

4 Splošne in lokalne podnebne poteze

Darko Ogrin, Miroslav Vysoudil, Irena Mrak, Matej Ogrin

4.1 Osnovne podnebne razmere

Podnebje Slovenske Istre je rezultat različnih dejavnikov. Najpomembnejša je lega v srednjih zemljepisnih širinah severne poloble in v zmerno toplem pasu pod vplivom zahodne zračne cirkulacije. Z zahoda in severozahoda se, posebej v hladni polovici leta, stalno čuti vpliv Atlantika, ki pomeni vir toplote in vlage. Pomembna je lega na severnem obrobju Jadranskega morja na prehodu med Sredozemljem in evrazijsko celino. Sredozemsko in nekoliko manj Jadransko morje blažita neugodne vplive suhe in vroče severne Afrike, saj se topel zrak, ki doteka iznad Sahare, pri prehodu čez morje navlaži. Ta zračna gmota povzroča, da so zime v Slovenski Istri večinoma mile in vlažne, poletja pa lahko zelo vroča in soparna. Nasprotno pa doteka pozimi čez alpsko-dinarsko pregrado iznad celinskih delov Evrope hladen in suh zrak (burja), ki lahko občasno občutno zniža temperaturo in povzroči pozebe. Vpliv reliefa se najbolj pozna na Socerbskem, Podgorskem in Rakitovskem krasu in v hribovju Slavnika in Čičarije. Zaradi višje nadmorske višine so tu temperature nižje in več je padavin kot v ostalih, nižje ležečih delih Slovenske Istre.

Z vidika svetovnih delitev podnebja ima Slovenska Istra zmerno toplo podnebje, le najvišji predeli Slavnika in Čičarije se približujejo podnebnim značilnostim gorskih podnebij. Obalni pas do nadmorske višine okoli 350 metrov ima zmerno toplo vlažno podnebje z vročim poletjem (Cfa po Köppenovi podnebni klasifikaciji), notranjost pa različico s toplim poletjem (Cfb). Podnebji Cfa in Cfb v Istri se ločita od sredozemskega podnebja (Cs) predvsem po večji namočenosti in bolj enakomerni porazdelitvi padavin čez leto z ne tako izrazito sušo poleti ter po nižjih temperaturah. Imata pa še veliko sredozemskih značilnosti, zato pogosto označujemo, da ima Slovenska Istra zmerno (omiljeno) sredozemsko oziroma submediteransko podnebje. Obalni pas, kjer so povprečne januarske temperature nad 4 °C in julijske nad 22 °C, ima tako imenovano obalno zmerno sredozemsko podnebje (tudi podnebje oljke), kraški del Slovenske Istre in najvišji predeli flišnega gričevja pa zaledno zmerno sredozemsko podnebje, kjer so januarske temperature od 0 do 4 °C, julijske pa od 20 do 22 °C (Ogrin, D., 1996; Ogrin, D., Plut, 2009).

Za prikaz splošnih podnebnih razmer smo uporabili podatke v Slovenski Istri nekoč in danes delujočih meteoroloških postaj (Koper, Portorož-Beli križ, Portorož-Letališče, Kubed, Seča, Strunjan) in nekatere podatke za Trst. Pri prostorskih prikazih razporejanja pa interpolirane vrednosti podnebnih elementov, ki smo jih dobili s pomočjo ustreznih kart Urada za meteorologijo ARSO. Dognanja o lokalnih razmerah večinoma temeljijo na lastnih meritvah in opazovanjih.

Sončevo obsevanje

Razmere glede Sončevega obsevanja običajno prikažemo s trajanjem in energijo obsevanja. Po podatkih, preračunanih na matematični horizont, ki nudijo dobro primerjavo med različnimi podnebnimi tipi, sije Sonce v Portorožu v letnem povprečju (obdobje 1971-2000) 2416 ur (6,6 ure na dan), kar je največ v Sloveniji. Portorož ima največ sonca pri nas v vseh letnih časih, razen pozimi. Ob upoštevanju realnega poteka obzorja, ki nekoliko skrajšuje obsevanost, je povprečje nekoliko nižje, 2335 ur. Letna variabilnost je precejšnja. Standardni odklon znaša 114 ur, najvišja vrednost je bila leta 1989 z 2588 urami, najnižja pa leta 1972 z 2106 urami (Klimatografija Slovenije, Trajanje sončnega obsevanja, 2004). V zadnjem desetletju je opazno naraščanje trajanja Sončevega obsevanja.

Sezonske spremembe in vpliv višjega zaledja na jugu, vzhodu in severovzhodu Slovenske Istre so lepo razvidne iz modelnih izračunov trajanja Sončevega obsevanja. Ti ob astronomskih dejavnikih upoštevajo tudi atmosferske, ne upoštevajo pa reliefnih, saj so vrednosti preračunane na matematični horizont. Po teh podatkih ima v topli polovici leta največ sončnih dni zahodni del obalnega pasu Slovenske Istre (spomladi več kot 560 ur, poleti več kot 860 ur), vzhodni del je nekoliko manj osončen (spomladi od 520 do 560 ur, poleti od 820 do 860 ur), najmanj sonca, od 480 do 520 ur spomladi oziroma od 780 do 820 ur poleti, pa imajo najvišji deli flišnega gričevja na jugu in kraški predeli na severovzhodu Slovenske Istre. Tu je več oblačnega vremena zaradi izrazitejšega konvekcijskega in orografskega dvigovanja zraka. Jeseni je v obalnem pasu še vedno več sonca kot v zaledju (od 480 do več kot 500 ur), pozimi, ko sta ob obali večkrat nizka oblačnost in megla, pa ima več sonca višje zaledje. V obalnem pasu in nižjem gričevju je pozimi od 320 do 360 ur s soncem, v zaledju pa od 360 do 400 ur (Povprečno trajanje sončnega obsevanja – jesen 1971-2000; Povprečno trajanje sončnega obsevanja – poletje 1971-2000; Povprečno trajanje sončnega obsevanja – pomlad 1971-2000; Povprečno trajanje sončnega obsevanja – zima 1971-2000).

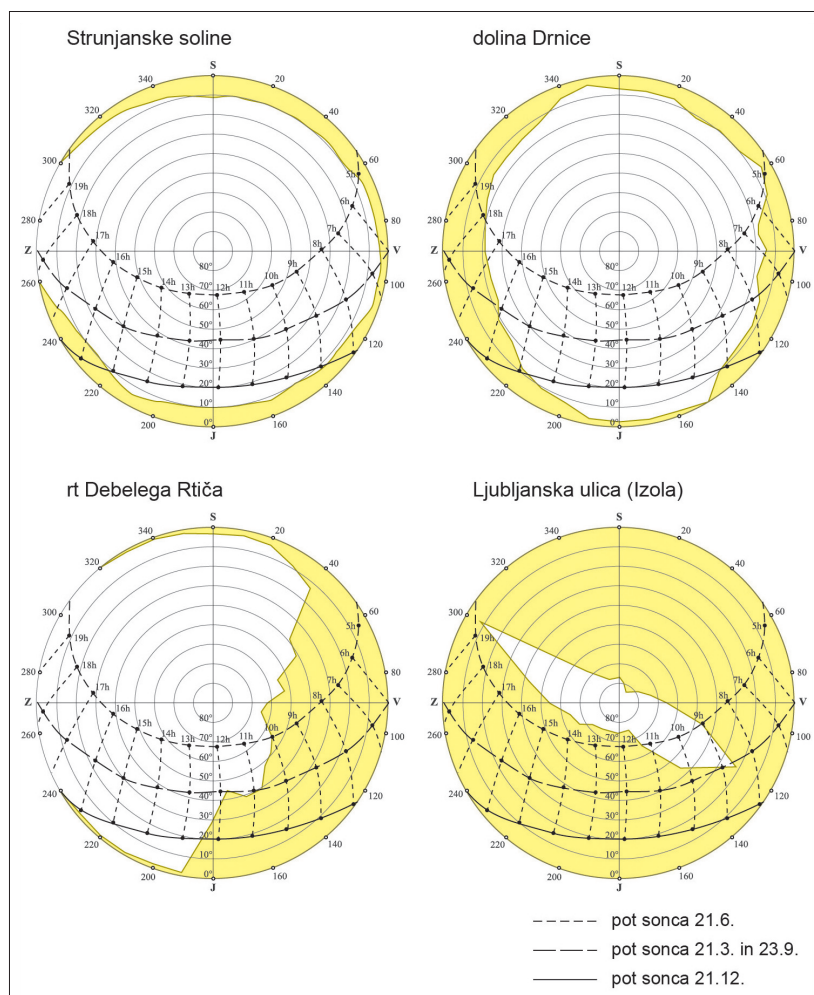
Lokalne razlike v obsevanju

Obalni del Slovenske Istre je večinoma blago razgiban, zato lokalno ni večjih razlik v obsijanosti in prejeti energiji Sončevega sevanja. Glede na aprilske razmere, ki so dober reprezentant povprečnih letnih razmer, je večina obravnavanega območja normalno obsijanega. Slabše razmere imajo strmejša severno orientirana pobočja, vključno s severno usmerjenimi klifi, boljše pa strma južna pobočja (preglednica 4.1). Glede na meritve poteka realnega horizonta na več kot 50 reprezentativnih točkah višina obzorja skrajšuje teoretično možno neposredno Sončevo obsevanje na temenih flišnih hrbtov za pol do ene ure na dan, na obalnih ravninah približno 1 uro, nekoliko več pozimi. V dnu dolin je obsevanje za 2 do 4 ure krajše od teoretično možnega. Izjema so nekatere ozke grape in območja tik pod strmimi pobočji, vključno z abrazijskimi ravninami pod severno orientiranimi klifi. Nekatere dele teh območij Sonce okoli zimskega obrata sploh ne obsije, poleti pa je sonca za 4 do 5 ur manj.

