



Dalibor Ballian  
Hojka Kraigher



---

# T I S A

(*Taxus baccata* L.)

---

U BOSNI I HERCEGOVINI

---



# IMPRESSUM

ZNANSTVENA MONOGRAFIJA

**Tisa (*Taxus baccata* L.) u Bosni i Hercegovini**

IZDAVAČ: Udruženje inženjera i tehničara šumarstva Federacije Bosne i Hercegovine (UŠIT FBiH)

ZA IZDAVAČA: Refik Hodžić, dipl.ing.šum.

SUIZDAVAČ: Silva Slovenica - izdavački centar Šumarskog instituta Slovenije, Ljubljana

GODINA IZDANJA: 2021.

RECENZENTI: prof.dr. Robert Brus i doc.dr. Igor Poljak

TEHNIČKI UREDNIK: Kenan Solaković, MA šum. i Azer Jamaković, dipl.ing.šum.

LEKTOR I KOREKTOR: Andreja Dautović

GRAFIČKI DIZAJN I PRIPREMA ZA TISAK: Studio ART 7

AUTOR FOTOGRAFIJA NA OMOTU: prof.dr. Dalibor Ballian

KARTE PRIPREMIO: doc.dr. Admir Avdagić

Elektronsko izdanje

CIP - Katalogizacija u publikaciji  
Nacionalna i univerzitetska  
biblioteka Bosne i Hercegovine,  
Sarajevo

582.471(497.6)

**BALLIAN, Dalibor**

Tisa (*Taxus baccata* L.) u Bosni  
i Hercegovini [Elektronski izvor] /  
Dalibor Ballian, Hojka Kraigher. -  
El. knjiga. - Sarajevo : Udruženje  
inženjera i tehničara šumarstva  
Federacije Bosne i Hercegovine ;  
Ljubljana : Silva Slovenica, 2021

Način pristupa (URL):

[https://usitfbih.ba/wp-content/  
uploads/2021/12/D.Ballian-i-H.](https://usitfbih.ba/wp-content/uploads/2021/12/D.Ballian-i-H.Kraigher-Tisa-Taxus-baccata-L.-u-Bosni-i-Hercegovini-1.pdf)

[Kraigher-Tisa-Taxus-baccata-L.-u-  
Bosni-i-Hercegovini-1.pdf](https://usitfbih.ba/wp-content/uploads/2021/12/D.Ballian-i-H.Kraigher-Tisa-Taxus-baccata-L.-u-Bosni-i-Hercegovini-1.pdf). - Nasl. s  
nasl. ekrana. - Opis izvora dana 23.  
12. 2021. - Summary.

ISBN 978-9926-8071-9-1 (Udruženje  
inženjera i tehničara šumarstva  
Federacije Bosne i Hercegovine)

1. Kraigher, Hojka

COBISS.BH-ID 46915846



Ova publikacija je sufinansirana iz LIFE GEN-MON projekta, koji je finansijski podržan od strane LIFE (Financijskog instrumenta za okoliš) Evropske unije, Ministarstva zaštite okoliša i prostornog planiranja Slovenije i Šumarskog instituta Slovenije.



Silva  
Slovenica

Ova publikacija je tiskana u suradnji sa *Silva Slovenica* izdavačkim centrom Šumarskog instituta Slovenije, Ljubljana, Slovenija



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

Projekat "Tisa (*Taxus baccata* L.) u Bosni i Hercegovini" je sufinansirao Fond za zaštitu okoliša FBiH



"Sadržaj ove knjige isključiva je odgovornost Udruženja inženjera i tehničara šumarstva FBiH i ne predstavlja nužno stav Fonda za zaštitu okoliša FBiH".

Nijedan dio ove knjige ne smije se umnožavati ili na bilo koji način reproducirati bez dopuštenja autora.

Dalibor Ballian  
Hojka Kraigher

**T I S A**  
*(Taxus baccata L.)*  
U BOSNI I HERCEGOVINI

Sarajevo, Ljubljana  
2021. godine





*Tisa drvo bog te je sačuvao,  
a ti mene kada dođe nevrijeme...*

*tekst iz izvorne narodne pjesme*



## PREDGOVOR

Već niz godina UŠIT FBiH tiska znanstvene monografije šumskog drveća, te je nakon pet tiskanih knjiga došao red i na novu, tiskanje monografije pod naslovom "Tisa u Bosni i Hercegovini".

Obzirom na tematiku i sadržaj, ova knjiga može doći u red kapitalnih jer su u njoj obrađene sve populacije tise, odnosno pojedinačna stabla i skupine za koje smo saznali zahvaljujući velikom broju suradnika. Pored onih po šumama osvrnuli smo se na tise u gradovima Bosne i Hercegovine, kao i stare i pojedinačne tise koje su zasađene u selima.

Ovim djelom je tako napravljena prava inventura tise. Ipak ovdje moramo naglasiti da smo se istraživanjem započeli baviti još davne 2003. godine, a sva prva saznanja su nam ukazivala da treba nastaviti istraživanje uz stvaranje velike foto dokumentacije. Do ove knjige, istraživači dendroflora su se većinom oslanjali na tekst o rasprostriranju tise u Bosni i Hercegovini iz 1957. godine, koji je napisao akademik Pavle Fukarek. U početku našeg istraživanja i mi smo se držali tog teksta, ali u većini slučajeva na terenu nismo mogli naći tise na naznačenim toponimima. Razlog tomu je priroda, ali prije svega čovjek koji nemilosrdno uništava tisu, ali tu su i brojni šumari radnici u šumarstvu koji su se nesvjesno uključili u te mračne poslove, oko sječe tisa i prodaje njihovog drva.

Pored brojnih podataka o tisi i tisama u šumama, u ovu monografiju su ugrađene mnoge spoznaje iz brojnih suvremenih istraživanja koja su aktualna za suvremeno poznavanje ove vrijedne vrste i njenu poziciju u šumi. U jednom manjem poglavlju monografija sadržava suvremena istraživanja o varijabilnosti tise u Bosni i Hercegovini i njenoj genetskoj strukturi do koje se došlo kroz niz istraživanja tijekom proteklih 18 godina. Većina podataka je ranije objavljena u brojnim znanstvenim radovima kod nas i u inozemstvu. Veliku pomoć u svemu ovome nam je omogućilo i članstvo u Društvu Eibenfreude (Priatelji tise) iz Njemačke, koji su redovito publicirali tekstove o tisi, a kao član sam redovito dobivao njihove publikacije. Velika pomoć mi je što sam stupio u kontakt sa kolegama iz Španjolske, koji su imali veliki Europski projekt o Tisi, u okviru Life programa. Boraveći na njihovoj konferenciji, sakupio sam brojne podatke, ali i uspostavio brojne kontakte sa istraživačima tise u Europi, sa kojima sam razmjenjivao materijale.

Prilikom rada na ovoj monografiji susretali smo se sa brojnim problemima i izazovima, te su mi brojne kolege izašle u susret i pomogli u realizaciji ovog za mene veoma značajnog posla. Veliku zahvalnost stoga dugujemo brojnim kolega-

ma i šumarskim poduzećima koji su nam tijekom 16 godina nesebično pomagali prilikom sabiranja materijala za istraživanja, te prilikom samih terenskih istraživanja, a na kraju i prilikom izrade fotodokumentacije, odnosno fotografiranja tisa.

Recenzentima se posebno zahvaljujemo na primjedbama i korisnim prijedlozima, čime su znatno unaprijedili i poboljšali tekst. Unaprijed zahvaljujemo svim kolegama i čitateljima koji će nas upozoriti na propuste ili nedostatke u tekstu kako bismo u narednom periodu zajednički pridonijeli proširenju znanja o problematici tise u Bosni i Hercegovini, ali i šire.

*Autori*  
Sarajevo, 2021.





## SADRŽAJ

1. UVOD .....	17
2. BIOSISTEMATSKA PRIPADNOST TISE .....	25
3. OSNOVNA MORFOLOŠKA SVOJSTVA TISE .....	31
4. PODRUČJE RASPROSTIRANJA TISE .....	35
4.1. Područje rasprostiranja tise u Europi i Aziji .....	35
4.2. Područje rasprostiranja tise u Bosni i Hercegovini .....	37
Novi podaci o rasprostiranju u BiH .....	38
5. POVIJESNI PUT TISE .....	47
5.1. Dinamika migracije tise na temelju fosilne peludi i makrofosila .....	50
5.2. Dinamika migracije tise na temelju molekularnih istraživanja .....	58
6. TISA I ŽIVI SVIJET - NJENA UGROŽENOST .....	65
6.1. Tisa i sisari .....	66
6.2. Tisa i ptice .....	70
6.3. Tisa i reptili .....	71
6.4. Tisa i grinje .....	71
6.5. Tisa i insekti .....	72
6.6. Tisovi patogeni .....	73
6.7. Ugroženost tise u Bosni i Hercegovini .....	76
7. EKOLOGIJA TISE .....	81
7.1. Potrebe tise za svjetlom .....	84
7.2. Potrebe tise za vodom .....	86
7.3. Potrebe tise za temperaturom .....	88
7.4. Potrebe tise za mineralnim hranjivima .....	88
7.5. Otpornost tise na onečišćenja .....	90
7.6. Prirast tise .....	91
7.7. Utjecaj stanišne strukture šume na tisu .....	91
8. EKOLOŠKO-VEGETACIJSKA PRIPADNOST TISE U BOSNI I HERCEGOVINI .....	95
9. FITOCENOZE U KOJIMA SE JAVLJAJU TISE U BOSNI I HERCEGOVINI .....	97
10. GENETSKA VARIJABILNOST TISE U BOSNI I HERCEGOVINI .....	101
Alelna i genotipska varijabilnost .....	103
Genetička raznolikost .....	105

Populacijska diferenciranost .....	108
Heterozigotnost .....	108
Genetička odstojanja .....	109
Mjere očuvanja tise na temelju dobivenih rezultata .....	112
10.1 GENETSKA USPOREDBA TISA IZ BOSNE I HERCEGOVINE, TE SASKE I THÜRINGENA U NJEMAČKOJ .....	115
11. TISA U BOSNI I HERCEGOVINI .....	123
11.1. POPULACIJE TISA .....	123
Kozara .....	123
Kanjon Vrbasa – Banja Luka .....	124
Plješivica .....	125
Kanjon Une .....	127
Grmeč .....	128
Grmeč – izvor Sanice .....	136
Ključ – planina Šiša .....	137
Osečenica .....	137
Oštrej .....	140
Klekovača .....	141
Drinić .....	143
Jadovnik .....	144
Šator .....	146
Glamoč – Busije .....	148
Golija .....	148
Dinara .....	151
Kamešnica .....	152
Područje Kupresa .....	153
Šujica .....	158
Semešnica .....	158
Donji Vakuf – Prusačka rijeka .....	160
Kalin .....	163
Rudina .....	164
Gornji Vakuf / Uskoplje - Vranica .....	164
Gornji Vakuf / Uskoplje - Raduša .....	169
Čemernica .....	171
Šiprage .....	171

Studena – Ugodnović .....	172
Crkvina .....	172
Čečava .....	173
Crni vrh kod Tešnja .....	174
Kanjon Vrbasa kod Podmilačja .....	174
Mrkonjić grad .....	176
Bočačko jezero .....	176
Tajan .....	177
Zavidovići – Gostovička rijeka / Kamenica .....	178
Drecelj – Olovo .....	180
Čudičke stijene .....	181
Ajdinovići – Olovo .....	182
Počivala – Zavajta kod Olova .....	182
Sokolina – Olovo .....	183
Trlički vis – Duboštica .....	184
Rahmanovac – Duboštica .....	184
Vita Kosa – Duboštica .....	184
Maoča – Krivaja .....	186
Mala Maoča – Krivaja .....	186
Runješ – Vozuća .....	187
Pepelari .....	187
Bistričak .....	190
Željezno polje .....	190
Vlašić Dobretić .....	190
Vlašić Travnik .....	190
Busovačka planina .....	192
Vranica – Fojnica .....	194
Lopata – Kreševo .....	197
Bjelašnica .....	205
Igman .....	210
Zvijezda .....	211
Tise Kakanjskog područja .....	213
Vukinjača – Ozren .....	214
Trebević .....	215
Treskavica .....	216
Karaula .....	218

Kladanj – Brateljevići .....	218
Konjuh – Zlača .....	219
Jošje .....	220
Sokolina .....	220
Han Pijesak .....	220
Javor – Srebrenica .....	224
Sušica .....	226
Drina – kanjon .....	228
Drina – Badanj .....	229
Vihra – Višegrad .....	229
Šip – Višegrad .....	233
Stakorina – Čajniče .....	234
Zelengora .....	235
Vukova planina .....	239
Vučevo .....	241
Konjic – Prenj .....	242
Konjic – Visočica .....	253
Konjic – Džajića buk .....	253
Vran – Tomislav grad .....	253
Čvrstica .....	256
Gornje Bare .....	262
Gornja Drežnica .....	263
Čabulja .....	267
Velež – Podveležje .....	268
Crvanj .....	273
Bjelasica – Baba .....	274
Luke .....	277
Tisova pleća .....	278
<b>11.2. TISA U URBANIM CENTRIMA .....</b>	<b>279</b>
Tise grada Sarajeva .....	279
Tise na Ilidži .....	283
Tise na Vrelu Bosne .....	284
Tise u Banja Luci .....	284
Tise u Zavidovićima .....	286
Tise u Travniku .....	286
Tise u Donjem Vakufu .....	288

Tisa u Kotor Varoši . . . . .	289
Tise u Višegradu . . . . .	290
Tise u Varešu . . . . .	290
Tise u Bihaću . . . . .	291
Tise u Sanskom Mostu . . . . .	293
Tise u Tuzli . . . . .	294
Tise u Konjicu . . . . .	295
Tise u Doboju . . . . .	295
Tise u Han Pijesku . . . . .	296
Tise u Visokom . . . . .	297
Tise u Zenici . . . . .	298
Tise u Trebinju . . . . .	298
Tisa u Modriči . . . . .	299
Tisa u Rogatici . . . . .	299
Tise u Banji Vručici . . . . .	301
Tise u Bosanskoj Dubici . . . . .	301
Tise u ostalim gradovima . . . . .	301
<b>11.3. STARE POJEDINAČNE TISE SAĐENE PO MANJIM</b>	
<b>MJESTIMA BOSNE I HERCEGOVINE . . . . .</b>	<b>302</b>
Ribnik . . . . .	302
Jajce . . . . .	303
Gornje Olovo . . . . .	304
Bukov do . . . . .	304
Milankovići . . . . .	305
Magulica . . . . .	306
Podsokolina . . . . .	306
Pobrin han kod Vareša . . . . .	307
Vijaka . . . . .	307
Zaruđe kod Vareša . . . . .	308
Strice kod Vareša . . . . .	308
Slavin kod Vareša . . . . .	309
Borovica . . . . .	309
Jelaške . . . . .	309
Vukanovići . . . . .	312
Pepelari . . . . .	313
Pepelarska rijeka . . . . .	315

Topčić polje .....	315
Topčić polje – zaselak Izgrtina .....	315
Bistričak – Smaići .....	316
Željezno polje – Brždani .....	317
Papratnica (Čekuk) .....	317
Tisa Nemila I .....	318
Tisa Nemila II .....	319
Tisa kod Vranduka .....	320
Selo Gomjenica .....	320
Gaše .....	320
Selo Vidovići .....	322
Ugodnović .....	322
Vranjska .....	324
Kupres (Busovača) .....	324
Dusina .....	325
Cuce .....	326
Ždralovići .....	327
Ljubovčići .....	327
Selo Dnopolje .....	328
Selo Lukavice – Gacko .....	329
Tisa u zaseoku Batići .....	329
Selo Planja – Oraš .....	330
Tisa u Butmiru kod Sarajeva .....	330
Tise selu Dumanac kod Kaknja .....	331
Tise u Kaknju .....	331
Tisa u Udežu (Trebević) .....	332
Tisa u Moštrama .....	332
Tisa u Velikoj Aleji na Ilidži .....	334
Tisa selo Štavanj .....	335
Tisa u Tuholju kod Kladnja .....	335
Tisa u Žepču .....	335
Tisa u Dobrinji kod Jablanice .....	336
Tisa u mjestu Dušći kod Višegrada .....	336
Tisa u selu Zgon kod Ključa .....	337
Tisa u Goraždu .....	337
Tisa u Rudanki .....	338
Stara tisa u Brašljevinama .....	338

---

12. OČUVANJE TISE .....	339
Utjecaj klimatskih promjena na rasprostiranje tise .....	342
Nastanak populacija na sub-optimalnim tlima .....	348
Tisa i klima .....	351
Voda u tlu i obnova tise .....	360
Genetski izvori tise .....	363
Preporuke za očuvanje tise u narednom periodu .....	366
13. LITERATURA .....	373
14. SAŽETAK .....	407
15. SUMMARY .....	419
16. ZAHVALA .....	431



## 1. UVOD

Tisa predstavlja tercijarni relikv (Hao i sur. 2008; Hampe i Jump 2011), te je u više europskih zemalja uključena u programe zaštite, a veoma je rijetka i ugrožena vrsta u bosanskohercegovačkoj flori. S obzirom na veliki interes da se ona očuva kao rijetka vrsta našla je svoje mjesto i u Europskoj direktivi o staništima (Direktiva 92/43/67EEC) (European Commission 2007). Tisa u središnjoj i sjevernoj Europi može formirati guste sastojine (Ruprecht i sur. 2010; Thomas i Polwart 2003; Svenning i Magård 1999). U području Mediterana, kao i kod drugih biljnih vrsta boreo-alpska podrijetla, pojavljuje se u vidu brojnih izoliranih lokalnih, manjih ili većih populacija te pojedinačnih stabala, koja se nalaze uglavnom u sjenovitim usjecima na sjevernim ekspozicijama (Ballian 2014, 2014a; Navarro-Cerrillo i Pulido-Pastor 2003; García i sur. 2000; Benham i sur. 2016; Mayol i sur. 2019).

Prema provedenim istraživanjima, procijenjeno je da se tisa u Europi javlja od prije 150 milijuna godina (Scheeder 1994), i kao takva pripada skupini najstarijih četinjača. Nekada se rasprostirala od južne Europe do Danske i Estonije na sjever, Karpata i Zakarpatskih ravnica na sjeveroistoku, Kavkaza, i malog Kavkaza u Turskoj do Mazandaranskog gorja u Iranu na istoku (Richter 2015). Nalazimo je u Maroku, Španjolskoj, Britanskim i Irskim otocima na zapadu, većinom u malim populacijama ili kao pojedinačna stabla (Korpel 1981; Paule i sur. 1993; Thomas i Polwart 2003; Thomas i Garcia-Marti 2015; Hayne i sur. 2016).

U Bosni i Hercegovini tisa većinom raste u malim izoliranim populacijama, skupinama ili kao pojedinačna stabla, odnosno grmovi, a prvi put se kod nas spominje u literaturi iz 1878. godine (Klaić 1878). Razlog njezinom nestanku, odnosno malom brojnom stanju u Bosni i Hercegovini, je visoka uporabna vrijednost njenoga drva i u narodu svih vjeroispovijesti mistična vrijednost tise. To se odrazilo kroz jaki antropogeni utjecaj na tisu tijekom povijesti o čemu svjedoče i brojni arheološki nalazi. Tako je vremenom dovedena na sami rub nestanka, a u mnogim područjima je već u potpunosti nestala. O njoj i njezinom raširenju još svjedoče brojni zemljopisni toponimi, koji ukazuju da je tisa nekad i tu rasla. Najčešći od toponima su Tisovica, Tisovac,

Tisovik, Tisovljak, Tisovina, Tisovo brdo, Tisova kosa, Tisova ravan, Tisov do, Tisova glavica i sl. (Fukarek 1957).

Ovako slabo brojno stanje, kao i opće gledano loša situacija s tisom nije samo svojstvena za nas, nego je ugrožena na širem području Mediterana, te centralne i sjeverne Europe, gdje su većinom preostale male izolirane populacije i pojedinačna stabla (Ballian 2014, 2014a; Scheeder 1994). Vrlo često su u pitanju samo pojedinačni stari primjerci tise velikih dimenzija, bez mogućnosti da se reproduciraju (Ballian 2005, 2009). Zbog male brojnosti tise, a velike potražnje za tisovim drvom već se stoljećima sadi u nekim dijelovima Europe, a što je bio slučaj u centralnom dijelu Njemačke kao i Engleske, gdje je

stoljećima razvijena trgovina tisovim drvom kao strateškom sirovinom, koja se odvija i danas.

Trenutno u Bosni i Hercegovini tisu u prirodi nalazimo na teško dostupnim i zabačenim mjestima, gdje je bila nedostupna ili teško dostupna utjecaju čovjeka, te na lokalitetima gdje je možda taj utjecaj iz nekoga razloga bio mali ili neznatan.

Zbog male brojnosti tise, do koje je dovedena stjecajem povijesnih okolnosti, u prirodnim nalazištima Bosne i Hercegovine zaštićena je zakonom još davne 1964. godine, a također i u mnogim zemljama Europe, a od 1997. godine je uvrštena na crvenu listu zaštićenih vrsta (*IUCN Red List of Threatened Plants*) (Farjon 2013). U zadnjim decenijama je obuhvaćena i EU Direktivom o staništima (Natura), te je tako zaštićena na njenim ključnim staništima.



Slika 1. Najstarija tisa u Bosni i Hercegovini, sa procijenjenom starošću od 1800 godina (Prenj – Kula)

Zbog svoje velike dekorativnosti i mogućnosti oblikovanja, pojedini primjerci ali i skupine tise su prisutni u parkovima, kao i u dendrološkim zbirkama botaničkih vrtova širom svijeta. Obzirom da je veoma atraktivna i cijenjena, a lako se vegetativno razmnožava, kao ukrasno raslinje nalazimo je u brojnim vrtovima kao i velikim Europskim parkovima već stotinama godina, a u Engleskoj je obavezna dekoracija starih dvoraca, gdje je sađena već prije nekoliko stoljeća o čemu postoje brojni dokazi.

Tisa je dvodomna biljka, koja se razmnožava sjemenom i reznicama, a ima ponekad i veoma dobru izbojnu snagu iz panja, ali ipak mnogo bolju iz položenih grana. Ipak, način njezinog generativnog razmnožavanja koje prati jako dormantno sjeme, otežava joj širenje u prirodi. Također, i jako spori rast dodatno je pospješio njezin nestanak.

U području Dinarskih planina koje je vrlo specifično, sa velikim brojem vrsta šumskog drveća i grmlja koje nalazimo na tom području, nalazimo i tise koje se javljaju u svim klimatskim zonama. Kako je tisa bila stalni stanovnik šuma u tom području, to je imala i svoje specifično mjesto u šumskim zajednicama, od sub-mediteranskog područja sa izravnim utjecajem mediteranske klime, centralnih Dinarskih planina sa izmijenjeno kontinentalnom klimom, područja sa nešto izmijenjenim utjecajem tipičnog panonskog područja s kontinentalnom i u nekim slučajevima mezijijskom klimom (Ballian 2005, 2017). O sustavnoj prisutnosti tise na području Bosne i Hercegovine svjedoče i brojni fosilni ostaci njene peludi, što je potvrđeno kroz palinološka istraživanja (Beug 1961; Brande 1973). Još i danas možemo naći pojedine primjerke tise u svim tipovima šuma, odnosno u svim klimatskim zonama u Bosni i Hercegovini, od tople Hercegovine do brdskog dijela Posavine. Ipak, tisu najčešće nalazimo u području bukovih šuma, šuma jele i bukve, te na nekim višim planinama u šumama smreke i jele (Fukarek 1957; Ballian 2005), ali je nalazimo i u crnobarovim šumama na serpetinitu i peridotitu (Ballian 2017). Također ne izbjegava ni otvorena staništa livada i kamenjara u Hercegovini (Ballian 2014). Kod nas tisa najčešće raste na sjevernim ekspozicijama, odnosno na svježijim zaklonjenim mjestima i svježim tipovima tala, ali je prisutna i na južnim otvorenim staništima sa cjelodnevnim utjecajem sunca, odnosno na golim stijenama i liticama, na nadmorskim visinama od 300 do 1500 m (Ballian 2005). Za razliku



Slika 2. Formirana skupina tisa u Ljubljani (tri tise u jednoj krošnji)

od nas u nekim zemljama Europe raste od razine mora do 2500 m nadmorske visine (Farjon 2010).

Na trenutno rasprostiranje tise u Bosni i Hercegovini presudnu ulogu je odigrao čovjek nekontroliranim sječama tisovih stabala, i

to već stotinama, a možda i tisućama godina unazad. Razlog tome je što tisa igra veoma značajnu ulogu kroz povijest o čemu svjedoče brojni arheološki nalazi. Većinom je služila kao jedan od osnovnih materijala u izradi oružja, obično kopalja, lukova, strijela, štitova i sličnih predmeta. Tome prije svega treba zahvaliti kvaliteti i tehničkoj vrijednosti drva tise, njegovoj tvrdoći i elastičnosti. Ovdje treba naglasiti da je tamnosmeđa srčika izrazito dekorativna, a prije svega veoma lako se mehanički obrađuje. Zato su proizvodi od njezinog drva imali svoje mjesto u svakodnevnom životu čovjeka na ovim prostorima. Iz rečenog proističe da je kroz povijest u centralnoj i sjevernoj Europi, kao i kod nas, tijekom predantičkog i antičkog perioda, a posebice tijekom srednjeg vijeka, cvjetala trgovina tisovim drvom (Fukarek 1957).

Tisa kao drvo kod svih naroda i vjeroispovijesti koji žive u Bosni i Hercegovini ima posebno značenje, prije svega zbog njene sposobnosti da doživi veliku starost, često i veću od 1000 godina (Jovanović 1956, 1971, 2000; Rushforth 1987; Thomas i Polwart 2003; Šilić 1983; Vidaković 1982, 1993; Vidaković i Franjić 2004; Benham i sur. 2016). Zbog toga narodi tisu smatraju simbolom dugovječnosti, i kao takvu su je koristili u određenim spiritualnim ritualima koji su se u nekim područjima središnje Bosne zadržali do danas (Protić 1898; Pećo 1925; Marsell 1928; Ballian 2005, 2019). Prije svega se to ogleda u tome da su ljudi prilikom gradnje kuća ili nekih drugih objekata komade tisova drva ugrađivali u taj objekt, da mu na taj način daju dugovječnost. Na području Vareša se vjerovalo da tko nosi tisov štap sa sobom, on ga štiti od svih zlih duhova (Protić 1898). Tisovo drvo se rabilo i u izradi određenih amajlija koje su svakodnevno nošene na odjeći. Obično se u garderobu za izlazak vani ušivao komadić drva u donji rub garderobe, ili se pak tisovo drvo spremalo u mali jastučić koji se potom ušivao u odjeću, obično kapute ili ogrtače. Također, oprema radnih životinja u seoskim domaćinstvima je morala imati bar dio od tisovog drva; tako je kod volovskih zaprega u jarmu dio poznat kao peljuga izrađivan od tisova drva. Čovjek ju je koristio u određenim ritualima kao amajliju koja daje dugovječnost i dobro zdravlje, kako čovjeku tako i domaćim životinjama. U nekim dijelovima Bosne i Hercegovine postoji i tradicija uplitanja komadića tisovog drva u grivu konja ili vezanja za rogove govoda, kao i bušenja rogova i ubacivanja drva pod rog u cilju njihove zaštite od bolesti i sl.



Slika 3. Tisa u Salzburgu

(Fukarek 1936; Ballian 2005, 2019). Ako je dio opreme za vuču kod konja i volova bio od tisovog drva, vjerovalo se da je davao konjima i volovima veću snagu, te da ih je čuvao od povreda prilikom rada. U spiritualnom pogledu, kod kršćana i muslimana tisa ima svoje mjesto u duhovnosti, jer se od nje izrađuju križevi i krunice, a kod muslimana tespisi. Tako je interesantno da se u nekim derviškim tekijama u Bosni tijekom molitve mogu koristili samo tisovi tespisi. Također, u cijeloj Bosni za cvjetnu nedjelju se sijeku grančice za posvetu i čuvaju na dovracima ulaznih vrata u kuću. Interesantno je da se, kada je počela elektrifikacija sela, obično na mjernom uređaju u seoskim domaćinstvima također držala tisa, da štiti kuću i ukućane od udara struje.

Ne samo u Bosni i Hercegovini, nego kod svih naroda Balkana tisa je kroz povijest smatrana za simbol sreće, i kao takvu su je koristili u svakodnevnom životu, a ti običaji su se u nekim područjima središnje Bosne zadržali do danas. Tako su se kolijevke za malu djecu radile od tisova drva, ili je bio bar jedan dio od tisovine, da novorođenčetu da snagu, zdravlje i sreću u životu, ta da ga očuva od zlih utjecaja. To sve je prije svega proisteklo, kako je ranije rečeno, iz njene sposobnosti da doživi veliku starost (Jovanović 1956, 1971, 2000; Rushforth 1987; Thomas i Polwart 2003; Šilić 1983; Vidaković 1982, 1993; Vidaković i Franjić 2004; Ballian 2019), te sposobnosti da se obnovi iz panja, ali tu je također važno napomenuti i otrovnost svih vegetativnih dijelova osim arilusa. To svojstvo otrovnosti je kod ljudi stvorilo vjerovanje da zbog toga može da ih štiti od zlih duhova. Nedostatak drva tise iz šuma, uz njenu spiritualnu vrijednost, bio je jedan od razloga što se tisa uzgajala već dugi niz godina u vrtovima oko kuća u Bosni. Kao

primjer može poslužiti tisa iz sela Bukov dol kod Olova stara oko 500 godina, koja je već dugi niz godina pod zaštitom, a tu su i dvije tise iz sela Pepelari kod Žepča, koje su stare oko 750 godina, pet tisa iz Ugodnovića, te brojne mlađe tise koje također nalazimo po selima u središnjoj Bosni.

Suvremena istraživanja u Europi koja su se zadnjih godina počela provoditi na tisi dala su povoda da se pokušaju iznaći populacije tise i u Bosni i Hercegovini. Na iznalaženju populacija tise pomoć je pružilo mnogo lokalnih stručnjaka, što je dalo jako dobre rezultate. Većinom su registrirana pojedinačna stabla koja nalazimo širom Bosne i Hercegovine, ali ni male populacije tise nisu izostale. Do sada je registrirano, pored poznatih 39 populacija (Fukarek 1957), još 14 novih populacija (Ballian 2016), a kroz rad na ovoj knjizi nađene su još brojne nove populacije i skupine, kao i pojedinačna stabla odnosno grmovi. Inače, brojnost nekih skupina i populacija se mjeri od nekoliko desetina biljaka pa do nekoliko tisuća, o čemu će biti pisano u posebnom poglavlju ove knjige. Ova saznanja nam daju jasniju sliku o ovoj vrsti u Bosni i Hercegovini te nas lakše usmjeravaju ka aktivnostima na zaštiti ove vrijedne vrste. Kako svi oblici zaštite leže u prethodnom poznavanju genetičke strukture populacija određene vrste, to se na taj način počelo raditi i s tisom u Bosni i Hercegovini.



Slika 4. Tise ispod smreka u botaničkom vrtu Pruhonjica



## 2. BIOSISTEMATSKA PRIPADNOST TISE

Za četinjače je sistematika i sistematska pripadnost vrste veoma jednostavna u odnosu na listače. Tako se sistematika četinjača pokazala kao postojanija i nesklona većim promjenama. U modernoj sistematici primjećuju se znatne razlike u usporedbi sa starim načelima i izdvajanju taksona na temelju morfologije, što pokazuje da se moderna taksonomija i sistematika nalaze u znatnom previranju zbog primjene novih molekularnih metoda u istraživanjima (Crawford 1989).

Razdioba četinjača je urađena prema najnovijim saznanjima i s obzirom na postojanost sistematskih jedinica nije mnogo mijenjana, stoga je shematski pregled taksonomskih jedinica tise dan prema Sitte i sur. (1998), Mägdefrau i Ehrendorfer (1997) i Farjon (2010).



Slika 5. *Cephalotaxus harringtonii* daljni srodnik tise podrijetlom iz Koreje

**Shematski prikaz taksonomskih jedinica kod tise:**

odjeljak	<i>Spermatophyta</i>
pododjeljak	<i>Coniferophytina</i>
razred	<i>Pinopsida</i>
podrazred	<i>Pinidae</i>
red	<i>Taxales (Pinales)</i>
porodica	<i>Taxaceae</i> Lindley (1830)
rod	<i>Taxus</i> Linnaeus (1753)
vrsta	<i>Taxus baccata</i> Linnaeus (1753)

**Pregled taksonomskih jedinica  
s njihovim osnovnim karakteristikama**

*Coniferophytina* su poznate od gornjeg karbona i u vezi su s devonskim pragimnospermama. Obuhvaćaju oko 600 vrsta (800 vrsta) i kao šumsko drveće vrlo su rasprostranjene i važne. Rod *Taxus* ima danas poznatih oko sedam vrsta tisa u sjevernoj hemisferi, te dva poznata hibrida. Ipak postoji veći broj nižih taksonomskih formi interesantnih u hortikulturi.

- Odjeljak: *Spermatophyta*, sjemenjače pokazuju heteromorfnu izmjenu generacija s gametofitom i sporofitom, a pored toga i odgovarajuću izmjenu faza s haplofazom i diplofazom.
- Pododjeljak: *Coniferophytina (Pinicae)*, rašljaste i igličaste golosjemenjače, karakterizira vrlo jednostavna građa vegetativnih i rasplodnih organa. Listovi su u obliku iglica, prašnici (mikrosporofili) sastoje se od nosilaca pojedinih skupina prašnica, a plodni listovi (megasporofili) razvijeni su u obliku jednostavnih nosilaca sjemenih zametaka.
- Razred: *Pinopsida*, muški i ženski cvjetovi imaju skraćenu os na kojoj se postrance, a i terminalno nalaze gusto poredane skupine prašnica na dršku (prašnici), odnosno sjemeni zameci (plodni listovi), koji su sjedeći ili su na dršku, a usto gotovo uvijek imaju i sterilne lisne organe. Cvjetovi, napose ženski, često su skupljeni u cvatove nalik na resu ili češere.



Slika 6. *Taxus baccata* L., cv *Fastigiata* Loudon u botaničkom vrtu Trsteno

Podrazred: *Pinidae* (= *Coniferae*), četinjače. Ženski su cvjetovi reducirani i sjedinjeni u sjemene ljuske, najčešće su srasli i s njihovim braktejama (pokrovnim ljuskama). Srasle sjemene i pokrovne ljuske skupljaju se u cvatove nalik na češere. Oplodnja se odvija peludnom mješavinom (sinfonogamija). Listovi su igličasti, s pravilnom dihoto-

mom-paralelnom nervaturom. Iz klice s dvije ili više supki razvijaju se u razgranjena ili monopodijalna stabla na kojima su bočni ogranci različitih redova često poređani u katove.

- Red: *Taxales* Lindl., sjemeni zametak je opkoljen prstenastim meristemskim naborom koji predstavlja izrastaj cvijetne osi. Tijekom sazrijevanja sjemena on raste i stvara sočni omotač arilus.
- Porodica: *Taxaceae*, obuhvaća dvije potporodice sa pet rodova, od kojih je za nas interesantan rod *Taxus*. To su omanja stabla i grmovi, sa muškim cvjetovima, pojedinačno ili u resama smještanima u pazuhu listova, ženski također u pazuhu, pojedinačni ili u paru (Vidaković 1987, 1993).
- Rod: *Taxus* L., dvodomnog ili mnogo rjeđe jednodomnog drveća i grmlja, koji sadržava sedam vrsta, kora crvenkasta i guli se u velikim ljuskama, muški cvjetovi s naličja, a ženski cvatovi su u vrijeme oprašivanja uvijek uspravni do oplodnje. Ovaj rod se od drugih razlikuje razvojem generativnih organa. *Taxus* je rod sa sedam blisko srodnih vrsta razasuti po sjevernoj umjerenoj hemisferi. Postoje naznake kod nekih morfoloških i kemijskih svojstava koje su dovoljne za razlikovanje vrsta, a koje su ipak dovoljne da blisko povezuju zemljopisnu varijabilnost obične tise (Hess i sur. 1967; Dallimore i sur. 1974; Voliotis 1986; Burns i Honkala 1990; Dempsey i Hook 2000). U rodu nalazimo deset vrsta: *Taxus baccata*, *Taxus brevifolia*, *Taxus canadensis*, *Taxus chinensis*, *Taxus contorta*, *Taxus cuspidata*, *Taxus floridana*, *Taxus globosa*, *Taxus mairei*, *Taxus wallichiana*. Inače, ime ovog biljnog roda dolazi od grčke riječi *taxis*, koja znači red, a odnosi se na pravilno raspoređene iglice na grančicama.
- Vrsta: *Taxus baccata* L., obična ili europska tisa, ima ljuskastu crvenkastu koru koja se guli, tamnozeleno nježne iglice, te ne formira pupove. S obzirom na tlo i klimu ona je srednjeplaninsko i južnoeuropsko planinsko drvo koje se najčešće pojavljuje u mješovitim sastojinama s bukvom i jelom, ali i sa smrekom. Postoji duga tradicija štovanja tise, te je stoga našla svoje mjesto u hortikulturi.

Većina sistematičara prisutnih devet vrsta tisa smatra za odvojene vrste. Za razliku od njih, druga skupina na temelju malih morfoloških razlika koje su prisutne između poznatih vrsta tise, je mišljenja da imamo samo jednu tisu, a da su sve ostale podvrste skupine *Taxus baccata* sensu latiore (Fukarek 1957). U tom slučaju bi i naša obična tisa bila podvrsta, *Taxus baccata* L. spp. *eu-baccata* Pilger, kao i ostale svojite, što je kasnijim suvremenim istraživanjima odbačeno.



Slika 7. Kultivar tise *Taxus baccata* Reandens

Tisa koju nalazimo u šumama Bosne i Hercegovine ne pokazuje značajnu morfološku varijabilnost, te nije bilo raščlambi na niže taksonomske kategorije. Ipak, kod nekih starih primjeraka u selima Fukarek (1957) prepoznaje varijetet *fastigiata* Loud. Za razliku od Fukareka (1957), drugi autori, kao što su Rushforth (1987), Vidaković (1982, 1993), Vidaković i Franjić (2004), te Krüssmann (1972) raščlanjuju tisu na veliki broj oblika, odnosno kultivara, na one koje su pa-



Slika 8. Plodovi tise

tuljastog rasta, prema obliku i boji iglica, široke krošnje i uzrasta sa različitim izgledom izbojaka, te obojanošću. Svi ti kultivari su našli veliku primjenu u hortikulturi.

Prema više autora u Europi egzistira više od 70 kultivara tise (Krüssmann 1972; Vidaković 1987, 1993; Vidaković i Franjić 2004; Welch i Haddow 1993; Cope 1998), uključujući stupoliku irsku tisu (cv *Fastigiata* Loudon) podrijetlom sa padina irske planine Cuilcagh u Co. Fermanagh, koji se nalazi u Sjevernoj Irskoj, gdje je prvi put otkrivena još davne 1780. (Elwes i Henry 1906; Nelson 1981).

Radilo se i na križanju tisa, te pored rečenog treba naglasiti i postojanje umjetnih križanaca između japanske tise (*Taxus cuspidata* Siebold i Zuccarini) i obične tise (*Taxus baccata* L.). Križanci se jednostavno proizvode i nalaze na tržištu kao *Taxus x media* Rehder. Uspješno križanje je prvi put napravio T.D. Hatfield iz arboretuma Hunnewell Pinetum iz Massachusettsa (USA), oko 1900. godine prilikom kemotoksikoloških istraživanja roda *Taxus*, a koje se temeljilo na istraživanju koncentracije šest neutralnih taksina u iglicama. U istraživanju je potvrdio razdvajanje vrsta *T. baccata*, *T. cuspidata* i *T. x media*, ali nije potvrdio intermedijalnu poziciju križanaca između roditeljskih vrsta, već je dobio heterotičan efekt kod križanaca (van Rozendaal i sur. 1999).



Slika 9. Tise u Schönbrunnu (Beč)

### 3. OSNOVNA MORFOLOŠKA SVOJSTVA TISE

Tisa je četinjača bez smole, obično grm ili manje drvo, koje ponekad može da dosegne visinu i do 20 (28) m, sa prsnim promjerima i preko 150 cm (kod nas u selu Pepelari i na planini Prenj). Obično ima jedno deblo, ali vrlo često i više njih jer ima svojstvo ranog grananja.

Ovo je dugovječna vrsta, koja može doživjeti starost i preko 2500 godina. Nalazimo je u brojnim šumskim zajednicama širom Bosne i Hercegovine, većinom u šumama bukve i jele. Tisa dobro podnosi stresne situacije u okolišu, te je tolerantna na brojne vidove onečišćenja (Grime 1979). Kako sporo raste, sporo dostiže i fiziološku zrelost, koja nastupa oko 70. godine.

Vrsta je sjene i polusjene ali može izdržati punu osunčanost, te može rasti na različitim tipovima tala, a pomaže i dobrom razlaganju mrtvog drva na tlu (Lilpop 1931; Brzeziecki i Kienast 1994). Najbolje sastojine u Europi gradi u zoni sa oceanskom klimom, a kod nas u centralnim Dinaridima, sa izmijenjeno kontinentalnom klimom i umjerenim mediteranskim utjecajem na planinama submediteranskog područja.

Korijenski sustav prodire osrednje duboko i prilično je razgranat, često i površinski, a dobro se veže s kamenim podlogama, uz brojne endomikorizne gljive na njima. Veoma često tisu nalazimo na golim stijenama i kamenjarima, što potvrđuje da posjeduje veoma jaku korijensku snagu.

Kora je tanka, u mladosti glatka, kasnije ispuca i ljušti se u vidu tankih pločica, crveno-smeđe boje. Za razliku od brojnih četinjača, grane nisu u pršljenima, većinom jedna iznad druge, a pokrivaju cijelo stablo. Brojne grane nastaju iz vodenih izbojaka na mjestima gdje se jave oštećenja, ili se pojavi više svjetla. Stoga je krošnja tise prilično gusta, a na to utječe dobro podnošenje zasjene, te imamo primjerke koji čitav život provedu u određenom stupnju zasjenjenosti, ali najljepše krošnje razvija prilikom uživanja punog svjetla. Listovi, iglice ostaju na stablu do 8 (10) godina. Iglice su spljoštene, na vrhu zašiljene, s gornje strane tamnozeleno a s donje s dvije blijedozelene pruge bez puči. Iglice su duge 20 – 30 mm i široke oko 2 mm, a završavaju se suženjem koje podsjeća na peteljku. Mlade grančice su zelene i višekutne, s dosta postranih izbojaka koji nastaju iz uspava-

nih pupova (Brus 2004; Jovanović 1956, 1971, 2000; Negulescu i Săvulescu 1957; Rushforth 1987; Thomas i Polwart 2003; Šilić 1983; Vidaković 1987, 1993; Vidaković i Franjić 2004; Benham i sur. 2016).

Tisa je dvodoma vrsta, s izuzecima. Muški cvjetovi se javljaju u ožujku i travnju, u vidu loptica 2-3 mm promjera koji su ustvari štitasti mikrosporofiti, a ima ih 6-14, žute boje sa 4-9 peludnica u njima. Muški cvjetovi se povezuju u skupine do 20-30 (Mundry i Mundry 2001), a oprašivanje je vjetrom. Ženski cvjetovi se javljaju u isto vrijeme, pojedinačni su i ima ih mnogo manje nego muških. Ženski cvjetovi ili ovule su 1,5-2,0 mm duge, pojedinačne ili u parovima, smještene u pazuhu lista na donjoj strani mladog izbojka s grančicama (Stützel i Röwekampt 1999). Cvijet je u obliku sitnih žućkasto-zelenih pupoljaka koji predstavljaju sjemeni zametak koji je na kraju peteljke obrasle ljuščicama. Svaki cvijet obično nosi jedan sjemeni zametak (Brus 2004; Jovanović 1956, 1971, 2000; Negulescu i Săvulescu 1957; Rushforth 1987; Thomas i Polwart 2003; Šilić 1983; Vidaković 1987, 1993; Vidaković i Franjić 2004).

Po sazrijevanju sjeme je spljošteno jajoliko, glatko i sjajno, smeđe-žuto, 6-7 × 5 mm veliko po sazrijevanju, a ima tvrdi sjemenu ljusku. Sjeme je djelomično okruženo mesnatim arilusom obično 9 × 7 mm velikim, a sazrijeva u godini cvjetanja. Sjeme sazrijeva od kolovoza do kasno u jesen, a opada u prosincu.

Arilus je prisjemeni izrastaj, te sjeme tise slični na bobicu. Arilus privlači ptice koje ga gutaju i tako raznose sjeme tise na velike udaljenosti.



Muški cvjetovi



Naličje iglica



Mladi plod

Slika 10. Morfološke karakteristike tise

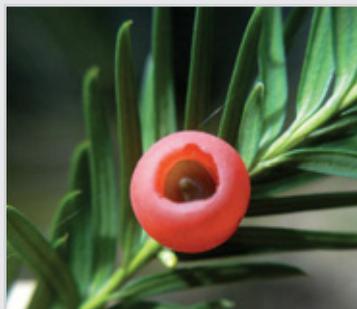
Na tisama su provedena citološka istraživanja, te je u citološkom pogledu tisa diploid, a u stanicama ima  $2n = 24$  kromosoma, kao i brojne druge četinjače (Dark 1932, Sax i Sax 1933; Lövkvist 1963, Moore 1982). Kod tise je poznato da je jedan kromosom telocentričan ili akrocentričan, jedan je izrazito submetacentričan, dok su ostali više ili manje metacentrični (Sax i Sax 1933). Zbog svoje specifičnosti, mejoza je kod tise interesantna, a o pojedinostima i dinamici mejotskih faza najviše podataka daje Dark (1932). Iako su traženi poliploidi kod tise, oni za sada nisu registrirani.

Svi vegetativni dijelovi tise su toksični izuzev arilusa koji je jestiv, a razlog toksičnosti je pojava kardiotoničkog alkaloida taksina i cijanidnog heterozid taksikatina koji sadrži cijanovodoničnu kiselinu (Denis i sur. 1988; Ferhatović i sur. 2003). Igljice i sjemenke su veoma otrovne i konzumirane izazivaju povraćanje, proljeve, oštećenje bubrega, te djeluju paralitički na središnji živčani sustav. Sadržaj poznat kao taksin ili često nazvan taxol jako varira od individue do individue i dijelova biljke. Taksol je jako tražen u farmaceutskoj industriji za pripremu lijeka koji se rabi u liječenju nekih vidova raka. Zbog toga se provode brojna istraživanja koja imaju za cilj odrediti skupine stabala tise sa najvećim koncentracijama taksola (Thomas i Polwart 2003).

Prema kemijskom sastavu drva mogu se razlikovati različite vrste tisa, *T. baccata*, *T. brevifolia*, *T. cuspidata* i *T. floridana*, dok se druge vrste kemijski gotovo ne razlikuju (Erdtman i Tsuno 1969). Većina vrsta sadrži alkaloid taksol iako su Dempsey i Hook (2000) utvrdili da postoji široka varijabilnost u morfološkim i kemijskim svojstvima



Igljice



Arilus



Sjeme



Slika 11. Deblo tise sa korom i vodenim izbojcima

(sadržaju paklitaksela) između različitih individua tise. Ipak, to svojstvo je nedovoljno za međuvrsne taksonomske razlike između različitih vrsta. Tako se i dalje pokušava na temelju kemijsko-farmakoloških istraživanja provesti pravilna identifikacija biljnog materijala.

Drvo tise je tvrdo, ravnomjernih godova, crveno-smeđe boje, elastično i jako teško (Richter 2015), od 600 - 800 kg/m<sup>3</sup>. Drvo tise je izuzetno tvrdo i otporno na vlagu, tako da nikad ne bubri. Veoma je cijenjeno, a kod tanjih dimenzija rabi se za izradu dugmadi, kutljača, žlica, bukara i sl. (Pintarić 2002). Drvo većih dimenzija rabi se za namještaj, zidne obloge (Pintarić 2002) i muzičke instrumente (Wendt 2015; Hess 2015; Richter 2015)

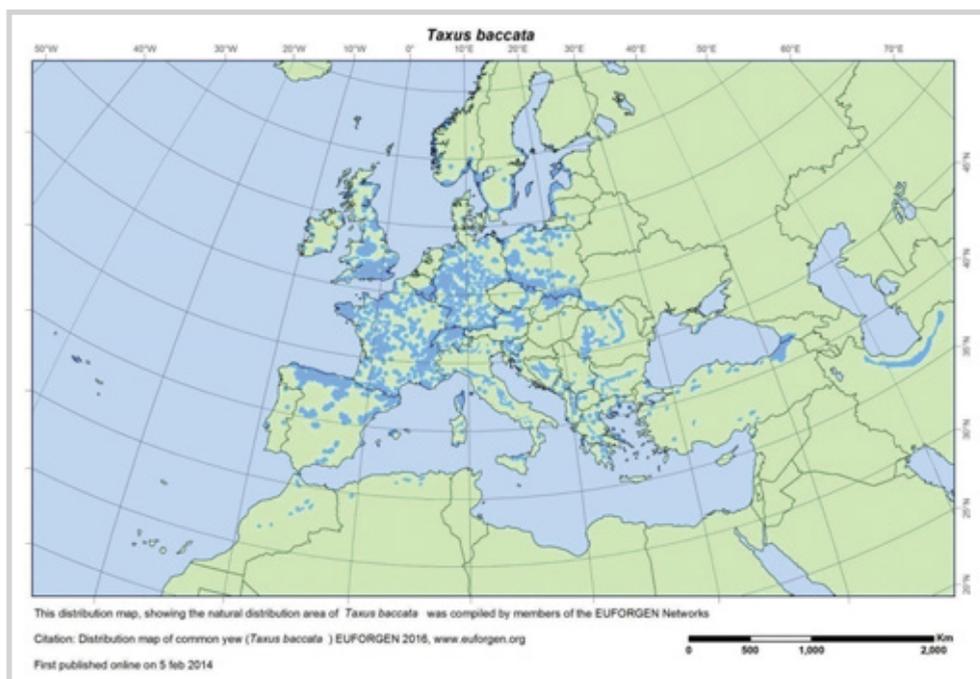


Slika 12. Tise u Krakovu

## 4. PODRUČJE RASPROSTIRANJA TISE

### 4.1 Područje rasprostiranja tise u Europi i Aziji

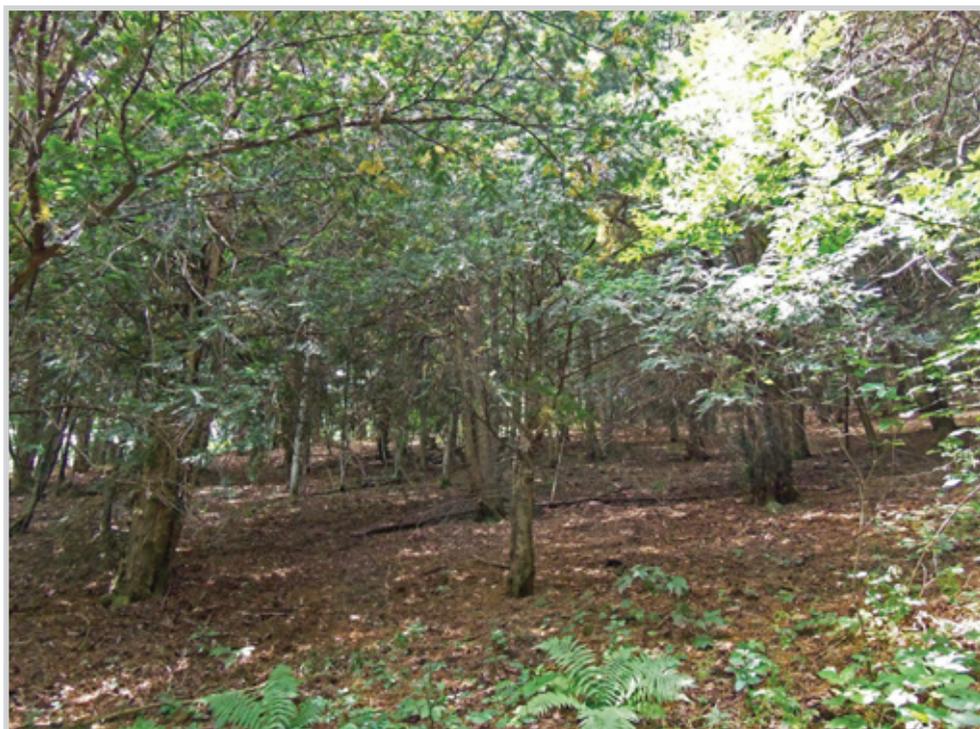
Tisu nalazimo na sjeveru Europe do 63°N u Norveškoj i Švedskoj (Jovanović 2000; Meusel 1943; Vidaković 1987, 1993; Vidaković i Franjić 2004; Thomas i Polwart 2003; Farjon 2010; Schirone i sur. 2010; Jalas i Suominen 1973; EUFORGEN 2016), prema istoku se proteže do Estonije, Poljske, te do Kaspijskog mora, Irana (Richter 2015), Armenije, Gruzije (Amirgulashvilil i Nadiradze 2010; Amirgulashvilil i sur. 2011) i jugoistočne Turske, na jug do Grčke (uključujući i otoke Eubeja, Thasos i Samothraki) (Voliotis 1986), sjeverne Španjolske (Peñalba 1994, Cortes i sur. 2000), Portugala i Alžira (Vidaković 1987, 1993; Vidaković i Franjić 2003). Velike populacije tise nalazimo u Ukrajini, Poljskoj, Mađarskoj, Slovačkoj, Rumunjskoj i na Kavkazu (Bugala 1978). Inače je ne nalazimo u većini područja s kontinentalnim



Karta 1. Rasprostiranje tise u Europi (EUFORGEN 2016)

klimatom u Europi, kao što je krajnji sjever i jugoistočna područja Rusije, kao i na nekim od otoka kao što su Kreta, Farski otoci i Island, a gotovo je iščezla sa Azora.

Tisa raste samo na prilično niskim nadmorskim visinama, dok je na jugu rasprostiranja visokoplaninska vrsta, posebice na višim planinama Mediterana, a na području Kavkaza raste od razine mora do 2050 m. Maksimalne visine su: jug Slovačke 660-1000 m; Alpe 1100-1400 m; Iran 1400 m; Turska 1400-1900 m; Pirineji 1400-1650 m; južna Španjolska 1600-1900 m; Karpati 1660 m; Sardinija 1700 m; Makedonija 1800 m; središnja Grčka 1950 m; sjeverna Afrika 2000-2500 m, te Kavkaz sa 2050 m (Elwes i Henry 1906; Bugala 1978; Krol 1978; Melzack 1979; Voliotis 1986; Hartzell 1991; Vidaković 1991; Schweingruber 1993; Jovanović 1957, 1971, 2000; Vidaković 1987, 1993; Vidaković i Franjić 2004; Thomas i Polwart 2003; Benham i sur. 2016).



Slika 13. Tisova šuma u Armeniji

#### 4.2 Područje rasprostiranja tise u Bosni i Hercegovini

Prema podacima druge nacionalne inventure šuma na velikim površinama u Bosni i Hercegovini imamo 3.231.500 ha šuma i šumskog zemljišta. To je oko 60 % njene površine (Lojo i Balić 2011), a u 93% su prirodne šume, gdje na malom prostoru imamo različite biljne zajednice. U tim šumama, posebice šumama bukve i jele, te bukve, jele i smreke, tisa ima svoje specifično mjesto, od submediteranskog područja sa velikim utjecajem mediteranske klime, centralnih Dinarskih Alpa sa izmijenjeno kontinentalnom klimom, do tipičnog panonskog područja sa kontinentalnom klimom (Fukarek 1957).

Tisu obično nalazimo na sjevernim ekspozicijama, odnosno na svježijim tipovima tala, ali ima slučajeva gdje je na većim visinama nalazimo i na istočnim, južnim pa i zapadnim ekspozicijama. U Bosni i Hercegovini se javlja na nadmorskim visinama od 300 do 1500 m. Kada je u pitanju geološka podloga, nalazimo je na podlogama od vapnenaca, filita, pješčara, ali je nalazimo i na serpentinsko-peridotitnim podlogama u šumi crnog bora. Sama raznolikost geoloških podloga je uvjetovala i raznolikost tipova tala na kojima raste (Fukarek 1957). Ipak, na njeno rasprostiranje u Bosni i Hercegovini presudnu ulogu je odigrao čovjek, i to već stotinama godina unazad, možda i od rimskog perioda, nekontroliranim sječama tisovih stabala. Razlog je prije svega u kvalitetnom i trajnom drvu tise, koje je tamnosmeđe srčike, te koje se lako mehanički obrađuje i ima svoje mjesto u svakodnevnom životu čovjeka na ovim prostorima (Ballian 2005).



Slika 14. Tisa u Turskoj, područje Kure Daglari Parki

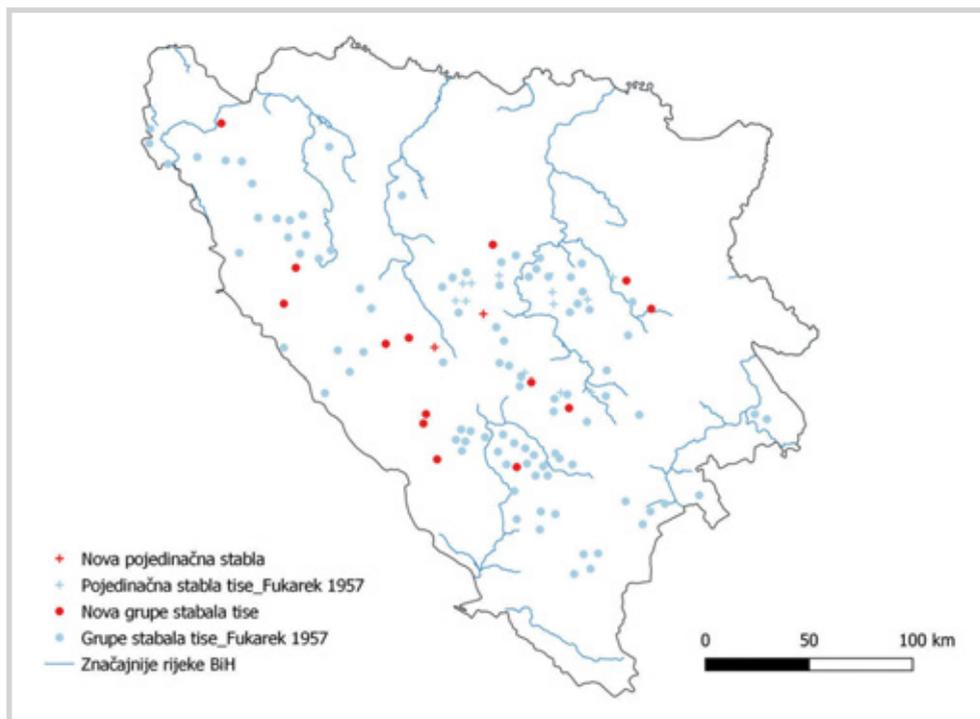
Nekontrolirana aktivnost čovjeka dovela do toga da je tisa polako nestala iz naših prirodnih šuma, te je iz godine u godinu postalo sve teže naći tisu u prirodnim šumama. Ipak, u planinskim selima su uvijek postojali ljudi koji su znali gdje je mogu naći, ali zbog njene vrijednosti koja im je donosila neku dodatnu zaradu ili poštovanje lokalne zajednice, oni su tajili ta nalazišta i prenosili saznanja o njima s koljena na koljeno. Brzim nestankom sela u zadnjih 50-60 godina i prelaskom ruralnog stanovništva u gradove i ta tajna mjesta su ostajala napuštena i lagano prepuštena zaboravu, praktički do današnjeg dana, ili su samo ostala maglovita sjećanja starih ljudi iz pojedinih sela (Ballian 2005).

### *Novi podaci o rasprostriranju u BiH*

U brojnim radovima o flori i vegetaciji Bosne i Hercegovine nalazimo razmjerno malo podataka o lokalitetima na kojima raste tisa, a i prilično su nepouzdati. Ti podaci osim toga obično i ne govore o broju primjeraka koji su nađeni na izvjesnom mjestu, nego navode prosto lokalitet i ništa više. Prve podatke za tisu u Bosni i Hercegovini dao je Fiala (prema Fukareku 1957) za planinu Klekovaču. U najvažnijoj knjizi o vegetaciji Bosne i Hercegovine s početka prošlog stoljeća, Beckovoj (1913) *Flori Bosne i Hercegovine i Novopazarskog sandžaka*, govori se o tisi kao vrsti drveća koja se susreće pojedinačno ili u skupinama i navodi za Bosnu i Hercegovinu 10 lokaliteta odnosno planina.

Potom u literaturi nalazimo još nekoliko podataka o novim lokalitetima sa tisom, zabilježenim od strane Malya (1928) i to u Hercegovini na četiri lokaliteta, te kod Bošnjaka (1936) za planinu Čvršnicu četiri lokaliteta, a prema Fukareku (1957) Muravjev je za područje Čajniča naveo jedan lokalitet.

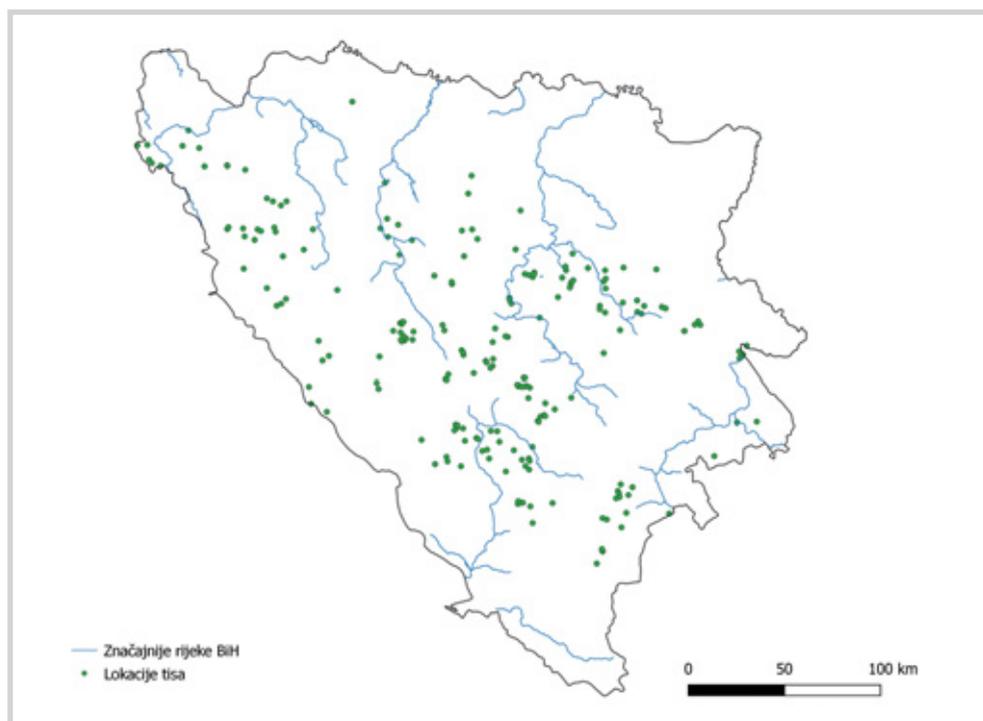
Kroz analizu herbarskog materijala Zemaljskog muzeja u Sarajevu Fukarek (1957) je nadopunio lokalitete sa sedam novih nalazišta, te kroz vlastita terenska istraživanja flore dolazi još do tri lokaliteta. Fukarek (1957) je kroz kontakte i aktivnosti sa šumarskim poduzećima dolazio do dijela podataka, te je na kraju uspio registrirati 39 lokaliteta, odnosno populacija većeg ili manjeg obima, kao i pojedinačnih stabala, u što su uključena i nalazišta koja su registrirali stariji istraživači. Ipak, situacija na terenu se u međuvremenu promijenila, te je tisa iščezla sa nekih lokaliteta ljudskom zaslugom, posječena su sva



Karta 2. Rasprostiranje tise u Bosni i Hercegovini prema Fukareku (1957), dopunio Ballian (2016)

stabla i grmovi, kao što je slučaj na planini Kozari o kojoj piše Fukarek (1957), dok s druge strane imamo skupine koje su sada mnogo veće i brojnije kao što je slučaj s Ajdinovićima kod Olova, populacijom na Kamešnici, Dinari ili populaciji Tisov vrh kod Tešnja, a autor ih je lično obilazio. Na njima se naslanjaju populacije na Mahnjači, Crni potok - Palašnica iznad Željeznog polja.

Mnogi od lokaliteta za koje danas znamo nisu bili spomenuti u radu Fukareka (1957) te su izostavljeni jer se znalo za njih, a na njima se nalaze male populacije tise, ali i pojedinačna stabla. Tako smo kroz provedenu inventuru tise u Bosni i Hercegovini došli do brojnih podataka te smo u mogućnosti nadopuniti raniji pregled rasprostiranja tise dat u istraživanju Fukareka (1957). I prilikom rada na ovoj monografiji došlo se do brojnih novih podataka o tisama širom Bosne i Hercegovine, te će se tek naknadnim sumiranjem moći dati zaokružen areal tise, sa 202 prirodna nalazišta u našim brdima i planinama.



Karta 3. Trenutno rasprostiranje tise u šumama

Krećući se od zapada ka istoku, treba spomenuti tise na Plješivici, kanjonu Une, Grmeču, Osečenici, Oštrelju, Klekovači, Šiši, kao i na izvoru Sanice. U zapadnoj Bosni imamo nekoliko veoma interesantnih nalazišta tise o kojim piše Fukarek (1957). Ipak, brojna nisu registrirana iako su veoma značajna, a jedno od njih je u kanjonu rijeke Une. Tako, na pola puta između Bihaća i Bosanske Krupe, u nepristupačnim kamenim liticama u dužini od 8 km nalazimo veoma interesantne primjerke tise. To su pojedinačna stabla, koja su preostala nakon sječe tise koja je bila veoma tražena u tom dijelu Bosne i Hercegovine za izradu amajlija i kućnih predmeta.

Drugi interesantan lokalitet zapadne Bosne je na južnim obroncima masiva Klekovače, na kojoj je prvi put registrirana tisa, te drugi put se navodi još osam manjih lokaliteta iznad Ribnika (Fukarek 1957), ali se ne navodi ovaj lokalitet koji je nedaleko od Drvara prema

Resanovcima uz samu entitetsku granicu. Populacija nije velika, ali pokazuje dobru vitalnost.

Na planini Šiši nalazimo s obje strane entitetske linije dosta pojedinačnih stabalaca, dobre vitalnosti, u šumi bukve i jele.

Interesantan je lokalitet na planini Jadovnik, gdje na sjevernim padinama koje su otvorene prema Drvaru nalazimo jednu veoma brojnu i vitalnu populaciju tise. Kako je u pitanju teško dostupan teren to je ona dobro očuvana.

Tu su i tise sa planine Šator, gdje se javljaju u dvije veće skupine, a postoje još dva pojedinačna stabla. Ovdje se moramo osvrnuti i na planinu Goliju na kojoj nalazimo veliki broj pojedinačnih stabala tise u šumi jele i smreke, kao i jele i bukve, kako na južnim tako i na sjevernim padinama. U pitanju su manji grmovi ili pojedinačna stabalca razbacana po velikim kamenim blokovima.

Planinu Dinaru spominje Fukarek (1957) i navodi da tisu nalazimo u Fratarskoj dragi, što je potvrđeno, a u pitanju je veoma vitalna i velika populacija tise. Iako je udaljena od naseobina i skoro nepristupačna i na njenim stablima je primjetna ranija devastacija.

Više detalja o rasprostranju tise će biti dano u posebnom poglavlju.

Kada je u pitanju planina Kamešnica, tu tisu nalazimo na sjevernoj ekspoziciji, gdje u bukovoj šumi gradi jednu veliku populaciju različitog uzrasta. Tu nalazimo i obilje pomlatka, grmove tise, ali i veća stabalca. Drugi lokalitet na ovoj planini nalazimo na prevoju Vaganj, gdje se tisa javlja rubno uz šumu, a to su tri pojedinačna primjerka, koji su srodstveno povezani sa prethodno navedenom populacijom tise.

Planina Vran se naslanja na Čvršnicu koja je bogata pojedinačnim stablima i grupama stabala tise, iako na njoj tisa ranije nije registrirana. Prilikom izrade plana gospodarenja za područje općine Tomislavgrad, na sjevernim obroncima Vrana, iznad Mandinog sela, nađene su tri skupine tisovih grmova, te više pojedinačnih stabalaca ili grmova. Ovim nalazom se upotpunjuje veza između južnih i zapadnih populacija tise. Za područje tomislavgradske šumarije interesantan je i nalaz tise u neposrednoj blizini Šuice.

O tisama na području Kupresa piše Fukarek (1957) ali se ne spominju lokaliteti Jaram, Kupreška rijeka, Rastićevo, jer je svoje istraživanje usmjerio na planinu Kujaču i Malovan. Tek otvaranjem tog

šumskog predjela, prije 20 godina tijekom ratnih zbivanja, populacija postaje poznata širem krugu šumarskih stručnjaka. To je razlog što su populacije Jaram i Kupreška rijeka ostale neotkrivene, iako su bile poznate lokalnom stanovništvu koje je redovito u njima zadovoljavalo svoje potrebe za tisovim drvom. O tome svjedoče brojni grmovi, nastali izbojcima iz posjećenih panjeva.

Dolazimo i do planine Vlašić, koja ka padinama Borije u selu Ugodnović ima veoma interesantnu populaciju s pet jako velikih stabala tise sa jako velikim prsnim promjerima na deblima, a i visinama.

Tise također nalazimo na Semešnici, Maloj Semešnici i Prusačkoj rijeci, na više lokaliteta. U pitanju su vrlo vitalna stabla i grmovi koji se javljaju u različitim tipovima šume.

O tisama na planini Vranici Fukarek (1957) piše samo površno, o jednom lokalitetu ispod vrha Tikva, koji nismo mogli potvrditi te vjerujemo da je lokalitet krivo označen. Ipak, na ovoj planini postoje brojni lokaliteti s tisom, bilo da su u pitanju skupine ili pojedinačna stabla, i to kako s fojničke strane tako i sa gornovakufske/uskopaljske. Ipak naviješe tise na ovoj planini nalazimo u pretplaninskoj šumi bukve, na trasama kretanja lavina, ispod vrha Sjekira, te nešto manje i većinom pojedinačnih stabala u nižim predjelima gdje su šume bukve i jele.

Kada je u pitanju planina Lopata iznad Kreševa, na njoj nalazimo tise na većem broju lokaliteta. Tu imamo male skupine i osrednje velike populacije odraslih stabala visine do 8 m i promjera do 25 cm, te brojna pojedinačna stabla i grmove. Tako nalazimo čitav pojas od Kreševa do Drževica. Tu je i planina Inač, koja se veže sa Lopatom, te i na njihovom prijevoju nalazimo tise, kao i jednu osrednje veliku populaciju na samoj planini Inač. Kad su spomenute Drževice, važno je napomenuti da u neposrednoj blizini sela imamo nekoliko populacija, od kojih je jedna veoma reprezentativna uz potok Ploče, dok je populacija na lokalitetu Tisovik prilično devastirana. U ovom selu je bila i jedna stara tisa u vrtu Šime i Mate Jukića, koja je u zadnjem ratu posječena, a koju navodi Fukarek (1957).

Kada je u pitanju planina Bjelašnica, za nju možemo reći da ima brojnu populaciju u visokoplaninskoj zoni koja se proteže od Krstiča poljane, preko Tisove glavice, Orlovca, Strugova, Mehine luke, Ljubovčića pa do Babinog dola, a pojedinačni primjerci se spuštaju i u šume Igmana. Fukarek (1957) je pak naveo da se samo pojedinačni

primjerci mogu naći u zoni Mehine luke, dok u našem istraživanju nalazimo veći broj skupina i pojedinačnih stabala. Zbog blizine ljudskih naselja većina primjeraka je grmaste forme dok su manja stabla prilično rijetka.

Na Bjelašnicu se naslanja Visočica sa jednom dosta malom populacijom, koja danas broji samo par primjeraka na njenim zapadnim obroncima, koji su ostaci nekada velike populacije o kojoj piše Fukarek (1957).

Krećući se od sjevera prema jugu, prvo se moramo osvrnuti na populaciju Čečava, koja već pripada Panonskom bazenu, kao i populaciju Tisov vrh kod Tešnja. U pitanju su male i izdvojene skupine tise. Slijedi je planina Konjuh. Nova nalazišta su na južnim obroncima planine Konjuh, nedaleko od Djevojačke pećine, na sjevernoj ekspoziciji, te u dolini Zlače (Hodžić i sur. 2009) i istočnije Jašja.

Sljedeće nalazište je na južnim padinama Karaule, ali također sjeveroistoku eksponirano, nedaleko od lokaliteta Drecelj, uz put Olovo-Tuzla. Tu je i populacija kod Brateljevića, u Ljutim stranama. Na ovom lokalitetu skupina stabala tise je na nepristupačnome terenu, a izgrađena je od grmolikih formi, te nešto malo malih stabalaca. Karakteristika ove skupine je obilje prirodnog pomlatka.

Slijede populacije iznad rijeke Krivaje o kojima se ranije nije znalo, a nalaze se od Dreca u blizini Olova pa sve do blizu sela Maoča i Mala Maoča na rijeci Krivaji. Tu treba spomenuti i Gostovičku rijeku sa više skupina tise.

Od Olova ka Sarajevu nalazimo dvije populacije, Ajdinovići na rubu istočnobosanske visoravni i Vukinjaču na obroncima Ozrena.



Slika 15. Tise iz populacije Drecelj

Dalje, niz istočnobosansku visoravan, tise nalazimo na Devetaku, te u Lukama između Žepe i Srebrenice, na nepristupačnim lokalitetima.

U istočnoj Bosni tisu nalazimo na području Višegrada, gdje imamo tri lokaliteta sa jednom jako dobrom i vitalnom populacijom na lokalitetu Vihra (Ballian 2017). Tu je i čajnička populacija na lokalitetu Cicelj (Fukarek 1957).

Dalje južno dolazimo do populacija i pojedinačnih stabala tise na planinama Vučevu, Zelengori, Volujku i Vukovoj planini iznad Borča. Tise obično nalazimo u malim skupinama ili pojedinačno razasutim u šumama bukve i jele.

U području Hercegovine tise nalazimo na svim većim planinama. Na planini Prenj nikada nismo sigurni da smo sve populacije tise obuhvatili.

Tako na lokalitetu Kula ima jedna veća populacija (Ballian 2014). Lokalitet Kula je jedno šire područje Prenja iznad Boračkog jezera, na kojem postoje dvije odvojene populacije tise. Jedna populacija se nalazi na jugoistočnom dijelu iznad Dugog Polja, a izgrađena je od grmastih formi tise, a što je posljedica jakog ljudskog utjecaja koji se ogleda i stalnim sječama tisovine. U toj populaciji nema značajnijih primjeraka u pogledu dimenzija. Druga populacija je na višoj nadmorskoj visini, 1350 m, a stabla rastu u samim stijenama, na ekstremno lošem staništu za tisu, gdje velika strma padina koja se podiže s Boračkog jezera prelazi u manji šumski plato. Ta grupa stabala tise je veoma interesantna, jer je grade stabla sa većim promjerima, odnosno jako stara stabla za prilike koje vladaju u Bosni i Hercegovini. Do sada se mislilo da je na Prenju najstarija



Slika 16. Tisa na Prenju, jedno od većih i starijih stabala

tisa koju nalazimo u području gornjeg toka Idbra, sa promjerom od oko 40 cm, no to je jako mali promjer za tise koje imamo na lokalitetu Kule. Na našem lokalitetu smo registrirali 5 stabala tise jako velikih dimenzija koje se kreću od 60 do jedne od 190 cm.

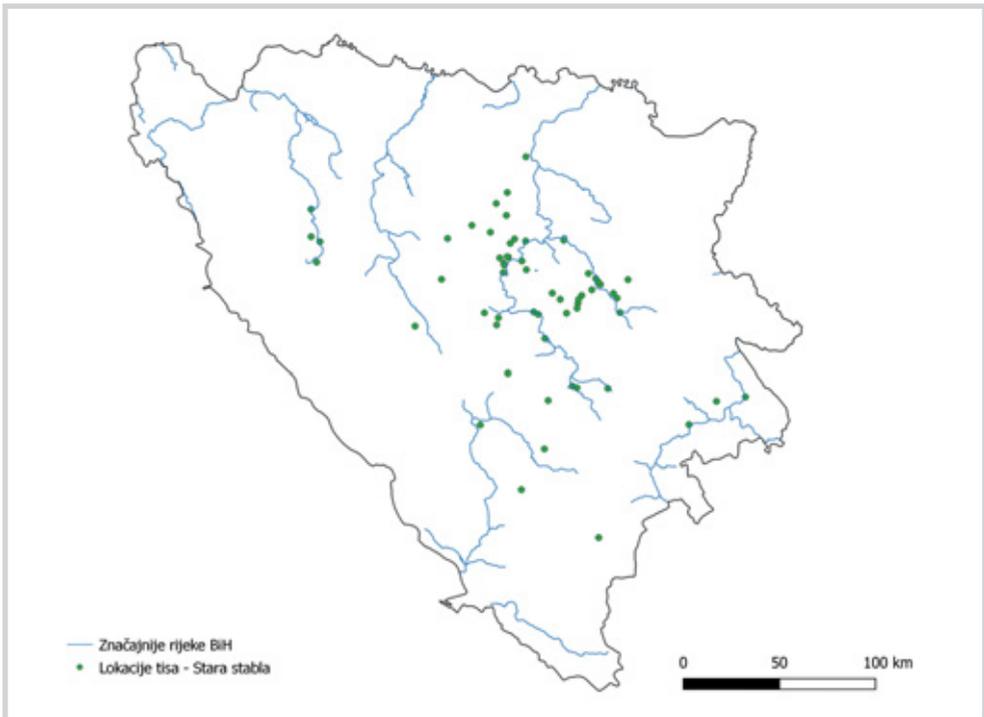
Kada je u pitanju Prenj tu su još populacije u Konjičkoj Bijeloj, Bijeloj, Grabovici, Dabića poljani, Tisovici, kao i brojna pojedinačna stabla i grmovi razbacani po bukovo-jelovim šumama ove planine. Također, brojne tise nalazimo i na strmim i neprohodnim liticama širom ove planine.

Na Prenj se naslanja Velež, jugu eksponirana planina koja u svojim bukovim šumama ima brojne skupine tise, od kojih se ističe najjužnija populacija Konđilo sa velikim brojem stabala i grmova tise.

Na planini Čvrsnici nalazimo tisu na više lokaliteta, a najpoznatiji je lokalitet Tise iznad Dive Grabovice o kome piše još Bošnjak (1936), te Fukarek (1957) i Ballian (2014). Tu tisa dolazi području Među Plase, gdje gradi jednu impozantnu skupinu starih i mladih stabala, sa obiljem pomlatka. Iako je udaljena od ljudskih naselja i u ovoj skupini je primjetna devastacija sječom. Također, pojedina stabla i skupine tise nalazimo i na lokalitetima u Privratima, Kozilima, Zakamenju, Borju i Osoju. Tu su i brojni pojedinačni primjerci razbacani širom planine. Sa sjeverne strane Čvrsnice nalazimo jednu interesantnu populaciju na Muharnici. Vjerojatno na ovoj velikoj planini ima još lokaliteta, ali nisu otkriveni. Tu je i veća tisa koju nalazimo na južnim padinama iznad sela Gornja Drežnica, na samom izvoru rijeke Drežanke. Stablo se praktično razvilo iz okomite stijene, a na njemu je primijećeno ranije devastiranje, te sada imamo više debala koja su se razvila iz panja, a promjera su oko 20 cm.

O planini Čabulji i njenoj flori je detaljno pisao Bošnjak (1936) ali nije spominjao tise. Ipak, na širem lokalitetu Bosiljne nalazimo dva stabalca, panjeve sa dobro razvijenim izbojcima koje stanovnici redovito podsijecaju za "cvjetnu nedjelju". Ipak najviše tise na ovoj planini nalazimo u njenom podnožju, iznad rijeke Drežanke, gdje raste na strmim liticama potoka i bujičnih tokova koji se ulijevaju u Drežanku. Prema kazivanju mještana u šumama i na liticama ima još podosta pojedinačnih stabala, a obzirom na nepristupačnost terena planine Čabulje može se pretpostaviti da na njoj egzistira još pojedinačnih stabala tise, ili manjih skupina. Tako Čabulja i Vran upotpunjuju sliku rasprostiranja tise u tom dijelu Bosne i Hercegovine.

Ovdje kao izoliranu planinu istočne Hercegovine treba da spomenemo Bjelašnicu, koja u sebi krije brojne tise. Iako su od ranije poznati lokaliteti na Babi koja se naslanja na Bjelašnicu, o stanju tise na njoj se nije znalo. Na planini su dvije skupine populacija, male i potištene, koje je nadvladala primarna šumska vegetacija i jake vitalne populacije na kamenim goletima sa velikim brojem jakih i vitalnih individua.



Karta 4. Trenutno rasprostriranje starih sađenih tisa u selima Bosne i Hercegovine

## 5. POVIJESNI PUT TISE

Kao i sve druge vrste šumskog drveća i grmlja, tisa zadnju glacijaciju preživljava u južnim glacijalnim pribježištima. Nakon završetka glacijacije, odnosno sa započinjanjem otopljanja i tisa migrira ka sjeveru na ekološki povoljnija staništa, savladavajući sve prepreke koje su joj se našle na migracijskom putu.

Za pretpostaviti je da su glavni ograničavajući faktori za kretanje tise u njenom rasprostiranju nakon zadnje glacijacije bili ekološki čimbenici određenih područja. Smatralo se da je obnova tise više ograničena nedostatkom vode u svojim južnim područjima, a mraza i biotskih čimbenika (zastrtost tise krošnjama matične sastojine i herbivora) u sjevernom rasprostiranju, dok genetska raznolikost ima tendenciju smanjenja kako na sjevernim tako i na južnim rubnim područjima. Za opstanak tise je važno razumijevanje adaptivnih genetskih reakcija na klimu i za očuvanje biološke raznolikosti i predviđanje budućih evolucijskih odgovora, kao i za ključne vrste u ekosustavu (Mayol i sur. 2019).

Iako su paleoekološke informacije o rasprostiranju tise u prošlosti oskudne, neki od najstarijih europskih pleistocenskih peludnih ostataka pokazuju da se tisa proširila za vrijeme nekoliko interglacijalnih perioda i dala značajan doprinos vegetaciji europskog kontinenta (Mamakova 1989; Turner 2000; de Beaulieu i sur. 2001; Müller i sur. 2003; Koutsodendris i sur. 2010). Palinološki zapisi također pokazuju da je tisa bila u stanju izdržati najteže uvjete tijekom posljednje glaci-



Slika 17. Tisa u Turskoj, lokalitet Parki Horma Kanony

jacije, i to ne samo u južnim pribježištima (Allen i sur. 2002; Carrión 2002; Carrión i sur. 2003), nego i u srednjoj i istočnoj Europi (Stewart i Lister 2001; Willis i van Andel 2004), a neki su mišljenja da je ona bila prisutna u pribježištima sjeverne Europe (Tzedakis i sur. 2013).

Nedavne procjene filogenetske starosti tise, a koje su temeljene na metodu molekularnog sata, ukazuju da se njena starost može procijeniti na prijelaz između krede i tercijara (Hao i sur. 2008.), odnosno na oko 66 milijuna godina. Najstariji fosilni ostaci su iz donjeg miocena, a stari su oko 23 milijuna godina (Kunzmann i Mai 2005). Tijekom kasnog miocena i pliocena, prije 5,3-1,8 milijuna godina, europska mediteranska flora je prošla kroz opsežnu diferencijaciju (Palamarev 1989), pa tako i tisa koja je bila sastavni dio te flore. Glavni selekcijski pritisak za biljne zajednice u kasnom tercijaru je bio dugoročni pad količine ljetnih padalina (Suc 1984). Tada su vladale dugotrajne suše koje su bile povezane sa visokim temperaturama tijekom vegetacije, pa se to može povezati sa specifičnom adaptacijom tise. Zato se može pretpostaviti da je to dovelo do razdvajanja kod tise, kako po visinskim nišama, tako i po zemljopisnoj dužini, odnosno po topografskim gradijentima, vjerojatno još od srednjeg miocena, do prije 15 milijuna godina, a uglavnom tijekom pliocena, kada se javljaju nadirući sušni periodi koji dovode do migriranja tisovih predaka u povoljnije uvjete (Kovar-Eder i sur. 2008). Ipak, s obzirom na stanje tise u području Mediterana, za pretpostaviti je da taj trend suša i visokih temperatura nije vladao na cijelom području Sredozemlja.

Novija istraživanja ukazuju na to da su dugotrajne suše u području Mediterana mogle imati utjecaj na njegovom jugoistoku, dok su prema sjeverozapadu ostali nešto humidniji uvjeti povoljni za rast i razvoj tise (Jost i sur. 2009; Bruch i sur. 2006). Ovaj fenomen se može vidjeti u izdanašnjim genetskim obrascima populacijskih struktura ostataka tise u Mediteranu (Hewitt 2000). González-Martínez i sur. (2010) su pronašli gradijent smanjenja genetske raznolikosti, uz povećanje broja individua ka sjeverozapadu, odnosno ka središnjoj Europi i sjevernom dijelu Iberijskog poluotoka, kao i ka jugoistoku odnosno mediteranskom dijelu Iberijskog poluotoka i sjevernoj Africi. S druge strane, genetska raznolikost se smanjuje na sjevernim rubnim područjima rasprostiranja u odnosu na populacije središnje Europe (Myking i sur. 2009). Tako su Hilfiker i sur. (2004) našli beznačajnu diferencijaciju između švicarskih populacija, sugerirajući da centralni i

periferni dijelovi rasprostriranja imaju istu genetsku raznolikost u oba sjeverna, kao i južna rubna područja, o čemu pišu Hampe i Petit (2005). Ovakve učinke na populacije tise, pored kvartarnih klimatskih promjena, vjerojatno imaju i nedavne ljudske aktivnosti (Tröber i Ballian 2011; Chybicki i sur. 2011; Dubreuil i sur. 2010; Lyubenova i Nedelchev 2001). Klimatski kao i antropogeni čimbenici čini se da su doveli do povijesne izolacije populacija, što je možda značajno za bolju raznolikost genetske strukture, te ograničenja toka gena i pojave genetskog drifta u populacijama (Couvét 2002).

Postojanje populacija tise u njenom današnjem južnom rasprostriranju jasno ukazuje da su se kvartarna glacijalna pribježišta nalazila u južnoj Europi (Carrión i sur. 2003; Tzedakis i sur. 2002; Taberlet i Cheddadi 2002). Nalazi fosilne peludi na južnoiberijskim planinama ukazuju da je tisa preživjela glacijaciju na vrlo visokim nadmorskim visinama, te je vjerojatno tako preživjela i na drugim visokim planinama južne Europe (Carrión 2002). Osim toga, dobiveni genetski podaci pokazuju da su se promjene u rasprostranjenosti vrsta tijekom klimatskih ciklusa koji su se dešavali u kvartaru, posebno u južnim područjima, sastojale uglavnom od visinskih smjena, bez velikih zemljopisnih pomaka (Thompson 2005; Hewitt 1996, 2000). Orografska složenost Alpa predstavlja glavnu barijeru, i vjerojatno je poticala genetsku diferencijaciju južnih populacija tise, što se tumači posljedicom postojanja povratnih uskih grla, male učinkovitosti veličine populacije, te daljnje izolacije vrste tijekom glacijalnih i interglacijalnih razdoblja (Schirone i sur. 2010; Dubreuil i sur. 2010;



Slika 18. Tisa u Kataloniji (Poblet)

Petit i sur. 2005; Thompson 2005). To se slaže s hipotezom da je vrsta preživjela u važnim planinskim lancima, poput onih u obalnom području Sredozemlja, a što je osiguralo brze visinske pomake vrste kao odgovor na klimatske promjene (Magri i sur. 2006), o čemu pišu Thompson (2005) i Hewitt (1996, 2000).

Ostaci fosilne peludi ukazuju da su tise nekada bile daleko više raširene nego danas, posebice tijekom interglacijacije u srednjem pleistocenu, na području Francuske i Velike Britanije, osobito tijekom razdoblja s blagom oceanskom klimom (de Beaulieu i sur. 2001). Tako nalazišta peludi u južnoj Španjolskoj datiraju iz gornjeg glacijala, starosti od 20.000-17.000 godina prije Krista, sa čestom koncentracijom peludi ispod 2% (Carrión 2002). Ipak je veća zastupljenost tise bila krajem ledenog doba u periodu od prije 19.000-13.900 godina, a posebno sredinom holocena od prije 7.400-5.300 godina. Dijelovi peludnih ostataka koji prikazuju tise u kasnom ledenom dobu također dolaze iz perioda od prije 14.780 godina (Carrión i sur. 2007).

Tijekom posljednjih 6.000-4.000 godina, broj populacija tise je smanjen u mnogim dijelovima Europe, kao posljedica nekoliko faktora, uključujući i eksploataciju šuma, jako pašarenje, kompeticiju s drugim vrstama drveća (Ruprecht i sur. 2010; Piovesan i sur. 2009; Dhar i sur. 2007; Thomas i Polwart 2003; Tittensor 1980), što je ostavilo traga i na fosilima koji se danas nalaze.

Ovdje ćemo se osvrnuti na seriju istraživanja o podrijetlu tise i njenim kretanjima tijekom dugih perioda glacijacije i otopljanja, na temelju njenih fosilnih ostataka koji su nađeni u Europi.

### 5.1. Dinamika migracije tise na temelju fosilne peludi i makrofosila

Na temelju suptilnih morfoloških analiza svih vrsta tisa koje trenutno nalazimo u prirodi, kao i brojnih fosilnih nalaza, Spjut (2000) je došao do zaključka da današnje tise i njihove populacije vode podrijetlo iz jugozapadne Kine od kuda su se raširile. Interesantno je da se na temelju morfologije fosilnih ostataka tise došlo do zaključka da je do tercijara u Europi egzistiralo nekoliko vrsta. Spjut (2000) u istom istraživanju daje prijedlog da se današnja obična tisa razvila kao hibrid nastao između davno nestale tise koja je naseljavala velika područja Rusije, a poznata je kao *Taxus contorta* i tercijarnih relikata

koji su u to doba naseljavali šire područje sjeverne Afrike.

