Morfološke značajke, veličina populacije i ugroženost cretne breze (Betula pubescens Ehrh.) u Hrvatskoj

Petković, Anita

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:224306

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

Anita Petković

MORFOLOŠKE ZNAČAJKE, VELIČINA POPULACIJE I UGROŽENOST CRETNE BREZE (*Betula pubescens* Ehrh.) U HRVATSKOJ

Diplomski rad

Zagreb, 2017.

Ovaj rad, izrađen u Botaničkom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Antuna Alegra i dip. ing. biol. Vedrana Šegote, predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja mag. eksp. biol.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek Diplomski rad

MORFOLOŠKE ZNAČAJKE, VELIČINA POPULACIJE I UGROŽENOST CRETNE BREZE (*Betula pubescens* Ehrh.) U HRVATSKOJ

Anita Petković

Botanički zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet, Marulićev trg 20/2, Zagreb

Cretna breza (*Betula pubescens* Ehrh.) u Hrvatskoj dolazi na južnom rubu svog područja rasprostranjenosti, te spada u vegetaciju cretnih heliofilnih šikara. Zbog nestajanja svojih prirodnih staništa kritično je ugrožena svojta u flori Hrvatske. Cilj ovoga istraživanja bio je utvrditi recentnu rasprostranjenost i veličinu populacija cretne breze u Hrvatskoj, te hibridogene svojte (*B.* × *aurata* Borkh.), križanca između cretne i obične breze (*B. pendula* Roth). Istraživano je na jedine dvije poznate lokacije cretne breze u Hrvatskoj: u Botaničkom rezervatu ″Đon Močvar″ kod sela Blatuša (Banovina) i neposredno iznad Ludvić potoka, ispod sela Gradišće (okolica Samobora). Prebrojavanje jedinki pokazalo je da su populacije cretne breze u Hrvatskoj izrazito male i ugrožene; na području Ludvić potoka populacija broji svega tri, a na Đon Močvaru 63 jedinke, od kojih samo manji dio fruktificira. Hibridna (blatuška) breza zabilježena je samo na Đon Močvaru s ukupno 56 jedinki. Na temelju toga procijenjen je stupanj ugroženosti populacija cretne i hibridne breze u Hrvatskoj sukladno IUCN kategorizaciji. Dodatno su na temelju izmjerenih 10 morfoloških svojstava listova obične, cretne i hibridine breze utvrđene razlike u morfologiji, te predložen determinacijski ključ.

(61 stranica, 36 slika, 4 tablice, 89 literaturnih navoda, 4 priloga, hrvatski jezik)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici, Marulićev trg 20/2, Zagreb

Ključne riječi: *Betula pubescens* / *Betula* × *aurata* / morfometrijska analiza / status ugroženosti

Mentor: izv. prof. dr. sc. Antun Alegro

Neposredni voditelj: Vedran Šegota, dipl. ing. biol.

Ocjenjivači: izv. prof. dr. sc. Antun Alegro

izv. prof. dr. sc. Maritna Šeruga Musić

izv. prof. dr. sc. Renata Matoničkin Kepčija

Rad prihvaćen: 02.2017.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Department of Biology

Graduation Thesis

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS, POPULATION SIZE AND CONSERVATION STATUS OF DOWNY BIRTCH (*Betula pubescens* Ehrh.) IN CROATIA

Anita Petković

Department of Botany, Faculty of Science, Marulićev trg 20/2, 10000 Zagreb

Downy birch (*Betula pubescens* Ehrh.) in Croatia is on the southern edge of its area of distribution and is member of bog vegetation. Due to disappearing of its natural habitats, it is considered a critically endangered species of Croatian flora. The aim of this research was to determine the recent distribution and population size of downy birch and hibridogenous taxon (*B.* × *aurata* Borkh.), a hybrid between downy and silver birch (*B. pendula* Roth) in Croatia. The research was performed on the only two known locations of downy birch in Croatia: in Botanical reserve „Đon Močvar“ near the village Blatuša (Banovina Region) and above the stream Ludvić potok, below the village of Gradišće (surroundings of town Samobor). The counting of the individuals revealed that populations of downy birch are extremely small and endangered; the population near Ludvić potok consists of only three, while population at Đon Močvar of 63 individuals, of which just a small number fructificate. Hybridogenous birch has been recorded only at Đon Močvar with 56 individuals. Based on this results, a risk status according to IUCN categorization for the populations of downy and hybridogenous birch in Croatia has been estimated. In addition, based on measured 10 morphological leaf characters of silver, downy and hybrid birch, morphological differences have been identified and the determination key has been proposed.

(61 pages, 36 figures, 4 tables, 89 references, 4 appendices, original in Croatian)

Thesis deposited in Central library of Department of Biology, Marulićev trg 20/2, Zagreb

Keywords: *Betula pubescens* / *Betula* × *aurata* / morphometric analysis / threat status

Supervisor: Dr. Antun Alegro, Assoc. Prof.

Auxiliary supervisor: Vedran Šegota, MSc

Rewiewers: Dr. Antun Alegro, Assoc. Prof.

Dr. Martina Šeruga Musić, Assoc. Prof.

Dr. Renata Matoničkin Kepčija, Assoc. Prof.

Thesis accepted: 02.2017.

SADRŽAJ:

1. UVOD 1
1.1. *Betula pendula* Roth i *Betula pubescens* Ehrh. 3
1.1.1. Morfološke karakteristike 4
1.1.2. Razlikovne metode 8
1.1.3. Rasprostranjenost i uvjeti rasta 10
1.2. Južni areal rasprostranjenosti vrste *B. pubescens* 14
1.2.1. *B. pendula* i *B. pubescens* u Hrvatskoj 15
1.2.1.1. *Betula* × *aurata* u Hrvatskoj 18
2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA 21
3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA 22
3.1. Cretovi 22
3.1.1. Cretovi u Hrvatskoj 22
3.1.1.1. Cret Đon Močvar 23
3.1.1.1.1. Vegetacija 24
3.1.1.1.2. Zaštita područja 27
3.2. Samoborsko gorje (Ludvić potok) 27
3.2.1. Vegetacija 29
3.2.2. Zaštita područja 31
4. MATERIJALI I METODE 32
4.1. Materijal 32
4.1.1. Prikupljanje biljnog materijala 32
4.2. Metode 32
4.2.1. Obrađivanje biljnog materijala 32
4.2.2. Morfometrija 33
4.2.3. Obrada podataka 34
4.2.3.1. Statistički testovi 34
4.2.3.2. Deskriptivna statistika 35
4.2.3.3. Multivarijatna statistika 35
4.2.4. Determinacijski ključ 35
5. REZULTATI 36
5.4. Morfološke značajke listova 38

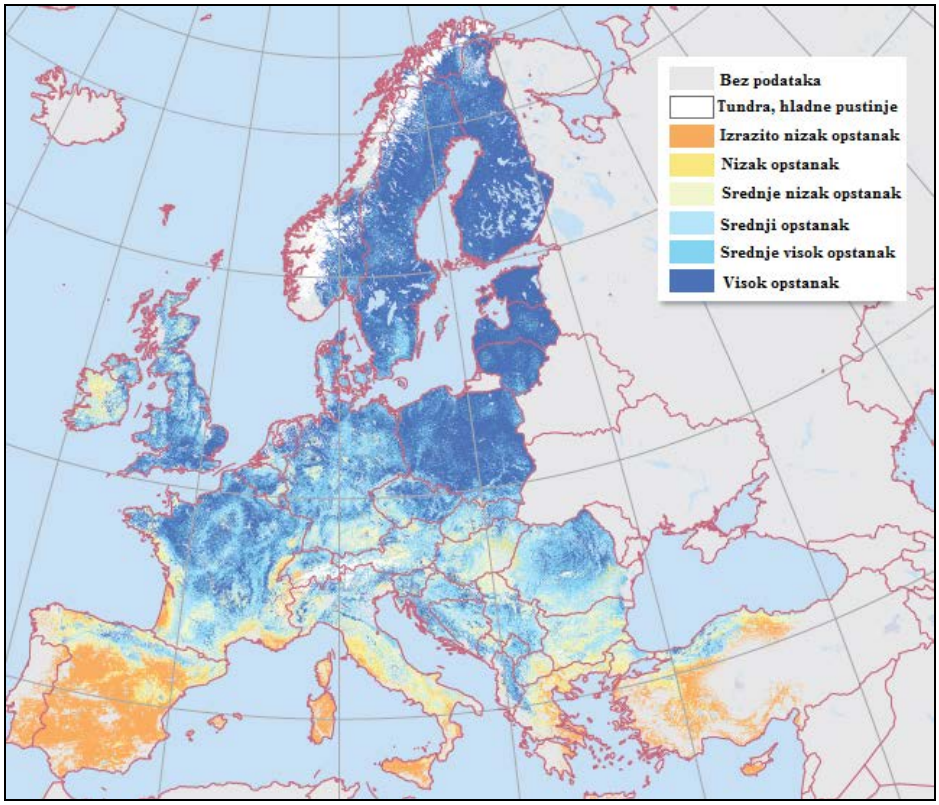
5.4.1. ADF lisni indeks 38
5.4.2. Površina plojke (LA) 40
5.4.3. Duljina peteljke (ptl) 41
5.4.4. Duljina plojke (lbl) 41
5.4.5. Širina plojke (lbw) 42
5.4.6. Udaljenost od baze do najšireg dijela plojke (dlb) 43
5.4.7. Kut baze plojke (alb) 43
5.4.8. Broj žila s desne strane plojke (nvr) 44
5.5. Multivarijantna statistika (Diskriminantna analiza) 45
5.6. Determinacijski ključ 47
6. RASPRAVA 50
7. ZAKLJUČAK 53
8. LITERTURA 54
9. PRILOZI 61

1. UVOD

Rod *Betula* pripada porodici Betulaceae, koja je smještena u red Fagales (Jarvinen i sur., 2004). Osim roda *Betula* porodici Betulaceae pripada još pet rodova (*Alnus* Miller, *Carpinus* L., *Corylus* L., *Ostrya* Scop. i *Ostryopsis* Decne.) koji su rašireni diljem sjeverne zemljine polutke, osim roda *Ostryopsis* koji je endemski rod u istočnoj Aziji. Ova porodica broji oko 166 vrsta, dok točan broj varira ovisno o taksonomskoj podjeli (Shaw i sur., 2014). Filogenetska analiza podržava podjelu porodice Betulaceae na dvije podporodice - Betuloideae i Coryloideae. Betuloideae uključuju rodove *Alnus* (joha) i *Betula*, dok u Coryloideae spadaju rodovi *Corylus* (lijeska), *Ostryopsis*, *Carpinus* (grab) i *Ostrya* (O´ Down, 2004). Anemofilija je karaktristična za porodicu Betulaceae. Biljke proizvode goleme količine peludi. U crne johe (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertner) npr., jedna muška resa proizvede oko četiri milijuna peludnih zrna, a resa breze (*Betula pubescens* Ehrh.) čak šest milijuna. Fosilni pelud rodova *Alnus* i *Betula* pronađen je u Santonianu, rodova *Corylus* u mezentrihijanu, *Carpinus* u gornjem paleocenu, te roda *Ostrya* u gornjem eocenu. Makrofosili johe (*Alnus*) i breze (*Betula*) već su jasno diferencirani u srednjem eocenu. Najraniji nalazi u svakom slučaju potječu iz ranog paleocena (Nikolić, 2013).

Najbrojniji rod u prodici Betulaceae je rod *Betula* u koji spada približno 60 vrsta, podvrsta ili varijeteta koji na području sjeverne zemljine hemisfere imaju važnu ekološku, ali i ekonomsku ulogu. Različite vrste u Sjevernoj Americi, Europi i Aziji pojavljuju se u sličnim ekološkim nišama, imaju mnoge slične karakteristike te se mogu pronaći vrste koje se razlikuju u veličini habitusa, od malih grmova pa sve do velikih šumskih drveća (McCown, 1989). Mnoge vrste su iznimno prilagodljive te mogu nastanjivati područja s ekstremnim uvjetima tla i klime. Slika 1. prikazuje maksimalnu pogodnost staništa za rod *Betula* u Europi. Uspjevaju na visinama i do 2200 m n. m. u Alpama (*B. pubescens* Ehrh.) te čak do 4 300 m n. m. na Himalaji (*B. utilis* D.Don) (Meier-Dinkel, 1992). Neke vrste roda *Betula* upotrebljavaju se u hortikulturne svrhe te u procesu pošumljavanja, kao što su *B. pendula* Roth. i *B. utilis* D. Don, dok neke druge vrste kao što su *B. alnoides* Buch.-Ham. ex D.Don i *B. maximowicziana* Regel imaju značajnu ulogu u drvnoj industriji (Ashburner i McAllister, 2013). Breze su pionirske drvenaste vrste i obično se javljaju i popunjavaju šumske čistine ili područja opustošena požarima ili nakon sječe, te su u mogućnosti brzo kolinizirati takve provršine. Ta invazivna sposobnost u područjima ljudske aktivnosti, kao što su šumarstvo i poljoprivreda, je

izrazito nepoželjna, te se breze ponekad smatra korovom koji treba uklanjati (O´Down, 2004). Bez obzira na to što je većina vrsta široko rasprostranjena, neke ipak imaju mali areal te se nalaze na listi ugroženih vrsta (IUCN Red List), kao što su *B. calcicola* (W.W.Sm.) P.C. Li, *B. corylifolia* Regel & Maxim. i *B. globispica* Shirai (Shaw i sur., 2014).



Slika 1. Pogodnost staništa za rod *Betula* u Europi (prema: Beck, 2016).

Zajednička karakteristika roda *Betula* je poliploidija, pojava višestrukog broja kromosoma umjesto normalnog diploidnog broja, pri čemu ploidnost može varirati od diploidnih do dodekaploidnih vrsta, dok broj kromosoma s 2n=2x=28 seže do 2n=2x=168. Također, zabilježene su vrste koje imaju više od jednog genoma, kao što su *B. chinensis* Maxim. (6x i 8x) i *B. dahurica* Pall. (6x i 8x) (Ashburner i McAllister, 2013). Wang i sur., (2016) u svom istraživanju predstavili su filogenetsku kartu roda *Betula* na temelju ITS sekvenci, kao i veličinu genoma za svaku vrstu unutar roda.

U Europi, dvije komercionalno najbitnije vrste breza koje dolaze kao autohtone vrste su *B. pendula* Roth (obična breza) i *B. pubescens* Ehrh. (cretna breza). U različitim fazama sukcesije, velik broj biljnih i životinjskih vrsta se hrani i čine suživot s brezama, uključujući mikorizne gljive, herbivore, beskralježnjake i gljive koje se hrane propadajućim drvom (Hynynen i sur., 2009). Neki autori smatraju da je cretna breza nastala od obične breze udvostručavanjem svojih kromosoma, te tako Tudge (2009) navodi: *"Katkada se, naizgled*

*spontano, broj kromosoma udvostruči (kromosomi se, kao i obično prije stanične diobe, umnože, no u ovom slučaju stanice se nakon toga ne podijele na dvije). I tako diploidna stanica postane tetraploidna, što znači da nosi četiri garniture kromosoma. Sjevernoeuropske vrste viseća breza (*Betula pendula *Roth) i cretna breza (*Betlua pubescens *Ehrh.) mogu jako nalikovati jedna na drugu, tako da su neki autori posumnjali da je riječ o istoj vrsti. No viseća breza je diploid sa 28 kromosoma, a cretna breza tetraploid s njih 56. Cretna breza je vjerojatno nastala od viseće breze, ali sada, nakon nastanka poliploidije one su sasvim jasno odvojene vrste.″*

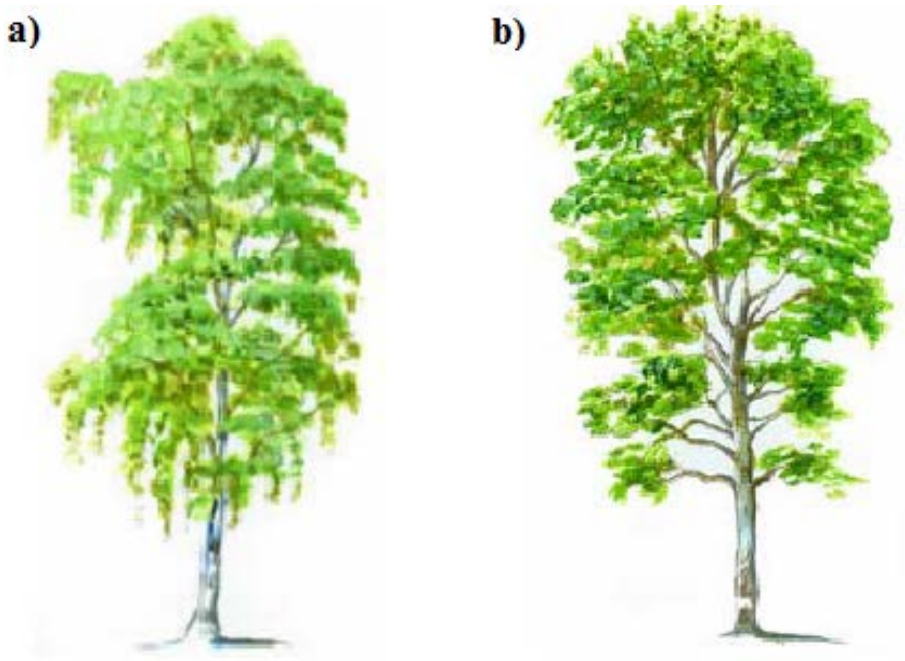
Uz vrste *B. pendula* i *B. pubescens* još su dvije glavne vrste roda *Betula* opisane za područje Europe: *B. nana* L. (arktička patuljasta breza) i *B. humilis* Schrank (patuljasta breza). Neki autori prepoznaju i druge vrste breza, često rijetke, endemične i na granicama geografskog područja, koje nisu izričito sistematski definirane te su u nekim slučajevima tretirane kao hibridi, varijeteti ili podvrste. *B. nana* je grmolika breza koja se javlja u velikom geografskom rasponu sjeverne Europe te se proteže od Islanda, Škotske i sjeverne Engleske do Skandinavije i Baltika. U srednjoj Europi se javlja na višim nadmorskim visinama (od sjevernih Alpa u Austriji prema zapadu do Francuske). Može se pronaći na tresetnim tlima alpske tundre i visokim cretovima. *B. humilis* je još jedna grmolika breza koja ima vrlo širok, ali raspršen areal, od zapadne Europe s nekoliko nalazišta u Njemačkoj, Austriji, Poljskoj, Rumunjskoj i Švicarskoj te preko Sibrira do Koreje. Nastanjuje brdovita do planinska područja, preferira vlažna šumska tla ili rubne dijelove jezera, a nisu joj strana ni kisela cretna staništa. Obe patuljaste breze su diploidi i mogu se križati s *B. pubescens* i *B. pendula* (Beck i sur., 2016).

1.1. *Betula pendula* Roth i *Betula pubescens* Ehrh.

Karl Linné, tvorac binarne botaničke nomenklature, razlikovao je samo jednu vrstu europskih drvolikih breza. On je tu vrstu označio nazivom *Betula alba* L. (Pevalek, 1924). Pevalek (1924) upozorava da botaničari iza Jakoba F. Ehrhardta nastavljaju navoditi brezu kao *B. alba* L. te se u mnogo slučaja nije znalo na koju se brezu misli. Zbog toga, mnogi dendrolozi danas smatraju da ovaj naziv nije pogodan za označavanje bilo koje od postojećih dviju europskih vrsta breza, pošto nam on ne govori sasvim jasno i nesumnjivo na koju se od njih odnosi. Većina starijih autora uzima ipak naziv *Betula alba* L. (često i sa ″ex parte″) kao oznaku za bradavičastu tj. običnu brezu, koju međutim treba nazivati *B. pendula* Roth jer je

to najstariji nomeklaturno validni naziv (1788), a često se koristio i mlađi (1790) sinonim *B. verrucosa* Ehrh. (Fukarek, 1957).

Betula pendula Roth (obična breza) i *Betula pubescens* Ehrh. (cretna breza) su srodstveno usko povezane drvenaste vrste koje su često vizualno vrlo slične. Deblo bijele boje, te visina koja nerijetko prelazi 30 m (Hynynen i sur., 2009) na prvi pogled ostavljaju dojam iste vrste (Slika 2). Međutim, morfološke razlike se uočavaju u obliku lista, grana, veličine i mase sjemena, kori, te po veličini stanica i anatomiji samog drva (Kujala, 1946; Johnsson, 1974; Bhat i Karkkainen, 1980; Jonsell, 2000). Ipak, u nekim slučajevima je dosta teško na terenu uočiti razliku između obične i cretne breze (Hynynen i sur., 2009). Identifikacija vrsta unutar roda breza općenito je komplicirana s obzirom da su morfološke osobine vrlo varijabilne (Atkinson, 1992). Iz tog razloga razvijene su mnoge metode pomoću kojih bi se ove dvije vrste mogle razlikovati, svaka s različitom razinom pouzdanosti. Uglavnom su to neke morfološke razlike, međutim *B. pubescens* pokazuje veću razinu plastičnosti, te se vrlo lako može zamjeniti s *B. pendula* (O´Down, 2004).