Preglednica 4.1: Vpliv naklona in ekspozicije površja na osončenost (Vysoudil, 1993).

Naklon (v °)	Ekspozicija		
	jug	vzhod in zahod	sever
pod 5	normalna	normalna	normalna
5 do 10	dobra	normalna	slaba
10 do 15	dobra	normalna	slaba
15 do 20	zelo dobra	normalna	zelo slaba
nad 20	zelo dobra	dobra	zelo slaba

Slika 4.1: Trajanje Sončevega obsevanja ob enakonočju, poletnem in zimskem obratu v Strunjanskih solinah, v dolini Drnice pod Padno, na rtu Debelega rtiča in na Ljubljanski ulici v Izoli. Sonce je nad obzorjem, ko poteka njegova pot zunaj obarvanega dela grafikona.



Podobno sliko kaže tudi karta povprečne letne količine energije kvaziglobalnega obsevanja (Gabrovec in Kastelec, 1998, str. 105), ki prikazuje vzajemni vpliv astronomskih, atmosferskih in reliefnih dejavnikov na trajanje in energijo Sončevega obsevanja. Po tej karti prejme večji del obalnega pasu Slovenske Istre od 4400 do 4800 MJ/m². Več kot 4800 MJ/m² dobijo le strma in izrazito prisojna pobočja (npr. pod Tinjanom, levi breg Pjažentina, pod Kaštelirjem idr.), manj kot 4400 MJ/m² pa strma in izrazito osojna pobočja (npr. med Šmarjami in Babiči, pod Padno, pod Sv. Petrom in Novo vasjo, nad Strunjansko dolino) in severno orientirani klifi (med Izolo in Kopro, med Strunjanom in Izolo, med Piranom in Strunjanom). Malo energije prejmejo ti predeli zlasti pozimi, ko je Sonce nizko nad ravnino horizonta. Na mikro ravni trajanje obsevanja in prejeta energija skrajšujejo tudi rastlinstvo in visoke stavbe v gosto pozidanih naseljih, še posebej v zelo strnjeno pozidanih zgodovinskih središčih vseh treh obalnih mest, ki oblikujejo posebno mikroklimo.

Temperatura zraka

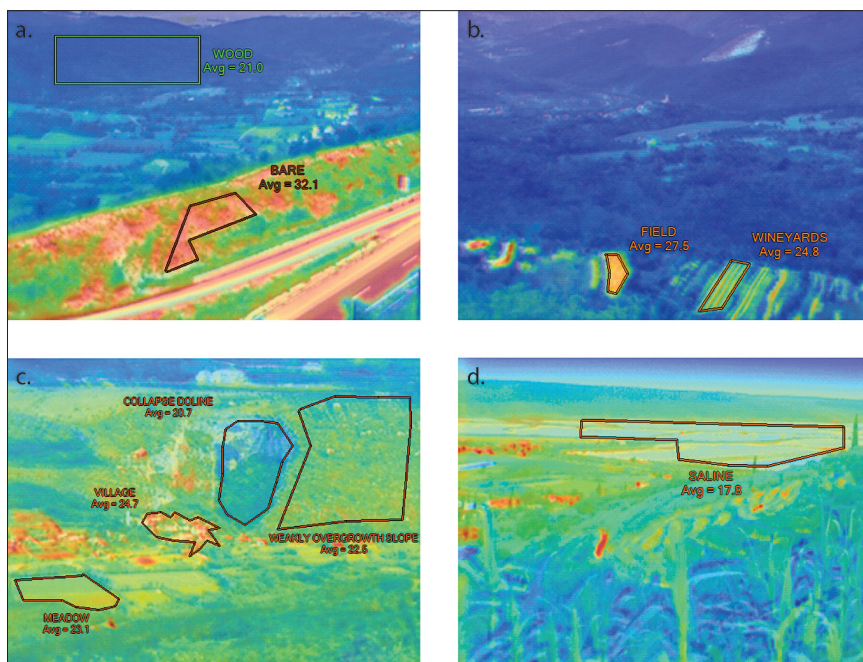
Prostorsko razporejanje temperature zraka je v Slovenski Istri odvisno od bližine morja, reliefnih danosti in od rabe površja. Pri reliefu izstopata višinska struktura in konkavnost površja, pomembna sta tudi naklon in ekspozicija. Z oddaljevanjem od morja proti višji notranjosti se temperature na splošno znižujejo, konkavni deli površja imajo nižje minimalne temperature zaradi temperaturnega obrata in jezer hladnega zraka. Južno orientirana pobočja so zaradi več prejete energije Sončevega obsevanja toplejša od severnih. Pri rabi posebej poudarjamo strnjeno pozidane površine, še posebej stare dele obalnih mest, ki imajo posebne temperaturne razmere. Gozd ima nekoliko bolj izravnane temperaturni režim kot negozdne in kmetijske površine. Kratkotrajne primerjalne meritve v gozdu (grmišču) submediteranskega tipa in na travniku na Debelem rtiču so pokazale, da so bile v gozdu najvišje dnevne temperature 0,5 do 1,5 °C nižje kot na travniku, minimalne pa za 0,5 °C višje. Posebno topoklimo imajo tudi soline in obalna mokrišča ter območja brez oziroma z zelo redkim rastlinstvom.

Za potrebe topoklimatske karte (slika 4.8) je bila raba površja določena s pomočjo Evidence dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (MKGP, 2010). Zaradi velike pestrosti in mozaičnosti rabe ter merila karte (1:50.000) smo nekatere kategorije rabe, ki imajo podoben podnebni vpliv, združili. Pri tem, kakor tudi pri ugotavljanju temperaturnih značilnosti različnih tipov aktivnega dela površja in izločanju posameznih topoklimatskih enot, smo si pomagali s termalnimi posnetki površja (Vysoudil, Ogrin, D., 2009). Analiza posnetkov je pokazala velike temperaturne razlike med posameznimi predeli v odvisnosti od tipa aktivnega površja (rabe površja), pa tudi od ekspozicije in naklona (slika 4.2).

Prostorsko sliko razporejanja povprečnih temperatur zraka v Slovenski Istri bomo zaradi slabe pokritosti z meteorološkimi postajami predstavili s pomočjo kart, ki so bile narejene za celo Slovenijo in veljajo za obdobje 1971-2000. Njihova ločljivost je dovolj velika, da lahko ugotovimo glavne značilnosti tudi na ravni obravnavane pokrajine. Karte so bile narejene s pomočjo metode optimalne prostorske interpolacije, ki upošteva predvsem povezanost obravnavane

spremenljivke z nadmorsko višino. Obalni pas Slovenske Istre ima do nadmorske višine okoli 350 metrov povprečno letno temperaturo več kot 12 °C, januarsko od 4 do 6 °C, julijsko pa od 22 do 24 °C. Iz poteka izoterm je razvidno, da sega termični vpliv morja globlje v notranjost po dolinah Rižane, Badaševce, Drnice in Dragonje. S porastom nadmorske višine proti notranjosti se povprečna januarska temperatura zniža na 2 do 4 °C, na Slavniku in v Čičariji pa pod 2 °C. Povprečna julijska temperatura je na Podgorsko-Rakitovskem krasu od 20 do 22 °C, v hribovju Slavnika in Čičarije pa od 18 do 20 °C (Povprečna januarska temperatura zraka 1971-2000; Povprečna julijska temperatura zraka 1971-2000; Povprečna letna temperatura zraka 1971-2000).

