

Gimnazija Ptuj

**ANALIZA IZBRANIH PODNEBNIH ELEMENTOV
NA METEOROLOŠKI POSTAJI STARŠE
MED LETI 1977 IN 2017**

GEOGRAFIJA

Raziskovalna naloga

Avtorica: Hana Skrbinšek

Mentorica: Nina Simonič, prof.

Somentorica: Eva Simonič, mag. inž. energ.

Ptuj, 2024

ZAHVALA

Za pomoč pri izdelavi raziskovalne naloge se zahvaljujem obema mentoricama Nini in Evi Simonič, ki sta mi pomagali pri razlagi teoretičnih pojmov in metodologij, ter lektorici Mariji Holc.

KAZALO

POVZETEK.....	6
1 UVOD	7
2 TEORETIČNI DEL	8
2.1 Podnebje.....	8
2.1.1 Temperatura zraka	9
2.1.1.1 Vroči in ledeni dnevi	10
2.1.1.2 Temperaturni primanjkljaj in kurilna sezona.....	10
2.1.1.3 Temperaturni presežek in »cooling season«.....	11
2.1.1.4 Spreminjanje temperaturnega presežka in primanjkljaja v Sloveniji.....	12
2.2 Podnebne spremembe	13
2.2.1 Spreminjanje podnebja v zadnjih dveh stoletjih	13
2.2.2 Vzroki za nastanek podnebnih sprememb	13
2.2.2.1 Učinek tople grede.....	13
2.2.2.2 Globalno segrevanje	15
2.2.3 Posledice podnebnih sprememb.....	16
2.2.4 Podnebna spremenljivost Slovenije	16
2.2.5 Ukrepanja v boju proti podnebnim spremembam.....	19
2.2.5.1 Cilji in ukrepi EU	20
2.2.5.2 Kaj lahko storimo na lokalni ravni?	21
3 RAZISKOVALNI DEL.....	22
3.1 Metodologija	22
4 REZULTATI IN RAZPRAVA	23
4.1 Spreminjanje števila vročih in ledenih dni	23
4.2 Spreminjanje temperaturnega primanjkljaja in z njim povezanega trajanja kurilne sezone....	25
4.3 Spreminjanje temperaturnega presežka in z njim povezanega trajanja »cooling season«	27
5 ZAKLJUČEK.....	29
6 VIRI IN LITERATURA	30

KAZALO SLIK

Slika 1. Podnebje na Zemlji je posledica številnih medsebojno odvisnih procesov v ozračju, vodah, ledu, na zemeljskem površju in v živi naravi. Pridobljeno iz Kaj nam prinašajo podnebne spremembe? (str. 10), od L. Kajfež Bogataj, 2008, Ljubljana: Pedagoški inšt.	8
Slika 2. Živosrebrni termometer. Pridobljeno iz Uvod v meteorologijo (str. 20), od G. Skok, 2020, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko.....	10
Slika 3. Prikaz učinka tople grede na Zemlji. Pridobljeno iz Kaj nam prinašajo podnebne spremembe? (str. 13), od L. Kajfež Bogataj, 2008, Ljubljana: Pedagoški inštitut.....	14
Slika 4. Odklon povprečne temperature zraka leta 2023 od povprečja tridesetletnega referenčnega obdobja 1991–2020. Pridobljeno iz Podnebne značilnosti leta 2023, od ARSO, 2024. Pridobljeno s https://www.meteo.si/met/sl/climate/current/climate_year/	17
Slika 5. Kazalnik višine padavin leta 2023 glede na povprečje tridesetletnega referenčnega obdobja 1991–2020. Pridobljeno iz Podnebne značilnosti leta 2023, od ARSO, 2024. Pridobljeno s https://www.meteo.si/met/sl/climate/current/climate_year/	18
Slika 6. Logotip Pariške okoljske konference 2015 (Pariškega sporazuma). Pridobljeno iz Tackling Climate Change, od United Nations, b. d. Pridobljeno s https://www.un.org/sustainabledevelopment/climate-action/	20
Slika 7. EU kazalnik, ki v ospredje postavlja podnebne ukrepe. Pridobljeno iz Kazalniki ciljev trajnostnega razvoja, b. d. Pridobljeno s https://www.stat.si/Pages/cilji	21

KAZALO GRAFIKONOV:

Grafikon 1. Letni temperaturni presežek v Sloveniji med letoma 1961 in 2020, Vir: https://kazalci.arso.gov.si/sl/content/temperaturni-primanjkljaj-presezek	12
Grafikon 2. Letni temperaturni primanjkljaj v Sloveniji med letoma 1961 in 2020, Vir: https://kazalci.arso.gov.si/sl/content/temperaturni-primanjkljaj-presezek	12
Grafikon 3. Sezonski odkloni povprečne temperature zraka leta 2023 glede na povprečje tridesetletnega obdobja od 1991 do 2020. Vir: https://www.meteo.si/met/sl/climate/current/climate_year/	18
Grafikon 4. Sezonski relativni odkloni trajanja sončnega obsevanja leta 2023 glede na povprečje tridesetletnega obdobja od 1991 do 2020. Oranžna barva prikazuje nadpovprečno osončene letne čase, siva pa podpovprečno. Vir: https://www.meteo.si/met/sl/climate/curren	19
Grafikon 5. Število vročih dni v obdobju od 1977 do 2017 v Občini Starše	23
Grafikon 6. Število ledenih dni v obdobju od 1977 do 2017 v Občini Starše	24
Grafikon 7. Spreminjanje temperaturnega primanjkljaja v obdobju od 1977 do 2017 v Občini Starše	25
Grafikon 8. Spreminjanje trajanja kurilne sezone v obdobju od 1977 do 2017 v Občini Starše	26
Grafikon 9. Spreminjanje temperaturnega presežka v obdobju od 1977 do 2017 v Občini Starše	27
Grafikon 10. Spreminjanje trajanja »cooling season« v obdobju od 1977 do 2017 v Občini Starše ...	28

POVZETEK

V raziskovalni nalogi smo raziskovali spremembe v vrednostih podnebnih elementov na klimatološki postaji Starše med letoma 1977 in 2017. Pričakovali smo drastične spremembe teh vrednosti, saj se je podnebje v zadnjih 40 letih, zaradi podnebnih sprememb, močno spremenilo tako na svetovni kot tudi na lokalni ravni. Predvidevali smo, da prihaja do dviga povprečne mesečne temperature, dviga količine padavin, dviga števila dni z ekstremnimi vremenskimi pojavi in daljše vegetacijske dobe. Med vrednostmi, ki smo jih dobili s pomočjo ARSO baze podatkov, smo se osredotočali na temperaturo.

Na začetku raziskovanja smo razložili pojme, s katerimi smo se srečevali tekom raziskave. Na primer vroči in ledeni dnevi, temperaturni primanjkljaj, kurilna sezona, temperaturni presežek in »cooling season«.

Na podlagi analiziranih podatkov skozi preučevano obdobje med letoma 1977 in 2017 na klimatološki postaji Starše smo ugotovili, da število vročih dni narašča, ledenih pa upada. Zaradi upadanja števila temperaturnih primanjkljajev, se kurilna sezona krajša. Naraščanje temperaturnih presežkov pa je razlog za daljšanje obdobja »cooling season«.

Ključne besede: podnebne spremembe, temperaturni presežek, temperaturni primanjkljaj, »cooling season«, kurilna sezona

SUMMARY

In the research project, we investigated the changes in the values of climate elements at the Starše climatological station between years 1977 and 2017. We expected drastic changes in these values, as the climate has changed significantly in the last 40 years due to climate change, both on a global and local level. We assumed that there would be an increase in the average monthly temperature, an increase in the amount of precipitation, an increase in the number of days with extreme weather events and a longer vegetation period. Among the values that I will obtained with the help of the ARSO database, we focused on temperature.

At the beginning of the research, we explained the concepts we encountered during the research. For example, hot and icy days, temperature deficit, heating season, temperature excess and "cooling season".

Based on the analyzed data during the studied period between 1977 and 2017 at the Starše climatological station, we found that the number of hot days is increasing, while the number of icy days is decreasing. Due to the decrease in the number of temperature deficits, the heating season is shortened. The increase in temperature extremes is the reason for the longer cooling season.

Key words: climate change, temperature excess, temperature deficit, "cooling season", heating season

1 UVOD

Tematiki podnebnih sprememb se je v današnjem svetu skoraj nemogoče izogniti. Vrednosti podnebnih elementov, kot sta temperatura in vlaga, so se v zadnjih 50 letih opazno spremenile. Zaradi naraščanja koncentracij toplogrednih plinov v ozračju, ki jih povzročajo promet, industrija in druge energetske dejavnosti, se narava ne more dovolj hitro obnovljati, kar pa privede do sprememb podnebja. Znanstveniki opozarjajo na nerešljive posledice, ki bi jih podnebne spremembe lahko imele na okolje, če bi se tak trend segrevanja atmosfere nadaljeval. Zato si Evropska unija, različne institucije in številni posamezniki prizadevajo k rešitvi vprašanja o podnebnih spremembah in tako ustvariti okoljsko čistejši in bolj trajnosten svet za prihodnje generacije.

Podnebne spremembe predstavljajo velik problem v vseh državah sveta, čeprav si včasih pred njimi zatiskamo oči in živimo v prepričanju, da ogrožajo druge, bolj oddaljene kraje na planetu. Vendar se je tudi podnebje Slovenije skozi desetletja spreminjalo tako na državni kot tudi na lokalni ravni. Spremembe se najbolj odražajo na ravni povprečnih mesečnih in povprečnih letnih temperatur, ki oblikujejo čisto drugačno lokalno okolje, kot so ga bili vajeni naši predniki.

Zato je tudi glavni namen raziskovalne naloge analiziranje sprememb temperatur v zadnjih 40 letih na območju Starš, ki predstavljajo lokalno okolje naše šole. Na podlagi podatkov klimatološke postaje Starše smo želeli poiskati vzorce, ki bi nakazovali na podnebne spremembe v obdobju 40 let. Odločili smo se za obdobje med 1977 in 2017, ko je bila omenjena klimatološka postaja še aktivna. Žal na ožjem področju Ptuja nismo razpolagali z zadostnimi podatki za analizo, zato smo analizirali podatke najbližje klimatološke postaje – postaje Starše.

Na podlagi preučene teorije smo si zastavili šest raziskovalnih hipotez.

HIPOTEZA 1: Število vročih dni v obdobju 1977-2017 v Staršah narašča.

HIPOTEZA 2: Število ledenih dni v obdobju 1977-2017 v Staršah upada.

HIPOTEZA 3: Letni temperaturni presežek v obdobju 1977-2017 v Staršah narašča.

HIPOTEZA 4: Letni temperaturni primanjkljaj v obdobju 1977-2017 v Staršah pada.

HIPOTEZA 5: Kurilna sezona v obdobju 1977-2017 v Staršah se krajša.

HIPOTEZA 6: »Cooling season« oziroma hladilna sezona v obdobju 1977-2017 v Staršah se daljša.

2 TEORETIČNI DEL

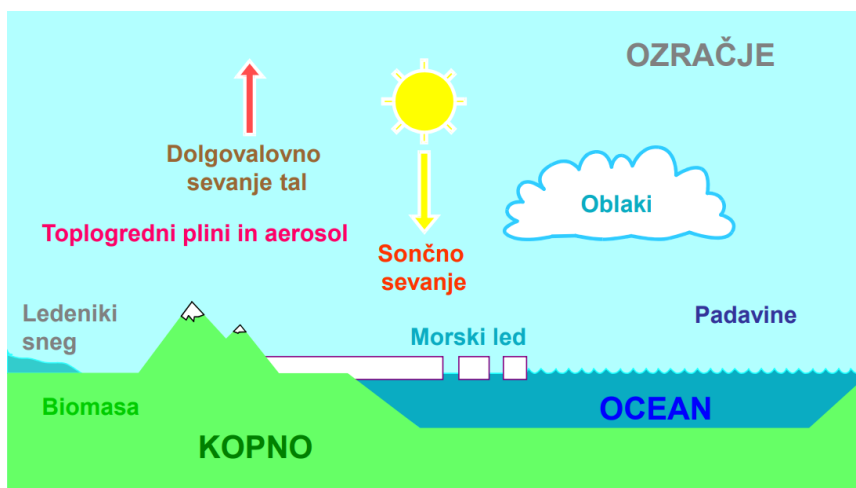
2.1 Podnebje

Podnebje je v Geografskem terminološkem slovarju definirano kot »povprečne vremenske razmere v daljšem obdobju, značilne za določen kraj, območje«. (Kladnik, Lovrenčak in Orožen Adamič, 2005) Pojem podnebje je močno povezan s pojmom vreme, ki označuje stanje ozračja v določenem trenutku na določenem kraju. (Baloh, Petek, Repe in Stankovič, 2017, str. 50) Vreme se neprestano spreminja, vendar to ne vpliva tako izrazito na vremensko dogajanje skozi leta, saj med vrednostmi pogosto ni opaznih večjih ekstremnih razlik. (Senegačnik in Drobnejak, 2021, str. 65)

Meteorologi, ki vsak dan spremljajo podatke o vremenu, določijo lastnosti določenega podnebja s povprečnimi podatki vremena in odkloni od povprečnega stanja. (Baloh idr., 2017, str. 50) Povprečne vrednosti računajo za obdobje 30 let, kakor določa Svetovna meteorološka organizacija. Pri tem so pozorni zlasti na povprečno vrednost in spremenljivost podnebnih spremenljivk tik nad površjem, na primer na temperaturo zraka, padavine in hitrost vetra. (Vertačnik in Bertalanič, 2017) Iz teh vrednosti razberejo, ali neprestano spreminjajoče se vreme povzroča večje spremembe v podnebjju, ki so jih bili prebivalci na določenem območju doslej vajeni.

