

Morfološka varijabilnost obične tise (*Taxus baccata* L.) na Medvednici

Prilika, Irena

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:950318>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-14**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET
ŠUMARSKI ODSJEK**

**PREDDIPLOMSKI STUDIJ
URBANO ŠUMARSTVO, ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA**

IRENA PRILIKA

**MORFOLOŠKA VARIJABILNOST OBIČNE TISE (*Taxus baccata* L.) NA
MEDVEDNICI**

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB (RUJAN, 2017.)

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

Zavod:	Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku
Predmet:	Dendrologija
Mentor:	Prof. dr. sc. Marilena Idžojtić
Asistent – znanstveni novak:	Dr. sc. Igor Poljak
Studentica:	Irena Prilika
JMBAG:	0068225893
Akad. godina:	2016./2017.
Mjesto, datum obrane:	Zagreb, 22. rujna 2017. godine
Sadržaj rada:	Slika: 7 Tablica: 3 Navoda literature: 23
Sažetak:	<p>U završnom radu prikazana je varijabilnost tri populacija obične tise (<i>Taxus baccata</i> L.) na području Medvednice i po jedne populacije na Kleku i Strahinjčici. Unutar svake populacije analizirano je po 15 grmova/stabala. S obzirom na to da je obična tisa u Hrvatskoj zaštićena Zakonom o zaštiti prirode materijal za istraživanja je fotografiran te analiziran pomoću računalnog programa WinFOLIA napravljenog posebno za vršenje preciznih morfoloških mjerenja lista. Unutarpopulacijska i međupopulacijska varijabilnost utvrđena je na osnovi osam morfoloških značajki listova, pri čemu su korištene deskriptivne i multivarijatne statističke metode. Unutarpopulacijska varijabilnost veća je nego međupopulacijska. Populacije, kao i stabla unutar populacija značajno se razlikuju za sva analizirana svojstva. Isto tako, istraživanjem su utvrđene razlike između muških i ženskih jedinki na razini populacija, dok za sve uzorke zajedno te razlike nisu potvrđene. Multivarijatnim statističkim metodama utvrđeno je da su međusobno najbližnije populacije Horvatove stube i SJ Medvednica na koje se nadovezuje populacija Markuševačka gora. Navedenim populacijama s Medvednice pridružuje se populacija Strahinjčica. Od pet uzorkovanih populacija, po svojim morfološkim karakteristikama, najviše se izdvaja populacija Klek. Istraživane populacije obične tise s Medvednice intermedijarne su za većinu mjerenih značajki u odnosu na kontrolne populacije. Grupiranje istraživanih populacija obične tise prema sličnosti u morfološkim značajkama listova može se tumačiti geografsko-ekološkim načelom.</p>

SADRŽAJ

UVOD	1
Morfolologija, biologija i ekologija istraživane vrste	1
Prirodna rasprostranjenost i tipovi šumskih zajednica	3
Značenje obične tise (<i>Taxus baccata</i> L.) u povijesti i danas.....	5
CILJ RADA.....	7
MATERIJAL I METODE.....	8
Područje istraživanja	8
Materijal	9
Statistička obrada podataka	11
REZULTATI.....	12
Deskriptivna statistika	12
Analiza varijance.....	15
Multivarijatne statističke metode	16
ZAKLJUČAK	17
LITERATURA.....	18

UVOD

Morfologija, biologija i ekologija istraživane vrste

Obična ili europska tisa (*Taxus baccata* L.), porodica Taxaceae, vazdazeleni je grm ili srednje visoko stablo do 15 (20) m visoko široko razgranate krošnje i nepravilnoga debla (slika 4). Kora je tanka, crvenkastosmeđa i ljušti se u trakama.

Listovi su vazdazeleni, igličasti i ostaju na izbojku 4-8 godina. Raspored iglica je zavojiti, na postranim izbojcima dvoredno raščešljani, na vršnima više ili manje radijalni. Iglice su linearne, plosnate, šiljastog vrha, cijeloga i prema dolje povinutoga ruba, s obje strane uz žilu izbočene, a pri osnovi sužene u peteljku. Iglice su dugačke 1,5-3 cm, široke 2-2,5 mm, a peteljka im je dugačka oko 1 mm. Odozgo su tamnozelene, gole, sjajne, a odozdo su svjetlozelene s dvije široke, sivkastozelene pruge puči (slika 1, slika 2). Nervaturu iglice čini jedna uzdužna, nerazgranjena žila (Idžojić, 2009).

Tisa počinje cvjetati u starosti od oko 20 (15-30) godina. Cvjetovi su joj dvodomni, jednospolni i anemofilni. Počinju s razvojem već ujesen te prezimljavaju. Muški cvjetovi su kuglasti, žuti, oko 4 mm veliki, građeni od 6-14 prašničkih listova zavojito raspoređenih oko središnje osi. Svaki prašnički list nosi 5-9 peludnica. Cvjetovi vise na 1,5-2 mm dugačkim stapkama, pojedinačno na kratkim izbojcima, pri osnovi obraslima ljuskastim listovima koji se nalaze u pazušcima igličastih listova. Ženski cvjetovi građeni su samo od jednog sjemenog zametka; sitni, 1-1,5 mm veliki, neuočljivi, pojedinačni na vrhu kratkog, 2-2,5 mm dugačkog i prema dolje povinutog izbojka, ovijeni su s tri para unakrsno-nasuprotnih, ljuskastih listova. Cvjetanje je u ožujku i travnju.

Sjemenke ovijene i pri osnovi srasle sa zvonolikim, crvenim, malo nahukanim, želatinoznim, slatkim ovojem (arilusom) koji je obično duži od sjemenke (slika 3). Arilus je oko 8 mm dugačak i 1 cm širok. Sjemenke su tamnosmeđe, sjajne, jajaste, sa zaravnjenom osnovom i kratko šiljastim vrhom, 6-7 mm dugačke, 3-5 mm široke, uzdužno bridne i fino rebraste. Sjemenke su otrovne jer sadrže taksin, a arilus nije. Plodovi su ornitofoni jer se arilusom sjemenke hrane uglavnom ptice. Zbog dormantnosti sjemenke, otežano je prirodno širenje tise. Dozrijevaju u rujnu i listopadu (Idžojić, 2013).