Postoje i brojna palinološka istraživanja, ali jako stara pelud nije otkrivena, jer je fosilna pelud tise slabog kvaliteta i prilično je osjetljiva na koroziju peludi koju uzrokuje pelud žitarica, te se tisova pelud vrlo brzo razgrađuje (Firbas 1949; Havinga 1967; Šrodoň 1978). Analiza uzoraka peludi je pokazala da njihovi ostaci nisu pokazali prisustvo tise u Europi tijekom prethodnih interglacijalnih razdoblja, počevši od Cromeriana, prije 450.000-700.000 godina (Šrodoň 1978). Prvi nalazi fosilne peludi tise su vezani za naredne periode, kada je pelud tise jako brojna, a to je period s toplom oceanskom klimom, Hoxnian, prije 367.000-400.000 godina (West 1962). Iz tog pe-

rioda potječu i najstariji fosili drva u svijetu, a to je staro koplje od tisovog drva nađeno u području Clactona u Engleskoj. Pelud tisa i drugih makrofosila ove vrste iz perioda Hoxniana je veoma česta, i nalaze se zajedno sa peludi i makrofosilima jasena i joha. Njihova brojnost se pripisuje bogatstvu tadašnjih šuma koje su rasle na vapnencima. Nakon toga je slijedilo nekoliko perioda u kojima je došlo do propadanja tisa, a što je bilo povezano sa proširenim zakiseljavanjem tala, širenjem brojnih tresetišta koja su preferirale smreke, jele i rododendroni, dok se tisa povlači pred njima. U tom periodu tisa se širi dalje istočno u povoljnije uvjete, te stiže do područja koja su prema Sukatschevu (1908) nešto jugozapadno od Moskve.

Postoje brojni fosili peludi iz kasnog Angliskoginter glacijalnoga perioda (od prije 400.000 godina) i ranoga Wolstoniana (od prije oko 365.000 godina), ali su prema Godwin i Tansley (1941) vjerojatno



Slika 19. Tisa u Kataloniji (Poblet)

sekundarnog podrijetla. Za taj period postoje brojni fosilni ostaci i dokazi da je tisa bila prisutna u južnoj Europi, te bila povezana sa dinamičkim kretanjem obične jele tijekom Praclaux perioda (prije oko 372.000 godina) i Landos perioda (prije oko 339.000 godina), kada su se dešavale interglacijacije (de Beaulieu i sur. 2001; Tzedakis i sur. 2001). Pelud tise je nađen u manjem obimu u zapadnoj Europi tijekom Ipswichian interglacijalnoga perioda (prije 75.000-128.000 godina) iako su tise tada bile prisutne u Europi. U tom periodu su u Danskoj tise bile povezane sa vlažnim uvjetima tla, a rasle su uz johe i jasen, da bi ih kasnije zamijenile smreke i borovi sa boljim razvojnim mogućnostima (Andersen 1975; Wheeler 1992). U sjeverozapadnoj Njemačkoj (Donja Saksonija) pronađeno je koplje od tisova drva, između rebara *Hesperoloxodon antiquus* Falc., koji je naseljavao to područje, a sve se nalazilo u sloju vezanom za Ipswichian interglacijalni period (Movius 1950), od kada u šumama Donje Saksonije prevladavaju hrastovi i breze.

Širenje tise u Europi nakon posljednjeg ledenog doba bilo je relativno kasnije u odnosu na posljednje dvije interglacijacije i zato je njen udio bio znatno manji. Tako tisa stiže do sjevera Europe i Britanskog otočja nešto prije 7.000 godina (Birks 1982) i širi se otočjem, te prelazi u Irsku prije 6.000 god (O'Connell i sur, 1987, 1988; Mitchell 1988, 1990b). Čini se da je tisa dosegla svoj najveći europski maksimum u periodu kasnog Atlantika (Averdieck 1971; Šrodoň 1978; Sarmaja-Korjonen i sur. 1991; Peñalba 1994). U tom periodu u području sjeverne Europe, sa atlantskom klimom, tisa raste s hrastovima, johama, brezama, na bazičnim tresetima (Godwin i Clifford 1938). Također, do sličnih saznanja dolazi i Wheeler (1992) jer tisu nalazi sa hrastovima, lipama, lijeskama i brijestom, ali ne i na tresetu. Za taj period je potvrđeno da se mogla naći i na pijescima i šljuncima, ali koji su se nalazili ispod plitkog treseta (Elwes i Henry 1906). Poznato je da tisa nije ljubitelj mokrih tala zbog osjetljivosti na stajaću vodu, a zbog vlažne klime i siromaštva karbonatna se smanjuje konkurencija drugih ekološki jačih vrsta, čime tisa dobiva više svjetla za vlastiti rast (Watts 1967; Svenning i Magård 1999). Za taj period njenog razvoja postoje podaci o tisama sa deblom do 2 m u promjeru, a koje su rasle na tresetima (Adams 1905; Elwes i Henry 1906). Drvo tise se koristilo u gradnji od najmlađeg neolita, a njegovi ostaci su procijenjeni na starost od  $2115 \pm 120$  godina prije

Krista i na  $2890 \pm 100$  godina prije Krista (Coles i Hibbert 1968; Coles i sur. 1970). To potvrđuje da se tisa uspješno širila sjeverom i zapadom Europe nakon zadnje glacijacije, jer je bila dostupna i starim Europljanima koji su je koristili kao građevni materijal (Rodwell 1991; O'Connell i Molloy, 2001).

Propadanje tise i njena tadašnja malobrojnost na sjeveru Europe se pripisuje kasnijim klimatskim promjenama, a sa pojavom suhih perioda, smanjenim poplavnim vodama bogatim kalcijumom, odnosno zakiseljavanjem tala, te podizanjem razine treseta, kao i brzim širenjem vrsta *Sphagnum* ssp. i običnog bora (Godwin i sur. 1935). Stoga propadanje tise na tresetištima sjeverne i zapadne Europe počinje u subborealu, ali se uspijeva kompenzirati u nekoj mjeri kroz obnovu kroz čiste sječe (sa izbojcima iz panja),

a tada započinje i krčenje šuma u cilju povećanja poljoprivrednih površina za proizvodnju žitarica (Waller i Hamilton 2000; O'Connell i sur. 2001). Tada je tisa u svom maksimumu, što se može vidjeti iz prisustva makrofosila prije 4.000 godina u subborealu, a mnogi od makrofosila su nađeni i na brojnim arheološkim nalazištima. Zbog tih dešavanja, a prije svega zbog slabe obnove tisovih šuma, tisa je prvo počela propadati u kontinentalnom dijelu Europe, a zatim na Britanskom otočju (Šrodoň 1978; O'Connell i sur. 1988), a dijelom i zbog akumulacije treseta koji je povezan sa povećanim uvjetima vlažnosti tala. Tisa je tako nestala u području istočne Švicarske visoravni prije oko 8.600 godina, a opstala je samo pojedinačno na zapadnoj visoravni do prije 7.000 godina (Haas i Richoz 1995). Favre i Jacomet (1998) su našli ostatke grančica iz četiri kulturna sloja kasnog neolita (stari oko 7.000 godina) na sjeveroistočnoj



Slika 20. Tise u Pragu (Hradčane)

Švicarskoj visoravni, kod jezera Zürich. Sedamdeset procenata uzoraka sastojalo se od grančica lijeske, jele i tise, s time da je tisa imala veliki udio od 26,8%, a grančice su bile promjera 5-12,5 mm. Favre i Jacomet (1998) pretpostavljaju da su tadašnji stanovnici koristili tisu za posebne namjene, te da se drvom tise trgovalo, a koristila se i kao drvena građa za tadašnje objekte.



Slika 21. Tise u vrtu kraljevskog parka u Madridu

Za Španjolsku je interesantno da su na sjeveru registrirani ostaci tise datirane starosti oko 7.900 godina (Peñalba 1994), a koja je rasla u pribježištu sa hrastovima, lijeskama, johama i borovima. Peñalba (1994) je također primijetio da počinje propadanje tise prije oko 5.000 godina, vjerojatno zbog čovjekovog utjecaja, ako se iz tog razmatranja izuzmu tise koje rastu na većim nadmorskim visinama, sjevera Španjolske, odnosno izolirane jedinke unutar bukovih šuma. U zoni Mediterana prema Garcia i sur. (2000) tisa je ograničena na planinska područja, a to su pripisali značajnim klimatskim promje-

nama tijekom posljednjih tisućljeća, kao i jakoj ljudskoj aktivnosti kroz povijest.

U južnoj Italiji je tisa bila u pratnji graba i jele, a registrirano je da je rasla prije 4.000 godina, da bi prije oko 2.500 godina djelomično nestala sa nekih staništa, vjerojatno zbog klimatskih promjena, najvjerojatnije zbog dugih ljetnih suša koje su zahvatile to područje (Watts i sur. 1996).

U isto vrijeme kada je registrirana u Italiji, registrirana je i u Srbiji, jer su je temeljem peludne analize registrirali na planini Oštrozub (Gligov i Nikolič 1954). Tu se pelud tise nalazi u fazi dominacije bukve i jele, te u krajnjoj fazi kada dominira bukva. Na tom nalazištu je registrirana faza kada dominira i lovor višnja s tisom. Isti autori do sličnog rezultata dolaze i na tresetištima planine Tare.

U istraživanju koje je provedeno u Engleskoj, Salisbury i Jane (1940) također nalaze dokaze o propadanju tise. Oni do toga dolaze kroz analizu ostataka drvenog uglja koji su nađeni u arheološkim ostacima iz neolita, starosti oko 4.500-4.000 godina, te starijeg željeznog doba starosti oko 2.400-2.200 godina, te odsustvu ostataka tise u drvenom uglju podrijetlom iz mlađeg željeznog doba starosti od 2.050 do 1.950 godina. Istraživanjem dolaze do zaključka da je tisa bila lokalno autohtona i sastavni dio šumske vegetacije, ali je stalno prisutno smanjenje njenog broja. Dolaze također do zaključka da brojno stanje tisa opada od mlađeg neolita zbog iscrpljenosti tala, ali da su prisutna periodična oporavljanja o čemu pišu Godwin i Tansley (1941). O'Connell i Molloy (2001) sugeriraju da je propadanje tise bilo dijelom zbog svakodnevne uporabe tISOVOG drva, o čemu u prilog idu nalazi ledenog čovjeka iz Tirola, nađenog nakon topljenja lednika, a kod koga su nađeni luk i strijele, te ručka sjekire od tISOVINE (Spindler 1994), ali i zbog sve većeg krčenja šume u cilju povećanja ispasišta za stoku, odnosno za povećanje proizvodnje ratarskih kultura. Ipak se tisa djelomično oporavlja tijekom razdoblja slabih ljudskih aktivnosti, u periodu od 100-300 godina, kada privredne i kulturne djelatnosti u Europi stagniraju, a to se također tumači se kao daljnji dokaz ljudskog utjecaja (O'Connell-Molloy 2001; O'Connell i sur. 2001).

O širenju populacija i njihovom propadanju u posljednjih 500 godina ima mnogo i pisanih podataka (Watt 1984; O'Connell i sur. 1987. Mitchell 1988, 1990a, b). Ipak sve upućuje da je porast ljudske populacije bio ključan za tisu (Willerding 1968). Njeno sadašnje

ograničeno rasprostiranje predstavlja mali ostatak nekada velikog rasprostiranja nakon završetka zadnje glacijacije, a također danas moramo računati i s time da je tisa sađena i kultivirana na mnogim mjestima u Europi još od 9. stoljeća (Lyubenova i Nedelchev 2001).

Kako je tisa bila povezana sa mnogim spiritističkim vjerovanjima i mitovima (Pećo 1925; Ballian 2005), vjeruje se da su je još Kelti intenzivno sadili po tadašnjoj Europi (Lyubenova i Nedelchev 2001). Doista, postoje mnoge teorije o tome zašto su tise sađene u dvorištima crkava u Engleskoj i Škotskoj (Bowman 1837; Cornish 1946), gdje danas imamo najstarije i najljepše primjerke tise. Pretpostavlja se da su rani kršćanski misionari tisu smatrali poganskim obilježjem, ali su se držali upute Pape, da obazrivo stupaju u kontakt s paganima prilikom njihovog prevođenja u kršćanstvo te su tako prihvaćali i paganska vjerovanja o tisi. Tako su se u prvim dvorištima crkava našle i tise, kao stari simboli, da bi vremenom bile prihvaćene i kao simbol kršćana s obzirom na dugi životni vijek i stalnu prisutnost iglica, zim-



Slika 22. Tise u parkovima Brisela

zelena, uz crvenu boju arilusa koja simbolizira krv. Tisa je našla svoje mjesto i na grobljima, gdje se koristila kao granični biljeg i kao živi nadgrobni spomenik na posvećenom tlu (Williamson 1978).

Kako je rečeno, poznavanje prirodnog rasprostiranja tise je dodatno usloženo stoljetnim sadnjama zbog njene hortikulturne vrijednosti (Voliotis 1986). Tako se tisa može naći u vrtovima brojnih dvoraca u cijeloj Europi, ali najljepše primjerke nalazimo u Engleskoj (Rackham 1990), gdje se intenzivno sadi od kasnog šesnaestog stoljeća kao živa ograda, soliterna stabala i za uređenje fasada velikih srednjovjekovnih zgrada i dvoraca (Pietzarka 2016). Postoje mnogi arheološki zapisi o uporabi tisa od neolita do rimskog perioda, kao što je uporaba za koplja, lukove, osovine zaprežnih kola i sl. Tisovi klinovi su se rabili za povezivanje drvenih konstrukcija, posebice kod izgradnje brodova. Također, drvo je bilo namijenjeno za ezoteričke seanse i slično (Wright i Churchill 1965). Coles i sur. (1978) su uradili popis od 18 muzejskih artefakta koji su izrađeni od drva tise, uključujući drške za oružje (za bodež, nož i sjekiru), koplja, štitove i lukove. Mitchell (1990b) opisuje da su se od tisova drva pravile i zamke za jelene, što je potvrđeno iz nalaza u tresetištu Mayo u Irskoj. Kada je u pitanju oružje, bili su poznati velški dugi lukovi od tisovine (Clark 1963). On inače zaključuje da se luk možda pojavio u južnoj Europi i sjevernoj Africi prije oko 17.000 godina i da je došao u uporabu u sjevernu Europu tek u 9. tisućljeću. Sasi su ga donijeli u Englesku, da bi početkom srednjeg vijeka nastali poznati velški lukovi, koji su tradicionalno izrađeni od tisova drva. Razni britanski vladari (Edward IV, Richard III i Elizabeth I) izdavali su naredbe da se tisa očuva i sadi, jer je predstavljala prije pojave vatrenog oružja strateški materijal za izradu oružja, iako su najviše kvalitetne tisovine dobavljali iz kontinentalne Europe (Thomas i Polwart 2003). Tada se u Europi razvija velika trgovina tisovim drvom, naročito u alpskim područjima Europe, te istočnoj Europi, posebno Poljskoj, Litvi i Pruskoj, kada se godišnje siječe i po 10.000 stabala tise. To drvo se transportuje ka lukama Sjevernog mora i Baltika, gdje se obavlja glavna trgovina tisovinom (Fukarek 1957).

Ipak, unatoč mnogim koristima od tise, od dugih lukova do finog stilskog namještaja, prema Dallimore (1908) i Hartzell (1995), malo je vjerojatno da su tisove šume aktivno zasađene i korištene za proizvodnju drva, mada nije isključeno da je bilo sporadičnih pokušaja.



Slika 23. Tisa u Zagrebu

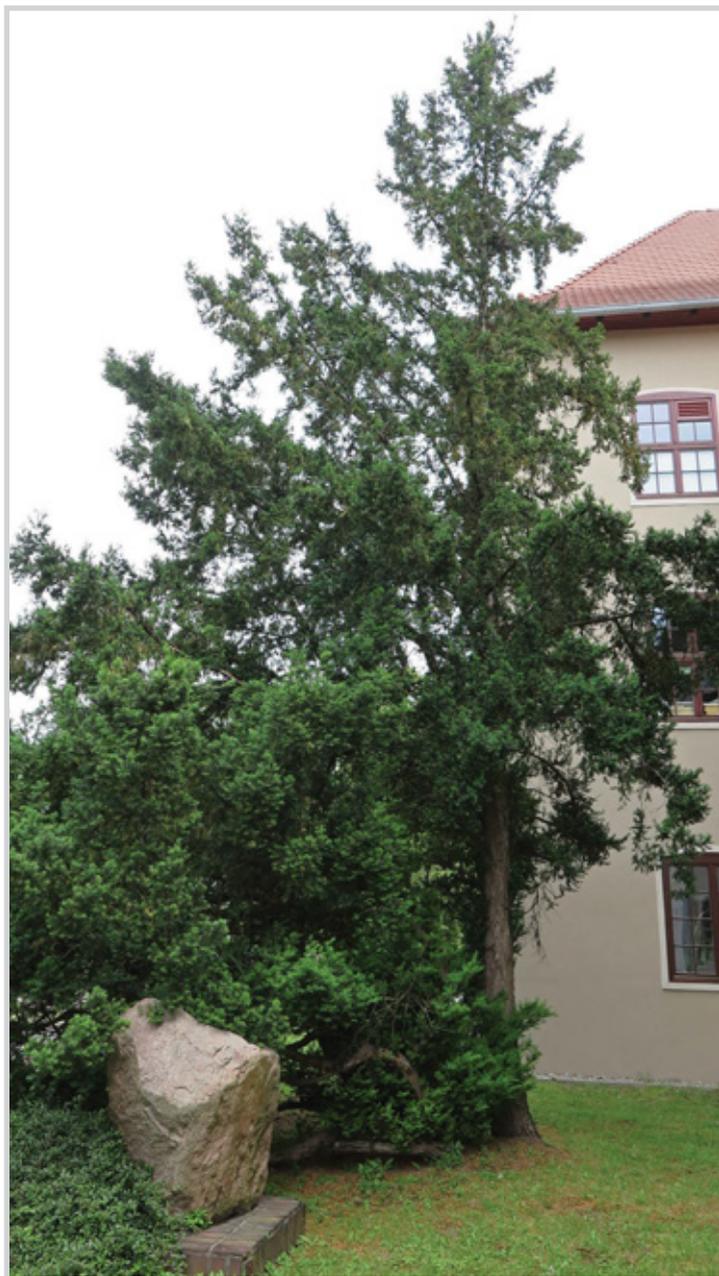
Čini se ipak da je tisisna demografska povijest uglavnom karakterizirana snažnim i kontinuiranim smanjenjem efektivne veličine populacije od posljednjeg međuglacialnog perioda, kao što sugeriraju paleoekološki nalazi (Turner 2000; de Beaulieu i sur. 2001; Koutsodendris i sur. 2010) i što se kasnije potvrđuje molekularnim podacima (Burgarella i sur. 2012).

### 5.2 Dinamika migracije tise na temelju molekularnih istraživanja

Trenutno je prihvaćeno da su kvartarne klimatske oscilacije imale odlučujuću ulogu u oblikovanju zemljopisnog rasprostiranja vrsta drveća u Europi, a i njihove genetske strukture (Hewitt 2004). U konkretnom slučaju, zemljopisna izolacija i dugoročna izoliranost i opstojnost južnih glacialnih pribežišta tijekom glacialnoga perioda su uzeti u obzir prilikom razlikovanja populacija i pojave novih skupina (Hampe i Petit, 2005). Međutim, klimatski uvjeti tijekom glacialnog i interglacialnog perioda mogu također dati genetsku raznolikost putem selektivnih pritisaka i adaptacije povezane s različitim ekološkim sredinama, lokalnim i regionalnim. U populacijama koje su prilagođene na ekološki različita staništa, protok gena može biti ograničen izborom neadaptivnih imigranata (Nosil i sur. 2005), a to može opet imati neizravne učinke na cijeli genom promatrane vrste, jer se zbog smanjenja protoka gena potiče neutralna raznolikost kroz povećanje genetskog drifta (Wright 1931). U tom slučaju se može zaključiti da je genetska diferencijacija iz neutralnih biljega očekivano povezana s razlikama u lokalnim sredinama, a uzorak koji je uporabljen kao da ima "adaptacijsku izolaciju" (Nosil i sur. 2008). Analogno standardnim obrascima genetske diferencijacije sa zemljopisnom udaljenosti, to jest, izolacijom zbog udaljenosti.

Unatoč velikom broju istraživanja koja su posvećena razumijevanju učinaka klimatskih promjena tijekom kvartara, nekoliko studija daje podatke o diferencijalnom doprinosu zemljopisne izolacije i/ili nepovoljnih klimatskih prilagodbi u stvaranju populacija sa genetskom raznolikošću kod vrsta. Dugovječni organizmi, kao što je drveće, posebno su pogodni modeli za rješavanje tih pitanja. Mnogobrojna stabla neke vrste su raspoređena na velikim površinama koje karakterizira široka heterogenost biotičkih i abiotičkih čimbenika, a pokazuju lokalnu adaptaciju na određenim gradijentima okoliša kroz više prostornih skala (Savolainen i sur. 2007), što može generirati izolaciju zbog udaljenosti. Određeni zaštitni mehanizmi i učinci na njihova životna i povijesna svojstva (dugi životni vijek, preklapanje generacija, dugotrajno fiziološko sazrijevanje) mogu imati značajan učinak na promjene u genetskoj strukturi (Austerlitz i sur. 2000). Tako dugovječna stabla mogu dati dodatne prednosti u odnosu na organizme kratkog životnog vijeka u istraživanju nastajanja izolacijom zbog udaljenosti od kvartara, dopuštajući nam da se istraži koliko je genetska varijabilnost povezana sa sadašnjim ili prošlim životnim uvjetima vrste (Mayol i sur. 2015, 2019).

Naprimjer, učinci klime tijekom posljednje glacijacije su još uvijek vidljivi na današnjim obrascima genetske varijabilnosti kod brojnih vrsta drveća (Ballian i sur. 2012; Ortego i sur. 2012; Gugger i sur. 2013; Mayol i sur. 2015), što ukazuje da su se genetski signali prošlih klimatskih događaja zadržali tijekom duljeg vremenskog razdoblja u organizmima s velikim populacijama i dugačkim smjenama generacija. Ipak, određenje učinaka različitih klimatskih razdoblja na prostornu genetsku raznolikost je izazov, jer trenutni rezultat može predstavljati samo mali međuprocen koji djeluje na različitoj vremenskoj skali. Procjena najvišeg vjerojatnog vremenskog slijeda za pojavu barijera u protoku gena je prvi korak prema preciznom prikazu izolacije zbog udaljenosti (Mayol i sur. 2015). Danas postoje različite baze podataka o paleoklimatskim promjenama koje nam omogućuju da procijenimo učinak specifičnih klimatski uvjeta prilikom istraživanja neutralne genetske raznolikosti za svako razdoblje odvojeno, a odnedavno je razvijena Bayesu (ABC) metoda, gdje se za razumijevanje rezultata mogu koristiti kompleksni demografski scenariji s relativno malim uzorkom prilikom statističkih obrada (Beaumont 2010), kao i za procjenu vremena kada je došlo do određenih demografskih procesa.



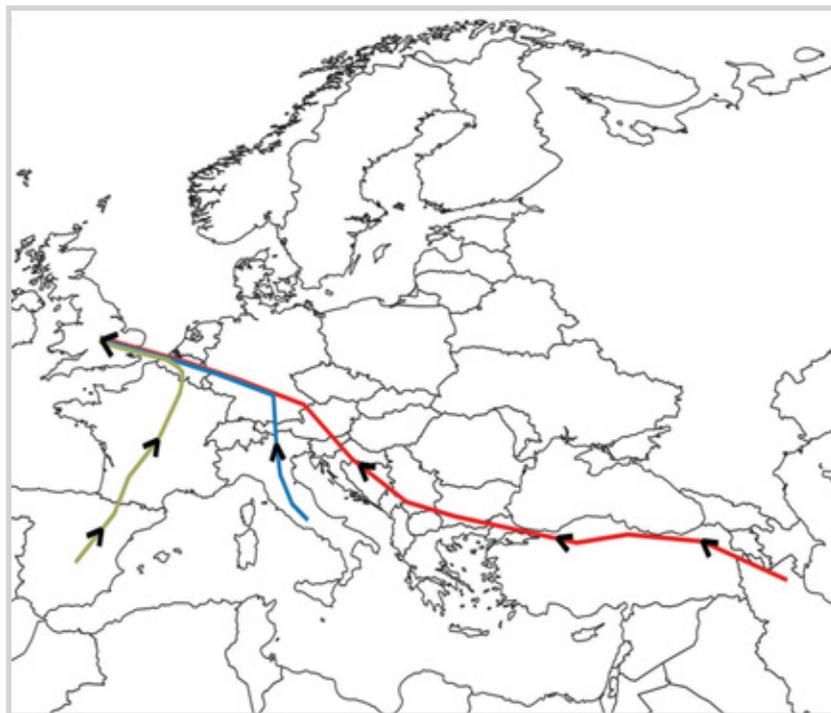
Slika 24. Tisa u Poznanu, vrt Šumarskog fakulteta

Veliki broj ekoloških niša, sa širokom heterogenošću okoliša u kojima raste tisa, zajedno sa njenom prisutnošću u Europi, čine tisu idealnom vrstom za istraživanje utjecaja kvartarnih klimatskih promjena na genetsku raznolikost putem neutralnih i selektivnih procesa (Mayol i sur. 2015; 2019).

Tako Mayol i sur. (2015) u istraživanju tise koriste integrirani pristup koji kombinira genetske i paleoekološke podatke u rasvjetljavanju statusa tise nakon glacijacije, te su odredili ulogu okoliša i zemljopisnih čimbenika u stvaranju obrazaca genetske strukture. Upotrijebili su dostupne klimatske informacije za tri vremenska razdoblja - zadnje interglacijalno razdoblje (period 120.000-140.000 god.), posljednji ledeni maksimum (od prije 23.000 godina) i sadašnju klimu (period od 1950.-2000. godine), uz procjenu relativne važnosti i utjecaja prošlih klimatskih uvjeta na genetsku varijabilnost na promatranim uzorcima.

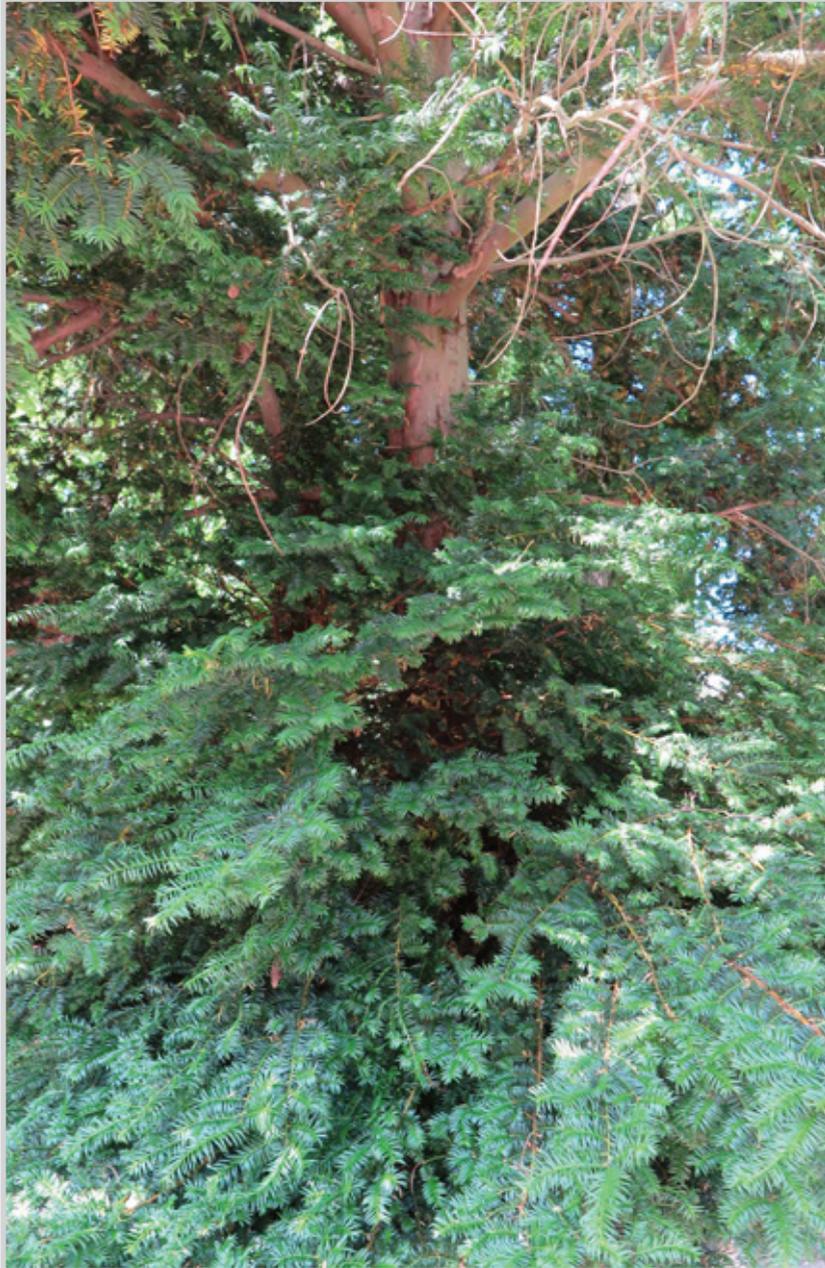
Rezultati do kojih su došli Mayol i sur. (2015) pokazali su da je demografska povijest tise u kombinaciji sa Bayesovim klasterom i približnim proračunom Bayesovom metodom dodatno rasvjetlila povijesni put tise. Tako su rezultati Bayesove analize uz uporabu početnica nuSSRs ukazali na postojanje tragova povijesnih događaja kod tise, a što sugerira na postojanje vremenskih divergencija, veoma važnih za procjene demografskih procesa. Tako dobivena varijabilnost gotovo da je nepostojeća uz prostornu genetsku strukturu kod kloroplastnih DNK biljega, ali je ipak opažena mala razlika koja je u skladu s malom brzinom supstitucije kloroplastnoga genoma koju imaju četinjače (Willyard i sur. 2007).

Na temelju provedenih analiza Mayol i sur. (2015, 2019) su dali simulacije koje pokazuju da je najvjerojatniji demografski scenarij kod tise uključio prvi migracijski val iz istočnih područja, danas zapadnog Irana, ka zapadu. Tu su i mlađa odvajanja prisutna kod europskih populacija, gdje su registrirane dvije skupine gena koje tisu dijele na istočnu i zapadnu, kao i skupinu koja je sekundarna, odnosno sa izmiješanom strukturom koju nalazimo uzduž središnje Europe. Tu je još skupina koju čine Italija i dio mediteranskih otoka (Mayol i sur. 2015). Rezultati do kojih su došli Mayol i sur. (2015), su u skladu s rezultatima ranijih istraživanja, koji podrijetlo tisa stavljaju u Sjevernu Ameriku ili jugozapadnu Kinu tijekom kasne krede, odnosno u sredini Eocena (prije  $66,55 \pm 11,22$  milijuna godina), odakle se raširila na sadašnja područja rasprostriranja (Hao i sur. 2008).



Karta 5. Povijesno kretanje tise prema Mayol i sur. (2015)

Mayol i sur. (2015) navode da je rod *Taxus* vjerojatno naselio Europu kroz irano-turansku regiju, te da je ta regija poslužila kao ključni izvor za kolonizaciju mediteranske regije (Thompson 2005; Mansion i sur. 2008). Do ovoga događaja je vjerojatno došlo prije donjeg Miocena, na što ukazuju najstariji fosilni ostaci od prije 16-23 milijuna godina (Kunzmann i Mai 2005). Istočno podrijetlo tise i njena kolonizacija zapadnog Mediterana su još se uvijek vidljivi u trenutnoj genetskoj strukturi koju nalazimo, a koja je evidentna i kod drugih rodova šumskog drveća kao što su *Abies* (Linares 2011), *Frangula* (Hampe i sur. 2003; Petit i sur. 2005), *Laurus* (Rodríguez-Sánchez i sur. 2009). Mayol i sur. (2015) ipak su pretpostavili da postoji nedostatak ili smanjeni tok gena kod tise o čemu postoje i raniji rezultati (Dubreuil i sur. 2010; Chybicki i sur. 2011; Burgarella i sur. 2012.), a što je također evidentno i u visokim razinama genetske diferencijacije u rezultatima njihovog istraživanja.



Slika 25. Tisa u šumama Poljske (Velikopoljska)

Drevna povijesna odvajanja su vidljiva iz rezultata dobivenih uporabom kloroplastnih DNK biljega jer su različiti haplotipovi smješteni na krajnjem istočnom rasprostriranju tise (Mayol i sur. 2015). Ovo je dodatno potvrđeno i kroz znatno veći broj specifičnih alela koji su otkriveni primjenom nuklearnih mikrosatelita u istočnoj skupini. Ova drevna razdvajanja možemo povezati s intenzivnim promjenama koje su se dogodile tijekom miocena (prije 6,1-5,7 milijuna godina), o čemu piše Popov i sur. (2006), a što je moglo uvjetovati migraciju i diferencijaciju tise u mediteranskom bazenu (Mayol i sur. 2015).

Tako su, prema Mayol i sur. (2015), tise u europskim populacijama podijeljene na dvije genetski različite skupine (istočna, zapadna), a do njihovog mješanja genetskih struktura izgleda je došlo prije oko 200.000 god. u intervalu od 50.000-8.000 godina. Ovi rezultati su u skladu s očekivanjem uz pretpostavku da je tisa preživjela u dva alopatrijska pribježišta do početka kvartara, iz kojih se proširila i konvergirala dalje na sjever tijekom toplih interglacijalnih razdoblja (Mayol i sur. 2015). Sličan obrazac preživljavanja iz tog razdoblja se dobio i kod drugih vrsta drveća (*Laurus nobilis*, Rodríguez-Sánchez i sur. 2009; *Olea europaea*, Besnard i sur. 2007; *Quercus suber*, Lumaret i sur. 2002), a razlike se tumače i kao rezultat izolacije istok-zapad tijekom glacijacije prije kvartara (François i sur, 2008; Escudero i sur. 2010). Međutim, Mayol i sur. (2015) ukazuju da je interglacijacija mogla imati odlučujuću ulogu u održavanju genetskih razlika između obje skupine, a što kod *Sibirea laevigata* nije potvrđeno (Ballian i sur. 2006), jer nisu konstatirane razlike iako je zemljopisna udaljenost između populacija preko 5.000 km.

## 6. TISA I ŽIVI SVIJET - NJENA UGROŽENOST

Ugroženost i nestajanje tise je svakim danom sve evidentnije pa su brojni istraživači zabrinuti jer je njen nestanak povezan sa slabom obnovom, prije svega zbog nedostatka pomlatka (Sanz i sur. 2009;. Garcia i Obeso 2003; Hulme 1996; Benham i sur. 2016). Prema nekim istraživačima, u nekim od južnoeuropskih populacija tise nalazi se samo po desetak starih dominirajućih stabala, s vrlo malo mladih stabla i izostankom pomlatka (Mendoza i sur. 2009a; Navarro-Cerrillo i Pulido-Pastor 2003; García i sur. 2000), a što možemo naći i u većini naših hercegovačkih i bosanskih populacija tise. Obnova može biti uzrokovana niskom razinom proizvodnje sjemena, zbog poremećaja spolova, ograničenog oprašivanja, klimatskih poremećaja, gubitka sjemena zbog sisara, ptica ili patogena; ekoloških zahtjeva mladih biljaka, te pašarenja (Sanz i sur. 2009; Farris i Filigheddu 2008; García i Obeso 2003;. Thomas i Polwart 2003; García i sur. 2000; Hulme 1996, Benham i sur. 2016). Osim neadekvatnog staništa, na obnovu djeluje njegova fragmentacija, smanjenje broja stabala u populaciji i povećanje njihove prostorne izolacije (Dubreuil i sur. 2010). Takve promjene mogu da prate pad genetske varijabilnosti i povećanje međupopulacijskih razlika, uz znatna genetska odstupanja, a što je posljedica pojave genetskog drifta, povećanja križanja u srodstvu i smanjenju toka gena (González-Martínez i sur. 2010; Young i sur. 1996; Ballian 2005). Također, slaba obnova se može povezati i sa degradacijom staništa zbog krčenja šuma (Lyubenova i Nedelchev 2001). Ipak, prekomjerno zatvaranje šumskog sklopa, stvaranje gustih sastojina, većinom monokultura, te napuštanje tradicionalnih šumarskih metoda uzgoja šuma, čini se da može dati odgovor na pad brojnosti tise, njeno preživljavanje i obnovu u središnjoj i sjevernoj Europi (Ruprecht i sur. 2010;. Svenning i Magård 1999). Stoga, očuvanje tise bi trebalo biti od prvorazrednog značaja u planovima za upravljanje šumama u kojim se javljaju ograničavajući čimbenici koji su bitni za njeno rasprostiranje (Smith i Zolner 2005).

U nastavku ćemo se osvrnuti na ugroženost tise i njene obnove od raznih oblika živog svijeta.

### 6.1 Tisa i sisari

Već se dosta rano u ljudskoj povijesti spoznala toksičnost tise, odnosno njenih dijelova, drva, kore iglica. O tome je mnogo pisano, a o samoj toksičnosti za životinje i čovjeka pisali su Tansley i Rankin (1911). Ipak, kasnije je utvrđeno da tisa nije u tolikoj mjeri toksična za veće sisare (Clarke i sur. 1981). Postoje brojni podaci da se mnogi od herbivora hrane iglicama, grančicama i korom tise, te na taj način izazivaju štete na stablima (Perrin i sur. 2006; Mysterud i Østbye 2004; Thomas i Polwart 2003). Tako su stabla uglavnom osjetljiva na štete koje izazivaju srne svojim brstom, u područjima gdje su u prenaseljenju (Tittensor 1980) te je tada tisa i ugrožena, o čemu za južnu Finsku piše Klötzli (1965), mada je i autor naišao na zapažanja seoskog stanovništva da srne podgrizaju mlade grančice tise. Također, i u Norveškoj srna podgriza mlade grančice tise tijekom zime, prilikom visokog snijega jer joj mnogi izvori hrane ostaju nedostupni ispod snijega. Zapažanja ukazuju na to da srna može biti glavni čimbenik koji utječe na preživljivanje tisa u područjima gdje drugi izvori hrane za biljojede nisu dostupni (Mysterud i Østbye 1995). Kod nas je primjetno odgrizanje tisovih izbojaka na planinama Kamešnici i Dinari, ali ne u obimu koji može da ugrožava ove vitalne i velike populacije. Također je veoma često primjetno da srndaći gule koru na mladim biljkama i izbojcima tijekom parenja, a što je registrirano u brojnim populacijama Bosne i Hercegovine. Dickson (1994) je također zabilježio da se jelen lopatar hrani tisom u području Škotske, ali i Dietz i sur. (1994), tijekom istraživanja trovanja tisom kod jelena lopatara u Danskoj. Kada su u pitanju srne, oštećivanje tise je jako dobro obrađeno u Švicarskoj (Odermatt 2015). U SAD jeleni predstavljaju veliki problem za tise u šumama i umjetnim nasadima na sjeveroistoku zemlje, gdje odgrizaju mlade izbojke (Lemieux i sur. 2000). Brojna istraživanja ukazuju da se temeljem oštećivanja tise može oblikovati lokalni obrazac distribucije i demografske strukture tise (Piovesan i sur. 2009; Farris i Filigheddu 2008; Mysterud i Østbye 2004). Pored rečenog, oštećivanje i sušenje tise može biti posljedica izgrizanja mladih izbojaka i guljenja kore od strane zečeva i kunića, a o čemu postoje brojna svjedočanstva u Engleskoj, gdje su te štete redovite i jako dobro obrađene od strane više autora (Lowe 1897; Watt 1926; Williamson 1978). Pored zečeva i kunića tu su i sive vjeverice koje

oštećuju koru i otkidaju grančice (Tittensor 1980), a redovito se hrane jestivim arilusom (Bartkowiak 1978). Kada je u pitanju arilus u ishrani, tada ga Williamson (1978) navodi u ishrani lisica i jazavaca, a obično ga kupe sa zemlje. I Bartkowiak (1978) navodi ostatke sjemena i arilusa u izmetu jazavca u Poljskoj, a također navodi da je ista situacija i na Kavkazu.

Tise koje rastu u području Atlaskih planina u Maroku su izložene utjecaju marokanskih makakija, a kada imaju ariluse redovito ih koriste u ishrani (Mehlman 1988).

Mali sisari, voluharice, roščice, miševi, puhovi i vjeverice također igraju značajnu ulogu herbivora kod tise, bilo da je u pitanju arilus ili sjeme (Tittensor 1980; Hulme i Borelli 1999).

U zadnje vrijeme su registrirana i guljenja kore mladih biljaka tise, pretpostavlja se od strane miševa (Fischer 2016). Te sitne štetočine mogu da unište velike količine sjemena naročito u godinama punog uroda, kada zbog njih propada više od 60% sjemena (Hulme 1996). Inače, u tisovim šumama Engleske postoji veća brojnost glodavaca (miševi i voluharice) nego u okolnim šumama listača (Smal i Fairley 1980a). Watt (1924, 1926) i Williamson (1978) ističu da je moguće naći veliki broj praznih sjemenki ispod stabala tise u nekim dijelovima Engleske, a većina je bila otvorena i izjedena od malih sisara, ali ne treba zaboraviti ni ptice koje se hrane sjemenom.

U istraživanju provedenom na jugu Španjolske Hulme (1997) izvještava da je ukupan gubitak sjemena tise za tri dana iznosio 87%. Glavni štetnici u tom istraživanju su određeni među glodavcima, koji uništavaju od 73% sjemena.



Slika 26. Tisa koju su izgrizli sisari

Domaće životinje također predstavljaju opasnost za tisu, posebice koze i ovce koje brste grančice i gule koru (Lowe 1897; Watt 1926; Williamson 1978; Oliver 1998). Za razliku od brojnih područja u Europi, u Finskoj su štete zanemarive (Bjorkman 1958; Haeggström 1990). Interesantan je podatak da je brst tise od strane ovaca u Nizozemskoj uzrokovao njihov pomor (Smit 1992).

Goveda u većini slučajeva podgrizaju grančice tise, gotovo isključivo ako su u pitanju pojedinačna i nezaštićena stabla ili grmovi (Farris i Filigheddu 2008; Garcia i Obeso 2003; Garcia i sur. 2000). To je osnovni razlog što često nalazimo tisu u obliku grma ili stabilca nepravilne krune, i ukupno depresivnog rasta (Piovesan i sur. 2009; Perrin i sur. 2006; Mysterud i Østbye 2004; Thomas i Polwart 2003). Neka istraživanja sa obnovom tise su pokazala da se sjeme zbog grabežljivaca samo ograničeno rasprostire, odnosno ostaje na mikrolokalitetu (Hulme 1996), ali također pokazuju da je moglo veoma lako da bude uništeno od strane biljojeda. Tako mlade biljke tise trpe ozbiljnu štetu od biljojeda kad nemaju zaštitu grmlja (Farris i Filigheddu 2008; Garcia i Obeso 2003; Garcia i sur. 2000). Pritisak na tisu ispašom divljih ili domaćih životinja je takav da su oni vjerojatno oblikovali populacije tise kroz stoljeća, te možda i doprinijeli njenom nestanku iz nekih dijelova Europe, kao što je slučaj sa litvanskim šumama (Navys 2000). Poznavanje trenutne i buduće uloge domaćih i divljih životinja, prije svega papkara, je od presudne važnosti za očuvanje tise (Piovesan i sur. 2009).

Kako je tisa toksična, to prilikom bršćenja domaće životinje mogu značajno patiti, posebice konji, sa kobnim posljedicama ako pojedu grančice ili ogule koru (Lowe 1897; Watt 1926; Knowles 1949; Williamson 1978; Kite i sur. 2000). Kada su u pitanju goveda, utjecaj tise je u Finskoj istraživao Haeggström (1990), i smatra da goveda ne bi trebala da imaju u ishrani tisove iglice, grančice i koru. Međutim, tisa se koristi kao stočna hrana u nekim zemljama Europe (Williamson 1978) za ishranu goveda, ovaca (Lowe 1897) i konja (Lowe 1897; Elwes i Henry 1906; Haeggström 1990). Temeljem tih tvrdnji za pretpostaviti je da su neke rase goveda i ovaca stvorile imunitet na tisove toksine, ako se redovito hrane malim količinama tise. Takav slučaj postoji u planinama Hannovera, u pokrajini Hessen u Njemačkoj, gdje su seljaci hranili goveda grančicama tise tijekom zime, počevši s malim količinama i postupno povećavajući tu količinu

(Williamson 1978). Tu se još postavlja pitanje da li je lišće više otrovno kada je uvenulo ili sušeno, za razliku od svježeg (Elwes i Henry 1906; Williamson 1978), a ipak prema Cooper i Johnsonu (1984) su otrovniji svježi dijelovi biljke. Tako je letalna doza iglica tise prema Clarke i sur. (1981) od 100-250 g za ovce, 500 g za goveda, 100-200 g za konja i svinju, a 30 g za psa. Clarke i sur. (1981) daju smrtonosne doze koje su izražene u gramima listova po kg životinje, pa je tako ona za magarca i mazgu 1,6 g, konja 2 g, svinje 3 g, psa 8 g, ovcu i goveda 10 g, kozu 12 g, i zeca 20 g. Podnošenje veće količine tise u ishrani kod preživača je vjerojatno zbog razrjeđivanja pojedene tise sadržajem želuca (Clarke i sur. 1981). Panter i sur.



Slika 27. Tisa koju su izgrizle ovce

(1993) dali su okvirnu dozu smrtnosti tise od  $0,36-0,70 \text{ g kg}^{-1}$  životinje.

Tisa predstavlja toksičnu biljku i za ljude, jer njenim konzumiranjem dolazi do zatajenja srca zbog prisutnog kardiotoničkog alkaloida (Clarke i sur 1981; Von der Werth i Murphy 1994; Willaert i sur. 2002; Ferhatović i sur. 2003). Tako je vino koje je posluženo u posudama i čašama od tisovog drva otrovalo neke putnike, kako navodi Plinije (Woods i Calnan 1976). Razni autori navode iritacije kože i dermatitis uzrokovan tisovim drvom, zbog prisutnog cijanid heterozid taksikatina (Senear 1933; Long 1938; Wahl i sur. 1992.).

Krenzelok i sur. (1998) istraživali su 11.197 registriranih trovanja tisama svih vrsta, kod ljudske populacije, te ustanovili da je od tog broja bilo 96,4% djece mlađe od 12 godina, ali je bilo i smrtnih slučajeva. Van Ingen i sur. (1992) izvijestili su da su otkrili samo 10 smrtnih slučajeva trovanjem tisom kod čovjeka, a da su to sve bila

namjerno izazvana trovanja. Pedeset do sto grama sjeckanih listova se smatra smrtonosnom dozom za odrasle osobe.

## 6.2. Tisa i ptice

Postoje brojne ptice koje su vezane za tisu i tisove šume (Williamson i Williamson 1973; Batten 1976; Williamson 1978). Tako poznati britanski ornitolozi Snow i Snow (1988) bilježe 18 vrsta ptica koje redovno posjećuju tise, a jedna trećina njih su drozdovi, koji se redovito hrane arilusima. U kasnu jesen tise posjećuju velika jata crvendača i zimovki, koje se pridružuju drozdovima u ishrani arilusima, i tako sve do sredine zime kada nestane arilusa (Tittensor 1980). Prema Williamsonu (1978), jata drozdova znaju pojesti i do 30% arilusa sa stabla. U kasnu zimu tise posjećuju i kosovi, te ako preostane arilusa oni ih koriste u svojoj ishrani. Tu su još sjenice, crvendači, čvorak, brgljezi i fazani koji također u svojoj ishrani imaju ariluse ako su im dostupni (Heymer 1966; Bartkowiak 1978; Bugala 1978; Tittensor 1980; Barnea i sur. 1993; García i sur. 2000). Čvorci pričinjavaju velike štete na tisama u Velikoj Britaniji i Saskoj (Njemačka) (Heymer 1966), ali nešto manje u istočnoj Europi (Mađarska, Slovačka) (Szijj 1957; Havlin i Folk 1965), dok kod nas nemamo ni-

kakvih podataka. U južnoj Španjolskoj je Hulme (1997) utvrdio da su većinu sjemena nakon opadanja pojeli mali glodavci, ali otprilike oko 14% sjemena su pojeli životinje veće od glodavaca; u većini slučajeva su to bile ptice, posebno zebe. Kada je u pitanju sjeme tise, teksaški vrabac je glavni predator sjemena, ali sje-menke jede i velika sjenica, zimovka, trešnjak, brgljez, žuna i veliki djetlić, a povremeno i neke druge ptice (Tittensor 1980; Snow i Snow 1988). Zelendur, međutim, nesumnjivo uništi mali dio sjemena tise u usporedbi s time da predstavlja glavnog raspipača sjemena (Snow i Snow 1988).



Slika 28. Arilus kojeg su izjele ptice, sa preostalim sjemenom

Zelendur kljunom otkida arilus, te na zemlji skida mesnati dio i smeđu opnu koja sadrži cijanogenični glikozid (Barnee i sur. 1993) prije nego pojede ostatak sjemena. Barnee i sur. (1993), dakle, ukazuju na to da je otrov koncentriran u sjemenom omotaču, a što objašnjava zašto golub grivnjaš, a i neke od vrana, ne jedu arilus i sjeme tise. Svaka vrsta ptica ima svoju metodu pridržavanja sjeme tise koje otvaraju prije nego pojedu njegov sadržaj (Snow i Snow 1988). Fazani su označeni kao ptice koje su sklone da se hrane arilusom i sjemenom tise (Tegetmeier 1897, Jordan 1964), a Williamson (1978) bilježi da su fazani koji žive u tisovom okruženju manji od prosjeka, te da nisu posebno ukusni za jelo. Također postoji primjer da se domaća perad otrovala prilikom konzumiranja listova tise (Orr 1952).

### 6.3. Tisa i reptili

Smrt među reptilima nakon konzumiranja tise je jako rijetka, te postoji samo jedan slučaj koji je registriran. U tom slučaju se radi o jednoj mediteranskoj kornjači koja je uginula nakon prehrane sušenim grančicama i iglicama tise (Wiechert i sur. 2000).

### 6.4. Tisa i grinje

Grinje na tisama predstavljaju ozbiljne štetnike u sjevernoj i srednjoj Europi. Njihovo hranjenje sokovima iz meristemskog tkiva pupova rezultira abnormalnim istezanja i otjecanja pupoljaka, što dovodi do njihovog istezanja i hipertrofije, i u konačnici do njihovog odumiranja, odnosno dovodi eventualno do nepravilnog grananja i asimetričnosti tisove krune (Duncan i sur. 1997). U radu Skorupskog i Luxtona (1998) postoji popis 199 vrsta grinja iz 19 redova registriranih na tisi u Engleskoj. To su uglavnom slobodnoživući paraziti iako su mnogi od njih ektoparazitski oblici, a poznato je da neki mogu konzumirati i određena tkiva. Malo je vjerojatno da je bilo koji od njih usko specijaliziran za tisu. Ipak, postoji jasna razlika između vrsta koje su povezane s izoliranim tisama, jer je pronađeno 39 vrsta koje su isključivo vezane za okruženje izoliranih tisa, dok u sastojinama tise nalazimo oko 25 vrsta grinja.

Mali lažni pauk (*Pentamerismus taxi* Haller) je također pronađen na tisi, i to u bazi iglica, a što je detaljno opisano u švicarskom nalazu (Thomas i Polwart 2003), kao i na južnoj obali Krima (Siwecki 1978); te



Slika 29. Pojava oticanja vodenih izbojaka tise

vo jakom samoobrambenom učinku kojim se kemijskim spojem 10 deacetilbakatin III i V, koji nalazimo u tisama, odbijaju neke vrste štetnih insekta kao što su *Tribolium confusum*, *Trogoderma granarium* i *Sitophilus granarius*.

Insekt koji je štetan za iglice, *Parthenolecanium pomericum*, izlučuje medljiku i stvara kolonije čađavih nakupina (Strouts i Winter 1994). Dennis (1964) spominje kemijsku kontrolu insekta *Eulecanium pomericum*, koji parazitira tise koje rastu u živim ogradama, i *Eulecanium taxi* koji napada mlade biljke u šumama (Fischer 2016). Tu su i mnoge vrste u *Miridae* (*Homoptera*), registrirane na četinjačama, ali ih do sada nisu registrirali na tisama (Lattin 1998).

Ličinke vrsta koje su redovito registrirane na voćkama, kao što je *Ditula angustiorana* i *Hedya pruniana*, koje uništavaju mlade izdanke, najčešće kod *Prunus* spp. i nekih ruža, registrirane su i na tisama (Ferguson 1995).

Žuta mušica *Taxomyia taxi* koja ubušivanjem u izbojke uzrokuje pojavu izraštaja na tisama u obliku malih "artičoka", veoma je raširena (Redfern 1975; Strouts i Winter 1994), a nalazimo je i kod nas u šumama, gdje vrlo često možemo primijetiti male "artičoke". Ti izraštaji mogu spriječiti rast mladica i oslabiti stabla, a detaljno ih je opisao Siwecki (1978), kao najopasnijeg parazita tise u Europi.

Slijedeći opasni insekt je crni žižak, *Otiorhynchus sulcatus*, koji je raširen u zapadnoj Europi (Kapućinski 1947; Strouts i Winter 1994;

u Kaliforniji (Pritchard i Baker 1951). Ovdje još treba spomenuti i *Pentamerismus morishitai* koji se javlja na tisama u Kaliforniji (Pritchard i Baker 1951). *Epitrimerus gemmicola* Nalepa (*Eriophyidae*) je također registriran na tisama od strane Kapućinskog (1947).

### 6.5. Tisa i insekti

Insekte koje nalazimo na tisama detaljno su proučavali Daniewski i sur. (1998), te su dali komentar da drvo i iglice tise napadaju neki od rjetkih kukaca. Oni to pripisuju upra-

Pehl i Wulf 2002). On izgriza mlade grančice, pupove i iglice, te ih na taj način oštećuje, a njegove ličinke izjedaju izbojke i iglice; za ličinke je registrirano i izjedanje kore tise kao i korijena. Doss i sur. (1997) su registrirali da taksonidi iz tise djeluju kao piretroidni insekticid sa sinergističkim djelovanjem protiv *O. sulcatus*. Tise imaju i hranjive sastojke koji privlače crnog žiška (van Tol i sur. 2000), a to je potvrđeno u laboratoriji. Kada je u pitanju drvo, bjelika tise korištena je u pokusima da se vidi kako će izdržati napad ličinki kućnog dugorogog insekta (*Hylotrupes bajulus* L.) i mrtvačkog sata (*Anobium punctatum* Deg.) (Siwecki 1978).



Slika 30. Pojava izraštaja u vidu artičoka na izbojcima tise

## 6.6. Tisovi patogeni

U istraživanjima na tisovom svježem drvu koje su proveli Caruso i sur. (2000a, b) bilo je izolirano šest rodova unutar *Actinomyces*. Uzorci drva tise bili su podrijetlom iz središnje i sjeverne Italije. Izolirani su sljedeći rodovi: *Actinomadura*, *Actinoplanes*, *Kitasatospora*, *Micromonospora*, *Nocardioforme* i *Streptomyces*. U jednom starom istraživanju Smith (1942) je kod tise ukazao na bakterijske otekline na korijenskom sustavu koje su uzrokovane infekcijom *Agrobacterium tumefaciens*.

Inače, postoje brojne patogene gljive i *Myxomycota* koje su izravno povezane s tisom (Thomas i Polwart 2003). Ako se proanalizira baza podataka Britanskog mikološkog društva, za tisu je vezano oko 258 vrsta gljiva i sluzavih plijesni, koje egzistiraju na tisi ili na tlu ispod tise, što je pak malo u odnosu na više od 2200 vrsta koje su vezane za rodove *Fagus* i *Quercus* (Thomas i Polwart 2003). Neki autori (Pehl i Wulf 2002) izvještavaju da kod tise postoji nekoliko ozbiljnih gljivičnih oboljenja. Najvažniji su sluzava plijesan (*Myxomycota*) i *Licea perexigua* (*Liceales*) koja je posebno povezana sa korom kod tise i više vrsta *Juniperus* spp.

- *Mastigomycotina*

*Phytophthora cinnamomi* Rands (*Oomycota, Pythiales*) prema istraživanju koje je proveo Hepting (1971) uzrokuje polijeganje i sušenje sadnica tise.

- *Zygomycotina*

*Mucor* sp. (*Mucorales*) zabilježena je unutar drva tise, na grančicama i iglicama kod uzoraka tise podrijetlom iz središnje i sjeverne Italije (Caruso i sur. 2000a).

- *Ascomycotina*

Za *Ascomycotina* Lewandowski i sur. (1995) navode da izravno utječu na slabu prirodnu obnovu tise u Poljskoj. Razlog je da pored *Ascomycotina* i drugi mikrobiološki dijelovi okoliša u tlu utječu na obnovu. Ipak su prema istom autoru ključne patogene gljivice *Nectria radicola* Gerlach i Nilsson (*Hypocreales*) koje uništavaju tisove sadnice. Peace (1962) smatra pak da je *Dothiora taxicola* najopasniji patogen koji izravno utječe na propadanje iglica i mladih izbojaka.

- *Basidiomycotina*

Najčešće propadanje tise prouzrokuje gljiva *Laetiporus sulphureus* (Strouts i Winter 1994). Tu je i gljiva *Suillus tridentinus* koja se uvijek nalazi ispod tise, dok srž drva i korijena tise napada gljiva *Serpula lacrymans* (Wulfren) J. Schröt (*Boletales*), o čemu pišu Eaton i Hale (1993).

- *Deuteromycotina*

Caruso i sur. (2000a) su izolirali 105 različitih sojeva endofitičnih gljiva, koje pripadaju u 25 različitih rodova, a uzrokuju unutarnju razgradnju drva, grančica i iglica kod tise u središnjoj i sjevernoj Italiji. Od tih patogena *Alternaria* (*Hyphomycete*), *Fusarium* (*Hyphomycete*) i *Mucor* (*Zygomycete*) najčešće su se pojavljivali. *Alternaria* je izoliran iz svih istraživanih materijala i smatra se za redovitog stanovnika svih tkiva roda *Taxus*.

*Acremonium* sp. je izoliran kao endofitična gljiva tise. Leucinostatin A je jedna od nekoliko potencijalno toksičnih bjelančevina koju proizvodi gljiva *Acremonium* sp., a koja ima fitotoksično i antifungal-

no svojstvo. Ova bjelančevina ne uzrokuje nikakve vidljive simptome na tisi, jer ima enzim koji se prenosi sa dva glikozidna ostataka leucinostatina A, a značajno smanjuje biološke aktivnosti bjelančevina, te ima što više antifungalno svojstva kao endofit i može doprinijeti obrambenom mehanizmu domaćina (Strobel i Hess 1997). Leucino-statin A je osobito djelotvoran protiv patogenih gljiva, *Pythium ultimum* (*Mastigomycotina*, *Oomycota*, *Pythiales*) (Strobel i sur. 1997). Pojava patogene gljive *Diplodia taxi* (Sow.) De Not. (*Coelomycete*) je povezana s žutilom iglica tise (Siwecki 1978; Ridley 1994).

- *Epifite*

Pojava epifitskih vrsta i rasta kod tise je veoma česta. Kao epifite kod tise su registrirane sljedeće vrste: *Vaccinium myrtillus*, *Dryopteris dilatata* i *Oxalis acetosella*, ali i *Betula pubescens* ssp. *carpatica*, *Ilex aquifolium* i *Sorbus aucuparia*. Ove vrste su pronađene kako rastu kao epifiti u humusnim džepovima ali također mogu da prorastu korijenom kroz oštećene i šuplje dijelove tise u tla. Provedene kemijske analize lišća daju dokaze da su neka od aerofitnih stabala ustvari na taj način ukorijenjena u tlo. Ta stabla imaju korijen u tlu, a njime su obavijena oko rastućeg korijena tise i ponašaju se kao priključak, i na taj način postaju aktivni partner tog stabla tise. Od pregledanih i analiziranih 791 tisovih stabala, njih 28 je imalo partnera, sa ukupno 60 različitih vrsta epifita. Nije bilo nikakvih razlika između muških i ženskih stabala tise (Wilks 1972). Isti autor također spominje i da hrast lužnjak (*Quercus*) raste kao epifita na tisi. Pilkington i sur. (1994) navode da i *Rhododendron ponticum*, te *Fraxinus excelsior* rastu kao epifitski partneri na stablima tise u jugozapadnoj Engleskoj.

Tisa je posebno osjetljiva na patogenu gljivu *Phytophthora* sp., koja izaziva bolest korijenskog sustava (Strouts 1993; Strouts i Winter 1994.), i predstavlja jedini poznati patogen u nekim zemljama sjevera Europe koji direktno izaziva smrt tise. S druge strane, tisa je vrlo otporna na napad gljiva iz roda mednjača (*Armillaria* sp.), te neka od provedenih istraživanja ukazuju da se tisa uspješno odupire napadu ovog patogena (Strouts i Winter 1994).

Pojava raka kod tise nije neuobičajena, a povezana je s odumiranjem kore ili rakom na bazi grane, što je vjerojatno posljedica napada određenih patogenih gljiva (Strouts i Winter 1994).



Slika 31. Sušenje iglica tise

Ovdje možemo spomenuti i tisin kultivar *Aurea* koji ima zlatnožute iglice a, prema Blattny (1960), nastao je vegetativno od stabla koje je imalo žute i zelene iglice, a svojstvo zlatnožutih iglica se moglo prenijeti samo cijepljenjem ili vegetativno, nikako generativno (Cooper 1979). Ovo je bio dokaz da je ovo svojstvo nastalo pod djelovanjem virusa na jednoj od grančica.

Ovdje valja spomenuti i *Pratylenchus penetrans* koji izaziva polije-ganje zbog lezija na glavnom korijenu mladih biljaka u rasadnicima, ako je tlo u rasadniku pjeskovito i svijetlo. U tom slučaju proces propadanja biljaka je spor, i veoma teško ga je u prvim fazama otkriti. Ovaj patogen je registriran u Nizozemskoj, a tisa se može proizvoditi samo uz primjenu plodoređa i redovne kontrole patogena (Bertrums 1998).

### 6.7. Ugroženost tise u Bosni i Hercegovini

O ugroženosti tise od sisara, ptica, insekata, patogena i sličnoga u Bosni i Hercegovini ne možemo govoriti jer nemamo egzaktnih istraživanja, mada je bilo nagovještaja o nestajanju tise još davne 1936. (Fukarek 1936), zato smo dali detaljnije iz manjeg dijela brojnih

istraživanja provedenih u Europi. Nekontrolirana nelegalna sječa je glavni uzrok ugroženosti tise kod nas, iako je dugi niz godina bila zaštićena, a i danas je. Ovdje moramo spomenuti i česte požare u južnim i jugozapadnim dijelovima Bosne i Hercegovine koji predstavljaju veliku opasnost za tisu. Kako su u pitanju nježne biljke s tankom korom, one se ne mogu oduprijeti prizemnim požarima koji su najčešći u tom području, a i korijenski sustav je relativno plitak što dovodi do njihovog nestajanja.

Na rasprostiranje tise i njeno sadašnje stanje u Bosni i Hercegovini presudnu ulogu je odigrao čovjek, i to već stoljećima unazad, još od rimskog perioda, kada je nekontroliranim sječama tisovih stabala devastirao njeno prirodno rasprostiranje. Razlog je prije svega u kvalitetnom i trajnom drvu tise, koje je tamnosmeđe boje, a lako se mehanički obrađuje i ima svoje mjesto u svakodnevnom životu čovjeka na ovim prostorima. U srednjem i ranom srednjem vijeku korišteno je i za proizvodnju oružja. Također, pored čovjeka, i njen jako spori rast je doprinio njenom nestanku.

Prema Ballianu (2005c), tisa kao drvo kod svih naroda koji žive u Bosni i Hercegovini ima posebno značenje, prije svega zbog njene sposobnosti da doživi veliku starost, do 1000 godina. Stoga narodi tisu smatraju simbolom dugovječnosti, i kao takvu su je koristili u određenim ritualima ili za izradu amajlija, što se u nekim područjima središnje Bosne zadržalo i do danas. Prije svega, to se ogleda u tome da su ljudi prilikom granje kuća ili nekih drugih objekata komade tisovog drva ugrađivali u taj objekt, da mu na taj način daju dugovječnost. Tisovo drvo se rabilo i u izradi određenih amajlija koje su svakodnevno nošene na odjeći ili pak na opremama radnih životinja u seoskim domaćinstvima. Ako tise za te rituale nije bilo u šumama, koristili su i drvo sa stabla koja su se sadila po selima. Također su se za domaćinstvo izrađivali određeni predmeti koji su imali svakodnevnu primjenu u domaćinstvu, obično u vidu nekih posuda ili kutija, a jedno vrijeme i vinska burad nisu bila bez slavina od tisova drva. Tu je i njena spiritualna vrijednost iskazana kroz predmete koji su simbolizirali dugovječnost. Stoga je tisovo drvo bilo veoma traženo i uvijek je imalo visoku vrijednost u seoskim područjima, a kako se demografska struktura gradova izmijenila, danas tisove amajlije možemo naći na štandovima prodavača u svim glavnim ulicama u gradovima BiH.



Slika 32. Ilegalna sječa, tisovi panjevi u šumi kod Ajdinovića

Da bi trgovci došli do drva za izradu amajlija, naročito danas, kad je tisa 'navodno' zaštićena, pribjegava se stalnim nelegalnim sječama, odnosno, narodski rečeno, "krađi drva". To je i osnovni razlog zašto ionako rijetka stabla tise ubrzano nestaju iz naših prirodnih šuma, te je iz godine u godinu postalo vrlo teško naći tisu u prirodnim šumama. Jedno od posljednjih relativno očuvanih nalazišta tise, gdje je ona gradila tipičnu tisovu šumu (sastojinu) nalazilo se kod sela Ajdinovići. Na ovom lokalitetu pored grmova tise smo mogli naći i prava stabla stara nekih 60 do 70 godina, koja su nelegalno posječena (slike su napravljene 23.07.2010. god.). Pored toga, ova populacija tise je i molekularno-genetički obrađena, a analiza je pokazala pravi spektar rijetkih genotipova koji se nigdje drugo u Europi ne mogu naći, o čemu će biti riječi u nastavku. Također se počelo s istraživanjem ekologije ove populacije, postavljena je trajna pokusna površina i napravljena su prva mjerenja, ali izgleda i posljednja. Sada je sve nestalo u nepovrat, uništena je jedna velika vrijednost, koja se ne može nadoknaditi, a da društvena zajednica, posebno lokalna, nije ni reagirala da se nađu počinioци ovog vandalskog čina. Tako nitko ne

pokazuje nikakvu zainteresiranost za ovo, izuzev županijskog šumarskog inspektora koji pokušava da riješi ovaj slučaj.

S druge strane, počinioci ovoga vandalskog djela su veoma dobro organizirani, nakon sječe drvo tise je brzo prevezeno i uskoro će se u obliku pločica za trofeje i amajlija naći na tržištu (našim ulicama), te istim donijeti zavidnu zaradu. Kako mi možemo prikazati ukupnu materijalnu i nematerijalnu štetu? Vrlo teško, ali gruba procjena o vrijednosti drva pokazuje da je u pitanju vrijednost oko 10.000 KM, jer mali dijelovi tisovala drva (dugi oko 30-40 cm) se prodaju po cijeni i do 100 KM. Možda se dana suma čini pretjeranom, ali kako je ovdje posječeno i otuđeno nekoliko desetina stabala lako je ugrubo doći do te vrijednosti. Pored toga,

nesavjesni pojedinac je ostavio u šumi sve ono što mu nije moglo donijeti zaradu, te su tako ostali svi lošiji komadi krupnog drva, koji su se također mogli iskoristiti. Kako, pak, prikazati onu drugu štetu, gubitak jednog veoma rijetkog i specifičnog ekosustava, to još ne znamo, ali možemo sa sigurnošću reći da je šteta za znanost nemjeriva, o gubitku za ekologiju tog jedinstvenog ekosustava nemamo mogućnosti da izrazimo vrijednost.

O svemu možemo da nagađamo, a prije svega se postavlja pitanje kako se to moglo dogoditi kad imamo službu za čuvanje šuma, policiju, ekologe i brojne druge. Možda ovdje i treba tražiti i odgovor. Ipak, osvrnimo se na čuvarsku službu koja je izuzeta iz poduzeća te je prebačena u okvir kantonalnih šumskih uprava. Sada imamo slabu suradnju s lokalnim poduzećima, veliko administriranje, velike nadležnosti i još veće nenadležnosti tog glomaznog aparata, kao i zakonsku nedefiniranost. Tako se u zadnje vrijeme na mnogim mjestima mogu susresti slični problemi. Ostaje pitanje dali će ta čuvarska služba šuma profunkcionirati, možda s novim zakonom o šumama koji će definirati ulogu te službe, te joj dati i odgovarajuće ovlasti. Ipak, ovdje moramo i sami poraditi na svijesti građana ove zemlje koji ne



Slika 33. Trgovina tisovalim drvom



Slika 34. Ostavljeni otpad i neiskoristivo drvo tise

znaju što se događa oko njih, a sve zbog borbe za голу egzistenciju u ovim teškim vremenima. Pored toga, i svaki od nas bi trebao biti čuvar šuma, našeg jedinog prirodnog dobra, koje polako nestaje kao i tise iz Ajdinovića. S druge strane je problem trajne zaštite prirodnog naslijeđa, koji je praktično samo formalan, a sve ostalo je u rukama obično siromašnih društvenih zajednica koje jedva preživljavaju. Na taj način svakodnevno gubimo brojne prirodne vrijednosti u Bosni i Hercegovini.

Naveli smo samo jedan od primjera, ali se ovo može uklopiti u sva nalazišta tise, jer svugdje nalazimo posječena stabla ili grane. Čak ni zabačeni i teško dostupni krajevi, do kojih se mora pješaćiti po nekoliko sati po veoma teškom terenu, na kojima je tisa opstala, nisu bili prepreka za kradljivce da dolaze i sijeku tisovo drvo, o čemu je napravljena brojna fotodokumentacija. Na ovaj način, brojna stabla tise su trajno oštećena, a mnoga od njih se vjerojatno neće oporaviti, te će sa mnogih lokaliteta potpuno nestati zbog nekih sitnih interesa, a nitko ništa neće poduzeti. I pored zabrana, tisovo drvo će se i dalje tražiti na tržištu.

## 7. EKOLOGIJA TISE

Kada dajemo pregled sustava za gospodarenje u šumama gdje raste tisa, moramo poći od osnovne činjenice da i pored zajedničkog prašumskog porijekla (do prije 90-100 većina šuma je imala prašumsku strukturu) šumske sastojine u Bosni i Hercegovini nemaju sličnu strukturnu izgrađenost, i da sadašnji sastav šuma gdje raste tisa ne odgovara ni jednom osnovnom uzgojnom obliku visoke uređene šume. Prema Bozalu (1991) tu postoje velike razlike u gustoći obrasta i strukturi sklopa kako između sastojina tako i unutar iste sastojine. Zato se treba prilagoditi u ovakvoj situaciji i težiti zaštiti tise, mada ovakvo stanje otežava gospodarenje tisom, kao i njenu zaštitu.

Tisa najbolje raste u vlažnoj i blagoj oceanskoj klimi. U Europi uspijeva osobito u područjima s relativno blagim zimama, velikom količinom padalina, visokom zračnom vlažnošću i čestim maglama (Meusel 1943; Tittensor 1980; Melzack i Watts 1982b; Farjon 2010; Heyne i sur.2016; Benham i sur. 2016).

Na sjevernim granicama rasprostiranja godišnja količina padalina je jedva veća od 500 mm, te se javlja problem sa fiziološkom sušom koja je uzrokovana smrznutim tlom, a povezana je sa visokim smrtnošću tise, a tada su srednje mjesečne temperature su od oko 8 ° do 12 ° C (Iszkuło 2010). S druge strane, na južnim granicama rasprostiranja, ona raste u zoni mediteranske planinske klime, gdje je godišnja količina padalina obično iznad 900-1000 mm i srednja godišnja temperatura je oko 10-11 ° C; znači ljetna kiša bi trebala dosegnuti najmanje 100 mm kako bi se osigurala uspješna obnova tise (Sanz i sur. 2009). S druge strane, velika zimska hladnoća ili pojava jakih hladnih vjetrova u proljeće ograničavaju njeno rasprostiranje (Voliotis 1986). Tako je tisa klasificirana kao vrsta europske umjerene i blage klime (Meusel 1943; Preston i Hill 1997), jer određena ekološka ograničenja predstavljaju prepreke u njenom rasprostiranju, te se rasprostire kao i vrste roda *Hedera*. To su niske temperature na sjeveru, teški kontinentalni klimat baltičkih zemalja i istočne Poljske, dugi sušni periodi u Turskoj na jugoistoku, te suše i visoke temperature u sjevernoj Africi (Kamppa 1926; Kröl 1978; Środoń 1978). U blizini ovih klimatskih ekstrema tisa je više ograničena na vlažne ekološke niše (Kröl 1978), odnosno pukotine stijena kod nas u Hercegovini, ili

kao manje stabalce pod krošnjama matične sastojine od koje dobiva zaštitu od niske vlage i mraza (Sokolowski 1921, Hoffmann 1958; Faegri 1960; Tittensor 1980; Peñalba 1994; Saniga 2000; Pintarić 2002; Farjon 2010; Heyne i sur. 2016), što je često i u drugim zemljama Europe. Inače, tisa u južnoj Europi ima tendenciju da raste na osjenčenim sjeverozapadnim ili sjeveroistočnim padinama, gdje ima blagu mikroklimu u listopadnim i mješovitim šumama (Markiewicz 1978; Schweingruber 1993; Schirone i sur. 2003, 2010a, b, c).

Nagib terena je veoma rijetko ograničavajući čimbenik u njenom rasprostiranju, jer se tise javljaju i na veoma strmim i nepristupačnim stijenama (Rodwell 1991), o čemu kod nas piše Fukarek (1957), a registrirane su u brojnim kanjonima kod nas, u kanjonima Une, Neretve, Prače, Vrbasa i Drine, gdje raste iznad same vode ili nešto više na kamenim hridima, a što su uobičajena staništa za nju prema Pigott (1969).



Slika 35. Tisa uz vodotok (Skočajska draga)

Iako većina prirodnih sastojina tise u Europi raste na karbonatnim tlima, tisa će rasti na gotovo svakom tlu, uključujući i silikatna tla nastala iz magmatskih i sedimentnih stijena (Elwes i Henry 1906; Watt 1926; Webb 1977; Kröl 1978; Kelly 1981; Vidaković 1991; Thomas i Garcia-Marti 2015), a kod nas je nalazimo i na serpentinsko-peridotitskoj podlozi. Voliotis (1986) navodi da tisa preferira vapnenačka tla u sjevernoj Europi i silikatna tla južne Europe. Watt (1924, 1934a, b) napominje da tisa predstavlja uspješnu pionirsku vrstu na jako karbonatnim i izloženim staništima južne ekspanzije, kao što je slučaj kod nas na Dabića poljani i Crvnju, dok je na kiselim tlima rijetka. Širom Europe tisa najbolje raste na dubokim, vlažnim, pjeskovitim tlima, koja su dobro drenirana sa malo gline, a najlošije raste na izrazito suhim, stjenovitim i pješčanim tlima, gdje se pojavljuje pojedinačno i ne dostiže veće dimenzije (Webb 1977; Bugala 1978).

Tisa je uglavnom odsutna sa mokrih tala, kao što su mokri kiseli treseti i vlažna glinovita tla (Kröl 1978; Williamson 1978; Ellenberg 1988), također ne raste dobro na karbonatnim tresetima, iako je značajna vrsta u strukturi drvnih tresetnih nakupina istočne Engleske. Čak i na takvim tlima pokazuje određeni stupanj osjetljivosti na lošu odvodnju suviška vode.

U Europi se tisa najčešće javlja kao pojedinačno stablo, ili manja grupa stabala, veoma rijetko gradeći šume tise, kakvih još ima u Engleskoj, jer je njeno pojavljivanje u vezi sa jačim ili slabijim utjecajem oceanske klime. Na istoku rasprostiranja, na Krimu, Kavkazu i Iranskom gorju, tisa rijetko gradi male i čiste sastojine (Pridnya 1984). Tako Kröl (1978) bilježi da na Kavkazu postoje čiste sastojine, gdje dominira tisa na površini i do 10 ha, sa stablima koja su visoka i do 32,5 m. Tu tisa gradi mješovitu šumu sa *Fagus orientalis*, *Carpinus* spp., *Fraxinus excelsior*, *Acer platanoides*, *A. campestre*, *A. pictum*, *Ulmus elliptica*, uz primjesu *Abies nordmaniana* i *Picea orientalis*, dok u sloju grmlja nalazimo *Buxus sempervirens* (Bugala 1978; Pridnya 1984). Pored mješovitih sastojina, tisa gradi i manje čiste tisove sastojine koje nalazimo u širem okruženju šuma bukve i jasena.

Na mediteranskim otocima, Sardiniji (Schlegel i Heize 2015) i Korzici, također se nalaze šume u kojima dominira tisa, često s božikovinom i šimširom (na Korzici), mukinjom i *Mercurialis perennis*. Pretpostavka je da je to prvobitno bila šuma bukve ili bukovo-jelova šuma. Sličnu situaciju nalazimo i u Portugalu, gdje je tisa veoma



Slika 36. Tisa na kiselim silikatnim tlima u zajednici sa zelenom johom na Vranici

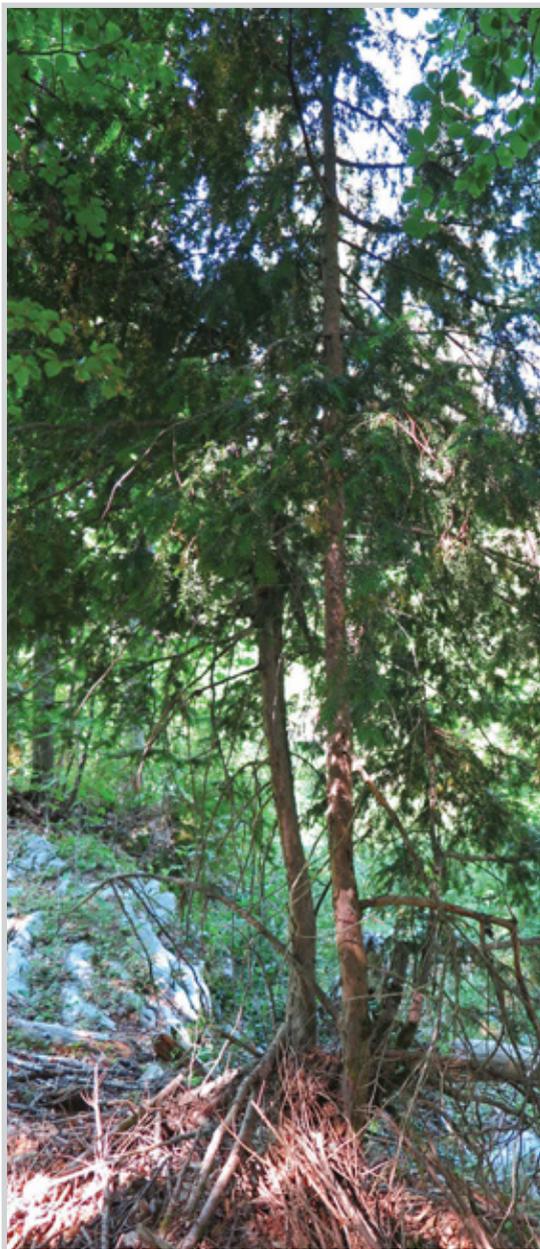
rijetka, pravi relikv, a gradi male i izolirane sastojine na sjeveru i u centralnom dijelu zemlje.

### 7.1. Potrebe tise za svjetlom

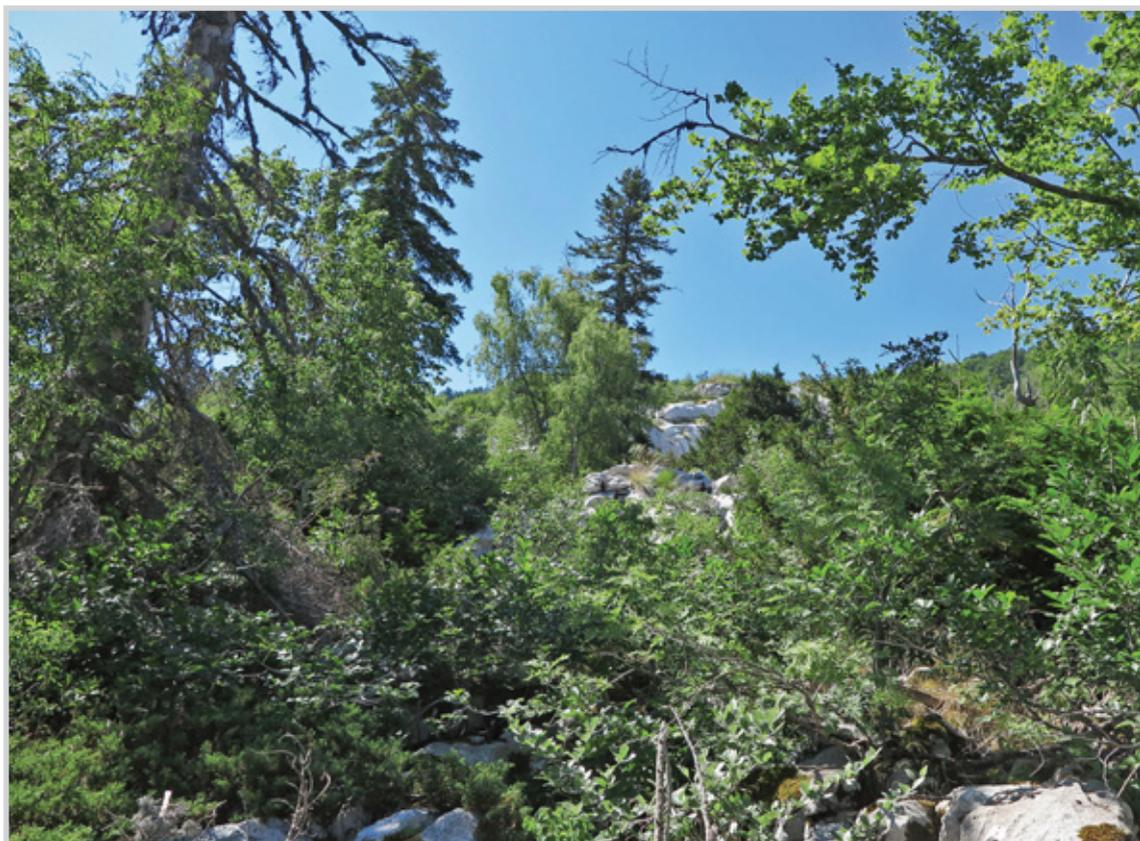
Tisa je tolerantna na manjak dnevnog svjetla, te se dobro razvija u uvjetima polusjene (Bugala 1978; Ellenberg 1988; Brzeziecki i Kienast 1994), ali također dobro podnosi puno osvjetljenje i raste brže na otvorenom staništu (Watt 1926; Kröl 1978; Mitchell 1988; Vidaković 1991; Vidaković i Franjić 2004; Svenning i Magård 1999; Pintarić 2002; Thomas i Polwart 2003; Perrin i Mitchell 2013). Može dobro da preživi jaču zasjenjenost, posebice pomladak koji se nađe u zasjeni roditeljskih individua (Watt 1926). Za razliku od prethodnih autora, Iskušo i Boratinski (2006) bilježe da je za razvoj tise dovoljno 0,5% dnevne svjetlosti. Također, u zasjeni uspješno cvijeta i daje plodove

(Bugala 1978). Prema Mitchell (1998), za tisu možemo reći da na suncu raste, a u hladu se uzgaja. Potrebna količina svjetla kod tise varira tijekom vegetacijske sezone od 175 luksa tijekom ljeta do 3,2 Kluksa u veljači (Pavletić i Leith 1958). Kada je u pitanju prirodni pomladak tijekom obnove, veoma teško se odrediti prema količini svjetlosti, a znatnu ulogu u tome mogu igrati i utjecaji herbivora na mlade biljke (Schirone i sur. 2003), kao i uvjeti tla i patogeni (Svenning i Magård 1999), minimalne i maksimalne temperature tijekom listopada i studenog (Iszkuło i Boratinski 2006).

Optimalni raspon temperatura za njen rast i razvoj je 14-25 °C (Cedro i Cedro 2015; Galwin i sur. 2014; Cedro i Iszkuło 2011). Inače, kod tise je optimalna temperatura za fotosintezu veća nego kod drugih vrsta četinjača. Ljetna minimalna temperatura za fotosintezu je -3 °C do -5 °C (Piseki sur. 19 67), a zimi je minimum 8 °C. Maksimalna ljetna temperatura za fotosintezu je 38-41 °C (Pišek i sur. 1968, 1969; Lyr i sur. 1992). Kada su u pitanju iglice, s njihovom starošću opada i fotosintetska sposobnost do 50% kod iglica od 7 godina starosti u odnosu na mlade iglice (Szaniawski 1978).



Slika 37. Slaba vitalnost i odumiranje tise zbog sklopljenosti sastojine i manjka svjetla



Slika 38. Vitalne tise na otvorenom staništu (Hasov omar kod Gacka)

## 7.2. Potrebe tise za vodom

Bez obzira na starost tise, postotak individua ženskog spola u populaciji je u pozitivnoj korelaciji sa količinom padalina, što upućuje na veću potrošnju vode ženskih individua za razliku od muških. Srednja širina debljinskoga prirasta u ženskih stabala tise je u negativnoj korelaciji s visokim temperaturama u kolovozu i rujnu za prethodnu godinu i korelira pozitivno sa padalinama u lipnju i srpnju u tekućoj godini (Cedro i Iszkuo 2011). Pretpostavlja se da je osjetljivost na sušu i rast diferencirana između muških i ženskih individua, te da mora biti povezana s većim reproduktivnim naporom koji imaju ženske individue odoplodnje do sazrijevanja sjemena (Obeso 2002;



Rozas i sur. 2009), što može imati utjecaja na opstanak i preživljavanje populacija u područjima sa ograničenom godišnjom količinom padalina, kao i dostupnom vodom u tlu (Iszkuło i sur. 2009).

U svom odnosu prema vodi nema razlika kod različitih vrsta tisa u vodljivosti puči (Mitchell 1998). Kada je u pitanju PPFĐ (fotosintetska fotonska svjetlosna osjetljivost) vodljivost je  $200 \mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$ , ali je obična tisa pokazala značajno niže vrijednosti provođenja na PPFĐ-a sa veličinom od 400 i  $900 \mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$ . Također je otkriveno da nema razlike u gustoći puči, ali je zabilježen njihov značajno veći broj po listu (4684 spram 1604) kada je iglica tise bila veća.

Moir (1999) je dendrokronološki ispitivao širinu goda drva tise, te je za one koje rastu na pijesku i šljunku našao da padaline (osobito u mjesecima veljača-srpanj) imaju pozitivan učinak na rast, kao i širinu goda. Širina je također pozitivno povezana s temperaturama u kasnim zimskim periodima (siječanj-veljača), a također i temperature u kasnu jesen (listopad) su vjerojatno indikativne za produženje vegetacije kod tise u blažim klimatima s oceanskom klimom (Cedro i Iszkuło 2011; Groff 2013; Parsapajouh

i sur. 1986; Moir 1999). Visoke ljetne temperature (u lipnju) uvjetuju zaustavljanje visinskog i debljinskoga prirasta (Yadav i Singh 2002). Moir (1999) je zaključio da blage i vlažne zime u kombinaciji s hladnim ljetima pružaju idealne uvjete za rast i razvoj tise, a da vruća i suha ljeta negativno utječu na njen rast i razvoj, što potvrđuju i drugi autori (Galwin i sur. 2014; Cedro i Cedro 2015). Inače, dendrokronologija tise se podudara sa onom kod borova, bukvi, kestena i djelomično hrastova. U Bugarskoj su za tisu Lyubenova i sur. (2001) utvrdili da se 93% varijabilnosti širine goda može pripisati padalinama u periodu siječanj-lipanj tekuće godine i padalinama listopad-prosinac prethodne godine. Pintarić (2002) za tisu navodi postojanje vodene rase u ekološki vlažnim područjima, koja se pak razlikuje u strukturi drva od tipične koja raste na ocjeditim terenima.



Slika 39. Tisa otvorenog staništa na Crvnju – sušenje iglica zbog niskih temperatura

### 7.3. Potrebe tise za temperaturom

Prema istraživanjima širina goda tise i njegova maksimalna gustoća su u korelaciji s temperaturama koje vladaju tijekom veljače i ožujka (Cedro i Cedro 2015; Groff 2013; Parsapajouh i sur. 1986). Optimalna temperatura za mejotski ciklus matičnih stanica kod peludi je između 1 °C i 10 °C (Chira 1964). Temperature iznad ili ispod ovoga, ako su u trajanju od nekoliko dana, imaju negativan utjecaj na mejozu i uzrokuju djelomičnu ili potpunu sterilnost peludi (Vidaković 1991).

### 7.4. Potrebe tise za mineralnim hranjivima

Prema istraživanjima koja su proveli Fiedler i sur. (1986) i Allen (1989), tisa u svojim iglicama u odnosu na druge četinjače ima visoki sadržaj N, P, K, Mn, Zn, B i Mo, ali i niski Al, Si i Fe. S povećanjem iglica i sa njihovom starošću, količina N, P, K, Mg i Mo se smanjuje (Fiedler i sur. 1986). Također je otkriveno da je sadržaj Cu, Mn, Zn, Mo, Al i Si vezan za tip tla na kojem tisa raste. Na kiselim silikatima iglice imaju vrlo visoku koncentraciju Mn (do 1,5%), kao i Zn i Al.

U istraživanju koje je provedeno u Slovačkoj, Nemeč (1951) izvještava da tise imaju visoke zahtjeve u mineralnoj ishrani, posebno imaju veliku potrebu za K, P i Ca. Iglice tisa koje rastu na suncu imale su značajno veći udio dušika (1,89% N i 0.22 mg N cm<sup>2</sup>) (Mitchell, 1998).

U usporedbi s listačama (*Quercus robur*, *Fagus sylvatica*, *Castanea sativa*, *Acer pseudoplatanus* i *Sorbus torminalis*) na sjeverozapadu Španjolske, grane tise (<8 cm) i iglice imale su visoke razine Cd (do 40 p.p.m.), Zn (41 p.p.m.) i Mn (do 3074 p.p.m.) (Núñez-Regueira i sur. 1997).