Podnebje tako ni stalen sistem, ampak se neprestano spreminja. Takšna podnebna spremenljivost nastane zaradi nihanja povprečnih vrednosti in nekaterih drugih statističnih lastnosti podnebja (standardni odklon, pojavljanje izjemnih vrednosti) na vseh prostorskih ravneh in v časovnem obdobju, ki presega posamezni vremenski dogodek. (Vertačnik in Bertalanič, 2017)

Podnebna spremenljivost je posledica notranje spremenljivosti v podnebnem sistemu, ki ga sestavljajo atmosfera, hidrosfera, kriosfera in biosfera, ter sprememb zunanjih dejavnikov, tako naravnih kot tudi antropogenih. Podnebje se je v preteklosti spreminjalo brez posredovanja človeka, kar imenujemo tudi naravna spremenljivost podnebja. Dandanes okolje vse bolj obremenjujemo, s čimer povzročamo spremembe podnebja. (Kajfež Bogataj, 2008, str. 10, 12)



Slika 1. Podnebje na Zemlji je posledica številnih medsebojno odvisnih procesov v ozračju, vodah, ledu, na zemeljskem površju in v živi naravi. Pridobljeno iz Kaj nam prinašajo podnebne spremembe? (str. 10), od L. Kajfež Bogataj, 2008, Ljubljana: Pedagoški inšt.

Značilnosti vremena in podnebja opredeljujemo s podnebnimi elementi, kot so sončevo obsevanje, temperatura, zračni tlak, vetrovi, vlaga in padavine. Med naštetimi izstopa količina sončevega obsevanja, ki ga določeno območje na Zemlji prejme, saj med seboj soodvisno povezuje vse naštete podnebne elemente. (Senegačnik in Drobnjak, 2021, str. 66)

2.1.1 Temperatura zraka

Prejeta energija sončnega sevanja posredno vpliva na temperaturo zraka. (Baloh idr., 2017) Sonce oddaja kratkovalovno sevanje, s katerim segreje površje Zemlje, to pa oddaja dolgovalovno sevanje, ki segreje zrak. (Senegačnik in Drobnjak, 2021)

Temperatura zraka je odvisna od mnogih dejavnikov, kot so nadmorska višina, relief oziroma mikrolokacija meteorološke postaje, vpliv večjih vodnih površin in vpliv poseljenosti. Z višanjem nadmorske višine temperatura zraka praviloma pada, vendar se ob določenih vremenskih razmerah ta trend spremeni. Takrat temperatura zraka z višino narašča, kar imenujemo tudi pojav temperaturne inverzije oziroma temperaturnega obrata. Ta nastopi v hladni polovici leta, torej pozimi, ko se ob jasnih in mirnih nočeh v kotlinah in dolinah zadržuje hladen zrak. Takšna jezera hladnega zraka lahko v kotlini vztrajajo tudi več dni in vplivajo na povprečno in maksimalno temperaturo zraka. (Temperatura zraka, 2024)

Temperature na dnu kotlin in dolin so takrat nižje od tistih v višjih legah, ki so nemalokrat obsijane s Soncem. Temperaturni obrat spremlja tudi inverzijska megla, ki nastane zaradi kondenzacije vlage v zraku na dnu kotlin. Če se v zelo kratkem času ne zgodi večja sprememba vremena s prevetrivjijo, ki bi končala inverzijo in očistila zrak, se v plasti megle več dni zapored zgoščujejo različni onesnaževalci. Teh je ravno v zimskem času zaradi kurjenja največ. (Senegačnik in Drobnjak, 2021, str. 71)

Vpliv večjih vodnih površin na temperaturo zraka je v Sloveniji omejen predvsem na vpliv morja, ki zajema celo Primorsko ter sega po dolini reke Soče vse do Trente. Kraji na tem območju imajo nekoliko višje temperature v jesenskem in zimskem času v primerjavi s kraji v notranjosti Slovenije. Na temperaturo zraka pomembno vpliva tudi gostota poselitve. V mestih, kjer je gostota poselitve izjemno visoka, so večji tudi izvori toplote, ki prispevajo k višji temperaturi zraka. Mednje uvrščamo gost promet, industrijske obrate, kurišča, ... Nikakor ne smemo spregledati asfaltnih in betonskih površin, ki zlasti v poletnem času mesto še dodatno segrejejo. (Temperatura zraka, 2024)

Merjenje temperature zraka se izvaja na meteorološki postaji 1. reda, na samodejni meteorološki postaji, agrometeorološki postaji ter na podnebni postaji, ki opravlja opazovanja, pomembna za analizo podnebja. Na taki postaji opravlja meteorološki opazovalec nekatera opazovanja trikrat dnevno, in sicer ob 7., 14. in 21. uri. Vremenske pojave opazuje in jih neprestano beleži. (Agencija Republike Slovenije za okolje, 2020)

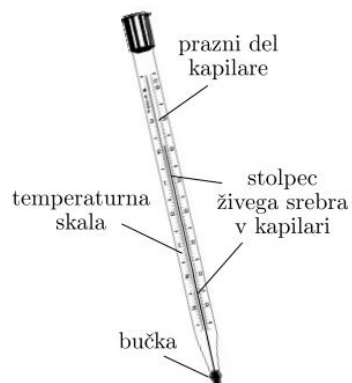
Temperatura zraka mora biti po mednarodnem dogovoru izmerjena na odprtem prostoru z instrumenti, ki so postavljeni v zaklonu oziroma meteorološki hišici, točno 2 m nad tlemi. Hišica, ki ščiti instrumente pred sončnim obsevanjem in padavinami, je vsaj na zunanji strani bele barve. (Nadbath, 2015)

V Sloveniji povprečno dnevno temperaturo zraka merimo trikrat dnevno, in sicer ob 7., 14. in 21. uri. (Car in Dolinar, 2021) Na podlagi točno določenih ur opravljanja meritev, lahko povprečno dnevno temperaturo izračunamo z enačbo: $T(d) = (T(7) + T(14) + 2T(21))/4$, kjer oznake $T(7)$, $T(14)$, $T(21)$ predstavljajo ure dneva po srednjeevropskem času. (Temperaturni primanjkljaj, b. d.)

Meteorologi opravljajo vsakodnevne meritve temperatur s številnimi termometri in tudi na različna urna obdobja. Uporabljajo navadne živosrebrne termometre, živosrebrni maksimalni in alkoholni minimalni termometer, termograf ter digitalne merilnike. (Nadbath, 2015) Nam najbolj poznani so živosrebrnimi termometri, ki pokažejo trenutno temperaturo. V bučki termometra se nahaja živo srebro, ki se glede na temperaturo razširja. Iz bučke sega ozka kapilara, ob kateri je narisana merilna

skala, ki omogoča odčitavanje temperature. Tovrstni termometri lahko dosežejo natančnost 0,1 °C. (Skok, 2020)

živosrebrni termometer



Slika 2. Živosrebrni termometer. Pridobljeno iz Uvod v meteorologijo (str. 20), od G. Skok, 2020, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

Na podlagi meritev temperature zraka meteorologi računajo različne povprečne temperature na dnevni, mesečni in letni ravni. Po navadi se pri označevanju podnebja določenega kraja navajata povprečna januarska in povprečna julijska temperatura. Za analizo podnebja so zanimive tudi skrajne temperature – absolutni maksimumi ali najvišje izmerjene temperature in absolutni minimumi ali najnižje izmerjene temperature. Z razliko med tema skrajnima vrednostma pridobimo letno temperaturno amplitudo, ki z razliko temperatur nakazuje na značilnosti določenega podnebja. (Senegačnik in Drobnjak, 2021)

2.1.1.1 Vroči in ledeni dnevi

Na podlagi najvišje izmerjene dnevne temperature lahko nekatere dni označimo kot vroče ali kot hladne.

Vroči dan je v strokovni literaturi opredeljen kot »dan z najvišjo temperaturo nad 30 °C«. (Kladnik, Lovrenčak in Orožen Adamič, 2005) Podobno definicijo najdemo na ARSO. Vroči dnevi so opredeljeni kot dnevi, ko je maksimalna dnevna temperatura večja ali enaka 30 °C. (Cegnar, 2024)

Ledeni dan je v strokovni literaturi opredeljen kot »dan s celodnevno temperaturo pod –10 °C«. (Kladnik, Lovrenčak in Orožen Adamič, 2005) Vendar v strokovni literaturi ARSO najdemo drugačno definicijo, ki ledene dneve opredeljuje kot dneve, kadar ostane temperatura cel dan pod lediščem (0 °C). (Cegnar, 2024)

2.1.1.2 Temperaturni primanjkljaj in kurilna sezona

Temperaturni primanjkljaj je odvisen od zunanje temperature zraka in temperature zraka v prostoru. Zunanja temperatura zraka pomembno vpliva na porabljeno energijo za ogrevanje. Ko dnevna povprečna temperatura pade pod temperaturni prag (12 °C), začnemo prostore ogrevati. (Car in Dolinar, 2021)

Definicije temperaturnega primanjkljaja v literaturi niso povsem enotne, saj pride do različnega načina izračuna dnevne povprečne temperature ter zaradi različnih izbir mejne temperature oziroma

temperaturnega praga, pri kateri je potrebno ogrevanje. Temperaturni prag 12 °C pogosto uporabljamo pri izračun temperaturnega primanjkljaja. (Car in Dolinar, 2021)

Temperaturni primanjkljaj je »vsota dnevni razlik temperature med 20 °C in zunanjo dnevno povprečno temperaturo zraka za tiste dni, ko je dnevna povprečna temperatura nižja ali enaka 12 °C«. (Car in Dolinar, 2021, Metodologija, odst. 4) Enota temperaturnega primanjkljaja je Kdan (stopinja dan). (Car in Dolinar, 2021)

Obdobje, ko je stavbo potrebno ogrevati zaradi pojava temperaturnega primanjkljaja, se imenuje kurilna sezona. Začetek kurilne sezone označuje dan, ki je zunanja temperatura zraka ob 21. uri prvič v drugi polovici leta tri dni nižja ali enaka 12 °C. Konča se takrat, ko nastopijo trije zaporedni dnevi, v katerih je zunanja temperatura ob 21. uri večja od 12 °C. Po tem dnevni tudi ne sme biti treh zaporednih dni s temperaturo 12 °C ali manj. (Temperaturni primanjkljaj in presežek ter kurilna sezona 1961-2024, b. d.)