Slika 2. Razlike u krošnjama između **(a)** *Betula pendula* i **(b)** *Betula pubescens* (preuzeto s: http://www.forestry.gov.uk/wyreforest)

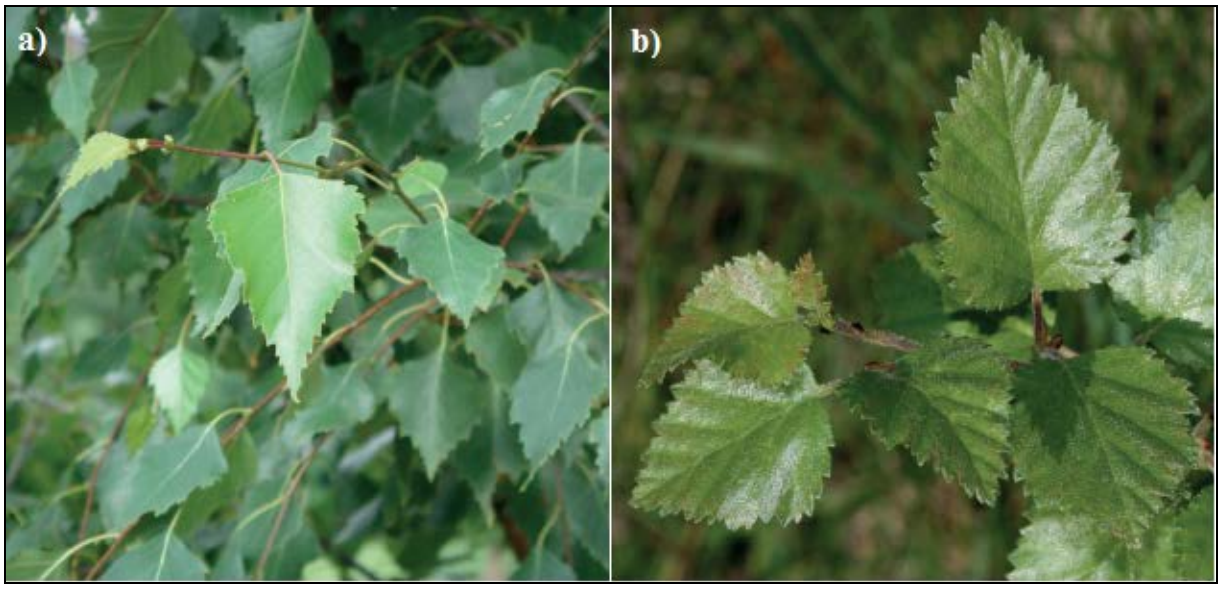
1.1.1. Morfološke karakteristike

B. pendula je listopadno vitko stablo, zaobljene krošnje s visećim, rahlim granama (Banić i Janev-Hutinec, 2006). Naraste do 30 m (Atkinson, 1992). Kora debla je u mladosti

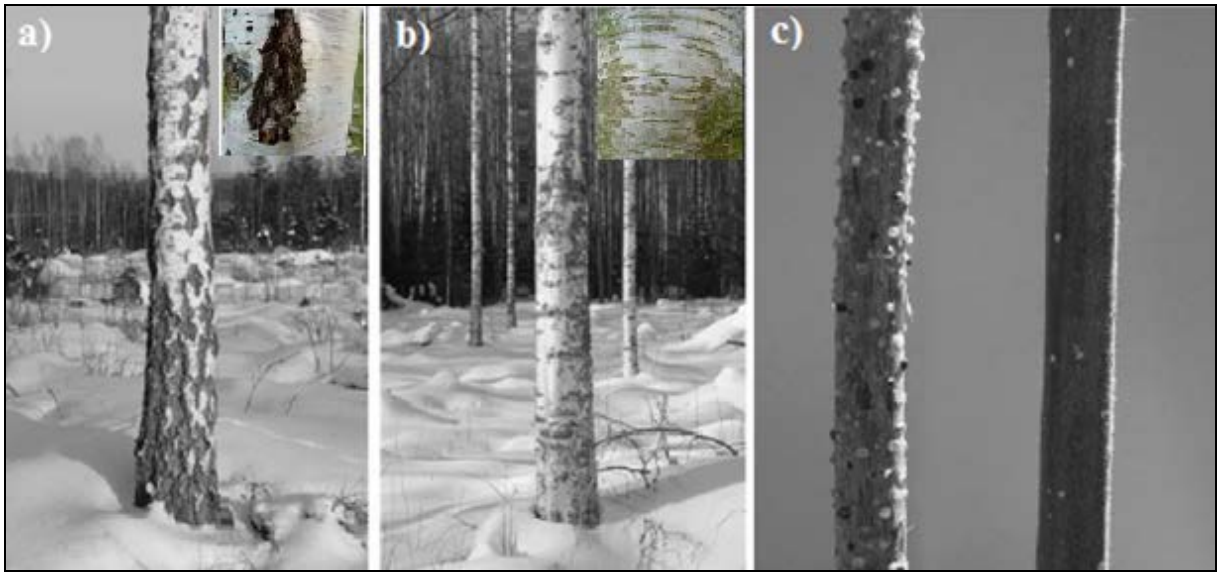
bijela i ljušti se u horizontalnim trakama, dok s godinama u donjem dijelu tamni i postaje duboko ispucala (Slika 3a). Listovi su goli, rombični ili trokutasti, u početku malo lijepljivi, dvostruko nazubljeno-pilasti, te dugi oko 3,5-7 cm i široki 2-4 cm. Listovi imaju 6-9 pari bočnih žila, dok je peteljka gola i duga 2-3 cm (Slika 3a). Muški cvjetovi formiraju se već u jesen te su u obliku sjedećih resa dugih 4-6 cm. Ženski cvjetovi također su u resama, koje imaju peteljku, duge su oko 2 cm, a pojavljuju se u proljeće. Plodovi se formiraju u plodnim visećim resama, koje su na tankoj dugoj peteljci (Banić i Janev-Hutinec, 2006). Plodovi su jednosjemeni, oko 3 mm dugački, uski, plosnati, smeđi, jajasti oraščići, s dva nistasta ostatka njuške tučka na vrhu; postano okrljeni s dva tanka, prozirna krilca, koja su duža (gotovo dopiru do vrha ostatka njuške) i 1,5 do 2 (do 3) puta šira od oraščića. Po tri oraščića nalaze se na trorežnjastim, smećkastim, golim ljuskama, čiji je središnji režanj malen, kratko trokutast, a postrani režnjevi veliki, široko zaobljeni i prema dolje zavinuti. Plodne rese su bradavičaste, 2-3 cm dugačke i vise. Dozrijevaju u srpnju i kolovozu. Nakon dozrijevanja plodne rese se postupno raspadaju, ljuske otpadaju zajedno s plodovima, koji su anemohorni. Masa 1000 plodova je 0,14 g (Idžojtić, 2013).

B. pubescens je listopadno, do 30 m visoko stablo, nježne, prozračne krošnje i više-manje visećih, tankih grana zadnjega reda. Kora mladih stabala i mladih grana je bijela, glatka i ljušti se u obliku vodoravnih prstenova, dok starije grane i stara stabla imaju grubo uzdužno ispucalu, smeđe-crnu koru (Slika 4b). Mlade grančice (izbojci) su duge, tanke, obješene, sivosmeđe, gusto obrasle stršećim dlakama i nemaju bradavičavih lenticela (Slika 4c). Plojka listova ima kosočetvrtasti, rombični ili jajasto-trokutasti oblik, klinastu, ravnu ili zaobljenu bazu, šiljasti vrh, pilasti rub, duga je 3-5 cm i široka 1,5-3,5 cm. U mladosti je više-manje gusto dlakava, kasnije gola i samo na naličju ima čuperke dlaka u uglovima žila (Slika 3b). Lisne peteljke duge su 1–2,5 cm i također su, u mladosti, gusto dlakave. Cvjetovi su jednospolni i jednodomni, skupljeni u rese. Muške su rese sjedeće, do 8 cm duge, po 2–3 skupljene terminalno na završecima grančica. Ženske se rese razvijaju postrance na granama, u pazušcima listova. Pojedinačne su, na stapkama, duge 2,5-4 cm, široke 6-10 mm i valjkastog oblika (Šoštarić, 2005). Plodovi su jednosjemene i oraščići, s dva nitasta ostatka njuške tučka na vrhu, postrano okriljeni s dva tanka, prozirna krilca, koja su podjednako dugačka i široka ili malo duža i šira od oraščića (ne dopiru do vrha ostatka njuške). Po tri oraščića nalaze se na smećkastim, dlakavim, trorežnjastim ljuskama čiji je srednji režanj izdužen, a postrani prema gore, rijeđe prema dolje zavinut. Plodne rese dozrijevaju u kolovozu i rujnu. Nakon dozrijevanja plodne rese se postupno raspadaju, ljuske otpadaju

zajedno s plodovima, koji su anemohorni (Idžojtić, 2013). Tablica 1. sažima glavne morfološke značajke ove dvije vrste (O´Down, 2004).



Slika 3. (a) Trokutasto lišće obične breze (*B. pendula*) s nazubljenim rubovima**. (b)** Mlado baršunasto lišće cretne breze (*B. pubescens*) prekriveno dlačicama (Beck i sur., 2016).



Slika 4. (a) Kora obične breze (*B. pendula*) prema bazi debla je duboko ispucala, gruba i tamna, dok je **(b)** kora cretne breze (*B. pubescens*) prilično glatka i nije grubo ispucala. **c)** Grančica obične breze (lijevo) sa brojnim lenticelama te pahuljasto dlakava grančica cretne breze (desno) s malo ili potpuno bez lenticela. (Hynynen, 2009).

Tablica 1. Glavne morfološke značajke vrsta *B. pendula* Roth i *B. pubescens* Ehrh. (O´Down, 2004).

	B. pendula Roth	*B. pubescens* Ehrh.
Kromosomi	2n=28	2n=56
Izgled debla	visina 30 m glatka, srebrno-bijela kora u gornjem dijelu debla crne pukotine na donjem dijelu debla	visina 25 m glatka, smeđa, siva ili bijela kora u gornjem dijelu debla vodoravne pukotine na donjem dijelu debla
Krošnja	viseća	viseća ili proširena
Grane	bez dlaka, smeđe ili crne izbočine, pupovi nisu ljepljivi	dlakave dok su mlade, pupovi mogu i ne moraju biti ljepljivi
Listovi	glatki trokutasti oštar vrh kutna baza dvostruko nazubljenopilasti peteljka od 10 do 18 mm svijetlije zeleni od *B. pubescens*	baršunasti (dlakavi) oblik varijabilan, ovalan, vrh tup, ali može biti produžen baza kutna ili zaobljena jednostruko nazubljenopilasti peteljka od 5 do 20 mm tamniji od *B. pendula*
Reprodukcija	jednodomno	jednodomno
Muški cvjetovi	zima: 1 do 2 cm x 4 mm zreli: 2 do 6 cm x 6 mm 2 do 4 na krajevima malih izbojaka	isto
Ženski cvjetovi	uspravni, od travnja do svibnja, blijedo-zelene, 2 do 4 na krajevima malih izbojaka	isto
Sjeme	rese dozrijevaju u kolovozu-rujunu, više od 100 sjemenki po resi	rese dozrijevaju u srpnju i kolovozu, više od 100 sjemenki po resi
Stanište	mineralna tla	tresetna tla

1.1.2. Razlikovne metode

Važnost mogućnosti razlikovanja obične od cretne breze leži u tome što se areali ovih vrsta međusobno isprepliću (Lundgren i sur., 1995). O´Down (2004) naglašava da *B. pendula* nikada nije bila zamijenjena za vrstu *B. pubescens*, dok je *B. pubescens* u svega 10% slučajeva zamijenjena za vrstu *B. pendula*. Predloženi su mnogi alternativni postupci identifikacije, svaki s različitom razinom pouzdanosti, ali usprkos izrazitoj fenotipskoj plastičnosti, morfološke metode su se pokazale najuspiešnijima. Najčešće se koriste karakteristične razlike listova, dok se mogu koristiti i razlike u plodovima (Atkinson i sur., 1997). Ove metode, kao i morfološke, citološke, hibridizacijske, te mnoge druge biološke i ekološke karakteristike ove dvije vrste su opisane u Atkinson (1992), dok je genetika potkrijepljena u Eriksson i Jonsson (1986). Lundgren i sur. (1995) predlažu metodu koja naglašava razlike u kemijskom sastavu unutarnje kore između ove dvije vrste. Jedan kandidat za determinaciju je platifilozid, koji je sa svojih 5% prisutan u kori obične breze te u njenim hibridima, a izostaje kod cretne breze. Pomoću ovoga testa se ne može odrediti razlika između ″čistih″ jedinki *B. pendula* i njenih hibrida, ali je učinkovit prilikom usporedbe s *B. pubescens* (Lundgren i sur., 1995). Metoda je jeftina i relativno brza (2 min pripreme; 3 - 4 h reakcijskog vremena). Ovaj test se najčešće koristi za identifikaciju stabala u zimskom razdoblju kada izostanak listova onemogućava morfološku analizu (O´Down, 2004).

Još jedna metoda pomoću koje je moguće identificirati o kojoj se vrsti radi je infracrvena refleksijska spektroskopija (Near-infrared reflectance spectroscopy, NIRS) koju je opisao Atkinson (1997). On napominje da svaka sastavnica složenih organskih spojeva ima jedinstvena apsorpcijska svojstva unutar infracrvenog spektra. Kao posljedicu navodi rastezanje i deformacije kemijskih veze između vodika i teških atoma kisika, ugljika i dušika te inducira da postoji mnogo kemikalija na temelju kojih se obična i cretna breza mogu razlikovati, kako što su flavonoidi i esencijalan ulja.

Razlike u obliku listova između vrsta *B. pendula* i *B. pubescens* obično se koriste prilikom razlikovanja ove dvije vrste. Shodno tome razvijena je metoda koja je uzela ovu varijabilnost u obzir (Nokes, 1979). Mjere se tri karakteristike lista: broj zubaca između treće i četvrte bočne žile, udaljenost u milimetrima između lisne peteljke i prvog lisnog zuba, te širina lisnog vrha na tri četvrtine udaljena od baze lista. Dobiveni podaci se uvrštavaju u jednadžbu čiji rezultat, ukoliko je veći od nule, opisuje jedinku obične, dok rezultat niži od nule opisuje jedinku cretne breze. Ova metoda garantira točnost od 93%, te je potkrijepljena genetičkom provjerom (Akinson i Codling, 1986). Međutim, najjednostavniji način razlikovanja ove dvije vrste je prema dlakavosti listova, koja se pojavljuje kod *B. pubescens*.

Koliko je oblik lista kod breza promjenjiv govori činjenica da, ukoliko tetraploidnu biljku posadimo na močvarno područje razvit će karakteristike identične kao u vrste *B. pubescens*. Međutim, biljka posađena na suho, dobro drenirano, mineralno tlo poprima karakteristike koje uočavamo kod vrste *B. pendula* (Davy i Gill, 1984).

Razlika u broju kromosoma vjerojatno je najpouzdanija metoda za razlikovanje *B. pendula* i *B. pubescens*. Broj kromosamo *B. pendula je* 2n=28, a u *B. pubescens* su 2n=56, iako ti brojevi nisu uvijek konstantni (Brown i Williams, 1984). Neka istraživanja sugeriraju da je n=7 haploidan broj, a ne n=14 (Brown i Al-Dawoody, 1979), iako novija istraživanja (Eriksson i Jonsson, 1986) donose zaključak da je *B. pendula* diploid, dok je *B. pubescens* tetraploid. Za hibrid između ove dvije vrste breza smatra se da ima 42 kromosoma, od kojih 2/3 genetskog materijala pripada cretnoj brezi (Brown i sur., 1982). Križanje u kojemu *B. pendula* predstavlja žensku jedinku broj fertilnih jedinki je mnogo veći nego kod obrnutog križanja (Johnsson, 1945; Eifler, 1960, 1964; Hagman, 1971; Nokes, 1979; Brown i Williams, 1984). Izgleda da pelud vrste *B. pendula* nema mogućnost takvog prodiranja kao pelud vrste *B. pubescens* (Hagman, 1971). Niz morfoloških studija o hibridu između vrsta *B. pendula* i *B. pubescens* (Atkinson, 1997; Dieterich, 1963; Nokes, 1979; Kennedy i Brown, 1983) dolaze do rezultata da su hibridi mnogo sličniji roditelju od kojega dobiju veći broj kromosoma, što je u ovom slučaju *B. pubescens*, što i nije ni čudno ukoliko pretpostavimo da je količina aktivnog genetskog materijala proporcionalna broju prenesenih kromosoma. Ipak treba spomenuti da postoje i odstupanja, pa prema jednom izvještaju (Stern, 1963) dva od petnaest pronađenih hibrida imali su 28 kromosoma, a karakteristike kao *B. pubescens*. Istraživanja su pokazala da distribucija broja kromosoma unutar hibrida između vrsta *B. pendula* i *B. pubescens* varira između 28 i 42 (Nielsen i Nath, 1961). Hibridi između obične i cretne breze su uglavnom sterilni i šanse za njihovo međusobno križanje i dobivanje F2 generacije je iznimno niska (Brown i sur., 1982). Dieterich (1963) zaključuje da su križanci od izrazito male važnosti unutar prirodnih populacija.

Kromosomi breza su izrazito mali, kod vrste *B. pendula* svega 0.58-1.75 µm (Taper i Grant, 1973) i 0.8-1.8 µm (Soloveva, 1977). Kariotipska analiza od *B. pendula* pokazala je da su svi kromosomi metacentrični ili submetacentrični (Taper i Grant, 1973; Soloveva, 1977). Kariotip za vrstu *B. pubescens* nije izrađen, ali Taper i Grant (1973) su pokazali da kromosomi od četiri vrste američkih breza i hibrida koji imaju 2n=56 su submetacentrični, dok im je veličina 0.64-1.62 µm. Zbog relativno velikog broja kromosoma unutar roda *Betula*

te male veličine, njihovo prebrojavanje je zahtjevno, a provodi se na stanicama koje su u procesu miotičke diobe (Atkinson, 1992).

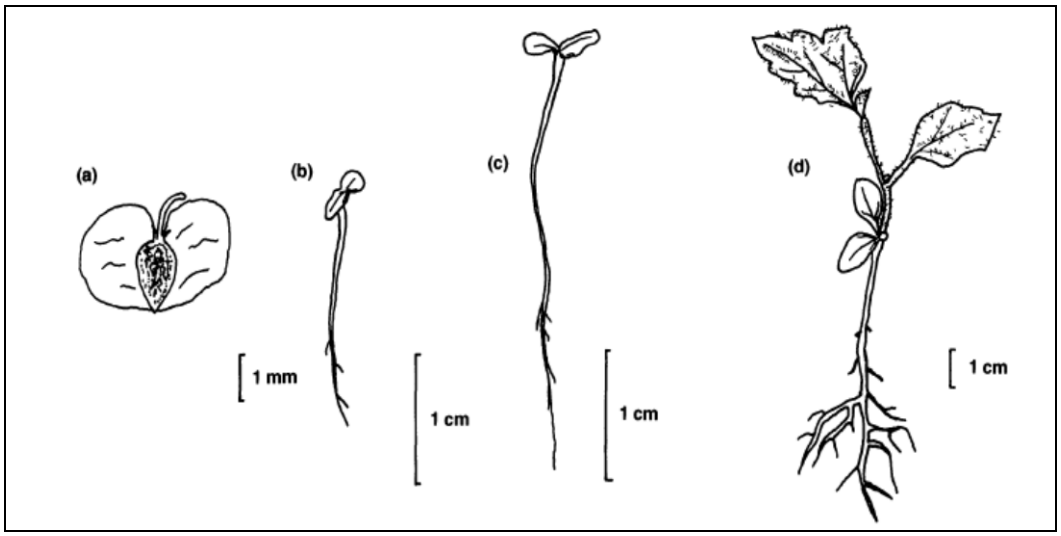
1.1.3. Rasprostranjenost i uvjeti rasta

Obje vrste su klimatski vrlo tolerantne, te im se prirodna rasprostranjenost proteže duž cijelog Euroazijskog kontinenta, od Atlantika do istočnog Sibira (Hulten i Fries, 1986). No valja istaknuti da se vrsta *B. pendula* proteže južnije u Europi i Aziji od vrste *B. pubescens*, te ju stoga nalazimo na području Pirinejskog poluotoka i Grčke, dok izostaje na Islandu (Jonsell, 2000) (Slika 6a). Za razliku od obične breze, rasprostranjenost vrste *B. pubescens* značajnija je na sjeveru i istoku Europe (Atkinson, 1992), te se pojavljuje na Islandu i Grenlandu, dok izostaje na području Sredozemlja (Jonsell, 2000) (Slika 6b). Sjevernu granicu određuju hladni sjeverni vjetrovi, dok na južnom dijelu rasprostranjenost ograničava ljetna suša (Peinado i Moreno, 1989). Fukarek u svom članku iz 1957. lijepo opisuje područje rasprostranjenosti crtene breze, te navodi: *"Cretna (ili maljava) breza je sjeverno-europsko sibirska vrsta koja u svom rasprostranjenju dopire sve do polarne granice drveća (Island, Nordkap – do 71°, poluotok Kola – do 69° sjeverne širine) i zauzima tu široka prostranstva u području tajgi i sjeverno-europskih i sibirskih močvara. U Europi granicu njenog areala ograničavaju ruske stepe na istoku, a na zapadu područja atlanskih vriština. Na jugu ona dopire sve do južnih padina Alpi i Karpata, a izolirana je nalazima i na Pirinejima."*

Stablo breze nosi muške i ženske rese, međutim razlikuju se u periodima cvatnje. Muške rese se stvaraju sredinom ljeta i prezimljuju na dormantnim granama do ožujka i travnja kada otpuštaju pelud. Uspravne, zelene, ženske rese pojavljuju se prije lišća u rano proljeće, a dozrijevaju krajem kolovoza i početkom listopada (O´Down, 2004). Većina sjemena se rasprostire 40–50 m unutar radijusa jedinke s koje dolazi (Sarvas, 1948). Prema Sarvasu (1948), *B. pubescens* ima veću stopu rasijavanja sjemena u odnosu na *B. pendula*, međutim kako *B. pendula* ima sposobnost višeg rasta od *B. pubescens*, tako ima prednost u boljem rasijavanju sjemena na područjima gdje rastu skupa. Istraživanja iz Kazahstana sugeriraju da su plodovi *B. pubescens* teži (0.3-0.42 mg) od plodova *B. pendula* (0.17-0.25 mg) (Atkinson, 1992). U prvoj godini, smrtnost sjemena može doseći do 90%, često zbog sušenja (Miles i Kinnaird, 1979). Sjemenke su izrazito nježne i lagane te ponekad mogu dospjeti na neodgovarajuće tlo ili tokom klijanja mladi klijanac ne može prodrijeti kroz podlogu. Padom na plodno tlo, supke se pojavljuju nakon pet dana. Eliptično duguljastog oblika, 3-5 mm duge te 2-2,5 mm široke, na vrlo kratkim peteljkama (1 mm ili manje). Oblik prvih pravih listova varira, a jasne razlike između vrsta *B. pendula* i *B. pubescens* nisu

vidljive u ovoj fazi rasta. Kod obje vrste prvi listovi su dlakavi (Atkinson, 1992). Slika 5. prikazuje rast *B. pendula* u prvih 35 dana nakon klijanja. Sarvas (1948) naglašava da je sposobnost nicanja kod *B. pubescens* snažnija nego što je to kod *B. pendula*. Rana mikorizna infekcija ja važan faktor u uspješnom rastu breza (Atkonson, 1992).

Pelham i sur. (1988) opisuju sadnice obje vrste breza stare nekoliko mjeseci. Stabljiku *B. pubescens* opisuju dlakavom s tamno zelenim, blago zaobljenim dlakavim listovima nazubljenih rubova, dok zubci nikada nisu zakrivljeni prema apikalnoj strani lista. Stabljika *B. pendula* nije dlakava, već gola s izraženim bijelim bradavicama. Stabljika nosi ušiljene, glatke, blijedo zelene dvostruko nazubljene listove čiji su zupci zakrivljeni prema apikalnoj strani lista.