Neki autori su istraživali kemijski sastav arilusa (Herrera 1987), te su ustvrdili da arilus ima obično 764 mg svježe mase (dužine 10,9 mm x širine 10,3 mm - veće od prosjeka, poglavlje 3), a sadržava suhe celuloze 158,7 mg. Postotak vlage iznosio je 66,3%, dok je Suszka (1978) utvrdila da je svježe sjeme u Poljskoj imalo 31,1% vode, a Bartkowiak (1978) navodi 80% vode. Suha tvar se sastojala od 0,2% lipida, 2,3% proteina, 2,6% vlakana, 93,5% nestruktuiranih ugljikohidrata i 1,4%



Slika 40. Tise na serpentinitu i peridotitu kod Višegrada

pepela (Herrera 1987). Mineralni sadržaj je pak bio sljedeći: Ca 0,2; Mg 0,1; P 0,4; K 6,0; Na 0,2 (u g/kg<sup>-1</sup>), i Fe 25; Mn 1; Zn 5; Cu 1 (u mg/kg<sup>-1</sup>).

Također je urađen energetska bilans kod arilusa sa sjemenom. Tako je energetska sadržaj različito izmjeren: suha tvar kod arilusa, 3,88 kcal/g<sup>-1</sup> (Hulme 1997); zreli arilus 5,07 kcal/g<sup>-1</sup>; embrij i supke 8.41 kcal/g<sup>-1</sup> (Smal i Fairley 1980b).

Kada su u pitanju hranjiva, Pintarić (2002) za tisu navodi postojanje vapnenačke rase u vapnenačkim područjima, koja se razlikuje od one sa kiselih tala.

### 7.5. Otpornost tise na onečišćenja

Tisa je prilično tolerantna na onečišćenja zraka (Mez 1963), a posebno je visoko otporna na SO<sub>2</sub> (Białobok 1978), te i pri koncentracijama većim od 50 mg/m<sup>3</sup> nisu registrirana oštećenja iglica. Szaniawski (1978) tvrdi da je tisa tolerantna na dim iz ljevaonica bakra i na vodikov fluorid, mnogo više nego je to slučaj sa vrstama roda *Pinus* ili *Abies*. U Njemačkoj su jake emisije teških metala učinkovito nadzirali uz pomoć kontrole iglica tise kao bioindikatora (Höllwarth 1984). Barker i Ashenden (1993) su pokazali da je tretman kiselinom



Slika 41. Tisa u Opatiji

za suzbijanje magle pH 2,5 znatno povećao oštećenja iglica kod tise, a u odnosu na kiselost pH 3,5-5,5.

Hättenschwiler i Körner (2000), te Hättenschwiler (2001) su izlagali sadnice šest glavnih europskih šumskih vrsta, uključujući tisu, na povišene razine od 500 p.p.m. CO<sub>2</sub> i 660 p.p.m. CO<sub>2</sub>, u uvjetima zasljenosti koju stvara prirodna šuma Švicarske. Nakon provedenih tretmana, registriran je bolji visinski i debljinski prirast kod tise od 37%, dok je bukva prirasla 73%, pod povišenom koncentracijom CO<sub>2</sub> u uvjetima slabog osvjetljenja mikrostaništa. Tako će ove dvije vrste vjerojatno biti u jednom trenutku u prednost pri višim koncentracijama ugljičnog dioksida, ali mogu izgubiti prednost tek kod nešto viših razina osvjetljenosti.

#### 7.6. Prirast tise

Usprkos veoma sporom visinskom i debljinskom prirastu, tisa može dostići značajne dimenzije. Tako se bilježi da u području Baltika dosegne visinu od 6,5 m i promjer od 40 cm, dok u blagoj klimi Kavkaza može imati visinu od 25-30 m i promjer preko 1,5 m (Pintarić 2002).

Što se pak njenog prirasta tiče, osvrnut ćemo se na istraživanje Leibundguta (1984) koji za uvjete Švicarske navodi da je za debljinski stupanj od 16-24 cm zapreminski prirast tise od 3,2%, a za debljinski stupanj 24-36 cm je prirast 4,3%, te da smreka i obični bor nemaju veći prirast.

Istraživanjem prirasta muških i ženskih individua bavili su se Iszkuło i sur. (2011), te su između različitih spolova ustanovili značajne razlike u prirasnim mogućnostima, da muške individue brže i više prirašćuju.

#### 7.7. Utjecaj stanišne strukture šume na tisu

Struktura šume, odnosno sastojine sa sklopom, je najvažniji čimbenik procesa rasta stabla (Pintarić 1991; Linares i sur. 2010). Osim toga, strukturom šume se može upravljati u cilju postizanja njene optimalne izgrađenosti. Tako će, kada je u pitanju tisa, i ključni čimbenici njene obnove biti vezani za strukturu sastojine (Iszkuło i sur. 2012; Ruprecht i sur. 2010; Piovesan i sur. 2009; Dhar i sur. 2007; Iszkuło i Boratynski 2006).

Tijekom 19. stoljeća a i kasnije, sve europske šume su bile otvorene za ispašu i drvarenje, nakon čega su nastajale panjače, steljarenje i slično. Prestankom tih aktivnosti sastojine se sklapaju i stanišni uvjeti se mijenjaju, a sastojine postaju tamnije i zatvorenije (Peterken 1996). Stvaraju se novi uvjeti za tisu a, iako je tolerantna na tamu i hlad (Thomas i Polwart 2003), nekoliko istraživanja u središnjoj i sjevernoj Europi su pokazala da zastrtost tise bukvom utječe na opadanje njene brojnosti (Piovesan i sur. 2009). Također se došlo i do toga da sa većom zastrtošću raste stopa smrtnosti odraslih stabala tisa te se predlaže otvaranje sklopa (Iszkuło 2010), da bi i tisova stabla bila uključena u natjecanje za svjetlost (Ruprecht i sur. 2010; Dhar i sur. 2007), jer je i kod tise registrirana reakcija na otvaranje sklopa (Svenning i Magård 1999). Dakle, iako tisa predstavlja tipičnu vrstu mezofilnih i humidnih staništa, ipak je i njoj potreban otvoreni sklop za puni razvoj. Tako je u otvorenim sastojinama sa niskom vrijednošću sklopa veći i relativni udio zdravih stabala tise, u usporedbi sa sastojinama gustog sklopa i s većom konkurencijom među vrstama drveća (Iszkuło i sur. 2012; Ruprecht i sur. 2010; Dhar i sur. 2007). Ako se analizira prosječna visina i promjer tisa, one su niže u sastojinama visokog sklopa i slabog osvjetljenja u usporedbi s onima s nižim sklopom i jačim osvjetljenjem u krošnji tise. Također, i proizvodnost sjemena tise je manja kod zastrtih stabala pod jakim sklopom, kao i preživljivanje mladih biljaka u prvim fazama razvoja (Ruprecht i sur. 2010; Dhar i sur. 2007; Iszkuło i Boratynski 2006). Istraživanja također pokazuju da u središnjoj i sjevernoj Europi prirodna sukcesija igra bitnu ulogu kod tise, jer dovodi do dominacije ekološki agresivnijih vrsta, koje kasnije daju jaku zastrtost i utječu na pad vitaliteta i brojnosti mnogih populacija tise (Iszkuło i sur. 2005), jer nema dokaza da su za nestanak odgovorne sisari i ptice koje se hrane sjemenom i podgrizaju sadnice (Svenning i Magård 1999). U takvim uvjetima mlade biljke mogu značajno stradavati od ispaše (Ruprecht i sur. 2010; Piovesan i sur. 2009; Dhar i sur. 2007), iako intenzitet ispaše nije jedini čimbenik koji utječe na obnovu i njenu gustoću, ali može biti od velikog značaja, te se može reflektirati na planove upravljanja tisom (Perrin i sur. 2006). Osim negativnih učinaka na rast tise, njeno preživljivanje i razmnožavanje, gusti sklop bi mogao biti odgovoran i za pad populacija tise sa genetskog motrišta. Srodstvenost i pojava križanja u srodstvu kod populacija tise procijenjeni na temelju mole-



Slika 42. Tisa na kamenim liticama

kularnih biljega pokazuju da su srodstvenost i križanje u srodstvu izraženiji u gušćim populacijama, bez obzira na primijenjene biljege (Chybicki i sur. 2011). Ovi rezultati podupiru tvrdnju da, unatoč visokim vrijednostima toka gena kod tise, s obzirom da se oprašuje vjetrom a sjeme raznose ptice, biljke koje rastu u gustom sklopu pokazuju snažne srodstvene veze i križanje u srodstvu (Chybicki i sur. 2011). Ovo pak pokazuje da su obnova i upravljanje tisom veoma kompleksni, te da je obnova prirodnih šuma i gospodarenje istim jedan od u prioriteta u šumarstvu i zaštiti okoliša (Ruprecht i sur. 2010; Piovesan i sur. 2009; Dhar i sur. 2007; Iszkuło i Boratynski 2006). Napuštanje poljoprivrednog zemljišta može također igrati važnu ulogu u obnovi i upravljanju tisom, njenom brojnošću u populaciji i ujednačenosti (Peterken 1996). Ono može dovesti do slabljenja u rastu tise, ali i do smanjenja brojnosti na nekim staništima (Linares i sur. 2010). Naprotiv, uspješna prirodna obnova može da se promovira i kod niskog intenziteta sječe i otvaranja sklopa. Selektivno otvaranje bi moglo generirati male otvore sa svjetlom i dijelove bez gustog sklopa i time potaknuti veći uspjeh obnove tise (Ruprecht i sur. 2010). Međutim, utjecaj selektivne sječe na tisu nije isti na svim dijelovima njenog rasprostiranja, kao ni njena reakcija na više svjetla. Tako se u južnim područjima, zbog jače evapotranspiracije i potrebe za suncem, javlja stres od suše tijekom ljetnog perioda, koji ostavlja trajne posljedice, za razliku od tise koja raste na otvorenom staništu (Valladares i Pearcy 2002), dok one na sjeveru traže više svjetla i otvorenije stanište.

## 8. EKOLOŠKO-VEGETACIJSKA PRIPADNOST TISE U BOSNI I HERCEGOVINI

U Bosni i Hercegovini je provedena ekološko-vegetacijska rajonizacija šuma (Stefanović i sur. 1983). Fitocenoze bukve u kojima su tise nalaze se u svim izdvojenim oblastima u Bosni i Hercegovini. Za tisu važna je pripanonska oblast gdje se javlja na planini Kozari, mada informacije govore da je potpuno iščezla, a najvažnija oblast su unutrašnji Dinaridi, gdje je najzastupljenija u mješovitim šumama bukve i jele, posebice u srednjobosanskom području. U submediteransko-planinskoj oblasti gradi male i specifične populacije na visokim hercegovačkim planinama, posebice na Prenju. Inače, svaka od oblasti se dijeli na više područja (Tablica 1).

**Tablica 1:** Ekološko-vegetacijska pripadnost tise po ekološko-vegetacijskoj rajonizaciji

.	Oznaka	Oblast, područje, rajon
1.	1.1.	Pripanonska oblast, Sjevernobosansko područje
2.	1.2.	Pripanonska oblast, Sjeverozapadno bosansko područje
3.	2.1.1.	Prelazna ilirsko-mezijska oblast, Donjedrinsko područje, Semberijsko-posavski rajon
4.	2.2.3.	Prelazna ilirsko-mezijska oblast, Gornjedrinsko područje, Goraždansko-fočanski rajon
5.	3.1.	Oblast unutrašnjih Dinarida, područje Cazinske Krajine
6.	3.2.1.	Oblast unutrašnjih Dinarida, Zapadnobosansko krečnjačko-dolomitno područje, Ključko-petrovački rajon
7.	3.3.2.	Oblast unutrašnjih Dinarida, Srednjobosansko područje, Vranički rajon
8.	3.3.3.	Oblast unutrašnjih Dinarida, Srednjobosansko područje, Sarajevsko-zenički rajon
9.	3.4.	Oblast unutrašnjih Dinarida, Zavidovičko-tesličko područje
10.	3.5.2.	Oblast unutrašnjih Dinarida, Područje istočnobosanske visoravni, Romanijski rajon
11.	4.1.	Mediteransko-dinarska oblast, Submediteransko-planinsko područje
12.	4.3.1.	Mediteransko-dinarska oblast, Submediteransko područje, Submediteranski rajon bez zimzelenih elemenata

Sva izdvojena područja nisu ekološki potpuno homogena, te se dalje dijele na rajone, prema mikroklimatskim, pedološkim i fitocenozičkim svojstvima.



Slika 43. Tisa na kamenim blokovima Golije

## 9. FITOCENOZE U KOJIMA SE JAVLJAJU TISE U BOSNI I HERCEGOVINI

(prema Stefanović 1977, Beus 1997)

U Bosni i Hercegovini nisu obrađene šumske zajednice koje su specifične za pojavu tise, kako je to u nekim od susjednih zemalja. Kod nas se javlja u bukovim šumama, ali je nalazimo i u šumama jele i smreke, te jedno nalazište je i s crnim borom. Kod nas je tisa spomenuta samo u okviru šume bukve na zemljištima bogatim bazama unutarnjih krajeva, a što ćemo prikazati u nastavku.

**Šume bukve na zemljištima bogatim  
bazama unutarnjih krajeva**  
(Sveza *Fagion illyricum*, Horv. 1938.)

**Brdska šuma bukve ilirskog područja**  
(*Fagetum montanum illyricum*, Fuk. Et Stef. 1958)

Ova zajednica je veoma široko rasprostranjena, izgrađuje visinski pojas duž Dinarskih planina kroz Bosnu i Hercegovinu. Njegova širina je veća u Bosni i Hercegovini nego u susjednim zemljama, a kreće se od 800 (900) do 1100 (1200) m, što je uvjetovano i veličinom planinskog masiva (Horvat 1958). Rasprostranjena je na mezozojskim vapnencima i dolomitima, rjeđe na laporovitim, gvožđevitim i bitumenoznim vapnencima, na seriji vapnenačkih zemljišta, koja se javljaju najčešće u kompleksima – crnice, smeđa i ili merizirana zemljišta, a na dolomitu na rendzini. Prema podacima o svojstvima ovih tala u Bosni (Ćirić, Stefanović, Drinić 1971), dubina tla se kreće ispod 30 cm kod crnica, do preko 60 cm kod dubokih ili meriziranih tala. Pretežito su ilovastog ili glinovito-ilovastoga sastava, a kod dolomitnih rendzina pjeskovito-ilovastoga sastava, pH vrijednosti se kreću od 5,5 do 7,0, a izuzetak su dolomitne rendzine, gdje je reakcija alkalna pH 7,2-7,5. Sadržaj humusa u površinskom sloju je dosta visok (10-30%), a sa dubinom zemljišta opada. Optimalno je zajednica razvijena na smeđim zemljištima sa mullhumusom neutralne do slabo kisele reakcije, na hladnijim ekspozicijama.

Za razliku od bukovih šuma središnje Europe, ova ilirska šuma odlikuje se većim bogatstvom vrsta, gdje pored neutrofilno-

bazofilnih srednjoeuropskih elemenata ulaze u sastav veoma svojstveni ilirski elementi, koji ovu zajednicu izdvajaju kao posebno florno-genetsku cjelinu. Neki od ovih elemenata, kao *Omphalodes verna*, *Hacquetia epipactis*, *Cardamine trifolia*, *C. polyphylla*, *Scopolia carniolica*, *Lamium orvala* i dr., svojstveni su za centralni dio ilirskog područja i gube se u jugoistočnom pravcu, već na crti Velebit-Plješevica-Grmeč-Klekovača-Osečenica. Međutim, čitav niz neutrofilno-mezofilnih elemenata ostaje.

Bukva je edifikator i gradi sastojine gustog sklopa u kojima su primiješani: *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Ulmus montana*, *Sorbus torminalis*, *Tilia platyphyllos*, u nekim sastojinama *Taxus baccata* i *Ilex aquifolium*; u sloju grmlja: *Daphne mezereum*, *D. laureola*, *Evonymus latifolius*, *E. europaeus*, *Lonicera xylosteum*, *Ruscus hypoglossum*, *Sambucus racemosa*, *Rhamnus fallax* i dr.; u sloju prizemne flore: *Cardamine bulbifera*, *C. trifolia*, *C. savensis*, *C. polyphylla*, *Asperula odorata*, *Paris quadrifolia*, *Pulmonaria officinalis*, *Sanicula europaea*, *Asarum europaeum*, *Anemone nemorosa*, *A. ranunculoides*, *Mercurialis perrenis*, *Aspidium filix-mas*, *Athyrium filix-femina*, *Lilium martagon*, *Mycelis muralis*, *Allium ursinum*, *Geranium robertianum* i dr.

Šume bukve se dijele na više subasocijacija među kojima su najzastupljenije: *lathyretosum*, Horv., 1938; *corydalitosum*, Horv., 1938; *festucetosum silvaticae*, Stef., 1963; *cardaminetosum*, Fab., 1966; *tilietosum*, Fab. 1966; *carpinetosum betuli*, Stef., 1966; *mercurialetosum*, Fuk., 1968. i dr. U novije vrijeme opisano je nekoliko subasocijacija sa tisom, kao što su *Abieti-Fagetum dinaricum aceretosum taxosum* (Brujić 2013) i *Abieti-Fagetum panonicum luzulosum taxosum*. U susjednoj Hrvatskoj opisana je fitocenoza *Tilieto-Taxetum* Glavač 1958.





Slika 44. Tise u šumi bukve i jele na Plješivici



Slika 45. Tisa na otvorenom staništu Dinare, prijevoj Vaganjac

## 10. GENETSKA VARIJABILNOST TISE U BOSNI I HERCEGOVINI

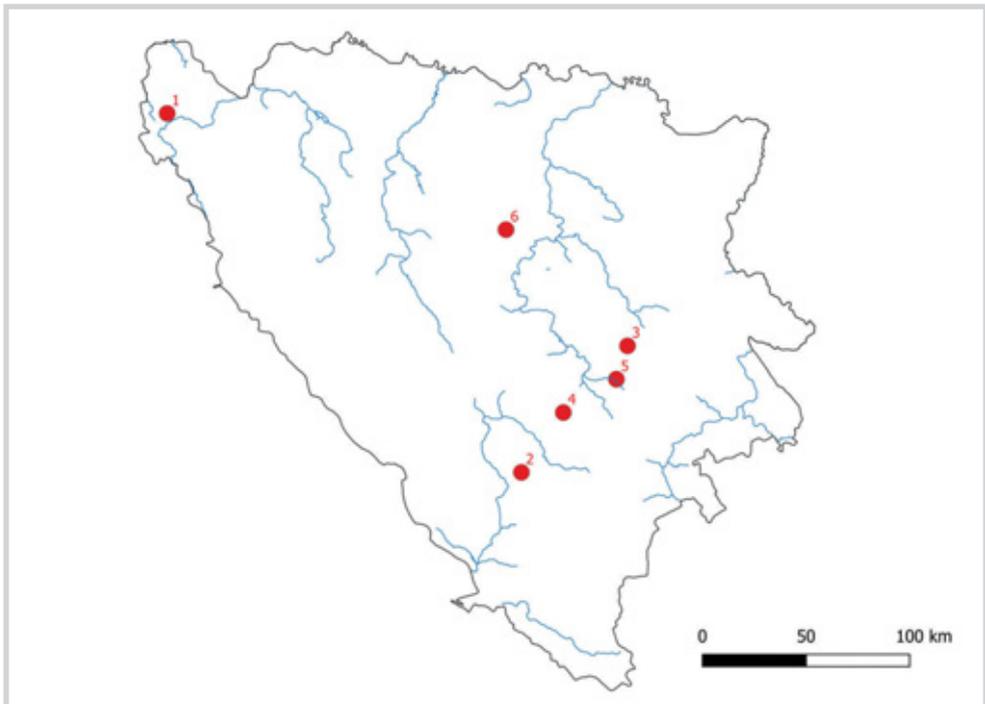
Suvremena istraživanja u Europi koja su se zadnjih godina počela provoditi na tisi dala su povoda da se pokušaju iznaći populacije tise i u Bosni i Hercegovini. Na iznalaženju populacija tise pomoć je pružilo mnogo lokalnih stručnjaka, što je dalo dobre rezultate. Većinom su registrirana pojedinačna stabla koja nalazimo širom Bosne i Hercegovine, ali ni male populacije tise nisu izostale. Do sada je registrirano osam populacija, u kojima se brojnost mjeri od nekoliko desetina biljaka pa do nekoliko tisuća. Ova saznanja su nas usmjerila k aktivnostima na njihovoj zaštiti. Kako svi oblici zaštite leže u prethodnom poznavanju genetičke strukture populacija određene vrste, to se na taj način počelo raditi i s tisom.

Ballian i sur. (2008) su priznatim biokemijskim metodama odredili genetičku strukturu populacija i njihovu međupopulacijsku varijabilnost u Bosni i Hercegovini. Za populacijsku analizu bi se rabile alelne i genotipske učestalosti, kao i sama njihova struktura, a posebna pažnja bi se posvetila stvarnoj i očekivanoj heterozigotnosti, te genetičkoj raznolikosti prema metodi koju su dali Thoma (1992), Lewadowski i sur. (1992) i Hertel i Kohlstock (1996). Na temelju dobivenih rezultata dane se smjernice za njezino očuvanje metodama *in situ* i *ex situ*.

Broj populacije	Naziv populacije	Lokalitet	Zemljopisna dužina i širina	Nadmorska visina	Broj analiziranih stabala
1	Plješevica	Kanjon Une	44°45'N 15°51'E	900 m	47
2	Prenj	Kula	43°30'N 17°59'E	660 m	115
3	Olovo	Ajdinovići	44°04'N 18°33'E	980 m	117
4	Bjelašnica	Mehina luka	43°44'N 18°06'E	700 m	53
5	Ozren	Vukinjača	43°58'N 18°27'E	1200 m	82
6	Borja	Gornji Ugodović	43°31'N 17°49'E	700 m	87

Tijekom studenoga 2004. godine selekcionirana su stabla tise na području Bosne i Hercegovine, na planinama Plješevici, Prenju, širem području Olova, Bjelašnici, Ozrenu i Boriji (tablica 2 i karta 6), za ove populacije smo se odlučili zbog njihove brojnosti, koja je osiguravala da se ispravno sakupe uzorci. Tako, iako raspolažemo velikim brojem lokaliteta sa tisom, nisu odabrane one s nedovoljnim brojem individua za ovaj vid analiza, te smo se odlučili za samo pet velikih i vitalnih. Ako se analizira područje iz kojeg dolaze populacije može se primijetiti da su iz kontrastnih ekoloških uvjeta i da pripadaju različitim fitocenoza i geološkim podlogama.

Prilikom sabiranja uzoraka za analizu vodilo se računa da udaljenost između stabala bude minimalno 50 m, a ponekad i veća u ovisnosti o rasporedu biljaka na terenu, kako bi se što više smanjila mogućnost srodstva. Prilikom sabiranja za ovo istraživanje nisu razdvajana muška i ženska stabla nego su analizirana zajedno.



**Karta 6.** Raspored istraživanih populacija, 1. Plješevica, 2. Prenj, 3. Olovo, 4. Bjelašnica, 5. Ozren, 6. Borja

**Tablica 3.** Enzimski sustavi, E.C. referentni broj, gen lokus

Enzimski sustavi	E.C. broj	Genski lokus	Broj alela
Phosphoglucoseisomerase	5.3.1.9	<i>PGI-A<sub>1</sub></i>	1
Phosphoglucomutase	2.7.5.1	<i>PGM-A<sub>1</sub></i>	3
Isocitrat dehydrogenase	1.1.1.42	<i>IDH-A<sub>1</sub></i>	3
Alkoholdehidrogenaze	-	<i>ADH</i>	3
Shikimatadehidrogenase	1.1.1.25	<i>SDH-A<sub>1</sub></i>	2
Glutamatoxalacetattransminase	2.6.1.1	<i>GOT-B<sub>1</sub></i>	2
6-phosphoglucomatedehydrogenase	1.1.1.44	<i>6-PGDH-A<sub>1</sub></i>	3
Ukupno	7	7	17

Istraživalo se 7 enzimskih sustava s ukupno 7 gen lokusa, odnosno 16 alela. Postupci maceracije, priprave gela, elektroforeze i bojenja gela bili su prilagođeni primijenjenim enzimskim sustavima (Hertel 1996; i Sächsischen Landesanstalt für Forsten 2000) (tablica 3).

Poslije bojenja provodi se fotografiranje i analiza zimograma, identificiraju se aleli za svaki genski lokus (Hertel 1996).

Podaci se unesu u pripremljeni formular, a kasnije se veličine unesu u računalni program i obrade sljedeći parametri:

1. alelna varijabilnost ( $A/L$ ) i genotipska varijabilnost ( $G$ )
2. potencijalna genotipska varijabilnost ( $G_p$ )
3. broj polimorfni alela ( $P$ )
4. genetička raznolikost ( $v$ )
5. genpool raznolikost ( $v_{pool}$ )
6. genetička diferenciranost ( $\delta_r$ ), sa genetičkim odstojanjima ( $d$ )
7. heterozigotnost, stvarna ( $H_{st}$ ) i očekivana ( $H_{oc}$ )

### **Alelna i genotipska varijabilnost**

Analizom alelnih učestalosti u istraživanim populacijama možemo primijetiti daje prisutno od 11 do 14 od ukupno 16 alela (tablica 4). Tako u populaciji Plješevica i Bjelašnica ima 11, dok kod Prenja, Olova i Borje ima 13, a kod Ozrena 14 registriranih alela.

Analizom podataka iz tablice 4 primijetimo da enzimski sustav *Adh* pokazuje najveći monomorfizam, a on je registriran u četiri istraživane populacije. Kod genskog lokusa *GOT - B* monomorfizam je prisutan u tri populacije, dok je genski lokus *SKDH - A* monomorfan u jednoj populaciji. Ostali enzimski sustavi pokazuju prisustvo većeg ili manjeg polimorfizma.

Daljnjom analizom dobivenih rezultata primjetno je prisustvo, uvjetno rečeno, relativno rijetkog alela u području Bosne i Hercegovine, a koji je registriran sa malom učestalošću samo u populacijama Plješevica i Prenj. To se odnosi na alel A<sub>3</sub> kod genskog lokusa 6-Pgdh sa učestalošću 0,022 i 0,004. Analizom genotipova možemo primijetiti da je prisutan samo u heterozigotnom stanju (tablica 4). Analizom ostalih genskih lokusa situacija je nešto drugačija, te su analizirani aleli prisutni obično u dvije ili više populacija, a imaju relativno veću učestalost.

Tablica 4. Alelne učestalosti							
Enzimski sustav	Alel	Populacije					
		Plješevica	Prenj	Olovo	Borja	Bjelašnica	Ozren
GOT-B	1	0,000	0,013	0,000	0,294	0,226	0,244
	2	1,000	0,987	1,000	0,706	0,774	0,756
PGM-A	1	0,022	0,123	0,327	0,141	0,009	0,018
	2	0,000	0,149	0,055	0,006	0,000	0,372
	3	0,978	0,728	0,618	0,853	0,991	0,610
ADH	1	0,000	0,000	0,073	0,000	0,000	0,110
	2	0,000	0,000	0,050	0,000	0,000	0,037
	3	1,000	1,000	0,877	1,000	1,000	0,854
6-PGDH-A	1	0,337	0,237	0,336	0,571	0,585	0,244
	2	0,641	0,759	0,664	0,429	0,415	0,756
	3	0,022	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
SKDH-A	2	0,804	0,982	0,986	0,682	0,934	1,000
	3	0,196	0,018	0,014	0,318	0,066	0,000
IDH-A	1	0,087	0,132	0,068	0,112	0,028	0,500
	2	0,913	0,868	0,932	0,547	0,972	0,482
	3	0,000	0,000	0,000	0,341	0,000	0,018

Analizom alelne dominantnosti prema genskim lokusima evidentno je da kod genskog lokusa GOT – B dominira alel B<sub>2</sub>. Kod genskog lokusa 6-PGDH dominira alel A<sub>2</sub>, a kod PGM – A alel A<sub>3</sub>. Analizom genskog lokusa SKDH – A vidljiva je dominantnost alela A<sub>1</sub>, a kod Adh alela 3. Kod genskog lokusa IDH – A dominira alel A<sub>2</sub>.

Analiza genotipskih učestalosti ne pokazuje drugačiju situaciju nego što smo imali kod analize alela. Tako smo ukupno registrirali 24 genotipa, što je prikazano u tablici 5. Interesantno je da je najviše genotipova registrirano kod genskog lokusa PGM – A, ukupno šest, iako su i drugi gen lokusi imali iste predispozicije i isti broj alela kao i lokus PGM – A. Ovo ukazuje na specifične procese koji vladaju u istraživanim populacijama tise, a koji su dosta konzervativni i usmjeravaju populacije u određenom smjeru, bilo da se favoriziraju homozigoti ili heterozigoti kod određenih genskih lokusa.

### *Genetička raznolikost*

Analizom broja alela prema genskim lokusima (tablica 6) može se primijetiti da između populacija postoje određene razlike, o čemu je već bilo riječi ranije. Ako pak analiziramo potencijalnu genotipsku raznolikost možemo primijetiti da dobivena vrijednost od 1944 za populaciju Ozren (tablica 6) znatno odstupa od svih ostalih, a razlog tome treba tražiti u dobroj strukturi, broju i rasporedu alela po genskim lokusima. Ovo ukazuje da je populacija Ozren vrlo vjerojatno i najprilagodljivija za razliku od drugih. U suprotnosti s Ozrenom je populacija Plješivica koja ima jako malu vrijednost, koja iznosi 162, na što je vjerojatno utjecao i broj analiziranih biljaka. Ovo pak ukazuje na slabu alelnu strukturu populacije Plješivica, te time i na slabu prilagodbu na promjene koje bi se mogle odigrati u toj populaciji. Također je interesantno da tri populacije, Prenj, Olovo i Borja, imaju iste veličine potencijalne genotipske raznolikosti, odnosno isti broj alela, ali nešto drugačije raspoređenih unutar genskih lokusa (Tablica 6), što na ukazuje na slične selekcijske procese koji vladaju u tim populacijama.



Slika 46. Tisa iz populacije Olovo

**Tablica 5. Relativna genotipska učestalost**

Enzimski sustav	Genotip	Populacija					
		Plješivica	Prenj	Olovo	Borja	Bjelašnica	Ozren
GOT-B	11	0,000	0,000	0,000	0,059	0,000	0,000
	12	0,000	0,026	0,000	0,471	0,453	0,488
	22	1,000	0,974	1,000	0,471	0,547	0,512
PGM-A	11	0,000	0,000	0,091	0,000	0,000	0,000
	12	0,000	0,000	0,027	0,012	0,000	0,037
	13	0,043	0,246	0,445	0,271	0,019	0,000
	22	0,000	0,035	0,009	0,000	0,000	0,000
	23	0,000	0,228	0,064	0,000	0,000	0,707
	33	0,957	0,491	0,364	0,718	0,981	0,256
ADH-A	12	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,073
	13	0,000	0,000	0,145	0,000	0,000	0,146
	23	0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000
	33	1,000	1,000	0,755	1,000	1,000	0,780
6-PGDH-A	11	0,000	0,000	0,173	0,388	0,358	0,000
	12	0,674	0,474	0,327	0,365	0,453	0,488
	22	0,283	0,518	0,500	0,247	0,189	0,512
	23	0,043	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
SKDH-A	22	0,609	0,965	0,973	0,447	0,868	1,000
	23	0,391	0,035	0,027	0,471	0,132	0,000
	33	0,000	0,000	0,000	0,082	0,000	0,000
IDH-A	12	0,174	0,263	0,136	0,141	0,057	0,963
	13	0,000	0,000	0,000	0,082	0,000	0,037
	22	0,826	0,737	0,864	0,282	0,943	0,000
	23	0,000	0,000	0,000	0,388	0,000	0,000
	33	0,000	0,000	0,000	0,106	0,000	0,000

**Tablica 6. Genetička varijabilnost**

Populacija	Broj alela prema genskim lokusima						Potencijalna genotipska varijabilnost G(p)	Prosječan broj alela po lokusu A/L	Broj polimorfnih alela P(%)
	GOT-B	PGM-A	ADH-A	6-PGDH-A	SKDH-A	IDH-A			
Plješivica	1	2	1	3	2	2	162	1,83	66,6
Prenj	2	3	1	3	2	2	972	2,16	83,3
Olovo	1	3	3	2	2	2	972	2,16	83,3
Borja	2	3	1	2	2	3	972	2,16	83,3
Bjelašnica	2	2	1	2	2	2	243	1,83	83,3
Ozren	2	3	3	2	1	3	1944	2,33	83,3

Ako analiziramo prosječan broj alela (A/L), ponovo populacija Ozren prednjači sa vrijednošću 2,33 što je bilo i za očekivati na temelju prethodnih rezultata.

Broj polimorfnih lokusa u ovom istraživanju, koji izražen u procentima, pokazuje da imamo iste vrijednosti u pet populacija (tablica 6), dok samo populacija Plješivica ima manju vrijednost, a koja iznosi 66,6 %. Ovo je pak uvjetna vrijednost i ovisna je o broju alela i njihovoj strukturi, kao i broju analiziranih individua.

Tablica 7. Genetička ( $v$ ) i genpool raznolikost ( $v_{pool}$ ), za 6 enzimskih sustava

Enzimski sustav	Populacija					
	Plješivica	Prenj	Olovo	Borja	Bjelašnica	Ozren
GOT-B	1,000	1,026	1,000	1,710	1,538	1,585
PGM-A	1,045	1,763	2,033	1,338	1,018	1,958
ADH	1,000	1,000	1,287	1,000	1,000	1,346
6-PGDH-A	1,905	1,582	1,806	1,960	1,944	1,585
SKDH	1,460	1,037	1,028	1,766	1,141	1,000
IDH-A	1,189	1,297	1,145	2,336	1,058	2,072
Genpool	1,198	1,222	1,285	1,564	1,208	1,501

Provedenom analizom genetičke ( $v$ ) i gen pool ( $v_{pool}$ ) raznolikosti, dobili smo rezultat da populacija Borja pokazuje najveću gen pool raznolikost, te genetičku raznolikost za genske lokuse GOT – B, 6-PGDH – A i IDH – A (tablica 7). Kao druga je populacija Ozren, dok smo najmanju vrijednost gen pool raznolikosti dobili kod populacije Plješivica, što je bilo i za očekivati na temelju prethodnih rezultata. Ipak, za populaciju Plješivica interesantan je genski lokus 6-Pgdh-a sa visokom vrijednošću od 1,905. Ako se zna da se obično veličina tog gen lokusa kod četinjača povezuje za otpornost vrsta prema ekološkom zagađenju (Hosius i Bergmann 1993; Bergmann i Hosius 1996), možemo smatrati da i populacija tisa sa planine Plješivice pokazuje visoki stupanj otpornosti spram određenih tipova zagađenja u okolišu.

### Populacijska diferenciranost

**Tablica 8.** Populacijska genetička diferenciranost ( $\delta_r$ )

Enzimski sustav	Populacija					
	Plješivica	Prenj	Olovo	Borja	Bjelašnica	Ozren
GOT-B	0,000	0,026	0,000	0,420	0,357	0,373
PGM-A	0,044	0,437	0,513	0,255	0,018	0,495
ADH	0,000	0,000	0,225	0,000	0,000	0,260
6-PGDH-A	0,486	0,371	0,450	0,496	0,495	0,373
SKDH	0,322	0,036	0,028	0,439	0,126	0,000
IDH-A	0,162	0,231	0,128	0,579	0,055	0,524
minimum	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
maksimum	0,486	0,437	0,513	0,579	0,495	0,524
sredina	0,169	0,184	0,224	0,365	0,175	0,338

Ako analiziramo rezultate genetičke diferenciranosti date u tablici 8 možemo primijetiti da se kod genskih lokusa diferenciranost kreće od 0 do 0,579 za genski lokus IDH – A kod populacije Borja, što je najveći raspon kod analiziranih populacija. Ako se analiziraju ukupne srednje vrijednosti diferenciranosti, populacija Borja pokazuje najveću, sa vrijednosti od 0,365, a najmanja je, kao što je i očekivano, kod populacije Plješivica. Populaciju Borja sa nešto nižom vrijednosti slijedi populacija Ozren.

### Heterozigotnost

Najveću prosječnu stvarnu heterozigotnost ima populacija Ozren, dok je najveća očekivana heterozigotnost kod populacije Borja (tablica 9). Najmanja stvarna heterozigotnost je dobivena kod populacije Bjelašnica. Kod analize heterozigotnosti prema genskim lokusima, najveću stvarnu heterozigotnost pokazuje lokus PGM – A kod populacije Ozren, sa vrijednosti od 0,744, odnosno ovaj lokus ima i najveće učešće u prosječnoj stvarnoj heterozigotnosti. Ovaj genski lokus slijedi 6-PGDH – A kod populacije Plješivica, sa vrijednosti od 0,717.

Također je interesantno da su dobivene srednje veličine za stvarnu heterozigotnost veće od očekivanih, izuzev kod populacije Olovo gdje imamo da je očekivana heterozigotnost veća. Razlog tome treba tražiti u velikoj homozigotnosti koja je prisutna u populaciji. Inače, ove dobivene vrijednosti nam ukazuju na to da je u populacijama

križanje u srodstvu slabo prisutno, osim kod populacije Olovo. Također, kod ovih rezultata treba imati na umu da je tisa dvodoma vrsta, odnosno da postoje muške i ženske individue, što može biti jedan od razloga za visoku heterozigotnost u istraživanim populacijama.

**Tablica 9.** Stvarna heterozigotnost ( $H_{st}$ ) i očekivana heterozigotnost ( $H_{oc}$ )

Enzimski sustav	Heterozigotnost	Populacija					
		Plješivica	Prenj	Olovo	Borja	Bjelašnica	Ozren
GOT-B	$H_{st}$	0,000	0,026	0,000	0,471	0,453	0,488
	$H_{oc}$	0,000	0,026	0,000	0,415	0,350	0,369
PGM-A	$H_{st}$	0,043	0,474	0,536	0,282	0,019	0,744
	$H_{oc}$	0,043	0,433	0,508	0,252	0,018	0,489
ADH	$H_{st}$	0,000	0,000	0,245	0,000	0,000	0,220
	$H_{oc}$	0,000	0,000	0,223	0,000	0,000	0,257
6-PGDH-A	$H_{st}$	0,717	0,482	0,327	0,365	0,453	0,488
	$H_{oc}$	0,475	0,368	0,446	0,490	0,486	0,369
SKDH	$H_{st}$	0,391	0,035	0,027	0,471	0,132	0,000
	$H_{oc}$	0,315	0,035	0,028	0,434	0,123	0,000
IDH-A	$H_{st}$	0,174	0,263	0,136	0,612	0,057	1,000
	$H_{oc}$	0,159	0,229	0,127	0,572	0,054	0,000
Prosječna heterozigotnost	$H_{st}$	0,220	0,213	0,211	0,366	0,185	0,490
	$H_{oc}$	0,165	0,181	0,222	0,360	0,171	0,247

### Genetička odstojanja

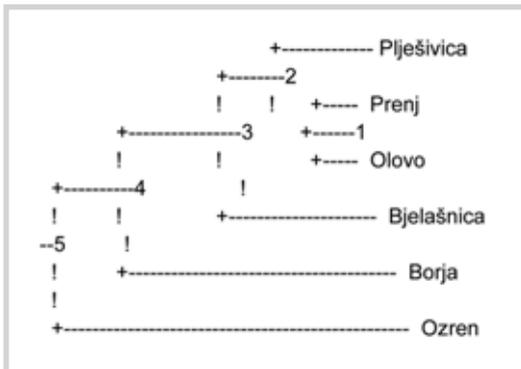
Najmanje genetičko odstojanje na temelju srednjih alelnih parova je registrirano između populacija Olovo i Konjic, a najveće između populacija Ozren i Borja. Ako analiziramo koja od populacija ima najveće udaljenosti spram drugih populacija, odmah možemo primijetiti da je to populacija Ozren, a potom slijedi populacija Borja. Razlog ovome leži u alelnom bogatstvu tih populacija.

Ovi rezultati su prilično proturječni ako se zna kojim klimatskim zonama pripadaju istraživane populacije, kao i kakva je njihova zemljopisna udaljenost, te ih s tim čimbenicima ne možemo povezati. Ako bi postojala povezanost s klimom ili zemljopisnom pripadnošću, tada bi se moglo očekivati da populacije Olovo i Ozren, te Ozren i Bjelašnica budu prilično bliske, a ne populacije Olovo i Prenj. Ipak se moraju poštivati dobiveni rezultati, a objašnjenje treba tražiti u veličinama populacija, kao i genetički specifičnim procesima koji po-

stoje u malim i izoliranim populacijama (Savolainen i Kuittinen 2000), u našem slučaju kod tise.

**Tablica 10.** Procjena genetičkog odstojanja (d) parovima srednjih alelnih odstojanja (Nei 1972)

Populacija	Populacija					
	Plješivica	Prenj	Olovo	Borja	Bjelašnica	Ozren
Plješivica	---					
Prenj	0,101	---				
Olovo	0,118	0,085	---			
Borja	0,190	0,233	0,262	---		
Bjelašnica	0,112	0,163	0,177	0,149	---	
Ozren	0,251	0,169	0,192	0,266	0,240	---



**Slika 47.** Dendrogram na temelju genetičkih odstojanja

Ako se dobiveni rezultati za alelna genetička odstojanja predstave u vidu dendrograma (slika 47) dobit će se nešto jasnija predstava o genetičkim vezama između istraživanih populacija. Postoji pet razina povezivanja prema genetičkoj srodnosti, odnosno genetičkoj bliskosti. Najbliže, kao što je već rečeno, su populacije Prenj i Olovo, s njima je povezana Plješivica koja je zemljopisno najviše udaljena, slijede Bjelašnica, Borja te u konačnici, kao peta veza, je populacija Ozren.

U istraživanju Balliana i sur. (2008) u šest populacija tise u Bosni i Hercegovini dobivena je nešto niža prosječna alelna vrijednost nego u sličnim istraživanjima koja su sprovedena u Europi (tablica 11). Razlog tome treba tražiti u broju analiziranih genskih alela, broju populacija ili broju uzoraka koji su predstavljali populacije. U istraživanju je stvarna prosječna heterozigotnost prilično niska, a razlog može biti u grupiranju analiziranih individua iz naših populacija na jednom manjem prostoru, gdje postoji stalno zatvoreno kretanje gena. Također se treba osvrnuti i na uporabljene genske lokuse, koji su samo identični lokusima koje je uporabila Tröber (2004) u centralnom i istočnom

dijelu Njemačke. Ipak, kada se usporede dobiveni rezultati komplementarnih genskih lokusa, može se primijeti da postoje specifični aleli koji su svojstveni samo za bosanskohercegovačke populacije. To tim prije što su naše populacije bliže potencijalnom glacialnom pribježištu od onih iz srednje i sjeverne Europe, a koje su na svom migracijskom putu izgubile dio stare odnosno prvobitne genetičke strukture koju su imale nakon zadnje glacijacije.

O razvojnom putu tise, kao i njezinim populacijama nemamo mnogo podataka, kako onih iz tercijara i kvartara, tako i u postglacialnom periodu, posebice u kome pravcu je tekao njihov razvoj. Zato je vrlo važno poznavati dali su u malim i izoliranim populacijama vladali specifični selekcijski procesi i mutacijske promjene genoma, koje bi dovele do diferencijacije populacija, a o čemu detaljno pišu Savolainen i Kuittinen (2000). Kako primjer djelovanja selekcije možemo se poslužiti primjerom vrste *Abies nebrodensis* (Lojac.) Mattei gdje prirodna selekcija u maloj i izoliranoj populaciji sustavno favorizira heterozigote (Vicario i sur. 1995), a sa tim problemom susreće se i kod munike (*Pinus leucodermis* Ant.) Boscherini i sur. (1994). O sličnom problemu kod smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) na planini Pokljuka u Sloveniji izvještavaju Božič i Urbančič (2003).

Tablica 11. Dosadašnji rezultati genetičkog istraživanja tise

Vrsta	Broj istraživanih populacija	Broj enzimskih sustava	A/L	H <sub>st</sub> (u %)	Referenca
<i>Taxus baccata</i>	6	6	2,1	28,1	U ovom istraživanju
<i>Taxus baccata</i>	4	8	2,9	38	THOMA (1992)
<i>Taxus baccata</i>	1	18	2,2	28,6	LEWANDOWSKI i sur. (1995)
<i>Taxus baccata</i>	8	7	2,2	41	HERTEL i KOHLSTOCK (1996)
<i>Taxus baccata</i>	6	6	2,6	34	CAOI sur. (2004)
<i>Taxus baccata</i>	13	5	2,5	30,2	TRÖBERI sur. (2004)

Dobiveni rezultati na temelju biokemijskih analiza provedeni s ukupno 6 enzimskih sustava (gen lokusa), ukazuju da tisa iz Bosne i Hercegovine pokazuje razlike na biokemijskoj razini naspram tise iz središnje i sjeverne Europe.

U narednom periodu daljnja istraživanja tise bi trebalo usmjeriti ka korištenju DNK molekularnih metoda, uz obvezno uključivanje novih cpDNA i mtDNA početnica, da bi se mogao u potpunosti riješiti njen status u Europi.

### ***Mjere očuvanja tise na temelju dobivenih rezultata***

Sva područja u Bosni i Hercegovini gdje raste tisa su pod trajnom zaštitom, te je zaštićena metodom *in situ*, koja isključuje bilo kakvo djelovanje čovjeka. Taj vid prirodnog dinamičkog očuvanja trenutno nikako ne odgovara tisi, iz razloga što se ona sustavno povlači pred agresivnom prirodnom vegetacijom u procesima prirodne sukcesije, mada kao izrazita sciofilna vrsta odlično podnosi visoki stupanj zasjene. Tako glavnu prijetnju predstavljaju agresivne vrste kao što je obična bukva u kombinaciji sa običnom jelom i smrekom. Čest razlog je nestručnost u provođenju određenih aktivnosti na gospodarenju šumom, prije svega naglim otvaranjem sklopa, te dovođenja jačeg svjetla. Time se pospješuje pojava sukcesije agresivnom termofilnom vegetacijom, a razlog leži u nestručnim ljudskim aktivnostima.

Sama izrada strategije i davanje uputa za genetičko očuvanje zavisi o poznavanju genetičke strukture vrste, a u ovom slučaju je ona poznata. Tako kod tise u ovom slučaju za cilj imamo očuvanje sadašnje genetičke strukture, odnosno prirodnih populacija, kao i osiguravanje potrebnog materijala za buduće aktivnosti na njezinoj reintrodukciji u područja iz kojih je nestala. Drugi razlog za očuvanje sadašnje genetičke strukture leži u mišljenju da je prirodna selekcija stvorila jedinke koje su savršeno adaptirane na prevladavajuće uvjete okoliša, mada u praksi to vrlo često nije slučaj. Trenutni genetički ustroj, je samo jedan od mogućih, a ipak je kratkotrajan, jer populacija vrlo brzo i često mijenja svoju genetičku strukturu, iako u ovom istraživanju i pored relativno male udaljenosti između populacija imamo određeni stupanj diferenciranosti, odnosno konzervativizma u populacijama. Tako ovaj trenutni genetički sastav treba biti temelj za budućnost, te on ne bi trebao biti cilj konzerviranja gena, nego tek početni materijal za dinamičko genetičko očuvanje.

Ključ za očuvanje tise, kao rijetke i ugrožene vrste, jeste u učinkovitom očuvanju sadašnjeg stanja i proširenju populacija, kako bi se na taj način izbjegao, odnosno smanjio na najmanju mjeru inbriding, a koji je prisutan u nekim populacijama. Najskuplji pak način je prikupljanje reznica i proizvodnja klonova za klonske arhive. Kako su dobivene razlike između populacija, ne bi trebalo miješati klonove iz različitih eko-zemljopisnih područja. U većini slučajeva, ova metoda ne može biti primijenjena, jer iziskuje visoke troškove, i umjesto nje

se preporuča proizvodnja sadnica lokalnog podrijetla, kako bi se time povećala površina populacija.

Preživljavanje mnogih rijetkih ili ugroženih vrsta zavisi o određenom staništu pa tako i tisa. Stoga je značajno što suptilnije pristupiti dizajniranju očuvanja gena tako da u populacijama budu prisutni svi stupnjevi razvoja drveća, od juvenilnog do adultnog stupnja. Nadalje, svaka od populacija koja bude uzeta u program očuvanja, mora široko pokrivati određeno područje, odnosno treba biti ciljana, koliko god je to moguće. Inače, postoje primjeri kako bi mnoge vrste nestale da nisu provedene ljudske aktivnosti na formiranju populacija s njihovim autohtonim genetičkim izvorima (Eriksson i Ekberg 2001; Eriksson i sur. 2006).

Posebna pogodnost u radu s tisom je i to da se može naći u mnogim botaničkim vrtovima i parkovima. Oni uglavnom sadrže jedno ili više stabala i može se postaviti pitanje treba li ih smatrati genetičkim izvorom. Kako neki botanički vrtovi provode aktivno genetičko očuvanje jednogodišnjih ili trajnih vrsta biljaka, to nam može olakšati aktivnosti na očuvanju, posebice kroz primjenu *ex situ* metode. Ako pak imamo veći broj botaničkih vrtova, ovo se ne bi trebalo zanemariti. Kako je iz naših rezultata vidljivo da tisa ima unutarvrstu diferenciranost, kao i međupopulacijsku, to nam može znatno otežati ovaj vid očuvanja.

Na temelju rečenog, kombinacija metoda *in situ* i *ex situ* u ovom slučaju bi dala odgovarajući rezultat, te bismo sa malim brojem očuvanih individua mogli očuvati genetički potencijal tise u Bosni i Hercegovini.

Analizom 6 izoenzimskih gen lokusa, sa 16 alela utvrdili smo postojanje razlika između istraživanih populacija, a dobivena varijabil-



Slika 48. Tisa u Ajdinovićima kod Olova



Slika 49. Samonikla tisa u vikend naselju na Pepelarima

nost tise je pokazala diskontinuitet, koji je svojstven za male i izolirane populacije.

Između populacije Ozren i ostalih populacija ustanovljene su razlike, tako da je među njima prisutna znatna diferencijacija, a njihova genetička odstojanja su značajna.

Analizirana tisa iz Bosne i Hercegovine je potvrdila prisustvo specifičnih alela u svojim populacijama, za razliku od tise iz središnje i sjeverne Europe, te stoga vjerojatno nije suviše udaljene od svoga glacijalnog pribježišta. Stoga su naše populacije vjerojatno prilično otpornije na propadanje i sušenje od populacija sa zapada i sjevera, jer posjeduju dovoljno genetičke varijabilnosti, a što potvrđuje prisustvo velike polimorfности u genskog lokusa 6-PGDH-A.

Manja vrijednost heterozigotnosti istraživanih populacija spram populacija tise iz središnje Europe pokazuje da su istraživane populacije bile pod jakim antropogenim djelovanjem, ali da ipak nisu mnogo izgubile od svoga genetičkog

potencijala za prilagodbu. Analiza heterozigotnosti genskog lokusa 6-PGDH-A, koja je prilično visoka, ukazuje na viši stupanj otpornosti naših populacija tise.

Radi održavanja prirodnih genetičkih izvora tise u Bosni i Hercegovini trebalo bi osnovati banke gena *in situ* i *ex situ*, nužne za održanje genetičke raznolikosti u tise.

U aktivnostima s tisom, te u njenoj obnovi, prednost treba dati prirodnoj obnovi, uz stalno praćenje genetičke strukture, kako bi se pravodobno mogle poduzeti mjere za održanje optimalne prirodne genetičke strukture koja je svojstvena za svaku populaciju.

## 10.1 GENETSKA USPOREDBA TISA IZ BOSNE I HERCEGOVINE S TISAMA IZ SASKE I THÜRINGENA U NJEMAČKOJ

U središnjoj Europi već je dugo primjetan pad brojnosti tise, pa tako u većini njemačkih saveznih država tisa slovi kao jako ugrožena vrsta i nalazi se na crvenim listama, a populacije tise su u okviru zaštićenih prirodnih područja (Tröber i Ballian 2011). Temeljem njene ugroženosti razvijeno je nekoliko koncepata za njezin uzgoj i upravljanje genetskim resursima, na temeljima ekoloških sustava tise, ali se u mnogim slučajevima veoma teško mogu uspješno primijeniti na očuvanje i promociju ove vrijedne vrste.

Sve veći intenzitet genetskih istraživanja tise i aktivnosti na njenom genskom očuvanju u zadnjih nekoliko godina (Paul i sur. 2000) ukazuju na potrebu provođenja što hitnijih mjera zaštite, a što je sve više motivirano njezinom velikom ulogom u brojnim medicinskim istraživanjima, u kojima kemijski sastojak taksol igra sve značajniju ulogu (Osthoffa 1997).

Tako postoje brojna istraživanja o nasljeđivanju i povezivanju svojstava sa izoenzimskim genskim lokusima (Thoma 1992; Lewandowski i sur. 1992; Hertel 1996; Rajewski i sur. 1999), uz saznanja o genetskim strukturama koje se pojavljuju u populacijama. Za razliku od većine ekonomskih vrsta drveća rezultati o genetskoj strukturi tise su dostupni za mali broj pojedinačnih tisovih populacija ili malih skupina (Thoma 1992; Lewandowski i sur. 1995; Hertel i Kohlstock 1996), jer veoma često postoje samo pojedinačna stabla, odnosno male skupine koje ne mogu predstavljati populacije. U novijim istraživanjima sa više populacija, uglavnom u središnjoj i istočnoj Njemačkoj i Austriji, dobila se osnovna genetska struktura ove vrste (Cao i sur. 2004; Trober i sur. 2005; Dhar i Klumpp 2008).

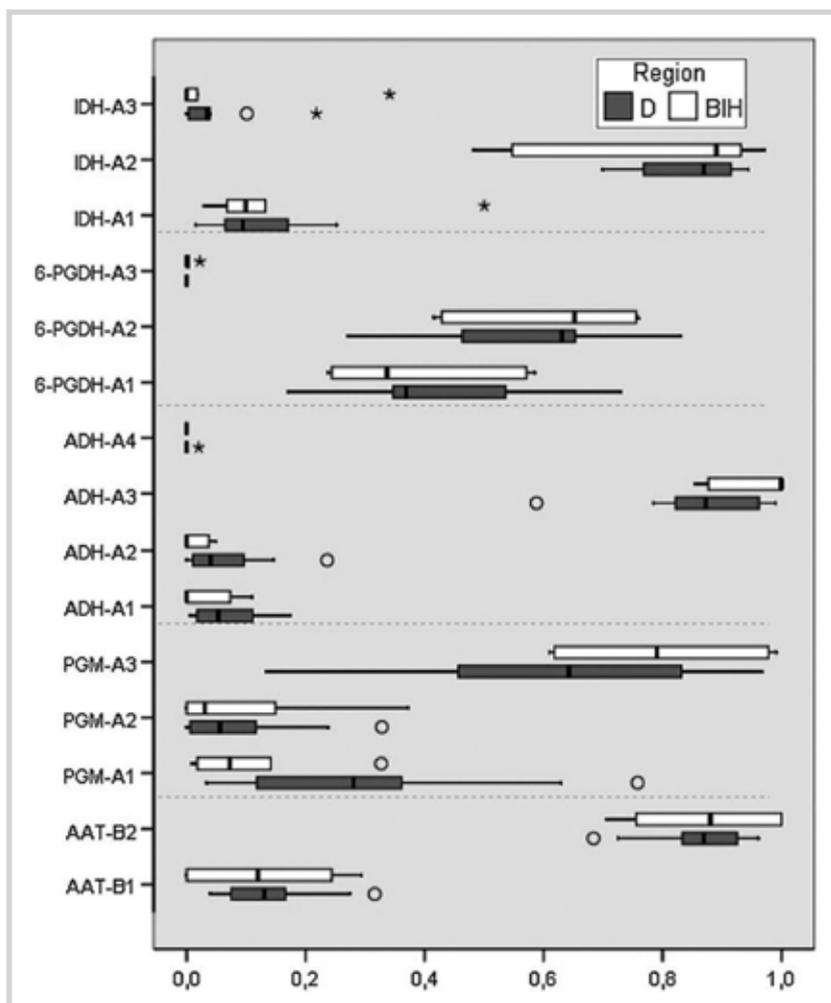
Za razliku od središnje Europe, na zapadnom Balkanu, postoji velika raznolikost klimatskih, edafskih, orografskih i drugih čimbenika koji utječu na razlikovanje različitih vrsta šuma. Ovo se ogleda u velikoj genetskoj raznolikosti vrsta koje nalazimo u području Dinarida, te predstavljaju istinsku europsku riznicu endema i rijetkih vrsta. U ovom području tisa ima svoj specifičan položaj u šumskim zajednicama, od submediteranske regije s jakim utjecajem mediteranske kli-

me, do središnjih Dinarida s modificiranom kontinentalnom klimom i tipično panonskog područja s kontinentalnom klimom (Ballian 2005).

Nedavno provedena istraživanja u Europi dovela su do pokušaja da se počne raditi i sa populacijama tise u Bosni i Hercegovini. Mnoge lokalne populacije su uključene u istraživanja i dale su izvanredne rezultate (Ballian i sur. 2008; Trober i Ballian 2011; Romšakova i Paule 2009; Mayol i sur. 2015), koji će predstavljati osnovu za buduće aktivnosti na njenom upravljanju i očuvanju, a posebno na njenoj reintrodukciji u prirodna staništa sa kojih je nestala.

O genetskoj strukturi tise u Bosni i Hercegovini smo pisali ranije (Ballian i sur. 2008), te ćemo te rezultate usporediti s rezultatima do kojih se došlo u području istočne Njemačke, odnosno sa 12 populacija u Saskoj i Thuringenu. U usporedbi s rezultatima ovog istraživanja, genetska raznolikost je malo viša u 12 populacija istraživanih u Saskoj i Thuringen, koje su imale nešto veći uzorak, koji se kretao između 74 i 103 individue, jer su inventarizirane cijele populacije (Trober i sur. 2005), dok smo mi za analizu uporabili standardizirani broj individua. Za analizu su u oba istraživanja uporabljeni isti enzimski sustavi, sa genskim lokusima, a detaljnije o njima se može vidjeti u prethodnom poglavlju koje tretira genetsku varijabilnost tise u Bosni i Hercegovini. Svi analizirani genski lokusi u oba istraživanja su bili polimorfni, svih pet istraživanih lokusa, dok je genski lokus *Sdh* isključen iz analize. Većina analiziranih populacija imala je po 13 zajedničkih alela u ovih pet lokusa. Samo u pet populacija jedan alel je nestalo u jednom lokusu, što je rezultiralo većim prosječnim brojem alela po lokusu sa vrijednošću od 2,4 i 2,6. Uspoređujući oba istraživanja, gotovo isti aleli su otkriveni, uz dvije iznimke, alel *ADH-A4* pronađen samo u jednoj saskoj populaciji, a alel *6-PGDH-A3* u samo dvije populacije iz Bosne i Hercegovine.

Dobiveni rezultati genetske raznolikosti za bosanskohercegovačke i njemačke populacije su također pronađeni i u drugim istraživanja koja su Cao i sur. (2004) i Dhar i Klumpp (2008) sprovedli na tisama. S obzirom na činjenicu da su broj i veličina istraživanih populacija, veličina uzorka i analizirani genski lokusi znatno varirali između navedenih istraživanja, izravna usporedba rezultata nije dala dobre rezultate, osim ovih u našem istraživanju (Ballian i sur. 2008) i onih za područje istočne Njemačke (Trober i Ballian 2011).



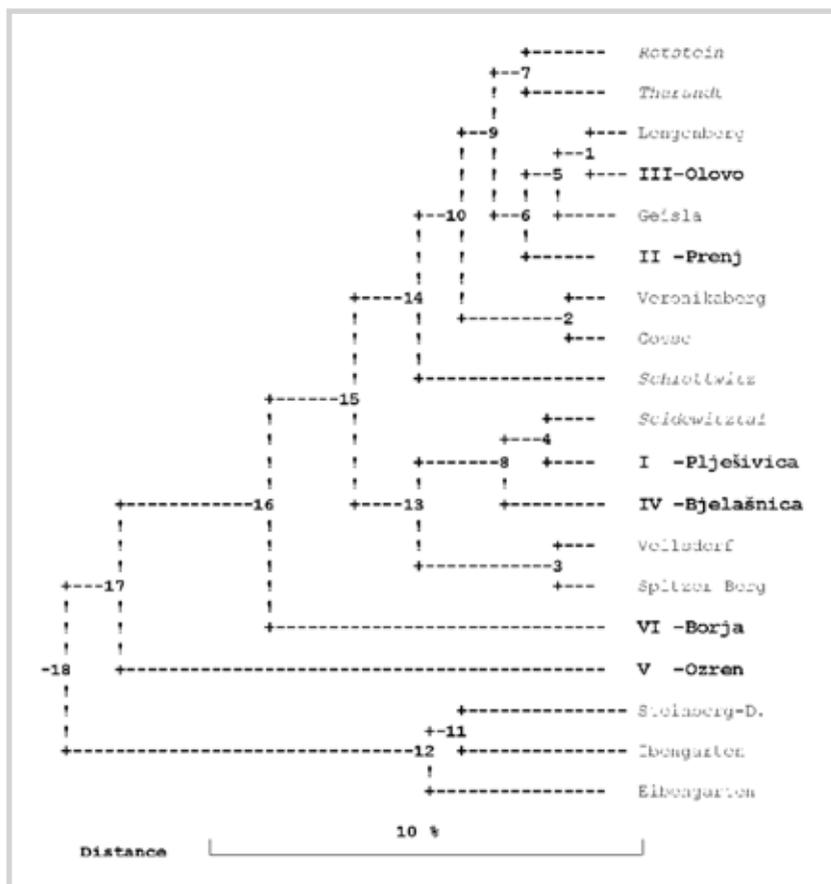
Slika 50. Varijabilnost relativnih frekvencija alela u 6 bosanskohercegovačkih (BiH) i 12 populacija iz Saksonije i Thüringena (D)

S obzirom na raspodjelu učestalosti alela varijabilnost je pokazala sličan uzorak u populacijama Bosne i Hercegovine i onih u Saskoj i Thüringenu (Slika. 50). Očigledno je da su prisutne razlike između populacija za većinu genskih lokusa, za Idh-A u Bosni i Hercegovini, a za lokuse 6-PGDH-A, ADH-A i uglavnom PGM-a u Saskoj i Thüringenu. Tu su i vrlo velike razlike u učestalosti alela i

visoke vrijednosti stvarne heterozigotnosti, a o čemu su u nekim istraživanjima izvijestili i u drugi istraživači koji su uspoređivali udaljene populacije (Thoma 1992; Lewandowski i sur. 1995; Hertel i Kohlstock 1996; Rajewski i sur. 2000; Cao i sur. 2004; Dhar i Klumpp 2008). U većini slučajeva stvarna heterozigotnost je viša od očekivane u određenoj mjeri, slično kao u bosanskohercegovačkom istraživanju. Ipak, tu su i iznimke, jer je u sedam populacija s Istočnih Alpa registriran jasan nedostatak heterozigota (Dhar i Klumpp 2008). Inače, u Bosni i Hercegovini populacija Ozren pokazuje, s prosjekom od  $H_{st} = 0,49$  i  $H_{oc} = 0,334$ , ekstremne i vrlo neuravnotežene vrijednosti, što se može objasniti prisustvom klonova u strukturi populacije.

Rezultati ostalih istraživanih populacija iz Bosne i Hercegovine su usporedivi s rezultatima središnjih europskih regija (Trober i Ballian 2011). Prema zaključcima iz istraživanja, mogući razlozi visoke genetske varijabilnosti tise mogu biti u njenoj dugovječnosti, oprašivanju vjetrom i proizvodnji male količine peludi, diecizmu ove vrste i fenološkim razlikama u cvatnji unutar populacije i sl. Ova razmatranja su potvrdila da i razlike u veličini uzorka u ovom istraživanju igraju značajnu ulogu. Inače, za sve populacije iz Bosne i Hercegovine nije detaljno analiziran udio muških i ženskih biljaka, koji također igra jako bitnu ulogu u genetskoj varijabilnosti populacije. Prilikom sabiranja uzoraka izvršena je samo procjena, i konstatirano je uravnoteženo stanje u omjeru od oko 50:50 muških i ženskih individua. U 12 istraživanih njemačkih populacija u Saskoj i Thüringenu, određen je spol za svaku uzorkovanu individuu. Također su identificirane i hermafroditne individue u četiri populacije, sa jednom do četiri biljke. Udio spolova varirao je između 35:65 i 50:50. Usporedba alelnih frekvencija muških i ženskih subpopulacija unutar tih populacija otkrila je statistički značajne razlike samo u tri slučaja, o čemu pišu Trober i sur. (2005). U dvije populacije od uzorkovanih pojavilo se značajno veće učešće alela ADH-A2 u ženskoj subpopulaciji. U većini ostalih populacija postojala je slična tendencija koja je bila vidljiva ispod razine značajnosti. Usporedba prostornih rasporeda individua unutar subpopulacija također je rezultirala niskim razinama u razlikama. U konačnici možemo općenito reći da su genetske strukture unutar tih populacija relativno homogene, bez obzira na spolnost. Interesantno je da su gotovo uravnotežene proporcije broja muških i ženskih individua unutar populacije pronađene u istraživanjima

tise od strane nekoliko autora (Rajewski i sur. 2000; Lewandowski i sur. 1995; Cao i sur. 2004). Hilfiker (2002) otkriva da s povećanjem učešća udjela muških individua, ženske individue bolje uravnotežuju genetsku strukturu, dok je s laganom, ali značajnom dominacijom ženskih individua situacija nešto drugačija. Hertel i Kohlstock (1996.) također izvještavaju o sličnoj genetskoj strukturi i tendenciji između spolnih skupina, a Cao i sur. (2004) uočili su i značajne razlike u nekim slučajevima, koje oni objašnjavaju učincima genetskog drifta sa vrlo malim učešćima. Za ovog istraživanja nije bilo moguće na temelju dostupnih informacija, dati egzaktno tumačenje tih tvrdnji.



Slika 51. Dendrogram na temelju alelnih odstojanja Nei (1972) za 6 bosansko-hercegovačkih i 12 populacija iz Saksonije i Thuringije, bez genskog lokusa Sgh-A

Očigledno, različite genetske strukture se ne mogu objasniti zemljopisnom udaljenošću. Činjenica je da se genetske udaljenosti, barem na istraživanim lokusima u ovom istraživanju, ne odnose na zemljopisnu distribuciju, a što je također vizualizirano na dendrogramu koji uključuje ukupno 19 populacija (Slika 51) iz Bosne i Hercegovine i Njemačke. U nekim slučajevima, skupine sadrže populacije iz istog područja, iako njihov razvojni put ne odgovara dobivenim rezultatima, a kao primjer može poslužiti područje Tharandtu, koje je definitivno zasađeno i stranog je podrijetla, ali je u klasteru sa populacijom Rotstein iz istočne Saksonije. U većini klastera uključene su populacije iz vrlo različitih zemljopisnih regija. Ipak, osobitost dvije populacije s vrlo specifičnim genetskim strukturama, Ozren i Borja, potvrđuje rečeno.

Ukratko, rezultati ovog istraživanja pokazuju s jedne strane da su razvoj i životna povijest istraživanih populacija u Bosni i Hercegovini drugačiji, sa različitim genetskim strukturama, koje se moraju uzeti u obzir za primjenu mjera za očuvanje gena i proizvodnji reprodukcijanskog materijala. S druge strane, potvrđuju rezultate ranijih istraživanja tise o visokoj genetskoj varijabilnosti, a oni ne ukazuju na značajne razlike u genetskom sastavu i u daljoj raspodjeli ove vrste duž njenog rasprostiranja.

Međutim, još uvijek postoji malo informacija o genetskoj varijabilnosti i evolucijskoj strategiji vrste, mada su u svom istraživanju Mayol i sur. (2015) prilično objasnili tu problematiku uz nekoliko scenarija. Te praznine bi trebale biti ispunjene dodatnim istraživanjima u populacijama središnjeg i zapadnog dijela rasprostiranja tise, kao i studijama strukture velikih prirodnih populacija u istočnom dijelu distribucijskog područja (Paule i sur. 1993), što je djelomično urađeno na globalnom planu (Mayol i sur. 2015). Brojni morfološki karakteri kod pojedinih individua tise, uočenih tijekom prikupljanje materijala, mogu biti usporedivi s genetskom varijabilnošću. Morfološka svojstva vrste su vrlo homogena u okviru populacije, ali i heterogena između populacija. Polazeći od tog iskustva, u daljnjim istraživanjima treba uzeti u obzir morfološka svojstva, a osobito povijest populacija. Istraživanje tise pomoću molekularno genetskih biljega je još uvijek na početku. Istraživanje 14 populacija iz Švicarske genomskim RAPD-biljezima pokazalo je visoku razinu genetske varijabilnosti unutar populacije i dopustilo zaključke o diferencijaciji

između njih (Hilfiker 2002). Naprotiv, analize cpDNA sa dvije različite vrste markera nisu pokazale željene genetske varijacije (Cao i sur. 2004). Naprotiv, tisa je analizirana uz uporabu sedam polimorfni nuklearnih mikrosatelitnih biljega (Dubreuil i sur. 2008), a rezultati su pokazali dobru raznolikost. Korištenje više biokemijskih i molekularno genetskih biljega će stvoriti preduvjete za razumijevanje genetske varijabilnosti ove vrste.

Od trenutnog stajališta ovisi i genetsko očuvanje populacija tise koje je neophodno za njeno održavanje. Međutim, razmatranjem znanja o genetskoj strukturi populacija tise u vezi s biljnim zajednicama, te uvjeta na terenu, povijesti populacija i drugih čimbenika, potrebno je odrediti prikladne načine upravljanja populacijom (Paul i Trober 2006).

S obzirom na potrebe individualnog pristupa održavanju i očuvanje populacija, populacije Ozren i Borja mogu da posluže kao primjer. Neobična struktura populacije Ozren je uzrokovana u novijoj povijesti, uništenoj populaciji osigurano je preživljavanje putem vegetativnog razmnožavanja od nekoliko vrlo vitalnih genotipova. Tu je potrebno obuhvatiti detaljnim istraživanjem više događaja, te uporabiti širi spektar visoko varijabilnih genetskih biljega. Za strategiju očuvanja gena to znači da populaciju Ozren treba zaštititi kao veoma vrijednu, zbog pojave šest multilokusnih genotipova koji se mogu smatrati vrlo prilagođenim klonovima za tako visoke nadmorske visine (1200 m nad morem), kao populaciju koja raste i opstaje na njima. Međutim, s obzirom na veliku vjerojatnost križanja između srodnika i zbog rizika od križanja u srodstvu, sjeme ne smije biti prikupljeno u ovom području. Daljnjim razvojem ove populacije mogu se dobiti vrlo vrijedne informacije o mehanizmu opstanka i proširenja ove vrste.

S druge strane, populacija Borja mogla bi poslužiti kao visoko vrijedan izvor reproduksijskoga materijala tise, pod uvjetom da je distribucija muških i ženskih individua relativno uravnotežena i da populacija plodonosi dovoljno. I o ovoj populaciji prije uključivanja u aktivnosti očuvanja i produkcije reproduksijskog materijala treba sakupiti više informacija sa različitih aspekata.

U mnogim slučajevima, uzgojnim mjerama je potrebno stvoriti povoljne uvjete za uzgoj, cvatnju i opstanak potomstva tisa. Glavnu ulogu igra svjetlo koje treba biti najvažnija točka u ovom kontekstu, o čemu je pisano u poglavlju o ekologiji tise.

Očuvanje genetskih izvora trebalo bi se temeljiti na pojedinačnim populacijama. Za produženje ili ponovno uvođenje tise u populacije preporučuje se korištenje materijala iz lokalnih populacija s usporedivim uvjetima na mjestu podizanja nove populacije. Prilikom podizanja treba uporabiti materijal sa minimalno 40 individua, sa gotovo uravnoteženom strukturom spolova, što znači najmanje 20 ženskih individua koje rađaju sjemenom za upotrebu kao izvor sjemena. Sabiranje klonskoga materijala se može spriječiti pomoću provjere genskim biljezima. Korištenje reprodukcijskog materijala iz malih populacija, odnosno manjeg broja individua, trebalo bi se izbjegavati s obzirom na činjenicu da su razlozi za genetske razlike i njihovo značenje u adaptaciji individua nove populacije.



Slika 52. Tisa na kamenim blokovima Prenja

## 11. TISA U BOSNI I HERCEGOVINI

O tisama u Bosni i Hercegovini se znalo jako malo. Sve se svodilo na rad Fukareka iz 1957. godine, bez da se pokušalo zaokružiti njeno rasprostiranje iako je bilo novih saznanja. Prije nekoliko godina Ballian (2016) je dopunio stanje rasprostiranja, ali se pokazalo da ni ono ne zadovoljava, jer su se stalno pojavljivale nove skupine i pojedinačna stabla. Tako se krenulo u reviziju Fukarekovih populacija i pojedinačnih stabala, te iznalaženje novih, što je rezultiralo jednom potpuno novom situacijom na terenu, što ćemo prikazati u nastavku.

### 11.1. POPULACIJE TISA

#### Kozara

O tisi na području planine Kozare piše Fukarek (1957), a navodi da postoji jedno stabalce u području gospodarske jedinice "Kozara - Mlečanica", na nadmorskoj visini od svega 320 m. To stabalce nalazi se na sjevernoj ekspoziciji, visoko je 3 metra, a u visini grudi ima promjer debljaka oko 8 cm. I ovdje je tisa u sastavu jelovobukove šume, a ovaj njezin jedini preostali primjerak govori da je nekada bila mnogo raširenija na Kozari. Nažalost, ovo stabalce je posječeno prije par godina, ali se uspješno oporavilo. U međuvremenu su postojala još dva stabalca, ali su posječena, a novih nije bilo registrirano te možemo konstatirati da je ova prostrana planina sa jako dobrim uvjetima za tisu ostala na jednom stabalcu.



Slika 53. Tisa na Kozari



Slika 54. Tisa u kanjonu Vrbasa

### Kanjon Vrbasa – Banja Luka

Još Fukarek (1957) navodi tisu u neposrednoj blizini Banja Luke, jer je dobio podatke od Šumske uprave, dok novije podatke navode Brujić i sur. (2007) i Stupar i sur. (2011). Tise su tu opstale na strmim vapnenačkim stijenama klanca rijeke Vrbasa, na mjestu zvanom "Tijesno" (na cesti Banja Luka – Jajce, oko 10 km južno od Banje Luke u neposrednoj blizini Karanovca). Te su tise na nepristupačnom mjestu te im je to garantiralo opstanak. Danas nalazimo oko 15 primjeraka različitog uzrasta koji se spuštaju do samog Vrbasa, u raspuklinama stijena. Posebno je interesantan jedan primjerak koji je izrastao iz same stijene te predstavlja manje stabalce do 4 m visine

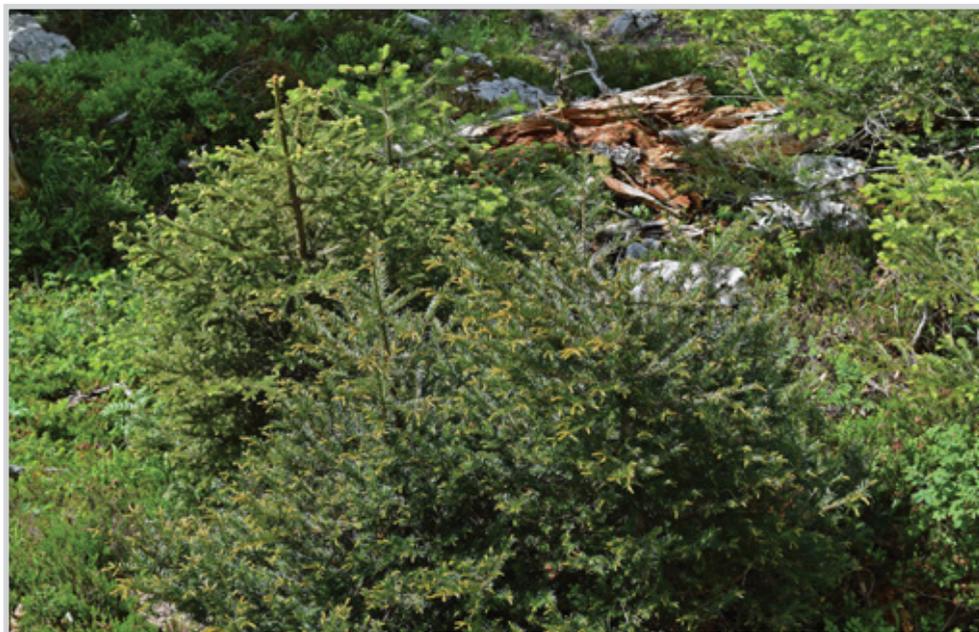
i promjera oko 15 cm. Također, ispod same pećine koju možemo vidjeti sa ceste, nalazi se jedan dosta vitalan primjerak, koji je izrastao iz nakupine svježeg humusa. Od Vrbasa prema vrhu klanca nalaze se također pojedinačni primjerci, a ispod vrha tri manja primjerka u obliku malih grmastih formi, jer do njih ljudi vjerojatno uspijevaju doći i rezati grane. Na izlasku iz klanca, u šumi, ali na nedostupnom mjestu nalazi se također jedan lijep primjerak tise. Iako imaju konkurenciju grabova, ipak pokazuju jako dobru vitalnost i pored teških uvjeta za rast i razvoj. Vjerojatno je nekada bila u toj zoni šire rasprostranjena, ali je danas opstala samo na najekstremnijem staništu.

## Plješivica

Naša najzapadnija populacija je na planini Plješivici kod Bihaća. Tisa na ovoj planini ne raste u skupinama, već su u pitanju mala pojedinačna stabalca ili grmovi, koje nalazimo tu i tamo, pojedinačno razbacana po šumi i malim šumskim čistinama, te kamenim gromadama ili manjim liticama. Ipak, rasprostiru se od padina Plješivice iznad kanjona rijeke Une, u izdvojenom području "Nacionalnog parka Una", pa sve do samih vrhova Plješivice, gradeći jedan specifični pojas između 900 i 1200 m nadmorske visine. Kada je u pitanju brojnost, u ovoj široko rasprostranjenoj populaciji nalazimo veliki broj grmova, većinom na otvorenim i dostupnim mjestima.

### *Plješivička vala*

Tu nalazimo i pojedinačna odrasla stabla koja su pravi ukras planine. Iako smo sada, kao i u ranijoj analizi, registrirali veći broj primjeraka, ipak možemo biti sigurni da ih ima još jako mnogo po malim uvalama i vrtačama, a koje nismo registrirali.



Slika 55. Tisa u Plješivičkoj vali



Slika 56. Tisa kod lovačke kuće

#### *Lovačka kuća*

U blizini lovačke kuće također nalazimo nekoliko tisa, a na njima možemo primijetiti i oštećenja koja izaziva jelen-ska divljač, jer je to jedina planina u Bosni i Hercegovini na kojoj su registrirani jeleni.

#### *Prašuma Plješivica*

Na Plješivici tisu nalazimo i u prašumi, gdje se javljaju pojedini grmovi što je registrirano inventurom koja je provedena u njoj.



Slika 57. Tisa u prašumi

### *Skočajska draga*

Tisu nalazimo uza sami potok u Skočajskoj dragi. U pitanju je jedan manji primjerak tise, kojeg su vjerojatno ptice prenosom sjemena prenijele sa većih nadmorskih visina, vjerojatno iz područja Plješivičke vale.

### *Izvor Klokota*

Izdvojeno iz Plješivice je nalazište iznad lijevog izvora rijeke Klokot. Tu nalazimo jedan primjerak tise na nepristupačnoj stijeni lijevo od samog izvora. Kako je cijela stijena obrasla i sjeveru eksponirana, to se odrazilo i na bujnost tise koja je slabe vitalnosti. Na njoj su primjetna i sječena grana iako se jako teško može doći do nje. Inače, od plješivičkih tisa ta je najbliža velikom nalazištu tise u kanjonu Une.

### **Kanjon Une**

Tisa ima tendenciju da se povlači na nedostupna mjesta, gdje joj čovjek ne može prići. Tako ju je Fukarek (1957) registrirao u kanjonu Vrbasa, uz obrazloženje da je tu vjerojatno preživjela kao glacijalni relik, a obzirom na stanje na terenu to prije možemo potvrditi za kanjon Une. U kanjonu rijeke Une nizvodno od Bihaća, na potezu od mosta kod hotela Sedra pa do pred Bosansku Krupu, nalazimo tisu na nepristupačnim stijenama kanjona, kao jedinom sigurnom mjestu za nju. Za pretpostaviti je da ih je u samom kanjonu nekada bilo mnogo više, ali da su



Slika 58. Tisa u Skočajskoj dragi



Slika 59. Tisa iznad izvora Klokot



Slika 6o. Tisa u kanjonu Une

kroz povijesna zbivanja iščezle, najviše zbog ljudskog utjecaja i nemara. Ipak, možda su i požari odigrali svoju ulogu. Danas na tim nepristupačnim stijenama koje su sjeveru i zapadu, te jugu eksponirane, a spuštaju se ka Uni od Srbljanskog platoa i Cazinske zaravni, nalazimo veći broj primjeraka tise, koji sigurno doseže brojku od 1500 komada. U okolnim pak šumama nije registrirana, a najbliža nalazišta su na planini Grmeč, udaljenoj nekih 4 km zračne linije od ovog nalazišta. Obzirom na trenutno stanje ova populacija je ugrožena samo od mogućih požara, a u budućnosti može predstavljati centar za obnovu krajiških populacija tise.

### Grmeč

Na području Grmeča tisu nalazimo u svim revirima ove velike planine. Većinom su u pitanju pojedinačna stabalca ili manje skupine.

### *Risovac - Bosanska Krupa*

Područje Risovca je najbliže kanjonu Une i njenim tisama. Ipak, u području Risovca, za razliku od kanjona Une, registrirali smo pojedinačne tise.



Slika 61. Tise na Tisovom vrhu

Prvi lokalitet je ispod Tisovog vrha, gdje na jednoj omanjoj uzvisini, u šumi bukve i jele, nalazimo dosta oštećenu tisu. Pored oštećenja koja su učinili od ljudi, na tisi su primjetna brojna odgrizanja vrhova i pupova od strane srneće divljači. Sama tisa je polegnuta, te se prilično vegetativno raširila, ali je slabe vitalnosti. U okolini nismo registrirali druge tise.

Drugi lokalitet je prilično udaljen od ovog, poznat kao Radičke Uvale, ali je bliži kanjonu. I ovdje je u pitanju jedno stablo tise u šumi bukve i jele sa primjesom plemenitih listača. Ova tisa je dobro razvijena, a zbog oštećivanja ima četiri debalca, od kojih ono najdeblje na prsnom promjeru ima oko 12 cm. Tisa je dobre vitalnosti jer raste u šumskoj udolini, dobro opskrbljenoj hranjivima i vodom. I kod ove tise je primjetno vegetativno širenje poleglim granama.



Slika 62. Tise u Radičkoj Uvali

### *Jasenica*

U području Jasenice tisu nalazimo u dva bliska lokaliteta.

Prvi je na Javorikastom vrhu gdje nalazimo jednu skupinu od deset tisa različitog uzrasta, odnosno starosti. Tise rastu na blagoj padini u šumi bukve i jele, sjeveru eksponiranoj, te pokazuju odličan vitalitet. Ipak, i na ovim tisama je prisutno oštećivanje odsijecanjem grana i rezanjem malih debalaca. Zapadno od ove skupine nalazimo još pojedinačnih tisa, te manju skupinu tise sjeverno, na lokalitetu Tarovine koji se naslanja na ovaj lokalitet.



Slika 63. Tise kod Jasenica (Javorkasti vrh i odjel 46)

### *Zapadčić*

Drugi lokalitet je Zapadčić i nešto je udaljeniji od prvog, ali ipak dovoljno blisko da tise imaju neki kontakt. Na ovom lokalitetu, u šumi bukve i jele, na strmoj padini koja je zapadu eksponirana, registrirali



Slika 64. Tise na lokalitetu Zapadčić

smo tri omanje ranije oštećivane tise. Ipak, ta oštećenja ne možemo pripisati ljudskoj aktivnosti. I pored oštećivanja, ove tise pokazuju dobru vitalnost.

#### *Risovac – Bihać*

Tisa se nalazi u G.J. Risovac Bihać, odjel 110, u šumi bukve i jele na dubokim tlima, koja predstavljaju optimalno stanište za njen razvoj. Tisu nalazimo pod jačim zastorom krošanja odraslih stabala jele. I pored slabog socijalnog statusa, tisa je debljine na prsnom promjeru od 17 cm i visine oko 7 m.

#### *Kosa*

Tisa se nalazi u odjelu 87, G.J. Grmeč-Bosanski Petrovac, na širem području Hrgara, na nadmorskoj visini od 1130 m, u šumama bukve i jele sa smrekom, na lo-



Slika 65. Tisa na Risovcu kod Bihaća

kalitetu zvanom Kosa. Od kamionskog puta udaljena je oko 150 metara. Primjetno je da su tisu u prethodnim godinama sjekli, ali se dobro obnavljala, te danas ima nekoliko izbojaka koji su visine do 3 m i promjera oko 3 cm. Iz korijena su izrasla tri mlada stabalca od kojih je jedno oštećeno, a visine su oko 2 metra i debljine oko 2 cm. Lokalitet sa tisom se nalazi unutar III vodozaštitne zone izvorišta Smoljana.



Slika 66. Tise na lokalitetu Kosa

### *Razboj*

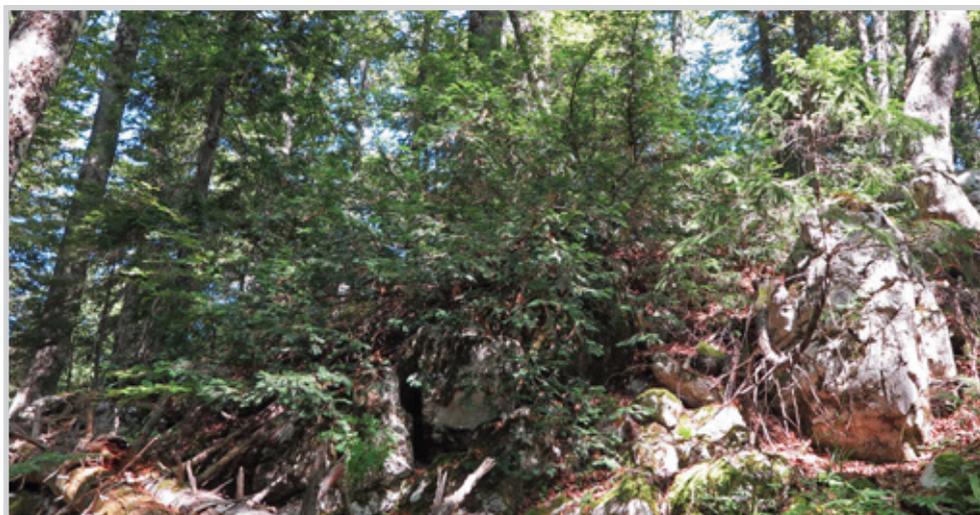
Ispod same prašume na Crnom vrhu nalazimo jedan primjerak tise na kamenim blokovima, zapadu eksponiran. O toj tisi grmaste forme zbog brojnih oštećivanja pisao je još Fukarek (1957). Tisa se nalazi u dobro očuvanoj šumi bukve, smreke i jele, na kamenom bloku. I pored oštećivanja, pokazuje dobru vitalnost. Pretpostavljamo da je na kamenim blokovima u okolini moguće naći još poneku tisu.

### *Grmeč grad*

Ispod kamenih gromada Grmeč grada na kamenim blokovima nalazimo jednu grmastu tisu u šumi bukve, smreke i jele. Kako je kroz povijest sustavno sječena, počela se vegetativno širiti, te se proširila od ishodišnjeg panja po metar uokolo. Iako je dugo oštećivana, pokazuje dobar



Slika 67. Tise na Razboju



Slika 68. Tise Na Grmeč gradu

fenotip, ali i vitalnost. Danas usljed vegetativnog širenja oko nje nalazimo dosta mladih biljčica. Inače, tisa je muškog spola.

#### *Torine*

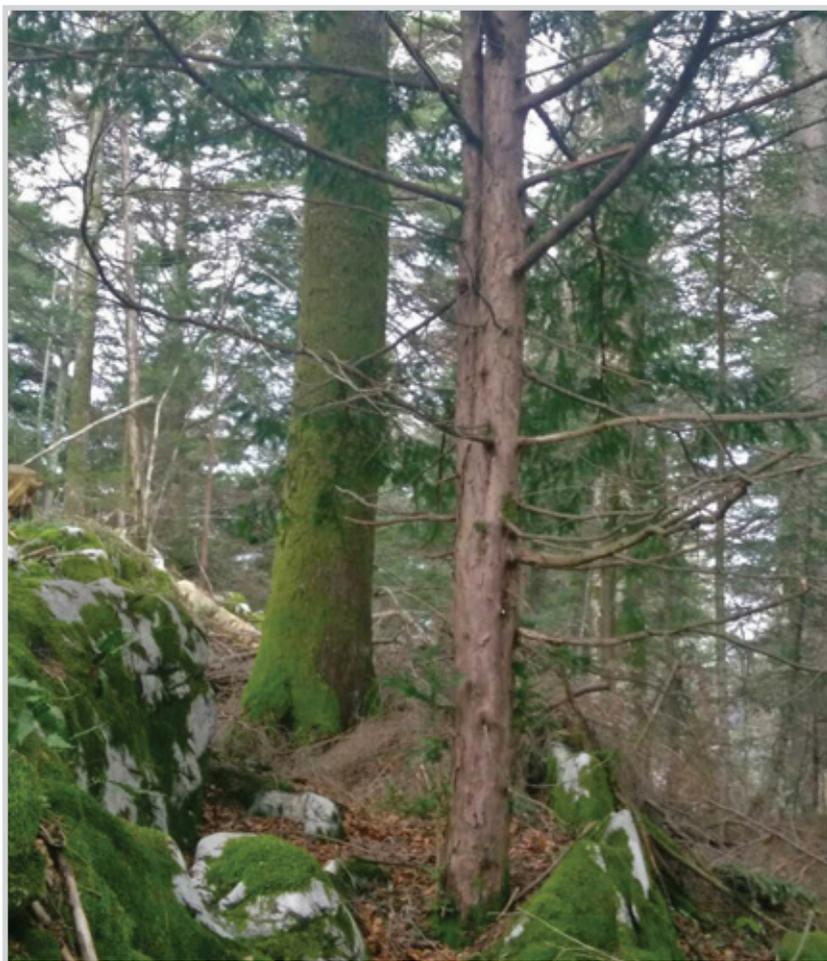
U bukovo-jelovoj šumi iznad Korčanice također nalazimo tisu. U pitanju je jedno stablo na lokalitetu Torine. Stablo je dobro razvijeno i visoko oko 4,5 m, sa promjerom od 8 cm. Pregledom okolnog terena druge tisu nisu registrirane.