2.1.1.3 Temperaturni presežek in »cooling season«

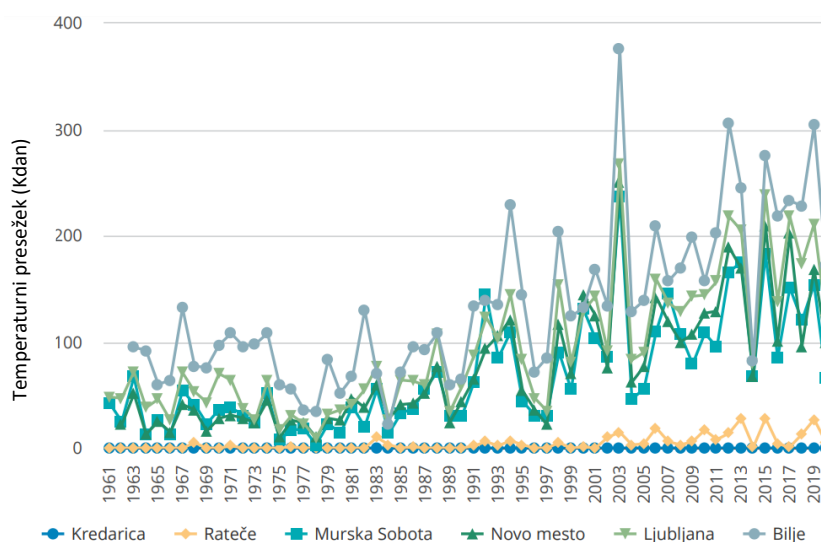
Temperaturni presežek je prav tako odvisen od zunanje temperature zraka in temperature zraka v prostoru. Zunanja temperatura zraka pomembno vpliva na porabljeno energijo za ohlajanje. Ko dnevna povprečna temperatura naraste nad vrednostjo temperaturnega praga (21 °C), začnemo z ohlajanjem stavb. (Car in Dolinar, 2021)

V literaturi ni definiran povsod enotno, saj pride do različnega načina izračuna dnevne povprečne temperature ter zaradi različnih izbir mejne temperature oziroma temperaturnega praga, pri kateri je potrebno hlajenje. Temperaturni prag 21 °C pogosto uporabljamo pri izračun temperaturnega presežka. (Car in Dolinar, 2021)

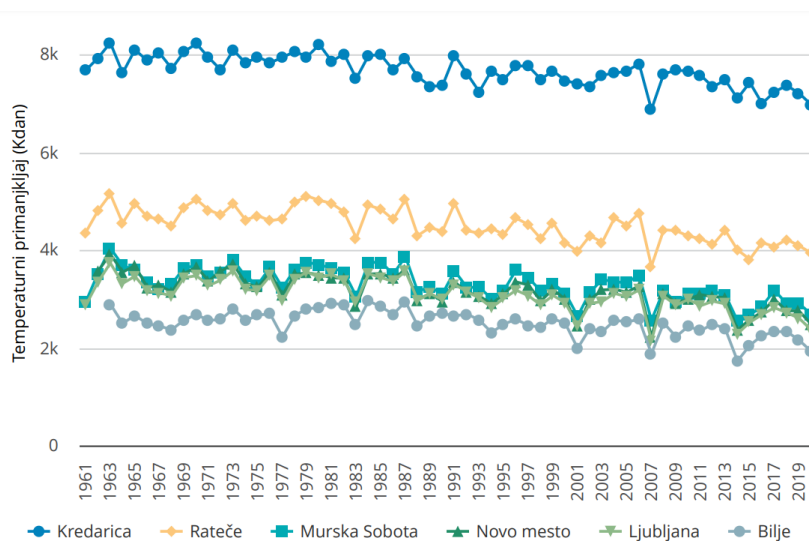
Temperaturni presežek je »vsota dnevni razlik med dnevno povprečno temperaturo zraka in temperaturo praga 21 °C za tiste dni, ko je dnevna povprečna temperatura zraka višja od temperature praga«. (Car in Dolinar, 2021, Metodologija, odst. 5) Enota temperaturnega presežka je Kdan (stopinja dan). (Car in Dolinar, 2021)

Obdobje, ko je stavbo potrebno ohlajati zaradi pojava temperaturnega presežka, smo prevzeli iz tuje strokovne literature pod imenom »cooling season«, ker ustrezen prevod v slovenščini še ne obstaja.

2.1.1.4 Spreminjanje temperaturnega presežka in primanjkljaja v Sloveniji



Grafikon 1. Letni temperaturni presežek v Sloveniji med letoma 1961 in 2020, Vir: <https://kazalci.arso.gov.si/sl/content/temperaturni-primanjkljaj-presezek>



Grafikon 2. Letni temperaturni primanjkljaj v Sloveniji med letoma 1961 in 2020, Vir: <https://kazalci.arso.gov.si/sl/content/temperaturni-primanjkljaj-presezek>

Med primerjanjem meritev temperatur zraka ter ugotavljanja temperaturnega presežka in primanjkljaja na številnih meteoroloških postajah po Sloveniji (razvidno v grafikonu 1 in grafikonu 2) med obdobjema 1961-1990 in 1991-2020 so opazili zmanjšanje temperaturnega primanjkljaja za okoli 10 % in večkratno povečanje temperaturnega presežka. Zato se predpostavlja, da se bo enak trend nadaljeval v Sloveniji in tudi v Evropi. Tako se bo v hladnejšem delu leta zmanjšala poraba energije za ogrevanje stavb, v toplejšem delu leta pa povečala, saj bo stavbe potrebno ohlajati. (Car in Dolinar, 2021)

2.2 Podnebne spremembe

2.2.1 Spreminjanje podnebja v zadnjih dveh stoletjih

Podnebje se je v zadnjih 150 letih močno spremenilo, kar lahko potrdijo številni meteorološki podatki ter druga opazovanja in meritve. Planet se nedvoumno ogreva – ogreva se zrak, oceani, talijo se led in sneg, gladina morij pa se zvišuje. (Kajfež Bogataj, 2008, str. 32)

V Zemljini zgodovini je prišlo do naravnih velikih temperaturnih nihanj, ki so bile posledica spreminjajoče se količine energije, ki so jo posamezni deli planeta sprejeli. Tako je kombinacija sprememb kroženja Zemlje povzročila, da so severne geografske širine prejele veliko manj sončevega sevanja, kot so ga sicer. Zato se je območje shladilo in spremenilo v led in sneg – vstopilo je v obdobje ledene dobe. Zadnja se je zgodila pred dobrimi deset tisočimi leti, do naslednje pa naj bi nas ločilo še 40 tisoč let. (Kajfež Bogataj, 2017)

Naraščajoče temperature na koncu 19. stoletja ne moremo več razložiti z naravnimi vzroki, ampak je zanje odgovoren človek. Ključen povod za današnje visoko stanje globalnih temperatur je bila industrijska revolucija v poznem 18. stoletju. Po iznajdbi parnega stroja, so začeli z množičnim kurjenjem premoga, nato lesa. Sredi 19. stoletja so ljudje odkrili nafto, ki je kmalu postala nenadomestljiv energijski vir in pogon za avtomobile, letala in druga prevozna sredstva, ki so jih razvijali. Izpusti ogljikovega dioksida (CO₂), ki predstavlja enega izmed ključnih toplogrednih plinov za vse višje globalne temperature, so se začeli v 19. stoletju povečevati, po drugi svetovni vojni pa so skokovito narasli. Tako je človeštvo spremenilo sestavo našega ozračja kot tudi energijsko bilanco našega planeta. (Kajfež Bogataj, 2017)

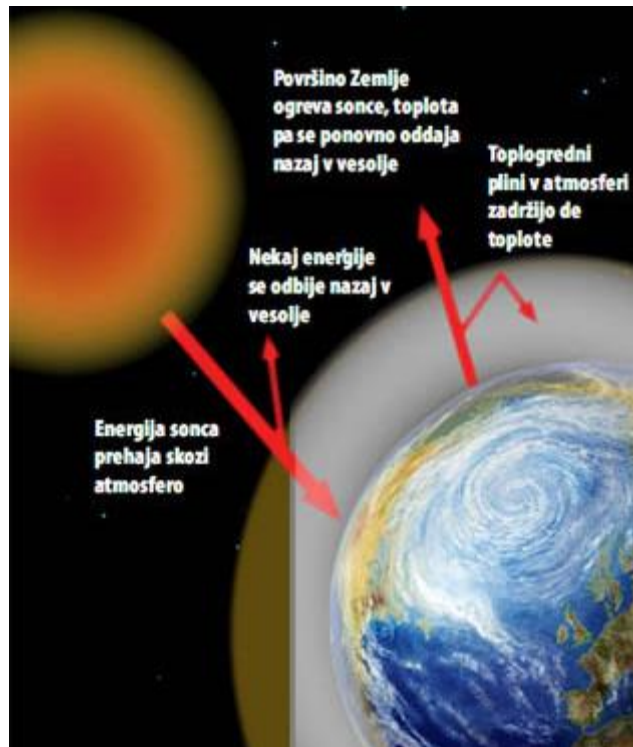
2.2.2 Vzroki za nastanek podnebnih sprememb

2.2.2.1 Učinek tople grede

Prvi, ki je opisal in razložil posledice povečanega učinka tople grede na Zemlji že davnega leta 1896, je bil švedski kemik in Nobelov nagrajenec Svante Arrhenius. S svojimi dognanji je pomembno prispeval k razvoju moderne klimatologije. (Kajfež Bogataj, 2008, str. 13)

Na podoben način kot deluje rastlinska topla greda, ki v svoji notranjosti ohranja toploto, potrebno za rast rastlin tudi v hladnejšem zimskem času, si lahko predstavljamo Zemljo, obdano s plinskim plaščem (ovojem), ki predstavlja svojo »toplo gredo«. Zemljo obseva Sonce in tako sprejema toploto ter jo obenem tudi oddaja. Toploto v manjši meri sprejema preko radioaktivnih reakcij, s toploto kot posledico gibanja oceanov ter nenazadnje kot posledico različnih človekovih dejavnosti (npr. gospodinjstva, elektrarne, industrija). Največji delež toplote prejme od Sonca v obliki sevanja preko sončnih žarkov, ki nosijo s seboj veliko energije. Del te energije oblaki odbijajo nazaj v vesolje, nekaj pa je doseže Zemeljsko površje. (Topla greda, b. d.)

Ker sončevo sevanje tla vpijajo, se površje Zemlje ogreje in tudi samo seva. Delu sevanja uspe prodreti skozi plast nekaterih plinov, ki so v ozračju in jih imenujemo toplogredni plini (TGP), del pa ga izsevajo nazaj proti Zemljini površini in ga ta spet vpije ter dodatno ogreje. (Kajfež Bogataj, 2017, str. 36, 37) Na tak način ostane del toplote ujet pri tleh in v spodnjem delu atmosfere, zato lahko TGP primerjamo kot izolacija naši Zemlji, saj zmanjšujejo uhajanje toplote nazaj v vesolje. Zadržujejo namreč toploto in jo sevajo nazaj na zemeljsko površino, segrevajo ozračje in tako dosegajo t. i. naravni učinek tople grede. To pomeni, da bi bila Zemlja za povprečno 30°C hladnejša in neprijazna za življenje. (Focus, društvo za sonaraven razvoj, b. d.)



Slika 3. Prikaz učinka tople grede na Zemlji. Pridobljeno iz Kaj nam prinašajo podnebne spremembe? (str. 13), od L. Kajfež Bogataj, 2008, Ljubljana: Pedagoški inštitut.

Problem nastane, če se koncentracija TPG v ozračju poveča. S tem se zmanjša prepustnost ozračja za sevanje površja in vodi v povečan učinek tople grede, ki povzroča dvig temperature zraka in tako sproži spremembe v celotnem podnebnem sistemu. (Kajfež Bogataj, 2008, str. 13) Tako se spremeni sposobnost ozračja za zadrževanje toplote in je zaradi večje količine TGP zadržane več toplote. Temu pojavu pravimo povečan učinek tople grede. (Focus, društvo za sonaraven razvoj, b. d.)

Toplogredni plini so v ozračju naravno prisotni tudi brez človekove dejavnosti. Problem nastaja, ker se njihova koncentracija v atmosferi iz leta v leto povečuje na račun izkoriščanja fosilnih goriv, kar pa prispeva h globalnemu segrevanju ter katastrofalnim podnebnim spremembam. Ne glede na to, kje so bili izpuščeni, posledice že čutimo in jih še bomo čutili na vseh koncih sveta. (Evropski parlament, 2021)

V naravi je prisotnih pet glavnih toplogrednih plinov, in sicer ogljikov dioksid (CO_2), metan (CH_4), didušikov oksid (N_2O), ozon (O_3) ter vodna para (H_2O). (Focus, društvo za sonaraven razvoj, b. d.)

Daleč najpomembnejši toplogredni plin je ogljikov dioksid (CO_2). Pred industrijsko revolucijo je njegova vrednost v ozračju znašala okoli 280 ppm (delcev na milijon), leta 2016 pa že 402 ppm, kar kaže na to, da je njegova vrednost povečala za 44 % v primerjavi s časom, ko človeštvo še ni začelo kuriti fosilnih goriv. Problem ogljikovega dioksida je tudi v tem, da ima zelo dolgo življenjsko dobo (od 50 do 200 let v ozračju), zaradi česar je pomembno, da njegove izpuste čim prej omejimo. (Kajfež Bogataj, 2017, str. 38)

Drugi najpomembnejši toplogredni plin je metan (CH_4). Njegov delež v ozračju je zelo veliko zaradi govedoreje, pridelave riža in neurejenih smetišč, v manjši meri pa zaradi pridobivanja in distribucije fosilnih goriv. (Kajfež Bogataj, 2017, str. 38)

V majhnih koncentracijah je v ozračju prisoten močan toplogredni plin didušikov oksid (N_2O) ali kar dušikov oksid. Prihaja v glavnem iz prsti in oceanov, nekaj se ga sprošča tudi s kurjenjem fosilnih goriv in organskih materialov ter ob gnojenju in obdelovanju zemlje. (Focus, društvo za sonaraven razvoj, b. d.)

Precejšnja vloga pri spremembah podnebja ima tudi ozon (O_3), ki se nahaja v stratosferi, zgornjem sloju atmosfere, in ščiti Zemljo pred nevarnimi ultravijoličnimi žarki. (Focus, društvo za sonaraven razvoj, b. d.)