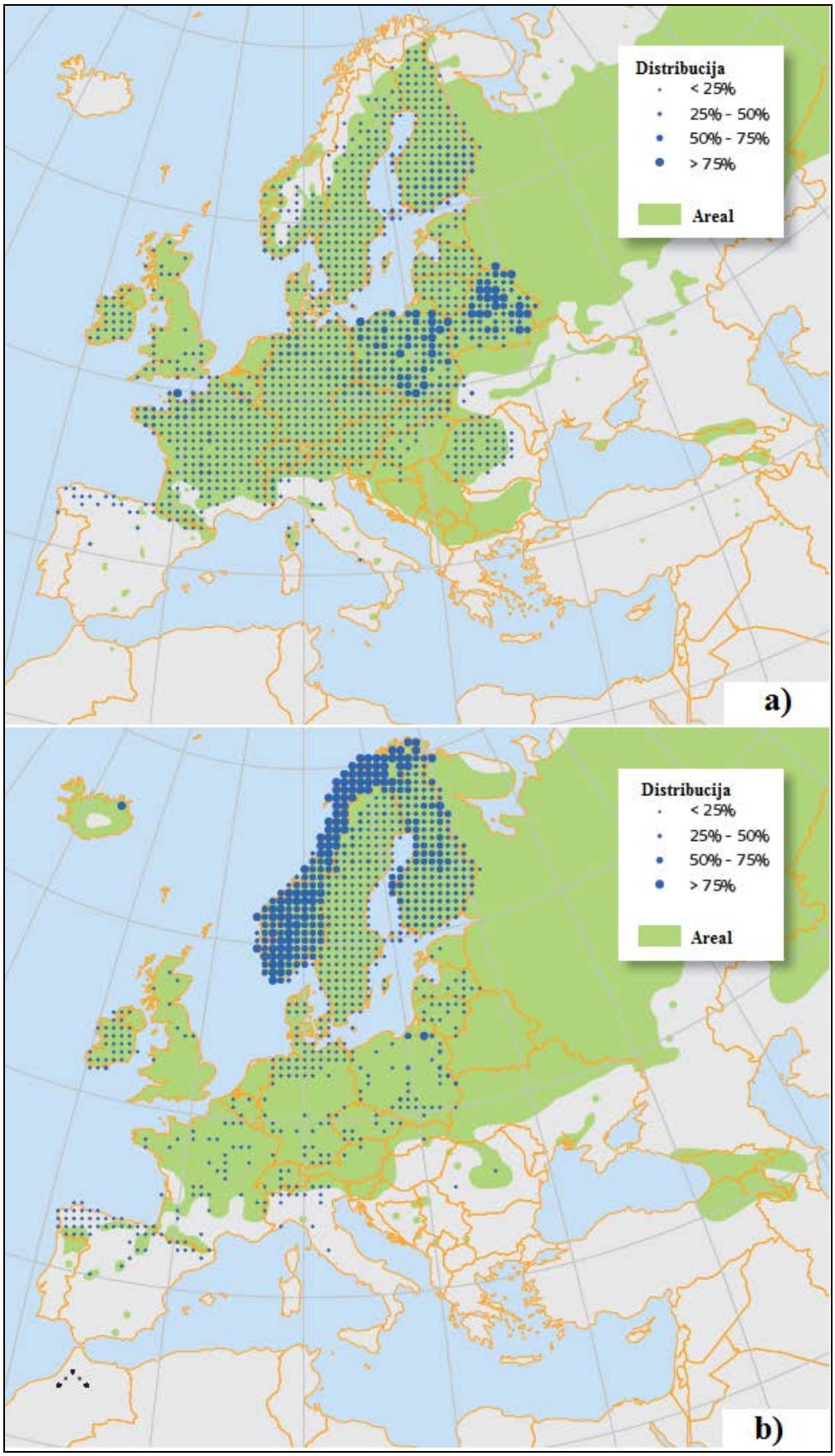


Slika 5. a) početak klijanja, b) nakon 5 dana, c) nakon 10 dana te d) 35 dana nakon klijanja *B. pendula* (Atkinson, 1992).

Glavne karakteristike za snažan rast šuma obične breze su adekvatna vlažnost i sastav zraka, dok joj je najprikladnije pješčano, glinovito ili tlo finog mulja. Na neplodnim i teškim tlima rast je usporen. Poplavljena područja ne odgovaraju običnoj brezi, dok se na takvim staništima cretna breza puno bolje snalazi. Također joj odgovaraju glinena i muljevita, kao i vlažna tresetna tla (Hynynen i sur., 2009). Na najsjevernijim područjima Europe, obična breza preferira izrazito suha tla sa niskom koncentracijom otopljenih tvari, dok cretna breza dominira na vlažnim, hladnim tlima fine teksture, smanjene kiselosti (Sutinen i sur., 2002). Protok nutrijenata kroz ekosustav brezovih šuma je izrazito brz, dok krošnje propuštaju dovoljno sunčeve svjetlosti te na taj način omogučavaju rast prizemnog raslinja. Korijenski

sustav breza zakorjenjuje se duboko i intenzivno, te se dobro prilagođava promjenama na području svoga rasta. Raspadanje odumrlog korijenja je izrazito brzo što uvelike doprinosi poroznosti tla (Hynynen i sur., 2009).

S obzirom da su breze pioniri nastanjivanja novih područja, izrazito su netolerantne prema hladovini i zasjenjenim područjima, a vitalan i snažan rast omogućen je samo na područjima gdje breze dolaze kao dominantna vrsta u vegetaciji (Hynynen i sur., 2009). U dobrim uvjetima breze mogu doseći visinu od 24-25 m unutar 30 godina, (Oikarinen, 1983; Eriksson i sur., 1997) dok je na siromašnim staništima rast dosta usporen te tako izrastu svega 6 m tijekom 30 godina (Eriksson i sur., 1997). Prema istraživanjima koja su provedena u Finskoj, kontinuiran rast obične breze u visinu traje prvih 10-20 godina, dok se rast u širinu očituje pet godina nakon toga (Raulo, 1977; Oikarinen, 1983). Snažan rast obične breze se nastavlja do napunjenih 40-50 godina, tijekom kojih može dosegnuti visinu od 30 m (Koivisto, 1959; Fries, 1964; Oikarinen, 1983). Nakon 50 godina, rast obične breze polagano prestaje, vitalni znakovi se usporavaju te postaje osjetljivija na truljenje. U dobrim uvjetima, obična breza može doživjeti do 100 godina (Hynynen i sur., 2009).



Slika 6. Rasprostranjenost vrsta **(a)** *B. pendula* i **(b)** *B. pubescens* u Europi (prema: Beck, 2016).

1.2. Južni areal rasprostranjenosti vrste *B. pubescens*

U Srednjoj Europi areal cretne breze lagano se počinje raspadati na manje diskontinuirane dijelove, a njeno pojavljivanje vezano je i za odgovarajuća staništa, u prvom redu cretišta. Osim toga, na južnom rubu areala javljaju se i njene podvrste koje nemaju trajno dlakave izbojke (var. *carpatica*), a vjerojatno i posebne forme i ekotipovi. Cretna breza poznata je s prilično velikim brojem nalazišta u Alpama. S Alpa silazi i u Sloveniju, gdje na području Ljubljanskog Barja predstavlja vrlo često i obično drvo (Fukarek, 1957). Na Karpatima navode je šumari Fekete i Blattny (1913) na nizu lokaliteta u višem planinskom području, te na području Mađarskog Sredogorja, gdje se u blizini Vindomyalaka nalazi jedna mala šumica vrste *B. pubescen*s, kako ostatak sastojine na nekadašnjem tresetnom tlu. Na području Alpa između Dunava i Drave (″Mađarske Alpe″) Fekete i Blattny (1913) navode nalazišta cretne breze još na desetak mjesta, te na području Velike mađarske ravnice.

Prema Zlatariću (1950) nalazište cretne breze u Sloveniji kod Kostanjevice nad Krkom leži na sjeveroistočnim obroncima Gorjanaca i to uz cestu Kostanjevica-Brežice kod sela Cerklja, te u šumi Mali Boršt kraj Kostanjevice, na nadmorskoj visini cca 160 m. Stanište u kojoj se javlja ne predstavlja cret, niti je kakvo izrazito mrazište, ili osobito vlažno, ili močvarno tlo kako se to u literaturi obično navodi za cretnu brezu. Na drugom dijelu ovoga nalazišta, uz cestu Kostanjevica-Brežice, nedaleko Kostanjevice blizu sela Cerklja, u šumskom predjelu G. Gaj, nađena je cretna breza mnogo obilnije. Ovdje je ona obrasla čitave obronke. Te su plohe nekada bile pokrivene šumom kitnjaka (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) i bukve (*Fagus silvatyca* L.) s nešto kestena (*Castanea sativa* Mill.) i lužnjaka (*Quercus robur* L.), što se zaključuje po ostacima drveća, po panjevima i sl. (Zlatarić, 1950). S obzirom da su ova zapažanja uočena prije 66 godina, danas je veličina populacije cretne breze na ovome području upitna. Zlatarić (1950) u svom istraživanju zapaža da je forma kao i veličina listova ovisna o položaju lista na stablu. U tom smislu on uočava da se kod cretne breze pronađene na području Kostanjevice, na pogled može razlikovati nekoliko tipova listova, i to: listovi na plodnim granama, listovi na neplodnim donjim dijelovima krošnje ili na izbojcima dijelova debla, te na listovima na izbojcima iz panja. Listovi na plodnim granama imaju klinoliku bazu, listovi s neplodnih izbojaka su zaobljene baze, a listovi iz panja su najveći i najgušće dlakavi, ali grubo pilasti i srcolike baze.

Na Balkanskom poluotoku prvi je cretnu brezu našao Pančić i to na Vlasini u južnoj Srbiji. Tu su je kasnije zabilježili i drugi botaničari, a taj nalaz ostao je dugo vremena poznat kako jedini na cijelom Balkanu. Tek 1942. godine, u svojoj Flori Crne Gore zabilježio je češki

botaničar Rohlena i četiri nova lokaliteta za cretnu brezu, i to na planinama Vojniku i Ledenicama (u području Pive), zatim u okolici Viljuške i Andrijevice (Fukarek, 1957). Jovanović (1950) u Srbiji zabilježava nalaz jedne breze koja bi mogla biti prijelazni tip između cretne i obične breze. Taj nalaz je pronađen na području Majdanpeka, a tu se cretna breza može lako povezati sa njenom rasprostranjenošću na Krpatima (Fukarek, 1957).

U Bosni i Hercegovini postoji vrlo malo lokaliteta na kojima bi se moglo očekivati sa sigurnošću neki nalaz cretne breze. Jedno jedino poznato cretište nešto većih razmjera, na Zvijezdi Planini kod Vareša, močvarni predjeli kod Klokota-Busovače i neka druga mjesta, nisu u tom pogledu opravdala pretpostavke. Tu nisu nađene nikakve druge breze, nego samo obične breze. Međutim, u neposrednoj blizini varošice Sokolac nalazi se dolina kroz koju protiče mali potok koji ponekad presuši, a čije slivno područje nije veliko. Uz ovaj potok nalazi se manja šumska sastojina Brezje, nazvano po brojnim brezama, kojih tu ima u skupinama i pojedinačno na rubu livada i kosanica, a i umješanih u jednu prostranu hrastovu šumu. Među ovim brezama odmah upada u oči razlika koja postoji u njihovim habitusima. Pojedine imaju viseće grane i bradavičaste izbojke, a druge uspravno ili vodoravno pružene grane, sa izbojcima koji su svjetlije smeđi, goli ili nešto dlakavi (Fukarek, 1957).

Na temelju ovih podataka o cretnoj brezi na području Južne Europe i Balkanskog poluotoka, nema ni jednog nalazišta u jednoj vrlo širokoj oblasti koje bi vezivalo sve ″razasute″ dijelove areala u jednu cjelinu (Fukarek, 1957).

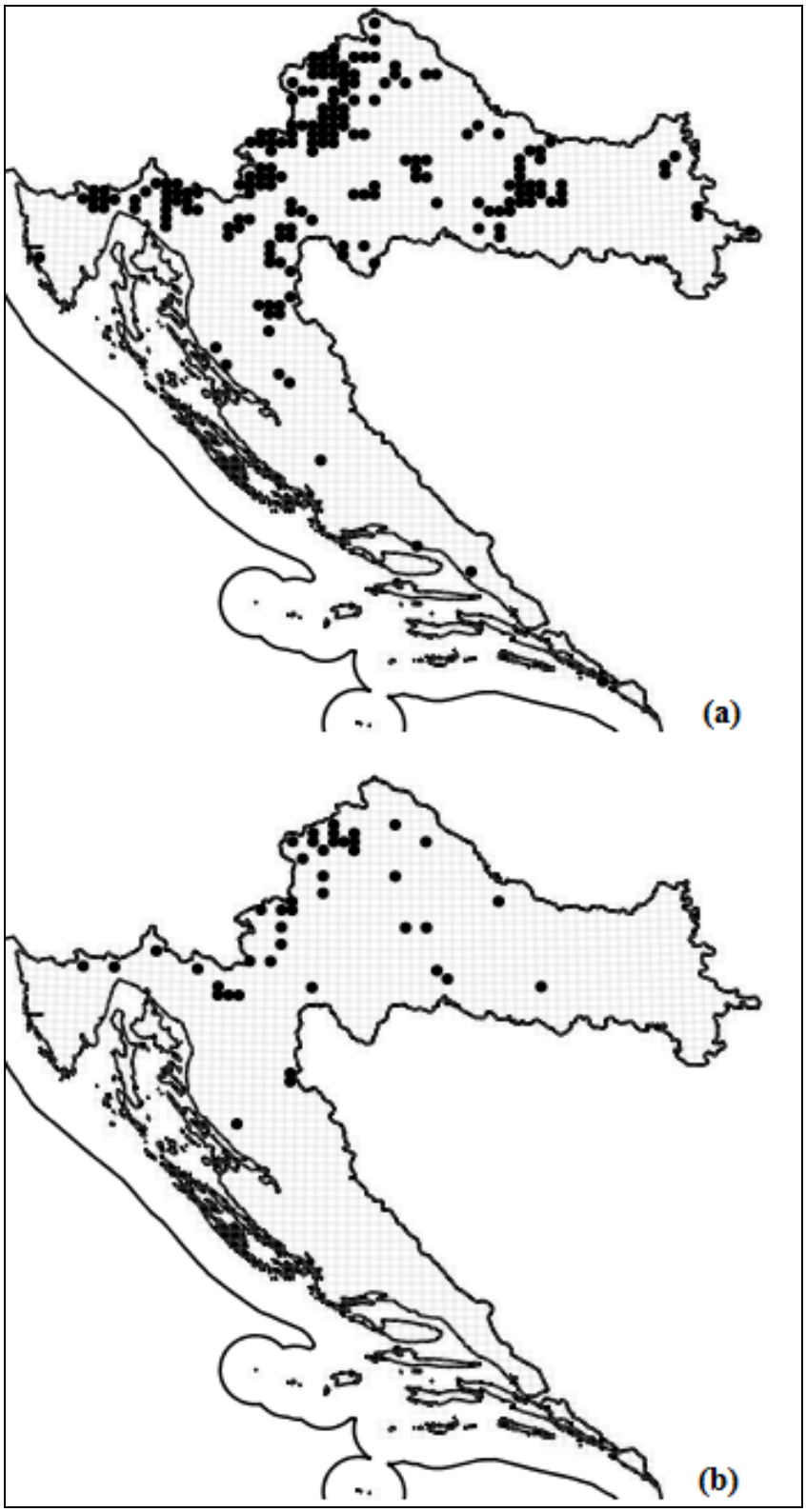
1.2.1. *B. pendula* i *B. pubescens* u Hrvatskoj

U Hrvatskoj dolaze dvije vrste breza (*Betula pendula* i *Betula pubescens*). Staništa vrste *B. pendula* u Hrvatskoj su mješovite šume hrasta kitnjaka i obične breze, šume breze s bujadi, te šume listopadnih hrastova izvan dohvata poplava, no često je i sađena u parkovima i perivojima (Nikolić, 2015). Za razliku od obične breze koja je izrazito raširena na području Hrvatske te je nalazimo u brojnim populacijama na Papuku, Psunju, Bilogori, Kalniku, na Banovini i Kordunu, u Gorskom kotaru i Lici (Slika 7a), broj nalazišta cretne breze je izrazito mali i ograničen na kontinentalno područje Hrvatske gdje raste u vrlo malom broju primjeraka (Franjić, 1995). To bi time bilo dovoljno objašnjenje zašto je utvrđivanje nalazišta cretne breze u ovom perifernom dijelu njenog areala išlo relativno polagano (Zlatarić, 1950). Slika 7b. ne prikazuje vjerodostojnu recentnu rasprostranjenost cretne breze u Hrvatskoj, već su nalazi uvršteni na temelju uglavnom starih, nedovoljno sigurnih podataka.

B. pubescens bez sumnje je kod nas na južnoj granici svog areala, jer taj obuhvaća najveći dio sjeverne i srednje Europe. Znatna sličnost s običnom brezom, u prvom redu uzrok je činjenici, što ona kod nas nije bila dosta dugo zapažena i razlučena od obične breze. Uzmemo li zatim da u našem šumarstvu breza igra relativno podređenu ulogu, kako u pogledu eksploatacije, tako i podizanja šuma, nije onda čudno što je ostala dugo po strani (Zlatarić, 1950). U Hrvatskoj cretnu brezu zabilježili su već Schlosser i Vukatinović (1896) i to na nekoliko mjesta u Zagorju, te u okolici Samobora i Karlovca. Kasnije su neki botaničari (Hirc, Maly) odbacili te podatke za ta nalazišta sumnjajući u njihovu točnost iz razloga što je za Hrvatsku u mnogo slučajeva bila zapisana *B. alba* i nije se znalo za cretove na području Hrvatske, te je *B. pubescens* bila izbačena sa popisa flore što je bilo potkrepljeno i diferentnošću staništa obične i cretne breze u južnoj Europi (Pevalek, 1924). Tek je Pevalek (1924) mogao potvrditi sigurne nalaze cretne breze u Hrvatskoj i to kod mjesta Blatuša. Ovaj nalaz bio je rezultat i otkrića cretova, koji nisu bili do tada poznati u Hrvatskoj. Breza na Blatuši odgovarala je formi koja nosi naziv *B. pubescens* ssp. *vulgaris* var. *typica* f. *ovalis* Schneider (Fukarek, 1957). Do tada su najjužnija nalazišta cretne breze bila Ljubljansko barje i udaljena Vlasina u jugoistočnoj Srbiji, te je ovim nalazom Blatuša spojila ova dva nalazišta. Na sva tri mjesta možemo cretnu brezu smatrati ostatkom iz glacijalnih vremena, kada su kod nas vladale prilike kao u sjevernoj Europi, gdje cretna breza nije toliko osjetljiva na mineralno tlo, kao kod nas. Nakon glacijala postajalo je sve toplije, a cretna breza postepeno je nestajala s minerale podloge, i povukla se na cretove sa tresetnom hladnom podlogom gdje se očuvala i do danas (Pevalek, 1925).

Kasnijim florističkim istraživanjima potvrđena je prisutnost cretne breze i na području Samoborskog gorja. Tu ona u malom broju primjeraka raste na strmim padinama brežuljaka građenog od silikatnih stijena (konglomerata) neposredno iznad Ludvić potoka, ispod sela Gradišće (Franjić, 1994). Ovim nalazom navodi objavljeni od strane Neilreicha (1868) te Schlossera i Vukotinovića (1869, 1876) su konačno potvrđeni.

Prema Crvenoj knjizi vaskularne flore Hrvatske (Nikolić i Topić, ur., 2005) uzroci ugroženosti cretne breze su nestanak staništa prirodnim progresivnim sukcesijama vegetacije te odvodnjavanje. Imajući na umu da cretna breza, kao glacijalni relikt, ima veoma ograničen areal distribucije na području Hrvatske, svaki nov podatak o njenoj prisutnosti ima veliki značaj (Franjić, 1995).



Slika 7. Rasprostranenost vrsta **(a)** *B. pendula* i **(b)** *B. pubescens* u Republici Hrvatskoj. Preuzeto s: Nikolić (2015), Flora Croatica baza podataka (http://hirc.botanic.hr/fcd). Prirodoslovno–matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Većina nalaza *B. pubescens* ne mogu se smatrati relevantnima, zbog vjerojatne pogrešne determinacije.

1.2.1.1. *Betula* × *aurata* u Hrvatskoj

Drugi nalaz na cretu kod Blatuše bio je i križanac obične i cretna breze, koji je po habitusu bliži običnoj, a po obliku listova bliži cretnoj brezi. Taj križanac dobiva naziv *Betula verrucosa* × *pubescens* f. *Blatuše* Pevalek (1924). Pevalek (1924) mu postavlja sljedeću dijagnozu: *"Ovogodišnje grančice još jače i gušće dlakave nego u* B. pubescens*. Žlijezde veoma rijetke. Lišće rompski-trouglato ili jajoliko šiljasto, često sa veoma srčastom bazom. Lišće je odozgor, a napose odozdo veoma dlakavo (i najstarije lišće). Dlakavost općenito jača nego u vrste* B. pubescens*. Lišće prosječno 5,6-8 cm dugo i 4,3-6,2 cm široko. Jedno-, dvo- i trogodišnje grane nalikuju na grane vrste* B. pubescens*, a druge na* B. verrucosa*. Križanac je habituelno nalik na vrstu* B. verrucosa *i lišće mu je na bazi još više srčasto. Indumenat sastoji iz jednakih dlaka kao u vrste* B. pubescens*, samo je mnogo bujniji. Žljezdaste dlake i ako su veoma rijetke upućuju na* B. verrucosa*, a periderm mladih grana na oba roditelja. Dosada sam nalazio taj križanac samo sterilan i to mogu reći da je na Blatuši češći nego* B. pubescens*. Našao sam jedno drvce (5 m) i mnogo grmova."*

Ime hibridne breze (*Betula* × *blatušae* Pevalek) zapravo je sinonim, jer je ova vrsta prvi put opisana 1800. i to kao *Betula* × *aurata* Borkh., te prema pravilu prioriteta ono bi se trebalo smatrati validnim imenom. Atkinson (1992) navodi: *"Ime B.* × *aurata Borkh. dodjeljeno je hibridu nastalom križanjem B. pendula i B. pubescens (Walters, 1975), ali zbog izrazito velike sličnosti križanca s B. pubescens, jedinke imenovane B.* × *aurata ne moraju nužno biti pravi hibridi."* No Pevaleku nije bilo poznato da je taj hibrid već ima nomenklaturno validni naziv *B.* × *aurata* Borkh. iz 1800. godine, tako da se njegov naziv može smatrati suvišnim sinonimom (*nomen superfluum*) kojeg ne treba koristiti.

Hibridi između obične i cretne breze opisivani su po izgledu kao sličniji vrsti *B. pubescens*, ali s izbojcima duljim i tanjim, dlakavijim, više ili manje bradavičastima, a zavisno od ječe ekspresije obilježja pojedinog roditelja svrstavani su u sljedeće forme *Callieri, Wettsteinii, pseudo-alba* (Ascherson i Graebner, 1911). Dieterich (1963) je izvjestio da se mlade biljke F_1 hibrida, kao i biljke F_2 generacije, mogu teško razlikovati od vrste *B. pubescens*. Stern (1963) također zaključuje da je izmjena gena između ovih dviju vrsta vjerojatno iznimna, a hibridi su po karakteristikama bliži vrsti *B. pubescens*.

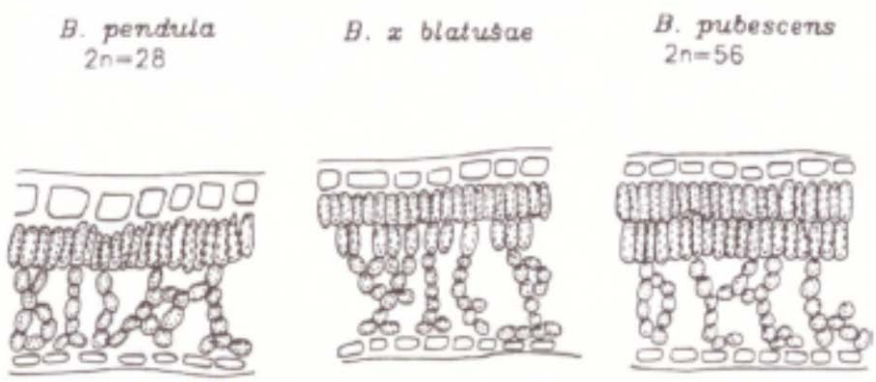


Slika 8. Prednja i stražnja strana listova hibridne breze (*Betula* × *aurata*) sabrane u botaničkom rezervatu Đon Močvar blizu Blatuše (foto: V. Šegota).