Slika 69. Tise na lokalitetu Torine

### *Mijačica*

Tisa raste u šumi bukve i jele na plitkim staništima, odnosno na kamenim blokovima i sjeveru eksponiranoj strani južnog Grmeča. U pitanju je veće stablo tise sa niskom račvom, gdje tanje deblo ima prsni promjer od 25 cm, a deblje promjer od 28 cm. Visina je također jako dobra za tisu, pa tanje deblo ima visinu od 10 m, a ono deblje od 12 metara.



Slika 70. Tisa na lokalitetu Mijačica



Slika 71. Tise iznad izvora Sanice

### Grmeč – izvor Sanice

Iako ovu skupinu tisa nalazimo na jugoistočnim padinama Grmeča, ona je prilično izolirana te je obrađena posebno. Tako tise nalazimo na samom izvoru rijeke Sanice, visoko na stijenama. Tu nalazimo nekoliko grmova tise, odnosno, u neku ruku možemo reći, kratkih stabalaca sa jakim bočnim granama. Tise pokazuju priličnu vitalnost i jače su razvijene na slobodnoj strani sa više svjetlosti. Kako su na nepristupačnoj sjeveru izloženoj litici, nismo bili u mogućnosti odrediti spol, ali može se pretpostaviti da su prisutna oba spola, pa se može očekivati da će se tisa proširi u okolne šume.

## Ključ – planina Šiša

Kao što je Fukarek naveo još davne 1957. godine, tisu nalazimo i na širem području Ključa, najviše na padinama planine Šiše. O njenom nalazu piše još i Beck (1913) u svojoj flori Bosne i Hercegovine i Novopazarskog sandžaka. Fukarek (1957) navodi jedno stabalce i šest grmova, ali situacija na terenu je mnogo bolja. Danas na toj planini, koja je podijeljena entitetskom crtom, s obje strane crte nalazimo usamljena pojedinačna stabalca tise, ili manje grmove koji svjedoče o njihovoj devastaciji, jer su na brojnim grmovima primjetna odsijecanja. Stabalca su obično visine oko 3-4 m, sa manjim promjerima. Grmovi su različitih visina, a većinom su nastali odsijecanjem stabalaca te obnovom iz panja. Tisa na ovoj planini pokazuje dobru vitalnost. Inače, tisu nalazimo pojedinačno sa obje strane entitetske crte koja dijeli ovu lijepu planinu na dva dijela.



Slika 72. Tisa na planini Šiši

## Osečenica

Na planini Osečenici tisu nalazimo na više lokaliteta, a o nekim lokalitetima piše i Fukarek (1957). Mi smo tijekom terenskih istraživanja pronašli neke stare lokalitete, ali i registrirali nove. Svaki od lokaliteta pokazuje svoju specifičnost.

### *Javorova kosa*

Tisu nalazimo u šumi bukve i jele na kamenim blokovima, sa obiljem jelovog pomlatka. Na tom lokalitetu nalazimo više pojedinačna stabalca, većinom grmaste forme ili manjih i tanjih stabalaca. Grmaste forme su nastale oštećivanjima i sječom stabalaca. Kako polegle grane čine gust splet, iz njega se diferenciraju buduća

stabalaca kroz vegetativno razmnožavanje. Sve registrirane tise pokazuju dobru vitalnost.



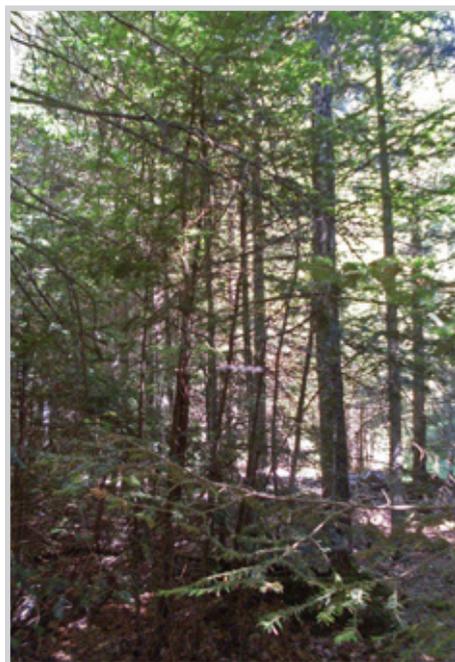
Slika 73. Tisa na Javorovoj kosi

### *Ajzer bunar*

Na ovom lokalitetu nalazimo pojedinačna stabalca tise u gustom bukovo-jelovom pomlatku. Na tisama se primijeti nedostatak i minimuma svjetlosti, te su stoga stabalca izdužena i sa malom asimilacionom površinom u donjem dijelu etaže.

### *Sjeverozapadne padine*

Na sjeverozapadnim padinama Osečenice koje gravitiraju ka zapadnoj strani Medenog polja, u šumi bukve i jele koje prelaze u bukove šume, također nalazimo pojedinačna stabla tise. U pitanju su mala stabalca ne viša od 3 m, i većinom se na njima primijeti ranije oštećivanje. Kako se u tom području desila depopulacija stanovništva, tise su se oporavile.



Slika 74. Tise na lokalitetu Ajzer bunar



Slika 75. Tisa na sjeverozapadnim padinama



Slika 76. Tisa na Rakića kosi



Slika 77. Tisa na Oštrejskom prevoju

## Oštrelj

Na samom Oštrelju tisu nalazimo na tri lokaliteta, a Fukarek samo spominje da bi se tise mogle naći. Tijekom terenskih istraživanja pronašli smo i registrirali tise, a svaki lokalitet pokazuje svoju specifičnost.

### *Rakića kosa*

Tisu nalazimo u šumi bukve i jele sa smrekom, na sjevernoj ekspoziciji ispod Rakića kose. U pitanju je jedno veoma lijepo stablo tise, kome je deblje deblo odsječeno unazad 5 godina. I pored toga tisa je vitalna i dobrog zdravstvenog stanja. Inače, detaljnim pregledom smo ustanovili da na grančicama nalazimo pupove sa muškim cvjetovima, te smo tako i odredili spol ove individue.

### *Prevoj Oštrelj*

Nedaleko od prevoja Oštrelj, tisu nalazimo oko 40 m udaljenu od makadamskog puta. Tisa je visine oko 7 m i promjera oko 12 cm. Pored glavnog debla tisa se obnavlja iz pleglih grana. Tako su pored odraslog stabla i tri mlada primjerka koja su vegetativno razmnožena, a visine su oko 60-70 cm. Te pogle grane su dužine od 3-4 metra. Tisa se nalazi na rubu vrtače u šumama bukve i jele.

Prema kazivanju lokalnih šumara tise se mogu naći i pored skijaške staze, ali ih pri radu na ovoj monografiji nismo mogli registrirati.

## Klekovača

Na Klekovači je još Fukarek (1957) registrirao tise, ali je na nekim od njegovih lokaliteta, kao što je Muselinovac, gdje su prema priči lokalnih šumara tise egzistirale do prije 30 godina, nismo mogli registrirati, a problem predstavlja i promjena toponima nakon što su ponovo rađene topografske karte.

### *Medvjeđe doline*

Tisu smo registrirali na lokalitetu Medvjeđe doline, u šumi bukve i jele, na kamenim blokovima. Tu je tisa grmolika, sa više ortotropnih izbojaka koji se javljaju iz davno polegnutih grana, dobre vitalnosti. Inače se na njoj može primijetiti da je bila sječena prije 10 godina.



Slika 78. Tise u Medvjeđim dolinama

### *Ribnik*

Više stabala tise različitog uzrasta nalazimo na Klekovači iznad Ribnika, gdje rastu kao pojedinačna stabalca na kamenim blokovima, tu i tamo u šumi bukve i jele. Sva stabalca pokazuju dobar vitalitet i nalaze se u jednom šumskom pojasu od 1100 do 1300 m nadmorske visine.

Do prije par godina u šumi na Klekovači iznad Ribnika je postojalo jedno deblje stablo tise, ali je odsječeno i odvezeno na preradu.



Slika 79. Tise na području Ribnika

### *Prašuma Lom*

Tisa se nalazi na lokalitetu prašume "Lom" kod Drinića.

Prvo stabalce se nalazi u strogoj zoni zaštite. Primjerak je jako oštećen. Visine oko 2 m i prsnog promjera oko 3 cm, a raste u podstožnoj etaži šuma bukve i jele sa smrekom.



Slika 80. Tise u Prašumi Lom

Druga tisa se također nalazi u strogoj zoni zaštite unutar prašume, a u pitanju je također manje stabalce koje je račvasto. Jedna grana račve je promjera oko 3 cm i visine oko 3 m dok je druga račva oštećena, manjeg promjera i visine od oko 2 m. I ova tisa se nalazi ispod krošanja u šumi bukve i jele sa smrekom.

### Drinić

Prvu tisu na području Drinića nalazimo u sastojini šuma bukve i jele. U pitanju je nisko račvasti primjerak, s prsnim promjerom većeg debla od oko 10-12 cm i visinom od oko 10 m, dok je drugo deblo tanje i niže, a ima promjer oko 6-7 cm i visinu oko 5-6 m. Pored ovog primjerka nalazi se panj tise promjera oko 20 cm, a iz kojeg su izrasli novi izbojci te je u fazi obnove.

Druga tisa koju nalazimo kod Drinića je znatno manja. Tisu nalazimo na strmoj kamenoj padini u gustom sklopu ispod visokih stabala bukve i jele u konkurenciji sa jelovim i bukovim pomlatkom. Primjerak je visine oko 3 m i razgranat iz panja, sa promjerom od oko 3-4 cm. Na temelju izgleda tise možemo pretpostaviti da je stabalce oštećeno prilikom nedavnih sječa koje su vršene u tom području.



Slika 81. Tise kod Drinića

### Jadovnik

Na planini Jadovnik iznad Drvara nalazi se jedna veoma interesantna populacija tise na lokalitetu iznad Gole Pleći. Čitav lokalitet je iznad litice sa koje se pruža pogled na Drvar. Tu tisu nalazimo u visokoj bukovoj šumi na jako kvalitetnom i humusnom tlu, gdje rastu brojna stabalca i grmovi. Pored tise, u šumi nalazimo brojna pomladak jele. Kako su ipak u pitanju većinom grmovi i manja stabalca, to su izložena oštećivanju od srneće divljači, ali su prisutna i oštećivanja rezanjem manjih stabalaca iz kojih su se kasnije razvile bočne grane grmova. Inače, Fukarek (1957) navodi da su u području Drvara seljaci izrađivali kašike i bukare od tisevine, pa su je možda i iskorijenili, ali situacija ne terenu ga demantira. Također, obzirom na dobru vitalnost tise i neprohodnost Jadovnika, za vjerovati je da tise ima i šire, ali do sada nije zvanično registrirana.



Slika 82. Tise na Jadovniku

## Šator

Tise sa Planine Šator se javljaju u dvije veće skupine, a postoje još dva pojedinačna stabla.

### *Crni bat*

Ovdje se moramo osvrnuti i na dio planine na kojem nalazimo veliki broj pojedinačnih stabala tise u šumi jele i smreke, kao i jele i bukve, kako na južnim tako i na sjevernim padinama. U pitanju su manji grmovi ili pojedinačna stabalca razbacana po velikim kamenim



Slika 83. Tisa na Šatoru – Crni bat

blokovima. Najveći broj stabala nalazimo u dijelu stare prašume poznate kao Crni bat, ispod Šatorskog jezera.

Od drugih šumskih vrsta, najzastupljeniji je obični bor i brojne vrste ljekovitog bilja koje nalazimo na strmim padinama. Na floru su velikog utjecaja imali ljudi, koji su držanjem stoke održavali ekosustave, da bi se situacija danas promijenila nestankom prašume. Ljudi su utjecali i na brojnost tise, te se i danas primijete štete na tisa, a ima i jako mnogo tisovih panjeva.

### *Praskacije*

Drugi lokalitet na Šatoru je Praskacije u južnom vrhu Tičevskog polja, gdje nalazimo veoma interesantnu tisu, koja zaprema oko 100 m<sup>2</sup> površine pored starog šumskog radilišta, a u pitanju je jedan primjerak koji ukazuje na široko rasprostritanje ove vrste. On je opstao u veoma čudnim okolnostima, te danas čini pravi tepih na zaravni, bez mogućnosti da formira stablo, jer se širi položenicama.



Slika 84. Tisa na na lokalitetu Praskacije

U okolini nalazimo još dva nalazišta, ali su u pitanju tise u minskim poljima, koje se nalaze sjeverno od Tičevskog polja.

### Glamoč - Busije

Iznad samog Glamoča, na lokalitetu Busije, nalazimo jedan primjerak tise. Ta tisa, iako oštećena sječom okolnih stabala, kada je jedno palo na nju i prelomilo je, ipak pokazuje dobar vitalitet. Iako je jedna, za vjerovati je da se u okolnim šumama može naći još primjeraka, tim više što je Busija povezana sa Velikom i Malom Golijom u kojoj nalazimo brojna stabalca i grmove tise.

### Golija

Planina Golija pripada dvjema šumarijama, ali ćemo je obraditi zajedno. Još je Fukarek (1957) naveo tise na toj planini. Ipak, tada nije bilo mogućnosti da se tise registriraju na jednom širem području, kao što je to moguće danas. Tako tise nalazimo u većem broju sa južne strane Golije, koja pripada Livanjskoj šumariji. Većinom su to pojedinačna manja i veća stabalca koja rastu na kamenim blokovima. Iako rastu u jako nepovoljnim uvjetima i zasjenjenosti krošnjama matične



Slika 85. Tisa na Busiji





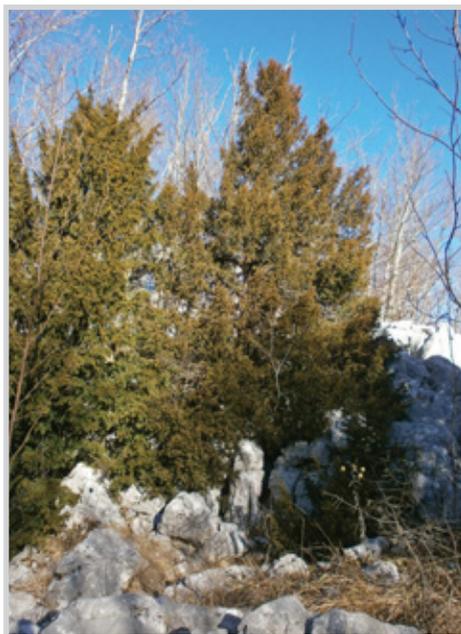
Slika 86. Tisa na Goliji (Glamoč – Tisovac i južne padine Golije)

sastojine, pokazuju jako dobru vitalnost. Inače, slabo je registrirano oštećivanje odrezivanjem, ali ima dosta oštećenja od divljači, kao i od rušenja stabala matične sastojine. Za razliku od nas, Fukarek (1957) je registrirao velika oštećenja na stabalcima.

Kada je u pitanju glamočka strana Golije, tu tisu nalazimo u manjem broju, također na kamenim blokovima, odnosno na nepristupačnijim mjestima nego što je to sa livanjske strane. Ipak, tisa sa sjeverne, glamočke strane Golije, pokazuje veću raskoš i bolji vitalitet, ali je na stabalcima registrirano veliko oštećivanje od strane čovjeka.

### Dinara

Na Dinari tisu nalazimo na nadmorskoj visini od oko 1000 m, u predjelu Fratarska Draga (Fukarek 1957). Stanje koje navodi Fukarek jako se razlikuje od sadašnjeg. On navodi pojedinačne, niske, jedva do 2 metra visoke primjerke, koji su nastali od izbojaka iz panjeva nekad posječenih starih stabala. Na tom lokalitetu koji je istočno orijentiran, u sklopu jelovo-bukove šume nalazimo veliku populaciju



Slika 87. Tise na Dinari

tise, veoma vitalne, kao što je slučaj i sa tisom na Kamešnici. Pored tise unutar šume nalazimo primjerke i van šumskih sastojina. Tisa na ovoj planini pokazuje dobar vitalitet i brojnost, a za vjerovati je da je ima i na drugim lokalitetima ove vrlo često neprohodne planine, te da pojedine primjerke možemo naći i do Bosanskog Grahova. Inače, poznato je iz razgovora da je tisa egzistirala i na planini Gnjat koji je produžetak Dinare ali je nestala. Veliku prijetnju tisi na ovoj planini predstavljaju brojni i veliki požari, naročito iznad Korita, Priluka i Crnog Luga, koji su vjerojatno doprinijeli da tisa nestane sa tog dijela Dinare.

### Kamešnica

Za Kamešnicu možemo reći da je jedna od najbogatijih planina tisom. Tisu nalazimo iznad Prologa, o čemu piše Fukarek (1957), a prije njega Beck (1903), gdje u šumi bukve gradi jednu od najvećih i najljepših sastojina tise. Na ovom lokalitetu nalazimo tise svih izrasta, od malih grmova i ponika, do stabala visokih 6 - 7 m, sa promjerom i do 15 cm. Oštećivanje od strane čovjeka je zanemarivo, ali divljač



Slika 88. Tise na Kamešnici (Prolog i Vaganjac)

odgriza pupove, te je brojnan ponik i pomladak oštećen. To ipak neće ostaviti neželjene posljedice na ovu populaciju.

Pored ovoga lokaliteta, tise nalazimo i na prevoju Vaganjaca, gdje imamo tri oveća primjerka na rubu šume koja prelazi u visokoplaninske pašnjake. Sve tri tise su dobro razvijene, sa jakim i bujnim krošnjama, a jedna od njih je odmah uz novi put na otvorenom prostoru, te predstavlja logičku vezu sa tisama koje rastu na Dinari.

### Područje Kupresa

Kupreško polje je smješteno u zapadnom dijelu Bosne i Hercegovine, na nadmorskoj visini od 1190-1250 m, između planinskih kompleksa Cincara, Vitoroga, Demirovca, Plazenice i Raduše, te manjih planinskih vrhova Čajuše i Jarma, s brojnim kraškim fenomenima iznimne ljepote veoma interesantnim za razvoj ruralnog turizma. U tom području su i veoma kvalitetni i bogati šumski kompleksi prirodnih šuma neobične ljepote. U tim bogatim šumama Kupreškog područja može se naći i tisa, ali se o njoj jako malo zna.

### *Rastičevo*

Do početka domovinskog rata za tise je znalo veoma malo lokalnog stanovništva, a najviše ih je znalo za jedan primjerak tise iznad sela Rastičeva, odnosno u podnožju planine Demirovac. Taj primjerak je mali, i prilično antropogeno degradiran. Razlog tomu je što je lokalno stanovništvo tisu smatralo simbolom dugovječnosti, i kao takvu su je koristili u određenim ritualima koji su se u ovom području zadržali do danas. Prije svega, to ogleđa u tome da su ljudi prilikom gradnje kuća ili nekih drugih objekata komade tisovog drva ugrađivali u taj objekt, da mu na taj način daju dugovječnost. Tisovo drvo se rabilo i u izradi određenih amajlija koje su svakodnevno nošene na odjeći ili pak na opremama radnih životinja u seoskim domaćinstvima. Tako je nekontrolirano korištenje tisova drva dovelo do toga da je tisa polako nestala iz šuma, te je iz godine u godinu postalo vrlo teško naći tisu u prirodnim šumama u području Kupresa.



Slika 89. Tisa kod Rastičeva

### *Jaram*

Na novi nalaz tise se dugo čekalo. Tako se tijekom borbi u domovinskom ratu i oslobađanja Kupresa slučajno nailazi na jedan kompleks šume s brojnom populacijom tise na planini Jaram, zapadno od Kupresa. Kako je tisa brojna, to je i njena spolna struktura dobra, te garantira opstanak jer u populaciji nalazimo brojne i vitalne pomladake.

### *Kupreška rijeka*

Tise su nađene i u Kupreškoj rijeci između Demirovca i Semešnice. Za tu novo-registriranu populaciju tise možemo reći da je jako vitalna, te da uz brojna stara stabla postoji i brojni pomladak koji garantira opstanak ove populacije. Na brojnim sta-



Slika 90. Tise na Jarmu



Slika 91. Tise u Kupreškoj rijeci



Slika 92. Tise na Malovanu

rim i debljim stablima se primijeti ljudska aktivnost, što upućuje na činjenicu da je nekim od starih stanovnika bio poznat ovaj lokalitet, ali su ga čuvali u tajnosti. S takvim utajivanjima lokaliteta se susrećemo i u drugim područjima Bosne i Hercegovine, te su mnoga potpuno zaboravljena i samo nas slučajnost dovodi do njih. Inače, u populaciji Jaram se nalazi preko 1000 komada tise različitog uzrasta. Također je i spolna struktura populacije ujednačena, što osigurava dobro plodonošenje ženskih stabala tise, dok je u Kupreškoj rijeci populacija siromašnija, ali su stabalaca jako vitalna. Ista situacija je i u starim populacijama na Malovanu i Babinoj gredi.

#### *Malovan*

Tise nalazimo na južnim obroncima Malovana. U pitanju je manja skupina tisa na kamenim blokovima, u raznim stadijima razvoja, ali i s posljedicama ranijih oštećivanja. Danas se tise nalaze pored traktorske vlake, te postoji mogućnost da i dalje budu oštećivane. Spolna struktura ove manje populacije je dobra, te možemo naći dosta pomlatka.

#### *Babine grede*

Manja i vitalna populacija sa dobrom strukturom tise. Sve tise pokazuju dobru vitalnost iako su na njima primjetna ranija oštećivanja od strane čovjeka, kao i u ostalim populacijama sa kupreškog područja.



Slika 93. Tisa Babine grede

## Šujica

U bukovoj šumi nedaleko od Šujice nalazimo jedno stablo tise. Kako je u blizini populacija tise na planini Malovan, za pretpostaviti je da je tisa do šuma Šujice stigla prirodnim tokom gena (pticama). Ipak, možemo očekivati da se u okolnim šumama može naći još poneko stablo tise.



Slika 94. Tisa kod Šujice

## Semešnica

Na masivu Semešnice, većinom na padinama koje gravitiraju ka Prusačkoj rijeci, nalazimo tise na više lokaliteta.

### *Ispod Dekala*

Ovo je lokalitet koji gravitira rijeci Semešnici u masivu istoimene planine, a jugoistoku je eksponiran. Na tom lokalitetu u šumi bukve i jele, sa primiješanim običnim borom nalazimo četiri tise, dobrog vitaliteta.

### *Ispod Junuza*

I ovaj lokalitet gravitira rijeci Semešnici i nalazi se nedaleko od lokaliteta Dekala. I na ovom lokalitetu nalazimo četiri tise u šumi bukve i jele.

### *Uz rijeku Semešnicu do ispod Demirovca*

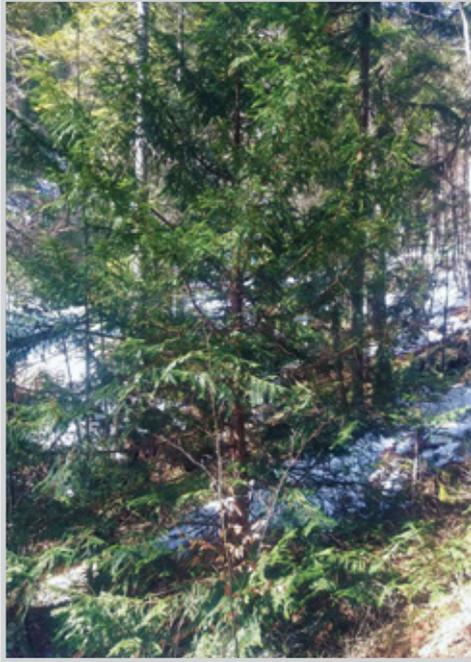
U pitanju je jedan širi lokalitet gdje na jednom potezu, uz gornji tok rijeke, nalazimo šest tisa. Lokalitet je teško dostupan te se do



Slika 95. Tise ispod Dekala



Slika 96. Tise ispod Junuza



Slika 97. Tisa ispod Demirovca



Slika 98. Tisa iz Bagrdana

njega dolazi samo vodom jer su padine minirane. Vjerojatno da u okolnim šumama možemo naći još stabala i grmova tise.

#### **Donji Vakuf – Prusačka rijeka**

U području Prusačke rijeke nalazimo tisu na više lokaliteta, što ukazuje na njeno ranije veliko rasprostiranje.

#### *Bagrdna*

U pitanju je lokalitet na padinama Demirovca koje se spuštaju ka Koprivnici. Tu su tri manja stabalaca tise. Tise rastu u šumi bukve i jele, ali se javljaju i smreka i obični bor.

#### *Kazanovac*

Ovaj lokalitet je u narodu poznat kao Kazanovac a nalazi iznad Koprivnice, a na lokalitetu nalazimo pet tisa čije se visine kreću od

3 do 5 m. Neke su pak grmaste forme, što je posljedica ranijih oštećivanja sječnjem. Ipak, dva stabla su jako dobro razvijena, ali iako dobro podnose zasjenu, rijetkom krošnjom ukazuju težnju za više svjetla.

#### *Mala Šuljaga*

Ispod samog vrha Male Šuljage, u šumi bukve i jele, nalazimo pet stabala tise na sjevernoj ekspoziciji. U pitanju su već dobro odrasla stabla, ali okolo nije primijećen pomladak.

#### *Koprivnica*

Ispod starog i napuštenog sela Koprivnica, tisu nalazimo uz Prusačku rijeku. U pitanju je manja skupina odraslih stabalaca, koja je redovito rezana, te sada imaju grmastu formu, ili su dihotoma. Tise na ovom lokalitetu rastu



Slika 99. Tisa iz Kazanovca



Slika 100. Tisa iz Male Šuljage



Slika 101. Tisa iz Koprivnice

u zoni stalne vode, što im daje dobru vitalnost i za sušnih perioda. Kako je u pitanju manji broj stabala, a pomladak nije registriran, ne možemo govoriti o stabilnosti ove skupine.

#### *Ogrilovački potok*

Na ovom lokalitetu nalazimo također jednu skupinu tisa, kao što je bilo i u prethodnom slučaju. Ovdje tise dolaze na malo ocjeditijem staništu, ali se nalaze u donjoj etaži šume. Stabalca koja se javljaju na jednom širem području pokazuju dobru vitalnost.

#### *Arapka*

Tise nalazimo duž doline, prilično udaljene jednu od druge. Tu su tise koje su uz sami potok, ali i na ocjeditim sjeveru eksponiranim stranama, te mali grmovi nastali odsijecanjem starijih i debljih izbojaka. Sve individue pokazuju dobru vitalnost.



Slika 102. Tisa iz Ogrilovačkog potoka



Slika 103. Tisa sa lokaliteta Arapka

## Kalin

Na Kalinu, nedaleko od lokaliteta Radovan u narodu zvanom "Tisik", nalazimo tise. Lokalitet se izdiže iznad puta koji povezuje Bugojno i Novi Travnik, a tise su smještene u niskoj bukovoj šumi na samom vrhu planine, skoro uz šumske čistine. U pitanju je 5 primjeraka, od kojih su neke do 4 m visine i promjera do 6 cm. Za pretpostaviti je da ih je nekada bilo više, ali da ih je lokalno stanovništvo posjeklo.



Slika 104. Tise na Kalinu

### Rudina

Na Rudini, nedaleko od lokaliteta zvanog Tisik, nalazimo jedno stablo tise u bukovoj šumi sa ostacima jele. Lokalitet se izdiže iznad puta koji povezuje Bugojno i Novi Travnik, a od Kalina ga razdvaja kanjon rijeke Zlatice. Za pretpostaviti je da je nekada na ovom lokalitetu bilo više tisa, ali da su vremenom posječene.



Slika 105. Tise na Rudini

### Gornji Vakuf / Uskoplje - Vranica

U području Gornjeg Vakufa – Uskoplja tisu nalazimo na sjevernim obroncima planine Vranice.

### *Kraljevo gumno*

U pitanju je lokalitet sa manjom skupinom tisa, bez formiranih stabalaca jer se nalaze u zoni dugotrajnog zadržavanja snijega. Kako su u pitanju grmovi, prilično su rašireni i zauzimaju veliku površinu, s brojnim vegetativno ožiljenim poleglim granama. Tise pokazuju jako dobru vitalnost, a primjetno je da su ih ranije sjekli, jer je običaj u tom kraju da se rade dijelovi ogrlica za ovnove i volove.



Slika 106. Tise na Kraljevom gumnu

### *Bistrica – Tisov vrh*

Na ovom lokalitetu nalazimo jedno veće stablo tise sa promjerom od 22 cm i visinom oko 7 m. Tisa se nalazi u šumi bukve i jele, te je

prava rijetkost da je opstala sa ovim dimenzijama, a razlog je njena zavučenost i nedostupnost. U blizini nalazimo još četiri lokaliteta sa tisama na udaljenosti od nekoliko stotina metara, što ukazuje da ih je nekada na tom području bilo mnogo više.



Slika 107. Tisa na Tisovom vrhu

*Bistrica - Brizovača*

Tise nalazimo u šumi bukve i jele, na sjeveru eksponiranim padinama. Nađeno je nekoliko skupina sa po 4 - 5 jedinki. Skupine su obično od manjih stabalaca ili grmova na kojima je primjetno ranije oštećivanje.



Slika 108. Tisa na lokalitetu Brizovača

*Ogara - Gunjača*

Iako ovaj naziv predstavlja jedno šire područje, na lokalitetu iznad sela Seoci nalazimo jedno interesantno stablo tise prsnog promjera



Slika 109. Tisa na lokalitetu Seoci

preko 10 cm, sa interesantno razvijenom krošnjom, što je posljedica odsijecanja grana. Također, duž debla se javljaju mladi izbojci. Sama tisa je smještena u šumi bukve i jele.

### Gornji Vakuf / Uskoplje - Raduša

Ranije na ovoj planini nisu bile registrirane tise, da bi ih sada registrirali na četiri lokaliteta.

#### *Slimačka korita*

Tise nalazimo u šumi bukve i jele, na sjevernoj ekspoziciji, a u pitanju su tri stabalca, stim da su dvije tise blizu jedna druge, dok je treća nešto udaljenija. Lokalno stanovništvo zna za njih te za cvjetnicu reže grančice.



Slika 110. Tise na Slimačkim koritima



Slika 111. Tisa na Vilića gumnu



Slika 112. Tisa na području Pidriša

### *Vilića gumno*

U šumi bukve i jela, uz primiješani obični bor, na sjevernoj ekspoziciji, nalazimo pet tise, s tim da je promjer najvećeg stabla oko 17 cm i visoko je oko 5 m, dok su druga niža i tanja. Pomladak nije registriran u okolini.

### *Pidriš*

Iznad sela Pidriš, u šumi bukve na sjevernoj ekspoziciji, također nalazimo jedno usamljeno stabalce tise. Stabalce ima nekoliko vertikalnih izbojaka što ukazuje da je ranije bilo oštećivano. Trenutno pokazuje dobru vitalnost.

### *Korita*

Tisu nalazimo na rubu bukovo-jelove šume, sa nešto smreke i običnog bora. Sama gustoća i rubni efekt šume, je utjecao na njen habitus. Stablo, odnosno više grm, nema centralno deblo nego više tanjih koja izbijaju iz panja. To ukazuje da je tisa ranije sječena, što je slučaj i sa ostalim tisama sa ove planine. Visoka je oko 5 m, sa dobro razvijenom i gustom krošnjom. Krošnja je potpuna i do zemlje sa zapadne strane, jer je na toj strani tise otvoreni prostor, dok sa ostalih strana ima rijetku krošnju, jer se taj njen dio nalazi u sklopu. Kako je djelomično rasla na osami, te ranije sječena, širila je svoju krošnju, te danas zauzima prostor od oko 30 m<sup>2</sup>.



Slika 113. Grančice tise sa lokaliteta Korita

### Čemernica

Na planini Čemernici, zapadno od Kneževa-Skender Vakufa, također nalazimo tise. U pitanju je jedna veoma interesantna skupina tisa, koju nalazimo u bukovo-jelovoj šumi. Tise su različitog uzrasta, od grmova do manjih stabalaca visokih do 3 m, ali pokazuju dobar vitalitet iako su na nekima od njih primjetna oštećivanja.

### Goli vis

Na istoj planini nalazimo tise i na lokalitetu Kotunjište-Ravna dolina, odnosno na mikrolokalitetu Goli vis, istočno od Bočca. U pitanju je nekoliko manjih grmova tise u šumi bukve i jele. Stabalca su ranije sječena te su prilično zastarčena. U okolini nalazimo i nekoliko manjih primjeraka, vjerojatno prirodnog pomlatka.

### Šiprage

Na širem području Kruševa Brda, blizu zaseoka Batići, nalazimo manju skupinu tisa. Tise rastu u šumi bukve i jele, a okružuju je umjetni nasadi smreke



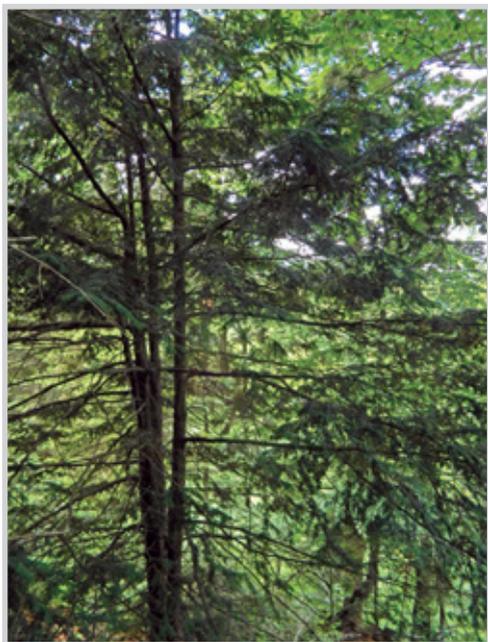
Slika 114. Tisa na lokalitetu Korita



Slika 115. Tise na Golom visu



Slika 116. Tisa kod Šipraga



Slika 117. Tise u dolini Studene

različite starosti. Tise pokazuju dobru vitalnost. Također, u zaseoku Batići nalazimo staru tisu.

### Studena – Ugodnović

Selo Gornji Ugodnović je staro i prilično zapušteno, većinom sa starim trošnim kućama i ponekom novijom, ali i prilično pusto. Od nekad velikog sela, sa jakim stočarstvom, ostalo je malo. Većina njegovih stanovnika se iselila u okolne urbane centre, te je veliki broj kuća napušten i propada. U okolnim šumama pored pet starih tisa nalazimo brojne grmove i stabalca tise, većinom na padinama koje gravitiraju rječici Studenoj. Brojno stanje procjenjuje se na oko 1000 komada koje nalazimo na oko 200 ha. Spolna struktura tih tisa je jako dobra, kao i njihova genetska struktura koja je provjerena kroz biokemijsko istraživanje (populacija se zvala Borija prema masivu koji tu počinje). Za razliku od drugih bosanskohercegovačkih populacija, u ovoj populaciji su oštećenja stabala minimalna. Kako tisa pokazuje raznoliku dobnu strukturu, za očekivati je i dobru prilagodbu na izmijenjene uvjete klime, te njen opstanak u budućnosti.

### Crkvina

Na padinama koje se strmo spuštaju ka rječici Crkvenoj nalazimo manju populaciju tise, izgrađenu od manjih stabalaca i grmova. Geološka

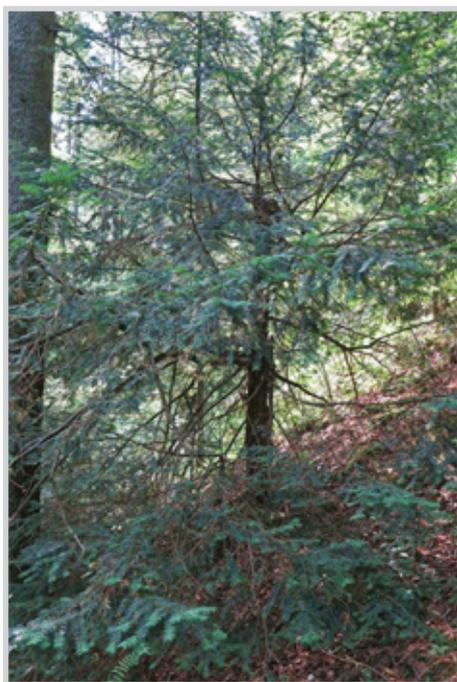
podloga na kojoj nalazimo tise je vapnenačka, a obrasla je šumom u kojoj dominiraju bukva, jela, hrastovi i borovi na toplim staništima. Sama skupina tise pokazuje dobru vitalnost, a prisutan je i prirodni pomladak. Inače, ova populacija tise je bliska sa velikom populacijom koju nalazimo u Studenoj.

### Čečava

Tisu smo našli i u području Čečave, rajon Velike Ukryne, nedaleko od zaseoka Cvijići. Tu se tisa smjestila na sjevernu ekspoziciju, u šumi jele i bukve. Skupinu čini pet do šest stabalaca različitog uzrasta. Jedna je nešto većih dimenzija, sa dosta pojedinačnih grana, i na njoj je primjetno ranije rezanje debalca i grana. Također, na njima su primjetna i oštećivanja od divljači. Nažalost, i pored stabalaca različitog uzrasta, nismo mogli registrirati pomladak. Ipak je za pretpostaviti da se u okolini može naći još poneko stabalce tise i, eventualno, pomlatka.



Slika 118. Tise na lokalitetu Crkvina



Slika 119. Tise u Čečavi

### Crni vrh kod Tešnja

Nedaleko od Mekiša, na sjevernim obroncima Crnog vrha, na lokalitetu Tisov vrh, na sjevernoj strmoj padini nalazimo jednu veoma lijepu populaciju tise. Tisa se smjestila u mješovitoj šumi bukve i hrasta kitnjaka, sa pojedinim stablima obične jele, što je specifičnost ovog kraja. Kada je u pitanju vitalnost tisove populacije, možemo reći da pokazuje izuzetno dobru vitalnost, iako postoje stara oštećivanja



Slika 120. Tise na Crnom vrhu

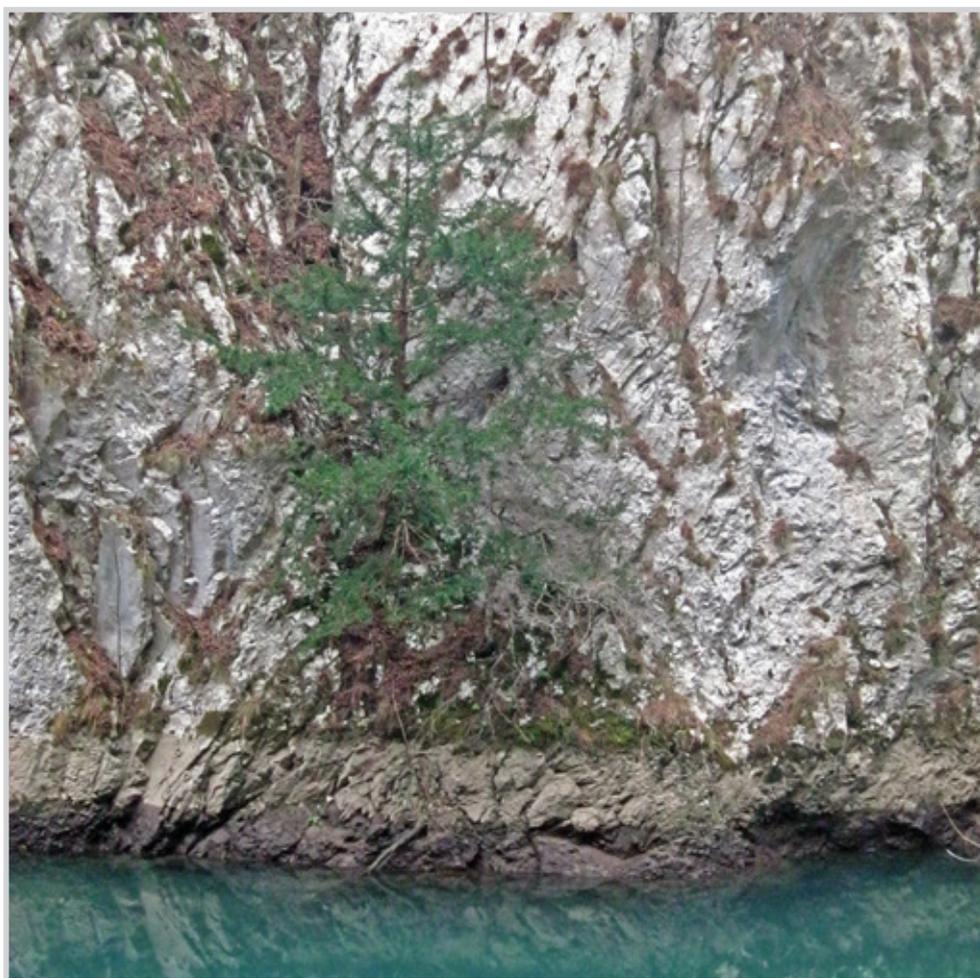
na pojedinim stablima. Spolna, visinska i starosna struktura je jako dobra, a postoji obilje pomlatka, koji garantira opstanak ove populacije. Ta pojava obilnog pomlatka garantira da će se tisa iz ovog lokaliteta proširiti i na okolne šume, ako u narednom periodu bude zaštićena. Pored populacije s lokaliteta Čečava, ova populacija pripada Pripanonskom području, te dolazi u skupinu tisa sa malih nadmorskih visina.

### Kanjon Vrbasa kod Podmilačja

Niže Podmilačja, kada se uđe u klanac Vrbasa, mogu se primijetiti tise koje rastu na liticama. Prva skupina je neposredno nakon što se prođe hidrocentrala, te visoko u stijeni mogu da se primijete grmovi do kojih je veoma teško stići. Dalje nizvodno, nakon što se prođu tuneli, na litici iznad tunela nalazi se jedna manja skupina tisa, također na jako nedostupnom

terenu, a može im se prići najviše do 30 metara. U istom kanjonu, ali na suprotnoj strani Vrbasa, također nalazimo jednu veću skupinu tisa koje su se smjestile na strmoj vapnenačkoj litici. Jedan primjerak nalazimo i iznad same vode hidroakumulacijskog jezera hidrocentrale

Jajce II u Barevu. Nekoliko primjeraka nalazimo i na fluvisolu neposredno ispod ove tise. Ti primjerci na fluvisolu su jako dobro razvijeni. Dosta više, u procijepu stijene, nalazimo također nekoliko primjeraka većih dimenzija. Nešto dalje na litici također nalazimo manju skupinu tisa, oko 10 komada. I u šumi iznad starog ugostiteljskog objekta nalazimo tise, a jedan primjerak je dobro razvijen. Cijela ova populacija, iako većinu jedinki nalazimo na ekstremnim staništima, pokazuje jako dobru vitalnost.



Slika 121. Tise u kanjonu Vrbasa kod Podmilačja



Slika 122. Tise na lokalitetu Ovčara



Slika 123. Tise kod Mrkonjić Grada iznad Bočačkog jezera

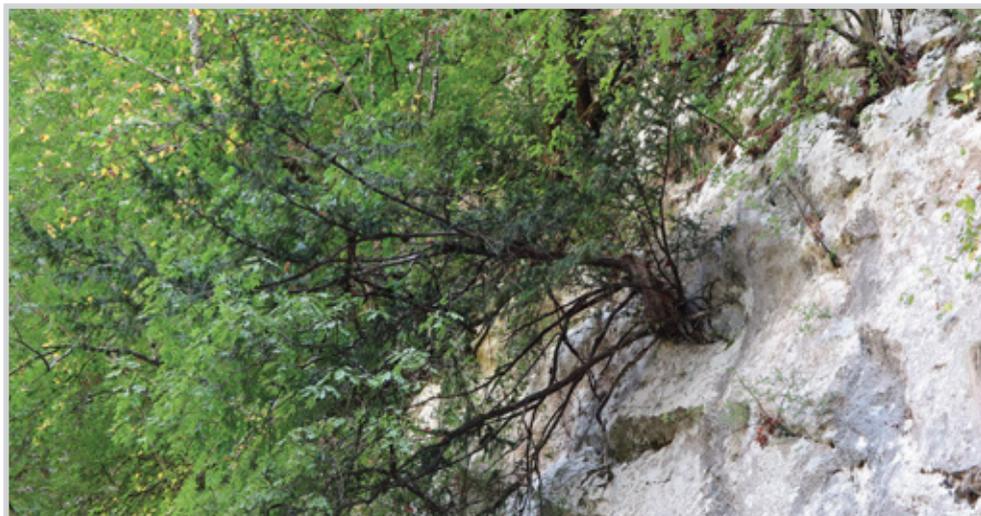
### Mrkonjić Grad

Fukarek na području šumske uprave Mrkonjić Grad navodi da postoji jedna skupina tisovih stabalaca, visine od 50 - 60 cm, u jelovo-bukovoj sastojini, u gospodarskoj jedinici „Ovčara“. Novim istraživanjem je potvrđen taj podatak, ali su registrirana samo tri manja stabalca.

Kada je u pitanju tisa na području Mrkonjić Grada moramo spomenuti i skupinu tisa, od tri komada koje rastu iznad Vrbasa, danas Bočačkog jezera, iznad samog ribogojilišta, u šumi bukve. Vjerojatno da su ove tise povijesno povezane sa tisama koje nalazimo u klancu u neposrednoj blizini Podmilačja. Do njih se može doći samo čamcem preko Bočačkog jezera ili obilaznim putem preko Mrkonjić Grada.

### Bočačko jezero

Na stijeni iznad Bočačkog jezera nalazimo jednu oveću tisu do koje se može stići samo čamcem. Vjerojatno predstavlja vezu uzvodnih populacija tise sa onim na planini Čemerici. Trenutno je to jedan izolirani primjerak dobre vitalnosti.



Slika 124. Tisa iznad jezera

## Tajan

Tise u Spomeniku prirode Tajan su predstavljene kao skupina od tridesetak stabala i grmova na nepristupačnom stjenovitom području Srednja stijena. Stabla i grmove tise nalazimo u šumi bukve koja prelazi u stjenoviti teren. Zbog konfiguracije terena i velike kamenitosti, tom bukovom šumom nije gospodareno, te su se tise slobodno razvijale ispod bukove etaže koja nije gusta, te imamo čitava stalca tise. Za razliku od tog dijela, tise koje rastu na samim stijenama su većinom grmastog oblika dobro razgranjene, većinom



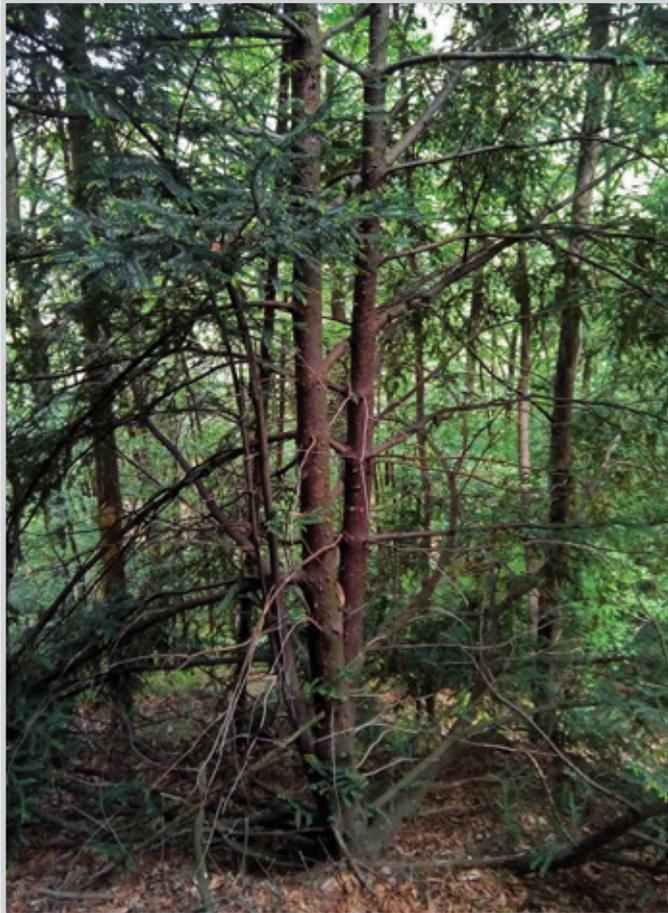
Slika 125. Tisa u Spomeniku prirode "Tajan"

poglele ili visine do 3 m. Na boljem staništu uz bukvu, tise su u vidu manjih stabala visine 8 do 10 m, sa promjerima na prsnoj visini od nekih 20 cm, ali se jedan primjerak ističe svojom debljinom te ima promjer oko 25 cm.

### Zavidovići - Gostovička rijeka/Kamenica

Tise možemo naći duž Gostovičke rijeke, o čemu sam dobio informaciju od akademika Beusa. U pitanju su pojedinačna stabalca ili grmovi. Inače, o tisama u području Gostovića piše i Fukarek (1957), te

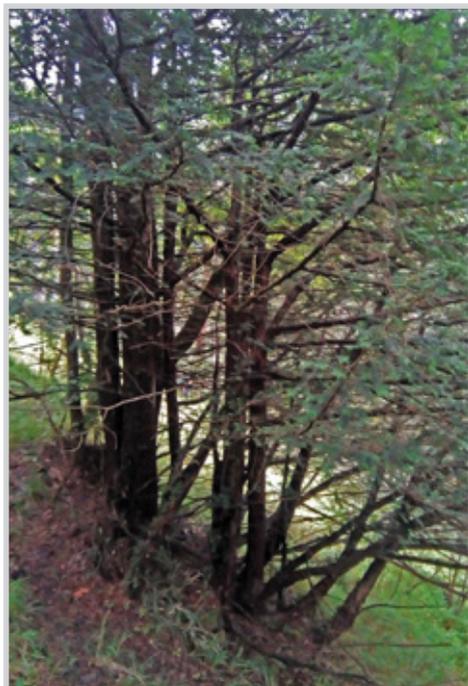
navodi određene odjele, ali u njima nismo mogli naći tisu i potvrditi njegovo pisanje. Ipak, u području Gostovičke rijeke ima nekoliko nalazišta tise.



Slika 126. Tise na Djedovcu

### Djedovac

Mi smo tisu registrirali u odjelu 77, iznad predjela Trnjačak, iznad potoka Sajvice koji se ulijeva nešto niže u Lužnicu. Tisu nalazimo u šumi bukve i jele. U pitanju je jači grm tise, nekada posječen ali koji se dobro obnovio, te iz jednog panja polazi više debalaca od kojih je najdeblje oko 12 cm u promjeru. Tisa pokazuje dobru vitalnost, a donje grane leže na tlu i nalaze su u procesu zakorjenjivanja.



Slika 127. Tisa na Lisini



Slika 128. Tisa na Borku

### *Lisina*

U pitanju je nekoliko debala tise razvijenih iz jednog panja, s tim da je najdeblje oko 18 cm na prsnom promjeru. Tisa raste u mješovitoj šumi bukve i jele. Za sada tisa pokazuje dobru vitalnost.

### *Borak*

Tisa na lokalitetu Borak raste na rubu manje šumske čistine, na sjevernoj padini, i pravilno je razvijena i visoka oko 6,5 m sa prsnim promjerom od 20 cm. Pokazuje dobru vitalnost, a zbog male zemljopisne udaljenosti vjerojatno je povezana sa skupinom tisa koje nalazimo na lokalitetu Rahmanovca koje su također opisane.

### *Paradnici*

Ispod kote Paradnici u odjelu 202, na sjevernoj ekspoziciji smo također registrirali tise. U pitanju je skupina od 33 individue, od kojih



Slika 129. Tisa na Paradnici

neke dostižu promjer i do 15 cm, te visinu do 5 m. Ipak su najbrojniji grmovi, dobre vitalnosti. I spolna struktura je dobra što garantira njen opstanak, ali i potencijalno širenje na okolna staništa koja ekološki odgovaraju tisi.

### Drecelj - Olovo

Do Drecelja se stiže kada se prije Paklenika skrene sa puta Olovo – Kladanj, te uskim strmim putom dođe do napuštenog sela. U selu, kod nekih napuštenih i već uvelike srušenih kuća i štala, u navali invazivne flore mogu se primijetiti pojedine tise koje su sađene pored stambenih objekata. Također, na seoskom groblju postoji jedan jako lijep mlađi pri-



Slika 130. Tise na Drecelju

mjerak tise, jako dobro razvijen. Iznad sela, u šumskoj sastojini termofilne vegetacije, te sađene smreke i običnog bora, nalazimo manju skupinu dobro očuvane tise. Tise su zauzele istočnu ekspoziciju, ali ih nalazimo i na ostalim pozicijama. Iako je tisa ranije sječena, o čemu svjedoče brojna oštećenja na stablima, dobro se regenerirala. Sama populacija pokazuje jako dobru vitalnost, jer postoji obilje pomlatka. Pojedine primjerke tise nalazimo i u okolini, gdje su ptice raznijele sjeme, a neki od tih primjeraka su značajnih dimenzija, sa promjerima do 15 cm i visinom od 7-8 m. Također i u samoj populaciji su stabla različitog uzrasta i značajnih dimenzija za tisu.

### Čudički krš

Na nedostupnim liticama Čudičkog krša također nalazimo tise. Kako je taj lokalitet blizu skupini tisa Drecelj, vjerojatno im je podrijetlo isto. Riječ je o dva vidljiva grma koji rastu ispod borova koji su zaposjeli ove vapnenačke kamene litice iznad rijeke Stupčanice. Pored borova, na stijenama nalazimo i ostatke termofilne vegetacije.



Slika 131. Tisa na Čudičkom kršu



Slika 132. Tise kod Ajdinovića

### Ajdinovići - Olovo

Za populaciju tise kod sela Ajdinovići kraj Olova zna se jako dugo, ali je u radu Fukareka (1957) naziv sela krivo naveden. Sama populacija je bila veoma vitalna i brojna, sastavljena od nekoliko stotina, a možda i više od 1000 stabala (grmova) na širem lokalitetu, te predstavlja pravu tisovu šumu, kakve su se nekada mogle naći širom BiH, a sada predstavljaju pravu rijetkost. Ipak, i ona se našla na meti šumokradica, te nekih vrlo problematičnih lokalnih stručnjaka koji su čak doznali i sjeckali tisova stabla kao jelov škart, te su brojna stabalca tise posječena.

### Počivala - Zavajte kod Olova

Tise na olovskom području ima u još nekoliko manjih populacija, i to s obje strane rijeke Krivaje. Prva populacija je



Slika 133. Tise na Počivalima

iznad Bukovog dola gdje nalazimo staru tisu. Ta populacija je poznata kao Počivale - Zavajte. Tisu nalazimo u šumi smreke i običnog bora, na sjevernoj ekspoziciji. Geološka podloga je vapnenac koji se kao otok smjestio u zoni peridotita i serpentinita. Sama populacija je izgrađena od skupine manjih grmova i stabalaca koje lokalno stanovništvo redovito podsijeca. Ipak populacija pokazuje vitalnost, jer postoji dosta prirodnog pomlatka. Za pretpostaviti je da je ova populacija vjerojatno u srodstvenoj vezi sa starom tisom iz Bukovog dola, koja povremeno rađa sjeme koje su ptice raznijele u okolne šume.

### Sokolina - Olovo

Slijedi lokalitet Sokoline, gdje nalazimo također jednu veoma interesantnu populaciju s tisama svih uzrasta, od ponika do odraslih stabalaca, ali grmovi ipak prevladavaju.



Slika 134. Tise na Sokolini



Slika 135. Tisa na Trličkom visu



Slika 136. Tisa na Rahmanovcu

### Trlički vis - Duboštica

U pitanju je jedno oveće stablo tise u šumi bukve i jele na sjevernoj ekspoziciji iznad Butkovačkog potoka. Tisa je lijepo razvijena, ali ima dva stabla, deblje i tanje koje je nastalo kao posljedica povređivanja. Promjer debljeg debla je oko 20 cm, a manjeg oko 10. Visoka je oko 8 m. Nažalost, ovo je osamljeni primjerak na ovom lokalitetu, a najbliža skupina je ona na Rahmanovcu.

### Rahmanovac - Duboštica

Slijedi populacija koju nalazimo kod Duboštrice, na lokalitetu Rahmanovac, gdje tisa gradi jednu malu skupinu stabalaca, ne baš visokih. Tu, u šumi bukve i jele, je registrirano desetak manjih stabalaca koja su sječena, a za pretpostaviti je da ih ima još. Inače, ovo je kontaktna populacija tise ka rasprostriranjju koje nalazimo u gornjem toku Gostovičke rijeke, a i onim pojedinačnim stabalcima koje su raspoređena duž rijeke u više odjela (Beus, osobni kontakt). U međuvremenu su tise sa stabalcima posječene.

### Vita Kosa - Duboštica

Nedaleko od Rahmanovca, na obroncima Vite Kose, također nalazimo tisu. U pitanju je jedno poveće stabalce dobrog vitaliteta, koje raste uz stablo bukve i pokazuje dobru vitalnost. Za pretpostaviti je da u

okolini možemo naći još stabala i grmova tise, jer su uvjeti kao na obližnjem Rahmanovcu.



Slika 137. Tisa na Vitoj Kosi



Slika 138. Tise u Maoči

### Maoča - Krivaja

Nedaleko od poznatog mjesta Maoča na rijeci Krivaji, na lokalitetu poznatom kao Mala Maoča, nalazimo jednu interesantnu populaciju tise. U njoj nalazimo sve uzraste tisa, od ponika do odraslih stabalaca većih dimenzija. Pojedina stabalca visoka su 3-5 m, sa promjerima i preko 15 cm. U populaciji je prisutan utjecaj čovjeka, ali ipak pokazuje dobru vitalnost. Najveća prijetnja joj je oštećivanje od pada posječenih stabala.

### Mala Maoča - Krivaja

U području Male Maoče, na lokalitetu između Šuplji i Roslone, na nadmorskoj visini od oko 1000 m, nalazi se jedno sta-



Slika 139. Tisa u Maloj Maoči

blo tise. Stablo je oveće, a jedna jača grana stabla je odsječena. Pregledom okoline nisu registrirana druga stabla ili grmovi tise, mada nije isključeno da postoje. Mi možemo pretpostaviti da je tisa stigla na ovo područje iz okolnih populacija tise. Stablo pokazuje jako dobru vitalnost.

### Runješ - Vozuća

Na području Runješa je registrirano jedno starije stabalce tise, iznad potoka Gosovica u odjelu 441. Tisa je nekada oštećena, ali ne sječanjem, nego tijekom eksploatacije šume, kada se drvo lifralo, što je bila veoma česta metoda izvlačenja drva na ovim strmim terenima. U pitanju je jedno stabalce sa prsnim promjerom do 25 cm. Raste u šumi jele i bukve, na jako strmom terenu sjeveru eksponiranom.



Slika 140. Tisa u Runješu

### Pepelari

Šume u okolini Pepelara su bogate pojedinačnim primjercima tise, bilo da je riječ o manjim grmovima ili stabalcima, od kojih neka dosežu visinu 6-7 m.



Slika 141. Tisa na lokalitetu Kapa



Slika 142. Tise na Tvrtkovcu

### *Kapa*

U šumi na lokalitetu Kapa registrirani su pojedinačni primjerci tise. Jedan od njih je dobro razvijen i podsjeća na manje stablo. Na njemu se primijeti negativna ljudska aktivnost koja se ogledala u odsijecanju grana. U okolnoj šumi se može naći više manjih primjeraka tise.

### *Tvrtkovac*

Tise su također registrirane u podnožju Tvrtkovca gdje u jednom privatnom posjedu, a u strani iznad potoka, raste jedna veća tisa, starosti oko 50 godina, uz dosta manjeg pomlatka uokolo, a posebno u odjelu 82.

### *Tisovac*

Tise se nalaze i na području Tisovca koji je u neposrednoj blizini, većinom kao mala stabalca, grmovi ili pomladak različitog uzrasta, kao i nešto dalje kao pojedinačna stabalca u okolnim šumama.



Slika 143. Tisa na Tisovcu



Slika 144. Tise na Hmeljevištu

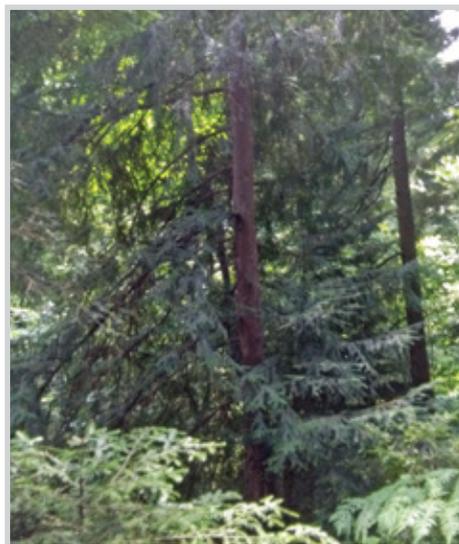
### *Hmeljevišta*

Nešto dalje od Pepelara tise su registrirane u širem području Hmeljevišta, Ravašice i Ruđe glave, na padinama koje gravitiraju Krivom potoku, na nadmorskim visinama od 600 do 900 m.

### *Odjel 78*

Nekoliko tisa je registrirano i u odjelu 78, sa promjerom i do 15 cm, te visinom od 6 m, koje zauzimaju donju etažu.

Lokalno stanovništvo pretpostavlja da te mlađe tise koje nalazimo u šuma vode podrijetlo od starih tisa iz sela Pepelari, te bi to trebalo provjeriti molekularnim analizama.



Slika 145. Tise odjela 78

### Bistričak

Iako Fukarek (1957), na temelju kazivanja lokalnih šumarskih stručnjaka, navodi tise na području Bistričaka u Šumskoj upravi Nemila, tijekom našeg boravka u tom području u okolnim šumama nismo mogli da ih registriramo. U tom području samo su registrirane stare tise u selu Samici.

### Željezno polje

Još je Fukarek navodio da se na planini Mahnjači, na padinama Palašnice mogu naći tise, što je potvrđeno našim obilaskom terena. Tako je u neposrednoj blizini sela Brždani na sjeveroistočnoj padini

u jednom potoku obraslom bukovom šumom nađena populacija mlađih stabala i pomlatka tise različitog uzrasta. Populacija broji oko 100 individua.



Slika 146. Tise kod Željeznog polja

### Vlašić - Dobretić

Tise na ovom području nalazimo na lokalitetu Likovac. U pitanju je jedna tisa u šumi bukve i jele, na sjevernoj ekspoziciji. Riječ je o manjem stabalcu koje pokazuje dobru vitalnost iako se nalazi u šumi punog sklopa.

### Vlašić - Travnik

Na području šumske uprave u Travniku, Fukarek (1958) je naveo podatak o 6 stabalaca tise, visokih oko 1 m, u predjelu Galica-Bunarić, te 2 stabalca iste visine u predjelu Tisovac i još dva manja stabla u istoj šumi nešto dalje. Danas je veoma teško pro-

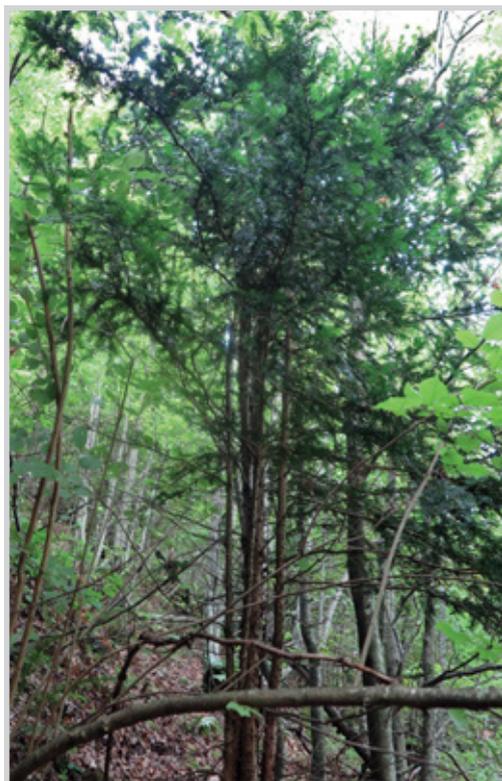
vjeriti te podatke za Bunarić zbog miniranosti terena, ali su tise nađene na drugim bliskim lokalitetima.

### *Tisovac*

Na zaklonjenom kamenitom mjestu na području Galice, koje je eksponirano jugozapadu uz dugotrajno zadržavanje snijega, na lokalitetu Tisovac nalazimo skupinu tisa. Na tom mjestu nalazimo više manjih stabalaca i grmova, prilično devastiranih sječnjem. Također, lokalno stanovništvo vadi mlada stabalca i prenosi ih u sela, te se u selima ispod šume, ali i dalje ka samom Travniku, mogu naći mala i mlada stabalca tise koja su podrijetlom sa tog lokaliteta. Za pretpostaviti je da stara stabla tise koje nalazimo u samom gradu vode podrijetlo sa ovog lokaliteta.



Slika 147. Tisa kod Dobretića



Slika 148. Tise sa Tisovca



Slika 149. Tisa na lokalitetu Vrtače



Slika 150. Tise na lokalitetu Jelik

### *Vrtače*

U pitanju je stablo tise koje nalazimo na 1500 m nadmorske visine, lijepo razvijeno iako je oštećivano. Nalazimo ga u klimatogenoj šumi smreke. U okolini nismo mogli registrirati druga stabla, te je vjerojatno srodnički povezano sa tisa-  
ma koje nalazimo na lokalitetu Tisovac.

### *Jelik - Ramića doline*

Ovo je lokalitet sa tisom u rajonu Pugarja, a nalazimo jedno veće stablo tise, osamljeno u šumi bukve i jele sa smrekom. Stablo se nalazi na sjevernoj zaštićenoj ekspoziciji. Nažalost, u okolini nismo uspjeli registrirati druga stabla ili grmove.

### **Busovačka planina**

Na području šumarije u Busovači postoje tise koje smo registrirali na tri lokaliteta koji su udaljeni jedan od drugog i ne čine kompaktnu cjelinu.

### *Crni potok*

Prvi lokalitet je gornji dio kanjona Crnog potoka. Tu postoje tri stabilca, odnosno tri grma tise, koja rastu u jelovo-bukovoj šumi, u gospodarskoj jedinici "Busovača", na Busovačkoj planini, o čemu piše i Fukarek (1957). Smještene su na strmoj stjenovitoj padini iznad potoka i praktično su nepristupačne. Jedno nalazište tise je bilo neposredno uz ovo, ali je stradalo u požaru, a na njemu se nalazilo jedno stabilce koje je također navodio Fukarek (1957).



Slika 151. Tisa u kanjonu Crnog potoka

### *Pridolci*

Na lokalitetu nalazimo jednu usamljenu tisu. Sam lokalitet je pod vrhom grebena koji se oštro spušta ka rječici Kozica, ali je sjeveru eksponiran. Tisa raste u bukovo-jelovoj šumi na kiselim tlima. Tisa pokazuje dobar vitalitet, visoka je oko 7 m, sa promjerom od 18 cm.

### *Oborske stijene*

Ispod jednog od vrhova Busovačke planine, na sjevernoj ekspoziciji, praktično u samom središtu planine nalazimo jedno osamljeno grmasto stabalce tise. Tisa pokazuje dobar vitalitet, a opstala je zahvaljujući teškoj prohodnosti terena.



Slika 152. Tisa na Pridolcima



Slika 153. Tisa na Oborskim stijenama

Prema Fukareku (1957) drugi lokaliteti sa tisom vezani za Bu-sovaču, danas pripadaju Fojničkom šumarstvu, te ćemo se na njih osvrnuti kada budemo pisali o Fojničkom području, odnosno Vranici.

### Vranica - Fojnica

Na području Vranice tisu nalazimo ne nekoliko lokaliteta. Inače, prema lokalitetima koje je dao Fukarek (1957) nismo bili u mogućnosti da je nađemo, jer ispod vrha Tikve nije registrirano ni jedno stablo ili grm. Kad je u pitanju lokalitet Gradac koji spominje Fukarek (1957), a nalazi se iznad Drževica, njega smo opisali u okviru planine Lopata kojoj zemljopisno pripada.

### *Draguna*

Tisu pak nalazimo na lokalitetima Draguna, dva omanja dobro razvijena grma, oštećena od brojnih lavina koje zahvaćaju taj teren u zimskom periodu. Geološka podloga su škriljci, sa obiljem površinske vode što odgovara tisi, pa grmovi pokazuju dobar vitalitet i imaju puno ležećih izbojaka.



Slika 154. Tise na Draguni

### *Stružnica*

Sljedeći lokalitet je Stružnica, gdje pored puta nalazimo jedan usamljeni grm tise, prilično zasijecan od lokalnog stanovništva. Ipak, najveću prijetnju grmu predstavljaju bukva i jela koje ga okružuju. Za sada grm pokazuje dobru vitalnost.



Slika 155. Tisa na Stružnici

### *Sjekira*

Veoma interesantnu skupinu tisa nalazimo ispod vrha Sjekire, na lokalitetu Lejnjača, u lavinskom toku, gdje sa zelenom johom, jarebikom i bukvom koje su grmaste i jako povijene nalazimo tise. Vjerojatno je to lokalitet o kojem piše Fukarek (1957), ali ga krivo opisuje, jer nema tise u tom području. Sam lokalitet je ispod vrha Matorac, ali daleko od vrha Tikva.



Slika 156. Tise na Sjekiri

### *Kaštel*

Na području Fojnice, ali već na udaljenim padinama Vranice, na lokalitetu Kaštel, također nalazimo tise. Taj je lokalitet spomenut od strane Fukareka (1957), ali je tada taj dio organizacijski pripadao šumariji Busovača. Tu tise nalazimo na jako strmom i neprohodnom terenu, u šumi bukve i jele. Većinom su u pitanju grmovi visoki 2 do 3 m, nastali sječom stabalaca. Sve tise na ovom sjenovitom i teško pristupačnom mjestu pokazuju jako dobar vitalitet. U ovoj skupini nalazimo više od 20 tisa.



Slika 157. Tise na lokalitetu Kaštel

### *Tisova kosa – Banjaluk*

Na lokalitetu nalazimo više tisa različitog uzrasta, od malih polegnih prilično degradiranih, do malih stabalaca jako dobrog vitaliteta. Cijeli lokalitet je u šumi bukve i jele, te sjeveru eksponiran. Tlo je dobro opskrbljeno vodom.

### **Lopata - Kreševo**

U ranijim tekstovima o tisi na području središnje Bosne, za područje Kreševa tise se ne spominju, izuzev u tekstu Balliana i Bejtića (2017). Ipak, novi nalazi potvrđuju pretpostavku da i ovdje ima tise. Ako krenemo od Kreševa ka fojničkom području tisu nalazimo odmah iznad Kreševa, na lokalitetu Vaganj - Vrela (Bunar).



Slika 158. Tise na Tisovoj kosi

### *Vrela*

Na ovom lokalitetu tise su prilično oštećene, jer su u blizini ljudskih populacija, koje tisu smatraju za sveto drvo i za cvjetnu nedjelju dolaze i odsijecaju grane. Tu je tisa u šumi jele i bukve, uz prisustvo velikog broja drugih vrsta, na nadmorskoj visini od 950 m, gdje na sjeveroistočnoj ekspoziciji nalazimo sedamnaest veoma interesantnih grmova. Geološka podloga su škriljci, koji osiguravaju dovoljne količine površinske vode, što odgovara tisama.



Slika 159. Tisa na lokalitetu Vrela

### *Kostajnica*

Sljedeći lokalitet je Kostajnica, gdje raste nešto toplija varijanta šume bukve i jele, a tise su se smjestile na sami greben. Tu je u pitanju jedna veoma interesantna skupina starih stabala tise, na istočnoj ekspoziciji. Tise u ovoj skupini imaju omjer spolova 50:50, a u skupini nalazimo obilje prirodnog pomlatka. Iako je skupina izolirana, i u njoj je zabilježeno odsijecanje stabalaca i jačih grana.

Nešto dalje od ove skupine nalazimo jedno soliterno stablo tise, visine oko 8 m. Riječ je o ženskom stablu koje je obilno rodilo sjemenom. Za razliku od prethodne populacije, ono je na sjevernoj ekspoziciji i egzistira u jako dobrim uvjetima.

Nažalost, nedavno su posječena sva stabalca tise na ovom lokalitetu.



Slika 16o. Tise na lokalitetu Kostajnica



Slika 161. Tise na Stražici



Slika 162. Tisa uz potok Nevru

### *Stražica*

Na mjestu Stražica kod lokaliteta Zlatarica sa nadmorskom visinom od 1250 m, uz sami rub šumske ceste i livade, postoji jedan grm, prije možemo reći poredili grm tise, jako devastiran odsijecanjem i kidanjem, koji svjedoči o njejoj rasprostranjenosti i na tom lokalitetu. Na samom lokalitetu Zlatarice, u šumi bukve i jele sa dobrim i obilnim pomlatkom, nalazimo i jednu manju skupinu tise od deset stabalaca. Tise su jako vitalne i moguće je naći i prirodni pomladak. U širem području je registrirano još oko 45 grmova i manjih stabalaca tise.

### *Nevra*

Dalje prema Deževicama, u kanjonu potoka Nevre, u hladnom i vlažnom staništu nalazimo jedno stablo tise, koje je nekada prevršeno te danas ima široku krošnjju.

### *Ploče potok*

Kod samih Drževica imamo tri lokaliteta sa tisama, prvi je lokalitet Ploče potok, sa većim brojem stabalaca i grmova tise. Tu tisu nalazimo na rubovima nekadašnjih livada koje su sada obrasle gustom vegetacijom, a promjeri su im od 5-15 cm, a visine od 6-7 m. Inače, čitavo to područje se naziva još Tisovik.

### *Gradac*

Iznad Drževica je lokalitet Gradac. Fukarek (1957) navodi šire područje, a za pretpostaviti je da je pisao o ovom



Slika 163. Tise uz Ploče potok



Slika 164. Tise na lokalitetu Gradac



Slika 165. Tise na Topića brdu

lokalitetu. Tu je još jedan lokalitet sjeverno od Drževica, također zvan Tisovik, gdje nalazimo pojedinačne grmiće koji su devastirani sustavnim odsijecanjem grana za cvjetnu nedjelju, ili komadića za amajlije.

#### *Inač*

Na planini Inač nalazimo dva lokaliteta sa tisama. Interesantno je da na oba lokaliteta nalazimo stare i jako dobro razvijene tise.

- Lokalitet Topića do je na 1220 m nadmorske visine, u šumi bukve i jele sa primiješanim plemenitim listačama, a na površini od 30 ha nalazimo 47 stabala tise. Na ovom lokalitetu nalazimo i najveća stabla tise u širem području, sa promjerima od preko 30 cm i pravilno formiranim deblom, te visinom od preko 10 m. Na lokalitetu je prisutno sustavno sječenje tisovih stabala od lokalnog stanovništva.
- Drugi lokalitet, Lokve, je na nadmorskoj visini od 1310 m, a u pitanju je otvoreno područje, gdje nalazimo 11 tisa, koje su izmiješane sa formacijom različitih grmova. Same tise su grmaste forme, što je posljedica redovitog odgrizanja mladih izbojaka. Za razliku od prethodnog lokaliteta ovdje prevladavaju termofilni floristički elementi.



Slika 166. Tise na lokalitetu Lokve

*Crna rijeka - Bušotine*

Na području Crne rijeke registrirali smo manju grupu stabalaca tise iznad potoka koji se ulijeva u istoimenu rječicu. U pitanju su tri lijepo razvijene biljke, ali na kojima je primjetno oštećenje iz prošlosti. Sve tise rastu na sjevernoj ekspoziciji u šumi bukve i jele, na tlu koje je vlažno tijekom cijele godine.



Slika 167. Tise u Crnoj rijeci

## Bjelašnica

Među prvim nalazima tise u Bosni i Hercegovini su nalazi sa planine Bjelašnice, o čemu piše Fukarek (1957), ali ne navodi ništa konkretno o stanju populacije.

### *Ljubovčićki potok*

Tisu na ovoj planini nalazimo u dvije izdvojene populacije na sjevernim i zapadnim padinama ove planine. Prvi lokalitet je Ljubovčići, gdje tisu nalazimo uz Ljubovčićki potok, visoko u stijenama. U pitanju je jedna jako dobro očuvana populacija, sa stabalcima koja imaju promjere oko 15 cm, te individue u vidu grmova na kojima se primijeti ljudski utjecaj. Ipak, populacija pokazuje vitalnost, a opstanak populacije garantira prirodni pomladak koji nalazimo sporadično u bukovo-jelovoj sastojini.



Slika 168. Tise Ljubovičkog potoka

*Mehina luka*

Druga populacija je Mehina luka, gdje u potocima koji se strmo spuštaju nalazimo brojne male grmove, koji grade male skupine tise. Cijela populacija je smještena duž zapadnih obronaka bjelašničkog masiva, odnosno Hranisave. Stabalca i grmovi se najčešće nalaze na strmom i teže pristupačnom terenu, koji je zimi izložen pojavi lavina.



Slika 169. Tise u Mehinoj luci

*Strugovi*

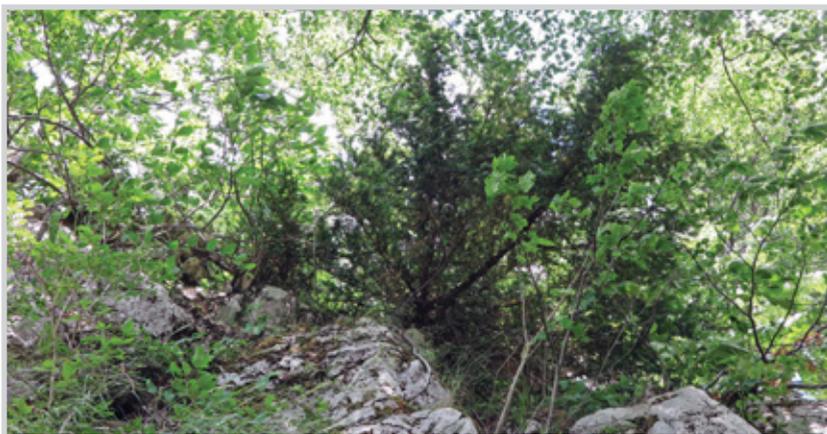
Iako se nalazi skoro na samoj granici šumske vegetacije, ova skupina tisa je sigurno povezana sa tisama koje nalazimo u području Mehine luke. Razlog tome je što se nalaze u istom slivu, ali na različitim nadmorskim visinama. U pitanju je skupina tise od deset do dvadeset primjeraka.



Slika 170. Tisa na Strugovima

### *Orlovci*

Na lokalitetu Orlovci, neposredno ispod stijena, nalazi se jedan primjerak tise. Za pretpostaviti je da ih je ranije bilo više, ali su posječene. Inače, ovaj lokalitet predstavlja logičku vezu sa skupinama tise koje nalazimo u jugozapadnom dijelu Bjelašnice.



Slika 171. Tise na lokalitetu Orlovci

*Tisovo brdo*

Sam naziv brda ukazuje na postojanje tise na njemu, ali danas je situacija znatno drugačija nego što ukazuje toponim. Tisu nalazimo samo na lokalitetu Tisove glavice, gdje je skupina od desetak komada različitog uzrasta izolirana na kamenim vapnenačkim blokovima, te okružena sekundarnom bukovom šumom. Same tise su zapadu eksponirane, te pokazuju jako dobar vitalitet. Obzirom na brojna oštećenja na njima izazvana redovitim odsijecanjem grana, vjerojatno da je lokalitet dobro poznat lokalnom stanovništvu. Samo odsijecanje je uvjetovalo da se tisa širi vegetativno granama, te čini jaku skupinu. Inače, u bližoj okolini primijećen je i par mladih biljaka generativnog podrijetla, što ukazuje na prisustvo muških i ženskih individua, te bi se uz male uzgojne zahvate ova skupina mogla proširiti.



Slika 172. Tisa na Tisovom brdu

*Krstića ravan*

Ova skupina tise je na samom kraju bjelašničkog masiva koji prelazi u planinu Preslicu, a ujedno je i blizu gornje granice šumske vegetacije. Tisu nalazimo u sekundarnoj šumi bukve sa sporadičnim

pomlatkom jele. Sama stabalca tise, odnosno većinom grmovi, su se smjestili na kamenim blokovima koji su eksponirani jugozapadu. Tise su različitog uzrasta, sa sporadičnim pomlatkom koji pokazuje dobar vitalitet. Također, kao i prethodna skupina, i ovdje je primijetan negativni ljudski utjecaj koji se ogleda u redovitom odsijecanju grana i malih debalca. I pored toga tisa pokazuje dobar vitalitet, te tendenciju širenja, jer oko lokaliteta nalazimo mlada stabalca i pomladak.



Slika 173. Tisa na Krstića ravni

Pored ovih dviju skupina ili populacija, u šumi se mogu naći pojedinačne tise između njih, što ukazuje na njihovu povezanost. Također, na ovoj planini tisa se širi ka istoku i prelazi na planinu Igman, a na zapad vjerojatno da bi se na planini Preslici također mogla naći pojedinačna stabalca ili grmovi.

### Igman

Iako je prilikom pisanja rada o tisama Igman bio u okviru fakultetskog školskog dobra kojim je upravljao Šumarski fakultet u Sarajevu, za ovu planinu Fukarek (1957) nije naveo tise. Inače, tise na



Slika 174. Tisa na Igmanu (posječena i tisov pomladak)

ovoj planini rastu na sjevernoj ekspoziciji koja je okrenuta ka Sarajevskom polju. Do prije šest godina mogle su se naći tri individue uz neposrednu šumsku komunikaciju nedaleko od Hrasničkog stana, ali su posječene od strane šumokradica, o čemu svjedoče panjevi. Danas možemo naći samo jednu grmastu tisu koja se prikrla u dubokoj šumi bukve, jele i smreke, koja raste na vapnencu, na sjevernoj ekspoziciji planine. Za pretpostaviti je da tisa na ovoj planini ima još, posebno u zoni dodira Igmana i Bjelašnice, ali i na sjevernim zaminiranim padinama Igmana, tako da još nisu registrirane.

### Zvijezda

Na području šumske uprave Vareš, odnosno planine Zvijezda, Fukarek (1957) navodi da ima mnogo više tise nego što to navode Beck (1903) i Protić (1898). Ipak, pri radu na ovoj monografiji to nismo mogli potvrditi, jer tisu nismo našli u naznačenim lokalitetima, iako je prisutna u brojnim dvorištima seoskih kuća u selima koja okružuju planinu. Tako smo tisu registrirali na jednom lokalitetu na ovoj veoma interesantnoj planini.

### *Delimusa*

U pitanju su tri tise koje se nalaze na jednom širem lokalitetu planine iznad sela Očevije. Jedna od njih se značajno razlikuje svojim dimenzijama jer je visoka oko 6 m i ima promjer oko 15 cm. Raste u sekundarnoj šumi bukve i jele sa primjesom plemenitih listača i smreke. Sve rastu na sjevernoj ekspoziciji, na nadmorskoj visini od 1100 do 1200 m.



Slika 175. Tisa na Delimusi



Slika 176. Tisa na Srednjoj planini



Slika 177. Tisa u Mednim dolama

### *Srednja planina*

Na ovom lokalitetu nalazimo jedno starije stablo u šumi bukve i jele sa smrekom, na nadmorskoj visini preko 1000 m. Stablo je na zapadnoj ekspoziciji i uživa dosta svjetlosti. Na stablu se vide ranija oštećivanja, iako je visoko oko 6 m i sa promjerom od oko 15 cm. Pojava ovog stabla ukazuje da je tise na ovom lokalitetu bilo mnogo više, ali je ljudskom nebrigom nestala.

### *Medne dole*

Kao i na prethodnom lokalitetu, i ovdje se nalazi jedno stablo tise. Također je u pitanju stariji primjerak, visine od oko 7 m i promjera oko 18 cm. Nalazimo ga u mješovitoj šumi bukve, jele i smreke.

## Tise kakanjskog područja

### *Trstionica*

U području gornjeg toka rijeke Trstionice, na lokalitetu Omladak, točnije na strmim padinama njene pritoke Borive, nalazimo skupinu stabala, više grmova, a tu su tise različite starosti, kao i pojedinačni primjerci u okolnim šumama. Tisa raste u šumi bukve i jele, a na primjercima su vidljivi antropogeni utjecaji, odsijecanje grana i manjih debalaca. Deblja stabalaca dostižu i 16 cm prsnog promjera. Također, od ovog lokaliteta u pravcu Ponijera postoji još jedno omanje stabalce.

### *Slagošćići*

Nedaleko od sela Vukanovića, u području Slagošćića, u devastiranoj šumi bukve i hrasta kitnjaka, gdje su sađeni obični borovi, nalazimo malu i veoma lijepu populaciju tise. Tise rastu pojedinačno, a nalazimo ih na nadmorskoj visini od 950 do 1050 m. Geološku podlogu predstavljaju silikatna breča i konglomerati vulkanogeno-sedimentnih formacija, dok je tlo kiselo smeđe. Većinom su u pitanju grmovi ili stabalca različitog uzrasta, a najveća dostižu visinu do 4 m. Na stablima i grmovima primijetne su devastacije jer lokalno stanovništvo sijech grančice za cvjetnu nedjelju, te se stoga ne razvijaju pravilno, a fenotipski izgledaju vrlo loše. Ipak, populacija je relativno brojna i pokazuje dobar vitalitet, što joj i pored svega garantira opstanak.



Slika 178. Tisa u šumama Trstionice



Slika 179. Tise kod Slagošćića



Slika 180. Tisa kod Ravašnice



Slika 181. Tise u populaciji Tvrtkovac

### *Ravašnica*

Na ovom lokalitetu nalazimo tri stabla tise sa promjerom koji dostiže 19 cm. Tise rastu u šumi bukve i jele, na jako nepristupačnom mjestu te su stoga uspjele da opstanu.

### *Pod Tvrtkovcem*

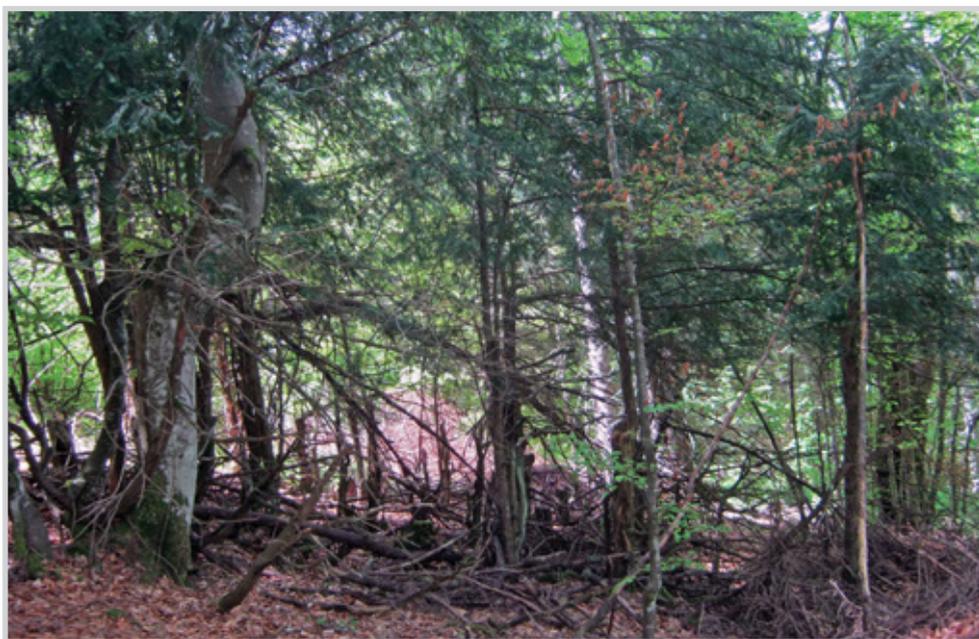
Južne padine Tvrtkovca, koji odvaja područje sela Podborja od Pepelara, poznate su po tisama. U pitanju su dva manja stabalca tise sa prsnim promjerom kod jednog od 7 cm, a drugo je grmaste forme, a rastu u šumi bukve i jele, ispod izvora rijeke Žuče, ka naselju Ponijeri.

### **Vukinjača – Ozren**

Na području srednjobosanske šumske uprave, u Srednjem, nalazi se u gospodarskoj jedinici "Ljubina – Visojevica" u predjelu Stojna Stijena na sjevernoj ekspoziciji i nadmorskoj visini od 1000 m jedna manja sastojina bukve, jele i tise. Tisa u njoj različitih je uzrasta, a poje-

dini primjerci su visoki od 6 do 8 m, sa promjerima i iznad 15 cm, ali je primjetno da je dosta sječena, a mogu se naći brojni ostaci posječenih tisa. Također, tu su i brojne grmaste forme koje svjedoče o ranijim sječama, kao i suhi panjevi te ostaci debala. Kako je u okolnim selima postojala tradicija izrade opreme za volovsku vuču od tisovala, to je i bilo za očekivati da je tisa jako sječena, jer se glavnina opreme izrađivala od tisovala. Ova, za naše prilike rijetka sastojina, stavljena je na inicijativu Zavoda za zaštitu spomenika u Sarajevu pod zaštitu, ali to je nije spasilo od devastacije, jer se sustavno i danas siječe.

Zbog svoje vitalnosti i brojnosti, tisa je molekularno obrađena, a pokazala je genetsku bliskost sa tisom iz Ajdinovića.



Slika 182. Tise na Vukinjači

### Trebević

Prema Fukareku (1957) na strmim padinama Trebevića kod Sarajeva (ispod tzv. Bijelih Stijena) nalazi se jedna skupina od desetak srednjodobnih tisovala. Ta se stabla nalaze u prilično devastiranoj bukovo-jelovoj šumi, na nadmorskoj visini od oko 1350 m, na



Slika 183. Tise na Trebeviću

sjevernoj padini planine. Na toj planini postoji i predjel "Tisovača", bar tako proizlazi iz starih topografskih karata, ali u njemu nije nađen nijedan primjerak tise. I pored naznačenoga lokaliteta teško smo uspjeti naći tise, iako smo planinu obišli više puta.

### Treskavica

Na planini Treskavici vjerojatno da postoje tise, ali je problem što je planina većim dijelom minirana. Poznato je od ranije, kako navodi Fukarek (1957), da su na lokalitetu ispod kote Zubci, našli jedno omanje, razgranjeno stabalce tise na gornjem rubu šume, pokraj stijena i točila. Prema Fukareku (1957), ovo osamljeno stabalce visoko je svega 2 m i na njemu se vidi da je ranije bilo često sječeno i kršeno, a također da se u okolnim šumama, po pričama seljaka, nalazilo se još nekoliko manjih stabalaca. Ipak, i pored rečenog, nalazimo jedan drugi lokalitet.

