

RAZPRAVE IN RAZISKAVE 8



Janko Pristov
Neva Pristov
Boris Zupančič

KLIMA TRIGLAVSKEGA NARODNEGA PARKA



HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE

TRIGLAVSKI NARODNI PARK

Bled 1998

Janko Pristov
Neva Pristov
Boris Zupančič

KLIMA V TRIGLAVSKEM NARODNEM PARKU



HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE

TRIGLAVSKI NARODNI PARK
Bled, 1998

Avtorji besedil in grafov: Janko Pristov
Neva Pristov
Boris Zupančič
Lektorica: Ksenija Šurk
Uredil: Miran Trontelj
Oblikovanjê: Drago Pečenik

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

55.582(497.4 Triglavski narodni park)

PRISTOV, Janko

Klima v Triglavskem narodnem parku / [avtorji besedil in grafov]
Janko Pristov, Neva Pristov, Boris Zupančič. - Bled : Triglavski
narodni park ; Ljubljana : Hidrometeorološki zavod RS, 1998

ISBN 961-90673-0-4 (Triglavski narodni park)

1. Pristov, Neva 2. Zupančič, Boris

79431424

Publikacija je bila izdana s finančno pomočjo Krke Novo mesto.

Izdala: Triglavski narodni park in Hidrometeorološki zavod RS
Zanjo: Janez Bizjak in Miran Trontelj
Oblikovanje
in priprava za tisk: Multigraf, d.o.o., Ljubljana
Tisk: Mond grafika, d.o.o., Ljubljana

Bled, 1998

Po mnenju Ministrstva za znanost in tehnologijo RS, št. 415-01-65/95, z dne 21. junija 1995 sodi
Klimatografija Slovenije med proizvode, za katere se plačuje 5 % prometnega davka od prometa
proizvodov.

Vsebina

UVOD	4
TEMPERATURNE RAZMERE	8
SONČNO OBSEVANJE IN OBLAČNOST	14
VETROVNE RAZMERE	20
PADAVINE	25
VODNA VSEBINA V SNEŽNI ODEJI IN MERJENJE PADAVIN	33
SNEŽNA ODEJA	38
SUŠNA OBDOBJA	44
IZHLAPEVANJE	49
VODNA BILANCA	52
VREME V TNP-ju	58
VIRI	60

UVOD

Triglavski narodni park (TNP) zajema območje Julijskih Alp, ki ležijo na jugovzhodnem delu Alpskega masiva. Vreme in klimo določa lega TNP-ja oziroma širša okolica. Južno in jugozahodno od TNP-ja je severno Sredozemsko morje s sredozemsko klimo, zahodno in severozahodno je Alpski masiv, ki je znatno višji od Triglavskega pogorja, vzhodno pa se pogled nekako odpira proti Panonski nižini.

Zaradi razgibanega terena in še posebno zato, ker so Julijske Alpe prva visoka pregrada med severnim Jadranom in severovzhodnimi Alpami, je klima na tem območju zelo raznolika. Na posameznih delih južnega obrobja TNP-ja se pozna vpliv sredozemske klime (Soška dolina), drugod pa prevladuje prava alpska klima. Znatne razlike so med klimatskimi razmerami v zaledju Posočja in klimatskimi razmerami povodja Save Bohinjke, še posebno pa Save Dolinke.

Najbolj značilno za južni del TNP-ja so izjemno močne padavine. Po številu padavinskih dni niti ne odstopajo dosti od drugih krajev, jakost pa je veliko večja. Za te kraje je običajno, da večinoma "lije" in da le redko normalno dežuje. Severna stran Alpskega masiva ima vsaj toliko deževnih dni kot TNP (1), vendar so količine znatno manjše (dosegajo komaj 1/4 količine padavin v TNP-ju).

Kako vplivajo vremenske situacije na razvoj vremena ni odvisno samo od

lege v TNP-ju, temveč tudi od letnega časa. V obdobju, ko je energija sončnega sevanja majhna in je izžarevanje zemlje večje od insolacije, to je predvsem od novembra do februarja, nastajajo ob anticiklonalnem vremenu v kotlinah izrazita jezera hladnega zraka. Kadar je v nižjih zračnih plasteh celotna Srednja Evropa preplavljena s hladnim zrakom, je velika temperaturna razlika med Savsko in Soško dolino. V Soško dolino se hladen zrak ob vzhodnih in jugovzhodnih vetrovih že spušča in se zaradi tega segreva, deloma pa je vzrok za temperaturno razliko to, da takrat na primorski strani prevladuje sončno vreme, na Gorenjskem pa se zadržuje nizka oblačnost, ki preprečuje insolacijo. V topli polovici leta ta pojav ni izrazit, ker je energija sončnega obsevanja tolikšna, da segreje prizemni hladen zrak oziroma razkroji jutranjo meglo ali nizko oblačnost.

Povsem različne so vremenske razmere v ciklonalni cirkulaciji, ko je tudi zelo odvisno, v katerem delu ciklona je TNP (2). Na splošno sicer velja, da se v ciklonalni cirkulaciji zrak dviga in zato prevladuje precej oblačno, lahko pa tudi deževno vreme. Kako močne so padavine ni odvisno samo od dviganja zraka, temveč tudi od tega, kolikšna je vsebnost vlage v zračni masi. Praviloma velja, da ob severovzhodni, severni in tudi severozahodni ciklonalni cirkulaciji, to je takrat kadar je jedro ciklona severno, severovzhodno ali vzhodno od Slovenije, doteka nad TNP-jem razmeroma hladen zrak in povzroča le malo padavin. Če je to severozahodnik, ki ima izvor nad severnim Atlantikom, se na severni strani Alp dviga in s tem izloča padavine, na južni strani Alp pa se zrak večinoma spušča in zato ni kdove koliko padavin, lahko pa se

Zaradi razgibanega terena in še posebno zato, ker so Julijske Alpe prva visoka pregrada med severnim Jadranom in severovzhodnimi Alpami, je klima na tem območju zelo raznolika.

Poslabšanje vremena z močnimi padavinami v TNP-ju je praviloma samo ob jugozahodni ciklonalni cirkulaciji.

zaradi fenizacije razkraja tudi oblačnost. Ob ciklonalni severovzhodni cirkulaciji je fenizacija običajno manjša, ker na svoji poti ne prečka visokih hribov, je pa ta zrak običajno hladnejši z manjšo vsebnostjo vlage in je zato tudi količina padavin v TNP-ju relativno majhna (3). V teh primerih so izdatnejše padavine lahko samo ob prehodu hladnih front, posebno, če ta prehod spremljajo tudi nevihte, kar je običajno v poletnem času.

Poslabšanje vremena z močnimi padavinami v TNP-ju je praviloma samo ob jugozahodni ciklonalni cirkulaciji. Najizrazitejše padavine so ob nastanku ciklona nad severnim Sredozemljem, ko se običajno združijo ciklonalne in orografske padavine.

Severnosredozemski cikloni (genovski in severnojadranski) so vezani na prehode hladnih front od zahoda ali severozahoda in se najpogosteje pojavljajo v jesenskem in pomladnem času, ko poteka meja med polarnim in tropskim zrakom v bližini 45. vzporednika. V zimskem času, od decembra do marca, je ta meja najpogosteje južneje, v poletnem času pa se meja pomakne daleč proti severu in so zato v teh časovnih obdobjih znatno bolj stabilne vremenske razmere. Približno enako razviti severnosredozemski cikloni povzročajo jeseni znatno več padavin, kot oni v pomladnem času. Temperatura vode Sredozemskega morja je namreč jeseni znatno višja kot pomladi in zato voda hitreje izhlapeva, s tem pa se topel zrak nad Sredozemljem močno navlaži. Pomladi je morje znatno hladnejše, pa tudi zračne mase so še kar ohlajene in zato lahko sprejmejo le manjšo količino vodne pare. Takšne razmere so vzrok za močne orografske padavine v

jesenskih mesecih, predvsem oktobra in novembra, ko so razlike v količini padavin med posameznimi območji v TNP-ju izjemno velike.

Seveda pa velja pravilo, da so vse znatnejše padavine takrat, ko pritekajo vlažne zračne mase iznad Sredozemlja in severne Italije.

Značilnosti klimatskih dogajanj po letnih časih:

Za zimo je značilno, da je zrak v najnižji plasti ozračja pogosto hladnejši, kot v višjih legah. Pojavljajo se močne inverzije na več nivojih, najpogosteje na nadmorskih višinah od 600 do 1000 metrov. V razmeroma zaprtih dolinah in kotlinah se pojavljata megla ali nizka oblačnost (stratus), nad to višino pa prevladuje sončno vreme. Število ur sončnega obsevanja je pozimi v gorah neprimerno večje, kot v nižinah.

Za ta letni čas je povsem normalna snežna odeja. Količina padavin je običajno pozimi manjša, kot v drugih letnih časih. Pa vendar, čeprav redkokdaj, se lahko tudi v tem času pojavljajo severnosredozemski cikloni, ki povzročijo otoplitve in močne padavine.

Februarja postaja sončno obsevanje vse močnejše, zato temperaturne inverzije niso več tako trdožive in se čez dan že večinoma razkrojijo. Domačini pravijo, da gre februarja mraz v hribe. To pomeni, da je v višjih legah že hladneje kot v nižinah.

Pomladi so največja dnevna temperaturna nihanja. Noči so predvsem v dnu kotlin še vedno zelo hladne, najvišje dnevne temperature pa se zaradi

močnega sončnega obsevanja znatno dvignejo. V tem času so največje razlike med najnižjimi in najvišjimi dnevnimi temperaturami. Marec je še običajno suh (sušec), večinoma brez konvektivnih oblakov. Aprila je ozračje še vedno razmeroma hladno, a se zaradi močnega sončnega obsevanja hitro segreva predvsem v nižjih zračnih plasteh, kar je vzrok za spremenljivo vreme s plohami, ki so pogosto tudi snežne. Ker je izoterma 0° C še razmeroma nizko, se zaradi konvekcije hitro pooblači in zmanjša sončno obsevanje. Močna konvekcija v nekoliko višjih zračnih plasteh se še ne pojavlja in zato še niso izpolnjeni pogoji za nastanek termičnih neviht. V tem času so pogosti prehodi vremenskih front, poveča pa se tudi verjetnost nastanka severnosredozemskih ciklonov, ki pa ne povzročajo tako močnih orografskih padavin, kot v jesenskem času. Tudi meseca maja je običajno nestanovitno vreme s pogostimi padavinami. Temperature se zaradi močnega sončnega obsevanja v zmernih širinah že znatno dvignejo. Zaradi bližine polarne fronte so v prvi polovici meseca še pogosti prodori hladnega zraka od severa, zato tudi pozebe v tem času niso nobena redkost. V drugi polovici maja so temperature že znatno višje, a so v TNP-ju še vedno možne pozebe.

Mesec junij spada že v meteorološko poletje, vendar se vreme le postopno umirja. Predvsem v prvi polovici meseca je še vedno zelo veliko padavinskih dni, kar onemogoča pravočasno spravilo sena v optimalni vegetacijski dobi. Tudi živina pride na višjeležeče planinske pašnike šele proti koncu junija.

V TNP-ju sta prava poletna meseca le julij in avgust, ki sta najtoplejša in imata tudi manj padavinskih dni. Visoko poletje traja le en mesec, to je od sredine julija do sredine avgusta, ko je tudi turistična sezona na višku. Prvi močnejši prodor hladnega zraka po 15. avgustu pomeni za TNP pričetek zgodnje jeseni. Prav ta čas je za hojo v TNP-ju najboljši. Vreme se umiri, konvektivna oblačnost se močno zmanjša, nevihte, ki so preje lahko reden popoldanski pojav v gorskem svetu, so le ob prehodu hladnih front, drugače je lahko v anticiklonalnem vremenu skoro brez oblakov. V kotlinah se prično pojavljati izrazite inverzije kar povzroča jutranjo meglo v Bohinjski kotlini.

Najvarnejši mesec za hojo v gore je september, tako zaradi vremena (popoldanske nevihte povsem izostanejo) kot tudi zaradi ugodnih pogojev za prečkanje snežišč. V tem prvem jesenskem mesecu so noči že občutno daljše, ozračje se zaradi manjše insolacije že ohlaja, hladnejši zrak pa se nabira v kotlinah in položnih dolinah. V višjih legah je lahko zelo toplo brez velikih dnevnih temperaturnih nihanj. Severnosredozemski cikloni se pojavijo še zelo redko in zato običajno ni močnih padavin.

V zadnjih dveh jesenskih mesecih se ozračje, predvsem v nižinah, hitro ohlaja. Meja med tropskim in polarnim zrakom se spušča proti jugu in večkrat poteka preko Alp. Zaradi toplega Sredozemskega morja, bližine polarne fronte in vpliva Alp v tem času pogosto nastajajo severnosredozemski cikloni, ki v TNP-ju lahko povzročijo izjemno močne, večinoma deževne padavine (dnevne padavine tudi do 350 mm).

Visoko poletje traja le en mesec, to je od sredine julija do sredine avgusta, ko je tudi turistična sezona na višku.

Najvarnejši mesec za hojo v gore je september, tako zaradi vremena (popoldanske nevihte povsem izostanejo) kot tudi zaradi ugodnih pogojev za prečkanje snežišč.

Že oktobra, predvsem pa novembra se v višjih legah pojavi snežna odeja, ki lahko obleži vse do pozne pomladi. Snežne padavine so v tem času ob prehodu hladnih front že normalen pojav v gorskem svetu. Ob izrazitem preho-

du hladne fronte so lahko snežne padavine v gorah tudi poleti, vendar sneg zelo hitro skopni. Decembra so v TNP-ju že prave zimske razmere, ki trajajo vse do aprila.

Zima v TNP-ju.
(foto: M. Trontelj)



Poletje v TNP-ju je sicer kratko, toda z zelo različno vegetacijo.
(foto: M. Trontelj)



TEMPERATURNE RAZMERE

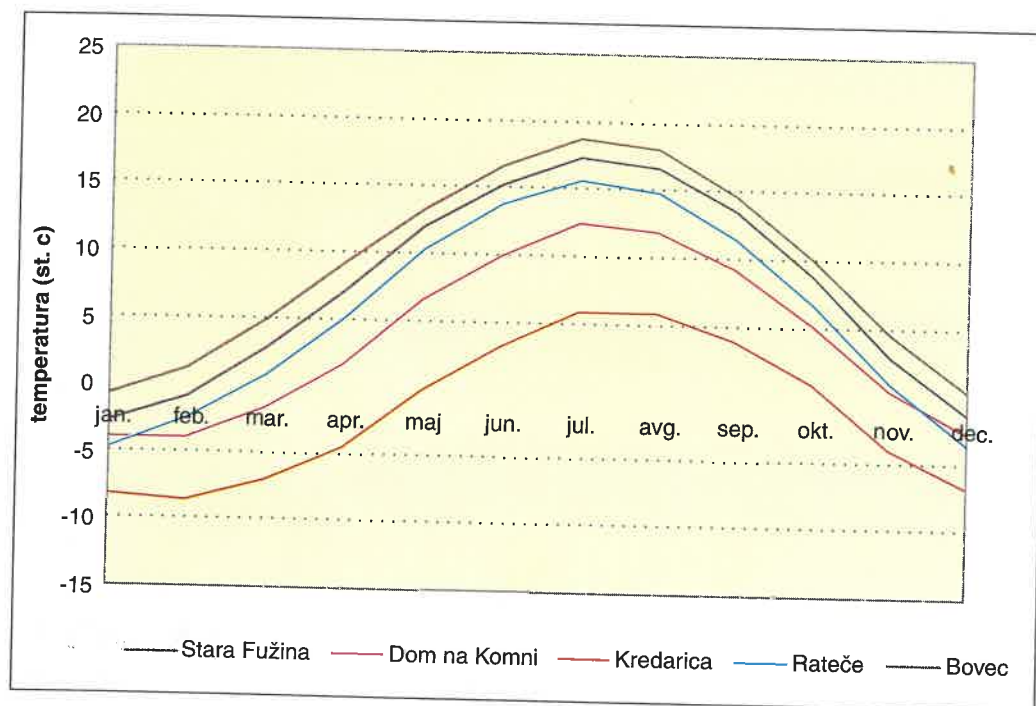
Temperaturne razmere v ozračju so meteorološki element, ki je izmed vseh elementov najbolj odvisen od nadmorske višine oziroma od porazdelitve zračnega pritiska z višino. Temperatura zraka z višino pada, in sicer v stabilni atmosferi malo pod $0,6^{\circ}\text{C}$ na 100 m, pri vlažnolabilni do labilni atmosferi pa od $0,6$ do $0,9^{\circ}\text{C}$ na 100 m. Ob razmeroma jasnih nočeh nastajajo predvsem v jesenskem in zimskem času izrazite radiacijske ali talne temperaturne inverzije, ko na majhni višinski razliki temperature z višino rastejo. Frontalne inverzije se pojavljajo ob prehodu vremenskih front, ker pa je takšno stanje kratkotrajno, te inverzije bistveno ne vplivajo na povprečne vertikalne temperaturne gradiente. Subsidenčne inverzije, ki nastajajo v območju visokega zračnega pritiska zara-

di spuščanja zraka, v zimskem času znatno zmanjšujejo vertikalni temperaturni gradient.

V visokogorju je najtoplejši mesec avgust.

Povprečne temperature zraka

Povprečne temperature zraka sledijo dovajanju sončne energije na zemeljsko površino z določeno zakasnitvijo, ki je odvisna od toplotne zmogljivosti tal oziroma vodne površine. Največ sončne energije prejme zemeljska površina na severni polobli v mesecu juniju in najmanj v mesecu decembru. Če pogledamo časovni potek mesečnih temperatur v TNP-ju, ugotovimo kar znaten zamik. Najtoplejši mesec je julij, drugi najtoplejši je avgust, pa čeprav je moč sončnih žarkov občutno manjša. V visokogorju je najtoplejši mesec avgust. Podobno je tudi v zimskih mesecih, ko je najhladnejši mesec januar, drugi najhladnejši pa december in ne februar, kakor bi pričakovali analogno poletnim mesecem. Ker se ozračje segreva ali ohlaja posredno od zemeljske površine in ne od direktnega sončnega obsevanja,



slika 1: Povprečne mesečne temperature zraka za različne postaje v obdobju 1961-1990.

Kredarica ima maksimalne temperature v avgustu in minimalne v februarju.

je to zaostajanje z naraščajočo višino še večje. Kredarica ima maksimalne temperature v avgustu in minimalne v februarju. Komna je nekako na sredini med Kredarico in drugimi postajami, avgusta se malenkostno že ohlaja, vendar znatno manj kot nižinske postaje, podoben zaostanek je tudi v zimskih mesecih.

južni strani gora in za skoro nemoteno odtekanje hladnega zraka Planina pod Golico, nekoliko moteno Bovec in za neizrazito kotlino Tolmin. Stara Fužina predstavlja izrazito kotlino, Vogel severno pobočje in Rateče dolino na severni strani gorskega grebena.

Vertikalni temperaturni gradienti

Na temperaturo zraka na določeni lokaciji ne vplivajo samo nadmorska višina in splošne klimatske razmere, temveč največkrat konfiguracija terena. Za vrednotenje teh vplivov so najbolj prikladne najnižje dnevne temperature, ki so najbolj odvisne od vplivov neposredne okolice.

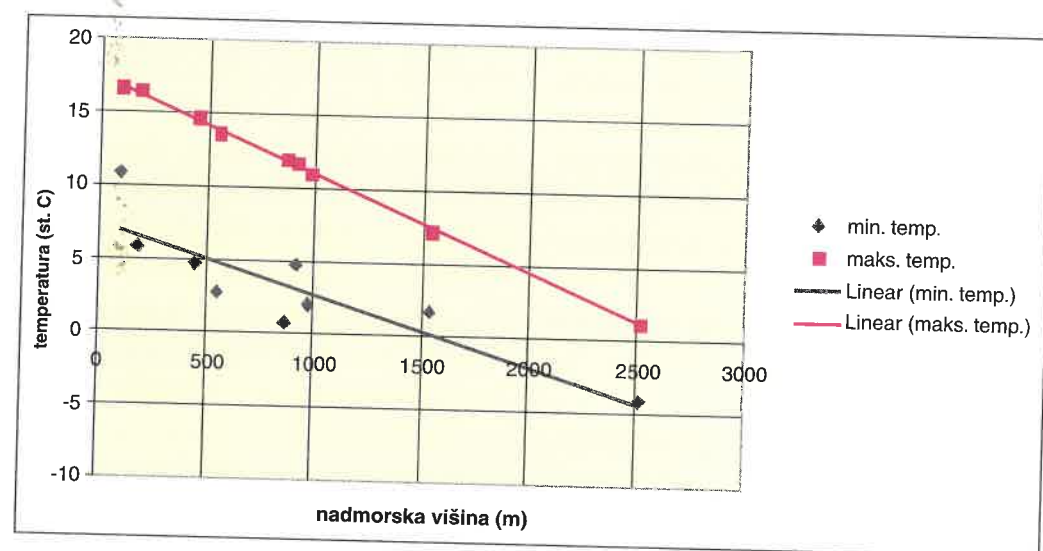
Že iz lege meteoroloških postaj je mogoče ugotoviti, da se temperaturne razmere na postajah najbolj približajo temperaturam v prosti atmosferi tam, kjer je mogoč nemoten odtok hladnega zraka. Uporabili smo Kredarico in Krn - vas, kot dve glavni takšni postaji. Povprečni letni vertikalni gradient pri minimalnih temperaturah znaša v dekadi 1971-1980 $0,56\text{ st}/100\text{ m}$ in pri povprečnih maksimalnih temperaturah $0,66\text{ st}/100\text{ m}$.

Za oceno vpliva okolice na temperaturo v TNP-ju smo izbrali postaje v samem TNP-ju, pa tudi temperaturne postaje v njegovi okolici. Te postaje so:

postaja	nadmorska višina (m)	značilnost lege postaje
Kredarica	2515	postaja na grebenu, kjer hladen zrak nemoteno odteka
Vogel	1535	severno pobočje, hladen zrak nemoteno odteka
Krn - vas	910	južno pobočje, hladen zrak nemoteno odteka
Planina pod Golico	970	nagnjena ozka dolina, hladen zrak se v dnu malenkostno nabira
Rateče	864	malo nagnjena dolina in se v dnu nabira hladen zrak
Stara Fužina	547	dno kotline, nastane izrazito jezero hladnega zraka
Bovec	425	dno doline, hladen zrak se nekoliko nabira, debelina ni velika
Tolmin	180	neizrazita kotlina, nastane plitvejšje jezero hladnega zraka

Za grobo orientacijo v zvezi z vertikalnimi gradienti smo upoštevali še postajo Portorož Beli Križ, kjer se prav tako ne nabira hladen zrak, ker leži na vrhu vzpetine, 92 metrov nad morjem.

Za temperaturne razmere je za vrhove gora značilna Kredarica, za južna pobočja postaja v vasi Krn, za doline na



slika 2: Vertikalni temperaturni gradienti za minimalne in maksimalne temperature.

Seveda so po letnih časih vertikalni temperaturni gradienti različni, in sicer:

	zima	pomlad	poletje	jesen
min. temp	0,49 st/100 m	0,64 st/100 m	0,61 st/100 m	0,52 st/100 m
maks. temp	0,51 st/100 m	0,76 st/100 m	0,77 st/100 m	0,60 st/100 m

Iz teh podatkov sledi, da so najmanjše nočne ohladitve na vrhovih in grebenih vzpetin ali go-

ra, kjer se ne more zadrževati hladen zrak. Na pobočjih, četudi je odtok

V primeru, da vzamemo temperaturni gradient Kredarica-Vogel-Portorož, ugotovimo, da se ta najbolj približa gradientu v prosti atmosferi. Pri maksimalnih temperaturah ležijo vse postaje približno na regresijski premici, razlika je manjša od pol stopinje. Izjema je Planina pod Golico, ki ima za 0,8 stopinje C prenizko najvišjo dnevno temperaturo.

Pri minimalnih temperaturah so razlike med vrednostmi na regresijski premici in dejanskimi vrednostmi minimalnih temperatur na postajah znatno večje, kar pa je tudi razumljivo, saj se ponoči večinoma pojavljajo temperaturne inverzije. V primeru, da vzamemo za osnovo temperaturni gradient Portorož-Vogel-Kredarica, ima Krn za 0,7; Planina pod Golico za 3,7; Tolmin za 3,8; Stara Fužina za 4,4; Bovec za 4,5 in Rateče za 5 stopinj Celzija nižjo temperaturo, kot bi jo imel po regresijski premici.

hladnega zraka nemoten, so že malenkostno nižje temperature, ker hladen zrak polzi ob pobočju navzdol (Krn 0,7° C). V dolinah in kotlinah je povprečna nočna ohladitev znatno večja in znaša v našem primeru od 3,7° C na Planini pod Golico do 5° C v Ratečah. Velikost nočne ohladitve je odvisna od tega, kako hitro v dolinah hladen zrak odteka (Planina pod Golico, Bovec, Rateče). V kotlinah, kjer nastajajo obsežnejša jezera hladnega zraka, posebno še, kadar se v njem pojavi megla, nočne ohladitve niso tako izrazite (Tolmin, Stara Fužina).

Povprečni mesečni razponi med najvišjimi in najnižjimi temperaturami so najmanjši na Kredarici, sledi Krn, nato pa, razen januarja, Planina pod Golico.

Največje razpone imajo od oktobra do februarja Rateče, v drugih mesecih prevladuje Tolmin. Kredarica ima raz-

pon od 4,8 st. v maju in juniju do 5,6 st. C v novembru in decembru. Vsi drugi kraji imajo največji povprečni razpon v juliju ali avgustu. Najmanjše razlike med mesečnimi temperaturnimi razponi so na Kredarici le 0,8 st. C, na Krnu 2,1 st., drugod med 4,1 in 5,3 st., največje pa so v Tolminu 6,5 stopinje Celzija. K tej veliki medmesečni razliki v Tolminu doprinejajo nizki razponi v mesecu januarju in daleč največji razponi v mesecu avgustu.

Nekoliko si lahko pogledamo vzroke za tako velike razlike med posameznimi postajami. Kredarica, kot postaja na grebenu z najvišjo nadmorsko višino, se najbolj približa razmeram v prosti atmosferi, kjer so razlike med dnevnimi in nočnimi temperaturami razmeroma majhne in se le-te z nadmorsko višino še zmanjšujejo. Še vedno delno vpliva ogrevanje oziroma ohlajanje zemeljske površine in zato so povprečne razlike med minimalno in maksimalno temperaturo večje, kot v prosti atmosferi na višini 2500 m. Največje razlike so v zimskih mesecih, ko prevladuje razmeroma mirno in sončno vreme, najmanjše pa so v maju in juniju, ko čez dan prevladuje ob grebenih konvektivna oblačnost, ki zmanjšuje energijo sončnega obsevanja. Pri vseh drugih postajah je minimalen razpon v mesecu januarju in se nato bolj ali manj enakomerno večja do julija ali avgusta, nakar se znova zmanjšuje. Kolikšno je to povečanje ali zmanjšanje temperaturnih razlik, je odvisno od odtekanja oziroma nabiranja hladnega zraka in od nastanka megle ali nizke oblačnosti. Prav to je vzrok za precejšnjo razliko med Tolminom in Bovcem.