Slika 4.2: Temperaturne značilnosti različnih tipov aktivnega dela površja: a. golega površja in gozda v osojah Osapske doline, b. različnih tipov kmetijske rabe (njiva, vinograd) pod Tinjanom, c. gosto pozidanega dela vasi, travnika, redko poraščenega pobočja in zatrepne doline pri Ospu, d. Sečoveljskih solin. (termalni posnetki: M. Vysoudil)



Značilno je, da so povprečne razlike med obalnimi kraji in kraji v notranjosti manjše spomladi, ko se morje počasneje segreva kot kopno, večje pa v jeseni.

Blažilni vpliv morja na dnevne temperaturne ekstreme ob obali je lepo viden iz primerjave podatkov o številu vročih dni (maksimalna temperatura več kot 30 °C) in številu dni s toplo nočjo (minimalna temperatura pod 20 °C) med Portorožem in Kubedom v notranjosti Slovenske Istre. V obdobju 1976-1990 je meteorološka postaja v Portorožu delovala na Belem križu (nadmorska višina 92 metrov), v Kubedu (nadmorska višina 262 metrov) pa na dnu podolja

pod kubejsko strukturno stopnjo. V Portorožu je bilo zaradi zadrževalnega učinka morja v povprečju 5 vročih dni letno, v Kubedu pa kar 16. Pri dnevih s toplo nočjo so bile razmere obrnjene. Ob morju je bilo teh dni v povprečju 29 v letu, v Kubedu pa le dva (Ogrin, D., 1995).

Topoklimatski temperaturni pojavi

Posebne temperaturne razmere so, še posebej ob radiacijskem tipu vremena (oblačnost manjša od 2/10, povprečna hitrost vetra manjša od 4 m/s), v konkavnih oblikah reliefa, kjer se ponoči razvije **temperaturni obrat**. Po močnih temperaturnih obratih izstopajo vale - fluviokraška podolja na prehodu kraškega v flišni del Slovenske Istre (Movraška in Gračiška vala), doline pregarskih ponikalnic (Malinska) in kraške kotanje na Podgorsko-Rakitovskem krasu. V Črnotijski vali (nadmorska višina 385 metrov) je bila 19. 12. 2010, ob zelo dobrih razmerah za ohlajanje zraka, ko je površje prekrivala tudi snežna odeja, izmerjena najnižja temperatura do sedaj v Slovenski Istri, $-20,7^{\circ}\text{C}$. Istega dne je bilo v Petrinjski vali $-20,5^{\circ}\text{C}$, v Malinski pa $-18,0^{\circ}\text{C}$. Izraziti temperaturni obrati so tudi v spodnjih delih dolin in nad morjem, kamor se po dolinah steka hladen zrak iz zaledja. Temperaturni obrat nad morjem se občasno opazi kot meglica, ki se širi proti zunanjim delom zalivov.

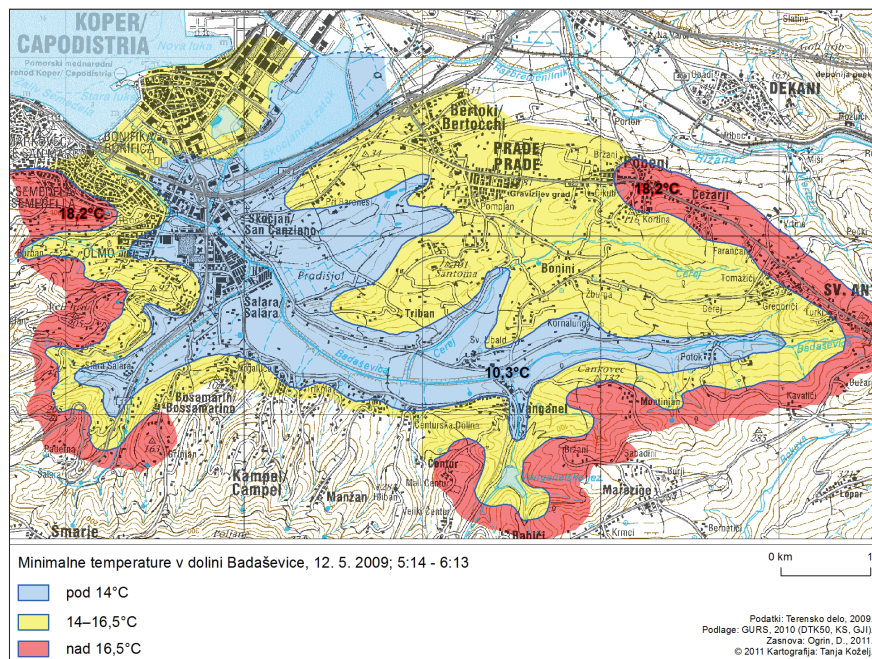
Primerjava podatkov za meteorološki postaji Portorož-Beli križ (nadmorska višina 92 metrov) in Portorož-Letališče v Sečovljah (nadmorska višina 2 metra) za čas, ko so meritve potekale vzporedno, je pokazala, da je bil Beli Križ v obdobju 1987 - 1992 v letnem povprečju za skoraj 1°C toplejši od Sečovelj. Razlika je bila še večja pozimi, ko so temperaturni obrati pogostejši in močnejši. Pri povprečni januarski temperaturi so bile Sečovlje hladnejše za skoraj 2°C , pri minimalni januarski temperaturi pa za več kot 3°C . Tudi v letnem povprečju minimalnih temperatur so bile Sečovlje na slabšem za nekaj več kot $2,5^{\circ}\text{C}$. Temperaturni obrat po dolinah obalnega pasu pomeni večjo in dlje trajajočo nevarnost pozeb, bolj vlažno ozračje in pogostejšo slano.

Po podatkih uradnih meteoroloških postaj so bile ob obali Tržaškega zaliva do sedaj najnižje temperature v Kopru-Semedeli (nadmorska višina 33 metrov) $-12,8^{\circ}\text{C}$ (10. 2. 1956), v Portorožu-Beli Križ $-9,3^{\circ}\text{C}$ (8. 1. 1985), na Letališču Portorož v Sečovljah $-10,5^{\circ}\text{C}$ (2. 3. 2005) in v Trstu $-14,3^{\circ}\text{C}$ (11. 2. 1929). Ob hudem mrazu leta 1929, 1956 in 1985 so bile v Slovenski Istri tudi pozebe oljk. Sistematične meritve najnižjih temperatur v dolinah obalnega pasu v zimah 2007/2008 do 2010/2011 so pokazale, da so bili do sedaj izmerjeni ekstremi, ki so veljali za izjemne dogodke, zabeleženi v vsaki od opazovanih zim in da so najnižje temperature okoli -10°C v dolinah obalnega pasu običajen pojav. Meritve so tudi pokazale, da se lahko poleti v ugodnih razmerah za ohlajanje ozračja jutranje temperature spustijo tudi pod 10°C (1.8.2007 je bila npr. temperatura v Dragonji $7,0^{\circ}\text{C}$, 23.7.2008 pa na Biviu $9,0^{\circ}\text{C}$).

Bistveno višje minimalne temperature so na pobočjih in temenih nad dolinami v tako imenovanem **toplotnem (termalnem) pasu**. Glede na meritve je običajna razlika med predeli v inverzni plasti zraka in onimi nad njo 4 do 6°C , izjemoma tudi do 10°C ali več. Z vidika

uspevanja toplotno zahtevnejših kultur, med katere sodi tudi oljka, je pomembno poznavanje višine inverzne plasti zraka. Ta zelo niha. Pri močnih in dolgotrajnih temperaturnih obratih je lahko visoka tudi več kot 100 metrov (v takih primerih je običajno obalni pas Slovenske Istre pod meglo), navadno pa sega 10 ali nekaj 10 metrov nad dolinsko dno. Do kod segajo običajne inverzije in kje se začne toplotni pas, v katerem so najnižje temperature višje kot v dnu dolin, lahko sklepamo tudi iz razprostranjenosti oljčnikov. V tisočletni tradiciji oljkarstva se je namreč izoblikovalo znanje o najugodnejših legah za oljko, kjer so razmere za uspevanje optimalne. Rezultati kartiranja v letih 2006–2009, predvsem starejših nasadov, so predstavljeni na sliki 4.4. Oljčniki v obalnem pasu v okolici Hrvatinov, Ankarana, Bertokov, Pobegov, Izole in Strunjana kažejo začetek toplotnega pasu 15 do 20 metrov nad morjem oziroma dolinskim dnom. V dolini Dragonje okoli vasi Dragonja, Sv. Peter in Krkavče se začne v povprečju približno 15 metrov nad dnom doline. Bolj v notranjosti Slovenske Istre, kjer so doline hladnejše, se oljke začenjajo višje. V srednji in zgornji Rižanski dolini 20 do 40 metrov nad dolino, v okolici Padne in Šmarij pa približno 50 metrov nad dolinskim dnom. V obalnem pasu sega toplotni pas do najvišjih temen flišnih hrbtov, v zgornji Rižanski dolini pa oljke nikjer ne presežejo izohipso 215 metrov, kar pomeni vertikalni obseg termalnega pasu od 80 do 120 metrov. Zaradi manjše izpostavljenosti burji in večjega Sončevega obsevanja zaseda 3/4 oljčnikov južne, jugozahodne in jugovzhodne lege, največ, približno 35 %, južne.