### Hojta

Ovaj lokalitet, iako je malo odvojen od matične Treskavice, spada u njen masiv, a na Hojti nalazimo jednu skupinu tise na jednom



Slika 184. Tisa na Hojti

lokalitetu. Ta skupina tisa se nalazi na sjevernoj ekspoziciji u šumi bukve, a do nje se teže dolazi jer je u zabačenom dijelu šume. U pitanju su, zapravo, tri male skupine smještene u tri vrtače. Prema rasporedu grmova, za pretpostaviti je da su tise vegetativnog podrijetla, odnosno da su se raširile od donjih grana nekadašnjih stabla tise koja su posječena. Kako ih je trenutno oko 20 komada različitog uzrasta, njihov opstanak nije upitan.

### Karaula

Na dijelu planine Karaula, poznatom kao Kula, nalazimo jedno stablo tise. Ta tisa se nalazi u registru starih, velikih i historijski značajnih stabala na području Tuzlanskog kantona, jer je postojala želja da se na taj način provede njena trajna zaštita.

Tisa nije velikih dimenzija, ali je prvo deblo visoko 6 m, s promjerom od 19 cm i procijenjenom starošću nadzemnog dijela od 43 godine, dok je drugo deblace manje. Obzirom na fenotip, možemo pretpostaviti da je nastalo izbojcima iz panja nakon što je posječeno staro stablo, na što upućuje jako razvijeni panj. Ovo stabalce je vjerojatno srodstveno povezano s populacijom koju nalazimo na području Drecelja, koji je u podnožju Karaule, te praktično dogleda ovo stablo na Kuli.



Slika 185. Tisa na Karauli

### Kladanj - Brateljevići

Za ovu populaciju možemo reći da se nalazi na udaljenim padinama Karaule, iznad Brateljevića, kao i nešto zapadnije od Djevojačke pećine. Tu, na lokalitetu Ljute strane, nalazimo manju skupinu tise u šumi bukve i jele, na istočnoj do sjeveroistočnoj ekspoziciji. Interesantno je da glavnu podlogu čine serpentinit i peridotit, a da se na lokalitetu gdje rastu tise pojavljuje otok vapnenca. U pitanju je oko 10 stabalaca i grmova sa primjetnim pomlatkom, što ukazuje



Slika 186. Tisa na lokalitetu Ljuta strana



Slika 187. Tise na lokalitetu Oskova

na njenu stabilnost. Pored toga prisutna je i dobna raznolikost. Neka od stabalaca imaju promjere oko 10 cm. Kao i kod drugih skupina tise, i ova je nekada sječena, ali se dobro oporavljala. Trenutno nije primijećeno novo sječene stabala ili njihovih dijelova.

### Konjuh - Zlača

U području Oskove, u dolini Zlače, nedaleko od Banovića, na padinama Konjuha nalazimo nekoliko tisa. Tu je stablo čija je visina do 10 m i promjer 25 cm, s procijenjenom starošću od 120 godina, a pravilno je razvijeno bez ikakvih negativnosti na deblu. Drugo stablo je visoko 8 m, s promjerom 18 cm i procijenjenom starošću od 112 godina, također dosta dobro razvijeno. Sve tise, bez obzira na dimenzije, pokazuju dobru vitalnost.



Slika 188. Tise na lokalitetu Jošje

### Jošje

Jošje se nalazi istočno od Stupara, te u bukovoj šumi na nadmorskoj visini od 700 m na istočnoj ekspoziciji brda nalazimo jednu manju skupinu tisa. Jedna od njih je značajnih dimenzija, ali tu ima i nešto grmova, kao i pomlatka koji se širi. Inače, tise pokazuju dobar vitalitet, a velika tisa je starosti oko 80 do 100 godina i ima dva debla.

### Sokolina

Do sada na ovoj planini nije bilo registriranih tisa. Tise smo registrirali na lokalitetu Bjeljevina uz sami potok Jezernicu. U pitanju je omanje stabalce sa promjerom preko 10 cm. Smješteno je u šumi bukve i jele. Pregledom okoline nismo našli druge tise kao ni prisutni pomladak. Drugo stabalce je također jedino na oko kilometar udaljenom lokalitetu Jezero ili Malo debelo brdo. Ono je nešto deblje, i smješteno je na platou

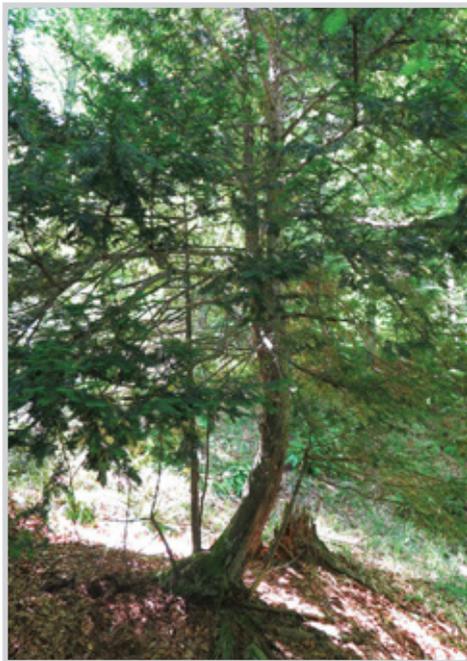
Sokoline, u šumi bukve i jele. Kako su i jedno i drugo stablo samci, ne možemo govoriti o populaciji, već samo pojedinim primjercima. Također, pregled litica Sokoline pokazuje naznake da bi se tise mogle naći i u njenim stijenama, ali je teren do stijena miniran i stoga za sada ne možemo donijeti valjan zaključak o tisama na toj litici.

### Han Pijesak

Na području Han Pijeska nalazimo nekoliko lokaliteta na kojima se javlja tisa. To su lokaliteti na sjevernim padinama planine Javor, te na planini Visočnik.

### Karaula – Žeženica

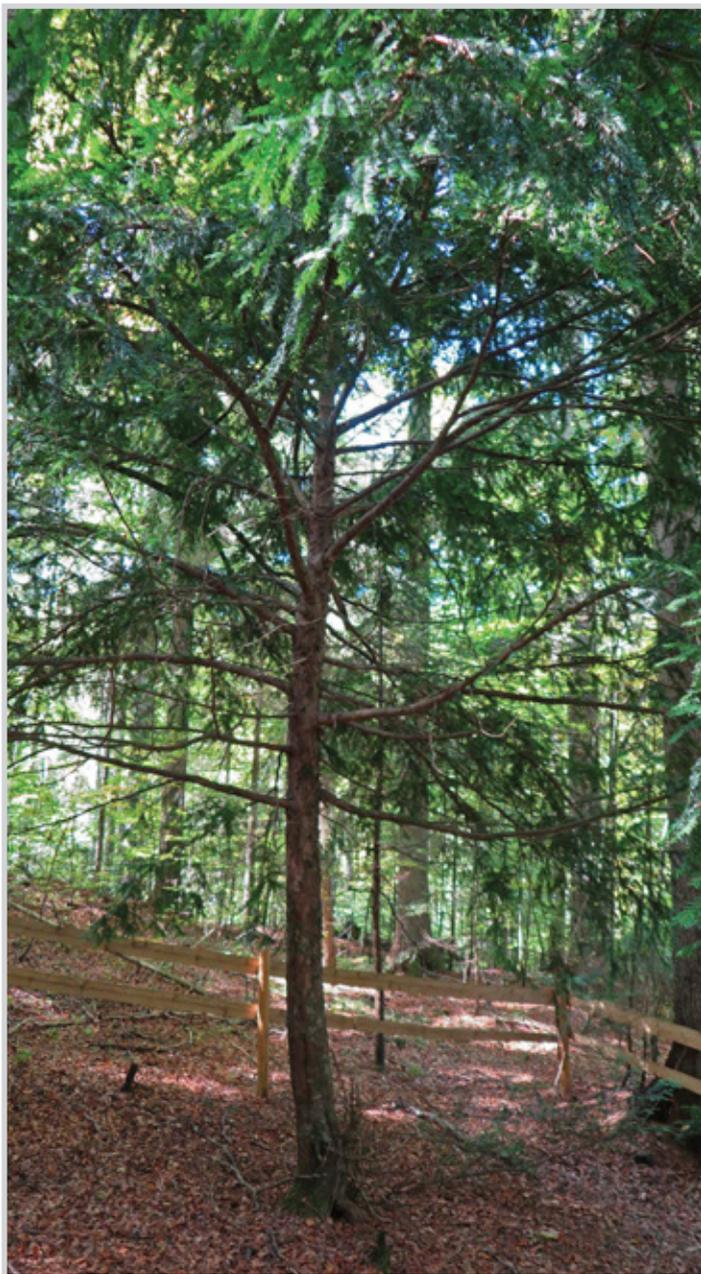
Na ovom lokalitetu je umjetno podignuta šuma, ali tisu nalazimo na staroj traci telefonske linije koja je vodila na Veliki Žep. Vjerojatno da je ptica donijela sjeme i, dok se odmarala na telefonskoj žici, sjeme se našlo na tlu i izniklo. Danas je tu mali grmić tise koji je ranije sječen i oštećivan kako od čovjeka tako i od životinja.



Slika 189. Tise na Sokolini



Slika 190. Tise na Karauli - Žeženici



Slika 191. Tisa na Javorniku kod Kraljevog polja

### *Javornik – Kraljevo polje*

Drugi lokalitet je na padinama Javora, a u pitanju je lijepo razvijeno stablo tise, promjera oko 20 cm i visine oko 6 m, koje raste u mješovitoj šumi bukve i jele sa smrekom. Tisa je jako dobrog vitaliteta, a lokalni šumari su je ogradili da spriječe pristup životinja, ali i da ukažu na njenu zaštitu. Iako je riječ o jako lijepom i starom primjerku, on je sam, jer u okolini nisu registrirana druga stabla tise.

### *Visočnik*

Visočnik je lokalitet na istoimenoj planini, gdje nalazimo također jedan jako lijep primjerak tise. Nalazi se u neposrednoj blizini šumske vlake, ali je također zaštićen ogradom. Na deblu su primjetna ranija oštećivanja, ali kako je zaštićen, njih je sve manje. Nekada je stablo bilo prevršeno, vjerojatno padom nekog posječenog ili srušenog stabla, te danas ima oblik bajuneta. Promjer je do 20 cm, a visina je oko 6 m. Pored ovog primjerka, nešto niže od njega i više od njega, nalazimo još dva stabla tise manjih dimenzija, na kojima su primjetna jača oštećivanja od sječe susjednih stabla, kao i divljači.



Slika 192. Tise na Visočniku

## Javor - Srebrenica

Još davne 1957. godine, u svom opširnom djelu o rasprostriranju tise u Bosni i Hercegovini, Fukarek navodi da se uz rijeku Drinu mogu naći stabla i grmovi tise, ali ne precizira nalazište. Tako on piše: *"Tise ima također i u predjelima oko rijeke Drine. Sa područja šumske uprave u Srebrenici nije primljen nikakav izvještaj, ali, poznavajući te krajeve, možemo pretpostaviti da se i tu nalazi tu i tamo pokoje stablo ili manja grupa tisovih stabala u jelovo-bukovim šumama, koje tu imaju mjestimice još uvijek prašumski izgled."* Naknadno dobiva izvješće s terena i u fusnoti bilježi: *"Naknadno primljeni izvještaj šumske uprave u Srebrenici (ing. Sulejmanović) govori o dva, do sada još nezabilježena nalazišta tise na području oko rijeke Drine. Jedno nalazište se nalazi u gospodarskoj jedinici »Luka« (odjel 61), na mjestu zvanom Podcerni Vrh, a drugo u predjelu Dubrave. Na prvom lokalitetu nalaze se dva, na drugom pet primjeraka, približne debljine od oko 10 cm i visine između 1,2 do 2,5 m. I na jednom i na drugom mjestu nije moguć pristup."* Iz ovoga se saznaje mnogo, ali nam to ništa nije značilo za nova terenska istraživanja tise na tom području, jer se situacija tijekom proteklih 55 godina značajno izmijenila.

Iako se iz izvještaja može naslutiti gdje se nalaze tise, nitko nije poduzeo aktivnosti na tome da tise detaljno obradi i zaštiti. U pitanju je jedno veoma interesantno područje, sa veoma bogatim i vrijednim šumama u kojima se ističe Pančičeva omorika, te sa dubokim i neprolaznim kanjonom rijeke Drine, koji je 1947. godine zahvatio veliki požar te je svo raslinje na liticama izgorjelo. Tada su izgorjele brojne populacije Pančičeve omorike, o čemu piše Fukarek (1951), uz poneko preživjelo stabalce ili grm u sjenovitim i vlažnim uvalama, te je vrlo vjerojatno tako stradala i tisa. Kasnije to za biološku raznolikost veoma važno područje između ušća rijeke Žepe i Sušice sve više gubi na značaju. Tijekom 1960-tih godina dolazi do izgradnje brane za hidrocentralu u Bajinoj Bašti, kada se stvara umjetno jezero i potapaju svi mali prohodni putevi donjeg dijela kanjona. Tada se kanjonska prohodnost koja je bila minimalna potpuno gubi jer se sada u jezero direktno spuštaju strme stijene kanjona. Zbog svega toga, požara i jezera koje je potopilo putove, to područje nije bilo interesantno za istraživanje, mada ga je prije velikog požara krasila velika biološka raznolikost, a koja je i sada, nakon 69 godina pošto je požar uništio, evidentna na svakom koraku.



Slika 193. Tisa na planini Javor

Istražujući nove populacije Pančićeve omorike, koja se ponovo pojavila na opožarenom dijelu kanjona, tijekom ljeta 2015. godine, na širem području kanjona rijeke Drine, a koje u svom djelu iz 1957. godine spominje Fukarek, na području Sušice odnosno užem lokalitetu zvanom Rogovi, te nešto južnije na lokalitetu Polanski potok, kao i Zagrđen te Kruševački potok, registrirana su pojedinačna usamljena stabalca tise, više po formi grmovi nego stabalca, a na njima se može primijetiti podrezivanje grančica. Sve tise rastu na sjeveroistočnoj ekspoziciji, u mezofilnim udolinama, koje se kao strugovi strmo spuštaju ka rijeci Drini. Sve tise nalazimo u srednjobnim sastojinama bukve i graba, koje nad stojnom etažom drveća dobro zaklanjaju tise, a uz njih su pojedinačno primiješani Pančićeva omorika, crni bor, gorski javor, poneka medvjeda lijeska, te raznovrsno i brojno grmasto rastinje. Pored tih osamljenih tisa pojavljuje ih se još nekoliko primjeraka nešto niže u kanjonu, gdje je prohodnost već jako slaba ili nikakva, te gdje počinje donji dio sastojine Pančićeve omorike koja je zaposjela površinu od 3 ha.

Kako su u pitanju mladi primjerci, oni su se vjerojatno naselili na to područje nakon velikog požara, jer nisu primijećeni tisovi panjevi. Može se za pretpostaviti da je u okolini postojalo više stabala tise, koja su naplodila opožareni dio kanjona i počela izgrađivati novu populaciju. Možda su tu ulogu odigrala upravo stabla o kojima piše u svom djelu Fukarek, ona sa lokaliteta Dubrave ili Podcerni vrh, a možda su ptice donijele sjeme sa nekog udaljenog lokaliteta. Možda čak iz susjedne Srbije, odnosno iz Nacionalnog parka "Tara" koji je točno preko puta našeg nalaza, a u kojem također egzistira tisa.

Nas ipak raduju ovi mali nalazi, jer je sad to područje tijekom zadnjeg rata u Bosni i Hercegovini napušteno od strane ljudi, te je priroda prepuštena sama sebi, a u takvoj situaciji tisa će opstati i dalje se širiti nedostupnim i neistraženim dijelovima kanjona rijeke Drine.

### Sušica

Na strmim vapnenačkim liticama Sušice koje gravitiraju rijeci Drini, na lokalitetu koji je poznat kao Rogovi, nalazimo nekoliko grmastih formi tisa. U pitanju su grmovi visine do 3 m, a promjer grma je oko 2 m, sa obiljem izbojaka koji su ga formirali. Tise se nalaze na nepristupačnim mjestima i samo dobri poznavaoци terena mogu stići do njih.



Slika 194. Tisa u Sušici iznad Drine

### Drina - kanjon

Na liticama kanjona Drine, na području novoosnovanog Nacionalnog parka, nalazimo manju skupinu tisa. Do njih se može doći samo čamcem, a lokalitet je poznat kao Šipovo točilo. U pitanju su grmaste forme tise, ali na otvoru jedne manje pećine se može naći i veći panj, što pokazuje da su tu rasli i veći primjerci. Ta je velika tisa odsječena kada se do nje moglo doći čamcem, možda nekih 15 godina unazad, jer je panj još zdrav. Ipak, ta stara tisa je ostavila potomstvo koje je u obliku nepravilnih grmova, s time da će i oni vjerojatno kasnije dati deblo.



Slika 195. Tisa u kanjonu Drine

## Drina - Badanj

Na stijeni u kanjonu rijeke Drine, na lokalitetu Badanj, nalazimo dva interesantna grma tise. Tise rastu horizontalno iz vapnenačke stijene, ali ipak pokazuju dobru vitalnost s obzirom na slabu opskrbljenost hranjivima i vodom. Inače, na tom mjestu ispod stijene na kojoj rastu tise do izgradnje brane na rijeci i plavljenja kanjona jezerom kovani su splavovi, a splavari su vjerovali da tise splavovima donose sreću.



Slika 196. Tise na liticama Badnja

## Vihra - Višegrad

O lokalitetu tise kod Višegrada, blizu sela Bjegojevići, na predjelu Vihra, se već veoma dugo znalo. Sama Vihra je vrh sa oko 1200 m nadmorske visine, koji je obrastao prelijepom šumom crnog bora koja se dugi niz godina smolarila. Interesantno je da Vihru grade serpentinsko-peridotitne stijene, te je ovo jedina skupina tise koja se javlja na ovoj geološkoj podlozi u Bosni i Hercegovini. Prema jedinjoj dostupnoj literaturi još iz davne 1957. godine (Fukarek 1957), na ovom lokalitetu se tisa javlja na nadmorskoj visini od 850 do 1000 m, te postoji oko 60 malih kržljavih stabala visine do 50 cm, prema izjavi ing. S Krese. Ipak, situacija na terenu je potpuno drugačija.

To područje je do prije 40 godina bilo dobro naseljeno, o čemu svjedoče brojne stare kuće, sa stanovništvom koje se bavilo zemljoradnjom i stočarstvom, ali je industrijalizacijom počela migracija i napuštanje tog područja. Većina stanovništva se iselila ka obližnjem Višegradu, Rudom, pa i Sarajevu. Do potpunog napuštanja ovog područja doveo je zadnji rat, te sad na jednom velikom području živi par obitelji, osoba starije dobi.



Slika 197. Tisa na Vihri

Samo putovanje do Vihre je prilično dugo i naporno. Od Višegrada do Vihre vodi loš makadamski put koji kiše veoma brzo razrove. Kako je sam lokalitet smješten pod samim vrhom brda, od glavnog makadamskog puta do njega vodi jedan šumski zemljani put u jako lošem stanju. Inače, cijeli makadamski put, 30 km, je u jako lošem stanju i može se prevaliti samo dobrim terenskim automobilom.

Sam lokalitet gdje se javljaju tise se zove Paštan brdo, a tise nalazimo u odjelu broj 196, kojim gospodari Šumarstvo Panos iz Višegrada. U šumi gdje se izmjenjuju crni borovi sa bukvom koja zauzima

mezofilnije terene, obično sjeverne ekspozicije, i jarugama nalazimo i kržljava stabalca tise, prilično oštećena od učestalih sječa. Za razliku od navoda u staroj literaturi, tise ipak ima mnogo više, a na šumskoj prostirci se može naći jako mnogo pomlatka. Kako stabalca koja smo našli u šumi, izgleda, veoma slabo rađaju sjemenom, a imamo obilje pomlatka, krenuli smo u detaljniji obilazak jer je sve ukazivalo na prisustvo odraslih stabala koja redovito i dobro rađaju sjemenom. Na putu ka obližnjoj kući vlasnika Jovana Tube počeli su se pojavljivati sve bolji primjerci tise, naročito uz njegovu ogradu. Kako je vlasnik napustio imanje te odselio u inozemstvo, ušli smo u posjed i naišli na nešto što se jako rijetko može sresti kod nas. Krećući se ka samoj kući, oko puta se mogla primijetiti skupina tisa, sa promjerima od 10 do 25 cm, te brojni pomladak. Sva stabla su tu samonikla, nisu prenošena, iako je oko njih obradiva površina. Tako se do kuće vlasnika smjenjuju veća i manja stabalca, s jedne i druge strane puta. Kada se dođe do kuće Jovana Tube, odmah se na sjevernoj padini iza kuće i štale mogu primijetiti stara stabla tisa koja strče iz voćnjaka, odnosno livada, u manjim skupinama. Odmah se može primijetiti njihova impozantnost, odnosno veliki prsni promjeri na deblima, obično od 20 do 30 cm, mada ima i tanjih, a visine im se kreću oko 8-15 m. Krošnje stabala su pune, pravilnog oblika i odlične vitalnosti. Sama stabla tise pokazuju dobru vitalnost jer nisu oštećivana, osim što su im redovito skidane donje grane.

Detaljnim pregledom tisa i njihove pozicije možemo reći da je podrijetlo prirodno i da su se tu našle na prirodan način, a da ih je vlasnik krčenjem šume oslobodio i sačuvao kao sveto drvo, te podigao voćnjak oko njih, i da ih se poštivalo kroz generacije. To im je osiguralo budućnost koja seže do današnjih



Slika 198. Tise u vrtovima Vihre

dana. Tako danas u posjedu Jovana Tube ima oko 50 odraslih stabala tise, koja obitelj čuva i pazi. Starosti tisa su različite, od 20 do 120 godina, a vjerojatno da poneka ima i više. Također je vjerojatno da su vlasnici, prilikom pojave pomlatka tisa u posjedu, isti štitili od stoke ograđivanjem i negovali ih dok nisu izrasle iz njihova dohvata. Prilog toj tvrdnji je i današnji brojni pomladak različitog uzrasta koji nalazimo na tom imanju.

Inače, pregledom ovih tisa mogli smo primijetiti da ih je oko 50% ženskog spola, dok su druge odavale muški spol, mada bi to trebalo još par puta provjeriti, da bi se donio sud o njihovoj spolnosti.

Kako su ova stabla samo pod zaštitom lokalnog seoskog stanovništva, daljnje aktivnosti oko ovih pet stabla bi trebale voditi u pravcu njihove konzervacije i zaštite kao spomenika prirodnog naslijeđa. Na taj način bi se osigurala svijetla budućnost ovoj nadasve

interesantnoj vrsti, te bi smo je sa sigurnošću mogli ostaviti pokoljenjima koja dolaze.

#### *Paštan brdo*

Pored tisa na lokalitetu Paštan brdo, ima još jedan interesantan nalaz u ovom području. To je tisa na lokalitetu Kruševica, uz sami potok Kruševica, kod kuće Borke Savić. Tu uz potok u gustom raslinju nalazimo jednu staru tisu promjera oko 30 cm, i visine oko 8 m, prilično vitalnu. Kako se tisa tu našla nije poznato, ali je za pretpostaviti da je sjeme donijela ptica sa višeg lokaliteta, Vihre, te da je tu u povoljnim uvjetima sjeme izniklo, a lokalni stanovnici da su štitili to stablo te je opstalo do danas, jer na stablu nema vidljivih oštećenja.



Slika 199. Tisa u šikari na Paštan brdu

## Šip - Višegrad

Na području Šipa, koji je obrastao šumom crnog borana peridotitsko-serpentinskoj podlozi, nalazimo i tisu. Tisu nalazimo u donjoj etaži sastojine sa crnim grabom, brekinjom, crnim jasenom i drugim termofilnim vrstama, na jednoj maloj zaravni. U pitanju je manje stabalce, koje je jako dobro razvijeno i pokazuje dobru vitalnost. Kako je sav predio jako zarastao i neotvoren, za pretpostaviti je da se pored ovog, oko 4 m visokog stabalca, moglo naći još tisovih stabalaca ili grmova.



Slika 200. Tisa na Šipu

### Stakorina - Čajniče

U Čajniču, na lokalitetu Cecelj, na nadmorskoj visini od 900 m, imamo jednu od interesantnijih populacija tise, koja je ugrožena od čovjeka i prirodne sukcesije. U pitanju je jelovo-smrekova šuma koja se nalazi odmah iznad starog i napuštenog hotela, na kvalitetnom tlu sjeveru eksponiranome. Tise su većinom mlade i male, ali se na nekim većim primjercima, koji se kreću do 3 m, primijeti oštećivanje od lokalnog stanovništva. Također primjetan je i generativni pomladak koji je ugrožen od brojne kupine koja prekriva cijelu površinu.

Ova sastojina, koju već ranije kao nalazište tise spominje Murajev (prema Fukareku 1957), stavljena je sedamdesetih godina prošlog stoljeća pod zaštitu, jer se u njoj blizini nalazi populacija rijetke jagljike ("Blagajev likovac" – *Daphne blagayana* Frey).



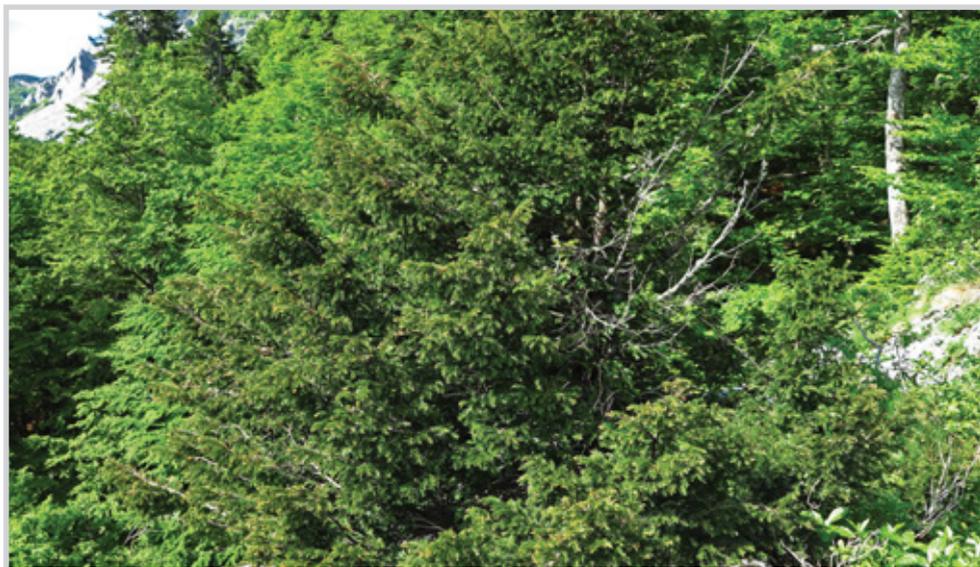
Slika 201. Tisa na Stakorini

## Zelengora

Planina Zelengora se većim dijelom nalazi u okviru Nacionalnog parka Sutjeska. Prekrivena je prelijepim šumama bukve i jele, sa dobro očuvanom vrsnom i genetskom raznolikošću, tako da na planini nalazimo i tisu. Sama tisa nije kontinuirano rasprostranjena, nego je u pitanju više manjih skupina i pojedinačnih stabala.

### *Runjava glavica*

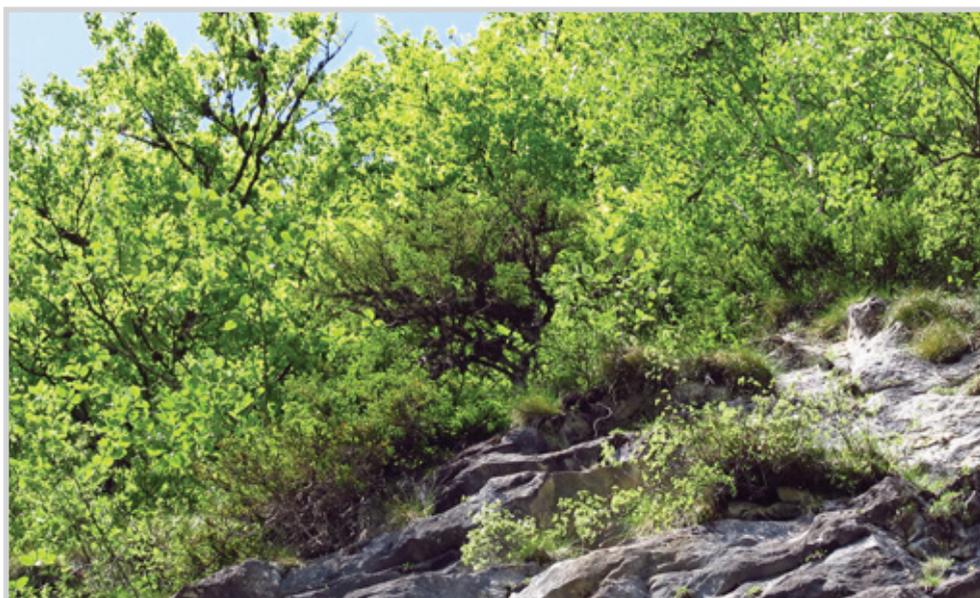
U pitanju je kamena uzvisina iznad Elezove livade, koja strši iz šume bukve i jele. Na samoj stijeni u raspuklini se nalazi lijep primjerak tise, dobro razvijen, sa jednim manjim debalcem. Obzirom na nesrazmjer bočnih grana i debalca evidentno je njegovo ranije rezanje, što se detaljnijim pregledom može i utvrditi kada se razmaknu grane. Inače, ta je tisa na otvorenom i ima mogućnost cjelodnevnog uživanja svjetla, što daje punoću granama. U okolini smo pokušali naći još tisa ali ih nismo registrirali, iako smo upozoreni da postoji nekoliko malih poplegli primjeraka. Zbog prisustva samo jednog primjerka, koji smo vidjeli, postoji opasnost potpunog iščezavanja tise na ovom lokalitetu.



Slika 202. Tisa na Runjavoj glavici

### *Džafer potok*

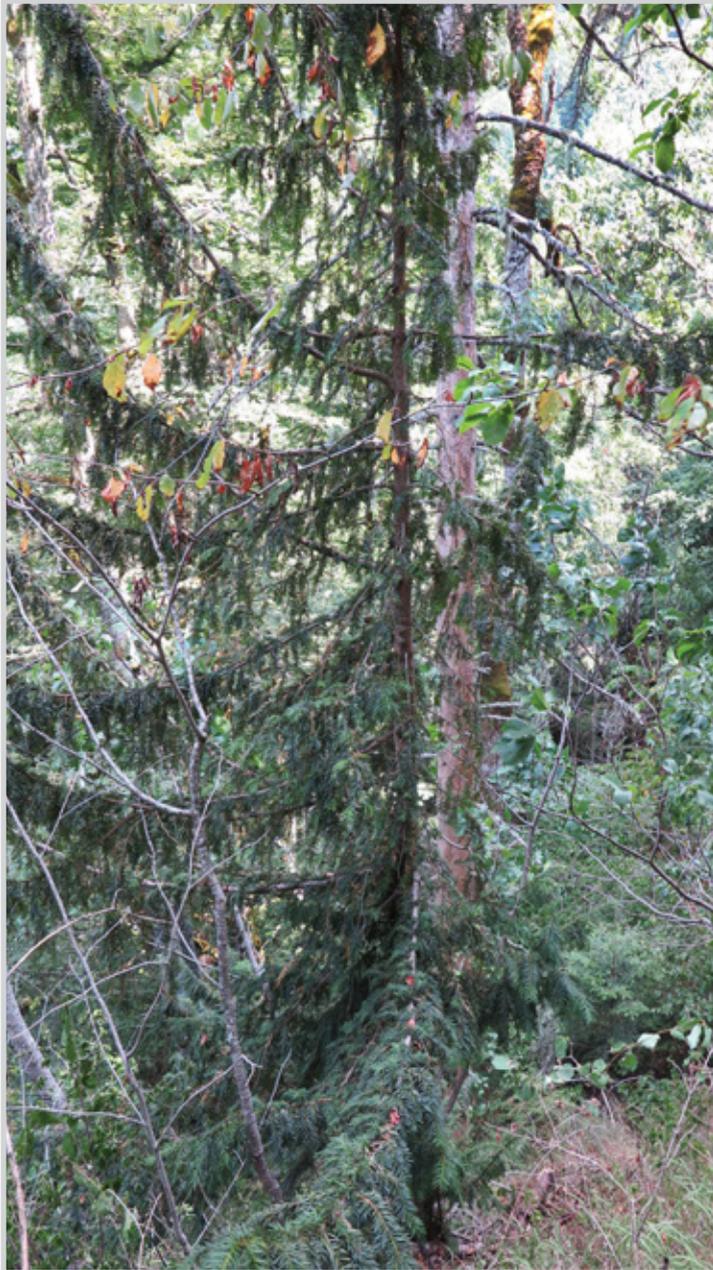
Predstavlja strme stijene iznad potoka koji ističe iz Jugovog jezera i kasnije gradi rječicu Govzu. U tim stijenama, dosta visoko, na nepristupačnom mjestu postoji jedan manji grm tise, koji je stisnut od okolne vegetacije i slabo uočljiv. Ispod stijene nismo registrirali pomladak, te je riječ vrlo vjerojatno o muškom primjerku.



Slika 203. Tisa na stijeni Džafer potoka

### *Pašina ravan*

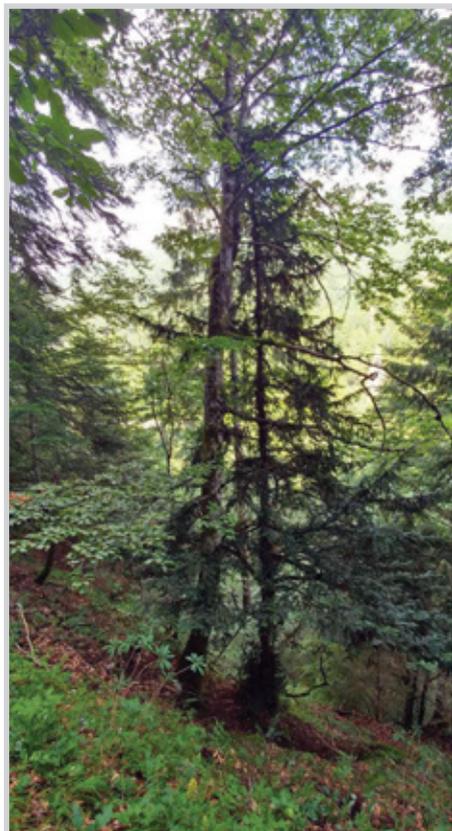
Iznad Radomišlje, na kamenim padinama ispod Pašine ravni ka Prisoju, nalazimo na nepristupačnim mjestima stabalca i grmove tise. Tisa tu raste na sjeverozapadnoj ekspoziciji u mješovitoj šumi bukve i jele, ali nalazimo još dosta javora i jasena. U pitanju su manja stabalca visine do 4 m i poredili grmovi na kojima je primjetno odsijecanje grana, ali i dalje pokazuju dobar stupanj vitalnosti. Kada smo posjetili ove tise nismo bili u stanju da odredimo spolnu strukturu, ali je za pretpostaviti da su u skupini prisutna oba spola. Za pretpostaviti je da se u okolnim nepristupačnim kamenim liticama nalazi još stabalaca i grmova tise, koja je tu našla sigurnost.



Slika 204. Tisa na lokalitetu Pašina ravan



Slika 205. Tisa na Srijemuškoj luci



Slika 206. Tisa na Debeloj međi

### *Srijemuška luka – Stari katun*

Ovo je lokalitet gdje tisu nalazimo na gornjoj granici šumske vegetacije, u šumi bukve i jele. Cijeli lokalitet je jugu eksponiran, a šuma ima prašumsku strukturu iako su ranije vršene sječe. Tako u sastojini nalazimo velika prezrela stabla jele. Same tise su se tu smjestile na sjenovite kamene blokove. U samoj sastojini nalazimo više tisa, kako muških tako i ženskih, te dosta pomlatka koji pokazuje tendenciju širenja. Dvije stare tise, jedna muška, a druga ženska, pokazuju svojim habitusom da su kroz povijest sječene, vjerojatno od stočara koji tu borave u katunima, te da su dijelove drva koristili za magijsku zaštitu ovaca i krava. Ipak, tise su se dobro oporavile, te iz grmova da-

nas možemo vidjeti i manja stabalca, te obilje polehlih grana koje se ožiljavaju. Obzirom na prisustvo pomlatka u okolici, njima ne prijete nestanak.

#### *Debela međa iznad Vukovog klanca*

Ovo je lokalitet gdje nalazimo jednu tisu na gornjoj granici šumske vegetacije, u šumi bukve i jele. Tisa je visoka 8 m, sa promjerom od 18 cm, te brojnim izbojcima iz panja. Sama tisa pokazuje dobru vitalnost i nema oštećenja. Cijeli lokalitet je sjeveru eksponiran, a šuma ima prašumsku strukturu gornje granice šumske vegetacije. Postoji vjerojatnost da je tisa podrijetlom s lokaliteta Srijemuška luka – Stari katun, jer je samo planinskim prijevojem odvojena od te male populacije.

#### *Tisova glavica*

To je lokalitet na južnim padinama Zelengore, a u pitanju je jedno stablo, odnosno veći grm tise sa koga su goinama odsijekali grančice koje su se koristile u spiritualne svrhe. Stablo nalazimo u dolini potoka Jabuka, ispod lokaliteta Tisova glavica. Trenutno je tisa ugrožena izgradnjom male hidroelektrane, kao i sav okolni ekosustav. Za sada pokazuje dobar vitalitet.



Slika 207. Tisa na lokalitetu Tisova glavica

#### **Vukova planina**

U masivu Vukove planine koja dominirana na južnoj strani Borča, također nalazimo tise u šumi bukve. Na području Borča tisevo drvo je stoljećima korišteno kao sveto drvo, te su sve kuće u Borču imale bar jedan komadić tiseva drva. Ovo je dovelo do toga da je tisa nestala sa brojnih lokaliteta, ali je ipak nalazimo na zabačenim mjestima za koje zna lokalno stanovništvo te je i danas koristi za spiritualne svrhe.

*Lončar kuka*

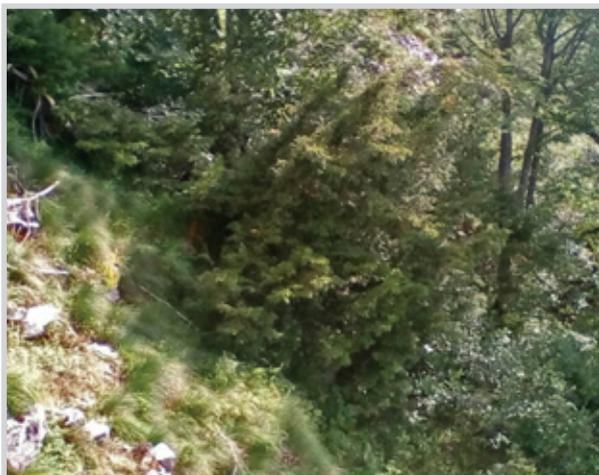
Na ovom lokalitetu tise nalazimo na rubu bukove degradirane šume koja prelazi u stijene, kao i na stijenama samog kuka, te u okolnoj bukovoj šumi. U pitanju je veći broj grmova i stabalaca različitog uzrasta i vitaliteta, a prisutan je i oskudni pomladak. Tise koje se nalaze u samoj bukovoj šumi su slabijeg vitaliteta zbog sklopljenosti krošanja bukve, ali ne možemo reći da im ekologija ne odgovara. Na širem lokalitetu nalazimo preko 50 individua. Na većim stabalcima i grmovima su vidljivi tragovi odsijecanja grana i oštećivanja debla. Kako je nakon zadnjeg domovinskog rata ovo područje raseljeno, odmah je došlo do obnove u ovoj populaciji.



Slika 208. Tise na stijenama Lončar kuka

### *Mjedena glavica*

Ispod vrha Mjedena glavica tisu nalazimo u bukovoj šumi na nekih 500 m sjeverno, na vapnenačkim blokovima, gdje se smjestilo desetak manjih stabalaca i grmova. Tise pokazuju dobru vitalnost, posebno one koje rastu kao rubna stabla šume. Ovaj lokalitet je blizak lokalitetu sa tisama na Lončar kuku.



Slika 209. Tise na Mjedenoj glavici

### **Vučevo**

#### *Granica sa Crnom Gorom*

Na Vučevu, kod same granice sa Crnom Gorom, u šumi bukve i jele nalazi se jedno stabalce na prevoju između dviju vrtača. Stabalce je ranije oštećeno, vjerojatno prilikom sječa koje se tu obavljaju redovito, te ima oblik grma, ali se jedna od grana uspravila i daje osnovno deblce. Dosta grana je pleglo te su u fazi ožiljavanja. U bližoj okolici nisu registrirana druga stabalca, ali su vjerojatno prisutna. Otežavajuća okolnost je blizina državne granice, a za pretpostaviti je da bi se tise mogle naći na crnogorskoj strani.



Slika 210. Tisa na Vučevu

## Konjic – Prenj

Za područje Konjica možemo reći da je u Bosni i Hercegovini najbogatije tisovim populacijama i pojedinačnim stablima (grmovima), koja se javljaju na brojnim lokalitetima. Inače, planina Prenj predstavlja jedan od najznačajnijih europskih endemskih centara, sa preko 90 drvenastih vrsta, među kojima posebno mjesto zauzima tisa. Na tom relativno malom prostoru javljaju se različite biljne zajednice, među kojima svoje mjesto ima i tisa. Tisa je zauzela svoje mjesto kako na višim nadmorskim visinama, gdje se osjeća manji utjecaj mediteranske klime, tako i na nižim, sa jačim utjecajem.

Sama planina Prenj predstavlja pravu tisovu riznicu o čemu izvještavaju brojni bosanskohercegovački botaničari. O njenom rasprostranju na Prenju piše još prije sto godina Beck u Flori Bosne i Hercegovine i Novopazarskog Sandžaka, Maly u Prilozima flori BiH. Ti autori navode lokalitete u gornjoj dolini Idbra, na pravcu prema Tisovici, kod Grabovice, na obronku Glogova spram Neretve. Za razliku od njih, Fukarek (1957) u svom radu "Tisa (*Taxus baccata* L.), njena nalazišta u Bosni i Hercegovini i njihova zaštita" još dodatno navodi bukove šume Rakova Laza u Bijeloj i u području Crvene zemlje sa većim primjercima. Nadalje, Fukarek navodi područje Boračke Drage sa jednim prilično devastiranim stablom, te još nekoliko manjih stabala na putu za Crno Polje u šumi jele i bukve. Ipak, Fukarek nije obuhvatilo sve lokalitete na kojima se javlja tisa. U molekularnim istraživanjima tise koja su proveli Tröber i Ballian (2011), navodi se i lokalitet Kule, koji će biti detaljno prikazan kao Kula - Dugo polje. Također, postoje i brojne pojedinačne tise na sjevernoj padini Prenja, a jedan veoma interesantan nalaz tise je iznad sela Zaslivlja, gdje jedno stablo tise ima promjer oko 20 centimetara. Dalje ćemo se osvrnuti na neka od najznačajnijih nalazišta tise na ovoj planini.

### *Kula – Dugo polje*

Lokalitet Kula je jedno šire područje Prenja iznad Boračkog jezera, na kojem postoje dvije odvojene populacije tise. Jedna populacija se nalazi na jugoistočnom dijelu iznad Dugog polja, a izgrađena je od grmastih formi tise, što je posljedica jakog ljudskog utjecaja koji se ogleda i stalnim sječama tisovine. U toj populaciji prema dimenzijama nemamo značajnijih primjeraka.



Slika 211. Tisa na Dugom polju

### *Kula – Boračko jezero*

Druga populacija je na višoj nadmorskoj visini, 1350 m, a stabla rastu u samim stijenama, na ekstremno lošem staništu za tisu, gdje velika strma padina koja se podiže s Boračkog jezera prelazi u manji šumski plato. Ta grupa stabala tise je veoma interesantna, jer je grade stabla sa većim promjerima, odnosno jako starim stablima za prilike koje vladaju u Bosni i Hercegovini. Do sada se mislilo da je na Prenju najstarija tisa koju nalazimo u području gornjeg toka Idbra, sa promjerom od oko 40 cm, no to je jako mali promjer za tise koje imamo na lokalitetu Kule. Na našem lokalitetu smo registrirali 5 stabala tise jako velikih dimenzija koje se kreću od 60, do jedne od 190 cm. To su i prilično oštećena stabla, iako pokazuju visok stupanj vitalnosti. Zbog udara munja u njih šuplja su i u veliko stablo mogu stati tri mršavija ili dva krupnija muškarca. Kao i na svim drugim lokalitetima primjetno je odrezivanje tisovih grana koje traje već dosta dugo, a što upućuje da su neki od lokalnih stanovnika znali za ovaj lokalitet i redovno dolazili i odrezivali grane. Stoga sada samo možemo zamisliti kako je izgledalo veliko stablo sa brojnim granama, sigurno je bilo veličanstveno kao i sama planina Prenj.

Obzirom na oštećenja veoma je teško procijeniti starost većeg, ali i manjeg stabla tise. Ipak, poznavajući sva stara stabla tise i mjesta gdje rastu u Bosni i Hercegovini (u Bukovu Dolu, Pepelarima, Ugodnoviću, Tisama na Čvrnsnici), a to su veoma povoljni uvjeti, za ovo koje raste u nepovoljnim uvjetima možemo sa sigurnošću reći da je najstarije. Kako je na lokalitetu Kule ekstremno stanište, prije svega sa jako kamenitom podlogom, uz promjer od 190 cm, sa sigurnošću možemo kazati da je stablo tise staro od 1500 do 1700 godina. Kao takvu, ovu tisu možemo slobodno kandidirati za najstarije stablo u Bosni i Hercegovini. Samom kandidaturom bi zaslužilo i posebnu brigu i zaštitu. Treba napomenuti da se prošlogodišnji požar koji je poharao planinu Prenj zaustavio na samo par desetina metara od tise, a mogao je i nju uništiti da nije bilo brige lokalnih šumara koji su u zadnji trenutak zaustavili vatru, ne znajući kakvu su vrijednost spasili.

### *Boračko jezero*

Tu su i brojna pojedinačna stabla tise koje nalazimo na strmim padinama Prenja iznad Boračkog jezera, a različitih su dimenzija i znatno oštećena odsijecanjem grana.



Slika 212. Tise na Kuli



Slika 213. Tisa iznad Boračkog jezera

### *Dabića poljana*

Na Velikoj poljani poznatoj kao Dabića poljana, a koja gravitira ka Rujištu, nalazimo najveću populaciju tise na Prenju, sa bezbroj grmova smještanah na rubu šume, ali i širom livada. U pitanju su veoma vitalne tise grmolikog oblika, ali ima i pojedinačnih manjih stabala bujne krošnje jer rastu na otvorenom. Kako je u pitanju stočarski kraj, stoka povremeno odgriza donje grančice, što se može primijetiti na njihovom nepravilnom grananju. Na ovim tisama se mogu uvijek primijetiti i brojne ptice.

### *Konjička Bijela*

U dolini Konjičke Bijele, praktično uz same litice Borašnice, nalazimo brojne grmaste tise, ali i manja stabalca smještena u šumi bukve i javora na morenskom nanosu. Tise pokazuju dobar vitalitet, ali nije primijećen pomladak. U zabačenijim dijelovima gornje Bijele se mogu naći i deblji primjerci tisovih stabalaca, i preko 10 cm prsnog promjera.



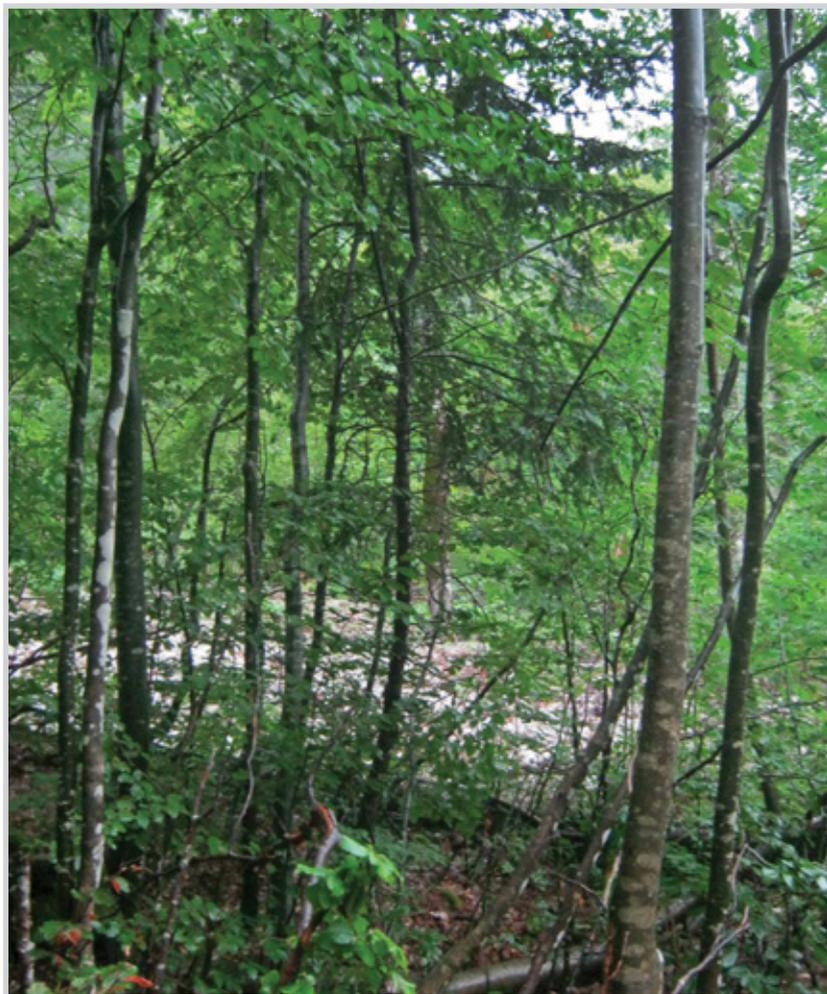
Slika 214. Tisa na Dabića poljani



Slika 215. Tise u Konjičkoj Bijeloj

*Dolina Idbar*

Tisu nalazimo i u dolini Idbra, o čemu su pisali i drugi autori. U pitanju su manja i tanja stabalca u gustom šumi bukve i javora koja raste na morenskom nanosu, a današnjoj bujičnoj naplavini. Kako se tise nalaze pod zastorom starih stabala bukve to su slabijeg vitaliteta. Također, u okolnim šumama, prema kazivanjima lokalnog stanovništva je moguće naći primjerke i do 40 cm debljine.



Slika 216. Tise doline Idbra

### *Sirova gora*

Nešto dalje od Idbra, na Sirovoj gori također nalazimo tise, ali samo pojedinačna stabla koja su raštrkana po šumi, većinom grmastog oblika zbog jakog antropogenog utjecaja.



Slika 217. Tisa na Sirovoj gori

### *Stanica Prenj*

Fukarek (1957) za Prenj navodi i jedan primjerak tise na strmim stijenama neretvanskoga kanjona, u blizini željezničke stanice Prenj, na nadmorskoj visini od oko 150 m. Tu je tisa na sjevernoj strani strme stijene izrasla iz jedne pukotine, a zadržala se tu zbog nepristupačnosti mjesta. Danas te tise nema jer je stradala u velikom požaru 2014. godine, kao i tise koje su bile u području Glogošnice. Jedno stabalce je opstalo iznad Grabovičkog jezera i do njega se može stići samo čamcem.



Slika 218. Tisa iz kanjona Bijele

### *Kanjon Bijele*

Lijepu populaciju tise nalazimo u kanjonu rijeke Bijele, a koju Fukarek (1957) naziva Bijele Vođe. Tu je tisa opstala na strmim liticama i terasama u kanjonu do kojih je veoma teško prići, te je to možda razlog da je Fukarek nije lično našao iako ju je tražio. Kako je dolina rijeke Bijele zona učestalih šumskih požara, tisa je opstala na mjestima gdje je vatra nije mogla dohvatiti na visokim liticama, što je pogodovalo njenom opstanku. Danas na stijenama, stjenovitim terasama i galerijama nalazimo brojne veće primjerke, dok pod stijenama nalazimo vitalan i brojan pomladak tise, ali koji će vjerojatno stradati u nekim od budućih požara.

### *Grabovik*

Ovo je područje Prenja koje gravitira Neretvi kod Grabovice. U stvari to je jedna šira dolina odvojena od Neretve manjim gorjem. Na rubu te doline, u bukovoj šumi, pod samim stijenama koje se strmo spuštaju sa prenjskih vrhu-



Slika 219. Tisa stijeni u Graboviku

naca, nalazimo manje skupine tisa. Kako im je prilaz otežan, to je igralo i glavnu ulogu u njihovom očuvanju. Pokazuju dobru vitalnost, a glavna prijetnja su im ljetni požari, a na dostupnim mjestima čovjek.

#### *Ravašnica*

Na sjevernim padinama Pre-nja, u predjelu poznatom kao Ravašnica koji gravitira rijeci Dobrinji, u degradiranoj šumi bukve na teško dostupnom terenu nalazimo tise. U pitanju su manji grmovi i stabalca koja je rezalo lokalno stanovništvo. Također se može naći i pomladak, koji lokalno stanovništvo prenosi iz šume.



Slika 220. Tisa u Ravašnici (raste na goloj stijeni)



Slika 221. Tisa iz Glogošnice

### *Glogošnica*

O ovim tisama piše još Fukarek (1957), ali ih je bilo jako teško naći jer su redovito sječene i uništavane požarima. Danas nalazimo samo male pojedinačne primjerke na nedostupnim sjenovitim mjestima koje požari nisu zahvatili. Ipak, čovjek je stigao i do njih, te se na njima mogu vidjeti stare rane od sječenja grana i debljih debala.

### *Podgorani*

Iznad sela Podgorani, na jugozapadnim padinama Prenja koje se spuštaju ka Bijelom polju, nalazimo tise na stijenama klanca koji se spušta sa planine. Tise su tu na teško dostupnom terenu u šikari. Većinom su u pitanju mala stabalca i



Slika 222. Tisa iznad sela Podgorani

grmovi koji su ranije jako antropogeno devastirani, ali se može naći i pomladak. Tisa ipak opstaje u tim ekološki jako teškim uvjetima.

### Konjic – Visočica

O nalazištu tise na Visočici piše i Fukarek (1957), ali prilikom obilaska nismo našli tise na lokalitetu kako je opisano. Nismo registrirali velika stabla, ali ni bilo kakav pomladak. Danas na tom kompaktnom lokalitetu Humca, Podhuma i Bijelih stijena nema tise, dok su stabla koja opisuje Fukarek nestala. Sva debela stabla koja su tu ranije egzistirala lokalno stanovništvo je posjeklo, a prema predanju od njih su izrađivane tisove bukare.

### Konjic – Džajića buk

Na padinama Konjičkog Igmana, koji predstavlja masiv Bjelašnice, na strmim stijenama uzvodno od poznatog Džajića buka nalazimo jedno usamljeno stablo tise. Tisa raste na goloj stijeni i može joj se prići samo vodom, dok se također može doći iznad nje uskom planinskom stazom. U pitanju je mladi primjerak, možda 30 godina star, a visok oko 180 cm. Iako raste na ekstremnom staništu, tisa pokazuje dobru vitalnost, a razlog tome je mikroklima koju uvjetuje rijeka Neretva.

### Vran – Tomislavgrad

U ranijim opisima nalazišta tise nije bilo spomena o tisama na planini Vran. Njena nalazišta su otkrivena unazad par godina, te ih nalazimo na dva lokaliteta, Medvjede lozine i Omračnica.



Slika 223. Tisa iznad Džajića buka

*Medvjede lozine*

Kada su u pitanju Medvjede lozine, imamo jedno vitalno stablo u šumi običnog bora u jednoj vrtači. Također, u okolnim šumama je registrirano još pojedinačnih primjeraka tise, ali nisu velike starosti. Vjerojatno da su podrijetlom iz veće populacije na Omračenicima. I u okolnoj bjeloborovoj šumi su nađene tise prilikom rada na doznaci tijekom ljeta 2016. godine. U pitanju je više pojedinačnih mladih stabala tise, većinom grmaste strukture.



Slika 224. Tise na Medvjedim lozinama

### *Omračenica*

Kada govorimo o Omračenici, moramo reći da je u pitanju osrednja populacija sa izbalansiranim omjerom muških i ženskih individua. Nalazi se na sjevernoj ekspoziciji, u šumi bukve i jele. Stabalca su vitalna, ali i na njima su primjetni tragovi sječnja i devastacije od strane lokalnog stanovništva. Također i ranije šumske sječe bukve i jele su ostavile traga na ovoj populaciji, što se vidi po nekoliko osušenih grmova uz šumske vlake, a neka od stabalaca su oštećena rušenjem velikih stabala bukve i jele.



Slika 225. Tise na lokalitetu Omračenice

## Čvrsnica

Planina Čvrsnica zauzima centralno mjesto među Dinaridima Bosne i Hercegovine, sa vrlo specifičnim uvjetima okoliša. Na vrlo malom prostoru prisutna je velika šarolikost klimatskih, edafskih, orografskih i drugih čimbenika koji izravno utječu na diferencijaciju različitih tipova šuma i izvanredno veliku raznolikost vrsta. Tako Čvrsnica, s okolnim planinama, Prenjom i Čabuljom, gradi jedan od najznačajnijih europskih endemskih centara. Stoga ovo područje predstavlja pravu riznicu endemičnih i rijetkih vrsta. Na tom vrlo malom prostoru javljaju se različite biljne zajednice među kojima svoje mjesto nalazi i tisa. Tako je tisa našla svoje mjesto u šumama na većim visinama, gdje se osjeća manji utjecaj mediteranske klime.

Tisa na planini Čvrsnici raste u nekoliko odvojenih populacija, jedna je na lokalitetu poznatom kao "Tise", druga na lokalitetu Šunjića staje, Muharnici i na još nekoliko mjesta. Na tim lokalitetima se tise značajno razlikuju po starosti i strukturi stabala.

### *Tise*

Sam dolazak do lokaliteta "Tise" gdje one i rastu je prilično kompliciran. Potrebno se odvojiti sa magistralnog puta Sarajevo – Mostar u Grabovici i voziti se oko 5 km lošim sporednim putom do sela u Diva Grabovica. Tu se može i primijetiti planinarski putokaz koji ukazuje na lokalitet Tise. Od zadnjih kuća i vikendica pješači se uzbrdo puna tri sata do glavnog lokaliteta gdje rastu tise. Staza je dobro markirana i uređena. Prve tise se susreću već na pola puta, nešto prije stare lovačke kuće koja je devastirana i napuštena. Tu tise rastu na najnepristupačnijim mjestima i prilično su oštećene odsijecanjima grana.

Na glavnom dijelu lokaliteta do kojeg se pješači još sat i pol od lovačke kuće, nalazimo veliki broj starih stabala većih dimenzija. Za razliku od ovog lokaliteta, na području Šunjića staje prevladavaju male grmaste forme. Oba lokaliteta su na sjevernim ekspozicijama, odnosno na svježijim tipovima tala, na gornjim rubovima bukovih šuma, koji prelaze u šume munike. Na lokalitetu "Tise" rasprostiru se stabla tise na nadmorskoj visini od 1250 do 1400 m, gdje nalazimo veoma atraktivne i lijepe primjerke, o čemu je pisao i Bošnjak (1936), te Fukarek (1957).



Slika 226. Mlada tisa na lokalitetu Tise (Čvrsnica)

Kada se detaljno pregleda lokalitet "Tise", do kojeg treba pješaćiti uzbrdo dobra 3 sata, mogu se naći kako mala tako i velika stabla tisa, te nešto pomlatka. Tako je najdeblje stablo promjera oko 60 cm i visine oko 14 m. Te velike dimenzije za ovu vrstu, u dobrim uvjetima ne znače i veliku starost, ali uvjeti koji vladaju na lokalitetu "Tise" ukazuju na jako mali prirast. Stoga se može procijeniti starost najvećeg primjerka na oko 600 do 700 godina. Kod ove procjene također treba uzeti u obzir da se na samom stablu vide oštećenja od udara groma, brojnih zasijecanja te lomova od snijega što je usporavalo njen rast.

Iako su udaljene od komunikacija 3 sata pješaćenja, ni to nije spriječilo čovjeka da dolazi i odsijeca grane i čitava stabla, o čemu svjedoče brojni ožiljci na svim stablima. Tako je na samu strukturu populacije na lokalitetu "Tise" od presudnog značaja bio čovjek sa



Slika 227. Stara tisa na lokalitetu Tise

svojim negativnim djelovanjem, i to već stotinama godina. Razlog je prije svega u mističnoj vrijednosti drva tise, za koje se vjeruje da štiti od bolesti, nevolja i da donosi sreću, pa je sječena stoljećima, iako raste na nedostupnim terenima. Osim čovjeka, i njen jako spori rast je također doprinio njenom nestanku, kao i spolna struktura, jer na oba lokaliteta prevladavaju muška stabla. O tom negativnom djelovanju svjedoče i brojni stari panjevi tise u šumi. Ipak, situacija nije potpuno loša, jer se može naći vitalan i jak prirodni pomladak u okolnim šumama.

### *Plasa*

Sama Plasa predstavlja ogranak masiva Čvrsnice. Na sjeveroistočnim padinama, gdje na jednom manjem platou nalazimo šumu bukve na kamenim blokovima sa primjesom termofilnih vrsta, pojavljuju se i tise. Na tom lokalitetu pored brojnih mladih tisa nalazimo i jednu jako staru žensku tisu, prilično oštećenu, što od prirodnih nepogoda, ali i ranijeg negativnog djelovanja čovjeka. Obim debla stare tise na prsnoj visini je 220 cm, dok je tisa visoka oko 7 m. Starost tise je pak teško procijeniti, ali obzirom na njeno stanje i uvjete sredine, možemo joj dati od 600 do 700 godina. Deblo je šuplje te se u njega može uvući prosječan čovjek. Tisa je nedavno oštećena padom grane bukve koja je odlomila jednu od vitalnih grana koje nalazimo na deblu tise. I pored svega, tisa pokazuje dobru vitalnost.



Slika 228. Stara tisa na Plasi

*Žljebovi*

Na tom opožarenom lokalitetu koji se nalazi na istočnim i jugoistočnim padinama Čvrsnice nalazimo male pojedinačne biljke tise. Iako je požar zahvatio to područje prije nekoliko godina, tisa se dobro obnovila i ponovo zauzima svoje mjesto u tom ekosustavu. Inače, na tom lokalitetu nalazimo pojedinačne tise visoke 50 do 70 cm.



Slika 229. Tisa na Žljebovima

### *Stipića poljana*

U pitanju je manja populacija tise koja se smjestila na strmim sjevernim padinama Čvrsnice iznad doline rijeke Doljanke, poznatim kao Strop. U pitanju su manja stabalca koja su visoka do 3 m, sa dosta pomlatka. Inače, sva stabalca su oštećivana jer je stanovništvo Doljana za svetkovinu cvijetne nedjelje podsijecalo grane tisa, što se jako dobro primijeti na stabalcima. U zadnje vrijeme zbog depopulacije sve je manje odsjecanja, te je populacija dobrog vitaliteta.

### *Sovička vrata*

Na području Sovičkih vrata također nalazimo tise, a najinteresantnija je ona na lokalitetu Kamen. Tu imamo jednu jako lijepo razvijenu tisu koja raste na otvorenom staništu te je jako dobro razvijena i pokazuje izuzetnu vitalnost.



Slika 230. Tisa na Stipića poljani



Slika 231. Tisa kod Sovičkih vrata



Slika 232. Tisa na Crvenim stijenama



Slika 233. Tisa u Muharnici

### *Crvene stijene*

Na lokalitetu Crvenih stijena nalazimo jedan veoma lijep grm tise na jugozapadnoj ekspoziciji, u šumi bukve i crnog bora koja ima otvoren sklop. Ta otvorenost je pogodovala razvoju bujnosti kod tise.

### *Muharnica*

Tise na Čvrsnici nalazimo i na lokalitetu Muharnica, gdje gradi malu i interesantnu populaciju u stijenama. Iako je teško pristupačna, populacija je izložena stalnom antropogenom djelovanju.

Prema Fukareku (1957) tise ima malo u Privratima, više u Kozilima, Zakamenju, Borju i Osoju. Također, u pojasu bukve između 1200 i 1500 m mogu se naći pojedina osamljena stabalca tise ili manje skupine.

### *Gornje Bare*

Na prevoju gdje se planina Čvrsnica veže s planinom Čabulja, te gdje se strana prevoja strmo spušta ka dolini Drežanke koja je inače bogata tisama, na rubu šumske vegetacije nalazimo jedan stari i veoma razgranati primjerak tise. Na tisi se primijeti da je nekada često rezana od strane lokalnog stanovništva, te danas ima grmastu formu s brojnim bočnim granama. Pokazuje jako dobar vitalitet i visoka je oko 2 m, s jakim granama i više manjih debala koji grade grmastu formu. Nažalost i njen habitat je u procesu sukce-

sije, te je lagano okružuju stabla munike koja će joj zatvoriti pristup svjetlu u narednim desetljećima. Kako je na relativno nepristupačnom staništu i kako vlada depopulacija tog područja, prepuštena je prirodnim procesima i svom oporavku, jer se već dugo nije zasijecala.

### Gornja Drežnica

Gornja Drežnica se nalazi na prelazu između Čvrsnice i Čabulje, jer te dvije planine dijeli kanjon rijeke Drežanke. Kako je na obje planine registrirana tisa, ni nalazišta u području Gornje Drežnice nisu za iznenaditi. U tom području tisu nalazimo na više lokaliteta.

### Zagon

Na lokalitetu Zagon nalazimo više tisa koje rastu na strmoj stjenovitoj padini. Tise su prilično oštećene ljudskim nemarom jer se sustavno odsijecaju grane i deblji dijelovi debalca. Ipak, ispod stijena gdje rastu postoji obilje pomlatka koji pokazuje jako dobru vitalnost. Neke od mladih tisa su oštećene odgrizanjem vrhova jer se nalaze u zoni ekstenzivnog stočarstva, a tim putem redovito prolaze ovce i koze. Ipak, njihova brojnost i vitalitet su garant njenog opstanka.

### Gradina

Tise nalazimo i na višem lokalitetu, na padinama Čabulje, na lokalitetu Gradina, do kojeg se dolazi nakon dva sata hoda. Tu se nalazi manja skupina tisa različitog uzrasta.



Slika 234. Tisa na lokalitetu Gornje Bare među munikom



Slika 235. Tise na lokalitetu Zagon



Slika 236. Tise Gradine

#### *Izvor Drežanke*

Tisu nalazimo i iznad samog izvora rijeke Drežanke, jedan lijepi primjerak na strmoj stijeni. Do te tise se teško prilazi, ali je veoma impozantna. Nekad je to bilo lijepo razvijeno stablo, a danas je tu cijeli bokor stabilaca koja su se obnovila nakon što je tisa posječena. Stabalca su danas debela oko 20 – 30 cm.

#### *Čukovci*

Nešto više zapadno od izvora, na lokalitetu Čukovci, također nalazimo u šumi više tisa različitog uzrasta i vitalnosti. Većina tisa je oštećena ljudskom aktivnošću.



Slika 237. Tisa na izvoru Drežanke



Slika 238. Tise na lokalitetu Čukovci



Slika 239. Stara tisa na lokalitetu Ledenica

### Ledenica

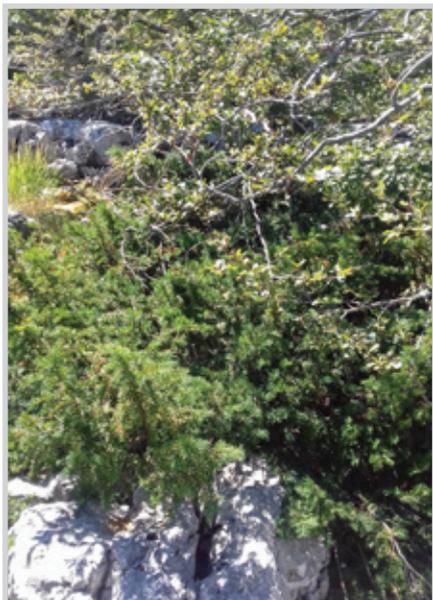
Tise nalazimo i u potoku zvanom Ledenica. Ovdje tise pojedinačno rastu na strmim stijenama i siparima, a u cijeloj dolini ih je preko 100 komada, možda i više, jer je teren nedostupan, različitih dimenzija. Pokazuju jako dobru vitalnost, te se može naći i dosta pomlatka. Na kraju doline, pod stijenom se nalazi i jedan veći primjerak promjera oko 35 cm, ali su na njemu vidljiva oštećivanja od odsijecanja grana.

### Čabulja

U sekundarnoj šumi bukve tipičnoj za planinu Čabulju, a i druge hercegovačke planine, nedaleko od lokaliteta Bosiljna, nalazimo dva stabalca tise. U narodu su od ranije poznata, te ih redovito obilaze i odrezuju grančice za cvijetnu nedjelju. Starost tih tisa se ne može procijeniti, ali na temelju pridanka stabla koji ima velike dimenzije možemo reći da su stare više stotina godina. Za ovu planinu je interesantno da u njenom podnožju, u kanjonu Drežnice postoje brojne tise grupirane u više odvojenih populacija duž potoka koji se spuštaju do rijeke, o čemu smo pisali u dijelu o populacijama Gornje Drežnice.



Slika 240. Tisa na lokalitetu Bosiljne



Slika 241. Tise u šumi Podveležja

### Velež - Podveležje

Još je Fukarek (1957) pisao o tisama na Veležu, a osim na samom Veležu tise nalazimo i na nekoliko lokalitetu u Podveležju, na teže pristupačnom terenu.

#### *Podveležje*

Tisa raste u bukovoј šumi sa pojedinačnim stablima jele, na kamenim blokovima, te gradi manju skupinu. To su većinom manji grmovi, nastali stalnim odsijecanjem grana i debalca. Ipak, tise pokazuju dobru vitalnost. Tu tise rastu na jugozapadnoj ekspoziciji, na nadmorskoј visini od kojih 900 m što navodi Fukarek (1957). On navodi da tu ima 21 stabalce, u starosti od kojih 20 do 50 godina, slabog uzrasta, što danas nismo bili u mogućnosti



Slika 242. Tisa na lokalitetu Lipovačka ljut

da detaljno provjerimo. Prema Fukareku ovdje je tisa izvan šumskih sastojina, na otvorenom položaju, a to govori u prilog tvrdnji da su i na hercegovačkom kršu bile nekada (i to ne baš tako davno) bukove šume šireg rasprostiranja nego danas. Ovo tim više što smo tise na otvorenom našli na Prenju i Čvrsnici, što potvrđuje Fukarekovo pisanje iz 1957. godine.

Tise nalazimo na zapadnim padinama Veleža u šumi bukve koja je na tom mjestu dosta rijetka. U pitanju je manja populacija tise, različitog uzrasta. Iako je ranije prilično sječena, pokazuje dobru vitalnost.

#### *Lipovačka ljut*

Na području Veleža koje gravitira nevesinjskoj općini također nalazimo tise, o čemu piše Fukarek (1957), na više lokaliteta. Obilaskom terena smo registrirali tisu na lokalitetu Lipovačka ljut, u šumi bukve. Tise su se tu grupirale na jako stjenovitom terenu, istočno eksponiranom, na nadmorskoj visini od 1200 m. Rastu u zajednici sa lipom i medvjedom lijeskom koja dostiže velike debljine. Na tom lokalitetu nalazimo stare tise, ali kako su ranije sječene, nisu visoke, već dosta raširene, te pojedina stabla odnosno grmovi zauzimaju veće površine. Pored svega, ovo je jedna jako vitalna populacija sa brojnim pomlatkom u okolnom području i kojoj ne prijete nestanak.

#### *Dobardo ispod Marinog graca*

Jedna manja skupina tisa registrirana je i na lokalitetu Dobar do, koji se nalazi na golim stjenovitim blokovima u šumi bukve i jele koja je jako deva-



Slika 243. Tisa u Dobar dolu

stirana sječom. Čitava šuma je jugoistoku eksponirana, te se tisa povlači u sjenovita mjesta. Skupinu grade tise različitog uzrasta, dok je nekada jedna od najdebljih posječena, ali se obnovila iz bočnih grana. Vjerojatno da u okolini, po kamenim blokovima do gornje granice šumske vegetacije, postoji još skupina tise. Raduje prisustvo pomlatka u ovoj skupini što garantira njen opstanak.

#### *Okretnica iznad Dobardola*

Na kamenim liticama koje su izgrađene od velikih kamenih blokova vapnenca, na samom rubu nalazimo stabalca tise. Opstala su na tom mjestu zbog svoje nedostupnosti, a prema pričama lokalnih šumara na tom mjestu je rasla jedna velika tisa sa promjerom do 40 cm, ali je posječena. Današnja situacija je ipak dobra, jer na liticama možemo pored odraslih stabalaca primijetiti i pomladak. Vjerojatno da u okruženju po škrapama možemo naći još stabalca tise.



Slika 244. Tisa na Okretnici

### *Jarac kuka*

Na kraju šumskog puta, na lokalitetu Jarac kuka, nalazimo nekoliko stabalaca tise na kojima se primijete brojna oštećenja, što od sječnja, što od šumske eksploatacije. Tise rastu u bukovoj šumi, koja se razvila na ekstremnom staništu, kamenim blokovima. Premda smo pregledali okolni teren, nismo našli tise u okolini ovog nalazišta.



Slika 245. Tisa na Jarac kuku

### *Mala poljica*

Pojedinačna stabla nalazimo u stijenama iznad lokaliteta Poljica. Tise rastu u bukovo-jelovoj šumi na kamenim blokovima. Velika prijetnja su im požari. Pretpostavka je da se na većim visinama iznad ovog nalazišta se mogu također naći tise.



Slika 246. Tisa na Malim poljicama

### *Konđilo – Bukova glava*

Za Konđilo Fukarek u svom radu navodi jedno stabalce tise. Obilazak terena je pokazao potpuno drugačiju sliku. U pitanju je jedna veća populacija tise, koja zaprema oko 0,3 ha, sa velikim brojem stabalaca i grmova, odnosno obilnim pomlatkom. Gornju etažu tisovih stabala čine individue sa promjerom stabalaca od 10 do 15 cm. U drugoj etaži su grmaste forme i mala stabalca koja teže da se probiju u gornju etažu, a u najnižoj etaži nalazimo brojan pomladak. Cijela populacija se nalazi na gornjoj granici bukove šume, na teže dostupnom terenu, te broji preko 300 individua.



Slika 247. Veći tisovi grmovi i stabalca na Konđilu

### **Crvanj**

Fukarek je 1957. godine naveo da se na jugu okrenutim padinama Crvnja mogu naći grmoliki ostaci stabala tise u kraškim škrapama, koje su ih sačuvale od potpunog uništenja. Provjerom na terenu smo našli jako mnogo grmolikih tisa koje rastu u samim stijenama, na granici šumske vegetacije gdje ona prelazi u planinski pašnjak, na nadmorskoj visini od 1250 m. Interesantno je da je u pitanju termofilna šuma hrasta cera, te je ovo jedini lokalitet gdje susrećemo hrast cer i tisu. Na tisama se može primijetiti da su ranije bile izložene negativnim ljudskim aktivnostima jer su im odsječene grane i debalca, te su danas u obliku većih i manjih grmova. Kako je ovo pod-

ručje već dugi niz godina izloženo depopulaciji, tise su se obnovile i grade vitalnu populaciju, a primjetan je i pomladak. Danas je tisama najveća prijetnja šumski požar koji zahvata okolne šume, a zbog jako nepristupačnog terena požar je veoma teško gasiti, te u njemu stradaju one tise koje nisu izolirane većim kamenim barijerama ili su nisko na stijenama.

Kada je u pitanju stari lokalitet koji navodi Fukarek (1957) u gospodarskoj jedinici "Crvanj – Polje", u predjelu Đuraš (odjel 7), lokalni šumari potvrđuju postojanje tise, ali zbog miniranosti tog područja nismo bili u mogućnosti da provjerimo ovaj lokalitet.



Slika 248. Tisa na Crvnju

### Bjelasica - Baba

Na gatačkom području tise navodi još Karlo Maly, na južnim padinama Babe i Bjelasice planine. Tise na ovom području navodi i Fukarek (1957), na tri lokaliteta, do kojih nismo mogli doći jer su se brojni toponimi promijenili. Ipak smo tise registrirali na Bjelasici i

Babi. Sva ta nalazišta su na nadmorskoj visini između 1300 i 1600 m, na sjeveroistočnoj ekspoziciji i u jelovo-bukovim šumama.

#### *Ljeljen do*

Tise nalazimo u jednoj velikoj vrtači, na sjevernom dijelu dola. U pitanju je skupina tisa koje su pod utjecajem nadstojne etaže te ne pokazuju baš dobar vitalitet. Pored registrirana četiri odrasla primjerka, nije registriran pomladak, te je opstanak ove skupine upitan, obzirom na primjetna oštećenja na biljkama.

#### *Ispod Ledenica*

Populacija je veoma interesantna, nalazi se na kamenim liticama u šumi bukve i jele. Populaciju čine odrasla stabla, ali i dobar dio mlađih, te zajedno pokazuju dobar vitalitet. Na stablima je primjetno redovito oštećivanje, kako od čovjeka, tako i od srušenih stabala, jer tu šuma ima prašumsku strukturu i ranije nije sječena. Registrirani pomladak garantira opstanak ove populacije.

#### *Ispod Husova omara*

Populacija tise visoke vitalnosti, koja se javlja u vapnenačkim škrapama iz kojih rastu tise. Sva stabalca, odnosno grmovi pokazuju veliku vitalnost i prilagodbu ekstremnim uvjetima koji vladaju na ovoj kamenoj površini. Kako su tise različitog uzrasta, to garantira njen opstanak.



Slika 249. Tisa u Ljeljen dolu



Slika 250. Tisa na lokalitetu Ledenica



Slika 251. Tise pod Husovim omarom

### *Baba*

Na prevoju koji spaja masiv Babe i Djeda, na kamenim blokovima nalazimo polegale tise u kraškim škrapama. U pitanju je manja skupina, različitog uzrasta i dobre vitalnosti, što garantira njen opstanak na ovom području.

Imajući u vidu situaciju koju smo zatekli na pregledanim lokalitetima, mišljenja smo da tise možemo naći i na drugim lokalitetima ove veoma negostoljubive planine.



Slika 252. Tisa na planini Baba

## Luke

Jugozapadno od Babe na lokalitetu Luka u jednoj vrtači nalazimo jednu odraslu tisu sa nekoliko manjih koje su vezane uz ovu veliku, vjerojatno su se vegetativno razvile iz korijena. Tisa se nalazi na rubu bukove šume na samom zapadnom kraju manje doline koja se pašari i kosi, ali nije ugrožena ispašom ili drugom ljudskom aktivnošću. U okolnim vrtačama vjerojatno postoje i druge tise. Ovo je za sada naša najjužnija skupina tise. Prema kazivanju lokalnih stanovnika jugoistočno od ovog lokaliteta na području Tisovog dola koji se nalazi na južnim padinama Babe, također se mogu naći tise, ali je teren jako teško prohodan.



Slika 253. Tisa na lokalitetu Luke

### Tisova pleća

Nalazi se zapadno, nekoliko kilometara od lokaliteta Luke, gdje tise rastu na ekstremno kamenom terenu koji je teško prohodan zbog brojnih kraških fenomena, od vrtača do škrapa. Na ovu mjestu nalazimo velike grmove tise koji se rasprostiru na preko 10 ha, u jednoj većoj udolini, točnije prijevoju između dva brda. Na ovom mjestu tisa nije ugrožena od drugih vrsta zbog ekstremnosti staništa, posebice bukve. Ovaj lokalitet dolazi u naša najveća nalazišta tise. Iako su u pitanju ekstremni uvjeti, gdje tisa raste na otvorenom staništu, pokazuje iznimno dobar vitalitet. Na nekim primjercima je primjetno ranije oštećivanje sječanjem i stočnim brstom, vjerojatno od koza i ovaca, ali su se primjerci jako dobro oporavili. Struktura muških i ženskih individua je u podjednakom omjeru. Na stijenama oko ženskih tisa su primjetne sjemenke koje ptice izdvajaju iz arilusa, što ukazuje na njeno potencijalno širenje.



Slika 254. Tise pod Husovim omarom

## 11.2. TISA U URBANIM CENTRIMA

### Tise grada Sarajeva

Tradicija podizanja parkova, kao i uređivanja gradskog zelenila, te malih kućnih vrtova u gradovima Bosne i Hercegovine, do dolaska Austrougarske imperije u naše krajeve, krajem 19. stoljeća, praktično nije postojala. Sva uređivanja vrtova su bila vezana za uski sloj vlastodržaca, ali se sve svodilo na uzgoj mirisnih ruža i drugih cvjetnica, uz beznačajno korištenje drveća i grmlja, jer se raspolagalo za tvorenim i malim vrtovima, što je ujedno bio i specifikum lokalne arhitekture, sa velikim i značajnim utjecajem istoka. Tu se treba tražiti i jedan od osnovnih razloga što su i stabla tise u gradskim sredinama tog doba slabo zastupljena, iako drvo tise kod svih naroda koji žive u Bosni i Hercegovini ima posebno mistično značenje. Značaj tise prije svega proističe iz njene sposobnosti da doživi veliku starost, kao i zbog korištenja u određenim ritualima, prilikom gradnje kuća ili nekih drugih objekata, te u izradi određenih amajlija ili pak na opremama radnih životinja u seoskim domaćinstvima. Za razliku od gradskog područja predaustrougarskog perioda, tisi se u seoskim sredinama poklanjala određena pažnja, te je sporadično sađena u



Slika 255. Tise u gradu Sarajevu

vtrovima pored kuća, mada Fukarek (1957) navodi da su neke od tisa sa sarajevskog gradskog područja sađene za vrijeme osmanske vladavine.

Takva situacija je potrajala do početka 20. stoljeća, kada austro-ugarska vlast počinje sa urbaniziranjem gradova, te ujedno i sa podizanjem gradskih parkova. U parkovima središnje Europe u tom periodu se u mnogim slučajevima koristi tisa, te se taj utjecaj počinje osjećati i u Sarajevu. Obzirom da je Sarajevo već tada predstavljalo glavni administrativni centar, u gradu i okolini se počinju podizati parkovi sa različitim sadržajem gradskog zelenila, a tisa je u tim aktivnostima odigrala vrlo važnu ulogu, te stogodišnje primjerke nalazimo u skoro svim starim gradskim parkovima. Početkom 20. stoljeća u Sarajevu se podiže Zemaljski muzej Bosne i Hercegovine, koji u svom sadržaju ima i botanički vrt, te u njemu postoji veći broj stogodišnjih tisa, koje su posađene prilikom samog osnivanja vrta, prije nešto više od 100 godina. Obzirom da tada još nije bilo organizirane proizvodnje sadnog materijala, sadnice tise su izravno iz šume prenesene i posađene u botanički vrt. Te presađene tise sada imaju posebnu vrijednost, jer predstavljaju primjerke autohtone tise, odnosno autohtonog genofonda sa područja Bosne i Hercegovine. Inače, te stogodišnje tise vrtu Zemaljskog muzeja daju posebnu atmosferu mira, posebno u vrelim ljetnim danima kad mnogi posjetioци u njihovom hladu nalaze mjesto za odmor nakon obilaska velikih arheoloških i botaničkih zbirki muzeja, kao i vrtnoj postavci srednjovjekovnih arheoloških spomenika. Dio starih tisa u vrtu Muzeja je stradao tijekom zime 1999./2000. zbog obilnih snježnih padalina, kada su se krhka stabla tise pod težinom snijega lomila. Ipak, još je preostalo dovoljno stogodišnjih stabala da svjedoče o značaju tise u botaničkom vrtu Muzeja.

Nakon sadnje u vrtu Muzeja, počinje njihova sadnja i u gradskim parkovima i mnogim vrtovima u gradu, koji u to doba iz dana u dan poprima srednjeeuropski karakter, a počinje i podizanje gradskih parkova. Tako se možda najznačajniji primjerci tise, poslije onih u Zemaljskom muzeju, nalaze u malom gradskom parku preko puta zgrade Predsjedništva, koji su također stari oko 100 godina. Veliki problem ovih tisa je stalna i prekomjerna zagađenost zraka u centru grada, od sagorijevanja goriva u automobilima, što im umanjuje vitalnost, te su prilično narušenog fenotipa. Nedaleko, odmah preko



Slika 256. Tisa kod Alipašine džamije

glavne ulice, nalazi se nekoliko nešto mlađih primjeraka tise oko Alipašine džamije, koje su vremenom dosta podrezivane, a nekad su predstavljale zajednički kompleks sa malim parkom. U širem području gradskog centra, u par privatnih vrtova, također nalazimo starije primjerke tise, koji će novom urbanizacijom i izgradnjom novih stambenih objekata vjerojatno u skoroj budućnosti biti uklonjene.

Prilikom uređenja gradskog područja, u šezdesetim i sedamdesetim godinama prošlog stoljeća, te podizanja i uređenja Muzeja revolucije, koristilo se nekoliko stabala tise, koja sad tom objektu daju specifičan izgled i ugođaj. Sa praksom uređivanja gradskog zelenila i unošenjem tise u parkove srećemo se kod podizanja zgrada vlade, a što je nastavljeno i osamdesetih godina.

Također imamo i nešto veće primjerke iza Centralne banke BiH, ali su vjerojatno zasađeni dvadesetih godina prošlog stoljeća, po izgradnji banke. Tu je i jedan primjerak impozantnih dimenzija koji nalazimo u bašti restorana Lovac na Mejtašu, koji je zasađen po izgradnji objekta prije 100 godina. To su inače najveći primjerci tise u gradu.

Lijepu tisu nalazimo i na Bistriku, gdje su nekada rasle po dvorištima, a neke su se urbanizacijom tog područja našle i na otvorenom. Tako iznad samostana Sv. Ante, uz rub parkirališta novo-



Slika 257. Stara tisa na Skenderiji (mjesto današnjeg hotela)

izgrađene zgrade, nalazimo jedan lijep primjerak tise.

Tise različite starosti i uzrasta nalazimo i u kampusu Univerziteta, a s obzirom na različiti uzrast sigurno su u različitim periodima i sađene. Kako je do 1992. godine to bio vojni objekat, vojske su to sadile stihijski prema nahođenju nadređenih oficira.

U novom dijelu grada, u području Hrasnog i Alipašinog polja, također nalazimo sađene tise. U Hrasnom, na parkovskim površinama te preko puta zelene pijace nalazimo nekoliko skupina lijepo oblikovanih tisa. Na Alipašinom polju, u ulici Ante Bakovića, također nalazimo jedan lijep grmasti primjerak tise.

Nakon posljednjih ratnih zbivanja u Bosni i Hercegovini, a posebno u Sarajevu, ponovo se krenulo sa uređivanjem starih, a i novih zelenih površina i parkova. Tako se krajem devedesetih godina počinju koristiti i mnogi kultivari tise. Trenutno u parkovima i privatnim vrtovima susrećemo kultivare: "Adpressa", "Aureovariegata", "Comacta", "Fastigiata", "Fastigiata Aurea", a i mnoge druge, koji su u većini slučajeva introducirani iz rasadnika u Italiji i Nizozemskoj.

### Tise na Ilidži

Na Ilidži nalazimo više tisa, većinom u privatnim vrtovima, ali nisu većih dimenzija. U velikom ilidžanskom parku na više mjesta nalazimo mlađe tise različitog uzrasta i oblika. Jedina značajnija tisa, ujedno i najveća, je kod hotela Terme, posađena krajem šezdesetih godina prošlog stoljeća, a danas prilično razgranata zbog brojnih oštećivanja.



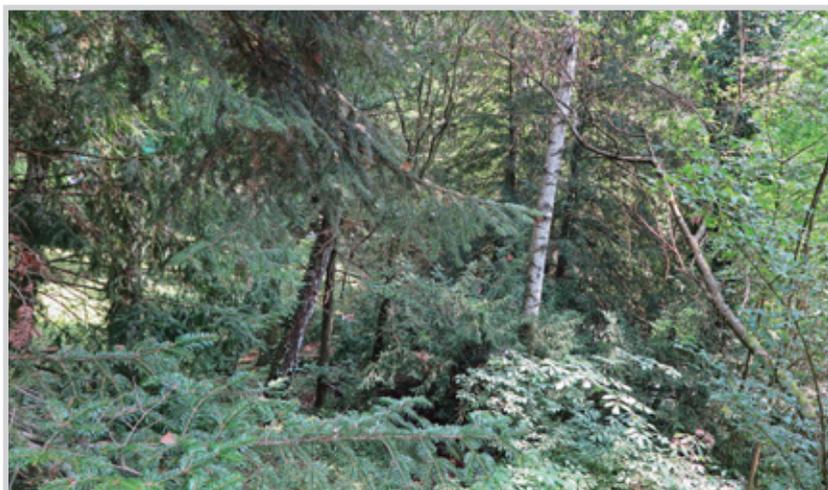
Slika 258. Tisa u vrtu Lovачkog saveza



Slika 259. Tisa na Ilidži

### Tise na Vrelu Bosne

Park na Vrelu Bosne ne može se pohvaliti brojnim tisama, jer postoji samo nekoliko komada iznad samog izvora, koje su praktično neprimjetne u gustom raslinju. Neke od tisa su oštećivane te imaju više debala, dok jedna doseže visinu i od 7 m, ali je malog promjera zbog rasta u zasjeni smreka i jela.



Slika 260. Grmovi tise na Vrelu Bosne

### Tise u Banja Luci

Iako Banja Luka ima velike gradske površine pod parkovima i okućnicama, ne može se pohvaliti brojnim tisama kao neki manji gradovi. Tako tise u Banja Luci nalazimo samo na nekoliko mjesta u gradu, a najveća je u ulici Vuka Karadžića, gdje tisa raste uz stambenu zgradu i zaklonjena je smrekama pa je stisnuta uza samu zgradu. Riječ je o jednom većem primjerku koji je vjerojatno zasađen početkom sedamdesetih godina prošlog stoljeća, a izrastao je visoko zbog borbe za svjetlost. Deblo nije cjelovito već ima nekoliko manjih debala, što je posljedica oštećivanja u mladosti, kada je oštećen vršni izbojak. Sadašnja debalca koja se vide su debela od 15 do 20 cm.