Če si ogledamo potek minimalnih temperatur za širše področje TNP-ja, naj-

demo mnogo skupnih značilnosti, hkrati pa opazimo, da padci temperatur ne sledijo nadmorski višini. Splošna tendenca je, da so najnižje minimalne temperature v januarju in nato rastejo do julija, nakar znova padajo. Z večanjem nadmorske višine in tam, kjer se razmere bolj približujejo razmeram v prosti atmosferi, se maksimum prenese v avgust, v višini nad 1500 m pa je najvišja povprečna minimalna temperatura redno v mesecu avgustu in najnižja v mesecu februarju. Planina pod Golico ima kljub večji nadmorski višini stalno višjo povprečno minimalno temperaturo kot Rateče, v mesecu januarju in februarju pa tudi višjo od Stare Fužine, in tudi v drugih mesecih, razen poletnih, je razlika minimalna. Minimalne temperature v vasi Krn so zelo podobne minimalnim temperaturam v Bovcu, kljub temu, da je višinska razlika kar 485 m. V mesecu decembru ima Krn od vseh primerjalnih postaj najvišjo povprečno minimalno temperaturo.

Doslej smo obravnavali le temperature na meteoroloških postajah, ki naj bi veljale za širša območja ali vsaj bile uporabne za temperaturno analizo širših območij. Temperatura je bila v teh primerih vedno merjena v vremenski hišici na odprtem prostoru. Bistveno drugačne so razlike v gozdu, kjer so minimalne temperature znatno višje in maksimalne nižje, kot na odprtem prostoru. Razlike so zelo odvisne od sestave gozda in v nekoliko manjši meri od konfiguracije tal. Pomembne so nekoliko večje gozdne jase, posebno še, če so na dnu plitvih kotlinic ali na malo nagnjenem oziroma skoraj ravnem območju. Takšne gozdne jase so idealna mesta za zbiranje mrzlega zraka v zimskem času. Pomembno je nabiranje zelo mrzlega zraka v manjših udolbi-

nah ali kotanjah na neporaščenih visokih planotah. Zaradi radiacijskih ohladijev se v takšnih vdolbinah nabira najhladnejši zrak, ki priteka iz neposredne okolice. Debelina takega mrzlega zraka, ko je v zimskih razmerah temperaturna razlika glede na okolico lahko tudi 20 stopinj Celzija, je običajno zelo plitva ali pa doseže do nekaj 10 metrov, odvisno od velikosti območja, s katerega se steka mrzel zrak.

Najvišje dnevne temperature

Naša obravnava je doslej zajela predvsem najnižje dnevne temperature, ki so odvisne predvsem od sevanja zemeljske površine in konfiguracije tal. Najvišje dnevne temperature so najbolj odvisne od sončnega sevanja, nadmorske višine in v znatno manjši meri, kot denimo minimalne, od lokalnih značilnosti, kot sta konfiguracija in poraščenost tal. Seveda pa tudi teh dveh dejavnikov ne smemo zanemariti pri obravnavanju maksimalnih temperatur. Ob segrevanju zraka pri tleh se povečuje vertikalni temperaturni gradient, in ko ta doseže 1st./100 m, postane atmosfera labilna, zato nastanejo vertikalni zračni tokovi. Zrak se z dviganjem ohlaja in ko doseže temperaturo rosišča, se prično pojavljati oblaki. Ker se zrak najbolj ogreva na južnih gorskih pobočjih, nastane močan vzgornik in zato se pojavijo konvektivni oblaki ob gorskih grebenih. Oblaki zmanjšujejo sončno obsevanje in s tem preprečujejo porast maksimalnih temperatur. Na znižanje maksimalnih temperatur pa vplivajo tudi senčne lege in gozdne površine. Izjemne pa so razmere v zimskem času, ko so v trdoživih jezerih hladnega zraka najvišje dnevne temperature nižje, kot v višjih legah in izven

jezer hladnega zraka. Različni so tudi vertikalni temperaturni gradienti maksimalnih temperatur v različnih letnih časih.

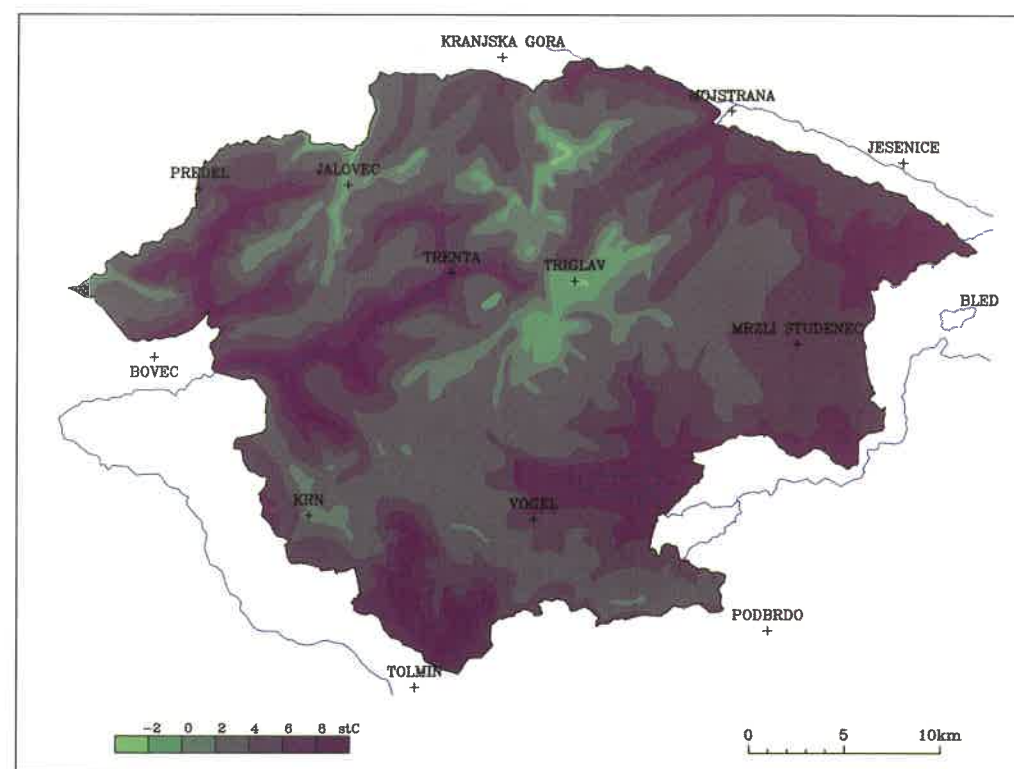
Maksimalne temperature na Planini pod Golico se, z upoštevanjem vertikalnih temperaturnih gradientov, lepo ujemajo z maksimalnimi temperaturami v Bovcu. V primerjavi z Ratečami pa je temperatura previsoka v decembru in januarju, ko so Rateče v območju jezera hladnega zraka. Pri povprečnih najvišjih dnevni temperaturah so takšni odkloni manjši od 1 stopinje Celzija. To velja za odprte lege, ne pa za razmere v gozdovih, kjer so najvišje dnevne temperature, podobno kot pri minimalnih, odvisne od gozdne sestave.

Povprečne dnevne temperature

Povprečne dnevne temperature niso računane iz urnih vrednosti, temveč se kot približek računajo iz izmerjenih vrednosti v klimatoloških terminih po formuli $(T_{7h} + T_{14h} + 2T_{21h})/4$. Ta se uporablja predvsem v srednjeevropskih državah, v Ameriki in Skandinaviji pa uporabljajo za srednjo vrednost kar $(T_{min} + T_{max})/2$. Vse elemente, ki vplivajo na minimalne in maksimalne temperature, lahko združimo in veljajo za povprečne dnevne temperature. V nižjih predelih in na južni strani pogorij so povprečne dnevne temperature najnižje v januarju, nato rastejo do julija, nakar se znova znižujejo, vendar med julijem in avgustom ni velike razlike; v krajših časovnih obdobjih je lahko v višjih legah avgustovska temperatura višja od julijske. Na severni strani gorskih masivov, na planotah in v gorah, nad 1800 m, so februarske

Ker se zrak najbolj ogreva na južnih gorskih pobočjih, nastane močan vzgornik in zato se pojavijo konvektivni oblaki ob gorskih grebenih.

slika 3: Povprečne letne temperature za obdobje 1961-1990.



temperature vedno nižje od januarskih. Vzrok za takšne razmere je, poleg tega, da ogrevanje pa tudi ohlajanje z večjo višino zaostajata za razmerami v nižinah, tudi to, da so višjeležeči predeli in kraji na severnih pobočjih februarja bolj zasneženi kot januarja, na južnih pobočjih pa se sneg že tali. Podobno je poleti. V nižinah so najvišje povprečne temperature julija, nad 1800 m avgusta, od 1000 do 1800 m pa so zelo pogosto avgusta, zaradi višjih minimalnih temperatur, ker se maksimalne temperature avgusta na teh višinah že nižajo. Seveda je v posameznih letih temperaturni potek lahko nekoliko drugačen, govorimo namreč o povprečjih, za kar so potrebna najmanj 10-letna obdobja. Praviloma pa se v klimatologiji po priporočilih SMO uporabljajo 30-letna obdobja.

Izmerjene maksimalne temperature imajo najbolj določene zakonitosti prostorske porazdelitve, vendar je tudi v teh primerih treba upoštevati neposredno okolico izbranega mesta.

Izmerjene maksimalne temperature imajo najbolj določene zakonitosti prostorske porazdelitve, vendar je tudi v teh primerih treba upoštevati nepo-

sredno okolico izbranega mesta. Temperaturna analiza nam poda samo grobo sliko, natančno pa si moramo ustvariti sami ob upoštevanju neposredne okolice. Tudi pri analizi povprečnih temperatur je mogoče dobiti dovolj verodostojno sliko v makro- in tudi še v mezorazmerah, za mikrorazmere pa je potrebno precejšnje poznavanje lokalnih vplivov.

Največje težave se pojavljajo pri analizi minimalnih temperatur. Le-te so močno odvisne od mikro- in mezovplivov okolice in je pri analizi te temperaturne karte potrebno natančno poznati lego merskega mesta in vse ovire, ki vplivajo na stekanje in odtekanje zraka iz neposredne in daljne okolice. Ugotavljanje minimalnih temperatur s pomočjo temperaturne karte je za kraje, kjer nimamo meritev, zelo težavno. Zato je vsekakor koristno po potrebi opraviti vsaj nekaj mezoklimatskih meritev temperatur, kar naj dopolnjuje poznavanje razmer v izbranem območju.

SONČNO OBSEVANJE IN OBLAČNOST

Trajanje sončnega obsevanja (TSO) merimo s heliografi, to so aparati, sestavljeni iz steklene kroglice in podstavka, na katerega je pritrjen registrirni trak - heliogram. Prednost tega instrumenta je enostavnost, pomanjkljivost pa je v tem, da pri nizkih višinah sonca ne beleži trajanja obsevanja. Takrat je moč žarkov prešibka, da bi prežgala papirni trak, posebno, če je slednji moker zaradi rose ali predhodnega dežja. Ko je sonce nižje od 3° nad horizontom, beleži le izjemoma, pod petimi stopinjami pa v 2/3 primerov.

V TNP-ju imamo meritve TSO na Kredarici in v Stari Fužini, poleg teh dveh postaj pa smo uporabili še meritve TSO v Ratečah, Bovecu in za primerjavo še v Vedrijanu.

Ker je TSO močno odvisen od okoliškega reliefa in tudi mikrolokacije heliografa, smo zaradi lažje primerljivosti uporabili podatke TSO, preračunane na matematični horizont, to je na povsem ravno površino. S tem smo želeli izločiti vse ovire in tako so izračunane vrednosti odvisne zgolj od astronomskih in meteoroloških razmer. Seveda je možna tudi obratna pot, iz podatkov za matematični horizont dobimo dejansko TSO s tem, da upoštevamo vpliv vseh ovir.

Vsaka merska točka v našem primeru predstavlja posebne meteorološke značilnosti:

- Kredarica (2514 m) nam predstavlja visokogorsko lego, ki je nad inverz-



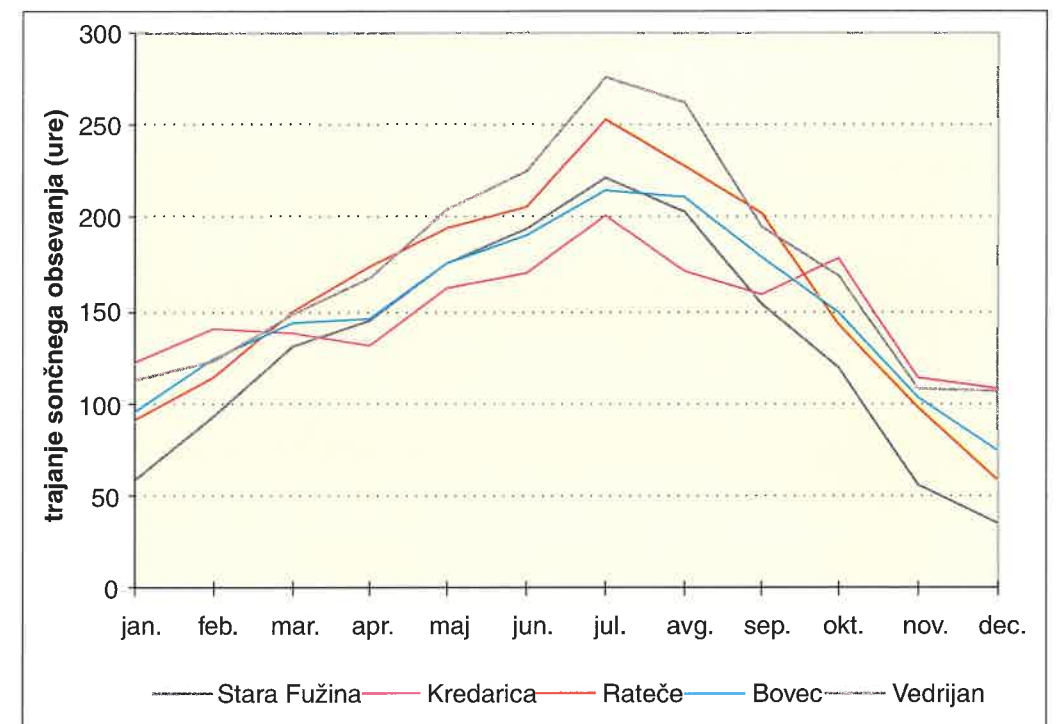
Heliograf na Kredarici. (foto: Z. Petkovšek)

nimi plastmi in je zato predvsem v jesenskem in zimskem času nizka oblačnost pod postajo.

- Stara Fužina je na dnu kotline, v kateri se nabira hladen zrak, in zato je nad njo več inverznih plasti predvsem jeseni in pozimi.
- Rateče in Bovec sta v dolinah, kjer je izrazitejša le prizemna inverzna plast. Zaradi odprtosti dolin pa hladen zrak postopno odteka in ni pogojev za nastanek globinskih jezer hladnega zraka. Bovec leži na južni strani, Rateče pa na severni strani glavnega grebena Julijskih Alp, zato imata precej različne klimatske značilnosti.

Za vse postaje v TNP-ju in njegovem obrobju je značilno, da imajo izrazite orografske ovire in samo s pretvorbo na matematični horizont je mogoče dobiti primerljive vrednosti na celotnem območju TNP-ja in tudi za ostalo Slovenijo. Če primerjamo za 26 postaj izračunane vrednosti na matematični

slika 4: Povprečno mesečno trajanje sončnega sevanja za nekatere postaje v obdobju 1961-1990.



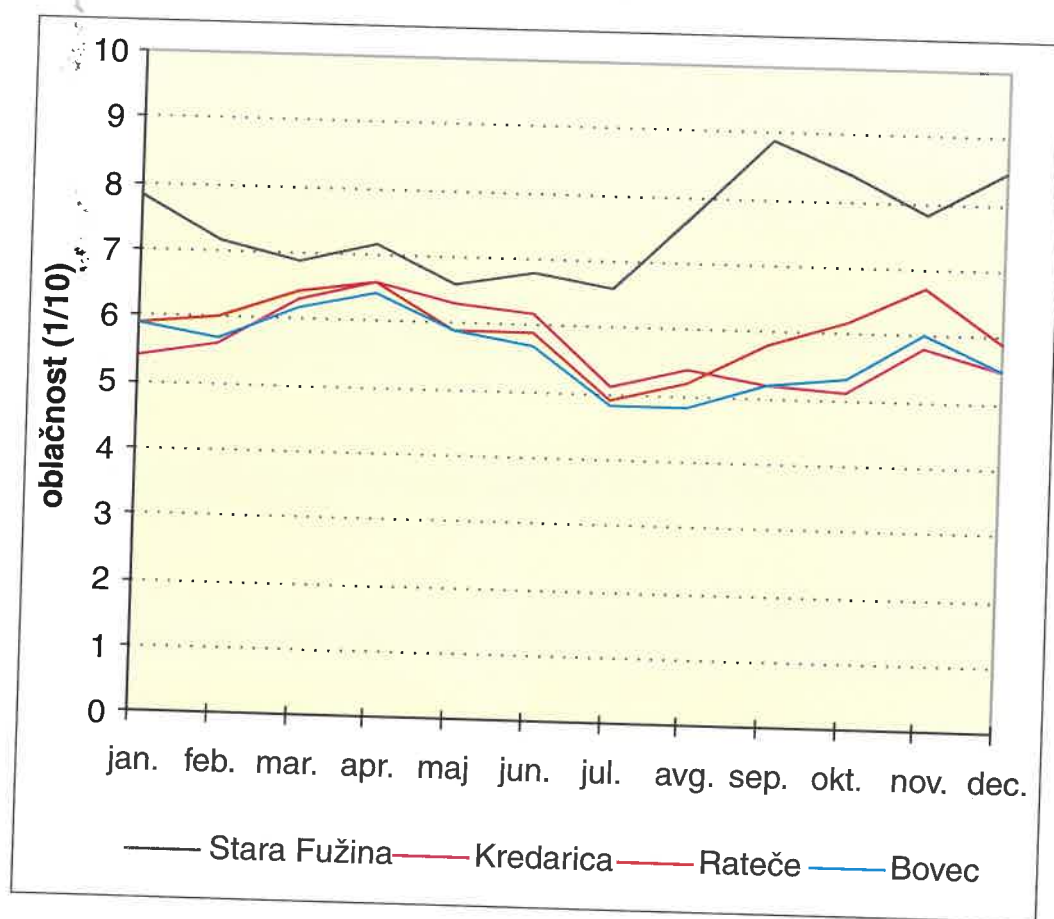
horizont, ugotovimo, da ima daleč najmanjše število ur osončenja Stara Fužina, – 1580 ur na leto. V spodnji polovici razpredelnice sta še Kredarica s 1787 urami in Bovec z 1802 urami. Rateče imajo krajše obdobje meritev TSO (1972-1990) in imajo v povprečju letno že 1905 ur osončenja, kar jih uvršča že močno v zgornjo polovico razpredelnice. Večje število ur osončenja imajo le kraji na Primorskem in le nekateri kraji v notranjosti Slovenije.

Po letnem poteku TSO sta si najbolj nasprotujoči krivulji Stare Fužine in Kredarice (slika 4). Slednja ima od vseh postaj v Sloveniji najmanjšo razliko med najmanjšim in največjim mesečnim številom ur osončenja in je razmerje le 1:2. Najmanj sončen je december s 107 urami, najbolj sončen pa julij z 200 urami. Od vseh obravnavanih postaj ima Kredarica največje število ur osončenja od oktobra do februarja, marca in septembra ima višje število le od Stare Fužine, v drugih mesecih pa je na Kredarici število ur osončenja najmanjše.

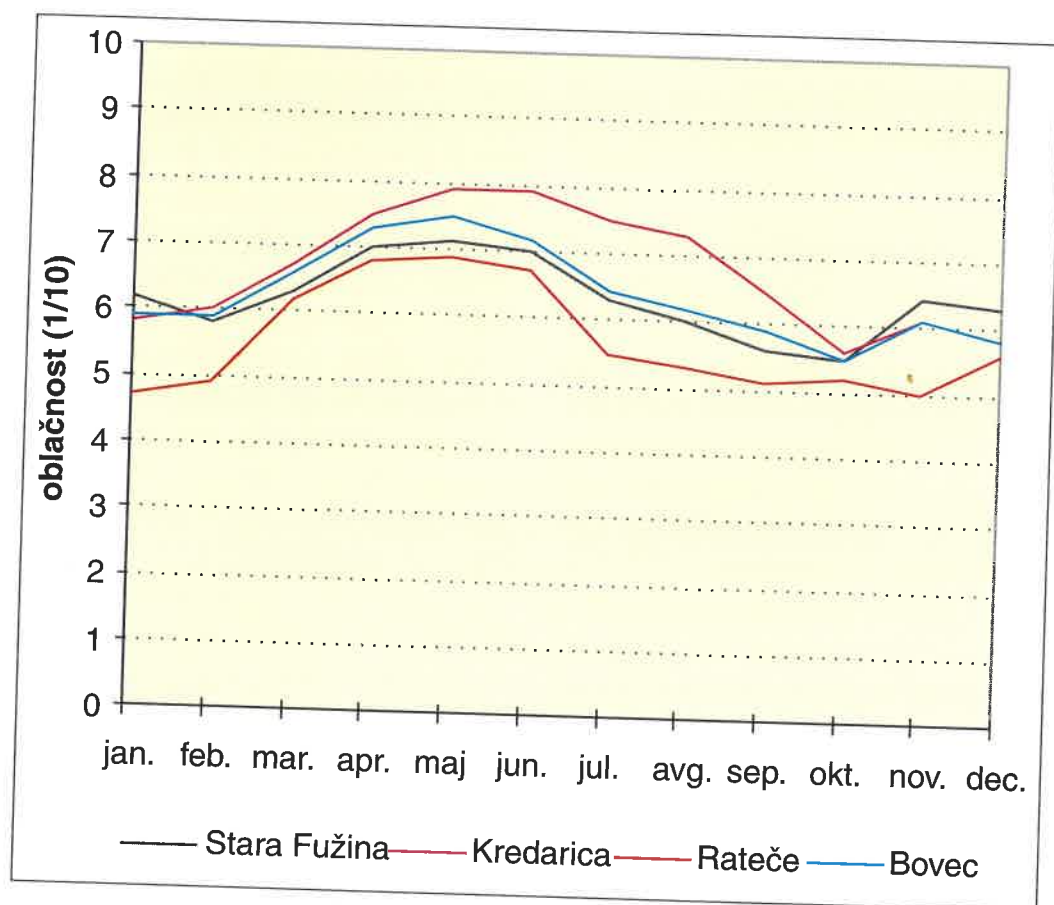
Od vseh obravnavanih postaj ima Kredarica največje število ur osončenja od oktobra do februarja.

Kredarica je pozimi nad inverznimi plastmi (slika 5) in se pojavlja oblačnost predvsem ob prehodih front ali ob poudarjeni ciklonalni cirkulaciji, ko oblačnost pogosto spremljajo tudi padavine. Marca je moč sončnega sevanja že tolikšna, da se vsaj v opoldanskem času inverzije že razkrojijo, ob južnih pobočjih gora pa se že prično pojavljati konvektivni oblaki. To pa že zadostuje za zmanjšanje sončnega obsevanja v gorah in Kredarica ni več najbolj osončena postaja v širšem območju TNP-ja. Konvektivna oblačnost se na višini Kredarice stopnjuje nekako do junija (slika 6), nato prične postopno slabeti, vendar pa so vrhovi gora zaradi konvekcije pogosto v oblakih vse do septembra.

Oktober so inverzije pod višino Kredarice že tako izrazite, da jih razmeroma šibka energija sončnega obsevanja več ne razkroji in zato tudi ob južnih pobočjih hribov ni pogostih konvektivnih oblakov. Kredarica ima maksimum TSO v juliju, tako kot vse merske po-

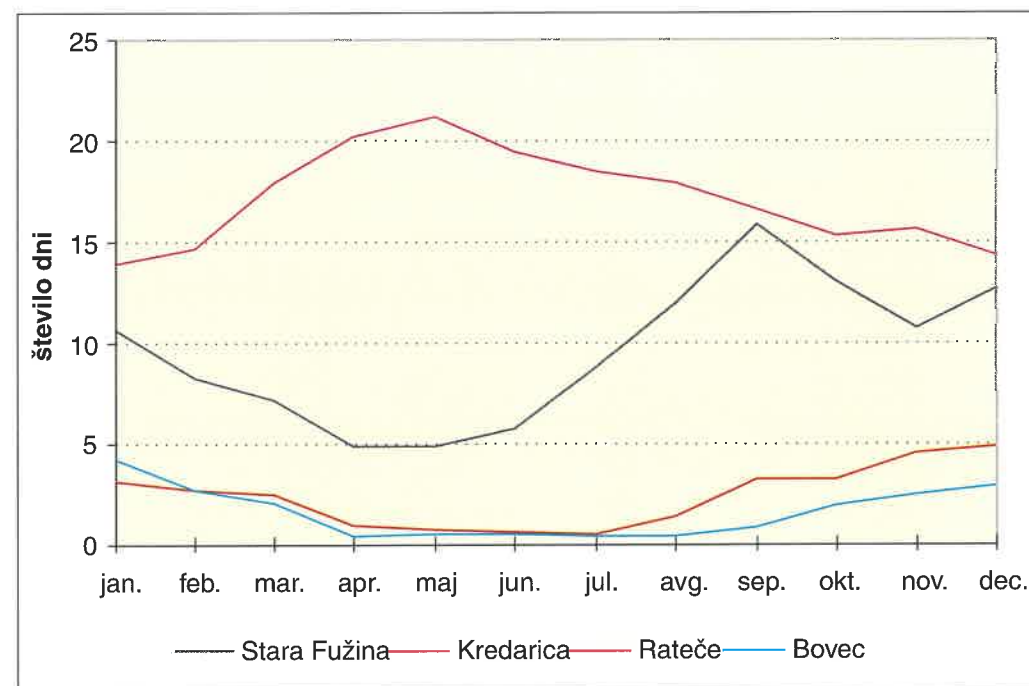


slika 5: Srednja mesečna oblačnost ob 7. uri za nekatere postaje v obdobju 1961-1990.



slika 6: Srednja mesečna oblačnost ob 14. uri za nekatere postaje v obdobju 1961-1990.

slika 7: Povprečno število dni z meglo po mesecih za nekatere postaje v obdobju 1961-1990.



staje. Ima pa kar dva sekundarna maksimuma, in sicer februarja in oktobra, v čemer je torej izjema. V februarju ima večje število sončnih ur, kot marca in še posebno aprila, oktobra pa ima več sončnih ur, kot septembra in tudi avgusta.

