

3 Lokalno podnebje Jezerskega

Darko Ogrin, Matej Ogrin, Miroslav Vysoudil, Tanja Koželj

3.1 Splošne podnebne poteze

Prikaz podnebnih razmer Jezerskega je skoncentriran na Jezersko kotlinico z ledeniškima dolinama Ravenska in Makekova kočna ter Spodnji kraj v povirnem delu Kokre. Spodnji kraj leži na nadmorski višini od 700 do 800 m, Jezerska kotlina z Ravensko in Makekovo kočno pa večinoma med 900 in 1000 m. Kotlinsko-dolinski del Jezerskega obdaja visokogorje Karavank in Kamniško-Savinjskih Alp z najvišjimi vrhovi med 1600 in nekaj nad 2500 m. Karavanški del Jezerskega je nižji, bolj položen in z gostejšo rečno mrežo, kamniško-savinjski del pa višji, kraški in bolj razčlenjen.

Nižji deli Jezerskega imajo podnebje nižjega gorskega sveta (povprečna temperatura najhladnejšega meseca pod $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ in najtoplejšega nad $10\text{ }^{\circ}\text{C}$), gorati obod pa podnebje višjega gorskega sveta (povprečna temperatura najtoplejšega meseca pod $10\text{ }^{\circ}\text{C}$) (Ogrin D., 1996). Značilna je velika namočenost (od 1800 do 2600 mm padavin letno) z zmerno sredozemskim padavinskim režimom. Primarni višek padavin je v jeseni (november), sekundarni zgodaj poleti (junij), najmanj padavin je običajno ob koncu zime in v začetku pomladi. Jezersko je redko poseljeno, poselitev je zgoščena ob jugozahodnem, bolj osončenem robu kotlinice, višje so le posamezne domačije. Gozd pokriva 3/4 obravnavanega območja.

Strokovnih in znanstvenih del o podnebjju Jezerskega je malo. Furlan in Košir (1976) ter Popovič (1992) obravnavajo Jezersko kot klimatsko zdravišče, Ogrin D. in sod. (2016) pa nekatere lokalne in topoklimatske značilnosti. Prispevek je dopolnjena različica dela Ogrina in sodelavcev ter analizira lokalne razlike v osončenosti, prostorsko razporejanje temperature zraka ob radiacijskem vremenu, temperaturne razlike na Jezerskem, ki smo jih ugotovili s pomočjo lastnih dvoletnih meritev in podatkov samodejne meteorološke postaje Agencije RS za okolje ter nekatere značilnosti krajevnih vetrov. Kot sinteza raziskovanja podnebja Jezerskega je bila izdelana tudi pregledna topoklimatska karta v merilu 1 : 25.000.



(foto: D. Ogrin)

Slika 3.1:

Ravenska
kočna.

3.2 Topoklimatske razmere

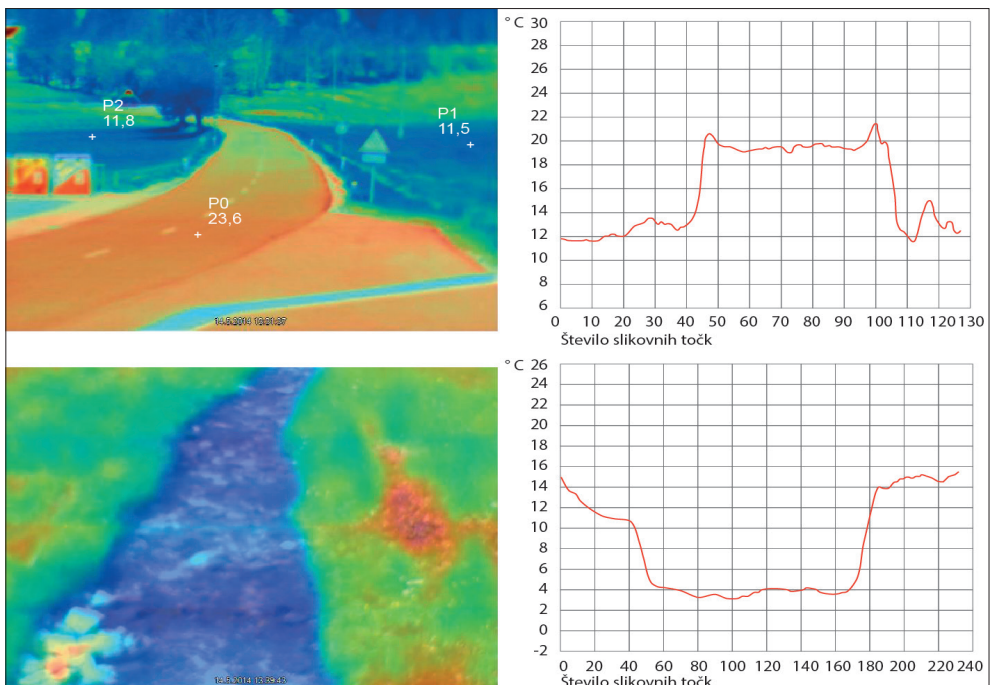
Z izrazom topoklima označujemo specifične lokalne podnebne poteze, ki se oblikujejo pod vplivom značilnosti Zemljinega površja, predvsem reliefnih danosti (nadmorska višina, ekspozicija, naklon površja, reliefna izoblikovanost) in rabe površja (urbanizirane površine, gozdne površine, kmetijske površine, vodne površine ipd.). Osnovne poteze so odvisne od regionalnih in tudi globalnih podnebnih razmer.

V metodološkem smislu lahko topoklimatske značilnosti ugotavljamo s podrobnimi terenskimi meritvami in opazovanji (neposredne metode) oziroma z različnimi posrednimi metodami, pri čemer so pomembne predvsem razmere pri površju (aktivna plast), kjer poteka energijska izmenjava med površjem in ozračjem. Pri našem delu smo uporabili kombinacijo obojega. Sledili smo metodologiji, ki se je uveljavila pri topoklimatskih raziskavah v Srednji Evropi (Quitt, 1965 in 1994; Vysoudil, 1993, 2000 in 2009; Polčák, 2000 in 2001), ter jo ustrezno prilagodili lokalnim razmeram na Jezerskem. Pomagali smo si tudi z izkušnjami izdelave topoklimatske karte Slovenske Istre (Ogrin D. in Vysoudil, 2011) ter doline Kamniške Bistrice (Ogrin D. in sod., 2013). Pri neposrednem spoznavanju lokalnih podnebnih razmer smo uporabili rezultate terenskih meritev in opazovanj, ki so bile v obdobju 2013–2015 opravljene posebej za potrebe raziskave topoklime Jezerskega. Zaradi vloge razmer pri površju za oblikovanje topoklimatskih značilnosti del meritev ni bil opravljen na standardni višini (te meritve so bolj reprezentativne za regionalne razmere), ampak nižje. Temperatura zraka smo med meritvami po vnaprej načrtovani poti (maršrutne meritve) merili na 1,5 do 1,8 m nad površjem, veter na 1,8 do 2,5 m nad površjem, zastrtost obzorja zaradi reliefa in arhitektonskih ovir ter s tem vpliv na insolacijo na

1,6 do 1,8 m nad tlemi. Dvoletne meritve temperature zraka v obdobju od maja 2013 do maja 2015 pa so potekale v meteorološki hiški 2 m nad tlemi z digitalnim temperaturnim registratorjem (i – gumbek) znamke Dallas Semiconductor.

O lokalnih podnebnih potezah smo sklepali tudi s pomočjo posrednih metod analize značilnosti površja, kjer smo uporabili različna GISovska orodja. Pri reliefu smo upoštevali konkavnost, konveksnost, naklon in ekspozicijo. Pomagali smo si z rastrskim digitalnim modelom višin ločljivosti 12,5 m (Digitalni model višin ..., 2015). Trajanje insolacije in prejeta energijo Sončevega sevanja smo izračunali s pomočjo orodij »Solar Radiation« programskega paketa ESRI ArcGIS, ki upošteva astronomske dejavnike, oblikovanost reliefa in atmosferske dejavnike. Vpliv vegetacijskih razmer in rabe tal na lokalno podnebje smo določali s pomočjo LIDARskih podatkov (LIDAR, 2015), evidentirane dejanske rabe zemljišč (Evidenca dejanske rabe, 2014) in katastra stavb (Kataster stavb, 2016). V veliko pomoč pri sklepanju na vpliv vegetacije in rabe tal na temperaturne razmere površja in ozračja pri tleh so nam bili tudi termalni posnetki površja s prenosno infrardečo kamero (Fluke Ti55 IR fusion technology).

Slika 3.2: Razlike v temperaturi nekaterih tipov aktivnega dela površja na Jezerskem: a. asfaltirane površine v primerjavi s poraščnim površjem; b. vodotok v primerjavi z neenakomerno poraščnim travnikom



(termalni posnetki in njihova obdelava: M. Vysoudil).

3.2.1 Lokalne razlike v osončenosti

Na lokalne in mikro razlike v Sončevem obsevanju in prejeti energiji Sončevega sevanja vplivajo višina južnega obzorja oziroma zasenčenost zaradi njega, ekspozicija in naklon površja. V naših geografskih širinah so z vidika povprečnih razmer ugodne južne ekspozicije z nakloni okoli 45°. Razlike v prejeti energiji Sončevega sevanja med posameznimi ekspozicijami so veliko večje pozimi, ko je Sonce nizko nad horizontom in je čas obsevanja krajši kot poleti.

Jezersko ima zelo razgibano površje z velikimi relativnimi višinskimi razlikami, zato so tudi lokalne razlike v obsijanosti in prejeti energiji Sončevega sevanja velike. Zaradi visokega južnega obzorja se razmere zelo spreminjajo tudi med letom. Glede na aprilske razmere, ki so dober kazalec povprečnih razmer (slika 3.14), so dobro obsijana strmejša pobočja z južno, jugovzhodno in jugozahodno ekspozicijo pod Karavankami in jugozahodna pobočja grebena med Skubrovim vrhom (1276 m) in Špegovcem (1619 m) nad Makekovo kočno. Po slabi obsijanosti izstopajo strma, severno usmerjena pobočja Kamniško-Savinjskih Alp pod grebenom med Velikim vrhom (1742 m), Oltarji, Jezersko Kočno (2540 m) in Grintovcem (2558 m), osoje globoke in ozke doline Jezernice pri Spodnjem kraju, severna in severovzhodna pobočja med Skubrovim vrhom in Špegovcem nad Ravensko kočno ter posamezne globoke in ozke grape v Karavankah.

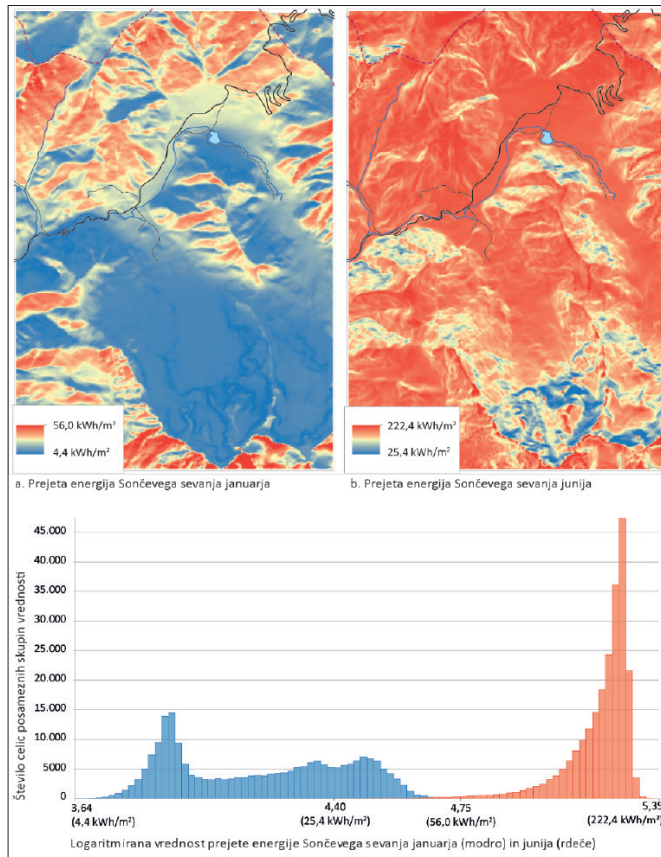
Ob poletnem obratu, ko je Sonce najvišje nad ravnino horizonta, je velika večina obravnavane pokrajine dobro obsijana s Soncem (slika 3.3 b). Slabše obsijani so le predeli, ki imajo zelo visok južni horizont. Med njimi so severna pobočja pod grebenom med Velikim vrhom in Grintovcem, osoje Ravenske kočne ter doline Kokre in Jezernice med Kanonirjem in Spodnjim krajem. Okoli zimskega obrata prevladuje slaba obsijanost s Soncem. Bolje so obsijana in več energije Sončevega sevanja dobijo le prisojna pobočja pod Karavankami in nad Makekovo kočno (slika 3.3 a).