Spontani F_1 križanac, evidentiran od Johnssona (1944), bio je sterilan, a 50 % polenovih zrnaca bilo je prazno, dok je iz kontrolirane hibridizacije sedam kombinacija dobiveno svega od 0,2 do 1,5% punih sjemenki. Eifler (1964) je radio dialelna i recipročna križanja *B. pendula* i *B. pubescens* kroz 36 kombinacija. U 14 kombinacija rese su se osušile u ranoj fazi, u nekim kombinacijama dobiveno je klijavo sjeme (0,5-6,9%), što je upućivalo na individualnu kombinaciju sposobnosti, dok je u dvije kombinacije s klijavošću od 8,9 do 15,7% potomstvo iskazalo materinski efekt. Tako je od 800 oprašenih resa uzgojeno svega 12 hibridnih biljaka što se potvrdilo i kasnijim istraživanjima Sterna (1963). Za postizanje fertilnosti hibridnog sjemena pri križanju različitih vrsta breza korišteni su različiti postupci kako bi se izbjegla potpuna sterilnost koja nastaje kao posljedica nepravilnih konjugacija kromosoma u mejozi i drugim citogenetičkim razlikama koje otežavaju ili onemogućuju ontogenezu hibrida (Kajba, 1994). Rješenje za neplodnost kod triploidnih biljka ipak postoji, naime u nekim slučajevima triploidni križanci udvostručuju broj svojih kromosoma pa postaju heksaploidi (nose šest garnitura kromosoma) (Tudge, 2009).

Anatomskom analizom poprečnog presjeka dorzoventralnog lista kod obične breze, breze cretuše i hibrida *B.* × *aurata* utvrđena je značajna razlika u strukturi građe palisadnog parenhima (Slika 9). Za ovo istraživanje, koje je obavio Kajba (1994), korišten je herbarijski materijal hibrida *Betula pendula* Roth × *Betula pubescens* f. *Blatušae* n.f. sakupljen 1924.

godine (Hb. Dr. I. Pevalek-ZA), a za brezu cretušu korišten je sabrani biološki materijal iz područja sjeverne Njemačke (Hb. I. Trinajstić-ZA). Za običnu brezu (*Betula pendula* Roth) korišten je materijal sakupljen na lokalitetu park šume Maksimir – Zagreb. Obična breza, kao jedna od roditelja, ima jedan sloj, dok cretna breza ima dva uža sloja palisadnog parenhima. Hibrid ovih dviju vrsta ima izmjenično jedan do dva sloja palisadnog parenhima što upućuje na aditivni tip nasljeđivanja i intermedijarnu ekspresiju ovog svojstva kod križanca u odnosu na roditeljske vrste (Kajba, 1994).



Slika 9. Poprečni presjek lista kod obične, cretne i hibridne breze (Kajba, 1994).

Kao što je i ranije spomenuto u radu, te i Kajba (1994) u svom radu zaključuje da na temelju nekih anatomsko-morfoloških karakteristika križanca *Betula* × *aurata*, vidljivo je da se obilježja roditeljskih vrsta neovisno nasljeđuju, a za pretpostaviti je da tetraploidna cretna breza s gametama od 28 kromosoma i većom genetskom masom ima veći udio u stvaranju somatskih stanica, od diploidne obične breze, što uvjetuje izražajniju pojavu svojstava roditelja s većim genomom (*B. pubescens*).

2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

S obzirom da *Betula pubescens* spada u kritično ugrožene vrste hrvatske flore (Nikolić i Topić, 2005), specifični ciljevi ovog istraživanja bili su:

- Utvrditi recentnu rasptrostranjenost cretne breze u Hrvatskoj.
- Utvrditi veličinu populacija na svim poznatim nalazištima cretne breze u Hrvatskoj.
- Utvrditi postojanje hibridne svojte između cretne i obične breze u Hrvatskoj.
- Utvrditi veličinu populacije hibridne breze u Hrvatskoj.
- Procijeniti stupanj ugroženosti populacija cretne i hibridne breze u Hrvatskoj.
- Utvrditi morfološke razlike u građi listova cretne breze, obične breze te njihovog hibrida.
- Na osnovu morfoloških razlika izraditi determinacijski ključ za razlikovanje cretne, obične i hibridne breze.

3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je provedeno na jedina dva poznata nalazišta cretne breze (*B. pubescens*) na području Hrvatske. S obzirom da prirodno stanište cretne breze obuhvaća tresetna tla i cretove, istraživanje je provedeno na odgovarajućim staništima. Istražili smo najpoznatiji i najveći cret u Hrvatskoj, botanički rezervat ″Đon močvar″, u blizini sela Blatuša. Još jedno poznato nalazište cretne breze u Hrvatskoj je područje Samoborskog gorja, neposredno iznad Ludvić potoka kod sela Gradišće gdje smo također potvrdili njeno postojanje..

3.1. Cretovi

Cretovi su specifična, redovito oligotrofna močvarna staništa za koja je značajno taloženje organskog materijala – treseta. Karakterizirani su pedološki i botanički. Pedološki time što stvaraju treset, a botanički što taj treset stvaraju izvjesne biljne vrste. Prema kvaliteti treseta i bilja, koje ga stvara, te s obzirom na vodni režim i kiselost razlikuju se niski, prijelazni i visoki cretovi. Vegetacijski su manje zanimljivi ravni cretovi, jer se i ne razlikuju mnogo od običnih vlažnih livada osim što produciraju treset. Botanički su mnogo interesantniji prijelazni cretovi, a pogotovo visoki cretovi koji su često jedina staništa mnogo relikata iz ledenog doba (Pevalek, 1925).

Cretovi danas zauzimaju manje površine nego što su zauzimali u prošlosti, a razlozi tome su mnogi. Jedan dio razloga odnosi se na direktne negativne utjecaje čovjeka; iskorištavanje treseta za ogrijev i u hortikulturi, isušivanje cretova, ugavnom za potrebe šumarstva i u manjoj mjeri, agronomije (izvor: http://www.zastita-prirode-animalia.hr/?tema=flora&baza=flora&kat=1&idclanka=16). Najznačajniji utjecaj na sve cretove imaju klimatske promjene koje su se dogodile u prošlosti i koje se predviđaju u budućnosti. Predviđene više temperature, a posebno ako budu popraćene višim razinama CO_2 i onečišćenjem atmosfere, utjecat će na povećanje bioprodukcije, ali i ubrzavanje razgradnje treseta u cretovima, tako da će konačni rezultat ovisiti o budućem rasporedu i količini padalina. Ukoliko ljeta u kontinentalnim krajevima postanu toplija i suša, a zime blaže i s više padalina, površine pod cretom će se smanjiti i treset razgraditi (Moore, 2002).

3.1.1. Cretovi u Hrvatskoj

Cretovi su posebne močvarne zajedenice u kojima glavnu ulogu imaju mahovine, a osobito razne vrste mahova tresetara (*Sphagnum*). Na cretovima je bakterijska razgradnja

usporena zbog kiselosti supstrata, tako da se odumrli biljni dijelovi gomilaju i s vremenom stvaraju treset. Redovno su vrlo siromašni hranjivim tvarima, pa na njemu rastu biljke mesožderke kao npr. okruglolisna rosika (*Drosera rotundifolia* L.) (Alegro, 2002). Utvrđeno je da su cretovi doprli u naše krajeve za vrijeme odledbi ili neposrednjo iza njih. Niske temperature i velika količina vlage pogodovali su u to doba razvitku cretne vegetacije na samom rubu Alpi. Ljubljansko Barje u Sloveniji (do danas gotovo u potpunosti nestalo) bilo je najvažnije središte odakle je prodrla cretna vegetacija u nizine Posavine i proširila se na mjestima, koja su bila za njezin razvitak povoljna (Horvat, 1950). Cretovi u Hrvatskoj vrlo su rijetki i malih površina, a uvjetovani su osobitim stanišnim prilikama. Čine specifičan oblik močvarne vegetacije razvijene u uvjetima vrlo male količine hranjivih tvari. Većina cretova u Hrvatskoj pripada ravnim i prijelaznim cretovima dok se ostatkom visokog creta smatra cret u Trsteniku (Gorski kotar) te fragmentarno dijelovi creta kod Blatuše (Modrić-Surina, 2011). Iako su cretovi u Hrvatskoj malih površina, predstavljaju krajnje južne ogranke cretova srednje i sjeverne Europe te su radi svoje rijetkosti, izdvojenosti i veličine među kritično ugroženim staništima Hrvatske (Radović ur., 1999).

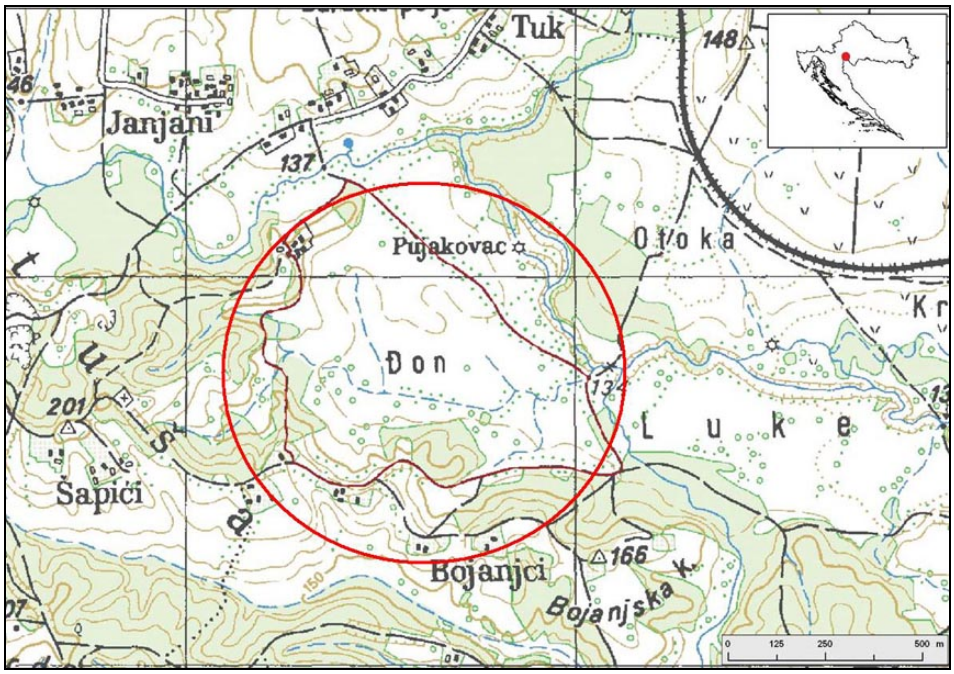
U Hrvatskoj se nalazi tri glavna područja cretova: Hrvatsko zagorje (Dubravica), okolica Karlovca sa Banijom i Gorski Kotar. Osim toga poznat je manji cret u Sunđeru usred Velebita. U biljno-geografskom pogledu to su zapravo dva područja: Hrvatsko zagorje i Banija pripadaju brežuljkastom vegetacijskom pojasu hrasta kitnjaka i običnog graba, dok Gorski Kotar i Velebit pripadaju brdskom i gorskom pojasu bukovih šuma. Uz cretnu vegetaciju ova dva područja pokazuju tijesnu vezu s obzirom na veliko obilje borealno–planinskih šumskih elemenata, koji se istočnije prema prema Panonskoj nizini gube. To nas upućuje na njihovu zajedničku prošlost (Horvat, 1950).

Iako su cretovi u Hrvatskoj prepoznati kao jedan od najugroženijih stanišnih tipova te su jednim dijelom pod različitim stupnjevima zaštite, oni i dalje ubrzano propadaju, najviše zbog današnjih uvjeta klime i prirodne sukcesije, ali i zbog odvodnjavanja i drugih antropogenih utjecaja (izvor:http://www.zastita-prirodeanimalia.hr/?tema=flora&baza=flora&kat=1&idclanka=17).

3.1.1.1. Cret Đon Močvar

Cret Đon Močvar smješten je kod sela Blatuše, u podnožju Petrove gore. Kako je čitavo područje geološki građeno od silikatnih stijena voda ne ponire, nego se slijeva u brojnim potocima i podpovršinskim tokovima. Na taj način omogućen je razvoj cretne

vegetacije koja zahtjeva stalnu veliku količinu vode (Alegro i Šegota, 2008). Đon Močvar se nalazi na visini od 130 m n. m. i čitav je prekriven bujnim mahovima tresetarima. Sa zapada i juga uzdižu se uz cret brežuljci Oštri vrh (188 m) i Šabića brdo (199 m). Na sjeveroistoku creta protiče potok Čemernica primajući najprije sjeverno od creta potok što protiče Dubrave, a teče između Šabića brda i sela Blatuša. Istočno od creta prima potok, koji protiče dolinom između Oštrog vrha i Bojanske kose. Oba potoka, Čemernica i obronci gore spomenutih dvaju brežuljaka omeđuju ravnicu veliku oko 40 hektara. Ta čitava ravnica bila je nekoć cret. Danas su tri četvrtine te ravnice pretvorene u livade i polja (Pevalek, 1924) (Slika 10).



Slika 10. Geografski položaj Đon Močvara. Granice ucrtane prema Natura 2000. (prema: Alegro i Šegota, 2008).

Prema paleobotaničkim istraživanjema, tj. polenske analize tresetnih slojeva (Gigov i Nikolić, 1960) tresetne naslage u Hrvatskoj općenito pripadaju postglacijalnom razdoblju, a najstarije od njih su upravo one iz Blatuše i potječu iz preborealnog doba (najstarijeg doba postglacijala).

3.1.1.1.1. Vegetacija

Blatuša, odnosno Đon močvar pripada zoni ilirskih hrastovo–grabovih šuma. Brežuljke oko Đon močvara obrašta šuma hrasta kitnjaka i običnog graba (*Epimedio-Carpinetum betuli*) s primješanim pitomim kestenom (*Castanea sativa*). Osim šumske vegetacije oko Đon močvara djelovanjem čovjeka nastala je i sekundarna vegetacija livada,

pašnjaka i obradivih površina. Na napuštenim šumskim krčevinama razvili su se brezici s bujadi (*Betulo-Pteridietum*). Bujad čini i čiste sastojine – bujadnice (bujadare), a ova vrsta pojedinačno prodire i na cret (Alegro i Šegota, 2008). Vegetacijski Đon močvar najčešće se opisuje kao prijelazni cret. Međutim, istraživanje provedeno od strane Alegra i Šegote (2008) pokazuju da se ne radi o jednoj uniformnoj biljnoj zajednici već o mozaiku različitih zajednica i sastojina. Đon močvar sastoji se od fragmenata vegetacije visokog creta (sastojine *Sphagnum capillifolium-Sph. palustre-Polytrichum longisetum*) te dobro očuvanom vegetacijom prijelaznih cretova (*Drosero-Caricetum stellulate*). Tu se nalazi sačuvana jedina u Hrvatskoj preostala zajednica bijele šikljice (*Rhynchosporetum albae*) te površinski vjerojatno najveća zajednica končastog šaša (*Caricetum lasiocarpae*), poznata još jedino s Plitvičkih jezera. S najbogatijom florom mahova tresetara (*Sphagnum* spp.) ovo područje predstavlja centar raznolikosti ove skupine u Hrvatskoj. Od vaskularne flore 19 vrsta nalazi se na Crvenom popisu ugroženih biljaka i životinja Hrvatske, a 36 ih uživa zakonsku zaštitu. U Hrvatskoj vrlo rijetka i sa većine staništa dosada izumrla mesojetka rosika (*Drosera rotundifolia*) ovdje tvori relativno veliku populaciju (Alegro i Šegota, 2008).

Iako je još Pevalek (1925) ustvrdio da Đon močvar predstavlja prijelazni cret i to se mišljenje do danas održalo, već je Horvat (1962) primjetio da se na ovom području mogu prepoznati i elementi nadignutog (visokog) creta. Taj tip vegetacije provizorno je opisao kao sastojine vrste *Sphagnum medium – Polytrichum strictum* na temelju cretne vegetacije kod Trstenika. Međutim, ovaj tip vegetacije nikad nije opisan kao asocijacija. Radi se o povišenim, jastučastim uzvisinama, visokim 30 – 60 cm, koje grade mahovi tresetari *Sphagnum capillifoilum* i *Sph. palustre* (Slika 11 i 12) s vrlo malim udjelom vrste *Sph. magellanicum*, a kojima se pridružuje vrlo često i vlasak (*Polytrichum longisetum*) (Alegro i Šegota, 2008).



Slika 11. *Sphagnum capillifoilum* (lijevo) te *Sphagnum palustre* (desno) (foto: A. Petković).



Slika 12. *Sphagnum angustifolium* (lijevo) te *Sphagnum palustre* (desno) (foto: A. Petković).

Istraživanjem creta Blatuša na Baniji, Pevalek (1924) je utvrdio nalazište cretne breze (*Betula pubescens*) kao glacijalnog relikta na ovim prostorima (Slika 13). Oko samog creta raste obična breza, koja mjestimično ulazi i na područje creta, te je na tom dijelu evidentirano nalazište pretpostavljenog križanca ovih dviju vrsta *B.* × *aurata* (*B. pendula* × *pubescens* f. *Blatušae* n.f. (Kajba, 1994)). Za očuvanje ovog vrijednog mozaika cretnih zajednica potrebne su aktivne mjere zaštite (Alegro i Šegota, 2008).



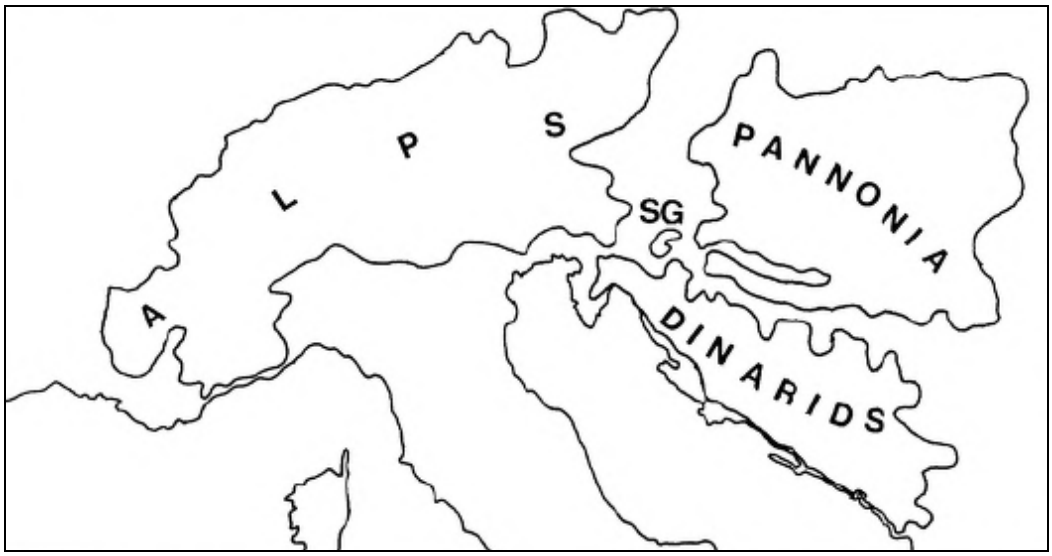
Slika 13. Stanište cretne breze (*B. pubescens*) na području botančkog rezervata ″Đon Močvar″ (foto: V. Šegota).

3.1.1.1.2. Zaštita područja

Područje Đon Močvar s okolicom zaštičeno je kao botanički rezervat odlukom Zavoda za zaštitu prirode 1964. Površina rezervata je 20 ha od koje je u trenutku zaštite na cret otpalo oko 11 ha (Alegro i Šegota, 2008). Cretovi spadaju među najugroženije stanišne tipove u Hrvatskoj, ali i u Europi, te su kao takvi navedeni kao prioritetni stanišni tipovi europske Direktive o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore (92/43/EEC). Ova Direktiva propisuje očuvanje tih stanišnih tipova u tzv. povoljnom stanju. Kao područje od nacionalne, ali i međunarodne važnosti ovaj cret ušao je u u hrvatski prijedlog područja za Europsku ekološku meržu Natura 2000. Botanički rezervat Đon Močvar, najraznolikiji i najstariji cret u Hrvatskoj, izuzetno je osjetljivo zaštićeno ekološko područje koje za svoj opstanak i očuvanje, a s obzirom na karakteristike u vidu povezanosti s izuzetno dubokim podzemnim vodotokovima, reliktima ledenog doba, negativnih utjecaja depopulacije i šume, zahtijeva izuzetne ekološke uvjete. Republika Hrvatska se kao potpisnik Ramsarske konvencije 1971., uz ostale važeće zakonske odredbe (Zakona o zaštiti prirode, Strategija i akcijski plan zaštite biološke i krajobrazne raznolikosti Republike Hrvatske, Strategiji razvoja hrvatskog turizma do 2010. godine i dr.) obvezala provoditi aktivnosti očuvanja močvarnih područja. Sukladno tome, svaka nasilna aktivnost i neprimjerena zagađenja na povezanim područjima u okolici botaničkog rezervata koja ugrožavaju ta staništa su protivna konvenciji (izvor: http://web.hamradio.hr/9aff/9AFF-063_djon_mocvar/Djon_Mocvar.htm).

3.2. Samoborsko gorje (Ludvić potok)

Istraživano područje spada pod Park prirode Žumberak – Samoborsko gorje. Ovo područje zbog svog karakterističnog položaja između jugoistočnih Alpa i sjeverozapadnog dijela Dinarida predstavlja biljno-geografski most između Alpa i Dinarida. Istočne granice stoje pod utjecajem panonske fitogeografske regije (Slika 14). Zbog toga na ovom području nailazimo na širok spektar flornih geoelemenata. Samoborsko je gorje u petrografskom pogledu vrlo raznoliko. Velik je dio prostora prekiven taložinama koje općenito karakteriziraju Dinarsko gorje, iako od njega odudara svojim pružanjem po kojem je slično Alpama. U geološkoj građi prevladavaju naslage mezozojskih vapnenaca i dolomita na kojima se razvija smeđe tlo i rendzine. Područje je vrlo razvedeno. Obiluje dubokim dolinama koje su s vremenom izdubili potoci, izraženim grebenima i strmim padinama. Grebeni imaju alpski smjer pružanja – od zapada prema istoku, tako da su strmine pretežno južnih ili sjevernih ekspozicija. Vertikalna razvedenost i različita izloženost padina uvjetuje raznolik pridolazak vegetacije (Vukelić i sur., 2003).



Slika 14. Položaj Samoborskog gorja (SG) u širem smislu (izvor: Trinajstić, 1995).

Naše terensko istraživanje obuhvatilo je jedan vrlo spoecifičan lokalitet unutar Samoborskog gorja – strme obronke iznad Ludvić potoka (Slika 16) koji teče uz cestu koja spaja grad Samobor i selo Gradišće (Slika 15). Franjić (1994) napominje da se jedinke cretne breze nalaze neposredno iznad Ludvić potoka na strmim padinama, te da rastu na silikatnom kiselom tlu.



Slika 15. Smještaj Ludvić potoka (crveno) u odnosu na grad Samobor (preuzeto s: Google maps).