Mezofilna je vrsta. Odgovaraju joj svi tipovi klime. U kontinentalnim klimatskim područjima raste pojedinačno ili u skupinama, dok u oceanskim klimatskim područjima oblikuje guste sastojine. Uspijeva na svakom tipu tla uz uvjet da je ono dobro drenirano.

Najčešće raste na vapnenačkom, humusom bogatom tlu, ali i stijenama. Dugovječna je vrsta iz razloga što ima sposobnost obnavljanja izdancima iz korijenja. Stariji primjerci tise obično imaju šuplje deblo. Razvija razgranat, dubok korijenski sustav sa žilom srčanicom u normalnim uvjetima koje karakterizira tlo s dovoljno prostora za razvoj. Na strmim, vapnenastim terenima s ograničenim uvjetima tvori plitko korijenje. U Hrvatskoj obično raste na sjevernim ekspozicijama pod zastorom krošanja na nadmorskim visinama od 200 do 1500 m. Nije tolerantna na kasne mrazeve i velike temperaturne razlike, kao ni na duga sušna razdoblja.



Slika 1. Igllice s gornje strane.



Slika 2. Igllice s donje strane.



Slika 3. Sjemenka s arilusom.

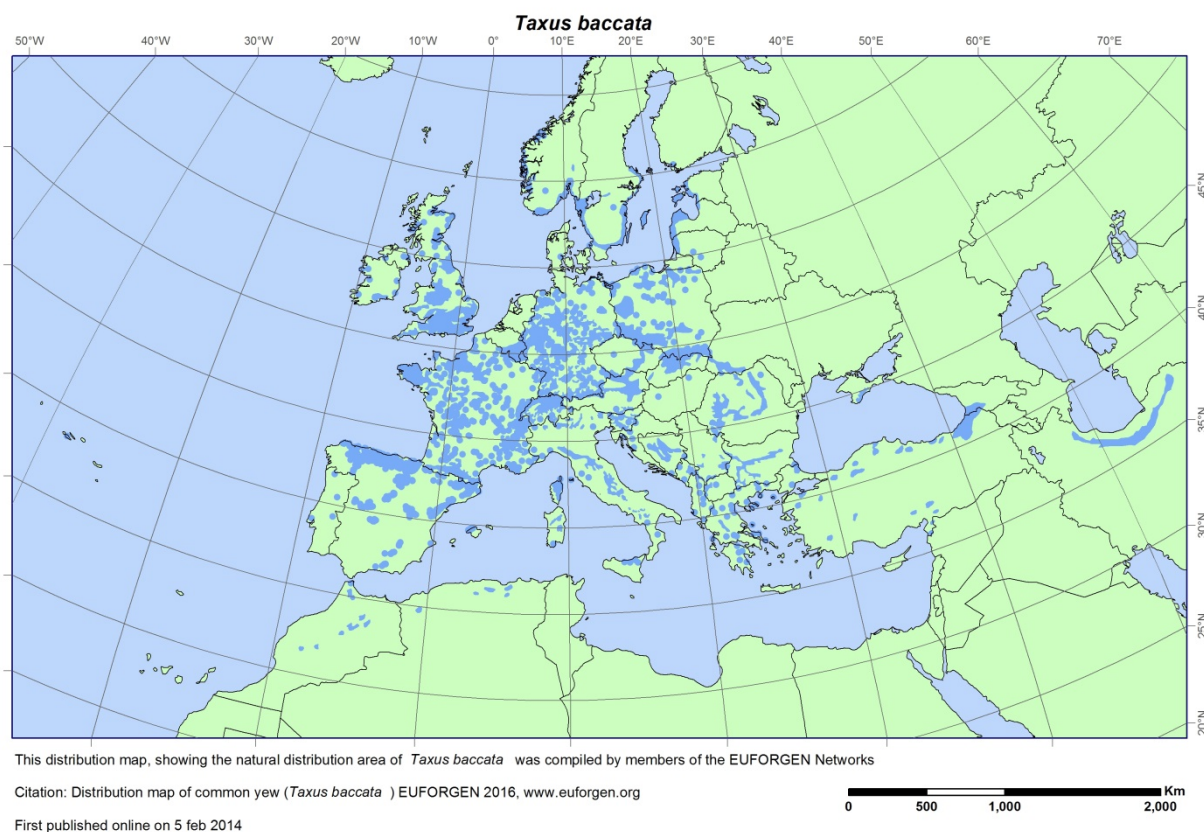


Slika 4. Habitus.

Postoje različiti kultivari tise koji se koriste u svrhe pejzažnog oblikovanja. Neki od njih su 'Adpressa', 'Adpressa Aurea', 'Amersfoort' te 'Fastigiata'.

Prirodna rasprostranjenost i tipovi šumskih zajednica

Rasprostranjenost obične tise obuhvaća cijelu Europu, sjevernu Afriku, Malu Aziju i Kavkaz (slika 5). Sjeverna granica proteže se od Britanskih otoka preko Norveške na 63° S.G.Š. do Švedske i Finske na 61° S.G.Š. Istočna granica areala prolazi od uvale Riga u Latviji preko Bialoviece (Poljska i Bjelorusija) duž meridijana od 23° I.G.D. te se spušta prema istoku Karpata i Crnom moru, gdje se pojavljuje na Krimskom poluotoku, sve do Sjeverne Turske. Južna granica obuhvaća Portugal i mediteranske europske zemlje, zatim u sjevernoj Africi obuhvaća otok Madeiru i planinu Atlas na približno 33° S.G.Š., u Maloj Aziji obuhvaća Pontoško gorje, planinu Taurus i Amanus, zatim obuhvaća cijeli Kavkaz i planinu Elburs na sjeveru Irana. Zapadna granica ograničena je zapadnim zemljama Europe i prolazi duž meridijana od 10° Z.G.D. Donja granica areala iznosi 1 m nadmorske visine, a gornja i do 2500 m.



Slika 5. Prirodna rasprostranjenost obične tise (*Taxus baccata* L.) (EUFORGEN).