V različnih industrijskih procesih nastajajo močni toplogredni plini, imenovani F-plini. Mednje spadajo fluorirani ogljikovodiki (HFCs), perfluorirani ogljikovodiki (PFCs) in žveplov heksafluorid (SF_6). (Focus, društvo za sonaraven razvoj, b. d.)

Med najpogostejše toplogredne pline, ki se pojavljajo v naravi, uvrščamo vodno paro (H_2O). Ta prispeva največ k naravnemu učinku tople grede. Pri vedno višjih temperaturah, ki jih povzroča globalno segrevanje, voda hitreje izhlapeva, količina vodne pare v ozračju narašča, kar da zraku večjo možnost za zadrževanje vodne pare. (Focus, društvo za sonaraven razvoj, b. d.)

Razlogov za povečanje koncentracij TGP je več. Med glave uvrščamo kurjenje fosilnih goriv (premoga, nafte in plina) za potrebe pridobivanja energije. Pri tem nastajajo ogromne količine ogljikovega dioksida in dušikovega oksida. CO_2 iz ozračja vsrkavajo drevesa, ga skladiščijo v svojih deblih in s tem pripomorejo k uravnavanju podnebja, ampak s krčenjem gozdov oziroma deforestacijo se ogljik sprošča v ozračje in poveča toplogredni učinek. S širitvijo živinoreje (predvsem reje krav in ovc) se sproščajo ogromne količine metana, saj ga živali sproščajo pri prežvekovanju in prebavljanju. K povečanju izpustov pripomore tudi kmetijstvo z uporabo gnojil, ki vsebujejo dušik. Izredno močen dejavnik segrevanja podnebja predstavljajo tudi fluorirani plini, ki se sproščajo iz opreme in izdelkov ter so kar 23000-krat močnejši kot CO_2 . (Vzroki podnebnih sprememb, b. d.)

2.2.2.2 Globalno segrevanje

Z večanjem količine toplogrednih plinov in tistimi, ki so v ozračju že naravno prisotni, se povečuje učinek tople grede in posledično se ozračje segreva. (Vzroki podnebnih sprememb, b. d.) Po podatkih Generalnega direktorata za podnebno politiko (GD CLIMA) je bilo »obdobje 2011-2020 najtoplejše zabeleženo desetletje v zgodovini. Povprečna globalna temperatura leta 2019 je bila $1,1\text{ }^{\circ}C$ višja od predindustrijske ravni. Človekovo delovanje pa trenutno povzroča globalno segrevanje za $0,2\text{ }^{\circ}C$ na desetletje.« (Vzroki podnebnih sprememb, b. d.)

Če ne bomo dosegli zmanjšanja emisij toplogrednih plinov, se lahko temperatura našega planeta do konca tega stoletja dvigne za $4\text{ }^{\circ}C$ ali več v primerjavi s temperaturo pred industrijsko dobo. (Kaj je vzrok podnebnih sprememb?, b. d.) Ker bi povečanje temperature za $2\text{ }^{\circ}C$ v primerjavi s predindustrijsko dobo imelo resne posledice na naravo in naše zdravje, je Mednarodna skupnost sprejela dogovor, da je potrebno omejiti segrevanje ozračja na $1,5\text{ }^{\circ}C$. (Vzroki podnebnih sprememb, b. d.)

2.2.3 Posledice podnebnih sprememb

Posledice, ki nam jih prinašajo podnebne spremembe, so mnogo plastne, so medsebojno povezane in sežejo na številna področja človekovega življenja, zato smo izpostavili samo tiste najbolj izstopajoče.

Predvideva se, da bodo podnebne spremembe povečale pogostost in intenziteto ekstremnih vremenskih dogodkov. To lahko potrjuje vse višje temperature, naravne nesreče, ki so pestile Evropo in tudi Slovenijo v preteklih letih, ter zavarovalnice, ki so v obdobju 1980-2006 v Evropi skupno izplačale okrog 58 milijard evrov odškodnin (največ škode so povzročila vetrovna neurja, sledile so jim poplave). (Kajfež Bogataj, 2008, str. 73)

Svet se že danes sooča z obdobji nenavadno toplega vremena, ki povzročajo manj hladnih dni. V času takšnih obdobj pride pogosto do suš, ki lahko zaradi dolgega pomanjkanja dežja povzročijo uničujoče požare. V takšnih okoliščinah je poleg narave preizkušeno tudi prebivalstvo, ki trpi zaradi pomanjkanja vode in številnih zdravstvenih težavah, kot je na primer vročinska kap, ki lahko vodi celo v smrt. (Spreminjajoči se svet, b. d.)

Zaradi vse pogostejših obdobj toplega vremena z izjemno visokimi temperaturami, močnimi vetrovi in nizko vlažnostjo so Evropo in Kalifornijo v ZDA leta 2018 prizadeli požari. Evropsko celina je med letoma 2014 in 2020 doživela sedem najtoplejših let. Leta 2018 so tudi z Japonske poročali izjemno visokih poletnih temperaturah. Sušo je med oktobrom 2017 in marcem 2018 prizadela Argentino. Pod težo teh nadpovprečno visokih temperatur je med letoma 2016 in 2018 odmrla več kot 50 % koral Velikega koralnega grebena v Avstraliji. Arktika je leta 2020 zabeležila drugi najnižji obseg morskega ledu doslej. (Spreminjajoči se svet, b. d.)

Povečala se bo pogostost divjih in uničujočih neurij, ki svojo energijo črpajo iz vse toplejših vodnih teles – morij, oceani – zaradi globalnega segrevanja. Ogrožajo pa tudi kopno s svojimi vrtničastimi vetrovi in rujejo drevesa, prevračajo avtomobile in povzročajo ogromno infrastrukturno škodo. (Spreminjajoči se svet, b. d.)

Druga pomembna posledica podnebnih sprememb je dvig morske gladine. Vzroka za dvig morske gladine sta posledici globalnega segrevanja: voda pri svojem širjenju zaradi toplote zavzema več prostora in ledeniki na Grenlandiji in Antarktiki se talijo, s čimer v oceane prihaja vse več vode. Posledično morje zalije nizko ležeče obale in ogroža otoke. Povprečna morska gladina se je v obdobju med leti 1901 in 2010 dvignila za kar 19 centimetrov. (Spreminjajoči se svet, b. d.)

Zaradi vse pogostejših sprememb podnebja morajo številne kopenske in morske živalske vrste zapuščati svoje obstoječe habitate in se seliti v nove. Tako postane določena živalska vrsta ogrožena in ji lahko grozi celo izumrtje. Na tak način pride tudi do sprememb v prehranjevalni verigi, ki vse bolj razpada. Z globalnim segrevanjem in s tem z vse višjimi temperaturami postaja podnebje postopno toplejše, kar vpliva na razmnoževanje žuželk v krajih izven tropskih območij. V prihodnosti bodo takšno nevarnost Evropi predstavljali komarji, ki s svojim pikom prenašajo bolezni. (Spreminjajoči se svet, b. d.)

Z vse pogostejšimi sušami in pomanjkanjem vode je ogrožen tudi pridelek hrane. Rastline potrebujejo vodo za preživetje, brez njih pa bomo stradali ljudje in tudi rejena živina. Če se bo po predvidevanem povečanju svetovnega prebivalstva do leta 2050 z današnjih sedem milijard na devet milijard uresničilo, bomo morali pridelati več hrane, sicer bo nastopila lakota. Podnebne spremembe ogrožajo tudi opraševalce, zaradi katerih bodo naše zaloge hrane v prihodnosti vse bolj okrnjene. (Spreminjajoči se svet, b. d.)

2.2.4 Podnebna spremenljivost Slovenije

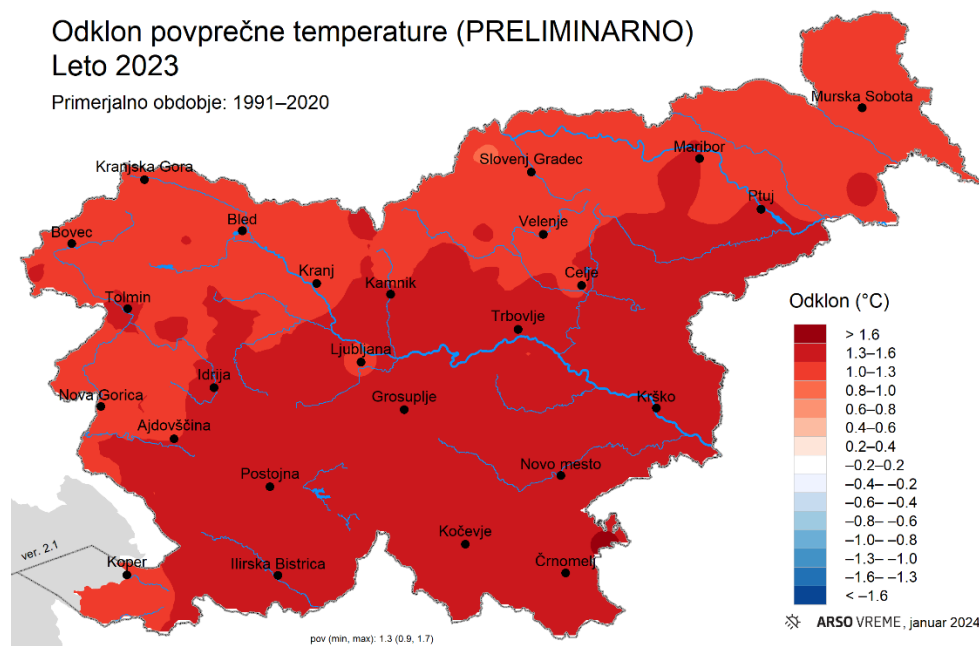
Da se ozračje segreva in s tem tudi podnebje, kažejo tudi meritve in izračuni povprečne temperature zraka. Takšne meritve na območju Slovenije so pokazale, da povprečna temperatura postopoma

narašča, torej se posledice podnebnih sprememb kažejo tako v svetu kot tudi v Evropi in Sloveniji. (Agencija Republike Slovenije za okolje [ARSO], 2006)

Po podrobnem in konstantnem spremljanju podnebne spremenljivosti Slovenije in izpeljavi istoimenskega projekta, so na Agenciji Republike Slovenije za okolje opisali značilnosti vremena v obdobju med letoma 1961 in 2011. Ugotovili so, da se je povprečna temperatura zraka v tem obdobju dvignila za kar 1,7 °C. Najbolj so se ogrela poletja in pomladi, ko se je tudi zmanjšala višina padavin. V teh dveh letnih časih se je povečalo tudi trajanje sončevega obsevanja skozi leto, in sicer za 10 %. Zaradi vse toplejših zim se je višina snežne odeje zmanjšala za 55 %. Največje temperaturno nihanje je bilo izmerjeno od januarja do marca, in sicer 2 in 2,5 °C. S temperaturnega vidika so tako najbolj spremenljive zime, najbolj stabilna pa poletja. (Vertačnik, G., Bertalanč, R., Draksler, A., Dolinar, M., Vlahović, Ž. in Frantar, P., 2018)

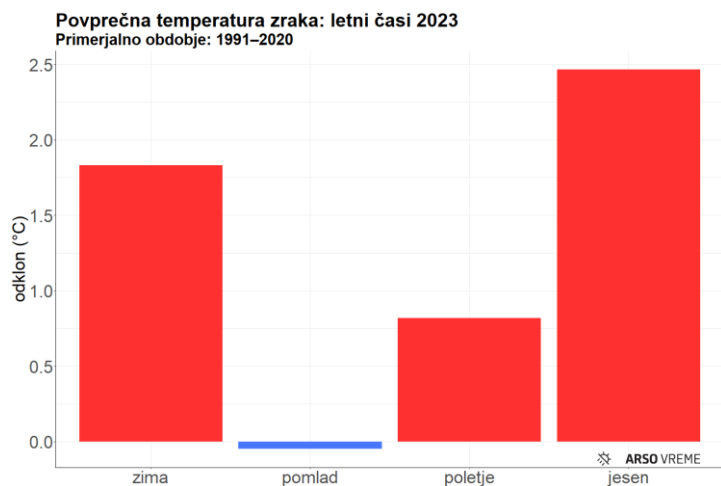
Znanstveniki napovedujejo, da bomo v Sloveniji zaradi nadaljevanja segrevanja ozračja in reliefne ter podnebne pestrosti deležni različnih podnebnih sprememb med posameznimi območji. Pričakovano je stopnjevanje vročine in dvig temperature za okoli 3 °C v naši državi, če se ozračje segreje na globalni ravni za 2,0 °C. Za naslednja desetletja je napovedano povečanje števila vročih dni v nižinah in manj zimskih padavin v obliki snega. (Urad za meteorologijo in hidrologijo, 2018)