Bistveno različen potek TSO od Kredarice ima Stara Fužina, ki je tipična kotlinska postaja. Daleč najmanj ur osončenja ima v decembru in največ v juliju. Od avgusta do marca ima vedno najmanj ur TSO. Od maja do julija ima Stara Fužina večje število ur TSO, kot jih ima Bovec, od avgusta naprej pa jih ima znatno manj. Julija in avgusta se namreč v kotlinah že prično pojavljati jutranje megle (slika 7), sprva še neizrazite, ki trajajo malo časa, nato pa vedno izrazitejše, ki prično pojemat še le januarja.

V jesenskih mesecih v bohinjski kotlini skoro ni jasnega jutra.

V jesenskih mesecih v bohinjski kotlini skoro ni jasnega jutra. V kolikor ni oblačnosti, je redna megla ali visoka megla, ki se zadrži skoro do opoldanskih ur. Izjema so le jutra pred priho-

dom fronte, ko piha veter in zato ni megle, je pa takšno jutro znanilec poslabšanja vremena. Od decembra do julija se trajanje osončenja nenehno povečuje. Najmanjše je naraščanje od marca do aprila, čeprav dolžina dneva v tem času najhitreje raste. Vzrok za to so pogosti prehodi front, ki povzročajo oblačno vreme s padavinami, po drugi strani pa se v tem mesecu že pričinja termična konvekcija. Od maja do julija je obdobje, ko imajo kotline najmanj meglenih dni, in zato ima Bohinj celo več ur TSO, kot Zgornjesočka dolina.

Rateče oziroma kar celotna Zgornjesavska dolina imajo podoben potek krivulje TSO, kot Bohinj, le da ima v vseh mesecih znatno večje število ur TSO. Najmanjša razlika je od februarja do junija, ko je pod 30 %. Septembra se prične razlika naglo večati in doseže maksimum v novembru, ko ima Zgornjesavska dolina kar 92 %, decembra in januarja 60 % in oktobra 51 % več ur osončenja kot Bohinj. Kako osončene so Rateče, nam dovolj pove podatek, da imajo marca in aprila pa tudi septembra Rateče več ur

TSO kot Vedrijan, ki je eden najbolj osončenih krajev v Sloveniji. Posebnost, ki se nanaša na sončno obsevanje, je v TNP-ju tudi Soška dolina. V hladni polovici leta, ko ni termične konvekcije, to je od oktobra do februarja, ima to območje več sončnega obsevanja, kot Bohinj in tudi malenkostno več kot Zgornjesavska dolina. V drugih mesecih, to je takrat ko se na prisojnih legah razvija termična konvekcija, ima Zgornjesavska dolina znatno več ur TSO. V najbolj izrazitem obdobju termične konvekcije, od maja do julija, ima celo Bohinj več ur sončnega sevanja, kot Zgornjesoška dolina.

Splošne značilnosti osončenja v TNP-ju

Znova moramo poudariti, da so pri našem obravnavanju vsi podatki preračunani na matematični horizont, to pomeni, da so odstranjeni vplivi reliefa in drugih ovir. Tako smo dobili podatke, ki so odvisni zgolj od astronomskih in meteoroloških razmer. Le na ta način je možna posplošitev izmerjenih vrednosti TSO s posamezne postaje na širše območje. V kolikor iz naših podatkov želimo dobiti dejansko TSO za posamezno točko, moramo upoštevati ovire, ki omejujejo TSO, za vsak dan v letu. V naših prikazanih vrednostih za matematični horizont dobijo severna pobočja ali ozke doline na severni strani gora prav toliko ur TSO, kot v odprtih dolinah ali na južnih pobočjih.

V času, ko ima sončno obsevanje najmanjšo moč, to je od oktobra do februarja, je atmosfera v glavnem stabilna in zato nastajajo inverzne plasti na različnih višinah, odvisno od vremenskih razmer. Največ ur TSO dobijo v tem času višje ležeči predeli, ki so že

nad talnimi in subsidenčnimi inverzijami. Izjema so le dnevi, ko v višinah doteka vlažen zrak in so zato vrhovi gora že v oblakih, drugi kraji pa imajo še sončno vreme. Takšni primeri so v zimskem času razmeroma redki in zato le malo vplivajo na dolgoletno povprečje. V pomladnem in zgodnjejesenskem času se ob razkroju talne ali radiacijske inverzije lahko razvije konvekcija do subsidenčne inverzije. Ker pa nikoli ne nastane trajnejša kompaktna oblačnost, tudi nima zelo velikega vpliva na povprečno število sončnih ur. Pozna se le ob gorskih pobočjih. Te inverzije so nekako od 800 do 2000 m, odvisno od meteoroloških razmer.

Za nastanek megle oziroma nizke oblačnosti so zelo pomembne radiacijske inverzije. Zaradi izžarevanja se takoj po sončnem zahodu prične močnejše ohlajati vrhnja plast tal, s tem pa se v razmeroma mirnem ozračju ohlaja tudi talna plast zraka. Zaradi povečane teže ohlajenega zraka se le-ta prične spuščati v nižje lege. Ta proces se nadaljuje vse do sončnega vzhoda, v kolikor ne zapiha veter ali se pojavi oblačnost, ki močno zmanjša izžarevanje. Na pobočjih in odprtih dolinah najhladnejši zrak sproti odteka in zato je prva inverzna plast razmeroma nizko nad tlemi. V kotlinah in močno zaprtih dolinah, kjer stekajoč hladni zrak ne more sproti odtekati, prične nastajati tako imenovano jezero hladnega zraka. Višina inverzne plasti je odvisna od dolžine noči, okoliškega reliefa in od izhodiščnih temperaturnih razmer. Pomladi in poleti, ko so noči razmeroma kratke, se kotline ne napolnijo s hladnim zrakom pa tudi megla je v tem času redko oziroma kratkotrajen pojav. Jeseni in pozimi so noči daljše, zato je ohlajanje zraka izrazitejše. Pojavljati se prične megla. Ko je plast hladnega zraka zadosti debe-

Višina inverzne plasti je odvisna od dolžine noči, okoliškega reliefa in od izhodiščnih temperaturnih razmer.

Talna megla v dolini, nad njo pa so še druge temperaturne inverzije. (foto: J. Žnidaršič)



Pri jezeru je megla pogostejša, kot v Srednji vasi ali Češnjici, Jereka pa je večinoma že izven talne megle.

la, nastane dvignjena megla ali stratus. Čim se pojavita megla ali stratus (dvignjena megla), je tudi zaradi odboja sončnih žarkov od megle ali stratusa jutranje segrevanje znatno počasnejše.

Območje v TNP-ju, kjer se največ časa zadržujeta megla ali nizka oblačnost, je Bohinjska kotlina, ki se jeseni in pozimi velikokrat napolni s hladnim zrakom. Prav zaradi pojava megle ali dvignjene megle (slika 7) ima Stara Fužina v obdobju od septembra do marca najmanjše število ur TSO od vseh krajev v TNP-ju, pa tudi v Sloveniji.

Zgornja višina megle je zelo različna, lahko je le nekaj deset metrov, lahko pa sega tudi prek sto metrov od tal, odvisno od časa nastanka, vremenskih razmer in tudi kraja v Bohinjski kotlini. Pri jezeru je megla pogostejša, kot v Srednji vasi ali Češnjici, Jereka pa je večinoma že izven talne megle. Nad to talno meglo je ponavadi še nekaj temperaturnih inverzij, kar se pogosto lepo vidi iz višjeležečih krajev, ko so plasti motnega zraka na različnih višinah. Vrhnja plast dvignjene megle pa je tik pod glavno inverzno plastjo in sega nekako med 750 in 1000 m nadmorske višine.

Talna megla ob jezeru. (foto: M. Trontelj)



VETROVNE RAZMERE

Najmanj reprezentativen meteorološki podatek, izmerjen na območju TNP-ja je veter. Veter merimo z instrumenti samo na Kredarici in Voglu, v širši okolici pa še v Ratečah in Lescah, ter občasno v Bovcu. Na Komni in v Stari Fužini so samo vizualna opazovanja vetra brez meritev z merskimi inštrumenti.

V gorskem svetu so meritve vetra zelo težavne. Na vetrovne razmere vpliva razčlenjenost terena, zato ima vsaka gorska dolina svoje vetrovne razmere. V teh primerih predstavlja merska točka reprezentativnost za zelo ozko območje. Tako je veter v Ratečah reprezentativen le za majhen del Gornjesavske doline, Lesce so že bolj ob vznožju Karavank in imajo popolnoma drugačne vetrovne razmere, kot so v TNP-ju. Bovec je predstavnik le za dno Zgornjesoške doline. V samem TNP-ju ostane samo Kredarica, ki pa ima specifične razmere. Leži namreč v zavetju dobrih 300 m višjega Triglava na neizrazitem sedlu grebena, ki poteka preko Kredarice in Rži proti Rjavini. Posledica takšne konfiguracije je, da je veter še znatno bolj turbulenten, kot je že normalno v razgibanem gorskem svetu. Smeri vetra se ne ujemajo s smermi vetra v prosti atmosferi (5), temveč je pogosto izmerjena smer tudi nasprotna. Prevladujoč veter v prosti atmosferi je na tej geografski širini zahodni do jugozahodni, na Kredarici pa to smer zakriva Triglav. Tako lahko izmerimo zelo različne smeri, od SE do NE in celo NW ali N. Močnejši veter je

pogosto tako turbulenten, da bi bilo koristno zabeležiti "veter različnih smeri", vendar se vedno beleži le prevladujoča smer, ki je ob močnejšem vetru večinoma NW. Ta veter je zelo sunkovit, njegova hitrost pa se močno spreminja na zelo kratkih razdaljah. Za širše območje TNP-ja nam ta veter samo približno poda stopnjo vetrovnosti, nikakor pa ne moremo uporabiti smeri vetra za določevanje zračnega transporta. Za zračni transport uporabljamo smer in hitrost vetra iz višinskih kart, ki se rišejo vsak dan v dveh terminih, a so za te namene rezultati znatno boljši, kot so podatki meritev vetra na Kredarici.

Najmočnejši vetrovi v TNP-ju se pojavljajo v dveh različnih vremenskih situacijah. V prvi je odločujoč relief in je veter značilen samo za določene kraje Slovenije. Podobno kot burja na Primorskem nastane tudi padajoč veter pod Karavankami, kjer se hladen zrak preliva predvsem preko sedel in dolin (6). V teh primerih v prosti atmosferi prevladuje zelo močan in mrzel severozahodni do severni veter. Če je temperaturna razlika med hladnim zrakom severno od Karavank in zrakom nad severnim Jadranom zadosti velika, se ta mrzel zrak spusti na južni strani Karavank do dna dolin in doseže v izjemnih primerih hitrost tudi okoli 150 km/h in ima rušilno moč (6). Na večjih višinah, predvsem na gorskih grebenih Karavank in Julijskih Alp, doseže hitrost do 200 km/h. Prav tako kot na južni strani Karavank se mrzel zrak spušča tudi na zavetrno stran Julijskih Alp in občasno povzroča razdejanja tudi v Soški dolini. Spušča pa se tudi preko grebena južnobohinjskih gora v dolino Baške grape (6). Močni vetrovi dosežejo dno dolin le ob redkih speci-

Na večjih višinah, predvsem na gorskih grebenih Karavank in Julijskih Alp, doseže hitrost do 200 km/h.

Zelo redko se ob prehodu front pojavijo viharne vrtničasti vetrovi, imenovani tornado.

fičnih sinoptičnih situacijah, v pozn zimskem in zgodnjepomladnem času, ko je nad Srednjo Evropo predvsem v višjih plasteh atmosfere zelo mrzel zrak.

Predvsem poleti ob prehodu hladnih front se ob nevihtah pojavljajo močni vetrovi, ki pa najpogosteje nimajo rušilne moči. Zelo redko se ob prehodu front pojavijo viharne vrtničasti vetrovi, imenovani tornado. Premer teh vrtnicev je nekako od 10 do 100 metrov, v svoji življenjski dobi pa se pomaknejo od nekaj 100 metrov do 5 kilometrov (7). V teh vrtnicah je hitrost vetra lahko tudi do 60 m/s, kar je okoli 200 km/h. Običajno so hitrosti manjše, vendar še vedno tolikšne, da povzročajo vetrolome, odkrivajo strehe in rušijo kozolce. Kdaj in kje se bo takšen tornado pojavil, je nemogoče napovedati, hitrosti vetrov pa se ocenjujejo s pomočjo stopnje vetroloma (7). Tornadi se pojavljajo tudi v TNP-ju, vendar vetrovi niso bili nikoli izmerjeni, pa tudi hitrost vetra ni bila ocenjena na osnovi vetroloma.

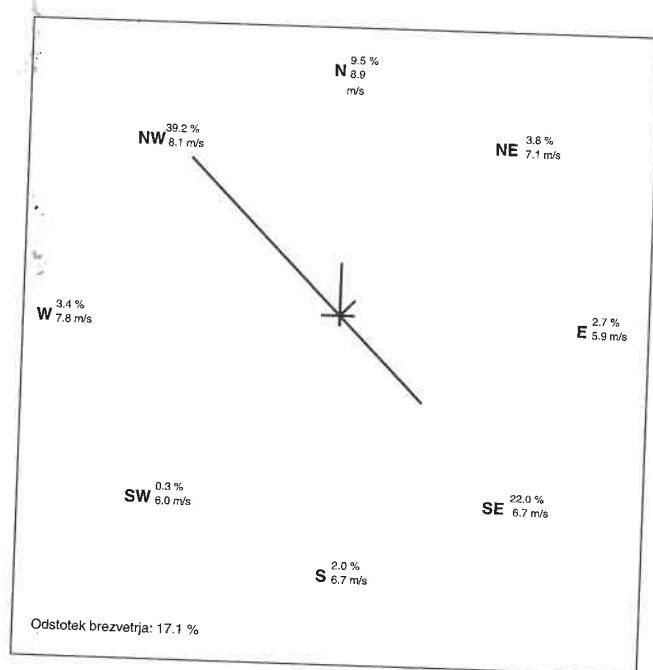
Da ne bomo obravnavali vetrovnih razmer v TNP-ju samo na splošno, si oglejmo nekatere vetrovne razmere za posamezne opazovalne postaje.

Jakost vetra je v hladni polovici za dobrih 40 % večja, kot v topli polovici leta.

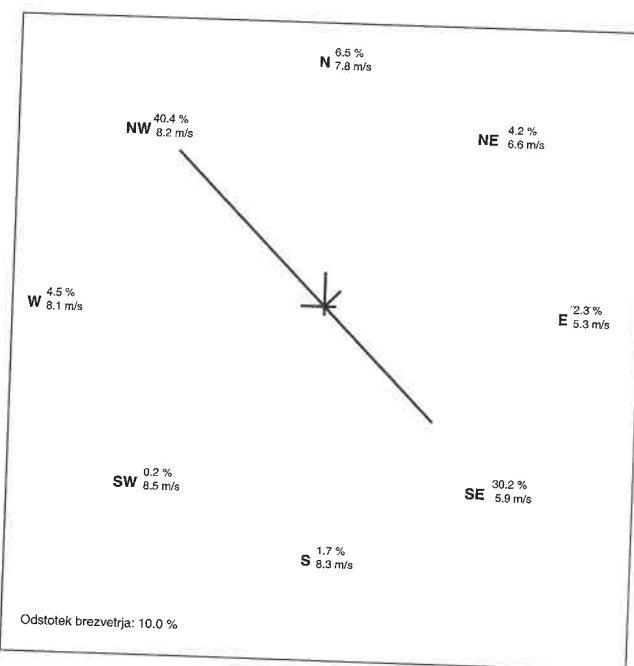
V visokogorskem svetu leži postaja Kredarica, kjer pa izmerjeni veter slabo ponazarja razmere v širši okolici. Kot smo že omenili, je veter močno kanaliziran zaradi konfiguracije okoliškega terena. V 61 % prevladuje veter iz NW in SE, s tem da je NW skoro dvakrat pogostejši od SE, vse druge smeri so zastopane s 23 %, v 16 % pa je brezvetrje, če upoštevamo samo klimatološke termine za obdobje 1961-1990 (slika 8). Jugozahodnega vetra na

Kredarici ni, ker se zaradi Triglava preusmeri v severozahodni ali v jugovzhodni veter. Primerjavo s pristo atmosfero je napravil že Pristov (5). Povprečne urne hitrosti so kar visoke, saj so nad 6 m/s, kar bi bilo zelo ugodno za vetrovne električne agregate. Težava je le, ker je veter običajno sunkovit in zelo poredko piha z razmeroma enakomerno jakostjo. Podrobne podatke o vetru si oglejmo na primeru urnih terminov za leto 1982. (slika 9) V večini mesecev, predvsem od decembra do aprila, močno prevladuje smer NW, septembra in oktobra pa prevladuje jugovzhodna smer. Običajno je jugovzhodnik takrat, kadar se pojavljajo orografske padavine ob advekciji topliga in vlažnega zraka iznad severnega Sredozemlja. Na splošno predstavlja jugovzhodnik deževno, severozahodnik pa suho vreme. So pa tudi izjeme. Jakost vetra je v hladni polovici za dobrih 40 % večja, kot v topli polovici leta, kar je popolnoma razumljivo, ker so v hladni polovici leta tudi v prosti atmosferi znatno močnejši zračni tokovi, kot poleti, ko se poti polarnih front umaknejo daleč proti severu. Najmočnejši vetrovi so iz severozahodne smeri, njihove hitrosti pa so v povprečju za 40 % večje, kot pri jugovzhodni smeri (slika 9). Pri manjših hitrostih, to je do 2 m/s, so pogostejše jugozahodne kot severozahodne smeri. Dolgoletne vrednosti vetra v klimatoloških terminih pokažejo največjo hitrost pri severnem vetru, a tudi pri vseh drugih smereh presežejo hitrosti 5 m/s. (slika 8)

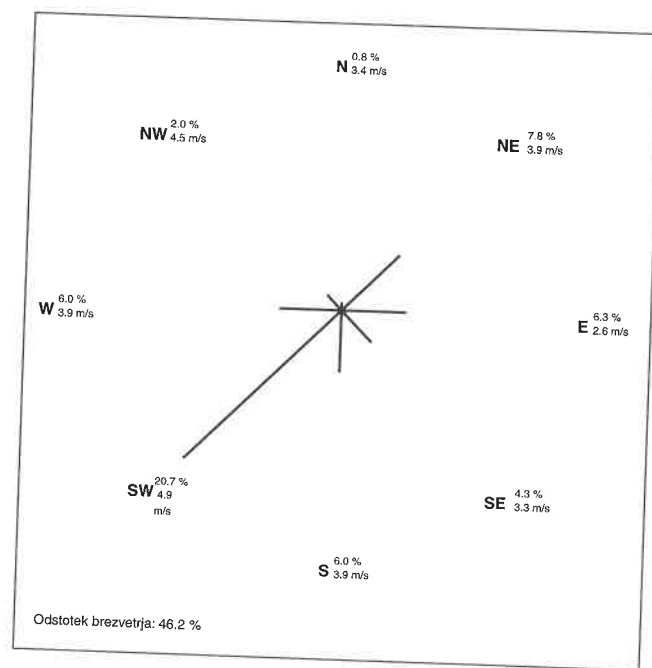
Vetrovne razmere na Komni in Voglu se bistveno razlikujejo od vetrovnih razmer na Kredarici. Hitrosti so znatno nižje, največje hitrosti so pri jugozahodni oziroma južni smeri. Iz severo-



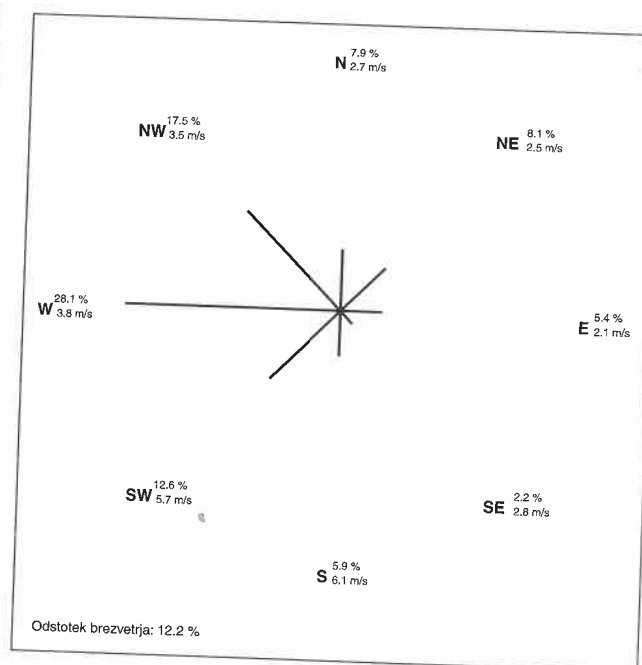
slika 8: Vetrovna roža za postajo Kredarica na podlagi klimatoliških meritev v obdobju 1961-1990.



slika 9: Vetrovna roža za postajo Kredarica na podlagi urnih meritev v letu 1982.



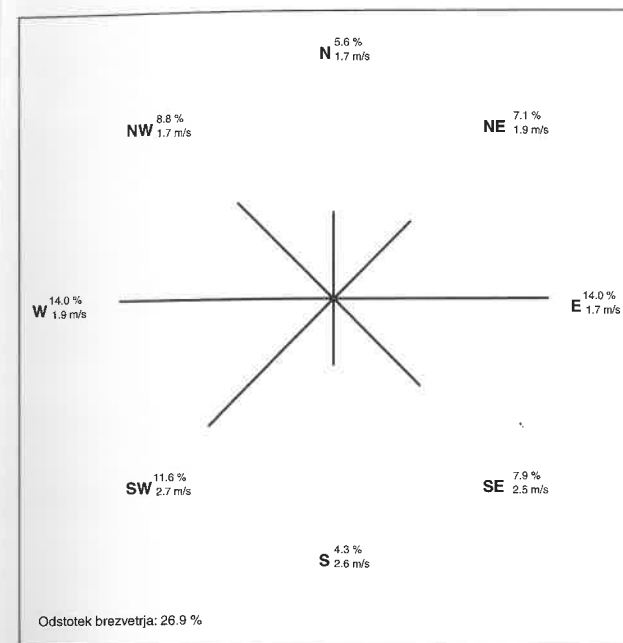
slika 10: Vetrovna roža za postajo Vogel na podlagi klimatoliških meritev v obdobju 1982-1990.



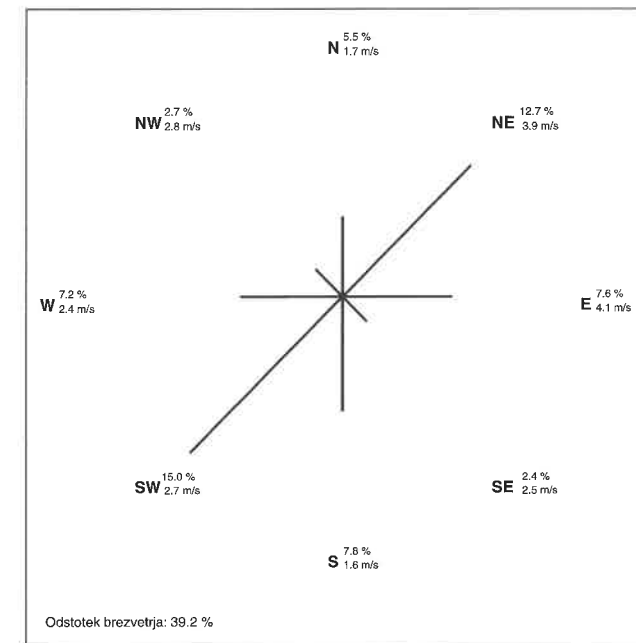
slika 11: Vetrovna roža za postajo Komna na podlagi klimatoliških meritev v obdobju 1961-1982.

zahoda in severa ni močnih vetrov, ker sta postaji v nekakšnem zavetju centralnih Julijskih Alp. Vogel leži na severnem pobočju južnobohinjskih gora in je razmeroma v zavetju. Ima kar 46 % brezvetrja, najpogostejši in tudi

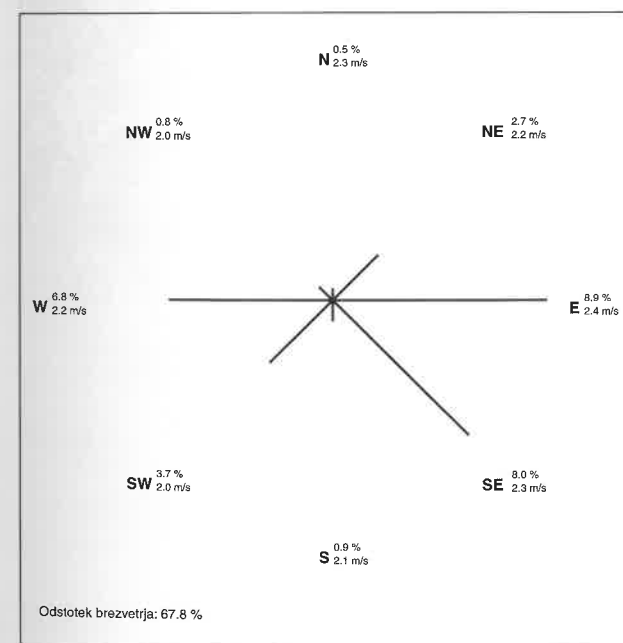
najmočnejši je jugozahodnik, druge smeri so manj zastopane, le od 0,8 do 7,8 % (slika 10). Bistveno različne so vetrovne razmere na Komni (slika 11), ki leži na obrobju majhne planote. Brezvetrja je celo manj, kot na Kredarici in



slika 12: Vetrovna roža za postajo Stara Fužina na podlagi klimatoliških meritev v obdobju 1961-1990.



slika 13: Vetrovna roža za postajo Bovec na podlagi klimatoliških meritev v obdobju 1961-1990.



slika 14: Vetrovna roža za postajo Rateče na podlagi klimatoliških meritev v obdobju 1961-1990.

znatno manj, kot na katerikoli opazovalni postaji v TNP-ju in okolici. Najpogostejši je zahodnik, ki mu sledita NW in SW veter. Druge smeri vetra so manj pogoste. Najmočnejši vetrovi so iz južne in SW smeri.