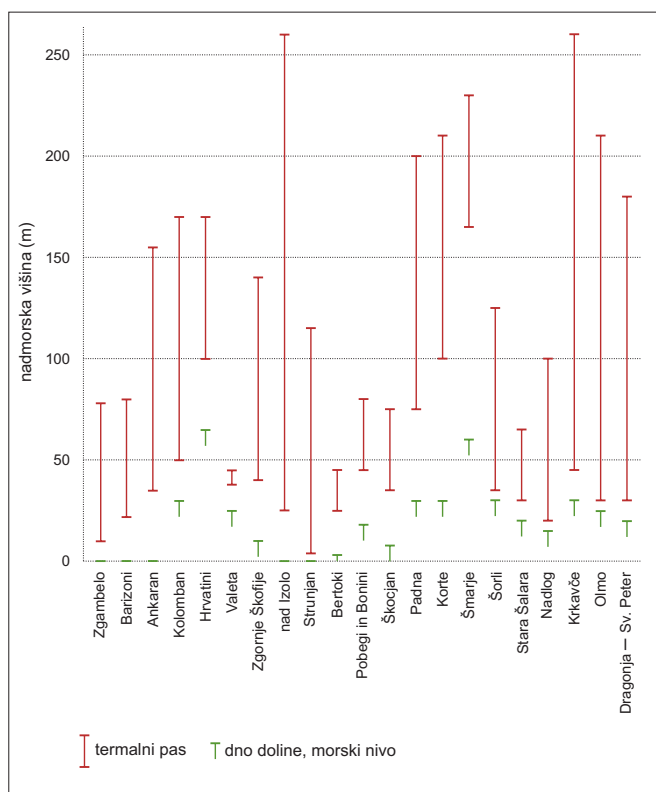
Slika 4.3: Najnižje temperature v dolini Badaševce (12. 5. 2009; 5:14 - 6:13).



Strnjeno pozidana srednjeveška jedra vseh treh obalnih mest z ozkimi ulicami in visokimi stavbami oblikujejo posebno mestno podnebje s specifičnimi temperaturnimi razmerami,

kjer se prepletajo vplivi mesta, morja in lege mesta. **Mestno podnebje** se razlikuje od okoliškega predvsem ob jasnem in mirnem vremenu. Raziskava, ki jo je v Piranu poleti 2007 naredila Guštinova (2007), je pokazala, da ob vročinskem valu 19. julija dve uri po sončnem zahodu pri tleh niso bili najtoplejši najbolj strnjeno pozidani deli mesta v starem delu Pirana, ampak prisojno pobočje pod obzidjem z redkejšo pozidavo. Ta predel mesta se je namreč čez dan močno segrel, medtem ko je bil stari del mesta z ozkimi ulicami in visokimi stavbami večinoma v senci. Razlika med najtoplejšimi in najhladnejšimi deli mesta je bila dobre 3 °C. Predeli mesta ob morju so imeli srednje vrednosti, saj morje čez dan preprečuje pretirano segrevanje (ponoči pa ohlajanje). Drugačna je bila razporeditev temperature zraka v Piranu mesec kasneje, ko je čez dan pihala rahla burja. Ta je hladila predvsem severno obalo in bolj odprte, prevetrene dela mesta, zato je bilo zvečer najtopleje v najbolj strnjeno pozidanih delih mesta.

Slika 4.4: Toplotni pas, kakor ga nakazujejo oljčniki.



Tezo, da se v srednjeveških jedrih naših obalnih mest poleti pri tleh čez dan manj segreje, ker Sonce skoraj ne obsije tal ali posije le za kratek čas, so potrdile tudi meritve v Izoli 19. 7. 2007 med 15:30 in 16:30. Ti deli mesta so imeli za stopinjo do dve nižje temperature od predelov

Izole, kjer se je čutil vpliv maestrala. Najvišje (tudi do 5 °C v primerjavi s središčem) pa so bile temperature na večjih odprtih površinah (parkirišča, trgi, široke ulice) in v delih Izole z bolj redko pozidavo brez večjih zelenih površin ter dobro osončenostjo. Ravno obratne kot čez dan so bile razmere naslednjo noč uro do dve pred sončnim vzhodom. Tedaj so bili gosto pozidani deli Izole najtoplejši (stavbe so oddajale čez dan nakopičeno toploto), obod starega dela mesta pa je bil za dve do tri stopinje hladnejši. Drugačne kot pri tleh so temperature v višini streh in v višjih nadstropjih stanovanjskih hiš, kjer je osončenost boljša. Meritve v Piranu in Izoli so pokazale, da so tako čez dan kakor ponoči tu temperature za 2 do 4 °C višje kakor pri tleh.

Še bolj izrazit mestni toplotni otok v nočnem času kot pri Izoli smo odkrili v Kopru ob meritvah 30. 8. 2008 med 23:00 in 24:15. Srednjeveški Koper leži na rahli vzpetini (nekdanji otok), ki jo obdajata umetno podaljšani ravnici Rižane in Badaševce. Hladen zrak, ki se steka ob jasnih in mirnih nočeh po dolinah obeh rek iz višjega zaledja proti morju, oblije srednjeveški del mesta, zato je bil ta za do 3 °C toplejši od nekoliko nižje in manj strnjeno pozidane okolice.

Padavine

Prostorsko razporeditev padavin v Slovenski Istri lahko predstavimo s podatki padavinskih postaj Letališče Portorož, Seča, Strunjan, Koštabona, Koper, Dekani, Kubed, Movraž, Podgorje in Rakitovec (Klimatografija Slovenije: padavine 1961-1990, 1995) in padavinske karte Slovenije (Povprečna letna vsota korigiranih padavin 1971-2000). Padavinska karta je narejena z metodo optimalne prostorske interpolacije, kjer so bili ob izmerjenih vrednostih padavin za obdobje 1971-2000 upoštevani še nadmorska višina, zemljepisna širina in dolžina. Končna ločljivost karte je 1 do 2 kilometra.

Iz karte je dobro razvidna odvisnost razporeditve padavin od reliefnih razmer. Večina vlažnih zračnih mas prihaja nad Istro z zahoda do juga. Ko te zračne mase trčijo ob reliefno pregrado med Slavnikom in Učko, pride zaradi dviganja zraka do kondenzacije in izločanja padavin. Zato so hriboviti predeli na severovzhodu najbolj namočeni. V letnem povprečju dobijo od 1500 do 1800 milimetrov padavin. Proti obali se višina padavin zmanjšuje, hitreje približno do črte Tinjan - Labor. Podgorsko-Rakitovski kras in najvišji predeli gričevja dobijo od 1300 do 1500 milimetrov, osrednji del gričevja od 1000 do 1300 milimetrov, obalni pas in obalne ravnice pa od 900 do 1000 milimetrov. Povprečno je v letu nekaj več kot 110 padavinskih dni.

Višina padavin se med posameznimi leti in obdobji zelo spreminja. Primerjava podatkov o standardnem odklonu in ekstremnih vrednosti pokaže, da so padavine najbolj variabilne tam, kjer jih je največ, in v tistih mesecih in letnih časih, ko jih pade največ. Še najbolj zanesljive so spomladi in junija. **Razporeditev padavin čez leto** ima zmerno sredozemske (submediteranske) značilnosti padavinskega režima. Največ (približno 30 %) jih pade v jeseni, v ostalih letnih časih pa nekaj nad 20 %. Običajno sta najbolj namočena meseca november ali oktober, drugi višek namočenosti je na prehodu pomladi v poletje (junija). Najmanj padavin

pade ob koncu zime in v začetku pomladi, julij in avgust predstavljata drugotni minimum namočenosti. V teh dveh mesecih se običajno pojavi suša, ki je v kraških delih Slovenske Istre, kljub več padavinam, povezana z majhno sposobnostjo tal za zadrževanje vlage. Suša in z njo povezana požarna ogroženost sta pogosti tudi na prehodu zime v pomlad (februar, marec).