Po analizi podnebnih značilnosti preteklega leta 2023 je bilo ugotovljeno, da je bilo leto 2023 »najtoplejše do sedaj, izrazito nadpovprečno namočeno in povprečno osončeno«. (Podnebne značilnosti leta 2023, 2024, odst. 1) Odklon povprečne temperature zraka v obdobju 1991–2020 je znašal v osrednjem in južnem delu države od 1,3 do 1,7 °C, nekoliko manj izrazit pa je bil severni in delih zahodne Slovenije, in sicer od 0,9 do 1,3 °C. (Podnebne značilnosti leta 2023, 2024)



Slika 4. Odklon povprečne temperature zraka leta 2023 od povprečja tridesetletnega referenčnega obdobja 1991–2020. Pridobljeno iz Podnebne značilnosti leta 2023, od ARSO, 2024. Pridobljeno s https://www.meteo.si/met/sl/climate/current/climate_year/

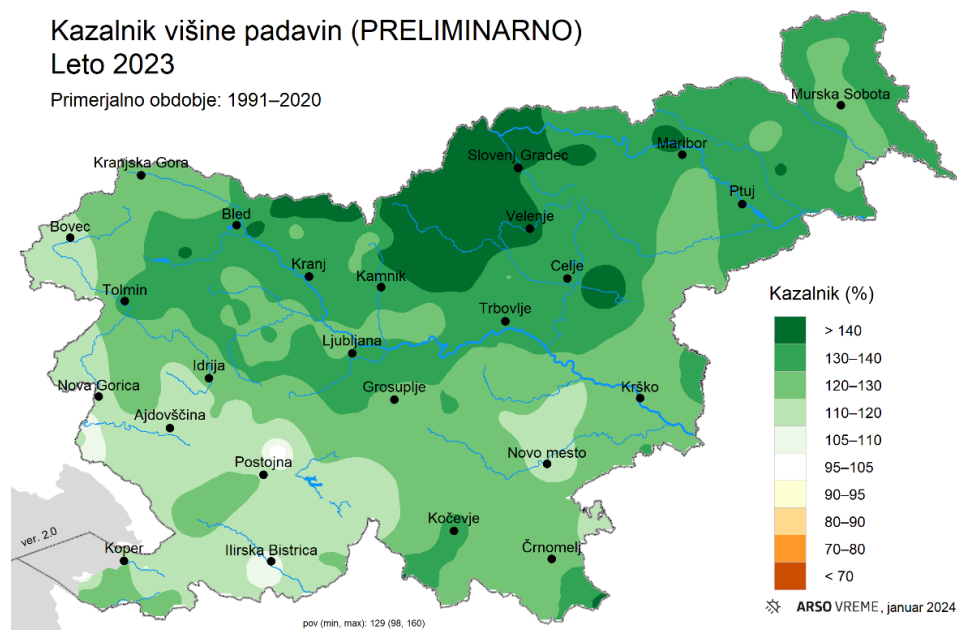
Prišlo je tudi do sprememb sezonskih odklonov od povprečne temperature zraka. Vsi letni časi, razen pomladi, so bili nadpovprečno topli. Jesen je bila med vsemi meseci najtoplejša z največjim sezonskim temperaturnim odklonom za 2,5 °C. (Podnebne značilnosti leta 2023, 2024)



Grafikon 3. Sezonski odkloni povprečne temperature zraka leta 2023 glede na povprečje tridesetletnega obdobja od 1991 do 2020. Vir: https://www.meteo.si/met/sl/climate/current/climate_year/

Povprečna temperatura zraka se vztrajno dviguje zadnjih 40 let za okrog 0,6 °C/desetletje (in je dosegla vrednost 2,3°C). Zrak se je na letni ravni od takrat ogrel že za okrog 2,3 °C. (Podnebne značilnosti leta 2023, 2024)

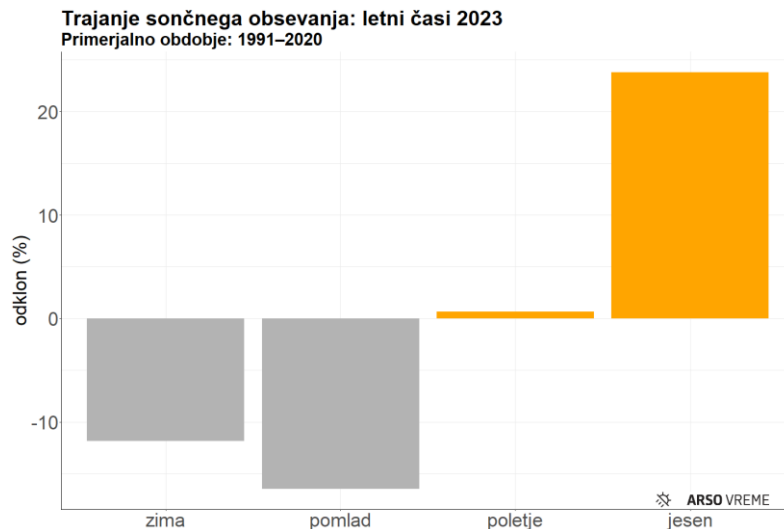
Po podatkih Agencije Republike Slovenije za okolje je leto 2023 uvrščeno tudi med tri najbolj namočena leta od 1950, saj so k temu prispevale obilne padavine od 3. do 5. avgusta, ki so povzročile tudi katastrofalne poplave. Najbolj namočene so bile osrednje Karavanke in vzhodni del Kamniško–Savinjskih Alp, za njima pa ne zaostaja prav dosti območje vzhodno od alpsko-dinarske gorske pregrade. (Podnebne značilnosti leta 2023, 2024)



Slika 5 Kazalnik višine padavin leta 2023 glede na povprečje tridesetletnega referenčnega obdobja 1991–2020. Pridobljeno iz Podnebne značilnosti leta 2023, od ARSO, 2024. Pridobljeno s https://www.meteo.si/met/sl/climate/current/climate_year/

Snežne padavine so v preteklem letu zajele Slovenijo v manjši meri kot po navadi. Visokogorje je bilo povečini zasneženo, nižine pa je pobelil sneg le od sredine januarja do začetka ali sredine februarja. (Podnebne značilnosti leta 2023, 2024)

Nadpovprečno je bila v letu osončena jesen in jo uvrščamo med pet najbolj osončenih do sedaj (prejela je kar 124 % običajnih sončnih ur na državni ravni). Poletje je bilo zmerno osončeno, pomlad najmanj osončen letni čas, zima pa podpovprečno osončena. (Podnebne značilnosti leta 2023, 2024)



Grafikon 4. Sezonski relativni odkloni trajanja sončnega obsevanja leta 2023 glede na povprečje tridesetletnega obdobja od 1991 do 2020. Oranžna barva prikazuje nadpovprečno osončene letne čase, siva pa podpovprečno. Vir: <https://www.meteo.si/met/sl/climate/curren>

Spremenljivost podnebja je v Sloveniji opazna tudi na področju gospodarstva, še posebej na kmetijstvo. Le-to ima velik družbeni pomen, saj oskrbuje prebivalstvo z živili in preprečuje razpad kulturne krajine. Z višanjem temperatur zraka se spreminjajo tudi dejavniki ravnih razmer. Rastline so se tako primorane prilagoditi na kmetijsko sušo, spremenjeno temperaturo tal, njihova dolžina rastne dobe se spremeni ter tudi njihov fenološki razvoj. (Dolinar, Gregorič, Honzak, Sušnik, Vlahovič in Žust, 2018) Ker se rastline odzivajo na vse toplejše ozračje s podaljševanjem vegetacijske sezone, so bolj ranljive na pomladanske pozebe. (Okolje je del nas. Mi smo del okolja., 2006)

2.2.5 Ukrepanja v boju proti podnebnim spremembam

Spreminjanje podnebja je postalo politična tema v 80. letih 20. stoletja. Leta 1988 je bil ustanovljen Medvladni forum za spremembo podnebja (IPCC). Istega leta je Generalna skupščina Združenih narodov oblikovala okvirno konvencijo o spremembi podnebja, ki se je zavzemala za zmanjšanje izpustov TGP, s katerimi bi preprečili človeške poseganje v podnebni sistem. Konvencijo so podpisale številne države, ki se vsakoletno sestajajo na podnebnih pogajanjih. Leta 1997 se je Zasedanje odvijalo na Japonskem v kraju Kjoto, od koder tudi ime za nov protokol, ki je določeval zmanjšanje emisij TGP – Kjotski protokol. Vendar pa jim v naslednjih letih njihovega dogovora ni uspelo uresničiti, saj ni hotela nobena država izgubiti gospodarske rasti. Po Kjotskem protokolu je bil oblikovan prvi podnebni sporazum, sprejet v Parizu leta 2015, zato ga imenujemo tudi pariški sporazum. (Kajfež Bogataj, 2017, str. 38-41) Cilj sporazuma je »omejiti segrevanje ozračja pod dvema stopinjama Celzija v primerjavi s predindustrijsko dobo in si prizadevati, da bo se bo ogrelo za manj kot 1,5 stopinjo«. (Zgodovina pogajanj o podnebni politiki (infografika), 2024)



Slika 6. Logotip Pariške okoljske konference 2015 (Pariškega sporazuma). Pridobljeno iz Tackling Climate Change, od United Nations, b. d. Pridobljeno s <https://www.un.org/sustainabledevelopment/climate-action/>.

2.2.5.1 Cilji in ukrepi EU

Evropska unija se zaveda negativnih posledic, ki jih prinašajo podnebne spremembe, zato sodeluje na mednarodnih podnebnih pogajanjih Združenih narodov. Leta 2015 je na enem takšnih podpisala pariški sporazum, s katerim se je zavezala, da bo do leta 2030 znižala izpuste TGP v ozračje za najmanj 40 % v primerjavi z letom 1990. (Ukrepi EU proti podnebnim spremembam, 2019)

Prizadevanja Evropske unije pa so že obrodila sadove. Leta 2008 so sklenili zmanjšanje izpustov za 20 % do leta 2020 glede na vrednost iz leta 1990, kar jim je tudi uspelo in to kar za 31 %. (Ukrepi EU proti podnebnim spremembam, 2019)

Junija 2021 je Evropski parlament nadgradil svoje cilje glede omejitve izpustov TGP iz pariškega sporazuma. Povečal je zmanjšanje izpustov iz 40 % na 55 % do leta 2030. Do leta 2050 naj bi EU dosegla podnebno nevtralnost, kar pomeni, da bo imela do takrat neto nič izpustov in tako postala podnebno nevtralna celina. Načrt, s katerim bo ta cilj dosežen, so poimenovali Evropski zeleni dogovor. (Ukrepi EU proti podnebnim spremembam, 2019)

Ta predstavlja »novo strategijo za rast za trajnostno, čistejše, varnejše in bolj zdravo gospodarstvo EU«. (Evropski zeleni dogovor, 2020)

Z zelenim dogovorom (po angleško »Green Deal«) se bo izboljšala kakovost zraka, vode in prsti, zdrave hrane in zdravja. Prav tako naj bi prinesel napredke na področju javnega prometa, zagotovil več polnilnih postaj za e-avtomobile, nižje stroške in ustvarili manj odpadkov. S podnebnimi pravili se bodo tako ponudila tudi nova delovna mesta na področju obnovljivih virov energije. (Zeleni dogovor: ključ do podnebno nevtralne in trajnostne EU, 2024)

Tudi Slovenija si prizadeva za ukrepanje v boju proti podnebnim spremembam. Za doseganje trajnostnega razvoja je bila s strani Organizacije združenih narodov septembra 2015 sprejeta Agenda 2030 za trajnostni razvoj. Vključuje 17 ciljev trajnostnega razvoja s cilji, ki jih bodo morale uresničiti vse države sveta, vključno s Slovenijo, do leta 2030. Eden izmed kazalnikov ciljev trajnostnega razvoja so tudi podnebni ukrepi. (Kazalniki ciljev trajnostnega razvoja, b. d.)



Slika 7. EU kazalnik, ki v ospredje postavlja podnebne ukrepe. Pridobljeno iz Kazalniki ciljev trajnostnega razvoja, b. d. Pridobljeno s <https://www.stat.si/Pages/cilji>.

2.2.5.2 Kaj lahko storimo na lokalni ravni?

K zmanjševanju posledic podnebnih sprememb lahko prispeva prav vsak. Ker moramo ukrepati v smeri zmanjševanja emisij toplogrednih plinov, lahko za začetek zmanjšamo naš ogljični odtis. Ta meri naš vpliv na planet z izpuščanjem toplogrednih plinov, ki jih proizvajamo v vsakdanjem življenju. (Kaj je vzrok podnebnih sprememb?, b. d.)

Velike spremembe lahko naredimo že s premišljenim potrošništvom. Če kupujemo lokalno pridelano sadje in zelenjavo, namesto uvožene, ki je do cilja morala prepotovati več tisoč kilometrov, varčujemo z energijo, potrebno za prevoz. Pri izbiri pakiranih živil se moramo zavedati, da plastična embalaža pomeni več odpadkov in s tem večjo porabo energije pri njihovem kurjenju. Zato je boljša izbira kupovanje proizvodov v embalaži, ki jo je mogoče reciklirati in kompostirati. V vse večjih trgovinah so opazno zmanjšali uporabo plastičnih vreč in jih nadomestili s papirnatimi, biorazgradljivimi in takimi za večkratno uporabo. (Kaj pa ti? Zdaj pa ti!, b. d.)