Areal joj je regresivan i diskontinuiran. Rasprostranjenost ispitivane vrste smanjuje se promjenom klime. Na zapadu njenog areala prevladava klima s više oceaniteta, s vrištinama i šumama u čiji sastav ulaze osjetljive vrste (Vukelić i Rauš, 1998), dok na istoku prevladava kontinentalna klima koju karakterizira mogućnost nedostatka vlage i ekstremnije topline. U područjima oceanske klime obična tisa tvori čiste sastojine, dok u područjima kontinentalne klime ona dolazi u skupinama ili pojedinačno pretežito u brdsko-planinskim predjelima. Nastavljanjem trenda zagrijavanja klime, očekuje se da će se njen areal u Skandinaviji proširiti s obale na kopno.

Šume obične tise na Karpatima, Bakony-u (Mađarska), Boemskom gorju (Njemačka), na rubu Alpa, u Turskoj, Iberiji i Italiji te Alžiru odgovaraju šumskoj zajednici *Taxo-Fagetum* s određenim primjercima *Taxo-Fagetum bakonyicum*, *Taxo-Fagetum carpaticum*, itd. Za Siciliju je karakteristična zajednica *Ilici-Taxetum baccate*. U Grčkoj tisa dolazi u šumskoj zajednici *Fagetum orientalis-submontanum taxetosum*. Tip šumske zajednice *Euonymo-Taxetum* svojstven je za šume obične tise Kavkaza, Krima i Irana. Obilje šuma obične tise sjevernoeuropskih zemalja karakterizira tip zajednice *Cephalantero-Taxetum balticum* ili *Fagetum boreo-atlanticum* prema Myczkowski (1961) (Majer, 1971; Paule i sur., 1993).

Obična tisa u Hrvatskoj je autohtona vrsta. Rasprostire se u području brdske bukove šume ili u šumi bukve i jele na svježima vapnenastim, plitkim, skeletoidnim i humusnim tlima, ali i stijenama na nadmorskim visinama do 1200 m. To su područja Papuka, Medvednice, Kleka, Strahinjčice (Hrvatsko zagorje), Gorskog kotara i dr.

Svojstvena je vrsta za najrasprostranjeniji razred *Quercu-Fagetea* Br.-Bl. et Vliieger 1937. Najpoznatija i jedina šumska zajednica tise u Hrvatskoj je lipovo-tisova šuma (*Tilio-Taxetum* Glavač 1959) koja pripada termofilnoj podsvezi *Ostryo-Tilienion platyphylli* rasprostranjenoj samo na Balkanskom poluotoku. *Tilio-Taxetum* rekliktna je zajednica glacijalnog doba. U vrijeme glacijala proširila se pod utjecajem vlažnije i hladnije klime te je zauzimala veće prostore. Na izmaku glacijala suživala se pod utjecajem klimatskih promjena i danas se sačuvala samo na iznimno pogodnim staništima poput Papuka, ispitivane Medvednice, gdje raste na vapnenačkim blokovima, i dr. Azonalna zajednica *Tilio-Taxetum* Glavač 1959. javlja se fragmentalno na sjevernim stjenovitim strmim padinama Medvednice (Horvatove stube, Orlove stijene, Velika peć) u pojasu brdske bukove šume. U sloju drveća najzastupljenije vrste su velelisna lipa (*Tilia platyphyllos* Scop.), tisa (*Taxus baccata*) i gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.), a još dolaze i bukva (*Fagus sylvatica* L.), obična jela (*Abies alba* Mill.), crni jasen (*Fraxinus ornus* L.), crni

grab (*Ostrya carpinifolia* Scop.) i dr. U sloju grmlja, osim vrsta iz sloja drveća, značajne su velelisna kurika (*Euonymus latifolius* /L./ Mill.), bradavičasta kurika (*Euonymus verrucosus* Scop.) i lijeska (*Corylus avellana* L.). Za sloj prizemnog rašća značajne su jelenak (*Asplenium scolopendrium* L.), slezenica (*Asplenium trichomanes* L.), oslad (*Polypodium vulgare* L.) i mahovinasta merinka (*Moehringia muscosa* L.), zatim srebrenka (*Lunnaria rediviva* L.), žuta mrtva kopriva (*Lamium galeobdolum* /L./ L.), resulja (*Mercurialis* spp. L.) i kupina (*Rubus* spp. L.). Navedena zajednica na Medvednici zaštićena je Zakonom o zaštiti prirode.

Značenje obične tise (*Taxus baccata* L.) u povijesti i danas

Tisa je reliktna vrsta dugog životnog vijeka i do nekoliko tisuća godina iz razloga što ima mogućnost obnavljanja izdancima iz korijena. S mitološkog stajališta, tisa je drevna vrsta često oslovljavana kao „Drvo života“. U povijesti su postojala razna vjerovanja kako tjera zle duhove te se radi toga stavljala djeci u kolijevku, nosila kao ogrlica oko vrata vjerujući da tjera uroke, koristila kao neizbježan simbol u raznim drevnim i crkvenim obredima. Sadila se kao ukrasno drvo u vrtove samostana i na grobljima.

Jedan od razloga izumiranja tise je masovna sječa u prošlosti radi visoke kvalitete drva. Drvo tise, zvano tisovina, je elastično, žilavo, vrlo tvrdo i trajno. Trajnost se očituje u otpornosti na napad insekata. Koristila se u stolarstvu, tokarstvu, rezbarstvu za proizvodnju lukova i strijela, furnira, namještaja, podova, čamaca, stupova i ograda te kirurških instrumenata. Zbog iznimne fleksibilnosti najbolja je od četinjača za izradu masivnih savijenih proizvoda. Nepravilan tok vlakana i nepravilne linije godova tisovini daju dekorativnu vrijednost. Ima tamnosmeđu srž i tanki pojas žućkastobijele bjeljike. Crno obojena tisovina može zamijeniti ebanovinu. Kao većina dijelova tise i tisovina je otrovna. Iako teške reakcije nisu uobičajene, može djelovati nadražujuće. Neke najčešće reakcije uključuju oči, kožu, iritaciju dišnog sustava, mučnine, glavobolju i srčane reakcije, zbog čega se pri radu s ovom drvnom vrstom treba voditi briga usmjerena na zaštitnu opremu. Osim toga, tisa je otrovna i za životinje. Masovno se sjekla jer su konji ugibali kada bi došli u doticaj s njom. U Hrvatskoj takav slučaj bio je na području Gorskog kotara.

