

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Sanja Drakulić

**Termalna karakterizacija modela zidnog macaklina
(*Tarentola mauritanica*, L.)**

Diplomski rad

Zagreb, 2010.

Ovaj rad, izrađen na Zavodu za animalnu fiziologiju Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, pod vodstvom doc. dr. sc. Zorana Tadića, predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja profesor biologije i kemije.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Diplomski rad

Termalna karakterizacija modela zidnog macaklina (*Tarentola mauritanica*)

Sanja Drakulić

Zavod za animalnu fiziologiju, Biološki odsjek, Prirodoslovno – matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb

Tjelesna temperatura jedan je od ključnih čimbenika koji utječu na odvijanje različitih biokemijskih reakcija, odnosno fizioloških procesa. Termoregulacija, dinamički proces koji uključuje aktivnu regulaciju ponašanjem te modifikaciju fizioloških procesa u cilju održavanja tjelesne temperature u okvirima optimalnih vrijednosti, izuzetno je važan aspekt biologije svih organizama, a naročito je kompleksan u ektoterma. Cilj ovog istraživanja bio je proučiti operativne temperature unutar mikrostaništa karakterističnih za vrstu *Tarentola mauritanica* i njihovu termalnu heterogenost koristeći fizičke modele macaklina te analizirati utjecaj smjene dnevnih i sezonskih perioda na operativne temperature. Nadalje, kako vrsta *T. mauritanica* pokazuje aktivnu promjenu obojenosti, potencijalno u funkciji termoregulacije, analiziran je utjecaj različite obojenosti modela na apsorpciju zračenja i temperaturu modela, odnosno razlike u stopi zagrijavanja modela s obzirom na boju, unutar različitih mikrostaništa, kroz dnevni i sezonski ciklus.

(89 stranica, 60 slika, 15 tablica, 45 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: *Tarentola mauritanica*, termoregulacija, fizički modeli, obojenost, mikrostanište

Voditelj: dr. sc. Zoran Tadić, doc.

Suvoditelj: dr. sc. Duje Lisičić

Ocjenitelji: dr. sc. Nenad Judaš, doc.

dr. sc. Biserka Prugovečki, doc.

dr. sc. Ines Radanović, doc.

dr. sc. Božena Mitić, prof. (zamjena)

Rad prihvaćen: 15. rujna 2010.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology

Graduation Thesis

Thermal characterization of Moorish gecko (*Tarentola mauritanica*) physical models

Sanja Drakulić

Division of Animal Physiology, Department of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb,
Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb

Body temperature is one of the crucial elements effecting fluctuation of different biochemical reactions or physical processes. Thermoregulation, dynamic process involving behavioral regulation and physiological adjustments that attempt to achieve body temperature within a zone of optimal values, is extremely complex and important biological aspect of all organisms, especially ectotherms. Aim of this research was analysis of operative temperatures in different microhabitats, characteristic for *Tarentola mauritanica*, and their thermal heterogeneity, using physical models of geckos. Also, impact of diurnal and seasonal cycle alternation on operative temperatures was analyzed. Furthermore, as *T. mauritanica* is known to change body coloration actively, possible in function of thermoregulation, the influence of different model coloration on absorption of radiation and model temperature, as well as temperature growth rate of models was tracked, within different microhabitats and through diurnal and seasonal cycle.

(89 pages, 60 figures, 15 tables, 45 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in Central biological library

Key words: *Tarentola mauritanica*, thermoregulation, physical models, coloration, microhabitat

Supervisor: dr. Zoran Tadić, Asst. Prof.

Cosupervisor: dr. Duje Lisičić.

Reviewers: dr. Nenad Judaš, Asst. Prof.

dr. Biserka Prugovečki, Asst. Prof.

dr. Ines Radanović, Asst. Prof.

dr. Božena Mitić, Prof. (replacement)

Thesis accepted: September 15th, 2010

Zahvala

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Područje istraživanja	1
1.1.1 Herpetologija	1
1.1.2 Istraživanja u herpetologiji.....	2
1.1.3 Podred Gekkota	3
1.1.4 Rasprostranjenost i neke značajke zidnog macaklina – <i>Tarentola mauritanica</i>	5
1.2 Termoregulacija	7
1.2.1 Utjecaj temperature na fiziološke procese	7
1.2.2 Strategije postizanja optimalne tjelesne temperature i uštede energije	10
1.2.3 Termoregulacija gmazova	13
1.2.3.1 Prednosti i nedostaci ektotermije	13
1.2.3.2 Aktivna termoregulacija	14
1.2.3.3 Termalne karakteristike staništa - odabir pogodnog staništa	17
1.2.3.4 Prostorne i vremenske niše.....	19
1.2.3.5 Dnevne i sezonske varijacije u termalnim uvjetima okoliša i termoregulatornim mehanizmima gmazova	20
1.2.3.6 Enzimatske prilagodbe	22
1.2.3.7 Model utroška i dobiti energije (eng. cost – benefit model) pri preciznoj termoregulaciji.....	23
1.2.4 Termoregulatorne karakteristike zidnog macaklina (<i>Tarentola mauritanica</i>).....	24
1.3 Operativne temperature i fizički (nulti) modeli	27
1.4 Obojenosti i promjene obojenosti	29
1.4.1 Funkcija obojenosti	29
1.4.1.1 Vizualna komunikacija.....	30
1.4.1.2 Zaštita od predatora i lovna strategija	32
1.4.1.3 Obojenost i tekstura površine u funkciji termoregulacije.....	33
1.4.2 Promjena obojenosti.....	34
1.4.3 Obojenost guštera.....	36
1.4.3.1 Promjena obojenosti guštera.....	36
1.4.3.2 Promjena obojenosti zidnog macaklina (<i>Tarentola mauritanica</i>)	38
1.5 Lokacije istraživanja	39

1.5.1	Otok Hvar	39
1.5.2	Antropogeno stanište	41
1.6	Ciljevi istraživanja	43
2	Materijali i metode	44
2.1	Fizički modeli	44
2.2	Mikrostaništa	45
2.3	Transekti	50
2.4	Dinamika mjerenja – godišnji i dnevni ciklusi	50
2.5	Mjerene vrijednosti i mjerni instrumenti	52
2.6	Obrada podataka	53
3	Rezultati	54
3.1	Osnovni podaci	54
3.2	Korelacija među mjerenim temperaturama	58
3.2.1	Povezanost temperature modela s temperaturama zraka, tla i podloge modela	58
3.2.2	Prikaz temperature podloge modela – termalna karakterizacija mikrostaništa	60
3.3	Analiza utjecaja sezone, doba dana, mikrostaništa te boje modela na temperaturu fizičkih modela	61
3.3.1	Analiza utjecaja sezone i doba dana na temperaturu modela	62
3.3.2	Analiza utjecaja mikrostaništa na temperaturu modela	66
3.3.3	Analiza utjecaja boje modela na temperature modela	68
4	Rasprava	75
4.1	Temperature modela i povezanost s temperaturama okoline	75
4.2	Termalna karakterizacija mikrostaništa	76
4.3	Analiza utjecaja doba dana i sezone na temperaturu modela	78
4.4	Analiza utjecaja boje modela na temperaturu modela	79
5	Zaključak	83
6	Literatura	85

7	Dodaci	89
----------	---------------------	-----------

1. Uvod

1.1. Područje istraživanja

1.1.1 Herpetologija

Herpetologija (grč. *herpe* = onaj koji gmiže, gmizavac) je grana biologije koja proučava gmazove i vodozemce. Ovo združivanje dviju različitih skupina životinja više je posljedica tradicijskih odnosa te sličnih metoda sakupljanja i držanja životinja, no stvarnih srodstvenih odnosa ili sličnosti u građi i ustroju samih organizama. Osim načina na koji održavaju svoju tjelesnu temperaturu te slične građe srca koje sadrži samo jednu klijetku, vodozemci i gmazovi u mnogočemu se razlikuju. Dok vodozemci imaju nježnu kožu, prekrivenu mukoznim sekretom koji omogućava otapanje i izmjenu plinova, gmazovi imaju vodonepropusnu, suhu i ljuskavu kožu. Vodozemci odlažu svoja jaja u vodu ili vlažna staništa te su u najranijim razvojnim fazama vezani za vodena staništa, a gmazovi jaja polažu u suho okruženje. Jaja gmazova okružena su čvrstom opnom koja zadržava vlagu te omogućuje zametku da se razvije i u vrlo sušnim uvjetima (Halliday i Adler 2004).

Ukupan broj vrsta i značaj koji su vodozemci i gmazovi imali na globalnu faunu mijenjao se kroz geološka razdoblja, a u prošlosti su svakako imali veći značaj za cjelokupni život na Zemlji. Milijunima godina gmazovi su bili dominantna grupacija na Zemlji. Danas su vodozemci sa otprilike 4600 vrsta najmalobrojnija skupina kralježnjaka, a gmazovi, s približno 6000 vrsta, malobrojniji su no ribe ili ptice. Vodozemci i gmazovi su globalno rasprostranjene skupine, prisutne na svim kontinentima, osim Antarktike te nastanjuju širok spektar različitih staništa, s varijacijama u termalnim i higričkim uvjetima (Halliday i Adler 2004).

1.1.2 Istraživanja u herpetologiji

Istraživanja provedena na gmazovima i vodozemcima imaju ključnu ulogu u razvoju različitih grana biologije, poput ekologije, medicine ili razvojne biologije. Gmazovi i vodozemci su vrlo dobri objekti istraživanja, ne samo zbog raznolikosti i broja vrsta, već i zbog toga što su zbog svojih jedinstvenih karakteristika pogodni modeli za određene tipove ili tehnike istraživanja. Npr., relativno velika jaja mnogih vodozemaca i gmazova čine ih idealnim za proučavanje embrionalnog razvoja. Važni su i za istraživanja na području fiziologije, ekofiziologije i ponašanja (Diaz i sur. 2006, Weinstein i Full 1999, Rock i sur. 2002, Seebacher i Franklin 2005, Scheers i Van Damme 2002, Angilletta Jr. i sur. 2002, Seebacher 2005).

Dnevni ritmovi aktivnosti mnogih guštera i njihova upotreba boje i pokreta u socijalnim interakcijama postavljaju ove životinje u središte proučavanja ekologije ponašanja. Herpetologija je važna zbog proučavanja odnosa vrsta i njihove okoline (Pianka i Huey 1978, Huey i Bennett 1987, Angilletta Jr. i sur. 2002, Diaz i sur. 2005, Herczeg i sur. 2006, Shine i Kearney 2006, Huey 1982).

Gmazovi i vodozemci su izuzetno pogodni kao modeli zbog jednostavne manipulacije uvjetima iz okoliša – počevši od manipulacijskih terenskih istraživanja pa sve do kontroliranih laboratorijskih eksperimenata. Na ovaj način su prikupljena brojna saznanja vezana za evoluciju, specijaciju i nastanak bioraznolikosti (Schluter 2000, Losos i sur. 1997, Losos 1990, Pfening i Pfening 2005, Miles i Dunham 1996, Angilletta Jr. i sur. 2001, Huey 1982, Schoener i sur. 2005)

1.1.3 Podred Gekkota

Današnji gušteri raspoređeni su unutar dvije velike skupine (eng. clades): Iguania i Scleroglossa, a druga skupina dijeli se na dva podreda: Gekkota i Autarchoglossa. Iguania predstavljaju iguane, agame i kameleoni, Gekkota obuhvaćaju macakline i porodicu Pygopoidae, a u Autarchoglossa pripada većina ostalih porodica. Fosilni nalazi koji bi mogli biti vezani za predstavnike podreda Gekkota potječu još od doba Jure (Pough i sur. 2001).

Podred Gekkota danas obuhvaća 1108 vrsta raspoređenih unutar pet živućih porodica: Eublepharidae, Gekkonidae, Diplodactylidae, Carphodactylide i Pygopoidae (Han i sur. 2004). Tipična vanjska morfološka obilježja predstavnika ovog podreda su srasli prozirni očni kapci i specifična građa prstiju. Srasli kapci daju macaklinima "zmijski" pogled, oči su stalno širom otvorene i nema treptanja. Problem nedostatka treptanja macaklini su riješili na specifičan način: jezikom mogu preći preko oka i na ovaj način održavaju površinu oka čistom i vlažnom. Vrste koje su aktivne noću uglavnom imaju oko sa okomitom zjenicom. Na ovaj način pri noćnoj aktivnosti otvorena zjenica propušta maksimalnu količinu svjetla na osjetljivu mrežnicu, dok se tijekom jakog danjeg svjetla može sasvim skupiti u okomiti prorez koji tek na par mjesta ima sitne otvore. Ovakva građa oka omogućuje životinji dnevni vid, a ujedno štiti osjetljivo fotoosjetljivo tkivo u pozadini oka (Pough i sur. 2001). Specifična građa prstiju odnosi se na prilagodbe razvijene kao odgovor na iskorištavanje arborealnih ili saksikolnih ekoloških niša. Spljošteni prsti s brojnim naborima s donje strane povećavaju površinu pa se macaklini mogu puno bolje kretati u ovom okomitom svijetu (Irshcick i sur. 2003). Donja strana prstiju prekrivena je milijunima sitnih dlačica koje završavaju proširenim kukicama. One se uvlače u najmanje pukotine između molekula supstrata po kojem se macaklin kreće. Budući da je kontakt kukice i okolnih molekule supstrata tako prislan, stvaraju se Van der Waalsove sile i omogućuju adheziju macaklina i na najglatkijim površinama. Ovakvu građu prsta nemaju svi predstavnici podreda. Tako izostaje kod

porodica Eublepharide, ali i ostalih vrsta iz drugih porodica i potporodica koje su prešle na terestralni način života (Pough i sur. 2001).

Većina macaklina aktivna je noću. Prelazak na noćnu aktivnost znači izbjegavanje kompeticije s dnevnim vrstama guštera, ali i dostupnost plijena kojeg se danju nalazi teško ili nikako. Česta je pojava da vrste nisu ograničene isključivo na noćnu aktivnost, već postaju dnevno aktivne ovisno o vanjskim uvjetima. Tako u hladnijim sezonama tijekom godine macaklini prelaze na dnevnu aktivnost koja znači da mogu biti aktivni u toplijem razdoblju dana (Pianka i Huey 1978, Carretero 2008, Doughty i Shine 1995).

Svi macaklini polažu jaja osim dvije živorodne svojte s Novog Zelanda i jedne vrste s Nove Kaledonije. Legu uglavnom dva jaja, ali neke vrste polažu samo po jedno jaje. Ova pojava je zastupljena uglavnom u malih vrsta ili onih nježnog i vitkog tijela gdje bi dva jaja bila veliko opterećenje za ženku. Mnoge vrste macaklina mali broj jaja po leglu nadoknađuju tako što imaju više legala po sezoni. Često postoje komunalna gnjezdilišta, što može biti posljedica malog broja dostupnih dobrih mjesta za polaganje jaja, ali i rezultat opetovanog polaganja jaja jedne ili više ženki na mjesta velikim uspjehom izlijeganja mladih (Punzo 2001, Selcer 1986). U nekih vrsta prisutna je determinacija spola ovisna o temperaturi okoline. Jaja inkubirana na nižoj temperaturi proizvode ženke, na srednjoj temperaturi mužjake, a na višoj opet ženke (Pough i sur. 2001).

1.1.4 Rasprostranjenost i neke značajke zidnog macaklina – *Tarentola mauritanica*

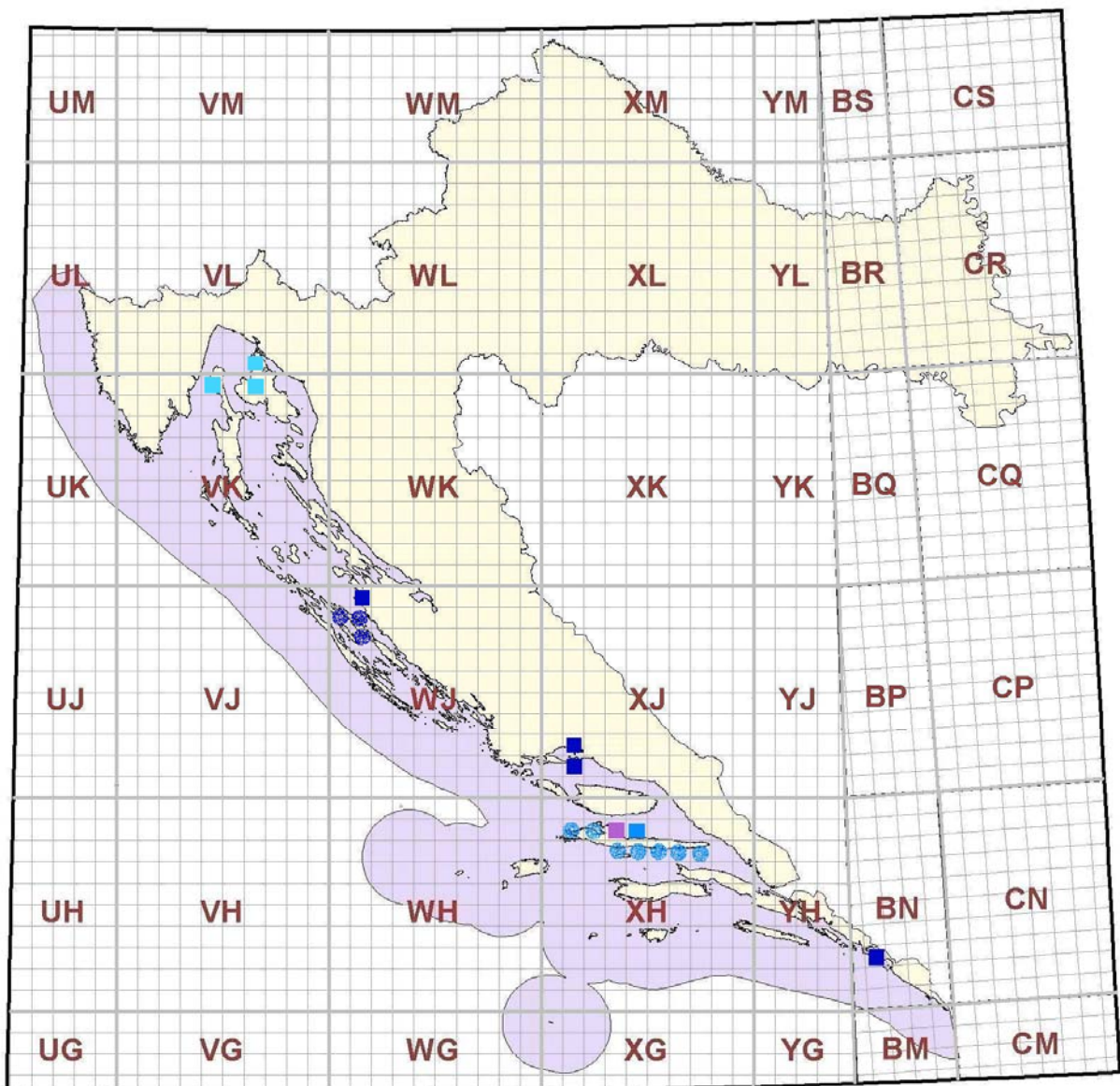
Zidni macaklin (*Tarentola mauritanica*) je macaklin ukupne dužine oko 15 cm. Robusnog je i malo spljoštenog tijela. Prsti su prošireni i plosnati, s prijanjajućim površinama s donje strane. Kandža postoji samo na 3. i 4. prstu svake noge. Koža je čvrsta i pokrivena tuberkulama koje joj daju igličast izgled. Žutosmeđe je do sive boje, a rep pokazuje nešto tamniju prstenasto raspoređenu pigmentaciju. Obitava na toplim, suhim staništima sa stijenama, suhozidovima i makijom. Nalazi sa i na deblima drveća, kao i na kućama. Vrlo je dobar i brz penjač. Hrani se raznim beskralješnjacima, koje često noću lovi privučene umjetnim svjetlima. Aktivan je danju i noću, i često se sunča, naročito u hladnije doba godine (Arnold i Burton 1980).



Slika 1-1 Zidni macaklin (*Tarentola mauritanica*) (Foto:D. Lisičić).

Ovu vrstu nalazimo u Sjevernoj Africi, od mediteranske obale do Sahare, u europskom dijelu Sredozemlja i na nekim sredozemnim otocima te introducirane populacije na Madeiri i u Južnoj Africi. Postoje indicije da je europska populacija unešena još od antičkih vremena.

Četiri su glavne podvrste *T. mauritanica*. S obzirom na nedavna istraživanja mitohondrijske DNA koja su pokazala veliku genetsku raznolikost unutar ove vrste, moguće da je ovdje riječ o kompleksu vrsta (Harris i sur. 2004). O rasprostranjenosti ove vrste u Hrvatskoj malo se zna. Sigurni su podaci o nalazu vrste na otoku Hvaru, a postoje stari podaci o ovoj vrsti u okolici Zadra, Splitu i Dubrovniku, kao i neprovjereni podaci za otoke Krk i Cres (Lončar 2005).



Slika 1-2 Karta rasprostranjenosti vrste *Tarentola mauritanica* u Hrvatskoj (preuzeto iz Lončar 2005).

1.2 Termoregulacija

Termoregulacija je dinamički proces koji uključuje aktivnu regulaciju ponašanjem te modifikaciju fizioloških procesa u cilju održavanja tjelesne temperature u okvirima optimalnih vrijednosti, odnosno termalne homeostaze. Predstavlja efektivan način prilagodbe organizma na prostorne i vremenske varijacije u termalnim uvjetima okoliša (Huey 1982, Angilletta Jr. i sur. 2001).

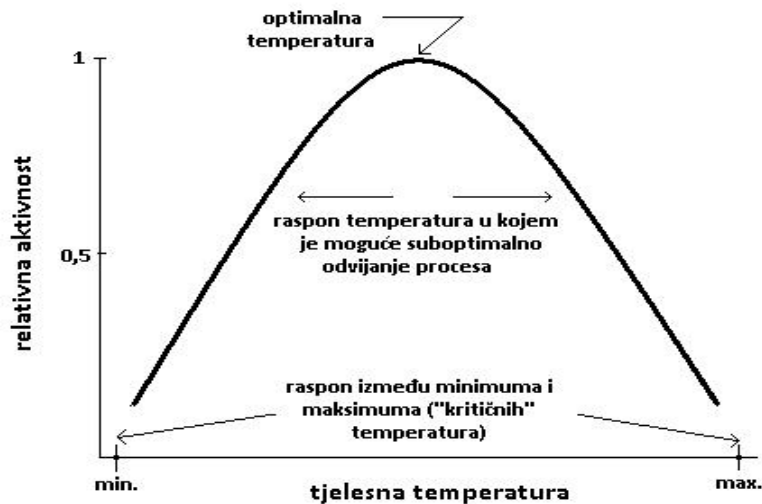
1.2.1 Utjecaj temperature na fiziološke procese

Temperatura je mjera srednje kinetičke energije molekula. S porastom temperature raste brzina kemijske reakcije. Utvrđeno je da se promjenom temperature za 10°C brzina kemijske reakcije udvostruči ili čak utrostruči (Filipović i Lipanović 2005).

Tjelesna temperatura jedan je od ključnih čimbenika koji utječu na odvijanje različitih biokemijskih reakcija, odnosno fizioloških procesa. Sve tjelesne funkcije, fiziološki procesi i biokemijske reakcije u tijelu ovisne su o temperaturi organizma (Seebacher 2005, Huey 1982). Održavanje tjelesne temperature unutar povoljnih vrijednosti od velikog je značaja za opstanak organizma. Indirektno utječe na fitnes, direktno regulirajući mnoge aktivnosti: traženje i sakupljanje hrane, reprodukciju, uspješno izbjegavanje predatora (Huey 1982).

Utjecaj temperature na odvijanje fizioloških procesa u organizmu opisuje se trima vrijednostima:

- i) optimalnom temperaturom za odvijanje procesa;
- ii) rasponom temperatura u kojem je moguće suboptimalno odvijanje procesa;
- iii) rasponom između između temperaturnog minimuma i maksimuma, odnosno donjeg i gornjeg praga, tj. "kritičnih" temperatura izvan kojih više nije moguće odvijanje procesa ili preživljavanje (Huey 1982).



Slika 1-3 Hipotetska aktivnost ektotermnog organizma kao funkcija tjelesne temperature (preuzeto iz Huey 1982, Huey i Stevenson 1979).

Temperaturni pragovi, odnosno letalne temperature, određuju termalne intervale unutar kojih organizam može preživjeti. Terenska istraživanja pokazuju da su životinje rijetko aktivne u uvjetima bliskima kritičnim temperaturama, osim u slučajevima krajnje nužde (Huey 1982).

Zakovitosti termodinamike definiraju smjer i stopu biokemijskih procesa na kojima počiva aktivnost cjelokupnog organizma (Seebacher 2005). Temperaturni optimum je temperatura koja je najpovoljnija za odvijanje određenog fiziološkog procesa (Huey 1982). Jedinke aktivno termoreguliraju kako bi dosegle optimume, odnosno temperature koje su najpovoljnije za odvijanje određenog procesa (Angilleta Jr. i sur 2001). Različiti procesi i tjelesne aktivnosti imaju različite optimume, ili različito široke temperaturne intervale, unutar kojih se procesi odvijaju na suboptimalnim razinama. Npr., mnogi ektotermi odabiru višu tjelesnu temperaturu nakon hranjenja, tj. dok probavljaju hranu (Angilleta Jr. i sur. 2001). Gravidne ženke nekih (ovo)viviparnih vrsta guštera preferiraju niže tjelesne temperature od negravidnih

(Diaz i sur. 2005), dok je kod drugih vrsta primijećen obrnut trend pri čemu gravidne ženke preferiraju više tjelesne temperature (Capula i Luiselli 1993, Rock i sur. 2000). I rasponi temperatura optimalnih za određene procese su različiti – interval temperatura povoljnih za lokomotorne aktivnosti puno je širi od onoga potrebnog za probavne procese (Angilletta Jr. i sur. 2001).

Kako bi optimizirale odvijanje fizioloških procesa i tjelesnih aktivnosti ektoterma se mogu koristiti različitim strategijama:

- i) odabiru ciljanu temperaturu povoljnu za trenutnu aktivnost ograničenog trajanja (npr. određena temperatura za lov, različita od optimuma za probavljanje hrane (Brett 1971)); ova strategija zahtjeva povećanu plastičnost termoregulacijskih aktivnosti (Angilletta Jr. i sur. 2001);
- ii) odabiru jedinstvenu tjelesnu temperaturu koja omogućuje odvijanje svih fizioloških procesa na određenoj razini, ali nije optimalna za sve procese (temperaturni kompromis).

Iako su optimalni temperaturni intervali za određene aktivnosti relativno široki (npr. za lokomotorne aktivnosti kod guštera vrste *Sceloporus undulatus* i do 10°C), neke vrste ipak termoreguliraju s puno većom preciznošću. Razlog tome leži u činjenici da je preferirana tjelesna temperatura jedinke korelirana s optimumima onih procesa koji pokazuju najuže intervale temperatura povoljnih za njihovo odvijanje (tako, iako lokomotorne aktivnosti pokazuju širok raspon povoljnih temperatura, tjelesna temperatura bit će ograničena uskim intervalom metaboličkih optimuma (Angilletta Jr. i sur. 2001)).

1.2.2 Strategije postizanja optimalne tjelesne temperature i uštede energije

Kako bi postigle i zadržale preferiranu tjelesnu temperaturu, usprkos fluktuacijama u termalnim uvjetima okoline, životinje primjenjuju jednu od tri osnovne strategije:

- i) pronalaze lokaciju na kojoj je temperatura okoliša konstantna i kompatibilna sa zahtjevima njihovih fizioloških procesa;
- ii) fiziološki procesi se adaptiraju i odvijaju u određenom rasponu temperatura unutar kojih životinja živi;
- iii) toplinu generiraju interno, metaboličkim procesima u tijelu, te tjelesnu temperaturu zadržavaju stalnom, bez obzira na promjene vanjske temperature.

Organizmi se kategoriziraju kao endotermi ili ektotermi, već prema tome je li toplina koju koriste za zagrijavanje tijela produkt njihova metabolizma ili dolazi iz vanjskog izvora. Ektotermi većinu topline dobivaju iz okoline i njihov glavni izvor energije je Sunce. Imaju nisku stopu intenziteta metabolizma i termički su slabo izolirani od okoline. Povoljnu tjelesnu temperaturu održavaju aktivnom termoregulacijom, odnosno odabirom staništa povoljnih termalnih karakteristika, kojima minimaliziraju termalni stres te fiziološkom prilagodbom (npr. neki insekti se bore protiv niskih temperatura dodavanjem glicerola u tjelesne tekućine, koji djeluje kao "antifriz" i sprječava smrzavanje, dok drugi svoje rezerve glikogena pretvaraju u alkohole koji štite stanične membrane od oštećenja uzrokovanih smrzavanjem). Generalno, beskralježnjaci, ribe, vodozemci i gmazovi su ektotermi, iako su zabilježene neke vrste gmazova kod kojih je zabilježena endotermija. Npr. morska kornjača sedmeropruga usminjača (*Dermochelis coriacea*), vjerojatno najveći živući gmaz, temperaturu svog tijela održava 18°C višom od okolne vode (Pough i sur. 2001, Seebacher 2005). Ženke nekoliko vrsta pitona inkubiraju jaja tako da se omotaju oko njih i griju ih svojim tijelom. Temperaturu tijela podižu spazmičkim kontrakcijama i na ovaj način održavaju temperaturu od oko 31°C. Brzina

metabolizma na ovaj način raste i do 20 puta u usporedbi sa zmijom koja ne inkubira (Pough i sur. 2001). Ptice i sisavci su endotermni organizmi. Toplinu stvaraju metaboličkim procesima unutar organizma i zadržavaju stalnu tjelesnu temperaturu bez obzira na promjene u temperaturi okoline. Većina endoterma izolirana je pernatim ili krznenim pokrovom te određenom količinom adipoznog tkiva koji smanjuju gubitke topline u okolinu.

S obzirom na stalnost tjelesne temperature, organizmi se dijele na poikilotermne i homeotermne. Poikilotermni organizmi imaju promjenjivu tjelesnu temperaturu, ovisnu o temperaturi okoline, dok je kod homeotermnih organizama ona stalna. Većina endoterma su homeotermni, dok su ektotermi uglavnom poikilotermni organizmi, no to ne mora uvijek biti tako. Npr., neke dubokomorske ribe su ektotermni homeotermi jer je izvor njihove tjelesne topline izvanjski, no na velikim dubinama temperatura je stalna. S druge strane, neki endotermi, pogotovo oni malih tjelesnih dimenzija (npr. kolibri) svoju tjelesnu temperaturu mogu održavati stalnom samo neko određeno vrijeme. Noću kolibri, kao i neke vrste šišmiša, energiju štede prelaskom u stadij torpora, kada im se metabolizam usporava, a tjelesna temperatura postaje slična nižoj okolnoj temperaturi. Torpor im omogućava preživljavanje kraćih perioda u kojima ne uzimaju hranu. Nadalje, mnogi endotermni sisavci razvili su posebne adaptacije na ekstremne termalne uvjete, prvenstveno razdoblja niskih temperatura okoline, koje im omogućuju lakše preživljavanje nepovoljnih uvjeta i uštedu energije. S dolaskom zime mnoge životinje razviju deblje krzno i veću količinu masnog tkiva. Neke veće, npr. medvjedi i rakuni, povlače se u skloništa ispod površine zemlje gdje postaju slabije aktivni i spuštaju stopu metabolizma do određene granice, ali su još uvijek relativno sposobni za brzu reakciju i nisu neaktivni čitave zime. Ovo stanje naziva se zimskim snom. Neke druge vrste pak, kao što su mnogi vodozemci i gmazovi te sisavci – mnogi jednootvori, insektivori, glodavci i šišmiši, padaju u stanje puno izraženije redukcije metaboličkih aktivnosti. Disanje i rad srca značajno se usporavaju, a temperatura tijela izuzetno je niska (pada čak do 2°C). Izvor energije predstavljaju zalihe smeđeg masnog tkiva. Ovo stanje, intenzivnije i dugotrajnije od zimskog sna, može potrajati nekoliko tjedna ili čak mjeseci i naziva se hibernacija. Estivacija je period neaktivnosti koji se razvio kao odgovor na ekstremno visoke temperature i dugotrajnu sušu. Tijekom nepovoljnih termalnih i higričkih uvjeta, životinja se povlači u sklonište i postaje ponovno

aktivna tek kada količina vlage dosegne određenu zadovoljavajuću razinu. Estivacija je česta kod mnogih beskralježnjaka te vodozemaca i gmazova.

Neki organizmi uopće nemaju termoregulatornih mehanizama (većina beskralježnjaka, ali i neki kralježnjaci, u određenim životnim stadijima, odnosno u određenom sezonskom ili dnevnom periodu), već svoju tjelesnu temperaturu pasivno prilagođavaju temperaturi ambijenta u kojem se nalaze. Takve organizme nazivamo termokonformerima (Miller i Harley 2002, Raven i Johnson 2002).

1.2.3 Termoregulacija gmazova

Gmazovi su, kao i beskralježnjaci, te ribe i vodozemci, ektotermni organizmi, što znači da toplinu potrebnu za fiziološke procese dobivaju iz okoline, za razliku od endotermnih ptica i sisavaca koji ovu toplinu proizvode metabolizmom (Huey 1982, Herczeg i sur. 2003, Seebacher 2005).

Temperatura je fundamentalni faktor u ekologiji mnogih gmazova. Termalni uvjeti okoliša, koji se dinamički mijenjaju u prostornim i vremenskim okvirima, predstavljaju osnovna ograničenja u aktivnosti gmazova. Obrazac aktivnosti dalje je ograničen kompleksnim interakcijama koje uključuju ponašanje jedinke, njene fiziološke kapacitete (na koje utječu veličina organizma i sposobnost aklimatizacije) te određena ekološka ograničenja (npr. rizik od predacije) (Huey 1982). Na fluktuacije u termalnim uvjetima okoliša životinje odgovaraju regulacijom svoje tjelesne temperature i modifikacijom intenziteta biokemijskih reakcija i fizioloških procesa (Seebacher 2005).

1.2.3.1 Prednosti i nedostaci ektotermije

Iako smatrana primitivnom osobinom, ektotermnost zapravo predstavlja prilagodbe organizama koje im omogućavaju bolje iskorištavanje okoliša u kojem žive. Npr. gmaz koristi samo tri posto energije po danu u odnosu na sisavca iste veličine. To znači da ektotermi imaju skromnije metaboličke potrebe i mogu preživjeti sa količinom hrane koja je toliko malena da ptica ili sisavac ne bi imali nikakve mogućnosti preživljavanja. Nadalje, tolerancija niskih tjelesnih temperatura, često prisutna kod mnogih vrsta gmazova, predstavlja uštedu energije, jer se na taj način povećava udio energije iskoristive za druge metaboličke potrebe, osim grijanja te se povećava efikasnost pretvorbe energije u živo tkivo (Pough i sur. 2001, Huey 1982).

Nedostatci ektotermije očituju se u nemogućnosti održavanja preferirane tjelesne temperature u svim uvjetima koje okoliš pruža te su ektotermni organizmi ograničeni samo na određene odsječke vremena i prostora, koji se pokazuju povoljnima za održanje povoljnog stupnja aktivnosti organizma (Pough i sur. 2001). Noćna aktivnost i hladna klima predstavljaju posebno zahtjevne uvjete za ektoterme. Kako niske temperature za posljedicu imaju slabiju aktivnost organizma, mogu smanjiti stopu uspješnosti savladavanja plijena, povećati rizik od predacije (Huey 1982) ili smanjiti mogućnost za uspješnu reprodukciju (Seebacher 2005).

1.2.3.2 Aktivna termoregulacija

Ektotermi preferiranu tjelesnu temperaturu održavaju aktivnom termoregulacijom koja uključuje odabir staništa ili mikrostaništa prema njihovim termalnim karakteristikama, odabir skloništa, promjenu u dnevnom ili sezonskom periodu aktivnosti, varijacije u vremenu provedenom na suncu ili u sjeni te modifikacije položaja tijela u odnosu na sunce i podlogu. (Huey 1982, Huey i Pianka 1977). Tipično dnevno ponašanje ektoterma u staništu koje mu pruža dovoljno prilika za termoregulaciju je održavanje temperature tijela tijekom dnevne aktivne termoregulacije unutar usko određenih optimalnih granica. Ovo za većinu vrsta znači temperaturu aktivnosti od 35 – 42°C, što je ustvari temperatura endotermnih organizama. (Meek 1986, Pough i sur. 2001)

Sunčeva energija, odnosno apsorpcija energije od Sunca, osnovni je izvor topline za ektotermne organizme. Sunce odašilje cijeli spektar elektromagnetskog zračenja, od kratkih valnih duljina poput X-zraka, do vrlo dugih valnih duljina, poput radio zračenja. Samo dio ovog spektra važan je za termoregulaciju gmazova. To je zračenje valnih duljina od 400 do 700 nm (vidljivi dio spektra) i od 700 do 1500 nm (infracrveno zračenje)

Količina energije koju životinja apsorbira od sunca dana je jednadžbom:

$$Q_{abs} = S * A * vfs * a$$

gdje je:

S – intenzitet zračenja Sunca (Wm^{-2})

A – površina životinje u m^2

vfs – faktor pogleda (eng. view factor) (udio površine životinje koji prima toplinsko zračenje)

a = apsorptivnost sunčevog zračenja (udio sunčevog zračenja koji se apsorbira na površini)

Različitost ovih čimbenika koji utječu na Q_{abs} omogućuje životinji da kontrolira količinu sunčevog zračenja koju apsorbira (Huey i Pianka 1977, Huey 1982, Krauskopf i Bieser 2006).

Osnovni mehanizmi prijenosa topline između životinje i okoline su kondukcija i konvekcija. Kondukcija je način prijenosa topline direktnim kontaktom dvaju različito zagrijanih tijela, pri čemu životinja prima toplinu od površine na kojoj stoji. Ovo je naročito važan način termoregulacije za noćne vrste i one koje su u nemogućnosti doći do topline direktno od Sunca. Važan čimbenik prijenosa u ovom slučaju je kontaktna površina. Povećanjem kontaktne površine pospješuje se prijenos topline pa gmazovi koji potrebnu toplinu dobivaju na ovaj način stoje priljubljeni uz podlogu. Konvekcija se odnosi na prijenos topline između izvora topline i fluida (bilo plina ili tekućine). Konvektivna izmjena topline odnosi se na primanje ili otpuštanje topline između životinje i medija koji ju okružuje. Za akvatične životinje to je voda, a za većinu terestrijalnih zrak. Tijelo u zraku ima oko sebe sloj relativno mirnog zraka koji se zove vezani sloj. Debljina vezanog sloja ovisi o veličini tijela: manja tijela imaju tanji vezani sloj od većih tijela. Kako vezani sloj zraka djeluje kao izolator od okolnog medija, tako će manje životinje lakše mijenjati temperaturu konvekcijom. Temperatura zraka važan je čimbenik koji određuje temperaturu manjih gmazova, dok veći gmazovi uglavnom termoreguliraju u ovisnosti o sunčevom ili IC zračenju (Krauskopf i Beiser 2006, Pough i sur. 2001, Rock 2002, Meek 2005,

Angilletta Jr. i sur. 2002). Ektotermne životinje koje toplinu dobivaju direktno od sunca nazivaju se heliotermi (Herczeg i sur 2007). Tigmotermi dobivaju toplinu od zagrijane površine (Pough i sur 2001).

Glavni osjetilni organ koji upravlja ponašanjima vezanim uz termoregulaciju je predoptički nukleus hipotalamusa. Hipotalamus se opskrbljuje krvlju izravno iz srca, što mu omogućuje nadzor nad temperaturom tijela životinje. Ukoliko temperatura padne ispod donje urođene granične temperature, neuroni osjetljivi na hladnoću stimuliraju skup fizioloških odgovora i ponašanje koje će dovesti do povećanja temperature tijela (npr. povećana izloženost suncu, tamnjenje kože, pozitivna orijentacija prema suncu). Povećanje tijela preko gornje granice ima suprotan učinak. No, hipotalamus nije jedini organ koji sudjeluje u termoregulacijskim procesima, već temperaturna kontrola uključuje interakciju sa termoosjetilima smještenima duboko u tijelu (Pough i sur. 2001).