Glede na meritve poteka realnega obzorja in primerjavo z navideznimi potmi Sonca nad ravnino obzorja imajo dobro obsijana južno usmerjena pobočja Karavank nad Jezersko kotlinico ob zimskem obratu teoretično od 4 do 5 ur sonca (od 3 do 4 ure manj od teoretično možnega), ob poletnem obratu pa od 10 do 13 ur (od 3 do 6 ur manj od teoretično možnega). V najslabše obsijanih predelih, ki imajo zelo visoko južno obzorje, pa so okoli zimskega obrata, ko je Sonce nizko nad obzorjem, tudi brez neposrednega Sončevega obsevanja. Med njimi so tudi nekatere domačije, kakor Ancelj in Sušnik v Ravenski kočni. Okoli poletnega obrata jim okoliški grebeni skrajšujejo teoretično možno Sončevo sevanje za 6 do 7 ur.

Na podlagi izračunov orodja »Solar Radiation« prejmejo najboljše obsijani predeli Jezerskega v povprečju okoli 1660 kWhm⁻² Sončeve energije na leto, najslabše obsijani pa le okoli 190 kWhm⁻². Večina obravnavane pokrajine (66 %) dobi med 800 in 1300 kWhm⁻² letno (srednje obsijani predeli), okoli 17 % pa od 190 do 800 kWhm⁻² (slabo obsijani predeli) oziroma od 1300 do 1660 kWhm⁻² (dobro obsijani predeli). V srednje (97 %) in v dobro obsijanih predelih (3 %) živijo tudi vsi prebivalci Jezerskega. Za primerjavo, povprečno letno obsevanje na horizontalno površino v Sloveniji je 1250 kWhm⁻² (Kastelec in sod., 2007; Sončno sevanje in obsevanje, 2016).

Razmerje med slabo, srednje in dobro obsijanimi predeli se med letom zelo spreminja. Če za povprečno stanje vzamemo aprilske razmere, potem ima januarja celotno obravnavano območje slabe razmere, junija pa je skoraj 83 % pokrajine dobro obsijane (preglednica 3.1).

Slika 3.3: Prejeta energija Sončevega sevanja na Jezerskem januarja (a) in junija (b).



Preglednica 3.1: Deleži površja po razredih prejete povprečne mesečne energije Sončevega sevanja.

	Januar	April	Junij
Slabo obsijani predeli (pod 86,6 kWhm⁻²)	100 %	16,3 %	1,7 %
Srednje obsijani predeli (86,6–142,8 kWhm⁻²)	0 %	69,7 %	15,7 %
Dobro obsijani predeli (nad 142,8 kWhm⁻²)	0 %	14,0 %	82,6 %

3.2.2 Vpliv površja na temperaturo zraka

Lokalne razlike v prostorski razporeditvi temperature zraka so odvisne predvsem od reliefnih danosti, na mikroravni pa tudi od talne vlažnosti in rabe tal ter prisotnosti snežne odeje. Primarna značilnost razporejanja temperature zraka na mikroravni je velika dnevna temperaturna amplituda med zgornjo plastjo tal in površjem v primerjavi s temperaturo zraka v prizemni plasti ozračja, npr. na višini 2 m, na kateri se standardno meri temperatura zraka. Razlike so lahko tudi od 10 do 15 °C. Vlažna, ilovnata tla se v dnevnem ciklu počasneje in manj segrejejo; suha, peščena pa se obratno hitreje segrejejo in tudi ohladijo. Če je površje pokrito s snežno odejo, so zimske temperature zraka lahko tudi za 5 do 10 °C nižje (Barry in Hall-McKim, 2014), ker je sneg dober izolator in preprečuje tok toplote iz tal, hkrati ima zelo velik albedo in je dober sevalec dolgovalovnega sevanja.

Kot je bilo že omenjeno, je za obravnavano pokrajino značilno zelo razgibano površje z velikimi relativnimi višinskimi razlikami ter dolgimi in strmimi pobočji ter izrazito konkavnimi in konveksnimi oblikami površja. Z naraščajočo nadmorsko višino se temperatura zraka na splošno znižuje (povečuje se količina padavin), konkavni deli površja imajo ob radiacijskem vremenu nižje minimalne temperature zaradi temperaturnega obrata. Južno orientirana pobočja so zaradi več prejete energije Sončevega sevanja toplejša od severnih. Gozd ima bolj izravnane temperaturne režim (še zlasti listopadni v topli polovici leta) kot negozdne, travnate ali neporaščene (slabo poraščene) površine.

3.2.2.1 Zniževanje temperature zraka z nadmorsko višino

Po karti Letna povprečna temperatura zraka za obdobje 1981–2010 (2016), ki je narejena z metodo optimalne prostorske interpolacije, upošteva povezanost spremenljivke z nadmorsko višino in preko okolice tudi mikrolokacijo ter ima prostorsko ločljivost 100 x 100 m, je povprečna letna temperatura zraka ob zgornji Kokri in v Jezerski kotlinici med 6 in 7 °C, na grebenih Karavank od 4 do 6 °C ter na najvišjih grebenih Kamniško-Savinjskih Alp od 0 do 2 °C. Povprečne januarske temperature so ob zgornji Kokri in v Jezerski kotlinici med –2 in –4 °C ter na grebenih Kamniško-Savinjskih Alp pod –4 (Januarska povprečna temperatura zraka, obdobje 1981–2010, 2016). Julijske temperature so v Jezerski kotlinici od 14 do 16 °C, na grebenih Karavank okoli 12–14 °C in na najvišjih vrhovih Kamniško-Savinjskih Alp 8–10 °C (Julijska povprečna temperatura zraka, obdobje 1981–2010, 2016). Iz teh podatkov znaša ocenjen vertikalni temperaturni gradient za povprečno letno temperaturo zraka okoli –0,44 °C/100 m, za povprečno julijsko temperaturo –0,5 °C/100 m in za povprečno januarsko –0,37 °C/100 m.

Po podatkih za meteorološko postajo Zgornje Jezersko (n. v. 894 m) za obdobje 1961–1990 je bila povprečna letna temperatura zraka 5,9 °C, povprečna januarska –3,1 °C in julijska 15,0 °C (Klimatografija Slovenije, temperatura zraka, obdobje 1961–1990, 1995; preglednica 3.2). Če upoštevamo trende segrevanja ozračja v zadnjih dveh desetletjih, ugotovimo, da so povprečne temperature na Jezerskem za okoli 2 °C nižje kot v okolici Preddvora v Ljubljanski kotlini. V zvezi s topoklimatskimi

razmerami je treba dodati, da je bila lokacija meteorološke postaje, kjer so v letih 2013–2015 potekale meritve Oddelka za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani, na lokaciji postaje ARSO Zgornje Jezersko v obdobju 1961–1990. Lokacija velja za toplejšo in bolj osončeno, kot je dno kotlinice in dno obeh kočev.

Preglednica 3.2: Povprečne mesečne, sezonske in letne temperature zraka (v °C) za meteorološki postaji Zgornje Jezersko (n. v. 894 m, 1961–1990) in Preddvor (n. v. 485 m, 1992–2011).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Zgornje Jezersko	-3,1	-1,6	1,1	5,0	9,9	13,2	15,0	14,1	11,0	6,7	1,7	-2,1
Preddvor	-0,3	1,4	5,1	9,7	14,7	17,9	19,5	19,0	14,1	10,1	4,9	0,1

	Zima	Pomlad	Poletje	Jesen	Leto
Zgornje Jezersko	-2,2	5,3	14,1	6,5	5,9
Preddvor	0,4	9,8	18,8	9,7	9,6

Viri podatkov: Klimatografija Slovenije, temperatura zraka, 1995 (Zg. Jezersko, str. 134); Arhiv meteoroloških podatkov ARSO, 2016 (Preddvor).

Omenjeni podatki dajejo zelo grobo sliko razporejanja temperature zraka z višino, tudi zato, ker je bila na širšem območju Jezerskega mreža uradnih temperaturnih postaj do nedavno zelo redka. Da bi dobili dodaten vpogled v lokalne razmere, smo v času terenskega dela opravili dve vrsti temperaturnih meritev. V obdobju od junija 2013 do maja 2015 smo opravljali kontinuirane meritve temperature na isti lokaciji, poleg tega smo v času terenskega dela opravljali še dodatne terenske meritve. V drugi polovici maja v obdobju 2013–2015 smo opravili več meritev temperature zraka na profilih od dna doline po pobočjih navzgor. Vertikalni temperaturni gradienti so bili ob meritvah z digitalnim termometrom različni, odvisni od vremenskih razmer, poraščenosti profila in časa meritev. V jutranjem času, pred sončnim vzhodom in ob radiacijskem vremenu so meritve pokazale na inverzna temperaturna stanja pri tleh, ob meritvah čez dan pa običajno razporejanje temperature zraka z višino. 16. maja 2013, med 9. in 10. uro dopoldan, je bil vertikalni temperaturni gradient ob popolnoma oblačnem vremenu, ob poti z Zgornjega Jezerskega (n. v. 880 m) po planinski poti proti Virnikovemu Grintovcu do n. v. 1160 m nad samotno kmetijo Murn, $-0,87\text{ °C}/100\text{ m}$, na nasprotni strani doline pa po Makekovi koči do n. v. 1410 m na Prodih pod Oltarji $-0,84\text{ °C}/100\text{ m}$. Enak gradient je bil tudi 27. 5. 2015 med Zgornjim Jezerskim in vrhom Virnikovega Grintovca (n. v. 1654 m) sredi dopoldneva ob labilnem ozračju in vetrovnem vremenu. Manjši gradient, $-0,57\text{ °C}/100\text{ m}$, smo s pomočjo regresijske premice izračunali 25. 5. 2015 okoli poldneva med Makekovo kočno in Prodi, ko smo meritve opravljali samo v gozdu. Vertikalne temperaturne gradiente $-0,84\text{ °C}/100\text{ m}$ je izračunala tudi Pintarjeva (2015), ko je pozimi, 12. februarja 2015, ob oblačnem

vremenu merila temperaturo zraka na profilu od Spodnjega Jezerskega (n. v. 825 m) do Jezerskega vrha (n. v. 1218 m).

3.2.2.2 Temperaturni obrat v Jezerski kotlinici

Ob radiacijskem tipu vremena (oblačnost manjša od 2/10, povprečna hitrost vetra manjša od 4 m/s) se v nočnem času v konkavnih reliefnih oblikah razvije temperaturni obrat. Konkavno površje omogoča zbiranje in nadaljnje ohlajanje hladnega, gostejšega zraka, ki se z okoliških pobočij steka v kotlinico in doline. Zaradi tega je podnebje v dnu konkavnih oblik reliefa drugačno od lokalnega podnebja nad temperaturnim obratom. Ponoči in zjutraj so temperature nižje, več je brezvetrja, zrak je bolj vlažen, več je megle in kondenzacijskih pojavov na tleh (rose, slane), razen tega je v hladnem delu leta zaradi pogostejše megle trajanje Sončevega obsevanja krajše, zaradi lokalnih virov onesnaževanja pa je slabša tudi kakovost zraka.