Danas je primjena tise u komercijalne svrhe sve manje zastupljena radi njezina izumiranja te se naglasak daje na njenoj zaštiti. Nekoliko zajednica tise diljem Europe zaštićeno je Direktivom o staništima unutar Nature 2000. Stavljena je u Crvenu knjigu

ugroženih vrsta u Češkoj, Slovačkoj, Bugarskoj, Rumunjskoj, Rusiji, Iranu te Hrvatskoj. Zaštićena je i u Njemačkoj, Austriji, Poljskoj, Italiji i dr. U Švicarskoj i Engleskoj tisa se ne smatra ugroženom vrstom iako bi njihove drevne šume tise trebalo zaštititi kao jedinstvena staništa od posebnog interesa. U Hrvatskoj je tisa zaštićena Zakonom o zaštiti prirode. Sve veća važnost pridaje se zaštiti pojedinačnih starih primjeraka od nekoliko tisuća godina proglašavajući ih spomenikom prirode.

Svi dijelovi tise, osim crvenog arilusa, su otrovni zbog sadržaja alkaloida taksina i glikozida taksikatina koji su kardiotoksični. Konzumacijom nastupaju gastrointestinalni problemi, poremećaj rada srca i cirkulacije, oštećenje jetre i bubrega. Ljudi mogu jesti samo arilus, svjež ili prerađen. Bez obzira na otrovnost, smatra se da tisa ima atikancerogeno djelovanje te se može koristiti u ljekovite svrhe. Sadrži tvar taksol koji pokazuje velik potencijal u liječenju raka utječući na razaranje njegovih stanica.

Tisa se pokazala kao kvalitetna hortikulturna vrsta. Podnosi razne tipove tla što proširuje njezinu mogućnost primjene na različita područja. Sadi se u urbanim sredinama jer podnosi ograničene gradske uvjete. Pokazala se tolerantna na onečišćenje zraka, sušu te ograničene uvjete tla. Tisu je moguće kratkim orezivanjem oblikovati u razne oblike zvane topiariji koji su neizbježni elementi povijesnih, a i sadašnjih privatnih vrtova.

CILJ RADA

Prema Pravilniku o proglašavanju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim (NN 7/06) proglašavaju se "strogo zaštićene" i "zaštićene" divlje svojte na temelju Crvenih popisa ugroženih vrsta životinja, biljaka i gljiva Republike Hrvatske, stručne procjene Državnog zavoda za zaštitu prirode te obveza preuzetih međunarodnim sporazumima.

Na Medvednici dolazi 115 strogo zaštićenih i 153 zaštićenih zavičajnih biljnih svojti, a jedna od njih je i obična tisa. U današnje vrijeme sve veća važnost pridaje se zaštiti pojedinačnih starih primjeraka obične tise od nekoliko tisuća godina proglašavajući ih spomenikom prirode.

S obzirom na navedeno cilj rada bio je utvrditi međupopulacijsku i unutarpopulacijsku varijabilnost obične tise na području Medvednice.

MATERIJAL I METODE

Područje istraživanja

Medvednica je gora smještena sjeverno od Zagreba koja se proteže u smjeru sjeveroistok-jugozapad u dužini od oko 40 km. Ponekad se naziva i Zagrebačka gora, iako je to samo jedan dio Medvednice prema gradu. Medvednica leži između triju rijeka: Krapine, Lonje i Save.

Park prirode Medvednica izgrađuju stijene široke stratigrafske pripadnosti, od paleozoika do kvartara sa zastupljenošću svih genetskih tipova stijena; magmatske, sedimentne i metamorfne, što nam pak govori da Medvednica ima dugu i burnu geološku povijest. Neposredni kontakt stijena različite starosti, zatim različiti smjerovi pružanja slojeva, kao i njihovi međusobni odnosi, ukazuju na složenost tektonskih procesa. Karakteristične su i rasjedne linije, a njihovim smjerom određen je oblik i pravac pružanja Medvednice. U tom pogledu značajni su rasjedi uz sjeverozapad i jugoistočni gorski rub, kojima je gora ograničena s jedne strane prema Zagorju, a s druge prema Savskoj ravnici.

Medvednica obiluje potocima i izvorima. Oborinske se vode brzo slijevaju, ovisno o nagibu i sastavu terena. Na škriljalcima koji su nepropusni, vode je više i javljaju se izvori, primjer je potok Bliznec koji je duboka potočna dolina. Na vapnenačkim i dolomitnim stijenama koje su propusne, nema površinskog otjecanja vode, već se oblikuju tipični krški oblici (npr. širi prostor Ponikava).

Medvednica, u odnosu na okolne nizinske krajeve, ponaša se kao «otok» u klimatološkim svojstvima, s više oborina, nižim temperaturama, trajanju i količini snježnog pokrivača. Područje Medvednice nalazi se u temperaturnoj zoni u kojoj se temperatura zraka smanjuje za 0,5 °C na svakih 100 m. Prema karakteristikama godišnjeg hoda oborine Medvednica ima obilježje kontinentalnog oborinskog režima s maksimumom oborina u toplom dijelu godine (IV-IX) mjesec.

Relativna vlažnost zraka je najviša u hladnom dijelu godine i u pravilu je veća na postajama s većom nadmorskom visinom zbog nižih temperatura, ali i bujnije vegetacije. Ljeti se na Medvednici može naći ugodno osvježenje. Zimi je ponekad prisutna i temperaturna inverzija. Naime, anticiklona se zimi razvija nad hladnim kontinentom. Kada joj je središte blizu, u Zagrebu je hladno i tmurno, a na Sljemenu je toplije.

Srednja godišnja temperatura zraka je na Medvednici 6,2 °C, a u Zagrebu 11,4 °C. Srednja temperatura ljetnih mjeseci u prosjeku je za 6 °C niža od onih u Zagrebu.