Škodo v naravnem in družbenem okolju ob premajhni količini padavin povzročajo tudi **izjemne padavine**. V posameznih mesecih so lahko običajne višine presežene tudi za več kot 100 % (ali padavin skoraj ni). Še bolj so nevarne izjemne količine padavine, ki padejo v kratkih časovnih obdobjih (nalivi) in povzročijo poplave in zemeljske plazove ter usade. Večina kratkotrajnih nalivov (urnih, nekaj urnih) je v topli polovici leta ob večjih plohah in nevihtah. Tedaj lahko pade v obalnem pasu Slovenske Istre v eni uri tudi 50 do 80 milimetrov padavin (povratne dobe 10 do 100 let). Dnevna in večdnevna intenzivna deževja so najpogostejša v jeseni. Pojavljajo se ob sredozemskih ciklogenezah s središčem nad severno Italijo (Genovski ciklon). Po modelnih izračunih največjih višin padavin s povratnima dobama 50 in 100 let lahko pade v enem dnevu v obalnem pasu Slovenske Istre do 120 milimetrov, v zaledju pa od 120 do 150 milimetrov padavin (Petdesetletna povratna doba 24-urnih padavin 1961-2000; Sto letna povratna doba 24-urnih padavin 1961-2000). Tovrstne padavine so bile npr. septembra 2010, ko je v Portorožu padlo 19. septembra 129 milimetrov padavin (18. in 19. 9. skupno 152 milimetrov; Poročilo o izjemno obilnih padavinah od 16. do 19. septembra 2010). Za primerjavo, v Bezovici v Bržaniji v zgornji Rižanski dolini je po meritvah Mirjana Cunje padlo 19. septembra 160 milimetrov padavin (18. in 19. 9. skupaj pa 250 milimetrov).

Slika 4.5: Obalna megla je v Tržaškem zalivu redka. V prvi polovici pomladi, ko je morje še razmeroma hladno, se lahko ob dotoku toplega in dovolj vlažnega zraka nad zalivom pojavi tanka plast megle, ki seže le nekaj 100 metrov nad kopno. (foto: D. Ogrin)



Sneg je ob obali Slovenske Istre redek pojav, na vsakih nekaj let se pojavi kak dan s sneženjem in kratkotrajno, do nekaj centimetrov debelo snežno odejo. Pogostejši je v višji notranjosti in na Podgorsko-Rakitovskem krasu, kjer je v povprečju 5 do 25 dni s snežno odejo letno, na Slavniku in Čičariji pa 25 do 50 dni. Tu je lahko snežna odeja tudi precej debela, saj lahko v izjemnih primerih doseže tudi pol metra, v najvišjih predelih tudi več (Povprečno število dni s snežno odejo 1961/62-1990/91). Več kot v višjem zaledju je ob obali **megle in nizke oblačnosti**, od 10 do 35 dni na leto. Megla nastaja skoraj samo pozimi, najpogosteje januarja, redkeje jeseni in spomladi. Njena pojavnost zelo niha, saj je v posameznih letih ni, v drugih pa je lahko tretjina ali celo polovica vseh januarskih dni meglenih, nepretrgoma pa lahko vztraja tudi od tedna do 14 dni. Najpogosteje nastane takrat, ko se nad južno Evropo in Sredozemljem zadržuje območje visokega zračnega tlaka in nastane pri tleh nad Padsko nižino in severnim Jadranom obsežna, tudi več 100 metrov debela plast hladnega in meglenega zraka. To megleno jezero se lahko razleze do naše obale in potopi nižje ležeče predele.

Veter

Podatki o vetru so na razpolago za Kubed (1961-1990), Koper-Semedelo (1961-1975), Portorož-Beli Križ (1976-1990) in od leta 1987 naprej za Letališče Portorož v Sečovljah. Kljub vplivu reliefa na veter in v povezavi s tem lege meteorološke postaje je iz podatkov razvidno, da najpogosteje pihajo vetrovi z severovzhoda in vzhoda (burja) in jugovzhoda (jugo). **Burja**, ki je s 30 do 40 % najpogostejši veter, prevladuje pozimi, saj je Jadran v tem letnem času pogosto v območju nizkega zračnega tlaka. Pihati začne po prehodu hladne fronte, ko se hladnejši, gostejši in težji zrak, potem ko je zapolnil nižinski svet na celinski strani visokih dinarskih planot, začne prelivati na primorsko stran. Piha do pet dni, izjemoma kak dan več, hitrost burje je odvisna od lokalnih topografskih razmer. Zaradi precejšnje višinske razlike med Krasom in obalo slovi po moči tržaška burja, ki v sunkih piha tudi do 170 km/h in več. Močna burja piha tudi nad morjem Tržaškega zaliva, kjer povzroča tudi več kot 3 metre visoke kratke, ozke in strme valove nepravilnih oblik, ki se lomijo in penijo, spremlja jih tudi dim morja (prš vodnih kapljic). Ker se valovi križajo in sekajo, so za pomorski promet nevarni. Močna burja ovira tudi delo v koprskem pristanišču. V obalnem pasu Slovenske Istre so burji močno izpostavljeni obalni rti (Debeli in Suhi rtič, Viližan, Petelinji rt v Izoli, Ronek, rt Madona) in temena flišnih hrbtov (med Pomjanom, Padno in Krkavčami ter med Markovcem, Malijskim hribom in Kaštelirjem - tu je opaziti tudi rahle deformacije drevesnih krošenj zaradi vetra), v zavetrju pred njo pa so strma, južno orientirana pobočja. Pogosteje piha anticiklona (jasna) burja, ki prinaša jasno in mrzlo vreme. Ob ciklona (mračni, črni) burji lahko obilno dežuje ali celo sneži do obale.

Jugo je topel in vlažen veter, ki se v hladni polovici leta pogosto izmenjuje z burjo. Je jugo-vzhodni veter, ki piha med Dinaridi in Apenini. Prinaša oblačno in deževno vreme (ciklona (jugo), nastane pa pred hladno fronto ob prečkanju sredozemskega ciklona. Veter dosega hitrosti do 60 km/h, izjemoma tudi več. Po navadi piha od dva do tri dni. Ker je povezan z istim sinoptičnim procesom kot burja, je tudi približno enako pogost. Valovi ob jugu so praviloma višji kot ob burji (do 4 metre), vendar dolgi in gladki in za pomorski promet manj nevarni. Na

kopnem dosega manjše hitrosti kot na morju, močnejši je na obalnih rtih in temenih flišnih hrbtov.

Slika 4.6: Morje ob burji v Koprskem zalivu. Značilni so kratki, ozki in strmi valovi nepravilnih oblik, ki se lomijo in penijo. Nad Nanosom in Trnovskim gozdom je razpotegnjen burjin oblak, »bandera«, tudi »zástava«. (foto: D. Ogrin)



Razen ob burji in jugu se močni sunki vetra pojavijo ob prehodih hladnih front, ki jih spremljajo krajevne nevihte. **Vetrovi ob nevihtah** so prostorsko omejeni, dosega pa lahko hitrosti več kot 140 km/h. Izjemoma se lahko nad Tržaškim zalivom iz nevihtnega oblaka razvije tudi **tromba** (mini tornado) z zračnim vrtincem velike moči. Veliko nevšečnosti povzroča ob slovenski obali **tramontana**. To je kratkotrajen severni veter, ki piha za hladno fronto in običajno hitro preide v burjo. Pihati začne iznenada, lahko doseže hitrosti do 200 km/h. Ker je slovenska obala obrnjena proti severu, je tramontani zelo izpostavljena. Veter je nevaren za plovbo, v pristaniščih in mandračih ter objektih na obali povzroči veliko škode.

Ob stabilnem in jasnem vremenu brez močnejših splošnih vetrov je za obalne dele Slovenske Istre značilna obalna zračna cirkulacija. Čez dan piha z morja nad ogreto kopno **maestral** (mornik), ponoči pa s kopnega nad toplejše morje **burin** (kopnik). Maestral in burin imata značilen dnevni hod (Ogrin, D., 1995). Maestral začne poleti pihati okoli 10 ure, ko je temperatura zraka nekaj stopinj višja od temperature morja. Piha večinoma od severozahoda do zahoda. Najizrazitejši, s hitrostmi do 25 km/h, je med 12. in 14. uro, nato začne slabeti. Po 17. uri začne obračati proti jugu in vzhodu, nato okoli 19. ure potihne. Po zatišju potegne okoli 21. ure burin, ki je najmočnejši tik pred sončnim vzhodom. Zaradi nizkega zaledja je burin ob slovenski obali neizrazit, močnejši je le v spodnjih delih dolin. Ob stabilnem vremenu se

maestral in burin razvijeta tudi v hladni polovici leta, le da je obdobje z maestralom od tri do štiri ure krajše kot poleti, burin pa je lahko močnejši in piha dlje. V primerjavi s poletjem, ko blaži poletno vročino, je maestral pozimi in spomladi za človekovo počutje neprijeten, saj je hladen in vlažen. Maestral je pomemben modifikator podnebja obalnih mest. Mestni predeli, ki so mu izpostavljeni, imajo poleti nekoliko nižje temperature od dobro osončenih in zatišnih predelov.