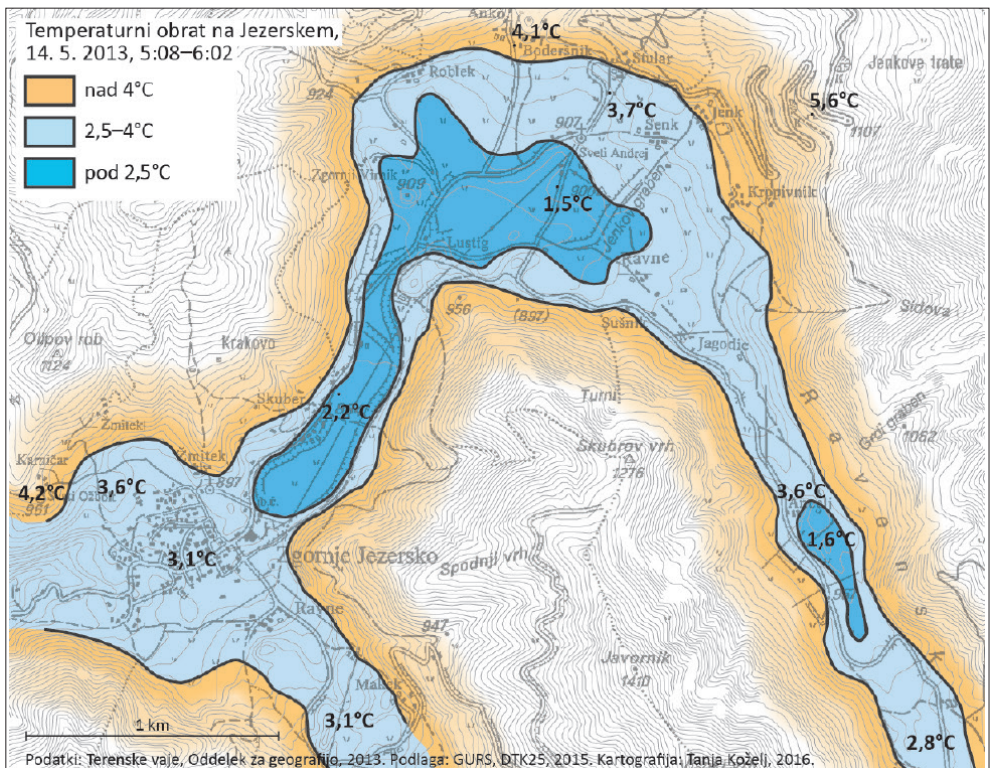
Maršrutne profilne meritve uro pred sončnim vzhodom meseca maja 2013 po dnu Jezerske kotlinice in njenem obodu, po Makekovi in Ravenski koči ter po cesti na prelaz Jezerski vrh (1218 m), so pokazale relativno plitvo inverzno plast zraka. To ni presenetljivo, saj Jezerska kotlinica nima sklenjenega oboda in ima odtok proti dolini Kokre, kamor lahko odteka hladen zrak. Glede na meritve in opazovanja hladen zrak še najbolj zastaja v Ravnah med Planšarskim jezerom in Lustigom ter v posameznih plitvih kotanjah. 14. maja 2013 je bila inverzna plast zraka debela okoli 200 m. Najnižje temperature (med 1,5 in 2 °C) so bile na polju pod cerkvijo Sv. Andreja in Planšarskim jezerom (n. v. okoli 895 m) ter v plitvi kotanji jugovzhodno od domačije Ancelj (n. v. 960 m), le nekoliko višje, do 2,5 °C, tudi v preostalem delu kotlinice med Ravnami in Zgornjim Jezerskim. Najvišje (okoli 5,5 °C) smo namerili na pobočju v višinskem pasu med 990 in 1110 m, višje so se začele rahlo zniževati. Intenziteta temperaturnega obrata je znašala okoli 3,5 °C (slika 3.4). Podobna razporeditev je bila tudi naslednji dan, 15. maja 2013. 28. maja 2015 je bila inverzna plast zraka plitvejša, le okoli 30 m. V njej smo namerili od 3 do 4 °C, najmanj, 2,5 °C, v kotanji pri domačiji Ancelj. Na Ravnah je bil zelo dobro izražen toplotni pas v višinah med 930 in 1000 m, s temperaturo zraka okoli 6 °C. Višje so se temperature spustile do 3,7 °C, kolikor smo namerili na Jezerskem vrhu. Temperatura zraka na višini okoli 1200 m je bila torej podobna kot v dnu kotlinice na nadmorski višini okoli 900 m.

V evropskih sredogorjih, npr. v Vogezih in Juri, kjer so relativne višine med dnom dolin in vrhovi okoli 500 m, se toplotni pas običajno pojavlja od 100 do 400 m nad dnom; v Alpah, kjer so relativne višine večje, se poleti začne približno 350 m nad dnom, pozimi pa okoli 700 m nad dnom dolin (Barry in Hall-Mc Kim, 2014). Iz raziskav Gamsa (1996), Žiberne (1999) in D. Ogrina (2000) izhaja, da je orientacijska zgornja meja termalnega pasu pri nas med 200 in 500 m relativne višine, spodnja v vinogradniških predelih vzhodne Slovenije in oljgarskih Slovenske Istre pa med 10 in 40 m (Žiberna, 1992; Ogrin D. in Mužina, 2005; Ogrin D., 2007). Po naših meritvah na Jezerskem se je termalni pas začel od 30 do okoli 200 m nad dnom kotlinice.

Meritve ob stabilnih vremenskih razmerah pozimi so pokazale podobno razporeditev temperature zraka kot v topli polovici leta. Kljub relativno visoki

nadmorski višini, tudi ob prisotnosti snežne odeje, se na Jezerskem ne more pretirano ohladiti, ker zrak odteka po dolini Jezernice v dolino Kokre. Po ugotovitvah Pintarjeve (2015) prevladujejo tudi v tem letnem času plitve inverzije z intenziteto od 5 do 6 °C. Glede na meritve 8. marca 2015 je bilo jezero hladnega zraka debelo okoli 100 m, intenziteta temperaturnega obrata pa 6 °C. Z razliko od tople polovice leta pa po nizkih temperaturah izrazito odstopajo plitve kotanje v pozimi zelo slabo osonečenih kočnah, kakor je kotanja pri kmetiji Ancelj v Ravenski in kotanja pod kmetijo Makek v Makekovi koči. Tu je bila temperatura zraka 8. 3. 2015 med 5:20 in 6:07 okoli -6 °C, v ostalih konkavnih predelih Jezerskega pa okoli -4 °C. Najtoplejši predeli, kakih 100 m nad dnem kotlinice, so imeli temperaturo okoli 0 °C, na Jezerskem vrhu pa je bilo -4,2 °C (Pintar, 2015).

Slika 3.4: Temperaturni obrat na Jezerskem 14. 5. 2013, od 5:08 do 6:02.



3.2.2.3 Merjenje dolžine vršnih poganjkov dreves kot odraz lokalnih temperaturnih in rastiščnih razmer

Praviloma se fenofaze pri rastlinah začnejo prej tam, kjer je topleje. V maju, ko se rastna sezona začne tudi v alpskih dolinah in kotlinah, smo v obdobju 2013–2015 ugotavljali, ali so lokalne temperaturne razlike na Jezerskem dovolj velike, da so opazne tudi v dolžini vršnih (terminalnih) poganjkov dreves. Poganjke smo merili pri 1,5 do 3 m visokih smrekah in bukvah v dolini Kokre pri Spodnjem kraju, v

Makekovi in Ravenski kočni ter v Jezerski kotlinici in pobočjih nad njo. Meritve smo opravili na 43 lokacijah z različno nadmorsko višino in lego. Na vsaki lokaciji smo izmerili od 20 do 30 bolj na samem rastočih dreves, ki so uspevala v vsaj približno primerljivih razmerah ter nato izračunali povprečne vrednosti prirastkov tekoče sezone za lokacije in nekatere mere variabilnosti.

Rezultati meritev so pokazali na kompleksen odnos med višinskim prirastom in lokalnimi rastiščnimi (podnebnimi) razmerami, bistveno bolj kot v primeru podobne raziskave v Planici (Ogrin D. in Krevs, 1995). Pri primerjavi posameznih lokacij z razliko v nadmorski višini od 200 do 300 m in enako ekspozicijo, razlik v dolžini vršnih poganjkov praktično ni bilo ali so bile neznailne (npr. 13. 5. 2013 na profilu Makek, 970 m – Skubrov vrh, 1200 m; 15. 5. 2014 profil po Makekovi kočni, od 900 do 1150 m). Pogosti so bili tudi primeri, ko so bile razlike pri bukvi značilne, pri smreki pa ne (npr. 13. 5. 2013 na profilu Spodnji kraj, 765 m – Zgornje Jezersko, 905 m; 15. 5. 2014 na profilu Ravne, 900 m – Žarkovo, 1100 m). Pojasnilo iščemo v različnih začetkih rastle sezone, saj je sredi maja, ko smo opravljali meritve, smreka šele začela odganjati, bukev pa je z rastno sezono začela nekoliko prej.

V precejšnjem številu primerov smo odkrili najbolj pričakovan odnos, da so vršni poganjki z višino, ob enaki ekspoziciji, vse manjši (npr. 13. 5. 2013 za bukev na profilu Spodnji kraj, 765 m – Zgornje Jezersko, 905 m; za smreko in bukev na profilih Ancelj, 970 m – Štularjeva planina, 1275 m in Zgornje Jezersko, 905 m – Olipov vrh, 1060 m; 15. 5. 2014 na profilu Makek, 990 m – Štularjeva planina, 1405 m; 26. 5. 2015 na profilu Zgornje Jezersko, 940 m – Skubrov vrh, 1100 m idr.). Dolžina vršnih poganjkov se je z višino bolj zmanjševala pri bukvi, ki začne prej z rastjo (vertikalni gradienti priraščanja med $-1,4$ in -4 cm/100 m), še posebej v najnižjih delih raziskovalnega območja (Spodnji kraj–Zgornje Jezersko: $-8,9$ cm/100 m). Manj pa pri smreki (vertikalni gradienti priraščanja med $-0,3$ in $-2,1$ cm/100 m), ki je v času meritev v nižjih predelih Jezerskega šele dobro začela z rastjo, v višjih nadmorskih višinah pa še ni odgnala. 15. maja 2014 je npr. smreka na Skubrovem vrhu odgnala do nadmorske višine okoli 1100 m, bukev pa do okoli 1250 m.

Potrditev teze, da se kljub specifičnim lokalnim rastiščnim razmeram višinski prirast z višino manjša, smo dobili pri opazovanju dolžine vršnih poganjkov pri bukvi in smreki na profilu od Raven (okoli 900 m) in Ravenske kočne (od 900 do 1100 m) do okolice Češke kočne na Spodnjih ravneh (od 1420 do 1570 m). Vršne poganjke smo merili 6. 8. 2015, ko je višinski prirast zaključen. Tudi v tem primeru so se vršni poganjki z višino bolj zniževali pri bukvi ($-2,7$ cm/100 m) kot pri smreki ($-2,5$ cm/100 m), čeprav razlika ni značilna. Pri bukvah na dnu Ravenske kočne, ne glede na nadmorsko višino, ni bilo bistvenih razlik v povprečni dolžini vršnih poganjkov (preglednica 3.3).

Preglednica 3.3: Dolžina vršnih poganjkov smreke in bukve (v cm) 6. 8. 2015 na profilu od Ravne in Ravenske kočne do Zgornjih Raven.

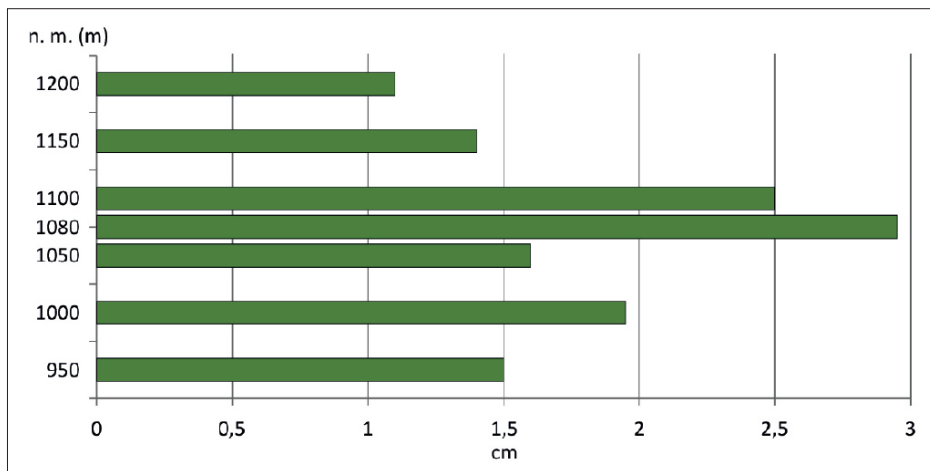
Lokacija vzorčenja	Smreka					Bukev				
	Povp.	Min.	Maks.	SD	N	Povp.	Min.	Maks.	SD	N
Ravne – Ancelj (900–1010 m)	33,5	19	47	9,1	30	30,2	12	43	7,8	29
Parkirišče (1020–1060 m)	24,2	10	43	8,4	24	32,0	16	40	6,6	32
Vojtrca – Zg. Ravne (1540–1570 m)	17,7	6	40	6,8	29	16,3	3	29	5,9	29

Povp. – povprečna dolžina; Min. – najkrajši poganjek, Maks. – najdaljši poganjek; SD – standardni odklon; N – numerus.