V Bohinjski kotlini je na nekoliko dvignjeni moreni meteorološka postaja v Stari Fužini. Na tej postaji so zastopane vse smeri vetra, s tem da le nekoliko prevladujeta smeri W in E s po 14 % primerov (slika 12). Brezvetrja, 27 %, je nekoliko več kot na Komni, vendar znatno manj kot na Voglu. Povprečna hitrost vetra je razmeroma majhna – le do 2 m/s. Seveda se pred prihodom fronte ali ob nevihtah pojavlja kar močan veter, a ker je to redkokdaj, povprečja skoraj ne spremeni. Prevladujejo lokalni vetrovi, pogojeni s smermi dolin, ki se stekajo na tem območju.

Postaja v Bovcu leži v dolini, ki je usmerjena NE-SW. Temu primerna je tudi roža vetrov (slika 13), katerih glavne smeri so prav tako iz SW in NE. Vetrovi so nekoliko močnejši, kot v Stari Fužini in so najmočnejši po dolini navzdol, torej iz smeri NE. Veter lahko piha iz katerikoli smeri, a znatno manj pogosto, kot iz glavnih dveh smeri. Je

39 % brezvetrja, kar je nekoliko manj kot na Voglu, a skoro dvakrat več kot v Stari Fužini.

Postaja v Ratečah je skoro na dnu doline, a je že na razvodnici med savskim in dravskim povodjem. Tu je kar 68 % brezvetrja. Glavne smeri vetra so E, SE in W. Vsota vseh drugih smeri vetra doseže komaj 9 %. Tudi povprečne hitrosti vetra so zelo majhne in v glavnem ne presežejo 2 m/s. To je najmanj prevetrena postaja na obrobju TNP-ja (slika 14), kajti ne samo, da je proti jugozahodu zaščitena s hribi, ima hkrati tudi zelo malo lokalnih - pobočnih ve-

trov. Navedeni primeri so samo potrдили, da so vetrovne razmere v TNP-ju odvisne predvsem od reliefa in seveda tudi od mikrolokacije.



Od lepega gozda so po pustošenju vrtnca leta 1987 ostala le posamezna drevesa. (foto: M. Trontelj)

PADAVINE

Padavine so meteorološki element, ki je krajevno in časovno zelo spremenljiv. Skoro nemogoče je najti zakonitosti, na osnovi katerih bi bilo mogoče izdelati prostorski prikaz tega pojava z veliko natančnostjo (vsaj $\pm 10\%$). Padavinske karte so zato ponavadi izdelane za daljša (običajno 30-letna) časovna obdobja in nam prikazujejo približno razporeditev količine padavin. Kakovost takšnih kart je zelo odvisna od avtorja, ki je po svoji presoji upošteval različne faktorje, in predvsem od tega, kako je upošteval lokalne značilnosti, ki so zelo odvisne od mikro- in mezorazmer in jih je pri izdelavi prostorskega prikaza najtežje upoštevati.

Že same meritve padavin so nenančne, ker ne upoštevajo različnih vplivov, kot so: vpliv vetra, omočenost notranjega dela ombrometra in izhlapevanje. Seveda je velikost teh vplivov

odvisna od temperature, vlage in količine padavin, pri vplivu vetra pa od vrste padavin (dež-sneg) in od spektra deževnih kapljic ali snežink. Ker ni podatkov o vetru na višini ombrometra in o spektrih kapljic oziroma snežink, si za korekcijo pri meritvah padavin pomagamo s posrednimi metodami, vendar o tem več pri meritvah padavin.

Tri vrste padavinskih situacij povzročajo glavnino padavin v TNP-ju, ki so si po krajevni razporeditvi zelo različne.

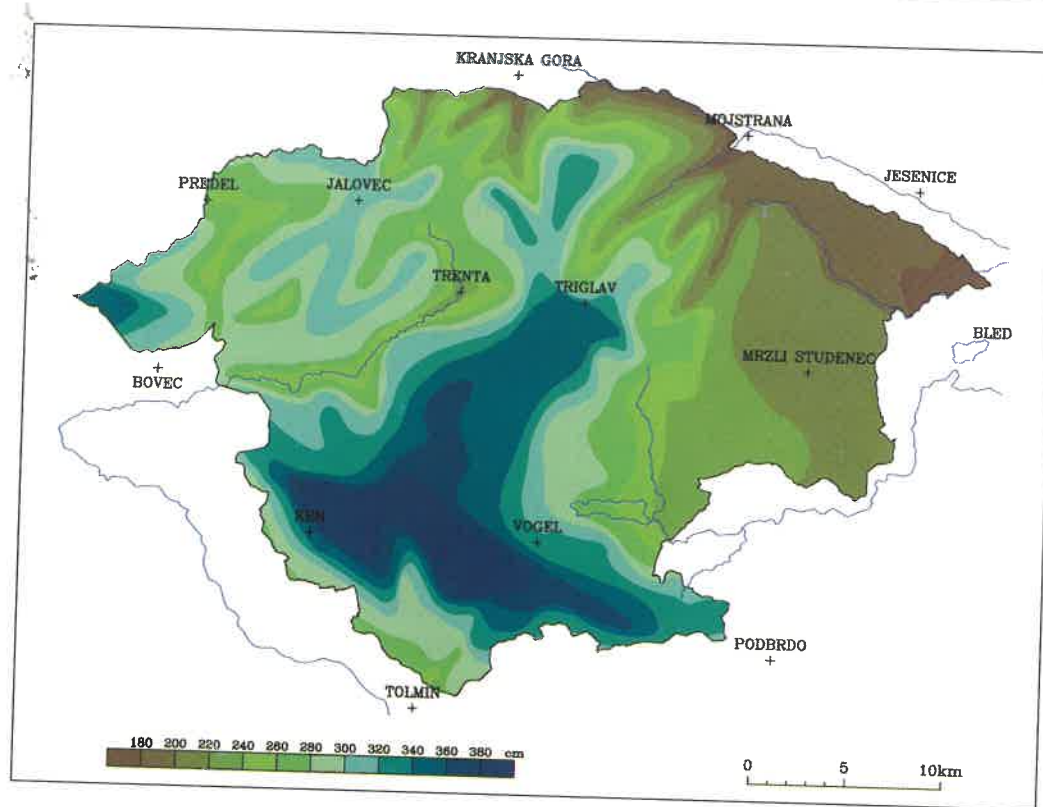
Konvektivne padavine se v glavnem pojavljajo od maja do julija v posameznih celicah in so pogosto spremljane z bliskanjem in grmenjem. Nastajajo zaradi močnega ogrevanja prizemne plasti zraka in so lahko lokalno zelo omejene. Dnevne padavinske karte je za takšne primere skoro nemogoče izdelati. V dolgoletnem povprečju naj bi se količina padavin ploskovno znatno izravnala, vendar so posamezna območja s pogostejšimi nevihtami, kjer je zato tudi dolgoletno povprečje padavin večje. Na pojavljanje padavinskih celic vpliva okolica s svojo podlago in ekspozicijo, ki omogoča, da se predčasno sproži termična konvekcija.



Oblak na privetrni strani grebena zaradi dviganja vlažnega zraka. (foto: M. Trontelj)

Frontalne padavine se pojavljajo vse leto. Tudi te so v topli polovici leta pogosto spremljane z nevihtami in padavine so močnejše v posameznih celicah. V hladni polovici leta so padavine bolj umerjene. Količina padavin je odvisna od tokov v prosti atmosferi in od smeri približevanja hladne fronte. Glavnina padavin pade, ko v prosti atmosferi prevladujejo jugozahodni vetrovi v ciklonalni cirkulaciji.

Orografske padavine se pojavljajo predvsem v ciklonalni advekciji raz-



slika 15: Povprečne letne količine padavin za obdobje 1961 - 1990 (korigirane padavine).

meroma toplega in vlažnega zraka, kar je najpogosteje v jesenskem in deloma zimskem času. So lahko zelo intenzivne in trajajo tudi do nekaj dni (2). Te padavine nastanejo, kadar se ob gorskih pregradah dviga zelo vlažen zrak, ki priteka iznad Sredozemlja. Prva pregrada sta planoti Trnovski gozd in Banjščice, kjer se pojavijo orografske padavine, vendar v večini primerov dobijo največ padavin območja južnih delov Julijskih Alp. Padavine se običajno povečujejo z naraščajočo višino, vendar ne vedno. Pri ozkih dolinah je lahko količina padavin skoro enaka, kot na večjih višinah, posebno še, če veter piha skoro pravokotno ali vsaj pod znatnim kotom na dolino (padavinska postaja Žaga). Količina padavin nad nekimi območjem je odvisna tudi od labilnosti atmosfere in od oddaljenosti od prve gorske prepreke. Vsi ti vzroki, ki jih je tudi potrebno upoštevati pri risanju padavinskih kart, kažejo, da so skupno bolj pomembni, kot sama višina gorske prepreke. (Ob-

močje Triglava dobi ob nekorrigiranih meritvah veliko manj padavin, kot širše območje Komne). Za izdelavo padavinske karte smo upoštevali vse razpoložljive podatke, izmerjene z ombrometri in korigirane po vplivu vetra in omočenosti ombrometra. Upoštevane so bile tudi vrednosti, dobljene s pomočjo totalizatorjev (priprave za merjenje letnih padavin), predvsem na območju Zadnjega Vogla in Bogatinskega sedla. Oba totalizatorja prikazujeta več padavin, kot merske postaje na Voglu in Komni.

Število dni s padavinami

Najmanjša količina padavin, ki jo še merimo, je 0,1 mm. V TNP-ju je letno v povprečju od 136 do 174 dni, ko je padlo vsaj 0,1 mm padavin. Največje število takšnih dni ima Kredarica (prši tudi iz megle), najmanjše število pa imajo kraji v Soški dolini.

V TNP-ju je letno v povprečju od 136 do 174 dni, ko je padlo vsaj 0,1 mm padavin.

	>= 0,1 mm	>= 1 mm	>= 10 mm	>= 20 mm
St. Fužina	156	123	59	36
Dom na Komni	143	131	72	47
Kredarica	175	146	61	31
Rateče	148	116	49	25
Bovec	150	122	62	40
Pl. pod Golico	144	117	53	28

preglednica 1: Povprečno letno število dni s padavinami: nad 0,1, 1, 10 in 20 mm v obdobju 1961-1990.

	jan.	feb.	mar.	apr.	maj	jun.	jul.	avg.	sep.	okt.	nov.	dec.
St. Fužina	9,0	8,5	9,5	11,6	12,0	13,4	11,8	10,7	9,2	8,6	10,0	8,3
Dom na Komni	8,9	8,9	10,0	11,9	14,2	13,8	12,9	11,4	9,8	9,8	10,7	8,5
Kredarica	10,2	10,1	11,7	14,4	15,0	16,1	14,3	12,9	10,1	9,4	11,3	10,2
Rateče	7,0	7,2	8,8	10,8	12,1	13,4	11,7	10,6	8,8	8,1	9,3	7,6
Bovec	7,9	7,6	9,4	11,7	13,3	14,0	11,9	10,5	9,0	8,7	9,8	7,4

preglednica 2: Povprečno mesečno število dni s padavinami nad 1 mm v obdobju 1961-1990.

	jan.	feb.	mar.	apr.	maj	jun.	jul.	avg.	sep.	okt.	nov.	dec.
St. Fužina	2,5	2,5	2,3	2,8	3,0	3,1	2,8	3,1	3,1	3,4	4,4	3,1
Dom na Komni	3,0	2,5	3,8	4,5	4,0	4,4	3,6	3,6	3,8	4,4	5,3	4,0
Kredarica	1,4	1,2	1,6	2,1	2,4	3,4	3,1	4,0	3,2	3,3	3,2	1,8
Rateče	1,3	1,1	1,4	2,1	2,3	2,1	2,0	2,7	2,6	2,3	3,1	1,8
Bovec	2,8	2,4	2,8	3,6	3,7	3,7	2,9	2,8	3,2	3,9	4,5	3,4

preglednica 3: Povprečno mesečno število dni s padavinami nad 20 mm v obdobju 1961-1990.

Tudi v naslednji stopnji, ko pade na dan vsaj 1 mm padavin, ima še vedno največ takšnih dni Kredarica, in sicer 146, drugi kraji v TNP-ju imajo med 119 in 131 dni s tolikšno količino padavin.

Razporeditev pa je drugačna, če za spodnji prag upoštevamo 10 mm na dan. Največ takšnih dni ima Komna - 77, Kredarica jih ima le še 61, Gornjesavska dolina pa pod 51, torej ima severno in severovzhodno obrobje TNP-ja že kar znatno manjše število takšnih dni.

Pri dneh z več kot 20 mm padavin je razlika med južnimi in severnimi območji TNP-ja še večja. Komna in Lepena imata po 50 takšnih dni, Gornjesavska dolina pa le še okoli 25. Pri tem se že jasno vidi, da količina padavin z oddaljenostjo od prvih višjih gorskih pregrad pojema. (Tu obravnavamo samo neposredno izmerjene padavine in ni upoštevan vpliv vetra, ki se z nadmorsko višino povečuje). Tudi največje dnevne količine padavin so bile zabeležene na območju Vogel-Komna-

Lepena-Žaga (več kot 200 mm v enem dnevu).

Največje število dni s padavinami nad 1 mm je v TNP-ju junija (preglednica 2) in nad 20 mm novembra, razen na Kredarici, kjer bi bilo potrebno padavine korigirati zaradi vetra (preglednica 3).

Najbolj namočen mesec, torej mesec, ko pade največ padavin, je v TNP-ju november, sledi mu oktober. Prav v oktobru so tudi največje razlike v količini padavin. Lahko ni padavin, lahko pa jih je ekstremno veliko.

Glavni minimum padavin je v mesecu februarju (slika 15), in to na celotnem območju TNP-ja. Mesečna količina padavin nato postopno narašča do meseca maja ali junija, ko je na večini postaj sekundarni maksimum, nato upadajo do julija, ko je sekundarni minimum, sledi ponoven porast do novembra, ko je glavni maksimum padavin, nakar upadajo do februarja, ko se ciklus zaključí. Meseca junija imajo maksimalno količino padavin kraji na Primorskem, ki so bolj oddaljeni od najvišjih gorskih pregrad, in Stara Fužina, maja pa kraji, ki so bližji centralnemu delu Alp oziroma kraji z najmočnejšimi orografskimi padavinami (8). Poleg tega so še izjeme, ki popolnoma ne sledijo temu razporedu. To so Rateče, kjer ni izrazitih orografskih padavin. Neizrazit maksimum padavin imajo sicer v novembru, sekundarni maksimum je v avgustu, sekundarnega minimuma pa skoraj ni. Poudariti pa je potrebno, da imajo Rateče v vseh mesecih manj padavin, kot katerakoli postaja v širšem območju TNP-ja. Nekoliko drugačen hod mesečnih padavin ima tudi Komna, vendar izgleda, da le zaradi krajšega časovnega niza, saj ima

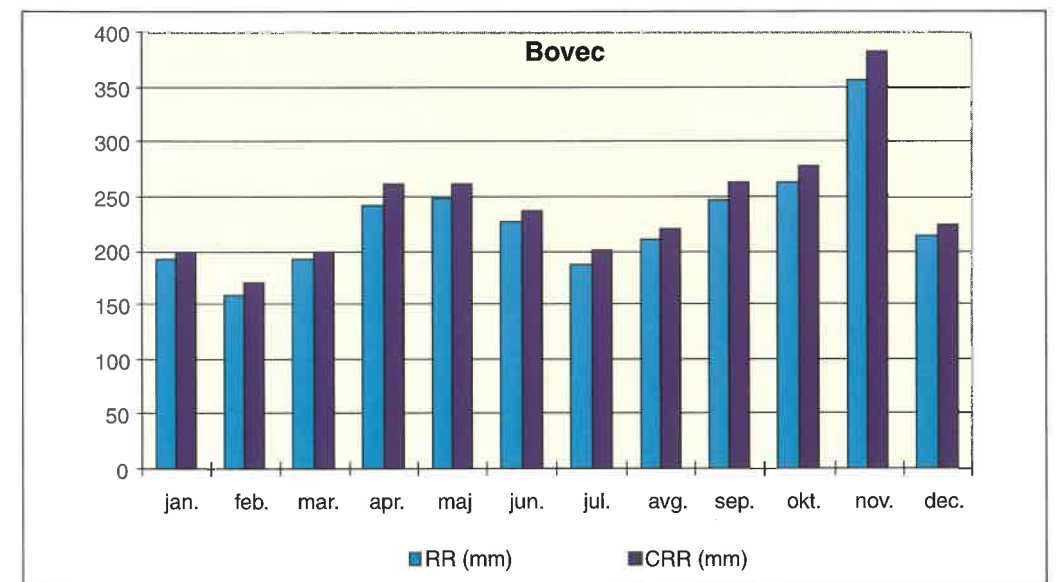
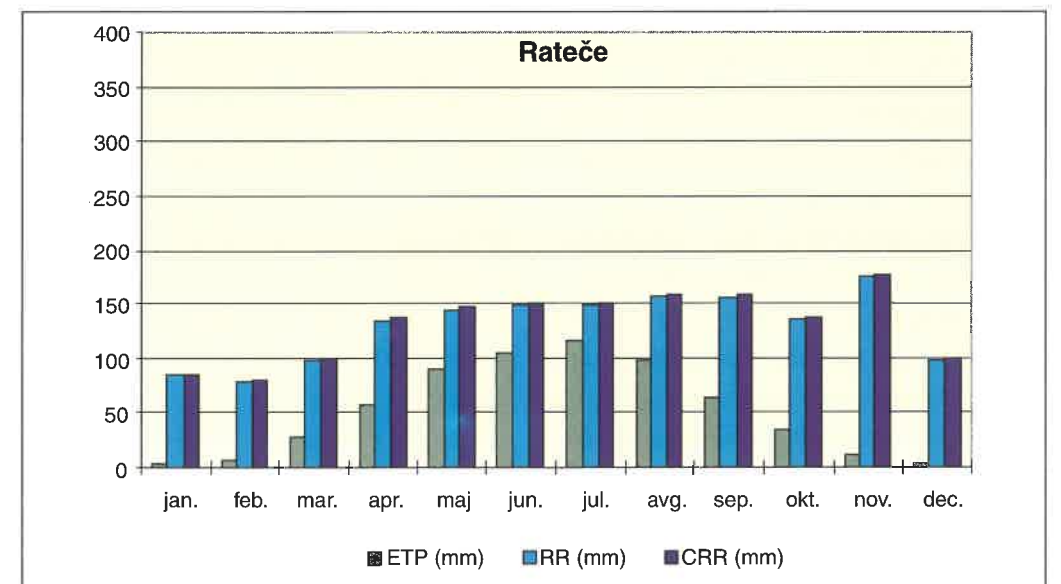
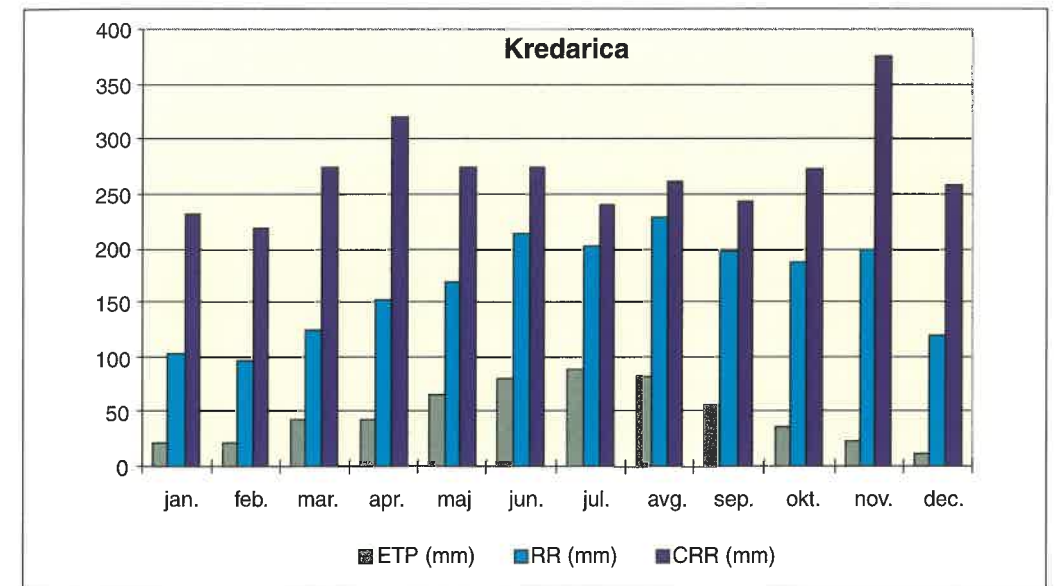


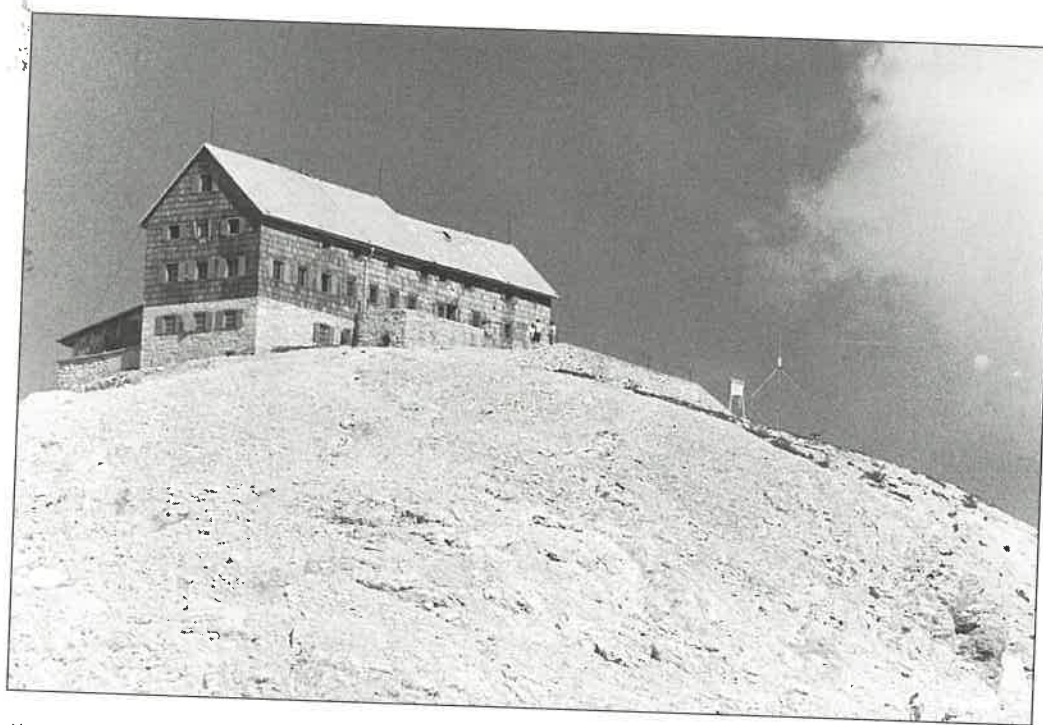
Z dežemerom – totalizatorjem merimo celoletno količino padavin. (Velo polje)

sekundarni maksimum že v aprilu in sekundarni minimum v septembru. V poletnih mesecih izgleda, da ima Komna kar veliko konvektivnih padavin, saj jih ima več kot katerakoli druga postaja. Od drugih postaj povsem odstopa Kredarica, ki ima glavni maksimum avgusta, vendar je ta hod le navidezen, ker pri izmerjenih padavinah ni upoštevan vpliv vetra, ki se pozna predvsem pri snežnih padavinah, ko se lahko zgodi, da na Kredarici izmerijo samo 20 % dejanskih padavin. Če pri Kredarici upoštevamo vpliv vetra na merjenje padavin, dobimo podoben hod mesečnih padavin, kot na drugem, širšem območju TNP-ja.

V oktobru so največje razlike v količini padavin. Lahko ni padavin, lahko pa jih je ekstremno veliko.

slika 16: Povprečne mesečne izmerjene (RR) ter korigirane (CRR) količine padavin in evapotranspiracija (ETP) za različne postaje v obdobju 1961-1990.





Lega meteoroloških instrumentov ob starem domu na Kredarici. (foto: M. Garbajs)

Če primerjamo celotno obdobje 1961-1990 in njegovo zadnjo dekada, opazimo, da je v slednji padlo manj padavin. Izjema je Kredarica, kjer je v zadnji dekadi za 8 % več padavin, vendar padavinski niz na Kredarici ni homogen, pa čeprav se postaja ni premaknila. Vzrok, zakaj se je količina padavin na Kredarici v osemdesetih letih povečala, nam zaenkrat ni znan. Sicer pa se je

količina padavin v celotnem območju TNP-ja in v širši okolici zmanjšala. Največje zmanjšanje je zabeleženo v skrajnem severozahodnem delu (Rateče, izvir Soče), več kot 10 %, drugod med 5 in 10 %, le v skrajnem jugozahodnem delu med 3 in 5 %.



Novi, razširjeni dom se je približal meteorološkimi instrumentom. (foto: M. Trontelj)

	izmerjene (mm)	korigirane (mm)
Predel	2283	2494
Log pod Mangartom	2438	2503
Bovec	2735	2826
Plužna	2953	3035
Soča	2353	2423
Lepena	3018	3126
Krn	2668	2793
Trenta	2243	2315
Dom na Komni	2934	3417
HE Savica	2915	2983
Kneške ravne	2994	3100
Stara Fužina	2333	2389
Vogel	3077	3367
Rut	2418	2540
Podbrdo	2289	2340
Sorica	2915	2984
Boh. Bistrica	2198	2259
Gorjuše	2030	2149
Nomenj	1877	1968
Bled	1519	1575
Kranjska Gora	1662	1730
Rateče	1563	1622
Kredarica	1994	3228
Mojstrana	1648	1715
Zg. Radovna	1905	1978
HE Radovna	1937	(1983)
Hrušica	(1584)	1678
Planina pod Golico	1795	1907
Jesenice	1551	1598
Javorniški rovt	1978	2047

preglednica 4. Prikaz izmerjenih in korigiranih povprečnih letnih količin padavin za različne kraje v obdobju 1961-1990.