Prosječno ima 15 dana ispod $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, a osam dana ima godišnje prosječni dnevni maksimum veći od $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, a samo jedan dan iznad $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Najhladniji mjesec je siječanj sa srednjom mjesečnom temperaturom zraka $-3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Najtopliji mjesec je srpanj s prosječnom temperaturom $15,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Godišnja količina oborina na Medvednici je veća oko 50 % u odnosu na Zagreb (Zagreb 844 mm, Sljeme 1238 mm, Kraljičin zdenac 1159 mm, Fakultetsko dobro 1142 mm). Prosječan broj dana s injem je 40 (Zagreb 4). Srednji godišnji broj dana s padanjem snijega na vrhu Medvednice iznosi 54 dana. Snijeg najčešće pada u siječnju i veljači. Dominantni vjetrovi su sjevernjak i sjeveroistočnjak.

Temeljni fenomen Parka prirode Medvednica su dobro očuvane šume i šumske zajednice koje obuhvaćaju 64 % površine parka. U Parku postoji i osam posebnih šumskih rezervata. Od ukupne površine Parka (22.826 ha), na državne šume otpada 8.188 ha, 374 ha su šume Šumarskog fakulteta, a 5.988 ha su privatne šume. Najzastupljenije, gospodarski značajne vrste su: bukva, jela, hrast kitnjak, javor, grab, joha i pitomi kesten.

Šumske sastojine Medvednice predstavljaju veliko bogatstvo biljnih vrsta i raznolikosti šumskih oblika. Rezultat je to razvitka vegetacije ovog prostora u prošlosti i vrlo raznolikih ekoloških uvjeta pod kojima su se šumske zajednice razvile u današnjem obliku. To se posebno odnosi na južne padine Medvednice, koje predstavljaju jedan od najboljih primjera zoniranja šumske vegetacije u Hrvatskoj. U šumama Medvednice nalazimo s fitocenološkog i prirodno-znanstvenog stajališta vrlo zanimljive šumske zajednice, koje pored gospodarskog značenja imaju velike općekorisne vrijednosti.

Materijal

U istraživanje uključene su tri populacije obične tise s Medvednice (slika 6) te dvije dodatne populacije za usporedbu, a to su populacija Klek i Strahinjčica. Unutar svake populacije uzorkovano je po 15 stabala. S obzirom na to da je obična tisa u Hrvatskoj zaštićena Zakonom o zaštiti prirode materijal za istraživanja je fotografiran te analiziran pomoću računalnog programa WinFOLIA napravljenog posebno za vršenje preciznih morfoloških mjerenja lista. Podaci koji su nastali u programu WinFOLIA pohranjeni su u standardnim ASCII tekstualnim datotekama, koje se lako otvaraju programima za statistiku ili proračunskim tablicama kao što je Microsoft Office Excel. Ukupno je za svaku jedinku mjereno po 30 iglica.

Na listovima su mjerene sljedeće morfološke značajke: površina plojke (LA); dužina plojke (BL); maksimalna širina plojke (MPW); dužina plojke, mjerena od osnove plojke do mjesta najveće širine plojke (PMPW); širina plojke na 50 % dužine plojke (PW1); širina plojke na 90 % dužine plojke (PW2); kut koji zatvaraju glavna lisna žila i pravac definiran osnovom plojke i točkom na rubu lista, koja se nalazi na 10 % dužine plojke (LA1); kut koji zatvaraju glavna lisna žila i pravac definiran osnovom plojke i točkom na rubu lista, koja se nalazi na 25 % dužine plojke (LA2).



Slika 6. Uzorkovane populacije obične tise na Medvednici.

Statistička obrada podataka

Za svaku mjerenu morfološku značajku određeni su sljedeći deskriptivni statistički pokazatelji: aritmetička sredina (\bar{x}), standardna devijacija (SD), raspon ($x_{\min} - x_{\max}$) i koeficijent varijabilnosti (CV%). Testirana je i normalnost distribucije podataka (Kolmogorov-Smirnov test) i homogenost varijanci (Leveneov test).

Za utvrđivanje unutarpopulacijske i međupopulacijske varijabilnosti korištena je univarijatna analiza varijance (ANOVA). Analizirani faktori varijabilnosti bili su populacija i stablo, na način da je faktor stablo ugniježđen unutar faktora populacija. Osim toga analizom varijance utvrđene su i razlike između muških i ženskih jedinki (Gender; Population*Gender).

Za utvrđivanje sličnosti, odnosno različitosti između istraživanih populacija korištena je *cluster* analiza. Analiza je rađena hijerarhijskom metodom udruživanja objekata pri čemu je izrađeno vertikalno hijerarhijsko stablo. Za definiranje udaljenosti između istraživanih objekata korištene su Euklidove udaljenosti, a za udruživanje *cluster* *Complete Linkage* metoda.

Kod statističke obrade podataka korišten je programski paket Statistica for Windows (StatSoft, Inc. 2001).

REZULTATI

Deskriptivna statistika

Rezultati deskriptivne statističke analize prikazani su u tablici 1 po populacijama (N = 450) te ukupno za sve populacije (N = 2250). Za svaku mjerenu morfološku značajku po populacijama prikazani su sljedeći deskriptivni statistički pokazatelji: aritmetička sredina (\bar{x}), standardna devijacija (SD) i koeficijent varijabilnosti (CV%). Ukupno za sve populacije, osim navedenih deskriptivnih statističkih parametra, prikazane su i minimalne i maksimalne vrijednosti. Osim toga u tablici 2 prikazane su aritmetičke sredine za muške i ženske jединke po populacijama i za sve populacije zajedno.

Prosječne najveće vrijednosti za većinu istraživanih značajki (LA, BL, MPW, PW1, PW2) svojstvene su populaciji C (Strahinjčica). Za razliku od toga prosječno najmanje vrijednosti za površinu plojke (LA), dužinu plojke (BL) i udaljenost od osnove plojke do mjesta najveće širine plojke (PMPW) utvrđene su u populaciji B (Klek). Navedena populacija odlikuje se i najvećim koeficijentima varijabilnosti za sljedeće značajke: površina plojke (LA); dužina plojke (BL); udaljenost od osnove plojke do mjesta najveće širine plojke (PMPW); kut koji zatvaraju glavna lisna žila i pravac definiran osnovom plojke i točkom na rubu lista, koja se nalazi na 10 % dužine plojke (LA1); i odnos udaljenosti od osnove plojke do mjesta najveće širine plojke i dužine plojke (PMPW/BL).