Slika 16. Potok Ludvić koji teče uz cestu (preuzeto s: Google maps; foto: A. Petković).

3.2.1. Vegetacija

Prva sistematska istraživanja flore Samoborskog gorja proveo je i objavio L. Rossi 1924. (Šugar, 1972), a početna istraživanja proveli su J. K. Schlosseri i Lj. Vukatinović 1857. godine. Cjelokupni biljni svijet Samoborskog gorja obradio je I. Šugar (1972). Pronašao je i determinirao 890 biljnih vrsta, te naveo oko 35 biljnih zajednica (Medvedović, 1994).

Na području Samoborskog gorja može se pronaći niz značajnih fitogeografskih skupina: ilirikoidni elementi, planinske vrste u nizinskom refugiju, ilirske vrste na sjevernozapadnoj granici, alpske vrste na jugoistočnoj granici, zapadnopanonske endemičke vrste, samoborski stenoendemi, izolirana samoborska nalazišta vrsta različite rasprostranjenosti, sarmatski elementi te borealne vrste u nizinskom refugiju. U ovu posljednju fitogeografsku skupinu spadaju i tri vrste koje u Samoborskom gorju povezuje rast na silikatnim stjenama jer izbjegavaju toplo dolomitsko tlo: *Betula pubescens* Ehrh., *Equisetum hyemale* L. *i Ranunculus cassubicus* L. (Trinajstić, 1995).

Biljni pokrov područja Parka prirode Žumberak – Samoborsko gorje vrlo je raznolik i bogat vrstama, a broji više od tisuću svojti. Ova raznolikost rezultat je kompleksnih utjecaja reljefa, geološke podloge, klime, vodnog režima i mnogih drugih čimbenika okoline. Specifičan geografski položaj između dinarskog, alpskog i panonskog područja omogućava utjecaj flore okolnih prostranstava. Biljne migracije koje su se zbivale u pleistocenskih klimatskih kolebanja također su utjecale na raznolikost današnje flore. Ovdje se dodiruju eurosibirsko – sjevernoameričko i mediteransko područje pa su oba zastupljena svojim tipičnim flornim elementima. Bukove su šume najrasprostranjenije šume Samoborskog gorja (izvor: http://www.park-zumberak.hr/posebni/biologija.html). Najveće površine zauzimaju neutrofilne šume, a na ograničenim i manjim površinama među njima su uklopljene acidofilne

i bazofilne (Vukelić, 2003). Uz bukove šume nalazimo šumske zajednice hrasta medunca i crnog graba, hrasta kitnjaka i običnog graba i hrasta kitnjaka i pitomog kestena (Klepac, 1992).

U sjeverozapadnom dijelu Samoborskog gorja razvija se acidofilna zajednica bukove šume s bekicom povrh zakiseljenih tala te zauzima relativno manje i razbacane površine na vrlo strmim, eroziji izloženim terenima, najčešće čineći enklave unutar zajednice ilirske brdske bukove šume. Zajednica se razvija primarno na silikatnoj litološkoj podlozi ili nastaje sekundarno kao rezultat zakiseljavanja profila povrh karbonatne podloge zbog klimatskih ili antropogenih čimbenika. Na silikatnoj podlozi predstavlja krajnji razvojni stadij vegetacije (Vukelić i sur., 2003). Točno ove strme padine i silikatne stijene Franjić (1994) opisuje kao drugu najvažniju lokaciju cretne breze u Hrvatskoj (Slika17). Slika 18. prikazuje upravo te strme šumske padine kroz koje smo se probijali tijekom terenskog istraživanja.



Slika 17. Stanište cretne breze *(B. pubescens*) na području Samoborskog gorja, neposredno iznad Ludvić potoka (foto: A. Alegro).



Slika 18. Karakterističan izgled strmih padina Samoborskog gorja orijentiranih prema sjeveru, neposredno iznad Ludvić potoka (foto: A. Petković).

3.2.2. Zaštita područja

Park prirode Žumberak obuhvaća 33 300 ha, a zakonom je zaštićen i proglašen 2. lipnja 1999. godine. Osnovni razlog i cilj utemeljenja Parka prirode je zaštita i promoviranje prirodnih te kulturnih ljepota i vrijednosti kraja. Nalazi se na području dviju županija – Zagrebačke i Karlovačke, oko 30 km jugozapadno od Zagreba.

4. MATERIJALI I METODE

4.1. Materijal

4.1.1. Prikupljanje biljnog materijala

Terenska istraživanja provedena su od početka srpnja do kraja listopada 2015. godine. Biljni materijal sakupljen je na jedina dva poznata nalazišta cretne breze u Hrvatskoj, u Botaničkom rezervatu ″Đon Močvar″ kod sela Blatuša na Banovini, koji smo posjetili u dva navrata, te neposredno iznad Ludvić potoka, ispod sela Gradišće u okolici Samobora, koji je posjećen jednom.

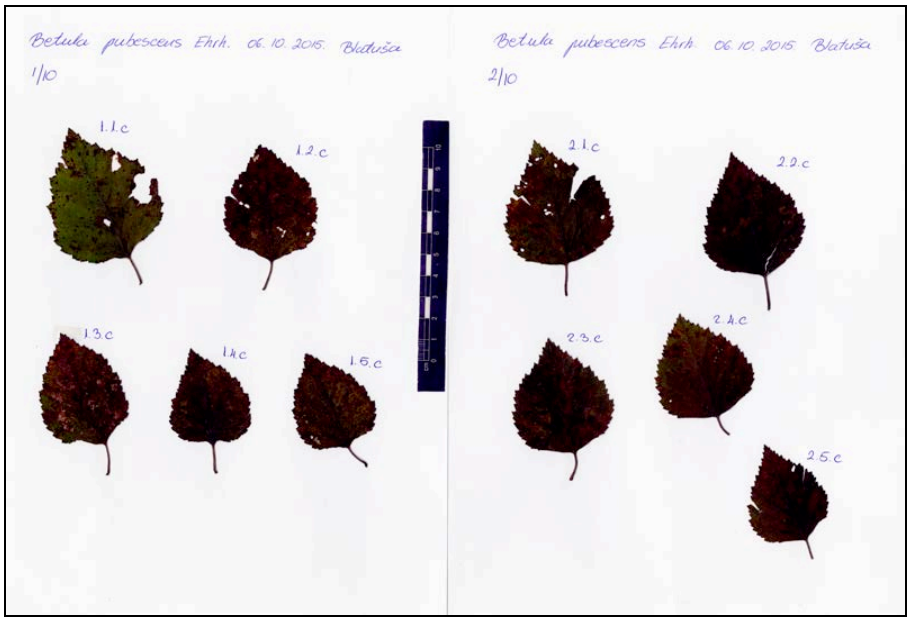
Terenski rad uključivao je bilježenje visine i promjera debla opaženih jedinki cretne i hribridne breze u terensku bilježnicu, fotografiranje te sakupljanje i herbariziranje ubranih listova sa sve tri svojte. Na prvom lokalitetu (Đon Močvar) sa deset jedinki cretne i deset jedinki hibridne breze nasumično je sabrano po pet zdravih listova sa kratkih ogranaka za daljnju morfometriju. Isti postupak ponovljen je s običnom brezom. Na drugom lokalitetu (Ludvić potok) pronađene su tri jedinke cretne breze te je sa svake uzeto po pet listova.

Tijekom prebrojavanja, cretnu i hibridnu brezu obilježili smo s obojenim plastičnim vrpcama (cretnu plavom, hibridnu brezu žutom vrpcom) radi lakšeg uočavanja, ali i upozorenja za zaposlenike Javne ustanove za upravljanje zaštičenim prirodnim vrijednostima Sisačko – moslavačke županije na njihovu prisutnost. Najme, zbog održavanja cretnih površina koje zarastaju, postoji mogućnost da mlade jedinke cretne breze budu pokošene. Također, iz habitusa nekih starijih jedinki breza smo uočili da iz jednog debla izrasta više ogranaka (oko 4-5) što za breze nije karakteristično. Smatram da je uzrok tog razgranatog debla upravo košnja u ranijim stadijima rasta.

4.2. Metode

4.2.1. Obrađivanje biljnog materijala

Sakupljeni biljni materijal (od svake jedinke po pet listova) temeljito je složen na papir A4 formata te označen i numeriran (Slika 19) kako bi bilo preglednije i lakše s njime rukovalo. Listovi su skenirani na herbarijskom skeneru A3 formata za potrebe morfoloških analiza za koje je korišten program ImageJ (ImageJ.app).



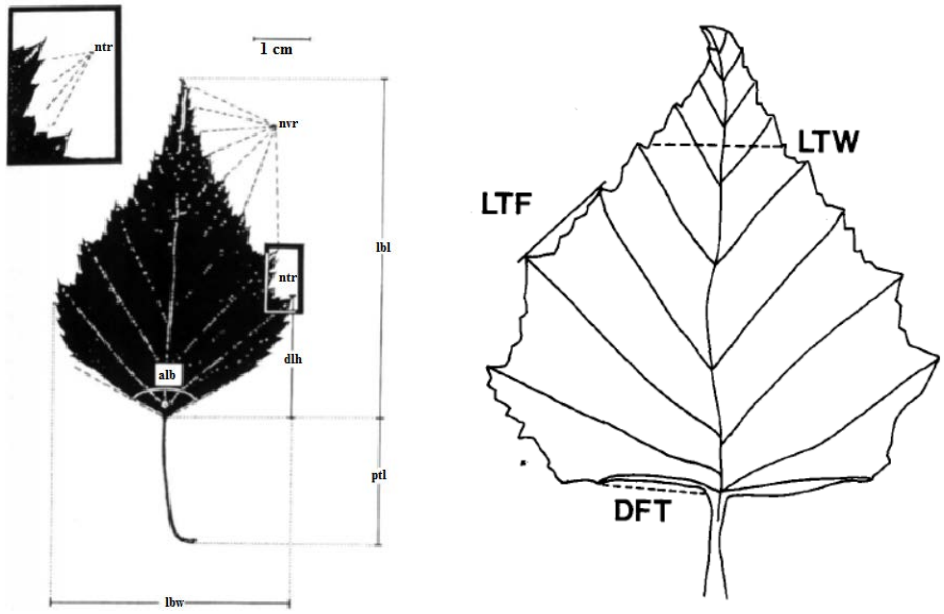
Slika 19. Primjer razvrstavanja listova za daljnju morfometriju pomoću ImageJ programa. (foto: A. Petković)

4.2.2. Morfometrija

Ukupno je analizirano deset značajki listova: površina plojke (LA), duljina peteljke (ptl), duljina plojke (lbl), širina plojke (lbw), udaljenost od baze do najšireg dijela plojke (dlb), kut baze plojke (alb), broj žila s desne strane plojke (nvr), te širina lisnog vrha na ¾ udaljena od baze lista (LTW – Leaf Tip Width), udaljenost između lisne peteljke i prvog lisnog zuba (DFT – Distance from the petiole to the First Tooth) i broj zubaca između treće i četvrte bočne žile (LTF – Leaf Tooth Factor) (Slika 20). Sve značajke listova mjerene su i izražene u milimetrima osim kuta baze plojke (alb) koji je izražen u stupnjevima i broja žila s desne strane plojke za čije rezultate nisu potrebne mjerne jedinice. Prilikom brojanja žila, ukoliko je desna strana plojke bila oštećena brojale su se žile s lijeve strane plojke.

Za razlikovanje svojti breza na temelju razlika u obliku listova korišten je lisni indeks (Atkinson Discriminaant Function - ADF indeks) kojeg su opisali Atkinson i Codling (1986), te se od tada koristi kao standardnan u determinaciji (Wang, 2015). Uvrštavanjem triju varijabli (LTW, DFT i LTF) u jednadžbu (12 x ∑LTF) + (2 x ∑DFT) - (2 x ∑LTW) – 23 dobivaju se rezultati koji ovisno o tome da li su veći ili manji od nule razvrstavaju breze s obzirom na pripadnost određenoj vrsti. Ukoliko je rezultat veći od nule, opisuje jedinku obične, dok rezultat manji od nule opisuje jedinku cretne breze. Rezultati indeksa za hibridnu brezu se očekuju u rasponu između vrijednosti obične i cretne breze.

Izmjerene varijable analizirane su univarijatnim i multivarijatnim statističkim metodama pomoću programa SPSS 22.0.



Slika 20. Mjerena morfološka svojstva listova *Betula pendula*, *Betula pubescens* i *Betula* × *aurata* površina plojke (LA), duljina peteljke (ptl), duljina plojke (lbl), širina plojke (lbw), udaljenost od baze do najšireg dijela plojke (dlb), kut baze plojke (alb), broj žila s desne strane plojke (nvr) (Trinajstić i sur., 2001), širina lisnog vrha na ¾ udaljena od baze lista (LTW), udaljenost između lisne peteljke i prvog lisnog zuba (DFT) i broj zubaca između treće i četvrte bočne žile (LTF = ntr) (Atkinson i Codling, 1986).

4.2.3. Obrada podataka

4.2.3.1. Statistički testovi

Normalnost raspodjele mjerenih varijabli testirana je Kolmogorov-Smirnov testom (Prilog 2.) temeljenom na maksimumu razlike između promatrane i normalne raspodjele kumulativnih frekvencija unutar uzorka, uz nul-hipotezu da se promatrana populacija nalazi u normalnoj raspodjeli. S obzirom da se mjerene varijable ne nalaze u normalnoj raspodjeli za daljnja testiranja statističke značajnosti razlika između mjerenih varijabli korišteni su neparametrijski testovi. Kruskal-Wallis test (Prilog 3.) služi kao neparametrijska verzija analize varijanci, dok je Mann-Whitney testom analizirano da li se mjerene varijable, odnosno njihovi medijani statistički značajno razlikuju (Prilog 4). Kod oba testa nul-hipteza je da ne

postoje razlike između promatranih varijabli. Kao krajnji rezultat tih testova navedena je vjerojatnost s kojom se nul-hipoteza može zadržati.

4.2.3.2. Deskriptivna statistika

Mjerene varijable u rezultatima su prikazane „box-plot“ dijagramima za čiju je interpretaciju važno napomenuti da se sastoje od: središnje linije koja predstavlja medijan (vrijednost koja se u sređenom nizu podataka nalazi točno na sredini), stupca kojeg čine drugi i treći kvartil, linije okomite na stupce koje završavaju minimalnom i maksimalnom vrijednošću te osamljenih slučajeva označenih kružićem (osamljeni slučajevi s vrijednostima 1,5-3 duljine stupca od njegove donje ili gornje granice) ili zvjezdicom (krajnji slučajevi udaljeni preko tri duljine stupca od njegove donje ili gornje granice). Diskriptivni statistički parametri za tri vrste breze priloženi su na kraju rada pod Prilog 1.

4.2.3.3. Multivarijatna statistika

Uvid u cjelovitiju sliku o povezanosti više parametara unutar istraživanja pružaju metode multivarijatne statistike koje kondenziraju velik broj ulaznih varijabli u manji skup novih složenih dimenzija (kanoničkih funkcija) uz minimalni gubitak informacija.

U ovom istraživanju korištena je diskriminatna analiza (DA) koja se provodi kada su skupine definirane *a priori* tj. u analizu se ulazi s prethodno postavljenim grupama. Tom metodom moguće je ispitati strukturu razlika između prethodno definiranih grupa, te je moguće pokazati koja se mjerena svojstva mogu najbolje iskoristiti za razlikovanje grupa. Postupak proizvodi niz diskriminantnih funkcija (tj. onoliko koliko je skupina *a priori* zadano), tzv. Fischerovih linearnih diskriminantnih funkcija na temelju predefiniranih slučajeva, koje se zatim mogu koristiti za određivanje pripadnosti slučajeva kojima grupa nije određena. Fischerovi koeficijenti klasifikacijskih funkcija prikazani su tablično i izravno pokazuju koliko koje svojstvo doprinosi razlikovanju pojedine grupe.

Za obradu i sve statističke analize podataka korišten je programski paket SPSS 22.0.

4.2.4. Determinacijski ključ

Na temelju provedenih morfometrijskih istraživanja listova izdvojene su značajke na temelju kojih je moguće jasno razlikovati istraživane svojte te je na temelju njih sastavljen determinacijski ključ. U njega su uključene svojte *Betula pendula*, *B. pubescens* i *B.* × *aurata* moći lakše determinirati na terenskim istraživanjima.

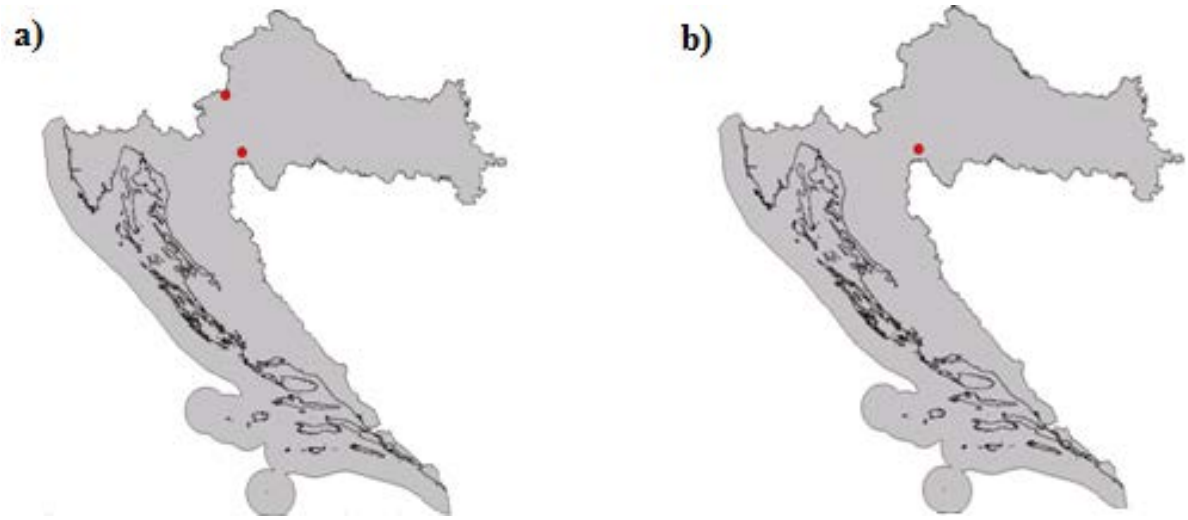
5. REZULTATI

5.1. Rasprostranjenost i veličina populacija

Istraživanje je potvrdilo prisutnost vrste *B. pubescens* u Hrvatskoj na dva lokaliteta. Sveukupnim prebrojavanjem utvrđeno je da je populacija vrste *B. pubescens* u Hrvatskoj izrazito mala te da je ova vrsta ugrožena. Populacija ne području Samoborskog gorja (Ludvić potok) broji svega tri jedinke, dok se na lokalitetu Đon Močvar populacija cretne breze sastoji od 63 jedinke, od kojih je samo mali broj frukticirao (Slika 21a). Hibridna breza, *B.* × *aurata* prisutna je samo na lokalitetu Đon močvar, te broji populaciju od 56 jedinki (Slika 21b). Obje vrste su prisutne samo na istočnom dijelu rezervata Đon Močvar.

5.2. Ugroženost

Prema broju lokaliteta, veličini populacija i ugroženosti staništa ocijenjenih prema IUCN kriterijima svojte *B. pubescens* i *B.* × *aurata* mogu se smatrati kritično ugroženim – CR.

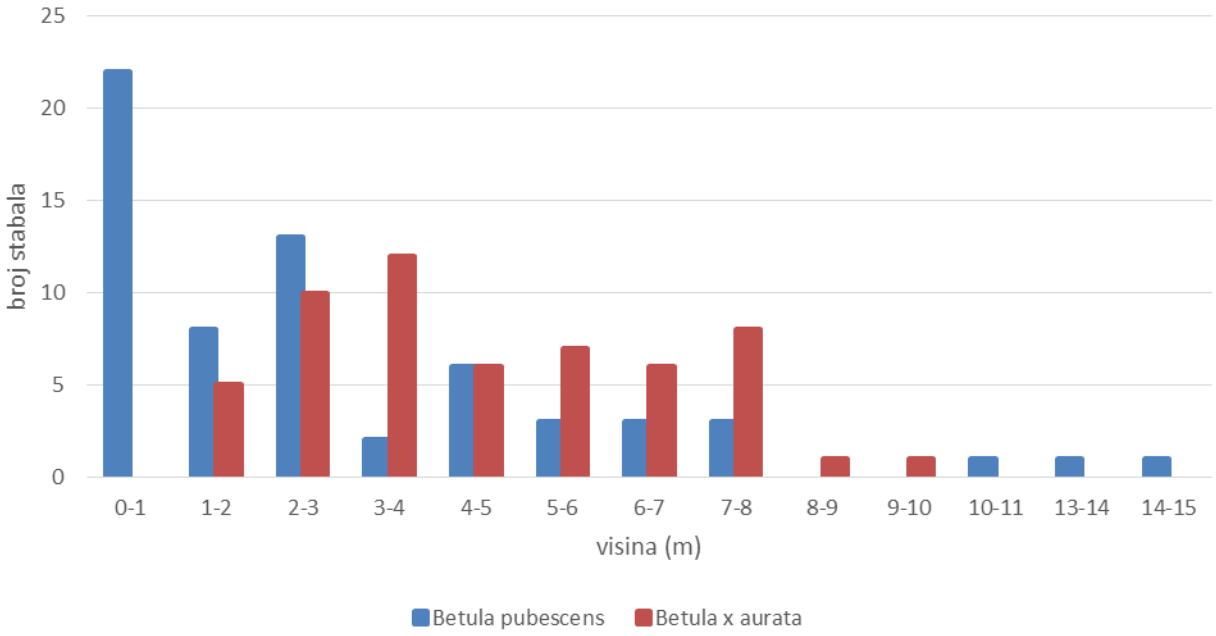


Slika 21. a) Lokacije cretne breze (*Betula pubescens*) i **b)** hibridne breze (*Betula* × *aurata*) na području Hrvatske.

5.3. Dobna struktura

Rezultati mjerenja visine stabala svojti *B. pubescens* i *B.* × *aurata* prikazani su u grafu 1. Ova analiza dobne strukture pokazala je da da najveći broj jedinki hibridne breze varira u visini od 3 - 4 m što bi se moglo pripisati starosnoj dobi od 3 - 5 god. prema podacima dobivenim u istraživanju provedenom u Irskoj (Nieuwenhuis i Barrett, 2002). Najveći broj

jedinki vrste *B. pubescens* niže su od 1 m, što znači da bi broj jedinki bi prema analogiji bio star oko dva do tri mjeseca (Slika 22.). No određivanje starosti stabala na osnovu njegove visine ovdje moramo uzeti s oprezom, budući da obje vrste rastu na siromašnom staništu, a višegodišnja promatranja creta (Alegro i Šegota, neobjavljeno) ukazuju na vrlo spori rast, pogotovo mladih stabalaca.



Slika 22. Distribucija visine stabala *B. pubescens* i *B.* × *aurata* s lokaliteta Đon Močvar.