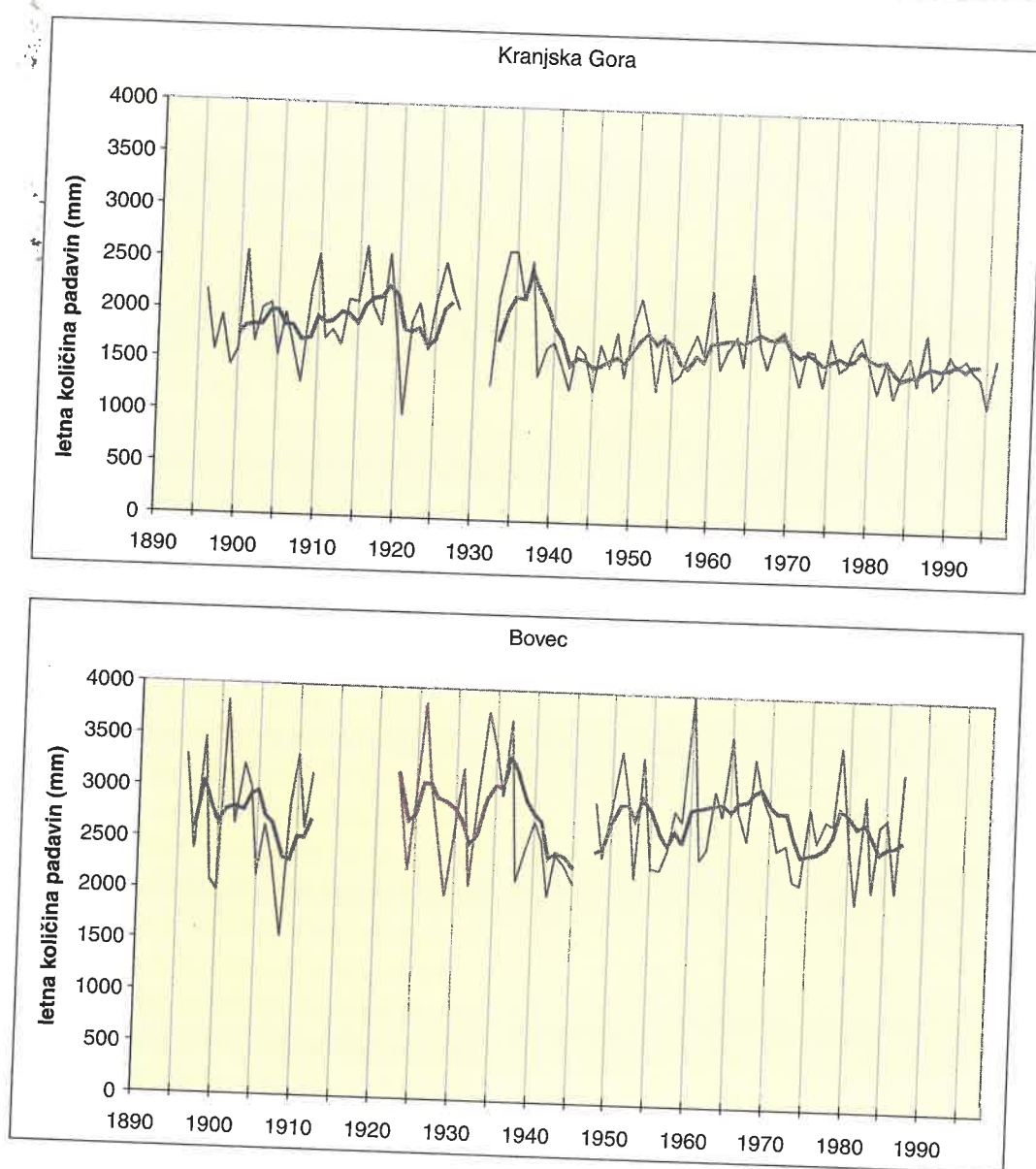
Za daljše časovne nize imamo le nepopolne podatke, izmerjene pri elektrarni Radovna (od 1919) in na Mrzlem Studencu na Pokljuki (od leta 1913). Količina padavin iz leta v leto zelo niha, zato za glajenje krivulj uporabljamo drseče petletne vrednosti.

Najbolj strnjen niz padavinskih opazovanj, od 1896 do 1994, ima Kranjska Gora. Manjkajo le triletna opazovanja od 1929. do 1931. leta. Izgleda, kot da je celotni niz sestavljen iz dveh delov. Za prvi del, do leta 1937, je značilno, da količina padavin iz leta v leto zelo močno niha in so dosežene ekstremno visoke, pa tudi ekstremno nizke letne količine padavin. V drugem delu, od leta 1938 naprej, so odstopanja od povprečnih letnih padavin znatno manjša, pa tudi dolgoletno povprečje količine padavin se znatno zniža (slika 17).

Na južni strani TNP-ja smo za primerjavo vzeli postajo Bovec, ki pa ima v nizu meritev več prekinitev. Medletne razlike v količini padavin so na tej postaji znatno večje. Opazen skok v letni količini padavin je bil prav tako leta 1938, nato so se po letu 1950 količine padavin ponovno povečale in so dosegle maksimum leta 1960, nakar je zaznaven ponoven trend upadanja. Medletne razlike so tudi v tem drugem delu obdobja znatno višje, kot so v Kranjski Gori (slika 17). Ta medletna nihanja povzročajo še posebno jesenske padavine oktobra in novembra, ki so lahko izjemno intenzivne ali pa povsem izpadejo. Večkrat govorimo celo o dolgem brezpadavinskem obdobju (slika 18). V Kranjski Gori orografske padavine oktobra in novembra še zdaleč niso tako intenzivne, kot v drugem delu TNP-ja, predvsem v Posočju.

Pojav izjemno močnih padavin

Izjemno močne padavine nastanejo ob naglem dviganju vlažnega in razmeroma toplega zraka. V naravi poznamo več različnih vzrokov za pojav močnih padavin.



slika 17: Letne količine padavin in zglajene po penta-dah za postaji Kranjska Gora in Bovec.

V poletnih nevihtnih oblakih, ki so deloma termičnega izvora, so vzponske hitrosti tudi do 40 m/s. Temu sledijo izjemno močni nalivi, ki običajno trajajo zelo kratek čas in le redkokdaj več ur. Lahko pa v eni uri pade tudi okoli 100 litrov padavin na m². Nevihtne celice so manjšega obsega, zato so lahko močni nalivi le na majhnih območjih. V takšnih primerih se v ljudski govornici uporablja izraz "oblak se je utrgal".

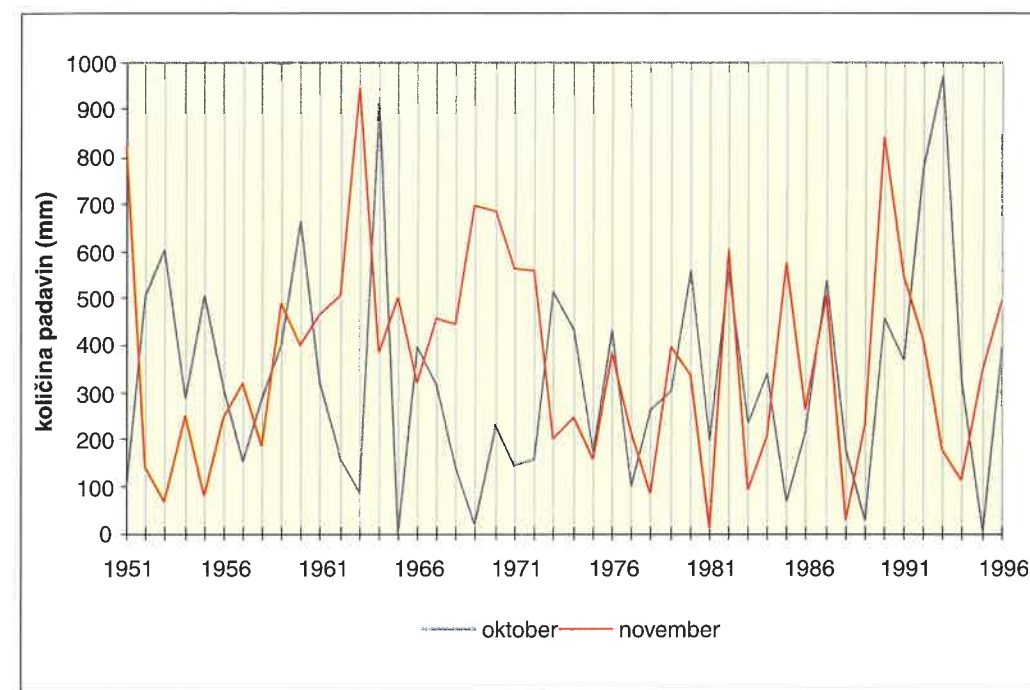
Izraziti oblaki vertikalnega razvoja nastajajo poleti ob prehodih hladnih front (9). Ob njih nastane cela skupina nevihtnih celic, ki lahko povzročijo

zelo intenzivne padavine, vendar so v teh primerih bolj trdožive in zajamejo večja območja. Od zračnih tokov in hitrosti pomika hladne fronte je odvisen čas trajanja padavin, ki je običajno manj kot 12 ur (9).

Ciklonalne padavine nastajajo zaradi splošnega dviganja zraka v območju nizkega zračnega pritiska. Lahko so dolgotrajnejše, vendar niso tako intenzivne, kot pri nevihtnih oblakih. Posebne vrste padavin so t. i. orografske padavine, ki nastanejo zaradi dodatnega dviganja vlažnega in razmeroma toplega zraka ob gorskih ovirah. Te vrste

Ob poletnih nevihtah lahko v eni uri pade tudi okoli 100 litrov padavin na m².

slika 18: Količina padavin v oktobru in novembru po posameznih letih. (Dom na Komni do leta 1981, nato Vogel)



padavin zelo redkokdaj nastanejo same. Običajno so povezane s ciklonalnimi padavinami, zelo pogosto pa se pojavljajo ob nastanku sekundarnega ciklona pred prihodom hladne fronte. Najbolj izdatne padavine dobimo ob kombinaciji ciklonalnih in orografskih padavin.

Najvišja možna 24-urna količina padavin (povratna doba 10.000 let), izračunana po Nemetzovi metodi na osnovi podatkov iz obdobja 1950-1979, je za južna območja TNP-ja nekaj nad 550 mm, za severna območja pa okoli 400 mm (9). Maksimalne urne količine so okoli 100 mm, nobena redkost pa niso količine okoli 30 mm na uro. Pri še krajših časovnih intervalih je jakost padavin lahko še znatno večja.

Za močnejše poplave v TNP-ju niso dovolj samo dolgotrajne padavine, temveč so dodatno potrebni še nekajurni izjemno močni nalivi. Ti povzročijo uničujoč visoki val v že tako prepolnih vodnih strugah (9).

VODNA VSEBINA V SNEŽNI ODEJI IN MERJENJE PADAVIN

Višino snežne odeje v gorskem svetu TNP-ja merimo na Kredarici in Voglu vsakodnevno kot redna meteorološka opazovanja. Višino snežne odeje na Kredarici ne merijo na opazovalnem prostoru, tam namreč veter pogosto odpiha sneg. Da bi se temu izognili, oziroma da bi dobili boljše podatke, so postavljeni snegomeri na spodnjem obrobem delu triglavskega ledenika. Postavljeni so štirje snegomeri na nekoliko dvignjenem delu v medsebojni razdalji okoli 30 m. Teren na tem delu je valovit in položen, plazovom, razen v izjemnih primerih, ni dosegljiv.

Vetrovi različnih smeri različno vplivajo na stanje snežne odeje pri posameznem snegomeru, vendar je pov-



Snegomeri na triglavskem ledeniku. (foto: J. Gartner)

preček meritev treh snegomerov dober približek višine snežne odeje na tem območju. Vsebnost vode se meri 4 m severno od snegomera, št. 3. Snegomeri so iz dveh oziroma treh delov 3-metrskih vodovodnih cevi, na 1 m prebarvani črno-belo, da jih lahko ob lepem vremenu z daljnogledom opazujejo s Kredarice. Postavijo jih vsako jesen na označenih mestih, najprej prvi del (3 m), nato pozimi, ko se snežna odeja približa 3 metrom, še drugi in kasneje, če je to potrebno, še tretji del. V nasprotnem vrstem redu se pospravljajo pomladi oziroma poleti. Stalno nameščeni snegomeri niso možni, ker bi jih debela snežna odeja ob sesedanju, zaradi nagnjenega terena, v dveh zimah popolnoma ukrivila.

Nekaj značilnosti posameznih snegomerov:

- Snegomer, št. 1: običajno ni upoštevan, ker veter na začetku zime, zaradi

dvignjenega terena, skoraj ves sneg odpiha, dokler snežna odeja ne izravnava vsega terena.

- Snegomer, št. 2: na tem mestu veter na začetku zime nekaj snega napiha, nato kaže razmeroma točno.
- Snegomer, št. 3: v vsej zimi ni veliko razlik, vendar veter snega nekoliko več odpiha, kot napiha.
- Snegomer, št. 4: na tem mestu ima veter najmanj vpliva, je na mestu, kamor je pred leti še segal ledenik. Slaba stran lege snegomera je, da ga doseže plaz, ko gre preko celotnega ledenika, tudi čez položni del.

Običajno snežna odeja ni najdebelejša v času največje vsebnosti vode, temveč nekoliko prej, ko snežna odeja še ni v celoti prekrizalizirana.

Za višino novozapadlega snega se na Kredarici uporablja meritev izpod ledeni-

Za višino novozapadlega snega se na Kredarici uporablja meritev izpod ledenika.

ka. Ta podatek pa ni uporaben za merjenje skupne višine snežne odeje, ker je ta kraj preveč v senci in je v pogorju le malo podobnih leg, kot je ta planota pod ledenikom.

Podobno kot na Kredarici merijo vsebnost vode v snežni odeji tudi na Voglu in Komni. Na teh dveh mestih tudi pozimi velikokrat dežuje, in to predvsem ob močnih padavinah, ko pihajo topli in vlažni jugozahodni vetrovi. Ta deževnica večinoma odteče in ni zajeta v vodni zalogi skupne snežne odeje. V novembru na višini 1500 m še vedno prevladujejo dnevi s tekočimi padavinami, decembra jih je le še 25 %, januarja okoli 8 %, februarja 5 %, marca okoli 15 % in aprila že okoli 40 % dni. Maja in oktobra je samo okoli 10 % dni s trdnimi padavinami, in še takrat zapadla snežna odeja razmeroma hitro skopni. Maja in oktobra so na 1500 m kar znatne pozitivne temperature. Deževne padavine od novembra do meritev gostote snega niso zajete v snežni odeji in nam zato meritve gostote po vsej debelini snežne odeje ne predstavljajo celokupne množine padavin, ki so padle v zimskem času. V zgodnji pomladi, to je marca in aprila, so temperature na tej višini že velikokrat znatno nad ničlo in se zato sneg že tali, pa tudi sonce ima že občutno večjo moč, kar prispeva k dodatnemu taljenju snega. Vsebnost vode v snežni odeji predstavlja v tem primeru pomemben podatek za količino vodne zaloge, ne moremo pa ga neposredno uporabiti za vrednotenje količine padavin v zimskem času.

Pokaže se, da je na Kredarici izmerjena znatno premajhna količina padavin glede na vodno zalogo v snežni odeji.

Na merski točki pod triglavskim ledenikom nam vodnost snežne odeje vsaj približno predstavlja tudi količino padavin v zimskem in pomladnem času ali pravilneje nekako od novembra do

konca maja, oziroma do datuma, ko so bile opravljene meritve.

Na Kredarici lahko sneži vsak mesec v letu, vendar se v poletnih in zgodnjih jesenskih mesecih snežna odeja ne obdrži. Kot nekakšen pričetek za nastajanje nove snežne odeje smo vzeli sredino oktobra. Zaradi lažje obdelave smo privzeli, da padavine v drugi polovici oktobra upoštevamo kot novo snežno odejo, pa čeprav se tudi ta včasih še stali. Tudi tekoče padavine se, razen v januarju in februarju, pojavljajo vse leto, le da močno prevladujejo od junija do septembra, oktobra jih je malo nad 30 % in maja 20 %. Privzamemo, da tekoče padavine med oktobrom in majem nadomestijo morebitno snežno odejo pred 15. oktobrom in zato predpostavimo, da nam snežna odeja kaže celotno količino padavin med 15. oktobrom in časom merjenja gostote snega.

Pokaže se, da je na Kredarici izmerjena znatno premajhna količina padavin glede na vodno zalogo v snežni odeji. Vzrok za to moramo iskati v načinu meritve količine padavin. Količino padavin namreč merimo na horizontalni podlagi z ombrometrom, ki ima odprtino 200 ali 500 kv. centimetrov. Če ni vetra, so te meritve kar natančne. Napake nastanejo zaradi vetra in so odvisne od njegove hitrosti in od hitrosti padajočih kapljic oziroma snežink. Ta hitrost pa je odvisna od velikosti kapljic ter od teže, velikosti in oblike snežink, ledenih kristalov, zrn toče, sodre ali babjega pšena. Hkrati pa je odvisna tudi od oblike ombrometra, kajti le-ta je ovira za veter, njegova oblika pa vpliva na vetrovne razmere nad samo odprtino. Vseh teh problemov se ne da teoretično rešiti, ker ni dovolj vhodnih podatkov. Zato so izvedli empirične

meritve pri različnih meteoroloških pogojih in oblikah oziroma sestavi merskih inštrumentov. Sestavili so aparaturo, pri kateri se močno zmanjša vpliv vetra na merjenje količine padavin. Vzporedno s takšno aparaturo so količino padavin merili tudi z običajnimi ombrometri, ki so v splošni uporabi. Tako so na posameznih mestih določevali uskladitvene funkcije oziroma koeficiente za posamezne hitrosti vetra (10). Ker so padavine v različnih krajih zelo različne, tako po jakosti, kakor po spektru vodnih kapljic ali obliki snežnih padavin, ki so močno odvisne tudi od temperature, je uporaba takšnih faktorjev le zelo grob približek. Če pa upoštevamo, da so pri nas padavine znatno intenzivnejše, kot drugod po Evropi, je ta približek še bolj grob. Uporabnost uskladitvenih koeficientov zato zelo grobo preverjamo s pomočjo vodne bilance, in to samo za dolgoletno povprečno letno količino padavin, ne glede na to, ali so bile padavine v tekočem ali trdnem stanju. Količino padavin v trdnem stanju je v visokogorskem svetu mogoče preverjati s količino vodne zaloge v snežni odeji.

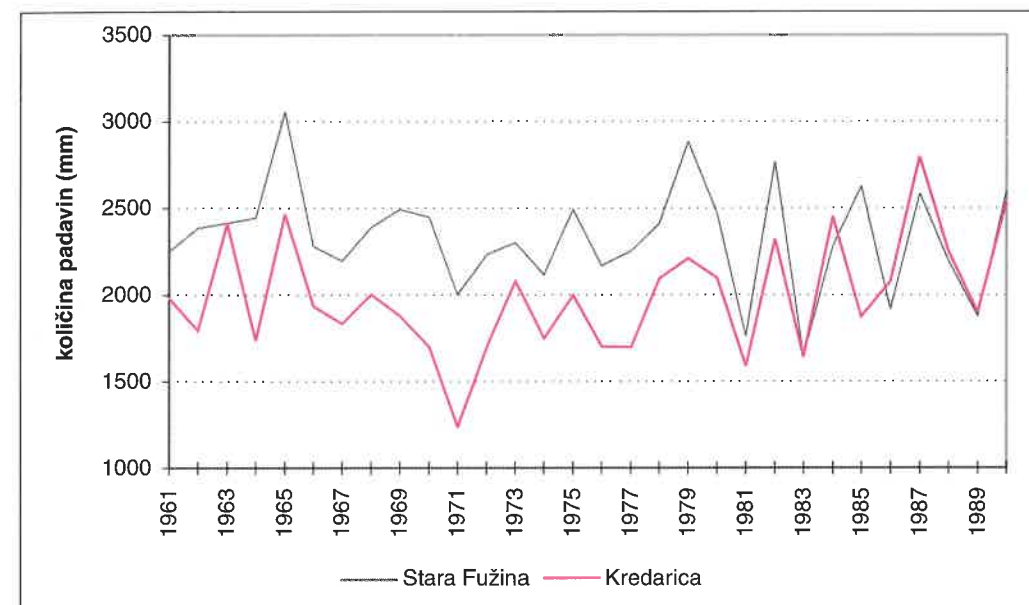
Razmeroma zelo natančno je bila izmerjena količina vodne zaloge v snežni odeji v 13 letih, in sicer od 1978 do 1993, z izjemo let 1980, 1986 in 1990, ko ni bilo meritev. Za postajo Kredarica so bile za ista leta ovrednotene količine padavin od 15. oktobra prejšnjega leta do dneva meritve količine vodne zaloge v snežni odeji. Vedno je bilo znatno več padavin pod južnim robom ledenika (izračunano na osnovi količine vodne zaloge v snežni odeji), kot je bilo izmerjeno na meteorološki postaji Kredarica. Ta razpon je od 51 % v letu 1989 do 195 % v letu 1978. Je znatno večji v letih 1978-1983, kot od 1984 naprej. Izgleda,

da je padavinski niz na Kredarici nehomogen, vendar o tem kasneje, v tej primerjavi ga bomo upoštevali kot homogenega.

Za enako časovno obdobje, kot smo primerjali količino vodne zaloge v snežni odeji z izmerjenimi količinami padavin na Kredarici, smo računali popravke s korekcijskimi faktorji. Za vsak padavinski dan smo glede na veter in vrsto padavin upoštevali korekcijske koeficiente (10). Za nas ti koeficienti niso neposredno uporabni, ker smo tako dobili kar za 81 % več padavin, kot smo jih izmerili v snežni odeji. Tudi povprečna letna količina padavin na Kredarici bi bila s takšnim popravkom kar 4884 mm, kar je odločno preveč. Napravili smo več poskusov in ugotovili, da se najbolj približamo količini, določeni z vodnimi razmerami v snežni odeji, če upoštevamo pri izmerjenih količinah padavin popravljen faktor f tako, da mu odštejemo četrtno razlike $(1-f)$. Tako popravljene količine se ujemajo do leta 1983, vendar ne vemo, zakaj so se kasneje količine padavin na Kredarici povečale v primerjavi s količino vodne zaloge v snežni odeji pod ledenikom. Ena od razlag je, da se je stavba planinskega doma na Kredarici po dograditvi približala merskemu mestu za padavine. (glej slike na strani 32). Z novogradnjo so se spremenile mikrorazmere pri ombrometru, veter je verjetno na tem mestu šibkejši in zato namerimo večjo količino padavin. Mersko mesto za merjenje vetra je nekoliko oddaljeno od doma in se zato tam vetrovne razmere niso spremenile. Domnevo o nehomogenosti padavinskega niza na Kredarici potrjuje tudi primerjava izmerjenih količin padavin na Kredarici s količinami v Stari Fužini. V 30-letnem nizu so v Stari Fužini do leta 1982 izmerili znat-

Vedno je bilo znatno več padavin pod južnim robom ledenika (izračunano na osnovi vodne zaloge v snežni odeji), kot izmerjeno na meteorološki postaji Kredarica.

slika 19: Letne količine padavin, izmerjene na Kredarici in v Stari Fužini.



no več padavin, kot na Kredarici, od leta 1983 naprej pa izmerijo na obeh merskih mestih približno enako količino padavin.

Kredarica ni najbolj primerna postaja za usklajevanje korekcijskih količnikov, ker so poleg vetra še drugi vplivi. Tudi če bi bile količine padavin pravilno izmerjene, kar pomeni, če bi popolnoma izločili vpliv vetra, bi bila količina padavin še vedno različna od one pod triglavskim ledenikom. Triglavski ledenik in tudi Kredarica dobta zaradi Triglava, ki leži jugozahodno od obeh mest, manj padavin, ker sta v zavetju gorskega vrha in zrak ob jugozahodnih vetrovih večinoma obteka triglavski greben. Ker v visokogorju skoraj nimamo nobenega reprezentativnega mesta za merjenje padavin, si za določitev povprečnih letnih količin padavin pomagamo z vodno bilanco, kjer v primerjavi s padavinami znatno bolje poznamo količino odtokle vode in izhlapevanje.

Na Kredarici v času od oktobra do maja močno prevladujejo trdne padavine, pri čemer so januarja in februarja samo snežne, marca se zelo redko po-

javijo mešane padavine, aprila pa so bile v 30 letih dvakrat samo deževne in 20-krat mešane padavine. Snežne padavine se lahko pojavljajo vse leto. V tridesetletnem obdobju je bilo avgusta 36 primerov in julija 41 primerov snežnih padavin. Ker ob padavinah običajno piha tudi veter s hitrostjo nad 5 m/s, je korekcijski faktor za snežne padavine zelo visok.

Na Voglu je izmerjenih celo nekoliko več padavin, kot na Komni, vendar je korekcijski faktor za Komno višji zaradi močnejšega vetra ob padavinah. S korekcijo dobi Komna 140 mm več padavin, kot Vogel.

Na tej višini se pojavljajo deževne padavine že vse leto, julija in avgusta pa so samo deževne padavine. Snežne padavine močno prevladujejo od decembra do marca, aprila in novembra so tekoče in trdne padavine razmeroma enako pogoste, od maja do oktobra pa prevladujejo tekoče padavine. Razen julija in avgusta se večkrat pojavljajo tudi mešane padavine, ko najprej dežuje in nato sneži ali v manjši meri tudi obratno.

Planina pod Golico in Krn-vas predstavlja merski postaji na nadmorski višini med 900 in 1000 m. Obe sta na južni strani gora že izven TNP-ja, Krn-vas na pobočju, Planina pod Golico pa na vzhodni strani ozke in strme doline. Za obe postaji je približno enak faktor povečanja količine padavin glede na meritve, in sicer okoli 6,7 %. Razlika pa je pri vrsti padavin, saj ima Planina pod Golico okoli 60 % več padavinskih dni s sneženjem kot Krn-vas.

Planina pod Golico ima v mesecih od decembra do marca več dni s sneženjem, kot z dežjem, Krn-vas pa ima samo februarja več dni s sneženjem, kot z dežjem. Krn-vas ima več padavinskih dni z vetrom, kajti postaja na Planini pod Golico leži v zavetju.

Dvakrat večji korekcijski faktor, kot Stara Fužina, ima Bovec, vendar tudi ta zaradi vetra, kajti ima razmeroma malo dni s sneženjem. Vsak mesec ima znatno več deževnih dni, kot dni s sneženjem, kar je zelo različno od razmer v Stari Fužini, kjer pozimi prevladujejo dnevi s sneženjem.

Posebno izstopa Tolmin, kjer je povprečno že manj kot šest dni na leto s sneženjem, zaradi deloma kotlinske lege pa je tudi vetra manj kot v Bovcu. To se pozna tudi na korekcijskem faktorju, ki znaša le 0,4 %, kar je najmanj v TNP-ju in širši okolici.

Povprečna mesečna temperatura v dneh s padavinami je na Kredarici kar 8 mesecev pod 0 stopinj, na Voglu 5 mesecev, Planini pod Golico 3 mesece, v Stari Fužini 2 meseca, v vasi Krn en mesec, v Bovcu in Tolminu pa povprečna mesečna temperatura v dneh s padavinami nikdar ne pade pod 0 stopinj Celzija.