Kvantifikacija termoregulacijske uspješnosti izražava se trima vrijednostima tjelesne temperature:

- i) tjelesna temperatura u prirodnom okruženju (T_b , eng. - body temperature; temperatura koju životinja postiže tijekom perioda aktivnosti);
- ii) odabrana temperatura (T_p , eng. - preferred temperature; temperatura koju ektoterm odabire u termalnom gradijentu u odsutnosti ostalih vanjskih utjecaja (npr. konkurenata ili predatora));
- iii) operativna temperatura (T_e , eng. – operative temperature, temperatura koju ektoterm postiže u dostupnim mikroklimatskim uvjetima okoliša) (Hitchcock i McBrayer 2006).

Usporedba ovih vrijednosti daje zoran prikaz biološke važnosti aktivne termoregulacije. Npr., ektotermi koji uspijevaju postići T_b blisku T_p nalaze se u prednosti u vidu optimizacije različitih tjelesnih aktivnosti ili fizioloških procesa (npr. probave ili lokomocije) te poboljšanog fitnesa pred onim organizmima koji su termokonformeri i postižu temperature različite od T_p (Hertz i sur 1993).

1.2.3.3 Termalne karakteristike staništa - odabir pogodnog staništa

Aktivna termoregulacija uključuje odabir povoljnih prostorno – vremenskih elemenata okoliša (pogodno mikrostanište odgovarajućih termalnih karakteristika i aktivnost u određeno doba dana) te modifikaciju položaja i usmjerenosti samog organizma u prostoru s ciljem optimalnog iskorištenja trenutnih resursa, odnosno pronalaženja ravnoteže između potreba organizma i termalnih odlika okoliša u određenom trenutku (Scheers i Van Damme 2002, Huey 1982, Downes i Shine 1998).

Ovisno o potrebama termoregulacije životinja se kreće između mikrostaništa različitog karaktera. Mikrostanište definiraju:

- i) termalna svojstva – određena orijentacija prema Suncu (više ili manje pogodna za sunčanje) ili hlad;
- ii) strukturalne varijable – različit protok zraka (otvorena ili zaštićena staništa, vegetacijski pokrov) i vrsta materijala podloge (tamnija ili svjetlija podloga, različitog toplinskog kapaciteta i brzine zagrijavanja) (Melville i Schulte 2001, Lisičić 2009, Scheers i Van Damme 2002).

Osunčana staništa koriste se kako bi se gubitak topline minimalizirao i povećala tjelesna temperatura u uvjetima nižih ambijentalnih temperatura, dok se staništa u hladu koriste kako bi spriječilo pregrijavanje organizma kada su temperature okoline visoke (Melville i Shulte 2001, Lisičić 2009, Huey i Pianka 1977, Huey 1982).

Strujanje zraka, odnosno otvorenost mikrostaništa za slobodan protok zraka, također je važan aspekt termalne karakterizacije staništa. Životinja lako može utjecati na promjenu temperature konvekcijom jednostavno birajući između mjesta s mirnim zrakom ("horizontalna" mikrostaništa, uz tlo, zaštićena vegetacijom, rupe) ili zrakom u strujanju ("vertikalna" mikrostaništa, okomiti zidovi, kamenje, drveće ili grmlje – udaljavanjem od površine tla

povećava se brzina vjetra i snižava temperatura zraka (Mellvile i Shulte 2001, Lisičić 2009, Scheers i Van Damme 2002). Nadalje, orijentacijom tijela u prostoru, životinja regulira količinu apsorbiranog zračenja. Ukoliko se želi sunčati, gušter se može postaviti bočno prema Sunčevim zrakama, nagnuti tijelo na način da mu Sunčeve zrake padaju okomito na leđa i širiti rebra tako da poveća površinu tijela izloženu suncu. Na taj način maksimalno povećava količinu primljenog zračenja. Kada mu je temperatura optimalna, gušter se može jednostavno povući u hlad ili orijentirati glavom prema Suncu, podižući tijelo i skupljajući rebra, smanjujući ovako površinu izloženu Suncu na minimum. Ova dva načina pozicije prema Suncu zovu se pozitivna (maksimalna površina za primanje zračenja) i negativna (minimalna površina za primanje zračenja) orijentacija (Pough i sur. 2001, Huey i Pianka 1977, Lisičić 2009).

Dobre mogućnosti za termoregulaciju uglavnom imaju vrste koje žive u otvorenim staništima. To su staništa koja životinji pružaju cijeli niz prilika za različite oblike zagrijavanja i hlađenja, poput polupustinja ili različitih travnatih mozaičkih krajolika u toplim dijelovima Zemlje. U ovakvim staništima gmaz ima na izbor osunčane dijelove u kombinaciji s hladom, zagrijane površine i grmlje za penjanje. Na ovakvim staništima cijena termoregulacije je niska, a životinje koje ih iskorištavaju uglavnom su helietermne (Huey i Pianka 1977, Scheers i Van Damme 2002). Drugi tipovi staništa ne pružaju tako dobre prilike za termoregulaciju i cijena održavanja određene temperature na ovakvim staništima može biti visoka. Takve su, npr., guste šume gdje se životinja katkad mora udaljiti od svog skloništa, pa čak i teritorija, da bi došla do pogodnog mjesta za sunčanje, pri tome se izlažući predatorima i agresivnim pripadnicima svoje vrste. U sličnoj situaciji su i noćne vrste, koje zbog doba aktivnosti nemaju pristup Sunčevu svjetlu. Ovakve životinje su termokonformeri (Rock 2002, Pough i sur. 2001, Huey i Pianka 1977). Helietermija i termokonformnost dva su krajnja slučaja u termoregulacijskom ponašanju gmazova. Neke skupine gmazova su uglavnom helietermne, dok su druge uglavnom termokonformeri. Ipak, varijacije u termoregulacijskim strategijama mogu se naći unutar svih porodica, a u nekim slučajevima i unutar iste vrste. Najočigledniji oblik varijacije su prelasci iz jednog oblika ponašanja na drugi tijekom dnevnog ciklusa. Tako će se tijekom nepovoljnih uvjeta za termoregulaciju (noć, oblačno vrijeme) mnoge vrste ponašati kao termokonformeri,

dok će tijekom povoljnijih uvjeta (sunčan dan, u zagrijanim skloništima) aktivno termoregulirati. (Huey 1982, Huey i Pianka 1977, Meek 2005, Seebacher 2005).

1.2.3.4 Prostorne i vremenske niše

S obzirom na potrebu odabira mikrostaništa i perioda aktivnosti koji se odlikuju povoljnim termalnim karakteristikama, životinje zauzimaju određene prostorne i vremenske niše koje pružaju optimalne uvjete.

Prostorna niša

Većina gmazova ograničava rutinske aktivnosti vezane za preživljavanje na ograničeno područje koje se naziva područjem doma (eng. home range) (Schoener 1975, Schoener 1983). Veličina područja doma varira u ovisnosti o ekologiji vrste, staništu, spolu i dobi jedinke (Schoener 1978). Ovisno o zahtjevima termoregulacije, gušter će izabrati lokaciju koja mu omogućava održavanje optimalne tjelesne temperature. Tako će kroz jutro, kada je potrebno podizanje temperature, iskorištavati samo mjesta pogodna za sunčanje, a kasnije u toku dana zaklonjenija staništa te one dijelove u kojima nalazi hranu. Tijekom noći i za lošeg vremena jedinka iskorištava dijelove staništa koja joj služe kao zaklon. (Meek 1986, Herczeg i sur. 2006, Scheers i Van Damme 2002, Huey 1982, Angilletta i sur. 2002). Tijekom inkubacije jaja u tijelu, ženke mogu ograničiti svoju aktivnost samo na određene dijelove staništa koji su termalno pogodni za razvoj jaja (Herczeg i sur. 2006).

Vremenska niša

Aktivnost životinja može se mijenjati u ovisnosti o dobu dana ili godine te one često pokazuju različite oblike aktivnosti ovisno o vanjskim cikličkim mijenama (utjecaj doba dana ili sezone). Tako početkom dana gušter zauzima osunčane dijelove povoljne za termoregulaciju, tijekom dana traži hranu u hladu, a krajem dana se povlači u noćna skrovišta. Također, u umjerenim područjima, gušteri su aktivni od proljeća do jeseni, dok zimi hiberniraju (Pough i

sur. 2001, Huey i Pianka 1977, Rock 2002, Huey 1982, Seebacher 2005, Scheers i Van Damme 2002).

1.2.3.5 Dnevne i sezonske varijacije u termalnim uvjetima okoliša i termoregulatornim mehanizmima gmazova

Dnevni i sezonski obrasci aktivnosti gmazova uvelike ovise o termalnoj biologiji i dostupnim uvjetima okoliša. Ograničavajući faktori potencijalnih aktivnosti predstavljaju set biofizičkih (termalnih/higričkih) karakteristika okoliša i bioloških odlika vrste (raspon temperatura povoljnih za aktivnost, termoregulacijske karakteristike, specifične uzorke fluktuacije topline i mase i sl.). Periodi aktivnosti nadalje mogu biti ograničeni prisustvom suparnika, predatora, kao i dostupnošću hrane i vode.

Aktivnost je od velike važnosti za mnoge procese, pa iako povećava rizike (od predacije, sukoba s konkurentnima, gubitka energije i vode) donosi i višestruku korist: povećava dostupnost hrane, mogućnosti termoregulacije, pristup potencijalnim partnerima, mogućnost posmatranja i obrane teritorija (Huey 1982). No, postoje periodi kada je životinji povoljnije ostati neaktivnom: u određenim uvjetima hrana koju gmaz uhvati osigurava manje energije no što su troškovi same aktivnosti osiguravanja hrane (Pough 1980, Gans i Pough 1982). Npr., kada je udio vode u hrani herbivornih guštera vrste *Sauromalus obesus* nizak, oni reduciraju stopu gubitka vode povlačenjem u skloništa u pukotinama stijena na duži period. Periodi aktivnosti za poikilotermne ektotermne organizme uvelike ovise o termalnim uvjetima okoline (Huey 1982). Kako bi kompenzirali utjecaj fluktuacija termalnih karakteristika okoliša na funkcioniranje organizma, gmazovi prilagođavaju svoje metaboličke procese i reakcije trenutnim termalnim kvalitetama ambijenta, pri čemu dnevne i sezonske varijacije u temperaturama igraju veliku ulogu. Tako je npr., T_p (odabrana tjelesna temperatura) kod vrste *Psammodromus algirus*, guštera rasprostranjenog u mediteranskim zimzelenim šumama, za 2°C niža u svibnju nego u srpnju. Kod mnogih vrsta guštera T_p je viša u popodnevnim i predvečernjim satima, nego ujutro. Ova prilagodba optimuma metaboličkih i tjelesnih aktivnosti olakšava postizanje povoljnih

tjelesnih temperatura u određenim temperaturnim uvjetima okoliša ovisnima o sezoni ili dobu dana (Diaz i sur. 2005, Diaz i Cabezas – Diaz 2004, Rock i sur. 2000).

Varijacije u termalnim uvjetima kompenziraju i prilagodbom intenziteta aktivnosti i položaja u prostoru, odnosno iskorištavanja osunčanih i sjenovitih područja, u različitim dnevnim i sezonskim periodima. Kontrolom aktivnosti gušteri pokušavaju izbjeći ekstremno topla, odnosno hladna razdoblja. Tako će tokom proljeća i jeseni biti aktivni u različito doba dana, uključujući i najtoplije dijelove dana, podnevne sate. Tokom ljeta njihova aktivnost bit će ograničena na jutro i kasno popodne, kad su temperature povoljnije, dok će se za podnevnih sati povlačiti u sjenovita skrovišta. Zimi će izrazito hladne temperature preživljavati u hibernaciji. U područjima gdje su aktivni i zimi njihova aktivnost intenzivira se u podne, kako bi izbjegli hladna jutarnja razdoblja i iskoristili najtopliji dio dana (Diaz i Cabezas – Diaz 2004, Huey i Pianka 1977, Hitchcock i McBrayer 2006). Uvjete ekstremno visokih ili niskih temperatura ektotermni organizmi preživljavaju koristeći se različitim mehanizmima redukcije metabolizma kao što su estivacija, torpor ili hibernacija (Miller i Harley 2002, Raven i Johnson 2002). Kod izrazito niskih zimskih temperatura, koje u određenim područjima često padaju i ispod 0°C, gušteri u hibernaciji koriste se dvama osnovnim mehanizmima preživljavanja: pothlađivanjem (eng. - supercooling) i tolerancijom zamrzavanja (eng. - freeze tolerance). Ove strategije zahtijevaju povećanu koncentraciju krioprotektnih molekula koje sprečavaju zamrzavanje vode u tijelu (npr. povećanu koncentraciju glukoze u krvi). Također, u ovakvim uvjetima, tjelesna veličina je prednost u preživljavanju zimskog perioda (Herczeg i sur. 2003).

Dnevne i sezonske varijacije u odabranim tjelesnim temperaturama te intenzitet aktivnosti posljedica su različite koncentracije hormona u krvi koja regulira kompleksne interakcije fizioloških procesa i ponašanja organizma. Melatonin (MEL) je hormon za koji se smatra da snižava srednju preferiranu temperaturu organizma (T_p) te mnogi ektotermi pokazuju odabir niže tjelesne temperature kao odgovor na povećanu koncentraciju melatonina u krvi. Melatonin prevodi svjetlosne informacije u endokrine signale (Axelrod 1974). Različit intenzitet osvjetljenja u različitim dnevnim i sezonskim periodima regulira izlučivanje melatonina te utječe

na odabir tjelesnih temperatura gmazova. No, primijećeno je da mnoge nokturnalne vrste gmazova ne reagiraju na MEL na isti način kao dnevne vrste te se pretpostavlja da su razvile alternativne metode odgovora na povećanu koncentraciju ovog hormona te različite mehanizme regulacije odgovora na dnevne i sezonske varijacije u uvjetima okoliša (Lutterschmidt i sur. 2001).

1.2.3.6 Enzimatske prilagodbe

Preferirane tjelesne temperature, T_p , mijenjaju se sezonski ne samo kako bi omogućile lakše postizanje temperaturnih optimuma, već se prilagođavaju karakterističnoj aktivnosti životinje. Tako će, npr., kod vrste *Hemidactylus turcicus* juvenilne jedinke odabrati niže temperature nego adultne (Hitchcock i McBrayer 2006), dok će kod nekih vrsta diuralnih gmazova juvenilne jedinke preferirati više tjelesne temperature (Perez-Quintero 1994) ovisno o temperaturnim zahtjevima različitih razvojnih procesa (Hitchcock i McBrayer 2006). U proljeće, mužjaci nekih vrsta guštera pokazuju tendenciju postizanja viših tjelesnih temperatura nego ženke, što je rezultat posebnih fizioloških procesa u doba parenje (npr. produkcija sperme) (Van Damme i sur. 1986). Gravidne ženke, također, preferiraju temperature različite od onih u negravidnom razdoblju (kod nekih vrsta više, kod drugih niže temperature) kako bi optimizirale embrionalni razvoj (Rock i sur. 2000, Hitchcock i McBrayer 2006, Diaz i sur. 2006, Capula i Luiselli 1993).

Osim aktivnom termoregulacijom, životinje mogu reagirati na okolišne varijacije u termalnim uvjetima i fenotipskom fleksibilnošću, tj. aklimatizacijom, odnosno termalnom kompenzacijom – fiziološkim odgovorom na termodinamičke varijacije u okolišu. Aklimatizacija je povezana s prilagodbom metaboličkih funkcija i karakterističnih setova enzima na postojeće termalne uvjete te reakcijom organizma u cijelosti, uključujući npr. potrošnju kisika, enzimatsku aktivnost, ekspresiju hormona ili kardiovaskularnu funkciju (Seebacher 2005). Tako se, npr. aklimatizacija mitohondrijskih funkcija i glikolize pojavljuje 3 – 4 tjedna nakon kronične promjene temperature (Bouchard i Guderley 2003, Rogers i sur. 2004). Dobar primjer za prikaz

odnosa između aktivne termoregulacije i biokemijske aklimatizacije predstavlja prilagodba američkog aligatora, *Alligator mississippiensis*, na sezonske fluktuacije u termalnim karakteristikama okoliša. Promatrana populacija aligatora u Louisiani termoregulira kroz godinu na način da su tjelesne temperature zimi više od operativnih temperatura, dok su ljeti zamjetno niže. Razlika između ljetnih i zimskih tjelesnih temperatura iznosi i do 15°C (ljeti $T_b = 30^\circ\text{C}$, zimi $T_b = 15^\circ\text{C}$). No, unatoč temperaturnim razlikama životinje održavaju svoj metabolički potencijal prilagođavajući aktivnost enzima koji kontroliraju glavne aerobne i anaerobne putove produkcije ATP-a zimi, kako se stope ljetne i zimske aktivnosti ne bi značajno razlikovale (Seebacher i sur. 2003, Seebacher 2005).

1.2.3.7 Model utroška i dobiti energije (eng. cost – benefit model) pri preciznoj termoregulaciji

Ovisno o termalnim zahtjevima trenutnih fizioloških potreba i procesa u organizmu, životinja termoregulira s određenom preciznošću (Angilletta Jr i sur. 2002). S kolikom preciznošću će životinja termoregulirati ovisi o ravnoteži između ekološkog utroška i dobiti (eng. cost – benefit model, Huey i Slatkin 1976), odnosno o razlici između utrošene i dobivene energije u procesu aktivne termoregulacije (Huey 1982).

Model utroška i dobiti aktivne termoregulacije predviđa varijacije u termoregulatornim strategijama - od aktivne termoregulacije (postizanje optimalne tjelesne temperature kao primarni zadatak) do potpunog termokonformizma (nema regulacije), ovisno o vjerojatnosti pozitivnog ishoda termoregulacije u vidu dobitka energije, prema mogućnostima i termalnoj kvaliteti okoliša. (Herczeg i sur. 2008). Osnovni trošak precizne termoregulacije ektoterma je u činjenici da se vrijeme utrošeno na termoregulaciju ne može koristiti za ostale aktivnosti (Herczeg i sur. 2003). Nadalje, termoregulatorne aktivnosti (npr. sunčanje) povećavaju rizik od predacije, a smanjuju prilike za pronalaženje hrane, reprodukciju i sl. (Seebacher 2005). No, precizna termoregulacija pokazuje utjecaj na opći uspjeh funkcioniranja organizma i, na kraju,

na sam fitness životinje. U uvjetima suboptimalnih ili promjenjivih termalnih uvjeta selekcija će favorizirati određeni stupanj precizne termoregulacije (Verwaijen i Van Damme 2007). Npr., gušter koji uspijeva održati svoju tjelesnu temperaturu u blizini fiziološkog optimuma povećat će učinkovitost mišićne kontrakcije i neuromuskularne koordinacije (Putnam i Bennett 1982, Marsh i Bennett 1985), što rezultira većom brzinom kretanja (Bennett 1980) i povećanom mogućnošću hvatanja plijena ili izbjegavanja predatora (Christian i Tracy 1981, Avery i sur. 1982, Van Damme i sur. 1991, Diaz 1994). Na termoregulacijske strategije ne utječe samo energetska dobit te ovaj model uzima u obzir i sve ostale aspekte, odnosno aktivnosti koje dovode do dobitaka ili gubitaka u samom fitnessu životinje (kao što su potraga za partnerom, izbjegavanje predatora ili traženje hrane) (Herczeg i sur. 2008).

Dva ekstrema aktivnosti su, dakle, precizna termoregulacija i termokonformizam. Model predviđa termokonformnost kada su troškovi termoregulacije visoki, a aktivnu termoregulaciju kada su troškovi niski s obzirom na potencijalnu dobit (Huey i Slatkin 1976). Odnosno, tjelesne temperature koje predstavljaju fiziološki optimum bit će i ekološki optimum samo ako su troškovi postizanja tih temperatura dovoljno niski s obzirom na dobit (Huey 1982). Životinja mora pronaći ravnotežu između eventualne dobiti i postojećeg rizika pri preciznoj termoregulaciji te odabrati optimalnu strategiju u određenom trenutku (Herczeg i sur. 2008)

1.2.4 Termoregulatorne karakteristike zidnog macaklina (*Tarentola mauritanica*)

Macaklini koji su noću aktivni su uglavnom termokonformereri. Naime, kako su temperature noću niže nego danju i noćni okoliš ne pruža toliko prilika za zagrijavanje, macaklini aktivni u ovom dijelu dnevnog ciklusa imaju malo prilika za aktivno održavanje tjelesne temperature. Zato temperatura tijela noćnih macaklina uglavnom odgovara termalnim uvjetima okoliša. Mnoge noću aktivne vrste u prirodi odabiru dnevna skloništa za zagrijavanje. Druge vrste se aktivno sunčaju tijekom dana. U oba slučaja, macaklini se koriste toplinom sunca, na izravan ili neizravan način, da bi podigli svoju tjelesnu temperaturu prema svom optimumu i

to iskoristili za osnovne metaboličke potrebe koje su bile usporene tijekom niskotemperaturnih noćnih sati. *T. mauritanica* pokazuje određenu stopu dnevne aktivnosti pa tako i postojanje aktivnog oblika termoregulacije. Tjelesnu toplinu regulira heliotermijom – direktnim izlaganjem suncu te kondukcijskim zagrijavanjem, tj. tigmotermijom, odnosno preuzimanjem topline od zagrijane podloge.

Stupanj izlaganja Suncu ovisi o dobu godine. Za hladnijih proljetnih i jesenskih dana, sunča se najčešće tijekom jutra i popodneva, dok se za vrijeme najtoplijeg dijela dana, kao i ljeti (kad joj za termoregulaciju ne treba sunčanje, te izbjegava osunčana područja) nalazi na okomitim zidovima, u zaklonjenijim prostorima iza vegetacije, granja, stupova ili kamenja (Lisičić 2009, Rock i sur. 2002, Pough i sur. 2001, Angilletta Jr. i sur. 2002, Huey 1982, Pianka i Huey 1978). *T. mauritanica* tijekom ljeta pokazuje, dakle, dnevnu i noćnu aktivnost. Tijekom dana je uglavnom skrivena u hladu privremenih dnevnih skrovišta (na zidovima iza vegetacije, kamenja ili drva) kao i na otvorenim mikrostaništima, uglavnom uz svod ili na svodu poljskih vrata ili kućica ili na deblima stabala. Tijekom noći širi područje djelovanja na otvorene zidove i suhozidove, ulazi u kućice i gustrine te se penje na rasvjetne stupove. Tijekom proljeća i jeseni, za hladnijih noći, noćna aktivnost je reducirana na prve sate noći. U ovo doba godine i potrebe za termoregulacijom su veće pa se kroz jutro i večer nalazi na grijalištima (ispod kamenja, u rupama orijentiranim prema suncu i među crjepovima) ili se aktivno sunča. Za hladnijih dana ovakvo ponašanje može trajati tijekom cijelog dana te je dnevna aktivnost izraženija nad noćnom. Zimi miruje u odabranim skrovištima, uglavnom u rupama u zidovima, ne mijenjajući položaj mjesecima (Lisičić 2009).

Srednja godišnja vrijednost temperature kod *T. mauritanica* su oko 22°C za odrasle jedinke. Najniže zabilježene temperature su oko 2°C. Ovako niske temperature mjerene su uglavnom kod jedinki u skloništima, ali i ponekih aktivnih (ukoliko se mogu nazvati aktivnima budući da su pri ovako niskim temperaturama lokomotorne sposobnosti krajnje otežane). Ovakve temperature jedinke mogu postići već tokom studenog, pa sve do ožujka. Najviše temperature zabilježene kod ove vrste su oko 36°C, a postižu se aktivnim sunčanjem. Čak i za

hladnih zimskih mjeseci sredinom sunčanog dana neke jedinke ove vrste koje se nalaze na pogodnim lokacijama mogu podići temperaturu iznad 20°C. Uzme li se u obzir da literaturni podaci navode birane temperature za ovu vrstu u laboratorijskom termogradijentu od 27 do 32°C za ljeto (Arad i sur. 1997) te 22 do 23°C za proljeće (Carretero 2008) ova vrsta može u bilo koje doba godine postići preferiranu temperaturu tijela, ukoliko su vanjski uvjeti za termoregulaciju povoljni (Lisičić 2009).

1.3 Operativne temperature i fizički (nulti) modeli

Koncept operativne temperature (T_e) definiran je kao temperatura neživog objekta kojem je toplinski kapacitet nula, a iste je veličine, oblika i radijacijskih osobina kao i istraživani organizam. Predstavlja indeks interakcije okoliša i životinje određene veličine, oblika i orijentacije, ali uz pretpostavku da životinja nema tjelesne mase (pa stoga ni toplinskog kapaciteta ili "termalne inercije" koja smanjuje brzinu promjene tjelesne temperature kada se organizam nađe u novom termalnom okolišu). Uzima u obzir različite osobine okoliša i samog organizma kako bi opisao utjecaj termalne okoline na tjelesnu temperaturu životinja (Bakken i Gates 1975, Christian i sur. 2006).

Operativne temperature predstavljaju precizniji opis termoregulatornih mogućnosti nego samo praćenje temperature zraka ili tla, jer u obzir uzimaju više mehanizama izmjene topline (radijaciju, konvekciju, kondukciju) (Shine i Kearney 2006). Podaci o operativnim temperaturama korisni su pri izračunima i procjenama različitih varijabli termoregulatornih procesa kao što su potencijalno vrijeme aktivnosti (Porter i sur. 1973) ili termoregulacijska efektivnost (Hertz i sur. 1993, Kearney i Predavec 2000).

Istraživanja u termalnoj biologiji često koriste fizičke modele organizama koji vjerno oponašaju promatrani organizam u veličini, obojenosti, položaju i toplinskom kapacitetu kako bi pratili operativne temperature okoliša (Shine i Kearney 2006, Christian i sur. 2006). Nazivaju se nultim modelima jer predstavljaju potencijalnu tjelesnu temperaturu životinje koja ne termoregulira. Empirijski podaci o tjelesnim temperaturama organizama uspoređuju se s temperaturama fizičkih, odnosno nultih modela (Christian i sur. 2006). Literatura navodi različite objekte koji su služili kao fizički modeli, od limenki piva napunjenih vodom (Huey i Pianka 1977), PVC cijevi obojenih kako bi refleksijom odgovarali samim organizmima (Adolph 1990), praznih bakrenih cijevi, zatvorenih plastičnim kapičama i obojenih odgovarajućim bojama (Herczeg i sur. 2003, Shine i Kearney 2006), crno obojenih bakrenih cijevi napunjenih vodom (Meek 2005), neobojenih bakrenih cilindara (Diaz i Cabezas-Diaz 2004, Hitchcock i

McBrayer 2006) do preciznih odljeva same životinje, obojenih odgovarajućom bojom (Clusella Trullas 2006).

Shine i Kearney (2006) u svom radu o stupnju preciznosti predviđanja operativnih temperatura mjerenjem temperature fizičkih modela prate utjecaj veličine, obojenosti i orijentacije modela te stupnja kontakta fizičkog modela i podloge na mjerene operativne temperature. Naglašavaju da je utjecaj ovih osobina bakrenih modela na termalne karakteristike prisutan, ali malen te da, npr., varijacije u lokalnim vremenskim uvjetima imaju daleko više utjecaja na procjenu operativnih temperatura okoliša nego sami detalji konstrukcije modela. Ipak, predlažu da se u izradi modela pokuša postići što veća sličnost u boji i veličini sa samim organizmom, pogotovo ako se radi o istraživanju većih životinja, vodi računa o preciznom postavljanju modela u prostoru (radi utjecaja vezanog sloja zraka, naročito kod malih životinja) te ističu da, radi niske termalne inercije, bakreni modeli ne donose nikakve podatke o brzini zagrijavanja i hlađenja organizma, odnosno dobu dana u kojemu životinja dostiže određene tjelesne temperature.

1.4 Obojenosti i promjene obojenosti

1.4.1 Funkcija obojenosti

Molekule odgovorne za obojenost različitih struktura životinja i biljaka nazivaju se pigmenti (lat . *pigmentum* – boja). Pigmenti su molekule koje apsorbiraju svjetlost. Svjetlost prenosi energiju u obliku malih energetske paketa, fotona. Kada se foton nađe u interakciji s nekom molekulom, njegova energija se ili gubi u vidu topline, ili ju apsorbira molekula, koristeći ju za skok elektrona u više energetske nivoe. Pigmenti su dobri apsorbiraju vidljivog dijela spektra. Boja pigmenta ovisi o dijelu vidljivog spektra koji molekula apsorbira, odnosno propušta. Tako ćemo, npr. biljne strukture koje sadrže klorofil, pigment koji apsorbira u području crvene i plave svjetlosti, a propušta zelenu, vidjeti zeleno obojene. Površine koje apsorbiraju veći dio vidljivog spektra su tamnije, pa se tamne površine brže zagrijavaju (molekule apsorbiraju više energije) (Raven i Johnson 2002).

Melanin (grč. *melanos* – taman), nepravilni polimer indola i drugih intermedijera oksidacijskog puta tirozina, tamni je pigment široko rasprostranjen u biljnom i životinjskom carstvu te predstavlja glavni pigment u površinskim strukturama kralježnjaka. Melanin ima široki spektar apsorpcije, a njegova tamna boja rezultat je snažne apsorpcije vidljive svjetlosti. Ima sposobnost apsorpcije i unutar ultraljubičastog područja te predstavlja zaštitu od UV – zračenja (Riley 1997). Melanin je pohranjen u specijaliziranim stanicama, melanocitama, koje su raspoređene po površini tijela i odgovorne za obojenost površinskih struktura. Npr. kod sisavaca granule melanocita nalaze se u krznu i epidermi (Wolff i sur. 1974). Melatonin (MEL), hormon koji izlučuje pinealna žlijezda na epitalamusu, regulira varijacije u obojenosti kože, ali i mnoge druge procese, kao što su cirkadijski ritam ili termoregulacijske aktivnosti, prevođenjem svjetlosnih informacija u endokrine signale (Axelrod 1974).

U obojenost različitih struktura, osobito onih žarko obojenih, uključeni su i drugi pigmenti. Npr, za intenzivnu obojenost ptičjeg perja odgovorni su različiti karotenoidi. Čak i hemoglobin, krvni pigment, ima utjecaja na obojenost nekih površinskih struktura, kao što su

ogoljeli dijelovi glave i vrata kod nekih ptica (Negro i sur. 2006). Osim obojenosti pigmentima, kod ptica je prisutna i tzv. strukturalna obojenost, posljedica nepravilnosti na površini pera koje uzrokuju difrakciju bijele svjetlosti. Npr., plava boja ptičjeg perja nikada nije uzrokovana prisutnošću nekog plavog pigmenta, već je posljedica refleksije plavog dijela spektra od površinskog sloja pera, dok se ostali dijelovi spektra propuštaju u unutrašnjost pera gdje ih apsorbira melanin. Specijalizirane stanice koje se nalaze u koži životinja, npr. vodozemaca i gmazova, sadrže pigmente i odgovorne su za uzorke i promjene obojenosti, nazivaju se kromatofore (Miller i Harley 2002).

Funkcije obojenosti tijela životinja različite su, a najznačajniju ulogu imaju u vizualnoj komunikaciji, zaštiti od predatora i lovnoj strategiji te termoregulaciji.

1.4.1.1 Vizualna komunikacija

Komunikacija je izmjena informacija između organizama koja zahtijeva odašiljatelja i primatelja informacije međusobno prilagođene za izmjenu informacija. Komunikacija je moguća između jedinki iste (intraspecijska) ili različitih (interspecijska) vrsta. Životinje koriste oblike komunikacije koji uključuju vizualne, auditivne, taktilne i kemijske signale.

Vizualna komunikacija pogodna je za prenošenje velike količine informacija istovremeno, a obojenost tijela važan je aspekt vizualne komunikacije (Miller i Harley 2002).

Varijacije u uzorku obojenosti prisutne su, kako unutar, tako i između populacija, a ova pojava objašnjava se ravnotežom između spolne selekcije, prepoznavanja među vrstama i različitog predacijskog rizika. Prema ovom modelu, spolna selekcija i prepoznavanje među vrstama favoriziraju izraženu obojenost, dok u isto vrijeme, ona povećava rizik od predacije (Endler 1978, 1983, Deutch 1997). Mnoge skupine organizama odlikuju se spolnim dimorfizmom – različitom obojenošću mužjaka i ženki. Ova varijacija u obojenosti rezultat je dugotrajne spolne selekcije i od velike je važnosti za komunikaciju među jedinkama (Rohwer 1975, 1977, Zahavi 1977, 1991, Dawkins i Krebs 1978, Zahavi i Zahavi 1997). Obojenost igra važnu ulogu u spolnoj selekciji. Reproductivni uspjeh jedinke ovisi o kvaliteti genetičkog

materijala i negenetičkih osobina budućeg partnera, kao i njenih vlastitih. Prepoznati kvalitetan genetički materijal za buduće potomstvo od ključne je važnosti u reprodukciji svake jedinke. Fenotipska značajka koja je visoko korelirana s genetičkom kvalitetom kandidata ili povoljnošću njegova općeg stanja je dobar pokazatelj kvalitete potencijalnog partnera. Intenzivna obojenost mužjaka, koja je favorizirana spolnom selekcijom kod mnogih skupina organizama, prema nekim teorijama, pokazuje visok stupanj sposobnosti preživljavanja te kvalitetan i poželjan genetički materijal. Npr., tijekom sezone parenja mužjaci mnogih vrsta ptica selica koriste žarko obojeno perje i glasan, dugotrajan pjev kako bi privukli ženke i odbili potencijalne konkurentske mužjake. Intenzitet obojenja perja pozitivno je koreliran s razinom testosterona, što je dobar indikator visoke plodnosti, te je negativno korelirana s količinom parazita kod mužjaka. Slično, kod riba gupija i nekih ptica žarko obojenje odraz je dobre prehrane i izvrsnog zdravlja jedinke (Avital i Jablonka 2002, Manning i Stamp Dawkins 2000, Raven i Johnson 2002). Izraelski etolog Zahavi (1975) intenzivnu obojenost naziva hendikepom, odnosno, vrlo skupim načinom oglašavanja – intenzivno obojenje nosi sa sobom visoki predacijski rizik, a mužjaci koji se odlikuju žarkim i uočljivim bojama demonstriraju svoju vrhunsku fizičku kvalitetu jer uspijevaju izbjeći predatora i preživjeti unatoč hendikepu intenzivnog obojenja.

Obojenost predstavlja i važan faktor prepoznavanja među vrstama i populacijama. Npr., ribe preferiraju fenotipsku homogenost plove pa formiraju skupine od jedinki vrlo sličnog obojenja. Riba koja se pridruži plovi sastavljanoj od individua čije obojenje odudara od njenog bit će uočljivija predatoru i znatnije ugrožena. Visoki stupanj fenotipske sličnosti među pripadnicima plove otežava predatoru ciljanje određene jedinke (McRobert i Bradner 1997). Obojenost roditelja igra ulogu u odabiru partnera njihovog potomstva. Ova pojava naziva se spolni imprint – potomci će često izabrati partnera koji pokazuje slična svojstva (npr. sličnu obojenost) kao njihovi roditelji. Osim što im omogućava prepoznavanje vlastite vrste, pomaže im da, birajući partnera sličnog roditeljima, izaberu jedinku prilagođeniju uvjetima okoliša u kojemu vjerojatno i sami žive (Avital i Jablonka 2000).

Tjelesna obojenost često odražava i socijalni status jedinke. Mužjaci koji su žarko obojeni te imaju veći reproduktivni uspjeh obično su visoko pozicionirani na društvenoj ljestvici. Npr.,

mužjaci vervet majmuna (*Cercopithecus aethiopsis sabaesus*) pokazuju izražajno plavo ili zeleno obojenje skrotuma. Dominantni mužjaci pokazuju intenzivnije obojenje skrotuma, dok je kod subordiniranih mužjaka znatno slabijeg intenziteta. Boja skrotuma predstavlja jasan statusni signal te postavlja pravila interakcije koja reguliraju socijalne odnose (Gerald 1999).

1.4.1.2 Zaštita od predatora i lovna strategija

Životinje često koriste različite uzorke obojenja kako bi se uspješnije obranile od predatora ili povećale vlastiti predatorski uspjeh. Kriptično obojene vrste (lat. *crypticus* – skriven) bojom svog tijela oponašaju okolišne uvjete kako bi se stopile s ambijentom i smanjile svoju uočljivost, bilo pred predatorom koji ih lovi ili pred plijenom koje žele uloviti. Ova strategija česta je i prisutna kod gotovo svih skupina životinja. Kamufilirane životinje rijetko žive u skupinama jer otkriće jedne individue daje predatoru vrijedan trag za pronalaženje ostalih.

Neke životinje štite se od predatora različitim tvarima, obično sekundarnim produktima metabolizma, koji su ili neugodni ili otrovni za predatora te ih na to upozoravaju izrazito žarkim bojama (npr. različite vrste intenzivno obojenih kukaca i mnogih drugih člankonožaca, kao što su pčele, ose, pauzi i škorpioni, zatim mnoge morske životinje i različiti kralježnjaci – otrovne zmijske, gušteri, ribe te neke ptice (npr. pripadnici roda *Pitohui*, endemičnog roda s Nove Gvineje, osobito vrste *Pitohui dichrous* i *Pitohui kirhocephalus*, sadrže snažne neurotoksične alkaloidne u koži i perju (Dumbacher i Fleischer 2001)). Izražen kontrast prugastog uzorka tvora, žarke boje otrovnih žaba (npr. porodica Dendrobatidae koja proizvodi toksične alkaloidne u mukoznom sekretu) ili mnogih vrsta zmijske odbijaju potencijalnog predatora. Ovakva vrsta obojenosti naziva se zaštitna ili aposemantička obojenost (grč. *apo* – dalje od + *sematic* – znak).

Oponašanje otrovnih životinja također može biti prednost u obrani od predatora. Mimikrija (lat. *mimus* – oponašati) je vrsta obojenosti neotrovnih vrsta (često više od jedne) koja oponaša aposemantičku obojenost neke otrovne ili neokusne i na taj način odbija predatore. Npr., ovaj mehanizam čest je kod mnogih vrsta leptira – sjevernoamerička vrsta

Limentis archippus obojenošću oponaša otrovnog monarha, vrstu *Danaus plexippus* (ova vrsta mimikrije, prilikom koje neotrovnna vrsta obojenošću oponaša otrovnu, naziva se Batesova mimikrija). Često su i različite vrste otrovnih organizama slično obojene – na taj način pojačavaju prednost upozoravajuće obojenosti, jer će predator, u doticaju s bilo kojom od ovih otrovnih vrsta, brže naučiti izbjegavati konkretni uzorak obojenosti. Npr., leptiri vrsta *Heliconius erato* i *Heliconius melpomene*, oba neugodnog okusa predatoru, vrlo su slično obojeni. Ovakva mimikrija naziva se Müllerova mimikrija (Raven i Johnson 2002, Miller i Harley 2002).

1.4.1.3 Obojenost i tekstura površine u funkciji termoregulacije

Sunce odašilje cijeli spektar elektromagnetskog zračenja – od kratkih valnih duljina poput X – zraka, preko ultraljubičastog zračenja (10 – 380 nm), vidljivog dijela spektra (400 – 700 nm), infracrvenog zračenja (700 – 1500 nm) do dugovalnog radio zračenja. Kada zračenje pada na neko tijelo, dio se može apsorbirati, dio reflektirati, a dio propustiti. Pri apsorpciji zračenja vidljivog dijela spektra, crne površine reflektiraju manje radijacije nego bijele pa se tamnije površine brže zagrijavaju od svjetlijih (Giambattista i Richardson 2007).