Prosječne vrijednosti istraživanih populacija s Medvednice za značajke površina plojke (LA), dužina plojke (BL) i najveća širina plojke (MPW) kretale su se u rasponima od 0,41-0,46 cm², 22,77-24,39 mm i 2,23-2,61 mm. Navedene populacije intermedijarne su za većinu mjerenih značajki u odnosu na kontrolne populacije Klek i Strahinjčica.

Najvarijabilnom značajkom za sve populacije zajedno pokazala se dužina plojke, mjerena od osnove plojke do mjesta najveće širine plojke (PMPW) s koeficijentom varijabilnosti od 40,46 % i omjer udaljenosti od osnove plojke do mjesta najveće širine plojke i dužine plojke (PMPW/BL). Koeficijenti varijabilnosti iznad 20 % utvrđeni su za: površinu plojke (LA); širinu plojke mjerenu na 50 % dužine plojke (PW1); kut koji zatvaraju glavna lisna žila i pravac definiran osnovom plojke i točkom na rubu lista, koja se nalazi na 25 % dužine plojke (LA2); odnos najveće širine plojke i dužine plojke (MPW/BL); i odnos širine plojke mjerene na 50 % dužine plojke i dužine plojke (PW1/BL).

Tablica 1. Deskriptivni statistički pokazatelji.

Populacija	Parametar	LA (cm ²)	BL (mm)	MPW (mm)	PMPW (mm)	PW1 (mm)	PW2 (mm)	LA1 (°)	LA2 (°)	MPW/BL	PMPW/BL	PW1/BL	PW2/BL
A	\bar{x}	0,41	22,77	2,23	7,06	2,05	1,39	19,81	9,95	0,10	0,31	0,09	0,06
	SD	0,12	4,86	0,40	2,85	0,36	0,19	2,84	2,24	0,02	0,11	0,02	0,01
	CV (%)	28,62	21,32	17,93	40,39	17,73	13,88	14,32	22,54	24,04	34,85	25,39	18,53
B	\bar{x}	0,39	20,49	2,25	6,10	2,09	1,41	23,53	11,30	0,11	0,30	0,11	0,07
	SD	0,12	4,49	0,27	2,65	0,26	0,17	3,65	2,23	0,02	0,12	0,02	0,01
	CV (%)	30,52	21,89	12,03	43,51	12,41	12,38	15,51	19,69	19,08	38,84	20,02	17,77
C	\bar{x}	0,52	24,52	2,69	7,42	2,47	1,62	21,73	10,96	0,11	0,30	0,10	0,07
	SD	0,11	4,56	0,47	3,05	0,46	0,17	2,62	1,89	0,02	0,11	0,02	0,01
	CV (%)	22,07	18,61	17,68	41,07	18,76	10,73	12,05	17,24	17,98	35,56	19,98	17,94
D	\bar{x}	0,45	24,39	2,29	7,60	2,09	1,37	19,12	9,35	0,10	0,31	0,09	0,06
	SD	0,10	4,23	0,38	3,04	0,35	0,17	2,88	1,89	0,02	0,11	0,02	0,01
	CV (%)	22,84	17,32	16,72	40,05	16,78	12,20	15,06	20,20	19,64	36,66	20,31	18,47
E	\bar{x}	0,46	23,41	2,61	8,41	2,44	1,57	19,72	10,72	0,11	0,36	0,11	0,07
	SD	0,11	3,62	0,58	2,72	0,55	0,27	2,38	2,25	0,03	0,11	0,02	0,01
	CV (%)	24,84	15,45	22,22	32,31	22,73	17,09	12,06	20,99	22,47	30,29	23,38	17,60
Ukupno	\bar{x}	0,44	23,08	2,40	7,31	2,22	1,47	20,75	10,44	0,11	0,32	0,10	0,07
	SD	0,12	4,60	0,47	2,96	0,45	0,22	3,34	2,23	0,02	0,11	0,02	0,01
	x_{\min}	0,13	10,35	1,44	1,71	1,36	0,85	12,00	5,00	0,05	0,06	0,05	0,03
	x_{\max}	0,98	38,53	5,51	21,09	5,42	2,38	35,00	19,00	0,22	0,77	0,21	0,15
	CV (%)	27,36	19,93	19,70	40,46	20,17	15,27	16,10	21,34	21,88	35,72	23,18	19,43

A - Horvatove stube; B - Klek; C - Strahinjčica; D - Markuševačka gora; E – SJ Medvednica

Tablica 2. Deskriptivni statistički pokazatelji.

Populacija	Gender	LA (cm ²)	BL (mm)	MPW (mm)	PMPW (mm)	PW1 (mm)	PW2 (mm)	LA1 (°)	LA2 (°)	MPW/BL	PMPW/BL	PW1/BL	PW2/BL
A	M	0,46	24,76	2,28	7,64	2,08	1,43	19,10	9,27	0,09	0,31	0,09	0,06
	F	0,32	18,78	2,12	5,90	1,99	1,30	21,22	11,30	0,12	0,32	0,11	0,07
B	M	0,39	19,85	2,28	5,96	2,12	1,41	24,50	11,96	0,12	0,30	0,11	0,07
	F	0,40	21,44	2,20	6,31	2,05	1,40	22,08	10,32	0,10	0,29	0,10	0,07
C	M	0,51	24,30	2,63	7,23	2,41	1,61	21,73	10,86	0,11	0,30	0,10	0,07
	F	0,54	25,00	2,81	7,86	2,60	1,66	21,73	11,18	0,11	0,31	0,11	0,07
D	M	0,35	21,35	1,95	7,19	1,80	1,28	18,53	8,95	0,09	0,34	0,09	0,06
	F	0,46	24,86	2,34	7,66	2,14	1,39	19,21	9,41	0,10	0,31	0,09	0,06
E	M	0,46	23,59	2,58	8,25	2,39	1,55	19,45	10,56	0,11	0,35	0,10	0,07
	F	0,46	23,21	2,66	8,59	2,50	1,60	20,02	10,90	0,12	0,37	0,11	0,07
Ukupno	M	0,45	23,06	2,41	7,25	2,22	1,49	21,04	10,54	0,11	0,32	0,10	0,07
	F	0,44	23,09	2,40	7,39	2,23	1,45	20,44	10,34	0,11	0,32	0,10	0,06