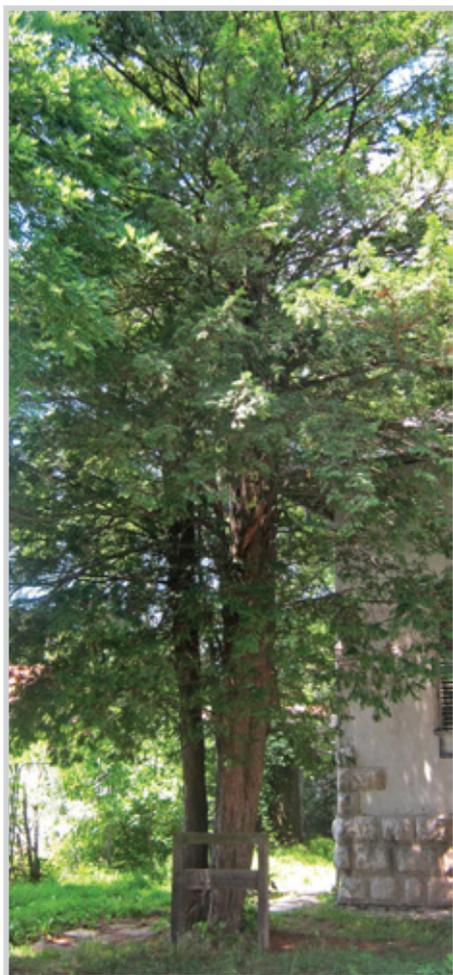
U istoj ulici nalazimo i jednu grmastu tisu ispred zgrade u kojoj je smještena skupština Republike Srpske. Riječ je o dobro razvijenom grmu koji je star oko 35-40 godina.

Tise nalazimo i u prigradskim naseljima, kao što je naselje Borik, a riječ je o stablastoj tisi sa četiri manja debla, pored dvorišta Osnovne škole "Vuk Stefanović Karadžić".

Pored toga, u gradu u malim okućnicama, nalazimo i brojne piramidalne tise, kao što je i tisa sa slike na izlasku iz grada ka Toplicama, ali i na brojnim drugim mjestima.



Slika 261. Tise u Banja Luci



Slika 262. Tisa u Zavidovićima

### Tise u Zavidovićima

Prve tise nalazimo u gradskoj zoni Zavidovića dolaskom Austrougarske monarhije u Bosnu i Hercegovinu, te podizanjem tadašnjeg industrijskog poduzeća za preradu drva. Vlasnici i viši rukovoditelji grade vile za stanovanje i uređuju okućnice u europskom stilu, te počinju saditi egzotične i rijetke vrste drveća. Tako se u gradu počinju javljati i tise, prvo u okućnicama bogatih stanovnika Zavidovića, a dosta kasnije, nakon Drugog svjetskog rata, i u urbanim dijelovima grada oko stambenih zgrada. Iz tog ranijeg perioda imamo jednu stoljetnu tisu kod današnje uprave Elektrodistribucije, koja je tu posađena nakon izgradnje reprezentativnog objekta, tadašnje vile. Interesantno je da pored tise tu nalazimo i ginko, možda najstariji primjerak u Bosni i Hercegovini. Inače, to starije stablo tise je razgranato ima bujnu i vitalnu krošnju. U gradskoj urbanoj zoni nalazimo manja stabla, većinom grmaste forme tise.

### Tise u Travniku

Travnik je stari vezirski grad, te su kulturni vjetrovi zapada i do njega stizali. Razvojem Travnika, te izgradnjom travničkog Konaka javlja se potreba uređenja Konakovog okružja pa se počinje i sa sadnjom drveća i grmlja da bi Konak poprimio srednjoeuropski izgled. Prilikom sadnje, uz rijeku Lašvu je zasađena i tisa, a za pretpostaviti je da je tisa tu stigla iz okolnih šuma. Sama tisa je stara oko 150 godina, ali joj je sudbina veoma teška jer je često bila oštećivana. Tako se rušenjem dijela Konaka i izgradnjom pionirskog centra sa bazenom, tisa našla u toj novoj zoni izgradnje, te je već tada

prilično oštećena i dijelom zabetonirana. Tijekom zadnjeg rata tisa također stradava, jer u nju udara granata i otkida joj veći dio krošnje, ali ipak preživljava i tu nedaću. Nakon svega, te nestanka bazena i pionirskog parka, tisa se našla iza novog ugostiteljskog objekta, stiješnjena u betonu i daleko od oka promatrača. Danas, da biste je vidjeli, morate obići restoran ili doći s druge strane rijeke Lašve, te vidjeti ostatke nekada prelijepog stabla koje je krasilo okružje negdašnjeg Konaka.



Slika 263. Tise u Travniku

Kako je tisa imala svoju posebnu harizmu kod bosanskog stanovništva sve tri religije, tako se mogla naći i u dvorištima brojnih kuća u Travniku. Danas je nalazimo i u nekim travničkim dvorištima, a za pretpostaviti je da su nekada bile i više zastupljene u ovom lijepom gradiću. Danas u samom gradu nalazimo 3 stara i veoma interesantna primjerka tise, u dvorištima obitelji Čorhodžić, Biogradilić i Šutalo,

ali su nešto mlađa od onog primjerka kod Konaka. Sve su tise lijepo razvijene i zauzimaju posebno mjesto u dvorištima, ali im vlasnici povremeno odsijecaju grane da bi do stambenih objekata doveli više svjetla. I pored toga tise pokazuju dobru vitalnost.



Slika 264. Tise u Travniku (vrtovi familija Čorhodžić, Biogradilić i Šutalo)

### Tise u Donjem Vakufu

U Donjem Vakufu na dva lokaliteta u gradu nalazimo jako lijepe primjerke tise. Ipak, ona najveća i najljepša se nalazi u parku, pored spomenika partizanima. U pitanju je dosta granata tisa grmaste forme, sa jako dobro razvijenom krošnjom. Problem ove tise je što se nalazi uz samu saobraćajnicu koja ometa njen razvoj. Druge tise se nalaze u parku pored benzinske crpke. Taj park je podiglo lokalno šumarsko poduzeće ŠIPAD Janj, u okviru svoje upravne zgrade, ali danas je to dio gradskog parka. Tise su različitih uzrasta i vitalnosti. Nekada ih je bilo više, ali je izgradnjom benzinske crpke i parkirališta dio njih posječen.

Pored tih tisa, i sa druge strane Vrbasa također nalazimo tise. Prva i prilično visoka, te debela tisa je kod pijace. Raste uza samu zgradu, a zasađena je tu vjerojatno prije izgradnje zgrade, te su je tijekom gradnje sačuvali. Možemo joj starost procijeniti na 40-45 godina. Druga je tisa također u istoj ulici, kod stanice policije, te je dobro razvijena, a raste uz višespratni stambeni objekat. Isto kao i

prethodna pokazuje veću starost od stambenog objekta. Na izlazu iz Donjeg Vakufa, na staroj benzinskoj crpki, mogu se primijetiti dvije mlađe tise, jako lijepo razvijene.



Slika 265. Tise u Donjem Vakufu

### Tisa u Kotor Varoši

U dvorištu ispred katoličke crkve u Kotor Varoši nalazimo jedan lijep primjerak tise, koja se razvila u vidu grma. Obzirom na uzrast i



Slika 266. Tisa u Kotor Varoši

kazivanje lokalnog stanovništva tisa je stara oko 70 godina. Inače, tisi odsijecaju svake godine grančice za posvetu tijekom cvjetne nedjelje, a i pored toga stablo pokazuje dobru vitalnost. U međuvremenu je pored tise izgrađen i spomenik ženama Kotor Varoši, te tisa spomeniku daje posebnu estetsku vrijednost.

### Tise u Višegradu

Najviši primjerak tise u Višegradu nalazimo pored šumarije. U pitanju je dobro razvijeno stablo, koje je visoko oko 8 m, i ima promjer



Slika 267. Tise u Višegradu

oko 15 cm. Za pretpostaviti je, s obzirom na stanje s tisama u višegradskom području, da je doneseno sa područja Vihre.

Pored ovoga stabla, u Višegradu nalazimo interesantne piramidalne forme tise uz glavnu ulicu. Jedna je pored pošte i jako je dobro razvijena, dok je druga nedaleko od višegradske ćuprije, a na njoj su prisutna oštećenja, jer je uz sami asfaltni trotoar. I pored toga pokazuje dobru vitalnost.

Nešto dalje, uz dom kulture, također nalazimo dvije dobro razvijene tise u formi jakih grmova, koje svojim gustim stablima odvajaju dom od glavne ceste, te popunjavaju cijelu zelenu površinu.

### Tise u Varešu

U gornjem dijelu Vareša, skoro pred samim izlaskom iz grada, u dvorištu jednog privatnog stambenog objekta rastu četiri lijepo njegovane tise. Kako je tisa veoma

štovano drvo u tom području središnje Bosne, ovo je bilo za očekivati. Ipak, u samom gradu ne nalazim tise kao u okolnim selima, iako bi to bilo za očekivati.



Slika 268. Tise u Varešu

### Tise u Bihaću

U svim gradskim parkovima grada Bihaća tisu nalazimo u značajnom broju, počev od samog glavnog gradskog parka pa sve do periferije, gdje tise nalazimo u privatnim dvorištima.

Tise se nalaze u gradskom parku u Bihaću. Zasađene su u dvije odvojene skupine po 7-8 stabala. Skoro sva stabla su račvasta i promjera od 10 do 40 cm. Za sada se stabla uredno održavaju od strane komunalnog poduzeća, te su jako lijepo oblikovana. Stabla su obilježena (numerisana) pomoću pločica, tako da svako stablo ima svoj broj. Ipak se može primijetiti da ih je bilo više, jer danas možemo vidjeti i stare panjeve tisa. Visina stabala se kreće od 10-15 m. Odmah pored gradskog parka je poliklinika Muminović, gdje u dvorištu nalazimo tisu. Tu se primijeti da se iz starog panja razvilo nekoliko tanjih stabalaca debljine 2-3 cm i visine od 2-4 m. Tisa se nalazi ispod krošnja odraslih stabala jasena i javora.

Tisu nalazimo i ispred Arhiva USK-a. Iz starog panja posječene tise su krenuli mladi izbojci, a dva od njih danas daju stabla od kojih



Slika 26g. Tise u Bihaću

je jedno promjera oko 12 cm, dok je drugo oko 7 cm. Stabla su visine oko 5 m i nalaze se ispod odraslog stabla jasena.

Tise nalazimo i ispred hotela Park, a ima ih četiri. Dvije su odrasle, dok su dvije zasađene prije 5-10 godina. Kod odraslih tisa možemo primijetiti da iz panja raste po nekoliko stabala i da su im promjeri od 7-15 cm, a visine od 6-10 m. Kod dva manja primjerka možemo

primijetiti i plodove, jer su u pitanju ženska stabla, ali su znatno manjih dimenzija, promjera su 2-3 cm i visine od 2-3 m.

Tisa se nalazi u dvorištu osnovne škole Harmani II. Tu iz starog panja rastu 4 tanja stabla promjera oko 8 cm i visine od 4,5-5 m. Jedna od tisa je oštećena i vjerojatno će se osušiti u narednom periodu.

Tisu nalazimo ispred Doma Armije. Tu su se iz četiri stara tisova panja, a vjerojatno su nekada to bila velika i dobro razvijena stabla, razvili manji i tanji primjerci tise promjera od 5-15 cm i visine od 6-7 m. Neka od ovih stabalaca su oštećena guljenjem kore, te iz ovog razloga možemo očekivati sušenje nekog od ovih primjeraka.

Tise nalazimo i na periferiji grada. Tako tisu nalazimo u selu Čekrlje koje je udaljeno od Bihaća oko 5 km. Tu je prije sedam godina Suljić Omer u svome dvorištu zasadio stablo tise koje je sada visine oko 1 m. Tisu nalazimo u selu Pritoka, udaljenom od Bihaća 6-7 km. Tisa je stara oko 25 godina, sa promjerom od 7 cm debljine i visinom oko 3 m, a nalazi se u dvorištu Ćirić Danila.

Tise u području Bihaća možemo naći još, najčešće oko ugostiteljskih objekata, ali i po privatnim baščama. Neki od ovih primjereka su i jako lijepo oblikovani.

### Tise u Sanskom Mostu



Slika 270. Tisa u Sanskom Mostu

U gradu koji je nekada bio uzor po uređenosti i cvijeću, a koji leži na šest rijeka, nalazimo i nekoliko tisa. Dvije od njih su veće i reprezentativnije. Obje tise su smještene u malim gradskim parkovima. Prva je pored gradske biblioteke i nadvija se nad glavnu gradsku ulicu. U pitanju je grmasta forma tise, jako dobro razvijena, a čija starost može biti oko 50 godina. Druga tisa je ispred općine, također iste starosti i oblika. Pored njih, u gradu postoji još nekoliko tisa manjih dimenzija.

### Tise u Tuzli

U tuzlanskim parkovima također nalazimo tise, ali ne u velikom broju. U pitanju su tri primjerka smještene na malim zelenim površinama starog dijela Tuzle. Analiza njihovog habitusa pokazuje nestručan odnos prema njima, ali i pored toga pokazuju dobru vitalnost i prilagodbu.



Slika 271. Tisa u Tuzli

## Tise u Konjicu

U Konjicu tise nalazimo uz motel, na samom izlasku iz grada ka Mostaru. Tise su tu zasađene nakon izgradnje motela početkom sedamdesetih godina, te svojim uzrastom dominiraju zelenom površinom i ulazom u stari motel. Nalazimo tu tipični oblik tise, ali i grmasti oblik piramidalne forme. Tise pokazuju dobru vitalnost, iako se nestručno njeguju. Njega se svodi na sustavno odrezivanje grana.

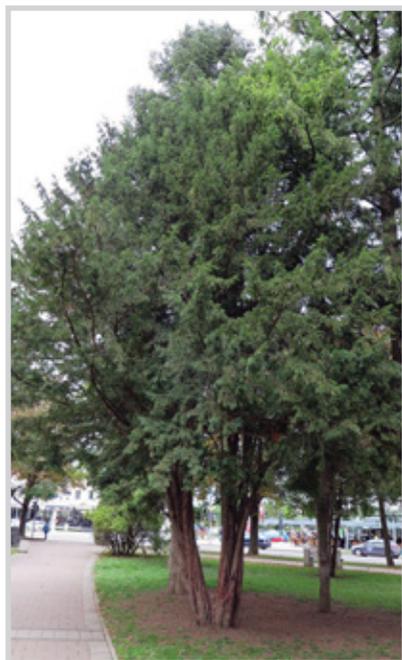


Slika 272. Tisa u Konjicu

Pored ovih tisa, u neposrednoj blizini nalazimo i jedan lijep primjerak tise u privatnom posjedu, koji svojim dimenzijama ne odstupa od ovih pored motela, te se može pretpostaviti da je u isto vrijeme zasađen.

## Tise u Doboju

U Doboju tise nalazimo u gradskom parku. Riječ je o više skupina tisa različitog uzrasta, koje su izmiješane sa drugim vrstama drveća. I pored različitih uzrasta za pretpostaviti je da su sve tise zajedno zasađene. Ipak, njihov socijalni položaj je uvjetovao uzrast i debljinu, te jedna tisa u sjevernom dijelu parka odudara svojim dimenzijama, a ima promjer od oko 30 cm. Pored tipičnog oblika tise sa lijepo razvijenim krošnjama, jedan veliki grm tise nalazi se u neposrednoj



Slika 273. Tise u Doboju

blizini spomenika u južnom dijelu parka. U pitanju je stara piramidalna forma tise koja je raširila svoju krošnju i koja daje cijelom području spomenika specifično obilježje.

### Tise u Han Pijesku

Han Pijesak je malo mjesto na sjeveroistočnom obodu istočnobosanske visoravni, na nadmorskoj visini od 1000 m, okruženo prelijepim šumama četinjača. Nekada je u Han Pijesku bila kraljevska rezidencija, pa je tako oko nje bio uređen prelijepi park u kojem je svoje mjesto našla i tisa. Danas je ta rezidencija devastirana po drugi put, a park jako zapušten. To ipak nije utjecalo na tisu, te nalazimo oko 20 stabalaca i lijepo razvijenih grmova tise. Kako se park ne uređuje, tisa je počela da osvaja park, te na tom području nalazimo jako mnogo tisovog pošlatka, a možemo pretpostaviti da se tisa



Slika 274. Tisa u Han Pijesku

proširila i na okolne šume te će se u narednom periodu u šumama koje okružuju neposredni centar Han Pijeska registrirati tise. Kako se park uređivao prije skoro 100 godina, nismo sigurni da li su tise u park prenesene iz okolnih šuma ili su donesene iz nekog za nas nepoznatog rasadnika. Bilo bi dobro da su autohtone, da ne bi došlo do genetske kontaminacije lokalnih populacija, zbog njenog širenja.

### Tise u Visokom

Visoko se ne može pohvaliti brojnošću tisa, ali u gradu nalazimo nekoliko veoma lijepih primjeraka. Najveći i najljepši su ispred Franjevačkog sjemeništa, kao i u malom parku kada se od sjemeništa ide ka željezničkom kolodvoru.

Ispred sjemeništa se nalazi nekoliko tisa, ali se jedna posebno ističe, a starost joj se može datirati u vrijeme izgradnje objekta. U malom parku nedaleko nalazimo dvije veće tise uz samu saobraćajnicu, što predstavlja izravnu ugrozu za ove tise. One su jako lijepo razvijene i za sada pokazuju dobru vitalnost.

U samom gradu također nalazimo jednu veoma interesntnu tisu u dvorištu škole Kulin Ban, koja se iz uskog dvorišta nadvija nad glavnu ulicu. U pitanju je piramidalna tisa, ali veoma nestručno njegovana,



Slika 275. Tisa u Visokom

inače bi predstavljala veoma lijep ukras škole. Tu, pored glavne ceste, također nalazimo jednu veću tisu.

Tise nalazimo i u gradskim grobljima Visoko, ali su većinom mladi primjerci.

### Tise u Zenici

U Zenici tise nalazimo na više mjesta u novom dijelu grada. Sađene su od sredine sedamdesetih godina do početka domovinskog rata, te nalazimo tise različitog uzrasta. Trenutno u gradu raste preko 100 tisa različitog uzrasta, a većina je koncentrirana u južnim dijelovima Zenice, kao i u području Crkvice. Za Zenicu je interesantno da tise nalazimo u Kazneno-popravnom domu, ali nismo dobili odobrenje da ih obiđemo, izmjerimo i slikamo, iako su veoma velikih dimenzija, a zasađene su po osnivanju KPD-a za vrijeme Austro-ugarske monarhije.

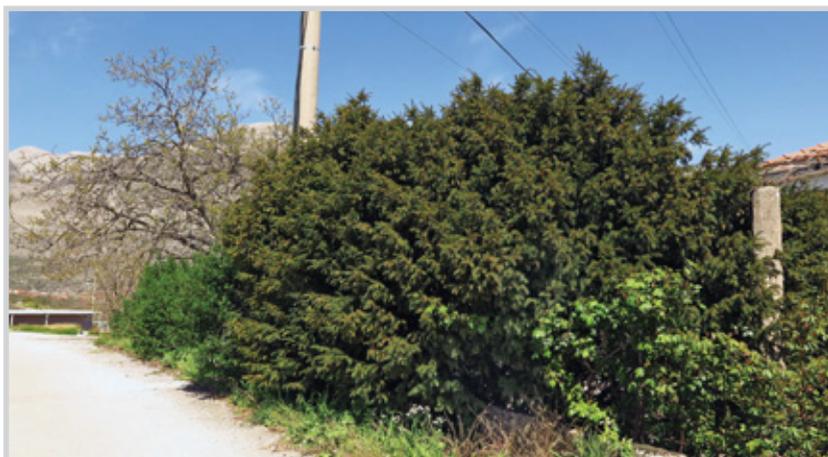


Slika 276. Tisa u Zenici

### Tise u Trebinju

Tise u Trebinju nalazimo na više lokacija od gradskog parka, Arslanagića mosta, zatim ispred eparhije Zahumsko-hercegovačke i primorske, ispred Tropic centra i ispred zgrade policije, a primijećene su i u privatnim posjedima. Tako je u jednom dvorištu pored poznatog Arslanagića mosta nađen jedan lijep primjerak tise visok oko 3 m sa

promjerom oko 9 cm. Također i u selima prema graničnom prelazu sa Crnom Gorom postoje tise u privatnim dvorištima.



Slika 277. Tisa u Trebinju kod Arslanagića mosta

### Tisa u Modriči

Na samom ulasku u grad, u dvorištu jedne manje dvokatnice, nalazimo lijepo razvijenu tisu. U pitanju je stablo koje je zasađeno osamdesetih godina prošlog stoljeća, a u pitanju je piramidalna forma tise. Glavna prijetnja tisi je jak saobraćaj, jer je udaljena samo par metara od glavne saobraćajnice. Također u gradskom parku nalazimo nekoliko primjeraka tise.

### Tisa u Rogatici

U Rogatici nalazimo samo jedan primjerak tise i to uz Fabriku pročištača. Riječ je o lijepo razvijenom primjerku koji je visok oko 5,5 m, ali zbog oštećivanja ima četiri debalca koja su na prsnoj visini debela oko 17 cm.



Slika 278. Tisa u Modriči



Slika 279. Tisa u Rogatici

### Tise u Banji Vrućici

Već osnivanjem lječilišta 1919. godine radi se na hortikulturnom uređenju, ali se to stalnom dogradnjom objekata mijenja. Tako su nestale prvobitne tise, ali se sedamdesetih godina sade nove, bilo stablašice, bilo one grmaste forme, te tako danas nalazimo nekoliko primjeraka u parku lječilišta. Također, i u vrtovima obližnjeg Teslića nalazimo brojne manje primjerke tisa.



Slika 280. Tise u Banji Vrućici

### Tise u Bosanskoj Dubici

U pitanju je skupina lijepo razvijenih tisa koje rastu na zelenoj površini pored stambene zgrade u ulici Desanke Maksimović. Zgrada je izgrađena početkom osamdesetih godina, te su tada tise zasađene prilikom uređenja zelene površine, a nije poznato njihovo podrijetlo. U pitanju su stabalca visoka od 5 do 6 m sa promjerom do 12 cm.

### Tise u ostalim gradovima

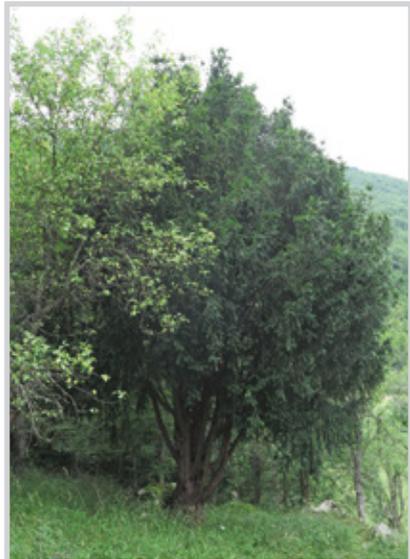
U Bosni i Hercegovini nema uređenog gradskog parka ili neke druge zelene površine a da na njoj ne nalazimo bar jedno stablo tise. Obično su to grmaste forme, ili u nekim centrima i manja stabalca. Tako ćemo ovdje pokazati još nekoliko fotografija sa tisama iz gradova Bosne i Hercegovine.



Slika 281. Tisa u Bosanskoj Dubici

### 11.3. STARE POJEDINAČNE TISE SAĐENE PO MANJIM MJESTIMA BOSNE I HERCEGOVINE

#### Ribnik



Slika 282. Tise Ribnika

Na području Ribnika u dva zaseoka nalazimo tri stare velike tise, koje je u svom pisanju spominjao i Fukarek (1957).

U zaseoku Piskuša postoje dva muška stabla tise koja je Jovo Savić zasadio prije 120 godina u dvorištu porodične kuće. Jedno stablo je promjera 55 cm i visine 10 m, a drugo 61 cm i visine 12 m. Oba stabla pokazuju jako dobru vitalnost, a lokalni stanovnici, potomci Jovini, ih čuvaju od oštećivanja. Podrijetlo stabala je vjerojatno iz obližnje Klekovače, a donesene su u selo kao male i mlade biljke.

Treća tisa se nalazi u selu Vaganac, a također je muška. Zasađena je u dvorištu porodične kuće, ali nema podataka tko ju je zasadio. Stablo ima promjer od 54 cm i visinu od 12 m.

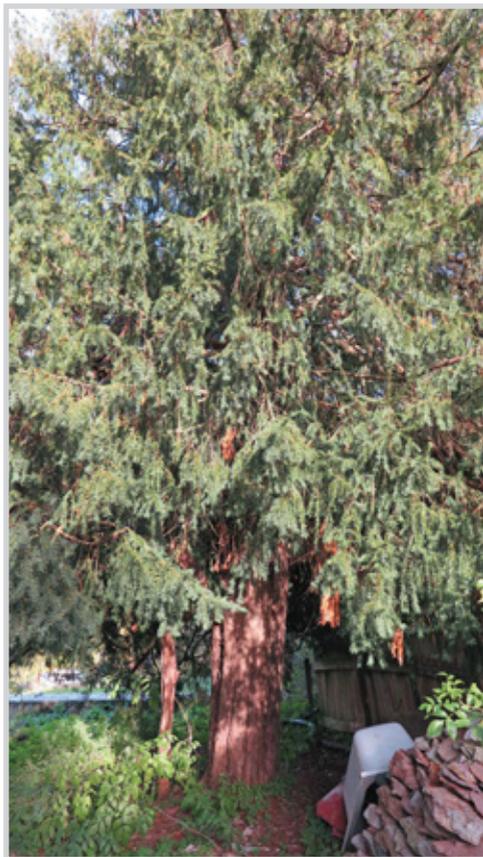
Četvrtu tisu nalazimo u zaseoku iznad Gornjeg Ribnika, na putu ka izvoru Sane. Primjerak se nalazi pored stare napuštene kuće, a pokazuje jako dobru vitalnost. Procijenjena starost primjerka je oko 50 godina. Inače, na deblu su primjetna odrezivanja grana čije se drvo vjerojatno koristi u spiritualne svrhe.

### Jajce

Uz benzinsku crpku Bojanić, na izlazu iz Jajca, može se primijetiti lijepo stablo tise koje se tu nalazi sigurno već preko 45 godina. Izgradnjom crpke nije posjećeno, ali je prilično zatvoreno betonom. I pored toga, kao i činjenice da raste pored glavnog izvora zagađenja u Jajcu, fabrike Elektrobosna, pokazuje jako dobru vitalnost. Visoko je oko 4 m i promjera preko 10 cm.



283. Stara tisa kod Jajca



Slika 284. Stara tisa u Gornjem Olovu

### Gornje Olovo

Iznad samog Olova, u njegovom starom dijelu poznatom kao Gornje Olovo, u privatnom posjedu porodice Memić, nešto ispod crkve nalazimo jednu prekrasnu staru tisu, koja se ne vidi direktno sa ceste. Iako je markantan primjerak, nije poznata kao ona iz Bukovog doła. Visoka je 10 m te nadvisuje stare bosanske kuće, a prsni promjer joj je 82 cm, dok je promjer krošnje 10 m. Na stablu nema oštećenja i ima dobru vitalnost. Iako je u značajnom naselju, ranije nije bila spominjana.

### Bukov dol

Nedostatak drva tise i narodna vjerovanja u tise bili su razlozi da se tisa uzgajala već dugi niz godina u vrtovima oko kuća u Bosni. Tako, u selu Bukov dol kod Olova, do kojeg vodi veoma dobar makadamski put od Soluna kod Olova, nalazimo jednu od najpoznatijih velikih i starih tisa u Bosni i Hercegovini. Sam Bukov dol je jedno od starijih sela u Bosni

i Hercegovini, a tisa je smještena u centralnom dijelu sela. Kako se razvijala okružena pažnjom i na osami gdje je uživala puno svjetlo, razvila je široku kišobranastu krošnju promjera preko 12 m. Ljudi su se okupljali ispod krošnje za vrijeme ljetnih vrućina, ali i zbog sastanaka. Sama tisa je visoka oko 8 m sa promjerom od 95 cm. Iz razgovora sa starim stanovnicima sela, te iz njihovih priča koje sežu i do par stotina godina unazad, tisa je tu bila, te je sa sigurnošću iz priča je možemo datirati u selu do 350 godina unazad, ali za pretpostaviti je da je starija. Postoje i nagađanja o njenoj starosti, ali ne bismo mogli da je datiramo na veću starost od 500 godina. Inače, ovaj stari primjerak tise je već dugi niz godina pod zaštitom.



Slika 285. Tisa u Bukovom dolu



### Milankovići

U dolini rijeke Krivaje nalazimo više populacija tise, većih i manjih, vitalnih i slabo vitalnih, ali i tradiciju sadnje tise u dvorištima. Tako nedaleko od sela Bukov dol, gdje raste jedna od naših najstarijih i najpoznatijih tisa, u selu Milankovići nalazimo također staru tisu, ne tako velikih dimenzija i starosti. Nešto je manja i mlađa, ali respektabilnih dimenzija. Promjer joj je oko 96 cm i visina oko 12 m, ali ranije nije spominjana. Za sada tisa pokazuje jako dobar vitalitet.



Slika 286. Stara tisa u Milankovićima



Slika 287. Tisa u Magulici

### Magulica

I selo Magulica spada u sliv rijeke Krivaje iako je nešto udaljenije od nje. I u ovom selu nalazimo jednu staru tisu respektabilnih dimenzija, promjera 40 cm i visine 8 m. I ova tisa je u neposrednoj blizini stambenog objekta. Kako su u selu živjeli katolici, koristili su grančice tise tijekom cvjetne nedjelje, te posvećene grančice držali u kućama i stajama. Tisa je prilično vitalna i zdrava.

### Podsokolina

Zaseok Podsokolina je udaljen od Magulice oko 3 km, a bio je sa pet do šest kuća do prije rata, kada je već napušten. Zadnji stanovnik je umro prije



Slika 288. Tisa u Podsokolini

šest do sedam godina. U selu rastu četiri tise većih dimenzija, prsnog promjera od 20 do 30 cm, te visine do 10 m, i zauzimaju svojim bujnim stablima i krošnjama veću površinu.

### Pobrin Han kod Vareša

Još je Protić (1898) navodio lokaciju Pobrin Han kod Vareša, gdje na staroj zarašnoj livadi raste tisa. Nedaleko od tise je i ruševna kuća, što govori da se tisa nekada nalazila u posjedu, te da je tu sigurno zasađena. Tisa je svježe sječena, ali i dalje je visoka oko 10 m, a deblu koje je ostalo je promjera oko 30 cm.



Slika 289. Tisa Pobrin Han

### Vijaka

U dijelu Vijake poznatom kao Donja Vijaka postoje tri zasađena stabla tise koja su približno istih dimenzija. Tise se danas nalaze na livadi i u voćnjaku, ali sve ukazuje da se tu nekada nalazila kuća uz koju su rasle. Najdeblja od njih na pridanku ima oko 50 cm, a prisutna su i oštećenja, te su tise grmolikog oblika.



Slika 290. Tise u Vijaci



Slika 291. Tisa u Zaruđu



Slika 292. Tisa u Stricama

Pored njih, u samom selu nalazimo i jednu veliku tisu uza sami stambeni objekt. Ta tisa ima lijepo razvijeno deblo i krošnju koja nadvisuje objekt. Promjer je oko 50 cm, a visine je oko 10 m.

Također, u Gornjoj Vijaci postoje tri primjerka tise uz stambene objekte, također zasađena, ali manjih dimenzija, do 3 metra visine i grmaste forme.

#### Zaruđe kod Vareša

U području Zaruđa nedaleko od Vareša nalazimo jedan lijep primjerak tise. Tisa je lijepo razvijena, visoka oko 7 m i sa promjerom od oko 20 cm. Nalazi se uza sami seoski put. Na krošnji se primijeti redovito odrezivanje donjih grana, ali joj to ne umanjuje vitalitet.

#### Strice kod Vareša

U privatnom posjedu, uza sami stambeni objekt raste tisa visoka oko 4 m, sa nekoliko debala, prije bi se moglo reći jačih grana. To je posljedica ranijih sječenja, a to se također može primijetiti na ožiljcima kojih je dosta na stablu, ali i po deformiranom obliku krošnje, jer vlasnici ne dopuštaju da krošnja preraste krov kuće. Ipak, tisa pokazuje dobru vitalnost.

### Slavin kod Vareša

U pitanju je mala tisa, ali se prema kazivanju vlasnika pojavila iz panja stare velike tise koja je posječena prije par godina.

### Borovica

Na području Borovice, nedaleko od lokaliteta Tisovci, uzglavni seoski put nad koji se nadvila, u ogradi nalazimo jednu omanju tisu koja je tu zasađena. Promjer tise je oko 20 cm, ali nema baš visinu, te je visoka oko 5 do 6 m. Nažalost, može se primijetiti da je dio krošnje na tisi suh, a drugi dio pokazuje vitalnost.

### Jelaške

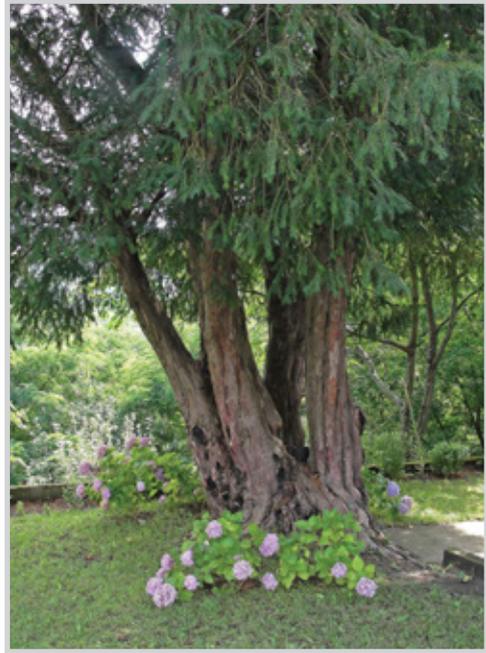
U selu Jelaške koje se nalazi u slivu rijeke Krivaje, gdje postoji stoljetna tradicija sadnje tisa u dvorištima, nalazimo četiri tise različitog uzrasta koje plijene svojim dimenzijama u samom naselju. Te četiri se nalaze u blizini stambenih objekata, dok se peta, nalazi nešto udaljenija i u korovskom raslinju, a tu su još dvije manjih dimenzija. Prema kazivanju lokalnog stanovništva, da bi se jedna od ovih tisa primila bilo je potrebno donijeti iz šume šest sadnica. I danas postoji tradicija sadnje tise o čemu svjedoči veći broj manjih stabalaca po seoskim dvorištima, ali ćemo se osvrnuti samo na stare primjerke.



Slika 293. Tisa u Slavinu



Slika 294. Tisa kod Borovice



Slika 295. Tise iz Jelaški

Prva tisa se dosta nisko dihotojno grana, što je vjerojatno posljedica oštećivanja u ranoj mladosti. Oba debla su preko 25 cm promjera, a visoka je oko 10 m. Obzirom na ranu dihotojnost i napukline na tom mjestu, tisa je prilično ugrožena jer postoji mogućnost da se rascjepi, te da njen dio ili pak cijela budu slomljeni.

Druga tisa se nalazi uz sami stambeni objekt i mnogo je jača od prve, a također se rano razbokorila te ima više debala od kojih neka liče na grane različite debljine, koje se skladno uklapaju uz stambeni objekt. Svojom visinom je prerasla stambeni objekt i ima preko 10 m, a promjeri debala su od 20 do 40 cm.

Treća tisa se nalazi nešto izolirano od sela i zarasla je u vegetaciju. To je najveća i vjerojatno najstarija tisa velikih dimenzija u odnosu na ostale. Promjer ove tise se kreće oko 80 cm, a visina je oko 13 m. Iz toga debelog debala izlaze jake grane i manja debalca koja daju ovom stablu jaku i gustu krošnju. Samo stablo pokazuje jako dobru vitalnost.

Četvrta tisa je najmanja, ali i ona zaslužuje pažnju. Kao i kod prethodnih, i ova nema jedno stablo nego tri tanja. Raste kao i prva tisa uz ogradu koja se nalazi uz sami put, ispred stambenog objekta. Dimenzije ove tise su skromne, te su promjeri do 15 cm, a visina najjačega debala je oko 6 m.

Peta tisa sa svojih 35 cm promjera i 6 m visine, sa lijepo razvijenom krošnjom, u neposrednoj blizini seoskog puta.

I šesta je na sličnoj poziciji, ali nešto tanja i manja od prethodne.



Slika 296. Tise iz Jelaški

### Vukanovići

Sjeverno od Kaknja se nalazi selo Vukanovići, u već planinskom dijelu općine. Zabačeno selo je razvilo svoj specifičan način života, u kojem i tisa ima svoje nezaobilazno mjesto u životu. Tisovo drvo se rabilo i u izradi određenih amajlija koje su svakodnevno nošene na odjeći ili pak na opremama radnih životinja u seoskim domaćinstvima. Kako se u šumama smanjivao broj tisa, te su nestajale, sadila su se stabla po selima kao zamjena. Tako kod Vukanovića nalazimo dva zasađena primjerka tise, sa kojih se i danas redovito sijeku komadići drva i ugrađuju u temelje kuća. Također su se za domaćinstvo izrađivali određeni predmeti koji su imali svakodnevnu primjenu, obično u vidu nekih posuda ili kutija ili su imali određenu spiritualnu vrijednost, kao križevi, a ujedno su simbolizirali dugovječnost. Također se sijeku i grančice za cvjetnu nedjelju, te ta dva stabla tise izgledaju vrlo loše. Jedno, koje se nalazi pored samog seoskog puta, je jako oštećeno, dok se iznad drugog tisovog stabla nadvio orah koji ga sustavno potiskuje i priječi njegov razvoj. Kako su već vijekovima tu,

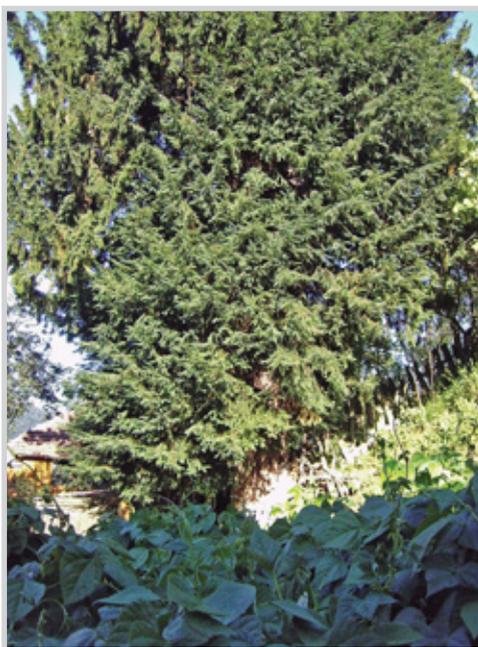


Slika 297. Tise iz Vukanovića

nadamo se da će preživjeti i ove današnje nedaće. Starost i stvarne dimenzije ovih stabala nismo bili u mogućnosti procijeniti iz razloga što su sustavno oštećivana.

### Pepelari

Pepelari se nalaze u centralnom dijelu Bosne i Hercegovine. Do tog sela se veoma teško stiže, jer do njega vodi jedan veoma loš makadamski put, koji se odvaja sa glavnog magistralnog puta Sarajevo - Doboj, u mjestu Begov Han. Nakon vožnje od 15 - 20 km po veoma lošem makadamu, uz stalne velike nagibe puta, uz prilično interesantnu okolinu, dolazi se do veoma starog i tipičnog bosanskog sela Pepelari, koje je prilično neuredno i mirno, okruženo masivom planine Tajan. Prije ulaska u selo postoji jedno veoma lijepo vikend naselje, gdje ljudi bježe od svakidašnjih problema. Život u selu je praktično stao, ljudi žive od vrlo oskudne poljoprivredne proizvodnje, a veći broj muškaraca odlazi na posao do obližnjih naselja jedinom autobusnom linijom. Autobus saobraća samo ujutro iz sela i poslijepodne se vraća.



Slika 298. Stare tise iz Pepelara

Prva veća i najstarija tisa u BiH je smještena u samom središtu sela, na privatnom zemljištu koje se koristi povremeno kao vrt, a povremeno kao livada za košenje. Samo stablo je veoma impresivnog izgleda i posjetioca ostavlja zbunjenog svojom starošću. Svi podaci do kojih smo došli mjerenjem su veoma interesantni, obujam na prsnoj visini je 480 cm, odnosno promjer je 150 cm, a visoka oko 15 - 17 m. Krošnja stabla je prilično oštećena, jer lokalni seljani povremeno sijeku grane da bi izrađivali amajlije. Tako mi je jedan mlađi seljanin odmah ponudio jednu od njih, ali sam odbio uz obrazloženje da je samo stablo tise moja amajlija. Na tisi postoji i jedna tabla sa obavještenjem o njoj, ali je prilično oronula te se glavni podaci o tisi ne vide. Interesantno je, a na to su me i seljaci uputili, da je u pitanju žensko stablo tise, u što sam se i sam uvjerio kad sam primijetio ariluse u oskudnoj krošnji. Obzirom na dimenzije možemo pretpostaviti da se radi o tisi velike starosti, možda čak i 750 godina.

Drugo stablo je muška tisa prema kazivanju seljana, a nalazi se na kraju sela, na 40 m višoj nadmorskoj visini. Dolaskom do stabla zamjećujem da ima prilično tanje, pravilno deblu, promjera oko 85 cm, ali i nešto veću visinu od prethodne, visoko je oko 18-20 m. Inače, obzirom na prilično manje dimenzije promjera debla, vrlo vjerojatno se radi o dosta mlađem stablu. Možda je staro 400 – 500 godina. Na stablu se primijete arilusi, ali se vide ostaci muških cvjetova, što je potvrdilo navode seljana. Ipak, na ovoj tisi je interesantno da ima jako gustu i tamnozelenu krošnju za razliku od prethodne, ali samo malo pažnje razjašnjava i tu misteriju. Pogledom u krošnju uz deblu može se primijetiti da se grane na deblu redovno, svakih par godina, režu te nakon toga izbijaju nove mlade grane. Podrezane grane se također koriste kao amajlije. Detaljna mjerenja na ovom stablu nisam mogao uraditi jer su oko debla složena drva lokalnog domaćinstva. Inače, i ova tisa je na privatnom posjedu dvoje veoma starih seljana. Iz razgovora s njima također saznajem da se nitko od njihovih predaka nije sjećao kad je to stablo posađeno, te da je tu stotinama godina.

Na temelju razlika između ova dva stabla za pretpostaviti je da ih je u bližoj prošlosti bilo daleko više u ovom zabačenom selu te da su vremenom posječena ili da su vremenom iščezla.

## Pepelarska rijeka

U istoimenom naselju tise se mogu naći uz privatne kuće i vikendice. U pitanju su tri tise različitog uzrasta i starosti, ali su sve lijepo razvijene. Što se tiče starosti, možemo je procijeniti na 35-60 godina, a promjeri se kreću od 20-35 cm. Iz razgovora sa mještanima saznajemo da su sve tise podrijetlom sa područja Pepelara.



Slika 299. Tise Pepelarske rijeke

## Topčić polje

U selu Topčić polje, uz cestu Nemila - Žepče, u dvorištima se mogu primijetiti dvije starije tise promjera oko 20 cm. Tise su lijepo formirane. Iz razgovora s vlasnicima saznajemo da su tise donesene sa područja Pepelara. Oko sela, pored pojedinih objekata se također mogu primijetiti tise, ali su manjih dimenzija.

## Topčić polje – zaselak Izgrtina

Pored privatnog stambenog objekta raste zasađena tisa koja se lijepo vidi sa magistralnog puta u pravcu sjeveroza-



Slika 300. Tisa u Topčić polju



Slika 301. Tisa u Izgrtini

pada. U pitanju je tisa lijepo razvijene krošnje, koja ima nisko račvu te dva lijepo razvijena deblca od 18 cm i visinu od 7 m. Za pretpostaviti je da tisa vodi podrijetlo sa područja Pepelara kao i sve ostale tise u ovom području.

#### Bistričak – Smaići

U selu se mogu naći tri veće tise i nekoliko manjih. Dvije od većih su promjera oko 20 cm i starosti oko 70 godina, jedna je muška koja obilno cvijeta, dok je druga ženska tisa i nalazi se uz stambeni objekt. Treća je veoma interesantna, a nalazi se u dvorištu prve kuće u selu, i veoma je upadljiva. Ona ima četiri debla iz jednog panja i lijepo



Slika 302. Tisa u Smaićima



razvijenu krošnju. Prema kazivanju mještana sve su tise podrijetlom iz područja Pepelara.

### Željezno polje – Brždani

U selu Brždani, u neposrednoj blizini Željeznog polja, pored jedne kuće nalazi se oveća tisa kojoj povremeno krešu grane. Tisa se nalazi uz sam objekt i predstavlja smetnju za krov, te je to razlog podrezivanja. U selu je pored ove tise donedavno egzistirao i još veći primjerak, promjera oko 70 cm i starosti do 200 godina, ali se prije dvije godine izvadio iz zemlje. O veličini tog stabla se moglo osvjedočiti na temelju panja koji je bačen u obližnji potok i koji je još u dobrom stanju. Panj pokazuje da je tisa i pored velike starosti bila potpuno zdrava i da se starost bez problema može očitati sa godova na panju.

### Papratnica (Čekuk)

U papratničkom zaseoku Čekuk nalazi se stara tisa, zasađena početkom dvadesetih godina prošlog stoljeća. I pored starosti od oko 100 godina pokazuje dobru vitalnost. Promjer joj je oko 30 cm i visina oko 12 m. Seljani kazuju da je podrijetlom sa Palašnice, jednog od predjela Mahnjače. Čak i Fukarek (1957) navodi tisu na Palašnici, a nađena je i manja populacija u Palašnici iznad Željeznog polja, kod sela Brždani.



Slika 303. Tisa u Brždanima



Slika 304. Stara tisa na lokalitetu Čekuk

### Tisa Nemila I

U dvorištu obitelji Telalović na ulazu u Nemilu autocestom iz pravca Zenice nalazimo jednu veoma lijepo razvijenu tisu vidljivu sa

ceste. Tisa ima tri debla što je posljedica oštećivanja vršnog izbojka u mladosti, a svako od debala je promjera oko 15 cm i visine oko 5 m. Stablo pokazuje jako dobar vitalitet iako se nalazi u neposrednoj blizini glavne saobraćajnice. Inače, tisa je podrijetlom sa Pepelara od kuda je stigla kao mlada sadnica izvađena u šumi.

### Tisa Nemila II

U dvorištu Ivančić Ljube, u gornjem dijelu Nemile poznatom kao Orahovo polje, nalazimo jedan prekrasan primjerak tise. Tisa je zasađena pored tadašnje šumarske kuće, kada je u tom području šumar bio Sičaja Anto. Tisa je stara oko 95 godina, a promjera je oko 55 cm i visine 9 m. Pokazuje dobru vitalnost iako je nekada bila dobro prevršena te ima više vršnih debala koja svjedoče o tome. Prema pričanju starijeg lokalnog stanovništva bila je za vrijeme Drugog svjetskog rata prevršena od strane četnika kada su se sa okolnih brda spustili u Nemilu.



Slika 305. Tisa u Nemili, vrt obitelji Telalović



Slika 306. Tisa u vrtu obitelji Ivančić (Nemila)



Slika 307. Tisa kod Vranduka



Slika 308. Tisa u Gomjenici

### Tisa kod Vranduka

Nedaleko od starog srednjovjekovnog grada Vranduka, nekih 1,5 km od njega, također nalazimo tise u jednom privatnom posjedu. U pitanju su dva primjerka od kojih je jedan većih dimenzija. Taj veći primjerak se nalazi uz saobraćajnicu koja se penje ka stambenom objektu. Inače, ta veća tisa je promjera 25 cm i visine oko 8 m, a vjerojatno je kao mala sadnica donesena sa područja Pepelara.

### Selo Gomjenica

Selo se razvilo u predgrađu Teslića, a u jednom vrtu uz samu glavnu ulicu nalazimo jednu tisu starosti možda oko 50 godina. Današnji stanari nemaju informacije o njenoj sadnji. Kako joj redovito podrežu grane, ona na deblu daje veliki broj izbojaka. Tisa pokazuje jako dobru vitalnost.

### Selo Gaše

U napuštenom selu Gaše, u području Komušine, nalazimo dva prekrasna primjerka starih tisa. Nekada ih je bilo tri, ali otvaranjem puta do sela jedna od tisa je bila posječena jer se našla na samoj



Slika 309. Tise sela Gaše

trasi puta. Ove dvije preostale su jako lijepo razvijene, visoke oko 14 m, sa promjerom debla od 60 cm, a manje sa promjerom oko 50 cm. Pokazuju dobru vitalnosti nemaju oštećenja. Problem je što su u napuštenom selu u koje se stanovnici nisu vratili nakon zadnjeg rata, te su bez kontrole i mogu biti posječene.



Slika 310. Tisa u selu Vidovići

### Selo Vidovići

U polunapušenom selu iznad Velike Usore, u njenom gornjem toku, nalazimo jedan jako lijep primjerak tise. Tisa je visoka oko 7 m sa promjerom od oko 35 cm, te joj možemo procijeniti starost na oko 50 do 60 godina. Na stablu su primjetna odrezivanja grana, što je svojstveno za lokalno stanovništvo.

### Ugodnović

Selo Gornji Ugodnović je staro i prilično zapušteno, većinom sa starim trošnim kućama i ponekom novijom, ali i prilično pusto. Od nekad velikog sela sa jakim stočarstvom ostalo je malo. Većina njegovih stanovnika se iselila u okolne urbane centre, te je veliki broj kuća napušten i propada. Mnoge od tih kuća su bile drvene sa svim obilježjima

bosanske planinske arhitekture koja sa njima nestaje. U selu je nekad bila i osnovna škola, koja kazuje o nekad brojnim stanovnicima, ali je ona prije dvadesetak godina napuštena zbog nedostatka đaka i vremenom je potpuno propala i urušila se, o čemu svjedoči samo gomila starog građevinskog materijala. Tako u selu trenutno obitava još samo par starijih domaćinstava, a nakon njih će selo potpuno nestati.

Dolaskom u selo odmah se na sjevernom kraju mogu primijetiti stara stabla tisa koja strše iz okolne vegetacije, odnosno obraslih napuštenih voćnjaka. Tise su impozantnih dimenzija, odnosno jako velikih prsnih promjera na deblima, a i visina koje su oko 12-15 m.

Tise pokazuju dobru vitalnost jer ih lokalno stanovništvo nije mnogo oštećivalo, eventualno su im podrezivali po neku granu. Tako je najdeblja od ove četiri tise prsnog promjera oko 120 cm, a najtanja oko 80 cm, a nešto dalje nalazimo još jednu, nešto skromnijih dimenzija i promjera od oko 45 cm.

Samo podrijetlo ovih tisa je nepoznato, ali je za pretpostaviti da su se tu našle na prirodan način, a doseljavanjem stanovništva oni su ih kao sveto drvo počeli poštivati kroz generacije. To im je osiguralo budućnost koja seže do današnjih dana. Danas su prilično zarasle u kupinu i drugu vegetaciju, a tu je i bujan pomladak koji se jako širi i zaposjeda napuštene voćnjake i vrtove kuća. Tako praktično svako dvorište ili voćnjak imaju po jedno ili više stabala tise. Pored tih tisa, u okolnim brdima postoje brojni grmovi tise koji čine jednu veoma interesantnu populaciju, bilo da su podrijetlom od ovih pet velikih stabala ili drugih tisa koje su rasle u okolnim šumama.



Slika 311. Tise u Ugodnoviću

Pregledom ovih tisa mogli smo primijetiti da je najveća tisa ženskog spola, dok su druge odavale muški spol, mada bi to trebalo još par puta provjeriti, da bi se donio sud o njihovoj spolnosti.

Sve tise imaju pravilno razvijene krošnje, što nas upućuje da su dugo rasle na osami i slobodno razvijale svoje krošnje, a time i da su ravnomjerno i brzo debljale. Stoga možemo sa rezervom procijeniti njihovu starost na oko 500 – 800 godina, dok će se točan podatak dobiti samo dendrokronologijom.

Kako su ova stabla samo pod zaštitom lokalnog seoskog stanovništva, daljnje aktivnosti oko ovih pet stabla bi se trebale voditi u pravcu njihove konzervacije i zaštite kao spomenika prirodnog naslijeđa. Na taj način bi se osigurala svijetla budućnost ovoj sada sve interesantnoj vrsti, te bismo je sa sigurnošću mogli ostaviti pokoljenjima koja dolaze.



Slika 312. Tisa u Vranjskoj

### Vranjska

U neposrednoj blizini Viteza, u selu Vranjska, nalazi se stara tisa promjera oko 55 cm i visine oko 15 m. Raste na kraju sela uz sami put gdje mještani deponuju otpad. I pored prisutnih oštećenja, jer su joj grane podrezivane, pokazuje jako dobru vitalnost i predstavlja pravi ukras za to selo.

### Kupres (Busovača)

U selu Kupres nalazimo u dvorištu obitelji Marinić jedan prekrasan primjerak tise, promjera 70 cm i visine 11 m. Stablo je zasađeno 1929. godine, a bilo je tada nepoznate visine i starosti. Vjerojatno da je doneseno u dvorište sa obližnje

Busovačke planine. Danas plijeni svojom raskošnom krošnjom. Također, svake godine podsijecaju joj donje tanke grančice za posvetu tijekom cvjetne nedjelje, a kako je to veliki primjerak, to ne ostavlja traga na ovom stablu. Također je primjetno da je krošnja stabla prorjeđivana. Kako je značajnih dimenzija, treba napomenuti da raste u jako povoljnim uvjetima tla, sa obiljem hranjivih materija, te odličnom opskrbljenošću vodom.



Slika 313. Tisa u selu Kupres

## Dusina

U selu Dusina kod Fojnice nalazimo jednu veliku staru tisu smještenu u samom središtu sela između seoskih kuća. Dobro je vidljiva i sa glavne ceste i plijeni svojim izgledom, a posebno veličinom. Promjer tise na prsnoj visini je 85 cm, a visina je 18 m, što je svrstava



Slika 314. Stara tisa u Dusini

u naše najveće i najstarije tise. Sama tisa pokazuje dobru vitalnost što treba zahvaliti vlasnicima koji brinu o njoj. Prema pričama mještana tisa je stara oko 200 godina. U selu nalazimo i nešto mlađu tisu sa jako lijepo formiranom krošnjom.

#### Cuce

I u visočičkim selima su tisa i predmeti od njenoga drva igrali važnu ulogu u svakodnevnom životu stanovnika. Kada je u pitanju planina Visočica, treba spomenuti i selo Cuce, gdje u njegovoj blizini nalazimo tise u šumama, ali i u samom selu. Samo selo je dugi niz godina napušteno, a pored jedne od napuštenih kuća raste stara tisa, koja je dosegla promjer od 45 cm i visinu od 8 m. Ova tisa je jako vitalna, a urušavanjem kuće je počela da širi krošnju, te lagano krošnjom zauzima mjesto



Slika 315. Stara tisa u Cucama

urušene stare kuće. Prilaz do same tise je otežan spletom kupina kojim je obrastao cijeli lokalitet. O podrijetlu i starosti tise nemamo podataka, ali je vrlo vjerojatno da je tu prenesena sa obližnjeg tisovog lokaliteta ispod Bijelih stijena.

### Ždralovići

U selu Ždralovići kod Bugojna postoji nekoliko starih tisa, a nekoliko ih je posječeno u zadnjih deset godina, te ih je danas tri. Prema uzrastu tih tisa za pretpostaviti je da su možda stare od 100 – 150 godina. Ne znamo da li je starost dobro procijenjena, jer su kod nekih stabla okresane krošnje, a druga su prilično oštećena. Ipak pokazuju značajne dimenzije. U samom selu postoji priča o čuotvornosti tise, te je to i razlog njenog sađenja. Priča se veže na umiranje djece ako im bar jedan dio kolijevke nije od tisova drva. Tako je tisa našla svoje mjesto i u dječjim kolijevkama, te bi to mogao biti razlog njihove sadnje u ovom selu.



Slika 316. Stare tise u Ždralovićima

### Ljubovčići

Još Fukarek (1957) navodi ovu veliku tisu u selu. Smještena je u centru sela uz obiteljsku kuću. Promjera je oko 50 cm i visine oko 10 m. Pretpostavlja se da je stara oko 150 godina.



Slika 317. Tisa u selu Ljubovčići



Slika 318. Tisa u Dnopolju

Iako je u samom centru dvorišta, oslonjena na garažu, pokazuje jako dobru vitalnost, jer joj je krošnja puna i vitalna. Tome je vjerojatno doprinijela briga domaćina o njoj, kao i slabije podrezivanje krošnje, te nedostatak konkurencije od strane drugih vrsta drveća. Obzirom da u Ljubovčićkom potoku nalazimo jako lijepu populaciju tise, za vjerovati je da ovo stablo iz sela vodi podrijetlo iz te populacije.

### Selo Dnopolje

Selo se nalazi između Rujišta i Nevesinjskog polja, odnosno pod samim padinama planine Velež. U samom selu nalazimo jednu staru tisu koja raste uz staru seosku kuću, koja je još u funkciji. Tisa je posađena uz sjeverni zid kuće, a pored se nalazi i čatrnja za vodu. Sama tisa pokazuje dobru vitalnost, iako joj je dosta ranije deblo očišćeno od grana te joj je sada krošnja visoko nasađena na deblu.



Slika 319. Tisa u selu Lukavice



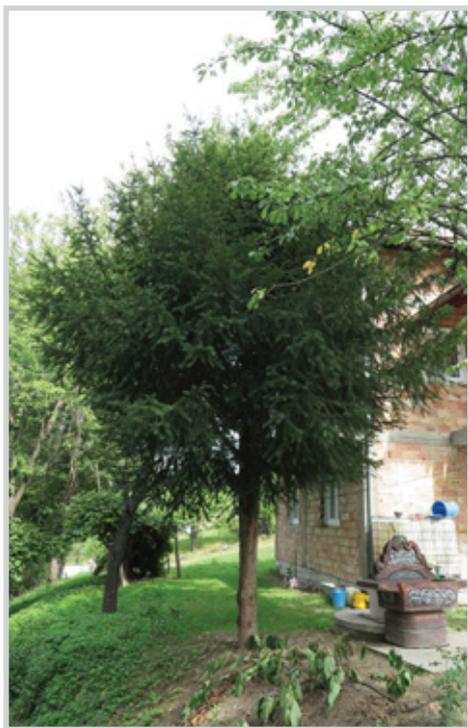
Slika 320. Stara tisa u Batićima

### Selo Lukavice – Gacko

U dvorištu seoske kuće vlasnika Zdravka Radmilovića nalazi se tisa promjera oko 25 cm i visine oko 6 m. Tisa je podrijetlom sa planine Bjelašnice, od kuda je donesena kao mala biljka prije 50 godina. Danas joj je deblo čisto od grana, koje se uredno podrezuju, a krošnja je gusta i vitalna i iznad 3,5 m visine.

### Tisa u zaseoku Batići

Nekih 10 km od Šipraga, iznad Kruševa brda, u zaseoku Batići nalazimo jednu staru tisu. Godine joj ne možemo procijeniti jer je u pitanju sječeno stablo, koje danas ima četiri debla sa po 10 do 15 cm u promjeru i visinu od 5 m. Samo stablo se nalazi uz staru drvenu kuću koja se ranije sretala na sjevernim padinama Vlašića. Inače, kuća je napuštena, te stablu prijeto da bude posječeno. Tisa je vjerojatno podrijetlom iz okolnih šuma.



Slika 321. Tisa u Oraš - Planjama



Slika 322. Butmirska tisa

### Selo Oraš-Planja

U dvorištu seoske kuće je tisa promjera oko 18-20 cm i visine oko 5 m. Tisa je vjerojatno podrijetlom sa područja tešanjске tisove populacije na Crnom vrhu, od kuda je donesena kao mala biljka prije 50-60 godina. Danas joj je debljina čista od grana, sa lijepo formiranom gustom i vitalnom krošnjom koja se uredno podrezuje, a drvo je visoko preko 3 m. U pitanju je žensko stablo tise. Pored ovog stabla u selu nalazimo još jedno stablo sličnih dimenzija.

### Tisa u Butmiru kod Sarajeva

U prigradskom naselju Butmir, u dvorištu obitelji Mostarlić, nalazimo jedno lijepo stablo tise. Prema riječima ukućana tisu je 1975. godine zasadio Esad Mostarlić. Danas je tisa visoka oko 6 m, dok ima više debala što je posljedica oštećivanja, a neka od debala su posječena.

### Tise u selu Dumanac kod Kaknja

U pitanju su tri tise u selu Dumanac, prilično velikih dimenzija. Podrijetlo tisa je poznato, ali postoje dvije opcije, da su dvije od njih donesene sa područja Pepelara, i danas su manjih dimenzija, a najdeblja je razmnožena iz grana te dvije donesene i ona je najvećih dimenzija. Najveća tisa ima promjer od 38 cm i visinu od 9 m. Druge dvije su promjera oko 35 cm i visine od 7 m. Sve tise imaju jako dobro razvijeno deblu, a donje grane su im uklonjene, dok se kod jedne intenzivno javljaju vodeni izbojci na donjem dijelu debla.



Slika 323. Tise u Dumancu

### Tise u Kaknju

U dvorištu obitelji Durmić nalaze se dvije starije tise, koje nisu većih dimenzija jer se redovito podrezuju, ali su stare oko 50 godina. Nalaze se uz samu cestu na ulazu u Kakanj od hotela Sretno. Podrijetlo tisa nije poznato.

I u dvorištu obitelji Trako kod kakanjske bolnice nalazimo tisu koja je stara oko 40 godina. Tisa je donedavno bila jako lijep primjerak, ali ju je vlasnik sasjekao, te se obnovila iz debla. Inače, ova tisa je razmnožena te se u obližnjim dvorištima nalaze dvije lijepo razvijene tise podrijetlom od ove.



Slika 324. Kakanjske tise

### Tisa u Udežu (Trebević)

U dvorištu seoske kuće obitelji Pandurević nalazimo tisu promjera oko 45 cm, sa dva debla, a visine je oko 6 m. Tisa je vjerojatno podrijetlom sa područja Trebevića, od kuda je donesena kao mala biljka prije 60-70 godina, mada se u selu priča da je donesena iz Sarajeva. Tisa pokazuje dobar vitalitet, dok joj je krošnja prilično nisko, sa lijepom i gustom formiranom krošnjom. Sama krošnja je gusta i vitalna, a nalazi se već iznad 2 m visine. U pitanju je muško stablo tise, te u okolini nema pomlatka.

### Tisa u Moštama

U selu Moštre kod Visokog nalazimo jednu veoma interesantnu tisu zasađenu u privatnom dvorištu prije 40 godina. U pitanju je tisa visoka oko 4 m, sa više debala. Za ovu tisu se također govori da je donesena sa područja Pepelara kao mala biljčica i zasađena uz veliku pažnju vlasnika.



Slika 325. Stara tisa na Trebeviću



Slika 326. Tisa u Moštrama

### Tisa u Velikoj Aleji na Ilidži

U pitanju je stogodišnja tisa koja je nekada rasla iza upravne zgrade šumske uprave Ilidža, kasnije upravne zgrade fakultetskog školskog dobra Igman, te potom porezne uprave, da bi za Olimpijadu



Slika 327. Stara tisa u Velikoj Aleji na Ilidži



Slika 328. Tisa u zaseoku Štavanj

zgrada bila pretvorena u hotel, što je i danas. Tisa je visoka oko 8 m i ima promjer oko 45 cm, s time da ima dva debla koja počinju iznad 120 cm. Krošnja je dobro razvijena i vitalna. U pitanju je ženska tisa. U parku u kojem se danas nalazi postoji još nekoliko mlađih primjeraka tisa. Za pretpostaviti je da su tisu, po izgradnji šumske uprave, donijeli kao mladu biljčicu sa planine Igman.

### Tisa u selu Štavanj

Na planini Sjemeč, u selu Štavanj, odnosno u dvorištu porodice Pavlović, nalazi se tisa koja je visoka oko 3 m, sa više debalaca koja su posljedica oštećivanja. Tisa je zasađena sredinom sedamdesetih godina prošlog stoljeća.

### Tisa u Tuholju kod Kladnja

U selu Tuholj nalazimo jednu jako lijepo razvijenu tisu u dvorištu obiteljske kuće Imširovića. Riječ je o 5 m visokoj tisi sa više debalaca čiji su promjeri od 10 - 30 cm, a što je posljedica ranijih oštećivanja terminalnog izbojka. Podrijetlo tise je Slovenija, od kuda je donesena kao mala sadnica početkom osamdesetih godina prošlog stoljeća.

### Tisa u Žepču

Na uređenim gradskim površinama Žepča ne nalazimo tise, ali jedan jako lijepi i stari primjerak nalazimo u privatnom vrtu uz rijeku Bosnu. Primjerak je oko 7 m visok, sa promjerom od oko 26 cm. Podrijetlo ovog primjerka tise je vjerojatno sa Pepelara, kao i brojnih tisa u selima srednjeg toka rijeke Bosne. Pored ovog primjerka tise, još jednu nalazimo uz pravoslavnu crkvu.



Slika 329. Tisa u Tuholju



Slika 330. Tisa u Žepču



Slika 331. Tisa u Dobrinji



Slika 332. Tisa u Dušći

### Tisa u Dobrinji kod Jablanice

U dvorištu obitelji Zahirović nalazimo jednu jako lijepu tisu, visoku oko 5 m i sa promjerom od 15 cm. Prema kazivanju obitelji, tisa je donesena sa područja Ravašnice 1984. godine i zasađena uz kuću. Danas je to jako lijepo stablo pravilne krošnje i debla te je nadvisilo malu prizemnu kuću. Ukućani su na stablo prikačili i pločicu na kojoj je ispisan datum njene sadnje, a prema njihovim riječima, mlada biljčica koja je donesena bila je oko 10 cm visoka i slabe vitalnosti.

### Tisa u mjestu Dušći kod Višegrada

U Dušći koje je predgrađe Višegrada, uz jednu staru kuću, nalazimo zasađenu tisu. Visoka je oko 6-7 m sa promjerom od oko 18 cm. Iako su joj grane podrezivane, te ona prilagođavana okućnici, pokazuje veliku vitalnost. Vjerojatno je podrijetlom od tisa koje rastu u području Vihre.



Slika 333. Tisa pored Sane

### Tisa u selu Zgon kod Ključa

Odmah uz cestu s desne strane, kada se u selo dolazi iz pravca Ključa, nalazimo jednu odraslu tisu lijepih dimenzija i jako dobro razvijene krošnje. Stara je oko 45-50 godina, a visoka je oko 6 m sa više debala, dok je iznad panja na 30 cm debela oko 35 cm. Više debala vjerojatno ima zbog ranijih oštećivanja. Podrijetlo ove tise je vjerojatno sa obližnje planine Šiše ili nešto udaljenije Klekovače, odnosno Grmeča.

### Tisa u Goraždu

Na ulazu u Goražde iz pravca Ustikoline, s desne strane se može primijetiti jedno veoma lijepo stablo tise. Tisa je donesena sa nepoznate lokacije, a trenutno se nalazi u vrtu obitelji Korijenić. Riječ je o 5 m visokom stablu sa manjim promjerom, oko 15 cm, ali dobre vitalnosti.



Slika 334. Tisa u Goraždu



Slika 335. Tisa u Rudanki



Slika 336. Tisa u selu Brašljevine

### Tisa u Rudanki

Na samom ulazu u mjesto Rudanka iz pravca Doboja nalazimo jednu, prema kazivanju vlasnika 40 godišnju tisu iznad glavnog puta. U pitanju je veći grm koji je nastao sasjecanjem terminalnog dijela tise. Pokazuje dobru vitalnost.

### Stara tisa u Brašljevinama

U selu Brašljevine, istočno od oko 10 km od Zavidovića nalazi se jedna stara tisa, a nalazi se u privatnom posjedu. Visoka je oko 17 m, a promjer joj je oko 92 cm, sa niskom krošnjom i starošću koja se može procijeniti do nekih 350 godina. Inače, sa svojih 92 cm debljine dolazi u red naših najdebljih tisa. Na kratkom deblu je primjetno odrezivanje grana koje lokalni stanovnici koriste u spiritualne svrhe, bez da je oštećeno deblo. Obično se skidaju mladi izbojci. Sama tisa pokazuje izuzetno dobar vitalitet. Prema pričanju vlasnika, cijelo selo Brašljevine je nastalo na tom mjestu zbog te tise, jer se vjeruje da ona štiti selo. Tako su prve seoske kuće u početku bile uz samu tisu, a kasnije su se odmicale. Danas je tisa na periferiji sela, na rubu degradirane šume.

## 12. OČUVANJE TISE

Očuvanje tise je veoma kompleksno za razliku od vrsta šireg rasprostiranja. Kada je u pitanju tisa, riječ je o malim populacijama ili pojedinačnim stabalcima pod jakim antropogenim utjecajem. Od trenutnog stanja na terenu ovisi i samo genetsko očuvanje ove vrste, a za to je neophodno poznavati njenu genetsku strukturu. Međutim, brojna razmatranja genetske strukture, kako vrsne tako i genetske strukture populacija, u uskoj su vezi s biljnim zajednicama, te samim uvjetima koji vladaju na terenu. Potrebno je poznavati i povijest populacija, kao i brojne druge čimbenike, te je potrebno odrediti prikladne načine upravljanja populacijom (Paul i Tröber 2006; Tröber i Ballian 2011).

Kako je područje naših bosanskohercegovačkih Dinarida veoma specifično, kako svojom morfologijom, tako i klimom, to je osnovni razlog da se u ovom području nalazi jedan od važnih centara biljne genetske raznolikosti. Mnogi stručnjaci smatraju da vrste šumskog drveća s područja Dinarida pokazuju veliku genetsku varijabilnost u



Slika 337. Tise u Berlinu

usporedbi s istim vrstama sa sjevera, pa se tako ponaša i tisa. Ovo je potvrđeno u istraživanju koje su proveli Ballian i sur. (2008) i Tröber i Ballian (2011), a dobivena je visoka i specifična varijabilnost koja nije karakteristična za srednju Europu, nego samo za balkansko područje, posebice za područje BiH.

Već je stoljećima prepoznato da tisa predstavlja vrstu velike ekonomske pa i ekološke vrijednosti umjerenog sjevernog klimata (Thomas i Polwart 2003), a ekološki promatrano ona najbolje uspijeva u području sa visokom vlažnošću i blagom oceanskom klimom, kao i većina drugih vrsta roda *Taxus*. Kako tisa dolazi u različitim tipovima šuma, od južne preko središnje Europe, pa do sjevera i istoka svog rasprostiranja, većinom u manjim skupinama ili pojedinačno, pretežito u vlažnim nišama, to je izrazito ugrožena. Na jugu Europe to je u većini slučajeva visoko planinsko drveće, kao što je slučaj sa našim populacijama tise u Hercegovini, ali je i u Bosni nalazimo na višim nadmorskim visinama (Fukarek 1957, Ballian 2013, 2014). Većinom raste na sjeveru eksponiranim padinama koje pružaju bar približno oceansku klimu tijekom toplih ljetnih perioda, mada ne izbjegava kamenita, topli i suha staništa u Hercegovini. Također je poznato da je tisa najdugovječnije od svih europskih vrsta drveća, te da lako dostigne visoke starosti i preko 2000 godina, a možda čak i 5000 godina (Thomas i Polwart 2003). U Bosni i Hercegovini registrirali smo tisu sa procijenjenom starošću od 1500-1800 godina (Ballian 2014).

Tisa je kroz ljudsku povijest pod stalnim prijetnjama (Pećo 1925; Fukarek 1957; Ballian 2005). To dovodi do njenog lokalnog izumiranja, te su nekada brojne i velike populacije svedene na nekoliko stabalaca sa slabom mogućnošću da se samoobnove (Thomas i Polwart, 2003; Kassioumis i sur. 2004). Taj trend se nastavlja pa smo u zadnjih nekoliko godina u Bosni i Hercegovini izgubili tri populacije. To izaziva zabrinutost za budućnost tise (Dhar i sur. 2006; Iszkuło i sur. 2009; Linares 2013; Devaney i sur. 2014), mada je ona zakonski zaštićena u velikom broju europskih zemalja (Hageneder 2007) i ima svoj status među prioritetima u zaštiti staništa kroz EU direktivu (European Commission 2007). Zaštićena je i kod nas, ali osim zaštite na papiru slaba je briga o njoj. Posebne aktivnosti se vode na zaštiti tise i dijelova šuma gdje raste kroz koncept HCVF-a, u okviru certifikacije šuma (FSC), te je na taj način izdvojeno i stavljeno pod stalni nadzor više šumskih sastojina sa tisom u raznim dijelovima BiH. U zaštiti ge-

nofonda tise posebno mjesto zauzimaju mješovite šume, u čijoj strukturi tisa igra jednu od glavnih uloga, jer sve te šume pripadaju šumskoj zajednici bukovo-jelovih šuma (*Abieti-Fagetum*) i šumama jele i smreke (*Abieti-Picetum*). Interesan je podatak da u 8 prašuma koje imamo u Bosni i Hercegovini (Ballian 2010), a koje su pod trajnom zaštitom, nalazimo tise samo u prašumi Lom na planini Klekovači i onoj na Plješivici, ali ih zato nalazimo u okolnim šumama bukve i jele, te nekim degradiranim šumama bukve, ali i termofilnoj vegetaciji submediteransko-planinskog područja.

Pad brojnosti tise u Europi možemo pripisati veoma širokom broju razloga, a djelomično i klimatskim promjenama koje su zahvatile Bosnu i Hercegovinu, kao i južnu Europu, ali uglavnom pretjeranoj sječi i drugim ljudskim aktivnostima u šumama. Međutim, smanjenje njene brojnosti nije jasno, jer se neke populacije šire u povoljnim uvjetima (Seidling 1999) ili zbog dobrih uvjeta gospodarenja (Svenning i Magård 1999). Tako postoje dobri primjeri u Norveškoj (Dhar i sur. 2006), Britaniji (Preston i sur. 2002), gdje tisa pokazuje naznake širenja u zadnjim desetljećima. Čak i u nekim područjima južne Europe postoje populacije tise u ekspanziji, ako joj odgovaraju lokalni mikroklimatski uvjeti (Carvalho i sur. 1999; Cortes i sur. 2000; Kassioumis i sur. 2004; Fernandez-Manso i sur. 2011; Serra i Garcia-Martí 2011). U ovim slučajevima širenje se događa nakon napuštanja poljoprivrednog zemljišta i smanjene brojnosti stoke koja se napasala na tim staništima. Kod nas u Bosni i Hercegovini procesi su slični na mjestima gdje je depopulacija određenih područja omogućila da se tisa revitalizira (Ballian 2015, 2016). Ipak, tisa je vrsta nad



Slika 338. Piramidalne tise u Hesenu

koju se u Europi već dugo nadvija prijetnja, unatoč nekim lokalnim poboljšanjima, ali je za pretpostaviti da će joj klimatske promjene biti sve veća prijetnja u budućnosti. Budući da joj je potreban značajan utjecaj oceanske klime, a da bi morala prevladati značajnu promjenu klime tijekom svoga dugog života, na tise će vrlo vjerojatno negativno utjecati sve promjene koje se dešavaju u klimi. Kako će se to odraziti na njeno rasprostiranje nije poznato, mada se mogu uraditi određeni scenariji, koji su urađeni za brojne vrste (Thuiller i sur. 2005). To nam može pomoći u planiranju aktivnosti na njenom očuvanju, kao i unapređenju gospodarenja populacijama tise.



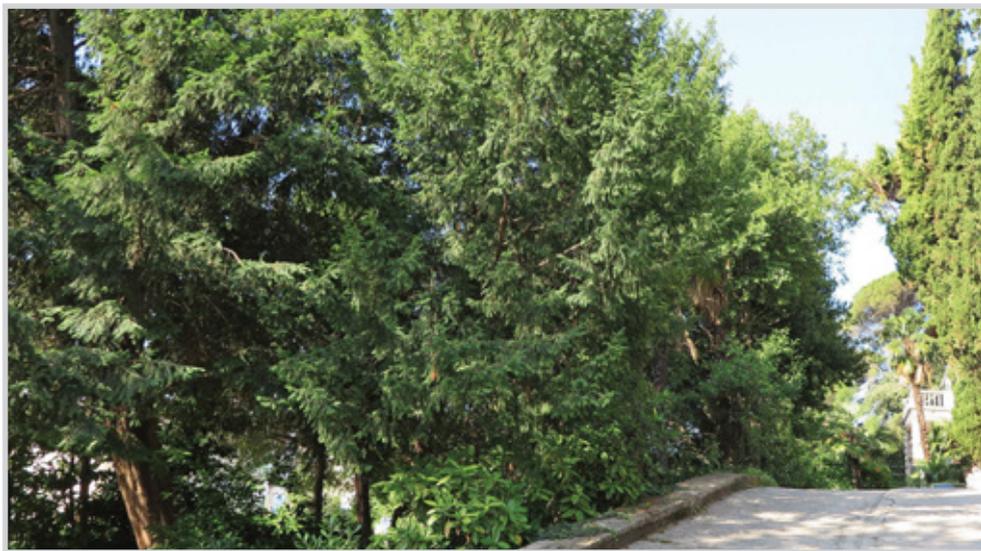
Slika 339. Tise u Zagrebu (Zrinjevac)

### Utjecaj klimatskih promjena na rasprostiranje tise

Znanstvenici su mišljenja da će se klima u Europi u narednom periodu značajno promijeniti, te će dovesti do povećanja sadašnjih regionalnih razlika u godišnjim temperaturama diljem Europe, pa tako i kod nas. Kako pripadamo jugoistočnoj, odnosno južnoj Europi, te Mediteranu odnosno Submediteranu, naći ćemo se u zoni najvećeg zagrijavanja, zajedno sa Španjolskom, Italijom, Hrvatskom,

Albanijom i Grčkom, što će se znatno odraziti i na biljni pokrov, za razliku od zemalja sjevera i zapada Europe, s najmanje zagrijavanja ( $<2$  °C) duž atlantske obale (IPCC 2013).

Te visoke temperaturne razlike će biti posebno značajne u južnoj Europi tijekom ljeta, sa brzinom zagrijavanja između 0,2 i 0,6 °C po desetljeću, dok će se sjeverna Europa zagrijavati 0,08 do najviše 0,3 °C po desetljeću. Godišnja količina padalina će vjerojatno pokazati određenu povezanost sa zemljopisnom širinom, te će južna Europa biti za 15-20% aridnija (po stopi od 5% po desetljeću), za razliku od Skandinavije i zapadne Rusije koje će postati za 10-20% vlažnije (IPCC 2013). Ovo povećanje razlika u padalinama na različitim zemljopisnim dužinama će također biti više izraženo u ljetnim periodima. Također će na jugu Europe biti mnogo suše, a na sjeveru mnogo vlažnije. Dakle, u južnoj Europi klimatske promjene će pogoršati životne uvjete za šumsko drveće (visoke temperature i suša), pa tako i za tisu. Visoke temperature i aridnost će dovesti do učestalih požara, čemu smo već svjedoci, te će regije južne Europe biti najranjivije na utjecaj klimatskih promjena. Tako su brojne tise stradale tijekom velikih požara koji su zahvatili naša južna područja tijekom 2014. godine, posebice na planini Prenj koja je bila iznimno bogata tiso-vim stablima. Za razliku od juga, sjever i zapad Europe će biti manje pogođeni dugotrajnim sušama, a umjesto toga mogu patiti od povećanog nakupljanja padalinskih voda ili poplave, ali i visoke temperature i povremenih nedostataka vode (aridnih perioda). Međutim to, i pored visoke evapotranspiracije, neće biti problem. Širom Europe će te promjene vjerojatno dovesti do nestanka brojnih biljnih i životinjskih vrsta (Allen i sur. 2009), a u nekim područjima Europe i do gubitka od 60% brojnosti pojedinih vrsta (IPCC 2013). Kada je u pitanju drveće, ono će biti direktno izloženo tim promjenama, osobito jer je dugovječno, pa tako i tise, što će voditi njihovom nestanku u brojnim područjima Europe, jer predstavljaju atlantski florni element. Ipak, time će naročito biti ugrožene brojne mezofilne vrste kao što su smreka i obični bor u južnoj i središnjoj Europi, na račun širenja submediteranskih i mediteranskih vrsta, uz smanjenje broja različitih individua po jedinici površine (Hanewinkel i sur. 2013). Te promjene u šumama imat će nesagledive financijske posljedice, one direktne, koje se mogu iskalkulirati, ali je vrlo teško dati procjenu vrijednosti za brojne polivalentne funkcije šume.



Slika 340. Tise u Opatiji

Iz rečenog je za očekivati da će brojne vrste šumskog drveća u Europi težiti migraciji ka sjeveru i boljim klimatskim uvjetima za opstanak. Na svjetskoj razini, Loarie i sur. (2009) su izračunali da su temperaturni trendovi takvi da se biljke kreću ka sjeveru brzinom od 0,42 km/god. Biljke se iz istog razloga kreću na više nadmorske visine planina (Peñuelas i sur. 2007). Ipak, nije jednostavno predvidjeti koliko će i do kad će se drveće kretati prema sjeveru. Zbog toga je veoma teško uskladiti kretanje i rasprostiranje tise uporabom specifičnih klimatskih parametara (Pearson i sur. 2002; Pearson i Dawson 2003), a i zbog niza drugih čimbenika koji utječu na drveće, naročito ljudske aktivnosti u korištenju tala za poljoprivredu i intenzivno šumarstvo (podizanje umjetnih šuma). Ideja je da potencijalno kretanje vrste na temelju bioklimatskih parametara bude veće od stvarnog rasprostiranja, s obzirom na druge čimbenike kao što su pogodna tla, reljef i ljudsko uplitanje omotnice (Sykes i sur. 1996). Ima još pokušaja da se riješi ovaj problem na istim temeljima, a najpoznatiji su dali Svenning i Skov (2004). Za razliku od drugih vrsta tisa se kreće mnogo sporije, odnosno dostiže samo oko 50% potencijalnog dometa. To je vjerojatno zbog relativno uske ekološke valence kada su posrijedi uvjeti tla, te klimatska ograničenja prostorana komraste, čak i ako klimatski

uvjeti zadovoljavaju. Tako na optimalnim tlima na sjevernim ekspozicijama, gdje tisa ima najbolje klimatske uvjete, ograničena je kemizmom tla te je odsutna.



Slika 341. Tise na lokalitetu Zaplana (Slovenija)

Obzirom na mjesta gdje trenutno raste u području južnog rasprostiranja, postavlja se pitanje da li će se desiti njen pomak ka sjevernom rasprostiranju, odnosno njena ekspanzija na sjever i smanjenje rasprostiranja na jugu. Svenning i Skov (2004) polaze od tvrdnje da je tisa ograničena slabom sposobnošću širenja nakon zadnje glacijacije, te da se još uvijek polagano kreće u odgovarajućim područjima. Tisa je trebala dosegnuti svoj maksimum nakon 10.000 godina od završetka zadnje glacijacije, odnosno početka klimatskih promjena, ali to nije uspjela. Malo je vjerojatno da će i sada brzo reagirati, te da će imati veću brzinu kretanja ka sjeveru s obzirom na današnje brze klimatske promjene. Za rasprostiranje tise u zapadnoj Europi veliko je ograničenje pojava nepovoljnih karbonatnih tala, koja predstavljaju veliku barijeru za širenje sjemenom. Za razliku od zapada, tisa na istoku svog rasprostiranja raste na gotovo svim tipovima tala (Elwes i Henry 1906), a pretežito na omiljenom vapnenom tlu (Voliotis 1986). Ti različiti afiniteti tise u različitim područjima Europe značajno utječu na sprečavanje njene kolonizacije novih područja izvan zapadnog rasprostiranja.

Fragmentacija staništa je glavni uzrok smanjenja životne sposobnosti biljne vrste (Pautasso 2009; Young i sur. 1996). Vrsta drveća može biti relativno otporna na fragmentaciju staništa zbog svoje dugovječnosti i zbog sposobnosti da primi jak tok gena (Petit i Hampe 2006), međutim postoje i brojni negativni primjeri fragmentacije staništa unatoč jakom toku gena, bilo peludom ili sjemenom (Thompson 2005; Couvet 2002; Hewitt 1996). Dakle, može se reći da male i izolirane populacije tise pate od smanjenja genetske raznolikosti i gubitka sposobnosti prilagodbe, što posljedično dovodi do rizika od potpunog nestajanja (Chybicki i sur. 2011; Schirone i sur. 2010; Gonzalez Martínez i sur. 2010; Dubreuil i sur. 2010; Myking i sur. 2009; Hilfiker i sur. 2004).

Istraživanja koja su se bavila lokalnim genetskim strukturama u prirodi preostalih populacija tise su izvijestila da su, unatoč visokom potencijalu za širenje, populacije pokazale jake srodničke strukture, s prostornim opsegom od 50-100 m, a pojavom križanja u srodstvu ili čak klonskoga materijala (Chybicki i sur. 2011; Schirone i sur. 2010; Tröber i Ballian 2011). Tako tise sa zapadnomediterranskih otoka (Azori, Sardinija, Korzika i Mallorca) i istočnog dijela Iberijskog poluotoka pokazuju visoku genetsku diferencijaciju na malim zemljo-



Slika 342. Stara tisa na lokalitetu Strane (Slovenija)

pisnim udaljenostima (Schirone i sur. 2010; González-Martínez i sur. 2010; Dubreuil i sur. 2010). Međutim, populacije iz središnjeg rasprostiranja, u području Austrije, pokazuju višu razinu genetske raznolikosti u usporedbi s drugim europskim područjima (Klump i Dhar 2011). Istraživanja provedena u dobro očuvanim populacijama tise u Poljskoj, sa velikim brojem individua, pokazala su nisku razinu križanja u srodstvu i visoku genetsku raznolikost adultnih stabala (Lewandowski i sur. 1995). Međutim, mlade individue su pokazale nisku razinu heterozigotnosti, što se može objasniti križanjem između srodnika, o čemu izvještavaju Tröber i Ballian (2011) za Bosnu i Hercegovinu. Ovi rezultati ukazuju na to da tok gena može biti prilično ograničen kod tise (Hilfiker i sur. 2004) i u suprotnosti je s onima kod ostalih vrsta drveća, koje obično karakterizira visoka genetska raznolikost unutar populacija i niske diferencijacije kod uporabljenih biljega. Na temelju gore navedenog, kod tise treba očekivati da će se pokazati samo malo i ograničeno praćenje promjena izazvanih budućim klimatskim promjenama (Pautasso 2009), ali visoka genetska diferencijacija na malim zemljopisnim udaljenostima možda i neće biti toliko negativna za praćenje klimatskih promjena, ako bar neke od populacija tise budu imale odgovarajuće genetske karakteristike za opstanak pod novim klimatskim uvjetima.

### Nastanak populacija na sub-optimalnim tlima

Prilikom migracije tise ka sjeveru postavlja se još jedno veoma važno pitanje, da li se ona može natjecati za životni prostor sa domicilnim vrstama, kao i onim koje su ekološki jače. Ako su u pitanju karbonatna tla, tisa ima velike zahtjeve ka svjetlu i vodi, a što omogućava da i neke druge drvenaste grmaste vrste, kao i zeljaste mogu da prežive ispod tisa (Rodwell 1991). Ako su pak tla nepovoljna za tise, ona će se suočiti sa jakom konkurencijom drugih vrsta, posebice bukve (Thomas i Polwart, 2003.), što izravno vodi ka njenoj otežanoj migraciji.

Ipak, moramo sve uzeti s rezervom, jer se kod tise može javiti samo kratkotrajni efekt migracije, zbog nemogućnosti da prati brze klimatske promjene koje su nas zahvatile, te se ne može s njima nositi u budućnosti. U tom slučaju može nestati potpuno ili opstati u malim i izoliranim područjima gdje je došlo do neznatnih odstupanja u klimi.



Slika 343. Stara tisa na Čvrsnici

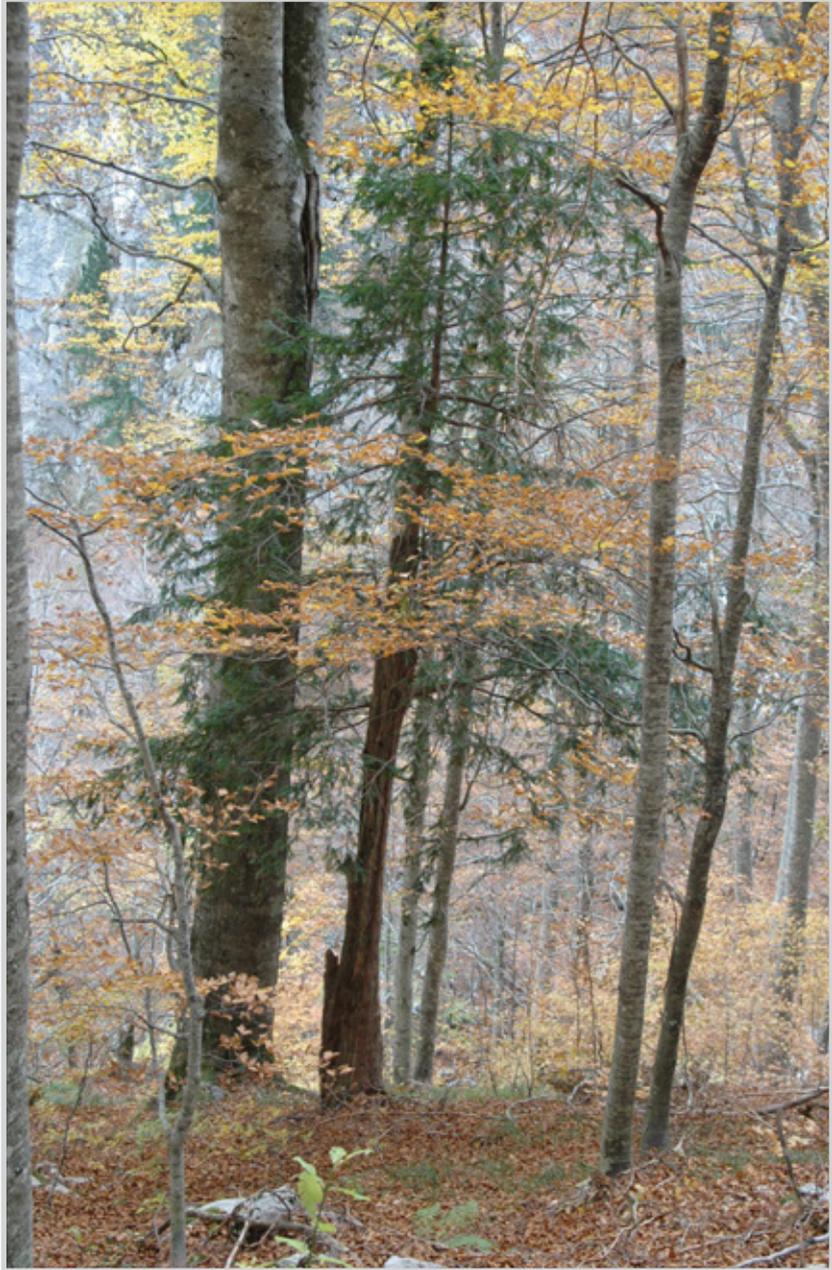
Na primjer, Zhu i sur. (2012) ukazuju na to da klimatsko zagrijavanje u Sjevernoj Americi utječe na odraslo drveće na sjeveru, te vodi njihovom širenju uz pomoć mladih i prilagođenih sadnica, a obrnuto, na jugu, gdje nestaju zbog gubitka konkurentne prednosti koju su imale u hladnijim uvjetima. Unatoč poznatoj stopi promjene temperatura diljem zemlje i kretanju biljnih vrsta nešto sporije nego na globalnoj razini od 0,42 km/god, kako su predvidjeli Loarie i sur. (2009), Zhu i sur. (2012) su utvrdili da kod mnogih vrsta sjevera migracije nema. Oni su analizirali 92 vrste i njihovo prosječno rasprostiranje, te ustanovili da dolazi do reduciranja rasprostiranja, kako je bilo i za očekivati. Međutim, oni su također otkrili niz reduciranja rasprostiranja na sjeveru. Čini se da je kod biljaka koje su osjetljive na promjene temperature, klima odveć negostoljubiva na sjevernom kraju rasprostiranja, te ne dopušta preživljavanje mladih biljaka i osnivanje populacija. Stoga, čini se vrlo vjerojatnim da će mnoge vrste imati brojne probleme pri kretanju na sjever, a za tisu kao vrstu umjerenog do blagog klimata će to biti poseban izazov, budući da je dodatno opterećena svojim sporim širenjem i velikim edafskim potrebama. Zbog toga je njeno buduće rasprostiranje veoma teško procijeniti, ali se čini vjerojatnim da tisa neće migrirati ka sjeveru po predloženoj stopi na temelju prikladnog klimatskog obrasca, a njena sjeverna granica može čak biti dosta južnije od teorijske, gdje neće doći do odumiranja odraslih stabla.