Obojenost ima znatan utjecaj na zagrijavanje organizama, odnosno termoregulaciju, jer gotovo 50% Sunčeve radijacije na Zemlju dolazi u obliku zračenja vidljivog dijela spektra (Miller i Harley 2002). Primjer koji zorno ilustrira ulogu različitog obojenja organizama ili dijelova organizama u funkciji termoregulacije jest jedna od teorija uzroka zebrene prugavosti. Naime, prema nekim tumačenjima kontrastno obojenje tijela zebre djeluje kao rashladni uređaj. Kao posljedica različitog zagrijavanja zraka iznad crnih i bijelih regija, stvaraju se zračne struje koje kruže oko životinje i rashlađuju je (Avital i Jablonka 2000).

Samo dio spektra elektromagnetskog zračenja važan je za termoregulaciju gmazova - vidljivo svjetlo i infracrveno zračenje. Mnogi gmazovi mogu mijenjati boju tijela i tako kontrolirati stupanj apsorpcije na površini tijela. Kako će se tamna površina zagrijati prije no svijetla, stezanjem i otpuštanjem melanofora (stanica koje sadržavaju pigment melanin),

životinja mijenja boju kože iz svjetlije u tamniju i na taj način pospješuje zagrijavanje (Pough i sur. 2001). No, pri apsorpciji IC zračenja, boja podloge nema utjecaja, već je najbolji indirektni pokazatelj varijacije u stupnju apsorpcije zračenja tekstura podloge. Hrapave površine bolje apsorbiraju i emitiraju energiju od glatkih i sjajnih. Ovom pojavom koriste se mnoge vrste gmazova. Tako gušteri koji žive u pustinjama, poput rodova *Uma* i *Callisaurus* imaju ljuske različitih kvaliteta s obzirom na apsorpciju ili emisiju IC zračenja. Kada ujutro podižu temperaturu tijela, ovi gušteri izlažu svoja hrapava leđa Suncu dok leže na podlozi. Tijekom sredine dana penju se na grmlje u hladu gdje im je trbuh prekriven glatkim ljuskama okrenut prema ugrijanom tlu, a hrapava leđa prema relativno hladnijoj sjeni. Na ovaj način maksimalno smanjuju primanje topline od okoline i iskorištavaju emisivnost hrapavih leđnih ljuski za oslobađanje topline (Pough i sur. 2001). Tamnijim životinjama je, zbog jače apsorpcije zračenja, dovoljno manje osunčano područje za uspješnu termoregulaciju no svjetlijim (Lisičić 2009).

1.4.2 Promjena obojenosti

Promjene u različitim uvjetima okoliša često zahtijevaju i promjenu boje tijela životinje te su neki organizmi razvili kompleksne mehanizme promjene obojenosti kao odgovore na varijacije u okolini. Npr., glavonošci u koži sadrže pigmentne stanice, kromatofore. Širenjem i stezanjem kromatofora glavonošci mijenjaju boju tijela. Promjena obojenosti, u kombinaciji s ispuštanjem tinte, djeluje u obrambene svrhe. Također, mogu promijeniti boju kako bi se što bolje stopili s podlogom na kojoj se nalaze (npr., sipa može stvarati uzorke koji savršeno odgovaraju okolini i čine ju gotovo nevidljivom predatorima). Kod arktičke lisice (*Alopex lagopus*) boja krzna varira sezonski. Zimsko krzno bijele je boje, kako bi se životinja bolje uklopila u snijegom pokrivenu okolnu dok u proljeće izraste ljetno krzno, sivo – žute boje (Miller i Harley 2002). Ribe roda *Anthias* koje žive na koraljnim grebenima odlikuju se spolnim dimorfizmom: mužjaci su intenzivnije obojeni i imaju uočljivu tamnu mrlju na prsnoj peraji, a ženke su jednolične narančasto – zlatne boje. Prilikom razmnožavanja, sve jединke se razvijaju u ženke koje se kasnije, prema potrebi, transformiraju u mužjake. Žive u mješovitim skupinama i

ako neki mužjak uginu, jedna od ženki promijeni spol. Ova promjena je vrlo brza: u svega nekoliko dana riba razvije sva obilježja mužjaka i započne s proizvodnjom spermatozoida u gonadama. Ova transformacija popraćena je i potpunom promjenom obojenosti (Manning i Stamp Dawkins 2000). Vervet majmuni, koji pokazuju različit intenzitet obojenosti skrotuma kao signal socijalnog statusa, s promjenom poretka na društvenoj ljestvici doživljavaju i promjenu intenziteta obojenosti skrotuma (plava boja skrotuma se intenzivira s postizanjem višeg statusa, a blijedi s padom na ljestvici) (Gerald 1999).

Promjena obojenosti javlja se i u funkciji termoregulacije. Niske temperature djeluju kao okidač za disperziju melanina u melanocitama i tamnjenje kože kod mnogih vrsta vodozemaca (Duellman i Trueb 1986). Npr., iako je sunčanje u cilju postizanje više tjelesne temperature rijedak oblik ponašanja kod vodozemaca, jer je njihova koža vrlo propusna (pa im prijeti veći gubitak vode evaporacijom), južnoamerička žaba *Bokermannohyla alvarengai* provodi velik dio dana izložena punom Sunčevom osvjetljenju i relativno visokim temperaturama. Ovisno o intenzitetu svjetlosti i temperature, boja tijela ove žabe mijenja se iz tamne (pri niskim temperaturama, u cilju maksimalne apsorpcije zračenja i zagrijavanja tijela) do vrlo svijetle (pri višim temperaturama, kako bi se što više povećala refleksija zračenja i spriječilo daljnje zagrijavanje) (Tattersall i sur. 2005). Sličan model ponašanja primijećen je i kod žabe vrste *Chiromantis xerampelina* (Kaul i Shoemaker 1989) te vrsta *Hyla crucifer* (Kats i Van Dragt 1986) i *Hyla cinera* (King i sur. 1994). I ličinke mnogih vodozemaca pokazuju plastičnost obojenosti u ovisnosti o promjeni temperature. Ličinke daždevnjaka vrste *Ambistoma barbouri* i *Ambistoma texanum* u ranoj fazi razvoja su tamnije pri nižim temperaturama, a svjetlije pri višim, no ta plastičnost se gubi kako ličinke napreduju u razvoju (Garcia i sur. 2003).

1.4.3 Obojenost guštera

Obojenost je važan aspekt biologije guštera iz više razloga. Kako su gušteri izrazito vizualno orijentirani, možda najviše od svih gmazova, uzorci žarkih boja vrlo su važni za komunikaciju među individuama. Također, kriptično obojenje im omogućava da se stope s okolinom te smanje svoju uočljivost predatorima. Ova dva aspekta obojenosti tijela guštera u svojevrsnom su sukobu, pa se mnoge vrste suočava s potrebom za kompromisom između suprotstavljenih ekoloških zahtjeva. Tako su mnogi gušteri žarko obojeni s ventralne strane tijela, ispod glave i na vratu, dok im je dorzalna strana obojena u skladu s okolinom u kojoj žive. U međusobnim interakcijama izlažu obojenu stranu izdizanjem prednjeg dijela tijela. Kod većine vrsta samo su mužjaci žarko obojeni, dok su ženke bolje kamuflirane. Razlog tomu je veća osjetljivost ženki u periodu razvoja jaja ili mladih, te zadaća mužjaka da brani teritorij i privlači partnerice. Dakle, kod mužjaka koji su intenzivnije obojeni veća je vjerojatnost da će privući ženku i prenijeti svoje gene u slijedeću generaciju, ali isto tako su podložniji predaciji te se suočavaju s već spomenutom potrebom balansa između reproduktivnog uspjeha i izbjegavanja predatora. Obojenost ima ulogu i u termoregulaciji guštera. Gušteri koji žive u područjima sjevernijih i južnijih geografskih širina i na višim nadmorskim visinama tamnije su obojeni od onih koji žive u toplijem okruženju (Mattison 1989).

1.4.3.1 Promjena obojenosti guštera

Kod mnogih riba, vodozemaca i gmazova, melatonin, hormon koji luči pinealna žlijezda na epitalamusu, kontrolira varijacije u boji kože, ali i različite oblike ponašanja i fiziološke funkcije, uključujući cirkadijski i cirkularni ritam aktivnosti, reproduktivne cikluse, termoregulaciju i termalnu toleranciju. Različiti okolišni čimbenici mogu potaći lučenje hormona, npr. promjena u duljini dana (Miller i Harley 2002, Lutterschmidt i sur. 1997, Cothran i Hutchinson 1979, Erskine i Hutchinson 1981, 1982, Ralph 1978, 1979, Rawding i Hutchinson 1992, Refinetti i Menaker 1992).

Mnoge vrste guštera u mogućnosti su promijeniti boju svog tijela u vrlo kratkom razdoblju. Brza promjena obojenosti posljedica je promjene oblika pigmentnih stanica, kromatofora, koja je uvjetovana lučenjem melatonina i drugih hormona. Promjena obojenosti guštera javlja se iz više razloga. Jedan od njih je, svakako, kontrola tjelesne temperature. Kako je već spomenuto, tamnije površine apsorbiraju veći spektar vidljivog zračenja, više energije i brže se zagrijavaju, pa će gušter potamniti kako bi se zagrijao u hladnijem okruženju, odnosno posvijetliti ako je temperatura okoline visoka. Ova tehnika često je prisutna kod pustinjskih vrsta guštera koji se ujutro moraju brzo zagrijati i prolongirati period aktivnosti reflektirajući toplinu kad sunce postane snažnije (Mattison 1989). Npr., australski gušter *Ctenophorus caudicinctus* promjenom obojenosti povećava apsorbanciju sa 77 na 87,7%, što mu pruža mogućnost povećanja tjelesne temperature u mikroklimatskim uvjetima ispod optimuma (Christian i sur. 1996). Kod kameleona, promjena obojenosti i uzoraka na koži više je odraz aktivnosti i stanja guštera, nego obojenosti same pozadine, odnosno lokacije na kojoj se životinja nalazi. Kada je kameleon uplašen ili izazvan, njegov uzorak se može promijeniti iz jednoličnih zelenih ili smeđih do iznimno kontrastnih prugastih ili točkastih uzoraka. Promjena uzorka obojenosti se, također, pojavljuje u prisutnosti drugog pripadnika iste vrste, bilo istog ili suprotnog spola, i može se smatrati vidom komunikacije. Slično, boja mužjaka mnogih vrsta može se intenzivirati pri susretu sa suparnikom i obično je popraćena karakterističnim pokretima ili položajem tijela. I mnogi pripadnici roda *Anolis* imaju sposobnost brze promjene tjelesne obojenosti, koje često stimulira promjena u intenzitetu osvjetljenja, temperaturi ili socijalna interakcija, pri čemu su mužjaci podložniji promjeni od ženki i njihovi uzorci obojenja su intenzivniji.

Mnogi mužjaci mijenjaju boju tijela u vrijeme parenja, što je vjerojatno rezultat povišene koncentracije testosterona u krvi u to doba godine. Kroz taj period boje se intenziviraju kako bi lakše privukli pažnju ženki, ali se istovremeno izlažu većem predacijskom riziku. Kako je period parenja ograničen, povoljna strategija je samo privremeno promijeniti obojenje, a ostatak godine zadržati boju prilagođeniju samom okolišu.

Također, kod mnogih vrsta guštera, mladi su različito obojeni od odraslih jedinki. Npr., kod nekih vrsta macaklina, kao što su *Eublepharus macularus* ili *Coleonix* spp. mladi su upadljivo prugasti, ali te pruge blijede s vremenom i zamjenjuju ih točke. Poseban slučaj je *Heliobolus lugubris*, vrsta guštera iz Kalaharija, koja u juvenilnom stadiju obojenjem oponaša štetnog kukca, neugodnog okusa, ali promijeni boju kada naraste prevelik da bi bio uvjerljiv (Mattison 1989).

1.4.3.2 Promjena obojenosti zidnog macaklina (*Tarentola mauritanica*)

Svojstvo da aktivno mijenja boju tijela u cilju povećanja apsorpcije (povećanja tjelesne temperature), odnosno povećanja refleksije (smanjenja tjelesne temperature) primijećeno je i kod ove vrste. Npr., tijekom aktivne termoregulacije, zagrijavanja sunčanjem, jedinke ove vrste su tamnije boje u odnosu na period boravka u zaklonjenim područjima i izbjegavanja direktnog Sunčevog osvjetljenja (Lisičić, osobna komunikacija, vlastita zapažanja).

1.5 Lokacije istraživanja

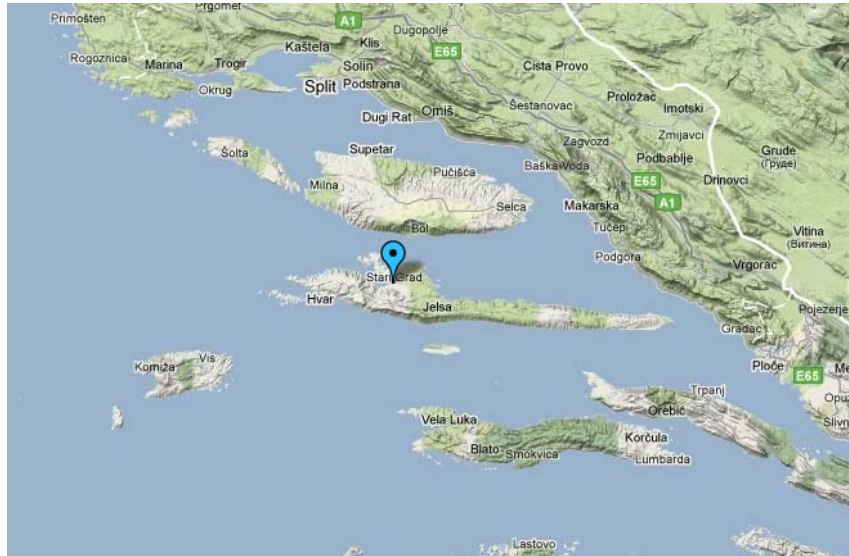
1.5.1 Otok Hvar

Otok Hvar pripada strukturnom sklopu srednjodalmatinskih otoka (SFRJ Osnovna geološka karta, 1977) te spada u vanjske Dinaride. Ima smjer pružanja istok-zapad, tzv. hvarski smjer pružanja, koji još imaju Korčula, Lastovo i zapadni dio Pelješca. Ostali otoci i kopno imaju smjer pružanja sjeverozapad-jugoistok, tzv. dinarski smjer pružanja (Skaberna, 1966).

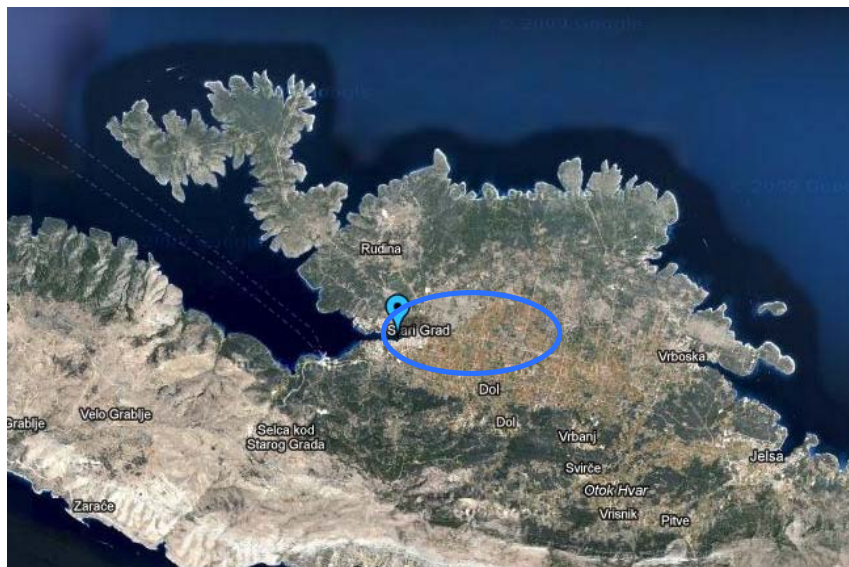
Otok Hvar je najduži jadranski otok, dug je 68 km. Površina samog otoka je 299,66 km², a ako se ubroje površine Šćedra i 14 Paklenih otoka površina se poveća na 312 km². Po veličini je tako drugi srednjodalmatinski i četvrti jadranski otok. Najveća širina mu je 5 km. Dužina obale je 254,2 km, pa mu je koeficijent razvedenosti 4,14 tako je to treći po redu najrazvijeniji jadranski otok (nakon Paga i Dugog otoka). Najviši vrh otoka je Sv. Nikola. Dolomiti i vapnenci koji dominiraju su mezozojske starosti, a znatno je manji udio tercijarnih i kvartalnih naslaga (Bognar 1990).

Srednja godišnja temperatura za starogradsko područje je 15°C. Najviše srednje dnevne temperature izmjerene su tijekom lipnja, srpnje i kolovoza (oko 27°C), dok su najniže vrijednosti dobivene za prosinac, siječanj i veljaču (malo niže od 5°C). Srednji godišnji broj dana u kojima temperatura pada ispod 0°C je 36, raspoređenih tijekom kasne jeseni i zime (od studenog do ožujka), od čega na siječanj otpada oko trećina ova vrijednosti. Već u listopadu temperature počinju padati ispod 0°C, i ovako niske vrijednosti bilježe se tijekom zime, sve do sredine proljeća (travanj). Najviša zabilježena temperatura je 39°C u kolovozu, a najniža -8,5°C u veljači. Srednja godišnja količina oborina iznosi 900 mm. Najniže srednje mjesečne količine oborina zabilježene su za lipanj i rujan (oko 2,5 mm) te srpanj i kolovoz kad se događa da uopće ne padne kiša (0 mm), iako je vrlo malo oborina (ispod 1 mm) zabilježeno i tijekom nekih zimskih mjeseci. Najviša srednje mjesečna količina oborina zabilježena je za studeni (326 mm), dok su maksimalne vrijednosti oko ili iznad 250 mm zabilježene za mjesec od listopada do ožujka. Prosječno za sve godine po mjesecu padne od 23 do 122 mm. Godišnja relativna vlažnost zraka

iznosi 73%. Vrijednosti za srednja mjesečna relativna vlažnost zraka kreću se od najniže 52 za ljetne mjesec do 86 za zimske mjesec (podaci HHMZ).



Slika 1-4 Karta otoka srednjodalmatinskih Hvara i Visa. Plavom oznakom su označeni dijelovi detaljnije prikazani na slijedećoj slici (preuzeto iz Googleearth.com).



Slika 1-5 Karta starigradskog polja na otoku Hvaru. Plavom bojom je zaokruženo područje istraživanja (preuzeto iz Googleearth.com).

1.5.2 Antropogeno stanište

Specifičnosti antropogeno oblikovanog okoliša starogradskog polja koje uključuju naselja, obrađene i neobrađene površine, nasade maslina, suhozidove, gustirne, poljske kućice, poljska vrata te krovove i strehe pokrivene crjepovima pružaju izuzetno povoljne uvjete staništa i omogućuju dovoljno skloništa i prostora za aktivnu termoregulaciju vrste *T. mauritanica*.

Odabrana staništa za ovu vrstu su gustirne, poljske kućice, ali ponajviše poljska vrata koja im pružaju dovoljno kompleksnu strukturu mikrostaništa za povoljnu termoregulaciju, dnevni i noćni lov te skrovište. Ova vrata redovito su spojena s dugim poljskim zidovima i suhozidovima koji dodatno povećavaju područje djelovanja. *T. mauritanica* često se nalazi i na većim zidovima (uglavnom prepunim rupa i skloništa) koji su asocirani s gomilama drva i kamenja, koji također povećavaju heterogenost mikrostaništa. Tijekom toplijih mjeseci može se naći na stupovima, deblima drveća i velikim zidovima, poput zidova kuća. *T. mauritanica* se gotovo nikad ne nalazi na tlu (Lisičić 2009). Ljudska aktivnost i modifikacija krajolika doprinosi kompleksnosti staništa te pruža veću mogućnost iskorištenja resursa okoliša i pozitivno djeluje na rasprostranjenje ove vrste (vlastita zapažanja).



Slika 1-6 Starogradsko polje (Foto: D. Lisičić).



Slika 1-7 Tipično stanište vrste *T. mauritanica* u starogradskom polju, antropogenog karaktera (Foto: D. Lisičić).



Slika 1-8 Poljska vrata, način gradnje karakterističan za starogradsko polje. Često mjesto nalazišta vrste *T. mauritanica*, stanište antropogenog karaktera (Foto: D. Lisičić).

1.6 Ciljevi istraživanja

Ciljevi ovog istraživanja bili su:

- proučiti operativne temperature unutar definiranih mikrostaništa i eventualnu termalnu heterogenost mikrostaništa koristeći fizičke modele macaklina vrste *Tarentola mauritanica*;
- analizirati utjecaj smjene dnevnih i sezonskih perioda na operativne temperature te utvrditi njihovu dinamiku na istraživanom području;
- proučiti utjecaj različite obojenosti modela na apsorpciju zračenja i temperaturu modela, odnosno uočiti razlike u stopi zagrijavanja modela s obzirom na obojenost unutar različitih mikrostaništa, kroz dnevni i sezonski ciklus (kako bi se proučila eventualna uloga i prednost promjene intenziteta obojenosti životinja u funkciji termoregulacije).

2 Materijali i metode

2.1 Fizički modeli

Za mjerenje operativnih temperatura (T_e) korišteni su šuplji bakreni modeli macaklina (Scheers i Van Damme 2002, Bakken 1992, Hertz i sur. 1993).

Kako je kod vrste *T. mauritanica* primijećena sposobnost promjene boje (Lisičić, osobna komunikacija; vlastita zapažanja), u vidu tamnjenja ili posvijetljenja kože (potencijalno u svrhu preciznije termoregulacije), modeli su obojeni trovrсно: crnom, žutom i bijelom bojom, kako bi njihova refleksija, odnosno apsorpcija solarnog zračenja odgovarala različitim varijantama obojenja samih životinja. Po tri modela guštera (jedan od svake boje) smještene su unutar osam precizno definiranih mikrostaništa (vidi 2.2. Mikrostaništa), raspoređenih u dva nezavisna transeкта. Svaki transekt sadržavao je osam istovjetnih mikrostaništa (vidi 2.3. Transekti).

Temperature modela mjerene su u vremenskim intervalima od 1 – 2 sata, živinim i IC termometrom. Operativne temperature mogle su biti praćene i postavljanjem *data logger* unutar pojedinih mikrostaništa, no, kako je već opisano u 1.3. Operativne temperature i fizički (nulti) modeli, fizički modeli koji vjerno oponašaju morfologiju promatranih organizama daju preciznije podatke o termalnim karakteristikama okoliša i interakciji okoliša i samog organizma te djelovanja različitih mehanizama izmjene topline (radijacija, konvekcija, kondukcija) (Shine i Kearney 2006, Christian i sur. 2006).



Slika 2-1 Fizički modeli macaklina (žuti, bijeli i crni) (Foto: S. Drakulić).

2.2 Mikrostaništa

Ovisno o termoregulacijskim potrebama, životinje koriste različita mikrostaništa odabrana prema trenutnim zahtjevima organizma te dostupnim uvjetima okoliša. Svako mikrostanište, prema svojim karakteristikama, ima određeni značaj za jedinku koja ga koristi ovisno o svojim dnevnim ili sezonskim aktivnostima. Definirano je 8 mikrostaništa po transektu, odabranih prema uočenim potrebama i aktivnostima, odnosno preferiranim staništima vrste *T. mauritanica*, koja je promatrana tijekom višegodišnjih terenskih istraživanja macaklina na otoku Hvaru (Lisičić 2009) kroz period od 2002. do 2009. godine.

Definirani tipovi mikrostaništa:

- (1) zid na suncu
- (2) zid u hladu
- (3) uz svod
- (4) u rupi
- (5) grijalište među crjepovima
- (6) iza vegetacije, zid na suncu
- (7) iza vegetacije, zid u hladu
- (8) u gustirni

Unutar svakog mikrostaništa postavljeni su fizički modeli u sve tri boje (crni (Bl), bijeli (W) i žuti (Cl)).

Mikrostaništa su uspostavljena na dva transekta u starogradskom polju (transekt A i transekt B). Unutar pojedinog transekta definirano je nekoliko lokacija na kojima su korištena pogodna mikrostaništa. Mikrostaništa se razlikuju po vrsti podloge, orijentaciji, visini te izloženosti suncu (direktno osvjetljenje, sjena, vegetacija).

Tablica 2-1 Karakterizacija mikrostaništa (vrsta podloge, izloženost suncu)

mikrostanište	vrsta podloge		izloženost suncu
	transekt A	transekt B	
zid na suncu (1)	kamen	kameno - betonska	direktna
zid u hladu (2)	kamen	kamen	zasjena
uz svod (3)	beton	kameno - betonska	zasjena
u rupi (4)	kameno- betonska	kameno - betonska	zasjena
grijalište među crjepovima (5)	kamen	kamen	zasjena
iza vegetacije, zid na suncu (6)	kamen	kameno - betonska	mozaik
iza vegetacije, zid u hladu (7)	kamen	beton	zasjena
u gustirni (8)	beton	beton	zasjena

Kategorizacija tipova mikrostaništa:

i) zidovi – otvoreni zidovi poljskih kućica, gustirni, zidovi koji ograđuju vrtove, nasadi maslina, poljski betonsko-kameni zidovi i suhozidovi; ova mikrostaništa služe macaklinima za lov, sunčanje (heliotermija, izloženost direktnim sunčevim zrakama) i grijanje (tigmotermija, životinja miruje na zagrijanoj površini i apsorbira toplinu od podloge, napušta površinu za grijanje kad se ona ohladi); uglavnom su zastupljena tijekom toplih dijelova dana i godine koji omogućuju visok stupanj aktivnosti; to su ujedno mikrostaništa na kojima su jedinke najviše izložene vanjskim okolišnim utjecajima te predaciji (Lisičić 2009).

S obzirom na izloženosti direktnom sunčevom osvjetljenju, odnosno zasjenjenost (hlad, pokrovnost vegetacijom) definirana su 4 tipa mikrostaništa:

- a) zid na suncu (1) – otvoreno stanište, zid izložen direktnom utjecaju Sunčevog zračenja (veći dio središnjeg dijela dana na suncu); ovakva staništa životinje koriste za direktno sunčanje (podizanje tjelesne temperature), a noću za lov;
- b) zid u hladu (2) – izloženo stanište, no takve orijentacije da niti u jednom periodu dana Sunčeve zrake ne padaju na modele; životinje ga koriste za termoregulatorne aktivnosti (skrivanje od sunca, sniženje tjelesne temperature) te noću za lov;
- c) iza vegetacije, zid na suncu (6) – goli zid, zakriven vegetacijom, zaštićenije stanište; veći dio središnjeg dijela dana je na suncu, no zbog vegetacije, Sunčeva svjetlost do modela prodire mozaično; macaklini ovakva staništa koriste za indirektno sunčanje, skrivanje od predatora te za dnevni i noćni lov;
- d) iza vegetacije, zid u hladu (7) – zid zakriven vegetacijom, orijentacija je takva da Sunčeve zrake ne dopiru do modela; koriste se za zaklon od sunca, skrivanje od predatora, dnevni i noćni lov.

Podloga je betonska, kombinirana, kameno – betonska ili kamena (suhozidovi).

- ii) **svod** (uz svod (3)) – okomita površina ispod izboja poljskih vrata, na rubu krovova poljskih kućica, naseljenih kuća, garaža; ovo stanište macaklini koriste jer im omogućuje boravak u vanjskoj sredini uz istodobnu zaštitu od direktnog sunca i predatora, uglavnom ptica, kao grijališta te za dnevni i noćni lov (Lisičić 2009).

Supstrat na kojem se nalaze modeli je betonski zid.

iii) rupa (u rupi (4))– duboke rupe u zidovima, otvorene prema vanjskoj sredini; pružaju se prema unutrašnjosti zidova te omogućuju macaklinima povlačenje duboko u unutrašnjost zidova ili kamenja; pružaju kratkotrajno ili djelomično sklonište, a jedinka je u bliskom kontaktu s vanjskom sredinom; ova skloništa su uglavnom sezonskog karaktera; pružaju zaštitu od direktnog sunca ili služe kao sezonska skloništa, pružaju zaklon od niskih temperatura, vjetra i sl., korištena su kao zimovališta ili grijališta (Lisičić 2009).

Podloga je beton ili kamen (rupe u betonskom ili kamenom zidu).

iv) među crijepovima (grijalište među crjepovima (5)) – pukotine između crjepova životinje koriste za indirektno zagrijavanje (crjepovi predstavljaju hrapavu i tamnu podlogu koja se brzo zagrijava) ili sklonište - skrivene pod crijepom, životinje su zaštićene od predatora; ovo mikrostanije, smješteno na većoj visini, u pojedinim segmentima ima povećan protok zraka;

v) gustirna (u gustirni (8)) - vijenac gustirne, odnosno ulaz u gustirnu; služi kao zimovalište, sezonsko grijalište, dnevno ili sezonsko sklonište (ponekad kao mjesto izlaska iz skloništa), mjesto polaganja jaja i sl.; gustirna je zatvorena metalnim poklopcem te pruža dobar zaklon od predatora ili ekstremnih temperatura (kako zbog prisustva vode, tako i zbog zatvorenog karaktera, odnosno smanjenog kontakta s vanjskom sredinom).

Podloga je betonski zid.

Mikrostanije (2) zid u hladu, (4) u rupi, (7) iza vegetacije u hladu i (8) u gustirni predstavljaju zaštićenija stanije, zaklonjena od direktnog sunca i protoka zraka ili vjetra. Mikrostanije (5) grijalište među crjepovima te (3) uz svod pokazuju pojačan protok zraka (smještena na većoj visini, cirkulacija zraka u prostorima između crjepova).



Slika 2-2 Modeli na mikrostanjštu 2 (zid u hladu) (Foto: S. Drakulić).

2.3 Transekti

Kako bi se dobili što precizniji podaci o temperaturama modela i supstrata mikrostaništa uspostavljenih na transektu te umanjio utjecaj trenutnih vremenskih prilika, mjerenja su izvršena na ekvivalentnim mikrostaništima, unutar dva transekta (transekt A i transekt B) uspostavljena u starogradskom polju. Oba transekta sadrže svih 8 mikrostaništa jednakih karakteristika. Transekt A smješten je uz lokalnu cestu Stari Grad – Jelsa, koja prolazi kroz starogradsko polje, a pruža se u smjeru istok - zapad. Transekt B polazi od crkvice smještene na južnom dijelu starogradskog polja, prati suhozid koji zadire u polje između obrađenih površina, do poljskih vrata, u smjeru sjever - jug.

2.4 Dinamika mjerenja – godišnji i dnevni ciklusi

Mjerenja su provođena u tri sezone – ljeto, zima i proljeće (prijelazno razdoblje, velika sličnost s jesenskim temperaturama), kroz 24 sata, u intervalima od 1 – 2 sata, ovisno o sezoni i dobu dana. Tako su intenzivnija mjerenja provođena u periodima snažnijih temperaturnih fluktuacija – u zoru (izlazak sunca), kroz jutro (nekoliko sati nakon izlaska sunca) te u suton (zalazak sunca), dok je intenzitet mjerenja bio manji tijekom stabilnijih intervala, npr. zimskih noćnih perioda. Praćene su dnevne i sezonske promjene temperaturnih karakteristika okoliša, samih fizičkih modela macaklina kao i supstrata na kojem su modeli bili smješteni.

Iako je *T. mauritanica* noćna životinja, primijećena dnevna aktivnost (Lisičić 2009) zahtijevala je praćenje temperatura tokom 24satnog ciklusa. Nadalje, termalna svojstva pojedinih mikrostaništa ispitivana su kako bi se ustvrdila njihova pogodnost u vidu skloništa ili dnevnih obitavališta prikladnih za aktivnu termoregulaciju. Jednako tako, mjerenja su provođena i tijekom zimske sezone. Iako je za vrstu *T. mauritanica* na ovim prostorima pretpostavljena zimska hibernacija, mjerenja su vršena kako bi se ispitale termalne karakteristike pojedinih mikrostaništa kao potencijalnih zimovališta ili grijališta te provjerila eventualna mogućnost postizanja povoljnih lokalnih uvjeta i za aktivnost pri nižim

temperaturama zraka. Nadalje, jedinke zidnog macaklina primijećene su aktivne pri vrlo niskim temperaturama (čak od oko 2°C) (Lisičić 2009) te su ispitivanja kvaliteta mikrostanista zahtijevala pokrivanje širokog intervala termalnih uvjeta.

Dnevni ciklus podijeljen je u 24 intervala, a pojedina mjerenja se smještaju u određeni interval prema vremenu početka mjerenja.

Vremenski uvjeti karakterizirani su prema stupnju eventualne naoblake na skali od 0 – 10, pri čemu 0 predstavlja potpuno vedro nebo, a 10 potpunu naoblaku. Zbog potrebe za povoljnim vremenskim uvjetima (relativno vedro, bez padalina) i reprezentativnim temperaturama (karakteristične temperaturne vrijednosti za pojedinu sezonu na istraživanom području), kao i kompleksnosti organizacije terenskih istraživanja na otoku Hvaru, istraživanja su provedena od 2007. do 2009. godine. Proljetna mjerenja vršena su u travnju 2007. godine, ljetna u srpnju i kolovozu 2007. godine, dok su mjerenja u zimskom periodu na transektu A izvršena u veljači 2008, a na transektu B, zbog nepovoljnih vremenskih uvjeta, u veljači 2009. godine.

2.5 Mjerene vrijednosti i mjerni instrumenti

Mjerene su slijedeće vrijednosti: temperatura zraka, tla, modela, osunčane površine i podloge (supstrata) na koju su postavljeni modeli. Korišteni su živin, infracrveni (Eurotron, IRtec P500 + Mk2, od -10 do +1760°C, rezolucija 0,1°C) te digitalni termometar.

Tablica 2-2 Mjerene vrijednosti i mjerni instrumenti.

mjerene vrijednosti	mjerni instrument
temperatura zraka	digitalni termometar
temperatura tla	digitalni termometar
temperatura sunca (crne osunčane površine)	digitalni termometar infracrveni termometar
temperatura modela	živin termometar ('kloaka') infracrveni termometar (površina modela)
temperatura lokacije modela (supstrata)	infracrveni termometar



Slika 2-3 Terenski rad (Foto: S. Drakulić).

2.6 Obrada podataka

Za obradu podataka korišteni su programi Microsoft Office Excel 2007 te STATISTICA 9.0 for Windows. Normalnost prikupljenih podataka testirana je Kolmogorov – Smirnov i Shapiro – Wilk W testom. Podaci su pokazali normalnu distribuciju, za analizu su upotrijebljene parametarske statističke metode te su odnosi među prikupljenim podacima testirani faktorijalnom analizom varijance (Factorial ANOVA). Za opis osnovnih podataka korištena je standardna deskriptivna statistika (minimumi, maksimumi, srednje vrijednosti i standardne devijacije mjerenih temperatura). *Post-hoc* analiza izvršena je Tukey-evim HSD testom.