A - Horvatove stube; B - Klek; C - Strahinjčica; D - Markuševačka gora; E – SJ Medvednica

M - Male (muška stabla); F - Female (ženska stabla)

Analiza varijance

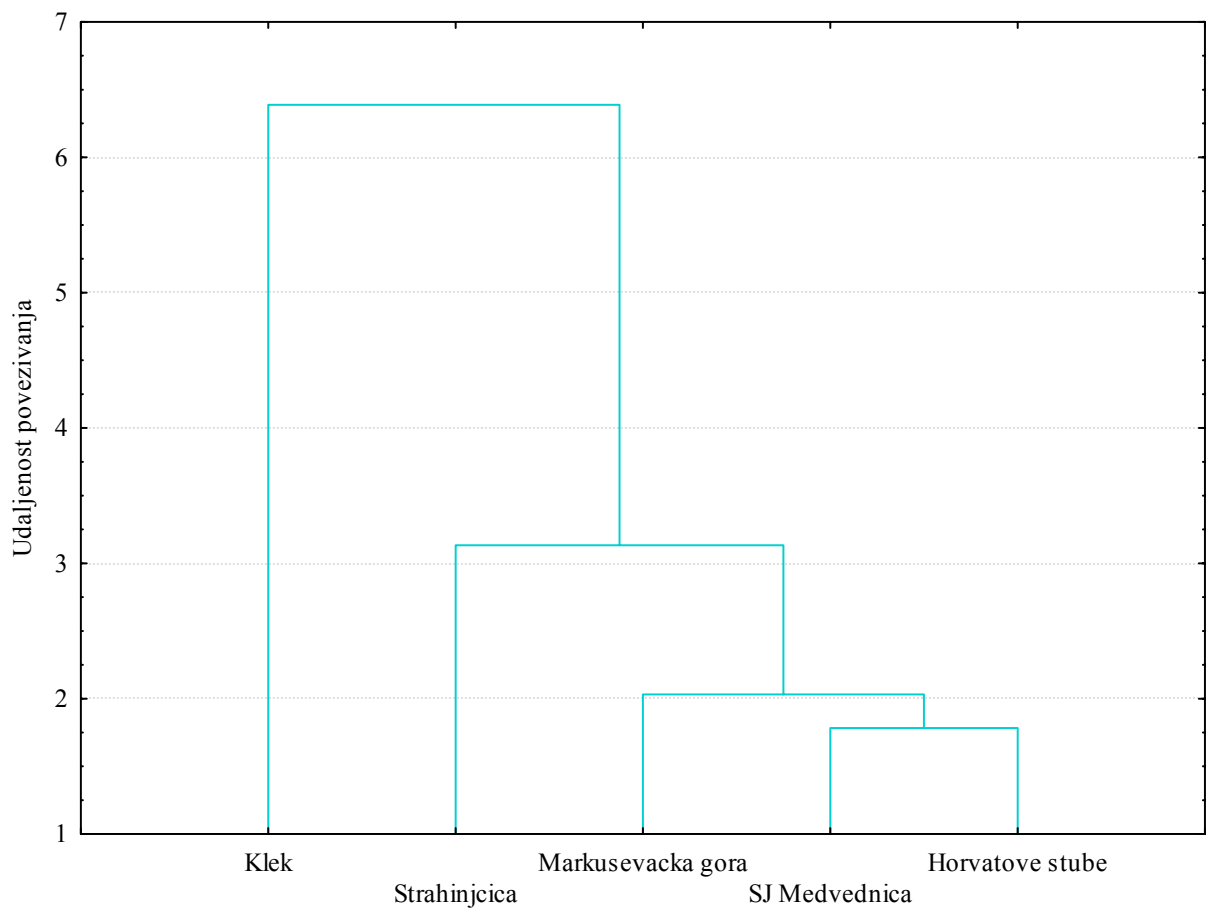
Rezultati univarijatne analize varijance (ANOVA) prikazani su u tablici 3. Stabla unutar populacija, kao i populacije međusobno signifikantno se razlikuju za sva analizirana svojstva. Muške i ženske jedinke za sve populacije zajedno statistički se ne razlikuju, dok se unutar populacija razlikuju za površinu plojke (LA) i dužinu plojke (BL).

Tablica 3. Rezultati univarijatne analize varijance (ANOVA).

Značajka	Population		Gender		Population*Gender		Tree (Population*Gender)	
	4		1		4		63	
	F	p	F	P	F	p	F	p
LA	4,15	p < 0,01	0,15	p = 0,70	2,69	p < 0,05	47,94	p < 0,01
BL	3,33	p < 0,05	0,33	p = 0,57	3,14	p < 0,05	50,26	p < 0,01
MPW	10,40	p < 0,01	0,46	p = 0,50	1,74	p = 0,15	15,40	p < 0,01
PMPW	7,62	p < 0,01	0,02	p = 0,88	2,23	p = 0,08	5,91	p < 0,01
PW1	10,66	p < 0,01	1,06	p = 0,31	1,39	p = 0,25	14,81	p < 0,01
PW2	9,93	p < 0,01	0,02	p = 0,88	1,26	p = 0,30	25,68	p < 0,01
LA1	8,85	p < 0,01	0,03	p = 0,86	1,70	p = 0,16	51,85	p < 0,01
LA2	3,79	p < 0,05	0,39	p = 0,54	2,40	p = 0,06	35,96	p < 0,01
MPW/BL	3,69	p < 0,05	0,68	p = 0,41	2,33	p = 0,07	32,27	p < 0,01
PMPW/BL	7,94	p < 0,01	0,06	p = 0,80	0,83	p = 0,51	2,89	p < 0,01
PW1/BL	3,93	p < 0,05	1,00	p = 0,32	2,36	p = 0,06	32,51	p < 0,01
PW2/BL	5,35	p < 0,01	0,28	p = 0,60	2,13	p = 0,09	33,58	p < 0,01

Multivarijatne statističke metode

Dendrogram (slika 7) prikazuje ukupno pet istraživanih populacija, od kojih su najbližnije SJ Medvednica i Horvatove stube, zatim je njima najbližnja populacija na Markusevačkoj gori. Navedenim populacijama na udaljenosti povezivanja 3,2 pridružuje se populacija Strahinjčica. Na najvećoj udaljenosti spaja se populacija Klek, koja se najviše razlikuje od ostalih analiziranih populacija.