Preglednica 4.2: Klimatološka povprečja za Letališče Portorož (nadmorska višina 2 metra) v obdobju 1971-2000.

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Maj	Jun.	Jul.	Avg.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.	Leto
Trajanje Sončevega obsevanja (v urah)	101	132	172	195	255	273	315	297	223	167	110	94	2334
Število jasnih dni	5,3	7,0	5,1	3,5	4,2	4,2	8,8	11,5	9,1	6,5	5,3	5,4	75,8
Število oblačnih dni	11,9	8,0	6,4	7,7	5,9	3,8	2,1	2,2	3,3	6,2	9,4	11,6	78,4
Povprečna temperatura zraka (v °C)	4,1	4,5	7,4	11,6	16,4	20,1	22,5	21,7	17,6	13,6	8,4	5,1	12,8
Absolutno najvišja temp. zraka (v °C)	17,6	22,2	23,0	26,3	29,5	35,4	35,1	36,3	32,1	27,5	21,0	19,0	36,6
Absolutno najnižja temp. zraka (v °C)	-12,0	-10,3	-9,7	-2,5	2,5	6,1	7,6	7,8	3,8	0,2	-5,5	-8,5	-12,0
Št. dni z najnižjo temp. pod 0 °C (hladni dnevi)	13,3	12,8	4,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	10,1	44,8
Št. dni z najvišjo temp. nad 25 °C (vroči dnevi)	0,0	0,0	0,0	0,2	5,3	17,1	28,0	26,4	10,3	0,6	0,0	0,0	87,9
Višina padavin (v mm)	56	47	61	65	69	86	58	78	124	120	91	75	931
Št. dni s pad. nad 0,1 mm	10,1	7,5	8,4	10,2	11,0	10,9	7,6	7,6	8,5	10,2	10,7	10,4	112,9
Št. dni s snežno odejo	0,5	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1,6
Največja višina snežne odeje (v cm)	9	2	14	0	0	0	0	0	0	0	0	5	14
Število dni z nevihto in grmenjem	0,4	1,4	1,4	2,0	5,3	9,2	8,2	7,9	6,5	3,6	2,3	1,3	49,5
Št. dni z meglo	4,0	3,2	3,1	1,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,5	1,4	3,1	4,4	21,0

Vir: Klimatološka povprečja 1971-2000.

4.2 Topoklimatska členitev in topoklimatska karta

Z izrazom topoklima označujemo specifične lokalne podnebne značilnosti, ki se oblikujejo pod vplivom značilnosti Zemljinega površja, predvsem reliefnih danosti (nadmorska višina, ekspozicija, naklon površja, reliefna izoblikovanost) in rabe površja (urbanizirane površine, gozdne površine, kmetijske površine, vodne površine ipd.). Osnovne značilnosti pa so odvisne od regionalnih in tudi globalnih podnebnih razmer. Raziskavo smo osredotočili na obalni pas, to je na območje, ki sega do približno 10 kilometrov v notranjost Slovenske Istre. Velikost območja je narekovalo tudi merilo topoklimatske karte (1:50.000, slika 4.8), ki predstavlja sintezo raziskave.

V metodološkem smislu lahko ugotavljamo topoklimatske značilnosti, pri katerih so pomembne predvsem razmere pri površju (aktivna plast), kjer poteka energetska izmenjava med površjem in ozračjem, s podrobnimi terenskimi meritvami in opazovanji ali pa s posrednimi metodami. Pri našem delu smo uporabili kombinacijo obojega. Pri posrednih metodah sklepamo na lokalne podnebne značilnosti s pomočjo analize značilnosti površja, od reliefnih in vegetacijskih, do rabe. Pri analizi smo sledili metodologiji, ki se je uveljavila pri topoklimatskih raziskavah v Srednji Evropi (Quitt, 1965, 1994; Vysoudil, 1993, 2000, 2009; Polčák, 2000, 2001), in jo ustrezno prilagodili lokalnim razmeram v Slovenski Istri.

Prostorsko najbolj razširjene topoklimatske enote so posledica razlik v Sončevem obsevanju in kombinacije reliefnih značilnosti ter rabe površja. Za ugotavljanje **nivoja obsevanja** smo uporabili aprilske razmere, ki so dober pokazatelj povprečnega stanja. Večina obalnega pasu Slovenske Istre je normalno obsijanega s soncem, saj je površje le blago razgibano. Po boljši oziroma slabši osončenosti izstopajo le najbolj strmi prisojni oziroma osojni predeli, vključno s klifi. Južno, jugovzhodno in jugozahodno orientirana pobočja z naklonom nad 20° imajo dobre razmere glede Sončevega obsevanja. Taka so npr. pobočja pod Tinjanom, pod Šmarjami in Pomjanom, pod Padno, Kortami, Novo vasjo in Sv. Petrom. Severna, severovzhodna in severozahodna pobočja z naklonom nad 20° so slabo obsijana, še posebej v zimskem času, ko je Sonce nizko nad horizontom. Takih predelov je več kot predelov z dobro obsijanostjo. Izstopajo večja območja osov med Šmarjami in Babiči, pod Padno in Novo vasjo, južno pobočje Strunjanske doline s Strunjanskim klifom ter severno pobočje pod Gažonom.

Klifi so zelo specifična topoklimatska kategorija, ne samo zaradi njihove orientacije in z njo povezane dobre oziroma slabe osončenosti oziroma temperaturnimi razlikami, ampak tudi zaradi njihovega vpliva na zračne tokove. S svojo višino in strmino ustvarjajo izrazita privetrja in zavetrja. Zaradi specifičnega aktivnega površja, ki je večinoma brez ali z malo vegetacije, imajo tudi svojstveni temperaturni režim z velikimi temperaturnimi amplitudami.

S topoklimatskega vidika so pomembni **konkavni predeli**, v našem primeru so to doline Rižane, Badaševce, Osapske reke, Dragonje in Drnice ter Strunjanska dolina, kjer se pojavljajo močni in pogosti temperaturni obrati. Posledica nižjih nočnih temperatur zaradi inverzije so bolj pogosti kondenzacijski pojavi, predvsem rosa in slana, večja vlažnost zraka ter večja nevarnost pozeb. Znotraj te topoklimatske enote lahko ločimo predele z manjšo konkavnostjo površja, to so spodnji deli dolin (obalne ravnice), kjer so temperaturni obrati šibkejši, in predele z bolj izrazito konkavnostjo (globlje in ožje doline v srednjem in zgornjem delu). Tu so temperaturni obrati močnejši, izrazitejše je tudi stekanje hladnega zraka proti obalnim ravninam.

V spodnjih delih dolin in obalnih ravninah vplivajo na topoklimo tudi **vlažne talne razmere**, zaradi katerih je višja vlažnost zraka in več kondenzacijskih pojavov v nočnem času. Čez dan pa se površje zaradi porabe energije za izhlapevanje nekoliko manj segreje. Ta enota vključuje soline (Sečoveljske in Strunjanske), nekdanje soline (Ankaranska, Koprška bonifika), ostala obalna mokrišča (Škocjanski zatok, jezera v Fiesi) in območja z visoko talno vodo.

Slika 4.7: Dim bivše tovarne Kemiplas na Biviu pri Dekanih nakazuje stekanje hladnega zraka iz zgornje Rižanske doline proti morju. Vidna je tudi zamegljenost, ki je posledica temperaturnega obrata in večje vlažnosti zraka. (foto: I. Mrak)