3 Rezultati

3.1 Osnovni podaci

Tablica 3-1 Srednja temperatura modela u °C (x), standardna devijacija (SD), najmanja (min) i najveća (max) vrijednost temperature modela u °C te vremenski interval u kojem je mjerena najveća, odnosno najmanja vrijednost temperature (t), 0-24h, za modele (m) u tri boje (BI- crni, W-bijeli i CI-žuti model), na osam mikrostaništa (1-8), mjerene infracrvenim (IC) i živinim (rect) termometrom, u sezoni zima (1). Crvenim i plavim poljima označeni su apsolutni maksimumi, odnosno minimumi temperatura.

mikrostanište	m	infracrveni termometar (IC)						živin termometar (rect)					
		x	SD	min	t	max	t	x	SD	min	t	max	t
zid na suncu (1)	BI	10,9	10,39814238	-6,8	5	34,2	14	9,8	9,867587857	-2,0	7	32,4	11
	W	10,0	8,668092484	-4,8	5	29,6	14	8,4	8,074536661	-2,0	7	27,2	11
	CI	9,8	8,489289155	-6,8	5	31,5	14	8,0	8,423989366	-2,0	3	28,4	11
zid u hladu(2)	BI	6,8	5,853856135	-2,0	7	21,9	11	6,0	4,444675279	-0,5	5	14,2	11
	W	6,2	5,778366572	-3,1	7	21,9	11	5,6	4,102351586	-0,6	7	13,2	11
	CI	6,6	5,462608336	-1,8	7	21,3	11	5,7	4,104923295	-0,4	7	13,2	11
uz svod(3)	BI	8,2	6,312079594	-8,4	5	21,3	11	6,0	4,106781243	0,2	7	14,0	11
	W	8,6	5,473329519	1,1	7	21,1	14	6,6	4,454743885	0,0	7	14,0	11
	CI	9,2	5,126282967	2,4	7	21,4	14	7,1	4,220826399	0,4	7	14,4	11
u rupi(4)	BI	9,0	6,114643547	0,3	7	26,7	11	7,2	4,39316753	1,4	7	17,8	11
	W	8,9	5,007570282	0,9	7	21,0	11	6,6	3,846825086	-0,8	7	11,8	14
	CI	9,3	5,512252502	2,4	7	24,8	11	7,3	3,850486341	1,8	7	15,8	11
grijalište među crjepovima(5)	BI	7,9	7,570993381	-7,5	7	21,4	15	6,4	6,772803671	-3,0	5	22,8	11
	W	7,8	7,935940213	-4,8	7	22,9	17	6,4	6,95490841	-3,0	5	23,2	14
	CI	8,0	7,263074699	-4,8	7	21,6	11	6,7	6,627273269	-3,0	5	23,4	14
iza vegetacije na suncu(6)	BI	6,0	5,350239604	-3,6	7	17,8	15	5,1	4,929964042	-3,0	7	16,8	14
	W	8,3	5,101235112	-2,1	5	18,6	15	6,0	5,353499834	-2,5	7	16,4	14
	CI	7,1	5,677249256	-1,9	7	19,4	15	6,2	6,089607554	-2,0	5	20,0	14
iza vegetacije u hladu(7)	BI	7,8	4,278758632	-2,4	7	15,7	14	6,6	3,028742418	1,0	7	12,0	14
	W	7,0	4,437437657	-2,3	7	16,5	14	6,1	3,258482394	0,6	5	12,8	14
	CI	7,4	4,07619433	-2,7	7	15,3	14	6,7	2,996730761	1,4	7	12,2	14
u gustirni(8)	BI	8,1	4,358931242	-3,5	3	18,5	14	6,9	3,573845484	0,8	7	14,8	14
	W	8,1	5,03129085	-3,5	3	20,0	14	6,9	3,850019249	0,6	7	14,6	14
	CI	8,4	4,633787965	-3,5	3	19,8	14	6,7	3,556544933	1,0	7	14,8	14

REZULTATI

Tablica 3-2 Srednja temperatura modela u °C (x), standardna devijacija (SD), najmanja (min) i najveća (max) vrijednost temperature modela u °C te vremenski interval u kojem je mjerena najveća, odnosno najmanja vrijednost temperature (t), 0-24h, za modele (m) u tri boje (BI- crni, W-bijeli i CI-žuti model), na osam mikrostaništa (1-8), mjerene infracrvenim (IC) i živinim (rect) termometrom, u sezoni proljeće (2). Crvenim i plavim poljima označeni su apsolutni maksimumi, odnosno minimumi temperatura.

mikrostanište	m	infracrveni termometar (IC)						živin termometar (rect)					
		x	SD	min	t	max	t	x	SD	min	t	max	t
zid na suncu (1)	BI	18,9	10,26387365	7,4	6	40,0	10	19,6	9,851157446	8,2	6	39,4	12
	W	17,3	8,176835815	6,6	5	33,0	12	18,2	7,905474944	8,0	5	30,8	14
	CI	16,7	7,648462412	6,9	6	30,2	14	17,9	7,669390162	7,6	6	30,6	15
zid u hladu(2)	BI	14,7	6,269437955	5,8	5	25,6	14	16,0	5,873104143	6,8	5	25,6	14
	W	15,1	6,282637511	5,6	5	24,0	14	16,2	5,843369073	6,8	5	24,8	12
	CI	14,5	6,512021227	4,7	5	28,5	14	15,9	6,00662513	6,6	5	28,0	14
uz svod(3)	BI	16,1	5,166777247	8,7	6	32,4	18	16,3	4,093065088	9,4	5	24,2	14
	W	15,2	3,524951644	10,2	5	21,7	16	15,9	3,228260626	10,6	5	22,0	14
	CI	15,0	4,296638044	7,7	5	22,0	14	15,9	4,225499791	7,2	5	23,8	14
u rupi(4)	BI	16,2	4,781221158	7,7	5	22,8	14	16,8	4,490368481	7,8	5	22,8	17
	W	17,7	4,472053372	10,3	7	25,3	14	17,9	4,020864147	12,0	6	24,0	16
	CI	17,1	3,507694464	10,5	7	22,6	16	17,6	3,232435052	12,0	6	22,4	16
grijalište među crjepovima(5)	BI	17,3	9,735478697	5,0	5	41,6	12	17,9	9,081854203	6,4	5	42,4	12
	W	17,0	9,418436747	4,0	4	31,6	10	17,8	8,444763708	5,6	5	33,8	12
	CI	16,8	7,937110764	5,7	5	29,9	12	18,0	7,617419232	7,0	5	32,2	12
iza vegetacije na suncu(6)	BI	14,0	5,819155932	5,0	5	24,6	14	15,7	5,87001239	6,6	4	26,2	12
	W	14,5	5,75759051	5,8	5	24,8	12	15,8	5,838826418	7,4	6	25,6	14
	CI	14,3	5,640450162	5,7	5	26,0	16	15,6	5,627024888	7,4	5	25,8	12
iza vegetacije u hladu(7)	BI	14,6	4,090519342	7,6	5	22,8	17	15,4	3,906327423	9,0	6	22,4	15
	W	15,2	5,029844642	8,0	6	28,3	15	15,7	4,039783223	8,8	6	23,2	15
	CI	14,9	3,883212217	8,5	5	22,4	15	15,8	3,687293908	9,8	5	23,4	15
u gustirni(8)	BI	18,2	5,048143223	9,6	6	26,5	18	18,5	4,377339201	10,8	6	24,8	16
	W	18,1	4,581350122	12,3	6	27,6	17	18,2	3,740184123	13,0	6	26,2	17
	CI	18,1	4,833753247	12,3	6	27,6	17	18,1	4,045971622	13,0	6	27,6	17

REZULTATI

Tablica 3-3 Srednja temperatura modela u °C (x), standardna devijacija (SD), najmanja (min) i najveća (max) vrijednost temperature modela u °C te vremenski interval u kojem je mjerena najveća, odnosno najmanja vrijednost temperature (t), 0-24h, za modele (m) u tri boje (BI- crni, W-bijeli i CI-žuti model), na osam mikrostaništa (1-8), mjerene infracrvenim (IC) i živinim (rect) termometrom, u sezoni zima (1). Crvenim i plavim poljima označeni su apsolutni maksimumi, odnosno minimumi temperatura.

mikrostanište	m	infracrveni termometar (IC)						živin termometar (rect)					
		x	SD	min	t	max	t	x	SD	min	t	max	t
zid na suncu (1)	BI	32,3	10,95853186	12,6	5	52,8	13	32,4	11,13457792	13,0	5	55,0	13
	W	30,3	9,457770384	12,9	5	49,3	16	30,1	8,733515084	14,8	5	49,0	16
	CI	30,7	9,558066484	13,4	5	49,7	16	30,3	9,041491659	13,8	5	50,0	16
zid u hladu(2)	BI	26,9	5,119123034	17,5	6	37,8	16	27,2	4,645489364	18,4	6	37,0	16
	W	26,7	5,076340233	16,9	6	37,7	16	27,2	4,779369521	18,2	6	38,0	12
	CI	26,8	5,237304378	17,4	6	37,8	16	27,2	4,752612481	18,4	6	36,8	16
uz svod(3)	BI	28,2	5,899305178	16,4	6	38,8	16	28,2	5,505838171	16,8	5	38,2	16
	W	28,9	5,364439053	18,5	6	40,8	16	28,4	5,076412932	19,2	6	39,4	16
	CI	28,5	5,560238661	17,7	6	38,9	16	28,4	5,146424248	18,8	6	38,2	16
u rupi(4)	BI	27,3	4,415581178	16,2	6	34,2	16	27,0	4,012856323	17,4	6	33,0	16
	W	27,1	5,020668393	16,2	5	34,8	16	27,0	4,384080146	17,8	5	33,6	16
	CI	27,7	3,056510096	22,4	7	33,8	16	27,4	2,674369826	22,8	6	32,6	16
grijalište među crjepovima(5)	BI	27,3	8,765373796	14,1	6	46,8	16	27,5	7,879369788	15,2	5	43,2	16
	W	28,7	9,75233753	13,4	5	48,7	16	28,6	8,434050412	14,4	5	45,4	16
	CI	28,4	8,99182124	14,4	5	47,2	16	28,3	7,632902878	16,0	6	43,8	16
iza vegetacije na suncu(6)	BI	27,0	7,099923988	15,6	5	41,2	12	27,5	6,79635932	16,6	5	40,4	16
	W	27,1	6,757039833	15,6	5	40,1	16	27,4	6,162438061	16,8	5	40,0	16
	CI	26,8	7,374322675	15,5	5	43,5	16	27,0	6,566821366	16,8	5	42,8	16
iza vegetacije u hladu(7)	BI	27,2	4,427486298	18,4	6	34,3	16	27,3	4,008731541	19,0	6	34,0	16
	W	26,7	3,765038628	19,5	6	34,3	16	26,6	3,331237436	20,0	6	32,6	16
	CI	26,8	3,827074601	19,2	6	35,6	16	26,7	3,321219655	20,0	6	33,6	16
u gustirni(8)	BI	31,2	6,278297211	23,1	7	48,9	12	30,5	5,546891021	23,8	6	48,0	12
	W	30,9	5,724241823	22,6	7	41,4	12	30,3	4,949170205	23,2	6	40,8	12
	CI	30,9	5,600376263	23,3	7	43,5	12	30,4	5,187337299	23,4	6	43,0	12

Tablica 3-4 Srednja vrijednost temperature zraka, tla i nalaza (x), standardna devijacija (SD), najmanja (min), najveća (max) temperatura zraka, tla i nalaza u °C te vremenski intervali u kojima su mjerene najmanje, odnosno najveće temperature (interval), 0-24h, u sezoni ljeto (3).

	x	SD	min	interval	max	interval
temp. zraka	26,5	4,826956	17,7	5	36,1	16
temp. tla	25,5	2,396513	20,0	5	31,1	10
temp. nalaza	28,8	6,903414	12,9	5	53,5	13

Tablica 3-5 Srednja vrijednost temperature zraka, tla i nalaza (x), standardna devijacija (SD), najmanja (min), najveća (max) temperatura zraka, tla i nalaza u °C te vremenski intervali u kojima su mjerene najmanje, odnosno najveće temperature (interval), 0-24h, u sezoni zima (1).

	x	SD	min	interval	max	interval
temp. zraka	7,1	4,450954	-0,8	3	15,0	14
temp. tla	7,4	2,093078	3,0	3	10,4	14
temp. nalaza	7,5	6,055476	-4,8	7	30,9	14

Tablica 3-6 Srednja vrijednost temperature zraka, tla i nalaza (x), standardna devijacija (SD), najmanja (min), najveća (max) temperatura zraka, tla i nalaza u °C te vremenski intervali u kojima su mjerene najmanje, odnosno najveće temperature (interval), 0-24h, u sezoni proljeće (2).

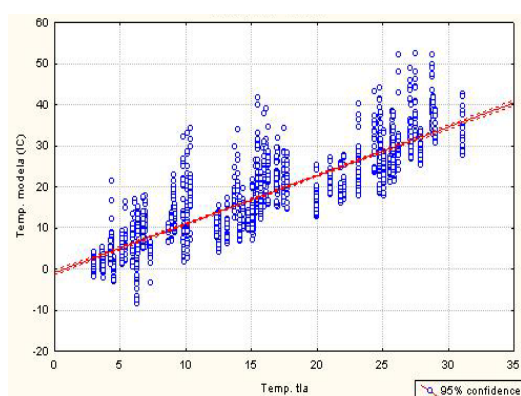
	x	SD	min	interval	max	interval
temp. zraka	16,6	5,016785	8,5	5	24,1	12
temp. tla	14,9	1,551375	12,2	6	17,7	17
temp. nalaza	16,6	6,286923	3,6	4	38,2	12

(Grafički prikaz temperature zraka, tla, osunčane površine i modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim i živinim termometrom) te lokacije (podloge) modela, na mikrostaništima 1 - 8, za modele u tri boje (Bl – crni, W – bijeli i Cl – žuti model), tijekom jednog dana, u sezonama zima (1), proljeće (2) i ljeto(3) priložen je u **Dodatku 1**).

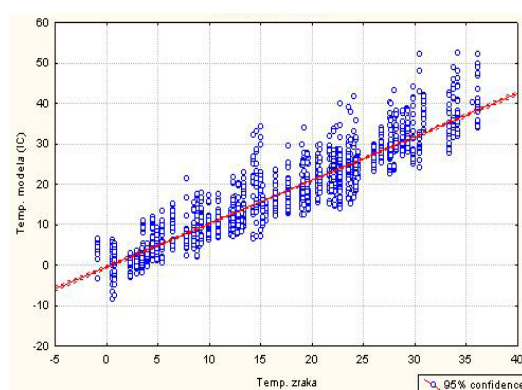
3.2 Korelacija među mjerenim temperaturama

3.2.1 Povezanost temperature modela s temperaturama zraka, tla i podloge modela

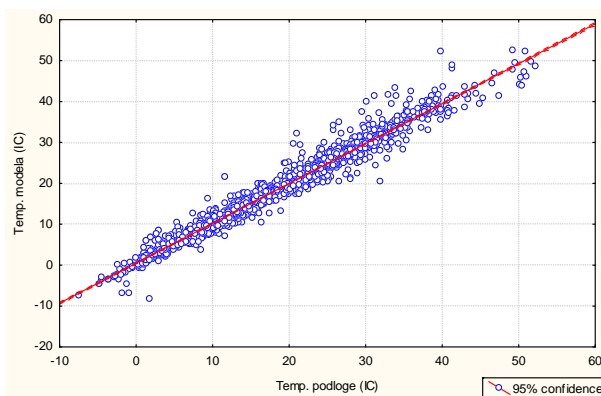
Pitanje je kako na temperaturu fizičkih modela utječu vanjske temperature tla i zraka te temperatura supstrata lokacije, odnosno podloge na koju su modeli postavljeni. Dobiveni su sljedeći rezultati:



Slika 3-1 Korelacija – temperature modela /temperature tla



Slika 3-2 Korelacija – temperature modela/temperature zraka



Slika 3-3 Korelacija – temperature modela/temperature podloge

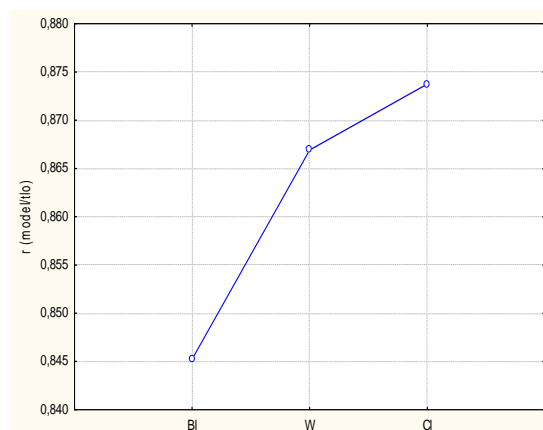
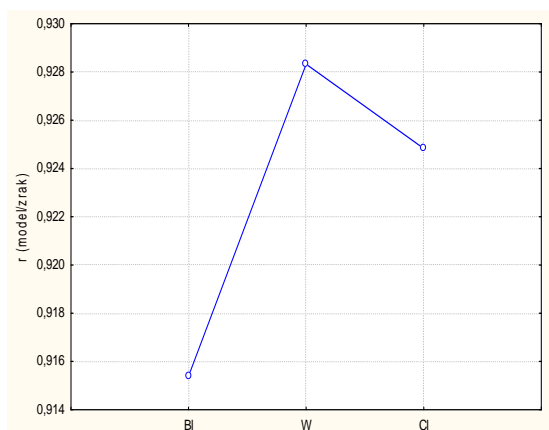
Slika 3-1 do 3-3. Analiza povezanosti (korelacija) temperature tla, zraka i podloge na koju su postavljeni fizički modeli macaklina s temperaturom samih modela, u °C, mjerene digitalnim termometrom (zrak i tlo) te infracrvenim termometrom (model i podloga). Na x osi prikazane su temperature modela, na y osi temperature tla (Slika 3-1), zraka (Slika 3-2) te podloge (Slika 3-3).

Povezanost između temperatura fizičkog modela i tla je značajna, a korelacijski koeficijent iznosi 0,865694. Korelacija između temperatura modela i zraka također je značajna uz korelacijski koeficijent 0,923826. Bilo je očekivano da temperature modela budu najbližije temperaturama lokacije, odnosno podloge na koju je model postavljen te je povezanost značajna uz korelacijski koeficijent 0,985029 (Slika 3-1, 3-2, 3-3).

Testirano je pokazuje li temperatura modela različitu povezanost s temperaturama tla, zraka i podloge s obzirom na boju modela.

Tablica 3-7 Prikaz povezanosti (korelacija) temperatura zraka tla i podloge na koju su postavljeni fizički modeli macaklina s temperaturom samih modela, prema boji modela – crni (BI), bijeli (W) i žuti (CI) modeli (za sva mikrostaništa i sezone), r =korelacijski koeficijent.

model	r (model/zrak)	r (model/tlo)	r (model/podloga)
BI	0,915388	0,845232	0,980637
W	0,928324	0,866929	0,987962
CI	0,924828	0,873754	0,985457



Slika 3-4 Korelacija temp. model - zrak, prema boji modela (BI, W, CI) **Slika 3-5** Korelacija temp. model - tlo, prema boji modela (BI, W, CI)

Temperature modela najvišu korelaciju pokazuju s temperaturama podloge, pri čemu nema razlike između različito obojenih modela. Korelacije s temperaturama zraka i tla su nešto niže te crni modeli (BI) pokazuju neznatno niži stupanj korelacije s temperaturama tla i zraka od bijelih (W) i žutih (CI) modela (Tablica 3-7; Slika 3-4, 3-5).

3.2.2 Prikaz temperature podloge modela – termalna karakterizacija mikrostaništa

Između temperature modela i temperature podloge na koju su modeli postavljeni, uočena je najviša pozitivna korelacija te je provedeno testiranje utjecaja temperatura zraka i tla na temperaturu supstrata unutar pojedinih mikrostaništa, kako bi se ispitala heterogenost termalnih uvjeta različitih mikrostaništa.

Tablica 3-8 Prikaz povezanosti (korelacija, tj. korelacijskih koeficijenata= r) temperatura zraka i tla sa temperaturom podloge na koju su postavljeni fizički modeli unutar pojedinih mikrostaništa (1-8), za sezonu zima (1), proljeće (2) i ljeto (3). Temperaturu podloge predstavljaju srednje vrijednosti temperatura podloge sva tri modela – crnog (Bl), bijelog (W), te žutog (Cl).

mikrostanište	zima (1)		proljeće (2)		ljeto (3)	
	r (pod./zrak)	r (pod./tlo)	r (pod./zrak)	r (pod./tlo)	r (pod./zrak)	r (pod./tlo)
zid na suncu (1)	0,955144	0,858860	0,962091	0,824033	0,928767	0,632522
zid u hladu (2)	0,927541	0,875949	0,947581	0,888216	0,830949	0,863571
uz svod (3)	0,865034	0,964171	0,853496	0,934653	0,834694	0,900002
u rupi (4)	0,857416	0,882314	0,707055	0,946740	0,824213	0,861758
među crjepovima (5)	0,963672	0,811085	0,986945	0,774876	0,974703	0,640552
iza veg. na suncu (6)	0,723747	0,769689	0,967855	0,865256	0,873963	0,847703
iza veg. u hladu (7)	0,835635	0,933361	0,861418	0,951303	0,703002	0,879287
u gustirni (8)	0,825367	0,946854	0,785121	0,960404	0,519864	0,768478

Razlika u korelacijama između pojedinih temperatura u određenoj sezoni jasno je vidljiva.

(Grafički prikaz temperatura zraka, tla, osunčane površine i podloge modela (prikazanih kao srednje vrijednosti temperature podloge sva tri modela – crnog (Bl), bijelog (W) te žutog (Cl)), na mikrostaništu 1-8, tijekom jednog dana, u sezonama zima (1), proljeće (2) i ljeto (3) priložen je u **Dodatku 2**)

3.3 Analiza utjecaja sezone, doba dana, mikrostaništa te boje modela na temperaturu fizičkih modela

Promatrana je promjena temperature modela kroz godišnji ciklus (zima, prijelazno razdoblje-proljeće i ljeto), kroz dnevni ciklus (0-24h) te razlike među temperaturama modela u pojedinim sezonama i dnevnim intervalima. Nadalje, praćen je utjecaj položaja modela unutar određenog mikrostaništa i boje modela na njihove temperature.

Tablica 3-9 Faktorijalna analiza varijance utjecaja sezone, doba dana, mikrostaništa i boje modela na temperaturu modela (Factorial ANOVA). Masno su otisnute veličine koje pokazuju značajnu razliku među vrijednostima uspoređivanih elemenata.

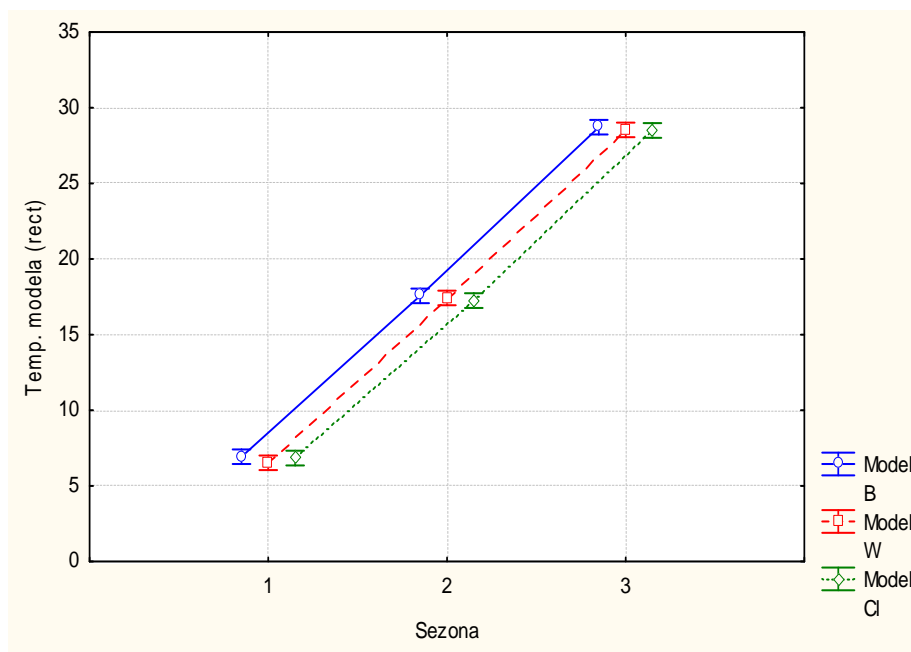
utjecaj	SS	stupanj slobode	MS	F	p
sezona	148546,2	2	74273,1	5881,06	0,000000
vremenski interval	40759,0	12	3396,6	268,95	0,000000
mikrostanište	2619,9	7	374,3	29,63548	0,000000
model	21,7	2	10,8	0,85753	0,424542
sezona*vremenski int.	1317,5	24	54,9	4,34669	0,000000
sezona*mikrostanište	489,7	14	35,0	2,76940	0,000479
vremenski int.*mikrostanište	8313,0	84	99,0	7,83618	0,000000
sezona*model	13,3	4	3,3	0,26373	0,901274
vremenski int.*model	120,4	24	5,0	0,39719	0,996023
mikrostanište*model	148,9	14	10,6	0,84239	0,622786
pogreška	11820,9	936	12,6		

Analiza podataka o temperaturama modela uzima u obzir sezonu, dob dana, mikrostanište i boju modela te pokazuje statistički značajne razlike među temperaturama modela u različitim sezonama, različitim dijelovima dana i na različitim mikrostaništima, ali ne pokazuje značajan utjecaj boje modela na njihovu temperaturu.

3.3.1 Analiza utjecaja sezone i doba dana na temperaturu modela

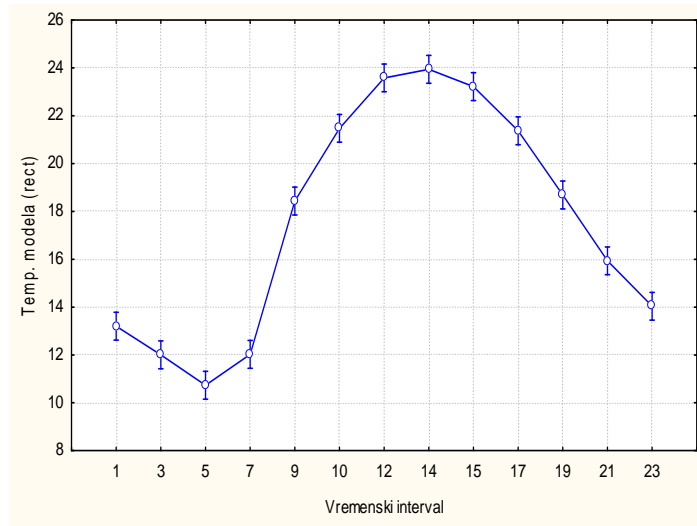
U skladu sa sezonskim temperaturnim varijacijama koje su odlike sredozemne klime koja vlada na istraživanom području (podaci DHMZ), značajan utjecaj sezone na temperature fizičkih modela bio je očekivan. Analiza utjecaja sezone je pokazala značajnu razliku među temperaturama modela u različitim sezonama ($F_{(2,936)} = 5881,1$; $p > 0,001$).

Iako je uočljiva razlika među temperaturama modela različitih boja kroz sezone (crni model – najviše temperature, žuti najniže), ta razlika nije statistički značajna ($F_{(4,963)} = 0,26373$; $p = 0,90127$).



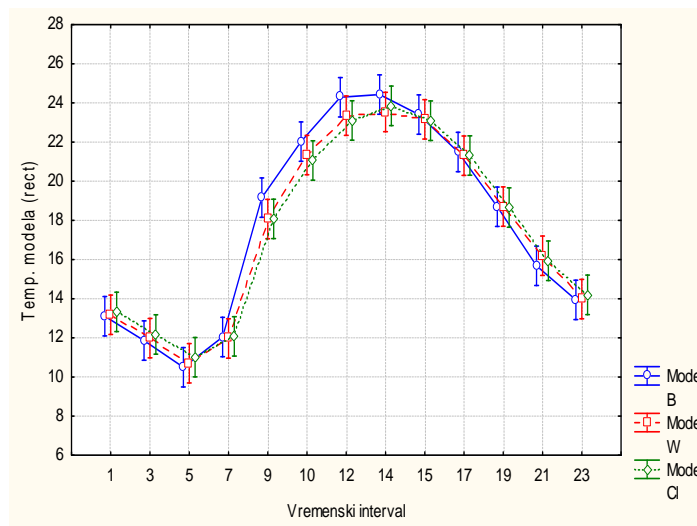
Slika 3-6 Usporedba temperature modela različitih boja (B–crni, W–bijeli i Cl–žuti model), u °C, mjerene živinim termometrom (rect) u različitim sezonama (1= zima, 2 = proljeće i 3 = ljeto). Centralna točka označava srednju vrijednost, a vertikalne linije 95 % interval pouzdanosti.

Temperature modela pokazuju značajnu varijaciju tijekom dnevnog ciklusa ($F_{(12, 936)}$; $p > 0,001$).



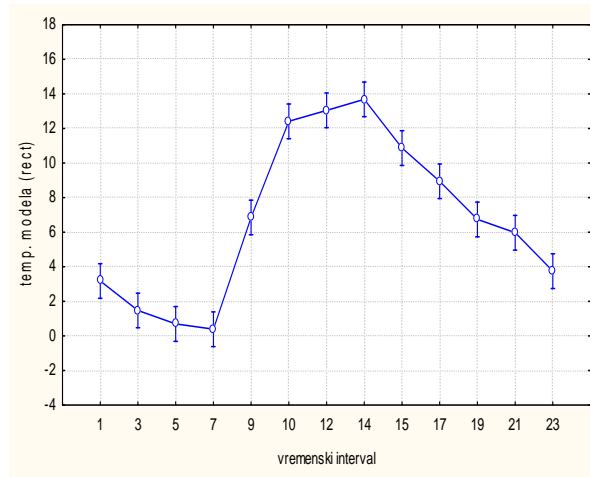
Slika 3-7 Usporedba temperature modela, mjerene živinim termometrom (rect), u °C, kroz dnevni ciklus (vremenski interval 0-24h). Centralna točka označava srednju vrijednost, a vertikalne linije 95 % interval pouzdanosti.

Kada se u obzir uzmu i boje modela, ne postoji značajna razlika među modelima različitih boja unutar pojedinih vremenskih intervala ($F_{(24,396)}=0,39719$; $p=0,99602$)

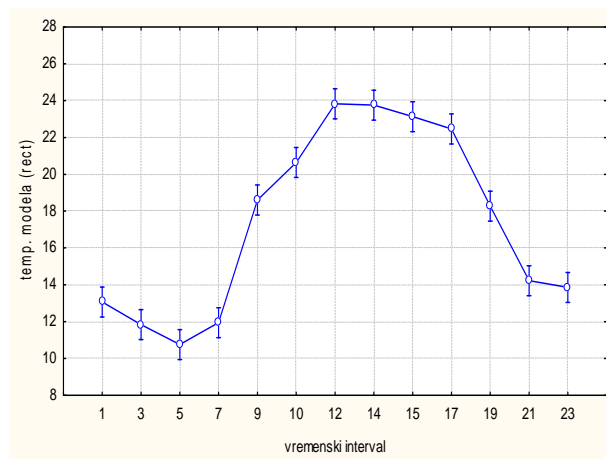


Slika 3-8 Usporedba temperature modela različitih boja (B-crni, W-bijeli i CI-žuti model), mjerene živinim termometrom (rect), u °C, kroz dnevni ciklus (vremenski interval 0-24h). Centralna točka označava srednju vrijednost, a vertikalne linije 95 % interval pouzdanosti.

Varijacije u temperaturama modela tokom dnevnog ciklusa prisutne su u sve tri sezone - zima $F_{(12,312)}= 86,232$; $p<0,001$, ljeto $F_{(12,312)}= 71,680$; $p<0,001$, a oscilacije temperature su najveće u proljeće $F_{(12,312)}= 145,82$; $p<0,001$.

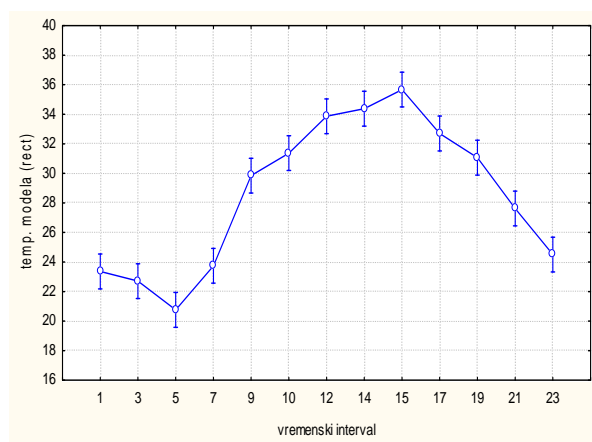


Slika 3-9 Dnevne varijacije u temperaturama modela, u °C, mjerene živinim termometrom (rect), kroz dnevni ciklus (0-24 h), u sezoni zima (1). Centralna točka označava srednju vrijednost, a vertikalne linije 95 % interval pouzdanosti.



Slika 3-10 Dnevne varijacije u temperaturama modela, u °C, mjerene živinim termometrom (rect), kroz dnevni ciklus (0-24 h), u sezoni proljeće (2). Centralna točka označava srednju vrijednost, a vertikalne linije 95 % interval pouzdanosti.

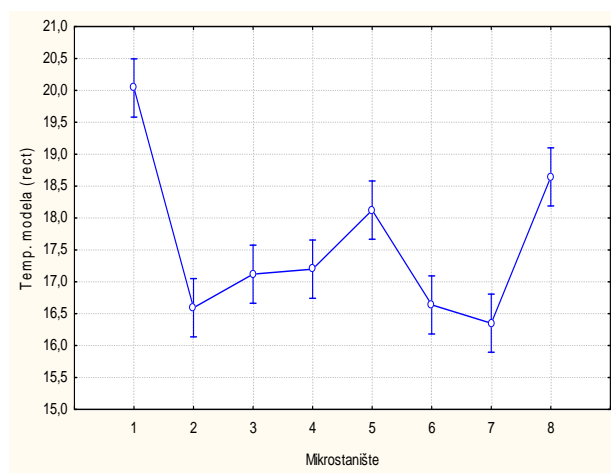
REZULTATI



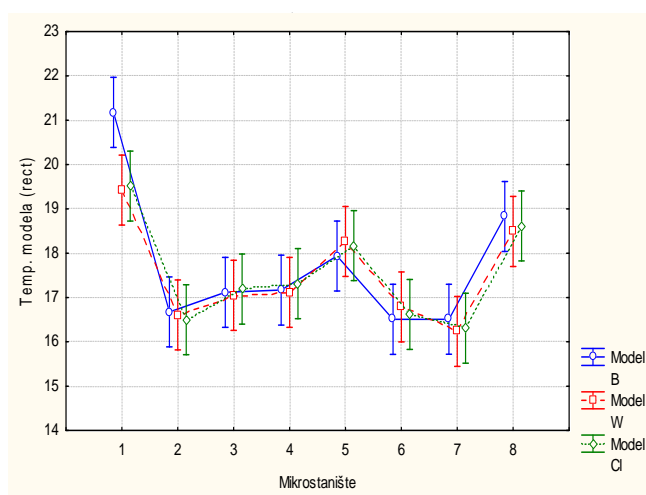
Slika 3-11 Dnevne varijacije u temperaturama modela, u °C, mjerene živinim termometrom (rect), kroz dnevni ciklus (0-24 h), u sezoni ljeto (3). Centralna točka označava srednju vrijednost, a vertikalne linije 95 % interval pouzdanosti.

3.3.2 Analiza utjecaja mikrostaništa na temperaturu modela

Testiranje razlika temperature modela unutar pojedinih mikrostaništa (1-8) pokazalo je postojanje značajne statističke razlike ($F_{(7,936)}=29,635$; $p>0,001$), dok se interakcija različite boje modela i pojedinog mikrostaništa nije pokazala značajnom ($F_{(14,936)}=0,84239$; $p=0,62279$).



Slika 3-12 Prikaz temperature modela, mjerene živinim termometrom (rect), u °C, u različitim mikrostaništima (1-8). Centralna točka označava srednju vrijednost, a vertikalne linije 95 % interval pouzdanosti.



Slika 3-13 Prikaz temperature modela različite boje (B-crni, W-bijeli, CI – žuti model), mjerene živinim termometrom (rect), u °C, u različitim mikrostaništima (1-8). Centralna točka označava srednju vrijednost, a vertikalne linije 95 % interval pouzdanosti.

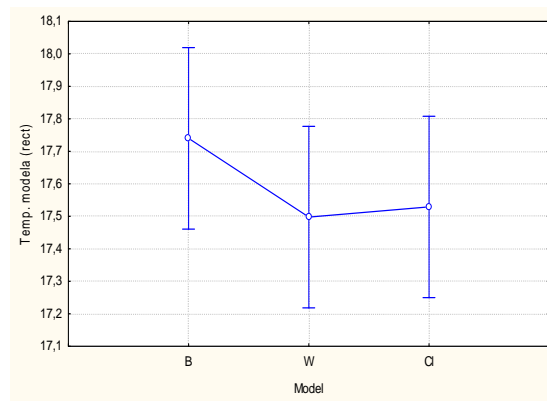
Post-hoc analiza pokazuje među kojim mikrostaništima postoji značajna razlika u temperaturama modela (Tukey-ev HSD test).

Tablica 3-10 *Post-hoc* analiza (Tukey-ev HSD test). Masno su otisnute vrijednosti koje pokazuju značajnu razliku među mjerenim temperaturama modela unutar uspoređivanih mikrostaništa (mikrostaništa 1-8).

mikrostanište	1	2	3	4	5	6	7	8
1		0,000032	0,000032	0,000032	0,000032	0,000032	0,000032	0,000605
2	0,000032		0,750612	0,591695	0,000113	1,000000	0,995794	0,000032
3	0,000032	0,750612		0,999998	0,046155	0,826676	0,272088	0,000120
4	0,000032	0,591695	0,999998		0,090814	0,683903	0,162876	0,000310
5	0,000032	0,000113	0,046155	0,090814		0,000189	0,000034	0,760369
6	0,000032	1,000000	0,826676	0,683903	0,000189		0,988241	0,000032
7	0,000032	0,995794	0,272088	0,162876	0,000034	0,988241		0,000032
8	0,000605	0,000032	0,000120	0,000310	0,760369	0,000032	0,000032	

3.3.3 Analiza utjecaja boje modela na temperature modela

Kako je već pokazano, uzevši u obzir mjerenja na svim mikrostaništima tokom jednog dnevnog ciklusa, boja modela ne dovodi do statistički značajnih razlika među temperaturama modela ($F_{(2,963)}=0,85754$; $p=0,42454$).

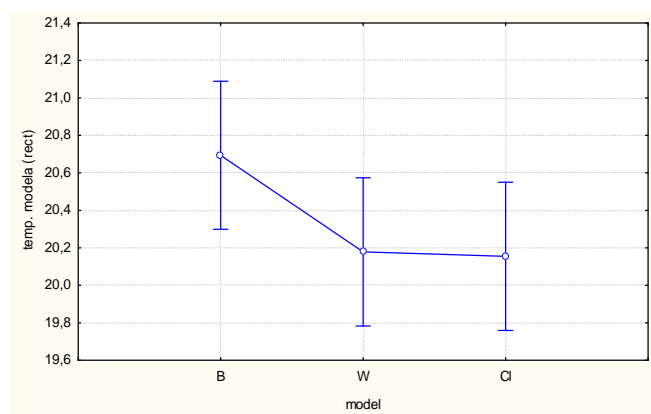


Slika 3-14 Usporedba temperature modela različitih boja (B-crni, W-bijeli i Ci-žuti model), na svim mikrostaništima (1-8), za sve sezone (1-3), mjerene živinim termometrom, u °C. Centralna točka pokazuje srednju vrijednost, a vertikalne linije 95% interval pouzdanosti.

Uz pretpostavku da boja objekta koji apsorbira energiju u obliku EM zračenja u području vidljivog dijela spektra igra ulogu samo u uvjetima izloženosti Sunčevoj svjetlosti, dakle, tokom dnevne periode, provedeno je testiranje ovisnosti temperature modela o boji modela unutar vremenskog intervala od 7 – 19 h, u kojemu je dostupna dostatna količina Sunčeve svjetlosti.

Analizirana mjerenja, ni uz izuzeće noćnog dijela ciklusa, ne pokazuju značajne razlike među modelima različitih boja ($F_{(2, 576)}=2,2930$; $p=0,10189$).

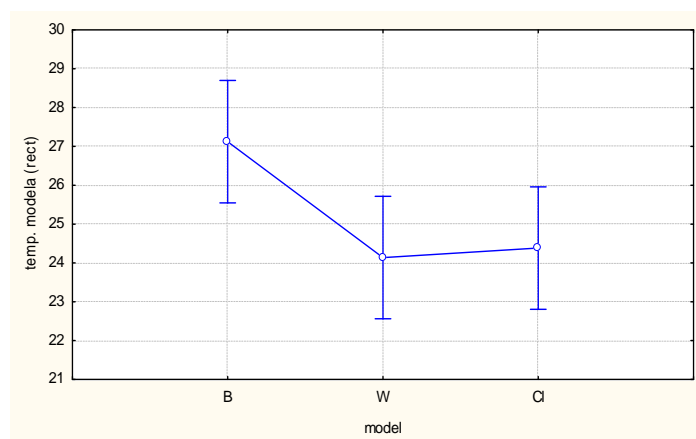
REZULTATI



Slika 3-15 Usporedba temperature modela različitih boja (B-crni, W-bijeli i CI-žuti model) unutar intervala od 7 – 19 h, za sva mikrostaništa (1-8), u svim sezonama (1-3), mjerene živinim termometrom, u °C. Centralna točka pokazuje srednju vrijednost, a vertikalne linije 95% interval pouzdanosti.

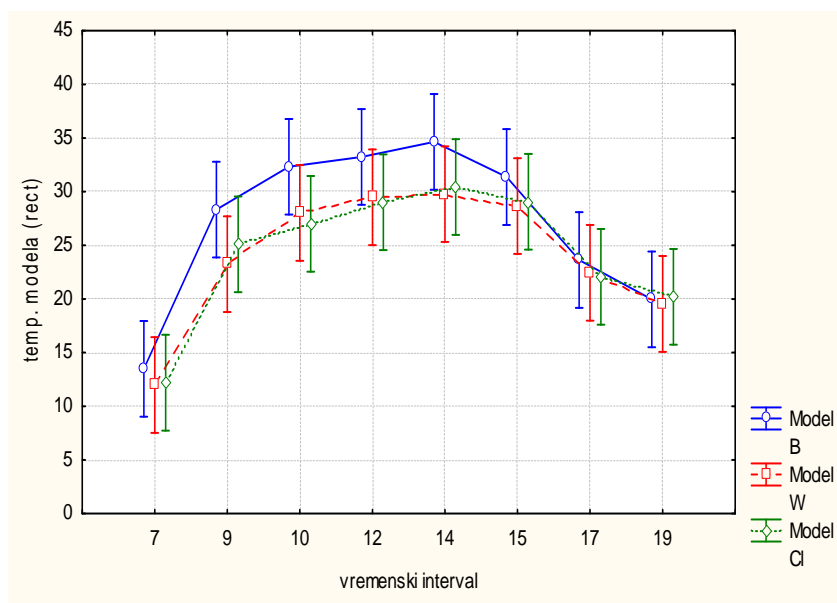
U obzir, dakle, osim povoljnog vremenskog intervala (unutar kojeg je dostupna dovoljna količina Sunčeve svjetlosti), moramo uzeti i određene karakteristike mikrostaništa –izloženost direktnom Sunčevom osvjetljenju. Ove uvjete zadovoljava osunčani zid, mikrostanište 1 (zid na suncu), unutar dnevnog razdoblja (interval od 7 – 19h).

Analiza utjecaja boje modela na temperature modela u ovako postavljenim uvjetima, pokazuje statistički značajne razlike temperature modela s obzirom na boju samoga modela ($F_{(2,72)} = 4,3807$; $p=0,01602$).



Slika 3-16 Usporedba temperature modela različitih boja (B-crni, W-bijeli i CI-žuti model) unutar intervala od 7 – 19 h, za mikrostanište 1 (zid na suncu), u svim sezonama (1-3), mjerene živinim termometrom, u °C. Centralna točka pokazuje srednju vrijednost, a vertikalne linije 95% interval pouzdanosti.