SNEŽNA ODEJA

Snežna odeja je pomemben meteorološki parameter, ki predvsem v hladni polovici leta odločilno vpliva na celotno živo in neživo naravo. V podneb-nem smislu spada območje TNP-ja v tisti del naše države, kjer je največ snega in trajanje snežne odeje najdaljše. Na manjših, od sonca zaščitenih površinah sneg in led obležita tudi vse leto. V primerjavi z drugimi alpskimi državami imamo pri nas le ostanke ledenikov.

V vsakdanjem življenju je najpomembnejši vpliv snežne odeje v gorah na shranjevanje velikih količin vodnih zalog in na zimski turizem. S snegom je povezana še nevarnost pred snežnimi plazovi, ki vsako leto vzamejo tudi nekaj življenj.

Osnovna parametra, ki vplivata na snežno odejo, sta višina padavin v zimskem obdobju in temperatura zraka. Temperatura zraka in tudi višina padavin sta povezani z nadmorsko višino, zato sta tudi oblika in višina snežne odeje močno odvisni od nadmorske višine. Sneženje suhega snega v višjih legah počasi preide v sneženje bolj mokrega snega, še nižje pa hitro preko mešanice južnega snega in dežja v sam dež. Posledica tega je večkrat to, da je snežna odeja pojav, ki je vezan le na kraje nad določeno višinsko mejo. Pomanjkaje snega je v zadnjem desetletju kar pogosto celo v TNP-ju. Najbolj se to pozna pri zimskem turizmu, saj smučišča v TNP-ju in na njegovem obrobju ne morejo več uspešno obratovati brez sistemov za umetni sneg. Vzroki za take spremem-

Posebno izstopa Tolmin, kjer je povprečno že manj kot šest dni na leto s sneženjem, zaradi deloma kotlinske lege pa je tudi vetra manj kot v Bovcu.

V vsakdanjem življenju je najpomembnejši vpliv snežne odeje v gorah na shranjevanje velikih zalog in na zimski turizem.

postaja	nadm. višina	jan.	feb.	mar.	apr.	maj	jun.	jul.	avg.	sep.	okt.	nov.	dec.	zima
Bovec	450	20	18	9	1	0	0	0	0	0	0	3	10	61
Dom na Komni	1520	29	27	30	29	18	1	0	0	0	5	17	28	185
Gorjuše	940	27	25	27	13	1	0	0	0	0	1	10	24	127
izvir Soče	800	23	24	18	3	0	0	0	0	0	0	4	14	87
Kredarica	2514	31	28	31	30	31	26	6	2	7	16	27	31	266
KRN - vas	910	21	19	15	3	0	0	0	0	0	0	4	12	74
Lepena	480	23	22	14	2	0	0	0	0	0	0	3	12	76
Mojstrana	650	25	22	13	3	0	0	0	0	0	0	7	18	88
Mrzli Studenec	1214	29	27	30	24	6	0	0	0	0	2	15	29	162
Predel	1156	29	27	29	18	2	0	0	0	0	3	12	28	147
Radovna-elekt.	645	27	26	25	8	0	0	0	0	0	0	8	23	117
Rateče	864	29	26	26	11	1	0	0	0	0	1	12	27	132
Stara Fužina	547	27	24	22	7	0	0	0	0	0	1	9	21	109
Ukanc	530	28	24	22	7	0	0	0	0	0	0	8	22	110
Zgornja Radovna	750	27	26	26	11	0	0	0	0	0	0	10	25	125

preglednica 5: povprečno število dni s snežno odejo v zimah 1960/61 – 1989/90.

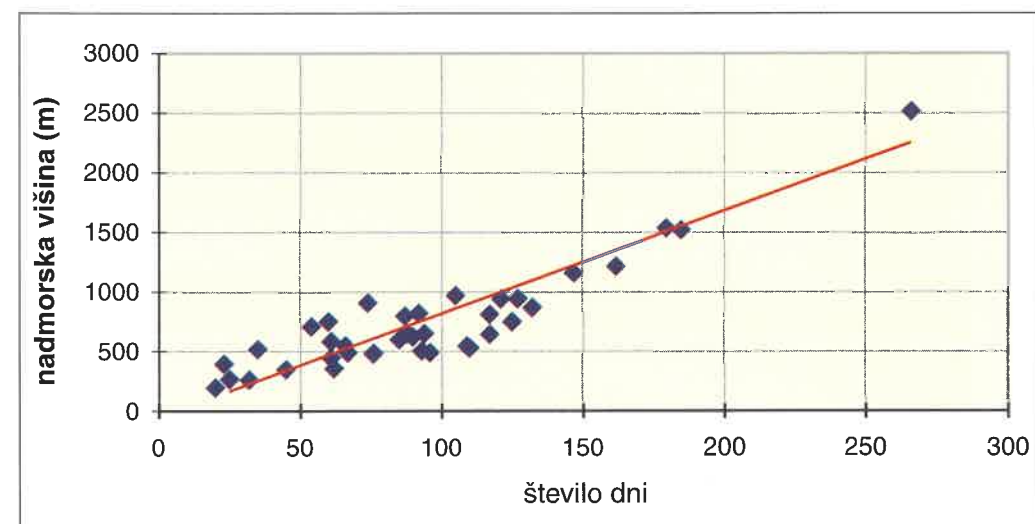
be snežne odeje so v globalnih podnebnih spremembah.

Osnovne značilnosti snežne odeje na območju TNP-ja in njegovega obrobja so prikazane v obliki preglednic in slik. Omejili smo se na tri parametre: število dni s sneženjem, število dni s snežno odejo in maksimalna višina snežne odeje. Predstavili smo dolgoletna povprečja zim od 1960/61 do 1989/90. Za te tri parametre smo prikazali tudi slike

časovnega poteka od zime 1951/52 do zime 1996/97 za Kredarico, Rateče in Stara Fužino. V preglednicah so podatki postaj, ki so na območju TNP-ja, na slikah porazdelitve z nadmorsko višino pa smo upoštevali tudi meritve postaj z obrobja parka.

Predno pogledamo rezultate, moramo povedati, kakšen je sistem meritev na meteoroloških postajah in s tem povezana natančnost podatkov. Opazovalec

slika 20: Povprečno število dni s snežno odejo v zimah 1960/61 – 1989/90.



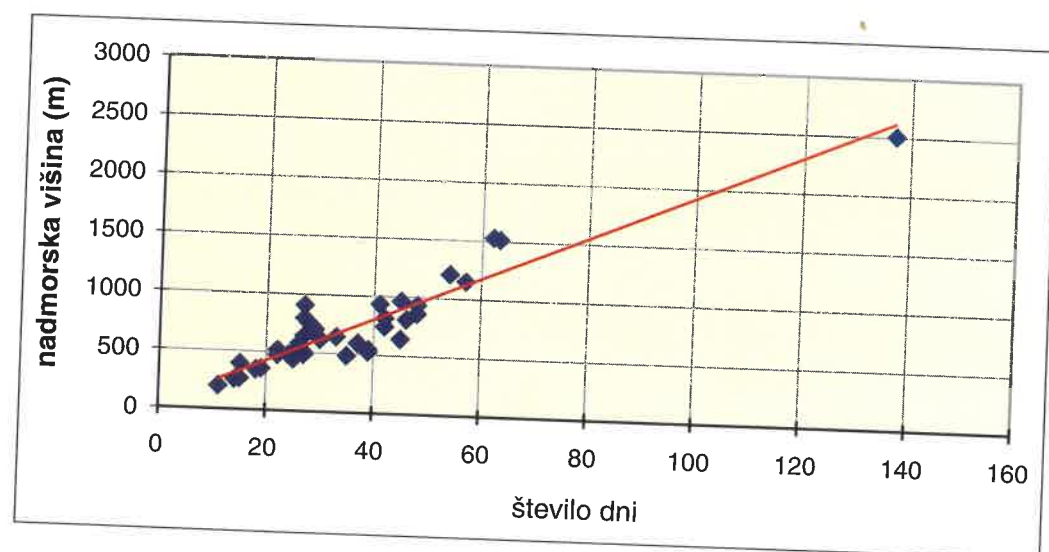
postaja	nadm. višina	jan.	feb.	mar.	apr.	maj	jun.	jul.	avg.	sep.	okt.	nov.	dec.	zima
Bovec	450	6	6	4	2	0	0	0	0	0	0	2	5	25
Dom na Komni	1520	9	10	11	10	3	1	0	0	1	4	8	9	63
Gorjuše	940	8	7	7	5	1	0	0	0	1	6	6	6	41
izvir Soče	800	7	6	4	3	0	0	0	0	0	0	3	4	27
Kredarica	2514	13	13	15	18	16	11	4	4	6	10	13	13	137
KRN - vas	910	6	6	5	3	0	0	0	0	0	0	2	4	27
Lepena	480	6	5	3	2	0	0	0	0	0	0	2	4	22
Mojstrana	650	8	6	6	3	0	0	0	0	0	0	2	4	22
Mrzli Studenec	1214	9	10	9	7	2	0	0	0	0	0	4	6	33
Predel	1156	10	10	10	8	2	0	0	0	0	2	7	8	54
Radovna-elekt.	645	10	9	7	4	1	0	0	0	0	2	6	9	57
Rateče	864	9	8	9	6	1	0	0	0	0	1	5	8	45
Stara Fužina	547	9	8	7	4	0	0	0	0	0	1	6	8	48
Ukanc	530	8	8	7	4	1	0	0	0	0	4	7	7	39
Zgornja Radovna	750	8	8	8	5	1	0	0	0	0	1	5	7	42

preglednica 6: Povprečno število dni s sneženjem v zimah 1960/61 – 1989/90.

vsak dan ob 7. uri izmeri višino snežne odeje z natančnostjo centimetra. Sama meritev je preprosta in ne predstavlja izvora napak ali nenatančnosti, problem pa je pri izboru mikrolokacije meritev. Prostorska reprezentativnost meritev je močno odvisna od hitrosti vetra in osončenosti. Z nadmorsko višino se prostorska reprezentativnost meritev še zmanjšuje, saj so tam temperature nižje, sneg suh in lahek, hitrost vetra pa tudi večja kot v nižje ležečih krajih.

Zato lahek, suh sneg ne obleži vedno tam, kamor pade. Poleg same višine snežne odeje občasno merijo tudi gostoto snega, kar nam omogoča predvsem oceno količin vodnih zalog v snežni odeji in težo dodatne obremenitve. V novejšem času se z uporabo satelitske detekcije obetajo boljši časi za prostorsko analizo snežne odeje.

Glavna značilnost vseh prikazov dolgoletnih povprečij parametrov snežne



slika 21: Povprečno število dni s sneženjem v zimah 1960/61 – 1989/90.

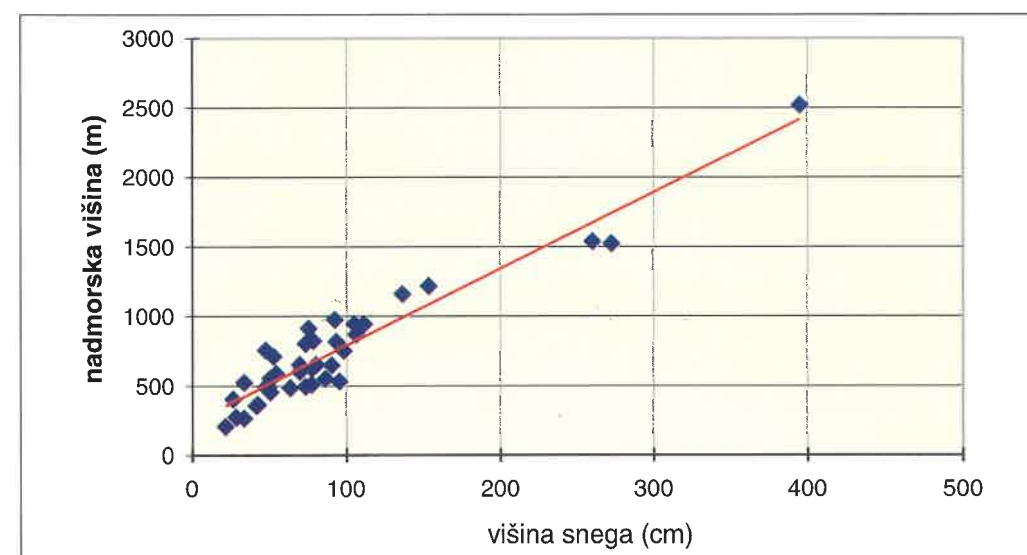
postaja	nadm. višina	jan.	feb.	mar.	apr.	maj	jun.	jul.	avg.	sep.	okt.	nov.	dec.	zima
Bovec	450	30	35	21	5	0	0	0	0	0	0	6	21	51
Dom na Komni	1520	166	207	250	237	132	8	0	0	2	15	62	109	273
Gorjuše	940	66	82	83	41	4	0	0	0	0	2	27	50	106
izvir Soče	800	51	48	37	12	1	0	0	0	0	0	10	23	74
Kredarica	2514	242	298	352	380	342	208	38	4	16	51	132	194	395
KRN - vas	910	30	41	41	31	1	0	0	0	0	0	10	24	76
Lepena	480	40	49	36	8	0	0	0	0	0	0	7	24	64
Mojstrana	650	42	50	35	12	1	0	0	0	0	0	18	34	70
Mrzli Studenec	1214	100	129	131	101	29	0	0	0	1	5	40	71	154
Predel	1156	83	110	108	68	10	0	0	0	1	7	32	54	137
Radovna-elekt.	645	57	72	73	24	1	0	0	0	0	0	19	41	91
Rateče	864	68	87	79	36	4	0	0	0	0	3	28	54	107
Stara Fužina	547	54	69	57	19	2	0	0	0	0	1	20	39	87
Ukanc	530	64	77	64	24	1	0	0	0	0	1	21	44	96
Zgornja Radovna	750	63	80	77	33	2	0	0	0	0	1	25	47	99

preglednica 7: Povprečna maksimalna višina snežne odeje v zimah 1960/61 – 1989/90.

odeje je precejšnja razlika med zahodnim delom TNP-ja in severovzhodnim in vzhodnim delom. Kraji, ki ležijo v bližini doline Soče, imajo v primerjavi z drugimi kraji v TNP-ju na isti nadmorski višini manj snežnih padavin in skromnejšo višino snežne odeje. Mediteranski vpliv seže po dolini Soče na celoten zahodni del TNP-ja. Pri povprečnem številu dni s snežno odejo je ta razlika na nadmorskih višinah med

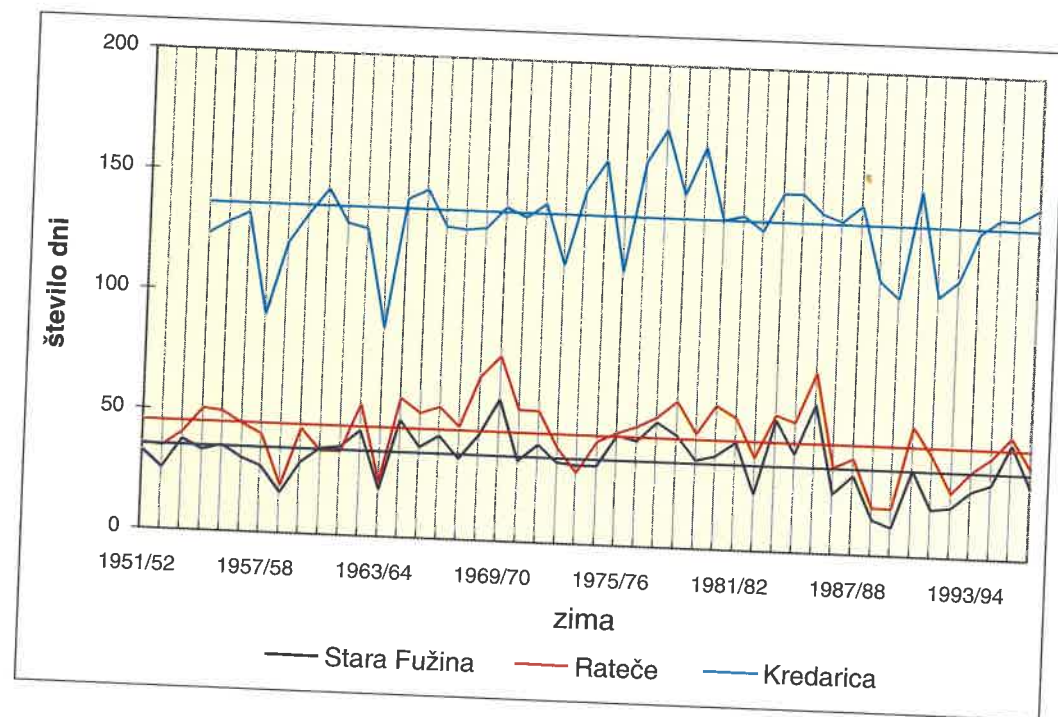
500 m in 1000 m tudi 70 dni na leto, pri povprečni maksimalni višini snežne odeje pa imajo kraji na soški strani TNP-ja na teh nadmorskih višinah v povprečju do 50 cm nižjo maksimalno snežno odejo. Razen te splošne razlike, ki velja predvsem za snežne razmere v TNP-ju, pa je pri vseh merilnih točkah prisoten tudi močan mikrolokacijski vpliv. To je močno izraženo pri številu dni s snežno odejo in pri maksimalni

slika 22: Povprečna maksimalna višina snežne odeje v zimah 1960/61 – 1989/90.



višini snežne odeje. Najpomembnejši vpliv je izpostavljenost merilnega mesta direktnemu sončnemu sevanju - prisojne in osojne lege, ter izpostavljenost vetru. Predvsem v zgodnjem pomladnem času, ko je sončno sevanje že močno, je to vzrok velikim razlikam na relativno majhnih razdaljah. Toplotna prevodnost in absorpcijska sposobnost snežne odeje sta močno odvisni od strukture snega. Moker, južen sneg veliko bolj vpija sončne žarke od suhega snega, se zato bolj segreje, s taljenjem se poveča njegova toplotna prevodnost, kar vse močno pospeši proces taljenja. Večja hitrost vetra ta proces še pospeši, saj prepreči, da bi se tik ob površini tvorila tanka zaporna plast zraka. Razlike v višinski meji snežne odeje med senčnimi in osončenimi pobočji so spomladi tudi več kot 500 m, čeprav ležijo vsi v istem padavinskem pasu in so si zelo blizu.

Če želimo oceniti, ali parametri sneženja in snežne odeje v zadnjih letih kažejo na kakšne smeri zmanjševanja, ali pa so to le običajna nihanja, mora-



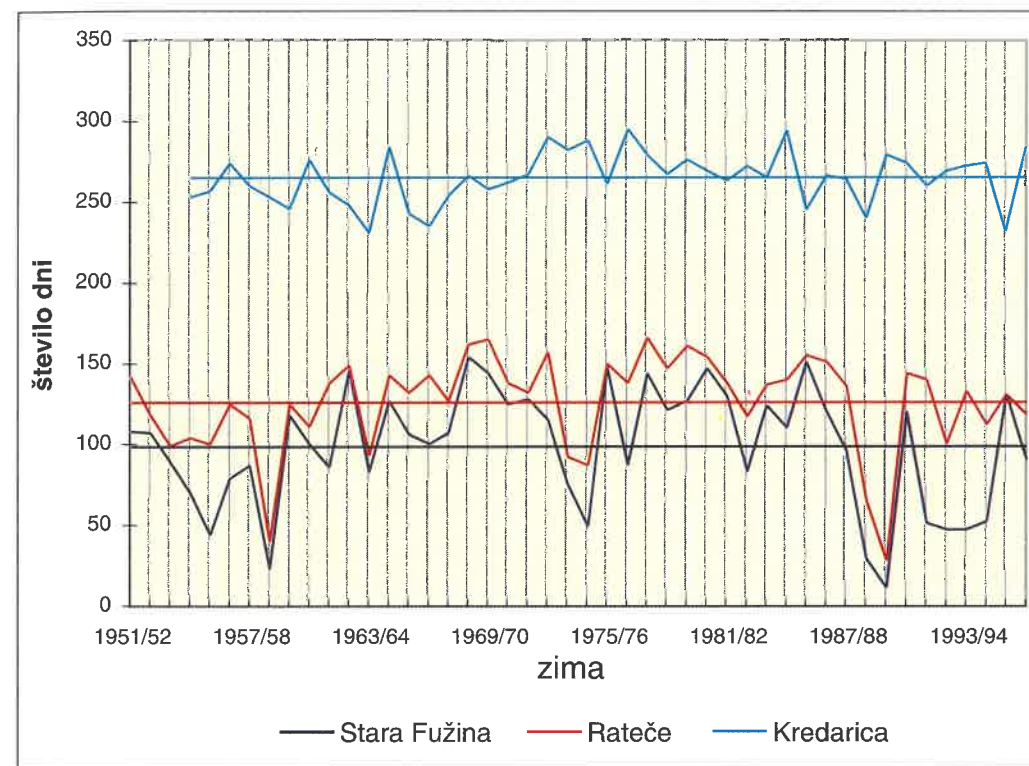
slika 23: Število dni s sneženjem.

mo pogledati, kaj se je dogajalo v preteklosti. Prikazali smo slike za tri postaje: Kredarico, Rateče in Staro Fužino, od leta 1951 naprej.

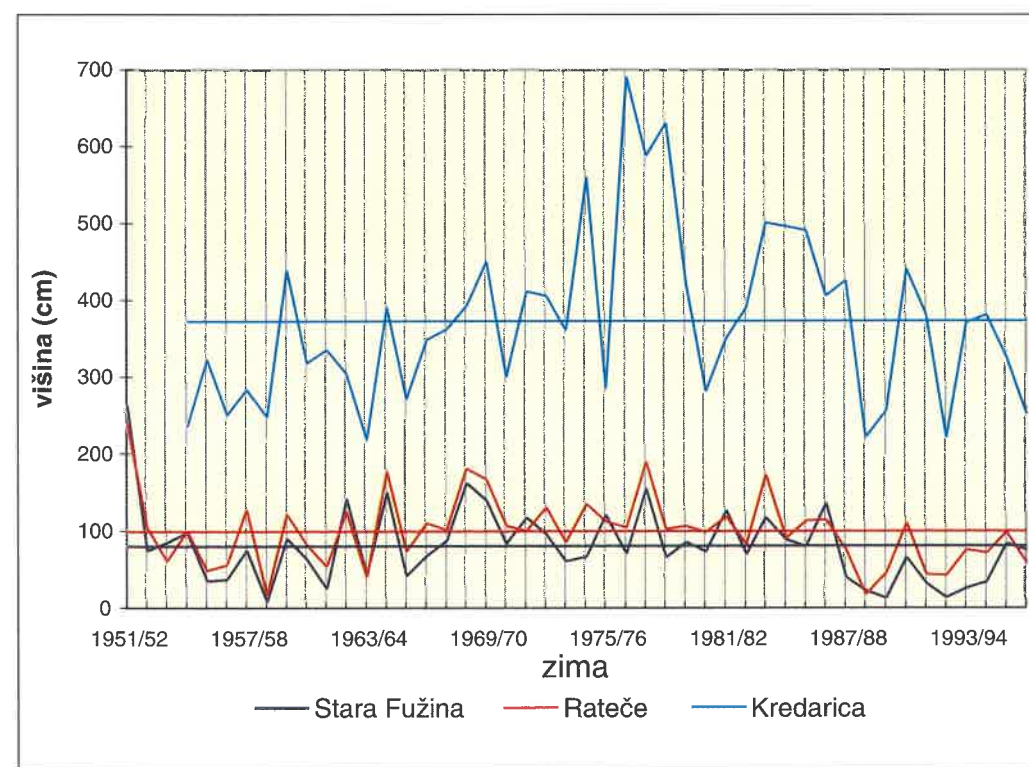
Najbolj razgibana slika je pri maksimalni snežni odeji za Kredarico. Z ekstremno visoko snežno odejo močno izstopajo zime 1976/77, 1977/78 in 1978/79. V Ratečah in Stari Fužini je opazen le neizrazit odklon v zimi 1977/78. Slika s številom dni s sneženjem to pojasnjuje s tem, da je bilo v tistih letih močno sneženje predvsem v višjih predelih TNP-ja, v nižinah pa je tedaj deževalo. Druga pomembna značilnost, ki jo lahko opazimo na teh slikah pa je, da v zadnjem desetletju tako maksimalna višina snežne odeje kot tudi število dni s snežno odejo v nižjih predelih TNP-ja kažejo na minimalne vrednosti. To niso več le posamezni minimumi, kot v minulih letih, ko je bila naslednja zima s snegom že bogatejša, to traja že od zime 1987/88 naprej. Zanimiva je tudi razlika med Staro Fužino in Ratečami. Stara Fužina leži za okoli 300 m nižje, kot Rateče, in

Razlike v višinski meji snežne odeje med senčnimi in osončenimi pobočji so spomladi tudi več kot 500 m.

slika 24: Število dni s snežno odejo.



slika 25: Maksimalna višina snežne odeje.



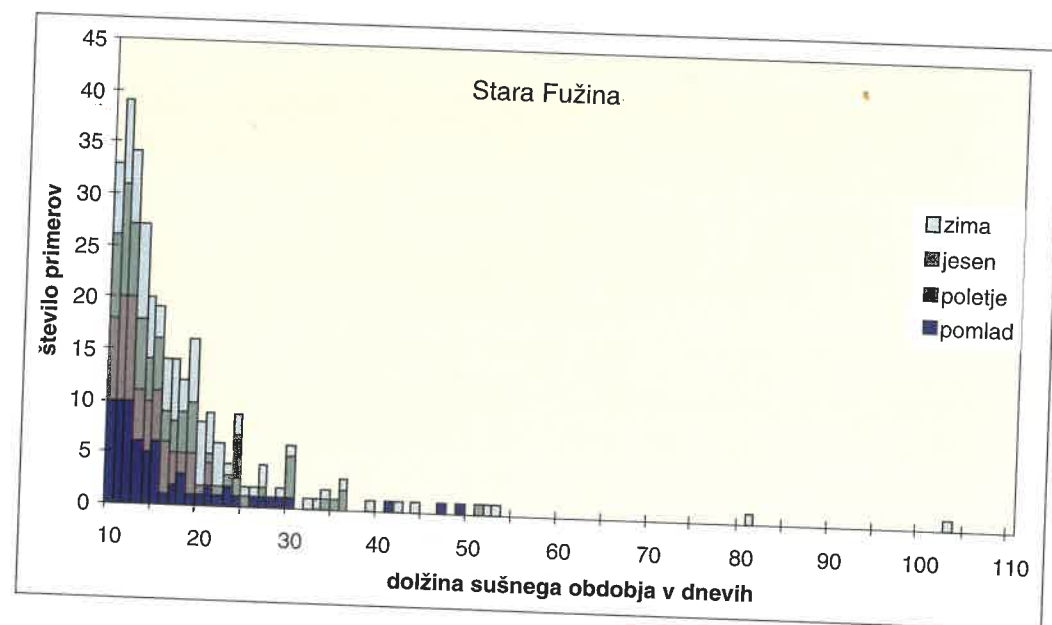
tam je nagnenje k manjšim višinam snežne odeje še močnejše. To znova potrjuje oceno, da se snežna odeja v zadnjem desetletju pomika v višjeležeče kraje v TNP-ju. Če se bo ta usmeritev še nadaljevala, zimski -

smučarski turizem v turističnih krajih na obrobju TNP-ja nima prave prihodnosti. Rešitev je v iskanju smučišč v višjeležečih planinah v samem TNP-ju, kar pa seveda pomeni občutljive posege v naravo.