Za zmanjšanje ogljičnega odtisa je potrebno varčevanje z energijo, kar dosežemo že z nižanjem termostata za kakšno stopinjo in izklapljanjem elektronskih naprav iz električnega omrežja ter kolesarjenjem in hojo namesto vožnje z avtomobilom, ko je le to mogoče. (Kaj pa ti? Zdaj pa ti!, b. d.)

3 RAZISKOVALNI DEL

3.1 Metodologija

Za izračun vseh raziskovanih podatkov smo uporabili orodja in funkcije v programu Excel. Podatke za analizo iz klimatološke postaje Starše smo pridobili iz arhiva podatkov s strani ARSO (navedeno v poglavju Viri in literatura).

Pri izračunu ledenih dni smo za vsak dan v letu pridobili podatek o maksimalni dnevni temperaturi. Nato smo poiskali in prešteli tiste dni v letu, ko je dnevna maksimalna temperatura manjša ali enaka 0 °C (upoštevana metodologija ARSO - podrobneje v poglavju Vroči in ledeni dnevi). Za določitev vročih dni v posameznem letu smo prav tako za vsak dan pridobili podatek o maksimalni dnevni temperaturi. Ko je bila ta večja ali enaka 30°C, je nastopil vroči dan. (upoštevana metodologija ARSO -podrobneje v poglavju Vroči in ledeni dnevi) S pomočjo programa Excel smo izračunali tudi obe premici, trendni črti, in iz njunih smernih koeficientov razbrali ali premici naraščata ali padata.

Ob iskanju temperaturnih primanjkljajev smo najprej pridobili podatek za vsak dan v letu o povprečni dnevni temperaturi. Za dni, ko je ta temperatura manjša ali enaka 12°C smo izračunali temperaturno razliko do 20°C. Torej 20°C minus povprečna dnevna temperatura, za dneve ko je izpolnjen omenjeni pogoj. Temperaturni primanjkljaj je potem vsota vseh teh temperaturnih razlik v letu, ki jo izražamo v enoti Kdan.

Podobno smo tudi pri iskanju temperaturnih presežkov najprej pridobili podatek za vsak dan v letu o povprečni temperaturi. Za dni, ko je ta temperatura večja ali enaka 24°C smo izračunali temperaturno razliko nad 21°C. Torej povprečna dnevna temperatura, za dneve ko je izpolnjen omenjeni pogoj minus 21°C. Temperaturni presežek je potem vsota vseh teh temperaturnih razlik v letu, ki jo izražamo v enoti Kdan.

Za ugotavljanje trajanja kurilne sezone smo upoštevali, da poteka v hladnejši polovici leta, kar pomeni, da se koledarsko začne jeseni in konča v naslednjem koledarskem letu spomladi. Začetek kurilne sezone smo iskali v drugi polovici leta, in sicer od 1. 7. naprej, saj se začenja običajno v času jeseni. Iskali smo datum, kdaj se prvič pojavijo trije zaporedni dnevi, ko je povprečna dnevna temperatura znašala manj ali enako 12°C. Tretji dan, ko je izpolnjen zgornji pogoj, je potem izbran kot začetek kurilne sezone (upoštevana metodologija ARSO - podrobneje v poglavju Temperaturni primanjkljaj in kurilna sezona) Konec kurilne sezone smo iskali v prvi polovici leta, do 30. 6., saj se običajno zaključi v času pomladi. Iskali smo datum, kdaj se prvič pojavijo trije zaporedni dnevi, ko je povprečna dnevna temperatura znašala več kot 12°C. Tretji dan, ko je izpolnjen zgornji pogoj, je potem izbran kot konec kurilne sezone (upoštevana metodologija ARSO - podrobneje v poglavju Temperaturni primanjkljaj in kurilna sezona). Število dni kurilne sezone skupaj znaša vsoto dni od 1. 1. do konca kurilne sezone in od začetka kurilne sezone jeseni do 31. 12. Tako smo upoštevali število dni kurilne sezone v posameznem koledarskem letu.

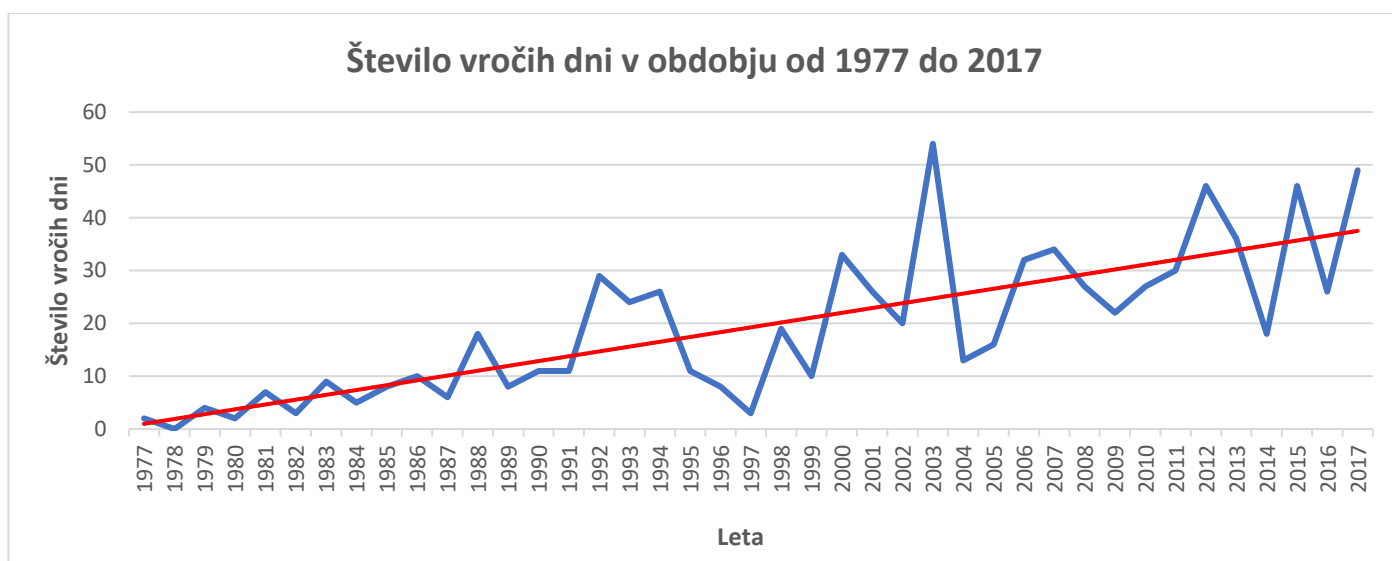
Za ugotavljanje trajanja »cooling season« smo upoštevali, da poteka hladilna sezona v toplejšem delu leta. Da smo dobili število dni »cooling season«, smo sešteli dni, ko je povprečna dnevna temperatura večja ali enaka 24°C (upoštevana metodologija ARSO - podrobneje v poglavju Temperaturni presežek in »cooling season«).

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 Spreminjanje števila vročih in ledenih dni

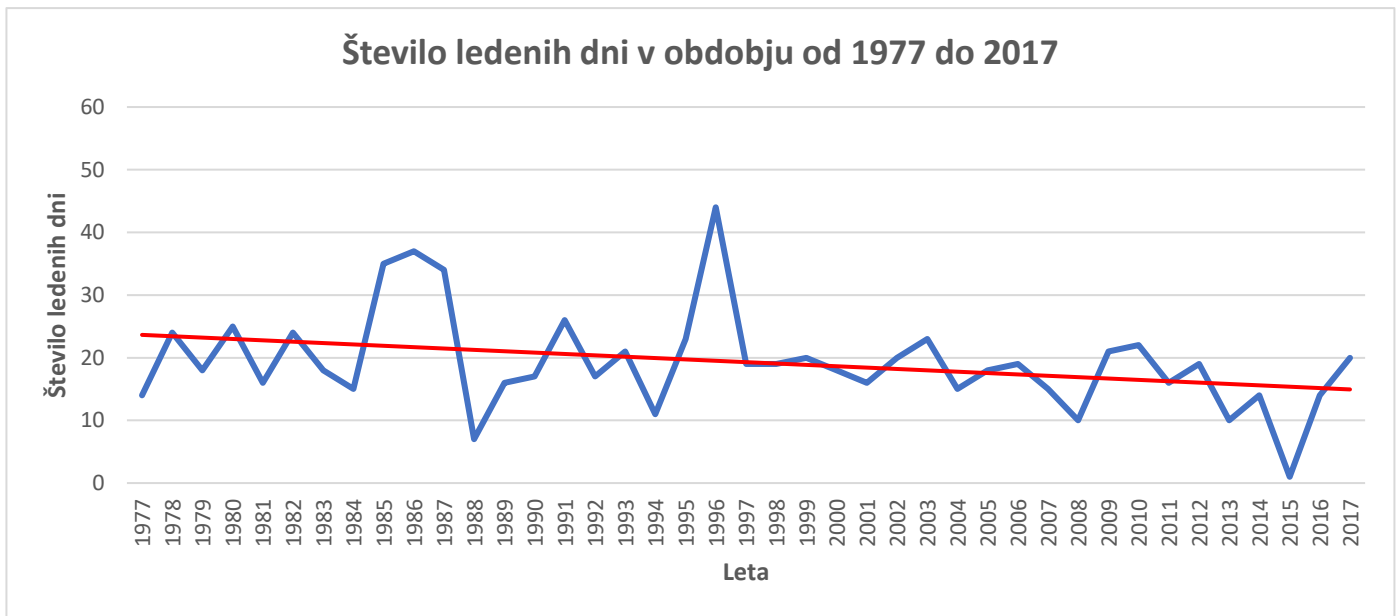
Spodnja grafikona prikazujeta spreminjanje števila vročih oziroma ledenih dni v štiridesetletnem obdobju, in sicer od 1977 do 2017, zabeleženih na klimatološki postaji Starše.

Na grafikonu 5, ki prikazuje število vročih dni, je zlasti v zadnjih dveh desetletjih opazno večje nihanje. Najnižje zabeleženo število vročih dni – 0 – sega v leto 1978, najvišje – 54 dni – v leto 2003. Rdeča trendna črta (premica), kaže na naraščanje števila vročih dni skozi preučevano obdobje, z enačbo $0,9131x + 0,0695$. Kot vidimo na spodnjem grafikonu 5 rdeča trendna črta narašča s pozitivnim koeficientom 0,9131. Sklenemo lahko, da v proučevanem obdobju na območju Starš število vročih dni narašča. Torej lahko hipotezo 1 potrdimo.