REZULTATI



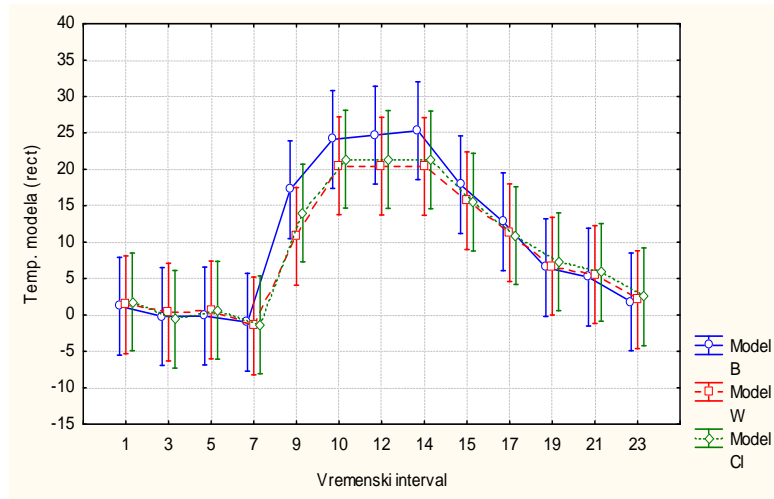
Slika 3-4 Temperature modela (BI, W, CI) u vremenskom intervalu od 7 – 19 h, na mikrostanjštu 1 (zid na suncu), kroz sve tri sezone, mjerene živinim termometrom, u °C. Centralna točka pokazuje srednju vrijednost, a vertikalne linije 95% interval pouzdanosti.

Post – hoc analizom (Tukey-ev HSD test) utvrđeno je da je prisutna statistički značajna razlika između crnog i bijelog te obojenog modela, dok između obojenog i bijelog modela ne postoji statistički značajna razlika.

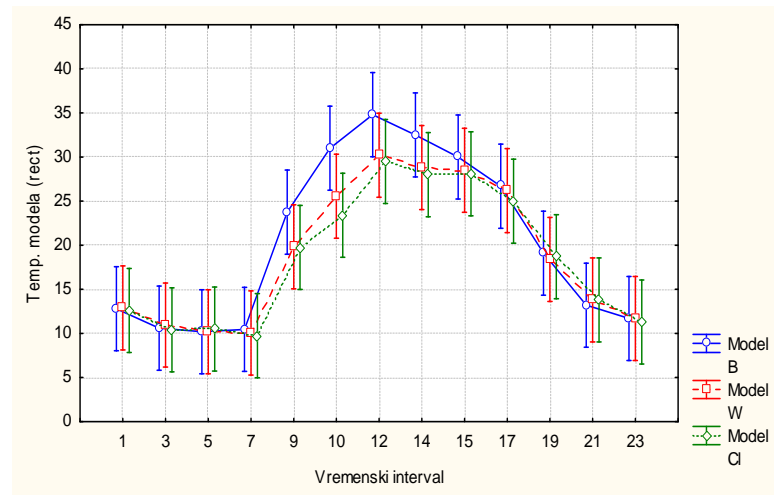
Tablica 3-11 *Post-hoc* analiza (Tukey-ev HSD test). Masno su označene su veličine koje pokazuju značajnu razliku među mjerenim temperaturama modela, s obzirom na boju modela.

model	BI	W	CI
BI		0,025470	0,044014
W	0,025470		0,974036
CI	0,044014	0,974036	

Nadalje, promatran je trend zagrijavanja i hlađenja modela na mikrostanjštu 1 (zid na suncu).

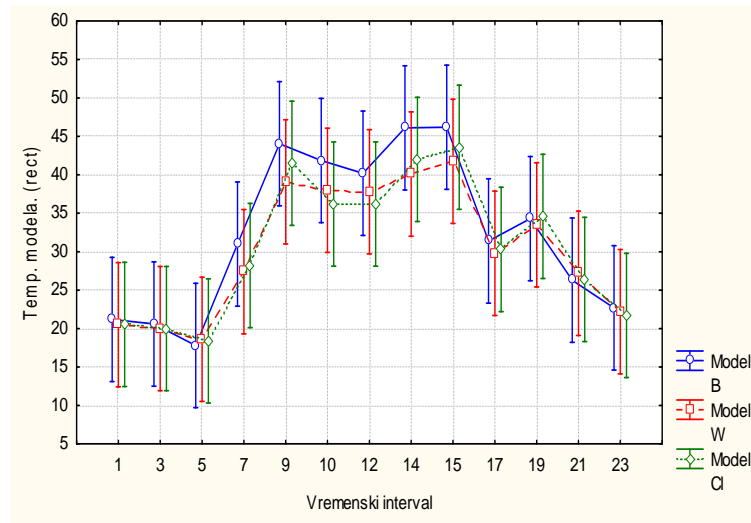


Slika 3-18 Temperatura modela različitih boja (B,W,CI), mjerena živinim termometrom (rect), u °C, na mikrostanjštu 1 (zid na suncu), tijekom dnevnog ciklusa (0-24h), u sezoni zima (1). Centralna točka pokazuje srednju vrijednost, a vertikalne linije 95% interval pouzdanosti.



Slika 3-5 Temperatura modela različitih boja (B,W,CI), mjerena živinim termometrom (rect), u °C, na mikrostanjštu 1 (zid na suncu), tijekom dnevnog ciklusa (0-24h), u sezoni proljeće (2). Centralna točka pokazuje srednju vrijednost, a vertikalne linije 95% interval pouzdanosti.

REZULTATI

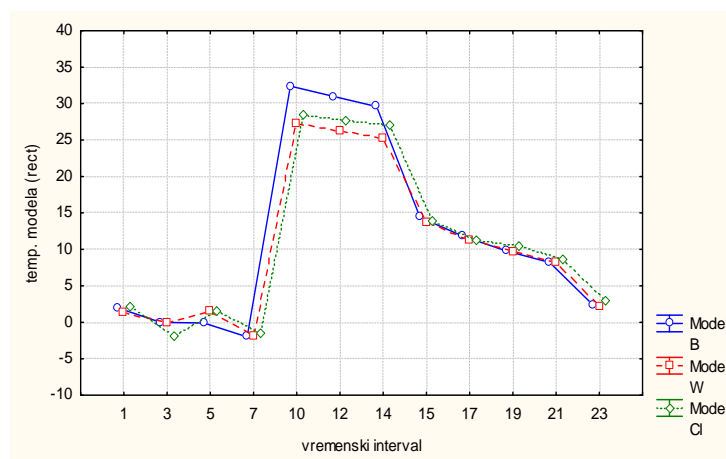


Slika 3-20 Temperatura modela različitih boja (B,W,CI), mjerena živinim termometrom (rect), u °C, na mikrostaništu 1 (zid na suncu), tijekom dnevnog ciklusa (0-24h), u sezoni ljeto (3). Centralna točka pokazuje srednju vrijednost, a vertikalne linije 95% interval pouzdanosti.

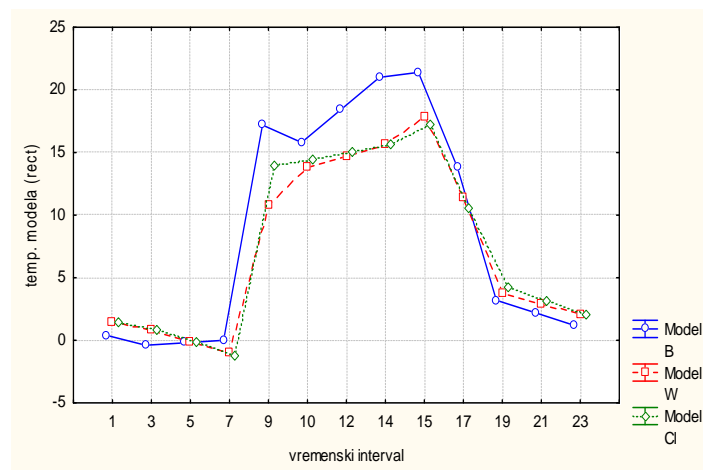
U sve tri sezone zamjetan je trend više temperature crnog modela tijekom dnevnog perioda (od izlaska do zalaska sunca), dok noću nema zamjetne razlike među temperaturama modela, što potvrđuje da boja modela nema utjecaja na konvekcijski gubitak topline.

Razlike u temperaturama modela različitih boja, kao i vremenski intervali u kojima model određene boje postiže optimalnu temperaturu ili prelazi granice kritičnih temperatura vidljivije su ako se mjerenja prikazuju zasebno za svaki transekt. Ponovno je promatrano mikrostanište 1 (zid na suncu), u sezonama koje predstavljaju temperaturne ekstreme – zima (1) i ljeto (3).

REZULTATI



a) Transekt A



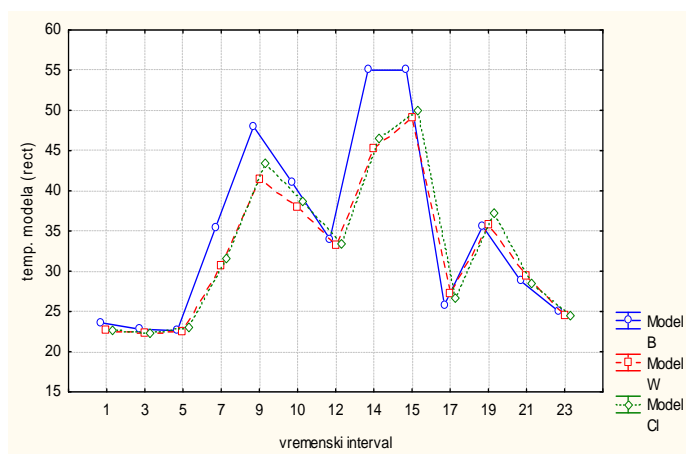
b) Transekt B

Slika 3-21 Prikaz temperatura triju modela (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti), mjerene živinim termometrom (rect), u °C, na mikrostanjštu 1 (zid na suncu), tijekom dnevnog ciklusa (0-24h), na transektu A (a) i B (b), u sezoni zima (1).

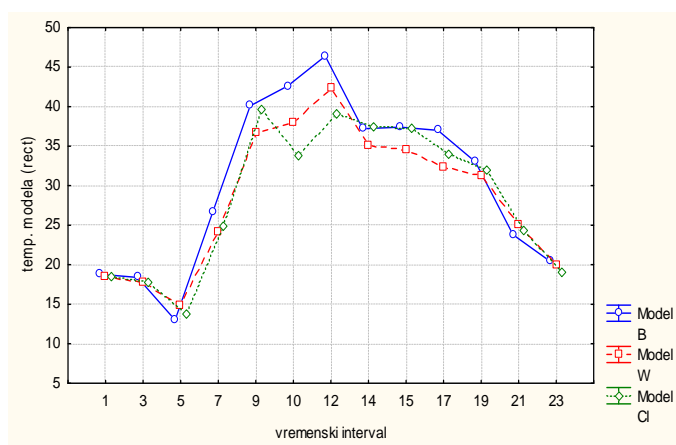
Tablica 3-12 Prikaz minimuma i maksimuma temperatura triju modela (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti), mjerene živinim termometrom (rect), u °C, na mikrostanjštu 1 (zid na suncu), tijekom dnevnog ciklusa (0-24h), na transektu A i B, u sezoni zima (1).

model	transekt A		transekt B	
	min.	max.	min.	max.
BI	-2,0	32,4	-0,4	21,4
W	-2,0	27,2	-1,0	17,8
CI	-2,0	28,4	-1,2	17,2

REZULTATI



a) Transekt A



b) Transekt B

Slika 3-6 Prikaz temperatura triju modela (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti), mjerene živinim termometrom (rect), u °C, na mikrostanjštu 1 (zid na suncu), tijekom dnevnog ciklusa (0-24h), na transektu A (Slika) i B (Slika), u sezoni ljeto (3).

Tablica 3-13 Prikaz minimuma i maksimuma temperatura triju modela (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti), mjerene živinim termometrom (rect), u °C, na mikrostanjštu 1 (zid na suncu), tijekom dnevnog ciklusa (0-24h), na transektu A i B, u sezoni ljeto (3).

model	transekt A		transekt B	
	min.	max.	min.	max.
BI	22,6	55,0	13,0	46,4
W	22,2	49,0	14,8	42,4
CI	22,2	50,0	13,8	39,6

4 Rasprava

4.1 Temperature modela i povezanost s temperaturama okoline

Srednja godišnja vrijednost temperature zraka za starogradsko područje iznosi 15°C, minimalna izmjerena temperatura -8,5°C (izmjerena u veljači) a maksimalna 39°C (mjerena u kolovozu). Sukladno termalnim karakteristikama prostora na kojem je vršeno istraživanje i odlikama sredozemne klime umjerenog pojasa (podaci DHMZ), mjereni parametri (temperature zraka, tla i podloge) pokazuju široki raspon vrijednosti. Minimalna temperatura zraka zabilježena tijekom istraživanja iznosila je -0,8°C (zima), maksimalna 36.1°C (ljetno). Temperature tla mjerene su u intervalu od 3 – 31,1°C, a temperature supstrata u intervalu -4,8 – 53,5°C (**Tablica 3-3, 3-4 i 3-5**).

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da su temperature fizičkih modela, odnosno operativne temperature, značajno povezane s vanjskim temperaturama, naročito s temperaturom podloge na koju su modeli postavljeni. Temperature modela visoko su korelirane i s temperaturom zraka i tla (**Slika 3-1, 3-2 i 3-3**).

U istraživanju su korišteni modeli u tri boje (bijeli, žuti i crni) kako bi njihova refleksija, odnosno apsorpcija EM zračenja odgovarala različitim varijantama obojenosti samih organizama, koji pokazuju aktivnu promjenu boje kože, moguće u funkciji termoregulacije (Lisičić, vlastita zapažanja). Razlike u korelaciji temperatura modela različitih boja s temperaturama zraka, tla i podloge nisu uočene. Zabilježene su tek neznatno niže vrijednosti korelacije temperature crnog modela s temperaturama zraka i tla (**Tablica 3-7, Slika 3-4, 3-5**). Odsutnost značajnih razlika u korelacijama razumljiva je ako se u obzir uzme da je povezanost ovih temperatura promatrana za sva mikrostaništa, tijekom cjelodnevnog ciklusa (0-24h), za sve sezone. Kako boja objekta koji apsorbira EM zračenje ima utjecaja samo za zračenje vidljivog dijela spektra, odnosno u uvjetima izloženosti objekta direktnom Sunčevom zračenju, mjerenja koja ne zadovoljavaju ove uvjete (noćni period i zasjenjena mikrostaništa) poništavaju eventualnu značajnu razliku promatranih korelacija.

Tarentola mauritanica macaklin je koji, uz noćnu, pokazuje i povremenu dnevnu aktivnost. Noću nema puno mogućnosti aktivne termoregulacije već poprima temperaturu koju ima njegova okolina. Ova vrsta pokazuje oblik konvektivnog i konduktivnog grijanja i time postojanje aktivnog oblika termoregulacije, a temperature tijela životinje u većini slučajeva vezane su za temperaturu mjesta nalaza, jer pri ovom obliku grijanja jedinka preuzima toplinu od zagrijane podloge ili medija u kojem se nalazi (zrak) (Lisičić 2009, Pough i sur. 2001, Rock 2002). Fizički modeli organizama i operativne temperature koje su promatrane ovom metodom pokazuju isti trend praćenja temperatura okoline kao i sami organizmi (usporedba s literaturnim podacima, Lisičić 2009) te time predstavljaju dobar model za promatranje fluktuacija u termalnom okolišu i spektra potencijalnih odnosa organizma i okoline, odnosno odgovora organizama na postojeće uvjete.

4.2 Termalna karakterizacija mikrostaništa

Praćenjem aktivnosti vrste *T. mauritanica* definirana su preferirana mikrostaništa (Lisičić 2009) korištena u ovom istraživanju. Mikrostaništa su pokazivala široki raspon različitih svojstava koja dovode do heterogenosti termalnih karakteristika – različit stupanj izloženosti i zasjene, otvorenija i zaštićenija staništa (pod većim ili manjim utjecajem djelovanja vjetra), prisustvo vegetacije ili vode (**Tablica 2-1**).

Usporedbom povezanosti temperature supstrata, odnosno podloge modela u određenom mikrostaništu s temperaturama zraka i tla dobivena je slika o termalnim karakteristikama pojedinog mikrostaništa u različitim sezonama (zima, proljeće, ljeto) (**Tablica 3-8**). Tako otvorenija staništa (zid na suncu (1), zid u hladu (2)) pokazuju veće korelacije s temperaturama zraka nego tla, što je posljedica slobodne cirkulacije zraka u tim mikrostaništima. Samo u ljetnoj sezoni, kada se sredinom dana temperatura zraka značajno podiže, zid u hladu (2) pokazuje višu korelaciju s temperaturom tla nego zraka jer mu zasjena osigurava zaštitu od izravnog sunčevog zagrijavanja. Stanište 5 (među crjepovima), iako zatvorenijeg karaktera, nalazi se na nešto većoj visini, što znatno olakšava protok zraka i dovodi do veće povezanosti s temperaturama zraka nego tla. Također, materijal podloge (crijep)

razlikuje se od supstrata tla (mješavina zemlje i kamena) što uzrokuje razlike u stupnju zagrijanosti. Zaštićenija staništa (staništa sa slabijim protokom zraka i/ili izvan direktnog Sunčeva osvjetljenja - uz svod (3), u rupi (4), iza vegetacije u hladu (6)) pokazuju višu korelaciju s temperaturama tla nego zraka. I ovdje je prisutna sezonska razlika u stupnju koreliranosti s određenom temperaturom. Tako je, npr., temperatura podloge mikrostaništa 3 (uz svod) znatno povezanija s temperaturom tla zimi (kada su manje dnevne temperaturne fluktuacije) nego ljeti (kada je sredinom dana tlo puno jače zagrijano nego područje uz svod koje je djelomično zaštićeno od direktnog Sunčevog zračenja). Na mikrostaništu 7 (iza vegetacije na suncu) prisutna su znatnija sezonska kolebanja povezanosti temperature modela s temperaturama zraka i tla. Tako su zimske korelacije generalno niske, u proljeće je visoka korelacija s temperaturom zraka, a ljeti se stupanj povezanosti nalazi između zimskih i proljetnih vrijednosti. Uzrok ovoj pojavi može biti različit stadij razvijenosti biljnog pokrova (uglavnom zeljasta *Parietaria*), kao i različite mogućnosti zaštite mikrostaništa (bilje predstavlja bolji zaklon od zimskih ekstremnih temperatura i hladnog vjetra nego od jakog sunčevog izravnog zagrijavanja, iako apsorbira značajan dio njegova zračenja). Mikrostanište 8 (u gustirni) posebnog je karaktera, zbog visokog stupnja izolacije od izravnih vanjskih utjecaja i prisutnosti vode. Zimi voda održava temperaturu gustirne višom od okoline, dok ju ljeti hladi. Ovo je posebno vidljivo u niskom stupnju korelacija lokalnih temperatura s temperaturama tla i zraka ljeti. I dnevne oscilacije temperatura unutar ovog mikrostaništa su niže. Specifičnosti građe i položaja te varijacije u izloženosti vanjskim uvjetima različitih mikrostaništa dovode do njihove termalne heterogenosti, odnosno raznolikosti termalnih uvjeta staništa i pružaju dobre mogućnosti za aktivnu termoregulaciju.

Analizu utjecaja mikrostaništa na temperaturu fizičkih modela također karakterizira termalna heterogenost mikrostaništa jer analiza pokazuje statistički značajnu razliku među temperaturama modela smještenim u različita mikrostaništa (**Slika 3-12**). *Post-hoc* analizom (Tukeyev HSD test) utvrđeno je među kojim mikrostaništima postoji statistički značajna razlika (**Tablica 3-10**). Tako najveću razliku s ostalim staništima pokazuju mikrostaništa ekstremnijih uvjeta, tj. mikrostaništa izrazite izloženosti (mikrostanište 1 – zid na suncu, koje je izloženo kako direktnom Sunčevom osvjetljenju, tako i slobodnom naletu vjetra) ili ona koja pokazuju viši stupanj zaštićenosti od vanjskih uvjeta (mikrostaništa 5 – u rupi i 8 – u gustirni). Osim toga,

mikrostaništa 5 i 8, zbog sličnih svojstava zaštite od vanjskih utjecaja se ne razlikuju značajno. Ostala mikrostaništa ne pokazuju tolike razlike u međusobnoj građi i položaju (uglavnom su to mikrostaništa na neki način zaštićena od direktnog Sunčevog zračenja te više ili manje otvorena slobodnom protoku zraka) pa nisu prisutne niti statistički značajne razlike temperatura modela koji se u njima nalaze.

Interakcija analize utjecaja mikrostaništa i boje modela na temperaturu modela nije pokazala statistički značajne razlike, što je bilo i očekivano, jer je većina mikrostaništa (osim mikrostaništa 1) u određenoj mjeri zaštićena od direktnog Sunčevog osvjetljenja (**Slika 3-13**).

Uočena raznolikost termalnih uvjeta mikrostaništa omogućava organizmima koji u njima borave lakšu i precizniju aktivnu termoregulaciju i pruža cijeli niz prilika za različite oblike zagrijavanja ili hlađenja. Širok raspon operativnih temperatura daje mogućnost postizanja temperaturnih optimuma za određene procese i aktivnosti uz manji utrošak energije od onog u termalno homogenijim mikrostaništima. Homogena mikrostaništa, osobito ako su prostrana, ne pružaju tako dobre prilike za preciznu termoregulaciju, što primorava životinju na kretanje u potrazi za povoljnijim uvjetima te ju izlaže predacijskom riziku i iziskuje veći utrošak energije (Huey i Pianka 1977, Pough i sur. 2001, Rock 2002, Scheers i Van Damme 2002). Heterogenost mikrostaništa osobito je potrebna gmazovima koji pokazuju noćnu aktivnost, te su u tom periodu uglavnom termokonformeri, jer im u kraćim periodima dnevne aktivnosti (ponašanje koje pokazuje i *T. mauritanica*), olakšava postizanje povoljnih temperatura (npr. zagrijavanje u kasnim popodnevnim/ranim večernjim satima, netom prije početka noćne aktivnosti ili pronalaženje zaklona od visokih dnevnih temperatura) bez velikog utroška energije. Zato je ovo područje, uglavnom antropogenog karaktera i modificirano ljudskim aktivnostima izuzetno pogodno stanište malih noćnih guštera (na otoku Hvaru prisutne su dvije vrste macaklina, uz vrstu *Tarentola mauritanica* ovdje je prisutna i vrsta *Hemidactylus turcicus*).

4.3 Analiza utjecaja doba dana i sezone na temperaturu modela

Kako je bilo i očekivano, s obzirom na klimatske prilike istraživanog područja, prisutne su značajne statističke razlike među temperaturama modela kako kroz sezonske (**Slika 3-6**), tako i

kroz dnevne periode (**Slika 3-7**), pri čemu su razlike u dnevnim i noćnim temperaturama izraženije u proljeće, dok su zimi i ljeti temperature stabilnije (**Slika 3-9, 3-10, 3-11**). Ni ovdje nije primijećen značajan utjecaj boje modela na sezonsku i dnevnu dinamiku promjene temperature modela (**Slika 3-6 i 3-8**).

Primijećeno prisustvo dnevnih i sezonskih varijacija operativnih temperatura dovodi do raznolikosti ponašanja samih životinja, tako da zimi uglavnom miruju u skloništim, u proljeće je prisutan niz ponašanja koja jedinke primjenjuju (dio populacije je aktivan, dio je još skriven, većina jedinki pokazuje neki oblik dnevnog zagrijavanja), a tijekom ljeta aktivnost životinja, kao i tjelesna temperatura, je uglavnom visoka. No, iako i temperatura tijela životinja pokazuje značajnu sezonsku dinamiku, raznolikost mikrostaništa omogućuje životinjama odabir lokaliteta povoljnih termalnih karakteristika i zadržavanje temperatura koje se ne razlikuju značajno u ovisnosti od doba godine (Lisičić 2009).

4.4 Analiza utjecaja boje modela na temperaturu modela

U analizama seta podataka koji obuhvaća sva promatrana mikrostaništa niti jedan test nije pokazao statistički značajan utjecaj boje modela na temperaturu modela (**Slika 3-6, 3-8, 3-13, 3-14, 3-15**). Ovaj rezultat ne iznenađuje kada je poznato da tjelesna obojenost utječe samo na jedan aspekt izmjene topline – apsorpciju direktnog kratkovalnog EM zračenja te zračenja u području vidljivog dijela spektra. Irelevantan je za sve druge oblike izmjene topline – gubitak topline konvekcijom, reflektiranu kratkovalnu i vidljivu radijaciju ili kondukcijsku izmjenu topline s podlogom (Turner i Lombard 1989).

Bilo je potrebno izdvojiti podatke koji zadovoljavaju uvjet izloženosti direktnom Sunčevom osvjetljenju – prikladno mikrostanište i određen vremenski interval dnevne periode. Analiza utjecaja boje na temperaturu modela na mikrostaništu 1 (zid na suncu) u periodu od 7 – 19 h pokazala je statistički značajnu razliku između temperatura modela različitih boja (**Slika 3-16**). Pri tom se crni model značajno razlikovao od žutog i bijelog, dok između potonja dva nije

uočena značajna razlika u temperaturi (**Tablica 3-11**). Crni model pokazivao je znatno više temperature od bijelog i žutog te je visoke temperature i zadržavao kroz duži vremenski period od preostala dva, što je očekivano s obzirom da crna tijela apsorbiraju veći udio pristigle energije od žutog ili bijelog (**Slika 3-17**) (njihova refleksija zračenja je veća). Podaci prikupljeni u ovom istraživanju, međutim, ne daju nam nikakve informacije o brzinama zagrijavanja pojedinih modela. Pozitivan ishod testiranja razlika temperatura mogao se eventualno očekivati i na mikrostaništu 6 (iza vegetacije na suncu) koje karakterizira mozaik Sunčeva osvjetljenja, no značajne razlike ovdje nisu uočene, što govori da biljni pokrov apsorbira uistinu značajan udio zračenja.

Nadalje, praćenjem podataka o temperaturama pojedinih modela promatran je trend promjene temperature crnog modela, kroz cjelodnevni ciklus (0-24 h), u svim mikrostaništima i sezonama (**Slika 3-18, 3-19 i 3-20**). Promatranjem grafičkih prikaza temperatura modela možemo uočiti da tijekom dnevne periode crni model pokazuje više temperature od bijelog i žutog dok su u noćnom dijelu ciklusa temperature uglavnom podjednake, što potvrđuje da je obojenost objekta značajna samo u apsorpciji EM zračenja u kratkovalnom i vidljivom dijelu spektra te nema utjecaja na hlađenje tijela. U sličnom istraživanju utjecaja obojenosti na tjelesnu temperaturu pustinjskih kukaca iz Namiba (Turner i Lombard 1989), pri čemu je promatran utjecaj obojenosti na termoregulaciju dviju vrsta, crne *Onymacris unguicularis* i pretežno bijele, *Onymacris bicolor*, također nije uočen nikakav utjecaj boje na konvekcijski gubitak topline.

Ekstremi temperatura modela različitih boja potom su promatrane na mikrostaništu 1 (zid na suncu), na svakom transektu zasebno (transekt A i transekt B), ne bi li se izbjeglo eventualno poništavanje razlika u temperaturama uslijed lokalno nestabilnih uvjeta ili generalne razlike okolišnih temperatura između transekata u vrijeme vršenja terenskih istraživanja (npr., u ljeto, na transektu A, ujutro (u intervalu od 9 – 12 h) zapuhao je vjetar što je uzrokovalo smanjenje temperatura modela, **Slika 3-22 a**). Praćene su temperature u sezonama zima (**Slika 3-21**) i ljeto (**Slika 3-22**) kad su operativne temperature minimalnih, odnosno maksimalnih vrijednosti. Temperaturni ekstremi promatrani su kako bi se proučilo u kojim vremenskim intervalima operativne temperature dosežu optimume ili prelaze granice vrijednosti u kojima je

moguća aktivnost životinje i kako obojenost modela utječe na ove vrijednosti. Razlike u minimumima i maksimumima temperatura među transektima za obje sezone iznosile su oko 11°C, pri čemu su u oba slučaja temperature na transektu A bile više. Ovo nije posljedica pravilnosti razlika u lokalnim uvjetima na transektima, već samo trenutnih atmosferskih prilika u vrijeme mjerenja (**Tablica 3-12 i 3-13**).

Najniže izmjerene temperature jedinki vrste *T. mauritanica* (literaturni podaci) iznosile su oko 2°C, uglavnom u zimskim skrovištima, iako su ovako hladne zamijećene i "aktivne" jedinke (ako ih se može nazvati aktivnima, budući da su pri ovakvim temperaturama lokomotorne sposobnosti krajnje otežane). Najviše temperature mjerene za jedinke ove vrste bile su oko 36°C, a postižu se aktivnim sunčanjem (Lisičić 2009). Preferirane temperature ove vrste, mjerene u laboratorijskim uvjetima iznose 22-23°C za proljeće (Carretero 2008), odnosno 27-32°C za ljeto (Arrad i sur. 1997).

Ako promotrimo maksimume temperatura modela na ovom mikrostaništu u zimskom periodu, možemo uočiti da se one podižu do čak 32,4°C (crni model, transekt A - **Slika 3-21 a**). Maksimalne temperature bijelog modela niže su za oko 4 – 5°C (**Tablica 3-12**). Dakle, čak i za hladnih zimskih mjeseci sredinom sunčanog dana životinje mogu podići temperaturu tijela na vrijednosti koje su dovoljne za visoki stupanj aktivnosti, ako se nalaze na pogodnim lokacijama. Tamnija boja ovdje je značajna prednost i olakšava uspješnu termoregulaciju. U ljeto se maksimalne temperature crnog i svjetlijih modela razlikuju za oko 5 – 7°C (**Tablica 3-13**). Maksimalna temperatura organizama mjerena u terenskim istraživanjima iznosi oko 36°C (Lisičić 2009). Kako je vidljivo na grafičkom prikazu (**Slika 3-22 b**) na transektu B, npr., temperature i crnog i bijelog modela prelaze ovu vrijednost već ujutro, prije 9 sati. Vrhunac dosežu oko podneva, kad započinje pad temperatura. No, dok vrijednosti temperature crnog modela padaju ispod 36°C tek u intervalu između 17 i 19 h, temperature bijelog modela već u 14 h iznose oko 35°C. Svjetlije obojenje je očito značajna prednost u uvjetima intenzivnog sunčeva osvjetljenja.

Raznolikost mikrostaništa, doduše, pruža dovoljno zaklonjenih mjesta za zaštitu pri visokim temperaturama. No, mogućnost promjene obojenosti svakako predstavlja veliku prednost, pogotovo u uvjetima potrebe dodatnog zagrijavanja organizma, u nepovoljnijim

dnevnim ili sezonskim periodama. Tako bi, npr., u kasno popodne ili pred sumrak, kada je intenzitet Sunčeve svjetlosti već smanjen, gušter mogao zauzeti poziciju povoljnu za sunčanje i potamniti kako bi maksimizirao apsorpciju dostupnog zračenja i postigao višu tjelesnu temperaturu netom prije razdoblja intenzivne noćne aktivnosti. *T. mauritanica* ovaj oblik ponašanja pokazuje u rano jutro, nakon intenzivne noćne aktivnosti i hranjenja, kako bi postigla više tjelesne temperature i što prije se uklonila s direktnih grijališta na kojima je izložena predatoru, nakon čega se povlači u skrovišta i probavlja plijen. Kompleks raznolikosti termalnih karakteristika staništa i mogućnosti manipulacije obojenjem predstavlja idealnu kombinaciju mehanizama aktivne termoregulacije u ograničenim uvjetima termalnog okoliša koji su dostupni noćnim gmazovima.

5 Zaključak

- Operativne temperature, mjerene uz pomoć fizičkih modela, sukladno klimatskim karakteristikama istraživanog područja, pokazuju širok interval vrijednosti. Temperature modela značajno su povezane s vanjskim temperaturama (zraka i tla) te naročito s temperaturom podloge na koju su postavljeni.
- Mikrostaništa pokazuju heterogenost termalnih uvjeta, što se očituje različitim korelacijama temperatura supstrata pojedinih mikrostaništa i temperatura zraka i tla, kao i statistički značajnim razlikama vrijednosti temperatura modela postavljenih unutar različitih mikrostaništa.
- Najveće razlike s ostalim mikrostaništima pokazuju mikrostaništa ekstremnijih karakteristika (izloženosti ili zaštićenosti) – mikrostaništa 1 (zid na suncu), 5 (među crjepovima) te 8 (u gustirni). Stanište koje karakterizira heterogenost termalnih uvjeta predstavlja povoljnije stanište za ektotermne organizme od termalno homogenih staništa jer omogućava precizniju aktivnu termoregulaciju uz manji utrošak energije.
- Prisutne su značajne razlike temperature modela s obzirom na doba dana i sezonu, pri čemu su temperaturne oscilacije između dnevnih i noćnih temperatura najveće u proljeće.
- Analize podataka koje obuhvaćaju sva mikrostaništa ne pokazuju značajan utjecaj boje na temperaturu modela.
- Kako boja tijela koje apsorbira zračenje ima utjecaja samo na vidljivi i kratkovalni dio spektra EM zračenja, analiza podataka koji zadovoljavaju uvjet izloženosti direktnom sunčevom osvjetljenju – prikladno mikrostaništa (1-zid na suncu) i povoljni vremenski interval (7-19h) dovodi do zaključka kako boja fizičkog modela ima utjecaja na temperaturu modela.

- Promatrajući trend zagrijavanja i hlađenja modela primijećeno je da je u dnevnom periodu temperatura crnog modela viša od ostala dva, dok su noću temperature podjednake, što potvrđuje da boja tijela nema nikakav utjecaj na konvekcijski gubitak topline. Tamnija boja tijela predstavlja prednost pri uvjetima smanjene količine energije - povećava apsorpciju zračenja, olakšava zagrijavanje tijela i omogućuje aktivnost u suboptimalnim uvjetima termalnog okoliša. Bijela boja povećava refleksiju, olakšava hlađenje tijela i omogućuje aktivnost u uvjetima visokih okolišnih temperatura.