Zaradi velikih razlik v osonečnosti in posledično v temperaturi zraka med izrazitimi prisojami in osojami, smo sredi maja pričakovali tudi značilne razlike v dolžini vršnih poganjkov med obema legama. Zaradi težav z iskanjem lokacij s primerljivimi ostalimi rastiščnimi pogoji, lahko to tezo potrdimo le na dveh primerih. Smreke v izrazitih osojah Makekove kočne sredi maja 2013 še niso odgnale, medtem ko so imele na primerljivi nadmorski višini v prisojah do 2 cm dolge poganjke. Pri bukvi je znašala povprečna dolžina vršnih poganjkov v osojah 6 cm, v prisojah pa 10 cm. Značilno razliko smo opazili tudi pri smrekah 15. 5. 2014 med okolico kmetije Anko, ki leži na izraziti prisojni legi, in okolico Planšarskega jezera. Pri Anku so bili vršni poganjki v povprečju dolgi 4,1 cm, v osojah Planšarskega jezera pa 3,2 cm. Na pomen ekspanzije in osonečnosti za začetek rastne sezone lahko sklepamo tudi iz nadmorske višine, do katere so drevesa odgnala. 15. 5. 2014 so smreke na prisojah nad Jezersko kotlinico odgnale do nadmorske višine okoli 1200 m, v osojah pa do 900–1050 m.

Pri opazovanju sprememb dolžine vršnih poganjkov na profilih od dna Jezerske kotlinice po njenih prisojnih pobočjih smo pogosto opazili pojav obrata v priraščanju. V dnu kotlinice je bil pri bukvi priraščanje manjši oziroma se je pri smreki šele začel ali pa še to ne, največji je bil od 100 do 200 m nad dnem, nato se je začel z višino zmanjševati. Za ilustracijo: po meritvah 26. 5. 2015 na vsakih 50 m višinske razlike na profilu od Zgornjega Jezerskega (okoli 950 m n. v.) do Žitkovega vrha (1238 m) so bili smrekovi poganjki ob dnu kotlinice v povprečju dolgi okoli 1,5 cm, na nadmorski višini okoli 1080 m skoraj 3 cm, pri okoli 1200 m pa spet okoli 1 cm (slika 3.5). Inverzno razporeditev razlagamo s pojavom temperaturnega obrata in nižjimi minimalnimi temperaturami v dnu kotlinice, ki se jim pridružujejo še nekoliko slabše razmere v osonečnosti in toplejšimi razmerami z več sonca v prisojah oboda kotlinice.

Slika 3.5: Dolžina vršnih poganjkov smreke 26. 5. 2015 na profilu od Zgornjega Jezerskega do Žmitkovega vrha.

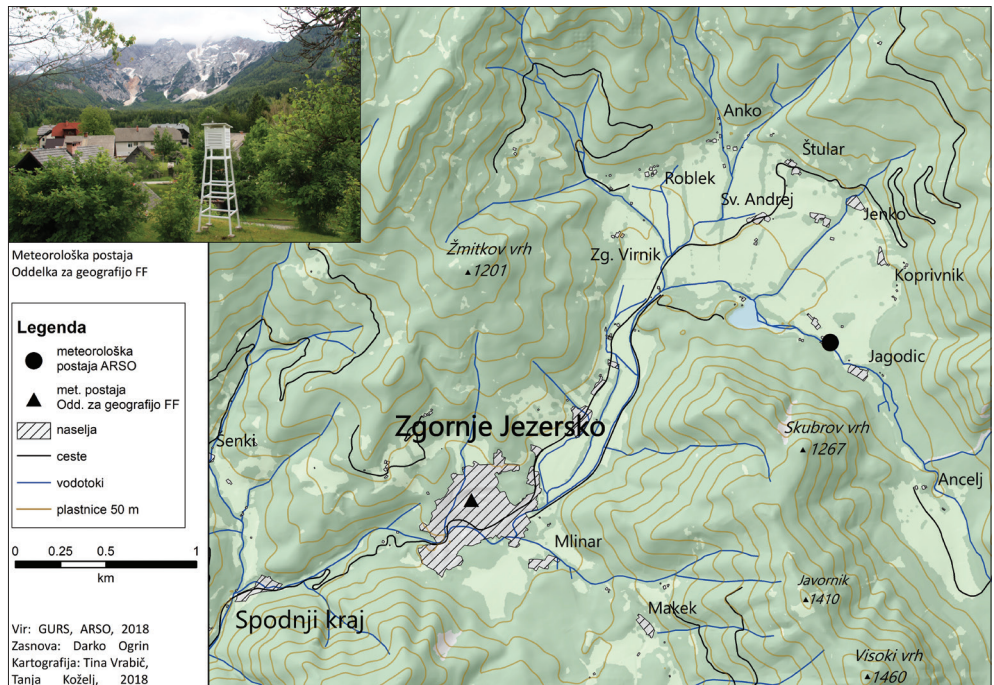


3.2.3 Temperaturne razmere v Jezerski kotlinici glede na meritve meteoroloških postaj

Za opis razmer v Jezerski kotlinici smo približno dve leti opravljali kontinuirane meritve temperature zraka z digitalnim registratorjem, ki je beležil temperaturo na 15 minut, nekaj mesecev pa tudi na 10 minut. Meritve so potekale v meteorološki hišici, ki je bila postavljena na posestvu družine Markič, to je na rahlo dvignjenem svetu severozahodno od osnovne šole blizu vaške ceste proti cerkvi sv. Ožbolta na nadmorski višini 885 m, na lokaciji, kjer je nekoč že stala meteorološka postaja Agencije RS za okolje. Kot smo predvidevali in se je pozneje tudi izkazalo, je mikrolokacija postaje zelo pomembna, saj površje Zgornjega Jezerskega ponekod omogoča nastanek plitvega jezera hladnega zraka nad dnom kotlinice in v obeh kočnah. Naša postaja je bila locirana nad kotlinskim dnom na rahlo prisojni jugovzhodni legi. Zato je treba temperaturne podatke te postaje upoštevati kot indikativne za mikrolokacijo, ne pa za celotno naselje Zgornje Jezersko.

Konec leta 2015, že po koncu naših meritev, je Agencija RS za okolje (ARSO) postavila samodejno meteorološko postajo na Zgornjem Jezerskem. Postavljena je ob poti proti Ravenski koči, med Planšarskim jezerom in kmetijo Ancelj. Mikrolokacija postaje je zelo senčna in na stiku dna Jezerske kotlinice z dnom Ravenske kočne na nadmorski višini 894 m. Lahko jo obravnavamo kot izrazito hladno, že skoraj mraziščno, zato tudi ni najboljši pokazatelj temperatur Zgornjega Jezerskega. Vsekakor pa velja, da je postaja Oddelka za geografijo FF UL merodajna za gostejše naseljen del Zgornjega Jezerskega od občinske stavbe proti pragu doline in proti cerkvi sv. Ožbolta, postaja ARSO pa je bolj merodajna za dno Jezerske kotlinice in Ravensko kočno. Razlike zaradi različne lege se

pojavijo zlasti ob radiacijskem tipu vremena (jasno nebo, brezvetrje), ponoči zaradi temperaturnega obrata in podnevi zaradi razlik v osončenosti merilnih mest. Čeprav meritve niso potekale istočasno na obeh lokacijah, bomo okvirne razlike poskušali prikazati s primerjavo podatkov z meteorološko postajo Rateče (864 m), ki je ravno tako dolinska postaja s podobnimi lastnostmi, hkrati pa je delovala celotno obdobje meritev Oddelka za geografijo FF UL in tudi pozneje, ko je začela delovati postaja ARSO.



Slika 3.6: Lokacija meteorološke postaje Oddelka za geografijo FF UL in samodejne postaje ARSO na Jezerskem.

3.2.3.1 Temperaturne razmere na lokaciji meteorološke postaje Oddelka za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani v primerjavi z Ratečami

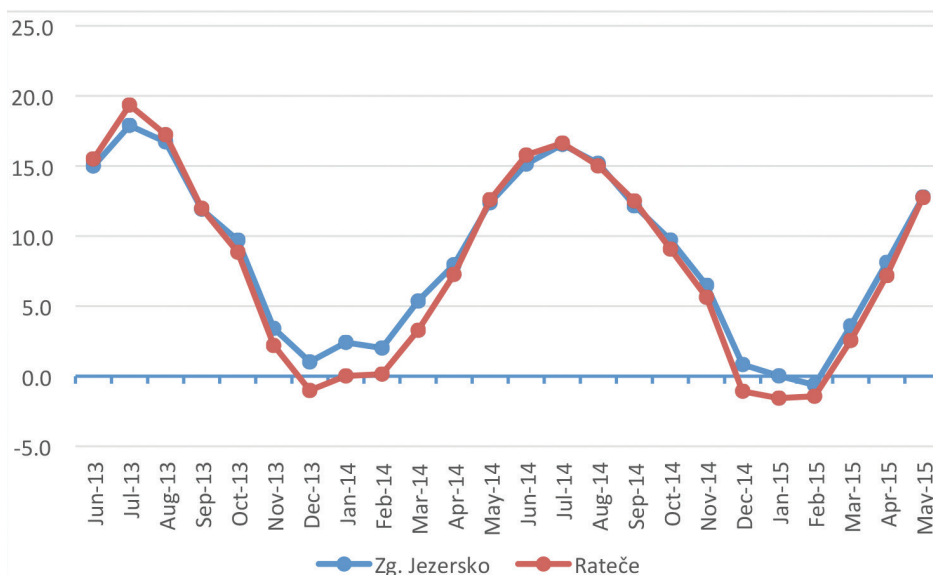
Z meritvami smo na Jezerskem začeli 17. 5. 2013, končali pa 27. 5. 2015. Izpad podatkov je bil med 24. 4. 2014 in 16. 5. 2014, manjkajo tudi podatki za 12. 3. 2015. Povprečna temperatura celotnega obdobja je bila na Zgornjem Jezerskem 8,6 °C, v Ratečah pa 7,9 °C.

Preglednica 3.4: Primerjava povprečnih mesečnih temperatur (°C) na Zgornjem Jezerskem (885 m) in v Ratečah (864 m) v obdobju od 1. junija 2013 do 27. maja 2015.

	jun. 2013	jul. 2013	avg. 2013	sep. 2013	okt. 2013	nov. 2013	dec. 2013	jan. 2014
Zg. Jezersko	15,0	17,9	16,7	11,9	9,7	3,4	1,0	2,4
Rateče	15,5	19,3	17,2	12,0	8,8	2,2	-1,0	0,0
	feb. 2014	mar. 2014	apr. 2014	maj 2014	jun. 2014	jul. 2014	avg. 2014	sep. 2014
Zg. Jezersko	2,0	5,4	8,0	12,4	15,1	16,5	15,2	12,2
Rateče	0,1	3,3	7,3	12,6	15,8	16,6	15,0	12,5
	okt. 2014	nov. 2014	dec. 2014	jan. 2015	feb. 2015	mar. 2015	apr. 2015	maj 2015
Zg. Jezersko	9,7	6,5	0,8	0,0	-0,6	3,6	8,1	12,8
Rateče	9,1	5,6	-1,1	-1,6	-1,4	2,5	7,2	12,8

Vir podatkov za Rateče: Arhiv ARSO, 2018

Slika 3.7: Primerjava povprečnih mesečnih temperatur (°C) na Zgornjem Jezerskem in v Ratečah v obdobju od 1. junija 2013 do 27. maja 2015.