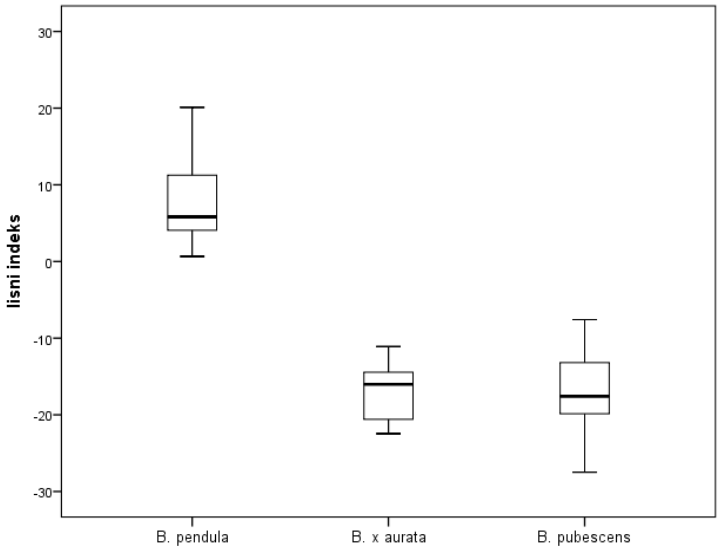


Slika 23. Primjerak mlade jedinke cretne breze (*B. pubescens*) na području botaničkog rezervata Đon Močvar (foto: A. Petković).

5.4. Morfološke značajke listova

5.4.1. ADF lisni indeks

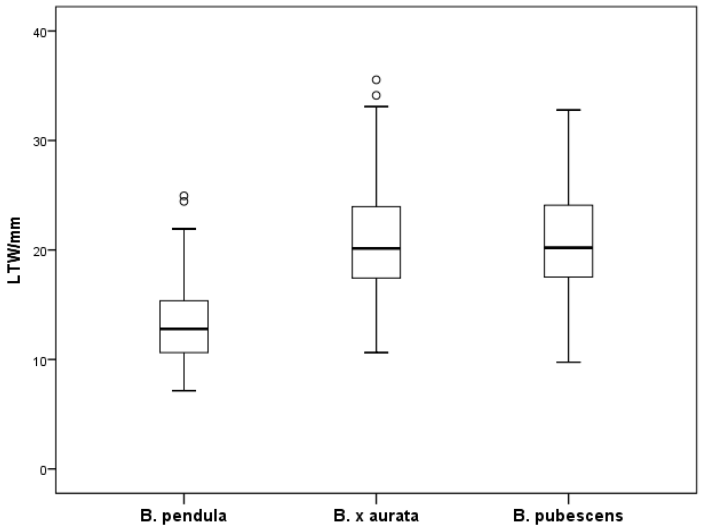
Rezultati analize ADF indeksa za *B. pendula* kreću se između 0,654 i 11,254 dok su za *B. pubescens* između -27,494 i -2,206. Iz ovih rezultata vidimo da nema nikakvih preklapanja i da je ova metoda jasno odvojila običnu od cretne breze. Rezultati za *B.* × *aurata* variraju između -22,45 i -11,082 i u potpunosti se uklapaju u raspon razultata *B. pubescens*.



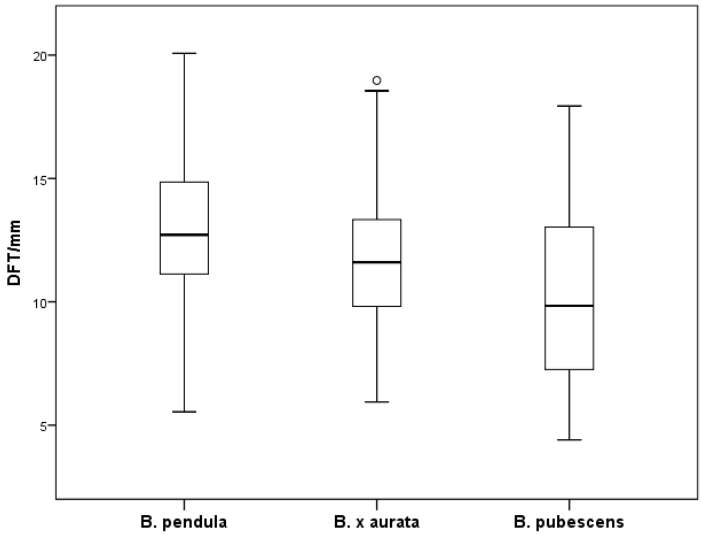
Slika 24. Usporedba raspona srednjih vrijednosti ADF lisnog indeksa uzorkovanih breza.

Za izračun ADF indeksa korišteni su podaci dobiveni mjerenjem širine lisnog vrha na tri četvrtine udaljenosti od vrha baze lista (LTW), udaljenost u milimetrima između lisne peteljke i prvog lisnog zuba (DFT) te broj zubaca između treće i četvrte bočne žile (LTF). Njihove usporedbe priložene su na slikama 25, 26 i 27. Statistički najznačajniji rezultati su rezultati za širinu lista na tri četvrtine udaljenosti od vrha baze lista na temelju kojih se *B. pendula* razlikuje od ostave dvije vrste. Za *B. pendula* ovaj podatak iznosi 13,588 mm, dok je za *B. pubescens* 20,680 mm te za *B.* × *aurata* 21,187 mm. Iz ovih rezultata možemo uočiti razliku u obliku listova navedenih breza. Uža širina lisnog vrha kod obične breze opisuje oštar i izdužen lisni vrh koji je karakterističan za listove *B. pendula*, dok rezultati za cretnu i hibridnu brezu u prosjeku prelaze 20 mm, što opisuje njihov okruglastiji vrh listova. Udaljenost između lisne peteljke i prvog lisnog zuba ima najveće raspone rezultata za sve tri vrste, dok im srednje vrijednosti iznose 13,085 mm za *B. pendula*, 10,372 mm za *B. pubescens* i 11,480 mm za *B.* × *aurata*. Rezultati za broj zubaca između treće i četvrte bočne žile za sve tri vrste imaju sličan iznos te iznose 2,12 kod hibridne, 2, 523 kod cretne i 2,653

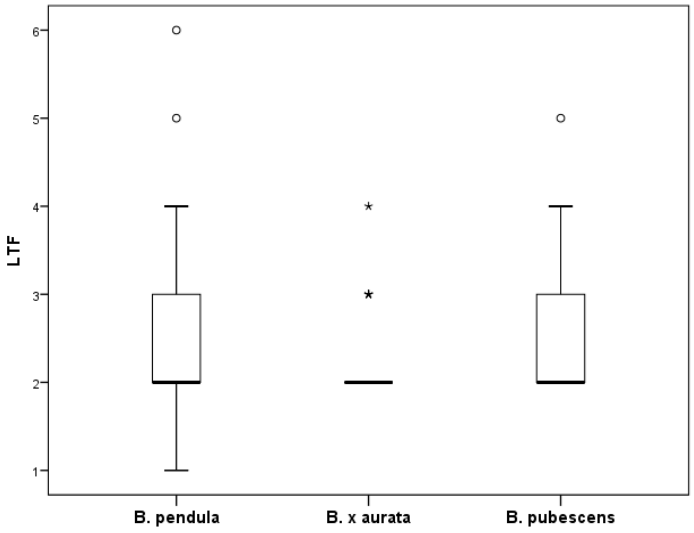
kod obične breze. Međutim, razlikuju se u rasponu tih vrijednosti te tako kod obične breze možemo pronaći od jednog do šest zubaca što možemo pripisati karakteristici dvostruko nazubljenog lisnog ruba. Kod cretne i hibridne breze taj raspon se kreće od dva do četiri za hibridnu i taj je broj uglavnom oko dva zupca, te dva do pet za cretnu brezu koja ima blagu tendenciju prema rezultatima većim od dva. Iz Priloga 4 možemo uočiti da su DFT i LTF statistički značajno različiti među vrstama.



Slika 25. Grafička usporedba raspona srednjih vrijednosti za širinu lisnog vrha na tri četvrtine udaljenosti od vrha baze lista (LTW) uzorkovanih breza.



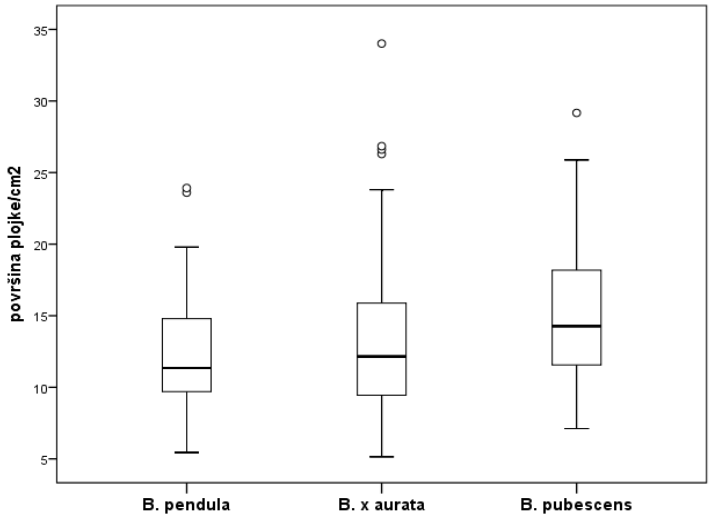
Slika 26. Grafička usporedba raspona srednjih vrijednosti za udaljenost između lisne peteljke i prvog lisnog zuba (DFT) uzorkovanih breza.



Slika 27. Grafička usporedba raspona srednjih vrijednosti za broj zubaca između treće i četvrte bočne žile (LTF) uzorkovanih breza.

5.4.2. Površina plojke (LA)

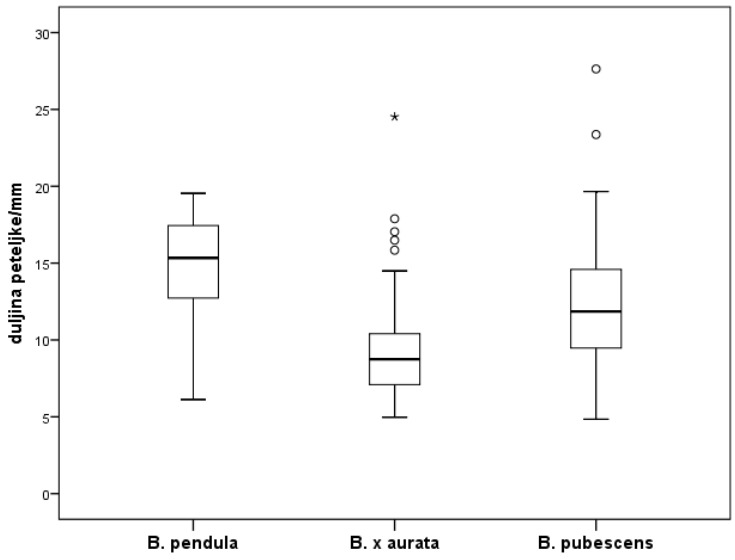
Iz rezultata dobivenih računanjem srednje vrijednosti površine plojke lista vidimo da su listovi *B. pendula* najmanjih dimenzija te površina iznosi 12,506 mm². Površina *B. pubescens* iznosi 15,253 mm² s lokacije Đon močvar i 14,408 mm² iz Samoborskog gorja, dok im je srednja vrijednost rezultata 14,830 mm^2. Rezultati dobiveni za *B.* × *aurata* nalaze se između navedenih rezultata te iznose 13,626 mm². Površina plojke ne čini statističi značajnu razliku između obične i hibridne breze, dok *B. pubescens* na temelju ove varijable statistički odstupa od ostale dvije vrste.



Slika 28.. Usporedba raspona srednjih vrijednosti površina plojki (LA) uzorkovanih breza.

5.4.3. Duljina peteljke (ptl)

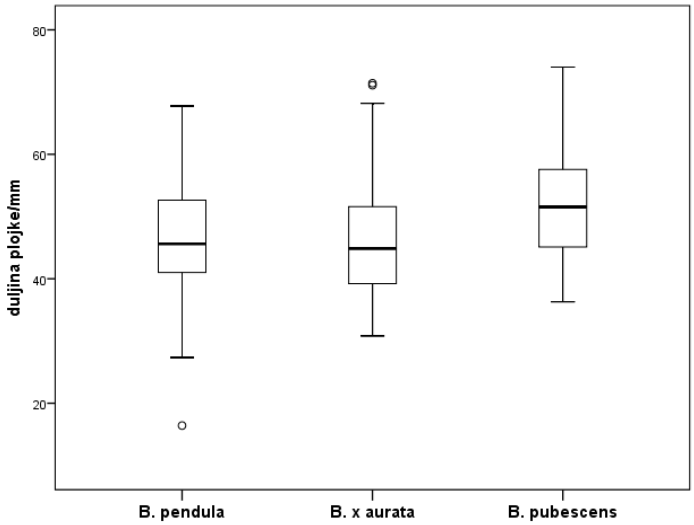
Duljina peteljki listova *B. pendula* varira između 6,1 mm i 19,5 mm dok je dobivena srednja vrijednost 14,675 mm. Ako ju usporedimo sa srednjim vrijednostima koje navodiTrinajstić (2001), čiji rezultati za duljinu peteljki *B. pendula* iz Gorskog kotara iznose oko 17-18 mm možemo reći da su naši rezultati ispod tog prosjeka. Duljina peteljki za vrstu *B. pubescens* iznosi 12,131 mm. Srednja vrijednost duljine peteljki kod *B.* × *aurata* iznosi 9,619 mm čime ju ova morfološka značajka čini sličnijom cretnoj brezi. Duljina petejke predstavlja statistički značaju razliku na temelju koje se sve tri ispitane vrste mogu međusobno razlikovati.



Slika 29. Usporedba raspona srednjih vrijednosti duljina peteljki (ptl) uzorkovanih breza.

5.4.4. Duljina plojke (lbl)

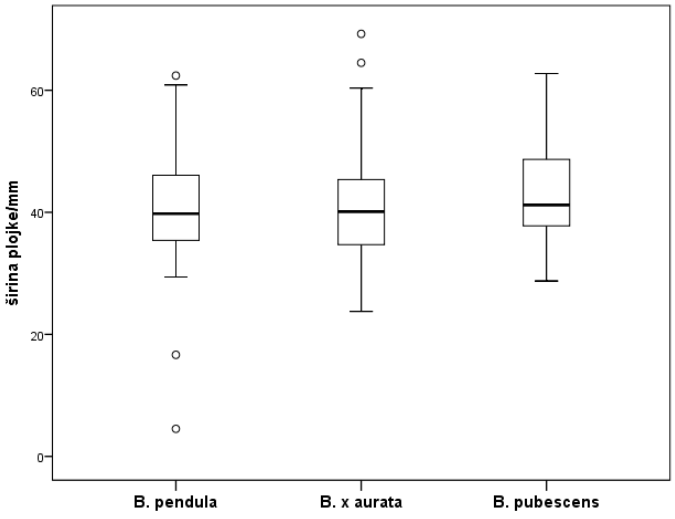
Srednja vrijednost duljine plojke kod vrste *B. pendula* iznosi 46,060 mm, dok je ta vrijednost za vrstu *B.* × *aurata* 46,741 mm. Duljina plojke vrste *B. pubescens* je 51,546 mm. Iz slike 8. vidimo da se duljine plojki za sve tri vrste uglavnom poklapaju te da rezultati variraju u sličnim vrijednostima, osobito za običnu i hibridnu brezu. Međutim, *B. pubescens* se na temelju ove varijable statistički značajno razlikuje od ostale dvije vrste, dok to nije slučaj kod vrsta *B. pendula* i *B.* × *aurata*.



Slika 30. Usporedba raspona srednjih vrijednosti za duljinu plojke (lbl) uzorkovanih breza.

5.4.5. Širina plojke (lbw)

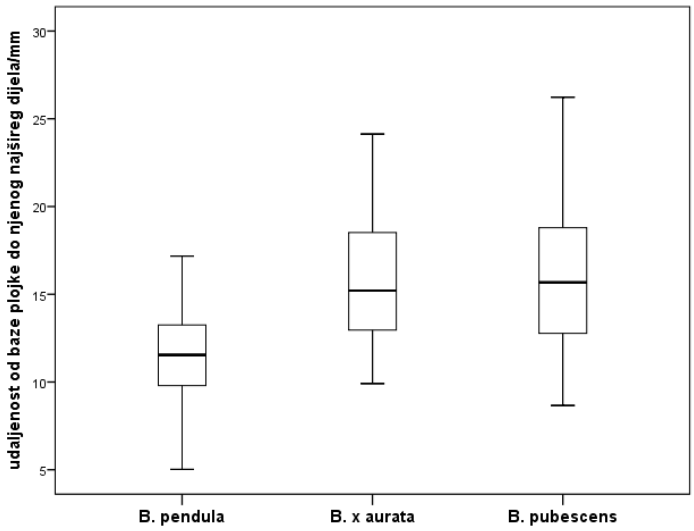
Najširi dio plojke kod *B. pendula* iznosi 40,321 mm. Ta vrijednost za *B. pubescens* je 43,293 mm dok je za *B.* × *aurata* 41,165 mm. Kao i kod duljine plojke, rezultati širine plojke kod sve tri vrste variraju u sličnom rasponu vrijednosti, dok *B. pubescens* s nešto većim rezultatom čini statistički značaju razliku od obične i hibridne breze. Ova morfološka osobina listova kod hibridne breze pokazuje najveći raspon vrijednosti te joj se rezultati kreću od 23,750 mm do 69,247 mm širine plojke. Rasponi vrijednosti širine plojke kod cretne i obične breze su nešto manji i konstantniji s manjim odstupanjima kod vrste *B. pendula*.



Slika 31. Usporedba raspona srednjih vrijednosti za širinu plojke (lbw) uzorkovanih breza.

5.4.6. Udaljenost od baze do najšireg dijela plojke (dlb)

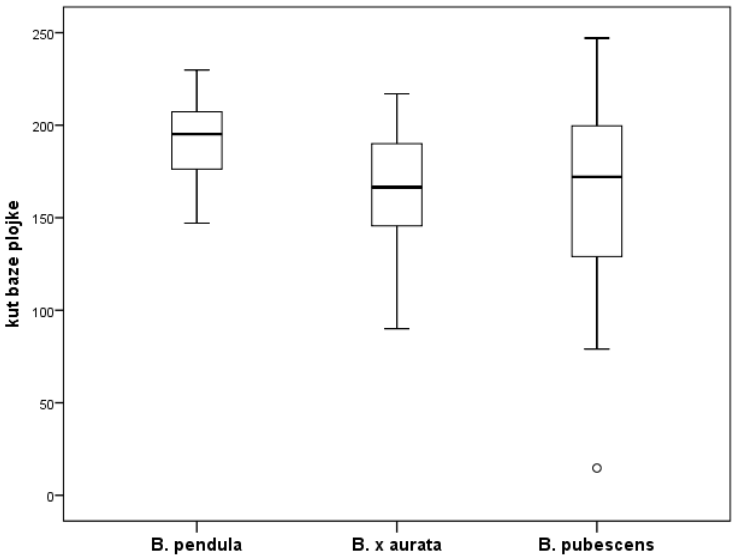
Najširi dio plojke kod *B. pendula* udaljen je od baze svega 11,426 mm. Kod *B. pubescens* ta udaljenost iznosi 15,926 mm. Udaljenost od baze do najšireg dijela plojke kod *B.* × *aurata* je 16,006 mm. Svojim odstupanjem *B. pendula* čini statistički značajnu razliku od cretne i hibridne breze. Iz ovih rezultata možemo uočiti razliku u obliku listova zbog čega listovi hibridne i cretne breze imaju okruglastiji, a obična breza ušiljeniji oblik listova. Na slici 32 može se jasno uočiti razlika cretne i hibridne od obične breze na temelju ove značajke.



Slika 32. Usporedba raspona srednjih vrijednosti za udaljenosti od baze do najšireg dijela plojke (dlb) uzorkovanih breza.

5.4.7. Kut baze plojke (alb)

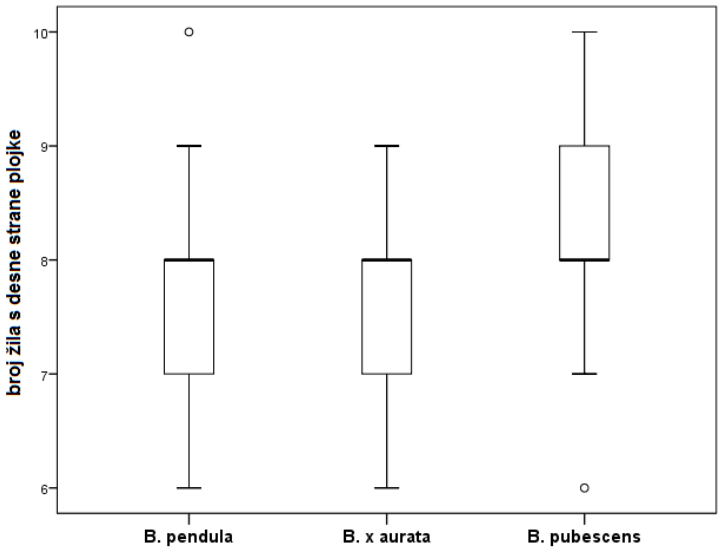
Iz dobivenih rezultata te izračunatih srednjih vrijednosti kuta baze plojke vidimo da plojka *B. pendula* zatvara najveći kut od 192,238° te da rezultati variraju u rasponu od 150° do 230° za razliku od ostale dvije vrste, kod kojih je srednja vrijednost kao i donji raspon rezultata u nižim vrijednostima. Iako *B. pubescens* i *B.* × *aurata* imaju približno sličnu srednju vrijednost stupanj kuta baze plojke koji iznose 163,702° za cretnu i 165,306° za hibridnu brezu, ipak uočavamo razlike, jer je raspon rezultata za cretnu brezu dosta veći od raspona rezultata hibridne breze. Ipak, ova ne razlikuje vrste *B. pubescens* i *B.* × *aurata*, dok se vrsta *B. pendula* statistički značajno razlikuje od ostale dvije svojte.



Slika 33. Usporedba raspona srednjih vrijednosti za kut baze plojke (alb) uzorkovanih breza.

5.4.8. Broj žila s desne strane plojke (nvr)

Srednja vrijednost broja žila kod *B. pendula* iznosi 7,64, kod *B. pubescens* 8,15, a kod hibridne breze 7,68. Iako se sve srednje vrijednosti kreću oko 8, iz slike 34 . se može uočiti da za običnu i hibridnu brezu taj broj varira prema nižim vrijednostima te ova morfološka osobina lista predstavlja sličnost među nijma. Kod cretne breze se uglavnom pojavljuje veći broj žila na lisnoj plojci i ova varijabla čini razliku na temelju koje se *B. pubescens* statistički značajno razlikuje od ostale dvije vrste.



Slika 34. Usporedba raspona srednjih vrijednosti za broj žila s desne strane plojke (nvr) uzorkovananih breza.

Ukoliko se pozovemo na Prilog 4. te usporedimo sve morfološke karakteristike mjerene za *B. pendula*, *B. pubescens* i *B.* × *aurata* možemo zaključiti sljedeće:

- *B. pendula* i *B.* × *aurata* ne razlikuju se s obziorm na površinu lisne plojke, njenu duljinu i širinu, te broj žila na lisnoj plojci. Sve ostale mjerene značajke statistički su značajno različite.
- *B. pendula* i *B. pubescens* statistički se značajno razlikuju na temelju svih mjerenih morfoloških značajki lista.
- *B. pubescens* i *B.* × *aurata* ne razlikuju se na temelju udaljenosti lisne baze do prvog lisnog zuba, širini lisnog vrha na ¾ udaljenosti od lisne baze te kuta baze plojke. Sve ostale mjerene varijable čine statistički značajne razlike na temelju kojih se ove dvije vrste razlikuju.