6 Literatura

Angilletta Jr MJ, Hill T, Robson MA (2002) Is physiological performance optimized by thermoregulatory behavior?: A case study of the eastern fence lizard, *Sceloporus undulatus*. J Therm Biol 27: 199-204

Angilletta Jr MJ, Niewiarowski PH, Navas CA (2002) The evolution of thermal physiology in ectotherms. J Therm Biol 27: 249-268

Arad Z, Schwarzbaum A, Werner YL (1997) Temperature selection and thermoregulation in the Moorish gecko, *Tarentola mauritanica*. Amphibia – Reptilia 69: 269-282

Avital, E, Jablonka, E (2000) Animal traditions: bi-behavioural inheritance in evolution, Cambridge University Press, Cambridge

Bognar A (1990) Geomorfološke i inženjersko-geomorfološke osobine otoka Hvara. Geografski glasnik 52, 49-68

Carretero MA (2008) Preferred temperatures of *Tarentola mauritanica* in spring. Acta Herpetol 3: 57-64

Christian KA, Tracy CR, Tracy CR (2006) Evaluating thermoregulation in reptiles: An appropriate null model. Am Nat 186: 421-430

Clusella Trullas, S (2006) Thermal ecology of melanistic and non-melanistic species of Cordylid lizards in the Western Cape of South Africa, doktorska disertacija

Diaz, JA, Cabezas-Diaz, S (2004) Seasonal variation in the contribution of different behavioural mechanisms to lizard thermoregulation. Funct Ecol 18: 867-875

Diaz, JA, Iraeta P, Monasterio C (2006) Seasonality provokes a shift of thermal preferences in a temperate lizard, but altitude does not. J Therm Biol 31: 237-242

Downes S, Shine R (1998) Heat, safety or solitude? Using habitat selection experiments to identify a lizard's priorities. Anim Behav 55: 1387-1396

- Dumbacher, JP, Fleischer, RC (2001) Phylogenetic evidence for colour pattern convergence in toxic pithuis: Müllerian mimicry in birds? Proc R Soc Lond 268: 1971-1976
- Garcia, TS, Straus, R, Sih, A (2003) Temperature and ontogenic effects on colour change in the larval salamander species *Ambystoma barbouri* and *Ambystoma texanum*. NRC Research Press <http://cjz.nrc.ca> (2. svibanj 2003)
- Gerald, M (1999) Primate colour predicts social status and aggressive outcome. Anim Behav 61: 559-566
- Gianbattista, A, McCarthy Richardson, B (2007) College physics, The McGraw-Hill Companies, New York
- Herzeg G, Gonda A, Saarikivi J, Merila J (2006) Experimental support for the cost-benefit model of lizard thermoregulation. Behav Ecol Sociobiol 60: 405-414
- Herczeg, G, Kovacs, T, Hettyey, A, Merila, J (2003) The thermoconform or thermoregulate? An assessment of thermoregulation opportunities for the lizard *Zootoca vivipara* in the subarctic. Polar boil 26: 486-490
- Hitchcock MA, McBrayer LD (2006) Thermoregulation in nocturnal ectotherms: Seasonal and intraspecific variation in the Mediterranean Gecko (*Hemidactylus turcicus*). J Herpetol 40: 185-195
- Huey RB (1982) Temperature physiology and the ecology of reptiles. In C Gans and F H Pough (eds.), Biology of the Reptilia, vol. 12. Academic Press, NY: 25-91
- Huey RB, Pianka ER (1977) Seasonal variation in thermoregulatory behavior and body temperature of diurnal Kalahari lizards. Ecology 58: 1066-1075
- Krauskopf, KB, Beiser, A (2006) The physical universe, The McGraw-Hill Companies, New York
- Kearney, M (2001) Hot rocks and much-to-hot rocks: seasonal patterns of retreat-site selection by nocturnal ectotherm. J Therm Biol 27: 205-218

Lisičić, D (2009) Biologija kućnog i zidnog macaklina na otocima Hvaru i Visu – doktorska disertacija

Lutterschmidt, DI, Lutterschmidt, WI, Ford, NB, Hutchinson, VI (2001) Behavioral thermoregulation and the role of melatonin in a nocturnal snake. *Horm Behav* 41: 41-50

Lutterschmidt, DI, Lutterschmidt, WI, Hutchinson, VH (1997) Melatonin and Chlorpromazine: Thermal selection and metabolic rate in the bullsnake *Pituophis melanoleucus*. *Comp Biochem Physiol* 118C: 271-277

Manning, A, Stamp Dawkins, M (2000) An introduction to animal behavior, Cambridge University Press, Cambridge

Mattinson, C (1992) Lizards of the world, Cassell PLC, London

Meek R (2005) Null models and the thermal biology of the anguid lizard *Anguis fragilis*; evidence for thermoregulation? *Amphibia-Reptilia* 26: 445-450

Melville, J, Schulte, JA II (2001) Correlates of active body temperature and microhabitat occupation in nine species of central Australian agamid lizards. *Austral Ecol* 26: 660-669

Miller, SA, Harley, JP (2002) Zoology, The McGraw-Hill Companies, New York

Miguez, DG, Muñuzuri, AP (2006) On the orientation of stripes in fish skin patterning. *Biophysical Chem* 124: 161-167

Negro, JJ, Sarasola, JH, Fariñas, F, Zorrilla, I (2005) Function and occurrence of facial flushing in birds. *Comp Biochem and Physiol* 143: 78-84

Pough HF, Andrews RM, Cadle JE, Crump ML, Savitzky AH, Wells KD (2001) Herpetology, 2nd edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs

Raven, PH, Johnson, GB (2002) Biology, The McGraw-Hill Companies, New York

Riley, PA (1997) Molecules in focus: Melanin. *Int J Biochem Cell Biol* 29: 1235-1239

Rock, J, Andrews, RM, Cree, A (2000) Effects of reproductive condition, season and site on selected temperatures of viviparous gecko. *Physiol Biochem Zool* 73(3): 344-355

Scheers, H, Van Damme, R (2002) Micro-scale differences in thermal habitat quality and possible case of evolutionary flexibility in the thermal physiology of lacertid lizards. *Oecologia* 132: 323-331

Seebacher F (2005) A review of thermoregulation and physiological performance in reptiles: What is the role of phenotypic flexibility? *J Comp Physiol B* 175: 453-461

Shine, R, Kearney, M (2001) Field studies of reptile thermoregulation: how well do physical models predict operative temperatures? *Funct Ecol* 15: 282-288

Stuart-Fox, DM, Moussalli, A, Marshall, NJ, Owens, IPF (2002) Conspicuous males suffer higher predation risk: visual modeling and experimental evidence from lizards. *Anim Behav* 66: 541-550

Tattersall, GJ, Eterovick, PC, V. de Andrade, D (2005) Tribute to R. G. Boutilier: Skin colour and body temperature changes in basking *Bokermannohyla alvarengai* (Bokermann 1956). *J Exp Bio* 209: 1185-1196

Turner, JS, Lombard, AT (1990) Body color and body temperatures in white and black Namib desert beetles. *J Arid Environ* 19: 303-315

Verwajen, D, Van Damme, R (2007) Correlated evolution of thermal characteristics and foraging strategy in lacertid lizards. *J Therm Biol* 32: 388-395

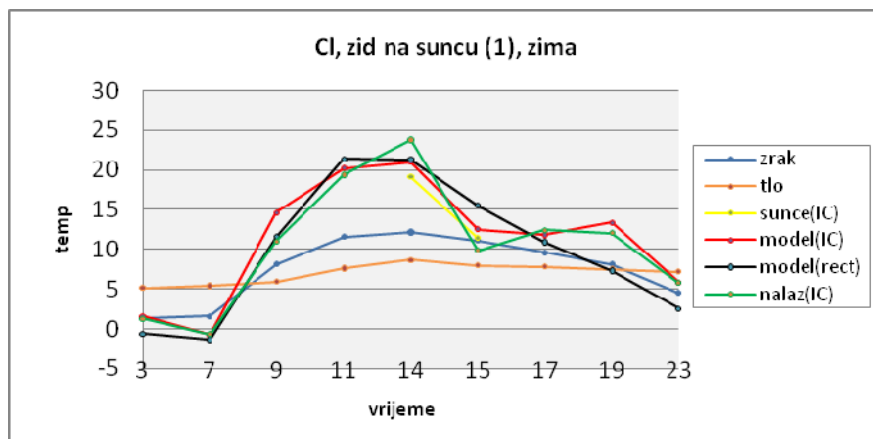
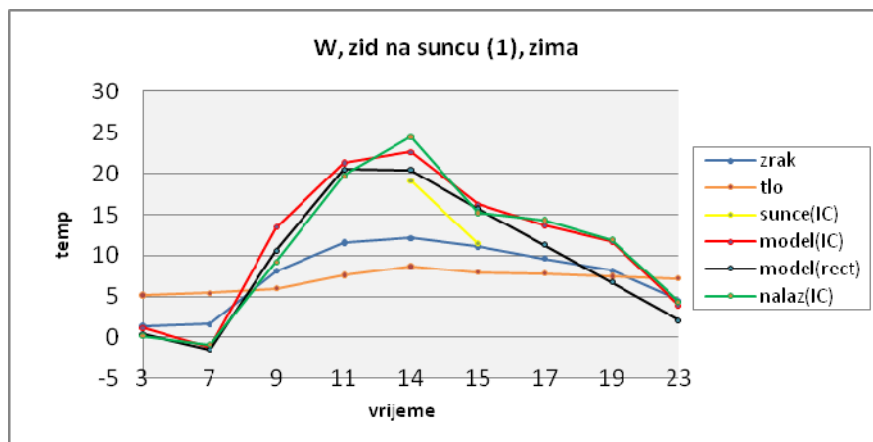
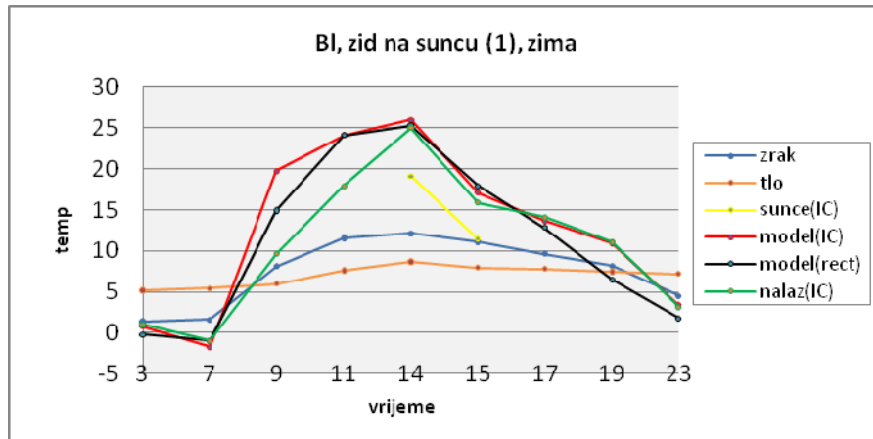
Weinstein, RB, Full, RJ (1999) Intermittent Locomotion Increases Endurance in a Gecko. *Physiol Biochem Zool* 72(6):732-739

Werner, YL, Takahasi, H, Mautz, WJ, Ota, H (2004) Behavior of the terrestrial nocturnal lizards *Goniurosaurus kuroiwae kuroiwae* and *Eublepharis maculariusm* (Reptilia: Eublepharidae) in a thigmothermal gradient. *J Therm Biol* 30: 247-254

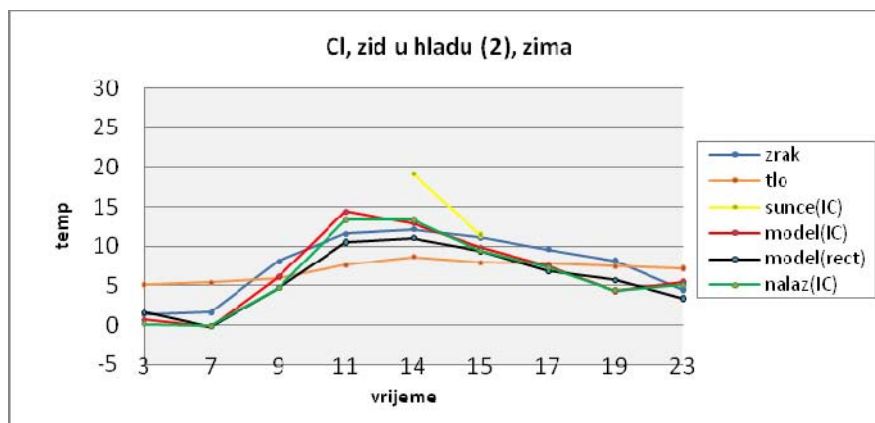
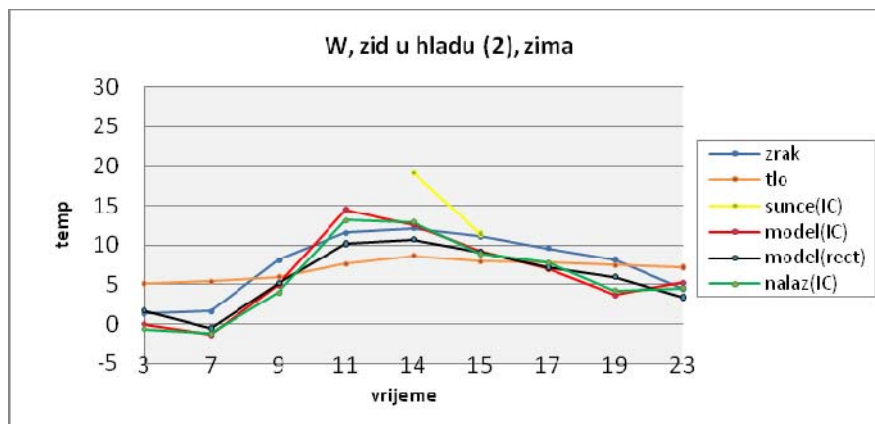
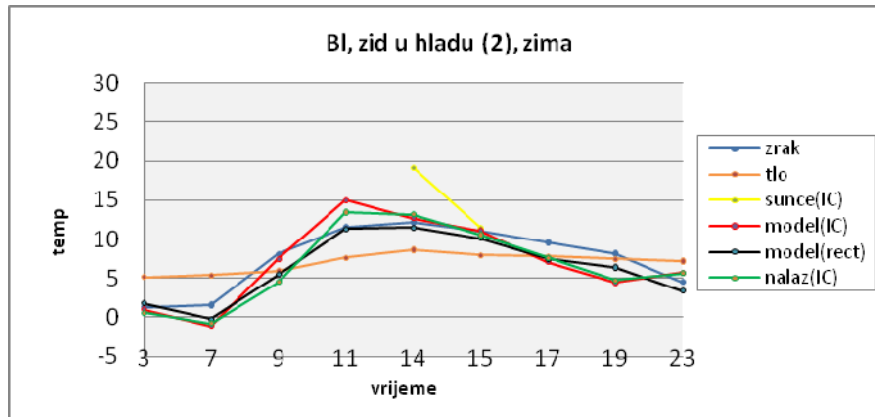
7 Dodaci

Dodatak 1

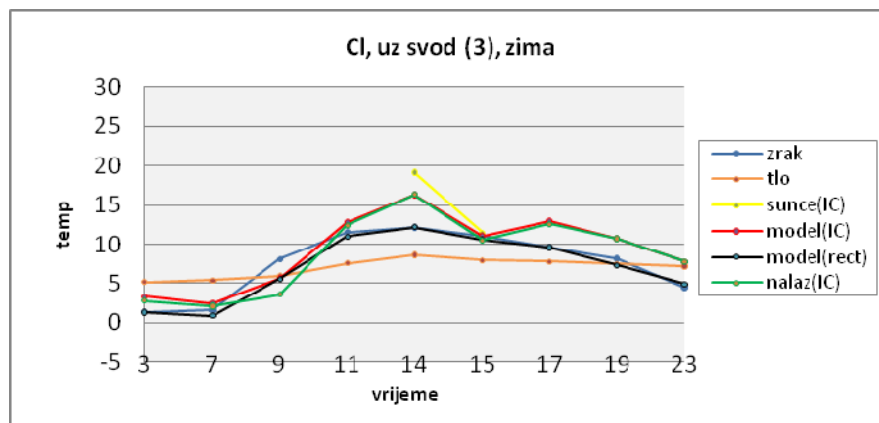
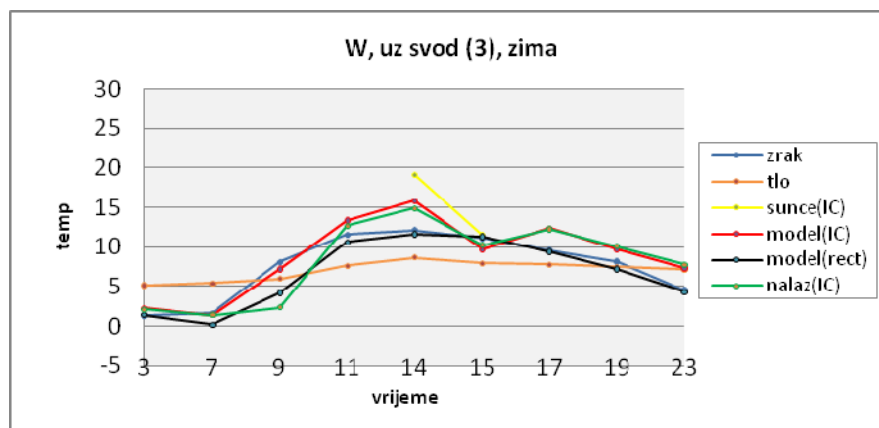
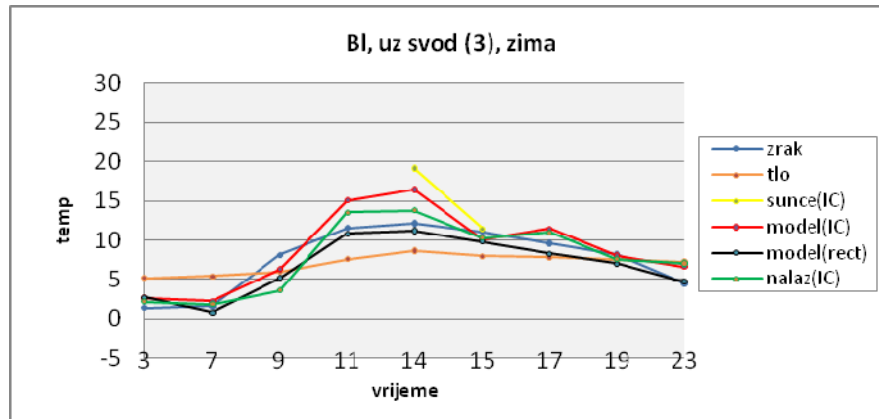
Grafički prikaz temperature zraka, tla, osunčane površine i modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim i živinim termometrom) te lokacije (podloge) modela, na mikrostaništima 1 - 8, za modele u tri boje (Bl – crni, W – bijeli i Cl – žuti model), tijekom jednog dana, u sezonama zima (1), proljeće (2) i ljeto(3).



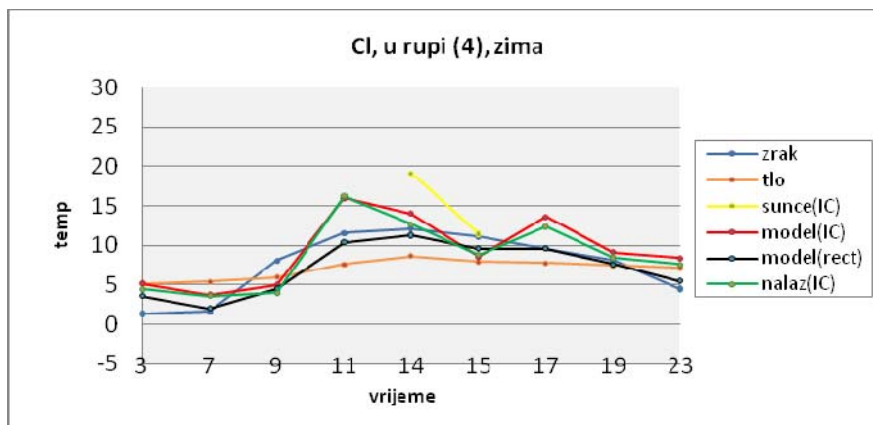
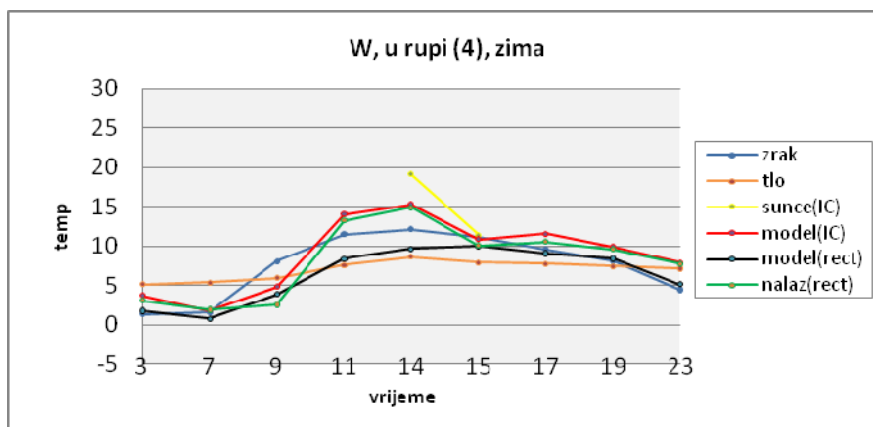
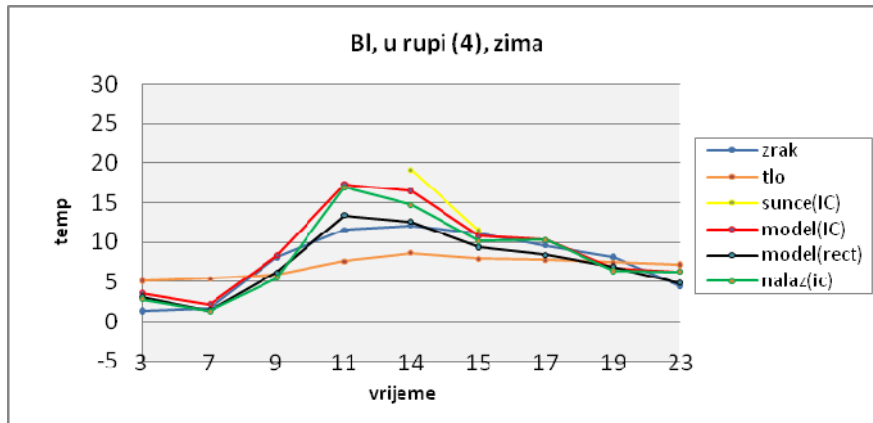
Slika 7-1 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostanjištu 1 (zid na suncu), za modele u tri boje (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni zima(1). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekt (transekt A i transekt B).



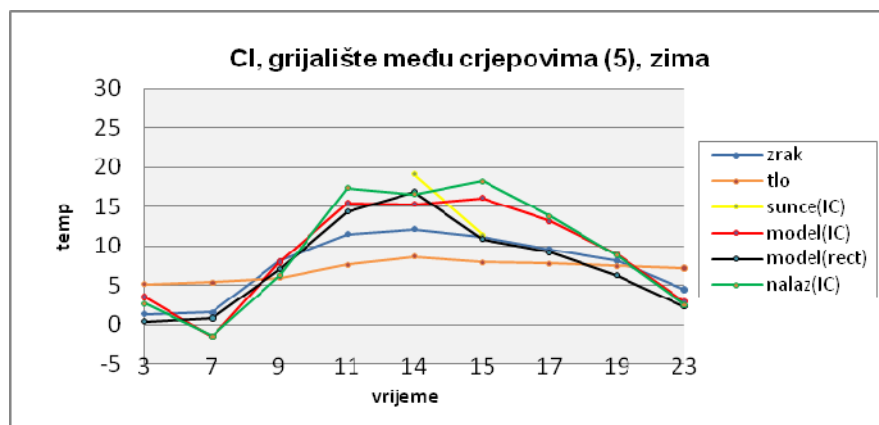
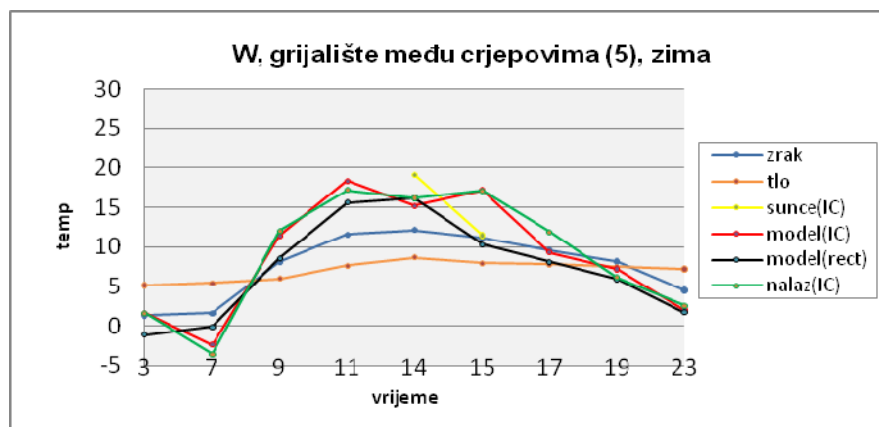
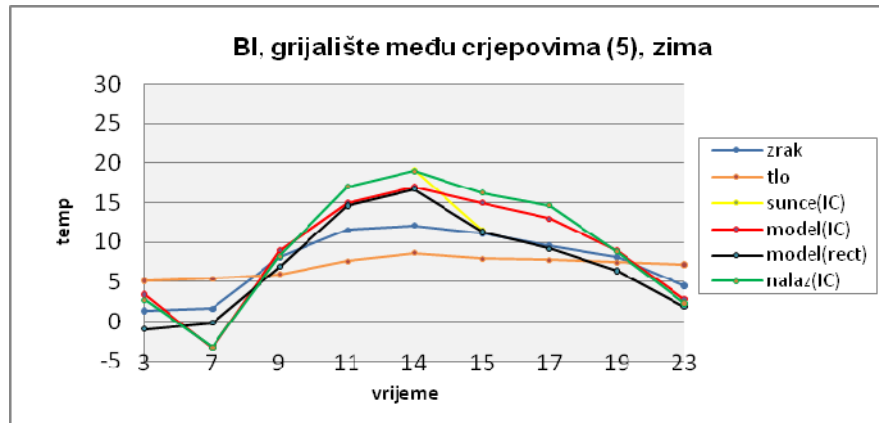
Slika 7-2 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostaništu 2 (zid u hladu), za modele u tri boje (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni zima(1). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekt (transekt A i transekt B).



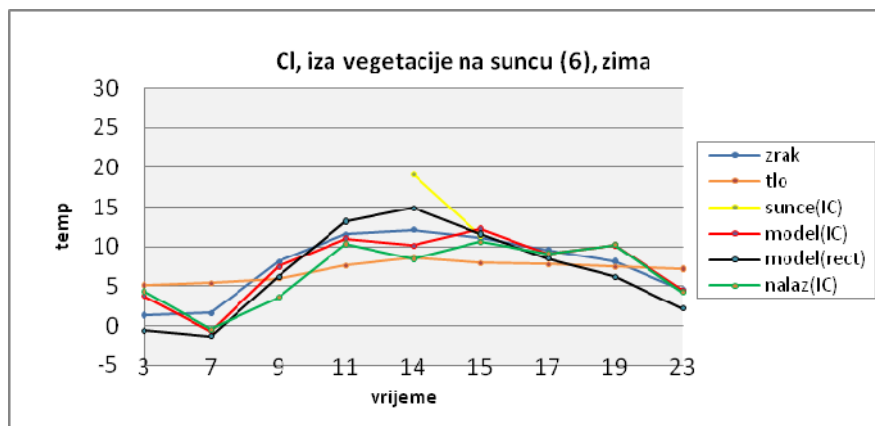
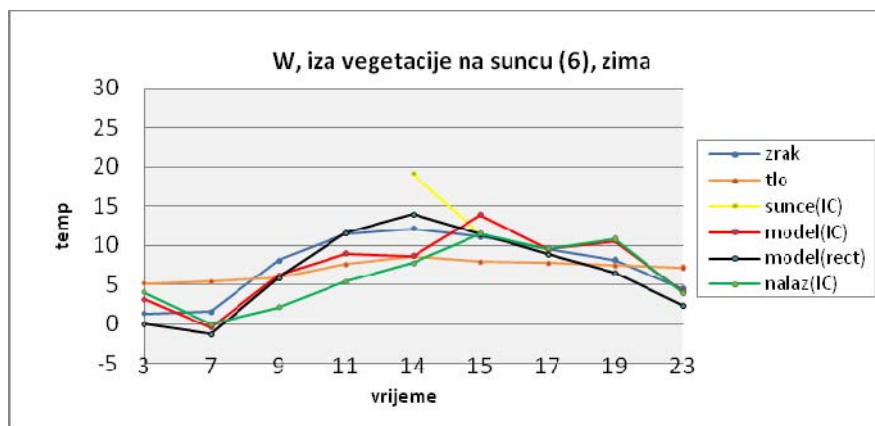
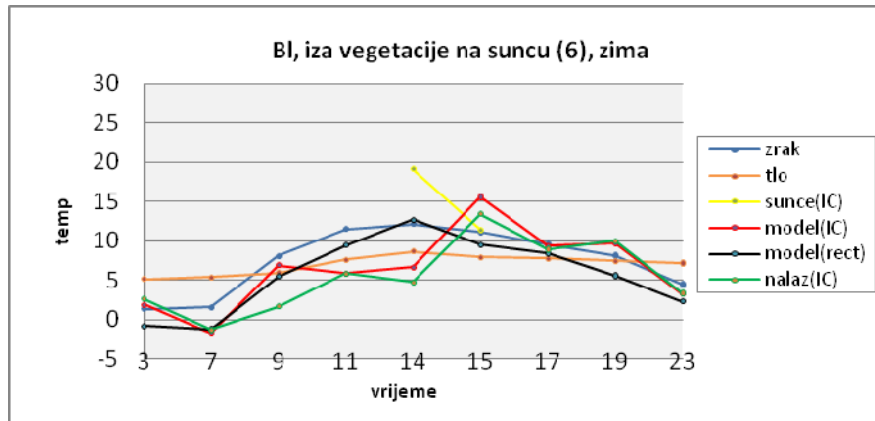
Slika 7-3 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostaništu 3 (uz svod), za modele u tri boje (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni zima(1). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekt (transekt A i transekt B).



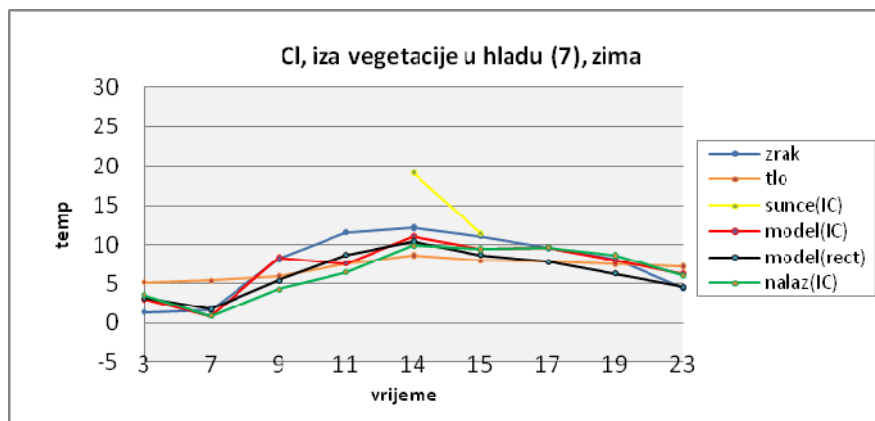
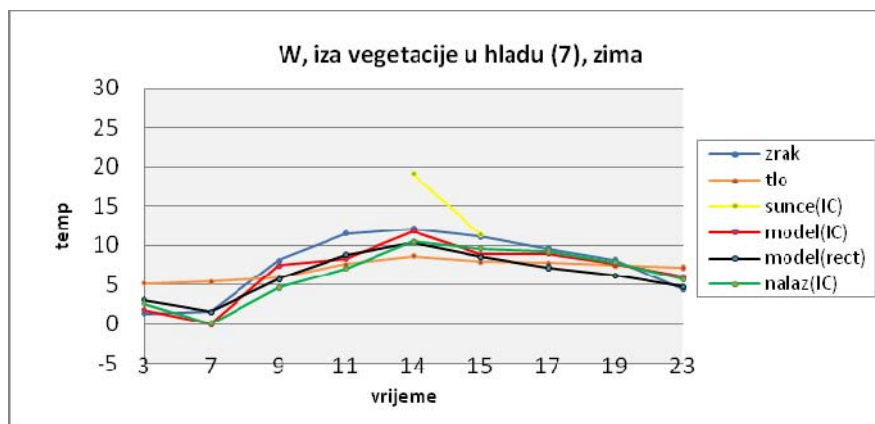
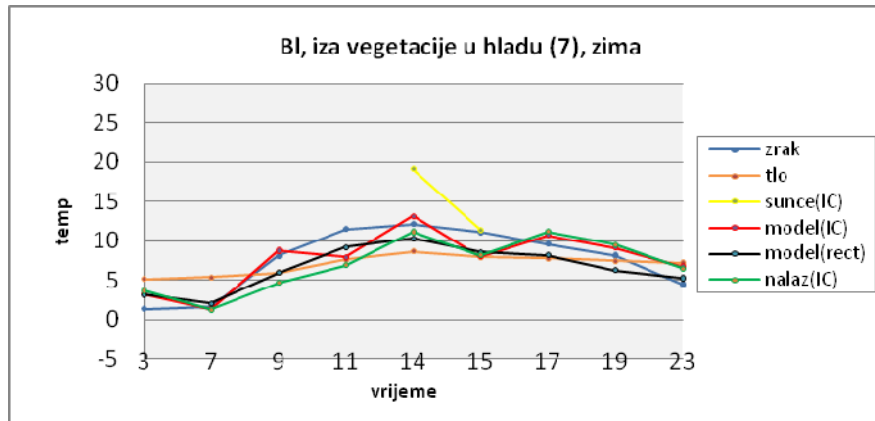
Slika 7-4 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostanjštu 4 (u rupi), za modele u tri boje (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni zima(1). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekt (transekt A i transekt B).



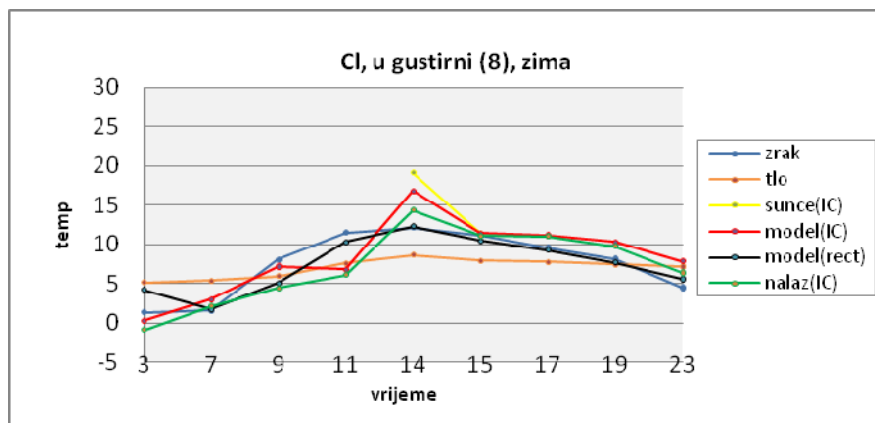
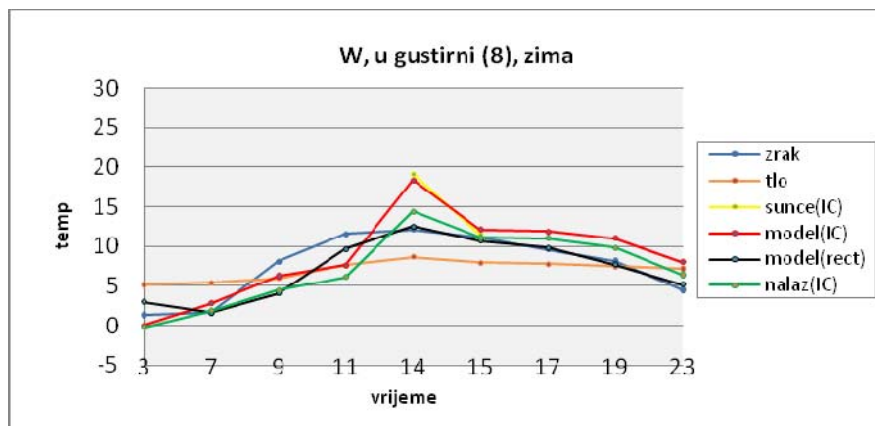
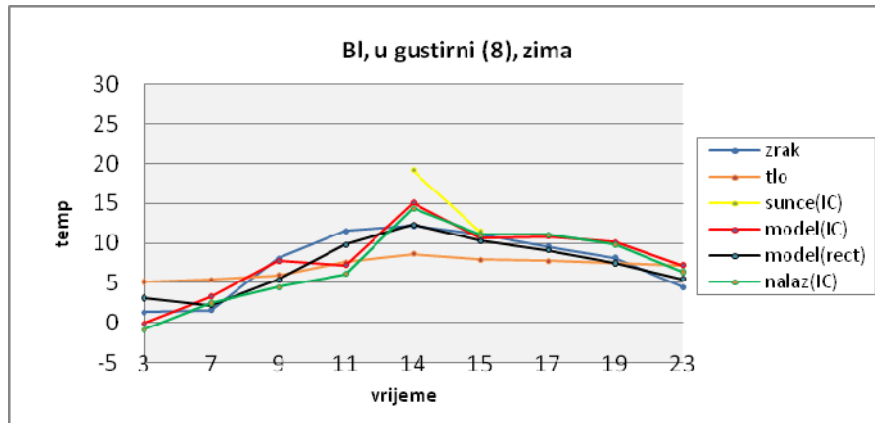
Slika 7-5 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostanjstu 5 (grijalište među crjepovima), za modele u tri boje (Bl – crni, W – bijeli i Cl – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni zima(1). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekta (transekt A i transekt B).



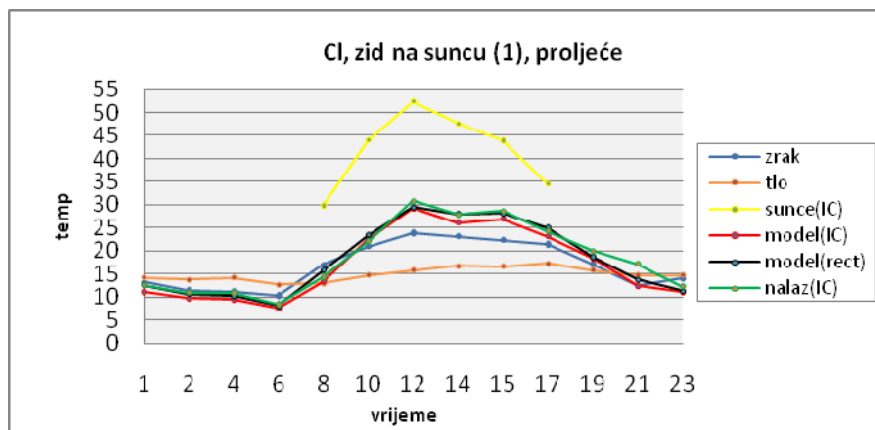
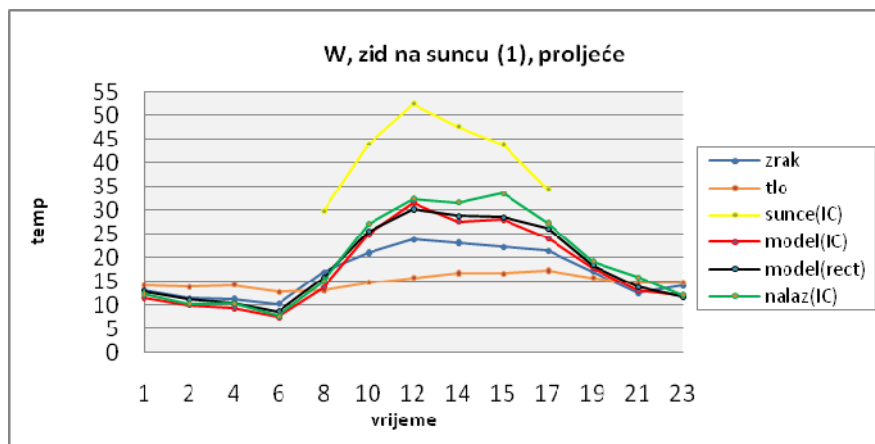
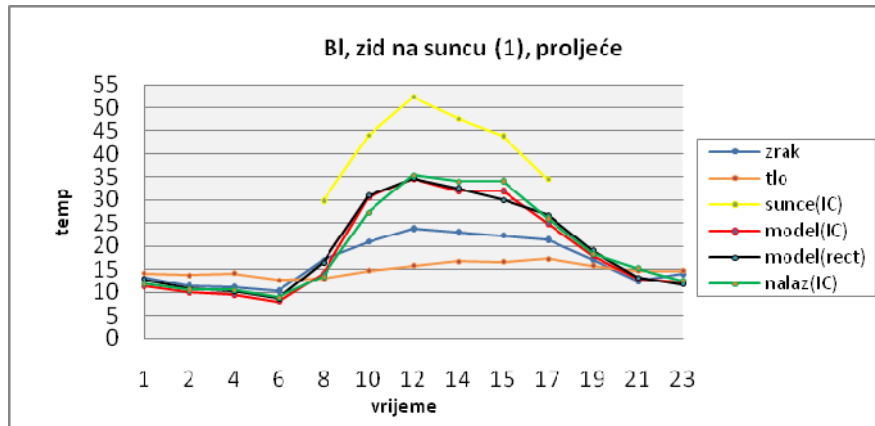
Slika 7-6 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostanjštu 6 (iza vegetacije na suncu), za modele u tri boje (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni zima(1). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekt (transekt A i transekt B).



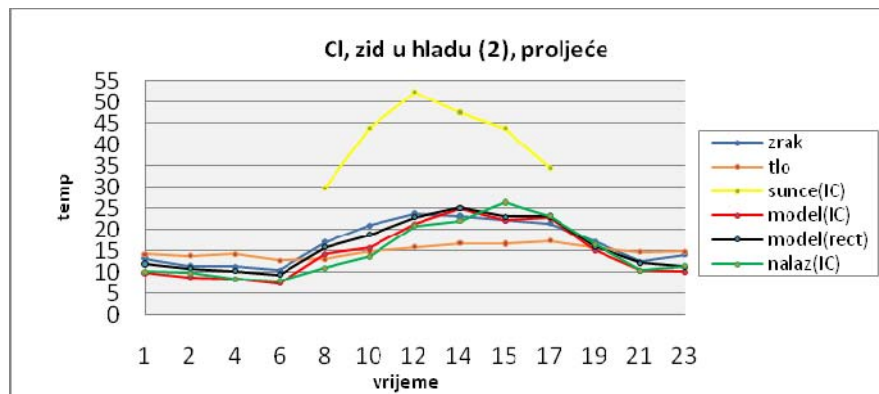
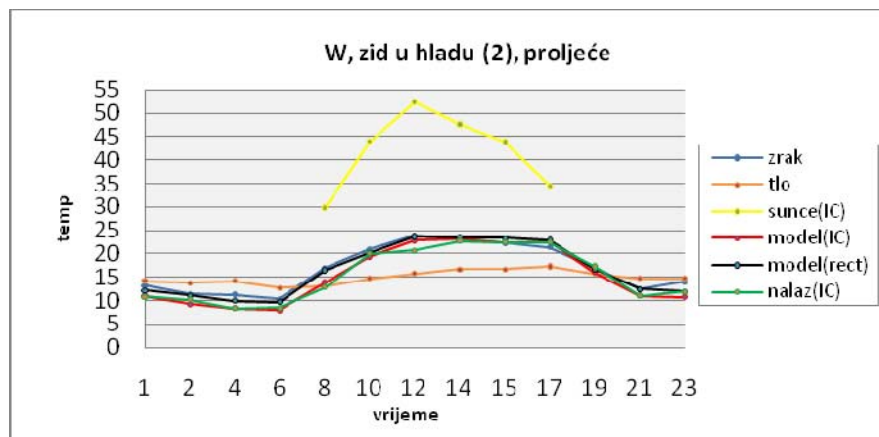
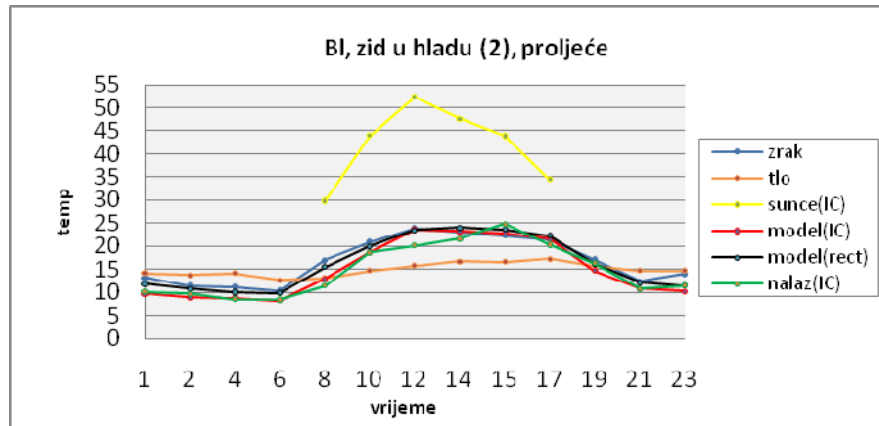
Slika 7-7 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostaništu 7 (iza vegetacije u hladu), za modele u tri boje (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni zima(1). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transeкта (transekt A i transekt B).