SUŠNA OBDOBJA

Za sušna obdobja smo vzeli primere, ko najmanj 10 dni zapored noben dan ni padlo več kot 5 mm padavin. Pomladi in poleti tako določeno sušno obdobje, zaradi velike evapotranspiracije, že lahko predstavlja pomanjkanje vlage v vodopropustnih tleh, v jesenskih in zimskih mesecih pa 10-dnevna sušna obdobja nimajo posledic niti za vegetacijo niti za vodooskrbo.

Leto razdelimo na dve polovici, in sicer od oktobra do marca kot hladno polovico in od aprila do septembra kot toplo polovico leta. Ko se je v obdobju 1961 - 1993 sušno obdobje pričelo v teh časovnih intervalih, je bilo v Stari Fužini v topli polovici leta 132 primerov in v hladni polovici 165 primerov. Zadnja tri leta smo dodali zato, ker so se prav v teh letih pojavljale suše. (slika 26) Bistvena razlika med hladno in toplo polovico leta se pokaže pri daljših sušnih obdobjih. V primerih, ko



je 30 ali več dni brez znatnih padavin in se prične sušno obdobje med 15. septembrom in 15. marcem, je v hladni polovici leta kar 24 primerov in v topli polovici samo en primer. Ta podatek kaže, da se daljša sušna obdobja v TNP-ju pojavljajo skoraj izključno v hladni polovici leta, ko rastline potrebujejo manj vlage.

Pri krajših, vendar za naše razmere še vedno dolgih sušnih obdobjih od 20 do 29 dni (ko se prične sušno obdobje med 20. septembrom in 21. marcem), je 38 primerov v hladni polovici in le tretjina, to je 13 primerov, v topli polovici leta. V času najbolj bujne vegetacije (od maja do julija) so v tem obdobju v 33-letnem nizu le 4 primeri, ko ni bilo padavin nad 5 mm vsaj 20 dni.

Na osnovi podatkov Stare Fužine so sušna obdobja v TNP-ju v dobi vegetacije razmeroma redka in so časovno kar idealno razporejena. Krajša sušna obdobja se pojavljajo v znatnem številu tudi v dobi vegetacije, daljša sušna obdobja pa predvsem v času od oktobra do februarja.

Daljša sušna obdobja se pojavljajo v TNP skoraj izključno v hladni polovici leta, ko rastline potrebujejo manj vlage.

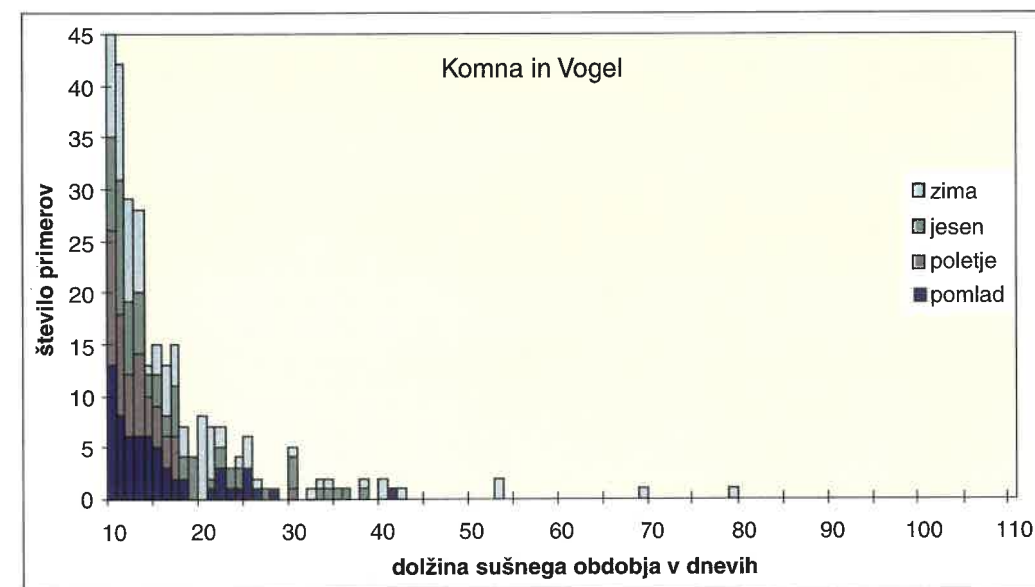
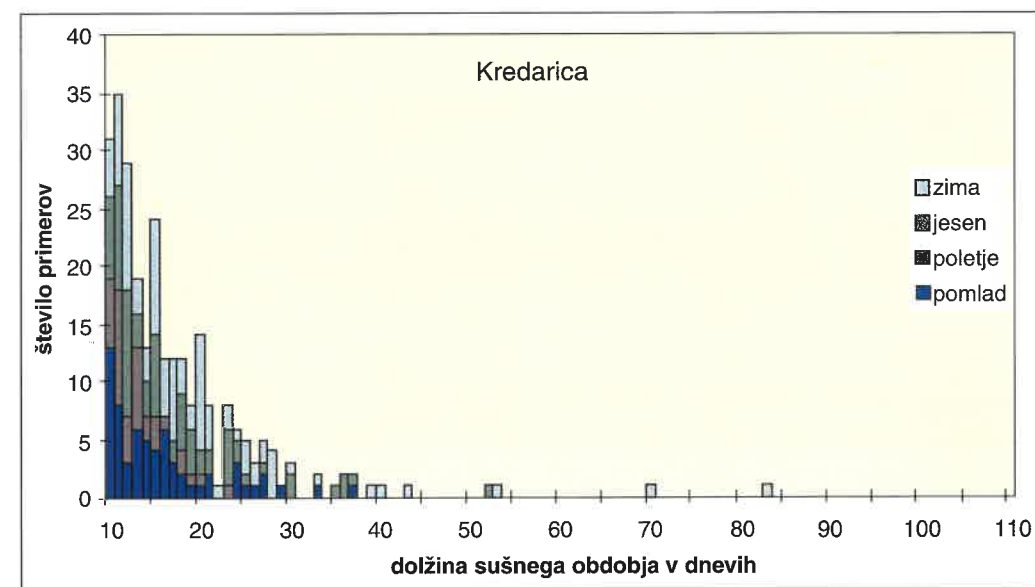
slika 26: Porazdelitev sušnih obdobji po letnih časih za nekatere postaje v obdobju od 1.1.1961 do 1.1.1994.

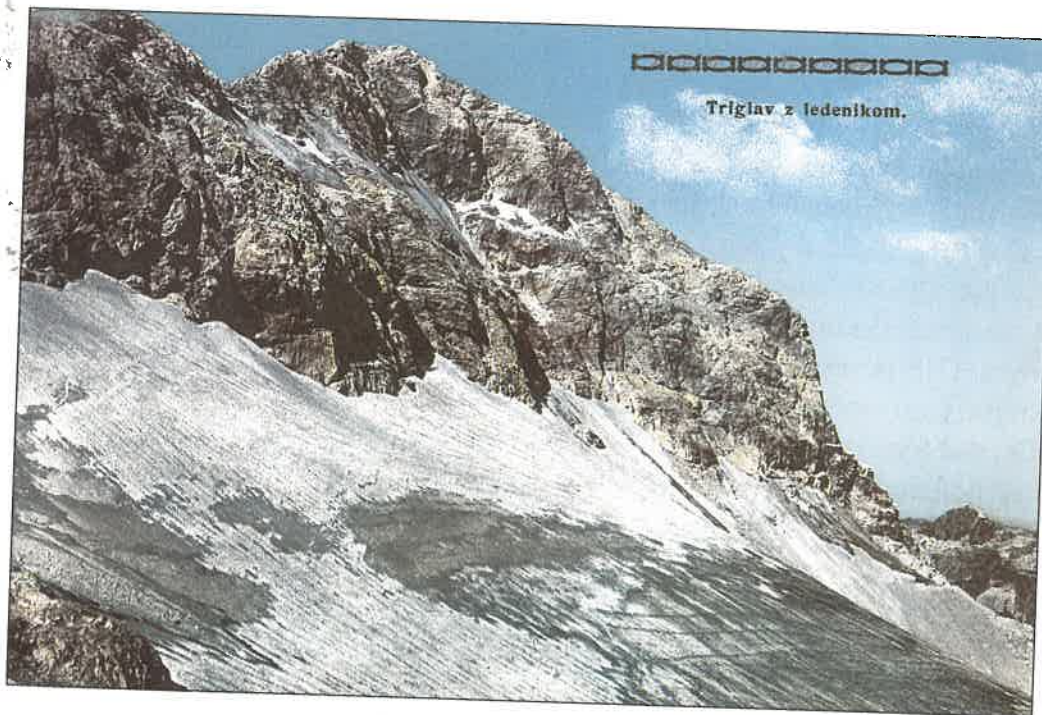
V tem času je bilo najdaljše sušno obdobje v Lepeni 105 dni (od 10. 12. 1992 do 25. 3. 1993) in Stari Fužini 103 dni (od 11. 12. 1992 do 24. 3. 1993). Na Voglu je to obdobje trajalo 79 dni (od 11. 12. 1992 do 28. 2. 1993), na Kredarici pa 83 dni (od 11. 12. 1992 do 4. 3. 1993). Vidimo, da je v gorskem svetu TNP-ja sušno obdobje nekoliko krajše, kajti vmes je padlo nekaj padavin, nad 5 mm v enem dnevu, to pa po naši definiciji že prekine sušno obdobje. Podobno je tudi v drugem primeru, ko ima Stara Fužina 84 (4. 12. 1988 do

23. 2. 1989), Kredarica in Vogel pa 70 sušnih dni (od 16. 12. 1988 do 24. 2. 1989). Stara Fužina ima v tem 33-letnem obdobju 10 primerov, Kredarica ter Komna in Vogel skupaj pa po 6 primerov, ko neprekinjeno vsaj 40 dni dnevne padavine niso dosegle 5 mm.

Vsa ta sušna obdobja so bila izven vegetacijske dobe, in sicer v Stari Fužini med oktobrom in aprilom, na Kredarici in Voglu ter Komni pa med oktobrom in marcem. Obdobje med 16. 12. 1988 in 14. 2. 1989 je bilo izjemno toplo za

slika 26: nadaljevanje





Mogočen triglavski ledenik na stari razglednici iz časa pred 1. svetovno vojno.

ta letni čas. V Stari Fužini, kjer se je zadrževalo jezero hladnega zraka, je bila povprečna temperatura -2°C , na 1500 m pa že $+0,8^{\circ}\text{C}$. Če privzamemo, da je bila temperaturna inverzija na višini med 700 in 800 m, je bila povprečna temperatura na višini 800 m okoli 4°C . Bilo je razmeroma sončno, saj je na Kredarici sonce sijalo v povprečju kar 6 ur na dan, torej je bilo pretežno

sončno tudi nad temperaturno inverzijo. Nad 700 do 800 m nadmorske višine je bilo torej sredi zime toplo pomladno vreme. V drugih dolgotrajnejših sušnih obdobjih so bile povprečne temperature na 1500 m vedno pod 0°C .

V 33 letih ima Stara Fužina 297 primerov, ko ni znatnih padavin vsaj 10 dni,



Ostanki triglavskega ledenika jeseni 1998. (foto: M. Trontelj)

preglednica 8: Sušna obdobja nad 20 dni na podlagi podatkov Stare Fužine od 1. 1. 1961 do 1. 1. 1994.

Število dni	mesec	leto
39	feb., mar.	1961
23	mar., apr.	1961
27	sep., okt.	1961
23	mar.	1962
24	sep., okt.	1962
45	feb., mar., apr.	1963
24	okt., nov.	1963
52	dec., jan., feb.	1963-64
29	feb.	1965
36	okt., nov.	1965
32	jan., feb.	1968
24	okt., nov.	1968
27	nov., dec.	1968
21	jul.	1969
35	sep., okt.	1969
23	okt., nov.	1970
29	feb., mar.	1971
24	okt., nov.	1971
26	dec.,	1971
22	dec., jan.	1973
47	feb., mar., apr.	1973
21	jan., feb.	1974
49	mar., apr.	1974
36	dec., jan.	1974-75
22	okt., nov.	1975
42	dec., jan.	1975-76
27	mar., apr.	1976
51	okt., nov.	1978
30	maj, jun.	1979
25	avg., sep.	1979
22	nov., dec.	1979
34	feb., mar.	1980
23	dec., jan.	1908-81

Število dni	mesec	leto
21	jan., feb.	1981
24	apr.	1981
30	okt., nov.	1981
44	jan., feb.	1982
21	apr., maj	1982
22	dec., jan.	1982-83
28	feb., mar.	1983
21	jul., avg.	1983
24	sep., okt.	1983
36	okt., nov.	1983
22	mar.	1984
21	apr.	1984
21	sep.	1985
34	sep., okt.	1985
22	jan.	1986
30	sep., okt.	1986
27	jan., feb.	1987
26	feb., mer.	1987
30	dec., jan.	1987-88
21	feb., mar.	1988
30	okt., nov.	1988
81	dec., jan., feb.	1988-89
24	sep.	1989
30	sep., okt.	1989
21	nov., dec.	1989
33	dec., jan.	1989-90
53	feb., mar.	1990
24	jan., feb.	1991
24	feb., mar.	1991
25	nov., dec.	1991
41	feb., mar.	1992
103	dec., jan., feb., mar.	1993

Kredarica 267 in Vogel (pod to postajo so združena opazovanja na Komni od 1961 do aprila 1982 in na Voglu od maja 1982 naprej) 265 primerov. V vseh letnih časih ima Stara Fužina največ ali vsaj enako število sušnih obdobj, kot katerakoli druga postaja. Poleti ima najmanjše število sušnih obdobj, v drugih letnih časih pa Vo-

gel. To ni odvisno od nadmorske višine, temveč od lege postaje. V centralnih Julijskih Alpah se poleti pogosteje pojavljajo nevihte, Vogel pa ima najpogostejše padavine ob jugozahodnih vetrovih, saj postaja leži za prvo večjo gorsko pregrado. Krajša sušna obdobja so precej enakomerno porazdeljena vse leto. Od 10 do 15 brezpadavinskih

dni ima Vogel jeseni 38 primerov, v drugih letnih časih pa po 43 primerov, Kredarica jih ima poleti le 32, v drugih letnih časih 39 oziroma 40 primerov, Stara Fužina jih ima v posameznem letnem času od 40 do 43 in le pomladi 47 takšnih primerov. Večje razlike med letnimi časi so že pri številu primerov, ko ni bilo znatnih padavin med 10 in 20 dni. Največje razlike se v teh primerih pojavijo pri Kredarici, ko je poleti le 37 in pozimi kar 67 takšnih primerov, drugod so razlike znatno manjše in znašajo le po 11 primerov v korist zime. Takoj se moramo vprašati, zakaj takšne razlike pri Kredarici v zimskem času. Odgovor pa je, da ta razmerja niso povsem realna. V mrzlem in vetrovnem vremenu na Kredarici izmerijo odločno premalo padavin. Lahko predvidevamo, da so razlike približno takšne kot so na drugih merskih točkah.

Poglejmo še, kakšne so povprečne temperature v sušnih obdobjih – pozitivne ali negativne?

V razredu "od 10 do 15 sušnih dni" je na Kredarici malo več takšnih primerov pri negativni, kot pri pozitivni temperaturi (80:71), na Voglu je primerov z negativno temperaturo znatno manj (50:117), v Stari Fužini pa je ta razlika še znatno večja (38:136). V primerih nad 15 sušnih dni se povsod spremeni razmerja v korist negativnih temperatur.

Najdaljše sušno obdobje s povprečno pozitivno temperaturo je bilo v Stari Fužini – 53 dni (z negativno temperaturo 103 dni), na Voglu s pozitivno temperaturo 69 dni (z negativno temperaturo 79 dni) in na Kredarici s pozitivno temperaturo 52 dni v oktobru in novembru (z negativno temperaturo 83

dni). Vogel ima s pozitivno temperaturo daljše sušno obdobje zaradi nižjeležeče inverzije in zato ima v istem sušnem obdobju Stara Fužina negativne temperature.



Ob suši leta 1995 je celo slap Savica skoraj presahnil. (foto: M. Trontelj)

IZHLAPEVANJE

Izhlapevanje je oddajanje vode v zrak iz vseh površin na obravnavanem območju (evapotranspiracija).

Izhlapevanje lahko merimo direktno, ga posredno izračunamo iz empirijskih enačb ali pa ga določimo s pomočjo vodne bilance. Karto izhlapevanja je mogoče izdelati iz izmerjenih ali izračunanih vrednosti v posameznih točkah ali pa preprosto odštejemo karto odtokov od karte padavin in dobimo približno karto izhlapevanja za daljše obdobje. Oba načina imata pomanjkljivosti. Točkovna merjenja ali izračuni na osnovi empiričnih formul (11) so za posamezno točko res bolj natančna, vendar veljajo, tako kot meteorološki parametri, le za zelo ozko območje, kajti, jakost vetra, sončno sevanje in tudi relativna vlažnost zraka ter temperatura so močno odvisni od lokalnih razmer. Izračun točkovnih vrednosti izhlapevanja in posplošitev na večja območja je razmeroma dobro uporabna za ravninski svet, v hribovitem ali celo gorskem svetu pa razgibanost terena močno otežuje določanje izhlapevanja iz realne površine. V teh primerih so površine večje, kot so prikazane na karti, ki nam prikazuje projekcijo na horizontalno podlago. Podrobne analize izhlapevanja so v gorskem svetu praktično izvedljive le na zelo omejenem območju, izkušnje takšnih poskusov pa je možno posredno uporabiti pri analizi izhlapevanja za večje površine.

Tudi drugi način izdelave karte izhlapevanja, ko odštejemo količino odtekle vode od količine padavin, je zelo težaven. Tako pri meritvah padavin, kakor tudi pri meritvah odtokov, lahko nastanejo kar znatne napake. Pri meritvah padavin v gorskem svetu moramo upoštevati napake do $\pm 20\%$ in pri odtokih $\pm 10\%$. Približno toliko so natančne meritve padavin in pretokov. Če vzamemo najslabšo možnost, ko se napake seštevajo in upoštevamo, da je velikostni red padavin 3000 mm in odtokov 2500 mm, upoštevamo napake, odštejemo ekstremne vrednosti, dobimo napako 850 mm. To pa je več kot je vrednost izhlapevanja v ravnini, da ne govorimo o vrednostih v gorskem svetu, ki so veliko manjše. Primeri, ko se napake seštevajo, še posebno pri 30-letnem obdobju, so izjemno redki, a nam pokažejo, da moramo pri analizi upoštevati oba načina in nato vse člene enačbe vodne bilance medsebojno uskladiti, da se pojavljajo v realnih mejah. Vidimo tudi, da velika natančnost določanja izhlapevanja ni potrebna, ker tudi padavine in odtoki niso določeni z veliko natančnostjo.

Izdelava karte izhlapevanja je težavna tudi zato, ker v gorah ni meteoroloških postaj, ki bi merile vse elemente, potrebne za izračunavanje izhlapevanja. Predpostavili smo, da je v gorah v tleh vedno dovolj potrebne vlage za izhlapevanje (pade veliko več padavin, kot jih izhlapi) in je zato izhlapevanje odvisno le od meteoroloških parametrov. Temu vedno ni tako. Na goli apnenčasti površini voda sproti pronica v globino, ne glede na to, koliko pade padavin. V zelo kratkem času je lahko površina suha, torej ni več dovolj vlage v tleh, da bi lahko govorili o izenačitvi potencialnega in dejanskega izhlape-

vanja. Torej je izhlapevanje manjše, kot nam pokažejo izračuni. Razliko je mogoče samo grobo oceniti glede na neporaščenost površine in meteorološke razmere.

Izhlapevanje kaže tesno povezanost s temperaturo in s tem tudi z nadmorsko višino. Ta povezanost z nadmorsko višino pa je odvisna še od lege pobočja, razčlenjenosti in sestave tal. V našem izračunu to zanemarimo in upoštevamo odvisnost izhlapevanja z nadmorsko višino samo po območjih, ki jih ločijo razvodnice. Razdelili bomo južna in severna pobočja gorskih masivov, v večje podrobnosti pa se zaradi netočnosti ostalih dveh parametrov ne bomo spuščali.

Izdelava karte izhlapevanja

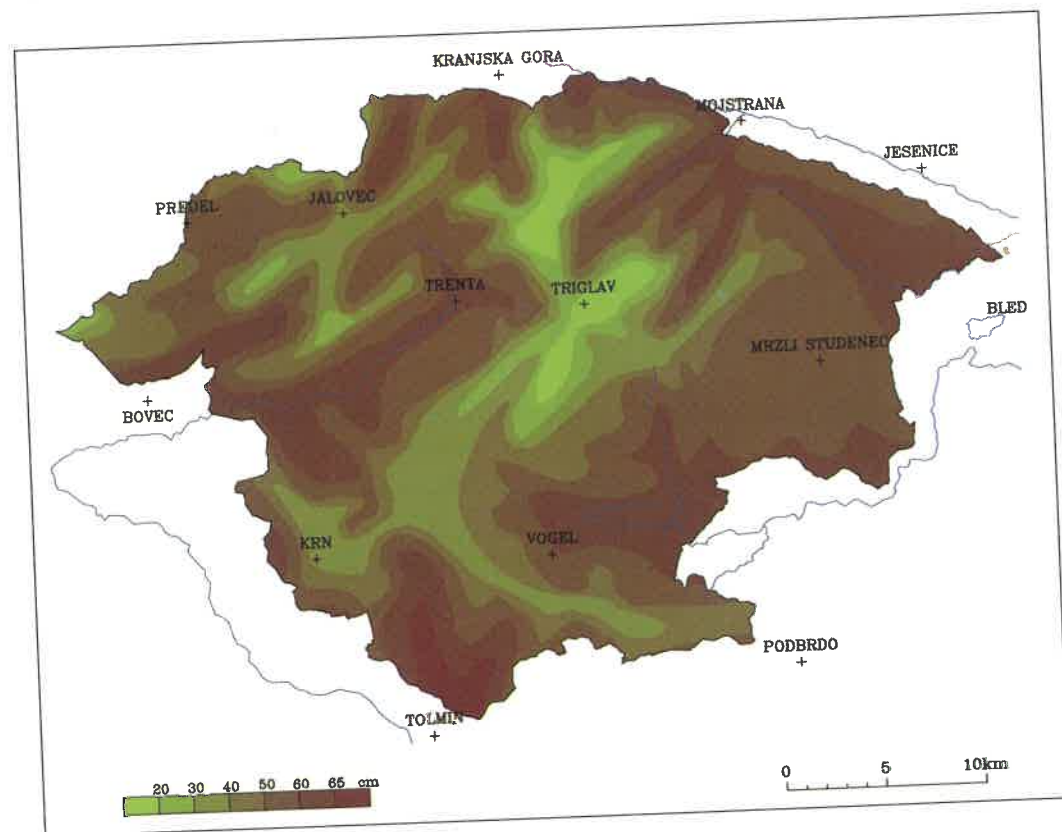
Za osnovo za izdelavo karte izhlapevanja smo vzeli izračunane vrednosti po-

tencialne evapotranspiracije ETP. Z naslednjimi korekcijami smo se približali dejanski evapotranspiraciji ET.

V gorskem svetu, nad gozdno mejo (ca. 1500 m), smo upoštevali, da se zaradi vse redkejšega rastlinstva dejanska ET z višino hitreje zmanjšuje od ETP. To večje zmanjševanje ET z višino smo upoštevali do 2200 m, kjer naj bi znašala le 40 % ETP, nato pa z naraščajočo višino poteka krivulja ET vzporedno s krivuljo ETP.

Podlaga za izdelavo karte izhlapevanja je projekcija reliefa na horizontalno površino, ki je manjša od ovojnice reliefa. Dejansko izhlapevanje je iz površine reliefa. Ta je pri Savi Dolinki do Jesenic za 13,4 %, pri Radovni do Podhoma za 7,2 % in na povodju Save Bohinjke do Sv. Janeza za 7,9 % večja od projekcije na horizontalno podlago. Zaradi poenostavitve smo predpostavili, da do višine 400 m prevladuje rav-

Izhlapevanje kaže tesno povezanost s temperaturo in s tem tudi z nadmorsko višino.



slika 27: Povprečno letno izhlapevanje za obdobje 1961-1990.

ninski svet in zato ne upoštevamo korekcij. Nad nadmorsko višino 400 m privzamemo, da se dejanska površina glede na projicirano površino nenehno povečuje in zato povečamo ETP na projicirani površini, od 0 % na višini 400 m do 10 % na 1500m. Od te višine navzgor je povečana površina dejanskega reliefa že vključena pri zmanjšanju ET zaradi zmanjšanja poraščenosti zemeljske površine, ob istočasnem upoštevanju, da voda v neporaščeni apnenčasti površini hitro ponikne ali površinsko odteče.

To so primeri korekcij, ki smo jih objektivno upoštevali pri izdelavi karte

izhlapevanja, ostaja pa še precej poplošitev za izdelavo ploskovnega prikaza izhlapevanja, kakršnega uporabljamo pri izdelavi vodne bilance. V našem primeru namreč mora biti čimboljši približek izhlapevanja z območja posameznega vodotoka ali dela vodotoka, za katerega imamo ovrednotene vodne pretoke. Ne spuščamo se v mikrorazmere, ki močno vplivajo na izhlapevanje v posamezni točki ali v zelo omejenem območju. Upoštevamo povprečje med vrednostmi ETP v kotlinah in na prevetrenih legah, pa čeprav so razlike kar velike.

Ob zelo močnih padavinah se pojavi slap Govic. (foto: M. Trontelj)



VODNA BILANCA

Krogotok vode v naravi nam pove, da je količina padavin enaka vsoti količine odtekle in izhlapele vode, seveda pa moramo upoštevati tudi spremembo zaloge vode v tleh in biološko ter industrijsko porabo. To lahko zapišemo v obliki enačbe vodne bilance

$$P = Q + E + N^* + R$$

(kjer pomeni: P so padavine, Q je celoten odtok vode, E je izhlapevanje, N* je sprememba vodne zaloge in R je biološka in industrijska poraba)

Odvzem vode je v našem primeru majhen v primerjavi z velikostjo napak pri merjenju padavin oziroma izdelavi padavinske karte, zato ga neposredno ne upoštevamo. Prav tako privzamemo, da je za 30-letno obdobje za povprečno leto sprememba vodnih zalog v tleh zanemarljiva in je tako enačba skržena le na tri člene

$$P = Q + E$$

kar pomeni, da je količina padavin enaka vsoti celotnega odтока in izhlapevanja.