5.5. Multivarijantna statistika (Diskriminantna analiza)

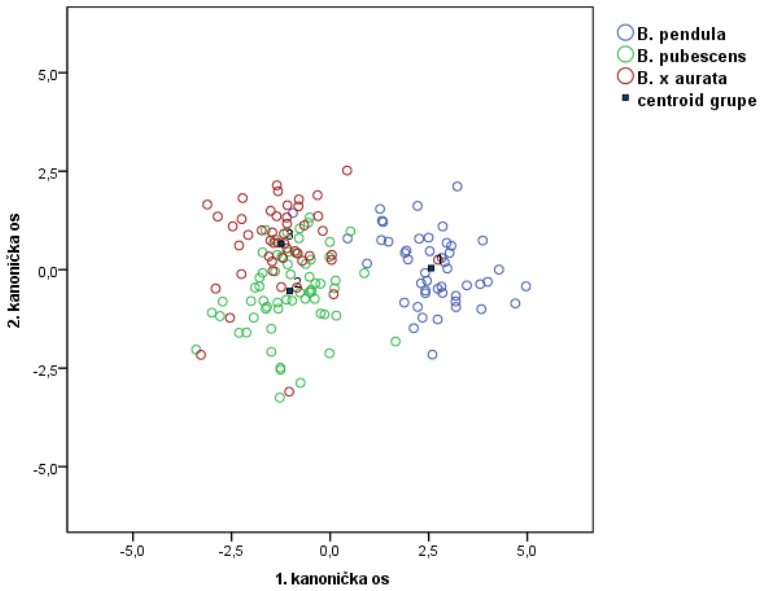
U diskriminantnu analizu uključene su sve mjerene morfološko značajke lista. Iz tablice 2 vidljivo je da je prva kanonička diskriminacijska os tumači 92% varijabilnosti uzorka, dok je preostalih 8% u korelaciji s drugom osi.

Tablica 2. Svojstvene vrijednosti i postoci protumačene varijabilnosti uzorka na temelju prvih dviju kanoničkih diskriminantnih osi.

Diskriminantna os	Svojstvena vrijednost	% od varijacije	Kumultivni %	Kanoničke korelacije
1	2,931	92,0	92,0	0,863
2	0,254	8,0	100,0	0,450

Na ordinacijskom grafu (slika 35) vidlivo je jasno odvajanje vrste *B. pendula* od ostale dvije vrste, te preklapnaje vrsta *B. pubescens* i *B.* × *aurata* što upućuje na njihovo teško jednoznačno razlikovanje na temelju morfometrije lista. Korelacija mjerenih morfoloških značajki s diskriminantnim osima (tablica 3), te postotak protumačene varijabilnosti pokazuje da se duž x osi jasno razlikuje vrsta *B. pendula* od ostale dvije. Njihovom razlikovanju najviše pridonose značajke širine lisnog vrha na ¾ udaljenosti od baze plojke i udaljenost od baze do

najšireg dijela plojke, dok je razlikovanje svojti *B. pubescens* i *B.* × *aurata* relativno nejasno duž y osi, a naviše mu doprinose značajke dužine peteljke i duljine plojke.



Slika 35. Ordinacijski graf diskriminantne analize za promatrane svojte breza na temelju mjerenih morfoloških varijabli lista.

Tablica 3. Korelacije mjerenih morfoloških značajki lista breze s kanoničkim diskriminantnim osima.

	Funkcija	
	1	2
LTW	-0,442	-0,021
Dlb	-0,344	-0,014
Alb	0,214	0,072
Ptl	0,265	-0,483
Lbl	-0,091	-0,443
DFT	0,183	0,302
Lbw	-0,054	-0,238

Morfološke značajke koje najviše pridonose odavjanju pojedinih vrsta određene su na temelju Fischerovih diskriminantnih funkcija (tablica 4). Za vrstu *B. pendula* značajne su najveće vrijednosti za dužinu peteljke, udaljenost peteljke do prvog lisnog zuba, te najmanja vrijednost za širinu lisnog vrha na ¾ udaljenosti od baze plojke, te se prema njima odvaja od preostale dvije svojte. Za vrstu *B. pubescens* značajna je najmanja vrijednost za duljinu peteljke, te najveća vrijednost za duljinu plojke, dok se hibrid *B.* × *aurata* ističe najvišim rezultatom za duljinu plojke i najnižim za udaljenost od peteljke da prvog lisnog zuba.

Tablica 4. Koeficijenti Fischerovih linearnih diskriminantnih funkcija.

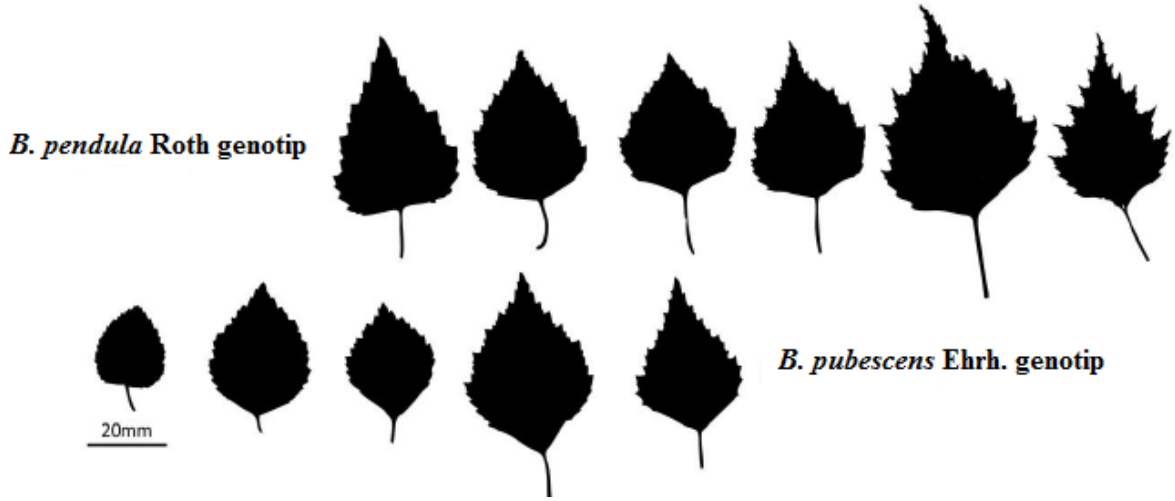
	Vrste		
	B. pendula	*B.* × *aurata*	*B. pubescens*
Ptl	0,973	0,336	0,191
Lbl	0,320	0,539	0,392
Lbw	-0,286	-0,459	-0,495
Dlb	1,745	1,897	2,199
LTW	-0,953	-0,082	-0,050
DFT	1,687	0,567	0,856
Alb	0,322	0,286	0,295
(Konstanta)	-55,217	-47,597	-47,472

5.6. Determinacijski ključ

Na osnovi morfoloških razlika koje se temelje na obliku lista i dlakavosti istih predložen je sljedeći determinacijski ključ za vrste roda *Betula* u Hrvatskoj:

Listovi trokutasti, dvostruko pilasto nazubljeni te ušiljenog lisnog vrha, unutrašnji kuta baze plojke uglavnom oko 180° ili više, listovi tanki i glatki.....***B. pendula*** **Roth**

Listovi trokutasti, ali finijeg i oblijeg lisnog ruba nego kod *B. pendula*, pilasto nazubljeni te šireg lisnog vrha, unutrašnji kut baze plojke oko 180°, ali uglavnom manji, listovi dlakavi, mesnati te u pravilu većih dimenzija od listova *B. pendula*..... ***B. pubescens*** **Ehrh.**



Slika 36. Prikaz genotipova listova vrsta *B. pendula* i *B. pubescens* iz kojega se može vidjeti količina varijacija u obliku (Wang, 2015).

S obzirom da postoji velika sličnost u morfologiji listova između *B. pubescens* i *B.* × *aurata*, determinacijski ključ nije bilo moguće napisati u klasičnom obliku. Prilikom detremininranja ove dvije svojte bitno je imati na umu da pronađena jedinka za koju se smatra da je hibridna breza ne mora nužno biti hibrid, već postoji mogućnost da je varijitet od *B. pubescens*. Da bi se razlike između svojti što bolje uočile, potrebno je sabrati veći broj listova, te na temelju rezultata srednje vrijednosti uspoređivati vrste.

***Betula* × *aurata* Borkh.** ima dlakave listove, ako ne i dlakavije od *B. pubescens,* međutim ti listovi su u pravilu manjih dimenzija dok im je i oblik dosta zaobljeniji te u većini slučajeva gube trokutastu strukturu koju možemo pronaći kod ostale dvije svojte. Jedna od najuočljivijih morfoloških razlika je dužini peteljke, ali da bi ona bila validno razlikovno svojsto potrebno je uzorkovati više listova te na temeju srednje vrijednosti zaključiti o kojoj se svojti radi. Naime, ukoliko srednja vrijednost dužine peteljke od npr. 20 uzorkovanih listova iznosi manje od 10 mm, radi se o svojti *B.* × *aurata*. Vrijednost veća od 10 mm dužine petejke opisuje vrstu *B. pubescens.* Još dva morfološka svojstva koja se mogu iskoristiti za determinaciju cretne i hibridne breze su broj žila na plojci i broj zubaca između treće i četvrte žile. Princip je isti, uzorkuje se više listova kako bi rezultat srednje vrijednosti bio što vjerodostojniji. Ukoliko se broj žila kreće oko 7 - 7,5 može se smatrati da listovi pripadaju hibridnoj brezi, dok rezultat iznad 8 opisuje cretnu brezu. Ovu morfološku osobinu možemo povezati s veličinom plojke koja je kod vrste *B. pubescens* primjetno veća. Raspon broja zubaca između treće i četvrte bočne žile kod svojte *B.* × *aurata* iznosi od dva do četiri, međutim ipak se u većini slučajeva taj broj kreće oko dva (u našem istraživanju samo je jedan

list imao četiri zubca, dok je njih četiri imalo po tri zubca; veličina uzorka 50 listova). Iako se i kod vrste *B. pubescens* ova morfološka osobina kreće oko dva zubca, raspon je veći te tako možemo pronaći listove koji mogu imati i do pet zubaca među žilama. Iz toga možemo zaključiti, ukoliko rezultat srednje vrijednosti broja zubaca između žila iznosi približno okruglom broju dva radi se o hibridnoj brezi, međutim ako taj broj prelazi rezultat od 2,5 proučavana vrsta je cretna breza.

6. RASPRAVA

Tijekom istraživanja cretne breze (*Betula pubescens*) 2015. godine određena je veličina njene populacije koja broji 63 jedinke na području botaničkog rezervata Đon Močvar (Banovina) te tri jedinke na području Samoborskog gorja, pokraj sela Gradišće, neposredno iznad Ludvić potoka. Dosadašnja istraživanja nisu obuhvatila prebrojavanje jedinki ove vrste jer su bila usmjerena na neke druge aspekte floristićkih ili vegetacijskih istraživanja staništa, te su samo upozoravala na prisutnost ove vrste. Na temelju analize dobne strukture utvrđeno je da je populacija cretne breze na području Đon Močvara izrazito mlada te da dominiraju jedinke čija visina ne prelazi 3 m. Kako su mlađe jedinke pronađene uglavnom unutar zaraslih cretnih površina (površine koje obrašćuje trava beskoljenka – *Molinia coerulea*/*arundinacea*) postoji realna mogućnost da uz intenzivan brojački napor na terenu, sve jedinke ipak nisu prebrojane i popisane. Iz ovih rezultata možemo uočiti da je popuacija cretne breze na područje Đon Močvara u procesu samoobnavljanja, što se ne bi moglo reći za popuaciju cretne breze kod Ludvić potoka, gdje su promađene svega tri jedinke čije se visine kreću oko 15 m i ukoliko ne dođe do usijavanja novih mladih jedinki, postoji mogućnost da u izvjesnom vremenskom periodu ova vrsta nestane s ovoga lokaliteta. Usijavanje novih jedinki je ograničeno i nepovoljnim prilikama na staništu, kao što su vrlo veliki nagib šumske padine, kao i relativno gust sklop krošanja, što ne odgovara brezama s fotofilnim klijancima.

Istraživanje je potvrdilo prisutnost hibridne svojte (*Betula* × *aurata*), križanca između vrsta *B. pendula* i *B. pubescens*, čija popuacija na području Đon Močvara broji 56 jedinki te je u Hrvatskoj prisutna samo na toj lokaciji. Mlade jedinke hibridne breze nismo pronaši, a prosječna visina je 3-4 m. S obzirom na ove izrazito male populacije cretne i hibridne breze, određen je stupanj ugroženosti prema IUCN-u, te se obje svojte mogu smatrati kritično ugroženima.

Lisni indeks temeljen na tri morfometrijske karakteristike listova, poznat kako ADF (Atkinson Discriminant Function) (Atkinson i Colding, 1986) pokazao se kao iznimno učinkovit za jasno razlikovanje vrsta *B. pendula* i *B. pubescens*. Zbog velike morfološke sličnosti listova svojti *B.* × *aurata* i *B. pubescens* rezultati ADF lisnog indeksa se preklapaju, međutim hibridna breza je pokazala dosta uži raspon vrijednosti za razliku od cretne breze koja ima veći stupanj plastičnosti listova. No, ovaj indeks nije ni predložen kako metoda

pomoću koje bi se cretna i hibridna breza mogle razlikovati, ali je ipak pokazao da hibridna breza po morfologiji listova više sliči cretnoj nego običnoj brezi.

Iz analize deset morfometrijskih značajki listova, dale su se uočiti neke razlike između svojti *B. pendula, B. pubescens* i *B.* × *aurata*. Kao što je bilo i za očekivati, najveća odstupanja se mogu uočiti između vrijednosti *B. pendula* s jedne strane te vrijednosti za svojte *B. pubescens* i *B.* × *aurata* s druge strane. U većini slučajeva, vrijednosti koje se odnose na dimenzije lisne plojke (LTW, DFT, LA, lbl, lbw, dlb i alb) pokazale su da su listovi cretne i hibridne breze većih dimenzija od listova obične breze. Ako se oni detaljnije analiziraju iz njih se može uočiti ne samo razlika u veličini, već i u obiku lisne plojke. Plojka vrste *B. pendula* ima dosta uži lisni vrh (LTW) od ostale dvije vrste, širina plojke pri bazi (DFT) je veća, dok je udajenost od baze do najšireg dijela plojke (dlb) znatno manja nego kod svojti *B. pubescens* i *B.* × *aurata*. Iz ovih podataka je jasno da obična breza ima ušiljeni, piramidalni oblik lisne plojke. Za ostale dvije vrste širina lisnog vrha (LTW) je veća, donji dio plojke (DFT) je kraći, a udaljenost od baze do najšireg dijela plojke (dlb) mjeri 1/3 cijele dužine plojke. Ovi podaci opisuju kraću lisnu plojku okruglastijeg oblika. Ipak, bez obzira na oblik plojke, gledajući podatke o veičini površine (LA), te dužini (lbl) i širini (lbw) plojke srednja vrijednost rezultata je pokazala da *B. pubescens* posjeduje najveću dimenziju listova.

Kut baze plojke (alb) pokazao se također kao važna osobina na temelju koje se *B. pendula* razlikuje od svojti *B. pubescens* i *B.* × *aurata*, pri čemu ona zatvara kut baze plojke za 30° više od ostale dvije vrste. Ipak, standardna devijacija koja se odnosi na rezultate kuta baze plojke za cretnu i hibridnu brezu izrazito je visoka što govori da je ova osobina izrazito varijabilna i da su rasponi rezultata veliki. Nešto manja odstupanja, ali ipak ne zanemariva, pokazuje duljina peteljke (ptl) koja kod vrste *B. pendula* ima najveću dužinu dok je kod vrste *B.* × *aurata* najkraća. Ovo je jedina morfološka osobina koja značajnije odvaja vrstu *B.* × *aurata* od od vrste *B. pubescens*, s kojom dijeli sličnost u skoro svim dimenzijama lista.

Najstabilnije i očigledno strogo genetski kontrolirano svojstvo kod sve tri svojte je broj žila (nvr) i broj zubaca između treće i četvrte bočne žile (LTF). Srednja vrijednost broja zubaca za *B. pendula* iznosi 2,653, za *B. pubescens* 2,523 dok je za *B.* × *aurata* 2,12. Broj žila se kod sve tri svojte kreće oko sedam i osam ovisno naravno o veličini plojke. Ovi podaci se poklapaju s rezultatima dobivenim u istraživanju Trinajstića i sur. (2001) gdje su se ispitivale razlike između listova dvaju tipova izbojaka obične breze, kao i sa rezultatima dobivenim u

istraživanju Kovačić i Šimić (2001). Razlika je jedino u tome što su oni prilikom istraživanja prebrojavali zubce između druge i treće bočne žile.

Na temelju dobivenih rezultata, predložen je determinacijski ključ za razlikovanje istraživane tri vrste. Iskorištene su osnovne morfološke razlike, razlike u obliku listova, dlakavost, odnosno odsutnost dlakavosti listova. Problem predstavlja izrada determinacijskog ključa za razlikovanje *B. pubescens* i *B.* × *aurata* zbog njihove izrazito velike sličnosti.

S obzirom da je cretna breza (*B. pubescens*) glacijalni relikt na području Hrvatske koja predstavlja njen najjužniji areal, preporuča se daljnji monitoring kako bi se pratile promjene u veličini populacija kako cretne tako i hibridne (*B.* × *aurata*) breze u cilju očuvanja biološke raznolikosti. Kao što je već i predloženo od strane Alegra i Šegote (2008) bilo bi dobro provesti genetička i citološka istraživanja ove dvije svojte na području Đon Močvara, kako bi se razjasnili njihovi srodstveni odnosi.

7. ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata istraživanja cretne i hibridne breze ne području Hrvatske, mogu se donijeti sljedeći zaključci:

1. Utvrđena je recentna rasprostranjenost cretne breze (*B. pubescens*) u Hrvatskoj te ju nalazimo na dvije lokacije: botanički rezervat Đon Močvar kod sela Blatuše, te na području Samoborskog gorja u neposrednoj blizini Ludvić potoka.
2. Veličina populacija cretne breze (*B. pubescens*) iznosi 63 jedinke na području botaničkog rezervata Đon Močvar i tri jedinke na području Samoborskog gorja.
3. Utvrđeno je postojanje hibridne svojte (*Betula* × *aurata*) između cretne (*B. pubescens*) i obične breze (*B. pendula*), te veličina njene populacije koja iznosi 56 jedinki na području botaničkog rezervata Đon Močvar.
4. Procijenjen je status ugroženosti za svojte *B. pubescens* i *B.* × *aurata* prema kriterijama IUCN-a te se ove dvije vrste mogu smatrati kritično ugroženim svojtama – CR.
5. Utvrđene su morfološke razlike u građi listova cretne (*B. pubescens*), obične (*B. pendula*) te hibridne breze (*B.* × *aurata*). Kao najznačajnije značajke za razlikovanje roditeljskih vrsta izdvojili su se kut baze plojke (alb), udaljenost od baze do najšireg dijela plojke (dlb) te širina lisnog vrha na tri četvrtine udaljenosti od baze plojke (LTW). Hibridna breza se morfološki vrlo slabo razlikuje od cretne breze, te je za njeno razlikovanje od cretne breze potrebno usporediti barem 20-ak listova.
6. Na osnovi morfoloških razlika temeljenih na obliku listova te dlakavosti listova i izbojaka predložen je determinacijski ključ za razlikovanje svojti roda *Betula* u Hrvatskoj.

8. LITERTURA

Alegro A. (2002): Vegetacija Hrvatske. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

Alegro A., Šegota V. (2008): Florističke i vegetacijske značajke botaničkog rezervata ″Đon močvar″ u Blatuši. Zagreb.

Atkinson M.D., Codling A.N. (1986): Short Notes: A reliable method for distinguishing *Betula pendula* and *B. pubescens*. Watsonia. 16, 75-76.

Atkinson M.D. (1992): *Betula pendula* Roth (*B. verrucosa* Ehrh.) and *B. pubescens* Ehrh. Jurnal of Ecology. 80, 837-870.

Atkinson M.D., Jervis A.P., Sangha R.S. (1997): Discrimination between *Betula pendula*, *Betula pubescens*, and their hybrids using near-infrared reflectance spectroscopy. Canadian Jurnal of Forest Research. 27, 1896-1900.

Ascherson P., Graebner P. (1911): *Betula*. Syn. Mitteleur. Flora. 4, 402-405.

Ashburner K., McAllister H.A. (2013): The genus *Betula*: a taxonomic revision of birches. London: Kew Press.

Banić S., Janev-Hutinec B. (2006): Drveće Maksimira; priručnik za određivanje vrsta. Javna ustanova „Maksimir“, Zagreb.

Beck P., Caudullo G., de Rigo D., Tinner W. (2016): *Betula pendula*, *Betula pubescens* and other birches in Europe: distribution, habitat, usage and threats. European Atlas of Forest Tree Species, Luxembourg, pp. e010226.

Bhat K.M., Karkkainen M. (1980): Distinguishing between *Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh. on the basis of wood anatomy. Silva Fenn. 14, 294-304. Brown IR, Tuley G., 1971. A study of a population of birches in Glen Gairn. Botanical Journal of Scotland. 41, 231–245.

Brown I.R., Al-Dawoody (1979): Observations on meiosis in three cytotypes of *Betula alba* L. New Phytologist. 83, 801-811.

Brown I.R., Kennedy D., Williams D.A. (1982): The occurrence of natura hybrids between *Betula pendula* Roth and *B. pubescens* Ehrh. Department of Forestry. Universety of Aberdeen. 14, 133-145.

Brown I.R., Williams D.A. (1984): Cytology of the *Betula alba* L. complex. In: *Birches*. (D.M. Henderson and D. Mann, eds.) Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. 13-26.

Boros A. (1967): Uber zwei fur Kroatien neue laubmoosarten. Acta Botanica Croatica. 26-27.

Davy A.J., Gill J.A. (1984): Variation due to environment and heredity in birch transplanted between heath and bog. New Phytologist. 97, 498-505.

Dieterich H. (1963): Untersuchungen zum ökologischen und genetischen Birkenproblem. Silvae Genetica. 12, 110.124.

Eriksson G., Jonsson A. (1986): A review of the genetics of *Betula*. Scandinavian Journal of Forest Research. 1, 421-434.

Eriksson H., Johansson U., Kiviste A. (1997): A site-index model for pure and miwed stands of *Betula pendula* and *Betula pubescens* in Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research. 12, 149-156.

Eifler I. (1960): Untersuchungen zur individuellen Bedingtheit des Kreuzungserfolges zwischen *Betula pendula* und *Betula pubescens*. Silvae Genetica. 9, 159-165.

Eifer I. (1964): Untersuchungen zum Bestaubungsvorgang und der Samenentwicklung bei Birkenartkreuzungen. Der Zuchter. 34, 305-312.

Fekete L., Blattny T. (1913): Die Baume und Strauche des Ungarischen Staate. Selmecbanya.

Franjić J. (1995): Present distribution of the pubescens birch (*Betula pubescens* Ehrh., *Betulaceae*) in Croatia. Acta Botanica Croatica. 54, 125-129.

