano ( $66,5 \% \leq K_g \leq 100$  %) [21]. Rezultati kažejo na to, da se zvezne karte indeksov kontinentalnosti vseh indeksov, razen indeksa po Hromovu, med seboj dobro ujemajo. V primerjavi s tem se diskretne karte indeksov kontinentalnosti med seboj razlikujejo [23].



Po vseh indeksih kontinentalnosti, razen po indeksu kontinentalnosti po Hromovu, je najmanjši in negativen trend indeksov kontinentalnosti na območju Severne Evrope (Norveška, Švedska) in Rusije ter se povečujejo proti Južni Evropi. Največje in pozitivne vrednosti trendov indeksov kontinentalnosti so na območjih ob Sredozemskem morju in njegovi okolici. Med vsemi trendi indeksov kontinentalnosti najbolj izstopajo trendi glede na indeks kontinentalnosti po Hromovu. Po Hromovu je trend indeksov kontinentalnosti najmanjši na območju Atlantskega oceana in na Severu Evrope ter največji na območju Južne Evrope oziroma ob Sredozemskem morju. Trend indeksa kontinentalnosti po Hromovu je največji in pozitiven za klimatsko postajo Lerwick (Velika Britanija) ter najmanjši in negativen za klimatsko postajo Kalamata (Grčija). Iz rezultatov trendov indeksov kontinentalnosti po Gorczyńskem, Conradovem in Ivanovem indeksu smo ugotovili, da imajo enake meteorološke postaje v Evropi največji in najmanjši trend indeksa, in sicer ima največjo vrednost trenda indeksa kontinentalnosti klimatska postaja Helsinki (Finska) in najmanjšo klimatska postaja Samos (Grčija). Trend kontinentalnosti je glede na indeks kontinentalnosti po Supanu prav tako največji za klimatsko postajo Helsinki, medtem ko je najmanjši za klimatsko postajo Rivolto (Italija). Prav tako je trend glede na indeks kontinentalnosti po Johanssonu in Ringlebu v Evropi največji v Helsinkih, medtem ko je najmanjši za klimatsko postajo v Rivoltu [23].

Vrednosti trenda indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem se v Evropi gibajo med  $-0,1255$  %/leto za klimatsko postajo Helsinki (Finska) in  $0,2410$  %/leto za klimatsko postajo Samos (Grčija). To pomeni, da se je med leti 1938 in 2018 (v 81 letih) trend kontinentalnosti najbolj zmanjšal v Helsinkih, in sicer za  $10,1639$  %, medtem ko se je v Samosu v enakem časovnem obdobju najbolj povečal, in sicer za  $19,5235$  %. Najmanjši trend indeksa kontinentalnosti po Gorczyńskem je v Evropi na območju Rusije, medtem ko je največji na območju Sredozemskega morja. Povzamemo lahko, da bodo v prihodnosti območja v Severni Evropi (predvsem Norveška, Švedska) in Vzhodni Rusiji postajala čedalje bolj maritimna, medtem ko bodo območja ob Sredozemskem morju postajala čedalje bolj kontinentalna [23].

Ugotovili smo, da so se temperature v obravnavanem obdobju izrazito spremenile in se bodo najverjetneje spreminjale tudi v prihodnosti, kar je verjetno posledica globalnega segrevanja. Trend temperatur kaže na to, da se bodo temperature v prihodnosti intenzivno spreminjale, vendar pa to ne pomeni samo segrevanja planeta Zemlje, ampak tudi

ohlajanje nekaterih območij. Prav tako smo pokazali, da se zaradi temperatur posredno spreminja tudi kontinentalnost, zaradi česar bodo območja ob Sredozemskem morju v prihodnosti postajala vedno bolj kontinentalna, v primerjavi s tem pa bodo območja Severne (predvsem ozemlje Norveške in Švedske) in Vzhodne Evrope (predvsem območje Rusije, še posebej vzhodni del Rusije) postajala vedno bolj maritimna [23].