Grafikon 5. Število vročih dni v obdobju od 1977 do 2017 v Občini Starše

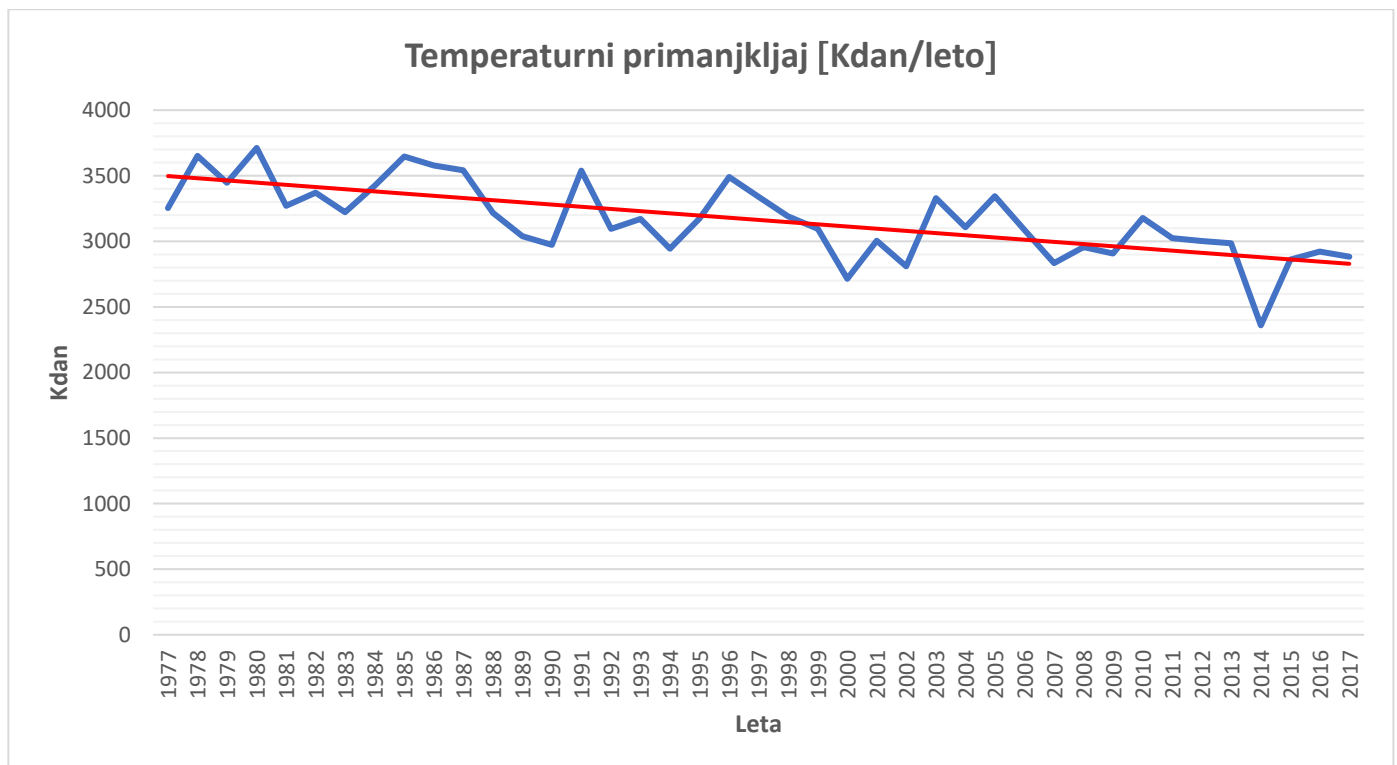
Grafikon (6) prikazuje spreminjanje števila ledenih dni med letoma 1977 in 2017 na klimatološki postaji Starše. Nihanja v vrednostih ledenih dni so bila največja v 80. in 90. letih, ko je leta 1988 nastopilo 7 ledenih dni in leta 1996 44 ledenih dni. Med leti 2010 in 2015 je opazno upadanje števila ledenih dni. Enačba trendne črte znaša: $-0,2176x + 23,862$. Rdeča trendna črta (premica) torej upada skozi obdobje 40 let z negativnim koeficientom $-0,2176$. Zaključimo lahko, da med letoma 1977 in 2017 število ledenih dni upada. Zato lahko hipotezo 2 potrdimo.



Grafikon 6. Število ledenih dni v obdobju od 1977 do 2017 v Občini Starše

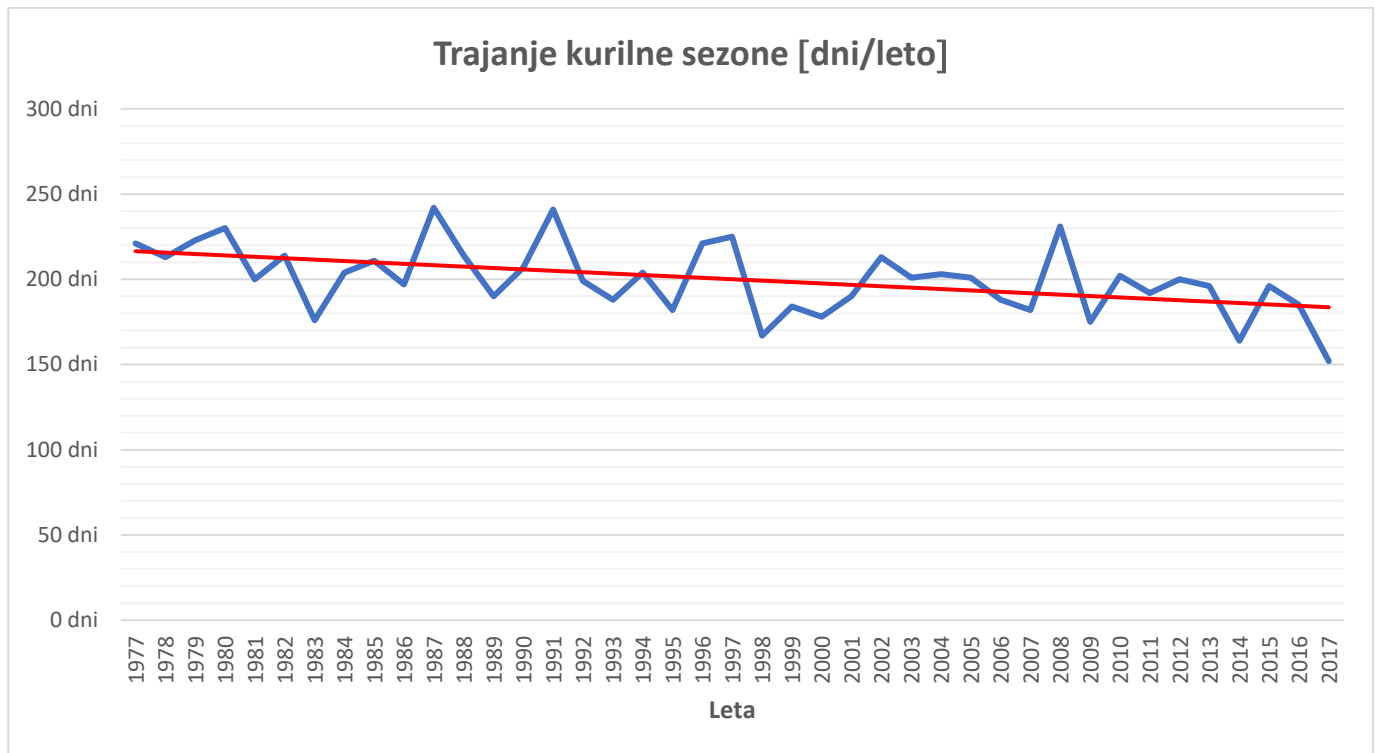
4.2 Spreminjanje temperaturnega primanjkljaja in z njim povezanega trajanja kurilne sezone

Spodnji grafikon (7) prikazuje spreminjanje temperaturnega primanjkljaja skozi 40-letno obdobje med letoma 1977 in 2017 za Občino Starše. Najnižja zabeležena vrednost (2359,7) je datirana v leto 2014, najvišja (3712) pa v leto 1980. Z grafikona je razvidno, da vrednost temperaturnega primanjkljaja skozi celotno obdobje upada. Enačba trendne črte znaša $y = -16,727x + 3514,4$; torej upada s koeficientom $-16,727$. Takšen trend se ujema tudi z ugotovitvami ARSO (podrobneje v poglavju Temperaturni primanjkljaj in kurilna sezona), kjer so spremljali nihanje temperaturnega primanjkljaja po Sloveniji v obdobju od leta 1961 do 2020. Zaključimo lahko, da letni temperaturni primanjkljaj med letoma 1977 in 2017 upada tudi na območju Starš. Tako smo potrdili hipotezo 4.



Grafikon 7. Spreminjanje temperaturnega primanjkljaja v obdobju od 1977 do 2017 v Občini Starše

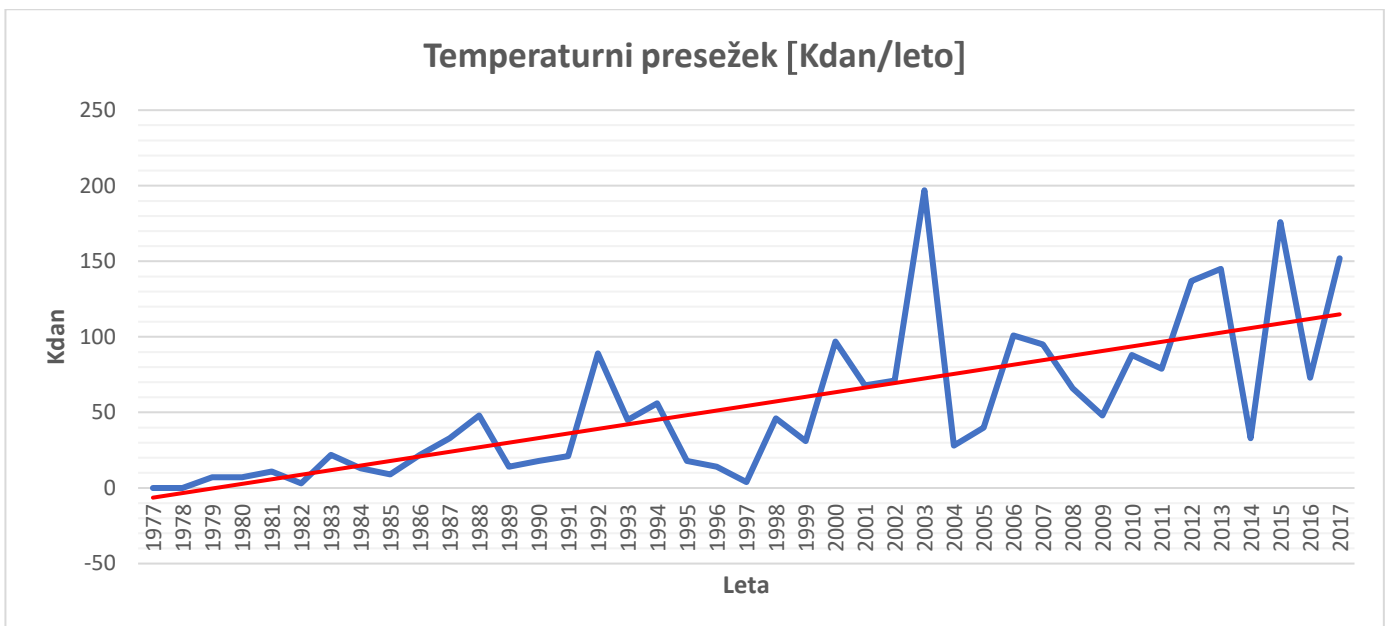
Grafikon (8) prikazuje spreminjanje trajanja kurilne sezone v 40-letnem obdobju med letoma 1977 in 2017 na klimatološki postaji Starše. Skozi preučevano obdobje je prišlo do izrazitih nihanj v trajanju kurilne sezone. Kurilna sezona je trajala najdlje časa – 242 dni – leta 1987. Najkrajša kurilna sezona je datirana prav v zadnje analizirano vključeno leto 2017, ko je trajala zgolj 152 dni. Za kar 90 dni je bila krajša v primerjavi z letom 1987. Z grafa je razvidno, da je kurilna sezona vedno krajša, zato lahko potrdimo hipotezo 5. Enačba trendne črte znaša $y = - 0,822x + 217,31$; torej upada s koeficientom – 0,822.



Grafikon 8. Spreminjanje trajanja kurilne sezone v obdobju od 1977 do 2017 v Občini Starše

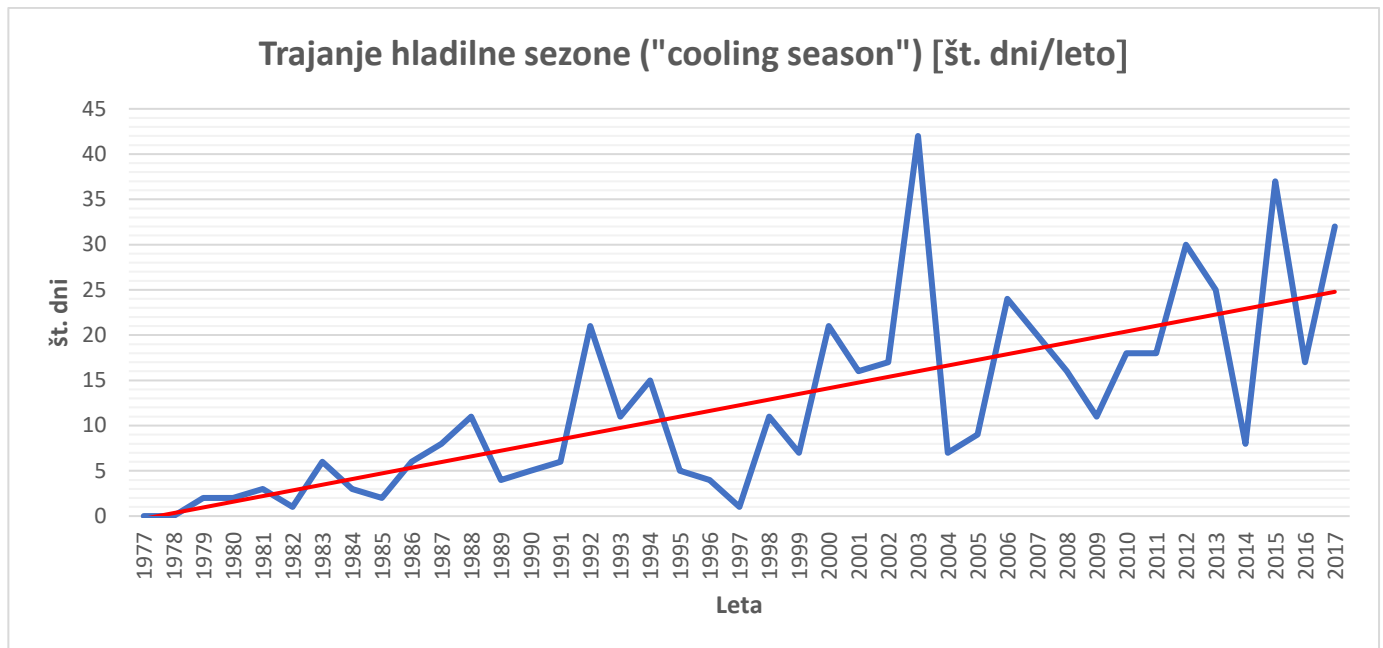
4.3 Spreminjanje temperaturnega presežka in z njim povezanega trajanja »cooling season«

Spodnji grafikon (9) prikazuje spreminjanje temperaturnega presežka skozi 40-letno obdobje med letoma 1977 in 2017 za Očino Starše. Ob začetku opravljanja meritev temperature zraka in izvedbi potrebnih izračunov za spremenljivko se je vrednost temperaturnega presežka iz 0 Kdan iz leta 1977 povzpela do 152 Kdan leta 2017. Kot navaja ARSO (Temperaturni primanjkljaj in presežek ter kurilna sezona 1961-2024, b. d.), se je na območju Slovenije v letih med 1961 in 2020 večkratno povečal temperaturni presežek. Na spodnjem grafu lahko vidimo, da se enak trend naraščanja temperaturnega presežka pojavlja tudi na klimatološki postaji Starše. Enačba trendne črte znaša $y = 3,0321x - 9,4049$; torej narašča s koeficientom 3,0321. Zato lahko izpeljemo, da hipoteza 3 drži.