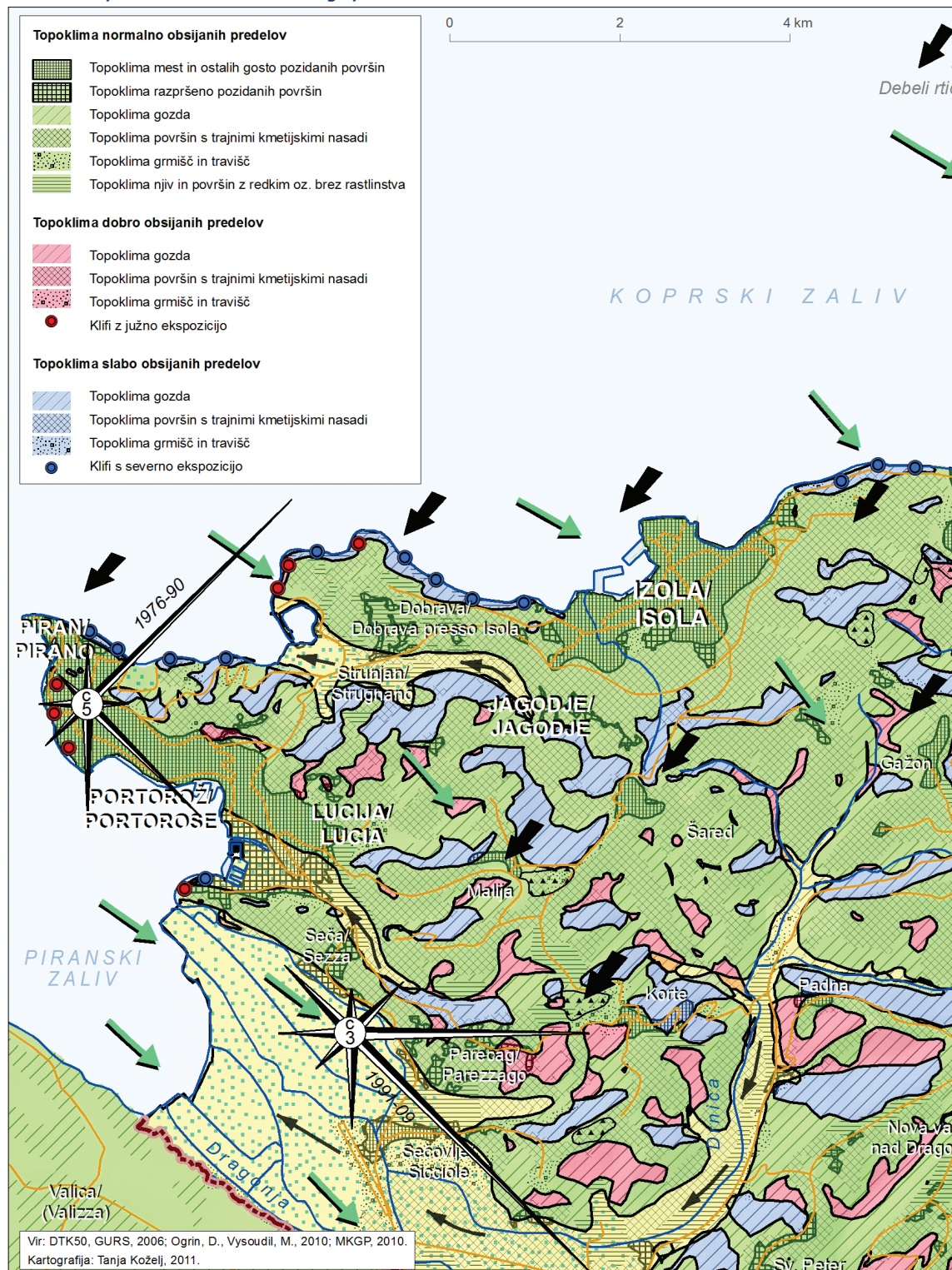


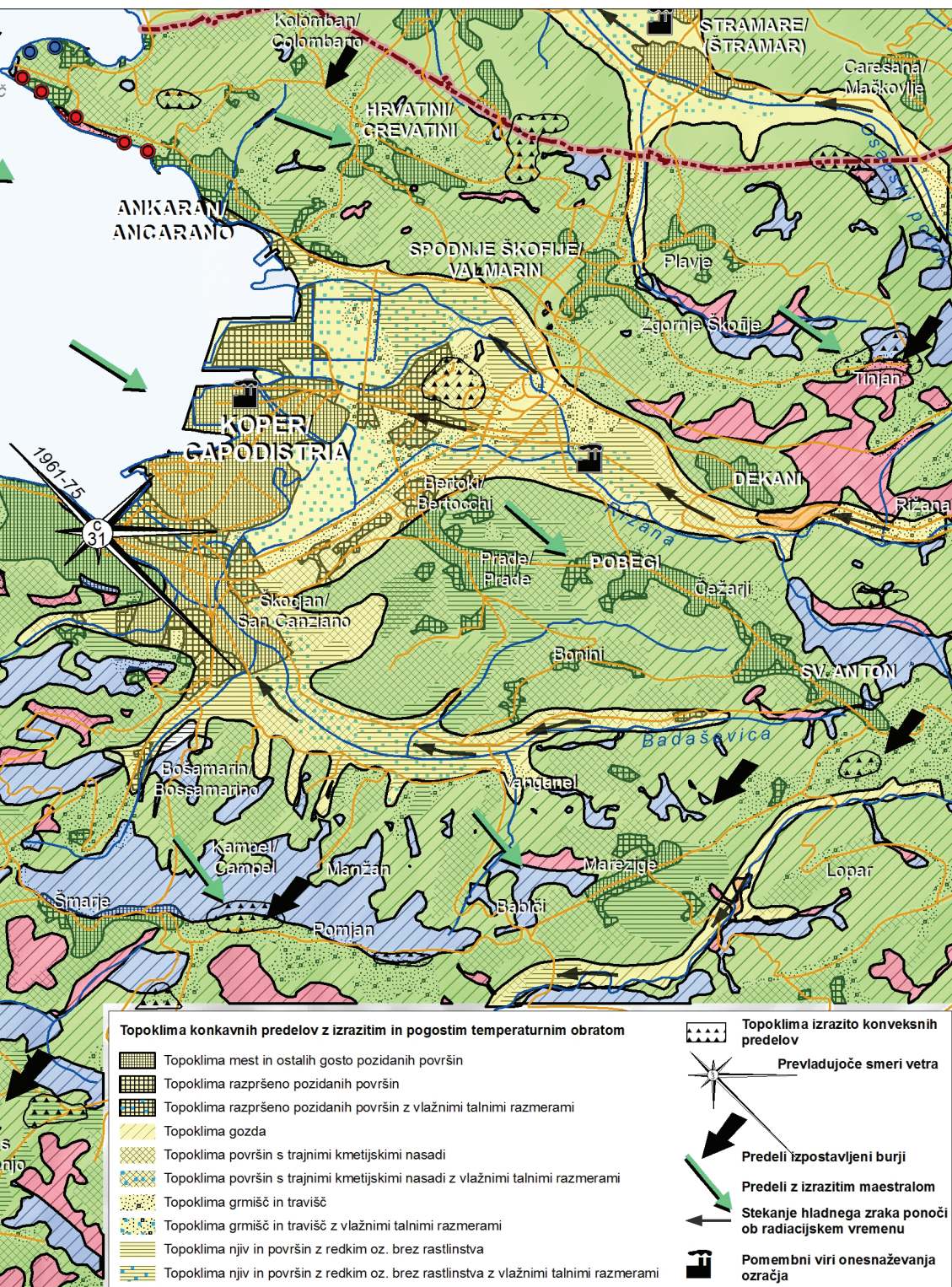
V nasprotju s konkavnimi predeli so izrazito **konveksni predeli** (temena flišnih hrtov, izstopajoči vrhovi) bolj prevetreni. Izpostavljeni so vetrovom vseh smeri in hitrosti ter njihovim pokrajinskim učinkom. Na Tinjanu, Kortinci pri Marezigah, Poljanah nad Šmarjami, na grebenu med Gažonom in Segadinci ter na Kaštelirju nad Kortami so opazne tudi zaradi vetra (burje) deformirane drevesne krošnje (Ogrin, D., 1995, str. 225).

Vpliv **zračnih tokov** različnih prostorskih razsežnosti na lokalno podnebje je na topoklimatski karti (slika 4.8) razviden iz vetrovnih rož in puščic. S pomočjo vetrovnih rož, ki so narejene na podlagi podatkov uradnih meteoroloških postaj, lahko razberemo prevladujoče smeri vetrov na posameznih merilnih mestih, za katera pa žal nimamo podatkov za isto obdobje. Pri Sečovljah in Kopru je lepo razvidna odvisnost pogostosti vetra od lokalnih reliefnih razmer oziroma usmerjenosti dolin in pobočij. Vetrovna roža za Beli Križ nad Piranom, ki leži na temenu Piranskega polotoka, pa dobro ponazarja razporeditev pogostosti vetrov na izrazito konveksnih predelih. Prevladujeta burja (severovzhodnik) in jugo (jugovzhodnik). Po pogostosti, moči in pokrajinskih učinkih izstopa burja. Burji je močno izpostavljen osrednji del Tržaškega zaliva, kjer poteka stržen tržaške burje, prav tako obalni rti in temena flišnih hrtov z izpostavljenimi vrhovi. Zaradi prevladujoče smeri burje so ob tem vetru izrazito prijetna severovzhodna (severna), zavetrna pa jugozahodna (južna) pobočja.

Ob stabilnem vremenu se razvije obalna zračna cirkulacija. Izrazitejša je njena dnevna komponenta, maestral, ki je poleti zaradi blaženja vročine pomemben za človekovo počutje.

Slika 4.8: Topoklimatska karta obalnega pasu Slovenske Istre.