Usprkos očekivanjima, vrlo je vjerojatno da će tisa opstati od južnog do svog sjevernog rasprostiranja. Na jugu tisa opstaje u vlažnim šumama alžirskog i marokanskog gorja, na vlažnim i zaklonjenim staništima planinskih masiva Riff i Tellian Atlas u Alžiru, kao i u susjednom Maroku, u gorju Riff i Središnji Atlas (Charco 2007; Hamidouche i sur. 2014). Na tim staništima, koja su na većim nadmorskim visinama, količina padalina trenutno prelazi 1200 mm godišnje. To je više nego dovoljno za tisu, a i ostali ekološki uvjeti su ispunjeni (Hamidouche i sur. 2014), ali su ipak brojne mlade biljke tise posebno ranjive zbog jakih klimatskih promjena koje su zahvatile to područje. Osim toga, postoji prostor za širenje ovih populacija u visinskom pogledu, ako budu u mogućnosti da se mogu dovoljno brzo kretati. Ako pogledamo od Afrike ka sjeveru, postoji jako mnogo reliktnih populacija u jugoistočnom dijelu Iberijskog poluotoka koje su također ranjive, i koje su stigle do potencijalne granice svoje kli-

matske tolerancije. Trenutna količina padalina je već manja od 600 mm/god na nekim mjestima, a ove populacije su vjerojatno već u fazi izumiranja. Njihovo nestajanje na Iberijskom poluotoku, te migracija u više predjele u sjevernoj Africi, sigurno će voditi razdvajanju i diverzifikaciji populacija. Slično se može očekivati i u našim dijelovima submediterana, gdje se tisa povlači na više nadmorske visine.

### Tisa i klima

Tisa je najpoznatija vrsta sjene u Europi (Thomas i Polwart 2003), a za rast joj je potrebno manje od 1% dnevne sunčeve svjetlosti. Iako dobro preživljava u sjeni, bolje raste u manjoj zasjeni i na otvorenom staništu. Kada je u pitanju proizvodnost sjemena, traži svjetlo, i to nešto više od 5% dnevne sunčeve svjetlosti, a to za posljedicu ima i bolji rast biljaka. Za preživljivanje mladih biljčica tise je potrebno nešto više od 2% dnevne sunčeve svjetlosti (Dhar i sur. 2007; Ruprecht i sur. 2010. Iszkuło 2010; Linares 2013). Ovi podaci treba da pomognu u pronalasku prikladnog mikroklimata za tisu pod zastorom krošanja drugih vrsta ili samog tisovog zastora u procesu obnove. Tisa je također vrlo tolerantna na visoke temperature, te ostaje vitalna prilikom ispitivanja pri temperaturi od 51 °C u trajanju od 30 minuta (Lange 1961). Optimalna temperatura za fotosintezu je u rasponu od 14-25 °C, što je najveći raspon kod golosjemenjača, sa ljetnim maksimumom od 38-41 °C (Pišek i sur. 1969). Zbog toga je vrlo malo vjerojatno ono predviđanje da će više temperature imati štetan učinak na tise (Thomas i Garcia-Martí 2015). Tisa pokazuje određeni stupanj osjetljivosti na duge i jake mrazove (Brzeziecki i Kienast 1994), osobito kasne mrazove u proljeće. Ipak, i pored osjetljivosti na mraz, ona je jako tolerantna na niske temperature tijekom zime, a zabilježeno je njeno preživljivanje u južnoj Švedskoj na temperaturama od -33 °C do -35 °C. Što se tiče padalina, tisa se najbolje obnavlja u uvjetima visoke zračne vlage, sa dobro raspoređenim kišnim padalinama tijekom godine. Tisin je optimum pri vrijednostima većim od 1000 mm/god (Tittensor 1980), iako je u južnim područjima rasprostiranja ta vrijednost znatno niža, pa je u Grčkoj samo 569 mm/god, Španjolskoj 564 mm/god i 518 mm/god (Katsavou i Ganatsas 2012). U takvim uslovima traži zaštićenija staništa, bez prekomjerne evapotranspiracije. Tisa



Slika 344. Tisa u bukovoj šumi

pokazuje određeni stupanj tolerantnosti na povremena plavljenja i suvišak vode u tlu, a što je kratkotrajna posljedica ekstremnih vremenskih zbivanja. Također, za razliku od suviška vode, tisa bolje i dugotrajnije podnosi sušne periode (Brzeziecki i Kienast 1994), te dolazi u sam vrh tolerantnih vrsta. U slučaju da se do stabla tise dovodi dodatni ugljični dioksid, može se povećati njen rast, ali je to samo vjerojatno u jakoj zasjeni sa manje od 1% dnevne sunčeve svjetlosti, a to je pak vjerojatno manje nego u konkurenata kao što je bukva (Hättenschwiler i Körner 2000; Hättenschwiler 2001). Tragom iznesenih saznanja, možemo pretpostaviti slijed događanja sa tisom u raznim dijelovima njenog rasprostiranja, koje će izazvati klimatske promjene (Thomas i Garcia-Martí 2015).

U centralnoj zoni rasprostiranja tise, središnjoj Europi, ukupna temperatura i promjene padalina tijekom sljedećeg stoljeća trebali bi imati mali učinak na obnovu i nastajanje novih individua, a moguće je da će doći do poboljšanja obnove. Što više, za razliku od sjevernog rasprostiranja, s obzirom na njenu ekologiju i ponašanje na terenu, vrlo je vjerojatno da će tisa zaposjesti nova područja (Tittensor 1980). Tu se tisa ponaša kao i borovica, te je ptice koje se hrane arilusom prenose na nova staništa, gdje sjeme isključivo i daje novu individuu - osnivača nove populacije (Williamson 1978; García i Obeso 2003). Ipak, trenutne klimatske promjene u tisovom okolišu mogu značajno utjecati na njen opstanak, kroz eliminaciju slabo prilagodljivih individua (Thomas i Garcia-Martí 2015).

Uz trenutne temperaturne trendove, tisa se premješta sjevernije prosječno 0,42 km/god (Loarie i sur. 2009), što znači da tisa uz životnu dob od maksimalno 2.000-3.000 godina starosti može svoj genotip preseliti 850-1.270 km sjevernije. S obzirom da je trenutno rasprostiranje tise pravcem sjever-jug oko 3000 km (Thomas i Polwart 2003; Thomas i Garcia-Martí 2015) i da će se brzina klimatskih promjena vjerojatno povećati, vrlo je vjerojatno da će stara stabla postupno da odumiru u nekoliko narednih stoljeća, te tako da osiromaše srednjoeuropski krajolik, čiji su sad stalni stanovnici.

Prema kraju sjevernog rasprostiranja tise, ona se suočava s brojnim problemima, osobito u fazi mladih biljaka, a posebno sa niskim temperaturama, rastom u dubokom hladu, značajnim brojem herbivora, i zimskom fiziološkom sušom, kao i sušom u toku vegetacije zbog male količine padalina (Thomas i Garcia-Martí 2015). Nadzemni

dio biljke, ali i korijeni su u periodu hladnoća van funkcije, te su mlade biljke suočene sa nedostatkom vode, odnosno sušom (Sanz i sur. 2009; Iszkuło 2010; Linares 2013). Tako je Linares (2013) sugerirao da je obnova tise znatno lošija iznad 55° širine, u odnosu na onu koju nalazimo južnije, iako na terenu postoje i određeni izuzeci te je



Slika 345. Tisa pored Bledskog jezera

obnova u nekim populacijama jako dobra. Dakle, globalno zatopljanje sa pojavom vlažnijih ljeta, uz nisku osjetljivost šume, trebalo bi da daje određenu korist mladim biljkama i da dovodi do širenja tise ka sjeveru (Thomas i Garcia-Martí 2015). Poznato je da tisa raste dobro i na dreniranom vapnenačkom terenu, ali mlade biljke treba da su u prvim godinama razvoja zaklonjene od izravnog sunčevog djelovanja, te transpiracije, i manje dostupnosti vode korijenskom sustavu tijekom ljetnih suša, što je prema Thomasu i Polwartu (2003) ograničavajući čimbenik. U konačnici će se vjerojatno povećati broj individua i populacija, ali na mjestima gdje ima polusjene, dovoljno vlage i ne dolazi do smanjena brojnosti populacija.

Rasprostiranje tise na jugu će se vjerojatno smanjiti zbog povećane temperature koja djeluje uglavnom kroz veći koeficijent evapotranspiracije, i znatno smanjuje dostupnost vode, posebice tijekom ljeta zbog nedovoljnih padalina, te dolazi do jakih i dugotrajnih suša (Sanz i sur. 2009; Mendoza i sur. 2009b). Te suše mogu značajno da smanje broj mladih biljaka. Dakako, mlade su tise inače rijetke na svom južnom rubu rasprostiranja u odnosu na konkurentske vrste (Mendoza i sur. 2009a; Martinez i sur. 2013; Thomas i Garcia-Martí 2015), a kod nas u Hercegovini većinom ih nadvladava termofilna vegetacija submediterana. Tako populacije predstavljaju pojedinačna stara stabla, kojih je sve manje. Kako je tisa jako dugovječna vrsta i jako tolerantna na zasjenu (Watt 1926), za pretpostaviti je da će preostale individue vjerojatno preživjeti još dugi niz godina, prije nego potpuno nestanu (Camarero i sur. 2015), a sve zbog sve ekstremnije klime.

Brojni takvi primjeri su zabilježeni u Španjolskoj, gdje zbog vodnog stresa (Cortes i sur. 2000; Costa 2007; Garcia i sur. 2000) lagano nestaju značajne populacije tise. Tako je moguće pratiti ključne pokazatelje pada brojnosti tise i njihove biološke raznolikosti.

Postupno nestajanje tise u južnim područjima rasprostiranja neće se izravno doticati samo povećanja fiziološkog stresa zbog niske razine vode u tlu, odnosno suše. Razlog je u čitavom slijedu povezanih poremećaja, uključujući sušu i učestale požare, osobito ako su u pitanju mediteranski i submediteranski ekosustavi (Piñol i sur. 1998). Kao primjer može poslužiti 2013.-14. godina sa jakim sušama na jugu Španjolske, u reliktnim šuma gdje se javlja tisa, sa ekstremnim minimumom padalina godišnje (Thomas i Garcia-Martí

2015), a takvu situaciju smo imali i u Bosni i Hercegovini, kada se situacija usložnila i brojnim požarima. Niske količine padalina su izravno uvjetovale veliko odumiranje mladih biljaka u kratkom roku, a što će se vjerojatno nastaviti i ako se padaline normaliziraju, jer proces odumiranja nije reverzibilan kod većine biljaka (Peñuelas i sur. 2000).

Dugotrajne suše su dobar preduvjet za učestale i intenzivne požare. Tako se u Španjolskoj broj požara godišnje povećao kroz posljednja dva stoljeća (Pausas 2004), a što je dovelo do degradacije reliktnih šuma i ograničilo potencijal za njihovu obnovu na novim područjima. U pokrajini Valencia ukupan broj stabala tise je smanjen za 35% djelovanjem šumskih požara (Alcober i sur. 1988), a kod nas nemamo takve podatke iako je izvršena inventura opožarenih područja za planinu Prenj, jer se vodilo računa samo o komercijalnim vrstama drveća.

Poremećaj koji se desio kao posljedica suše i požara nadilazi samo pad broja individua tise u populacijama, jer on uključuje i naknadni gubitak veze unutar i između populacija koje nalazimo u tim zonama; kao i pojava negativnih učinaka fragmentacije i/ili smanjenja veličine njihovog ranijeg staništa; umanjeње kvalitete staništa i povećanje broja pionirskih vrsta koje formiraju stanište sa novim ekološkim karakteristikama koje ne odgovaraju ponovnom naseljavanju tise (Saura i sur. 2014; Thomas i Garcia-Martí 2015). Svi ovi čimbenici čine vrlo teškom prirodnu obnovu tise na tim staništima i povećavaju vjerojatnost da će neke od lokalnih populacija ostati izolirane i izložene daljnjoj genetskoj eroziji (Caughley 1994). Jasno je da učinci klimatskih promjena i njihovih ograničenja u južnim populacijama tise traju već neko vrijeme, jer su ove populacije čak vjerojatno u fazi nestajanja (Kuussaari i sur. 2009), a što je jedan jako složen proces sa brojnim čimbenicima. U središnjem dijelu svoga rasprostriranja, gdje tisa gradi guste, čiste skupine u šumama, obnova se javlja redovito i tu nalazimo brojne grmove, ali se uglavnom to odvija u okružju postojeće šume (Svenning i Magård, 1999; Thomas i Polwart, 2003; Devaney i sur. 2014). Ovdje se trebaju uzeti u razmatranje i svojstva sjemena koje je jako dormantno i koje obično klija u drugoj ili čak trećoj godini nakon što dospije na tlo (Melzack i Watt 1982), kao i to da u prvim godinama razvoja mlade biljke nemaju dovoljno snage da se odupru klimatskim promjenama. Na jugu, gdje je tisa raširena u

otvorenijim šumama, to može uzrokovati dodatne manje probleme, jer će mlade biljke tise imati i neke otežavajuće dodatne uvjete koji će vrlo značajno utjecati na njihov opstanak (Iszkuło i Boratyński 2006; Dhar i sur. 2007; Ruprecht i sur. 2010; Tröber i Ballian 2011; Thomas i Garcia-Martí 2015).

Daljnja komplikacija opstanka je u tome što će se suparničke vrste, s kojima se tisa bori za opstanak, bolje prilagođavati klimatskim promjenama. U području Baltika trenutna klima pogoduje tisi, ali su ipak populacije male i slabe. Ipak, za period od 2031.-2060. godine, Ozolinčius i sur. (2014) ukazuju na to da će klima biti pogodna za veliki broj visoko konkurentnih vrsta, uključujući javor, bukvu, te u manjoj mjeri klen, koji će se značajno proširiti u lokalnim šumama. Po njemu će se u periodu od 2061.-2090. godine njima pridružiti velelisna lipa, ali sa promjenjivim adaptacijskim potencijalom, a tise će se obnoviti (Packham i sur. 2012). Na kraju dvadeset i prvog stoljeća pojavit će se i pitomi kesten, što će značajno utjecati na tisiino stanište i pojačati konkurenciju na njenom optimalnom staništu, a koja je već prilično oslabljena djelovanjem klimatskih promjena. Proizvodnja sjemena tise će se vjerojatno smanjiti s jačanjem klimatskih promjena. Također, to će prouzročiti i smanjenje proizvodnje peludi, što je u pozitivnoj korelaciji s porastom temperature. Mercuri i sur. (2013.) su primijetili da je u sjevernoj Italiji proizvodnja peludi tise pala u periodu od 18 godina, dok je u isto vrijeme ukupna koncentracija peludi svih drvenastih vrsta porasla. Kako tisa djeluje kao zimska cvjetnica, paradoksalno je da joj je razvoj peludi (mikrogameta) odgođen za proljeće, kada su temperature više, a do završetka mikrosporogeneze dolazi ranije, odnosno, period proizvodnje peludi je kraći. Kako je u pitanju dvodomna vrsta, s odvojenim muškim i ženskim stablima (Brus 2004; Jovanović 1956, 1971, 2000; Negulescu i Săvulescu 1957; Rushforth 1987; Thomas i Polwart 2003; Šilić 1983; Vidaković 1987, 1993; Vidaković i Franjić 2004), oprašivanje je uspješnije između muških i ženskih stabla koja su u neposrednoj blizini. Dugoročna fragmentacija populacija i smanjenje njihove efektivne veličine vjerojatno će dovesti do smanjenja fertilizacije i dobivanja vitalnih sjemenki (Fahrig 2002, 2003, Allison 1990; Ballian 2005). Također je u populacijama zahvaćenim klimatskim promjenama evidentno smanjenje omjera ženskih individua (Iszkuło i sur. 2009), jer je suša glavni uzrok gubitka ženskih individua u konkurenciji s muškim. To



Slika 346. Tisa na strmim padinama Uneca (Slovenija)

je u vezi i sa istraživanjem koje je proveo Obeso (2002), jer je stalno prisutan povećani reproduktivni napor kod ženskih individua koje su osjetljivije na posljedice suše. Tu se treba naglasiti i da je u području Baltika rast tise u negativnoj korelaciji s visokim temperaturama, jer ženske individue u kolovozu i rujnu daju veći debljinski prirast tijekom vlažnijih ljeta (Cedro i Iszkuła 2011).

Također je vrlo vjerojatno da postoje promjene u populacijama tijekom rasijavanja sjemena životinjama, a što može značajno utjecati na obnovu tise. Nedostatak većih sisara i određenih vrsta ptica vrlo vjerojatno će smanjiti kretanje sjemena na velike udaljenosti (Jordano i sur. 2007), a što je izravno povezano sa posljedicom smanjenja genetske raznolikosti. To je inače poznato kao sindrom prazne šume, odnosno nedostatka divljači. Taj nedostatak faune može također imati izravan utjecaj na veličinu sjemena, te ako su u šumama tise samo manje ptice, i sjeme će biti manje, a to potencijalno dovodi do brzog evolucijskog smanjenja mase sjemena kao što je registrirano kod drugih vrsta (Galetti i sur. 2013). Time se smanjuje i uspjeh obnove, jer su sjemenke manje, a time i biljke sklonije sušenju i propadanju usljed sušnog stresa.

Male i izolirane populacije također proizvode visok stupanj inbridinga u populacijama tise što vodi njihovoj depresiji u rastu (Vincent i Kantor 1971; Bergmann 1992, 1993; Dubreuil i sur. 2008; Myking i sur. 2009; Ballian 2005a i b; Tröber i Ballian 2011; Charlesworth i Charlesworth 1987), a time se ograničava genetska raznolikost (Ballian 2005a i b). Tako su Lewandowski i sur. (1995) ukazali na to da novi potomci pokazuju znatno višu razinu inbridinga, vjerojatno zbog ograničenog širenja sjemena i križanja u srodstvu između bliskih susjeda (Ballian 2005a i b). Međutim, oni su također pokazali da gubitak genetske raznolikosti u ugroženim i iscrpljenim populacijama nije nužno problem, jer se i uz jako smanjenje broja individua zadržala visoka razina genetske raznolikosti (Lewandowski i sur. 1995; Tröber i Ballian 2011). Razlog je vjerojatno jer se tisa pokazala kao heterozigotna genetska vrsta u usporedbi s drugim vrstama četinjača (Ledig 1986), koja ima visoku genetsku varijabilnost jer je diecična i oprašuje se uz pomoć vjetera. Sama vrijednost heterozigotnosti je jako dobar pokazatelj o stanju koje vlada u populaciji, i njegova vrijednost može da usmjeri aktivnosti na gospodarenju vrstom (Ballian 2008).

### Voda u tlu i obnova tise

Kako se nalazimo u vremenu velikih klimatskih promjena, a u narednim desetljećima očekujemo njihovo još jače ispoljavanje, to se očekuje da će one izazvati velika pomjeranja u biljnom svijetu, kakva do danas nisu zabilježena. Za ta pomjeranja se očekuje da budu najbrža i najekstremnija na ekotipskim granicama vrste, kao i granicama između ekosustava (Hampe i Petit 2005), a kod nas u području Hercegovine. Također, i predviđeni trendovi viših temperatura i nižih vrijednosti padalina u području Mediterana i Submediterana ukazuju na to da će utjecati na raširenje tise u ovom području spuštanjem opstanka populacije prema količini dostupne vode (Mendoza i sur. 2009a; Sanz i sur. 2009). Međutim, neizvjesno je kako će se odnositi na specifične promjene na lokalnoj razini, posebno kada su u pitanju "osjetljive vrste drveća", a njihova sposobnost prilagodbe novonastalim uvjetima je mala (Hampe i Jamp 2011). Stoga je za pretpostaviti da intenziviranje sušnih stresova, perioda, u zadnje vrijeme, kod tise može povećati rizik nestanka u južnim populacijama u narednim



Slika 347. Tise kod Malovana

desetljećima (Mendoza i sur. 2009b), jer neka istraživanja pokazuju dobru povezanost između dostupnosti vode i rasprostiranja tise, te njene obnove (Sanz i sur. 2009). Stoga je potrebno tisu prioritarno obnavljati na mjestima s visokom količinom padalina. Osim toga, veća osjetljivost na suše i manji radijalni rast ženske tise, naspram muških individua, je također jedan od ključnih čimbenika njenog nestanka (Iszkuło i sur. 2009).

Obnova tise značajno je bolja iznad 55° zemljopisne širine u Europi, odnosno ka sjeveru, spram populacija iz središnjega dijela rasprostiranja. To je također podržano i boljom genetskom raznolikošću tih populacija, odnosno od središta ka periferiji, ali uz smanjenje vitalnosti populacija u oba smjera i ka sjeveru i ka jugu (Dubreuil i sur. 2010; Hampe i Petit 2005; Lawton 1993). Ova hipoteza ukazuje na to da se brojnost tise smanjuje od središnjeg rasprostiranja prema periferiji, gdje nalazimo male i marginalne populacije. Trend povećanja brojnosti tise vodi pak ka obnovi sjevernih populacija, a ključna je količina dostupne vode za biljke, iako bi se na tim zemljopisnim širinama mogao pojaviti i manjak, jer padaline nisu tako obilne na toj sjevernoj granici rasprostiranja tise i voda je uglavnom prisutna u krutom stanju (snijeg i led) (Iszkuło 2010; Leuschner i sur. 2009). Ako pak analiziramo tisu u zoni mediteranskih i submediteranskih planina, ona raste uglavnom u blizini potoka, gdje je voda dostupna tijekom većeg dijela godine i stres je manji (Sanz i sur. 2009), a to veoma često nije slučaj kod nas u Hercegovini, gdje tisa raste na suhim kamenim blokovima. Osim toga, trenutno njeno rasprostiranje može biti povezano i sa antropogenim djelovanjem, kao što je sječa, što ne bi imalo znatnijeg utjecaja na manje pristupačnim planinama (Trober i Ballian 2011). Tu su i šumski požari, iako se tisa obično povezuje sa sjevernim ekspozicijama gdje je manje požara, a s obzirom da je posebno osjetljiva na oštećenja od vatre (Thomas i Polwart 2003), što smo registrirali kod nas u području planina Prenj i Crvanj. S druge strane, reliktno populacije tise se mogu naći samo u neposrednoj blizini vodotoka i planinskih izvora, ili na sjevernim padinama i na sjenovitim usjecima (Mendoza i sur. 2009a; Navarro-Cerrillo i Pulido-Pastor 2003; García i sur. 2000; Ballian 2014a i b), u kojima tijekom ljetnih suša sunčevo zračenje može biti ublaženo (Mendoza i sur. 2009b; Sanz i sur. 2009), što je pak vezano za uvjete Pirinejskog poluotoka. Kod nas u Bosni i Hercegovini je za sada pot-



Slika 348. Tisa uz smreku na Plješivici

puno drugačija situacija, jer najvitalnije populacije tise nalazimo na veoma suhim i ekstremnim terenima.

Porast temperature će izravno utjecati na vegetaciju, a posebice na pojedine populacije vrlo osjetljivih vrsta drveća, adaptiranih na mezofilne uvjete i blagi klimat. Ipak, ne očekuje se da će više temperature pojačati pozitivne učinke u mediteranskim i submediteranskim populacijama tise, jer će rezultirati pojačanom evapotranspiracijom odnosno gubitkom vode iz tla, čime će se pogoršavati uvjeti za tisu, te pojačati njena ranjivost na klimatske promjene (Mendoza i sur. 2009b; Sanz i sur. 2009). Nasuprot tomu, na sjevernim zemljopisnim širinama visoka smrtnost mladih biljaka tise tijekom zime pokazuju da su i niske temperature jedna od osnovnih odrednica za opstanak tise (Iszkuło 2010). Zato

možemo pretpostaviti da je smrtnost mladih biljaka tise na sjevernim zemljopisnim širinama u biti prouzrokovana fiziološkom sušom koju uzrokuju temperature iznad 0 °C (Iszkuło 2010). S obzirom da se transport vode znatno smanjuje tijekom smrznutosti tla, niske temperature djeluju na mlade biljke tise kao i ljetne suše u južnom rasprostranju (Sanz i sur. 2009). Ova saznanja ne potvrđuju hipotezu o pomjeranju granice rasprostranja kada je u pitanju preživljivanja mladih biljaka tise, jer je suša stres koji predstavlja glavnu varijablu u objašnjenju neuspjelih preživljivanja mladih biljaka na sjevernim i južnim granicama rasprostranja.

## Genetski izvori tise

Poznavanje sadašnje strukture i analiza stanja okoliša, genetske raznolikosti i same šumske zajednice, trebali bi da posluže kao polazni parametri za procjenu prilagodbe i očuvanja tise (Smith i Zollner 2005). Genetsko očuvanje populacija tise je neophodno za sam opstanak vrste. S obzirom da je prisutna značajna fragmentacija staništa, a koja je povezana s genetskim osiromašanjem, kao što je povećani inbriding uz smanjenje efektivne veličine populacije, preostale populacije tise bi se trebale sve više i više povezivati do ponovne uspostave svog punog potencijala na nekom staništu. Osim toga, kako je tisa dvodomna vrsta, fragmentacija staništa smanjuje sposobnost oprašivanja i samu životnu sposobnost, jer je za nastajanje kvalitetnog i vitalnog sjemena potreban suživot zdravih individua oba spola (Thomas i Polwart 2003; Tittensor 1980). Nadalje, dvodomnost također predstavlja opasnost, jer dvodomne vrste biljaka imaju veću vjerojatnost izumiranja nego jednodomne (Heilbut 2000; Vamosi i Vamosi 2005).

S obzirom na potrebe individualnog pristupa održanju i očuvanju populacija, istraživane populacije Ozren i Borja mogu da posluže kao primjer (Tröber i Ballian 2011), jer je prisutna neobična genetska struktura populacije Ozren, a procesi u uništenom dijelu te populacije su osigurali da ona preživi putem vegetativnog razmnožavanja, iako kroz samo nekoliko vrlo vitalnih genotipova. U ovom slučaju je potrebno provesti još nekoliko dodatnih istraživanja, da bi se obuhvatilo što više svojstava, te uporabio širi spektar visoko varijabilnih genetskih biljega. Sa motrišta i strategije očuvanja gena to znači da populaciju Ozren treba zaštititi kao veoma vrijednu, zbog pojave šest multilokusnih genotipova koji se mogu smatrati za veoma prilagođene klonove za tako visoke nadmorske visine (1200 m), odnosno kao populaciju koja raste i opstaje na njoj. Međutim, s obzirom na veliku vjerojatnost križanja između srodnika i zbog rizika od inbridinga, sjeme ne smije biti prikupljeno samo na ovom području. Ovdje treba obratiti pažnju i na daljnji razvoj ove populacije, jer se mogu dobiti vrlo vrijedne informacije o mehanizmu opstanka ove populacije, te njenog eventualnog proširenja na okolna staništa.

S druge strane, populacija Borja iz sjeverne Bosne, mogla bi poslužiti kao visoko vrijedan izvor reproducijskoga materijala tise,

pod uvjetom da je distribucija muških i ženskih individua relativno uravnotežena i da populacija plodonosi redovito i dovoljno. I o ovoj populaciji, prije uključivanja u aktivnosti očuvanja i produkcije šumskog reproduksijskog materijala, treba sakupiti više informacija sa različitih aspekata.

U mnogim slučajevima, uzgojnim mjerama je potrebno stvoriti povoljne uvjete za optimalan broj muških i ženskih individua, njihov uzgoj u prirodnom okružju, optimizirati njihovu cvatnju i opstanak potomstva. Glavnu ulogu u tome treba da igra svjetlo, koje mora biti najvažnija točka u ovom kontekstu, o čemu je pisano u poglavlju o ekologiji tise.

Očuvanje genetskih izvora tise trebalo bi da se temelji na pojedinačnim populacijama. Za produženje ili ponovno uvođenje tise u populacije, preporučuje se korištenje materijala iz lokalnih populacija, koje imaju ekološki usporedive i klimatski analogne uvjete na



Slika 349. Tisa na Klekovači iznad Ribnika

mjestu podizanja nove populacije. Prilikom podizanja treba upora-  
biti materijal sa minimalno 40 individua, sa gotovo uravnoteženom  
strukturuom spolova, što znači najmanje 20 ženskih individua koje  
rađaju sjemenom, kao izvor sjemena, odnosno 20 muških individua  
kao oprašivača, uz obaveznu sinhronizaciju cvjetanja. Ako se ide  
na vegetativno razmnožavanje, potrebno je sabiranje klonskoga  
materijala samo sa onih individua koje su provjerene genetskim  
biljezima, da bi se spriječilo korištenje materijala koji je u visokom  
srodstvenom odnosu. Trebalo bi izbjegavati korištenje reprodukcij-  
skog materijala iz malih populacija, odnosno manjeg broja individua,  
s obzirom na činjenicu da su genetske razlike i njihovo značenje za  
adaptacijske procese kod tih individua manje značajne.

Prema istraživanju Mayol i sur. (2019) na temelju genetske  
strukture, varijabilnost među populacijama u pogledu produženja  
izdanka i sazrijevanja strobila kod muških stabala tise, povezana je



Slika 350. Tisa u Ribniku

sa temperaturnom klimom, a također ukazuje na selektivne učinke klime na fenološke obrasce. U usporedbi s umjerenijim obalnim populacijama, one iz kontinentalnog okruženja (hladnije i podložnije izraženijim temperaturnim promjenama) pokazale su i brži rast i ranije sazrijevanje muških strobila u pokusu, što opet ukazuje da je prirodna selekcija favorizirala genotipove koji su optimizirani u kratkom vremenskom okviru za uspješan rast i razmnožavanje (Mayol i sur. 2019), što se također mora uzeti u obzir i kod njenog genetskog očuvanja.

### Preporuke za očuvanje tise u narednom periodu

Iz brojnih istraživanja je evidentno da će tise preživjeti u nekom kratkom periodu, a možda čak i da će se proširiti na nova staništa, ali će ipak brojna stabla postupno odumrijeti zbog novih selektivnih pritisaka izazvanih klimatskim promjenama u južnoj Europi, te time i u Bosni i Hercegovini. Tisa će dalje migrirati ka sjeveru, mnogo sjevernije nego što joj je današnja sjeverna granica rasprostiranja, a što će biti uvjetovano dinamikom klimatskih promjena kao i kretanja konkurentskih vrsta. To njeno kretanje ka sjeveru bit će uvjetovano i novim optimalnim staništima, opskrbljenim hranjivima i vlagom u tlu, te potrebnom količinom svjetlosti, odnosno sa blagom klimom. I pored svega, bez ljudske intervencije, dugoročno će tisa biti na putu nestanka u mnogim područjima, osobito tamo gdje je poremećena spolna struktura, te gdje je jači utjecaj promjena, a već su u mnogim populacijama ostala samo stara pojedinačna stabla koja su u raznim fazama odumiranja. Ovo je već dugi niz godina evidentno u južnim populacijama Europe, a kod nas u Hercegovini, mada i u Bosni nalazimo brojna preostala pojedinačna stabla. Ta pojedinačna stabla ne pokazuju daljnje mogućnosti širenja, jer je tisa vrsta sa razdvojenim spolovima. To će predstavljati katastrofalnu promjenu u ekologiji staništa na kojim je tisa opstajala, a da ne govorimo o utjecaju koji će imati sam gubitak vrste koja predstavlja dom za bezbroj insekata i gljivica, o čemu smo pisali u jednom od poglavlja. Tu su i druge brojne polivalentne usluge ekosustava, uključujući skladištenje ugljika, gubitak gena iz starih stabala, smanjenje produktivnost (Bonan 2008; Michaletz i sur. 2014).

U Europi se provode aktivnosti na očuvanju brojnih vrsta, naročito onih koje pokazuju ekonomsku vrijednost, te je EUFORGEN izdao



Slika 351. Grm tise na Klekovači

brojna uputstva za različite programe i vrste očuvanja (de Vries i sur. 2015; Aravanopoulos i sur. 2015). Tako se i tisa našla u središtu pažnje u zemljama širom njenog rasprostiranja (Dhar i sur. 2007; Piovesan i sur. 2009). Kod nas je to regulirano zakonom, ali se slabo primjenjuje na terenu, a ne poduzimaju se nikakve daljnje aktivnosti na očuvanju i rekonstrukciji devastiranih populacija i reintrodukciji na mjesta sa kojih je iščezla. Za dobro provedeno očuvanje tise potrebno je definirati točan redoslijed prioriteta u aktivnostima. Naravno, tu će biti i odstupanja ovisno o položaju populacije tise i prevladavajućim ekološkim uvjetima okoliša, kao i utjecaju različitih stresova na ovu vrstu. Zato je potrebno razraditi i ciljeve lokalnog upravljanja ovom vrstom, te se na temelju toga mogu ponuditi i sljedeće preporuke za njeno očuvanje:

- U šumama u kojim raste tisa, poput starih bukovich, bukovo-jelovih, jelovo-smrekovich šuma, ali i mladih šuma bukve koje su u ekspanziji ili umjetnim monokulturnim nasadima

(Schwendtner 2011; Iszkulo i sur. 2012; Thomas i Garcia-Martí 2015), stupanj selektivnog smanjenja zapremnine njenog drva je oko 10-20%, ako tisa ne raspolaže sa dovoljno svjetla. Također, na tise ne treba da djeluju konkurentne vrste (Dahr i sur. 2006, Ruprecht i sur. 2010), eventualno možda u manjem obimu, ali samo poticajno, što se može na umjetan način regulirati. Potrebno je u šumama gdje raste tisa primjenjivati duge ophodnjice, da bi se osiguralo što više vremena za prirodnu obnovu, bez uznemiravanja strukture sastojine i oštećivanja zemljišnog pokrivača, kao i zastora sastojine (Dhar i sur. 2007; Farris i Filigheddu 2008).

- Velika gustoća populacije može imati i negativnu ulogu i može spriječiti obnovu tise (Iszkulo i sur. 2012), zato aktivnosti koje vode ka njenom očuvanju trebaju poticati njeno širenje van granica te guste tiseve jezgre. Također treba težiti ka promicanju rubne obnove uz izbjegavanje opasnosti da proizvodnost sjemena tise bude blokirana zbog starenja populacije (Ruprecht i sur. 2010; Svenning i Magård 1999). Uz uspješnu obnovu i analizu strukture populacija, očuvanje treba usmjeriti i na dugovječna stabla, jer ova vrsta je poznata po sporom rastu i dostizanju fiziološke zrelosti, pa je treba štititi tijekom obnove uz dodatno povećanje njenog preživljivanja primjenom agrotehničkih mjera u nekim fazama razvoja, naročito pomlatka i mladika (Kwit i sur. 2004).
- Potrebno je sustavno poboljšanje ekoloških uvjeta na staništu održavanjem višeslojne strukture šume, uz održavanje optimalne gustoće i rasporeda stabala (Ziehe i sur. 1989), i potpuna zaštita ogovarajuće mikroklimi na staništu, a to bi podrazumijevalo održanje humidnosti na jugu i zaštitu od kasnih mrazova na sjeveru, posebno u populacijama koje opstaju u rubnim područjima rasprostiranja. Iz toga proizilazi da bi se moralo voditi računa o sječama koje se provode u sastojinama u kojim ima tise, posebno treba paziti kada su u pitanju male i izolirane populacije sa prekinutim ili slabim tokom gena, odnosno pojedinačna stabla, što je jako često u našim šumama.

- Istraživanja su otkrila da optimalna veličina populacije tise ima površinu od oko 0,5-3,0 ha, a što bi moglo pak predstavljati minimalnu veličinu za njeno očuvanje (Piovesan i sur. 2009), dok je za očuvanje ili umjetno introduciranje tise u novu populaciju, prema proračunu, potreban minimalan broj biljaka od 40629 komada, sa uravnoteženom spolnom strukturom, što znači da je najmanje 20% reproduktivno sposobnih ženskih individua, da bi se za narednu generaciju osigurao dovoljan izvor sjemena (Iszkuło i sur. 2009) sa kvalitetnom genetskom strukturom. Stoga sve šumske aktivnosti treba usmjeriti ka umjerenj selekciji na smanjenju unutar vrsne konkurencije u tisovim populacijama umjerenih područja (Ruprecht i sur. 2010).
- Jako je bitno očuvanje zajednice ptica koje se hrane tisovim plodovima, i tako ih raznose, posebice kada su u pitanju drozdovi, kao i kroz regulaciju njihovog monitoringa, a sve bi se trebalo usmjeriti na glavne mjere u upravljanju za dostizanje cilja koji je postavljen u očuvanju i obnovi tise (García i sur. 2000). Ovdje treba da se uzmu u obzir i utjecaji na pomladak koji izazivaju životinje i čovjek (Farris i Filigheddu 2008; Mysterud i Østbye 2004). S obzirom da taj utjecaj može biti izravan i neizravan, tu je bitna regulaciju lova i potrajno gospodarenje divljači, dok je prioriteta zadaća zaštita i očuvanje tise, uz zabranu sječe i oštećivanja stabala.
- U južnim i istočnim područjima Bosne i Hercegovine potrebno je provoditi posebnu zaštitu tise od čestih požara, uz smanjenje gorive mase u sastojinama i stvaranjem vatrozaštitnih pojaseva oko tisovih skupina, ako to dozvoljavaju stanišne prilike. Također je u tom slučaju potrebno i redovito uklanjanje donjih grana na tisi i okolnom drveću i grmlju.
- Prilikom umjetne obnove potrebno je provoditi sadnju sadnica provjerene genetske strukture koja odgovara danom staništu, kako su za druge vrste predložili Gračan i sur. (1999) i Konnert i sur. (2015), te pomagati sadnice u prvim godinama nakon sadnje, provoditi aktivnu zaštitu gdje je potrebno, bilo da je riječ o nekontroliranoj ispaši stoke ili su u pitanju jaki vjetrovi

koji mogu ljeti značajno isušiti tlo, te ne dopustiti oštećenja od smrzavanja zimi i kasnog mraza u proljeće. U idealnom slučaju populacija tise treba imati površinu od najmanje 0,5-3,0 ha da bi se mogla osigurati samoobnova (Piovesan i sur. 2009), uz minimalno 40 individua, u jednakom omjeru oba spola (Iszkuło i sur. 2009). Također, ako prilike dopuštaju, tijekom ljetne sušne sezone potrebno je provoditi i zalijevanje, što je bitno u prvim godinama razvoja.

- Treba težiti poboljšanju uvjeta staništa za obnovu tise, uz osiguranje uspješnog oprašivanja i rasijavanje sjemena kroz osiguravanje mikrostaništa bez agresivne ili invazivne flore, te stvaranju heterogenih prostora s visokom gustoćom biljaka kako bi se privukli potencijalni raspršivači sjemena, krupni sisari ili određene vrste ptica (Garcia-Martí i Ferrera 2013; Thomas i Garcia-Martí 2015).
- Potrebno je provoditi aktivnosti na očuvanju kroz razvoj metoda *ex-situ* i *in-situ*, kroz stvaranje arhiva u sigurnom okruženju daleko od stresnih područja, kao što su za crne topole u Bosni i Hercegovini uradili Ballian i Mekić (2007). Težiti ka podizanju sjemenskih plantaža kako bi se osiguralo dovoljno genetski kvalitetnog sjemena (Ballian i Kajba 2011), koje se može koristiti za popunjavanje tisovih populacija tamo gdje je broj reproduktivno aktivnih individua smanjen, ili je iz nekog drugog razloga ukupna proizvodnja sjemena preniska da bi se održala populacija pod sve većim klimatskim ograničenjima. Težiti korištenju sjemena sabranoga sa što više stabala ravnomjerno raspoređenih u populaciji i korištenju sjemena različitih godišta sabiranja, kako bi se smanjilo moguće štetno djelovanje inbridinga, i bolje očuvala genetska struktura populacije, jer se može dogoditi da zbog nekog razloga dio stabala u godini sabiranja nije cvjetao ili plodonosio (Müller-Starck 1991; Konert 1996; Konert i sur. 2015).
- Potrebno je ublažavanje stresa kod starih stabala i zaštita njihove reprodukcije, kako generativne tako i vegetativne. Kod izoliranih individua na otvorenom, a i u rjeđim šumskim sastojinama, uz dobru infrastrukturu, mogu se primijeniti i od-

govarajuće agrotehničke mjere kako bi se smanjio učinak visokih ljetnih temperatura/visoke evapotranspiracije, te prema potrebi i stvaranjem umjetne zaslone tijekom ljetnih vrućina za osjetljive i još nedovoljno adaptirane mlade biljke.

- Treba težiti očuvanju i poboljšanju genetske raznolikosti za male i ugrožene populacije, u različitim mikrosredinama. Očuvanje raznolikosti se najlakše postiže održavanjem što većeg broja individua u svakoj populaciji, uz smanjenje bilo kakvih uzgojnih mjera na minimum (Muona i sur. 1988). Genetsko poboljšanje je moguće pomicanjem sjemena ili sadnice iz jednog područja na drugo, ali to bi trebala poduprijeti istraživanja kako bi se osiguralo da nove individue budu pridonosioi novih gena. Koji novi geni će biti korisni za nove populacije je još uvijek u velikoj mjeri nepoznanica, ali se tu treba pragmatično pretpostaviti da će veća genetska raznolikost biti korisna, a ne nikako štetna.
- Također treba težiti poticanju povezivanja individua tise na među i unutarpopulacijskoj razini u cilju poboljšanja otpornosti same populacije (Krosby i sur. 2010).
- Pažljivo pratiti kretanje sjemena iz južnih populacija do mjesta na sjeveru. To će zahtijevati donošenje odluka koje će se temeljiti na budućem kretanju klime, a bit će osnova za odlučivanje iz koje populacije i gdje treba slati sjeme. Osim toga, postoje i određena ograničenja da će sjeme iz južnih toplih područja na sjeveru biti izloženo napadima patogena, jer njegov genotip nije prilagođen na nove, hladnije ekološke uvjete, odnosno u pitanju je potpuno drugačija fenologija (Thomas 2014). Ovo tim više što nemamo rezultate o tisi iz pokusa provenijencija koji bi nam dali precizna saznanja o tome. Međutim, s obzirom na visoku unutarpopulacijsku genetsku raznolikost tise (Lewandowski i sur. 1995; Paul i Tröber 2006; Tröber i Ballian 2011), najbolje rješenje je vjerojatno posaditi veći broj individua koje imaju lokalno podrijetlo sjemena, uz očekivanje da će bar neke od genetskih kombinacija pokazati prilagodbenu sposobnost na nove uvjete koji su posljedica klimatskih promjena (Colin i sur. 2015).

Ipak, na kraju, glavni cilj upravljanja tisom mora biti očuvanje starih stabala (i kao izvora sjemena, ali i očuvanja stare genetske strukture koja je u njima već više stotina godina). Potrebno je osigurati obnovu u prirodnim populacijama drveća i očuvati ekološku cjelovitost sastojina u kojima raste tisa. Na taj način sve vrste koje ovise od tise će nastaviti napredovati, a mnoge od narednih generacija koje dolaze će uživati u ovom sjajnom drvetu.



Slika 352. Pomladak tise

### 13. LITERATURA

- Adams J. 1905:** The occurrence of yew in a peat bog in Queen's County. Irish Naturalist, XIV: 1-34 (plus facing plate).
- Alcober J.A., Sanchís E., Crespo M.B. 1988:** Distribución y autoecología del tejo (*Taxus baccata* L.) en la provincia de Valencia. Ecología, 2: 131-138.
- Allen S.E. 1989:** Chemical Analysis of Ecological Materials, 2nd Ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK. Str. 1- 565.
- Allen J.R.M., Watts W.A., McGee E., Huntley B. 2002:** Holocene environmental variability – the record from Lago Grande di Monticchio, Italy. Quaternary International, 88: 69–80.
- Allen C.D., Macalady A.K., Chenchouni H., Bachelet D., Mc.Dowell N., Vennetier M., Kitzberger T., Rigling A., Breshears D.D., Hogg E.H., Gonzalez P., Fensham R., Zhang Z., Castro J., Demidova N., Lim J.-H., Allard G., Running S.W., Semerci A., Cobb N. 2009:** A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. Forest Ecology Manage, 259: 660-684.
- Allison T.D. 1990:** Pollen production and plant density affect pollination and seed production in *Taxus canadensis*. Ecology, 71: 516-522.
- Amirgulashvilil K., Nadiradze T. 2010:** Die Eibe in Georgien, insbesondere in der Bazar-Schlucht, Teil 1. Der Eibenfreund, 16: 84-93.
- Amirgulashvilil K., Turashvili M.I., Nadiradze T. 2011:** Die Eibe in Georgien, insbesondere in der Bazar- und Ilto-Schlucht. Der Eibenfreund, 17: 137-146.
- Andersen S.T. 1975:** The Eemian freshwater deposit at Egersund, South Jylland, and the Eemian landscape development in Denmark. Danmarks Geologiske Undersøgelser, Årborg, Str. 49–70, plates 11–15.
- Aravanopoulos F.A., Tollefsrud M.M., Gradual L., Koskela J., Kätzel R., Soto A., Nagy L., Pilipovič A., Zhelev P., Božič G., Bozzano M. 2015:** Development of genetic monitoring methods for genetic conservation units of forest trees in Europe. European Forest Genetic Resources Programme, Biodiversity International, Rome, Italy, str. 16+1-55.
- Austerlitz F., Mariette S., Machon N., Gouyon P.H., Godelle B. 2000:** Effects of colonization processes on genetic diversity: differences between annual plants and tree species. Genetics, 154: 1309–1321.
- Averdieck F.R. 1971:** Zur postglazialen Geschichte der Eibe (*Taxus baccata*) in Nordwestdeutschland. Flora, 160: 28–42.

- Ballian D. 2005:** The Status of Yew Tree (*Taxus baccata* L.) in Bosnia and Herzegovina. *Der Eibenfreund*, 12: 169-172.
- Ballian D. 2005a:** Novi prilog poznavanju obične jele (*Abies alba* Mill.) s Biokova. *Šumarski list broj 1-2*: 63-70, Zagreb.
- Ballian D. 2005b:** Značaj procjene genetičkog opterećenja u sastojinama obične jele (*Abies alba* Mill.) na osnovu fiksacijskog indeksa i njegova primjena. *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko*, 40(2): 151 - 163.
- Ballian D. 2008:** Heterozigotnost kao mjera u procjeni otpornosti populacija obične jele (*Abies alba* Mill.). *Glasnik Šumarskog fakulteta u Banja Luci*, 9: 1-13.
- Ballian D. 2009:** Tajne stare tise - drvo sa osame - O tisama iz sela Gornji Ugodnovići. *Fondeko svijet*, 28:34.
- Ballian D. 2010:** An overview of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in Bosnia and Herzegovina. *Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae*, 25: 52-60.
- Ballian D. 2013:** Dei Eibe von Kupres. *Der Eibenfreund*, 19: 154-156.
- Ballian D. 2014:** Die Eibe im Gebirge Prenj, der älteste Baume Bosnien-Herzegowinas. *Der Eibenfreund*, 20: 99-101.
- Ballian D. 2014a:** Die Eiben im Gebiet des Berges Črvsnica. *Der Eibenfreund*, 20: 101-103.
- Ballian D. 2015:** Über die Verbreitung der Eibe (*Taxus baccata* L.) in Westbosnien. *Der Eibenfreund*, 21: 101-103.
- Ballian D. 2016:** New finds of English Yew in the canyon of river Drina. *Der Eibenfreund*, 22: 50-51.
- Ballian D. 2017:** Tisa (*Taxus baccata* L.) sa lokaliteta Vihra kod Višegrada. *Naše šume*, 46/47: 86-87.
- Ballian D. 2019:** Tisa i praznovjerje. *Svjetlo riječi*, 431: 65.
- Ballian D, Grebenc T., Božič G., Melnik V., Wraber T., Kraigher H. 2006:** History, genetic differentiation and conservation strategies for disjunct populations of *Sibiraea* species from South-Eastern Europe and Asia. *Conservation Genetics*, 7(6): 895-907.
- Ballian D., Longauer R., Mikić T., Paule L., Kajba D., Gömöry D. 2006:** Genetic structure of a rare European conifer, Serbian spruce (*Picea omorika* (Panč.) Purk.). *Plant Systematics and Evolution*, Springer-Verlag 260: 53-63.
- Ballian D., Giersberg B., Tröber U. 2008:** Genetička varijabilnost obične tise (*Taxus baccata* L.) u Bosni i Hercegovini. *Šumarski list*, 9/10: 431-443.

- Ballian D., Mekić F. 2008:** Klonski arhiv crnih topola (*Populus nigra* L.) u Žepču – problemi u podizanju i uporabi klonskog materijala. *Naše šume*, 12/13:16-24.
- Ballian D., Kajba D. 2011:** Oplemenjivanje šumskog drveća i očuvanje njegove genetske raznolikosti. Univerzitetski – Sveučilišni udžbenik (Str. 1-299).
- Ballian D., Bogunić F., Bajrić M. Kajba D., Kraigher H., Konner M. 2012:** The genetic population study of Balkan Silver Fir (*Abies alba* Mill.). *Periodicum Biologorum*, 114 (1): 55–65.
- Ballian D., Bejtić S. 2017:** Prilog za areal tise - Tise (*Taxus baccata* L.) u kreševskom području. *Naše šume*, 48/48: 88-93.
- Barker M.G., Ashenden T.W. 1993:** Foliar injury in young *Betula pendula* Roth, *Salix purpurea* L. & *Ilex aquifolium* L. trees and in propagated *Taxus baccata* L. shoots exposed to intermittent fog at a range of acidities. *Environmental Pollution*, 80: 123–127.
- Barnea A., Harborne J.B., Pannell C. 1993:** What parts of fleshy fruits contain secondary compounds toxic to birds and why? *Biochemical Systematics and Ecology*, 21: 421–429.
- Bartkowiak S. 1978:** Seed dispersal by birds. (In: *The Yew – Taxus baccata* L. (ed.) S. Bartkowiak, W. Bugala, A. Czartoryski, A. Hejnowicz, S. Król, A. Środoń, R.K. Szaniawski) Foreign Scientific Publications, Department of the National Center for Scientific and Technical, and Economic Information (for the Department of Agriculture and the National Science Foundation, Washington, DC), Warsaw, Poland. Str. 139–146.
- Batten L.A. 1976:** Bird communities of some Killarney woodlands. *Proceedings of the Royal Irish Academy*, 76: 285–313.
- Beaumont M.A. 2010:** Approximate Bayesian computation in evolution and ecology. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 41: 379–406.
- Beck G. 1903:** Flora Bosne i Hercegovine i novopazarskog sandžaka I. *Glasnik Zemaljskog muzeja Sarajevo*, 15: 1-48.
- Benham S.E., Houston Durrant T., Caudullo G., de Rigo D. 2016:** *Taxus baccata* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: *European Atlas of Forest Tree Species*, str. 1-202.
- Bergmann F. 1992:** Die genetische Struktur in Weißtannen-Populationen Mittel- und Südeuropas. 6 IUFRO Tannensymposium, Zagreb, str. 25-33.
- Bergmann F. 1993:** Die genetische Struktur in Weisstannen Populationen Mittel und Südeuropas. In: Wolf, H. (ed.): *Weisstannenherkünfte*. Ecomed, Landsberg am Lech, str. 97-105.

- Bergmann F., Hosius B. 1996:** Effects of heavy-metal polluted soils on the genetic structure of Norway spruce seedling populations. *Water, Air and Soil Pollution*, 89: 363-373.
- Berganzo E. 2009:** Gender variation in *Taxus baccata*: the combined effects of stochasticity and sex-linked climate sensitivity. MSc thesis, Autonomous University of Barcelona, Barcelona, Spain.
- Bertrums E.J. 1998:** Population decline of root lesion nematode (*Pratylenchus penetrans* Cobb) after a *Taxus baccata* crop. Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen Universiteit Gent, 63: 649-653.
- Besnard G., Rubio de Casas R., Vargas P. 2007:** Plastid and nuclear DNA polymorphism reveals historical processes of isolation and reticulation in the olive tree complex (*Olea europaea*). *Journal of Biogeography*, 34: 736-752.
- Beug H.J. 1961:** Beiträge zur postglazialen Floren- und Vegetationsgeschichte in Süd-Dalmatien: Der See "Malo Jezero" auf Mljet, I, II. *Flora*, 150: 600-656, Jena.
- Beus V. 1997:** Fitocenologija. Udžbenik za II razred šumarske tehničke škole, Ministarstvo obrazovanja, nauke, kulture i sporta Federacije BiH i Sarajevo-publishing. Str. 1-138.
- Białobok S. 1978:** Possibilities of yew cultivation in an environment modified by man. (In: *The Yew – Taxus baccata* L. (ed.) S. Bartkowiak, W. Bugala, A. Czartoryski, A. Hejnowicz, S. Król, A. Środoń, R.K. Szaniawski) Foreign Scientific Publications, Department of the National Center for Scientific and Technical, and Economic Information (for the Department of Agriculture and the National Science Foundation, Washington, DC), Warsaw, Poland. Str. 147-149.
- Birks H.J.B. 1982:** Mid-Flandrian forest history of Roundsea Wood National Nature Reserve, Cumbria. *New Phytologist*, 90: 339-354.
- Björkman L. 1958:** Idegranen (*Taxus baccata* L.) på Åland. *Acta Societatis Pro Fauna et Flora Fennica*, 74: 1-18.
- Blattny C. 1960:** Weiterer Beitrag zur Kenntnis der Nadelbaum virosen. *Preslia*, 32: 414.
- Bonan G.B. 2008:** Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science*, 320: 1444-1449.
- Boscherini G., Morgante M., Rossi P., Vendramin G.G. 1994:** Allozyme and chloroplast DNA variation in Italian and Greek populations of *Pinus leucodermis*. *Heredity*, 73: 284-290.

- Bošnjak K. 1936:** Iz hercegovačke flore. Glasnik Hrvatskog prirodoslovnog društva, Zagreb. XLI-XLVIII: 1-23.
- Bozalo G. 1991:** Proučavanje sistema gazdovanja u prirodnim šumama. Izvještaj za period 1989-1990 u okviru D.C.VII. Sarajevo.
- Božič G., Urbančič M. 2003:** The morphological and genetical characterisation of native Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) population in the area of Pokljuka mire. Acta Biologica Slovenica, 46(1): 17-25.
- Bowman J.E. 1837:** On the longevity of the yew, as ascertained from actual sections of its trunk; and on the origins of its frequent occurrence in churchyards. Magazine of Natural History, 1: 28–35, 85–90.
- Brande A. 1973:** Untersuchungen zur postglazialen Vegetationsgeschichte im Gebiet der Neretva – Niederungen (Dalmatien, Herzegowina). Jena, Flora, 162:1-44.
- Bruch A.A., Utescher T., Mosbrugger V., Gabrielyan I., Ivanov D.A. 2006.** Late Miocene to early Pliocene environment and climate change in the Mediterranean area. Paleogeol., Paleoclim., Paleoecology, 238: 270–280.
- Brujić J., Milanović Đ., Travar J., Stupar V. 2007:** Prisustvo ugroženih biljnih vrsta u kanjonskom sistemu srednjeg toka Vrbasa. Međunarodni naučni skup „Ekološke vrijednosti Dinarida (u čast prof. dr. Radomiru Lakušiću)“, Berane, Andrijevića i Plav. Str. 597-603.
- Brujić J. 2013:** Šumska vegetacija Čemernice. Doktorska disertacija, Šumarski fakultet Univerziteta u Banja Luci.
- BRUS R. 2004:** Drevesne vrste na Slovenskem. Mladinska knjiga, Ljubljana. Str. 1-399.
- Brzeziecki B., Kienast F. 1994:** Classifying the life-history strategies of trees on the basis of the Grimian model. Forest Ecology and Management, 69: 167–187.
- Bugala W. 1978:** Systematics and variability. (In: The Yew – *Taxus baccata* L. (ed.) S. Bartkowiak, W. Bugala, A. Czarторыski, A. Hejnowicz, S. Król, A. Środoń, R.K. Szaniawski) Foreign Scientific Publications, Department of the National Center for Scientific and Technical, and Economic Information (for the Department of Agriculture and the National Science Foundation, Washington, DC), Warsaw, Poland. Str. 15–32.
- Burgarella C., Navascués M., Zabal-Aguirre M., Berganzo E., Riba M., Mayol M., Vendramin G.G., González-Martínez S.C. 2012:** Recent population decline and selection shape diversity of taxol-related genes. Molecular Ecology, 21: 3006–3021.

- Camarero J.J., Gazol A., Sangüesa-Barreda G., Oliva J., Vicente-Serrano S.M. 2105:** To die or not to die: early warnings of tree dieback in response to a severe drought. *J Ecol*, 103: 44-57.
- Cao C.P., Leinemann L., Ziehe M., Finkeldey R. 2004:** Untersuchungen zur genetischen Variation und Differenzierung von Eibenbeständen mit Hilfe von Isoenzym- und DNS- Markern. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, 175: 21-28.
- Carrión J.S. 2002:** Patterns and processes of Late Quaternary environmental change in a montane region of southwestern Europe. *Quaternary Science Reviews*, 21: 2047-2066.
- Carrión J.S., Errikarta I.Y., Walker M.J., Legaz A.J., Chaín C., López A. 2003:** Glacial refugia of temperate, Mediterranean and Ibero-North African flora in southeastern Spain: new evidence from cave pollen at two Neanderthal man sites. *Global Ecology & Biogeography*, 12: 119-129.
- Carrión J.S., Scott L., Arribas A., Fuentes N., Gil-Romera G., Montoya E. 2007:** Pleistocene landscapes in central Iberia inferred from pollen analysis of hyena coprolites. *Journal of Quaternary Science*, 22: 191-202.
- Caruso M., Colombo A.L., Fedeli L., Pavesi A., Quaroni S., Saracchi M., Ventrella G. 2000a:** Isolation of endophytic fungi and actinomycetes taxane producers. *Annals of Microbiology*, 50: 3-13.
- Caruso M., Colombo A.L., Crespi-Perellino N., Fedeli L., Malyszko J., Pavesi A., Quaroni S., Saracchi M., Ventrella G. 2000b:** Studies on a strain of *Kitasatospora* sp. paclitaxel producer. *Annals of Microbiology*, 50: 89-102.
- Carvalho A., Rebelo A., Dias J. 1999:** Distribution and natural regeneration of yew trees in the National Parks of Peneda-Geres (Portugal) and Baixa Limia Serra-Xures (Spain). *Revia Biologica*, 17: 43-49.
- Caughley G. 1994:** Directions in conservation biology. *J Anim Ecol*, 63: 215-244.
- Cedro A., Iszkuło G. 2011:** Do females differ from males of European yew (*Taxus baccata* L.) in dendrochronological analysis? *Tree-Ring Res*, 67: 3-11.
- Cedro A., Cedro B. 2015:** Growth-climate relationships at yew and wild service trees on the eastern edge of their range in Europe. *Forest Systems*, 24(3): e044, str. 1- 9.
- Charco J. 2007:** El tejo en el norte de África. In: *El tejo en el Mediterráneo Occidental* (ed.) Serra L.. Conselleria de Territori i Habitatge. Ministerio de Medio Ambiente de España. CAM. Str. 177-185.
- Charlesworth D., Charlesworth B. 1987:** Inbreeding depression and its evolutionary consequences. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 18: 237-268.

- Charlesworth B. 2009.** Effective population size and patterns of molecular evolution and variation. *Nature Reviews Genetics* 10: 195–205.
- Chira E. 1964:** Vplyv teploty na priebeh meiozy pelovych materskych buniek *Taxus baccata* L. *Biologia*, 4: 235–244.
- Chybicki I.J., Oleksa A., Burczyk J. 2011.** Increased inbreeding and strong kinship structure in *Taxus baccata* estimated from both AFLP and SSR data. *Heredity* 107: 589–600.
- Clark J.G.D. 1963:** Neolithic bows from Somerset, England, and the prehistory of archery in north-western Europe. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 29: 50–98.
- Clarke M.L., Harvey D.G., Humphreys D.J. 1981:** *Veterinary Toxicology*, 2nd Ed. Tindall, London, UK. Str. 1- 328.
- Coles J.M., Heal S.V.E., Orme B.J. 1978:** The use and character of wood in prehistoric Britain and Ireland. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 44: 1–45.
- Coles, J.M., Hibbert F.A. 1968:** Prehistoric roads and tracks in Somerset, England. 1. Neolithic. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 34: 238–258.
- Coles J.M., Hibbert F.A., Clements C.F. 1970:** Prehistoric roads and tracks in Somerset, England. 2. Neolithic. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 36: 125–151.
- Cooper J.I. 1979:** *Virus Diseases of Trees and Shrubs*. Institute of Terrestrial Ecology, Cambridge, UK. Str. 1- 74.
- Cooper, M.R., Johnson A.W. 1984:** *Poisonous Plants in Britain and their Effects on Animals and Man*. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Reference Book 161. HMSO, London, UK. Str. 1- 305.
- Cornish V. 1946:** *The Churchyard Yew and Immortality*. Frederick Muller, London, UK. Str. 1- 111.
- Cortés S., Vasco F., Blanco E. 2000:** *El libro del tejo*. Ed. Arba. Madrid, España. Str. 1- 336.
- Costa J.C. 2007:** Distribución y ecología de las tejedas en Andalucía: Propuesta de actuaciones de conservación, regeneración y restauración. In: *El tejo en el Mediterráneo Occidental* (ed.) Serra L. Conselleria de Territori i Habitatge. Ministerio de Medio Ambiente de España. CAM. Str.161-171.
- Couvét D. 2002:** Deleterious effects of restricted gene flow in fragmented populations. *Conservation Biological*, 16: 369–376.
- Crawford D.J. 1989:** Enzyme Electrophoresis and Plant Systematics. In: Soltis, D.E., Soltis, P.S. (ed.): *Isozymes in Plant Biology*, London, Str. 146-164.

- Dallimore W. 1908:** Holly, Yew and Box. John Lane, London, UK. Str. 1- 404.
- Daniewski W.M., Gumulka M., Anczewski W., Masnyk M., Bloszyk E., Gupta K.K. 1998:** Why the yew tree (*Taxus baccata*) is not attacked by insects. *Phytochemistry*, 49: 1279–1282.
- Dark S.O.S. 1932:** Chromosomes of *Taxus*, *Sequoia*, *Cryptomeria* and *Thuja*. *Annals of Botany*, 64: 965–977.
- de Beaulieu J.-L., Andrieu-Ponel V., Reille M., Grüger E., Tzedakis, C., Svobodova, H. 2001:** An attempt at correlation between the Velay pollen sequence and the Middle Pleistocene stratigraphy from central Europe. *Quaternary Science Reviews*, 20: 1593–1602.
- Dellaporta S.L., Wood J., Hicks J.B. 1983:** A plant DNA miniprep: version II. *Plant Molecular Biology Reporter*, 1: 19–21.
- Dempsey D., Hook I. 2000:** Yew (*Taxus*) species – chemical and morphological variations. *Pharmaceutical Biology*, 38: 274–280
- Denis J.N., Greene A.E., Guenard D., Gueritte-Voegeléin F., Mangatal L., Potier P. 1988:** A highly efficient, practical approach to natural taxol. *Journal of the American Chemical Society*, 111(17): 5917 - 5919.
- Devaney J.L., Jansen M.A.K., Whelan P.M. 2014:** Spatial patterns of natural regeneration in stands of English yew (*Taxus baccata* L.); Negative neighbourhood effects. *Forest Ecology and Management*, 321: 52-60.
- de Vries S.M.G., Alan M., Bozzano M., Burianek V., Collin E., Cottorel J., Ivanković M., Kelleher C.T., Koskela J., Rotach P., Vietto L., Yrjänä 2015:** Pan European strategy for genetic conservation of forest trees and establishment of core network of dynamic conservation units. European Forest Genetic Resources Programme, Biodiversity International, Rome, Italy, str. 12+40.
- Dhar A., Ruprecht H., Klumpp R., Vacik H. 2006:** Stand structure and natural regeneration of English yew (*Taxus baccata* L.) at Stiwohlgraben in Austria. *Dendrobiology*, 56: 19-26.
- Dhar A., Ruprecht H., Klumpp R., Vacik H. 2007:** Comparison of ecological condition and conservation status of English yew population in two Austrian gene conservation forests. *Journal of Forestry Research*, 18: 181-186.
- Dhar A., Klumpp R. 2008:** Genetic variation of English yew (*Taxus baccata* L.) in the eastern Alps and its implications for conservation management. In: Dhar A (ed) Biodiversity of English yew (*Taxus baccata* L.) populations in Austria. Dissertation, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Str. 70–90.

- Dickson J.H. 1994:** The yew tree (*Taxus baccata* L.) in Scotland – native or early introduction or both? *Scottish Forestry*, 48: 253–261.
- Dietz H.H., Host O., Wiese C. 1994:** Yew poisoning in fallow deer in Denmark. *Dansk Veterinaertidsskrift*, 77: 404–405.
- Doss R.P., Carney J.R., Shanks C.H., Williamson R.T., Chamberlain J.D. 1997:** Two new taxoids from European yew (*Taxus baccata*) that act as pyrethroid insecticide synergists with the black vine weevil (*Otiorhynchus sulcatus*). *Journal of Natural Products*, 60: 1130–1133.
- Dubreuil M., Sebastiani F., Mayol M., González-Martínez S.C., Riba M., Vendramin G.G. 2008.** Isolation and characterization of polymorphic nuclear microsatellite loci in *Taxus baccata* L. *Conservation Genetics*, 9: 1665–1668.
- Dubreuil M., Riba M., González-Martínez S.C., Vendramin G.G., Sebastiani F., Mayol M. 2010:** Genetic effects of chronic habitat fragmentation revisited: strong genetic structure in a temperate tree, *Taxus baccata* (*Taxaceae*), with great dispersal capability. *American Journal of Botany*, 97: 303–310.
- Duncan R.W., Bown T.A., Marshall V.G., Mitchell A.K. 1997:** Yew Big Bud Mite. Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, Forest Pest Leaflet 79 (5): Str. 4.
- Eaton R.A., Hale, M.D.C. 1993:** Wood: Decay, Pests and Protection. Chapman & Hall, London, UK. Str. 1- 546.
- Ellenberg H.H. 1988:** Vegetation Ecology of Central Europe. Cambridge University Press, Cambridge, UK. Str. 1- 731.
- Elwes H.J., Henry, A. 1906:** The Trees of Great Britain and Ireland. Privately printed, Edinburgh, UK. Str. 1- 2022.
- Erdtman E., Tsuno K. 1969:** *Taxus* heartwood constituents. *Phytochemistry*, 8: 931–932.
- Eriksson G., Ekberg I. 2001:** An Introduction to Forest Genetics. SLU Repro, Uppsala. Str. 1- 166.
- Eriksson G., Ekberg I., Clapham D. 2006:** An Introduction to Forest Genetics. SLU Repro, Uppsala. Str. 1- 206.
- Escudero M., Vargas P., Arens P., Ouborg N.J., Luceño M. 2010:** The east–west–north colonization history of the Mediterranean and Europe by the coastal plant *Carex extensa* (*Cyperaceae*). *Molecular Ecology*, 19: 352–370.
- Euforgen 2016,** Distribution map of common yew (*Taxus baccata*) EUFORGEN 2016, [www.euforgen.org](http://www.euforgen.org)
- European Commission 2007:** Interpretation manual of European Union Habitats – EUR27. DG Environment, European Commission.

- Faegri K. 1960:** Maps of the Distribution of Norwegian Plants. 1. The Coast Plants. Oslo University Press, Oslo, Norway. Str. 1 – 134 + 54 leaves of plates.
- Fahrig L. 2002:** Effect of habitat fragmentation on the extinction threshold: a synthesis. *Ecol Appl*, 12: 346–353.
- Fahrig L. 2003:** Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34: 487–515.
- Farjon, A. 2010.** A Handbook of the World's Conifers. Koninklijke Brill, Leiden Str. 1- 1111.
- Farjon A. 2013:** *Taxus baccata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T42546A2986660. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T42546A2986660.en>. Downloaded on 19 July 2016.
- Farris E., Filigheddu R. 2008:** Effects of browsing in relation to vegetation cover on common yew (*Taxus baccata* L.) recruitment in Mediterranean environments. *Plant Ecology*, 199: 309-318.
- Favre P., Jacomet S. 1998:** Branch wood from the lake shore settlements of Horgen Scheller, Switzerland: evidence for economic specialization in the late Neolithic period. *Vegetation History and Archaeobotany*, 7: 167–178.
- Ferguson I. 1995:** An unusual foodplant for *Hedya pruniana* Hb. (Lep. Tortricidae). *Entomologist's Record and Journal of Variation*, 107: 131–132.
- Ferhatović Dž., Mišić Lj., Međedović S. 2003:** Sistematika otrovnih biljaka (*Pteridophyta* & *Spermatophyta*). Univerzitet u Tuzli, str. 1- 103.
- Fernández-Manso O., Fernández-Manso A., Santamaría E., Quintano C, 2011.** Análisis territorial de la Tejedas de Castilla y León (España). *Spanish Journal of Rural Development*, 2: 69-80.
- Fiedler H.J., Höhne H., Haupt R. 1986:** The influence of biological and ecological factors on the nutrient status of yew *Taxus baccata*. *Flora*, 178: 141–155.
- Firbas F 1949:** Waldgeschichte Mitteleuropas. Band 1: 270-271.
- Fischer H. 2016:** Kommt die Ortsbezeichnung Eyb von der Eibe oder von Owe=Aue? *Der Eibenfreund*, 22: 102-103.
- François O., Blum M.G.B., Jakobsson M., Rosenberg N.A. 2008:** Demographic history of European populations of *Arabidopsis thaliana*. *PLoS Genetics* 4: e1000075.
- Fukarek P. 1936:** Nestajanje tise u našim krajevima. *Priroda*, Zagreb, 26: 15
- Fukarek P. 1957:** Tisa (*Taxus baccata* L.), njena nalazišta u Bosni i Hercegovini i njihova zaštita. *Naše starine*, 4: 263-280.

- Galetti M., Guevara R., Côrtes M.C., Fadini R., Von Matter S., Leite A.B., Labecca F., Ribeiro T., Carvalho C.S., Collevatti R.G., Pires M., Guimarães P.R.Jr., Brancolini P.H., Ribeiro M.C., Jordano P. 2013:** Functional extinction of birds drives rapid evolutionary changes in seed size. *Science*, 340: 1086 – 1090.
- García-Martí X., Ferrer P. 2013:** La creación de núcleos de dispersión – reclamo como modelo de restauración ecológica forestal. In: Avances en la restauración de sistemas forestales. Técnicas de implantación, ed. Martínez-Ruiz C., Lario F.J., Fernández-Santos B.. SECF-AEET, Madrid, España. Str. 149-159.
- García D., Obeso J.R. 2003:** Facilitation by herbivore-mediated nurse plants in a threatened tree, *Taxus baccata*: local effects and landscape level consistency. *Ecography*, 26: 739-750.
- García D., Zamora R., Hódar J.A., Gómez J.M., Castro J. 2000:** Yew (*Taxus baccata* L.) regeneration is facilitated by fleshy-fruited shrubs in Mediterranean environments. *Biological Conservation*, 95: 31–38.
- Glígov A., Nikolič V. 1954:** Rezultati analize polena na tresavama planine Oštrozub. *Arhiv biloških nauka*, 6 (1-2): 1-115.
- Godwin H., Clifford M.H. 1938:** Studies in the postglacial history of British vegetation. I. Origin and stratigraphy of fenland deposits near Woodwalton, Hunts. II. Origin and stratigraphy of deposits in southern fenland. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biology Sciences*, 229: 323–406.
- Godwin H., Godwin M.E., Clifford, M.H. 1935:** Controlling factors in the formation of Fen deposits, as shown by peat investigations at Wood Fen, near Ely. *Journal of Ecology*, 23: 509–535.
- Godwin H., Tansley A.G. 1941:** Prehistoric charcoals as evidence of former vegetation, soil and climate. *Journal of Ecology*, 29: 117–126.
- González-Martínez S.C., Dubreuil M., Riba M., Vendramin G.G., Sebastiani F., Mayol M. 2010:** Spatial genetic structure of *Taxus baccata* L. in the western Mediterranean Basin: past and present limits to gene movement over a broad geographic scale. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 55: 805–815.
- Gračan J., Krstinić A., Matić S., Rauš Đ., Seletković Z. 1999:** Šumski sjemenski rajoni (jedinice) u Hrvatskoj, Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko, 34(1): 55-93.
- Grivet D., Sebastiani F., Alía R., Bataillon T., Torre S., Zabal-Aguirre M., Vendramin G.G., González-Martínez S.C. 2011:** Molecular footprints of

local adaptation in two Mediterranean conifers. *Molecular Biology and Evolution*, 28: 101–116.

- Groff J. 2013:** Jahrring- und Wachstumsanalyse von *Taxus baccata* L. im Generhaltungswald Stilwollgraben, Steiermark. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur, Wien. Str. 1-109.
- Gugger P.F., Ikegami M., Sork V.L. 2013:** Influence of late Quaternary climate change on present patterns of genetic variation in valley oak, *Quercus lobata* Née. *Molecular Ecology*, 22: 3598–3612.
- Haas J.N., Richoz I. 1995:** Flora und Vegetation im Schweizer Mittelland und im Jura. (In: Die Schweiz vom Paläolithikum bis zum Frühen Mittelalter, SPM II (ed. W.E. Stöckli, U. Niffeler, E. Gross-Klee). Schweizerische Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte, Basel, Switzerland. Str. 58–72.
- Haeggström C.-A. 1990:** The influence of sheep and cattle grazing on wooded meadows in Åland, SW Finland. *Acta Botanica Fennica*, 141: 1–28.
- Hamidouche M.C., Bouahmed A., Vesella F., Krouchi F., Arezki D. 2014.** Geographic distribution and morphological variation of *Taxus baccata* in Algeria. *Der Eibenfreude*, 20: 39-53.
- Hampe A., Petit R., Ballian D., Slade D., Stoyanov S. 2003:** Phylogeography of *Frangula alnus* (Rhamnaceae) in SE Europe. Third International Balkan Botanical Congress, Sarajevo.
- Hampe A., Petit R.J. 2005:** Conserving biodiversity under climate change: the rear edge matters. *Ecology Letters*, 8: 461–467.
- Hampe A., Jump A.S. 2011:** Climate relicts: past, present, future. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 42: 313–333.
- Hanewinkel M., Cullmann D.A., Schelhaas M.-J., Nabuurs G.-J., Zimmermann K.E. 2013:** Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature Climate Change*, 3: 203-207.
- Hao D.C., Xiao P.G., Huang B.L., Ge G.B., Yang L. 2008:** Interspecific relationships and origins of *Taxaceae* and *Cephalotaxaceae* revealed by partitioned Bayesian analyses of chloroplast and nuclear DNA sequences. *Plant Systematics and Evolution*, 276: 89–104.
- Hartzell H.R. Jr 1991:** The Yew Tree: A Thousand Whispers. Hulogosi, Eugene, Oregon, USA. Str. 1- 319.
- Hartzell H.R. Jr 1995:** Yew and us: a brief history of the yew tree. (In: *Taxol: Science and Applications* (ed. M. Suffness)). CRC Press, New York, USA. Str. 27–34.

- Hättenschwiler S. 2001:** Tree seedling growth in natural deep shade: functional traits related to interspecific variation in response to elevated CO<sub>2</sub>. *Oecologia*, 129: 31–42.
- Hättenschwiler S., Körner C. 2000:** Tree seedling responses to *in situ* CO<sub>2</sub>-enrichment differ among species and depend on understorey light availability. *Global Change Biology*, 6: 213–226.
- Havinga A.J. 1967:** Palynology and pollen preservation. Review of Palaeobotany and Palynology, 2: 81–98.
- Havlin J., Folk C. 1965:** Food and economic importance of the Starling. *Zoologické Listy*, 14: 193–203.
- Hayne K., Günter B. Pietzarka U. 2016:** Dendroklimatologische und dendroökologische Untersuchungen an Gemeiner Eibe (*Taxus baccata* L.) am Kätherstobel, Kanton St. Gallen, Schweiz. *Der Eibenfreund*, 22: 59–93.
- Heilbuth J.C. 2000:** Lower species richness in dioecious clades. *The American Naturalist*, 156: 221–241.
- Hepting G. 1971:** Diseases of Forest and Shade Trees of the United States. Agriculture Handbook no. 386. USDA Forest Service, USA. Str. 1- 658.
- Herrera C.M. 1987:** Vertebrate-dispersed plants of the Iberian Peninsula: a study of fruit characteristics. *Ecological Monographs*, 57: 305–331.
- Hertel H. 1996:** Verehrung von Isoenzymmarkern bei Eibe (*Taxus baccata* L.). *Silvae Genetica* 45 (5-6): 284-290.
- Hertel H., Kohlstock N. 1996:** Genetische Variation und geographische Struktur von Eibenvorkommen (*Taxus baccata* L.) in Mecklenburg- Vorpommern. *Silvae Genetica* 45 (5-6): 290-294.
- Hess H. 2015:** Informationen über die Alphorn-Fertigung. *Der Eibenfreund*, 21: 18.
- Hewitt G.M. 1996:** Some genetic consequences of ice ages, and their role in divergence and speciation. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 58: 247–276.
- Hewitt G.M. 2000:** The genetic legacy of the Quaternary ice ages. *Nature*, 405: 907–913.
- Hewitt G.M. 2004:** Genetic consequences of climatic oscillations in the Quaternary. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B* 359: 183–195.
- Heymer A. 1966:** Beeren und Früchte als Vogelnahrung. *Beiträge zur Vogelkunde*, 12: 95–102.

- Hilfiker K. 2002:** Untersuchungen zur genetischen Struktur der Eibe in der Schweiz. Diplomarbeit ETH Zürich, Str. 1-30.
- Hilfiker K., Holderegger R., Rotach P., Gugerli F. 2004:** Dynamics of genetic variation in *Taxus baccata*: local versus regional perspectives. Canadian Journal of Botany, 82: 219–227.
- Hodžić R., Čavkunović J., Ballian D. 2009:** Registar rijetkih, starih i historijski značajnih stabala na području Tuzlanskog kantona. JP "Šume TK" d.d. Kladanj. Str. 1-96.
- Hoffmann G. 1958:** Die Eibereichen Waldgesellschaften Mitteldeutschlands. Archiv für Forstwesen, 7: 6-7.
- Höllwarth M. 1984:** Entwicklung der Schwermetallgehalte von Eibennadeln an städtischen Standorten von 1975 bis 1982. Angewandte Botanik, 58: 21–30.
- Hosius B., Bergmann F. 1993:** Adaptation of Norway spruce to heavy metal contaminated soil. In: Rone, V. (ed.): Norway spruce Provenances and Breeding. Latvian Forest Research Institute 'Silva', Riga, 200-207.
- Hulme P.E. 1996:** Natural regeneration of yew (*Taxus baccata* L.): microsite, seed or herbivore limitation. Journal of Ecology, 84: 853–861.
- Hulme P.E. 1997:** Post-dispersal seed predation and the establishment of vertebrate dispersed plants in Mediterranean scrublands. Oecologia, 111: 91–98.
- Hulme P.E., Borelli T. 1999:** Variability in post-dispersal seed predation in deciduous woodland: relative importance of location, seed species, burial and density. Plant Ecology, 145: 149–156.
- IPCC 2013:** Climate change 2013: The physical science basis. Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, str. 1 - 1535.
- Iszkuło G. 2010:** Success and failure of endangered tree species: low temperatures and low light availability affect survival and growth of European yew (*Taxus baccata* L.) seedlings. Polish Journal of Ecology, 58: 259-271.
- Iszkuło G., Boratinski A. 2006:** Analysis of the relationship between photosynthetic photon flux density and natural *Taxus baccata* seedlings occurrence. Acta Oecologica, 29: 78-84.
- Iszkuło G., Jasińska A.K., Giertych M.J., Boratyński A. 2009:** Do secondary sexual dimorphism and female intolerance to drought influence the sex ratio and extinction risk of *Taxus baccata*? Plant Ecology, 200: 229–240.

- Iszkuło G., Jasińska A.K., Sobierajska K. 2011:** Dendroecological differences between *Taxus baccata* males and females in comparison with monoecious *Abies alba*. *Dendrobiology*, 65: 55–61.
- Iszkuło G., Didukh Y., Giertych M., Jasińska A.K., Sobierajska K., Szymt J. 2012:** Weak competitive ability may explain decline of *Taxus baccata*. *Annals of Forest Science*, 69: 705–712.
- Jalas J., Suominen J. 1973:** Atlas Florae Europaeae. Distribution of Vascular Plants in Europe. 2. Gymnospermae (Pinaceae to Ephedraceae). The Committee for Mapping the Flora of Europe and Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki. Str. 1-3089.
- Jordan W.J. 1964:** Yew (*Taxus baccata*) poisoning in pheasants (*Phasianus colchicus*). *Tijdschrift voor Diergeneeskunde*, 89, Suppl. 1: 187–188.
- Jordano P., García C., Godoy J.A., García-Castaño J.L. 2007:** Differential contribution of frugivores to complex seed dispersal patterns. *PNAS*, 104: 3278-3282.
- Jost A., Fauquette S., Kageyama M., Krinner G., Ramstein G., Suc J.P., Violette S., 2009:** High resolution climate and vegetation simulations of the Late Pliocene, a model-data comparison over western Europe and the Mediterranean region. *Climate Past*, 5: 585–606.
- Jovanović B. 1956:** Dendrologija sa osnovama fitocenologije, Skripta, Beograd, str. 1-495.
- Jovanović, B. 1971:** Dendrologija sa osnovama fitocenologije, Beograd. str. 1-579.
- Jovanović B. 2000:** Dendrologija, Univerzitetska štampa, Beograd, str.1-536.
- Jump A.S., Hunt J.M., Martínez-Izquierdo J.A., Peñuelas J. 2006:** Natural selection and climate change: temperature-linked spatial and temporal trends in gene frequency in *Fagus sylvatica*. *Molecular Ecology*, 15: 3469–3480.
- Kamppa G. 1926:** Dendrologische Erfahrungen in Finnland. *Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft*, 26: 192–194.
- Kapuciński S. 1947:** Cis jako roślina żywicielska. *Wszechwiat*, 9: 267–272.
- Kassioumis K., Papageorgiou K., Glezakov T., Vogiatzakis I.N. 2004:** Distribution and stand structure of *Taxus baccata* populations in Greece; Results of the first national inventory. *Ecologia Mediteranea*, 30: 159-170.
- Katsavou I., Ganatsas P. 2012:** Ecology and conservation status of *Taxus baccata* population in NE Chalkidiki, northern Greece. *Dendrobiology*, 68: 55-62.

- Kelleher C.T., de Vries S.M.G., Baliuckas V., Bozzano M., Frydl J., Goicoechea P.G., Ivanković M., Kandemir G., Koskela J., Koziol C., Liesebach M., Rudow A., Vietto L., Zhelev-Stoyanov P. 2015:** Approaches to the conservation of forest genetic resources in Europe in the context of climate change. European Forest Genetic Resources Programme, Biodiversity International, Rome, Italy, str. 14+46.
- Kelly D.L. 1981:** The native forest vegetation of Killarney, south-west Ireland – an ecological account. *Journal of Ecology*, 69: 437–472.
- Kimura M., Maruyama T., Crow J.F. 1963:** The mutation load in small populations. *Genetics*, 48: 1303–1312.
- Kite G.C., Lawrence T.J., Dauncey E.A. 2000:** Detecting *Taxus* poisoning in horses using liquid chromatography/mass spectrometry. *Veterinary and Human Toxicology*, 42: 151–154.
- Klaić V. 1878:** Bosna (Zemljopis). Poučna knjižica "Matice hrvatske". Zagreb. Str. 1-222.
- Klötzli F. 1965:** Qualität und Quantität der Rehäsung in Wald- und Grünland-Gesellschaften des nördlichen Schweizer Mittellandes. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich, 38 Heft. Hans Huber, Bern, Switzerland. Str. 1-366.
- Klumpp R., Dhar A. 2011:** Genetic variation of *Taxus baccata* L. populations in the Eastern Alps and its implications for conservation management. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 26: 294–304.
- Konnert M. 1996:** Beeinflussen Nutzungen einzelner Bäume die genetische Struktur von Beständen? *Die Wald*, 23: 1284-1291.
- Konnert M., Fady B., Gömöry D., A'Hara S., Wolter F., Ducci F., Koskela J., Bozzano M., Maaten T., Kowalczyk J. 2015:** Use and transfer of forest reproductive material in Europe in the context of climate change. European Forest Genetic Resources Programme, Biodiversity International, Rome, Italy, str. 16+75.
- Korpel S. 1981:** Das größte Eibenvorkommen in Europa. *AFZ* 1981, S. 218-221
- Koutsodendris A., Müller U.C., Pross J., Brauer A., Kotthoff U., Lotter A.F. 2010:** Vegetation dynamics and climate variability during the Holsteinian interglacial based on a pollen record from Dethlingen (northern Germany). *Quaternary Science Reviews*, 29: 3298–3307.
- Kovar-Eder J., Jechorek H., Kvacek Z., Parashiv V. 2008:** The integrated plant record: the ultimate tool to reconstruct Neogene zonal vegetation in Europe. *Palaios*, 23: 97–111.

- Krenzelok E.P., Jacobsen T.D., Aronis J. 1998:** Is the yew really poisonous to you? *Journal of Toxicology Clinical Toxicology*, 36: 219–223.
- Król, S. (1978)** An outline of ecology. (In: *The Yew – Taxus baccata* L. (ed.) S. Bartkowiak, W. Bugala, A. Czartoryski, A. Hejnowicz, S. Król, A. Środoń, R.K. Szaniawski) Foreign Scientific Publications, Department of the National Center for Scientific and Technical, and Economic Information (for the Department of Agriculture and the National Science Foundation, Washington, DC), Warsaw, Poland. Str. 65–86.
- Krosby M., Tewksbury J., Haddad N.M., Hoekstra J., 2010:** Ecological connectivity for a changing climate. *Conservation Biology*, 24: 1686–1689.
- Kunzmann L., Mai D.H. 2005:** Conifers of the mastixioideae-flora from Wiesa near Kamenz (Saxony, Miocene) with special consideration of leaves. *Palaeontographica Abteilung B-Paläophytologie*, 272: 67–135.
- Kuussaari M., Bommarco R., Heikkinen R.K., Helm A., Krauss J., Lindborg R., Öckinger E., Pärtel M., Pino J., Roda F., Stefanescu C., Teder T., Zobel M., Steffan-Dewenter I. 2009:** Extinction debt: a challenge for biodiversity conservation. *Trends Ecological Evolution*, 24: 564–571.
- Kwit C., Horvitz C., Platt W.J. 2004:** Conserving slow-growing, long-lived tree species: input from the demography of a rare understory conifer, *Taxus floridana*. *Conservation Biology*, 18: 432–443.
- Lange O.L. 1961:** Die Hitzeresistenz einheimischer immerund wintergrüner Pflanzen im Jahreslauf. *Planta*, 56: 666–683.
- Lattin J.D. 1998:** A Review of the Insects and Mites Found on *Taxus* spp. With Emphasis on Western North America. General Technical Report, PNW-GTR-433. USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, USA. Str. 1–12.
- Lawton J.H. 1993:** Range, population abundance and conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 8: 409–413.
- Ledig F.T. 1986:** Heterozygosity, heterosis, and fitness in outbreeding plants. In: *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*, ed, Soule M.E.. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA. Str. 77–104.
- Lee C.R., Mitchell-Olds T. 2011:** Quantifying effects of environmental and geographical factors on patterns of genetic differentiation. *Molecular Ecology*, 20: 4631–4642.
- Leibundgut H. 1984:** Unsere Waldbäume, Engenschaften und Leben. Fraunfeld Stuttgart. Str. 1–168.