Grafikon 9. Spreminjanje temperaturnega presežka v obdobju od 1977 do 2017 v Občini Starše

Grafikon (10) prikazuje spreminjanje trajanja »cooling season« v 40-letnem obdobju med letoma 1977 in 2017. Skozi preučevano obdobje je prišlo do izrazitih nihanj v trajanju. Najizrazitejša so bila na prelomu tisočletja ter v naslednjih letih. »Cooling season« je trajala najdlje časa – 42 dni – leta 2003. Najkrajši »cooling season« segata v leti 1982 in 1997, ko sta trajali zgolj en dan. V letih 1977 in 1978 pa sploh ni bilo »cooling season« (0 dni). Enačba trendne črte znaša $y = 0,627x - 0,9232$; torej narašča s koeficientom 0,627. Z grafa je razvidno, da je »cooling season« vedno daljša, saj je vedno več dni z temperaturnim presežkom. Iz tega sledi, da lahko hipotezo 6 potrdimo.



Grafikon 10. Spreminjanje trajanja »cooling season« v obdobju od 1977 do 2017 v Občini Starše

5 ZAKLJUČEK

V raziskovalni nalogi smo opredelili številna pomembna teoretična izhodišča, povezana s podnebnimi spremembami. Zaradi prevelikega poseganja v podnebni sistem je človek pričel postopno spreminjati podnebje vse od industrijske revolucije naprej. Zrak je tako vseboval vse več toplogrednih plinov, ki jih povzročajo predvsem kurjenje fosilnih goriv, pa tudi izsekavanje gozdov ter širitev kmetijstva in živinoreje. Vsi narodi sveta pa so pripravljeni stopiti skupaj in s skupnimi močmi preprečiti uničujoče posledice podnebnih sprememb, ki jim ne bi ubežal noben, še tako majhen, košček sveta. Redno se sestajajo na podnebnih pogajanjih, na katerih iščejo rešitve in si zastavljajo cilje, s katerimi bi karseda zmanjšali emisije toplogrednih plinov. Pomembno vlogo na pogajanjih zastopa Evropska unija, ki si je zastavila zelo ambiciozen cilj do leta 2050, in sicer postati podnebno nevtralna celina. Prav tako pa se v čim bolj trajnostni smeri želi razvijati tudi Slovenija.

Na začetku raziskovanja smo razložili pojme, s katerimi smo se srečevali tekom raziskave. Na primer vroči in ledeni dnevi, temperaturni primanjkljaj, kurilna sezona, temperaturni presežek in »cooling season«.

V raziskovalnem delu smo z analizo meritev klimatološke postaje Starše pridobili podatke o številu vročih in ledenih dni, spreminjanju temperaturnega primanjkljaja in trajanja kurilne sezone ter spreminjanje temperaturnega presežka in trajanja »cooling season« v obdobju med letoma 1977 in 2017.

Na podlagi analiziranih podatkov o številu vročih dni smo ugotovili, da število vročih dni narašča. Nasprotno smo ugotovili z analizo podatkov o ledenih dneh, saj število ledenih dni upada. Število temperaturnih primanjkljajev skozi 40-letno obdobje od 1977 do 2017 upada. Posledično se kurilna sezona, ki je soodvisna od temperaturnih primanjkljajev, skozi preučevano obdobje krajša. Temperaturni presežki pa v preučevanem obdobju naraščajo. Zato obdobje »cooling season« traja vedno dlje.

Vsebina raziskovalne naloge je lahko uporabna pri dokazovanju podnebnih sprememb na lokalni ravni. Da bi raziskovalno nalogo še nadgradili, bi lahko vključili širše območje preučevanja in zajeli več meteoroloških in klimatoloških postaj. Nato bi lahko med njimi naredili primerjavo ter ugotavljali, kakšne so posledice teh sprememb na vremenskih pojavih in vegetaciji. Raziskavo podnebnih sprememb bi lahko razširili tudi na podlagi količine padavin in dni z ekstremnimi vremenskimi pojavi (nevihte, ujme, ipd.).

6 VIRI IN LITERATURA

Agencija Republike Slovenije za okolje. (2020). Opis opazovalnih postaj. Pridobljeno 11. februar 2024 s <https://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/observation-stations/description/>

Arhiv podatkov ARSO. Pridobljeno 3. februar 2024 s <https://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet/#webmet==8Sdwx2bhR2cv0WZ0V2bvEGcw9ydIJWblR3LwVnaz9SYtVmYh9icIFGbt9SaulGdugXbsx3cs9mdl5WahxXYyNGapZXZ8tHzv1WYp5mOnMHbvZXZuIWYnwCchJXYtVGdlJnOn0UQQdSf>

Baloh, E., Petek, M., Repe, B. in Stankovič, M. (2017). *GEOGRAFIJA 1. Učbenik za geografijo v 1. letniku gimnazij in srednjih strokovnih šol*. Ljubljana.: Mladinska knjiga. (Povzeto: 4. 2. 2024)

Car, A. in Dolinar, M. (2021). *Temperaturni primanjkljaj in presežek*. Pridobljeno 3. marec 2024 s <https://kazalci.arso.gov.si/sl/content/temperaturni-primanjkljaj-presezek>.

Cegnar, T. (2024). Meteorologija. Podnebne razmere v decembru 2023. V *Naše okolje* (str. 3-26). Ljubljana: Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo, Agencija Republike Slovenije za okolje.

Dolinar, M., Gregorič, G., Honzak, L., Sušnik, A., Vlahovič, Ž. in Žust, A. (2018). *Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Povzetek dejavnikov okolja z vplivom na kmetijstvo in gozdarstvo*. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje.

Evropski zeleni dogovor. (2020) Na eur-lex.europa.eu/. Pridobljeno 29. februar 2024 s <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=LEGISSUM:4438420>

Focus, društvo za sonaraven razvoj. (b. d.). *Kaj so podnebne spremembe*. Pridobljeno 13. februar 2024 s <https://focus.si/kaj-delamo/programi/podnebje/kaj-so-podnebne-spremembe/>

Kaj je vzrok podnebnih sprememb?. (b. d.). Na ec.europa.eu. Pridobljeno 14. februar 2024 s https://ec.europa.eu/clima/sites/youth/causes_sl.html

Kaj pa ti? Zdaj pa ti!. (b. d.) Na ec.europa.eu. Pridobljeno 2. marec 2024 s https://ec.europa.eu/clima/sites/youth/what-about-you_sl.html

KAJFEŽ-Bogataj, L. (2008). *Kaj nam prinašajo podnebne spremembe?*. Ljubljana: Pedagoški inštitut. (Povzeto: 28. januar 2024)

KAJFEŽ-Bogataj, L. (2017). *Planet, ki ne raste*. Ljubljana: Cankarjeva založba. (Povzeto: 13. februar 2024)

Kazalniki ciljev trajnostnega razvoja. (b. d.) Na [stat.si/](https://www.stat.si/). Pridobljeno 23. februar 2024 s <https://www.stat.si/Pages/cilji>

Kladnik, D., Lovrenčak, F. in Orožen Adamič, M. (2005). *Ledeni dan*. Geografski terminološki slovar. Pridobljeno 3. marec 2024 s <https://isjfr.zrc-sazu.si/sl/terminologisce/slovarji/geografski/iskalnik?iztocnica=ledeni%20dan>

Kladnik, D., Lovrenčak, F. in Orožen Adamič, M. (2005). *Podnebje*. Geografski terminološki slovar. Pridobljeno 28. januarja 2024 s <https://isjfr.zrc-sazu.si/sl/terminologisce/slovarji/geografski/iskalnik?iztocnica=podnebje>

Kladnik, D., Lovrenčak, F. in Orožen Adamič, M. (2005). *Vroči dan*. Geografski terminološki slovar. Pridobljeno 3. marec 2024 s <https://isjfr.zrc-sazu.si/sl/terminologisce/slovarji/geografski/iskalnik?iztocnica=vro%C4%8Di%20dan>

Nadbath, M. (2015). Meteorološke spremenljivke in njihovo opazovanje. V *Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961-2011. Meteorološka opazovanja I.* (str. 15-21). Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje.

Okolje je del nas. Mi smo del okolja. (2006). Ljubljana: Agencija Republike Slovenije za okolje.

Podnebne značilnosti leta 2023. (2024) Na www.meteo.si. Pridobljeno 21. februar 2024 s https://www.meteo.si/met/sl/climate/current/climate_year/

Senegačnik, J. in Drobnjak, B. (2021). *Obča geografija. Učbenik za 1. letnik gimnazije*. Ljubljana: Modrijan izobraževanje. (Povzeto: 4. februar 2024)

Skok, G. (2020). *Uvod v meteorologijo*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko.

Spreminjajoči se svet. (b. d.). Na ec.europa.eu. Pridobljeno 14. februar 2024 s https://ec.europa.eu/clima/sites/youth/impacts_sl.html

Temperatura zraka. Na meteo.arso.gov.si. Pridobljeno 10. februar 2024 s <https://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/maps/description/temperature/>

Temperaturni primanjkljaj in presežek ter kurilna sezona 1961-2024. (b. d.) Na meteo.arso.gov.si. Pridobljeno 3. marec 2024 s https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by_variable/cooling-heating-degree-days.txt

Temperaturni primanjkljaj. (b. d.) Na energetska-izkaznica.si. Pridobljeno 3. marec 2024 s <http://www.energetska-izkaznica.si/energetska-ucinkovitost/temperaturni-primanjkljaj/>

Topla greda. (b. d.) Na kemija.net. Pridobljeno 13. februar 2024 s <https://kemija.net/slovarcek/309>

Ukrepi EU proti podnebnim spremembam. (2019) Na [europarl.europa.eu/](https://www.europarl.europa.eu/). Pridobljeno 29. februar 2024 s <https://www.europarl.europa.eu/topics/sl/article/20180703STO07129/ukrepi-eu-proti-podnebnim-spremembam>

Urad za meteorologijo in hidrologijo. (2018). *Kaj pomeni 1,5 °C namesto 2 °C toplejše Zemljino površje za Slovenijo?*. Pridobljeno 19. februar 2024 s <https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/Kaj%20pomeni%201.5%20stopinje%20za%20Slovenijo.pdf>

Vertačnik, G. in Bertalanič, R. (2017). Uvod. V *Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961-2011. Značilnosti podnebja v Sloveniji* (str. 6-9). Ljubljana: Agencija Republike Slovenije za okolje.

Vertačnik, G., Bertalanič, R., Draksler, A., Dolinar, M., Vlahovič, Ž. in Frantar, P. (2018). *Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011: Povzetek*. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje. Pridobljeno: 7. marec 2024 s https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/PSSbrosura_spread_SLO.pdf

Vzroki podnebnih sprememb. (b. d.). Na climate.ec.europa.eu. Pridobljeno 13. februar 2024 s https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_sl

Zeleni dogovor: ključ do podnebno nevtralne in trajnostne EU. (2024). Na [europarl.europa.eu/](https://www.europarl.europa.eu/). Pridobljeno 29. februar 2024 s <https://www.europarl.europa.eu/topics/sl/article/20200618STO81513/zeleni-dogovor-kljuc-do-podnebno-nevtralne-in-trajnostne-eu>

Zgodovina pogajanj o podnebni politiki (infografika). (2024). Na [europarl.europa.eu/](https://www.europarl.europa.eu/). Pridobljeno 29. februar 2024 s <https://www.europarl.europa.eu/topics/sl/article/20180404STO00910/zgodovina-pogajanj-o-podnebni-politiki-infografika#event-2015-12>