Slika 3.7 kaže zanimivo primerjavo, ko je povprečna dnevna temperatura na Zgornjem Jezerskem opazno višja od Rateč od oktobra do aprila, nato pa se vrstni red krivulj obrne in postanejo Rateče rahlo toplejše. To je posledica kotlinske lege postaje v Ratečah, kar se kaže zlasti v nižjih temperaturah v hladni polovici leta. Poleti

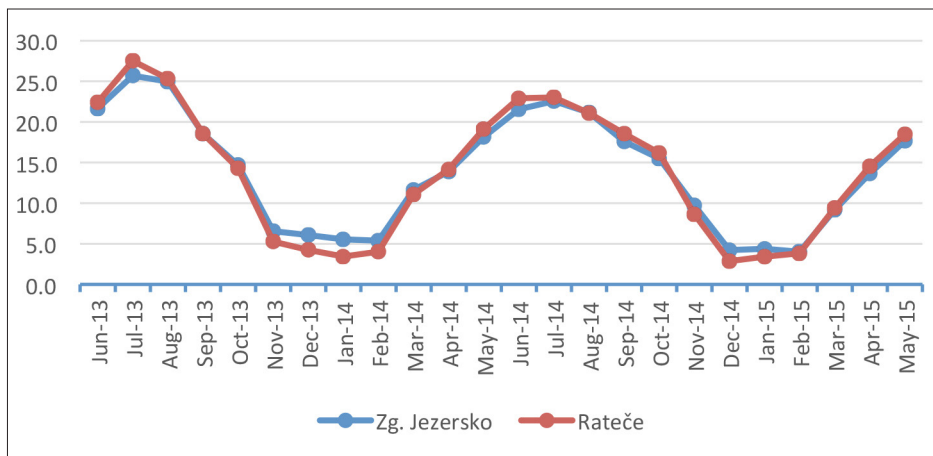
je učinek kotlinice v Ratečah bolj izrazit in se prostor bolj pregreje, morda k temu pripomore tudi večja prevetrenost na Zgornjem Jezerskem.

Preglednica 3.5: Primerjava povprečnih maksimalnih mesečnih temperatur (°C) na Zgornjem Jezerskem in v Ratečah v obdobju od 1. junija 2013 do 27. maja 2015.

	jun. 2013	jul. 2013	avg. 2013	sep. 2013	okt. 2013	nov. 2013	dec. 2013	jan. 2014
Zg. Jezersko	21,7	25,7	25,0	18,5	14,7	6,6	6,1	5,5
Rateče	22,4	27,5	25,3	18,6	14,3	5,3	4,2	3,4
	feb. 2014	mar. 2014	apr. 2014	maj 2014	jun. 2014	jul. 2014	avg. 2014	sep. 2014
Zg. Jezersko	5,4	11,6	13,9	18,1	21,5	22,6	21,1	17,6
Rateče	4,0	11,1	14,2	19,1	22,9	23,0	21,1	18,6
	okt. 2014	nov. 2014	dec. 2014	jan. 2015	feb. 2015	mar. 2015	apr. 2015	maj 2015
Zg. Jezersko	15,5	9,8	4,2	4,4	4,0	9,2	13,7	17,7
Rateče	16,2	8,6	2,9	3,4	3,8	9,4	14,6	18,5

Vir podatkov za Rateče: Arhiv ARSO, 2018

Slika 3.8: Primerjava povprečnih maksimalnih mesečnih temperatur (°C) na Zgornjem Jezerskem in v Ratečah v obdobju od 1. junija 2013 do 27. maja 2015.



Podobna slika kot pri povprečnih temperaturah je tudi pri maksimalnih. Oktobra ali novembra se krivulji prekrizata in zimski meseci so na postaji Jezersko toplejši, od marca ali aprila do poletja pa hladnejši. Povprečna maksimalna temperatura celotnega obdobja je bila na Jezerskem 13,9, v Ratečah pa 13,8 °C.

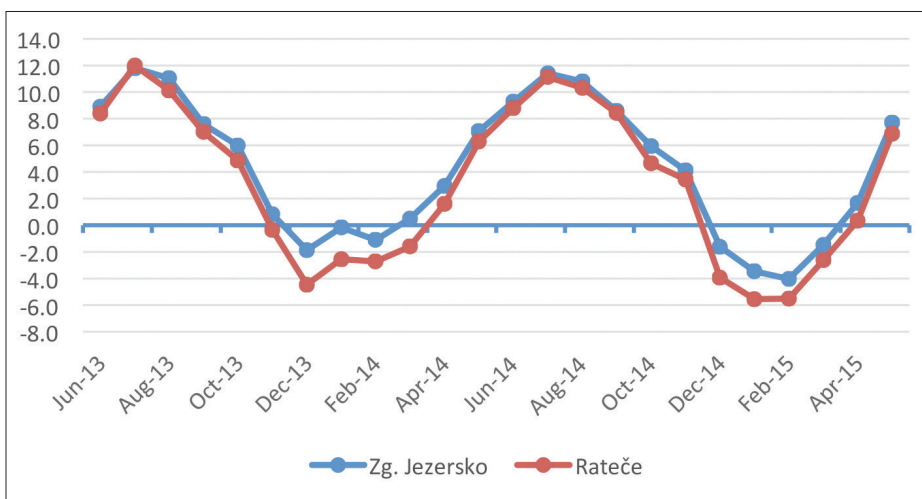
Preglednica 3.6: Primerjava povprečnih minimalnih mesečnih temperatur (°C) na Zgornjem Jezerskem in v Ratečah v obdobju od 1. junija 2013 do 27. maja 2015.

	jun. 2013	jul. 2013	avg. 2013	sep. 2013	okt. 2013	nov. 2013	dec. 2013	jan. 2014
Zg. Jezersko	8,9	11,8	11,0	7,6	6,0	0,8	-1,9	-0,2
Rateče	8,4	12,0	10,1	7,0	4,9	-0,3	-4,5	-2,5
	feb. 2014	mar. 2014	apr. 2014	maj 2014	jun. 2014	jul. 2014	avg. 2014	sep. 2014
Zg. Jezersko	-1,1	0,5	3,0	7,1	9,3	11,4	10,8	8,6
Rateče	-2,7	-1,6	1,6	6,3	8,8	11,1	10,3	8,4
	okt. 2014	nov. 2014	dec. 2014	jan. 2015	feb. 2015	mar. 2015	apr. 2015	maj. 2015
Zg. Jezersko	5,9	4,1	-1,6	-3,5	-4,0	-1,5	1,7	7,7
Rateče	4,6	3,4	-3,9	-5,5	-5,5	-2,6	0,3	6,9

Vir podatkov za Rateče: Arhiv ARSO, 2018

Največja razlika med obravnavanima postajama se je pričakovano pokazala pri povprečnih minimalnih temperaturah. Razlog je v kotlinski legi in v večjem učinku jezera hladnega zraka v Ratečah. Le v enem mesecu je bila povprečna minimalna mesečna temperatura na Jezerskem nižja kot v Ratečah, in sicer julija 2013. Povprečna minimalna temperatura celotnega obdobja je bila na Jezerskem 4,3 °C, v Ratečah pa 3,1 °C.

Slika 3.9: Primerjava povprečnih minimalnih mesečnih temperatur (°C) na Zgornjem Jezerskem in v Ratečah v obdobju od 1. junija 2013 do 27. maja 2015.



V celotnem obdobju smo izmerili na Jezerskem najvišjo temperaturo 34,5 °C, in sicer 3. avgusta 2013. Tudi v Ratečah je bila na ta dan najvišja temperatura celotnega obdobja, le da je znašala 35,8 °C. Najnižjo temperaturo smo na Jezerskem izmerili 31. januarja 2015, ko je bilo –11,8 °C. V Ratečah je bilo na ta dan 1,8 °C hladneje, tudi tam je bila to najnižja temperatura obravnavanega obdobja.

Po številu karakterističnih dni (preglednica 3.7) Jezersko na splošno izkazuje bolj mile razmere od Rateč, ima manj vročih in toplih dni, prav tako tudi manj mrzlih, hladnih in ledenih dni od nekoliko nižje ležečih Rateč. Razlika v povprečni temperaturi med Jezerskim in Ratečami je le 0,7 °C, čeprav bi po razliki v številu hladnih in mrzlih dni lahko sklepali, da je večja.

Preglednica 3.7: Primerjava karakterističnih dni med Zgornjim Jezerskim in Ratečami v obdobju od 1. junija 2013 do 27. maja 2015.

	št. vročih dni	št. toplih dni	št. hladnih dni	št. ledenih dni	št. mrzlih dni
Zg. Jezersko	12	57	193	16	3
Rateče	17	76	260	22	13

Vir podatkov za Rateče: Arhiv ARSO, 2018

3.2.3.2 Temperaturne razmere Zgornjega Jezerskega glede na meteorološko postajo ARSO

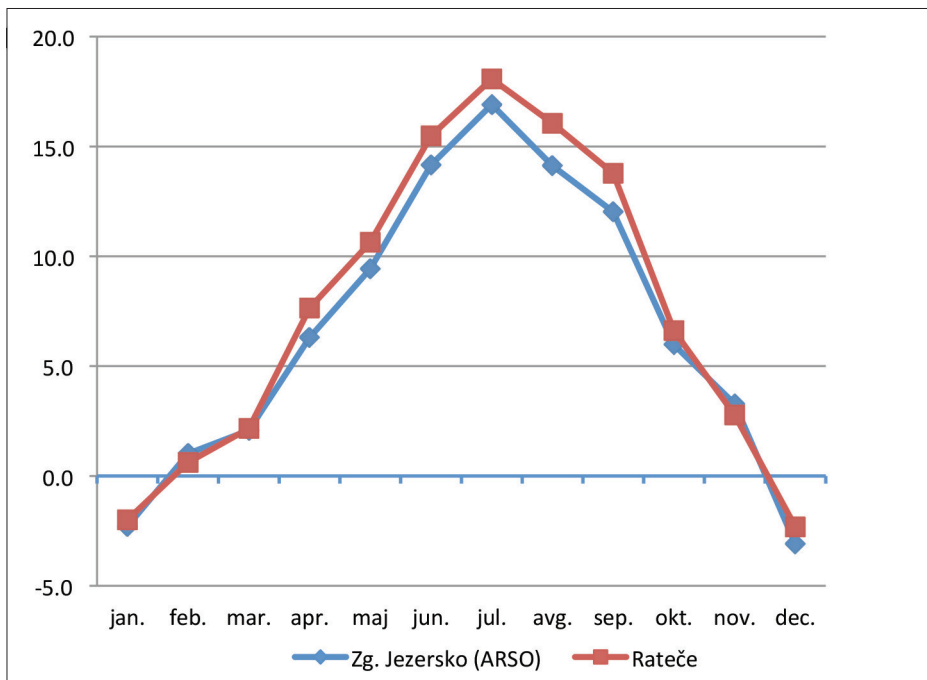
Kot smo že omenili, je bila postaja Oddelka za geografijo FF UL postavljena zunaj lokalnega jezera hladnega zraka na rahlo prisojni strani, postaja ARSO pa deluje v samem območju jezera hladnega zraka. Ker vzporednih meritev žal ni, saj je postaja ARSO začela delovati šele po koncu meritev oddelčne postaje, predstavljamo v nadaljevanju primerjavo postaje ARSO na Jezerskem z meteorološko postajo v Ratečah za leto 2016. Predvidevali smo, da bo primerjava pokazala, da leži postaja ARSO na Jezerskem v precej hladnejši legi, kakor je bila postaja Oddelka za geografijo FF UL.

Preglednica 3.8: Primerjava povprečnih mesečnih temperatur (°C) med Zgornjim Jezerskim (postaja ARSO, 894 m) in Ratečami (864 m) v letu 2016.

	jan.	feb.	mar.	apr.	maj	jun.	jul.	avg.	sep.	okt.	nov.	dec.	leto
Zg. Jezersko (ARSO)	-2,3	1,0	2,1	6,3	9,4	14,2	16,9	14,1	12,0	6,0	3,3	-3,1	6,7
Rateče	-2,0	0,6	2,2	7,6	10,6	15,5	18,1	16,1	13,8	6,6	2,8	-2,3	7,5

Vir podatkov: Arhiv ARSO, 2018

Slika 3.10: Primerjava povprečnih mesečnih temperatur (°C) med Zgornjim Jezerskim (postaja ARSO) in Ratečami v letu 2016.