Maestralu, ki ima večinoma severozahodno smer, je najbolj izpostavljen ožji obalni pas, zelo izrazit je tudi na prvem nizu flišnih hrtov od Tinjana, Sv. Antona, Marezig in Šmarij do Malije in Kort. Nočna komponenta, burin, ni izrazita. V spodnjih delih dolin se pojavlja hkrati s tokovi hladnega zraka, ki se iz višjega zaledja po dolinah spušča k morju. Na topoklimatski karti so označeni tudi najpomembnejši **viri onesnaževanja ozračja** (terminal razsutih tovorov v Luki Koper, industrijska cona v Žavljah pri Trstu). Od njihove lokacije in z njo povezanih vetrovnih značilnosti je odvisno, v kateri smeri bodo vetrovi prenašali onesnaževalce.

Svojevstvene podnebne razmere imajo **urbanizirane površine**, kjer se zaradi vpliva pozidanih površin in delovanja človeka uveljavljajo značilnosti mestnega podnebja. Predvsem sta pomembna zelo velika nehomogenost aktivnega dela površja (ulice, ceste, trgi, stavbe različnih dimenzij, zelene površine, tovarniške hale ipd.) in dejstvo, da je aktivno površje zaradi zgradb bistveno večje kakor pri nepozidanih površinah. Zaradi velikega pomena gostote pozidave ločimo topoklimo mest in ostalih gosto pozidanih površin ter topoklimo razpršeno pozidanih predelov. Posebne podnebne značilnosti imajo gosto pozidana srednjeveška jedra Kopra, Izole in Pirana, v nekoliko manjši meri tudi jedra nekaterih večjih gručastih vasi (Dekani, Škofije, Šmarje). Na ulicah teh naselij je močno skrajšano Sončevo obsevanje, poleti je čez dan nekoliko hladnejše, ponoči pa toplejše. Drugačne so razmere v višini streh, kamor je prestavljena aktivna plast površja, kjer se čez dan bistveno bolj ogreje, ponoči pa ohladi. Pomembno vlogo pri oblikovanju podnebnih razmer ima tudi veter, poleti maestral, še posebej, če lahko po uličnih koridorjih vsaj delno prodre v mesto.

Pravi topoklimatski mozaik sestavlja preplet **gozda, grmišč in travnišč** ter površin z **redkim** oziroma **brez rastlinstva** in **različnih kmetijskih rab** (njive, trajni kmetijski nasadi). Za topoklimatske razmere, ki se oblikujejo nad temi površinami, je zelo pomembna gostota rastlinskega pokrova. Pri golih in slabo poraščenih površinah je aktivna plast pri tleh. V odvisnosti od barve, vlažnosti in poroznosti prsti (matične podlage) se površje čez dan zelo segreje, ponoči pa zelo ohladi, zato imajo take površine velike dnevne temperaturne amplitude. Če je površje prekrito z rastlinstvom (kulturnimi rastlinami), se ustvari posebno mikroklimatsko okolje, ki spremeni absorpcijo Sončevega sevanja, izgube terestričnega sevanja in zračne tokove. Energija Sončevega sevanja se ne absorbira v eni plasti, ampak nekaj na vrhu rastlinskega pokrova, nekaj v pokrovu, del tudi v tleh. Pri zelo sklenjenem pokrovu je aktivna plast pri vrhu. V tem primeru so temperature podnevi nižje pri tleh, ponoči pa na vrhu rastlinskega pokrova. Hitrosti vetra so v rastlinskem pokrovu manjše, večja pa je turbulentnost. V rastlinskem pokrovu je večja tudi vlažnost zraka. Da so mikroklimatske razmere pri površju značilno različne v odvisnosti od tipa rastlinske odeje in kmetijske rabe, so potrdili termalni posnetki površja, ki kažejo velike temperaturne razlike (slika 4.2).

Viri in literatura

Absolutna najnižja temperatura zraka s povratno dobo 50 let (1951-2005). URL: <http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4020.html> (Citirano 15.11. 2010).

- Absolutna najvišja temperatura zraka s povratno dobo 50 let (1951-2005). URL: <http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4019.html> (Citirano 15.11.2010).
- Gabrovec, M. in Kastelec, D., 1998. Sončno obsevanje. V: Geografski atlas Slovenije, država v prostoru in času. Ljubljana, DZS, str. 104-105.
- Guštin, Š., 2007. Mestni toplotni otok Pirana. Seminarska naloga. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 22 str.
- Klimatografija Slovenije – padavine 1961-1990. Ljubljana, MOP HMZ RS, 1995.
- Klimatografija Slovenije, Trajanje sončnega obsevanja (1971-2002). Ljubljana, MOP HMZ RS, 2004.
- Klimatološka povprečja 1971-2000. ARSO, Državna meteorološka služba. URL: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by_location/portoroz/climate_normals_71_00_portoroz.pdf (Citirano 29.11.2010).
- Meteorološki letopisi 2000 – 2009. ARSO, Državna meteorološka služba. URL: http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/meteorolo%C5%A1ki%20letopis/meteoroloski_letopisi.htm (Citirano 29.11.2010).
- MKGP, 2010. Evidenca dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. Raba_20100420, URL: <http://rkg.gov.si/GERK> (Citirano: aprila 2011).
- Ogrin, D., 1995. Podnebje Slovenske Istre. Koper, Knjižnica Annales, 11, 381 str.
- Ogrin, D., 1996. Podnebni tipi v Sloveniji. Geografski vestnik, 68, str. 39-56.
- Ogrin, D., Plut, D., 2009. Aplikativna fizična geografija Slovenije. Ljubljana, Znanstvena založba Filozofske fakultete, str. 88-91.
- Petdesetletna povratna doba 24-urnih padavin (1961-2000). URL: (<http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4024.html>) (Citirano 21. 11. 2010).
- Polčák, N., 2000. Možnosti spracovanja mezoklímy a miestnej klímy v územiach s chýbajúcou klimatickou databázou na príklade Biosférickej rezervácie Východné Karpaty. Geografický časopis, 52. GÚ SAV, str. 181-191.
- Polčák, N., 2001. Analýza teplotných inverzií v Banskej Bystrici na základe terénnych pozorovaní. V: Turisová, I. (ured.): Ekologická diverzita modelového územia Banskobystrického regiónu. FPV UMB, Štátna ochrana prírody SR, Stredoslovenské múzeum, Banská Bystrica, str. 55-65.
- Poročilo o izjemno obilnih padavinah od 16. do 19. septembra 2010. ARSO, Državna meteorološka služba. Ljubljana, 23.9.2010. URL: http://www.meteo.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/weather_events/padavine_16-19sep10.pdf (Citirano 29.11.2010).

- Povprečna januarska temperatura zraka (1971-2000). URL: <http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4014.html> (Citirano 15.11.2010).
- Povprečna julijska temperatura zraka (1971-2000). URL: <http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4015.html> (Citirano 15.11.2010).
- Povprečna letna temperatura zraka (1971-2000). URL: <http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4013.html> (Citirano 15.11.2010).
- Povprečna letna vsota korigiranih padavin (1971-2000). URL: <http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4027.html> (Citirano 21.11.2010).
- Povprečno število dni s snežno odejo (1961/62-1990/91). URL: <http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4034.html> (Citirano 21.11.2010).
- Povprečno trajanje sončnega obsevanja – jesen (1971-2000). URL: <http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4040.html> (Citirano 15.11.2010).
- Povprečno trajanje sončnega obsevanja – poletje (1971-2000). URL: <http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4039.html> (Citirano 15.11.2010).
- Povprečno trajanje sončnega obsevanja – pomlad (1971-2000). URL: <http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4038.html> (Citirano 15.11.2010).
- Povprečno trajanje sončnega obsevanja – zima (1971-2000). URL: <http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4041.html> (Citirano 15.11.2010).
- Sto letna povratna doba 24-urnih padavin (1961-2000). URL: <http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4023.html> (Citirano 21.11.2010).
- Quitt, E., 1965. Metody konstrukce mezoklimatických map. Sborník Československé společnosti zeměpisné, 3, str. 232-250.
- Quitt, E., 1994. Topoclimatic map as a basis for atmosphere protection and regional development of the landscape. Moravian Geographical Reports, 2, str. 12-17.
- Vysoudil, M., 1993. Topoclimatic Mapping in Central Moravia (Czech Republic). Geografski vestnik, 65, str. 25-31.
- Vysoudil, M., 2000. Topoklimatické mapování: Od teorie k praxi. (Topoclimatic Mapping: From Theory to Praxis). Geografický časopis, 52, 2, str. 2-13.
- Vysoudil, M., 2009. Klasifikace místních klimatických efektu. (Classification of Local Climatic Effects). Geografický časopis, 61, 3, str. 229-241.
- Vysoudil, M., Ogrin, D., 2009. Portable infrared camera as a tool in topoclimatic research. Dela, 31, str. 115-127.