- Lemieux N., Maynard B.K., Johnson W.A. 2000:** A regional survey of deer damage throughout northeast nurseries and orchards. *Journal of Environmental Horticulture*, 18: 1–4.
- Leuschner C., Köckemann B., Buschmann H. 2009:** Abundance, niche breadth, and niche occupation of Central European tree species in the centre and at the margin of their distribution range. *Forest Ecology and Management*, 258: 1248–1259.
- Lewandowski A., Burczyk L., Meinartowicz L. 1992:** Inheritance and Linkage of some Allozymes in *Taxus baccata* L. *Silvae Genetica* 41 (6): 342–347.
- Lewandowski A., Burczyk J., Mejnartowicz L. 1995:** Genetic structure of English yew (*Taxus baccata* L.) in the Wierzchlas Reserve: implications for genetic conservation. *Forest Ecology and Management*, 73: 221–227.
- Linares J.C., Camarero J.J., Carreira J.A. 2010:** Competition modulates the adaptation capacity of forests to climatic stress: insights from recent growth decline and death in relict stands of the Mediterranean fir *Abies pinsapo*. *Journal of Ecology*, 98: 592–603.
- Linares J.C. 2011:** Biogeography and evolution of *Abies* (*Pinaceae*) in the Mediterranean Basin: the roles of long-term climatic change and glacial refugia. *Journal of Biogeography*, 38: 619–630.
- Linares J.C. 2013:** Shifting limiting factors for population dynamics and conservation status of the endangered English yew (*Taxus baccata* L., *Taxaceae*). *Forest Ecology and Management*, 291: 119–127.
- Lindley J. 1830:** An introduction to the natural system of botany: or, A systematic view of the organisation, natural affinities, and geographical distribution, of the whole vegetable kingdom: together with the uses of the most important species in medicine, the arts, and rural or domestic economy. London, Longman, Rees, Orme, Brown, and Green, . str. (18) 1- 374
- Linnaeus C. 1753:** Species Plantarum, Exhibentes plantas rite cognitatas ad genera relatas. Tomus II, Laurentius Salvius, Stockholm. Str. 561–1231.
- Liu J., Möller M., Provan J., Gao L.M., Chandra Poudel R., Li D.Z. 2013:** Geological and ecological factors drive cryptic speciation of yews in a biodiversity hotspot. *New Phytologist*, 199: 1093–1108.
- Loarie S.R., Duffy P.B., Hamilton H., Asner G.P., Field C.B., Ackerly D.D. 2009:** The velocity of climate change. *Nature*, 462: 1052–1055.
- Lojo A., Balić B. 2011:** Prikaz površina šuma i šumskih zemljišta. In: Lojo, A., Balić, B., Hočevan, M., Vojniković, S., Višnjic, Č., Musić, J., Delić, S., Treštić, T., Čabaravdić, A., Gurda, S., Ibrahimspahić, A., Dautbašić, M., Mujezinović,

- O.: Stanje šuma i šumskih zemljišta u Bosni i Hercegovini nakon provedene Druge inventure šuma na velikim površinama u periodu 2006 do 2009 godine.
- Long H.C. 1938:** Poisonous Plants on the Farm. Bulletin of the Ministry of Agriculture and Fisheries, H.M.S.O. London, 75. Str. 1 - 105.
- Lövkvist B. 1963:** Chromosome and differentiation studies in flowering plants of Skåne, S. Sweden. Botaniska notiser. 115, 261-287.
- Lowe J. 1897:** The Yew Trees of Great Britain and Ireland. Macmillan, London, UK. Str. 1-262.
- Lyr H., Fiedler H.J., Tranquillini W. 1992:** Physiologie und Ökologie der Gehölze. Gustav Fischer, Jena, Stuttgart, Str. 1-602.
- Lyubenova M., Nedelchev R. 2001:** Influence of human factors on population of *Taxus baccata* L. Journal of Balkan Ecology, 4: 382–388.
- Lyubenova M., Mirchev S., Nedelchev R. 2001:** Dendrochronological investigation of *Taxus baccata* L. from the common yew-beech forests in 'Central Balkan' National Park. Third Balkan Scientific Conference, Part 1: 108–115.
- Mägdefrau, K., Ehrendorfer, F., 1997:** Botanika, sistematika, evolucija i geobotanika. Školska knjiga, Zagreb, str. 1 - 443.
- Maly K. 1928:** Prilozi flori Bosne i Hercegovine. X. Glasnik Zemaljskog muzeja u Bosni i Hercegovini, 40(1): 107-166. Sarajevo.
- Mamakova K. 1989:** Late Middle Polish glaciation, Eemian and Early Vistulian vegetation at Imbramowice near Wrocław and the pollen stratigraphy of this part of the Pleistocene in Poland. Acta Palaeobotanica, 29: 11–176.
- Mansion G., Rosenbaum G., Schoenenberger N., Bacchetta G., Rosselló J.A., Conti E. 2008:** Phylogenetic analysis informed by geological history supports multiple, sequential invasions of the Mediterranean Basin by the angiosperm family Araceae. Systematic Biology, 57: 269–285.
- Markiewicz H. 1978:** The Yew *Taxus baccata*L. US Government Reports Announcements, 17. US Department of Agriculture, Washington, DC, USA. Str. 1-66.
- Marsell H. 1928:** Die deutschen Bäume in der Volkskunde. Mitt. D. Deutsche Dendrologische Gesellschaft. Str. 1-109.
- Martínez I., Taboada F.G., Wiegand T., Obeso J.M. 2013:** Spatial patterns of seedling-adult associations in a temperate forest community. Forest Ecology and Management, 296: 74-80.

- Mayol M., Riba M., González-Martínez S.C., Bagnoli F., de Beaulieu J.L., Berganzo E., Burgarella C., Dubreuil M., Krajmerova D., Paule L., Romsakova I., Vettori C., Vincenot L., Vendramin G.G. 2015:** Adapting through glacial cycles: insights from a long-lived tree (*Taxus baccata*). *New Phytologist*, doi: 10.1111/nph.13496
- Mayol M., Riba M., Cavers S., Grivet D., Vincenot L., Cattonaro F., Vendramin G.G., González-Martínez S.C. 2019:** A multiscale approach to detect selection in nonmodel tree species: Widespread adaptation despite population decline in *Taxus baccata* L. *Evolutionary Applications* 00:1–18. <https://doi.org/10.1111/eva.12838>
- Mehlman P.T. 1988:** Food resources of the wild Barbary Macaque *Macaca sylvanus* in high-altitude fir forest Ghomaran Rif Morocco. *Journal of Zoology* (London), 214: 469–490.
- Melzack R.N. 1979:** Some aspects of variation in *Taxus baccata* L. in England. PhD Thesis, University of Hull, UK. Str. 1- 162.
- Melzack R.N., Watts D. 1982:** Variations in seed weight, germination, and seedling vigour in the yew (*Taxus baccata* L.) in England. *Journal of Biogeography*, 9: 55–63.
- Mendoza I., Gómez-Aparicio L., Zamora R., Matías L. 2009a:** Recruitment limitation of forest communities in a degraded Mediterranean landscape. *Journal of Vegetation Science*, 20: 367–376.
- Mendoza I., Zamora R., Castro J. 2009b:** A seeding experiment for testing tree community recruitment under variable environments: implications for forest regeneration and conservation in Mediterranean habitats. *Biological Conservation*, 142: 1491–1499.
- Mercuri A.M., Torri P., Casini E., Olmi L. 2013:** Climate warming and the decline of *Taxus* airborne pollen in urban pollen rain (Emilia Romagna, northern Italy). *Plant Biology*, 15 (Suppl. 1): 70–82.
- Meusel H 1943:** Vergleichende Arealkunde. Berlin-Zehlendorf, Str. 1-26.
- Mez E. 1963:** Gli effecti fitotossiti degli inquinamenti atmosferici. *Italia Agricola*, 100: 4–7.
- Michaletz S-T., Cheng D., Kerkhoff A.J., Enquist B.J. 2014:** Convergence of terrestrial plant production across global climate gradients. *Nature*, 512: 39–43.
- Mitchell A.K. 1998:** Acclimation of Pacific yew (*Taxus brevifolia*) foliage to sun and shade. *Tree Physiology*, 18: 749–757.

- Mitchell F.J.G. 1988:** The vegetational history of the Killarney oakwoods, SW Ireland: evidence from fine spatial resolution pollen analysis. *Journal of Ecology*, 76: 415–436.
- Mitchell F.J.G. 1990a:** The impact of grazing and human disturbance on the dynamics of woodland in S.W. Ireland. *Journal of Vegetation Science*, 1: 245–254.
- Mitchell F.J.G. 1990b:** The history and vegetation dynamics of a yew wood (*Taxus baccata* L.) in S.W. Ireland. *New Phytologist*, 115: 573–577.
- Moir A.K. 1999:** The dendrochronological potential of modern yew (*Taxus baccata*) with special reference to yew from Hampton Court Palace, UK. *New Phytologist*, 144: 479–488.
- Moore D.M. 1982:** *Flora Europaea Check-List and Chromosome Index*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. Str. 1- 423.
- Mosca M., González-Martínez S.C., Neale D.B. 2014:** Environmental versus geographical determinants of genetic structure in two subalpine conifers. *New Phytologist*, 201: 180–192.
- Movius H.L. 1950:** A wooden spear of Third Interglacial age from Lower Saxony. *Southwestern Journal of Anthropology*, 6: 139–142.
- Müller U.C., Pross J., Bibus E. 2003:** Vegetation response to rapid climate change in Central Europe during the past 140,000 yr based on evidence from the Füramoos pollen record. *Quaternary Research*, 59: 235–245.
- Müller-Starck G. 1991:** Genetic processes in seed orchards. In: Giertych, M., Mátyás, C. (Ed.): *Genetics of Scots Pine*. Elsevier, Amsterdam, str. 147–162.
- Muona O., Harju A., Kärkkäinen K. 1988:** Genetic comparison of natural and nursery grown seedlings of *Pinus sylvestris* using allozymes. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 3: 37–46.
- Myking T., Vakkari P., Skrøppa T. 2009:** Genetic variation in northern marginal *Taxus baccata* L. populations. Implications for conservation. *Forestry*, 82: 529–539.
- Mysterud A., Ostbye E. 1995:** Roe deer *Capreolus capreolus* feeding on yew *Taxus baccata* in relation to bilberry *Vaccinium myrtillus* density and snow depth. *Wildlife Biology*, 1: 249–253.
- Navarro-Cerrillo R.M., Pulido-Pastor A. 2003:** Regeneración natural del tejo (*Taxusbaccata* L.) en el parque natural de las sierras de Tejeda, Almijara y Alhama (Málaga-Granada). Aplicación a la restauración. *Cuadad Sociedad Espanol Ciencias Forestal*, 15: 159–164.

- Navys E. 2000:** English yew (*Taxus baccata* L.) in forests of Baltic States and the main reasons for its extinction from Lithuania. *Baltic Forestry* 6: 41–46.
- Negulescu E., Săvulescu A., 1957:** Dendrologie. Editura agro-silvică de stat, Bucurest, str. 1-457.
- Nei M. 1972:** Genetic distance between populations. *Am Nat* 106: 283–292.
- Nemec A. 1951:** Obsahy oleje a mineralnich latek v semenach tisú a jedie. Sbornik Československé Akademie Zemědělské, 24: 414–421.
- Nosil P., Egan S.P., Funk D.J. 2008:** Heterogeneous genomic differentiation between walking-stick ecotypes: "isolation by adaptation" and multiple roles for divergent selection. *Evolution*, 62: 316–336.
- Nosil P., Vines T.H., Funk D.J. 2005:** Perspective: reproductive isolation caused by natural selection against immigrants from divergent habitats. *Evolution*, 59: 705–719.
- Núñez-Regueira L., Rodríguez Añón J.A., Proupín Castiñeiras J. 1997:** Calorific values and flammability of forest species in Galicia. Continental high mountainous and humid Atlantic zones. *Bioresource Technology*, 61: 111–119.
- Obeso J.R. 2002:** The costs of reproduction in plants. *New Phytol*, 155: 321–348.
- O'Connell M., Mitchell F.J.G., Readman P.W., Doherty T.J., Murray D.A. 1987:** Palaeoecological investigations towards the reconstruction of the post-glacial environment at Lough Doo, County Mayo, Ireland. *Journal of Quaternary Science*, 2: 149–164.
- O'Connell M., Molloy K. 2001:** Farming and woodland dynamics in Ireland during the Neolithic. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 101: 99–128.
- O'Connell M., Molloy K., Bowler M. 1988:** Post-glacial landscape evolution in Connemara, western Ireland with particular reference to woodland history. (In: *The Cultural Landscape – Past, Present and Future* (ed.) H.H. Birks, H.J.B. Birks, P.E. Kaland, D. Moe), Cambridge University Press, Cambridge, UK. Str. 487–514.
- O'Connell M., Molloy K., McMahon H. 2001:** Reconstructing prehistoric farming activity and human impact at a fine spatial resolution: palaeoecological investigations at Mooghaun, Co. Clare, western Ireland. *Beiträge zur Siedlungsarchäologie und zum Landschaftswandel. Regensburger Beiträge zur Prähistorischen Archäologie*, 7: 161–186.
- Odermatt O. 2015:** Eibenverjüngung und Rehwildverbiss am Uetliberg, Beobachtungen mit Fotofallen. *Der Eibenfreund*, 21: 38–45.

- Oliver J. 1998:** Plant defences versus mammals. *Botanical Society of the British Isles News*, 79: 24–27.
- Orr A.B. 1952:** Poisoning in domestic animals and birds. *Veterinary Record*, 64: 339–343.
- Ortego J., Riordan E.C., Gugger P.F., Sork V.L. 2012:** Influence of environmental heterogeneity on genetic diversity and structure in an endemic southern Californian oak. *Molecular Ecology*, 21: 3210–3223.
- Osthoff H. 1997:** *Taxus baccata* L.—Eibe. *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*. Hippokrates Verlag GmbH, Stuttgart, vol 2, Str. 48–50.
- Ozolinčius R., Lekevičius E., Stakėnas V., Galvonaitė A., Samas A., Valiukas D., 2014:** Lithuanian forests and climate change: possible effects on tree species composition. *European Journal of Forest Research*, 133: 51–60.
- Packham J.R., Thomas P.A., Atkinson M.D., Degen T. 2012:** Biological flora of the British Isles. *Fagus sylvatica* L. *Journal of Ecology*, 100: 1557–1608.
- Palamarev E. 1989:** Paleobotanical evidences of the Tertiary history and origin of the Mediterranean sclerophyll dendroflora. *Plant Systematics and Evolution*, 162: 93–107.
- Panter K.E., Molyneux R.J., Smart R.A., Mitchell L., Hansen S. 1993:** English yew poisoning in 43 cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 202: 1476–1477.
- Parsapajouh D., Bräker O.U., Habibi H., Schär E. 1986:** Etude dendroclimatique du bois de *Taxus baccata* du nord de l'Iran. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 137: 853–868.
- Paul M., Hinrichs T., Janßen A., Schmidt H.P., Soppa B., Stephan B.R., Dörflinger H. 2000:** Konzept zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung forstlicher Genressourcen in der Bundesrepublik Deutschland. *Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Erhaltung forstlicher Genressourcen“*, Sächsische Landesanstalt für Forsten Pirna. Str. 1–66.
- Paul M., Tröber U. 2006:** Erhaltung und Charakterisierung genetischer Ressourcen der Eibe (*Taxus baccata* L.) in Sachsen als Teil eines Verbundprojektes. *Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie*, 40(2): 70–78.
- Paule L., Gömöry D., Longauer R. 1993:** Present distribution and ecological conditions of the English yew (*Taxus baccata* L.) in Europe. *Yew resources conference*, Berkeley, CA, p. 189–196.
- Pausas J.G. 2004:** Changes in fire and climate in the eastern Iberian Peninsula. *Clima Change*, 63: 337–350.

- Pautasso M. 2009:** Geographical genetics and the conservation of forest trees. *Perspect. Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 11: 157–189.
- Pavletic Z., Lieth H. 1958:** Der Lichtkompensationspunkt einiger immergrüner Pflanzen im Winter und im Frühjahr. *Bericht der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 71: 309–314.
- Peace T.R. 1962:** *Pathology of Trees and Shrubs*. Clarendon Press, Oxford, UK. Str. 1- 653.
- Pearson R.G., Dawson T.P. 2003:** Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global Ecology and Biogeography*, 12: 361-371.
- Pearson R.G., Dawson T.P., Berry P.M., Harrison P.A. 2002:** SPECIES: a spatial evaluation of climate impact on the envelope of species. *Ecological Modelling*, 154: 289-300.
- Pećo Lj. 1925:** Običaji i vjerovanja iz Bosne. *Etnografski zbornik. SANU, Knjiga* 32: 376-377.
- Pehl L., Wulf A. 2002:** Nadelschäden an *Taxus baccata* L. durch *Cryptocline taxicola* (All.) Petr. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 54: 266–268.
- Peñalba M.C. 1994:** The history of the Holocene vegetation in northern Spain from pollen analysis. *Journal of Ecology*, 82: 815–832.
- Peñuelas J., Filella I., Piñol J., Siscart D., Lloret F. 2000:** Effects of a severe drought on water and nitrogen use by *Quercus ilex* and *Phillyrea latifolia*. *Biologia Plantarum*, 43: 47-53.
- Peñuelas J., Ogaya R., Boada M., Jump A.S. 2007:** Migration, invasion and decline: changes in recruitment and forest structure in a warming-linked shift of European beech forest in Catalonia (NE Spain). *Ecography*, 30: 829-837.
- Perrin P.M., Kelly D.L., Mitchell F.J.G. 2006:** Long-term deer exclusion in yew wood and oakwood habitats in southwest Ireland: natural regeneration and stand dynamics. *Forest Ecology and Management*, 236: 356–367.
- Perrin P.M., Mitchell F.J.G. 2013:** Effects of shade on growth, biomass allocation and leaf morphology in European yew (*Taxus baccata* L.). *European Journal of Forest Research*, 132: 211 - 218.
- Peterken G.F. 1996:** Natural woodland. In: *Ecology and Conservation in Northern Temperate Regions*. Cambridge University Press, Cambridge. Str. 1- 522.

- Petit J.R., Hampe A. 2006:** Some evolutionary consequences of being a tree. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37: 187–214.
- Petit R.J., Hampe A., Cheddadi R. 2005:** Climate changes and tree phylogeography in the Mediterranean. *Taxon*, 54: 877–885.
- Pietzarka U. 2016:** Die Eiben von Powis Castle, Wales. *Der Eibenfreund*, 22: 38–43.
- Pigott C.D. 1969:** The status of *Tilia cordata* and *T. platyphyllos* on the Derbyshire limestone. *Journal of Ecology*, 57: 491–504.
- Pilkington N., Proctor J., Reid K.I. 1994:** The Inchlonaig yews, their tree epiphytes, and their tree partners. *Glasgow Naturalist*, 22: 365–373.
- Piñol J., Terradas J., Lloret F. 1998:** Climate warming, wildfire hazard and wildfire occurrence in coastal Eastern Spain. *Climatic Change*, 38: 345–357.
- Pintarić K. 1991:** Uzgajanje šuma, II dio, Tehnika obnove i njege sastojina. Šumarski fakultet Sarajevo, str. 1–243.
- Pintarić K. 2002:** Šumsko-uzgojna svojstva i život važnijih vrsta šumskog drveća, UŠIT-Sarajevo. str. 1–221.
- Piovesan G., Presutti Saba E., Biondi F., Alessandrini A., Di Filippo A., Schirone B. 2009:** Population ecology of yew (*Taxus baccata* L.) in the Central Apennines: spatial patterns and their relevance for conservation strategies. *Plant Ecology*, 205: 23–46.
- Pisek A., Larcher W., Unterholzner R. 1967:** Kardinale Temperaturbereiche der Photosynthese und Grenztemperaturen des Lebens der Blätter verschiedener Spermatophyten. I. Temperaturminimum der Nettoassimilation, Gefrier- und Frostschadensbereiche der Blätter. *Flora*, 157: 239–264.
- Pisek A., Larcher W., Pack I., Unterholzner R. 1968:** Kardinale Temperaturbereiche der Photosynthese und Grenztemperaturen des Lebens der Blätter verschiedener Spermatophyten. II. Temperaturmaximum der Netto-Photosynthese und Hitzeresistenz der Blätter. *Flora*, 158: 110–128.
- Pisek A., Larcher W., Moser W., Pack I. 1969:** Kardinale Temperaturbereiche der Photosynthese und Grenztemperaturen des Lebens der Blätter verschiedener Spermatophyten. III. Temperaturabhängigkeit und optimaler Temperaturbereich der Netto-Photosynthese. *Flora*, 158: 608–630.
- Pisek A., Larcher W. 1973.** The normal temperature range. (In: *Temperature and Life* (ed.) H. Precht, J. Christophersen, H. Hensel, W. Larcher), Springer-Verlag Berlin, Germany. Str. 102–144.

- Popov S.V., Shcherba I.G., Ilyina L.B., Neveeskaya L.A., Paramonova N.P., Khondkarian S.O., Magyar I. 2006:** Late Miocene to Pliocene palaeogeography of the Paratethys and its relation to the Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 238: 91–106.
- Preston C.D., Pearman D.A., Dines T.D. 2002:** New atlas of the British and Irish flora. Oxford University Press, Oxford, UK. Str. 1- 912.
- Pridnya M.V. 1984:** Phytocoenotic status and structure of the Khosta common-yew population in the Caucasus Biosphere Reserve. *Soviet Journal of Ecology*, 15: 1–6.
- Pritchard A.E., Baker E.W. 1951:** The false spider mites of California (*Acarina: Phytoptipalpidae*). Publications in Entomology, University of California, Berkeley, 9: 1–93.
- Protić Đ. 1898:** Prilog poznavanju flore Vareša u Bosni. *Glasnik zemaljskog muzeja u Bosni i Hercegovini*, 10: 657-706.
- Prunier J., Pelgas B., Gagnon F., Desponts M., Isabel N., Beaulieu J., Bousquet J. 2013:** The genomic architecture and association genetics of adaptive characters using a candidate SNP approach in boreal black spruce. *BMC Genomics*, 14: 368.
- Rackham O. 1990:** Trees and Woodland in the British Landscape. Published by Phoenix, London, UK. Str. 1- 234.
- Rajewski M., Lange S., Hattemer H.H. 1999:** Genetic inference on the embryo of yew (*Taxus baccata* L.). *Forest Genetics*, 6(1): 55–58.
- Rajewski M., Lange S., Hattemer H.H. 2000:** Reproduktion bei der Generhaltung seltener Baumarten: das Beispiel der Eibe (*Taxus baccata* L.). *Forest Snow and Landscape Research*, 75: 251–266.
- Redfern M. 1975:** The life history and morphology of the early stages of the yew gall midge, *Taxomyia taxi* (Inchbald) (Diptera: *Cecidomyiidae*). *Journal of Natural History*, 9: 513–533.
- Richter C. 2015:** Wood characteristics. Description, causes, prevention, impact on use and technological adaptation. Springer, Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London. Str. 1-222.
- Richter E. 2015:** Urwälder der Eibe im Iran. *Der Eibenfreund*, 21: 77-85.
- Ridley G.S. 1994:** Mycological records. 1: *Diplodia taxi* (Sowerby) de Notaris. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 24: 69–70.
- Rodríguez-Sánchez F., Guzmán B., Valido A., Vargas P., Arroyo J. 2009:** Late Neogene history of the laurel tree (*Laurus* L., *Lauraceae*) based

- on phylogeographical analyses of Mediterranean and Macaronesian populations. *Journal of Biogeography*, 36: 1270–1281.
- Rodwell J.S. 1991:** *British Plant Communities*, Vol. 1 Woodlands and Scrub. Cambridge University Press, Cambridge, UK. Str. 1- 408.
- Rozas V., DeSoto L., Olano J.M. 2009:** Sex-specific, age-dependent sensitivity of tree-ring growth to climate in the dioecious tree *Juniperus thurifera*. *NewPhytol.* 182: 687–697.
- Ruprecht H., Dhar A., Aigner B., Oitzinger G., Klumpp R., Vacik H. 2010:** Structural diversity of English yew (*Taxus baccata* L.) populations. *European Journal of Forest Research*, 129: 189-198.
- Rushforth K.D. 1987.** *Conifers*. New York, str. 1-232.
- Salisbury E.J., Jane F.W. 1940:** Charcoals from Maiden Castle and their significance in relation to the vegetation and climatic conditions in prehistoric times. *Journal of Ecology*, 28: 310–325.
- Saniga M. 2000:** Štruktúra, produkčné a regeneračné procesy tisa obcajného v štátnej Prírodnej Rezervácii Plavno. *Journal of Forest Science*, 46: 76–90.
- Sanz R., Pulido F., Nogués-Bravo D. 2009:** Predicting mechanisms across scales: amplified effects of abiotic constraints on the recruitment of yew *Taxus baccata*. *Ecography*, 32: 993–1000.
- Sarmaja-Korjonen K., Vasari Y., Haeggström C.-A. 1991:** *Taxus baccata* and influence of Iron Age man on the vegetation in Åland S.W. Finland. *Annales Botanica Fennici*, 28: 143–159.
- Saura S., Martín-Queller E., Hunter M.L. 2014:** Forest landscape change and biodiversity conservation. In: *Forest landscapes and global change: challenges for research and management* (ed. Azevedo J.C., Perera A.H., Pinto M.A.). Springer, Berlin (Germany). Str. 167-198.
- Savolainen O., Kuittinen H. 2000:** Small population processes. In: Young A., Boshier D., Boyle T. (eds.) *Forest conservation genetics, principles and practice*, CABI Publishing, Oxon, Str. 91–100
- Savolainen O., Pyhäjärvi T., Knürr T. 2007.** Gene flow and local adaptation in trees. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 38: 595–619.
- Sax K., Sax H.J. 1933:** Chromosome number and morphology in the conifers. *Journal of the Arnold Arboretum*, 14: 356–374 (plus two end plates).
- Scheeder T. 1994:** Die Eibe (*Taxus baccata* L.) Hoffnung für ein fast verschwundenes Waldvolk. IHW-Verlag. Str. 1-124.
- Schirone B., Bellarosa R., Piovesan G. i sur. 2003:** Il tasso. Un albero da conoscere e conservare. Cogecstre edizione, Penne. Str. 1-144.

- Schirone B., Ferreira R., Vessella F., Schirone A., Piredda R., Simeone M.C. 2010a:** *Taxus baccata* in the Azores: relict form at risk of imminent extinction. *Biodiversity and Conservation*, 19(6): 1547-1565.
- Schirone B., Vessella F., Salis A., Schirone A., Parlante A., Piovesan G. 2010b:** Reproductive features in Italian yew populations. III International workshop of yew (*Taxus baccata* L.), "Yew, Culture and Biodiversity", March 25-26. 2010., Ponferrada (Spain) Str. 35.
- Schirone B., Vessella F., Presutti Saba E., Piovesan G. 2010c:** Population ecology of yew in peninsular Italy. III International workshop of yew (*Taxus baccata* L.), "Yew, Culture and Biodiversity", March 25-26. 2010., Ponferrada (Spain) Str. 45.
- Schleigel J., Heinze B. 2015:** Exkursion der Eibenfreunde nach Sardinien. *Der Eibenfreund*, 21: 59-76.
- Schweingruber F.H. 1993:** *Trees and Wood in Dendrochronology*. Springer, Berlin, Germany. Str. 1- 402.
- Seidling W. 1999:** Spatial structures of a subsynchronous population of *Taxus baccata* saplings. *Flora*, 194: 439-451.
- Senear F.E. 1933:** Dermatitis due to woods. *Journal of the American Medical Association*, 101: 1527.
- Serra L., Garcia-Martí X. 2011:** Distribución del tejo en España. In: *II Jornadas del Tejo en el Mediterráneo Occidental* (ed.) Caritat A. Delegació en la Garrotxa de la Institució Catalana de Historia Natural i Fundació Estudis Superiors d'Olot (Girona, Spain). Str. 17-43.
- Shah A., Li D.Z., Möller M., Gao L.M., Hollingsworth M.L., Gibby M. 2008:** Delimitation of *Taxus fuana* Nan Li & R.R. Mill (*Taxaceae*) based on morphological and molecular data. *Taxon*, 57: 211-222.
- Sitte P., Ziegler H., Ehrendorfer F., Bresinsky A. 1998:** *Strasburger Lehrbuch der Botanik*, Gustav Fischer, Stuttgart-Jena-Lubeck-Ulm. str. 1-1007.
- Siwecki R. 1978:** Diseases and parasitic insects of the yew. (In: *The Yew – Taxus baccata* L. (ed.) S. Bartkowiak, W. Bugala, A. Czartoryski, A. Hejnowicz, S. Król, A. Środoń, R.K. Szaniawski) Foreign Scientific Publications, Department of the National Center for Scientific and Technical, and Economic Information (for the Department of Agriculture and the National Science Foundation, Washington, DC), Warsaw, Poland. Str. 103-109.
- Skorupski M., Luxton M. 1998:** Mesostigmatid mites (Acari: Parasitiformes) associated with yew (*Taxus baccata*) in England and Wales. *Journal of Natural History*, 32: 419-439.

- Smal C.M., Fairley J.S. 1980a:** Food of wood mice and bank voles in oak and yew woods in Killarney, Ireland. *Journal of Zoology*, 191: 413–418.
- Smal C.M., Fairley J.S. 1980b:** The fruits available as food to small rodents in two woodland ecosystems. *Holarctic Ecology*, 3: 10–18.
- Smit M.P. 1992:** Intoxicatie van lammeren door *Taxus baccata* en vleeskeuring. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde*, 117: 697–699.
- Smith C.O. 1942:** Crown galls on species of *Taxaceae*, *Taxodiaceae* and *Pinaceae* as determined by artificial inoculations. *Phytopathology*, 32: 1005–1009.
- Smith W.P., Zollner P.A. 2005:** Sustainable management of wildlife habitat and risk of extinction. *Biol. Conserv.*, 125: 287–295.
- Snow B., Snow D. 1988:** *Birds and Berries*. T. & A.D. Poyser Ltd, Calton, Staffordshire, UK. Str. 1- 268.
- Sokolowski S. 1921:** Cisy na ziemiach Polskich i w krazach przyleglych. *Ochrona Przyrody*, 2: 4–22.
- Spindler K. 1994:** *The Man in the Ice*. Weidenfeld & Nicolson, London, UK. Str. 1- 305.
- Spjut R.W. 2000:** Introduction to *Taxus*. <http://www.worldbotanical.com/Introduction.htm>
- Środoń A. 1978:** History of the yew in Poland. (In: *The Yew – Taxus baccata* L. (ed.) S. Bartkowiak, W. Bugala, A. Czartoryski, A. Hejnowicz, S. Król, A. Środoń, R.K. Szaniawski) Foreign Scientific Publications, Department of the National Center for Scientific and Technical, and Economic Information (for the Department of Agriculture and the National Science Foundation, Washington, DC), Warsaw, Poland. Str. 5–14.
- Stefanović V. 1977:** Fitocenologija sa pregledom šumskih fitocenoza Jugoslavije. Zavod za udžbenike Sarajevo, Str. 1-283.
- Stefanović V.; Beus V.; Burlica Č.; Dizdarević H., Vukorep I. 1983:** Ekološko vegetacijska rejonizacija Bosne i Hercegovine. Šumarski fakultet u Sarajevu, Posebna izdanja: br. 17, Sarajevo, Str. 1-51.
- Stewart J.R., Lister A.M. 2001:** Cryptic northern refugia and the origins of the modern biota. *Trends in Ecology & Evolution*, 16: 608–613.
- Strobel G.A., Hess W.M. 1997:** Glucosylation of the peptide leucinostatin A, produced by an endophytic fungus of European yew, may protect the host from leucinostatin toxicity. *Chemistry and Biology*: 4, 529–536.
- Strobel G.A., Torczynski R., Bollon A. 1997:** *Acremonium* sp.: a leucinostatin A producing endophyte of European yew (*Taxus baccata*). *Plant Science*, 128: 97–108.

- Strouts R.G. 1993:** *Phytophthora* root disease. Arboriculture Research Note, 58: 93
- Strouts R.G., Winter T.G. 1994:** Diagnosis of Ill-Health in Trees. Research for Amenity Trees no. 2. HMSO/Forestry Commission, London, UK. Str. 1- 307.
- Stupar V., Milanović Đ., Brujić J., Buzadžija S., Travar J. 2011:** Ugroženi, rijetki i endemični biljni taksoni područja grada Banja LUka. Zbornik radova II Simpozija biologa Republike Srpske i I Simpozija ekologa Republike Srpske, Banja Luka. Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Banja Luci. Str. 165-179.
- Suc J.P. 1984:** Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe. *Nature*, 307: 429- 432.
- Sukatschev W. 1908:** Über des vorkommen der Samen von *Euryale ferox* Salisb. in einer interglazialen Ablagerungen in Russland. Bericht der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 26: 132–137.
- Suszka B. 1978:** Generative and vegetative reproduction. (In: The Yew – *Taxus baccata* L. (ed.) S. Bartkowiak, W. Bugala, A. Czartoryski, A. Hejnowicz, S. Król, A. Środoń, R.K. Szaniawski) Foreign Scientific Publications, Department of the National Center for Scientific and Technical, and Economic Information (for the Department of Agriculture and the National Science Foundation, Washington, DC), Warsaw, Poland. Str. 87–102.
- Svenning J.C., Magård E. 1999:** Population ecology and conservation status of the last natural population of English yew *Taxus baccata* in Denmark. *Biological Conservation*, 88(2): 173-182.
- Svenning J.-C., Skov F. 2004:** Limited filling of the potential range in European tree species. *Ecology Letters*, 7: 565-573.
- Szaniawski R.K. 1978:** An outline of yew physiology. (In: The Yew – *Taxus baccata* L. (ed.) S. Bartkowiak, W. Bugala, A. Czartoryski, A. Hejnowicz, S. Król, A. Środoń, R.K. Szaniawski) Foreign Scientific Publications, Department of the National Center for Scientific and Technical, and Economic Information (for the Department of Agriculture and the National Science Foundation, Washington, DC), Warsaw, Poland. Str. 55–64.
- Sziji J. 1957:** The food biology of the Starling and its agricultural importance. *Aquila*, 63/64: 71–101.
- Sykes M.T., Prentice I.C., Cramer W. 1996:** A bioclimatic model for the potential distributions of north European tree species under present and future climates. *Journal of Biogeography*, 23: 203-233.
- Taberlet P., Cheddadi R. 2002:** Quaternary refugia and persistence of biodiversity. *Science*, 297: 2009–2010.

- Tansley A.G., Rankin W.M. 1911:** The plant formation of calcareous soils. B. The sub-formation of the Chalk. (In: Types of British Vegetation(ed.) A.G. Tansley) Cambridge University Press, Cambridge, UK. Str. 161–186.
- Tegetmeier W.B. 1897:** Pheasants poisoned by yew leaves. Third Edition, Horace Cox, Str. 1 - 237.
- Temunović M., Franjić J., Satović Z., Grgurev M., Frascaria-Lacoste N., Fernández-Manjarrés J.F. 2012:** Environmental heterogeneity explains the genetic structure of continental and Mediterranean populations of *Fraxinus angustifolia* Vahl. PLoS One 7: e42764.
- Thoma S. 1992:** Genetische Variation an Enzymloci in Reliktbeständen der Eibe (*Taxus baccata* L.). Diplomarbeit Forstl. Fakultät Uni Göttingen Abt. für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Str. 1-88.
- Thomas P.A. 2014:** Trees: Their natural history (2nd ed.). Cambridge University Press, Cambridge, UK. Str. 1- 401.
- Thomas P.A., Polwart A. 2003:** *Taxus baccata* L. Journal of Ecology, 91: 489–524.
- Thomas P.A., Garcia-Marti X. 2015:** Respose of European yew to climate change: a review. Forest Systems, 24(3): eR01, 11 pages.
- Thompson J.D. 2005:** Plant evolution in the Mediterranean. Oxford, UK: Oxford University Press. Str. 1- 304.
- Thuiller W., Lavorel S., Araújo M.B., Sykes M.T., Prentice I.C. 2005:** Climate change threats to plant diversity in Europe. PNAS, The National Academy of Sciences of the USA, 102 (23): 8245 – 8250.
- Tittensor R.M. 1980:** Ecological history of yew *Taxus baccata* L. in southern England. Biological Conservation, 17: 243–265.
- van Tol R.W.H.M., Visser J.H., Sabelis M.W. 2000:** Responses of the black vine weevil (*Otiorhynchus sulcatus*) to weevil and host-plant odours. Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society (NEV), 11: 109–114.
- Tröber U. 2004:** Ergebnisse biochemisch- genetischer Untersuchungen an ausgewählten Eibenvorkommen Thüringens und Sachsens. LFP- Sachsen. Unveröffentlicht.
- Tröber U., Paul M., Kahlert K. 2005:** Genetic characterization of English yew (*Taxus baccata* L.) in Thuringia and Saxony as basis for gene conservation. In: Ergebnisse forstgenetischer Feldversuche und Laborstudien. Tagungsbericht zur 11. Arbeitstagung des FORUMS Genetik—Wald—Forstwirtschaft vom 20.—22. September 2004 am Bayerischen Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzüchtung (ASP) in Teisendorf. Str. 275–288.

- Tröber U., Ballian D. 2011:** Genetic characterization of English yew (*Taxus baccata* L.) populations in Bosnia and Herzegovina. *European Journal of Forest Research*, 130(4): 479-489.
- Turner C. 2000:** The Eemian interglacial in the North European plain and adjacent areas. *Netherlands Journal of Geosciences*, 79: 217-231.
- Tzedakis P.C., Andrieu V., de Beaulieu J.-L., Birks H.J.B., Crowhurst S., Follieri M., Hooghiemstra H., Magri D., Reille M., Sadori L., Shackleton N.J., Wijmstra T.A. 2001:** Establishing a terrestrial chronological framework as a basis for biostratigraphical comparisons. *Quaternary Science Reviews*, 20: 1583-1592.
- Tzedakis P.C., Lawson I.T., Frogley M.R., Hewitt G.M., Preece R.C. 2002:** Buffered tree population changes in a Quaternary refugium: evolutionary implications. *Science*, 297: 2044-2047.
- Tzedakis P.C., Emerson B.C., Hewitt G.M. 2013:** Cryptic or mystic? Glacial tree refugia in northern Europe. *Trends in Ecology & Evolution* 28: 696-704.
- Valladares F., Pearcy R.W. 2002:** Drought can be more critical in the shade than in the sun: a field study of carbon gain and photo-inhibition in a Californian shrub during a dry El Nino year. *Plant, Cell & Environment*, 25: 749-759.
- Vamosi J.C., Vamosi S.M. 2005:** Present day risk of extinction may exacerbate the lower species richness of dioecious clades. *Diversity and Distribution*, 11: 25-32.
- Van Ingen G., Visser R., Peltenburg H., Van Der Ark A.M., Voortman M. 1992:** Sudden unexpected death due to *Taxus* poisoning. A report of five cases, with review of the literature. *Forensic Science International*, 56: 81-87.
- Vicario F., Vendramin G.G., Rossi P., Liò P., Giannini R. 1995:** Allozyme, chloroplast DNA and RAPD markers for determining genetic relationships between *Abies alba* and the relic population of *Abies nebrodensis*, *Theoretical and Applied Genetics*, 90 (7-8): 1012-1018.
- Vidaković M. 1982:** Četinjače - morfologija i varijabilnost. JAZU i Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, str. 1-710.
- Vidaković M. 1993:** Četinjače - morfologija i varijabilnost. Grafički zavod Hrvatske i Hrvatske šume, p.o. Zagreb, Zagreb, str.1-741.
- Vidaković M., Franjić J. 2004:** Golosjemenjače. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. str.1-823.
- Vincent G., Kantor J. 1971:** Das frühzeitige Tannensterben. Seine Ursachen und Vorbeugung, *Centralblatt für das gesamte Forstwesen*, 88(2): 101-115.

- Voliotis D. 1986:** Historical and environmental significance of the yew (*Taxus baccata* L.). *Israel Journal of Botany*, 35: 47–52.
- Von der Werth J., Murphy J.J. 1994:** Cardiovascular toxicity associated with yew leaf ingestion. *British Heart Journal*, 72: 92–93.
- Wahl P.-G., Kersten W., Mehlan W., Stollewerk D. 1992:** Eine seltene Sensibilisierung gegenüber Nadelbäumen. *Allergologie*, 15: 43–45.
- Waller M.P., Hamilton S. 2000:** Vegetation history of the English chalklands: a mid-Holocene pollen sequence from the Caburn, East Sussex. *Journal of Quaternary Science*, 15: 253–272.
- Watt A.S. 1924:** On the ecology of British beechwoods with special reference to their regeneration. II. The development and structure of the beech communities on the Sussex Downs. *Journal of Ecology*, 12: 145–204.
- Watt A.S. 1926:** Yew communities of the South Downs. *Journal of Ecology*, 14: 282–316.
- Watt A.S. 1934a:** The vegetation of the Chiltern Hills, with special reference to the beechwoods and their seral relationships. *Journal of Ecology*, 22: 230–270.
- Watts W.A. 1967:** Interglacial deposits in Kildromin Townland, near Herbertstown, Co. Limerick. *Proceedings of the Royal Irish Academy*, 65: 339–348.
- Watts W.A. 1984:** The Holocene vegetation of the Burren, western Ireland. (In: *Lake Sediments and Environmental History* (ed.) E.Y. Haworth, J.W.G. Lund),. Leicester University Press, Leicester, UK. Str. 359–376
- Watts W.A., Allen J.R.M., Huntley B., Fritz S.C. 1996:** Vegetation history and climate of the last 15,000 years at Laghi di Monticchio, southern Italy. *Quaternary Science Reviews*, 15: 113–132.
- Webb D. 1977:** *An Irish Flora*, 6th edn. Dungalgan Press, Dundalk, Ireland. Str. 1- 277.
- Wendt F. 2015:** Klanghölzer für den Bau von Musikinstrumenten. *Der Eibenfreund*, 21: 15 - 17.
- West R.G. 1962:** A note on *Taxus* pollen in the Hoxnian Interglacial. *New Phytologist*, 61: 189–190.
- Wheeler A.J. 1992:** Vegetational succession, acidification and allogenic events as recorded in Flandrian peat deposits from an isolated Fenland embayment. *New Phytologist*, 122: 745–756.
- Wiechert J.M., Zwart P., Mathes K. 2000:** Eibenvergiftung in einem Schildkrötenbestand. *Der Praktische Tierarzt*, 81: 167–171.

- Wilks J.H. 1972:** Trees of the British Isles in History and Legend. Frederick Muller, London, UK. Str. 1- 255.
- Willaert W., Claessens P., Vankelecom B., Vanderhyden M. 2002:** Intoxication with *Taxus baccata*: cardiac arrhythmias following yew leaves ingestion. PACE, 25: 511–512.
- Willerding U. 1968:** Beiträge zur Geschichte der Eibe (*Taxus baccata* L.). Untersuchungen über das Eibenvorkommen in Plesswald bei Göttingen. Plesse-Archiv, Göttingen, 3: 1–155.
- Williamson, R. 1978:** The Great Yew Forest – The Natural History of Kingley Vale. Macmillan, London, UK. Str. 1- 208.
- Williamson R., Williamson K. 1973:** The bird community of yew woodland at Kingley Vale, Sussex. British Birds, 66: 12–23.
- Willis K.J., van Andel T.H. 2004:** Trees or no trees? The environments of Central and Eastern Europe during the Last Glaciation. Quaternary Science Reviews, 23: 2369–2387.
- Willyard A., Syring J., Gernandt D.S., Liston A., Cronn R. 2007:** Fossil calibration of molecular divergence infers a moderate mutation rate and recent radiations for Pinus. Molecular Biology and Evolution, 24: 90–101.
- Woods B., Calnan C.D. 1976:** Toxic woods. British Journal of Dermatology, 95: (Sup. 13): 1–97.
- Wright S. 1931:** Evolution in Mendelian populations. Genetics, 16: 97–159.
- Wright E.V., Churchill D.M. 1965:** The boats from north Ferriby, Yorkshire, England, with a review of the origins of the sewn boats of the Bronze Age. Proceedings of the Prehistoric Society, 31: 1–24.
- Yadav R.R., Singh J. 2002:** Tree-ring analysis of *Taxus baccata* from the Western Himalya, India, and its dendroclimatic potential. Tree-ring Research 58(1-2): 23-29.
- Young A., Boyle T., Brown T. 1996:** The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. Trends in Ecology&Evolution, 11: 413–418.
- Zhu K., Woodall C.W., Clark J.S. 2012:** Failure to migrate: lack of tree range expansion in response to climate change. Global Change Biology, 18: 1042-1052.
- Ziehe M., Gregorius H.R., Glock H., Hattemer H.H., Herzog S. 1989:** Gene resources and gene conservation in forest trees: General concept. In: Scholc, F., Gregorius, H. R., Rudin, D. (ed.): Genetic Effects of Air Pollutants in Forest Tree Populations, Springer-Verlag, Berlin, str. 173-185.

## 14. SAŽETAK

### Tisa (*Taxus baccata* L.) u Bosni i Hercegovini

U šumama bukve i jele, te jele i smreke, ali i drugim tipovima šuma, kao što su šume borova i hrastova, tisa ima svoje specifično mjesto, jer je nalazimo od submediteranskog područja sa velikim specifičnim utjecajem mediteranske klime, preko centralnih Dinarskih Alpa sa specifično izmijenjenom kontinentalnom klimom, do tipičnog panonskog područja sa kontinentalnom klimom na sjeveru Bosne i Hercegovine.

Tisu obično nalazimo na sjevernim ekspozicijama, uz potoke, na sjenovitim i vlažnim lokalitetima, odnosno na svježijim tipovima tala u svim klimatskim područjima Bosne i Hercegovine. Ipak, ima slučajeva gdje je na većim nadmorskim visinama nalazimo i na istočnim, pa i južnim, ali i na zapadnim ekspozicijama. Također tise nalazimo i na otvorenim kserotermnim staništima planina Hercegovine, ali i Bosne. U Bosni i Hercegovini se javlja na nadmorskim visinama od 300 do 1500 m. Kada je u pitanju geološka podloga, najčešće je nalazimo na podlogama od vapnenaca, filita, pješčara, ali smo je našli i na peridotitsko-serpentinskoj podlozi u šumi crnog bora. Raznolikost geoloških podloga je uvjetovala i raznolikost tipova tala na kojima raste. Ipak, na njeno rasprostiranje u Bosni i Hercegovini presudnu ulogu je odigrao čovjek, i to već stotinama godina unazad, možda i od neolita i rimskog perioda, nekontroliranim sječama tisovih stabala. Razlog je prije svega u kvalitetnom i trajnom drvu tise, koje je tamnosmeđe srčike i koje se lako mehanički obrađuje. Drvo tise ima svoje mjesto u svakodnevnom životu čovjeka na ovim prostorima, za izradu oružja, ali i važno mjesto u spiritualnosti lokalnog stanovništva. U domaćinstvu su se izrađivali određeni predmeti koji su imali svakodnevnu primjenu u domaćinstvu, obično u vidu nekih posuda ili kutija ili su imali određenu spiritualnu vrijednost, kao križevi i amajlije, a ujedno su simbolizirali dugovječnost.

Tisa kao drvo kod svih nadoda koji žive u Bosni i Hercegovini ima posebno značenje, što prije svega proističe iz njene sposobnosti da doživi veliku starost, i preko 1000 godina. Stoga narodi tisu smatraju za simbol dugovječnosti, i kao takvu su je koristili u određenim spiritualnim ritualima koji su se u nekim područjima središnje Bosne za-



Slika 353. Tisa oštećena guljenjem kore rogovima srnadaća

držali do danas. Prije svega, to se ogleda u tome da su ljudi prilikom gradnje kuća ili nekih drugih objekata komade tisovog drva ugrađivali u taj objekt, da mu na taj način daju dugovječnost. Tisovo drvo se rabilo i u izradi amajlija koje su svakodnevno nošene na odjeći ili pak na opremama radnih životinja u seoskim domaćinstvima, konja i volova. Tako su se kravama bušili rogovi i umetali komadići tisovog drva. Ako u šumi nije bilo tise za takve rituale, koristili su i drvo sa stabla koja su se sadila po selima, o čemu u Bosni postoje brojni primjeri, a ta posađena stabla smo prikazali u posebnom poglavlju, gdje smo prikazali go stabala širom Bosne i Hercegovine.

Nekontrolirana aktivnost čovjeka dovela je do toga da je tisa polako nestala iz naših prirodnih šuma, te je iz godine u godinu postalo vrlo teško naći tisu u prirod-

nim šumama. Ipak, u planinskim selima su uvijek postojali ljudi koji su znali gdje je mogu naći, ali zbog njene vrijednosti koja im je donosila neku dodatnu zaradu ili poštovanje lokalne zajednice, oni su tajali ta nalazišta i prenosili saznanja o njima s koljena na koljeno. Brzim nestankom sela u zadnjih 50-60 godina i prelaskom ruralnog stanovništva u gradove i ta tajna mjesta su ostajala napuštena i lagano prepuštena zaboravu, praktički do današnjeg dana, ili su samo ostala kao maglovita sijećanja starih ljudi iz pojedinih sela. Ipak, u zadnje vrijeme se ponovo ilegalno siječe jer postoji čitavo ilegalno tržište tisovim drvom, a potražnja za amajlijama i sitnim tehničkim predmetima je stalna.

U brojnim radovima o flori i vegetaciji Bosne i Hercegovine nalazimo razmjerno malo podataka o lokalitetima na kojima raste tisa. Ti podaci osim toga obično i ne govore o broju primjeraka koji su nađeni na izvjesnom mjestu, nego se navodi samo ime planine, bez užeg lokaliteta, pa vrlo često i pored velike želje nismo u stanju naći te tise. Prve podatke za tisu u Bosni i Hercegovini dao je Fiala za planinu Klekovaču, bez bližeg označavanja lokaliteta. U najvažnijoj knjizi o vege-

taciji Bosne i Hercegovine s početka prošloga stoljeća, Beckovoj "*Flori Bosne i Hercegovine i novopazarskog sandžaka*", govori se o tisi kao vrsti drveća koje se susreće pojedinačno ili u skupinama i navodi za Bosnu i Hercegovinu 10 planina sa njihovim širim lokalitetima.

Potom u literaturi nalazimo još nekoliko podataka o novim lokalitetima sa tisom, zabilježenim od strane Malya i to u Hercegovini na četiri lokaliteta. Također, botaničar Bošnjak za planinu Čvrsnicu navodi četiri lokaliteta, a Muravjev za područje Čajniča navodi jedan lokalitet, koji je i danas sa veoma dobro očuvanim tisama.

Kroz analizu herbarskog materijala Zemaljskog muzeja Bosne i Hercegovine u Sarajevu Fukarek je nadopunio lokalitete sa sedam novih nalazišta. Također je kroz vlastita terenska istraživanja flore došao do još tri lokaliteta. Prilikom rada na rasprostiranju tise u Bosni i Hercegovini Fukarek je kroz kontakte sa šumarskim poduzećima, te inženjerima i stručnim osobljem, došao do novih podataka, pa je na kraju uspio registrirati 39 lokaliteta tise širom Bosne i Hercegovine. To su populacije većeg ili manjeg obima, kao i pojedinačnih stabala, a u svoj rad je uključio i nalazišta koja su registrirana kod starijih istraživača. Ipak, situacija na terenu se u međuvremenu promijenila, te je tisa iščezla sa nekih lokaliteta ljudskom zaslugom, posječena su sva stabla i grmovi, a tu su i česti požari u Hercegovini koji su desetkovali tisu kao i druge vrste, dok s druge strane postoje skupine koje su sada mnogo veće i brojnije, kao što je slučaj s Ajdinovićima kod Olova, na planinama Kamešnici i Dinari, te Bjelasnici kod Gacka i brojne druge skupine.

Ipak, brojni lokaliteti su u radu Fukareka izostavljeni jer se tada nije znalo za njih, a na njima se nalaze male ili veće populacije tise, ali i brojna pojedinačna stabla. Tako je na području Bosne i Hercegovine, nakon završenih potraga za tisom, registrirano preko 209 populacija, skupina i pojedinačnih stabala tise, od kojih je šest populacija koje su uključene u Europska molekularno-genetička istraživanja.

Suvremena istraživanja u Europi koja su se u zadnju godinu dana počela provoditi ponovo su dala povoda da se pokušaju naći populacije tise i u Bosni i Hercegovini. Na pronalaženju populacija tise angažirano je mnogo lokalnih stručnjaka ali i lokalnog stanovništva širom zemlje, te je to odmah dalo dobre rezultate. Većinom su registrirana pojedinačna stabla kojih ima širom zemlje, ali pored toga ni jako velike i vitalne populacije tise nisu izostale.

Sve veći intenzitet genetskih istraživanja tise i aktivnosti na njenom genskom očuvanju u zadnjih nekoliko godina ukazuju na potrebu provođenja što hitnijih mjera zaštite, a što je sve više motivirano njezinom velikom ulogom u brojnim medicinskim istraživanjima, gdje njezin kemijski sastojak taksol igra sve značajniju ulogu.

Za razliku od središnje Europe, na zapadnom Balkanu postoji velika raznolikost klimatskih, edafskih, orografskih i drugih čimbenika koji utječu na razlikovanje različitih vrsta šuma. Ovo se ogleda se u velikoj genetskoj raznolikosti vrsta koje nalazimo u području Dinarida, te predstavljaju istinsku europsku riznicu endema i rijetkih vrsta. U ovom području tisa ima svoj specifičan položaj u šumskim zajednicama, od submediteranska regija s jakim utjecajem mediteranske klime, do središnjih Dinarida s modificiranom kontinentalnom klimom i tipično panonskog područja s kontinentalnom klimom.

O genetskoj strukturi tise u Bosni i Hercegovini smo pisali ranije, te ćemo te rezultate usporediti s rezultatima do kojih se došlo u području istočne Njemačke, odnosno sa 12 populacija u Saskoj i Thüringenu. U usporedbi s rezultatima ovog istraživanja, genetska raznolikost je malo viša u 12 populacija istraživanih u Saskoj i Thüringen, koje su imale nešto veći uzorak, koji se kretao između 74 i 103 individue, jer su oni inventarisali cijele populacije, dok smo mi za analizu uporabili standardizirani broj individua. Za analizu su u oba istraživanja uporabljeni isti enzimski sustavi sa genskim lokusima, a detaljnije o njima se može vidjeti u poglavlju koje tretira genetsku varijabilnost tise u Bosni i Hercegovini. Svi analizirani genski lokusi u oba istraživanja su bili polimorfni, svih pet istraživanih lokusa, dok je genski lokus *Sdh* isključen iz analize. Većina analiziranih populacija imala je po 13 zajedničkih alela u ovih pet lokusa. Samo u pet populacija jedan alel je nestalo u jednom lokusu, što je rezultiralo većim prosječnim brojem alela po lokusu sa vrijednošću od 2,4 i 2,6. Uspoređujući oba istraživanja, gotovo isti aleli su otkriveni, uz dvije iznimke, alel *Adh-A4* pronađen samo u jednoj saskoj populaciji, a alel *6-Pgdh-A3* u samo dvije populacije iz Bosne i Hercegovine.

Dobiveni rezultati genetske raznolikosti za bosanskohercegovačke i njemačke populacije su također pronađeni i u drugim istraživanjima. S obzirom na raspodjelu učestalosti alela, varijabilnost je pokazala sličan uzorak u populacijama Bosne i Hercegovine i onih u Saskoj i Thüringenu. Očigledno su prisutne razlike između populacija



Slika 354. Tisa na lokalitetu Crni bat (Šator)

za većinu genskih lokusa, za Idh-A u Bosni i Hercegovini, a za lokuse 6-Pgdh-A, Adh-A i uglavnom Pgm-a u Saskoj i Thüringenu. Tu su i vrlo velike razlike u učestalosti alela i visoke vrijednosti stvarne heterozigotnosti, a o čemu su u nekim istraživanjima izvijestili i drugi istraživači koji su uspoređivali udaljene populacije. U većini slučajeva stvarna heterozigotnost je viša od očekivane u određenoj mjeri, slično kao u bosanskohercegovačkom istraživanju. Ipak, tu su i iznimke, jer je u sedam populacija s Istočnih Alpa registriran jasan nedostatak heterozigota (Dhar i Klumpp 2008). Inače, u Bosni i Hercegovini populacija Ozren pokazuje s prosjekom od  $H_{st} = 0,49$  i  $H_{oc} = 0,334$ , ekstremne i vrlo neuravnotežene vrijednosti, što se može objasniti prisustvom klonova u strukturi populacije.

Rezultati ostalih istraživanih populacija iz Bosne i Hercegovine su usporedivi s rezultatima središnjih europskih regija. Prema zaključcima iz istraživanja, mogući razlozi visoke genetske varijabilnosti tise mogu biti u njenoj dugovječnosti, oprašivanju vjetrom i proizvodnji male količine peludi, diecizmu ove vrste i fenološkim razlikama u cvatnji unutar populacije i sl. Ova razmatranja su potvrdila da i razlike u veličini uzorka u ovom istraživanju igraju značajnu ulogu. Inače, za sve populacije iz Bosne i Hercegovine nije detaljno analiziran udio muških i ženskih biljaka, koji također igra jako bitnu ulogu u genetskoj varijabilnosti populacije. Očigledno, različite genetske strukture se ne mogu objasniti zemljopisnom udaljenošću. Činjenica je da se genetske udaljenosti, barem na istraživanim lokusima u ovom istraživanju, ne odnose na zemljopisne distribucije, a što je također vizualizirano na dendrogramu koji uključuje ukupno 19 populacija iz Bosne i Hercegovine i Njemačke. U nekim slučajevima skupine sadrže populacije iz istog područja, iako njihov razvojni put ne odgovara dobivenim rezultatima, a kao primjer može poslužiti područje Tharandtu, koje je definitivno zasađeno i stranog je podrijetla, ali je u klasteru sa populacijom Rotstein iz istočne Saksonije. U većini klastera uključene su populacije iz vrlo različitih zemljopisnih regija. Ipak, osobitost dvije populacije s vrlo specifičnim genetskim strukturama, Ozren i Borja, potvrđuju rečeno.

Ukratko, rezultati ovog istraživanja pokazuju s jedne strane da je drugačiji razvoj i životna povijest istraživanih populacija u Bosni i Hercegovini sa različitim genetskim strukturama, koje se moraju uzeti u obzir za primjenu mjera za očuvanje gena i proizvodnji repro-

dukcijskog materijala. S druge strane, potvrđuju rezultate ranijih istraživanja tise o visokoj genetskoj varijabilnosti, a oni ne ukazuju na značajne razlike u genetskom sastavu i u daljoj raspodjeli ove vrste duž njenog rasprostiranja.

Međutim, još uvijek postoji malo informacija o genetskoj varijabilnosti i evolucijskoj strategiji vrste, mada su u svom istraživanju Mayol i sur. (2015) prilično objasnili tu problematiku uz nekoliko scenarija. Te praznine bi trebalo ispuniti dodatnim istraživanjima u populacijama središnjeg i zapadnog dijela rasprostiranja tise, kao i studijama strukture velikih prirodnih populacija u istočnom dijelu distribucijskog područja, što je djelomično urađeno na globalnom planu.



Slika 355. Tisa na Crvnju

Od trenutnog stajališta zavisi i genetsko očuvanje populacija tise koje je neophodno za njeno održanje. Međutim, razmatranje znanja o genetskoj strukturi populacija tise u vezi s biljnim zajednicama, te uvjeta na terenu, povijesti populacija i drugih čimbenika, ukazuju na potrebu određivanja prikladnih načina upravljanja populacijom.

S obzirom na potrebe individualnog pristupa održavanju i očuvanje populacija, populacije Ozren i Borja mogu da posluže kao primjer. Neobična struktura populacije na Ozrenu je uzrokovana u novijoj povijesti, ove pojave su uništenoj populaciji osigurale da preživi putem vegetativnoga razmnožavanja nekoliko vrlo vitalnih genotipova. Tu je potrebno obuhvatiti detaljnim istraživanjem više događaja, te uporabiti širi spektar visoko varijabilnih genetskih biljega. Za strategiju očuvanja gena to znači da populaciju Ozren treba zaštititi kao veoma vrijednu, zbog pojave šest multilokusnih genotipova koji se mogu smatrati vrlo prilagođenim klonovima za tako visoke nadmorske visine (1200 m nad morem), kao populaciju koja raste i opstaje na njima. Međutim, s obzirom na veliku vjerojatnost križanja između srodnika i zbog rizika od križanja u srodstvu, sjeme ne smije biti prikupljeno u ovom području. Činjenica je da daljnji razvoj ove populacije može dati vrlo vrijedne informacije o mehanizmu opstanka i proširenja ove vrste.

S druge strane, populacija Borja mogla bi poslužiti kao visoko vrijedan izvor reprodukcijeskoga materijala tise, pod uvjetom da je distribucija muških i ženskih individua relativno uravnotežena i da populacija plodonosi dovoljno. I o ovoj populaciji, prije uključivanja u aktivnosti očuvanja i produkcije reprodukcijeskog materijala, treba sakupiti više informacija sa različitih aspekata.

U mnogim slučajevima, uzgojnim mjerama je potrebno stvoriti povoljne uvjete za uzgoj, cvatnju i opstanak potomstva tisa. Glavnu ulogu igra svjetlo koje treba biti najvažnija točka u ovom kontekstu, o čemu je pisano u poglavlju o ekologiji tise.

Očuvanje genetskih izvora trebalo bi biti da se temelji na pojedinačnim populacijama. Za produženje ili ponovno uvođenje tise u populacije preporučuje se korištenje materijala iz lokalnih populacija, s usporedivim uvjetima na mjestu podizanja nove populacije. Prilikom podizanja treba uporabiti materijal sa minimalno 40 individua, sa gotovo uravnoteženom strukturom spolova, što znači najmanje 20 ženskih individua koje rađaju sjemenom, kao izvor sjemena. Sabira-

nje klonskoga materijala se može spriječiti pomoću provjere genskim biljezima. Korištenje reprodukcijuskog materijala iz malih populacija, odnosno od manjeg broja individua, trebalo bi izbjegavati s obzirom na činjenicu da su prisutni srodstveni odnosi koji negativno utječu na genetsku strukturu i adaptaciju individua na nove uvjete sredine.

Ovakvo stanje koje trenutno vlada u šumama Bosne i Hercegovine, može nas radovati, jer na prvi pogled obećava da tisa iz naših šuma neće nestati, te da ima svjetliju budućnost. Ipak, u bližoj budućnosti se mora poraditi na njenoj trajnoj zaštiti kroz određene aktivnosti na očuvanju metodama *in situ*, kako bi se pomogao njen opstanak u prirodnoj sredini, a ne samo kroz zakonsku regulativu gdje se ona samo štiti kroz određene članove u zakonu, a u prirodi je prepuštena borbi sa ekološki jačim vrstama koje je mogu potpuno istisnuti iz šume. Njeno brojno stanje na terenu zadovoljava, ali zbog nepoznanica vezanih za budućnost tise, a nalazimo se u vremenu globalnih klimatskih promjena, potrebno ju je zaštititi i kroz projekte zaštite metodama *ex situ*. Potrebno je provoditi introdukciju tise, ali samo one autohtonog genofonda, u naše šume iz kojih je iščezla kroz protekla stoljeća. Na taj način bi se osigurala svijetla budućnost ovoj nadasve interesantnoj vrsti u našim šumama, te bismo je sa sigurnošću mogli ostaviti pokoljenjima koja dolaze.

### Tise u gradovima BiH

Tradicija podizanja parkova, kao i uređivanja gradskog zelenila, te malih kućnih vrtova u gradovima Bosne i Hercegovine, do dolaska Austrougarske u naše krajeve krajem 19. stoljeća, praktično nije ni postojala. Sva uređivanja vrtova su bila vezana za uski sloj vlastodržaca, ali se sve svodilo na uzgoj mirisnih ruža i drugih cvjetnica, uz beznačajno korištenje drveća i grmlja, jer se raspolagalo zatvorenim i malim vrtovima, što je ujedno bio i specifikum lokalne arhitekture i hortikulture pod velikim i značajnim utjecajem istoka. Tu se treba tražiti i jedan od osnovnih razloga što su i stabla tise u gradskim sredinama tog doba slabo zastupljena, iako drvo tise kod svih naroda koji žive u Bosni i Hercegovini ima posebno mistično značenje. Značaj tise prije svega proističe iz njene sposobnosti da doživi veliku starost, kao i zbog korištenja u određenim ritualima, prilikom gradnje kuća ili nekih drugih objekata, te u izradi amajlija ili pak opreme radnih



Slika 356. Tisa u Sarajevu

životinja u seoskim domaćinstvima. Za razliku od gradskog područja predaustrougarskog perioda, tisi je u seoskim sredinama poklanjana određena pažnja, i sporadično je sađena u vrtovima pored kuća.

Takva situacija je potrajala do početka 20. stoljeća, kada austro-ugarska vlast počinje sa urbaniziranjem gradova i podizanjem gradskih parkova. U parkovima središnje Europe u tom periodu se u mnogim slučajevima koristi tisa, te se taj utjecaj počinje osjećati i u Sarajevu. Obzirom da je Sarajevo već tada predstavljalo glavni administrativni centar, u gradu i okolini se počinju podizati parkovi sa različitim sadržajem gradskog zelenila, a tisa je u tim aktivnostima odigrala vrlo važnu ulogu, te stogodišnje primjerke nalazimo u skoro svim starim gradskim parkovima. Početkom 20. stoljeća u Sarajevu se podiže Zemaljski muzej Bosne i Hercegovine, koji u svom sadržaju ima i botanički vrt, te u njemu postoji veći broj stogodišnjih tisa, koje su posađene prilikom samog osnivanja vrta, prije nešto više od 100

godina. Obzirom da tada još nije bilo organizirane proizvodnje sadnog materijala, sadnice tise su izravno iz šume prenesene i posađene u botanički vrt. Te presađene tise sada imaju posebnu vrijednost, jer predstavljaju primjerke autohtone tise, odnosno autohtonog genofonda sa područja Bosne i Hercegovine. Inače, te stogodišnje tise vrtu Zemaljskog muzeja daju posebnu atmosferu mira, posebno u vrelin ljetnim danima kad mnogi posjetioци u njihovom hladu nalaze mjesto za odmor nakon obilaska velikih zbirki Muzeja, kao i vrtnoj postavci srednjovjekovnih arheoloških spomenika. Dio starih tisa u vrtu Muzeja je stradao tijekom zime 1999./2000. zbog velikih snježnih padalina, kada su se krhka stabla tise pod težinom snijega lomila. Ipak, još je preostalo dovoljno stogodišnjih stabala da svjedoče o značaju tise u botaničkom vrtu Muzeja.

Nakon sadnje u vrtu Muzeja počinje njihova sadnja i u gradskim parkovima, te mnogim vrtovima u gradu, koji u to doba iz dana u dan poprima srednjeeuropski karakter, a počinje i podizanje novih gradskih parkova. Tako se možda najznačajniji primjerci tise, poslije onih u Zemaljskom muzeju, nalaze u malom gradskom parku, preko puta zgrade Predsjedništva, koji su također stari oko 100 godina. Veliki problem ovih tisa je stalna i prekomjerna zagađenost zraka u centru grada, od sagorijevanja goriva u automobilima, što im umanjuje vitalnost, te su prilično narušenog fenotipa. Nedaleko, odmah preko glavne ulice, nalazi se nekoliko nešto mlađih primjeraka tise oko Alipašine džamije, koje su vremenom dosta podrezivane, a nekad su predstavljale zajednički kompleks sa malim parkom. U širem području gradskog centra, u par privatnih vrtova, također nalazimo starije primjerke tise, koji će novom urbanizacijom i izgradnjom novih stambenih objekata vjerojatno u skoroj budućnosti biti uklonjene.

Prilikom uređenja gradskog područja u šezdesetim godinama prošlog stoljeća, te podizanja i uređenja Muzeja revolucije, posađeno je nekoliko stabala tise, koje sad tom objektu daju specifičan izgled i ugođaj. Sa praksom uređivanja gradskog zelenila i unošenja tise u parkove srećemo se kod podizanja zgrada Vlade krajem šezdesetih i početkom sedamdesetih godina 20. stoljeća, a što je nastavljeno i osamdesetih godina. Ovaj trend sadnje tise ipak se nije zadržao samo u Sarajevu, nego se širio i dalje po Bosni te tise nalazimo u brojnim gradovima naše zemlje, što je prikazano u posebnom poglavlju ove knjige.

Nakon posljednjih ratnih zbivanja u Bosni i Hercegovini, a posebno u Sarajevu, ponovo se krenulo sa uređivanjem starih, a i novih, zelenih površina i parkova. Tako, krajem devedesetih godina 20. stoljeća počinju se koristiti i mnogi kultivari tise. Trenutno u parkovima i privatnim vrtovima susrećemo kultivare: "Adpressa", "Aureovariegata", "Comacta", "Fastigiata", "Fastigiata Aurea", a i mnoge druge, koji su u većini slučajeva introducirani iz rasadnika u Italiji i Nizozemskoj.



Slika 357. Tise kod Historijskog muzeja (Muzej revolucije)

## 15. SUMMARY

### Yew (*Taxus baccata* L.) in Bosnia and Herzegovina

In forests of beech and silver fir, silver fir and spruce, as well as other types of forest such as pine and oak, yew has its specific place, since it can be found from the sub-Mediterranean region with the characteristic influences of a Mediterranean climate, throughout the central Dinaric Alps with their modified continental climate, to the typical Pannonian region with continental climate in the north of Bosnia and Herzegovina.

Yew is usually found on northern exposed sites along streams, on shady and moist sites, or on fresher soil types in all climatic regions of Bosnia and Herzegovina. However, there are cases where it is found at higher altitudes in eastern as well as southern and western exposures. We also find yew trees in open xerothermic habitats in the mountains of Bosnia and Herzegovina. In Bosnia and Herzegovina it occurs at altitudes of 300 to 1500 m. Regarding the geological substrate, it is most commonly found on limestone, phyllite, and sandstone substrates, but we have also observed it on peridotite-serpentine substrate in Dalmatian black pine forest. The sheer diversity of geological substrates has also affected the diversity of the soil types on which it grows. However, humans played a significant role in its distribution in Bosnia and Herzegovina hundreds of years ago, perhaps from the Neolithic and Roman periods, due to the uncontrolled felling of thousands of trees. The reason is first and foremost in the quality and durability of yew wood, which has a dark brown heart, is easily mechanically processed, and has an important place in the daily life of people in this region, for making weapons as well as in the cultural tradition of the local population. Certain household items that were of daily use were made of yew wood, usually in the form of vessels or boxes, or had a certain spiritual value, such as crosses and amulets, which at the same time symbolized longevity.

Yew as a tree has a special meaning for all the cultures intermixing in Bosnia and Herzegovina, which is due to its ability to reach an exemplary old age, even in excess of a thousand years. Therefore, all nations have considered it to be a symbol of longevity, and as such it has been used in certain spiritual rituals which continue to



Slika 358. Tisa na staroj tvrđavi u Avignonu

be practiced in some areas of central Bosnia to this day. First of all, this is reflected in the construction of houses, for which pieces of wood were used as building material to enhance the longevity to the building. Yew wood was also used in the production of certain amulets that were worn on clothes or on the equipment of working animals in peasant households, such as horses and oxen. For example, the horns of cows were drilled and pieces of yew wood were inserted. If wood from native forest-grown yews was missing for such rituals, they also used the wood from trees that were planted in villages. There are numerous examples of such planted yew trees in Bosnia, and we have described them in a separate chapter on 90 such planted yew trees throughout Bosnia and Herzegovina.

Uncontrolled human activity has caused the yew tree to slowly disappear from our natural forests, and from year to year it becomes more and more difficult to find it in natural forests. There were always people in the mountain villages who knew where to find it, but because of its value, which brought them some extra income or respect within the local community, they kept these sites secret and only passed on the information from one generation to the next within the family. Due to the rapid disappearance of villages in the last 50-60 years and the migration of the rural population to the cities, these secret places have remained abandoned and forgotten practically to this day, or only some faded memories remained among the elderly in some villages. However, recently illegal logging has raised its profile again, as there is a whole illegal market for yew wood, and the demand for amulets and small technical items is constant.

In numerous papers on the flora and vegetation of Bosnia and Herzegovina we found relatively little information on the localities where yew grows. In addition, this information does not usually indicate the number of specimens found at a certain location, but only the name of the mountain, with no narrower locality, so very often, despite our great efforts, we were unable to locate these yew trees. The first information for yew in Bosnia and Herzegovina was provided by Fiala for Klekovac Mountain, without any exact localization. The most important book on the vegetation of Bosnia and Herzegovina from the beginning of the last century, Beck's "Flora of Bosnia and Herzegovina and the Novopazar Sandžak", lists individuals or groups of yew as a species on ten mountains in Bosnia and Herzegovina.

Other literature lists a bit more information on new sites of yew recorded by Maly in four localities in Herzegovina. He also cites four localities listed by the botanist Bošnjak for Čvrsnica Mountain, and Muravjev cites one site in the Čajniča area, where very well preserved yew trees still exist today.

Through analysis of the herbarium material of the National Museum in Sarajevo, Fukarek supplemented the known locations with seven new sites. He also found three additional localities through his own field exploration of the flora. While working on the distribution of yew in Bosnia and Herzegovina, Fukarek, through contacts with forestry organizations, engineers and professional staff, came up with new data and eventually managed to register 39 yew locations throughout Bosnia and Herzegovina. These are large and small populations, as well as solitary trees, and his work also includes sites that we have registered based on earlier researchers. However, the situation in the field has changed in the meantime, and yew has disappeared from some localities due to human activity. All these trees and shrubs have been visited, and it has been observed that frequent fires in Herzegovina have been decimating yew as well as other species, while on the other hand we have noted groups that are now much larger and more numerous. Such is the case with Ajdinovici near Olovo, on the mountains Kamesnik and Dinara, and Bjelasnica near Gacko, as well as with many other groups.

Nevertheless, many localities were omitted in Fukarek's work because they were not known at that time, and they contained yew tree populations of various size as well as numerous individual trees. Thus, over 209 populations, groups and individual yew trees were registered in the territory of Bosnia and Herzegovina after the completion of the search for yew, six of which are included in the molecular genetic research.

Current research in Europe, initiated in the last year, has again given rise to attempts to find populations of yew in Bosnia and Herzegovina. Many local experts as well as locals around the country were hired to find the yew population, and it immediately produced good results. However, most consisted of individual trees registered throughout the country, while very large and vital yew populations were missing.

The increasing intensity of yew genetic research and the activities relating to its genetic conservation in recent years indicate the

need for urgent protection measures, all the more motivated by its importance in numerous medical studies, in which its chemical constituent taxol is playing an increasingly significant role.

Unlike in Central Europe, in the Western Balkans there is a wide variety of climatic, edaphic, orthographic and other factors that differentiate various types of forests. This is reflected in the great genetic diversity of the species found in the Dinaric region and represents a true European treasure of endemic and rare species. In this area, the yew tree has a specific position in forest communities, from the sub-Mediterranean regions with strong Mediterranean climate influence, to the central Dinarides with a modified continental climate and the typical Pannonian region with a continental climate.

We have previously written about the genetic structure of yew in Bosnia and Herzegovina, and will compare these results with those obtained in the East German region, that is, with 12 populations in Saxony and Thuringia. Compared to the results of this study, genetic diversity is slightly higher in the 12 populations surveyed in Saxony and Thüringen, which had a slightly larger sample, ranging between 74 and 103 individuals, because they inventoried whole populations while we used a standardized number of individuals for analysis. In both studies the same enzymatic systems were used for analysis, and more details can be seen in the previous chapter, dealing with the genetic variability of yew in Bosnia and Herzegovina. All analyzed gene loci in both studies were polymorphic, all five loci studied, while the *Sdh* gene locus was excluded from the analysis. Most of the analyzed populations had 13 common alleles in these five loci. In only five populations was one allele missing at one locus, resulting in a higher average number of alleles per locus, with values of 2.4 and 2.6, respectively. Comparing both studies, almost the same alleles were detected, with two exceptions: the *Adh-A<sub>4</sub>* allele was found in only one Saxon population and the *6-Pgdh-A<sub>3</sub>* allele in only two populations from Bosnia and Herzegovina.

The results of genetic diversity for populations in populations in Bosnia and Herzegovina and Germany have also been found in other studies. With regard to the distribution of allele frequency, variability showed a similar pattern in the populations of Bosnia and Herzegovina and those in Saxony and Thuringia. Obviously, there are differences between populations for most gene loci, for *Idh-A* in

Bosnia and Herzegovina, and for loci 6-Pgdh-A, Adh-A and mainly Pgm in Saxony and Thuringia. There are also very large differences in the frequency of alleles and high values of actual heterozygosity, and some other researchers have also reported this when comparing remote populations. In most cases, the actual heterozygosity is to some extent higher than expected, similar to the BiH survey. There are, however, exceptions, as a clear lack of heterozygotes has been reported in seven populations from the Eastern Alps (Dhar and Klumpp 2008). Otherwise, in Bosnia and Herzegovina, the Ozren population, with an average of  $H_{st} = 0.49$  and  $H_{oc} = 0.334$ , shows extreme and very unbalanced values, which can be explained by the presence of clones and population structure.

The results of other surveyed populations from Bosnia and Herzegovina are comparable to those of Central European regions. According to the findings of the study, possible reasons for the high genetic variability of yew could be its longevity, wind pollination and small pollen production, the diecism of this species and phenological differences in flowering within the population, among others. These considerations confirmed that differences in sample size can play a significant role in this research. Otherwise, for all populations in Bosnia and Herzegovina, the proportion of male and female plants, which also plays a very important role in the genetic variability of the population, has not been analyzed in detail. Obviously, different genetic structures cannot be explained by geographical distance. Genetic distances, at least at the studied loci in this study, do not relate to geographical distributions, which is also visualized on a dendrogram involving a total of 19 populations from Bosnia and Herzegovina and Germany. In some cases, the groups contain populations from the same area, although their development path does not match the results obtained, and the Tharandt area, which is definitely planted and is of foreign origin but is in a cluster with the Rotstein population from eastern Saxony, can serve as an example. In most clusters, populations of very different geographical regions are included. However, the distinctiveness of two populations with very specific genetic structures, Ozren and Borja, confirms this.

In short, the results of this study show on the one hand that the populations studied in Bosnia and Herzegovina with distinct genetic structures follow a different development and life history, which

must be taken into account for the application of gene conservation measures and the production of reproductive material. On the other hand, they confirm the results of previous studies of the yew regarding high genetic variability, and they do not indicate significant differences in the genetic composition and in the further distribution of this species along its areal.

However, there is still little information available on the genetic variability and evolutionary strategy of the species, although a study by Mayol et al. (2015) contributed to an understanding of this issue with several scenarios. These gaps should be filled through additional research on the populations of the central and western parts of the yew distribution, as well as studies of the structure of large natural populations in the eastern part of the distribution area, as has been partly done at a global level.

Gene conservation of yew populations, which is necessary for its maintenance, also depends on the current considerations. However, to consider the knowledge of the genetic structure of yew populations in relation to plant communities and the conditions in the field, the history of populations and other factors need to be taken into account in order to determine appropriate ways of managing the population.

Considering the needs of an individual approach to maintaining and preserving populations, the populations of Ozren and Borja can serve as an example: The unusual population structure of Ozren has come about in recent history, and these phenomena have enabled the destroyed population to survive through vegetative reproduction from several very vital genotypes. This needs to be covered by a detailed investigation of multiple events, and using a wider range of highly variable genetic markers. For a gene conservation strategy, this means that the Ozren population should be protected as very valuable, due to the emergence of six multilocus genotypes that can be considered as highly adapted clones for such high altitudes (1200 m above sea level), as a population that grows and survives there. However, given the high likelihood of inbreeding between relatives and the risk this poses, seeds should not be collected in this area. Further development of this population can provide very valuable information on the mechanism of survival and expansion of this species.

On the other hand, the Borja population could serve as a highly valuable source of yew reproductive material, provided that the

distribution of male and female individuals is relatively balanced and that the population is producing enough seeds. This information also needs to be gathered from different aspects before engaging in the conservation and production of reproductive material.

In many cases, breeding measures need to create favorable conditions for the cultivation, flowering and survival of the offspring. The main role is played by light, which should be the most important point in this context, as discussed in the chapter on the ecology of the yew.

The conservation of genetic resources should be based on individual populations. For the extension or reintroduction of yew into populations, it is recommended to use material from local populations with comparable conditions to those of the site of introducing new populations. Material with a minimum of 40 individuals, with a nearly balanced gender structure, should be used, which means that at least 20 individuals that produce seeds should be used as a seed source. Collection of clonal material can be prevented by checking gene markers. The use of reproductive material from small populations, or a smaller number of individuals, should be avoided given that the reasons for genetic differences and their significance lie in the adaptation of individuals from a new population.

The current situation in the forests of Bosnia and Herzegovina can be a source of satisfaction, because at first glance it promises that the yew tree from our forests will not disappear and that it has a brighter future. However, in the near future, we must implement its permanent protection through specific conservation activities *in situ* to help its survival in the natural environment, not just through legislation where it is only protected through certain articles in the law, and in nature it is left to compete with species that are better adapted to the local environment and can completely displace it from the forest. Its current numbers in the field are encouraging, but because it is unknown as to what may happen to the yew in the future, during a time of global climate change, it is necessary to try to protect it through *ex situ* conservation projects. We need to reintroduce the yew tree into the forests from which it has disappeared over the past centuries, but only those from the indigenous gene pool. This would provide a bright future for this highly interesting species in our forests, and we could be confident of preserving it for the generations to come.

## Yew in BiH cities

There was practically no tradition of planting and managing parks and urban green places or small home gardens in the cities of Bosnia and Herzegovina until the expansion of the Austro-Hungarian Empire into our region. All landscaping was tied to a small number of landlords, mostly centered around the cultivation of fragrant roses and other flowering plants with insignificant use of trees and shrubs, as they had indoor and small gardens, which was also a specific feature of local architecture and horticulture and a strong Eastern influence. This is one of the main reasons why yew trees are poorly represented in urban areas of that time, although yew trees have a special mystical meaning in all nations living in Bosnia and Herzegovina. The importance of the yew tree derives first of all from its ability to attain a great age, as well as due to its use in certain rituals, houses or other objects, and in the making of certain amulets or on the equipment of working animals in peasant households. Unlike the pre-Austro-Hungarian urban area, all this caused the yew to receive some attention in rural areas, and to be occasionally planted in the gardens next to the houses.

This situation lasted until the beginning of the 20th century, when the Austro-Hungarian authorities began urbanizing settlements and at the same time creating city parks. Yew was used in many Central European parks during this period, and the influence was also felt in Sarajevo. Since Sarajevo was already the main administrative center at that time, parks with different types of urban greenery were being created in the city and its surroundings, and the yew tree played a very important role in these activities, with these centenary specimens found in almost all old city parks. At the beginning of the 20th century, the National Museum of Bosnia and Herzegovina was erected in Sarajevo with a botanical garden, and there were a number of yew trees planted at this time that are now over 100 years in age. Since the production of planting material had not yet been established, the yew seedlings were transferred directly from the forest and planted in the Botanical Garden. These transplanted yews are now of particular value because they represent specimens of the indigenous yew, that is, the indigenous gene pool from the territory of Bosnia and Herzegovina. These centenary yews give the

museum a special peaceful ambience, especially on hot summer days when many visitors find a place to rest in their shade after visiting the museum's large archeological and botanical collections, as well as the garden setting of medieval archeological monuments. Some of the old yew trees in the museum's garden were destroyed during the winter of 1999/2000 due to heavy snowfall, when the fragile yew trees broke under the weight of the snow. However, there are still enough hundred-year-old trees to testify to the importance of yew trees in the museum's botanical garden.

After planting in the garden of the museum, yews began to be planted in city parks and many gardens in the city, which at that time took on a European character, and this time marks also marks the beginning of the creation of city parks. Thus, perhaps the most significant specimens of yew trees after those in the National Museum are in the small city park across from the Presidency building, which is also about 100 years old. The big problem with these yew trees is the constant and excessive air pollution in the city center from vehicle emissions, which diminishes their vitality, and they have a somewhat disturbed phenotype. Not far away, just across the main street, there are several slightly younger specimens of yew trees around the Ali Pasha Mosque, which have been heavily trimmed over time, but at one time used to form to be a public complex with a small park. In the wider area of the city center, a couple of private gardens also contain older specimens of yew trees, which are likely to be removed in the near future with new urbanization and construction of new housing.

In the 1960s, with the construction of the urban area and the erection of the Revolution Museum, several yew trees were used in the landscaping around the building, which now give it a specific appearance and ambience. The practice of landscaping and bringing yews into parks accompanied the construction of government buildings in the late 1960s and early 1970s, continuing into the 1980s. This trend of planting yew trees has not only persisted in Sarajevo, it has continued to spread throughout Bosnia, and we can find them in many of the country's cities and towns, as described in a separate chapter of this book.

After the recent war in Bosnia and Herzegovina, and especially in Sarajevo, the renovation of old green spaces and parks as well as the creation of new ones took place. Thus, in the late 1990s, many yew

cultivars were used, and currently in the parks and private gardens we find the cultivars 'Adpressa', 'Aureovariegata', 'Comacta', 'Fastigiata', 'Fastigiata Aurea', and many others, which in most cases were introduced from nurseries in Italy and the Netherlands.



Slika 359. Tisa u Zagrebačkom parku





## 16. ZAHVALA

Ova knjiga je realizirana uz nesebičnu pomoć brojnih kolega koji rade u šumarstvima.

Oni su pomogli u pronalaženju populacija tise u šumama, a često su ih i sami fotografirali. Sa njima sam proveo brojne lijepe trenutke obilazeći naše prelijepe planine i šume, te im se zahvaljujem poimenično.

1. Admir Avdagić
2. Adnan Proha
3. Aleksandar Vuković (Aco)
4. Almir Dugonja
5. Andrija Kozina
6. Ante Begić
7. Azer Jamaković
8. Benjamin Jukić
9. Besim Gurda
10. Božo Salatić
11. Branislav Cvjetković
12. David Mijoć
13. Davor Mioć
14. Dino Solaković
15. Dragan Jovanović
16. Dražen Bagarić
17. Draženko Bejatović
18. Dženan Šubara
19. Dževad Cerović
20. Emin Čaušević
21. Emina Karkelja
22. Emir Bilić
23. Emsud Selman

24. Enes Begić
25. Ermin Kerić
26. Eso Bardak
27. Feđa Voloder
28. Franjo Beserer
29. Goran Pejčinović
30. Gordan Golijan
31. Haris Milanović
32. Hasan Alikadić
33. Hasan Krekić
34. Hasan Salibašić
35. Hasan Salimbašić
36. Hasan Voloder
37. Hasib Kličić
38. Igor Batarilo
39. Ivica Murlin
40. Ivo Čećura
41. Jelenko Paprica
42. Jugoslav Brujić
43. Kenan Solaković
44. Kenan Zahirović
45. Mahir Sokolović
46. Marko Mršo
47. Martin Miličević
48. Mate Marjanović
49. Midhat Mešanović
50. Milan Samardžija
51. Milomir Banjanin
52. Milomir Vuković
53. Mladen Kukulj
54. Muhidin Hadrović
55. Muris Abazović
56. Mustafa Bašić
57. Nenad Ivković
58. Nezir Čaušević
59. Nihad Karšić
60. Nijaz Humkić
61. Nikola Dilber
62. Nikola Srdić
63. Novica Blagojević
64. Obren Miličević
65. Pero Nikić
66. Rajko Nikitović
67. Ranko Mikić
68. Ratko Juričić
69. Ruža Mihaljević
70. Salem Gurda
71. Samir Bejtić
72. Saša Kunovac
73. Sead Rožajac
74. Selma Šahović
75. Senad Halilović
76. Senad Osmić
77. Senada Jamaković
78. Slađana Banjac
79. Slobodan Ličanin
80. Slobodan Mavrak (Lala)
81. Srđan Milinković
82. Stjepan Kvesić
83. Sulejman Sinanović
84. Šemso Šarić
85. Tanja Vuković
86. Tarik Treštić
87. Tomo Mandić
88. Vanja Daničić
89. Velid Halilović
90. Velimir Čančar
91. Zejnil Berilo
92. Zoran Daničić
93. Zoran Jozinović





## LIFEGENMON - LIFE Projekt praćenja Europskih šumskih genetskih sustava

Održivo gospodarenje šumama temelji se na dugoročnoj prilagodljivosti šumskih ekosustava i njihovih bioloških raznolikosti koje počinje na najnižoj, na razini gena. Šumski genetski nadzor (Forest genetic monitoring - FGM) je sustav ranog upozorenja odnosno pomoći u procjeni kakav je odgovor neke vrste na promjenu u okolišu, kroz dugoročni vremenski period. Genetski nadzor omogućuje promatranje promjena u populacijama kroz vremenski period, tako da se na temelju svih relevantnih komponenti može doći do određenih zaključaka i evaluacije posljedica. Šumski genetski nadzor uključuje prognozu, ali u isto vrijeme odgovarajućim metodama osigurava očuvanje i održavanje genetske varijabilnosti u prirodnim populacijama.

LIFEGENMON kombinira napore šest partnera iz tri države/zemlje (Njemačka/Bavarska, Grčke i Slovenije), te stručnjaka iz zemalja jugoistočne Europe, kako bi se pokrenuo sustav šumskog genetskog nadzora koji će osigurati pravodobni odgovor u planiranju gospodarenja šumama i prijetnjama prema šumskoj genetskoj raznolikosti, te kako bi se podržala održivost šuma u njihovom sadašnjem području rasprostranjenosti.

Ciljevi projekta su:

- Odrediti optimalne pokazatelje za praćenje promjena u genetskoj raznolikosti duž transeкта od Bavarske do Grčke za dvije odabrane ciljne vrste: na staništima listača (*Fagus sylvatica*) i sastojinama četinjača (*Abies alba/Abies borisii-Regis* kompleksa);
- Pripremiti smjernice za šumski genetski nadzor, za dvije pobrojane vrste i još pet drugih vrsta šumskog drveća (*Populus nigra*, *Fraxinus excelsior*, *Pinus nigra*, *Prunus avium*, *Quercus petraea/robur* kompleksa), koje se razlikuju u biologiji i distribuciji, a u cilju provedbe FGM na nacionalnoj, regionalnoj i EU razini;
- Pripremiti priručnik o šumskom genetskom nadzoru i njegovoj provedbi na razini EU;
- Pripremiti sustav odlučivanja o optimalnom izboru razine FGM koji se temelji na odgovarajućim potrebama i sredstvima;
- Organizirati niz radionica/obuka za sektor šumarstva, kako bi ih se osposobilo za provođenje FGM prema standardiziranim postupcima na njihovom teritoriju;
- Pripremiti potrebne stručne dokumente/smjernice (za kreatore politike na nacionalnoj, regionalnoj i EU razini) koji će biti potpora razvoju mogućih novih legislativa na nacionalnim razinama, procesu "Forest Europe" te budućim europskim politikama i strategijama o šumarstvu i očuvanju šuma i biološke raznolikosti;
- Raspravljati i proširiti FGM među različitim ciljnim skupinama i šumoposjednicima s ciljem promicanja uporabe i rezultata ovog sustava ranog upozorenja kao alata za održivo gospodarenje šumama; i
- Uspostaviti dobre veze i suradnje kroz međunarodni tim šumarskih stručnjaka koji rade na FGM.

Projekt je započeo u srpnju 2014. i trajat će do lipnja 2020. Ukupna financijska sredstva su u iznosu od € 5.84m, od čega EU sudjeluje sa 49,9% (€ 2,7 milijuna); partneri u projektu moraju doprinijeti sa 50,1% iz vlastitih (nacionalnih) izvora.

Partneri u projektu su: Šumarski institut Slovenije (koordinator); Služba za šume Slovenije; Centar za informacijske usluge, suradnju i razvoj NVO; Bavarski državni ured za šumske sadnice i sadnju; Aristotelovo sveučilište u Solunu i Glavna-Uprava za šume i poljoprivredne poslove - decentralizirane administracije Makedonije - Trakije.





Silva  
Slovenica



LIFE FOR EUROPEAN FOREST GENETIC MONITORING SYSTEM



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

ISBN 978-9926-8071-9-1