Preglednica 3.9: Primerjava povprečnih maksimalnih mesečnih temperatur (°C) med Zgornjim Jezerskim (postaja ARSO) in Ratečami v letu 2016.

	jan.	feb.	mar.	apr.	maj	jun.	jul.	avg.	sep.	okt.	nov.	dec.	leto
Zg. Jezersko (ARSO)	2,9	4,8	6,6	13,0	15,5	20,3	23,6	21,9	19,8	11,2	7,2	3,1	12,5
Rateče	3,7	4,7	8,0	14,6	17,3	21,9	25,2	23,3	21,6	12,7	7,5	5,4	13,8

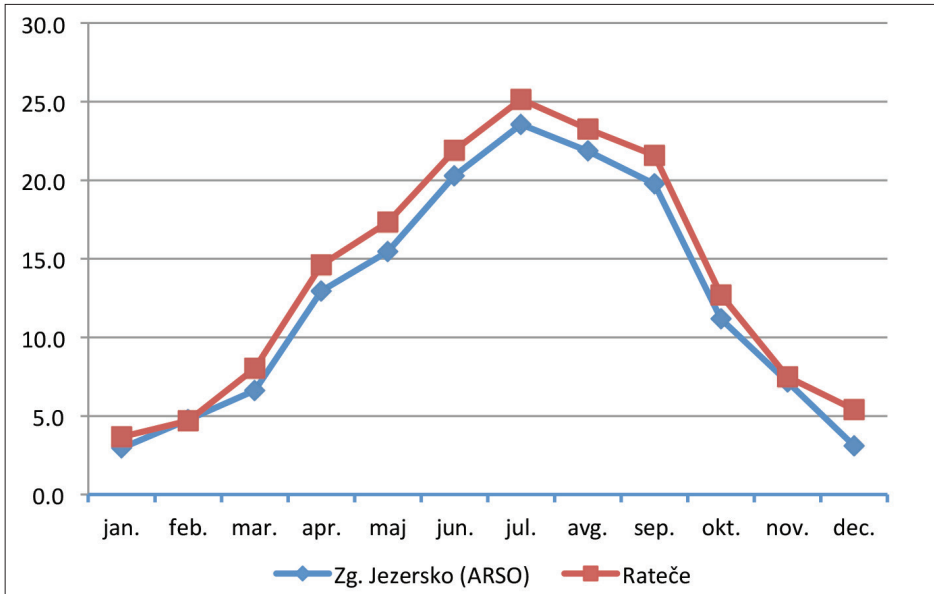
Vir podatkov: Arhiv ARSO, 2018

Preglednica 3.10: Primerjava povprečnih minimalnih mesečnih temperatur (°C) med Zgornjim Jezerskim (postaja ARSO) in Ratečami v letu 2016.

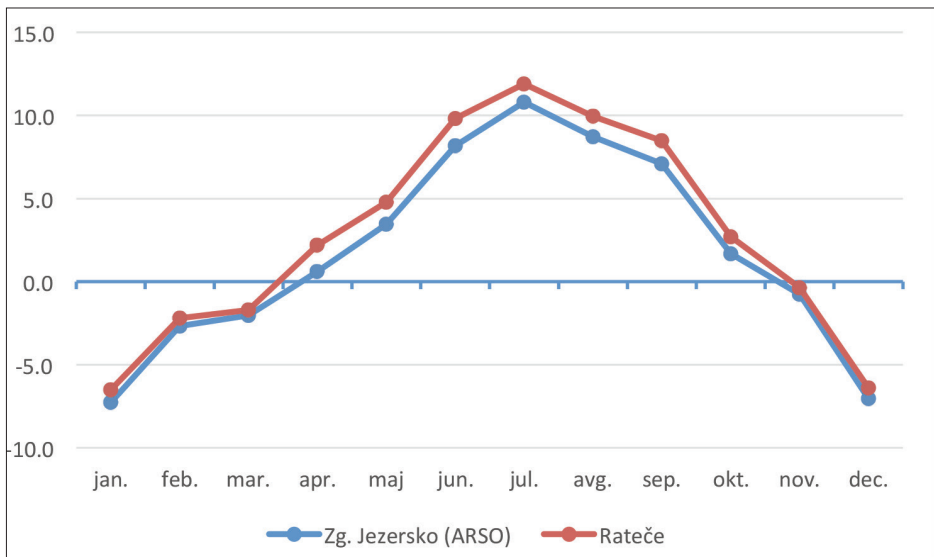
	jan.	feb.	mar.	apr.	maj	jun.	jul.	avg.	sep.	okt.	nov.	dec.	leto
Zg. Jezersko (ARSO)	-7,3	-2,7	-2,0	-7,2	3,5	8,2	10,8	8,7	7,1	1,7	-0,8	-7,0	1,1
Rateče	-6,5	-2,2	-1,7	-3,6	4,8	9,8	11,9	9,9	8,5	2,7	-0,4	-6,4	2,2

Vir podatkov: Arhiv ARSO, 2018

Slika 3.11: Primerjava povprečnih maksimalnih mesečnih temperatur (°C) med Zgornjim Jezerskim (postaja ARSO) in Ratečami v letu 2016.



Slika 3.12: Primerjava povprečnih minimalnih mesečnih temperatur (°C) med Zgornjim Jezerskim (postaja ARSO) in Ratečami v letu 2016.



Oris temperaturnih razmer Zgornjega Jezerskega s pomočjo postaje ARSO kaže drugačno sliko, kot smo jo dobili s pomočjo postaje Oddelka za geografijo FF UL. Postaja ARSO je glede na Rateče izrazito hladnejša. Pri povprečnih mesečnih temperaturah znaša ta razlika 0,8 °C, pri povprečnih minimalnih 1,1 °C in pri povprečnih

maksimalnih 1,3 °C. To je posledica že omenjene mikrolokacije, saj je postaja ARSO postavljena v senčno lego in v jezero hladnega zraka. Lega v območju temperaturnega obrata se kaže v nižjih povprečnih minimumih, osenčenost pa v nižjih povprečnih maksimumih, kjer je bila v letu 2016 razlika celo večja kot pri povprečnih minimumih.

Meritve temperatur Oddelka za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani so pokazale, da je gosteje naseljeni del Zgornjega Jezerskega od občinske stavbe proti zahodu ob cesti k cerkvi sv. Ožbolta toplejši od dela naselja na dnu kotlinice in na dnu obeh kočen. Posredna primerjava s temperaturami v Ratečah za isto obdobje kaže, da je kotlinsko dno v povprečju približno od 1 do 1,5 °C hladnejše od dela naselja, kjer je stala meteorološka postaja Oddelka za geografijo FF UL. Aktualna samodejna postaja ARSO, ki je začela obratovati konec leta 2015, je postavljena v mraziščno lego, ki sodi med najhladnejše predele Jezerskega, zato ni najbolj reprezentativna za prikaz temperaturnih razmer v naselju. Meritve temperatur so pokazale, da je Zgornje Jezersko tipičen primer naselja v alpski dolini, primerljiv z razmerami v precej bolj poznanih Ratečah in verjetno tudi v Logarski dolini, kjer je samodejna meteorološka postaja začela z meritvami podobno kot na Zgornjem Jezerskem. Glede na dejstvo, da je Zgornje Jezersko najvišje ležeče poseljeno območje v naših alpskih dolinah, lahko v splošnem pričakujemo najnižje temperature. Dejanske razmere pa precej zaplete lokalna topografija, ki vpliva na oblikovanje jezer hladnega zraka, pogoje osenčenosti in stekanje zraka z višje okolice. Za samo kotlinsko dno je najbolj tipičen pojav radiacijskega temperaturnega obrata, ki je bil predstavljen v enem od predhodnih poglavij.

3.2.4 Lokalni vetrovi

Na grebenih Kamniško-Savinjskih Alp (in verjetno tudi Karavank) prevladujejo, glede na podatke za Krvavec (n. v. 1740 m; 1991–2009), severozahodni, severni in vzhodni vetrovi, ki dosegajo po modelu Aiolos povprečne letne hitrosti 10 m nad tlemi od 4 do 6 m/s (Rakovec in sod. 2009, str. 102). Vetrovi so močnejši na sedlih in v drugih vrzelih gorskih pregrad. Sama Jezerska kotlina je slabše prevetrena. Po podatkih za meteorološko postajo Zgornje Jezersko (n. v. 894 m; 1961–1984) je delež brezvetrja kar 48 %; v primeru vetra pa prevladujeta severovzhodnik in jugozahodnik, ki sledita usmerjenosti reliefa. Močnejši vetrovi so pogostejši ob spremembah vremena, povezani so s prehodi vremenskih front, ciklonov in ciklogenezo v severnem Sredozemlju. Časovno in prostorsko so omejeni, spremljajo lahko tudi nevihte. Velike hitrosti lahko ob južnem vznožju Karavank doseže tudi severni fen (karavanski fen, karavanska burja). Močnejši severni fen se v povprečju pojavlja enkrat do dvakrat letno, večinoma v hladni polovici leta, ter dosega hitrosti in sunkovitost burje. Nastane ob splošnih severnih ali severozahodnih vetrovih nad nami, ko se zrak pretaka čez Alpe. V sunkih lahko doseže hitrosti tudi nad 20 m/s in podira drevje, odkriva strehe ipd. Zaradi stekanja zraka je najmočnejši v dolinah, ki so pravokotne na gorske grebene, med njimi tudi v dolini Kokre in na Jezerskem.

Lokalni vetrovi so rezultat horizontalnih in vertikalnih razlik v temperaturi ter posledično gostoti zraka. Pihajo, ko je nebo jasno in ko so splošni vetrovi šibki ali jih sploh ni. Ponoči se pojavljajo spuščajoči (katabatski) vetrovi (gornik), ko se hladen,

gostejši zrak spušča po pobočjih v doline, toplejši dolinski zrak pa tvori povratni tok proti gorskim grebenom. Podnevi ob ogretyh pobočjih proti vrhovom gora piha anabatski veter (dolnik), v višinah nekaj 100 m pa poteka povratni tok nad dolino, ki zaključuje lokalno kroženje zraka. Če je dvigajoči zrak dovolj vlažen, nastanejo pri dviganju nad grebene kopasti oblaki, ki se lahko ob labilnem ozračju poleti razvijejo v nevihte. Dnevni in nočni vetrovni sistemi prehajajo iz enega v drugega približno eno uro po sončnem vzhodu in zahodu. Gornik je izrazitejši pozimi, ko so noči dolge, dolnik pa poleti, ko je sonce najmočnejše.

Za spremljanje lokalnih vetrov na Jezerskem v času terenskega dela v maju, v obdobju 2013–2015, ni bilo veliko primernih vremenskih razmer. Kljub temu se da iz meritev v dneh jasnega in mirnega vremena razbrati osnovne poteze dnevnega hoda veta. Izrazitejši gornik je pri kraju Zgornje Jezersko začel zvečer pihati po 18. uri in je prenehal med 8. in 9. zjutraj. Zjutraj je dosegal hitrosti do 1 m/s (v nočnem času vetrov nismo merili). Stekanje hladnega zraka s pobočij je bilo zjutraj izrazitejše v Makekovi in Ravenski kočni, še posebej v ozkih grapah, kjer so prevladovala hitrosti med 0,5 in 2,2 m/s, najmočnejši sunki so dosegali do 3,7 m/s. Zaradi bolj senčne lege je gornik pihal tudi kako uro dlje kot na Zgornjem Jezerskem. Dolnik se je na Zgornjem Jezerskem pojavil med 9. in 10. uro in pihal do okoli 17. ure. Tedaj je začel spreminjati smer iz južne in jugozahodne (po kotlinici navzgor) proti zahodni in severozahodni oziroma je začel vleči šibek gornik s pobočij Olipovega roba in Žmitkovega vrha. Po 18. uri je spremenil smer v severno oziroma severovzhodno, pihal je vzdolž daljše osi kotlinice navzdol proti dolini Kokre. Hitrosti dolnika so bile večinoma med 2 in 3 m/s, posamezni sunki so sredi dneva dosegli 6 m/s. Sredi dneva se je nad grebeni Karavank razvila tudi kopasta oblačnost. Na prisojnih pobočjih Makekove in Ravenske kočne je dolnik pihal s hitrostmi med 0,6 in 4 m/s.