## VIRI IN LITERATURA

- [1] D. Tome, *EKOLOGIJA: Organizmi v prostoru in času* (Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 2006).
- [2] E. Stonevicius, G. Stankunavicius in E. Rimkus, *Continentality and oceanity in the mid and high latitudes of the northern hemisphere and their links to atmospheric circulation*, *Advances in Meteorology*. **4**, 1–12 (2018).
- [3] J. Vilček, J. Škvarenina, J. Vido, R. Kandrík, J. Škvareninová in P. Nalevanková, »Changers« of the thermal continentality in Central Europe between the years 1951 and 2013: case study – Slovak Republic, *Earth. Syst. Dynam. Discuss.* **6(2)**, 1261–1275 (2015).
- [4] D. Ciaranek, *Variability of the thermal continentality index in Central Europe*, *Aerul si Apa: Componente ale Mediului*. 307–313 (2014).
- [5] C. Andrade in J. A. Corte-Real, *Spatial Distribution of Climate Indices in the Iberian Peninsula*, *AIP Conf. Proc.* **1648(1)**, 110006-1–110006-4 (2015).
- [6] L. Apostol in L. Sîrghea, *Thermal continentalism in Europe*, *Aerul și Apa: Componente ale Mediului*. **1**, 49–55 (2015).
- [7] United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC, junij 1992. Pridobljeno 30. 4. 2019, iz <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>.
- [8] J. Rakovec, T. Vrhovec, *Osnove meteorologije za naravoslovce in tehnike* (DMFA, Ljubljana, 2007).
- [9] A. Hočevár in Z. Petkovšek, *Meteorologija: Osnove in nekatere aplikacije* (Oddelek za gozdarstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani, Ljubljana, 1995).
- [10] B. Belec, *Fizična geografija I. del* (Pedagoška akademija v Mariboru, Maribor, 1983).
- [11] J. Pučnik, *Velika knjiga o vremenu* (Cankarjeva založba, Ljubljana, 1980).
- [12] M. Huš, *Spekter elektromagnetnega valovanja* (Monitor, Slovenija). Pridobljeno 24. 7. 2019, iz <https://www.monitor.si/clanek/prihodnost-komunikacije-je-svetla/173363/>.
- [13] M. L. Deaton in J. J. Winebrake, *Dynamic Modeling of Environmental Systems* (Springer Science in Business Media, New York, 2000).
- [14] C. Emiliani, *Planet Earth: Cosmology, Geology, and the Evolution of Life and Environment* (Cambridge University Press, Cambridge, 1992). Pridobljeno 17. 4.

2019,

iz

[https://books.google.si/books?id=MfAGpVq8gpQC&pg=PA254&lpg=PA254&dq=340+W/m2&source=bl&ots=BhxKpO0HE4&sig=ACfU3U3GkaUluRu4VQGdB4Va7BZ85m2Y\\_Q&hl=sl&sa=X&ved=2ahUKEwj1aLR5dbhAhWCxosKHfHxD9AQ6AEwDHoECACQAQ#v=onepage&q=340%20W%20m2&f=false](https://books.google.si/books?id=MfAGpVq8gpQC&pg=PA254&lpg=PA254&dq=340+W/m2&source=bl&ots=BhxKpO0HE4&sig=ACfU3U3GkaUluRu4VQGdB4Va7BZ85m2Y_Q&hl=sl&sa=X&ved=2ahUKEwj1aLR5dbhAhWCxosKHfHxD9AQ6AEwDHoECACQAQ#v=onepage&q=340%20W%20m2&f=false).

- [15] R. Kladnik, *Energija, toplota, zvok, svetloba. Fizika za srednješolce* (DZS, Ljubljana, 1995).
- [16] G. D. Roth, *Vremenoslovje za vsakogar* (Državna založba Slovenije, Ljubljana, 1992).
- [17] D. Plut, *Varstvo geografskega okolja* (Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani, Ljubljana, 1998).
- [18] NASA's Jet Propulsion Laboratory, *Spreminjanje atmosferskega CO<sub>2</sub> od 400 tisoč let pred letom 1950 do leta 1950* (California Institute of Technology, Kalifornija). Pridobljeno 4. 12. 2018, iz <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>.
- [19] Statistični urad Republike Slovenije, *Računi emisij v zrak, Slovenija, 2016*. Pridobljeno 5. 12. 2018, iz <https://www.stat.si/statweb/News/Index/7637>.
- [20] J. Vilček, J. Škvarenina, J. Vido, P. Nalevanková, R. Kandrík in J. Škvareninová, *Minimal change of thermal continentality in Slovakia within the period 1961-2013*, *Earth. Syst. Dynam.* **7**, 735-744 (2016).
- [21] Physical Sciences Division, *NCEP/NCAR Reanalysis I: Summary*. Pridobljeno 23. 5. 2019, iz <https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html#19>.
- [22] E. Baltas, *Spatial distribution of climatic indices in northern Greece*, *Meteorol. Appl.* **14**, 69–78 (2007).
- [23] European Climate Assessment & Dataset, *Daily data – Download predefined sets of aggregated indices data (ASCII)*. Pridobljeno 11. 12. 2018, iz <https://www.ecad.eu/dailydata/index.php>.
- [24] K. Natek in M. Natek, *Države sveta 2000* (Mladinska knjiga Založba d. d., Ljubljana, 1999).
- [25] Meje Evrope. Pridobljeno 24. 5. 2019, [https://krc.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B0#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Europe\\_\(orthographic\\_projection\).svg](https://krc.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B0#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Europe_(orthographic_projection).svg).

- [26] M. C. Peel, B. L. Finlayson in T. A. McMahon, *World Köppen Map* (University of Melbourne, Avstralija). Pridobljeno 24. 7. 2019, iz [https://sl.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6ppnova\\_podnebna\\_klasifikacija#/media/Slika:K%C3%B6ppen\\_World\\_Map\\_\(retouched\\_version\).png](https://sl.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6ppnova_podnebna_klasifikacija#/media/Slika:K%C3%B6ppen_World_Map_(retouched_version).png).
- [27] H. Toros, A. Deniz in S. Incecik, *Continentality and oceanity indices in Turkey*, Twenty-first annual conference, PACON (2018).