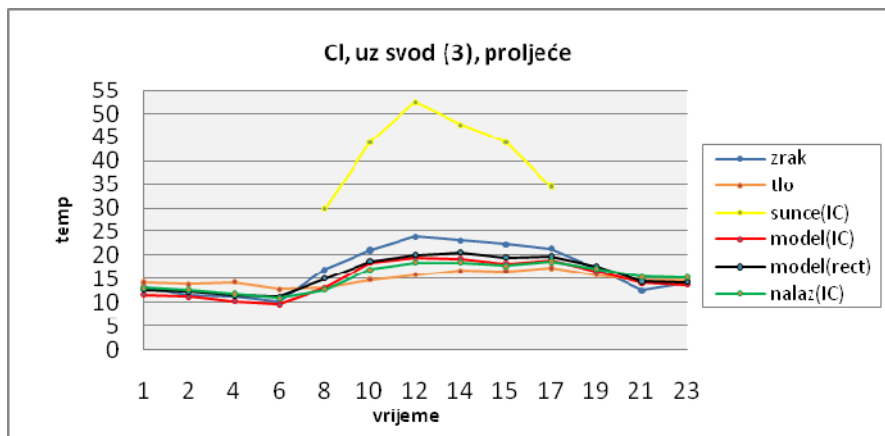
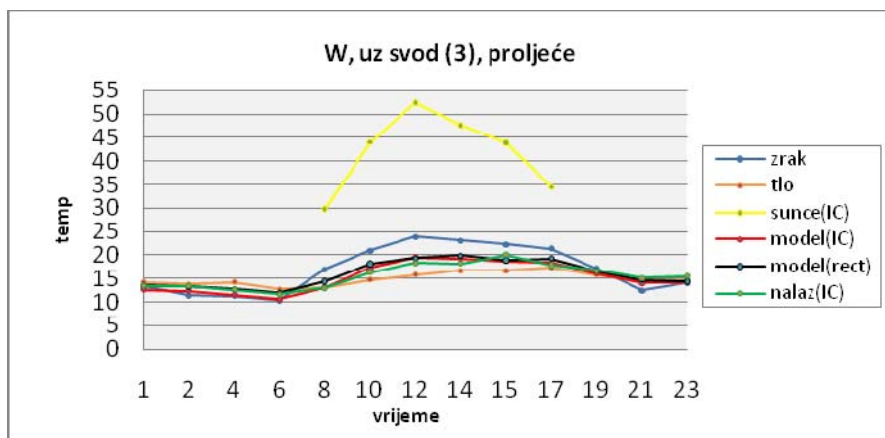
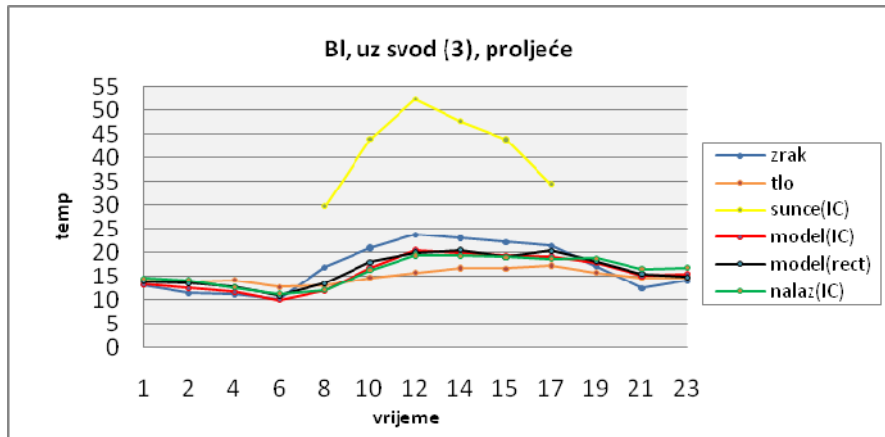
Slika 7-8 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostaništu 8 (u gustirni), za modele u tri boje (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni zima(1). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekt (transekt A i transekt B).



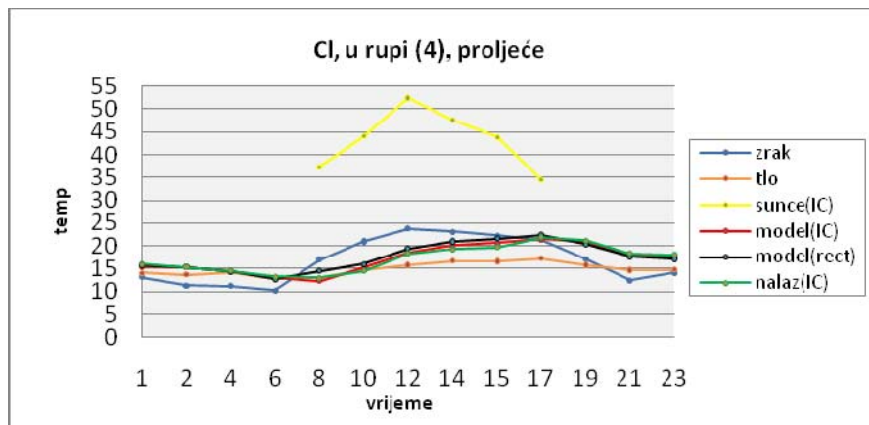
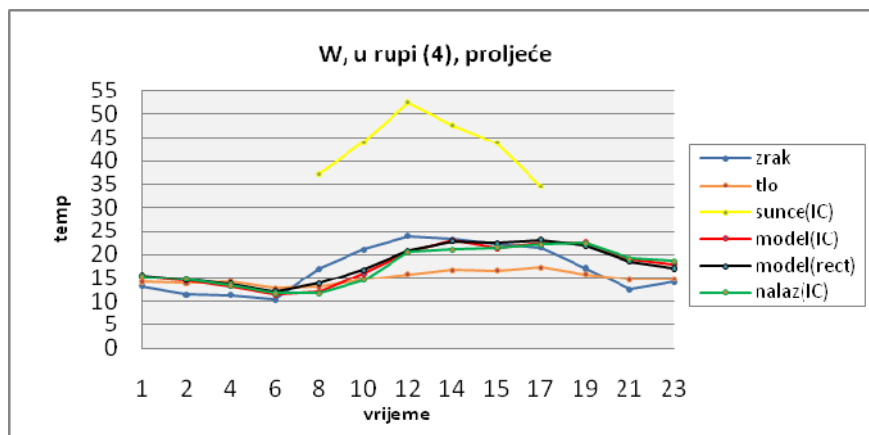
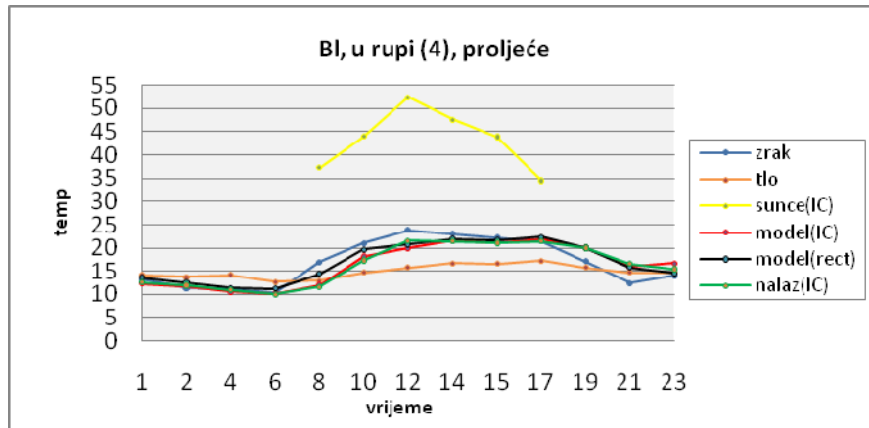
Slika 7-9 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostanjištu 1 (zid na suncu), za modele u tri boje (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni proljeće(2). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekt (transekt A i transekt B).



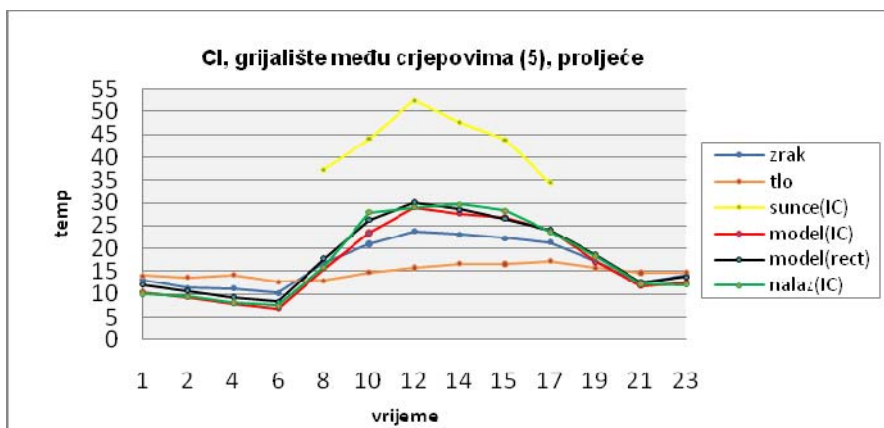
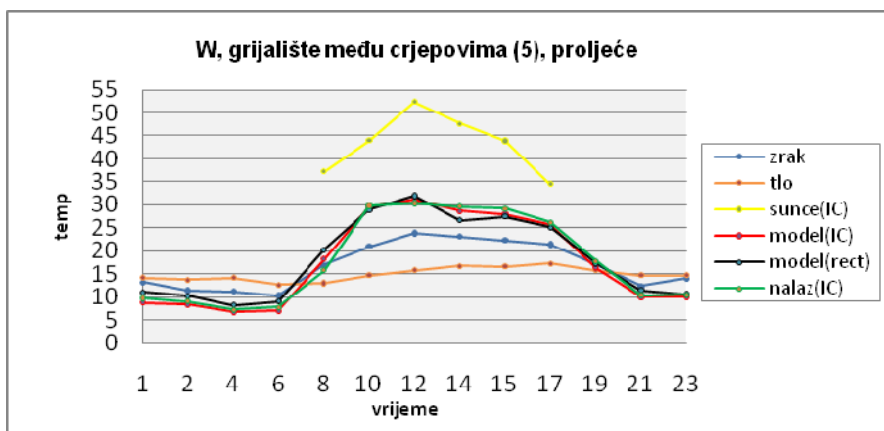
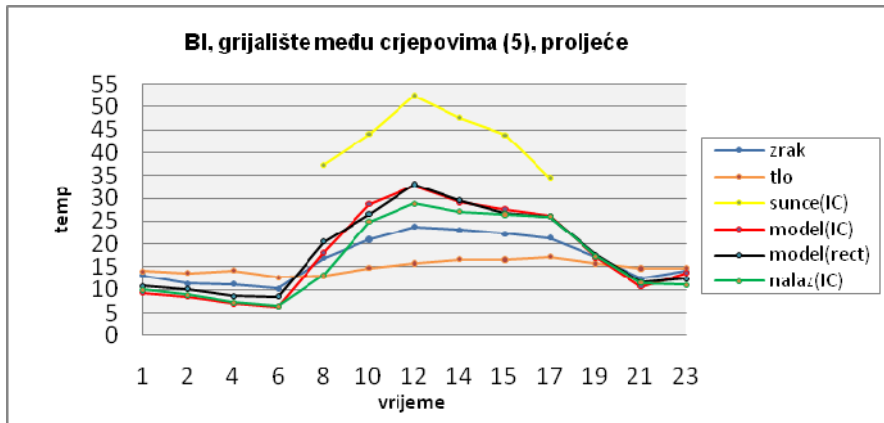
Slika 7-10 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostaništu 2 (zid u hladu), za modele u tri boje (Bl – crni, W – bijeli i Cl – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni proljeće(2). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transeкта (transekt A i transekt B).



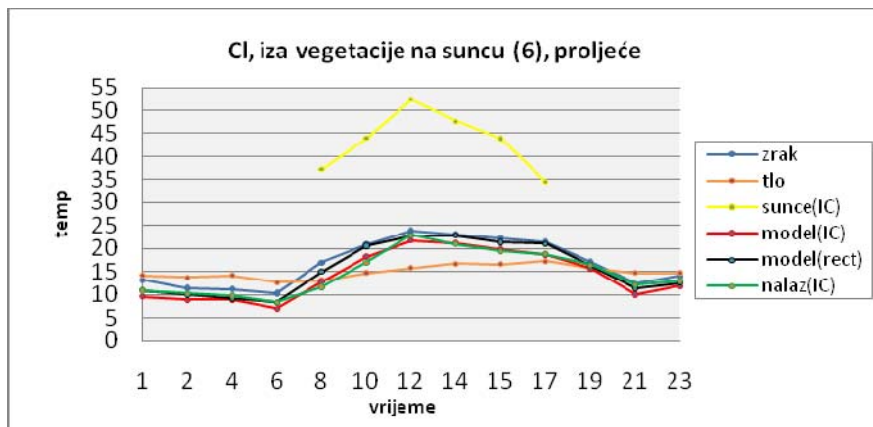
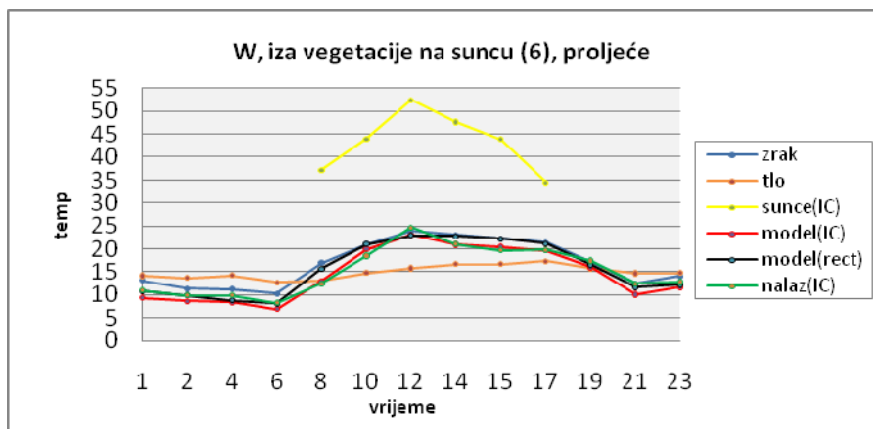
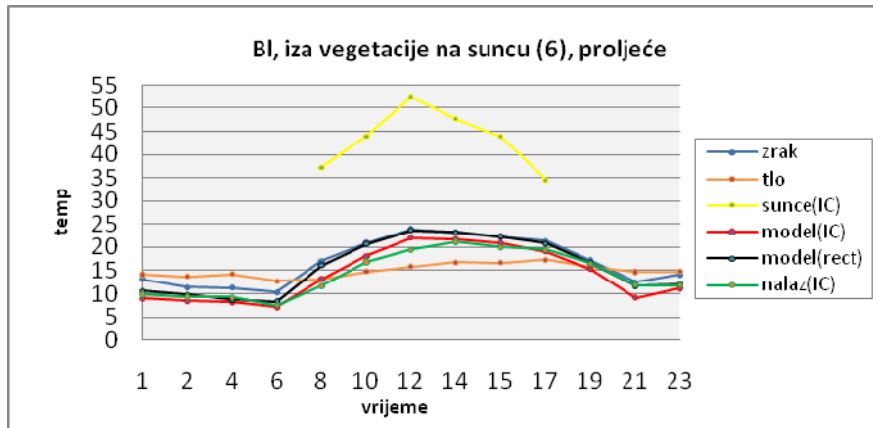
Slika 7-11 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostaništu 3 (uz svod), za modele u tri boje (Bl – crni, W – bijeli i Cl – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni proljeće(2). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekt (transekt A i transekt B).



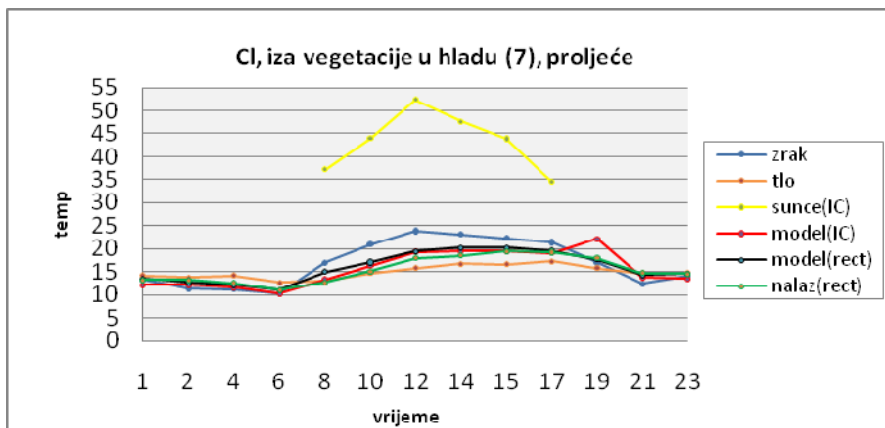
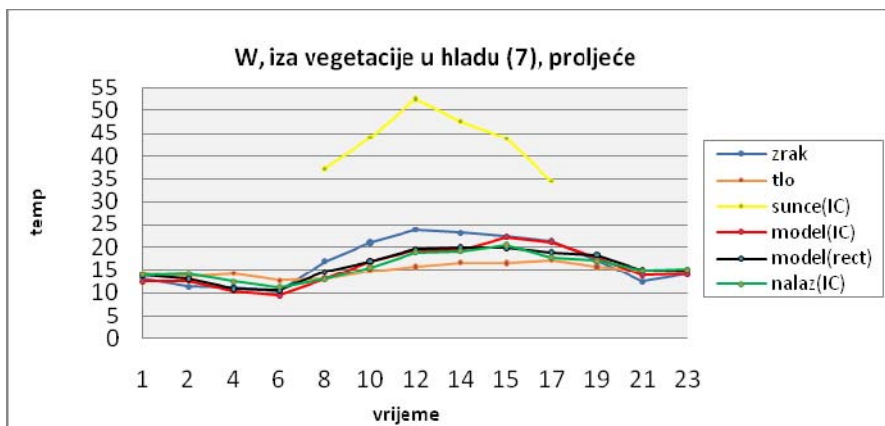
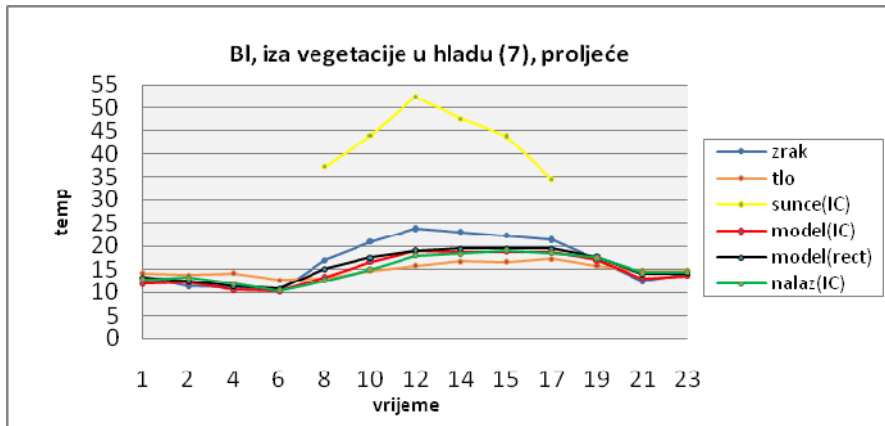
Slika 7-12 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostaništu 4 (u rupi), za modele u tri boje (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni proljeće(2). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekt (transekt A i transekt B).



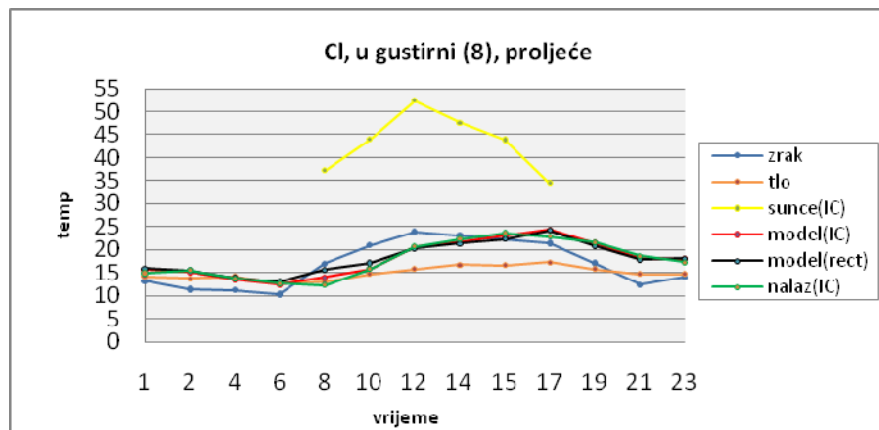
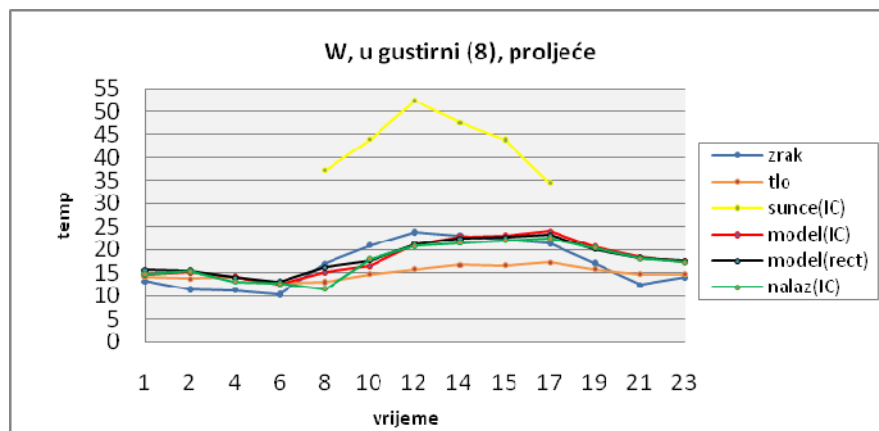
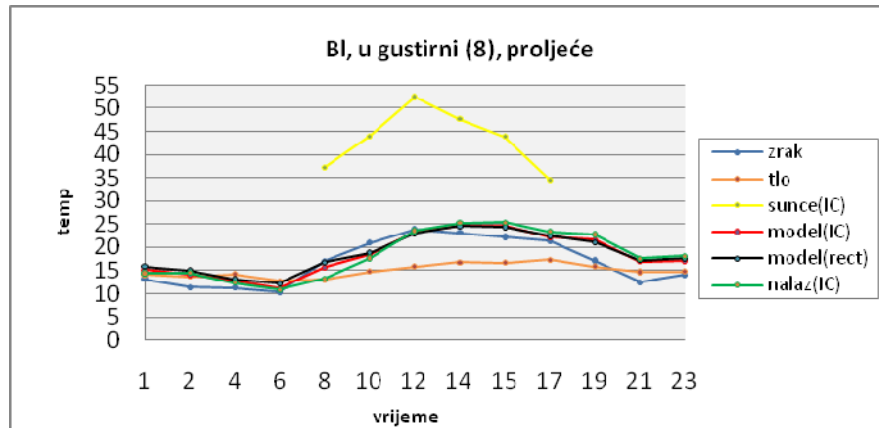
Slika 7-13 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostaništu 5 (grijalište među crjepovima), za modele u tri boje (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni proljeće(2). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekt (transekt A i transekt B).



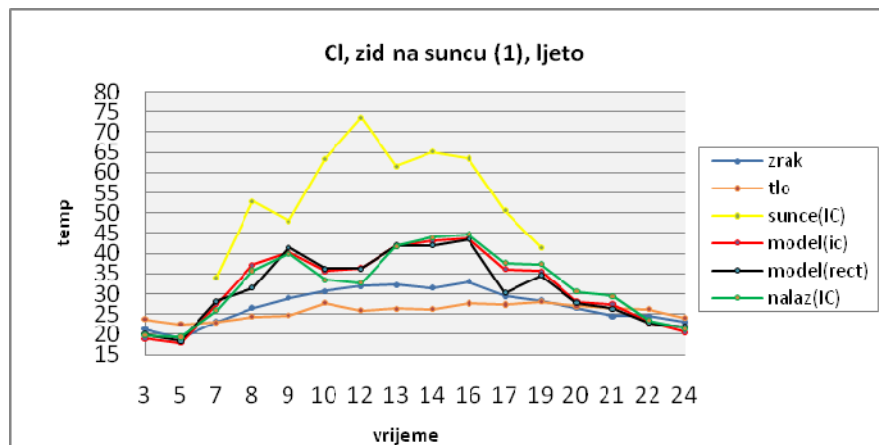
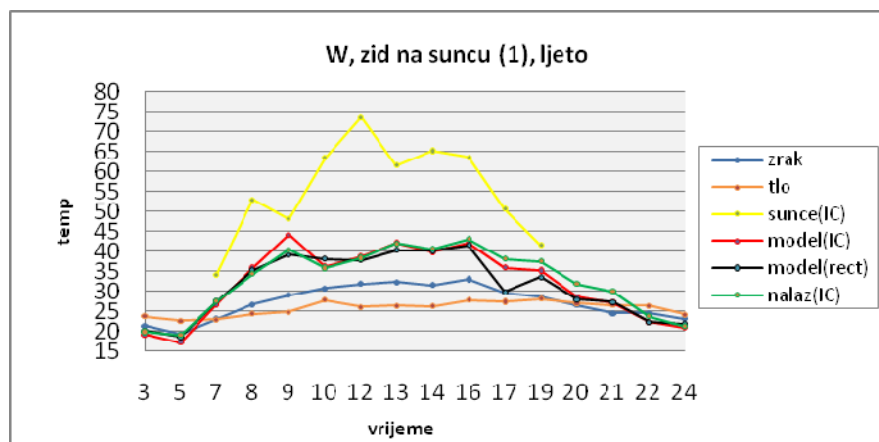
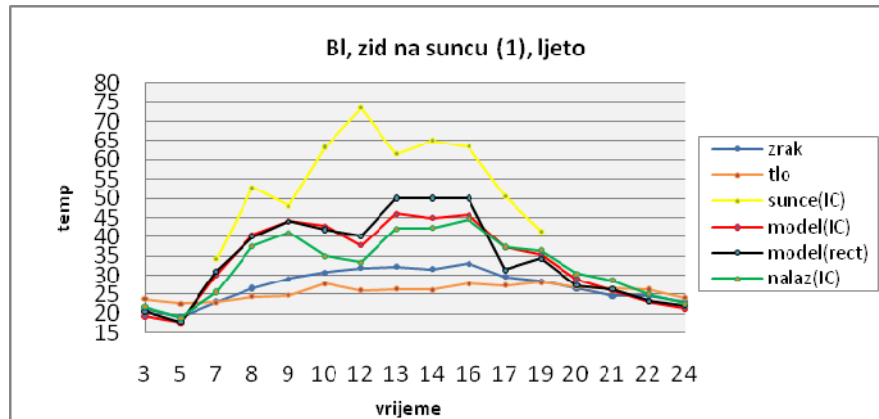
Slika 7-14 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostaništu 6 (iza vegetacije na suncu), za modele u tri boje (Bl – crni, W – bijeli i Cl – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni proljeće(2). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekt (transekt A i transekt B).



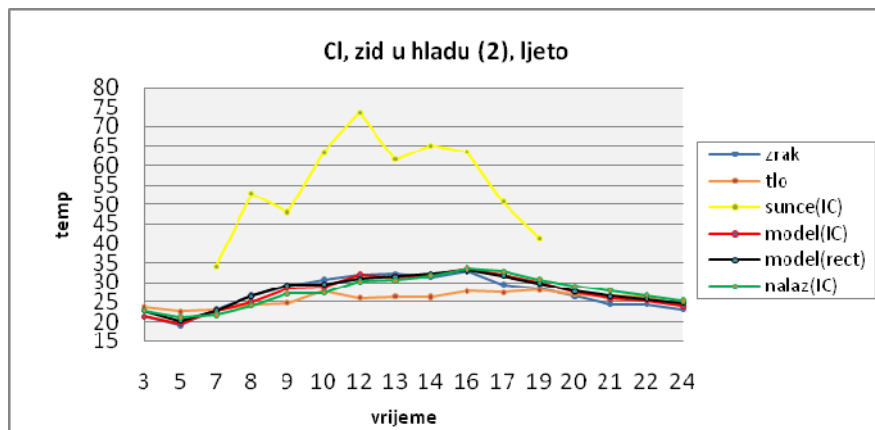
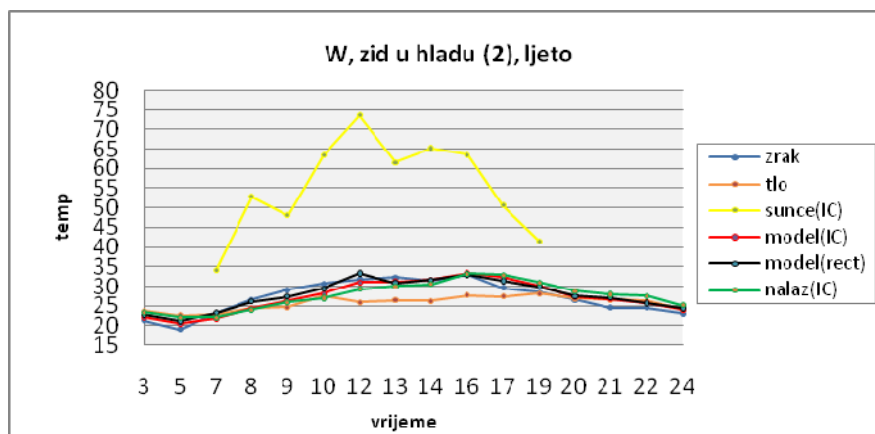
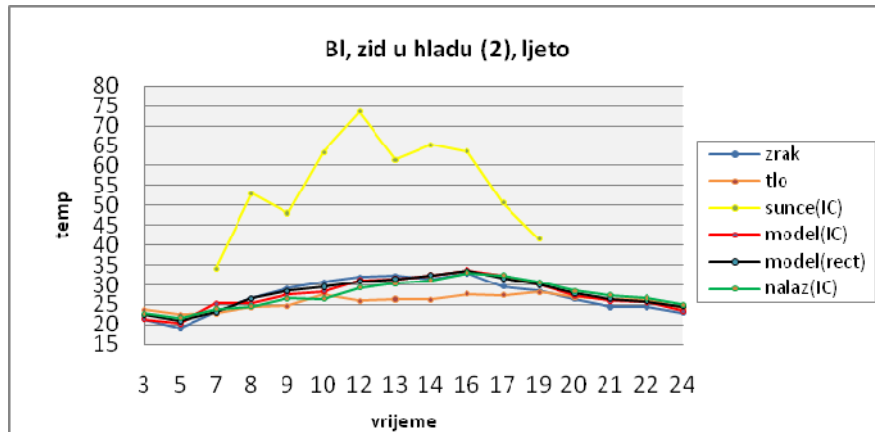
Slika 7-15 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostaništu 7 (iza vegetacije u hladu), za modele u tri boje (Bl – crni, W – bijeli i Cl – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni proljeće(2). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekt (transekt A i transekt B).



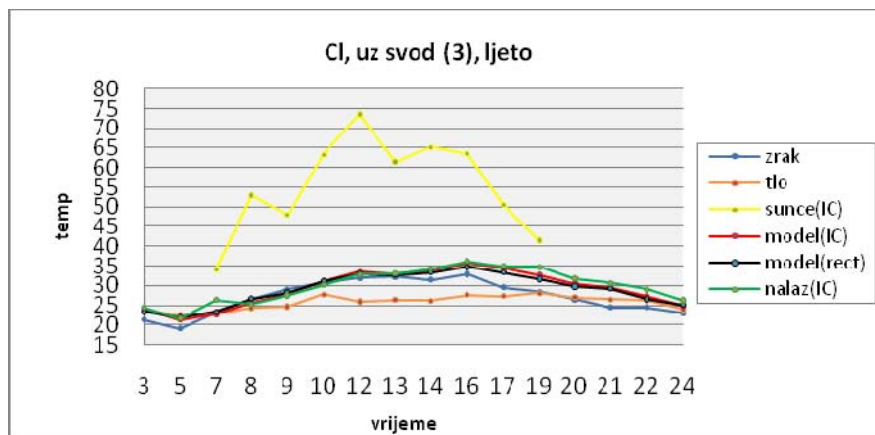
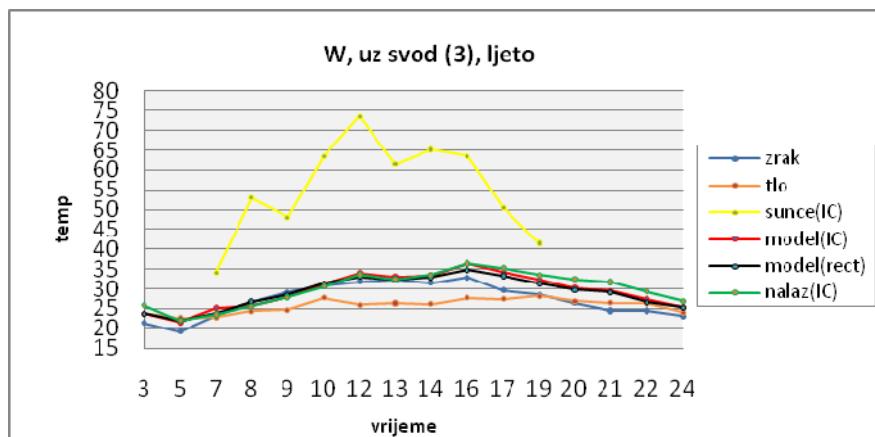
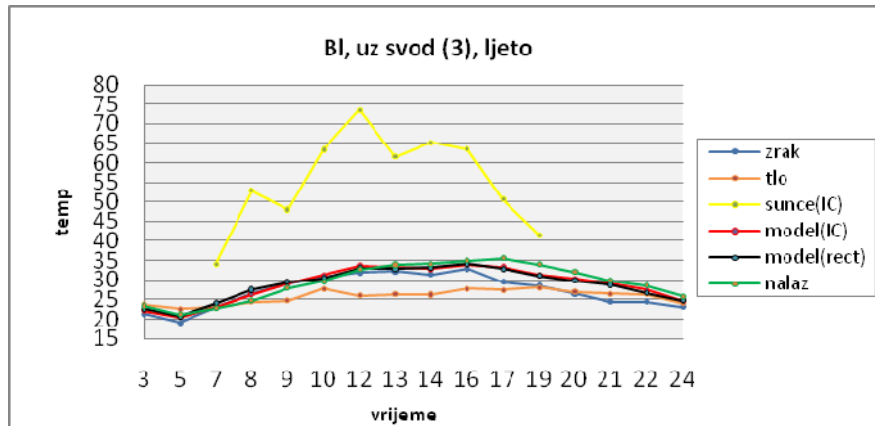
Slika 7-16 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostanjištu 8 (u gustirni), za modele u tri boje (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni proljeće(2). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transeкта (transekt A i transekt B).



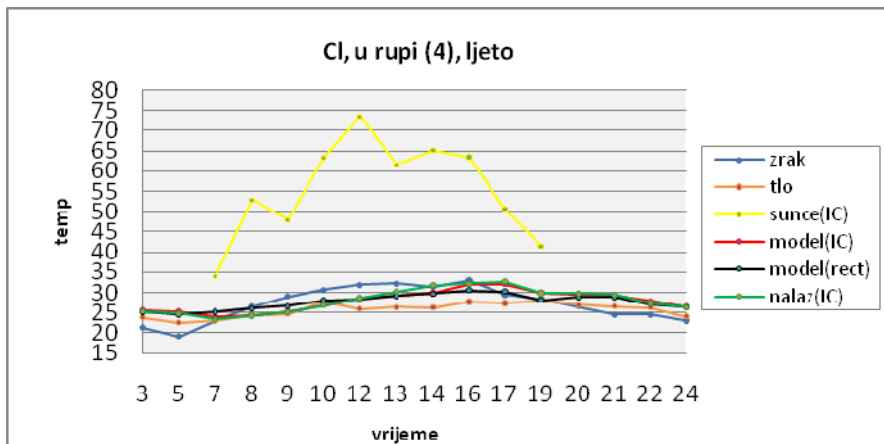
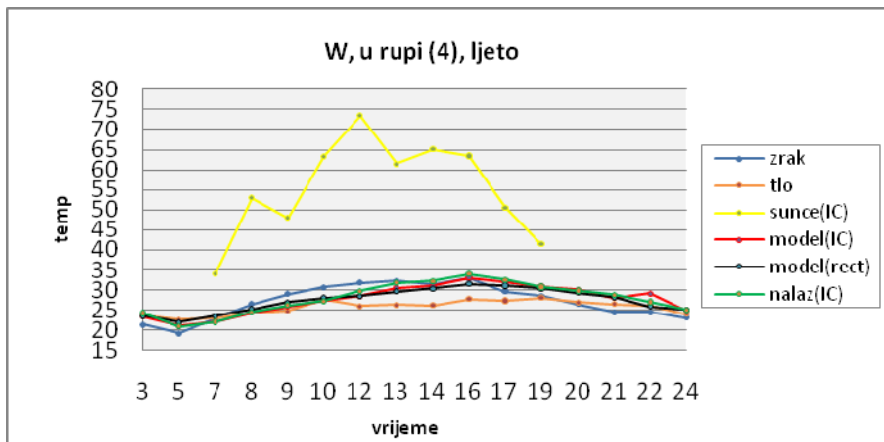
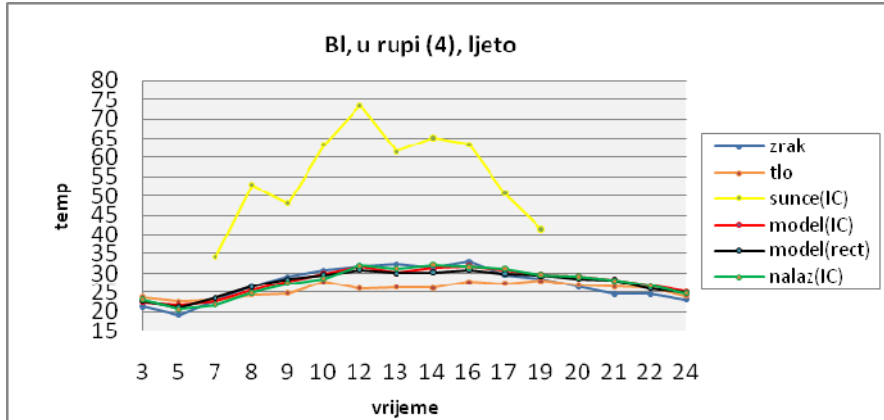
Slika 7-17 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostanjištu 1 (zid na suncu), za modele u tri boje (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni ljeto(3). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekt (transekt A i transekt B).