Slika 3.13:

*Kopasta
oblačnost
kot posledica
dolnika nad
gorskimi
grebeni
Jezerskega.*



(foto: D. Ogrin)

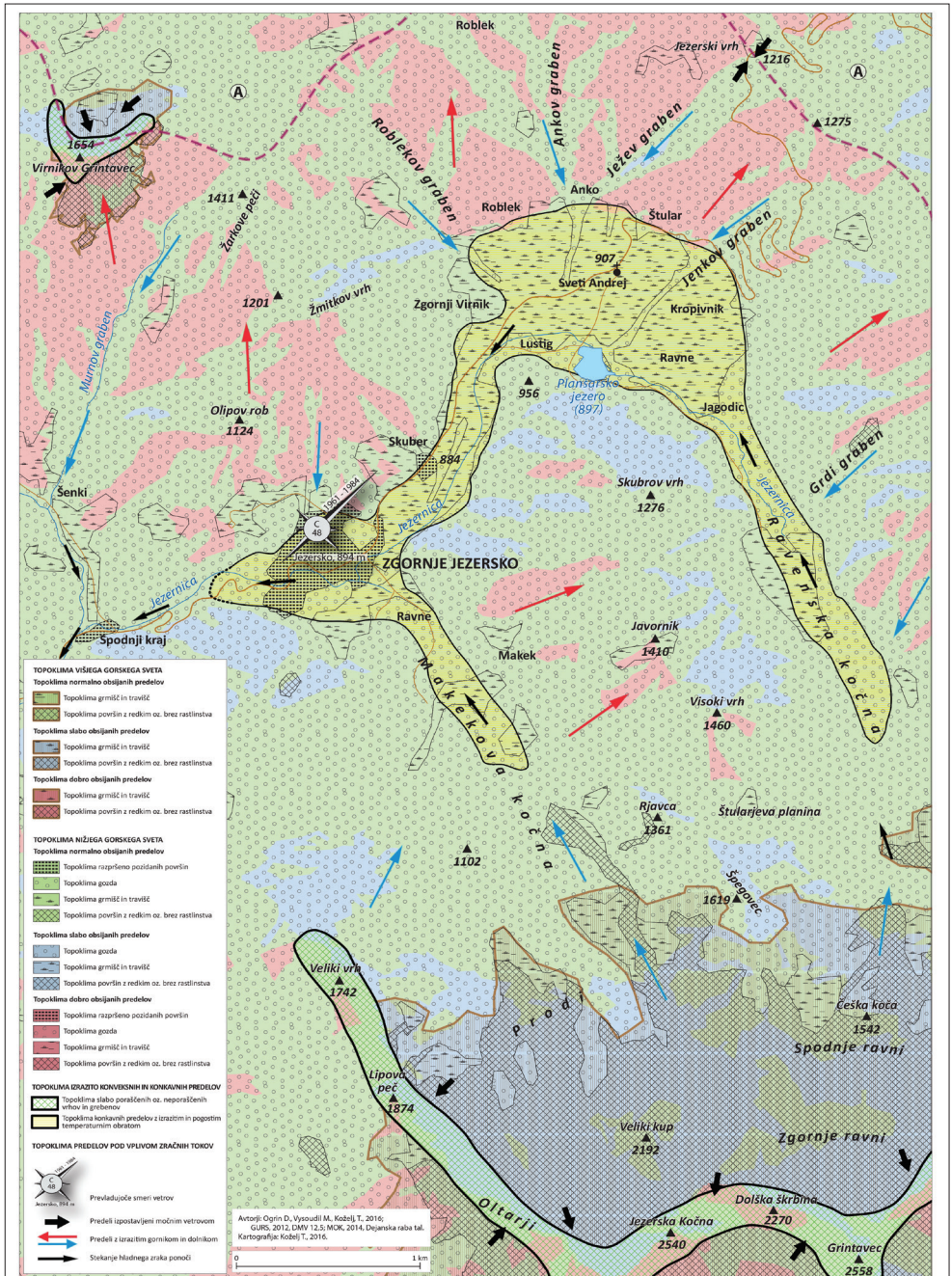
3.3 Topoklimatska karta

Topoklimatska karta Jezerskega (slika 3.14), ki predstavlja sintezen prikaz lokalnih in tudi nekaterih mikro podnebnih značilnosti, je bila izdelana v merilu 1 : 25.000. Zaradi zelo razgibanega površja merilo ne dopušča prikaza vseh podrobnosti topoklimatskih razmer, zato smo se zaradi boljše preglednosti karte odločili za določeno stopnjo generalizacije elementov površja, ki so pomembni za topoklimo (ekspozicija, naklon, vegetacija, raba tal). Osnovne topoklimatske enote so posledica razlik v nadmorski višini in konkavnosti oziroma konveksnosti površja.

Topoklimo višjega gorskega sveta imajo predeli Kamniško-Savinjskih Alp in Virnikovega Grintovca, ki segajo nad zgornjo gozdno mejo. Termična zgornja gozdna meja je v Kamniško-Savinjskih Alpah po Lovrenčaku (2007) na višini, do katere je povprečna julijska temperatura do okoli 11 °C, to je med 1700 in 1800 m nadmorske višine. Na severni, osojni in hladnejši strani osrednjega grebena je nižje, med 1500 in 1620 m. Dejansko pa marsikje poteka še nižje zaradi reliefnih in vetrovnih razmer ter posegov človeka. Zgornja gozdna meja, ki smo jo določili s pomočjo evidence gozdnih površin po podatkih gozdnogospodarskih načrtov Zavoda za gozdove Slovenije (Evidenca gozdnih sestojev, 2012), predstavlja zgornjo mejo pojavljanja sklenjenih sestojev gozda. Po teh podatkih je zgornja gozdna meja v obravnavani pokrajini na okoli 1400 m (na prisojah na okoli 1600 m, na osojah na okoli 1300 m). Topoklimo višjega gorskega sveta označujejo nižje temperature (povprečna letna temperatura od 2 do 4 °C, na najvišjih grebenih Kamniško-Savinjskih Alp pa od 0 do 2 °C; Letna povprečna temperatura zraka, 1981–2010, 2016), velika namočenost (povprečna letna višina padavin od 2000 do 2600 mm; Povprečna letna vsota korigiranih padavin, 2016), visoka in dolgotrajna snežna odeja (povprečna skupna višina novozapadlega snega nad 3 m, od 150 do nad 200 dni s snežno odejo; Povprečna skupna višina novozapadlega snega v sezoni, 2016; Povprečno število dni s snežno odejo v sezoni, 2016) in dobra prevetrenost (povprečna letna hitrost vetra 10 m nad tlemi od 5 do 7 m/s; Rakovec in sod. 2009, str. 102).

Pri osončenosti je zaradi strmega reliefa prisoten kontrast med dobro obsijanimi prisojnimi (povprečna letna energija Sončevega sevanja od 1300 do 1660 kWhm⁻²) in slabo obsijanimi osojnimi pobočji (manj kot 200 do 800 kWhm⁻²). Nad prisojnimi pobočji, tako v goratem kot tudi nižjem, hribovitem delu obravnavane pokrajine, je čez dan ob jasnem in mirnem vremenu prisotno dviganje ogretega zraka (dolnik). Ponoči pa se iz višjih predelov v nižje steka hladen zrak (gornik). Posebno topoklimo imajo neporaščeni ter slabo poraščeni grebeni in vrhovi (topoklima izrazito konveksnih predelov), ki so ob radiacijskem vremenu, še posebej pozimi, zelo dobro osončeni, zelo prevetreni in izpostavljeni vetrovom vseh smeri in hitrosti, hkrati pa so v topli polovici leta čez dan pogosto zaviti v kopasto oblačnost. V rastni dobi imajo posebno topoklimo grmišča in travišča ter predeli z redkim rastlinstvom ali brez nje-ga. V odvisnosti od barve, vlažnosti in poroznosti prsti (matične podlage) se golo ali slabo poraščeno površje čez dan zelo segreje, ponoči pa zelo ohladi, zato imajo take površine velike dnevne temperaturne amplitude.

Slika 3.14: Topoklimatska karta Jezerskega.



Topoklimo nižjega gorskega sveta ima preostali, pod zgornjo gozdno mejo ležeči del obravnavane pokrajine. Njeno jedro predstavlja Jezerska kotlina z Ravensko in Makekovo kočno. Zaradi nižje nadmorske višine ima to topoklimatsko

območje višje temperature zraka (povprečna letna temperatura od 2 do 6 °C; Letna povprečna temperatura zraka, 1981–2010, 2016) in nekoliko manj padavin (povprečna letna višina padavin 1800–2000 mm; Povprečna letna vsota korigiranih padavin, 2016), manj je tudi dni s snežno odejo (od 100 do 150 dni; Povprečno število dni s snežno odejo v sezoni, 2016), ki je tudi nižja (od 200 do 280 cm; Povprečna skupna višina novozapadlega snega v sezoni, 2016). Vsi podatki so za obdobje 1971–2000. Večji del pokrajine je srednje osončen (povprečna letna energija Sončevega sevanja od 800 do 1300 kWhm⁻²). Po slabi osončenosti in manjši količini prejete energije Sončevega obsevanja (povprečna letna energija Sončevega sevanja pod 800 kWhm⁻²) izstopajo jugozahodna (osojna) pobočja nad Makekovo in Ravensko kočno, južna pobočja med Zgornjim in Spodnjim Jezerskim ter posamezne globoke grape. Dobro osončen (povprečna letna energija Sončevega obsevanja od 1300 do 1660 kWhm⁻²) je predvsem severni in severozahodni karavanški obod Jezerske kotlinice ter posamezna južno orientirana pobočja nad Ravensko in Makekovo kočno.

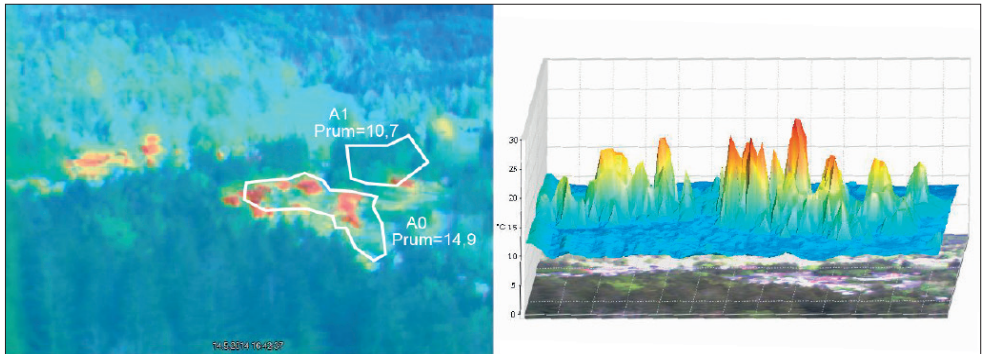
Čeprav razmere za nastanek izrazitih jezer hladnega zraka zaradi odprtosti kotlinice in stekanja hladnega zraka proti dolini Kokre niso idealne, v Jezerski kotlinici z Ravensko in Makekovo kočno ob radiacijskem tipu vremena redno nastaja temperaturni obrat. Intenziteta toplotnega obrata ni velika, po naših meritvah od 3,5 (topla polovica leta) do 6 °C (pozimi), prevladujejo plitve inverzije. Zaradi pestrejše rabe tal je mozaik topoklimatskih enot nižje hierarhične ravni bolj raznolik kakor v predelih nad zgornjo gozdno mejo. Pri ugotavljanju temperaturnih značilnosti različnih tipov rab in izločanju enot smo si pomagali s termalnimi posnetki površja (Vysoudil in Ogrin D., 2009).