V samem TNP-ju pravzaprav nimamo hidroloških merskih postaj, kjer bi dalj časa sistematično merili pretoke. Takšne postaje so na obrobju TNP-ja in zajemajo tudi območja izven samega parka. Pri vseh meritvah se na splošno pojavljajo večje ali manjše napake, ki so pri merjenju pretokov v alpskem svetu kar velike, tudi če ne upoštevamo stalnega spreminjanja rečnega korita. Švicarski strokovnjaki so ugotovili, da je v alpskem svetu natančnost meritev pretokov s hidrometričnimi krili $\pm 4\%$, pri visokih vodah,

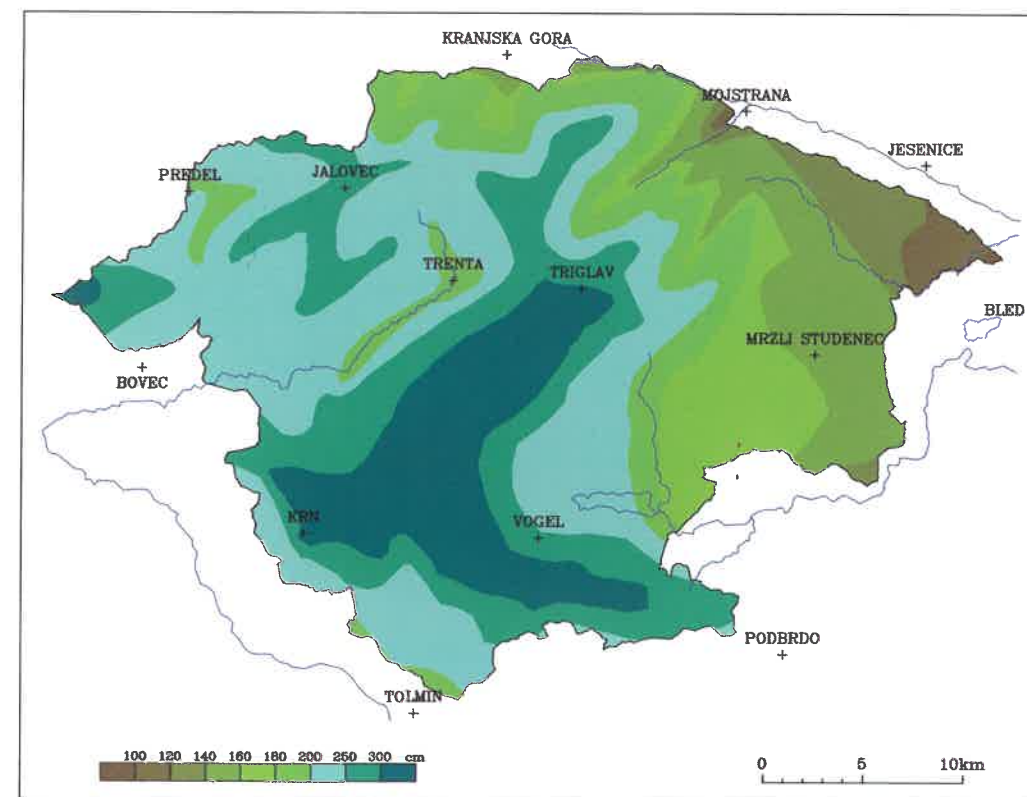
ko krila ni mogoče uporabljati in se zato meri s plavačem, pa $\pm 10\%$. Natančnost odtokov v zelo razgibanem alpskem svetu, kar TNP vsekakor je, se pri območjih okoli 100 km^2 ocenjuje na $\pm 20\%$ in pri območju okoli 250 km^2 $\pm 7\%$. Torej, napake za majhno območje so lahko kar velike. (13)

Na povodju Save Dolinke smo za merjenje pretokov oziroma računanje odtokov izbrali naslednje merske postaje: Jesenice, Podhom (Radovna) ter kontrolno postajo Blejski most.

Če je "premalo vode", bomo pa takole zaveslali.
(foto: M. Trontelj)



slika 28: Povprečni letni izračunani odtoki za obdobje 1961 - 1990



Na povodju Save Bohinjke: Staro Fužino za Mostnico, Sv. Janez za odtok iz Bohinjskega jezera, Bohinjsko Bistrico za Bistrico ter kontrolno postajo Bodešče.

Na povodju Soče: Log Čezsoški za Sočo, za Tolminsko skupaj z Zadlaščo mersko mesto Tolmin, za Bačo mersko mesto Bača pri Modreju, za Koritnico mersko mesto Kal, za Učjo mersko mesto Žaga.

Da bi napake odpravili, ali pa vsaj znatno zmanjšali, primerjamo odtoke s padavinami in izhlapevanjem, in sicer tako, da padavinsko karto in karto izhlapevanja digitaliziramo in nato vrednosti izhlapevanja odštejemo od vrednosti padavin. Rezultat te operacije so vrednosti povprečnih odtokov za 30-letno obdobje.

Če poznamo razvodnice med posameznimi povodji, lahko za vsako mer-

sko postajo določimo padavinsko zaledje in s planimetriranjem povprečnih odtokov dobimo količino vode, ki v povprečju odteče s tega območja. Te vrednosti, ki smo jih dobili s pomočjo padavin in izhlapevanja, lahko primerjamo z izmerjenimi povprečnimi odtoki na hidroloških postajah. Razlike, ki se pojavijo, nas opozarjajo na netočnosti pri vhodnih podatkih. Odstopanja so lahko zaradi nepravilno postavljenih razvodnic, zaradi napak pri merjenju padavin in izdelavi padavinske karte, zaradi pomanjkljive analize izhlapevanja, ali pa nastanejo tudi pri ugotavljanju pretokov, ko se poleg merskih napak pojavlja tudi napaka zaradi neizmerjenega podzemnega odтока.

Pri analizi vodne bilance poskušamo uskladiti izračunano in izmerjeno vrednost odтока tako, da po najboljših močeh ovrednotimo in tudi odpravimo napake. Prav tu pa se v TNP-ju pojavljajo največje težave (12). Zaradi

Vodomerna postaja	Vodotok	F km ²	P mm	P m ³ /s	I mm	I m ³ /s	P-I mm	P-I m ³ /s	Qs mm	Qs m ³ /s	P-I-Qs mm	P-I-Qs m ³ /s	(P-I-Qs)-P %
Jesenice	Sava dolinka	258	2142	17,49	518	4,23	1623	13,26	1338	10,93	285	2,33	13
Podhum	Radovna	166	2134	11,21	536	2,82	1598	8,39	1586	8,33	12	0,06	1
Blejski most	Sava Dolinka	505	2085	33,41	532	8,53	1552	24,88	1469	23,54	83	1,34	4
Stara Fužina II	Mostnica	78	2598	6,43	506	1,25	2091	5,18	1324	3,28	767	1,90	30
Sveti Janez	Sava Bohinjka	94	3307	9,86	460	1,37	2848	8,49	2798	8,34	49	0,15	1
Bohinjska Bistrica	Bistrica	13	2935	1,25	561	0,24	2374	1,01	7466	3,18	-5092	-2,17	-173
Bodešče	Sava Bohinjka	355	2638	29,66	537	6,03	2101	23,62	2126	23,90	-25	-0,28	-1
Log Čezsoški	Soča	323	3006	30,83	510	5,23	2496	25,59	2450	25,13	46	0,47	2
Tolmin	Tolminka	73	3412	7,91	538	1,25	2874	6,66	3405	7,89	-531	-1,23	-16
Bača pri Modreju	Bača	142	2562	11,56	559	2,70	1963	8,86	1569	7,08	394	1,78	15
Kal	Koritnica	85	2853	7,73	488	1,32	2364	6,41	2601	7,05	-237	-0,64	-8
Žaga	Učja	49	2938	4,60	585	0,92	2354	3,69	2221	3,48	133	0,21	5

preglednica 9: Vodna bilanca za posamezne vodomerske postaje (F-površina povodja, P - povprečne 30-letne padavine za povodje, dobljene iz padaviske karte, I - povprečno 30-letno izhlapevanje za povodje, dobljeno iz karte izhlapevanja, Q_s - izmerjeni povprečni 30-letni odtok iz povodja do merskega mesta, P-I - izračunani odtok oziroma izračunani pretoki).

kraškega sveta so zelo težko določljive razvodnice in so se doslej več ali manj uporabljale tako imenovane geografske razvodnice še iz časov Avstroogrške. Zaradi nanosov proda v rečne doline pa je pogosto poleg nadzemnega tudi podzemni pretok, ki ni zajet pri hidroloških meritvah in ga je mogoče le posredno oceniti.

Po začetnem izračunu kaže merska postaja Jesenice za 2,2 m³/s premajhen povprečni pretok. To smo rešili tako, da smo zmanjšali količino padavin v Karavankah in nekoliko popravili razvodnico na Mežaklji. Ocenjujemo namreč, da je podatek o pretoku najtočnejši, saj v Karavankah na tem ob-

močju praktično nimamo meritev padavin. Vertikalni padavinski gradient je bil postavljen po analogiji iz drugih gorskih predelov. Pri tem nismo upoštevali, da leži ob jugozahodnih vetrovih zahodni del Karavank v zavetju višjih Julijskih Alp. Te ob takih razmerah že prestrežejo glavne orografske padavine.

Radovna zajema odtok vode iz vzhodnega dela TNP-ja. Vodomerska postaja v Podhumu kaže prevelik pretok glede na izračunane vrednosti. Tudi tu predvidevamo, da so izmerjene vrednosti pravilne, posebno zato ker tu ni podzemnega odtoka. Razliko odpravimo tako, da povečamo povodje Radovne, deloma na Mežaklji, kar smo že

Nezamrznjeni deli Bohinjskega jezera kažejo, kje priteka voda pod gladino. (foto: M. Trontelj)



ugotavljali pri izravnavi pretokov na Jesenicah, deloma na jugovzhodnem delu Pokljuke, kar nam omogoča geološka zgradba poključkega masiva.

Glede na predvideno povodje ima znatno premalo vode Mostnica v Stari Fužini. Če hočemo uskladiti izračunane in izmerjene pretoke, je potrebno zmanjšati količino padavin ali zmanjšati povodje Mostnice. Za padavine imamo na omenjenem območju kar nekaj meritev in zato količine padavin ne moremo spreminjati. Ostane nam torej samo zmanjšanje povodja Mostnice, ki je možno s tem, da povečamo povodje Radovne, kar geološko ni najbolj sprejemljivo, ali da povečamo povodje Savice oziroma določimo novo povodje, ki ima dotok s severne strani neposredno v Bohinjsko jezero. Odločili smo se za slednje zaradi močnih podvodnih izvirov na severni strani Bohinjskega jezera pod slapom Govic. Ta bruha vodo le ob močnem nekajdnevem deževju, ko se nivo podzemne vode močno dvigne in je ta nad višino odprtih, iz katerih bruha

voda Govica. Domnevo o močnih podvodnih virih v Bohinjskem jezeru je postavil že A. Lajovic v publikaciji Naše jame 1981/82 in jo utemeljil s tem, da predvsem v sušnem obdobju odteče veliko več vode iz jezera, kot jo dovaja Savica. Tudi v zimskem času ti deli Bohinjskega jezera pod Pršivcem, oziroma Govicem ne zamrznejo zaradi izvirov pod površino jezera, ki dovajajo toplejšo vodo.

Hidrometeorološki zavod je 5. julija 1996 izvedel sledilni poskus. V ta namen je na Planini pri jezeru injeciral 10 kg barvila rodamin in na Planini Laz 8 kg uranina. Zajemna mesta avtomatskih vzorčevalnikov vode so bila: pri hidroelektrarni Savica, v Bohinjskem jezeru pod Govicem, pri ribogojnici, na Suhi in na Snedčici v Vojah.

Rodamin, ki je bil injeciran na Planini pri jezeru, se je že čez 2 dni pojavil v Savici in čez 4 dni v Bohinjskem jezeru. Na drugih zajemnih mestih se rodamin ni pojavil.

Uranin se je 8. julija pojavil v Savici in 9. julija v Suhi in Snedčici.

Sledilni poskus je torej pokazal, da se voda, ki ponikne na Planini pri jezeru, pojavi tako v Savici kakor tudi dan kasneje v podzemnih izviroh pod Govicem v Bohinjskem jezeru.

Vode iz Planine Laz odtekajo proti dolini Triglavskih jezer in proti dolini Voje. Izgleda, da imajo podzemni tokovi več nivojev. V zgornjem nivoju odteka voda proti Savici oziroma dolini Triglavskih jezer, v spodnjem nivoju pa proti Vojam, kjer se pojavi dan kasneje, kot v Savici. Snedčica je tipičen kraški izvir, ki izvira na nadmorski višini pod 700 m, kar je znatno nižje od izvira Savice, in se le zelo malo odziva na količino padavin. Tudi izviri v jezeru pod Govicem so na višini okoli 500 m, oboje pa potrjuje domnevo, da so v globljih plasteh podzemni tokovi drugačni, kot v višjih nivojih.

Zaradi takšnih razmer je skoro nemogoče določiti pravo razvodnico, saj bi bilo potrebno zelo veliko sledilnih meritev. V potočku pri ribogojnici ni bilo zaslediti nobenega sledila, kar pomeni, da ima ta voda izvor južno od Planine pri jezeru.

Ker ima iztok iz Bohinjskega jezera usklajen izračunan in izmerjen pretok, mi pa smo dodali ca. 10 km² porečja, ki je prej pripadalo Mostnici, bi bilo potrebno na drugi stani odvzeti ustrezen delež povodja na področju Komne in ga dodati povodju Tolminke.

Na merski postaji v Bohinjski Bistrici odteče v povprečju kar 2,4m³/s preveč vode glede na padavine v doslej predvidenem zelo omejenem povodju Bi-

strice, to je 3-krat več, kot bi jo smelo glede na količino padavin in izhlapevanje. Da bi bila vodna bilanca usklajena, bi moralo pasti na tem območju v povprečju kar 8000 mm padavin. Preostane nam torej samo povečanje povodja Bistrice, in sicer tako, da bo povodje zajemalo skoro celotne južnobohinjske gore od Orlovega roba do Soriške planine s Slatnikom in Lajnarjem, ki sedaj spadata v povodje Bače.

Vodna bilanca v zgornjem delu Soče je usklajena. Na povodju Soče do merskih postaj Kršovec, Log Čezsoški in Kobarid ni omembe vrednih razlik, te pa se pokažejo, če upoštevamo pritoke. Koritnica ima prevelik in Učja premajhen odtok. Razlike niso tolikšne, da jih ne bi bilo mogoče uskladiti. Pri Koritnici je težavna razvodnica na Kaninu, pa tudi razvodnica med povodjem Save in Soče je le približna in predvidevamo, da ima Sava Dolinka v svojem zgornjem delu malenkostno premajhen in Soča prevelik odtok. Povodje Učje je v precejšnjem delu na italijanski strani meje, zato nimamo zanesljivih podatkov o padavinah.

Že prej smo omenili, da imata prevelik odtok Tolminka in Zadlašca glede na njihovo povodje, pa čeprav predvidevamo, da imata v svojem zaledju maksimalno količino padavin v celotnih Alpah. Količine padavin ne moremo več zviševati in je zato potrebno povečati njihova povodja na škodo zaledja Savice in Bohinjskega jezera. To smo predvideli že pri usklajevanju vodne bilance iztoka iz Bohinjskega jezera in Mostnice.

Obratno je pri Bači, kjer odteče znatno premalo vode glede na velikost povodja. Deloma je mogoče predvidevati, da

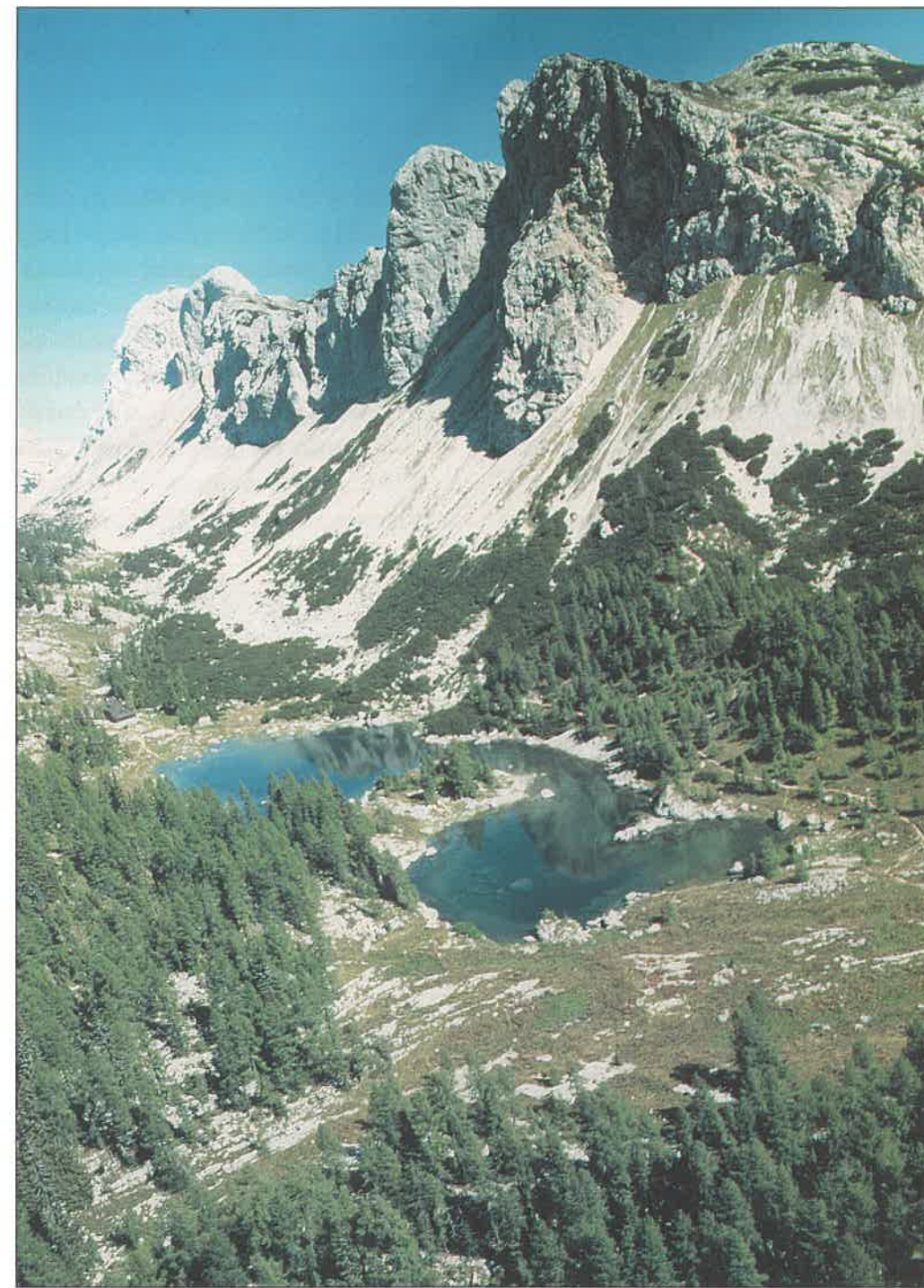
Voda, ki ponikne na Planini pri jezeru, se pojavi tako v Savici kakor tudi dan kasneje v podzemnih izviroh pod Govicem v Bohinjskem jezeru.

Zaključki razglabljanja o vodni bilanci v TNP-ju nam nakažejo domnevo, da je potrebno na novo določiti razvodnice med posameznimi povodji.

ima podzemni pretok, deloma pa je možno zmanjšati povodje v korist Bistrice na bohinjski strani.

Zaključki razglabljanj, o vodni bilanci v TNP-ju nam nakažejo domnevo, da je potrebno na novo določiti razvodnice med posameznimi povodji. Zaradi kraškega sveta bo za takšno določitev

potrebno veliko sledilnih poskusov, posebno še, ker lahko iz določenega območja v različnih nivojih odteka voda v različne smeri. Ta določitev razvodnic bi bila zelo pomembna tudi zato, ker je to verjetno najbolj namočeno območje v Alpah, in ker na tem prostoru poteka razvodnica med sredozemskim in črnomorskim povodjem.



Dolina Sedmerih triglavskih jezer. (foto: M. Trontelj)

VREME V TNP-JU

O vremenu v TNP-ju smo največ povedaki že v uvodu, kjer so omenjeni tudi vzroki, ki vplivajo na razmere v posameznih letnih časih. Tudi pri razlagi posameznih meteoroloških elementov je posredno obravnavan vpliv na skupen meteoroloških elementov, čemur pravimo vreme.

Pri posameznih vremenskih situacijah delimo vreme v TNP-ju na dva dela, meja razvodnica pa je med Posočjem in Posavjem. Ta meja je lahko bolj ali pa manj izrazita in lahko govorimo, da je v okolju te meje prehodni pas, ki je včasih širši, včasih ožji.

Ta meja je najizrazitejša v poznojesenskem in deloma zimskem času, ko pre-

vladuje anticiklon nad Srednjo Evropo in od vzhoda nad TNP doteka v nižjih zračnih plasteh hladen zrak. V takšnih vremenskih situacijah je v notranjosti Slovenije in tudi v vzhodnem delu TNP-ja nizka oblačnost, v višjih legah in na primorski strani pa prevladuje sončno vreme. Zanimivo je, da ima pogosto v takšnih situacijah sončno vreme tudi Bohinjska kotlina, nad Gornjesavsko dolino pa je nizka oblačnost. V tem primeru se vreme v Bohinjski kotlini, pa čeprav je v povodju Save, obnaša podobno kot na Primorskem.

Podobno je tudi pri pojavljanju predfrontalnih, to je predvsem orografskih padavin ob toplem jugozahodniku. V teh primerih pogosto dobimo celotni zgornji del Posočja in Bohinj padavine že en dan preje kot Gornjesavska dolina. Ker na tem območju ni profesionalnih vremenskih postaj, vremenski radar na Lisci pa tega območja ne pokriva, tudi prognostik na Hidrometeoro-



Pogled na Triglavski nacionalni park iz zraka ob večernih meglicah.
(foto: M. Trontelj)

loškem zavodu nima pregleda nad temi padavinami, zato ti podatki pogosto izpadejo pri napovedi vremena. Bohinjci pravijo, da je tam poslabšanje vremena že dan pred vremensko napovedjo. Domačini ta pojav razmeroma dobro poznajo in ga upoštevajo pri kmečkih opravilih.

Najizrazitejša je ta meja na geografski razvodnici v zimskem času, ko je lahko na južni strani gorske pregrade že pomladno vzdušje s sončnim in razmeroma toplim vremenom, na severni strani pa je prava zima. Do te pregrade sega sredozemski vpliv in je zato manj snežnih padavin, pa tudi izrazita jezera hladnega zraka ne nastajajo. Snežna odeja na južnih pobočjih hitro skopni in se zato dodatno dvignejo temperature. Na severni strani gorske pregrade je debelina snežne odeje večja in zaradi močnejšega nočnega ohlajanja nastajajo izrazita jezera hladnega zraka, ki so zelo trdoživa. Snežna odeja se obdrži

zato znatno dlje, kar povzroča mrzlo zimsko vreme. V ostalih letnih časih ni tolikšne razlike pri vremenu v različnih območjih TNP-ja, predvsem ne v poletnem času, ko se pojavlja termična konvekcija. Običajno se nevihte sprožijo ob gorskih grebenih, nato pa se z zračnimi tokovi v prosti atmosferi razširjajo nad druge kraje. Ker je konvekcija najizrazitejša v gorskem svetu, se v teh krajih pojavlja toča, oz. še pogosteje sodra. Izrazita toča v dolinah pa je razmeroma redek pojav.

Za zaključek lahko ugotovimo, da je vreme v TNP-ju zelo raznoliko, tako časovno kakor tudi krajevno. Pozimi je najpogosteje vreme najbolj ustaljeno od vseh letnih časov. Obstaja pa razlika med nižjeležečimi kraji, kjer se v kotlinah vztrajno zadržuje hladen zrak in povzroča v kotlinah pogosto meglo ali nizko oblačnost, in višjimi legami, kjer je pozimi pogosto sončno vreme in razmeroma zelo toplo.

Med tem ko vlada v dolini še prava zima, na prisojnih pobočjih že poganjajo pomladne cvetlice.
(foto: M. Trontelj)



VIRI

1. Schuepp M., 1978: Beiheft zu den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt.
2. Pristov J., 1967: Odvisnost med padavinsko razporeditvijo v Sloveniji in temperaturo in vetrovi na višinah, Razprave-Papers IX, Ljubljana.
3. Pristov J., 1961: Verschiedene Einflüsse auf die einzelnen Meteorologischen Elemente in den Suedoestlichen Alpen und in Dinarischen Gebirge, Wetter und Leben, Sonderheft IX, Wien.
4. Pristov J., Trontelj M., 1975: Zimski temperaturni ekstremi, Razprave-Papers XIX, Ljubljana.
5. Pristov J., 1959: Abweichungen des Windes auf den Alpinen Beobachtungsstationen in Bezug auf die Stroemung in der Freien Atmosphere, Berichte des Deutschen Wetterdienstes, Bd. 8, Nr. 54, Offenbach am Main.
6. Pristov J., 1984: Ekstremno močni vetrovi pod Karavankami, Razprave-Papers, l. 28, Ljubljana.
7. Trontelj M., Zupančič B., 1987: Ujma 23. avgusta 1986 na Notranjskem. Ujma, št. 1, Ljubljana.
8. Pristov J., 1994: Namočenost in evapotranspiracija v Sloveniji, Ujma, št. 5, Ljubljana.
9. Pristov J., 1991: Razpored padavin in njihov vpliv na poplave, Ujma, št. 5, Ljubljana.
10. Yang D. in drugi, 1994: Wind-Induced Error on Snow Measurement: WMO Intercomparison Results, Analen der Meteorologie 30, Offenbach am Main.
11. Doorenbos, J.K. in drugi, 1986: Yield response to water, FAO Irrigation and drainage paper 33, Rome.
12. Pristov J. in drugi, 1984: Prikaz izdelave vodne bilance na Savi Dolinki, Razprave-Papers, l. 28, 2, Ljubljana.
13. Hydrologischer Atlas der Schweiz, 1992, Landeshydrologie und geologie. Erstelt im Ausfrag des Schweizerischen Bundesrates, Bern.

Vsi uporabljeni podatki so iz arhiva Hidrometeorološkega zavoda Republike Slovenije.