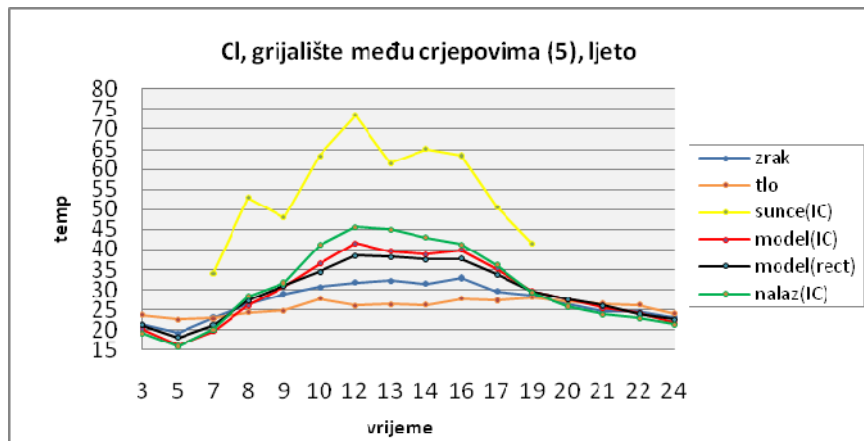
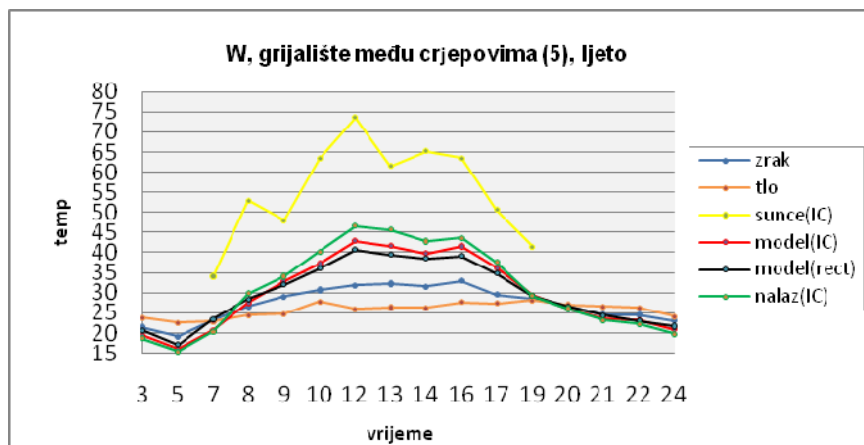
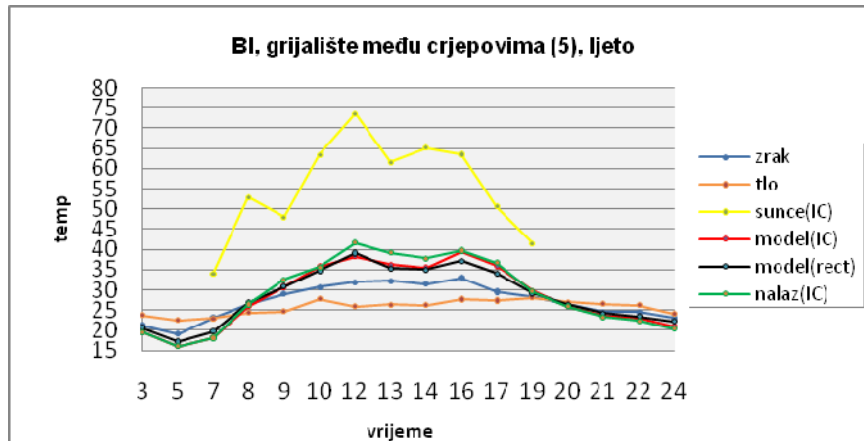
Slika 7-18 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostanjstvu 2 (zid u hladu), za modele u tri boje (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni ljeto(3). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekt (transekt A i transekt B).



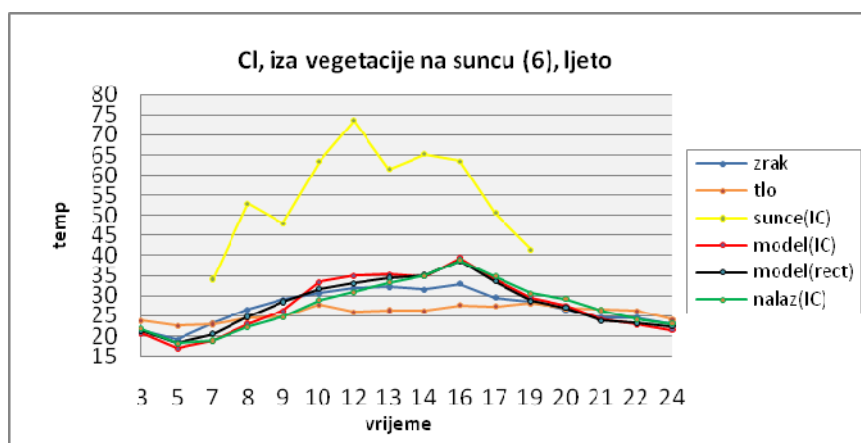
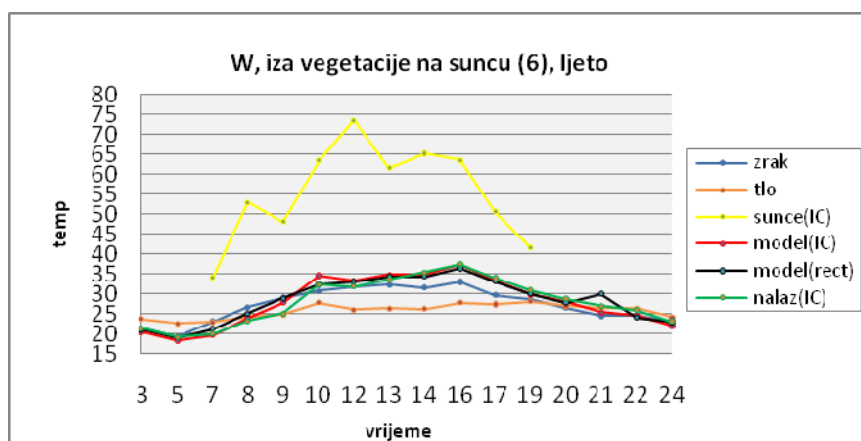
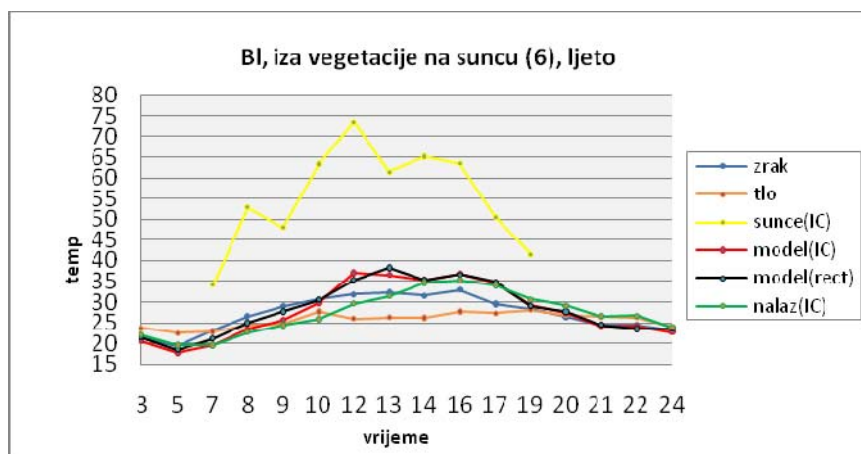
Slika 7-19 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostanju 3 (uz svod), za modele u tri boje (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni ljeto(3). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekt (transekt A i transekt B).



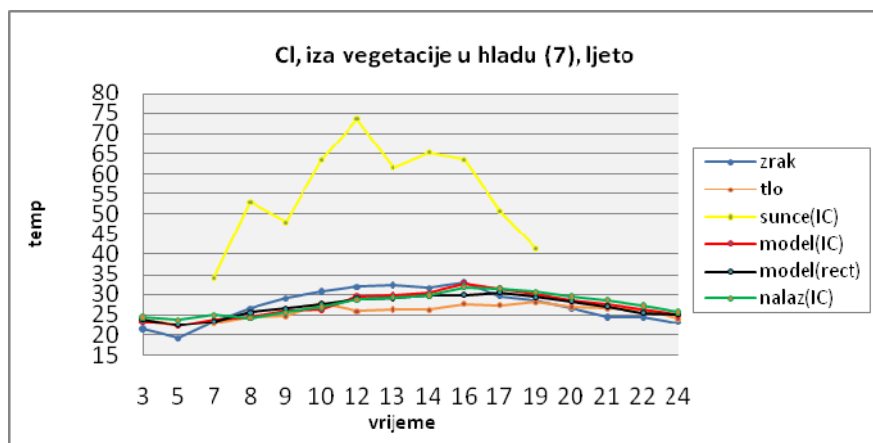
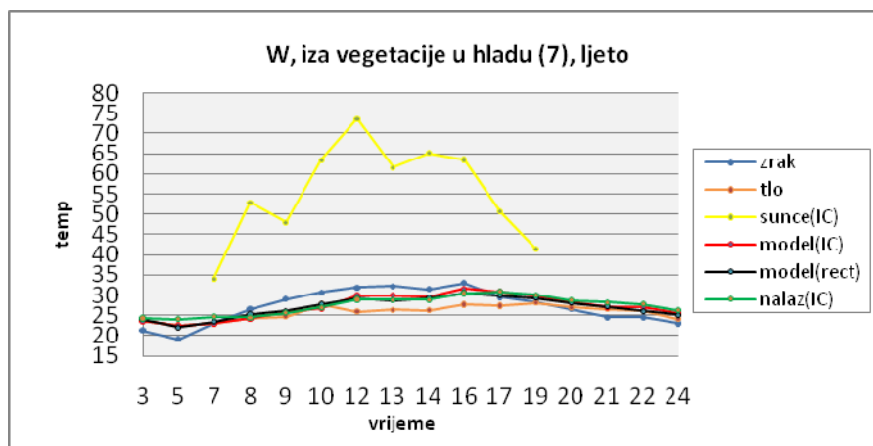
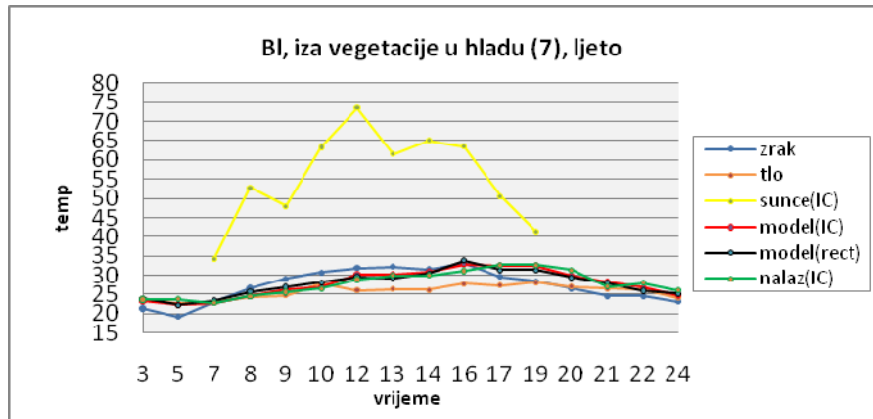
Slika 7-20 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostaništu 4 (u rupi), za modele u tri boje (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni ljeto(3). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekt (transekt A i transekt B).



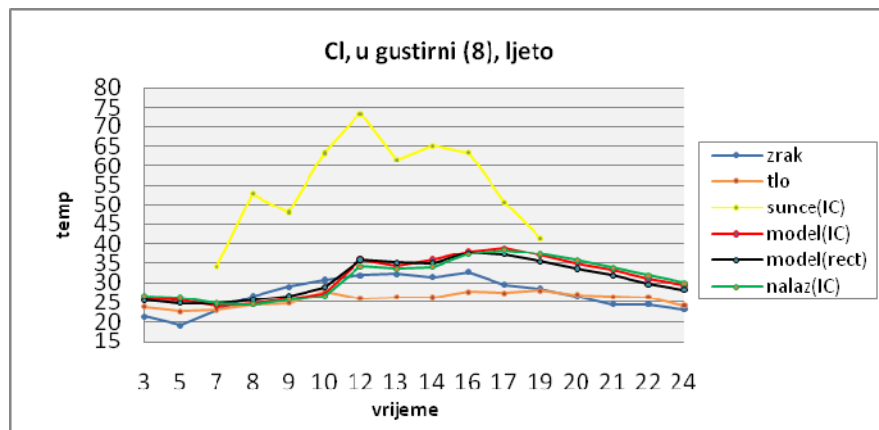
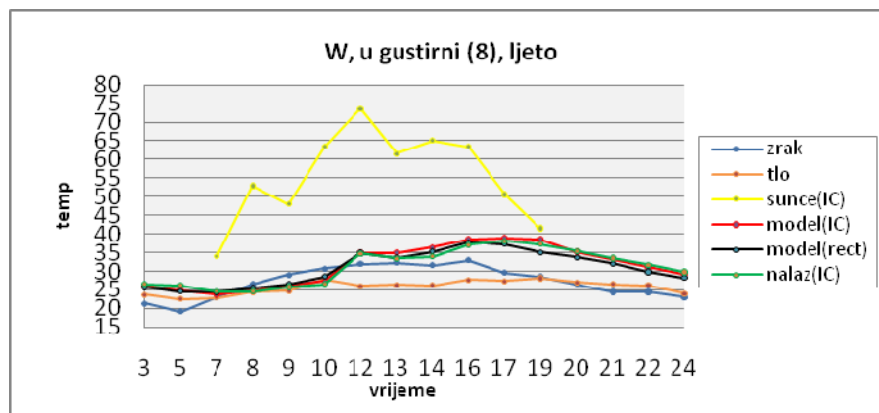
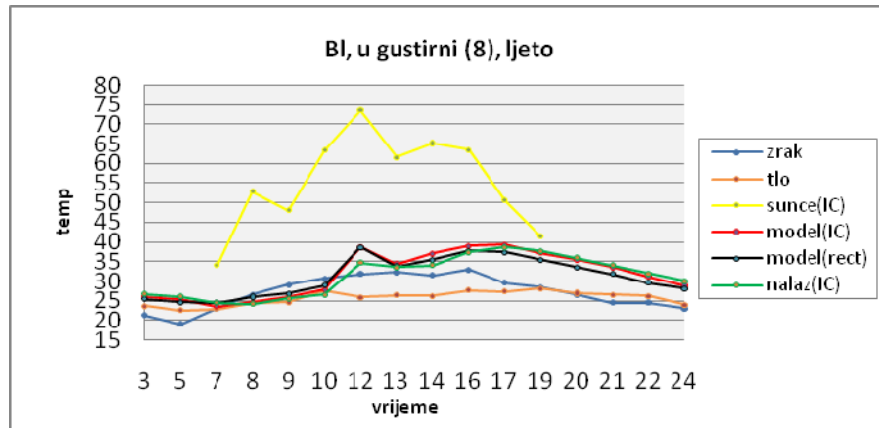
Slika 7-21 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostanistu 5 (grijalište među crjepovima), za modele u tri boje (Bl – crni, W – bijeli i Cl – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni ljeto(3). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekta (transekt A i transekt B).



Slika 7-22 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostaništu 6 (iza vegetacije na suncu), za modele u tri boje (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni ljeto(3). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekt (transekt A i transekt B).



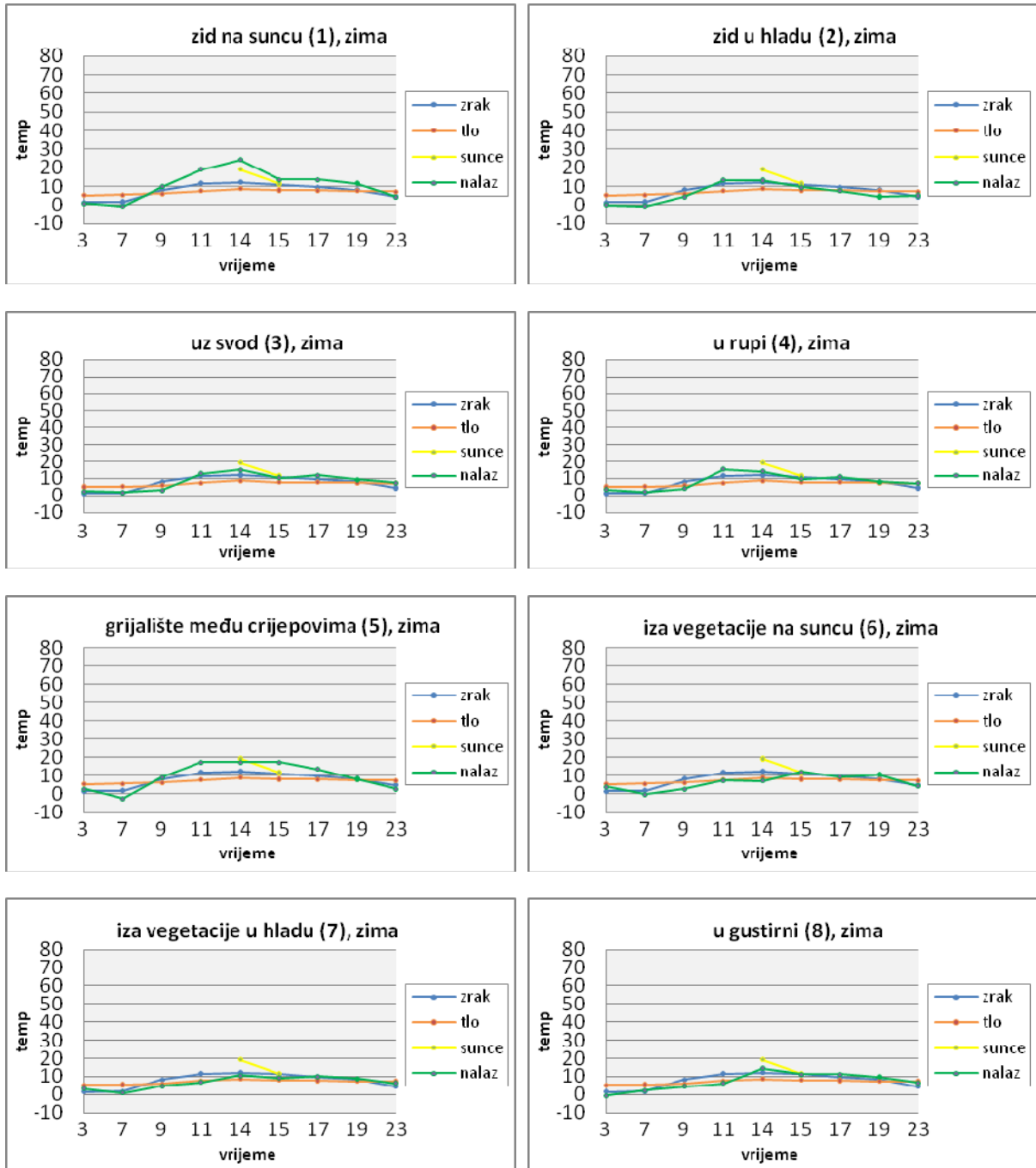
Slika 7-23 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostaništu 7 (iza vegetacije u hladu), za modele u tri boje (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni ljeto(3). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekt (transekt A i transekt B).



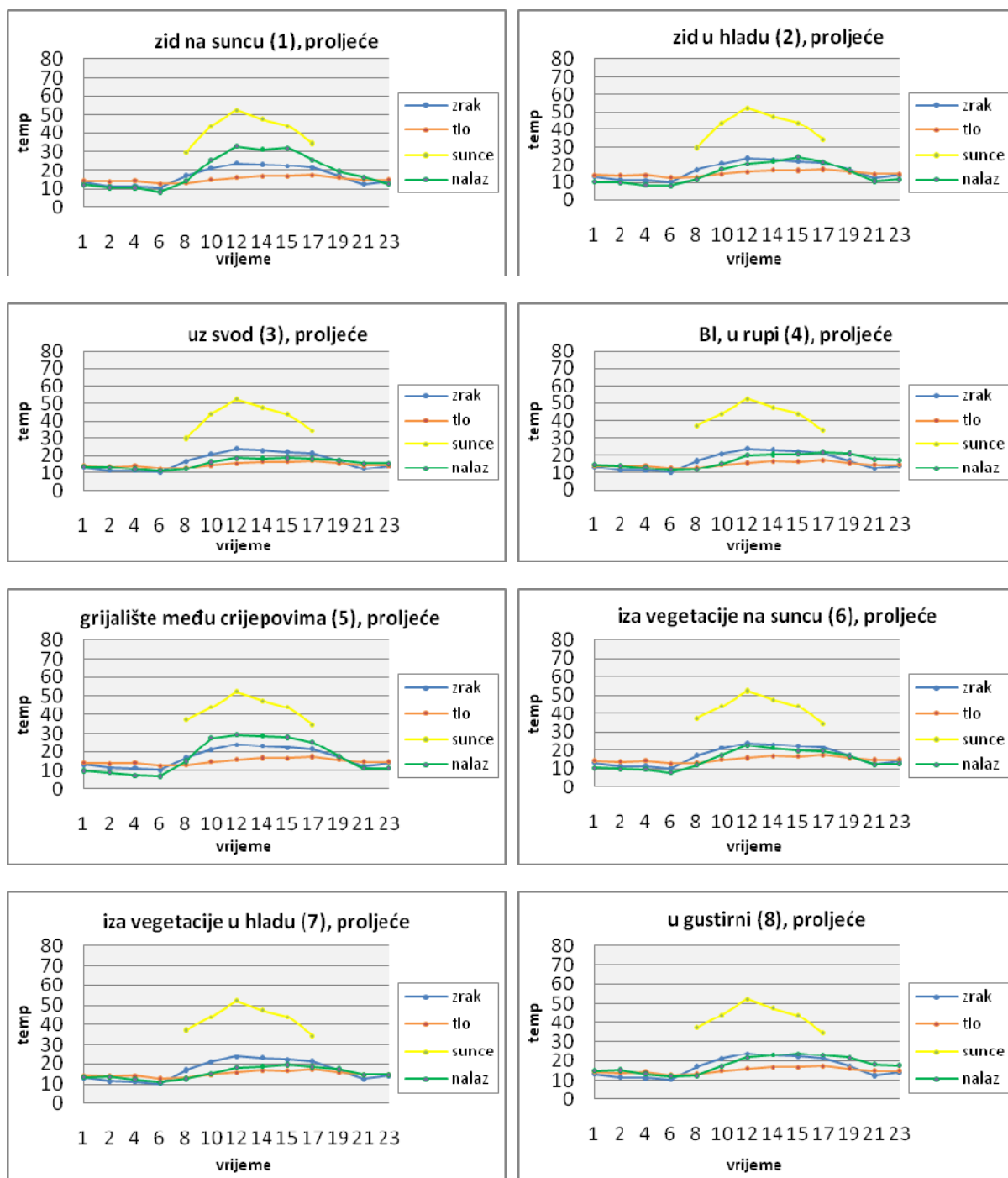
Slika 7-24 Prikaz temperature zraka (zrak), tla (tlo), osunčane površine (sunce), modela (mjerene dvama metodama, infracrvenim (model IC) i živinim (model rect) termometrom) te podloge modela (nalaz) u °C, na mikrostaništu 8 (u gustirni), za modele u tri boje (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti model), tijekom jednog dana (0-24h), u sezoni ljeto(3). Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti mjerenja na oba transekt (transekt A i transekt B).

Dodatak 2

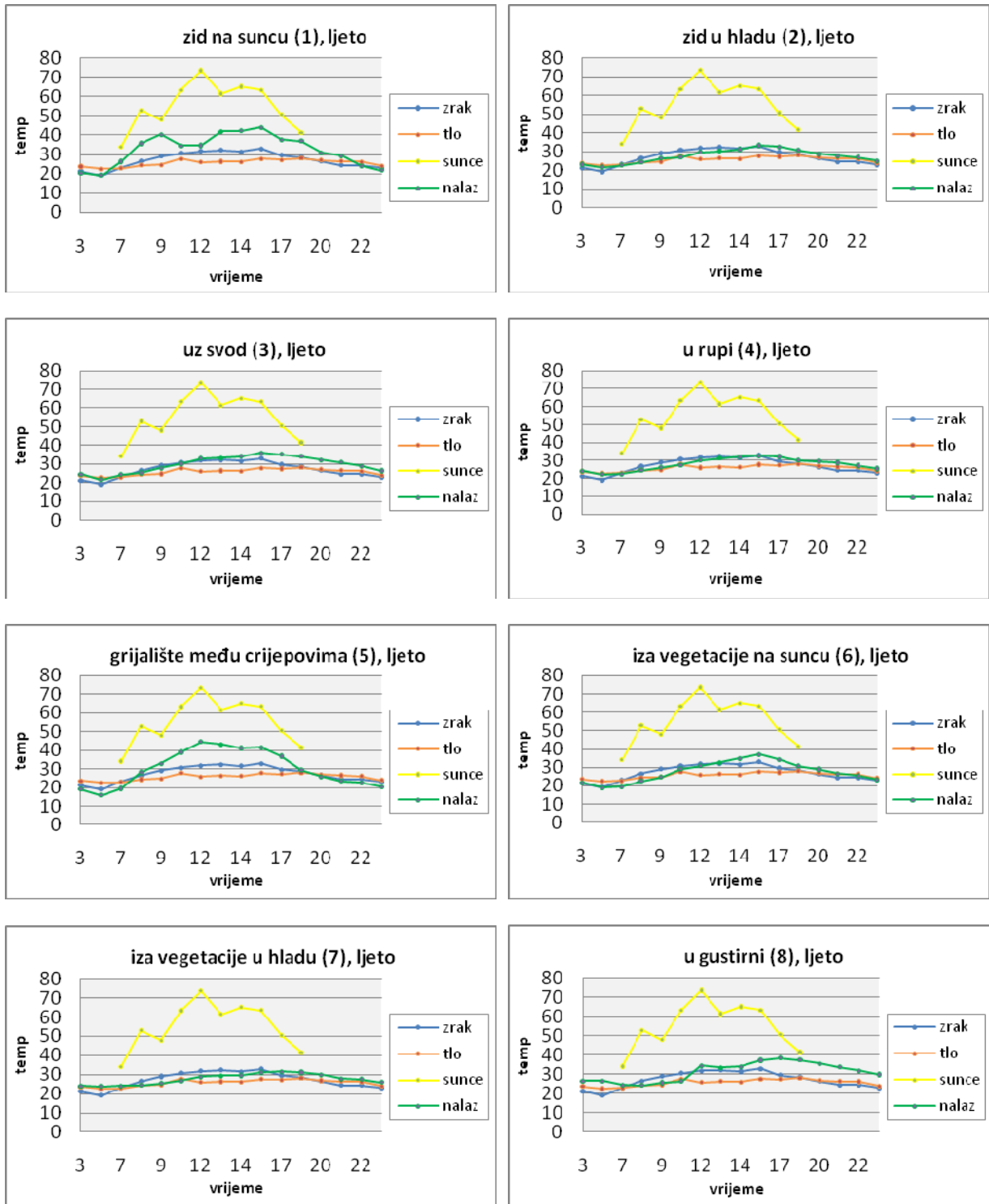
Grafički prikaz temperatura zraka, tla, osunčane površine i podloge modela (prikazanih kao srednje vrijednosti temperature podloge sva tri modela – crnog (Bl), bijelog (W) te žutog (Cl)), na mikrostanjštu 1-8, tijekom jednog dana, u sezonama zima (1), proljeće (2) i ljeto (3).



Slika 7-25 Prikaz temperature zraka, tla, osunčane površine i podloge modela (prikazanih kao srednje vrijednosti temperature podloge sva tri modela – crnog (Bl), bijelog (W), te žutog (Cl)), u °C, mjerene IC termometrom, na mikrostanjštu 1-8, tijekom jednog dana, u sezoni zima (1).



Slika 7-26 Prikaz temperature zraka, tla, osunčane površine i podloge modela (prikazanih kao srednje vrijednosti temperature podloge sva tri modela – crnog (BI), bijelog (W), te žutog (CI)), u °C, mjerene IC termometrom, na mikrostaništu 1-8, tijekom jednog dana, u sezoni proljeće (2).



Slika 7-27 Prikaz temperature zraka, tla, osunčane površine i podloge modela (prikazanih kao srednje vrijednosti temperature podloge sva tri modela – crnog (BI), bijelog (W), te žutog (CI)), u °C, mjerene IC termometrom, na mikrostaništu 1-8, tijekom jednog dana, u sezoni ljeta (3).

Popis slika

Slika 1-1 Zidni macaklin (*Tarentola mauritanica*) (Foto:D. Lisičić).

Slika 1-2 Karta rasprostranjenosti vrste *Tarentola mauritanica* u Hrvatskoj (preuzeto iz Lončar 2005).

Slika 1-3 Hipotetska aktivnost ektotermnog organizma kao funkcija tjelesne temperature (preuzeto iz Huey 1982, Huey i Stevenson 1979).

Slika 1-4 Karta otoka srednjodalmatinskih Hvara i Visa. Plavom oznakom su označeni dijelovi detaljnije prikazani na slijedećoj slici (preuzeto iz Googleearth.com).

Slika 1-5 Karta starogradskog polja na otoku Hvaru. Plavom bojom je zaokruženo područje istraživanja (preuzeto iz Googleearth.com).

Slika 1-6 Starogradsko polje (Foto: D. Lisičić).

Slika 1-7 Tipično stanište vrste *T. mauritanica* u starogradskom polju, antropogenog karaktera (Foto: D. Lisičić).

Slika 1-8 Poljska vrata, način gradnje karakterističan za starogradsko polje. Često mjesto nalazišta vrste *T. mauritanica*, stanište antropogenog karaktera (Foto: D. Lisičić).

Slika 2-1 Fizički modeli macaklina (žuti, bijeli i crni) (Foto: S. Drakulić).

Slika 2-2 Modeli na mikrostaništu 2 (zid u hladu) (Foto: S. Drakulić).

Slika 2-3 Terenski rad (Foto: S. Drakulić).

Slika 3-1 do 3-3. Analiza povezanosti (korelacija) temperature tla, zraka i podloge na koju su postavljeni fizički modeli macaklina s temperaturom samih modela, u °C, mjerene digitalnim termometrom (zrak i tlo) te infracrvenim termometrom (model i podloga). Na x osi prikazane su temperature modela, na y osi temperature tla (**Slika 3-1**), zraka (**Slika 3-2**) te podloge (**Slika 3-3**).

Slika 3-4 Korelacija temp. model - zrak, prema boji modela (Bl, W, Cl)

Slika 3-5 Korelacija temp. model - tlo, prema boji modela (Bl, W, Cl)

Slika 3-6 Usporedba temperature modela različitih boja (B–crni, W–bijeli i Cl–žuti model), u °C, mjerene živinim termometrom (rect) u različitim sezonama (1= zima, 2 = proljeće i 3 = ljeto). Centralna točka označava srednju vrijednost, a vertikalne linije 95 % interval pouzdanosti.

Slika 3-7 Usporedba temperature modela, mjerene živinim termometrom (rect), u °C, kroz dnevni ciklus (vremenski interval 0-24h). Centralna točka označava srednju vrijednost, a vertikalne linije 95 % interval pouzdanosti.

Slika 3-8 Usporedba temperature modela različitih boja (B–crni, W–bijeli i Cl–žuti model), mjerene živinim termometrom (rect), u °C, kroz dnevni ciklus (vremenski interval 0-24h). Centralna točka označava srednju vrijednost, a vertikalne linije 95 % interval pouzdanosti.

- Slika 3-9** Dnevne varijacije u temperaturama modela, u °C, mjerene živinim termometrom (rect), kroz dnevni ciklus (0-24 h), u sezoni zima (1). Centralna točka označava srednju vrijednost, a vertikalne linije 95 % interval pouzdanosti.
- Slika 3-10** Dnevne varijacije u temperaturama modela, u °C, mjerene živinim termometrom (rect), kroz dnevni ciklus (0-24 h), u sezoni proljeće (2). Centralna točka označava srednju vrijednost, a vertikalne linije 95 % interval pouzdanosti.
- Slika 3-11** Dnevne varijacije u temperaturama modela, u °C, mjerene živinim termometrom (rect), kroz dnevni ciklus (0-24 h), u sezoni ljeto (3). Centralna točka označava srednju vrijednost, a vertikalne linije 95 % interval pouzdanosti
- Slika 3-12** Prikaz temperature modela, mjerene živinim termometrom (rect), u °C, u različitim mikrostaništima (1-8). Centralna točka označava srednju vrijednost, a vertikalne linije 95 % interval pouzdanosti.
- Slika 3-13** Prikaz temperature modela različitih boja (B-crni, W-bijeli, CI – žuti model), mjerene živinim termometrom (rect), u °C, u različitim mikrostaništima (1-8). Centralna točka označava srednju vrijednost, a vertikalne linije 95 % interval pouzdanosti.
- Slika 3-14** Usporedba temperature modela različitih boja (B-crni, W-bijeli i CI-žuti model), u °C. Centralna točka pokazuje srednju vrijednost, a vertikalne linije 95% interval pouzdanosti.
- Slika 3-15** Usporedba temperature modela različitih boja (B-crni, W-bijeli i CI-žuti model) unutar intervala od 7 – 19 h, u °C. Centralna točka pokazuje srednju vrijednost, a vertikalne linije 95% interval pouzdanosti.
- Slika 3-16** Usporedba temperature modela različitih boja (B-crni, W-bijeli i CI-žuti model) unutar intervala od 7 – 19 h, za mikrostanište 1 (zid na suncu), u °C. Centralna točka pokazuje srednju vrijednost, a vertikalne linije 95% interval pouzdanosti.
- Slika 3-17** Temperature modela (BI, W, CI) u vremenskom intervalu od 7 – 19 h, na mikrostaništu 1 (zid na suncu), kroz sve tri sezone, u °C. Centralna točka pokazuje srednju vrijednost, a vertikalne linije 95% interval pouzdanosti.
- Slika 3-18** Temperatura modela različitih boja (B,W,CI), mjerena živinim termometrom (rect), u °C, na mikrostaništu 1 (zid na suncu), tijekom dnevnog ciklusa (0-24h),u sezoni zima (1). Centralna točka pokazuje srednju vrijednost, a vertikalne linije 95% interval pouzdanosti.
- Slika 3-19** Temperatura modela različitih boja (B,W,CI), mjerena živinim termometrom (rect),u °C, na mikrostaništu 1 (zid na suncu), tijekom dnevnog ciklusa (0-24h), u sezoni proljeće (2). Centralna točka pokazuje srednju vrijednost, a vertikalne linije 95% interval pouzdanosti.
- Slika 3-20** Temperatura modela različitih boja (B,W,CI), mjerena živinim termometrom (rect), u °C, na mikrostaništu 1 (zid na suncu), tijekom dnevnog ciklusa (0-24h), u sezoni ljeto (3). Centralna točka pokazuje srednju vrijednost, a vertikalne linije 95% interval pouzdanosti.
- Slika 3-21** Prikaz temperatura triju modela (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti), mjerene živinim termometrom (rect), u °C, na mikrostaništu 1 (zid na suncu), tijekom dnevnog ciklusa (0-24h), na transektu A (a) i B (b), u sezoni zima (1).

Slika 3-22 Prikaz temperatura triju modela (Bl – crni, W – bijeli i Cl – žuti), mjerene živinim termometrom (rect), u °C, na mikrostanjštu 1 (zid na suncu), tijekom dnevnog ciklusa (0-24h), na transektu A i B, u sezoni ljeto (3).

Slika 7-1 do 7-24 *Dodatak 1*

Slika 7-25 do 7-27 *Dodatak 2*

Popis tablica

Tablica 2-1 Karakterizacija mikrostaništa (vrsta podloge, izloženost suncu)

Tablica 2-2 Mjerene vrijednosti i mjerni instrumenti.

Tablica 3-1 Srednja temperatura modela u °C (\bar{x}), standardna devijacija (SD), najmanja (min) i najveća (max) vrijednost temperature modela u °C te vremenski interval u kojem je mjerena najveća, odnosno najmanja vrijednost temperature (t), 0-24h, za modele (m) u tri boje (Bl- crni, W-bijeli i Cl-žuti model), na osam mikrostaništa (1-8), mjerene infracrvenim (IC) i živinim (rect) termometrom, u sezoni zima (1). Crvenim i plavim poljima označeni su apsolutni maksimumi, odnosno minimumi temperatura.

Tablica 3-2 Srednja temperatura modela u °C (\bar{x}), standardna devijacija (SD), najmanja (min) i najveća (max) vrijednost temperature modela u °C te vremenski interval u kojem je mjerena najveća, odnosno najmanja vrijednost temperature (t), 0-24h, za modele (m) u tri boje (Bl- crni, W-bijeli i Cl-žuti model), na osam mikrostaništa (1-8), mjerene infracrvenim (IC) i živinim (rect) termometrom, u sezoni proljeće (2). Crvenim i plavim poljima označeni su apsolutni maksimumi, odnosno minimumi temperatura.

Tablica 3-3 Srednja temperatura modela u °C (\bar{x}), standardna devijacija (SD), najmanja (min) i najveća (max) vrijednost temperature modela u °C te vremenski interval u kojem je mjerena najveća, odnosno najmanja vrijednost temperature (t), 0-24h, za modele (m) u tri boje (Bl- crni, W-bijeli i Cl-žuti model), na osam mikrostaništa (1-8), mjerene infracrvenim (IC) i živinim (rect) termometrom, u sezoni zima (1). Crvenim i plavim poljima označeni su apsolutni maksimumi, odnosno minimumi temperatura.

Tablica 3-4 Srednja vrijednost temperature zraka, tla i nalaza (\bar{x}), standardna devijacija (SD), najmanja (min), najveća (max) temperatura zraka, tla i nalaza u °C te vremenski intervali u kojima su mjerene najmanje, odnosno najveće temperature (interval), 0-24h, u sezoni ljeta (3).

Tablica 3-5 Srednja vrijednost temperature zraka, tla i nalaza (\bar{x}), standardna devijacija (SD), najmanja (min), najveća (max) temperatura zraka, tla i nalaza u °C te vremenski intervali u kojima su mjerene najmanje, odnosno najveće temperature (interval), 0-24h, u sezoni zima (1).

Tablica 3-6 Srednja vrijednost temperature zraka, tla i nalaza (\bar{x}), standardna devijacija (SD), najmanja (min), najveća (max) temperatura zraka, tla i nalaza u °C te vremenski intervali u kojima su mjerene najmanje, odnosno najveće temperature (interval), 0-24h, u sezoni proljeće (2).

Tablica 3-7 Prikaz povezanosti (korelacija) temperatura zraka tla i podloge na koju su postavljeni fizički modeli macaklina s temperaturom samih modela, prema boji modela – crni (Bl), bijeli (W) i žuti (Cl) modeli (za sva mikrostaništa i sezone), r =korelacijski koeficijent.

Tablica 3-8 Prikaz povezanosti (korelacija, tj. korelacijskih koeficijenata= r) temperatura zraka i tla sa temperaturom podloge na koju su postavljeni fizički modeli unutar pojedinih mikrostaništa (1-8), za sezonu zima (1), proljeće (2) i ljeto (3). Temperaturu podloge predstavljaju srednje vrijednosti temperatura podloge sva tri modela – crnog (Bl), bijelog (W), te žutog (Cl).

Tablica 3-9 Faktorijalna analiza varijance utjecaja sezone, doba dana, mikrostaništa i boje modela na temperaturu modela (Factorial ANOVA). Masno su otisnute veličine koje pokazuju značajnu razliku među vrijednostima uspoređivanih elemenata.

Tablica 3-10 *Post-hoc* analiza (Tukey-ev HSD test). Masno su otisnute vrijednosti koje pokazuju značajnu razliku među mjerenim temperaturama modela unutar uspoređivanih mikrostaništa (mikrostaništa 1-8).

Tablica 3-11 *Post-hoc* analiza (Tukey-ev HSD test). Masno su označene su veličine koje pokazuju značajnu razliku među mjerenim temperaturama modela, s obzirom na boju modela.

Tablica 3-12 Prikaz minimuma i maksimuma temperatura triju modela (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti), mjerene živinim termometrom (rect), u °C, na mikrostaništu 1 (zid na suncu), tijekom dnevnog ciklusa (0-24h), na transektu A i B, u sezoni zima (1).

Tablica 3-13 Prikaz minimuma i maksimuma temperatura triju modela (BI – crni, W – bijeli i CI – žuti), mjerene živinim termometrom (rect), u °C, na mikrostaništu 1 (zid na suncu), tijekom dnevnog ciklusa (0-24h), na transektu A i B, u sezoni ljeto (3).