Analiza termalnih posnetkov je pokazala velike razlike med posameznimi predeli v odvisnosti od tipa aktivnega površja, pa tudi od ekspozicije in naklona. Na topoklimatski karti izdvajamo podnebje poraščenih (gozdnih) površin ter podnebje manj intenzivno poraščenih in kmetijskih površin ter posebno podnebje, ki ga v primeru Jezerskega oblikujejo razpršeno pozidani predeli. Če je površje prekrito z rastlinstvom, se ustvari posebno mikroklimatsko okolje, ki modificira absorpcijo Sončevega sevanja, izgube terestričnega sevanja in zračne tokove. Energija Sončevega sevanja se ne absorbira v eni plasti, ampak nekaj na vrhu rastlinskega pokrova, nekaj v samem pokrovu, del pa tudi v tleh. Pri zelo sklenjenem rastlinskem pokrovu je aktivna plast pri vrhu. V tem primeru so temperature podnevi nižje pri tleh, ponoči pa na vrhu rastlinskega pokrova. Kratkotrajne primerjalne meritve v mešanem gozdu in na travniku na Zgornjem Jezerskem maja v obdobju 2013–2015 so pokazale, da so bile najvišje dnevne temperature v gozdu za okoli 3 °C nižje kot na travniku, minimalne pa za 2,5 °C višje. V gozdu je bila povprečna dnevna temperaturna amplituda za 2,1 °C nižja kot na travniku. Ob plohi 12. 5. 2014 je v gozdu padlo 10,5 mm padavin, na travniku 19 mm, ob prevladi šibkih vetrov je bila povprečna hitrost vetra za okoli 1 m/s nižja kot na odprtem.

Naselje Zgornje Jezersko, čeprav je relativno majhno in ni gosto pozidano, tvori glede na termalne posnetke manjši toplotni otok, kjer je temperatura površja za nekaj stopinj višja od nepozidane okolice (slika 3.15). Stavbe dodatno zastirajo horizont in ob visokem južnem obzorju še skrajšujejo Sončevo obsevanje, najbolj občutno pozimi. Na glavni ulici le na dveh od šestih merilnih mest sonce

ob zimskem obratu posije za od 20 min do 1h 20 min, ostala merilna mesta so v tem času brez neposrednega Sončevega sevanja. Okoli poletnega obrata imajo v naselju teoretično od 6 do 12 ur obsijanosti s soncem.

Slika 3.15: Naselje Zgornje Jezersko je imelo 14. 5. 2014 okoli 17h približno 4 °C višjo temperaturo površja od travnate in gozdnate okolice (termalni posnetek in njegova obdelava: M. Vysoudil)



Topoklimatska karta Jezerskega v merilu 1 : 25.000 zaradi velike razčlenjenosti površja in generalizacij, povezanih z njim, ne dopušča prikaza vseh podrobnosti topoklimatskih razmer. Marsikateri od teh pojavov je bil med raziskovalnim delom zaznan (npr. vpliv vodnih oziroma mokrotnih površin, različnih vrst rab tal), vendar je bil zaradi različnih okoliščin slabo raziskan, zato ga v pojasnjevalnem besedilu in na karti nismo prikazali. Zaradi tega je treba karto brati kot nekoliko posplošen prikaz lokalnih in nekaterih mikroklimatskih značilnosti. V uporabne namene, npr. kot pomoč pri izdelavi prostorskih načrtov in umeščanju dejavnosti v prostor, bi potrebovali karto v večjem merilu (npr. 1 : 10.000, 1 : 5000). Ta bi morala temeljiti na podrobnejšem terenskem opazovanju in merjenju lokalnih podnebnih razmer v daljšem časovnem obdobju, kot smo ga imeli na voljo mi, ter na uporabi dodatnih, posrednih in neposrednih metod topoklimatskega raziskovanja.

Temperaturne razmere v gosteje poseljenem delu Zgornjega Jezerskega so pokazale na toplejši jugozahodni del naselja, nekako od občinske stavbe proti cerkvi sv. Ožbolta, ter hladnejše dno Jezerske kotlinice in obeh kočen. Vzpostavitev samodejne meteorološke postaje ARSO bo omogočila klimatološke analize na aktualnih podatkih, težava pa je, da je lokacija te postaje izrazito mraziščna in ni značilna za velik del naselja. Hkrati tudi ni primerljiva z meritvami pred letom 1990.

Viri in literatura

Arhiv meteoroloških podatkov ARSO. Povprečne mesečne in letne temperature zraka za Preddvor v obdobju 1992–2011. URL: [http://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet/#webmet==8Sdwx2bhR2cv0WZ0V2bvEGcw9ydlJWbIR3LwVnaz9SYtVmYh9icIFGbt9SaulGdugXbsx3cs9mdl5WahxXYyNGapZXZ8tHZv1WYp5mOnMHbvZXZulWYnwCchJXYtVGdlJnOn0UQQdSf](http://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet/#webmet==8Sdwx2bhR2cv0WZ0V2bvEGcw9ydlJWbIR3LwVnaz9SYtVmYh9icIFGbt9SaulGdugXbsx3cs9mdl5WahxXYyNGapZXZ8tHZv1WYp5mOnMHbvZXZulWYnwCchJXYtVGdlJnOn0UQQdSf;); (citirano 14. 10. 2016).

- Arhiv ARSO, 2018. Temperaturni podatki za meteorološko postajo Rateče v obdobju 1. 6. 2013 do 27. 5. 2015 in Zgornje Jezersko ter Rateče za leto 2016 (citirano 26. 9. 2018).
- Barry, R. G., Hall-McKim, E. A., 2014. Essentials of the Earth's climate system. Cambridge University Press, New York, 259 str.
- Digitalni model višin 12,5. Geodetska uprava RS, 2015.
- Evidenca dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (stanje 13. 1. 2014). Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2014.
- Evidenca gozdnih sestojev. Zavod za gozdove Slovenije, 2012.
- Furlan, D., Košir, D., 1976. Klima Jezerskega in njena klimatsko-terapevtska vrednost. Elaborat, Meteorološki zavod SR Slovenije.
- Gams, I., 1996. Termalni pas v Sloveniji. Geografski vestnik, 68, str. 5–38.
- Januarska povprečna temperatura zraka, obdobje 1981–2010, 2016. URL: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/image/sl/by_variable/temperature/january-mean-air-temperature_81-10.png (citirano, 14. 11. 2016).
- Julijska povprečna temperatura zraka, obdobje 1981–2010, 2016. URL: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/image/sl/by_variable/temperature/july-mean-air-temperature_81-10.png (citirano 14. 11. 2016).
- Kastelec, D., Rakovec, J., Zakšek, K., 2007. Sončna energija v Sloveniji. ZRC SAZU, Ljubljana, 136 str.
- Kataster stavb. Geodetska uprava RS, 2016.
- Klimatografija Slovenije, Temperatura zraka 1961–1990, 1995. HMZ RS MOP, Ljubljana, 356 str.
- Letna povprečna temperatura zraka, obdobje 1981–2010. URL: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/image/sl/by_variable/temperature/annual-mean-air-temperature_81-10.png (citirano 14. 11. 2016).
- LIDAR. Agencija RS za okolje, 2015.
- Lovrenčak, F., 2007. Zgornja gozdna meja slovenskih Alp, visokih kraških planot in Prokletij. Razprave Filozofske fakultete, Ljubljana, 217 str.
- Ogrin, D., 1996. Podnebni tipi v Sloveniji. Geografski vestnik, 68, str. 39–56.
- Ogrin, D., 2000. Nekatere topoklimatske značilnosti razporejanja temperature zraka in burje v razgibanem reliefu Slovenije. Dela, 15, str. 125–138.
- Ogrin, D., 2005. A contribution to the definition of thermal belt in Sub-pannonian Slovenia. Geographica Pannonica, 2005-9, str. 4–8.
- Ogrin, D., 2007. Uporabnost kartiranja vinogradov kot metode za ugotavljanje prostorskih značilnosti termalnega pasu. Dela, 28, str. 121–132.
- Ogrin, D., Koželj, T., Vysoudil, M., 2016. Lokalno podnebje in topoklimatska karta Jezerskega. Dela, 45, str. 5–30.

- Ogrin, D., Krevs, M., 1995. Nekateri rezultati klimatskih meritev v Planici s poudarkom na meritvah terminalnih poganjkov dreves. *Dela*, 11, str. 21–45.
- Ogrin, D., Mužina, D., 2005. Pokrajinskoekološke značilnosti območja med Kavčičem in Tinjanom. V: *Meje in konfini* (Ur.: Rožac Darovec, V.), Koper, str. 289–332.
- Ogrin, D., Vysoudil, M., 2011. Topoklimatska karta obalnega pasu Slovenske Istre. *Dela*, 35, str. 5–25.
- Ogrin, D., Vysoudil, M., Ogrin, M., 2013. Splošne podnebne razmere Gorenjske in lokalno podnebje Kamniške Bistrice. V: *Gorenjska v obdobju globalizacije* (Ur.: Rogelj, B., Potočnik Slavič, I., Mrak, I.), Bled, str. 9–29.
- Pintar, P., 2015. Najnižje temperature na Jezerskem pozimi 2013/2014 in 2014/2015. Zaključna seminarska naloga, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 35 str.
- Polčák, N., 2000. Možnosti spracovanja mezoklímy a miestnej klímy v územiach s chýbajúcou klimatickou databázou na príklade Biosférickej rezervácie Východné Karpaty. *Geografický časopis*, 52, GÚ SAV, str. 181–191.
- Polčák, N., 2001. Analýza teplotných inverzií v Banskej Bystrici na základe terénnych pozorovaní. V: *Ekologická diverzita modelového územia Banskobystrického regiónu* (Ur.: Turisová, I). FVP UMB, Štátna ochrana prírody SR, Stredoslovenské múzeum, Banská Bystrica, str. 55–65.
- Popovič, B., 1992. Jezersko – klimatsko zdravilišče. *Geografski obzornik*, 39, 1, str. 22–23.
- Povprečna letna višina korigiranih padavin, obdobje 1971–2000. URL: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/image/sl/by_variable/precipitation/mean-annual-corrected-precipitation_71-00.png (citirano 8. 9. 2016).
- Povprečna skupna višina novozapadlega snega v sezoni (1971/72–2000/01). URL: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/image/sl/by_variable/snow/mean-seasonal-fresh-snow-accumulation_71-00.png (citirano 8. 9. 2016).
- Povprečno število dni s snežno odejo v sezoni (1971/72–2000/01). URL: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/image/sl/by_variable/snow/mean-seasonal-snow-cover-duration_71-00.png (citirano 8. 9. 2016).
- Rakovec, J., Žagar M., Bertalanič, R., Cedilnik, J., Gregorič, G., Skok, G., Žagar, N., 2009: *Vetrovnost v Sloveniji*. Založba ZRC, Ljubljana, 177 str.
- Quitt, E., 1965. Metody konstrukce mezoklimatických map. *Sborník Československé společnosti zeměpisné*, 3, str. 232–250.
- Quitt, E., 1994. Topoclimatic map as a basis for atmosphere protection and regional development of the landscape. *Moravian Geographical Reports*, 2, str. 12–17.
- Sončno sevanje in obsevanje, 2016. PVportal, slovenski portal za fotovoltaike, URL: pv.fe.uni-lj.si/Obsevanje.aspx (citirano 14. 11. 2016).
- SURS, 2015. Število prebivalcev v naselju Zgornje Jezersko. URL: http://www.stat.si/krajevnaimena/pregledi_naselja_najvecja.asp?tlist=off&txtlme=ZGORNJE%20JEZERSKO&selNacin=celo&selTip=naselja&ID=5532 (citirano 25. 8. 2016).

- Vysoudil, M., 1993. Topoclimatic Mapping in Central Moravia (Czech Republic). *Geografski vestnik*, 65, str. 25–31.
- Vysoudil, M., 2000. Topoklimatické mapování: Od teorie k praxi. (Topoclimatic Mapping: From Theory to Praxis). *Geografický časopis*, 52, 2, str. 2–13.
- Vysoudil, M., 2009. Klasifikace místních klimatických efektu. (Classification of Local Climatic Effects). *Geografický časopis*, 61, 3, str. 229–241.
- Vysoudil, M., Ogrin, D., 2009. Portable infrared camera as a tool in topoclimatic research. *Dela*, 31, str. 115–127.
- Žiberna, I., 1992. Vpliv klime na lego in razširjenost vinogradov na primeru srednjih Slovenskih gor. *Geografski zbornik*, 32, str. 50–139.