Fries J. (1964): Yield of *Betula verrucosa* Ehrh. in Middle Sweden and southern North Sweden. Stud For Suec. 14, 1-303.

Fukarek P. (1957): Da li je cretna breza (*Betula pubescens* Ehrh.) raširena i na području Bosne i Hercegovine? Narodni šumar. Sarajevo. 1-3, 31-39.

Gigov A., Nikolić V. (1960): Rezultati analize polena na nekim tresavama u Hrvatskoj. Glasnik prirodnjačkog muzeja u Beogradu. Serija B, Knjiga 15, 3-26.

Hagman M. (1971): On self- and cross-incompatibility shown by *Betula verrucosa* Ehrh. and *Betula pubescens* Ehrh. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae. 73, 1-125.

Hilten E., Fries M. (1986): Atlas of North European Vascular Plants north of the Tropic of Cancer. I Introduction, Taxonomic Index to the Maps 1-996, Maps 1-996. Koeltz Scientific Books, Konigstein, Germany.

Horvat I. (1950): Flornogenetski odnosi cretova u Hrvatskoj. Glasnik biološke sekcije 3/B, 2/3. Zagreb.

Horvat I. (1962): Vegetacija planina zapadne Hrvatske. Periodicum biologorum. 2-3, 13-21.

Howland D.E., Oliver R.P., Davy A.J. (1995): Morphological and molecular variation in natural populations of *Betula.* New Phytologist. 130, 117-124.

Hynyned J., Niemisto P., Vihera-Aarnio A., Brunner A., Hein S., Velling P. (2009): Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. Forestry. Vol. 83, No. 1.

Idžojtić M. (2013): Dendrologija – Cvijet, češer, plod, sjeme. Šumarski fakultet. Sveučilište u Zagrebu.

Jalas J., Suominen J. (1976): Atlas Florae Europeae, Vol. 3. Committee for Mapping the Flora of Europe and Societas Biologica Fennica Vanamo.

Jarvinen P., Palme A., Morales L.O., Lannenpaa M., Keinanen M., Sopanrn T., Lascoux M. (2004): Phylogenetic relationships of *Betula* species (Betulaceae) based on nuclear ADH and chloroplast MATK sequences. American Journal of Botany. 91, 1834-1845.

Johansson H. (1944): Triploidy in *Betula alba* L. Botaniska Notiser.

Johansson H. (1945): Interspecific hybridization within the genus *Betula*. Hereditas. 31, 164-176.

Johansson H. (1974): Genetic characteristic of *Betula verrucosa* Ehrh. and *Betula pubescens* Ehrh. Annales Forestales. Analiza za šumarstvo. 6, 91-133.

Jonsell B.(ed). (2000): Flora Nordica. Volume 1. Lycopodiaceae to Polygonaceae. The Bergius Fundation, the Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm, Sweden. 1-344.

Jovanović B. (1950): Neka zapažanja o brezi i jeli u našim šumama. Glasnik šumarskog fakulteta. Beograd. 75.

Kajba D. (1994): Neke karakteristike hibrida *Betula* × *blatušae* (″Blatušae″) Pevalek, corr. (=*B. pendula Roth* × *B. pubescens* f. *Blatušae* Pevalek). Simpozij – Pevalek. Zagreb 49-56.

Kennedy D., Brown I.R. (1983): The morphology of the hybrid *Betula pendula* Roth and *B. pubescens* Ehrh. Watsonia. 14, 329.336.

Klepac D. (1992): Šumsko bogatstvo Samobora. Šumski list, 5.

Kujala V. (1946): Some recent data on birches. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae. 34, 1-36.

Koivisto P. (1959): Growth and Yield tables. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae. 51, 1-49.

Kovačić S., Šimić D. (2001): Intrapopulational and interpopulational relations of *Betula pendula* Roth (Betulaceae) in Croatia, based on leaf morphometry. Acta Biologica Cracoviensia. 43, 87-96.

Lundgren L.N., Pan H., Theander O., Eriksson H., Johansson U., Svenningsson M.(1995): Development of a new chamical metod for distinguishing between *Betula pendula* and *Betula pubescens* in Sweden. Canadian Journal of Forest Research. 25, 1097-1102.

McCown B.H. (1989): Birch (*Betula* spp.). Biotehnology in Agriculture and Forestry. 5, 324-341.

Medvedović J. (1994): Šumska klima i fitomasa prizemnog sloja šuma na dijelu Samoborskog gorja. Šumski list. 11-12, 349-356.

Meier-Dinkel A. (1992): Micropropagation of Birches (*Betula* spp.). Biotehnology in Agriculture and Forestry. 18, 40.

Miles J., Kinnaird J.W. (1979): The establishment and regeneration of birch, juniper and Scots pine in the Scottish highlands. Scottish Forestry. 33, 102-119.

Modrić Surina Ž. (2011): Utjecaj ekoloških čimbenika na vegetacijske značajke cretova u Hrvatskoj: doktorska disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.

Moore P.D. (2002): The future of cool temperate bogs. Environmental Conservation. 29, 3-20.

Neilreich A. (1868): Vegetationsverhaltnisse von Croatien. Hrsg. Zoologisch-Botanischen Gesellschaft. Wien.

Nielsen E.L., Nath J. (1961): Somatic instability in derivatives from *Agroelymus lurneri* resembling *Agropyron repens*. American Jurnal of Botany. 48, 345-349.

Nieuwenhuis M., Barrett F. (2002): The growth potential of downy birch (*Betula pubescens* (Ehrh.)) in Ireland. Forestry. Vol. 75, No.1. Dublin.

Nikolić T. (2013): Sistematska botanika; raznolikost i evolucija biljnog svijeta. ALFA d.d., Zagreb. 574-579.

Nikolić T. (2015): Flora Croatica baza podataka / Flora Croatica Database (FCD) On-Line URL: http://hirc.botanic.hr/fcd/ Botanički zavod. Prirodoslovno-matematički fakultet. Sveučilište u Zagrebu.

Nokes D.C.B. (1979): Biosystematic studies of *Betula pendula* Roth and *B. pubescens* Ehrh. in Great Britani. Ph. D. Thesis. CNAA. The Polytechnic. Wolverhampton.

O´Down N. (2004): The Improvement of Irish Birch. Phase 1: Selection of individuals and population. COFORD. National Council for Forest Research and Development.

Oikarinen M. (1983): Growth and yield models for silver birch (*Betula pendula*) plantations in southern Finland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae. 113, 1-75.

Peinado M., Moreno G. (1989): The genus *Betula* (Betulaceae) in the Sistema Central (Spain). Willdenowia. 18, 343-359.

Pelhem J., Gardiner A.S., Smith R.I, Last F.T. (1988): Variation in *Betula pubescens* Ehrh. (Betulaceae) in Scotland: its nature and association with environmental factors. Botanical Journal of the Linnean Society. 96, 217-234.

Pevalek I. (1924): Prilog poznavanju naših breza. Farmaceutski vjesnik. Zagreb. 14, 662-665.

Pevalek I. (1925): Geobotanička i algološka istraživanja cretova u Hrvatskoj i Sloveniji. Rad Jugoslavenske Akademije Znanosti i Umjetnosti.

Radović J. (ur.), (1999): Pregled stanja biološke i krajobrazne raznolikosti Hrvatske sa strategijom i akcijskim planovima zaštite. Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša.

Raulo J. (1977): Development of dominant trees in *Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh. plantations. Comunicationes Instituti Forestalis Fenniae. 90, 1-15.

Sarvas R. (1948): A research on the regeneration of birch in southern Finland. Comunicationes Instituti Forestalis Fenniae. 35, 1-91.

Schlosser J.C., Vukatinović Lj. (1969): Flora Croatica. Zagreb.

Schlosser J.C., Vukatinović Lj. (1976): Bilinar. Flora excursoria. Zagreb.

Schlosser J.C., Vukatinović Lj. (1896): Flora Croatica. Zagreb. 1036.

Shaw K., Stritch L., Rivers M., Roy S., Wilson B., Govaerts R. (2014): The red list of Betulaceae. BGCI. Richmond. UK.

Soloveva N.M. (1977): K kariolischeskomu izuchenyu berez. Byulleten´ Glavnogo Botanicheskomu Sada. 106, 100-103.

Stern K. (1963): Uber einige Kreuzungsversuche zur Frage des Vorkommens von Arthybriden *Betula verrucosa* × *B. pubescens*. Deutsche Baumschule. 15, 1-10.

Sutinen R., Teirila A., Panttaja M., Sutinen M. L. (2002): Distribution and diversity of tree species with respect to soil electrical characteristics in Finnish Lapland. Canadian Journal of Forest Research. 32, 1158-1170.

Šoštarić R. (2005): *Betula pubescens* Ehrh. U Nikolić, T. et Topić, J. Ur.:Crvena knjiga vaskularne flore Republike Hrvatske. Kategorije EX, RE, CR, EN I VU. *Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode*, Zagreb. 125-127.

Šugar I. (1972): Biljni svijet Samoborskog gorja. Doktorska dizertacija obranjena na PMF-u. Sveučilište u Zagrebu.

Taper L.J., Grant W.F. (1973): The relationship between chromosome size and DNA content in birch (*Betula*) species. Caryologia. 26, 263-273.

Trinajstić I. (1995): Samoborsko gorje, a refuge of various floral elements between the Alps and the Dinaric mountains. Acta Botanica Croatica. 54, 47-62.

Trinajstić I., Kovačić S., Šimić D. (2001): Are there any morphometrical differences in the leaves of two shoot types of silver birch (*Betula pendula* Roth, *Betulaceae*)? Glasnik za šumske pokuse. 38, 77-87.

Tudge C. (2009): Tajni život drveća: Kako živi i zašto je važno. Algoritam. Zagreb.

Vukelić J., Baričević D., Drvenkar D. (2003): Fitocenološke karakteristike bukovih šuma u Samoborskom gorju. Šumski list br. 11-12, 531-544.

Wang N. (2015): Hybridisation and phylogenomics of *Betula* L. (Betulaceae). Queen Mary University of London. 50-60.

Wang N., McAllister H.A., Bartlett P.R., Buggs R.J.A. (2016): Molecular phylogeny and genome size evolution of the genus *Betula* (Betulaceae). Annals of Botany. 1-13.

Zlatarić B. (1950): Još jedan podatak o rasprostranjenju breze cretuše (*Betula pubescens* Ehrh.) kod nas. Biološki institut. Sarajevo. 87-92.

Mrežne stranice:

http://www.zastita-prirode-animalia.hr/?tema=flora&baza=flora&kat=1&idclanka=16

http://www.zastita-prirode-animalia.hr/?tema=flora&baza=flora&kat=1&idclanka=17

http://web.hamradio.hr/9aff/9AFF-063_djon_mocvar/Djon_Mocvar.htm

http://www.park-zumberak.hr/posebni/biologija.html

Slika 2. http://www.forestry.gov.uk/wyreforest

9. PRILOZI

Prilog 1. Diskriptivni statistički parametri morofoloških značajki listova za tri svojte breze na području Hrvatske.

Prilog 2. Rezultati Komogorov – Smirnov testa normalosti distribucije mjerenih morfoloških značajki listova

Prilog 3. Rezultati Kruskal – Wallis testa za mjerene morfološke značajke listova.

Prilog 4. Rezultati Mann-Whitney testa za mjerene morfološke značajke listova među promatranim svojtama.

Prilog 1. Diskriptivni statistički parametri za tri vrste breze na području Hrvatske.

vrsta			ptl	lbl	lbw	dlb	LTW	DFT	alb	nvr	LTF
B. × *aurata*	Brojnost	Vrijednost	50	50	50	50	50	50	48	50	50
		Nedostaje	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	Aritmetička sredina		9,6194	46,7411	41,1652	16,0055	21,1878	11,4804	165,3061	7,6800	2,1200
	Standardna greška aritmetičke sredine		0,5296	1,36647	1,30880	0,5255	0,7783	0,4278	4,4224	0,1122	0,0545
	Medijan		8,7445	44,8490	40,1245	15,2075	20,1445	11,6020	166,4975	8,0000	2,0000
	Mod		4,9700	30,8230	23,7500	17,6000	10,6280	5,9420	90,0000	8,0000	2,0000
	Standardna devijacija		3,7450	9,66241	9,25467	3,7159	5,5040	3,0254	30,6395	0,7938	0,3854
	Variance		14,0260	93,3620	85,6490	13,8090	30,2940	9,1530	938,7820	0,6300	0,1490
	Raspon		19,5550	40,5990	45,4970	14,2250	24,9170	13,0300	126,9540	3,0000	2,0000
	Minimum		4,9700	30,8230	23,7500	9,9070	10,6280	5,9420	90,0000	6,0000	2,0000
	Maximum		24,5250	71,4220	69,2470	24,1320	35,5450	18,9720	216,9540	9,0000	4,0000
	Percentil	5%	5,1386	31,9321	26,8615	10,0726	12,7444	6,2798	108,4682	6,0000	2,0000
		95%	17,4213	69,5051	62,2203	23,6890	33,5575	17,7509	211,8002	9,0000	3,0000
B. pendula	Brojnost	Vrijednost	50	50	48	48	50	50	50	50	49
		Nedostaje	0	0	2	2	0	0	0	0	1
	Aritmetička sredina		14,6749	46,0597	40,3214	11,4262	13,5889	13,0853	192,2375	7,6400	2,6530
	Standardna greška aritmetičke sredine		0,4910	1,1822	1,37162	0,3746	0,5708	0,3939	3,0589	0,1204	0,1415
	Medijan		15,3335	45,6065	39,7660	11,5475	12,7890	12,7130	195,1800	8,0000	2,0000
	Mod		6,1260	16,4120	4,5209	5,0270	7,1440	5,5370	147,0700	8,0000	2,0000
	Standardna devijacija		3,4725	8,3595	9,5028	2,5955	4,0366	2,7857	21,6302	0,8514	0,9906
	Variance		12,0590	69,8810	90,3050	6,7370	16,2950	7,7600	467,8660	0,7250	0,9810
	Raspon		13,4200	51,3540	57,8841	12,1490	17,8070	14,5330	82,7880	4,0000	5,0000
	Minimum		6,1260	16,4120	4,5209	5,0270	7,1440	5,5370	147,0700	6,0000	1,0000
	Maximum		19,5460	67,7660	62,4050	17,1760	24,9510	20,0700	229,8580	10,0000	6,0000
	Percentil	5%	6,8892	32,5297	22,3834	7,5695	8,2102	9,3333	156,5055	6,0000	1,0000
		95%	19,3570	57,8306	57,1851	16,0891	23,0509	19,1634	226,3419	9,0000	4,5000

B. pubescens	Brojnost	Vrijednost	64	65	63	63	65	65	65	65	65
		Nedostaje	1	0	2	2	0	0	0	0	0
	Aritmetička sredina		12,1310	51,5463	43,2931	15,9261	20,6802	10,3728	163,7021	8,1538	2,5230
	Standardna greška aritmetičke sredine		0,5291	1,0820	0,9925	0,5190	0,5585	0,4466	5,6924	0,1101	0,0958
	Medijan		11,8495	51,5310	41,2110	15,6760	20,2050	9,8390	172,0630	8,0000	2,0000
	Mod		4,8450	36,3050	28,7510	8,6640	9,7480	4,4020	14,7097	8,0000	2,0000
	Standardna devijacija		4,2331	8,7235	7,8784	4,1199	4,5034	3,6007	45,8937	0,8879	0,7727
	Variance		17,9190	76,1000	62,0700	16,9740	20,2810	12,9650	2106,2390	0,7880	0,5970
	Raspon		22,7890	37,7090	33,9900	17,5610	23,0400	13,5350	232,3503	4,0000	3,0000
	Minimum		4,8450	36,3050	28,7510	8,6640	9,7480	4,4020	14,7097	6,0000	2,0000
	Maximum		27,6340	74,0140	62,7410	26,2250	32,7880	17,9370	247,0600	10,0000	5,0000
	Percentila	5	5,2320	37,6893	32,9416	8,9964	12,6026	5,7199	86,4490	7,0000	2,0000
		95	19,4750	64,5789	58,4580	24,1234	29,0776	17,1055	237,8333	10,0000	4,0000

Prilog 2. Rezultati Komogorov – Smirnovog testa koji pokazuje da se mjerene varijable ne nalaze u normalnoj distribuciji.

		LA	ptl	lbl	lbw	dlb	LTW	DFT	alb	nvr	LTF
Brojnost		165	164	165	161	161	165	165	163	165	164
	Srednja vrijednost	13,8476	12,1409	48,4275	41,7463	14,6092	18,6851	11,5304	172,928	7,8545	2,439
	Standardna devijacija	5,0331	4,3228	9,2142	8,858	4,1372	5,7653	3,3737	37,5821	0,8782	0,7847
Najveća odstupanja	Apsolutno	0,099	0,066	0,077	0,094	0,078	0,054	0,041	0,084	0,246	0,389
	Pozitivno	0,099	0,066	0,077	0,08	0,078	0,054	0,041	0,05	0,246	0,389
	Negativno	-0,084	-0,048	-0,057	-0,094	-0,036	-0,037	-0,028	-0,084	-0,238	-0,27
Statistički test		0,099	0,066	0,077	0,094	0,078	0,054	0,041	0,084	0,246	0,389
Asimptotska signifikantnost		0.000	0.082	0.018	0.001	0.019	0.200	0.200	0.007	0.000	0.000

Prilog 3. Rezultati dobiveni neparametarskim Kruskal – Wallis testom čijom analizom se utvrđuje da se ispitane grupe međusobno razlikuju.

	LA	ptl	lbl	lbw	dlb	LTW	DFT	alb	nvr	LTF
Chi-Square	9,583	41,798	12,596	3,373	44,002	60,475	18,434	19,238	11,264	14,293
df	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Asimptotska signifikantnost	0,008	0,000	0,002	0,185	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,001

Prilog 4. Rezultati dobiveni Mann-Whitney testom koji analizira da li se mjerene varijable statistički značajno razlikuju.

Zatamnjeni rezultati se odnose na sličnostima, dok rezultati čija vrijednost ne prerasta 0,5 čine statistički značajne razlike među uspoređenim vrstama breza.

B. pendula - B. × aurata

	LA	ptl	lbl	lbw	dlb	LTW	DFT	alb	nvr	LTF		Ind
Mann-Whitney U	1168,000	393,000	1220,000	1176,000	371,000	295,000	848,000	595,000	1208,500	806,000	Mann-Whitney U	0,000
Wilcoxon W	2443,000	1668,000	2495,000	2451,000	1547,000	1570,000	2123,000	1771,000	2483,500	2081,000	Wilcoxon W	55,000
Z	-0,565	-5,908	-0,207	-0,171	-5,891	-6,584	-2,771	-4,300	-0,308	-3,552	Z	-3,780
Aimptotska signifikantnost	**0,572**	0,000	**0,836**	**0,865**	0,000	0,000	0,006	0,000	**0,758**	0,000	Asimptotska signifikantnost	0,000
											Egzaktna signifikantnost	0.000

B. pendula – B. pubescens

	LA	ptl	lbl	lbw	dlb	LTW	DFT	alb	nvr	LTF		Ind
Mann-Whitney U	1090,000	914,000	1081,000	1258,000	547,000	387,000	908,500	1015,000	1138,000	1468,500	Mann-Whitney U	0,000
Wilcoxon W	2365,000	2994,000	2356,000	2434,000	1723,000	1662,000	3053,500	3160,000	2413,000	3613,500	Wilcoxon W	55,000
Z	-3,018	-3,917	-3,069	-1,512	-5,744	-6,985	-4,042	-3,442	-2,965	-0,789	Z	-3,780
Aimptotska signifikantnost	0,003	0,000	0,002	0,131	0,000	0,000	0,000	0,001	0,003	0,430	Asimptotska signifikantnost	0,000
											Egzaktna signifikantnost	0.000

B. pubescens – B. × aurata

	LA	ptl	lbl	lbw	dlb	LTW	DFT	alb	nvr	LTF		Ind
Mann-Whitney U	1255,000	930,000	1105,000	1300,000	1556,000	1598,000	1291,500	1557,000	1181,500	1176,500	Mann-Whitney U	49,000
Wilcoxon W	2530,000	2205,000	2380,000	2575,000	3572,000	3743,000	3436,500	3702,000	2456,500	2451,500	Wilcoxon W	104,000
Z	-2,087	-3,826	-2,934	-1,590	-0,110	-0,152	-1,882	-0,017	-2,702	-3,332	Z	-0,076
Aimptotska signifikantnost	0,037	0,000	0,003	0,112	**0,913**	**0,879**	0,060	**0,986**	0,007	0,001	Asimptotska signifikantnost	0,940
											Egzaktna signifikantnost	0.971

ŽIVOTOPIS

ANITA PETKOVIĆ

OSOBNE INFORMACIJE

Adresa: 7. Gardijske brigade 7, 22300 Knin (Hrvatska)

Broj mob: 091 729 2589

Email: anitaptkv@gmail.com

Godina rođenja: 13.06.1992.

OBRAZOVANJE

- Datum: 2007-2011

  Mjesto: Šibenik

  Ustanova: Medicinska srednja škola

  Zvanje: Farmaceutski tehničar

- Datum: 2011-2014

  Mjesto: Split

  Ustanova: Odjel za studije mora

  Zvanje: Prvostupnik biologije i ekologije mora

- Datum: 2014-2017

  Mjesto: Zagreb

  Ustanova: Prirodoslovno – matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

  Zvanje: Magistar ekspreimentalne biologije, smjer botanika

RADNO ISKUSTVO

- Datum: 2013

  Ustanova: ″NP Krka″

  Radno mjesto: Recepcioner

OSOBNE VJEŠTINE I KOMPETENCIJE

- Materinji jezik: Hrvatski jezik
- Strani jezici: Engleski jezik

  Govori: +

  Piše: +

  Čita: +
- Osposobljena za rad na osobnom računalu

ČLANSTVO U ZNANSTVENIM I STRUKOVNIM ORGANIZACIJAMA

- Datum: 2015.
  Član Hrvatskog botaničkog društva.

USAVRŠAVANJE

- Datum: 2013.
  Sudionik na projektu *„Student-mentor"* na Odjelu za studije mora u kojemu pomažem kolegama sa prve godine preddiplomskog studija da se afirmiraju na akademsku sredinu i olakšam im vlastitim savjetima početak njihova akademskog obrazovanja.
- Datum: 2014.
  Sudionik na projektu *„Sudjeluj u održivom razvoju"* u sklopu ekološke udruge Sunce putem 5 jednodnevnih radionica. Cilj seminara je bio edukacija mladih o različitim temama iz područja zaštite okoliša i prirode, te motivacija na ekološko odgovorno ponašanje.
- Datum: 2014.
  Sudionik na projektu *„Tjedan otvorenih ventila"* u sklopu studentske udruge ″Oceanus″ u kojemu se širem građanstvu pokušalo približiti ronjenje i omogućiti daljnji tečaj ronjenja.
- Datum: 2016.
  Sudionik na 5. Hrvatskom botaničkom simpozijumu u Primoštenu kao nositelj teme: ″Population size, conservation status and morphological characterization of critically endangered downy birch (*Betula pubescens* Ehrh.) and hybrid birch (*B.* × *blatusae* Pevalek) in Croatia.″

VOZAČKA DOZVOLA

- Da, B kategorije