Slika 7. Vertikalno hijerarhijsko stablo (dendrogram) za analizirane populacije.

ZAKLJUČAK

U završnom radu prikazana je morfološka varijabilnost listova obične tise na području Medvednice. Kao najvarijabilnija lisna značajka pokazala se dužina plojke, mjerena od osnove plojke do mjesta najveće širine plojke (PMPW) s koeficijentom varijabilnosti od 40,46 %, a najmanje varijabilnim širina plojke mjerena na 90 % dužine plojke (PW2) s koeficijentom varijabilnosti od 15,27 %. Visok koeficijent varijabilnosti zabilježen je i za značajku udaljenosti od osnove plojke do mjesta najveće širine plojke/dužina plojke ($PMPW/BL = 35,72\%$).

Promatramo li rezultate izmjere svih 2250 listova sakupljenih na 75 grmova/stabala uočavamo da je prosječna površina plojke iznosila $0,44\text{ cm}^2$. Prosječna dužina iglica iznosila je 23,08 mm, a kretala se je u rasponu od 10,35 do 38,53 mm. Prosječna maksimalna širina iglice iznosila je 2,40 mm. Idžojić (2009) za dužinu i širinu plojke navodi da se kreće u rasponu od 1,5 do 3 cm, a za dužinu peteljke da je dugačka oko 1 mm. Prosječna dužina plojke dobivena u ovom istraživanju nalazi se u navedenom rasponu.

Istraživanjem su utvrđene razlike između muških i ženskih jedinki na razini populacija, dok za sve uzorke zajedno te razlike nisu potvrđene. Slične rezultate dobivaju i Brus i sur. (2011) za šmriku (*Juniperus oxycedrus* L.).

Klusterskom analizom utvrđeno je da su međusobno najbližije populacije Horvatove stube i SJ Medvednica na koje se nadovezuje populacija Markuševačka gora. Navedenim populacijama s Medvednice pridružuje se populacija Strahinjčica. Od pet uzorkovanih populacija, po svojim morfološkim karakteristikama, najviše se izdvaja populacija Klek, koja se navedenim populacijama obične tise iz sjeverozapadnog dijela Hrvatske pridružuje na najvećoj udaljenosti.

Za većinu mjerenih značajki populaciju Klek karakteriziraju prosječno najmanje iglice, a za razliku od toga populaciju Strahinjčica prosječno najveće. Prosječne vrijednosti istraživanih populacija s Medvednice za značajke površina plojke (LA), dužina plojke (BL) i najveća širina plojke (MPW) kretale su se u rasponima od $0,41\text{-}0,46\text{ cm}^2$, 22,77-24,39 mm i 2,23-2,61 mm. Navedene populacije intermedijarne su za većinu mjerenih značajki u odnosu na kontrolne populacije Klek i Strahinjčica. Grupiranje istraživanih populacija obične tise prema sličnosti u morfološkim značajkama listova može se tumačiti geografsko-ekološkim načelom.

LITERATURA

- Anić, M., 1946: Dendrologija. U (Šafar, J., ur.): Šumarski priručnik I. Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb. 475-572 str.
- Brus, R., D. Ballian, P. Zhelev, M. Pandža, M. Bobinac, J. Acevski, Y. Raftoyannis, K. Jarni, 2011: Absence of geographical structure of morphological variation in *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* in the Balkan Peninsula. Eur J Forest Res 130: 657-670.
- Herman, J., 1971: Šumarska dendrologija – Priručnik za šumarske, drvno-industrijske i hortikulturne stručnjake. Stanbiro, Zagreb. 470 str.
- Idžojić M., 2004: Listopadno drveće i grmlje u zimskom razdoblju, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 55 str.
- Idžojić M., 2009: Dendrologija list, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 185 str.
- Idžojić M., 2013: Dendrologija cvijet, češer, plod, sjeme, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 118 str.
- Poljak, I., M. Idžojić, M. Zebec, N. Perković, 2012: Varijabilnost europskog pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) na području sjeverozapadne Hrvatske prema morfološkim obilježjima plodova. Šumarski list 136 (9-10): 479-489.
- StartSoft, Inc. 2001: STATISTICA (data analysis software system), version 8.0.
- Šilić, Č., 1973: Atlas drveća i grmlja. Zavod za izdavanje udžbenika, Sarajevo. 218 str.
- Vidaković, M., 1993: Četinjače – morfologija i varijabilnost. Grafički zavod Hrvatske & Hrvatske šume, Zagreb. 744 str.
- Vukelić, J., 2012: Šumska vegetacija Hrvatske, Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet i Državni zavod za zaštitu prirode, 403 str., Zagreb.
- Vukelić, J., Đ. Rauš, 1998: Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- WINFOLIA PRO 2005: leaf analysis software. Regent Corp. Quebec, Canada
- Zebec, M., M. Idžojić, I. Poljak, I. Mihaldinec, 2010: Varijabilnost nizinskog brijesta (*Ulmus minor* Mill. sensu latissimo) na području hrvatske Podravine prema morfološkim svojstvima listova. Šumarski list 134 (11-12): 569-580.

<http://www.treegirl.org/european-yew.html>

http://www.ancient-yew.org/pdfs/Yew_Stands_in_Europe.pdf

<https://www.agroklub.com/hortikultura/tisa-tisucljetni-grm-koji-ubija-i-lijeci/29761/>

<http://www.iucnredlist.org/details/42546/0>

https://www.researchgate.net/publication/263016866_Distribution_and_stand_structure_of_Taxus_baccata_populations_in_Greece_results_of_the_first_national_inventory

http://www.stari.pp-medvednica.hr/Medvednica_hr/Medvednica_priroda_flora1.htm

<http://www.sumari.hr/sumlist/gootxt.asp?id=195501&s=51>

<http://www.ssn.it/PDF/PDF%20NS%2033/373-388.pdf>

Službena web-stranica Parka prirode Medvednica; Priroda URL: <http://www.pp-medvednica.hr/priroda/> (20.08.2017.)